

DIRECTORIO DE PROFESORES DEL CURSO INSTALACIONES ELECTRICAS PARA
EDIFICIOS MARZO - ABRIL DE 1984.

1. ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO (Coordinador)
Director de La Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.
8720984

2. ING. NOE ARMAS MORALES
Director de Mantenimiento
Dir. Gral. de Const. y Ope. Hidráulica
D. D. F.
S.A. Abad No. 231-2° Piso
México, D.F.
588 26 49

3. ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON
Gerente de Ingeniería Electromecánica
Proyectos Marinos, S.C.
Centro Comarmer 405
México, D.F.
596 43 66

4. ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA
Director General
Desarrollo Urbano del Pto. Ind. del Ostión, S.A.
DUPORT OSMAN, S.A.
Retorno 801 Esq. Av. 3
Centinela
México, D.F.
595 59 73

5. ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO
Gerente de Ingeniería
Almacenes Nacionales de Depósito, S.A.
Plaza de la Constitución No. 7-8° Piso
México, D.F.
521 78 71

6. ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS
Jefe del Depto. de Autorización de
Instalaciones Eléctricas
Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
Alfonso Herrera No. 15
Col. San Rafael
México, D.F.
535 02 45

7. SERGIO ORDÓÑEZ LEZAMA
Gerente General
Proyectos Industriales, S.A.
Monterrey No. 89 Desp. 303
México 7, D.F.
514 58 58

Fecha	Duración	Tema	Profesor
19 marzo	18 a 21 h	INTRODUCCION Descripción del curso Presentación de los temas CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA Definición de una instalación eléctrica Diferentes puntos de vista del concepto Instalación eléctrica Interno Externo Punto de vista externo: elementos generales Punto de vista interno: elementos generales	Ing. Ignacio González
20 marzo	18 a 21 h	CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA Conveniencia Capacidad Regulación Accesibilidad Flexibilidad Seguridad REGLAMENTACION COMO INSTRUMENTO DE SEGURIDAD Reglamentación existente en México Sobre métodos : Normas Técnicas Sobre las personas: capítulo XIX de la Ley de Instalación Eléctrica Sobre los materiales: reglamentación D.G.E. Método de control sobre la reglamentación LA AUTORIDAD SOBRE REGLAMENTACION EN MEXICO Relación D.G.E. Usuarios Diversos trámites Importancia de la reglamentación	Ing. Héctor Sánchez Ceballos.

Fecha	Duración	Tema	Profesor
22 marzo	18 a 21 h	ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA	Ing. Guillermo Aguilar Campuzano.

Diagrama General
 Diversos elementos que la componen

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Cargas

Definición
 Determinación de una carga
 Clasificación de las cargas: normal y emergencia
 Carga de alumbrado. Determinación de la cantidad de lámparas en función del uso.

Método de lumen promedio
 Método de punto por punto

Carga de aparatos criterio para determinar cargas.
 Cargas de fuerza. Parámetros necesarios para su determinación

23 marzo	18 a 21 h	SISTEMAS DE DISTRIBUCION	Ing. Pablo Zapiaín Lechuga
----------	-----------	--------------------------	----------------------------

Elementos que integran los sistemas de distribución

Conductores
 Medio de soporte
 Protección

Conductores. Clasificación según su uso
 Circuito derivado
 Circuito alimentador

Circuitos derivados: definición y clasificación

Circuito derivado de uso general: capacidad y restricción

Circuito derivado para aparatos: capacidad y restricción

Circuito derivado para fuerza: elementos integrantes. Capacidad.

Circuitos alimentadores:

Determinación de la carga: factor de demanda
 Factor de diversidad

fecha	Duración	Tema	Profesor
		Caída de voltaje. Centro de carga Alimentadores para fuerza y cargas mixtas. Sistema de distribución: primaria, secundaria y mixtas. Diferentes sistemas	
26 marzo	18 a 21 h	CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO Características de un conductor Capacidad permisible Carga de caída de potencia Aislamientos Resistencia mecánica	Ing. Carlos Martínez Calderón
27 marzo	18 a 21 h	MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES Medio de soporte y protección de los conductores Diferentes medios según R.O.I.E. Tubo conduit Ductos metálicos Charolas	Ing. Ignacio González Castillo
28 marzo	18 a 21 h	MEDIOS DE PROTECCION Medios de protección Sobrecorriente: orígenes Sobrecarga Corto circuito Medio de protección VS sobrecorriente Fusibles Interruptores automáticos	Ing. Carlos Martínez Calderón
29 marzo	18 a 21 h	SELECCION DE PROTECCION Protección de conductores Protección de cargas Medio de control Dispositivos de control para alumbrado Circuitos alimentadores. Dispositivos de control para fuerza. Circuitos alimentadores: el arrancador.	Ing. Noé Armas Morales

Fecha	Duración	Tema	Profesor
		CENTROS DE DISTRIBUCION Tableros primarios Tableros secundarios	Ing. Noé Armas Morales
30 marzo	18 a 21 h	SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS Subestaciones receptoras Subestaciones derivadas	Ing. Noé Armas Morales
2 abril	18 a 21 h.	SISTEMAS DE GENERACION Usos de emergencia Usos continuos Plantas de emergencia: selección y determinación de la capacidad. Sistemas de corriente directa: reglamentación. Características generales.	Ing. Sergio Ordóñez Lezama
3 abril	18 a 21 h	SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA Empresa suministradora Sistema de distribución central de la Cia. de luz y fuerza del Centro S.A., Descripción Tensiones usuales Líneas de servicio En alta tensión: medición en alta. Medición en baja. En baja tensión: monofásica, 2 y 3 fases Local para subestación Contratación Tarifas Régimen de cuotas Provisionales Bajo factor de potencia Doble alimentador	CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, SA
4 abril	18 a 21 h	INSTALACIONES ESPECIALES Sistemas de centralización y alarmas Sistemas de comunicación: teléfonos Sistemas de sonido	Ing. Pablo Zapiain Lechuga
5 abril	18 a 21 h	SISTEMAS DE PARARRAYOS	Ing. Ignacio González Castillo
6 abril	18 a 21 h	REPRESENTACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA. PLANOS. CARACTERISTICAS DE LOS MISMOS PARA LA C.F.E.	Ing. Héctor Sánchez Ceballos

EVALUACION DEL PERSONAL DOCENTE

CURSO: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

FECHA: 19 de Marzo al 10 de Abril 1984

		DOMINIO DEL TEMA	EFICIENCIA EN EL USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	MANTENIMIENTO DEL INTERES. (COMUNICACION CON LOS ASISTENTES, AMENIDAD, FACILIDAD DE EXPRESION).	PUNTUALIDAD	
CONFERENCISTA						
1.	Ing. Ignacio González					
2.	Ing. Héctor Sánchez Ceballos					
3.	Ing. Guillermo Aguilar Campuzano					
4.	Ing. Pablo Zapata Lechuga					
5.	Ing. Carlos Martínez Calderón					
6.	Ing. Noé Armas Morales					
7.	Ing. Sergio Ordóñez Lezama					
8.						
9.						
<p>ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10</p>						

EVALUACION DE LA ENSEÑANZA

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
INTRODUCCION					
CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA					
CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA					
REGLAMENTACION COMO INSTRUMENTO DE SEGURIDAD					
LA AUTORIDAD SOBRE REGLAMENTACION EN MEXICO					
ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA					
ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS					
SISTEMAS DE DISTRIBUCION					
CONDUCTORES; CONDICIONES DE DISEÑO					
MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES					

ESCALA DE EVALUACION: 1 a 10

SU EVALUACION SINCERA NOS AYUDARA A MEJORAR LOS PROGRAMAS POSTERIORES QUE DISEÑAREMOS PARA USTED.

TEMA	ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL TEMA	GRADO DE PROFUNDIDAD LOGRADO EN EL TEMA	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO EN EL TEMA	UTILIDAD PRACTICA DEL TEMA	
MEDIOS DE PROTECCION					
SELECCION DE PROTECCION					
CENTROS DE DISTRIBUCION					
SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS					
SISTEMAS DE GENERACION					
SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA					

EVALUACION DEL CURSO

③

CONCEPTO		EVALUACION
1.	APLICACION INMEDIATA DE LOS CONCEPTOS EXPUESTOS	
2.	CLARIDAD CON QUE SE EXPUSIERON LOS TEMAS	
3.	GRADO DE ACTUALIZACION LOGRADO CON EL CURSO	
4.	CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
5.	CONTINUIDAD EN LOS TEMAS DEL CURSO	
6.	CALIDAD DE LAS NOTAS DEL CURSO	
7.	GRADO DE MOTIVACION LOGRADO CON EL CURSO	

ESCALA DE EVALUACION DE 1 A 10

6. ¿Qué cursos le gustaría que ofreciera la División de Educación Continua?

7. La coordinación académica fue:

EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA

8. Si está interesado en tomar algún curso intensivo ¿Cuál es el horario más conveniente para usted?

LUNES A VIERNES DE 9 A 13 H. Y DE 14 A 18 H. (CON COMIDAS)	LUNES A VIERNES DE 17 A 21 H.	LUNES, MIÉRCOLES Y VIERNES DE 18 A 21 H.	MARTES Y JUEVES DE 18 A 21 H.

VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 14 H.	VIERNES DE 17 A 21 H. SABADOS DE 9 A 13 Y DE 14 A 18 H.	O T R O

9. ¿Qué servicios adicionales desearía que tuviese la División de Educación Continua, para los asistentes?

10. Otras sugerencias:



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA
INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO

MARZO, 1984

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

OBJETIVO

PROPORCIONAR LOS CRITERIOS BASICOS NECESARIOS PARA CONOCER, PROYECTAR Y CONSTRUIR LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE UN EDIFICIO

METODOLOGIA

ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . LAS CONDICIONES NECESARIAS PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA

- . LOS METODOS Y SISTEMAS USADOS EN:
 - . EL DISEÑO DE UNA I.E.
 - . LA CONSTRUCCION DE UNA I.E.

- . LAS CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR:
 - . MATERIALES
 - . EQUIPOS

DESCRIPCION DE CURSO

EN LA FIGURA 1 ANEXA, SE PRESENTA LA DESCRIPCION Y ORGANIZACION DE LAS SESIONES.

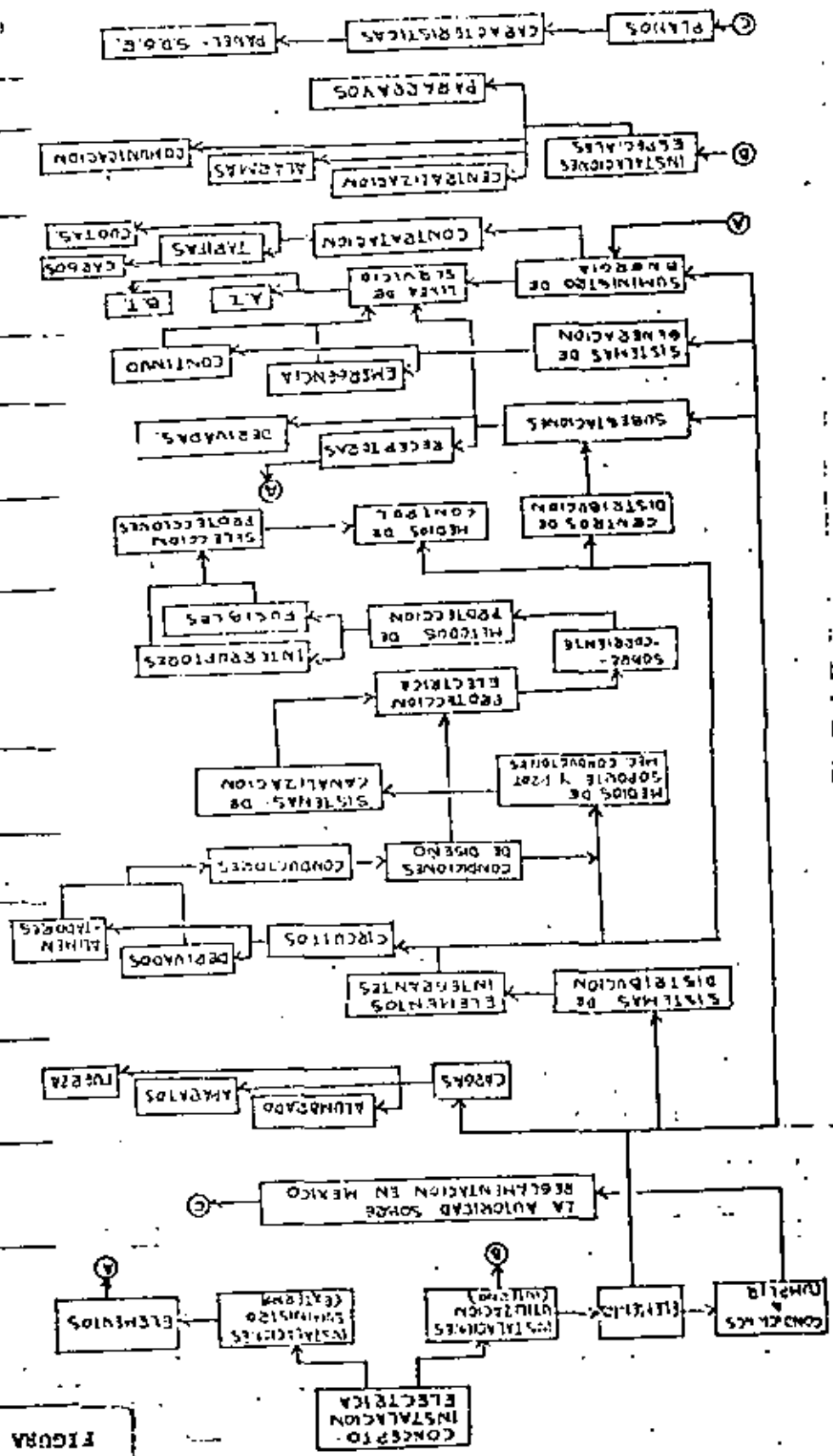


FIGURA 1

14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

ING. IGNACIO O. GONZALEZ CASTILLO

EL TERMINO "INSTALACION ELECTRICA" COMPRENDE EL CONJUNTO DE APARATOS, CONDUCTORES Y ACCESORIOS DESTINADOS A LA PRODUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.

ESTE CONJUNTO LO PODEMOS CONSIDERAR DESDE DOS PUNTOS DE VISTA:

EXTERNO E INTERNO

DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPAÑIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 Y 4

DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO, EL CONCEPTO "INSTALACION ELECTRICA", RESTRINGE, DE TODOS LOS ELEMENTOS MENCIONADOS, ES DECIR, CONDUCTORES, APARATOS Y ACCESORIOS NECESARIOS, AQUELLAS INSTALACIONES DE LA CIA. SUMINISTRADORA, Y ABARCA SOLAMENTE LAS INSTALACIONES DEL USUARIO, Y ESTA INTEGRADO POR LOS ELEMENTOS GENERALES QUE SE DETALLAN EN LA FIG. 5.

Localización geográfica de Plantas, Subestaciones y
Líneas de Transmisión que dan servicio al Sistema Central

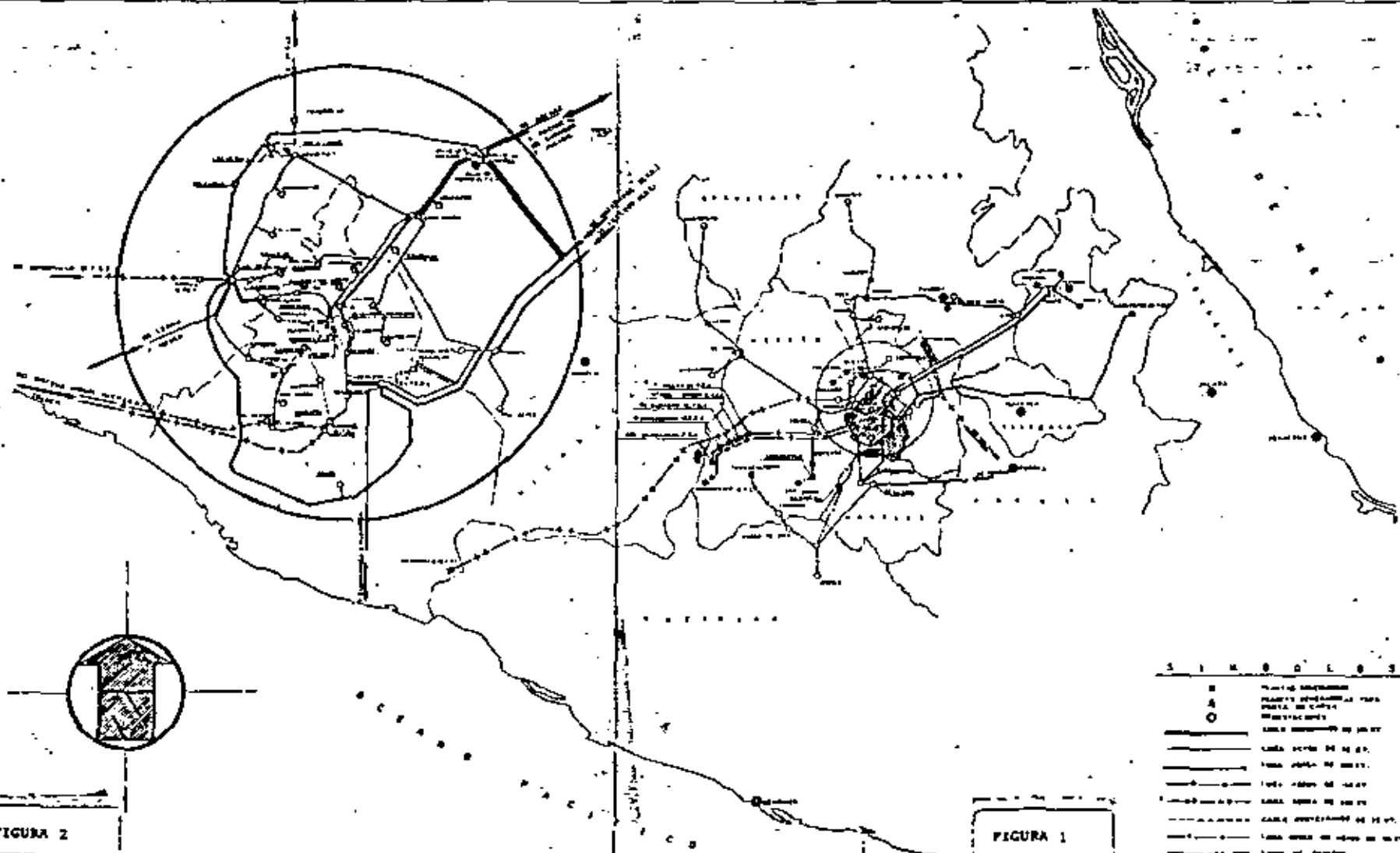
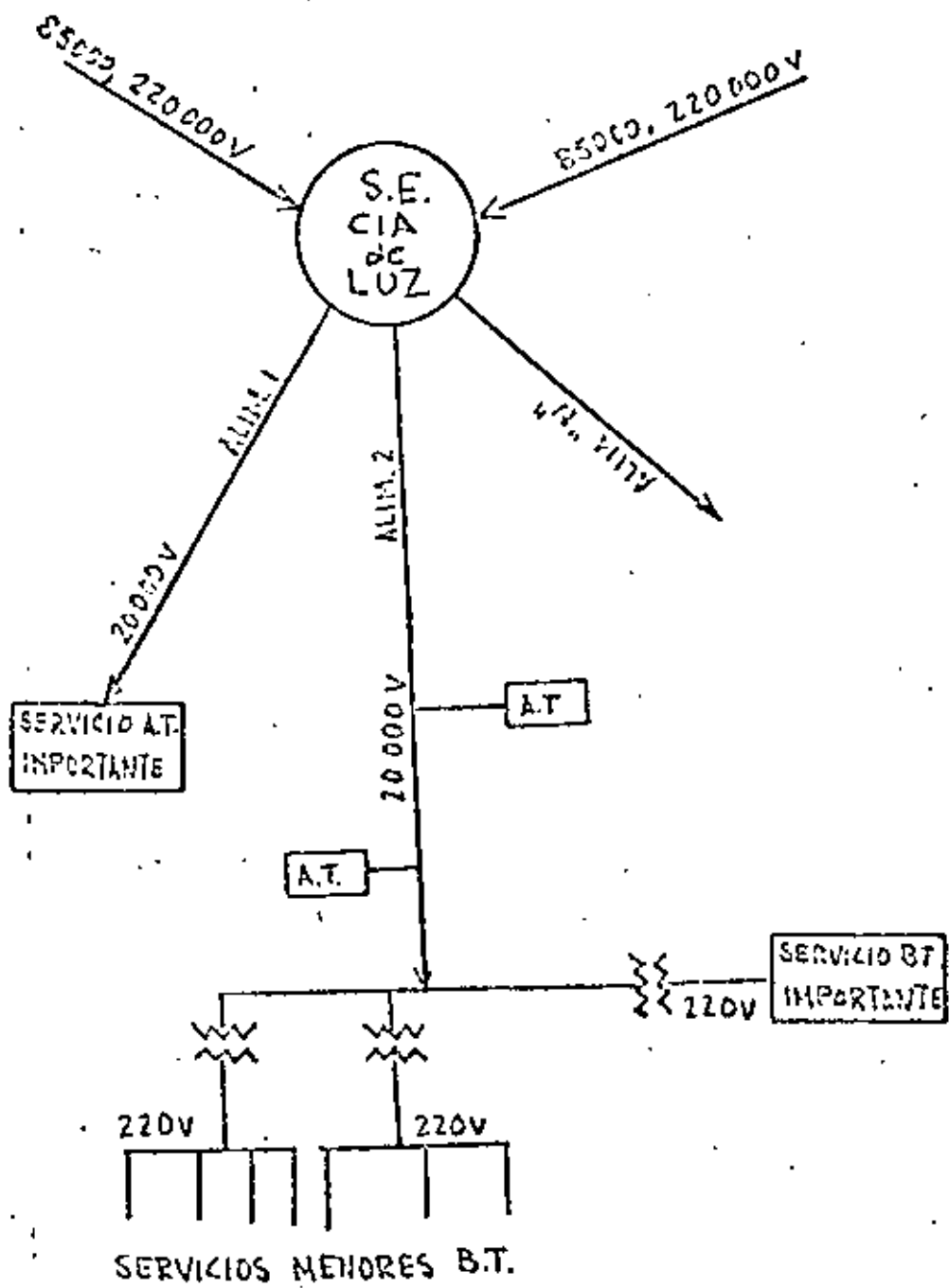


FIGURA 2

FIGURA 1

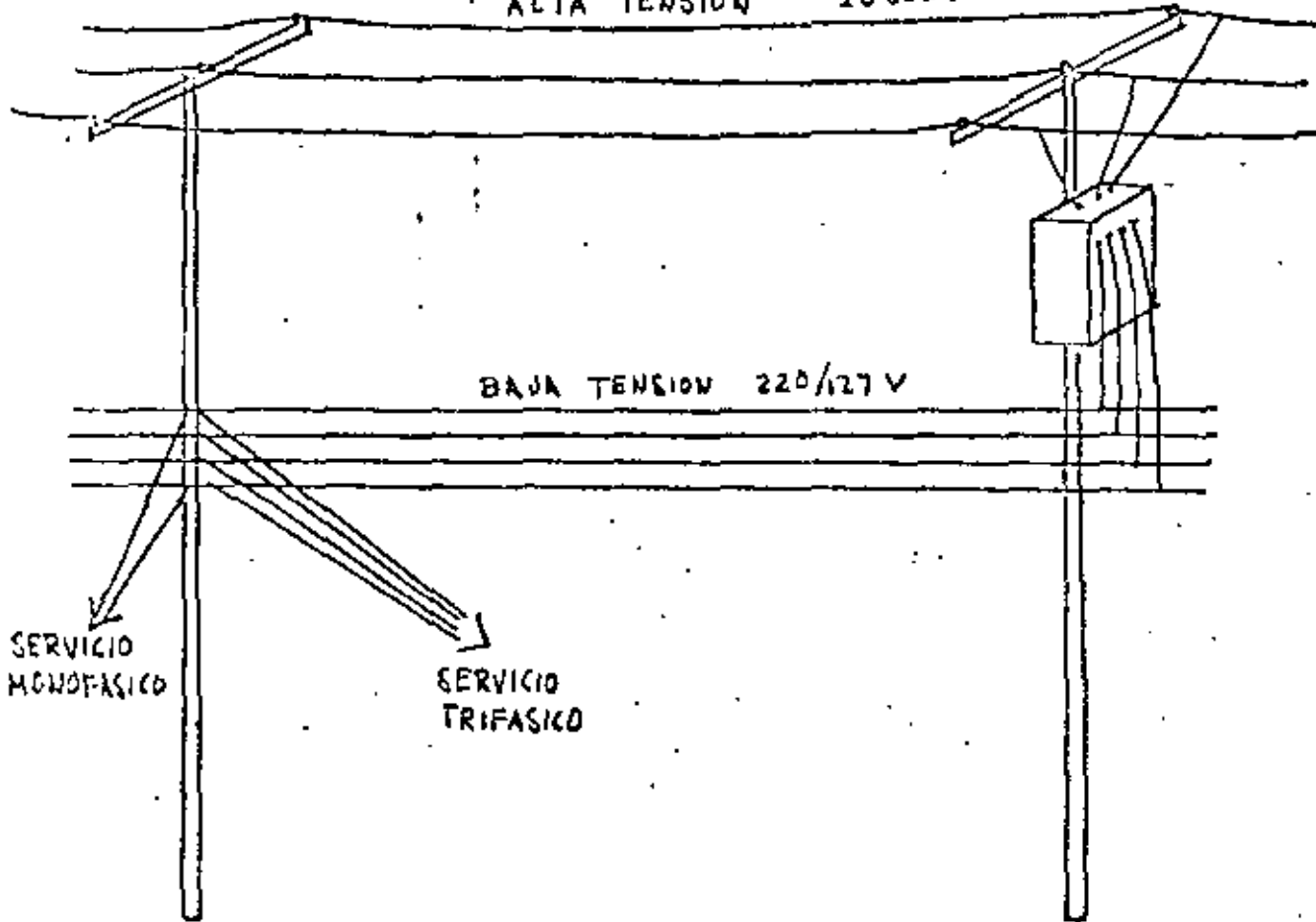


ALTA TENSION 20 000 V

BAJA TENSION 220/127 V

SERVICIO
MONOFASICO

SERVICIO
TRIFASICO



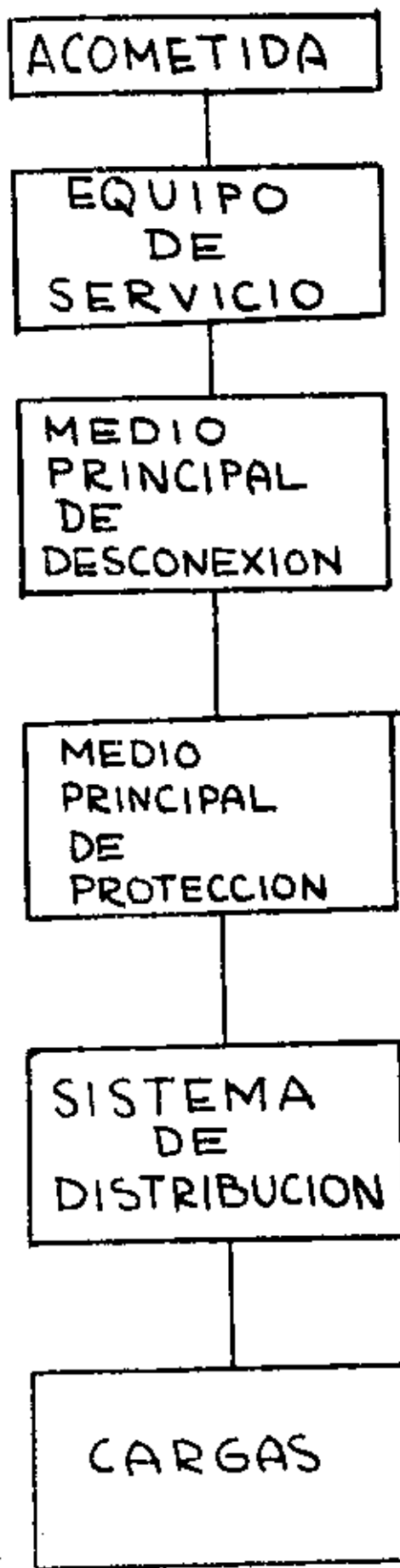


FIGURA 5

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN LA RED DE DISTRIBUCION, DEL SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL PUNTO EN QUE SE CONECTA EL SERVICIO A LA INSTALACION DEL USUARIO. (NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)



EXCEPCION:

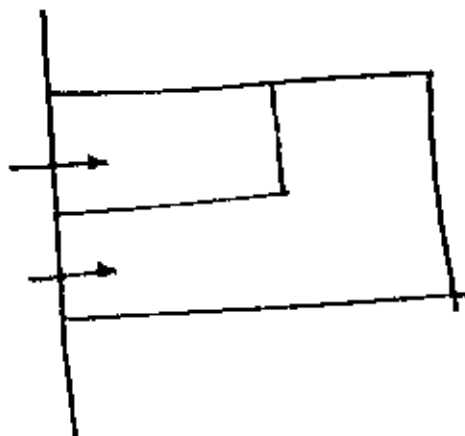
- ACUERDO CON
- SEPAFIN
- CFE

- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES
(sin comunicacion)

(NTIE-81-201-3)



ACOMETIDA

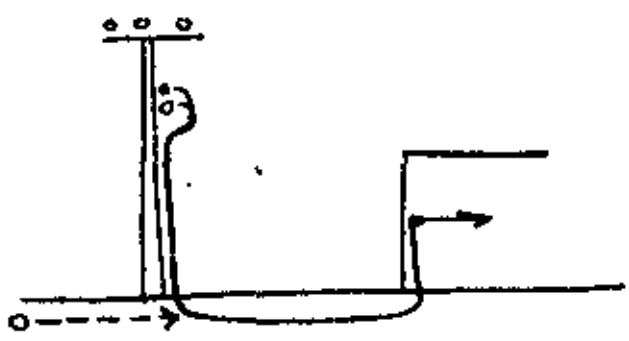
CLASIFICACION

- DE ACUERDO AL TIPO DE LINEA

- AEREA



- SUBTERRANEA



- DE ACUERDO A LA TENSION

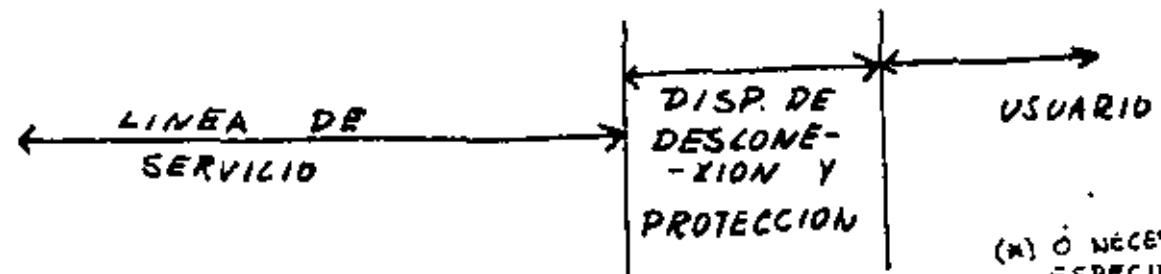
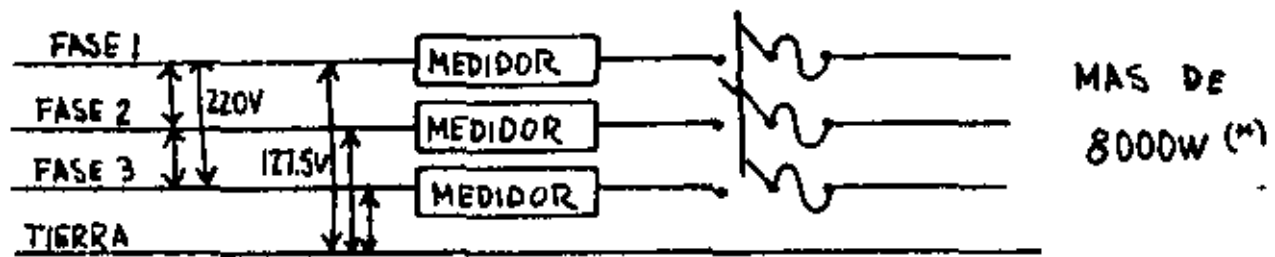
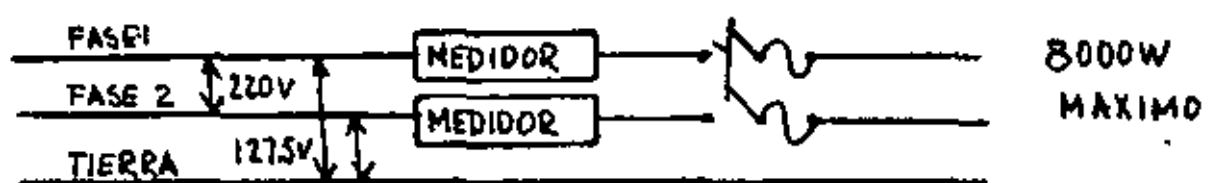
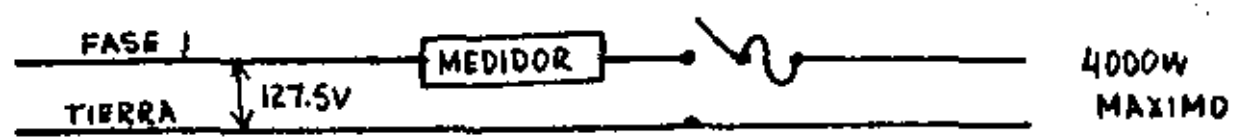
- BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

- ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION

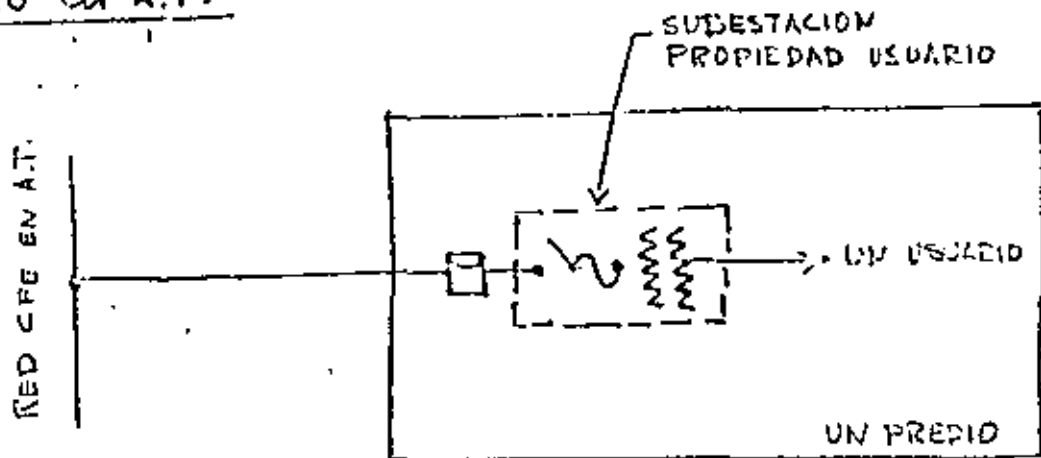


(*) O NECESIDAD ESPECIFICA DE LA CARGA.

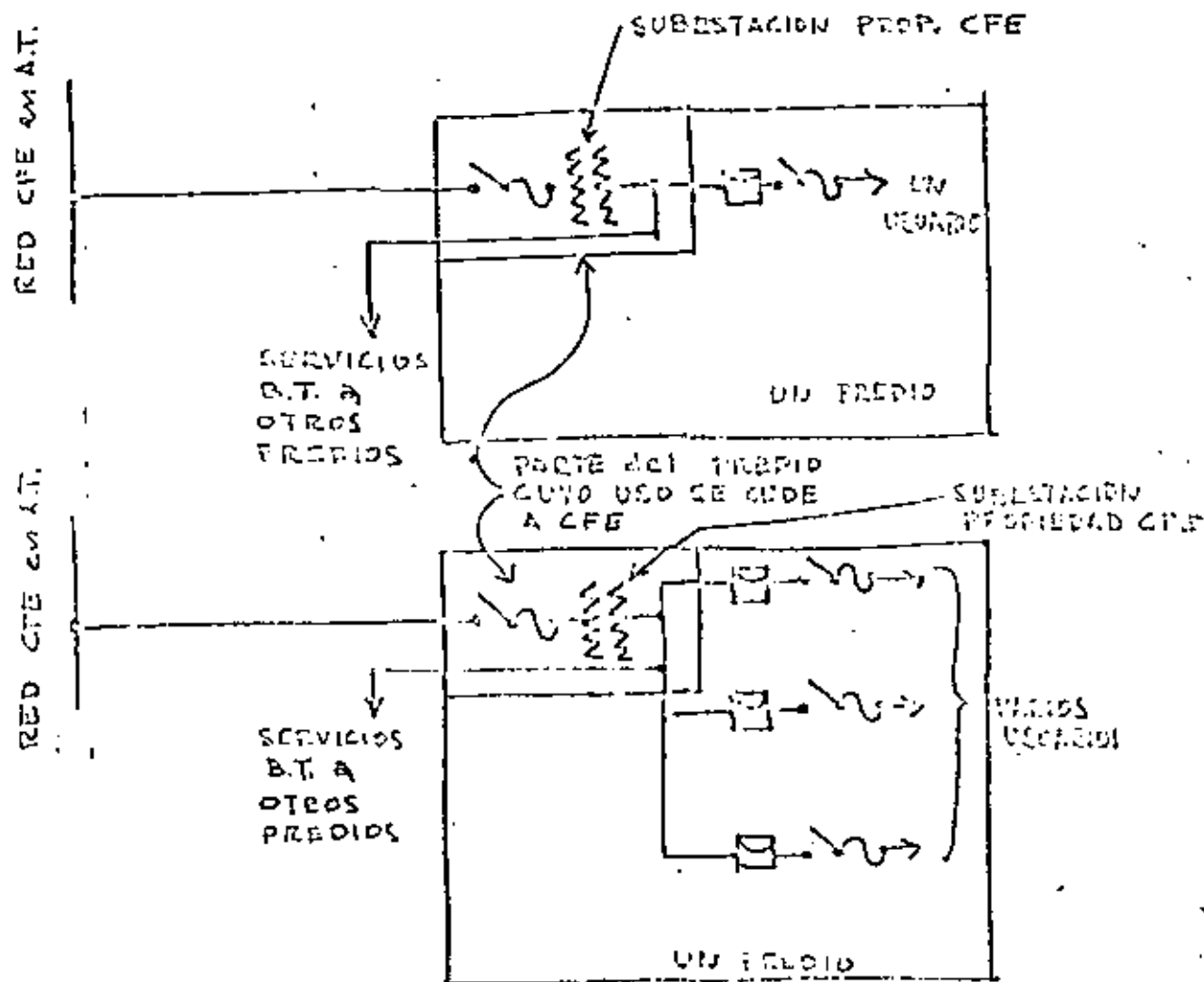
LÍNEA DE SERVICIO en A.T.

- 1) Para Servicio en Alta Tensión.
- 2) Para Servicio en Baja Tensión

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

CONJUNTO DE APARATOS, PROPIEDAD DEL ORGANISMO SUMINISTRADOR, O BAJO SU CUIDADO, NECESARIOS PARA EL ADECUADO SUMINISTRO DEL SERVICIO, TAL COMO EQUIPO DE MEDICION, TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO Y GABINETES QUE LO CONTIENEN, CUCHILLAS AUXILIARES, ETC., QUE SE ENCUENTRAN INSTALADOS EN EL EXTREMO DE LA ACOMETIDA MAS PROXIMO AL SERVICIO

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERÍSTICAS:

(NTIE-81-201-4)

DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
 - LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
 - DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR
- CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

DEL EQUIPO

- PARTES "VIVAS" PROTEGIDAS CON CUBIERTAS (salvo acceso restringido)
- GABINETES CONECTADOS A TIERRA.

DISPOSITIVO DE DESCONEXION

PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

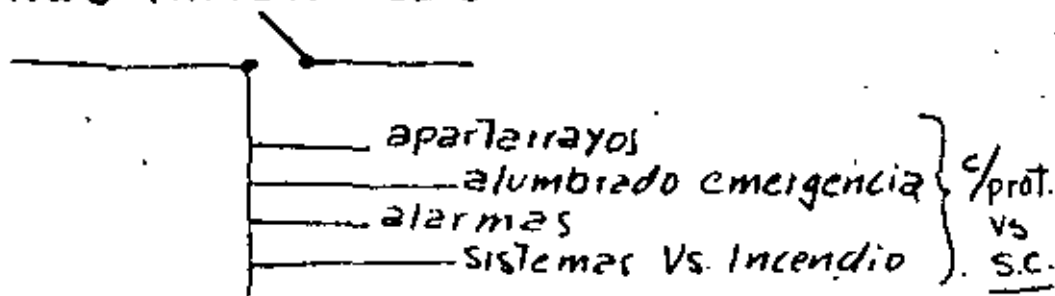
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

- INSTALADO DESPUES DEL EQ. DEL SERVICIO
- ADECUADO A TENSION DE SUMINISTRO
- CAPACIDAD SUFICIENTE PARA LA CARGA MAXIMA
- APERTURA SIMULTANEA Y MANUAL DE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS
- INDICACION DE POSICION CLARA.
- CONEXIONES ANTERIORES



DISPOSITIVO DE

PROTECCION PRINCIPAL

(VS SOBRECORRIENTE).

NTIE-81-201-9

OBJETIVO:

DESCONECTAR AUTOMATICAMENTE A
LA INSTALACION SERVIDA DE LA
RED DE SUMINISTRO CUANDO
OCURRE UNA SOBRECORRIENTE

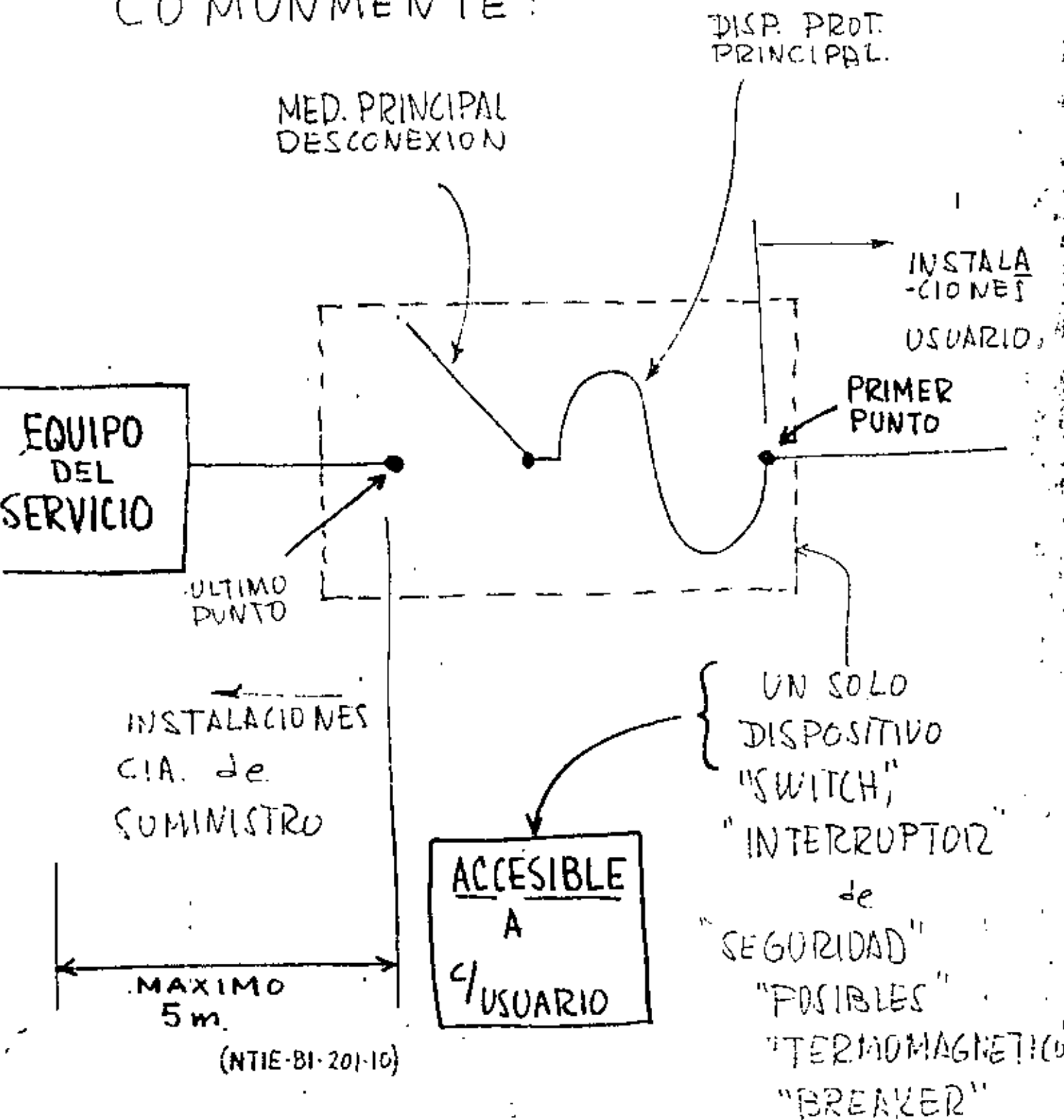
SOBRECORRIENTE :

$I_{\text{CIRCULANTE}} > I_{\text{DISEÑO}}$

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO
POSIBLE

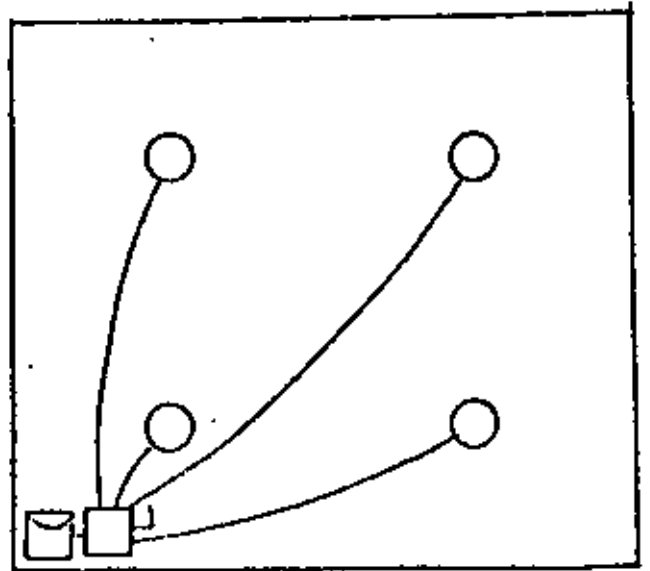
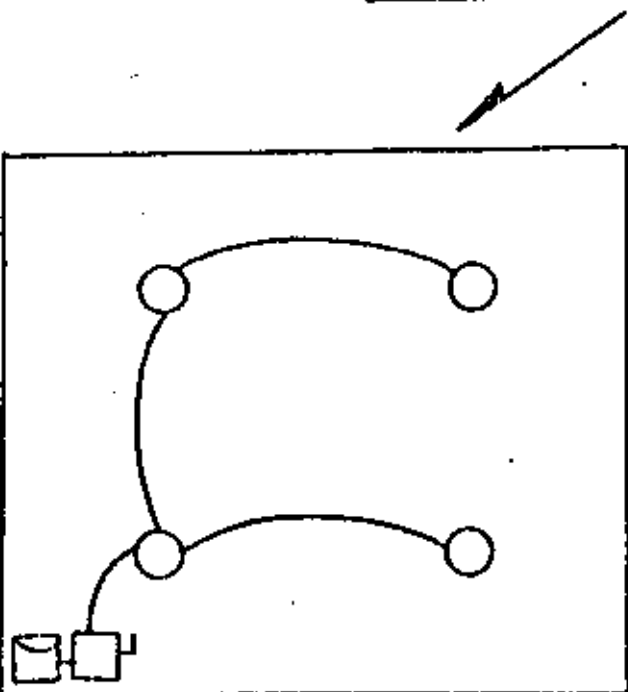
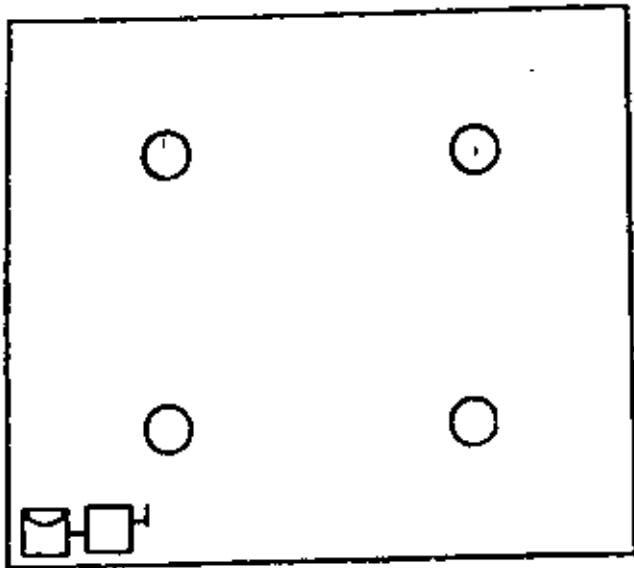
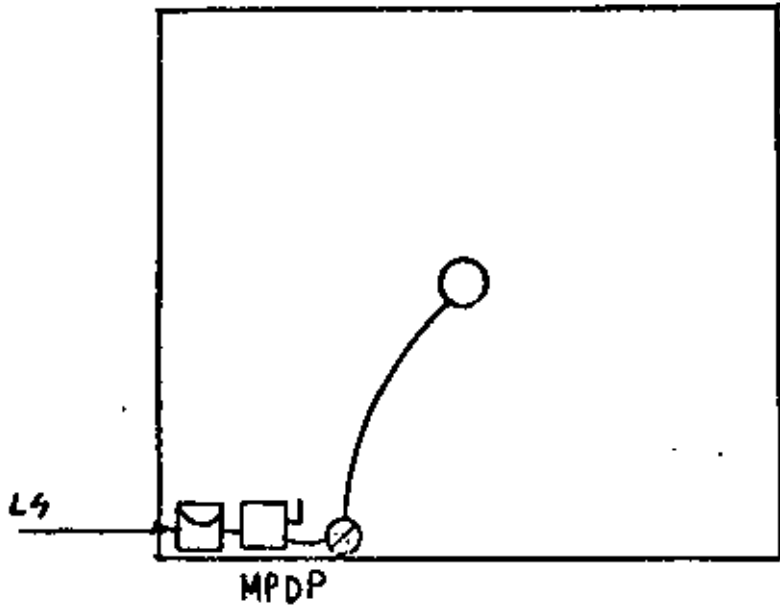
COMUNMENTE :

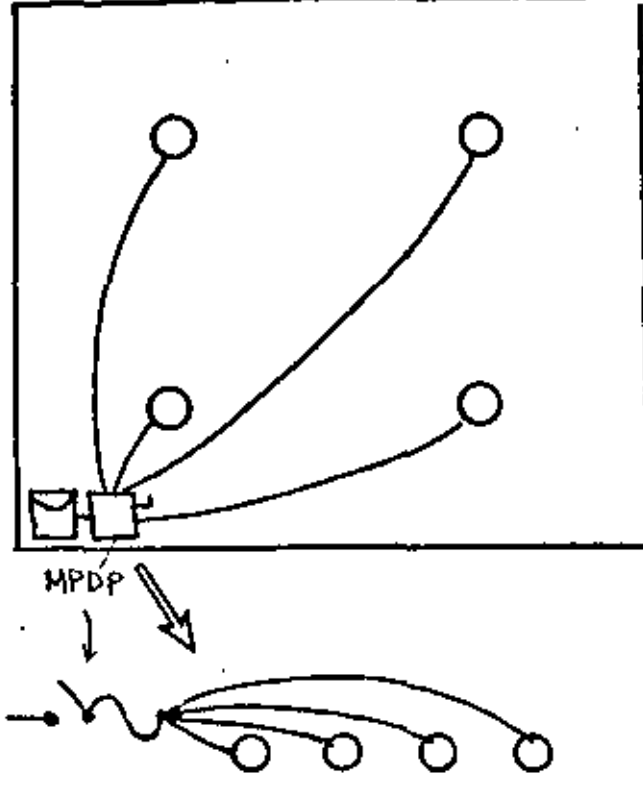
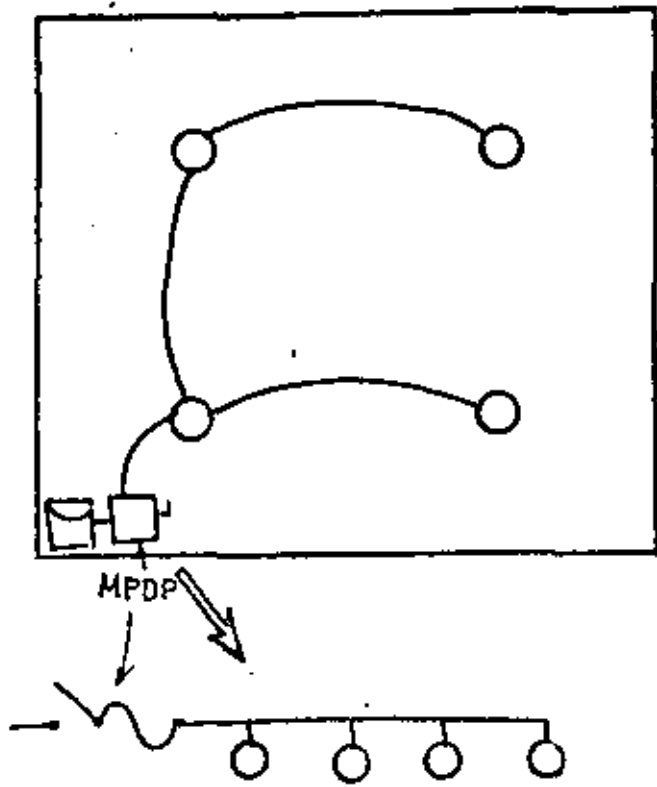


SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

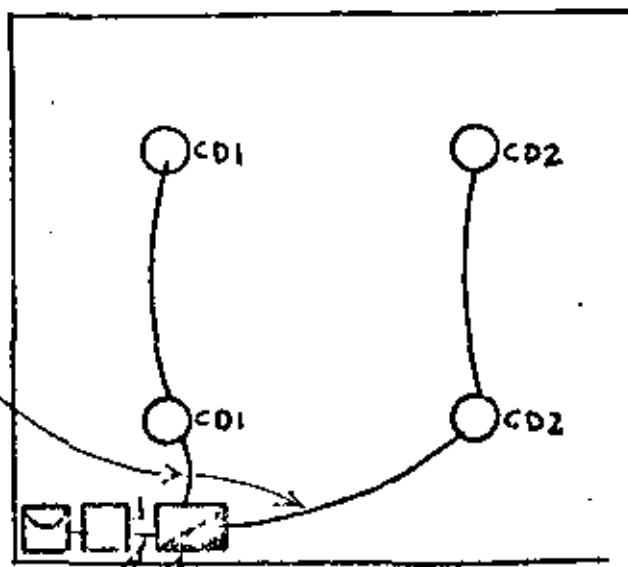
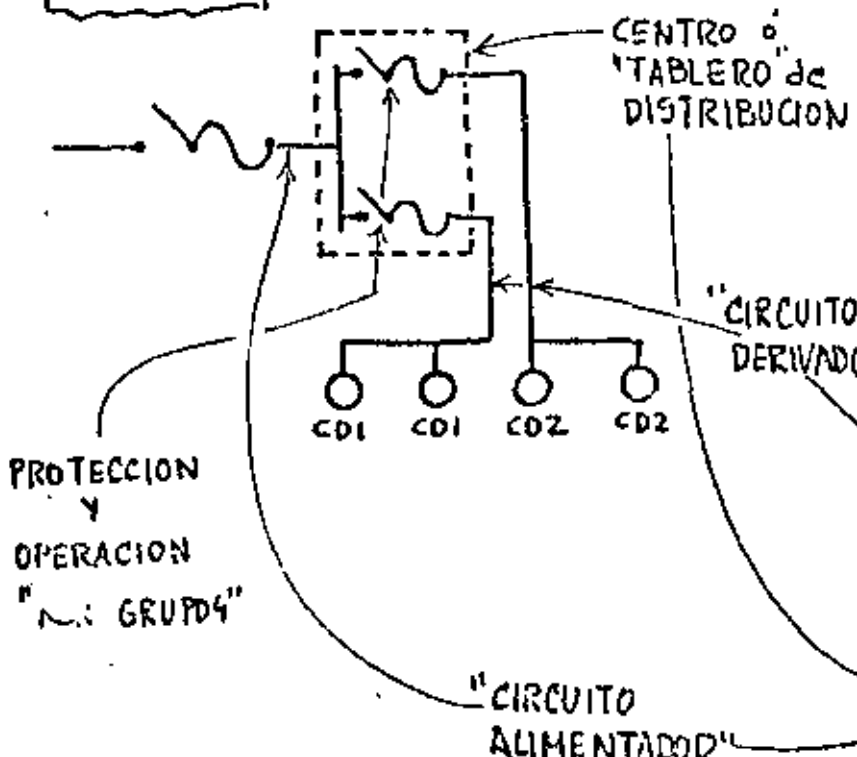
- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLEROS).
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

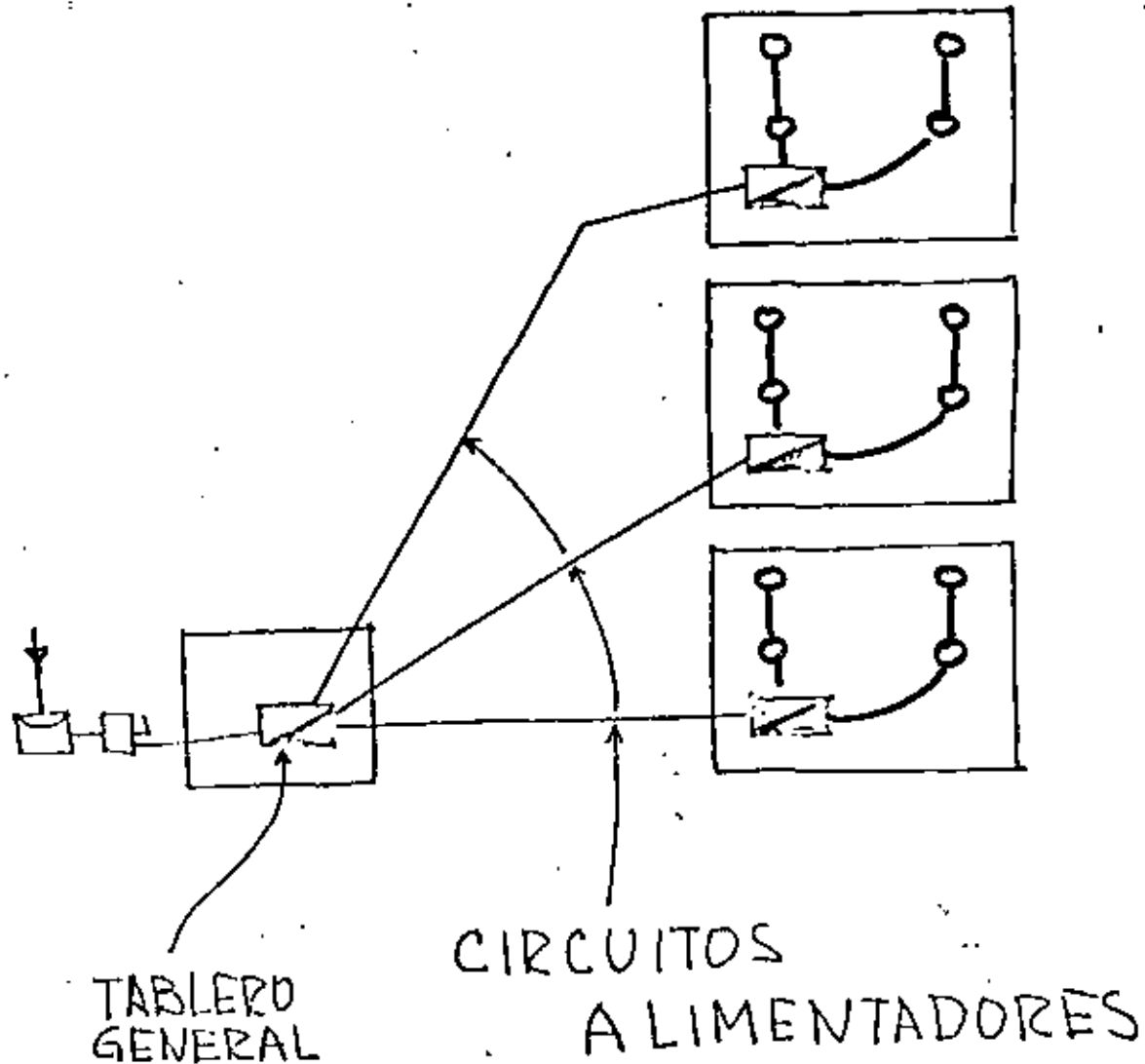


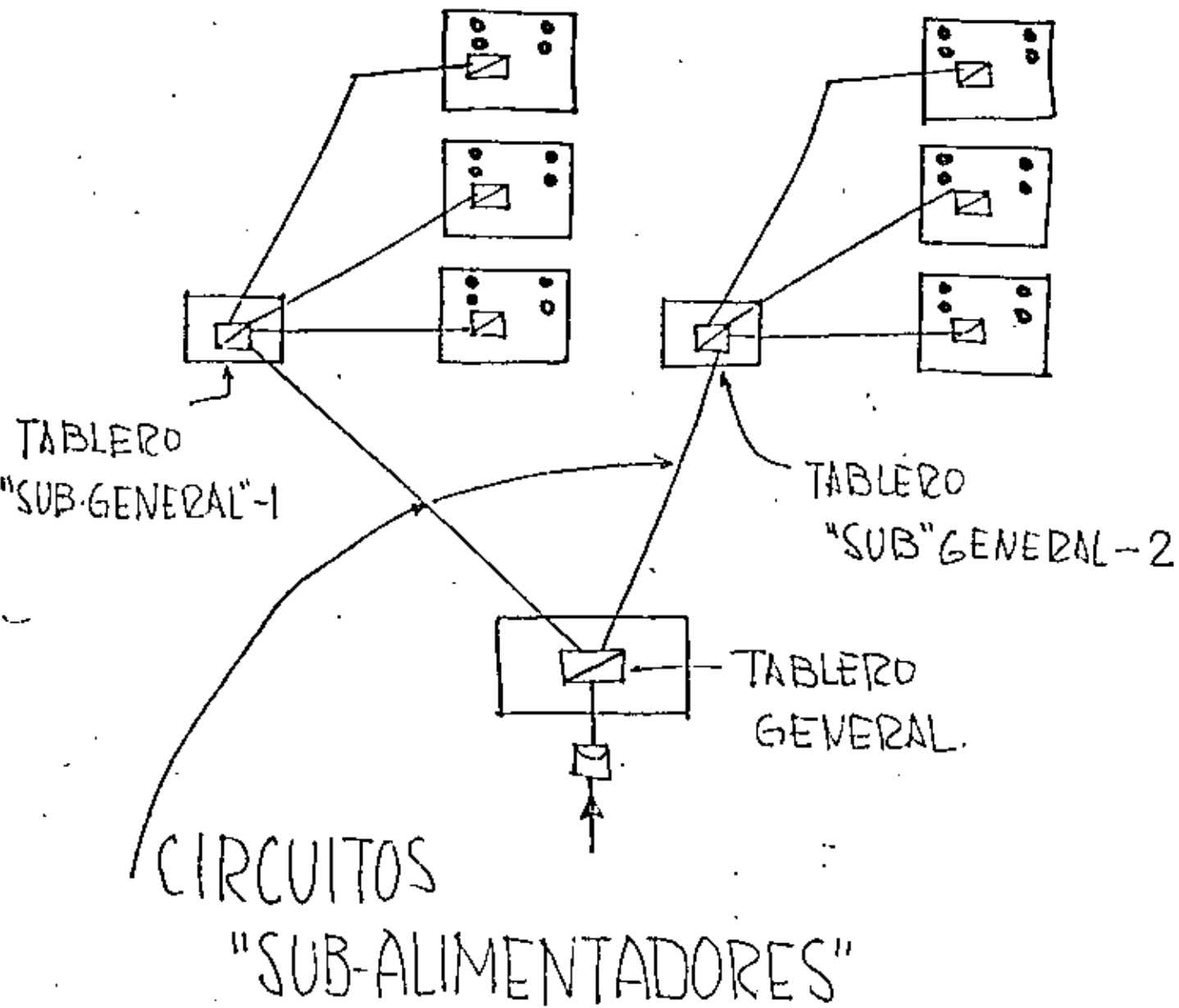


FALLA →
 POSIBILIDAD
 OPERACION → } TOTAL

SOLUCION:

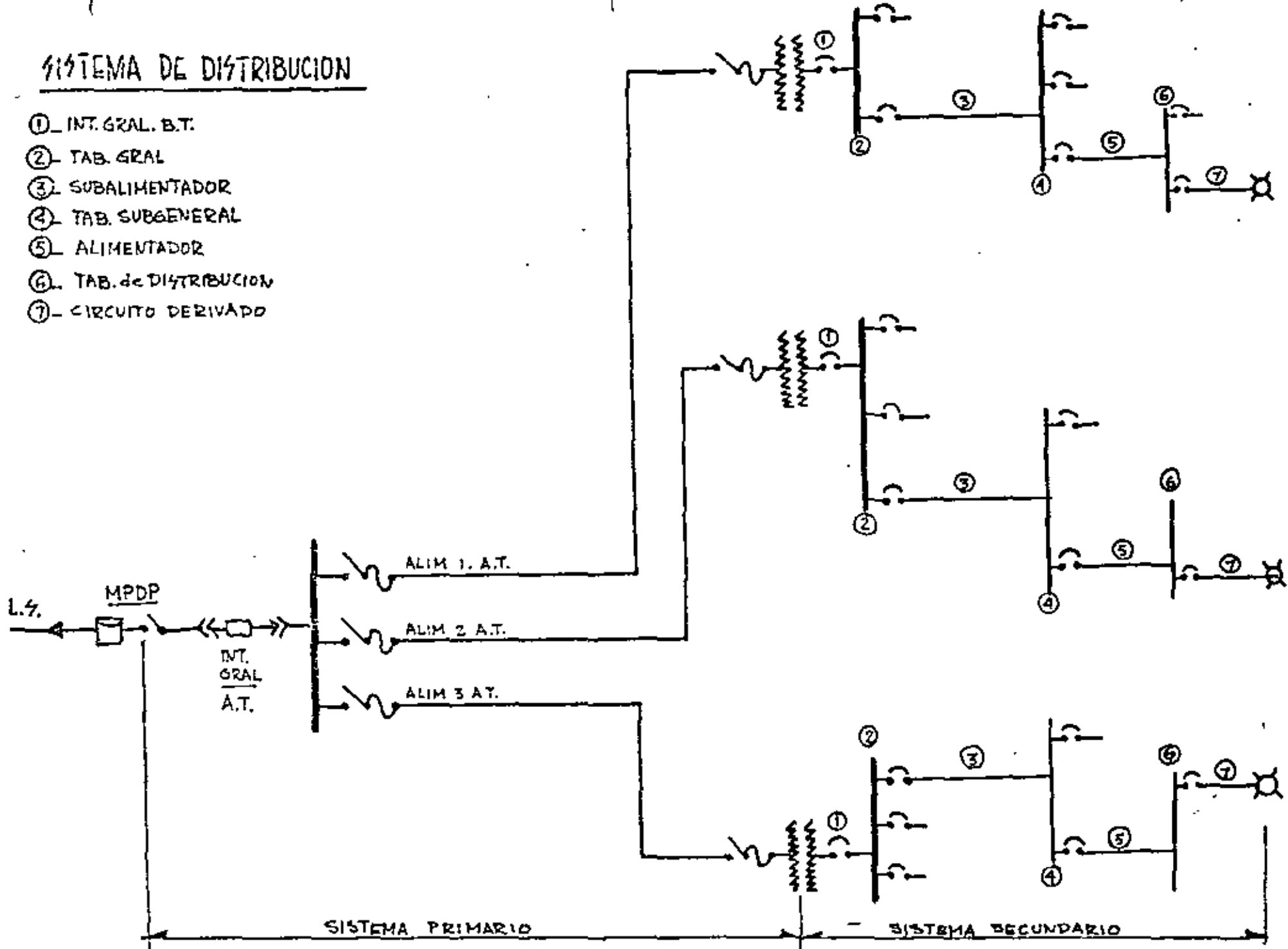






SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① - INT. GRAL. B.T.
- ② - TAB. GRAL
- ③ - SUBALIMENTADOR
- ④ - TAB. SUBGENERAL
- ⑤ - ALIMENTADOR
- ⑥ - TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ - CIRCUITO DERIVADO



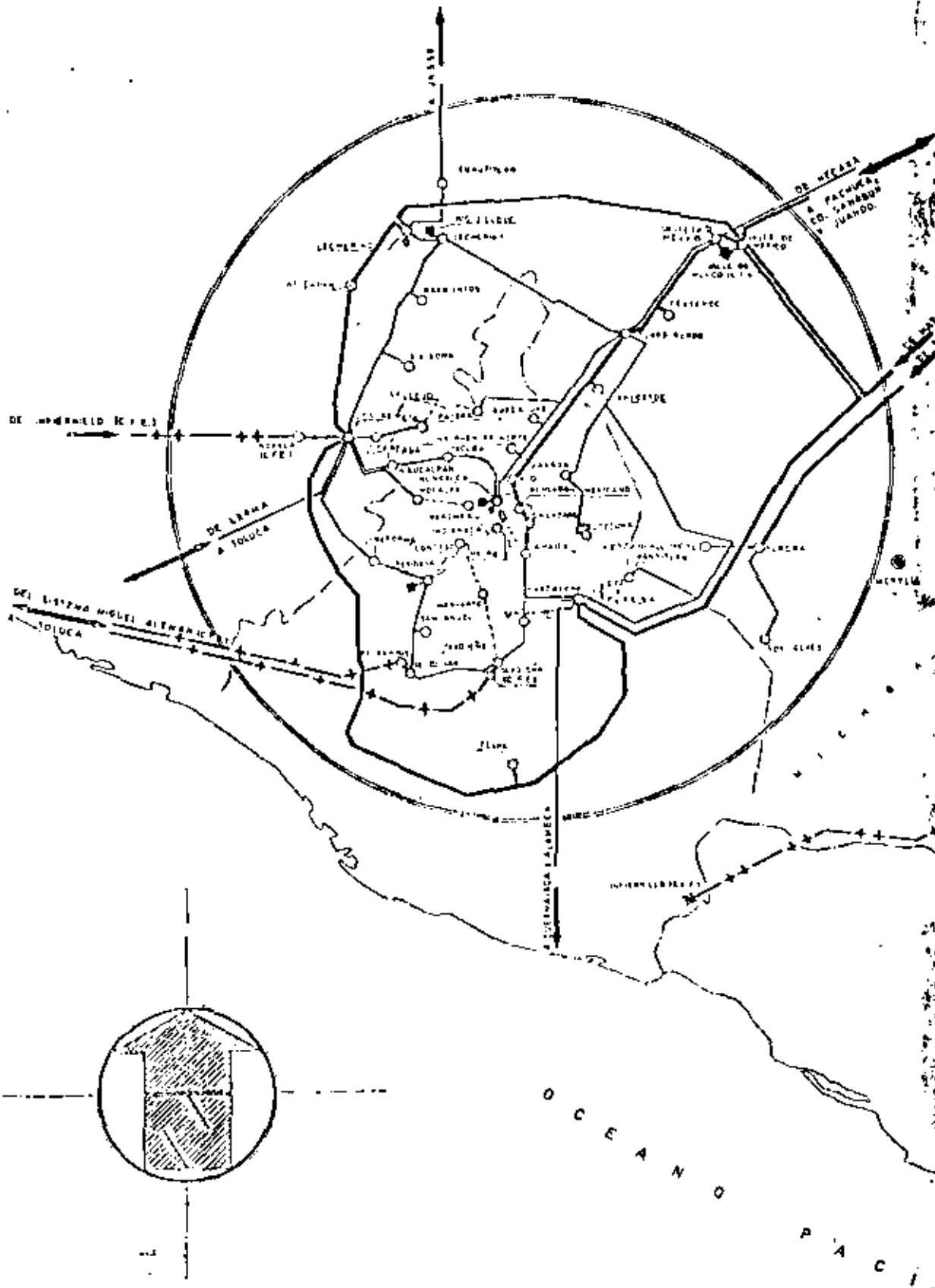
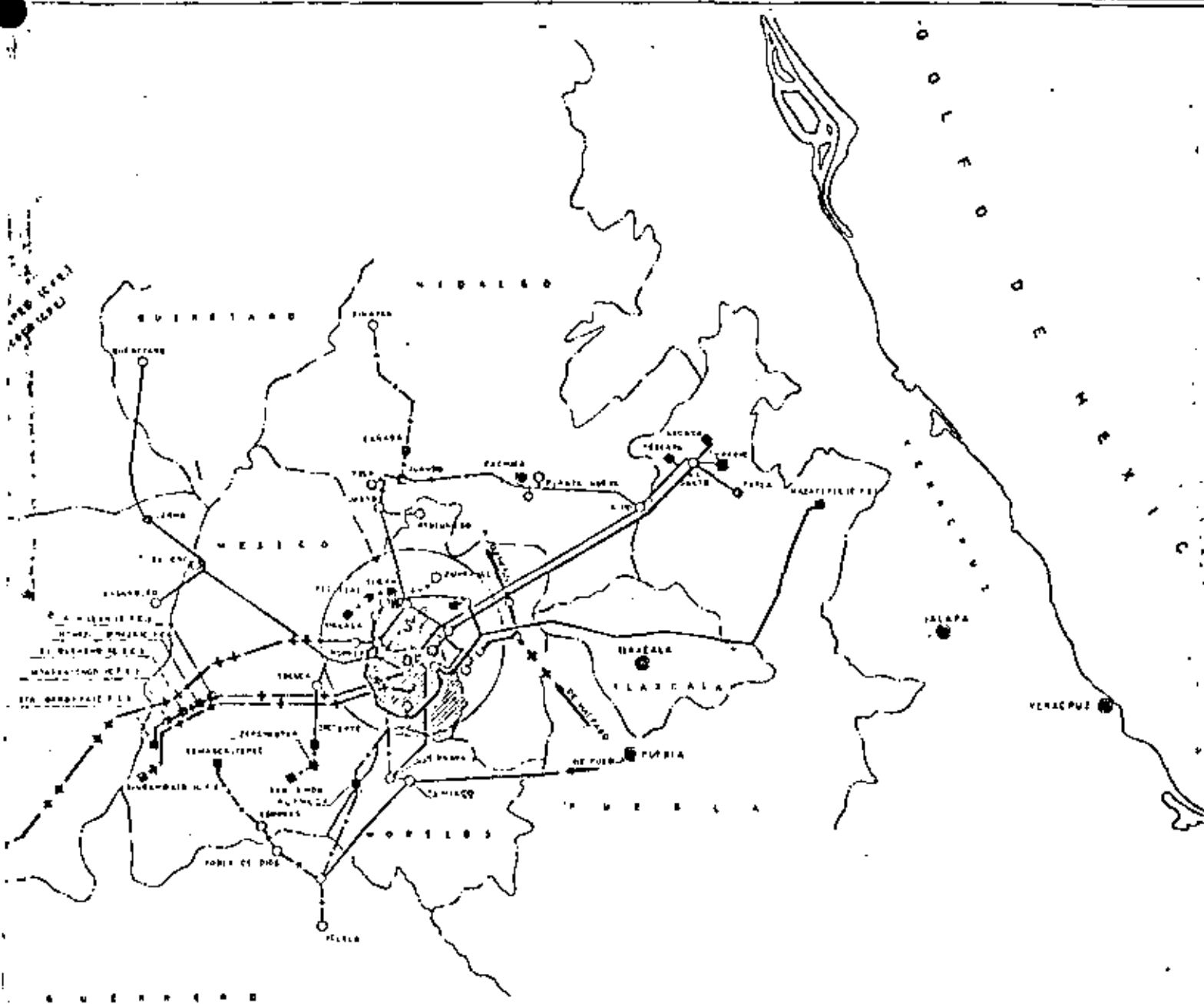


FIGURA 2



S I M B O L O	
●	PLANTAS GENERADORAS
△	PLANTAS GENERADORAS PARA PUNTA DE CARGA
○	SUBESTACIONES
—●—●—●—	CABLE SUBTERRANEO DE 150 KV
————	LINEA AEREA DE 45 KV.
————	LINEA AEREA DE 220 KV.
—●—●—●—	LINEA AEREA DE 150 KV.
—●—●—●—	LINEA AEREA DE 100 KV.
.....	CABLE SUBTERRANEO DE 60 KV
—●—●—●—	LINEA AEREA DE MENOS DE 60 KV
-----	LMITE DE ESTADOS.

FIGURA 1



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA
INSTALACION ELECTRICA

ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO

MARZO, 1984

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

UNA INSTALACION ELECTRICA PUEDE SER TAN COMPLICADA COMO LA ANTERIOR, O TAN SIMPLE QUE CONSISTA EN UNA SOLA CARGA, PERO ES IMPORTANTE QUE SIEMPRE SEA "ADECUADA". LOS FACTORES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA ADECUADA SON:

- CONVENIENCIA
- CAPACIDAD
- REGULACION
- ACCESIBILIDAD
- FLEXIBILIDAD
- SEGURIDAD

CONVENIENCIA.

SUS CARACTERISTICAS DEBEN DE SER CONGRUENTES CON EL SISTEMA DE SUMINISTRO DE LA CIA. ABASTECEDORA, Y SUS NORMAS O CON EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO. EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO PUEDE SER URBANO O PROPIO, CON LA CONSIDERACION DE QUE SALVO CASOS ESPECIALES, EL SISTEMA PROPIO SOLO ES POSIBLE PARA CASOS DE EMERGENCIA.

ADENAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE DE TENDER A LA MAXIMA STANDARDIZACION.

CAPACIDAD.

DEBEN SER CAPACES TODAS SUS PARTES DE CONducir LAS CORRIENTES DE REGIMEN ESTABLECIDOS POR EL USO Y DEBEN DE PREVERSE RESERVAS LOGICAS EN TODAS SUS PARTES.

REGULACION.

DEBE DE PROVEER LA MAXIMA ESTABILIDAD DEL VOLTAJE, O SEA PROPORCIONAR LA CANTIDAD DE ENERGIA NECESARIA EN CADA PUNTO AL VOLTAJE REQUERIDO.

DEBEN POR LO TANTO CONSIDERARSE LA LONGITUD DE LOS CONDUCTORES EN RELACION CON LA LOCALIZACION DE LAS CARGAS PARA DEFINIR CAIDAS DE VOLTAJE ACEPTABLES.

DEBEN ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD.

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION
OPERACION
MANTENIMIENTO
AMPLIACIONES FUTURAS

FLEXIBILIDAD.

DEBERA EN LO POSIBLE CONSIDERAR LA POSIBILIDAD DE CAMBIOS EN OPERACION O POR LOCALIZACION.

SEGURIDAD.

SE DEBE DE CONSIDERAR LA SEGURIDAD DE:

EQUIPO
PERSONAL EN OPERACION
PERSONAL EN MANTENIMIENTO
FALLAS DE OPERACION

LA CONDICION BASICA MINIMA DE SEGURIDAD, LA ESTABLECE EL CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACION. LA REGLAMENTACION EN NUESTRO PAIS LA PODIMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS.

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 22 DE JUNIO DE 1981 Y LAS "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" DE LA D.G.M. DE SEPAFIN (NTIE-1981)

SUS ANTECEDENTES SON: EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (1950) Y EL CODIGO NACIONAL ELECTRICO (1926) BASADO EN EL NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) DE LOS ESTADOS UNIDOS.

EL NATIONAL ELECTRICAL CODE ESTA PATROCINADO POR "NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION" ASOCIACION PRIVADA. ES NORMA OFICIAL EN LOS EE. UU.

EL PRIMER CODIGO (O LA PRIMERA EDICION) FUE PUBLICADO EN 1897 Y HA SUFRIDO MULTIPLES REVISIONES.

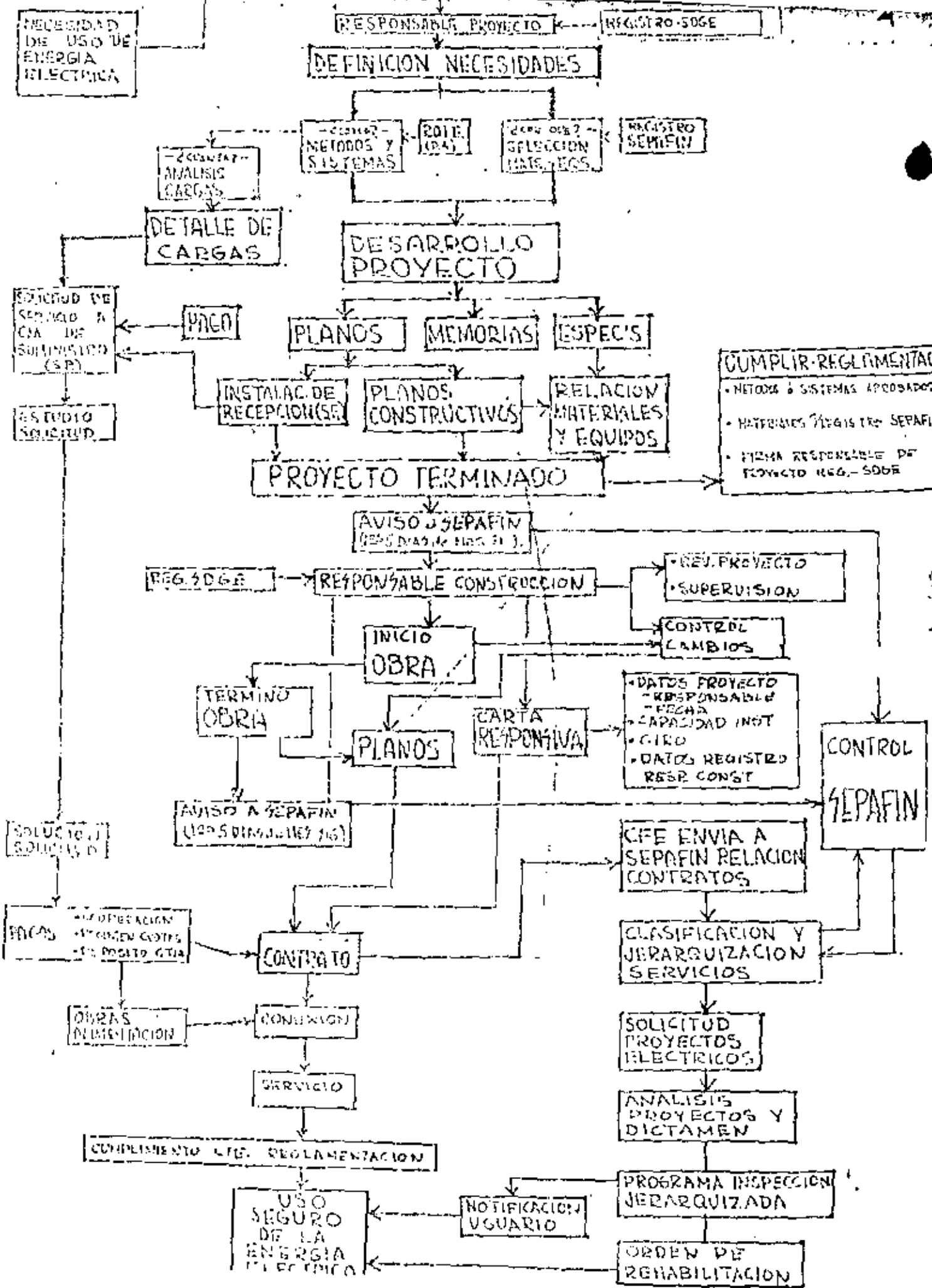
SE REvisa DE TIEMPO EN TIEMPO, PERO NO A INTERVALOS FIJOS. FUNCIONA UN COMITE PERMANENTE PARA SU REVISION, ACTUALMENTE ESTA EN VIGOR EL DE 1981.

SOBRE LAS PERSONAS.

MEDIANTE EL CAPITULO XIX DEL REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA ELECTRICA.

SOBRE MATERIALES.

MEDIANTE EL REGISTRO "SEPAFIN", EXPEDIDO POR LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, DE TODOS LOS MA-



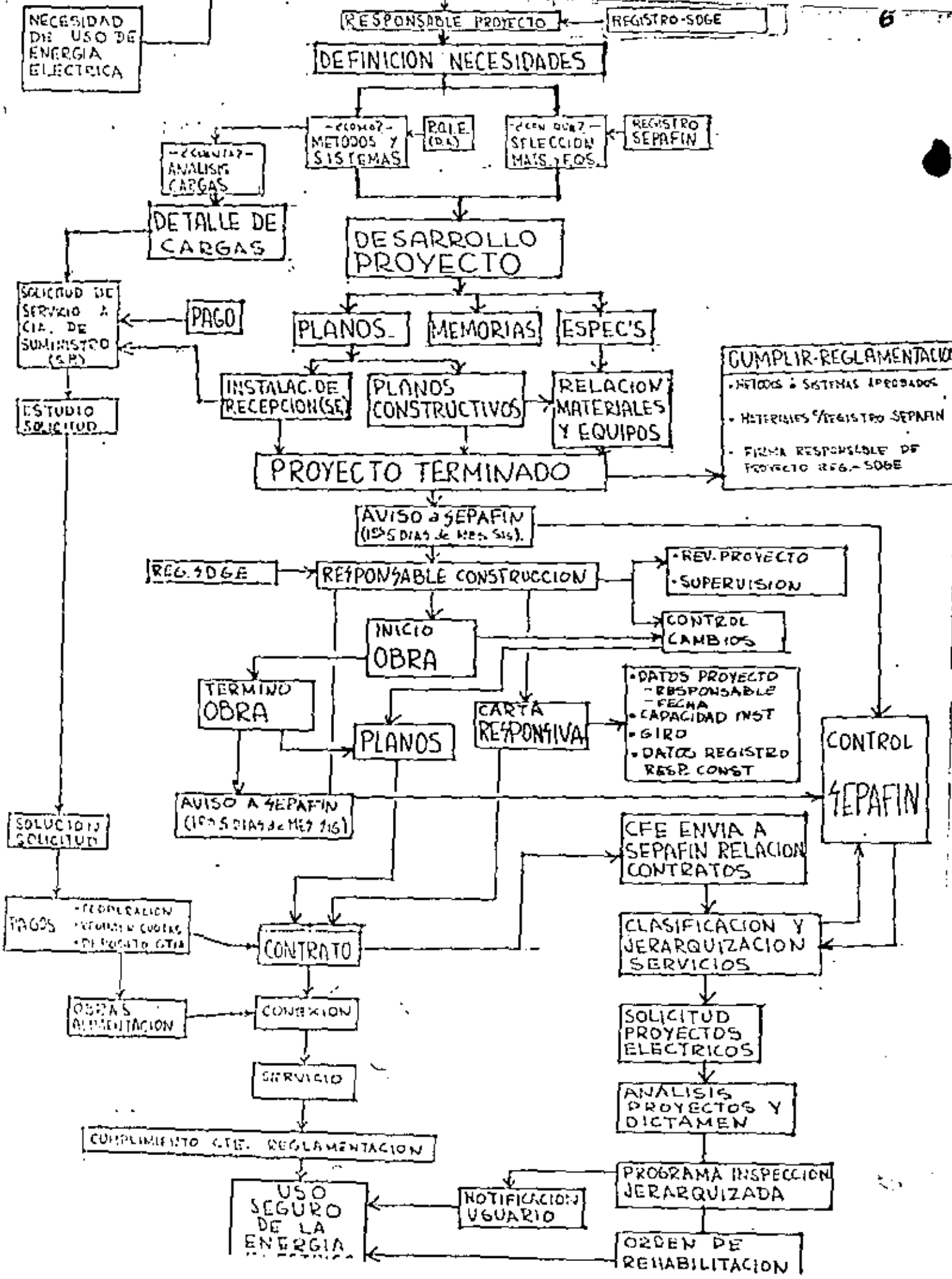
TERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-IGE" QUE HASTA FEBRERO DE 1979 EXPEDIA LA SECOM.

TODAS ESTAS DISPOSICIONES, FORMAN PARTE DE LA LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA, PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL EL 22 DE DICIEMBRE DE 1975.

CONTROL ESTABLECIDO POR LA REGLAMENTACION.

LA AUTORIDAD QUE VIGILA EL CONTROL DE LA REGLAMENTACION EN MEXICO, ES LA SECRETARIA DEL PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, A TRAVES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD, DE LA DIRECCION GENERAL DE ENERGIA.

EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE PROYECTO, CONSTRUCCION Y TRAMITE, EL CONTROL DEL CUMPLIMIENTO DE NUESTRA REGLAMENTACION SE ESTABLECE SEGUN SE OBSERVA EN LA FIGURA SIGUIENTE.



NECESIDAD DE USO DE ENERGIA ELECTRICA

RESPONSABLE PROYECTO

REGISTRO-SOGE

DEFINICION NECESIDADES

COMO? METODOS Y SISTEMAS

ROLE (DA)

COMO? SELECCION MATERIALES Y EQS.

REGISTRO SEPAPFIN

ANALISIS CARGAS

DETALLE DE CARGAS

DESARROLLO PROYECTO

PLANOS

MEMORIAS

ESPEC'S

INSTALAC. DE RECEPCION(S)

PLANOS CONSTRUCTIVOS

RELACION MATERIALES Y EQUIPOS

PROYECTO TERMINADO

CUMPLIR-REGLAMENTACION

- METODOS & SISTEMAS APROBADOS
- MATERIALES (REGISTRO SEPAPFIN)
- FIRMA RESPONSABLE DE PROYECTO REG.-SOGE

SOLICITUD DE SERVICIO A CIA. DE SUMINISTRO (S.P.)

PAGO

ESTUDIO SOLICITUD

AVISO a SEPAPFIN (15 DÍAS de Mes. Sig.)

REG. SOGE

RESPONSABLE CONSTRUCCION

- REV. PROYECTO
- SUPERVISION

CONTROL CAMBIOS

INICIO OBRA

TERMINO OBRA

PLANOS

CARTA RESPONSIVA

- DATOS PROYECTO
- RESPONSABLE
- FECHA
- CAPACIDAD INST
- GIRO
- DATOS REGISTRO RESP. CONST

CONTROL SEPAPFIN

AVISO A SEPAPFIN (15 DÍAS de Mes. Sig.)

CFE ENVIA A SEPAPFIN RELACION CONTRATOS

CLASIFICACION Y JERARQUIZACION SERVICIOS

SOLICITUD PROYECTOS ELECTRICOS

ANALISIS PROYECTOS Y DICTAMEN

PROGRAMA INSPECCION JERARQUIZADA

ORDEN DE REHABILITACION

SOLUCION SOLICITUD

PAGOS

OBRAS ALIMENTACION

CONTRATO

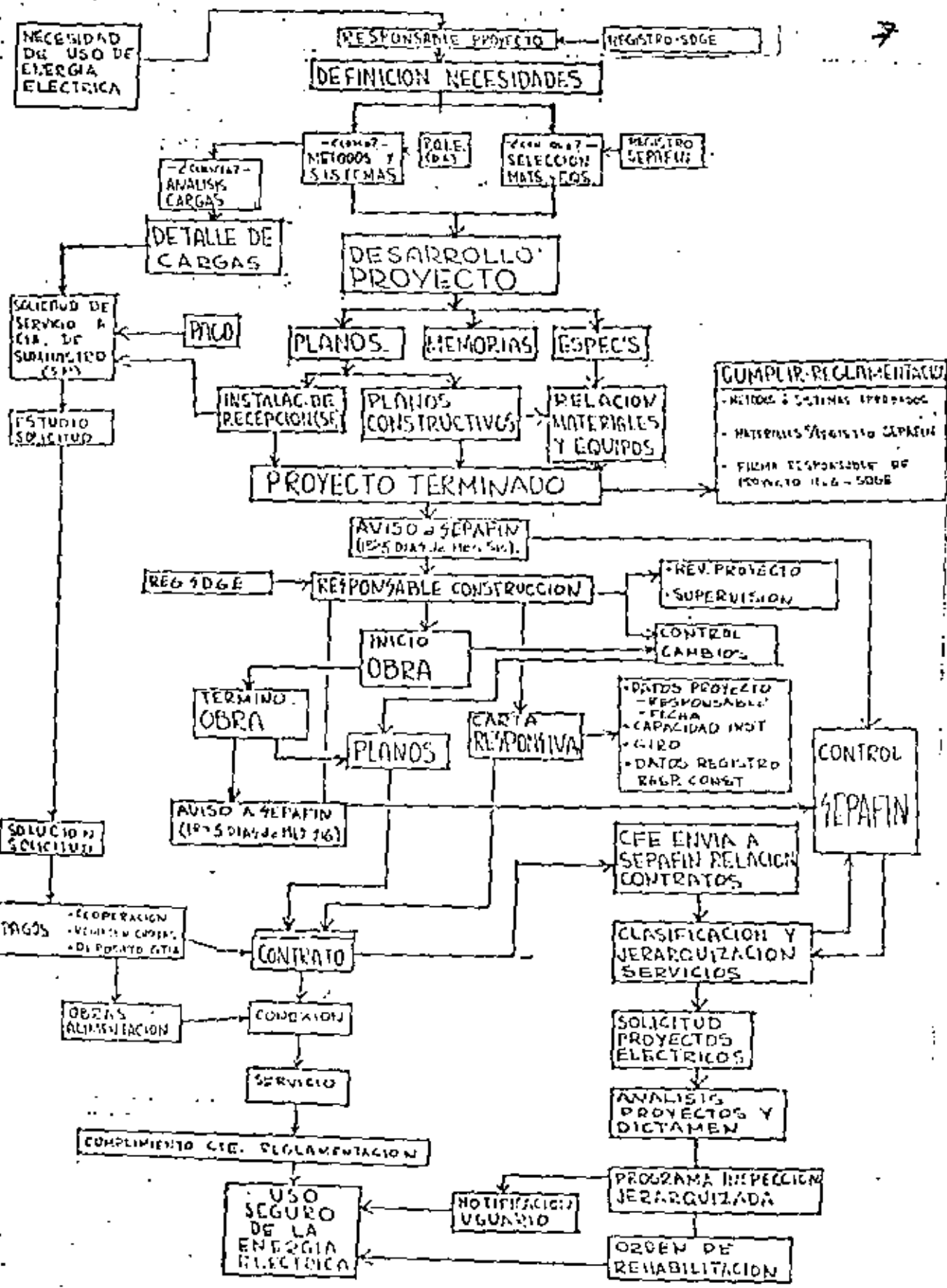
CONEXION

SERVICIO

COMPLIMIENTO CFE. REGLAMENTACION

USO SEGURO DE LA ENERGIA

NOTIFICACION USUARIO





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

LIGHTNING PROTECTION COMPONENTS

ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO

MARZO, 1984

UL 96

STANDA

**LIGHTNING
PROTECTION
COMPONENTS**



**UNDERWRITERS
LABORATORIES
INC.**

14.6 The metal bands of a tile surface fastener shall have a thickness of not less than 0.051 inch (1.3 mm), a width of not less than 1 inch (25.4 mm), and shall be made of a material that is as resistant to corrosion as copper.

14.7 A slate fastener shall comply with the dimensional and material requirements in paragraph 14.6.

15. Ground Electrodes

15.1 Soil conditions determine to a great extent the type of ground electrodes that may be used for a given installation. The requirements for plate electrodes are presented in this section. Rod and pipe electrodes are covered in the Standard for Grounding and Bonding Equipment, UL 467.

15.2 A copper plate electrode shall have a thickness of not less than 0.032 inch (0.81 mm) and a minimum surface contact area of not less than 2 square feet (0.186 m²).

15.3 A plate electrode of iron or steel shall have a thickness of not less than 1/4 inch (6.4 mm) and a surface contact area of not less than 2 square feet (0.186 m²).

CLASS II COMPONENTS

16. General

16.1 Class II components shall comply with the requirements in paragraphs 4.3, 4.5, 4.6, 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 8.2, and Sections 7, 9, 12, 14, 15, and 17-19.

17. Air Terminals

17.1 A Class II air terminal shall be made of copper, copper alloy, or aluminum and shall be of solid construction.

17.2 The minimum diameter of a Class II air terminal shall be 1/2 inch (12.7 mm) if of copper and 5/8 inch (15.9 mm) if of aluminum. The minimum diameter is to be determined as described in footnote^a to Table 1.1.

17.3 An air terminal shall be at least 10 inches (254 mm) long.

17.4 An air terminal shall be provided with at least five full threads for attachment to the base support. The major diameter of the thread shall be equal to or greater than the minimum diameter of the air terminal.

18. Conductors

18.1 A Class II conductor shall be a cable made of copper or aluminum and shall comply with the requirements in Table 18.1.

19. Bonding Plates

19.1 A Class II bonding plate shall have a surface contact area of not less than 8 square inches [52 square centimeters (cm²)] for structural steel buildings or 2 square inches (19 cm²) for other Class II structures and shall comply with the material and dimensional requirements for Class II bonding plates.

Revised paragraph 19.1 effective January 2, 1978

19.2 A connector fitting shall be provided as a part of each bonding plate.

CLASS II MODIFIED COMPONENTS

20. General

20.1 Class II modified components shall comply with the requirements in paragraphs 4.5, 4.6, 5.2, 5.4, 5.5, 9.2, 9.4, 14.4, 20.2 and Sections 11-13, 15, 19, and 21-25.

Revised paragraph 20.1 effective January 2, 1978

TABLE 18.1
MINIMUM ACCEPTABLE REQUIREMENTS FOR CLASS II CONDUCTORS

Material	Minimum Strand Size, AWG	Weight		Area	
		Pounds/Foot	Grams/Meter	Circular Mils	mm ²
Copper	10	0.375	580	118,000	60
Aluminum	12	0.160	263	102,000	50

Revised Table 18.1 effective January 2, 1978

TABLE OF CONTENTS

Foreword	4
General	5
1. Scope	5
1A. Glossary	5
2. Units of Measurement	5
Construction	5
Class I Components	5
3. General	5
4. Air Terminals	5
5. Air Terminal Base Supports	6
6. Braces	6
7. Chimney Bands	6
8. Conductors	6
9. Connector Fittings	8
10. Bimetallic Connectors	8
11. Water-Pipe Connectors	8
12. Ground-Rod Clamps	8
13. Bonding Plates	8
14. Clips and Fasteners	8
15. Ground Electrodes	9
Class II Components	9
16. General	9
17. Air Terminals	9
18. Conductors	9
19. Bonding Plates	9
Class II Modified Components	9
20. General	9
21. Air Terminals	10
22. Air-Terminal Supports	10
23. Conductors	10
24. Connector Fittings	10
25. Bonding Plates	10
26. Reserved For Future Use	10
Performance	10
27. Security of Components	10
Marking	10
28. General	10

LEGISLACION VIGENTE

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 22-DIC-1975.

ART. 28.- PROYECTO ELECTRICO PREVIO A LA --
EJECUCION DE LAS OBRAS ELECTRICAS.

REGLAMENTACION DE LA LEY DE LA INDUSTRIA
ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 4-DIC-1945.

CAPITULO XI.- DE LAS OBRAS E INSTALACIONES --
ELECTRICAS.

ARTS. 93 AL 97. 101 Y 102.

CAPITULO XVIII.- INSPECCION Y VIGILANCIA.

CAPITULO XIX.- DE LAS PERSONAS CAPACITADAS --
PARA PROYECTAR Y EJECUTAR OBRAS
E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULO 29. LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE
ENERGIA -ELECTRICA

UTILIZACION DE MATERIALES Y EQUIPOS --
APROBADOS Y REGISTRADOS

VENTAJAS:

- UTILIZACION DE MATERIAL PROBADO E INSPECCIONADO.
- CONFIANZA MAYOR EN SU BUEN FUNCIONAMIENTO.
- MAYOR SEGURIDAD PARA EL USUARIO
- PROTECCION PARA EL CONTRATISTA

FUNCIÓNES Y FACULTADES DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD

VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS ELÉCTRICOS, SE ADEGUEN A LA REGLAMENTACIÓN VIGENTE -- (REVISIÓN DE PROYECTOS).

VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELÉCTRICAS SEAN -- SEGURAS (INSPECCIÓN DE INSTALACIONES).

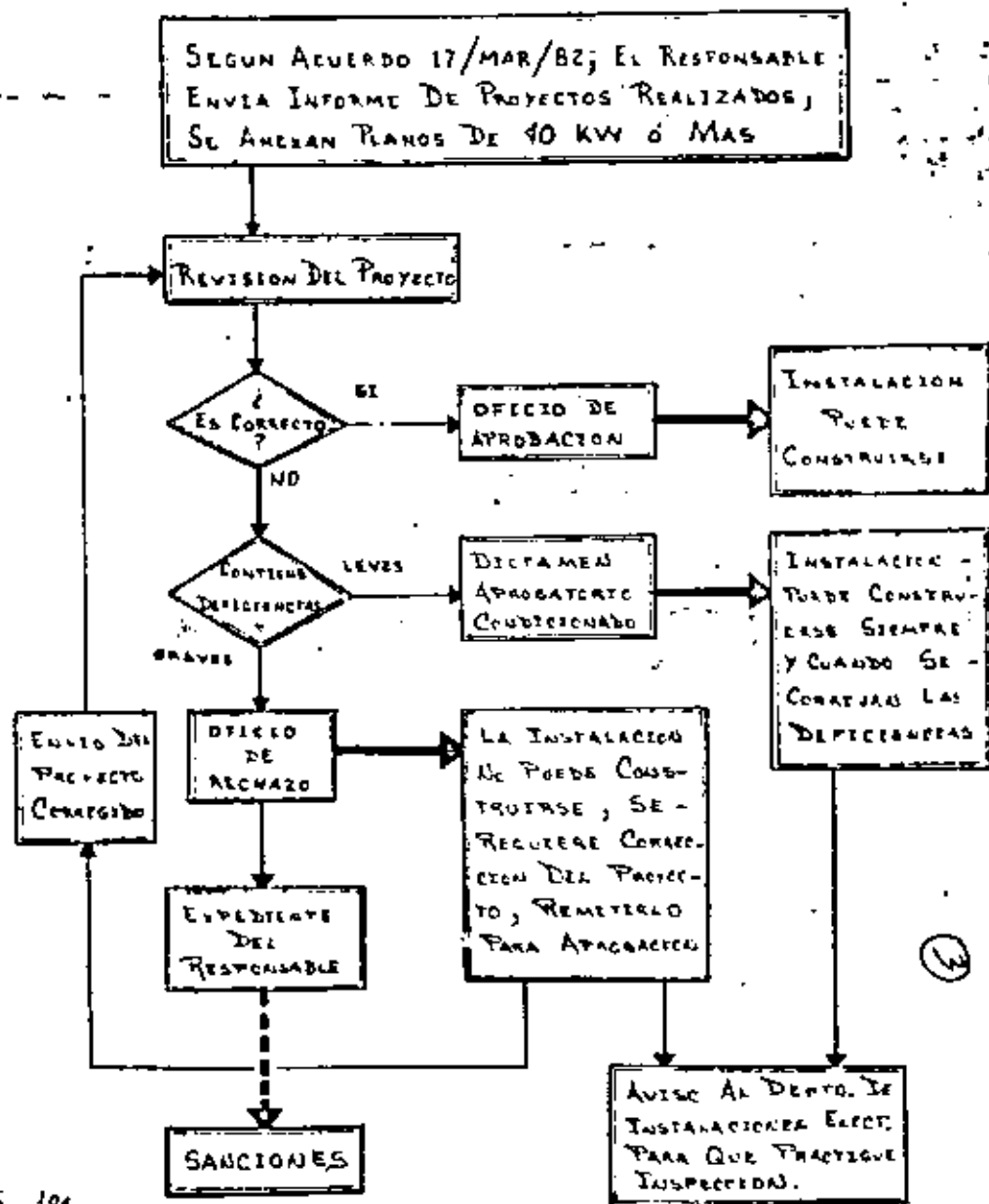
REGISTRAR Y CONTROLAR A LOS PROFESIONALES -- RESPONSABLES DE PROYECTOS Y OBRAS ELÉCTRICAS (CONTROL DE PERITOS).

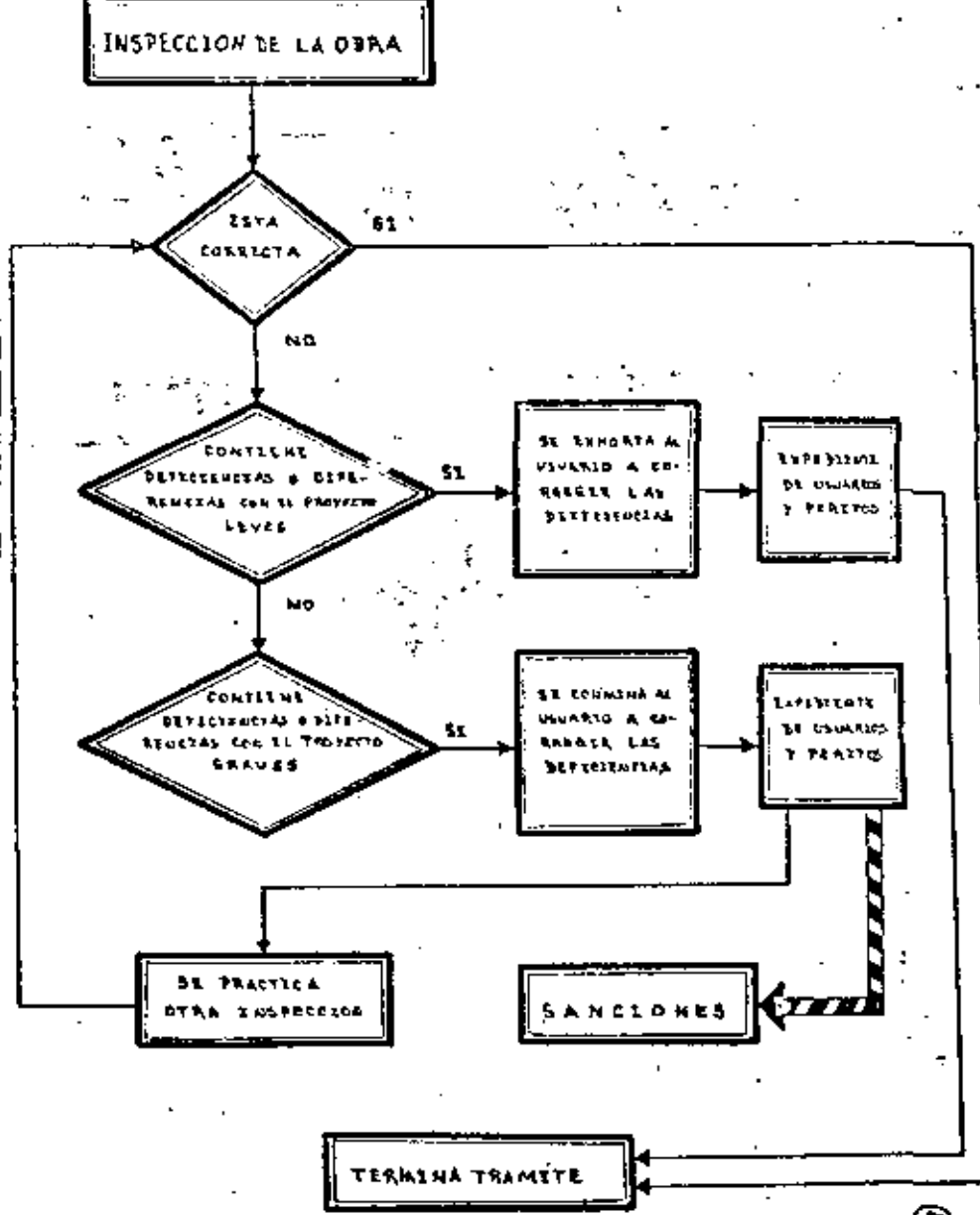
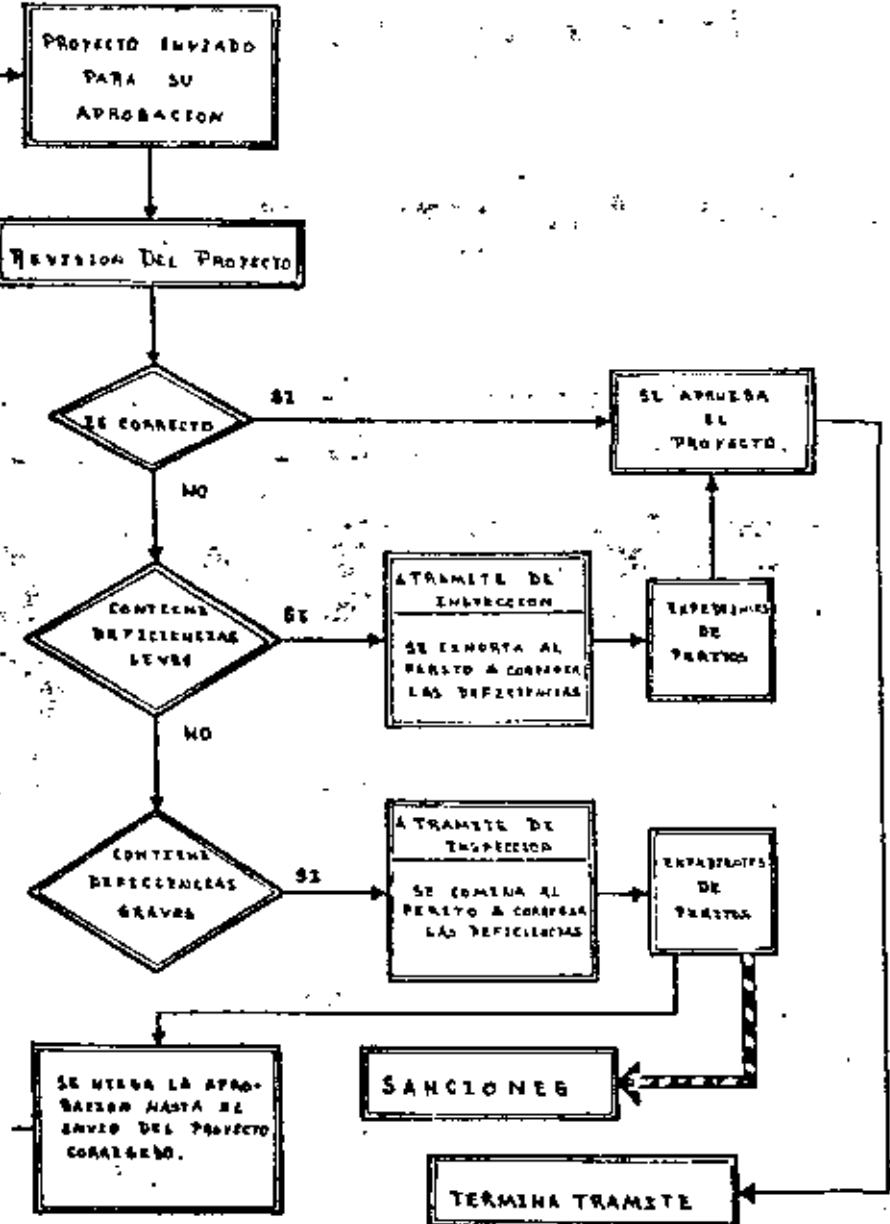
CONTROLAR Y OTORGAR LICENCIAS DE AUTOGENERACIÓN (PERMISOS DE AUTOABASTECIMIENTO).

AUXILIAR EN LA ACTUALIZACIÓN DE NORMAS -- Y REGLAMENTOS.

DIRIMIR CONFLICTOS ENTRE USUARIOS Y EL ORGANISMO SUMINISTRADOR.

TRANSICIÓN ANTE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD





**ACUERDO SOBRE TERMINACION DE OBRAS
Y PROYECTOS PUBLICADO EN EL DIARIO
OFICIAL DE LA FEDERACION :**

[17/MARZO/82]

CONTIENE:

**INSTRUCCIONES SOBRE LO QUE DEBEN CON-
TENER LOS PLANOS Y MEMORIAS DE LOS PRO-
YECTOS**

- SUBESTACIONES
- PROF. VS. SOBRECARGANTE
- CONDUCTORES
- CANALIZACIONES
- MOTORES
- ALUMBRADO Y CONTACTOS

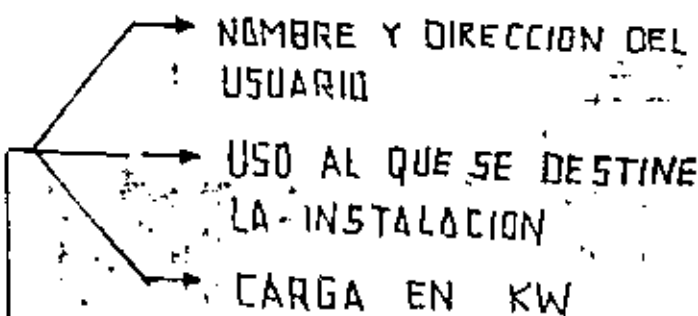
**INSTRUCCIONES PARA LA CONSTRUCCION DE -
INSTALACIONES O AMPLIACIONES**

- APEGARSE AL PROYECTO
- UTILIZAR COMPONENTES APROBADOS
- CAMBIOS DEL PROYECTO
- PRUEBAS ELECTRICAS

**INSTRUCCIONES PARA LA CONTRATACION
DE SERVICIOS**

- INSTALACION < 20 KW
- INSTALACION ≥ 20 KW

INFORME DE PROYECTOS DEBE CONTENER:



POC CADA
PROYECTO
ENLISTADO

ADEMAS:

NOMBRE, FIRMA, REGISTRO Y DIRECCION
DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

INCLUIR COPIAS DEL PROYECTO, EXCEPTO SI
SE REUNEN LAS 3 SIGUIENTES CONDICIONES

- B.T. MENOR DE 40 KW
- NO TIENE AREAS PELIGROSAS
- NO SE UTILIZA PARA BOMBEO

INFORME DE OBRAS

DEBE CONTENER:

MISMOS DATOS

ADEMAS INCLUIR:

COPIA DE CADA UNA DE LAS
RESPONSIVAS DE
CONSTRUCCION

PERITOS RESPONSABLES

FUNCIONES:

- VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- ASESORAR A LOS USUARIOS SOBRE EL USO ADECUADO, SEGURO Y ECONOMICO DE LA ENERGIA ELECTRICA.
- AUXILIAR A LOS USUARIOS SOBRE EL MANTENIMIENTO ADECUADO Y LA OPERACION APROPIADA DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

INDEPENDIEMENTE DE LA CARGA

- CON UN HILO DE CORRIENTE
- MOLINOS DE NIXTAMAL EN BAJA TENSION
- BOMBEO PARA RIEGO AGRICOLA
- DE CARACTER TEMPORAL

SOLICITAR SERVICIO EN LA OFICINA DEL SUMINISTRADOR

CONTRATO

RESPONSABLES DE OBRAS Y PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

RECIBIDOS POR: REGLAMENTO DE LA INDUSTRIA ELECTRICA - CAPITULO XIX

CLASIFICACION

GRUPO I - PROFESIONALES

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR CUALQUIER INSTALACION SIN LIMITACION DE CAPACIDAD O TENSIONES

FORMAN ESTE GRUPO LOS INGENIEROS TITULADOS DE:

IPN - OPCIÓN POTENCIA O UTILIZACION.

UNAM - ESPECIALIZACION ELECTRICIDAD.

ADEMAS:

UAM.

ITESM.

INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES.
UNIVERSIDADES PRIVADAS.
UNIVERSIDADES PUBLICAS DE PROVINCIA.

OTRAS INSTITUCIONES, UNIVERSIDADES, COLEGIOS DE ENSEÑANZA SUPERIOR, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO A NIVEL DE LICENCIATURA LOS TEMAS DE:

- SUBESTACIONES.
- LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION.
- INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

GRUPO - II - TECNICOS.

FACULTADES PARA PROYECTAR, CONSTRUIR Y OPERAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA;

FORMAN ESTE GRUPO

- TODOS LOS PASANTES DE LAS CARRERAS E INSTITUCIONES MENCIONADAS PARA EL GRUPO I, SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO LAS MATERIAS CITADAS A NIVEL LICENCIATURA.

- EGRESADOS TITULADOS DE LA ESCUELA WILFRIDO MASSIEU, QUE HAYAN TERMINADO UN AÑO DE ESPECIALIZACION ADICIONAL EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

FORMAN ESTE GRUPO EGRESADOS DE:

- CELYT
- LENETI
- INSTITUTOS TECNOLOGICOS REGIONALES (NIVEL TECNICO).
- ESCUELA MEXICANA DE ELECTRICIDAD
- OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES PUBLICAS O PRIVADAS

SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLICITA DE HABER CURSADO A NIVEL TECNICO LOS TEMAS DE:

- SUBESTACIONES.
- LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRIBUCION.
- INSTALACIONES ELECTRICAS DE FUERZA Y ALUMBRADO.

QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRETARIA.

GRUPO III -- "OBREROS CALIFICADOS"

FACULTADES PARA PROYECTAR INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 1000 KVA, SIN QUE EXISTAN EQUIPOS INDIVIDUALES MAYORES DE 100 KVA.

FACULTADES PARA CONSTRUIR Y OPERAR -- INSTALACIONES CON CAPACIDAD TOTAL NO MAYOR DE 100 KVA, SIN QUE EXISTAN GRUAS, MONTACARGAS NI ELEVADORES EN DICHAS INSTALACIONES; SIN LIMITACION DE TENSION.

TAMBIEN:

QUIENES SOLICITEN, SUSTENTEN Y APRUEBEN A CRITERIO DE SEPAFIN UN EXAMEN DE COMPETENCIA EN DICHA SECRETARIA.

PARA SER RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS DE INSTALACIONES ELECTRICAS ES NECESARIO REGISTRARSE EN CUALQUIER GRUPO DE LOS CITADOS. EN:

DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES
SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD
DGE - SEPAFIN

RIO RHIN 56 - 3er Piso

COL. CHAUHTEMOL, MEXICO S. D. F.

TEL.

ATENCION DE: ING. MARIO CERRILLO

EL REGISTRO DEBE REFRENDARSE CADA 2 AÑOS SIN NECESIDAD DE PAGAR DERECHOS.

PARA PRESENTAR EXAMEN DE COMPETENCIA EL PROCE-
DIMIENTO ES:

- SOLICITADO AL DEPTO. CITADO O A LA DELEGA-
CION ESTATAL O REGIONAL DE SEPAFIN SE PRO-
PORCIONA TENARIO.
- SEÑALAR DE COMUN ACUERDO LA FECHA DEL -
EXAMEN.
- REALIZAR EL EXAMEN. ES NECESARIO LA PRESEN-
CIA DE UN REPRESENTANTE DE C.F.E. PUEDE ES-
TAR PRESENTE UN REPRESENTANTE DEL SIN-
DICATO O GREMIO AL QUE PERTENEZCA EL -
SUSTENTANTE.
- SI EL EXAMEN ES APROBADO, SE CONCEDE
EL REGISTRO SOLICITADO.
SI EL EXAMEN NO ES APROBADO PUEDE
PRESENTARSE POR SEGUNDA VEZ SIGUIEN-
DO LOS PASOS ANTERIORES, SIEMPRE Y --
CUANDO EXISTAN 6 MESES CUANDO MENOS
ENTRE UN EXAMEN Y EL SIGUIENTE.

PROCEDIMIENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL DE
RESPONSABLES

- SE FORMA UN EXPEDIENTE POR RESPONSABLE DE
LAS OBRAS EN LAS QUE INTERVIENE.

FUENTE → CFE

- SE COMPLEMENTA EL EXPEDIENTE CITADO --
CON COPIA DEL DICTAMEN DEL PROYECTO --
CUANDO ESTE ES PRESENTADO O SOLICITA
DO.

FUENTE → DEPTO. DE PROYECTOS
SEPAFIN

- SE ELABORA ESTADISTICA ANUAL DEL RESPON-
SABLE CONTENIENDO:
 - NUMERO DE OBRAS Y PROYECTOS.
 - DICTAMENES APROBATORIOS, APROBATORIOS
CON OBSERVACIONES Y NO APROBATO-
RIOS
 - CASOS DE REINCIDENCIAS EN FALTAS U --
OMISIONES.
 - OTROS DATOS QUE SE JUZGUEN PERTINENTES.

PUEDA QUEDAR SUJETO A SANCIONES ECONOMICAS Y ADMINISTRATIVAS:

- HACER CASO OMISO DE LOS REQUERIMIENTOS DE SEPAFIN.

- FUNGIR COMO RESPONSABLES DE PROYECTOS U OBRAS SIN CONTAR CON REGISTRO EN SEPAFIN O TENERLO VENCIDO.

- EXCEDER LOS LIMITES DE LAS CATEGORIAS DE RESPONSABLES.

- CONSTRUIR Y PROYECTAR INSTALACIONES CUYAS CARACTERISTICAS NO CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NTIE.

IMPORTANCIA DE LA REGLAMENTACIÓN

REGULA ACTIVIDADES ELECTRICAS.

EVITA ANARQUIA EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.

EVITA UN MAL DISEÑO, QUE PUEDE PROVOCAR:

- PELIGRO DE INCENDIO POR SOBRECALENTAMIENTO Y CORTO-CIRCUITO.
- PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN O COMOCIÓN ELECTRICA.
- DAÑOS IRREPARABLES O FALLECIMIENTOS DE PERSONAS.
- BAJO RENDIMIENTO DE EQUIPOS POR EXCESO DE CAÍDA DE TENSION Y AUMENTO DEL COSTO ANUAL POR PÉRDIDAS DE ENERGIA.
- AUMENTO DEL COSTO INICIAL POR RECORRIDO EXCESIVO DE CONDUCTORES Y MAL APROVECHAMIENTO DE CANALIZACIONES.

NUEVA REGULAMENTACION.

DEROSA EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS (FUE PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION, EL 31 DE MARZO DE 1950).

REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION EL 23 DE JUNIO DE 1981, ENTRA EN VIGOR EL 23 DE JUNIO DE 1981.

DA ORIGEN A ;

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS.

ESTRUCTURA DE LAS NORMAS TECNICAS (PARTE I)

APLICABLES PARA EL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA

CAPITULO 1.- GENERALIDADES

CAPITULO 2.- PROYECTO Y PROTECCION DE INSTALACIONES.

- ACOMETIDAS.
- ALIMENTADORES.
- PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.
- PUESTA A TIERRA.

CAPITULO 3.- METODOS DE INSTALACION

- CONDUCTORES.
- CANALIZACIONES.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

EL PROYECTO ELECTRICO

MARZO, 1984

I. - GENERALIDADES.

El proyecto Eléctrico.

De acuerdo al Artículo 28 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de fecha 22 de diciembre de 1975, la ejecución de cualquier obra e instalación eléctrica debe estar basada en los planos previamente elaborados, mismos que deben satisfacer los requisitos de seguridad establecidos en las Normas Técnicas del Reglamento de Instalaciones Eléctricas; asimismo es importante señalar que los planos, las memorias de cálculo correspondientes y demás información que forme parte integral del proyecto eléctrico en cuestión, deben estar supervisados y firmados por las personas registradas y autorizadas por la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial para fungir como responsables.

La razón primordial de tomar como base en la construcción de las instalaciones eléctricas un proyecto previamente elaborado, es que éste contiene todos los criterios y datos necesarios que cubrirá la instalación eléctrica por ejecutarse.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, se deben principalmente a la poca importancia que se le da al proyecto eléctrico, ya que al no considerar en éste todos los aspectos y características del medio en que opera el equipo, la naturaleza de las cargas, el tipo de servicio a que se destinará y otras consideraciones importantes, genera el desconocimiento de lo que se va a construir, obligándose a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son las más idóneas desde los puntos de vista de funcionalidad, seguridad y economía.

Por otra parte, es recomendable que en el proyecto se especifiquen equipos, aparatos y materiales de buena calidad, utilizando aquellos que cuenten con autorización oficial para comercializarse, ya que esto garantiza una operación más confiable y protege al responsable contra posibles reclamaciones derivadas de las fallas intrínsecas imputables a equipos, aparatos y materiales.

Por lo tanto, es necesario que el proyecto cuente con toda la información para llevar a cabo la obra. Un proyecto completo presenta las siguientes ventajas:

- Evita los errores de interpretación durante la etapa de construcción.
- Facilita los mantenimientos futuros.
- Simplifica las ampliaciones o las remodelaciones.
- Evita confusiones en la revisión oficial y por consecuencia, agiliza dicha revisión.

- Evita que al responsable se le hagan observaciones que puedan originar, de acuerdo a la importancia de las fallas, la negativa al refrendo de su registro o cancelación del mismo por parte de la SEPAFIN.
- Facilita la elaboración de presupuestos.

Es pertinente aclarar además, que los requisitos y puntos que aquí se exigen, son los mínimos a cumplir para la presentación de -- proyectos, mismos que son considerados normalmente en la etapa de -- proyecto y que son base inclusive para el presupuesto de la instalación.

II. - Los proyectos eléctricos que solicite la Secretaría para su revisión y aprobación en su caso, deben satisfacer los puntos siguientes:

1. - Planos:

- a). - Deben incluir cada uno, la firma autógrafa del responsable del proyecto, su número de registro así como su nombre completo.
- b). - Deben incluir un cuadro de referencia donde se indiquen los datos del inciso b) de la hoja de información.
- c). - Debe procurarse dejar un espacio adecuado para inscribir los sellos y firmas por parte de la SEPAPIN.
- d). - Los dibujos y detalles que integran los planos deben dimensionarse adecuadamente de forma que sea fácil su revisión y que el tamaño del plano no sea excesivo ni muy reducido. Deben marcarse todas las escalas de dibujo que se utilicen.
- e). - Las cantidades o datos que aparezcan en los planos deberán estar especificados en el sistema métrico decimal y acompañados de su unidad respectiva.
- f). - Debe entregarse una sola heliografía de cada uno de los planos.
- g). - Debe incluirse una relación de los símbolos y abreviaturas utilizados a lo largo del proyecto.
- h). - Debe incluirse en croquis de localización de la instalación. En caso de que dicha instalación no pueda dibujarse con suficiente detalle en un solo plano, deberá existir un croquis o plano que muestre la correspondencia entre los diversos planos que se envíen.
- i). - Debe coincidir lo indicado en diagrama unifilar con lo especificado en vistas de planta, detalles, listas de cargas, etc.
- j). - Notas alusivas a determinados puntos que el proyectista considere necesario aclarar para evitar confusiones.

NOTA. - Pueden presentarse cédulas de información que substituyan a los planos, cuando así se desee, mismas que deben contener toda la información vertida en los planos.

2. - Memorias de Cálculo.

- a). - Deben utilizarse de preferencia, hojas cuadrículadas y estar escritas en letra de molde procurando que ésta sea legible.
- b). - Debe enviarse un solo tanto de la memoria.
- c). - Debe indicarse el método utilizado y el desarrollo del procedimiento de cálculo debe ser ordenado.

3. - Instalaciones en baja tensión.

Los planos de baja tensión deben contener lo siguiente:

- 3.1. - Diagrama Unifilar General.
- 3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.
- 3.3. - Cuadro de Características de Motores.
- 3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

3.1. - Diagrama Unifilar General.

El diagrama unifilar debe reproducir fielmente el esquema o arreglo eléctrico de la distribución interna de las instalaciones del usuario desde la acometida (o el secundario del transformador), hasta cada uno de los equipos de que se constituya dicha instalación; mostrando claramente, la localización eléctrica de centros de carga, tableros de fuerza, alumbrado, etc.; alimentadores y circuitos derivados (excepto aquellos controlados desde tableros de alumbrado). Debe contener además los siguientes datos:

- a). - El tipo y valor de cada una de las protecciones de los alimentadores y subalimentadores.
- b). - El calibre y tipo de material y aislamiento de los conductores activos y neutros de alimentadores y subalimentadores.
- c). - Tipo y dimensiones de la canalización empleada en los circuitos alimentadores y subalimentadores.

3.2. - Cuadros de Carga de Alumbrado y Contactos.

Debe hacerse un cuadro de cargas por cada tablero de alumbrado y contactos que exista. Debe incluirse su identificación, la tensión a la que opera, el número de fases e hilos

que comprende y el valor de la protección general del tablero o la capacidad de sus zapatas; el tipo de material y aislamiento de los conductores de los circuitos derivados. -- Además debe contener cuando menos los siguientes datos:

- a). - La carga en Watts servida por cada circuito.
- b). - Cuando se realicen degradaciones en los conductores de circuitos derivados, debe indicarse también el calibre más pequeño utilizado en el circuito.
- c). - El valor de la protección de cada circuito derivado.

3.3. - Cuadro de Características de Motores.

Deben enlistarse en este cuadro, todos aquellos motores que comprenda la instalación. El cuadro debe contener como mínimo los siguientes datos para cada uno de los motores.

- a). - Capacidad de motor.
- b). - Corriente nominal a plena carga.
- c). - Tensión nominal de trabajo.
- d). - Número de fases.
- e). - Calibre, material y tipo de aislamiento del conductor del circuito derivado que lo alimenta (activos y neutros).
- f). - Tipo y valor de la protección contra sobrecarga.
- g). - Tipo y capacidad del interruptor. Si se utilizan fusibles anotarse la capacidad del elemento fusible o el ajuste si se trata de un interruptor ajustable.
- h). - Capacidad del arrancador y tipo de arranque (tensión plena o tensión reducida).

3.4. - Ubicación de los elementos que constituyen la instalación eléctrica.

- a). - Localización del punto de la acometida y del tablero o tableros generales de distribución.

- b). - Localización de centros de control de motores, tableros de fuerza, de alumbrado y concentraciones de interruptores.
- c). - Trayectoria horizontal y vertical (cuando ésta exceda de 4 metros) de alimentadores y circuitos derivados tanto de fuerza como de alumbrado. Las citadas trayectorias deben acompañarse de los siguientes datos, cuidando que éstos se inscriban de tal forma que no existan confusiones al identificar dichas trayectorias:
 - c. 1. - Identificación de los alimentadores y circuitos derivados.
 - c. 2. - Número y calibres de los conductores (activos y neutros), que los forman y tipo de aislamiento.
 - c. 3. - Tipo y dimensiones de la canalización empleada.
- d). - Localización de motores y aparatos abastecidos desde circuitos derivados. Asimismo deben indicarse la localización de los arrancadores y de los medios de desconexión.
- e). - Localización de contáctos y unidades de alumbrado, incluyendo sus controladores.
- f). - Ubicación de registros.

De en el diseño de la instalación eléctrica existen puntos que den lugar a diferentes interpretaciones, es necesario detallar la información sobre el particular; tal es el caso por ejemplo de alimentaciones de concentración de interruptores, derivaciones de alimentadores principales, etc.

4.- SUBESTACIONES:

El proyecto de subestaciones deberá constar de planos que contengan — vistas físicas de las mismas con las especificaciones de materiales y equipo como a continuación se marca:

4.1.- Subestaciones Compactas.— Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contar con lo siguiente:

a).- Vistas Físicas:

Debe localizarse la subestación en el predio del usuario, así como el lugar donde se realiza la acometida.

Debe mostrarse el arreglo interno del equipo eléctrico que integra la subestación cuando existan dos o más transformadores. Asimismo, localizar él a los transformadores.

Debe mostrarse convenientemente la localización e instalación de los electrodos del sistema de tierras, del conductor de puesta a tierra de cubiertas metálicas y de los conductores que compongan la red de tierras.

Debe mostrarse el lugar donde se localiza el drenaje, los extinguidores, los accesos al local, las tarimas aislantes que haya y las unidades de alumbrado normal y de emergencia que el proyecto incluya.

Debe mostrarse también (excepto lo referente a la acometida del servicio), la localización e instalación de cables en ductos, los registros y las vaults o cocas que los cables efectúan en su recorrido. También deberá indicarse la forma en que se atarizan las pantallas electrostáticas de los cables que se incluyan.

-Indicar claramente la interconexión realizada entre el interruptor de alta tensión y el primario del transformador, incluyendo sus medios soporte y terminales en su caso.

b).- Especificaciones:

Debe indicarse el tipo de apartarrayos utilizado y su tensión nominal de operación.

Debe indicarse el o los tipos de interruptores utilizados, su corriente nominal en esperas, su calibración o ajuste del disparo y la capacidad interruptiva simétrica de los mismos.

- Capacidad total reactiva en KVAR.
- Frecuencia nominal de operación.
- Tipo de dispositivo de descarga a tierra.
- Tipo de ventilación utilizada en el local donde se ubican los capacitores.
- Tipo de impregnante y la anotación si es o no combustible.
- Características del medio de desconexión y protección contra-sobrecorriente.

Todos los equipos especiales mencionados en esta parte, deben indicarse cuando menos en el diagrama unifilar general y en las vistas físicas de la instalación; además deben incluirse todos los datos que exige el "Cuadro de Características de Motores" que les sean aplicables.

b). - Equipo Electrofónico.

Deben indicarse las características a las que opera el equipo -- electrofónico (tensión en CD y corriente nominal); asimismo, deben incluirse las características y dimensiones de barras y otros conductores alimentadores, así como detalles de montaje y soporte de barras, cordones, etc.

c). - Equipos de Rayos X.

Debe indicarse el tipo de ambiente donde se instalen, la tensión de alimentación, si son del tipo portátil o fijo y características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente.

d). - Equipo de Procesamiento de Datos.

Debe indicarse el tipo de ambiente en que dicho equipo se instale y la frecuencia a la que opera; además deben incluirse las características de las conexiones utilizadas para asegurar la continuidad eléctrica a tierra de las partes metálicas de dicho equipo.

e). - Grúas y Montecargas.

Debe ilustrarse la forma en que los motores de grúa son abastecidos desde los alimentadores, incluyendo las características de aisladores, troleys, cordones, etc.

Por otra parte debe indicarse la forma en que los carriles o rieles de las grúas están aterrizadas, así como las cargas de motores y otras partes metálicas relacionadas con la grúa (ver requisitos en el punto 4 "Sistema de Tierras").

dor de la planta.

- Características y localización de conexiones a tierra y electrodos como lo marca el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

8. - Soldadoras.

Debe indicarse el tipo de cada una de las soldadoras que incluya la instalación, así como su ciclo o régimen de trabajo y la corriente nominal primaria de las soldadoras. En caso de soldadoras portátiles debe indicarse el tipo de cable o cordón utilizado, así como las características del aterrizado de las partes metálicas no conductoras de corriente de la soldadora.

9. - Transformadores.

Estas disposiciones son aplicables exclusivamente a los transformadores de distribución en baja tensión, tales como aquellos que reducen la tensión de 440/220-127 Volts.

Debe indicarse lo siguiente:

- La relación de transformación o en su lugar las tensiones primarias y secundarias.
- El tipo y valor de las protecciones contra sobrecorriente en el lado primario y en el lado secundario.
- La capacidad en KVA del transformador y su número de fases.
- El tipo de enfriamiento.
- El lugar donde se localizan y sus características de montaje.
- El tipo de conexión interna.

Donde se requiera la conexión a tierra, deben indicarse los datos marcados en el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

5. 3. - Lugares Especiales.

Las anotaciones e indicaciones que se incluyen en esta parte, deben realizarse de preferencia en las vistas físicas del proyecto o dentro

f). - Motores y Otras Máquinas de corriente directa.

Debe indicarse lo siguiente;

- Tensión entre hilos y entre hilos y neutro (en caso de existir éste último).
- Tipo del motor (se refiere a su conexión interna: serie, paralelo, compuesto, etc.)
- Medio de control de la velocidad; en caso de máquinas que - bajo ciertas condiciones puedan desbocarse (motores-serie), debe indicarse el tipo de la protección contra sobrevelocidad
- Cuando se requiera la conexión a tierra, deberán cumplirse los requerimientos del punto 4 "Sistema de Tierras".

Además de lo anterior, deben incluirse los datos completos - de los sistemas de fuerza y alumbrado abastecidos por corriente directa, - indicando si proceden de generadores separados, de grupos motor-generador o de rectificadores estáticos e incluyendo las características de estos - equipos.

g). - Plantas Generadoras.

Los planos de este tipo de instalaciones deben reunir los siguientes puntos:

- La localización, dimensiones, material y otras características generales del lugar donde se instale la planta.
- Capacidad en KW, factor de potencia nominal, tensión entre fases, número de fases y frecuencia de los generadores.
- Tipo y características generales de los primo-motores.
- Tipos y características generales de las protecciones de -- los generadores contra sobrecarga, sobrecorriente, sobrevelocidad y sobretemperatura.
- Localización, trayectorias, dimensiones y características - de ductos, tubos, cables y conductores relacionados con las plantas.
- Tipo y capacidad de los interruptores de transferencia.
- Características misceláneas tales como: tipo de combustible, capacidad y localización de tanques de almacenamiento, localización de drenaje, extintores, alumbrado normal y de emergencia, características del basamento de la planta, localización y características de escape de gases y silenciamiento y por último, características de operación del arranque.

- Los aparatos y dispositivos eléctricos localizados en camerinos, bodegas de películas, almacenes de vestuario y utilería y locales similares.
- Las conexiones de las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico al sistema de tierras.

g). - Lugares Peligrosos.

Deben indicarse con toda exactitud la clase, división y grupo del equipo, aparatos y dispositivos eléctricos localizados en ambientes con atmósferas que contengan gases, polvos, fibras o pelusas y líquidos inflamables o explosivos.

Los locales que contengan o manejen dichas sustancias deben delimitarse con toda precisión en los planos y dentro de dichos límites deben especificarse las características de las cubiertas, envolventes o carcasas de equipos o dispositivos eléctricos tales como, luminarias, motores, arrancadores, instrumentos de medición, interruptores, tableros, etc.

Deben indicarse con precisión la localización de sellos en las canalizaciones y el tipo de ellos; además todas las partes metálicas no conductoras de corriente de equipo eléctrico deben mostrar su conexión al sistema de tierras (Ver Punto No. 4).

5. 4. - Sistema de Tierras.

La instalación referente al aterrizado del sistema eléctrico y a la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de corriente del equipo eléctrico, puede representarse en planos o memorias descriptivas, pero en cualquiera de los dos casos, deben contener la información siguiente: características de electrodos, dimensiones, tipo de material y longitud enterrada. Especificar las características del puente de unión que interconecta el electrodo de entrada del servicio con los conductores de tierra tanto del sistema como del equipo. Indicar las características del conductor de tierra del sistema, las correspondientes al medio de conexión a tierra del equipo y las referentes a la conexión individual de los equipos y/o aparatos al sistema de tierras. Anotar los criterios y cálculos en su caso, que dieron base a la selección del sistema de tierras.

5. 5. - Capacidad Interruptiva. (Cálculos de Corto Circuito)

Todos los proyectos de instalaciones que reciben la energía del suministrador en alta tensión y que reúnan cualquiera de las

siguientes condiciones, deben acompañarse de la memoria de cálculo de corto circuito que necesariamente se realice para la adecuada selección de la capacidad interruptiva asimétrica de todas las protecciones de la instalación o enviar los datos necesarios para realizar dichos cálculos; independientemente de anotar los tipos de interruptores así como sus marcas:

- a). - Transformador de 75 KVA o mayores, tensión secundaria de 220 Volts entre fases.
- b). - Transformadores de 150 KVA o mayores, tensión secundaria de 440 Volts.

Los datos que se requieren para realizar los cálculos de corto circuito son los siguientes:

- Capacidad de corto circuito del sistema de suministro (este dato lo proporciona el Organismo Suministrador).
- Capacidad del o de los transformadores de la instalación, acompañados de sus impedancias respectivas y tensiones primarias y secundarias de los mismos.
- Cuando se utilicen generadores y motores en alta tensión, es necesario enviar datos referentes a Reactancias Subtransitorias. De igual forma si se trata de líneas de distribución, aéreas y/o subterráneas, debe anotarse su reactancia efectiva de acuerdo al acomodo de conductores.

5. 6. - Sistemas y Equipos de Utilización a más de 600 Volts nominales.

Los planos de sistemas y equipos que operen en sistemas de más de 600 Volts deben cumplir con lo siguiente:

- Debe especificarse la clase y material del aislamiento de los conductores empleados, si su instalación es en ductos u otras canalizaciones describiendo el aterrizado de las pantallas cuando éstas existan, así como sus terminales.
- Deben anotarse las características de las canalizaciones y sus accesorios.
- Deben especificarse las características tales como ajustes o valores, capacidades de conducción continuas, capacidades interruptivas, etc. de interruptores, controladores y desconectores del equipo de utilización; mencionando con precisión su secuencia de operación contra sobrecorrientes, corto circuito, falla de tierra, operación monofásica, sobrecarga, etc. y

los elementos y dispositivos auxiliares que requieran junto con sus características, tales como relevadores, transductores, equipo de señalización, transformadores de corriente, potencial etc.

Cuando un interruptor, controlador o seccionador junto con sus elementos auxiliares se conliga comercialmente como un equipo integrado, deberá asentarse su marca, tipo y el número de registro correspondiente.

Deben especificarse las características de los interruptores y seccionadores de alimentadores de enlace o transferencia; así como la de los apartarrayos con que cuente la insulación.

Deben especificarse las características especiales del aterrizado de los sistemas eléctricos y de las partes metálicas no conductoras de corriente que requieran ser aterrizadas; así como detalles o notas respectivas que ilustren su conexión.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

EL PROYECTO ELECTRICO

ING. HÉCTOR SÁNCHEZ CEBALLOS

MARZO, 1984

EL PROYECTO ELECTRICO.

- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.
 - ILUMINACION.
 - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
 - TABLEROS Y PROTECCIONES.
 - SISTEMAS DE TIERRAS.
 - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.

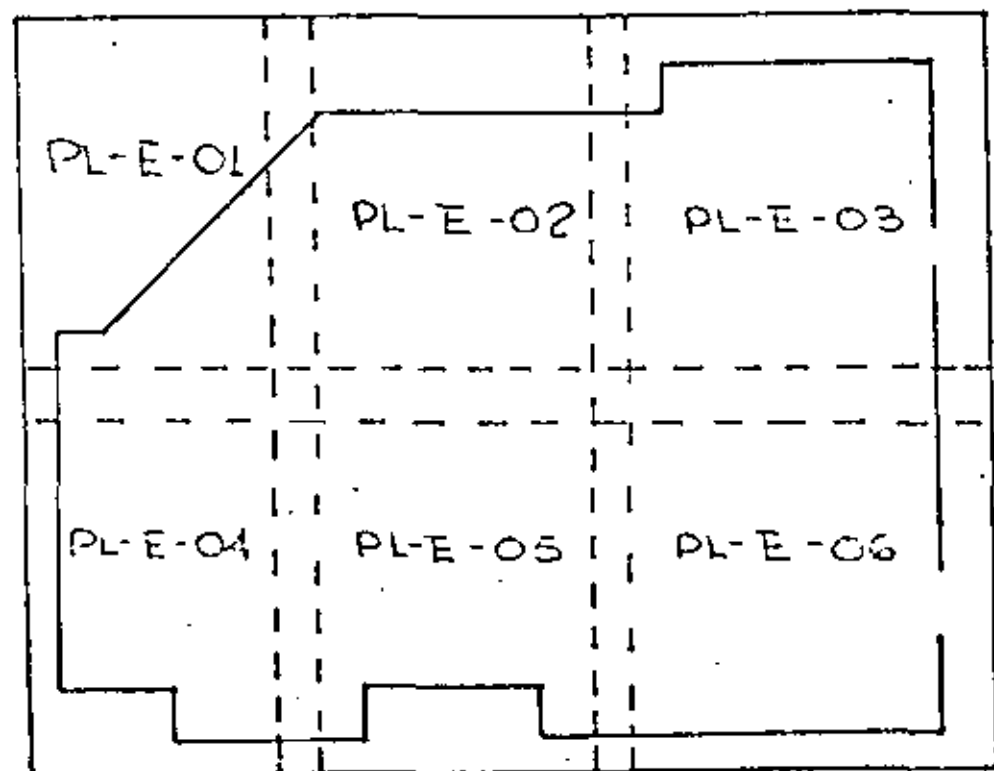
- PLANOS
- ESPECIFICACIONES DE MATERIALES Y, EQUIPOS, Y DE CONSTRUCCION.

- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

GENERALES.

2

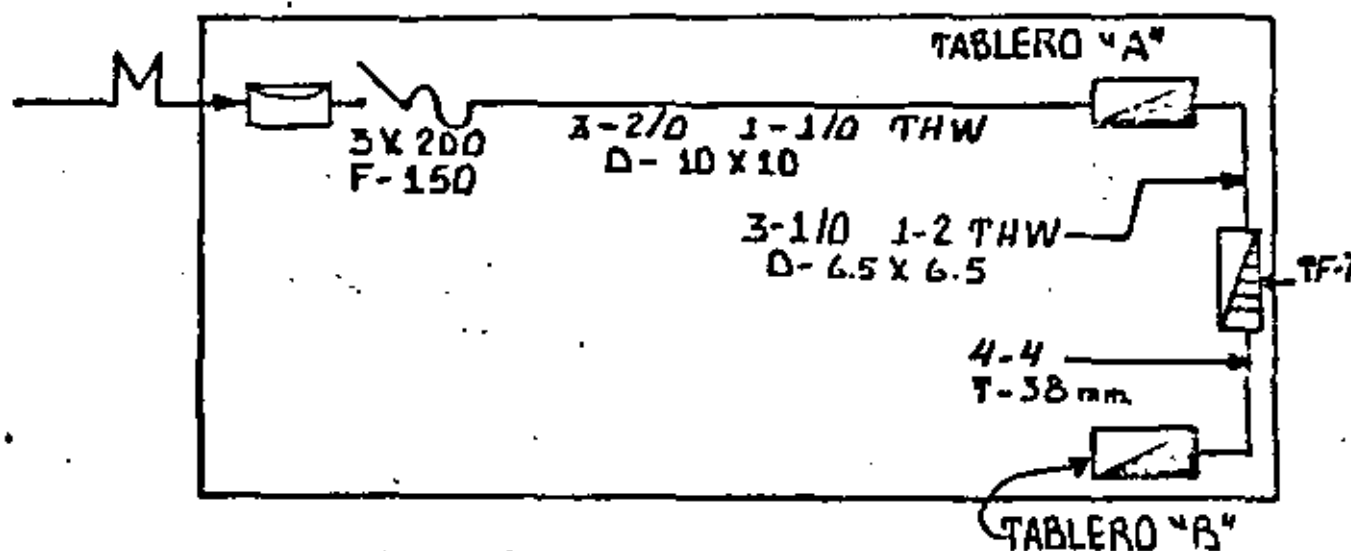
PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.



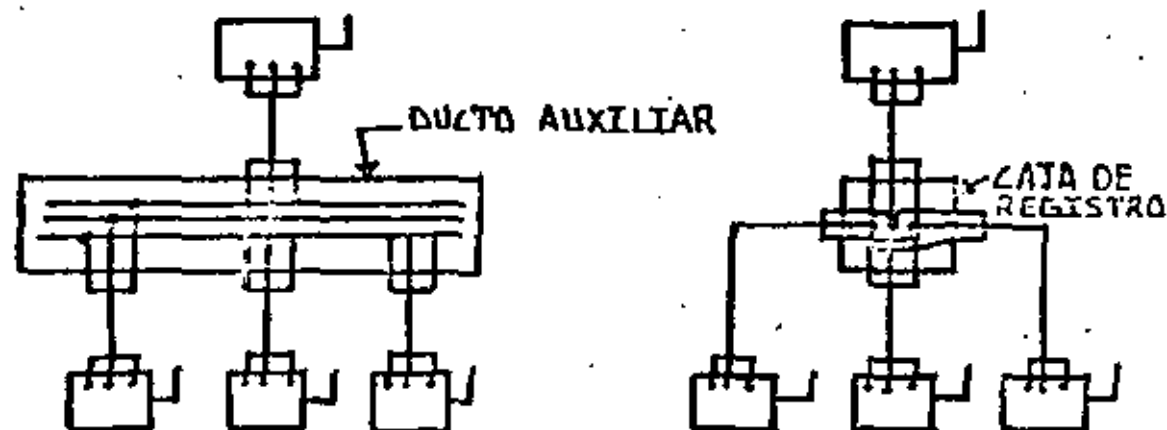
DATOS GENERALES

- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS.
(INCLUIRLAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).

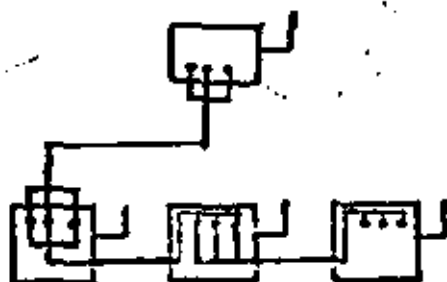
LOCALIZACION DE ACOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.



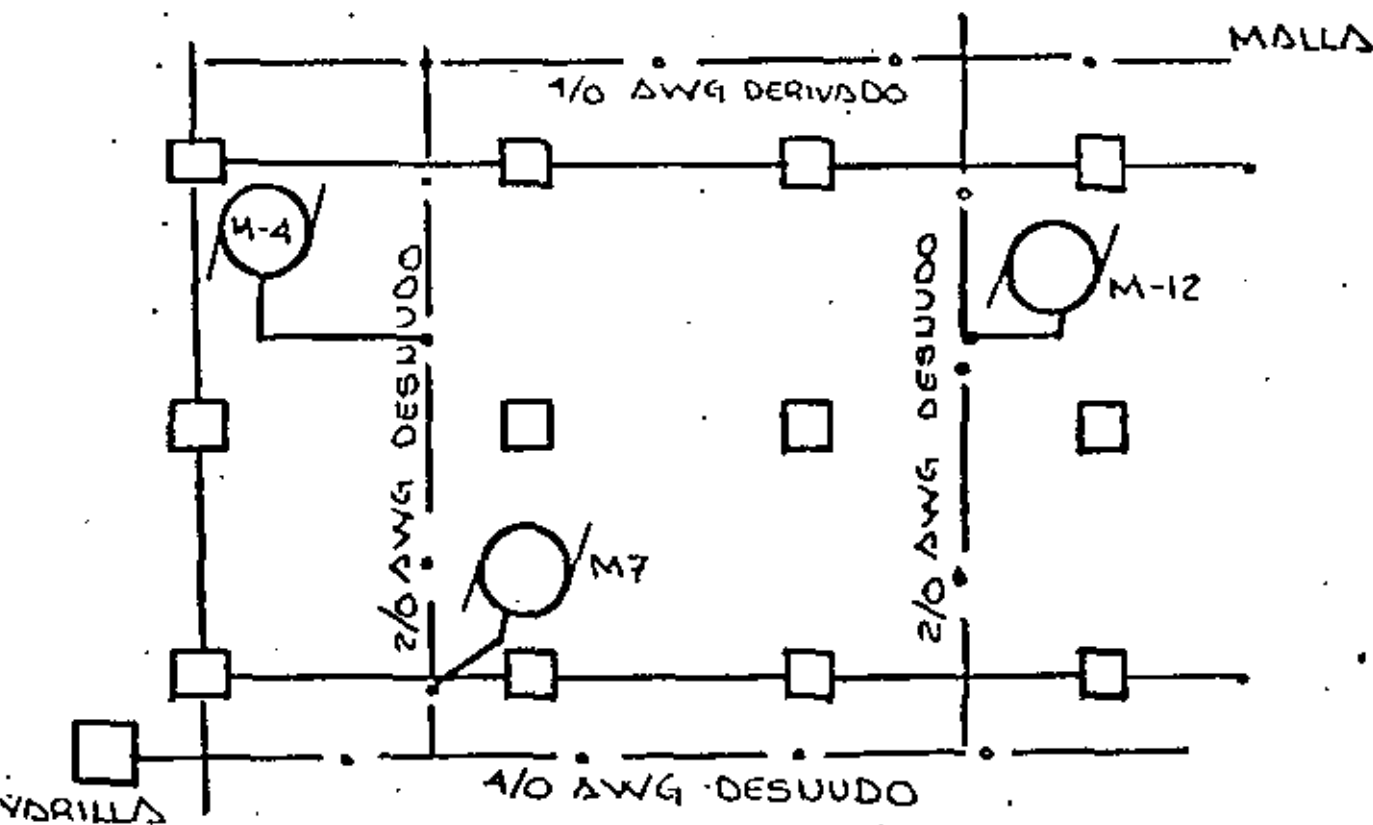
REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES



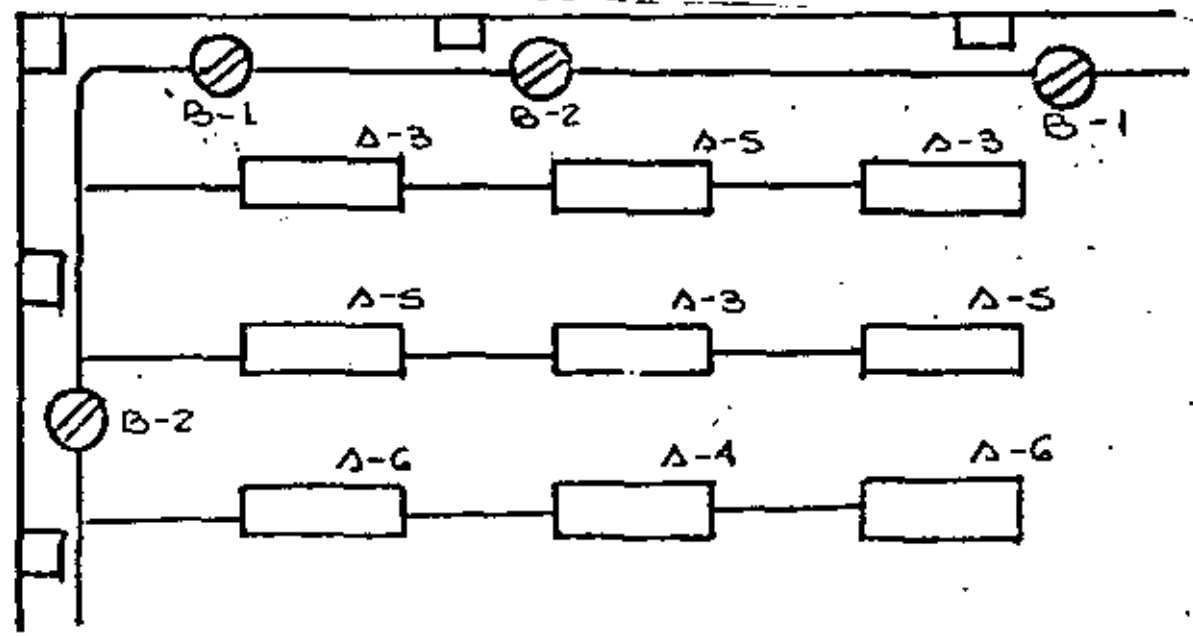
INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES, CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.



- LOCALIZACION Y DISPOSICION DEL SISTEMA DE TIERRAS
CALIBRE DE CONDUCTORES.



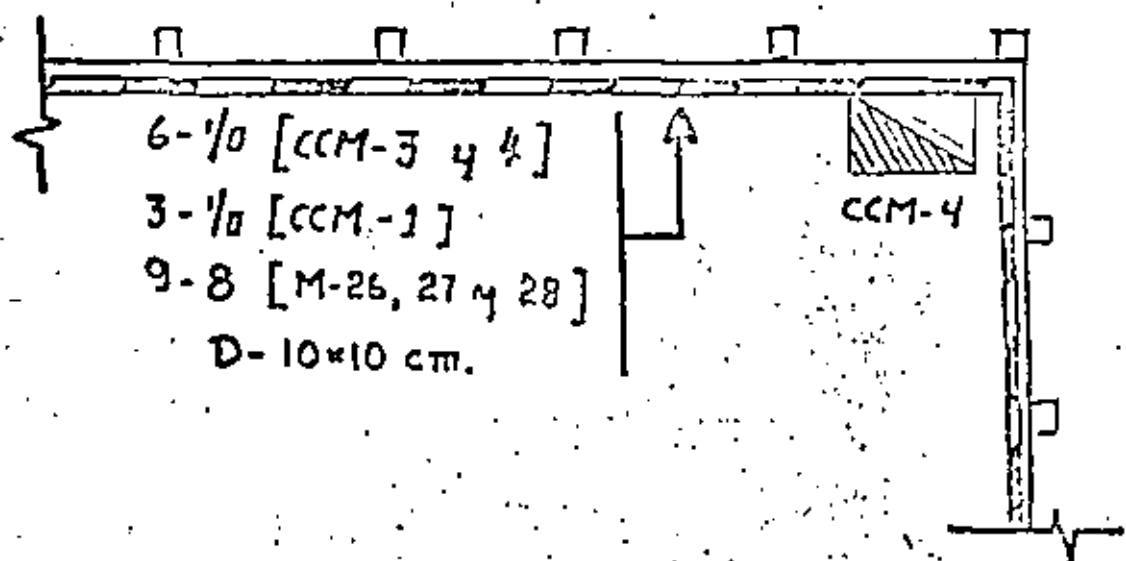
- IDENTIFICACION DE LUMBRERIAS Y CONTACTOS.



ALUMBRADO PROCEDEnte DEL TABLERO A.
CONTACTOS PROCEDEntES DEL TABLERO B.

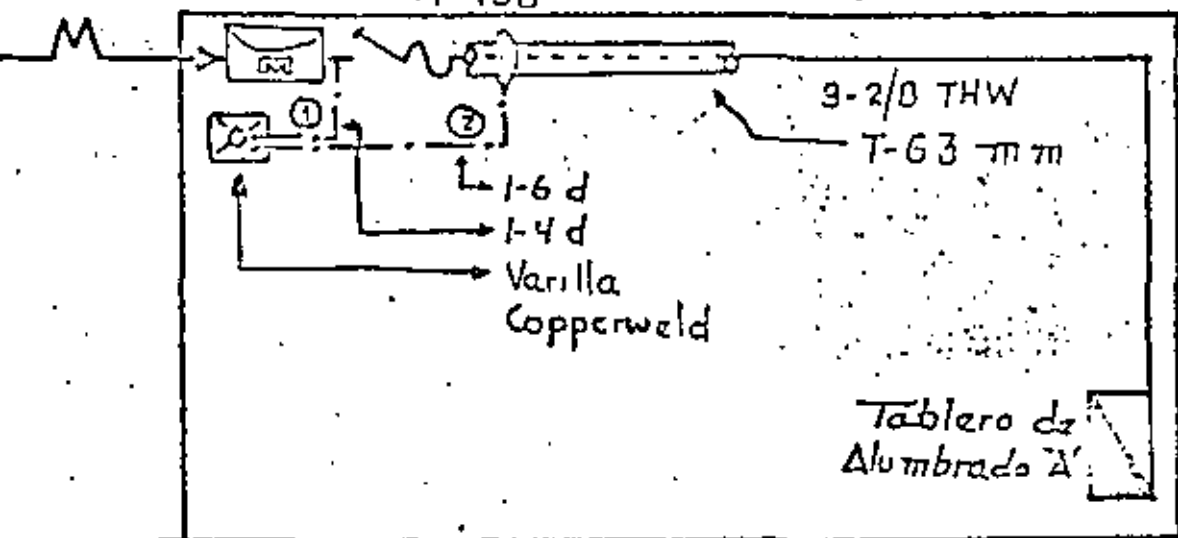
IDENTIFICACION DE CIRCUITOS EN VISTAS FISICAS

5



UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS CONEXIONES A TIERRA

3-200 amps
 F-150

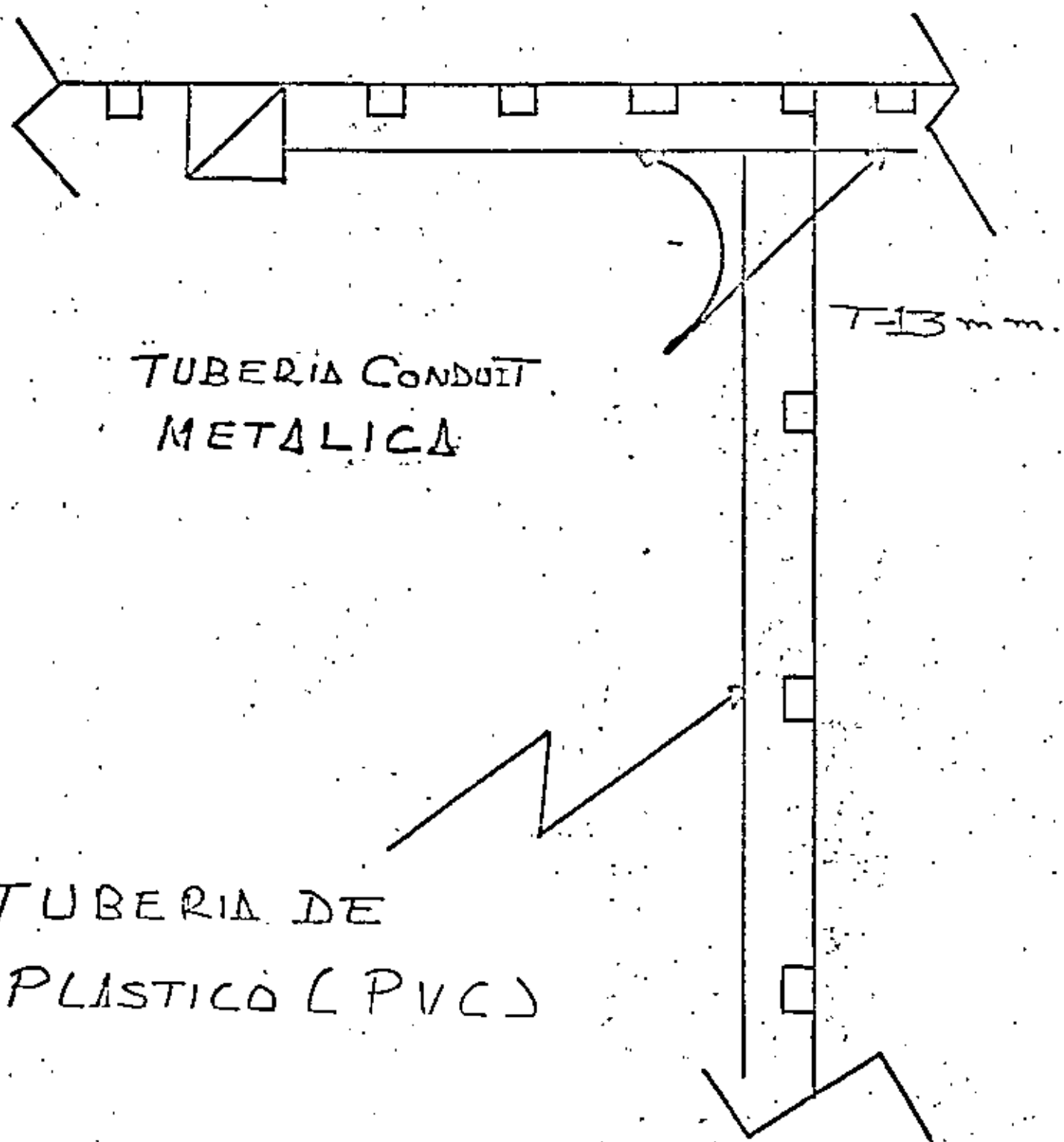


① CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA

② PUESTO A TIERRA DE CALIFICACIONES METALICAS,
 TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTRICOS

③

TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA

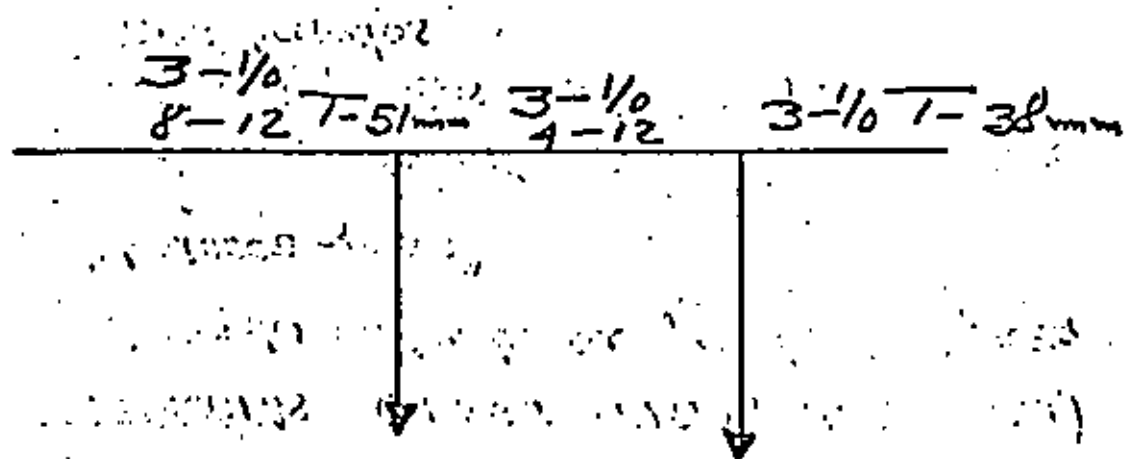


TUBERIA CONDUIT
METALICA

T=13 mm.

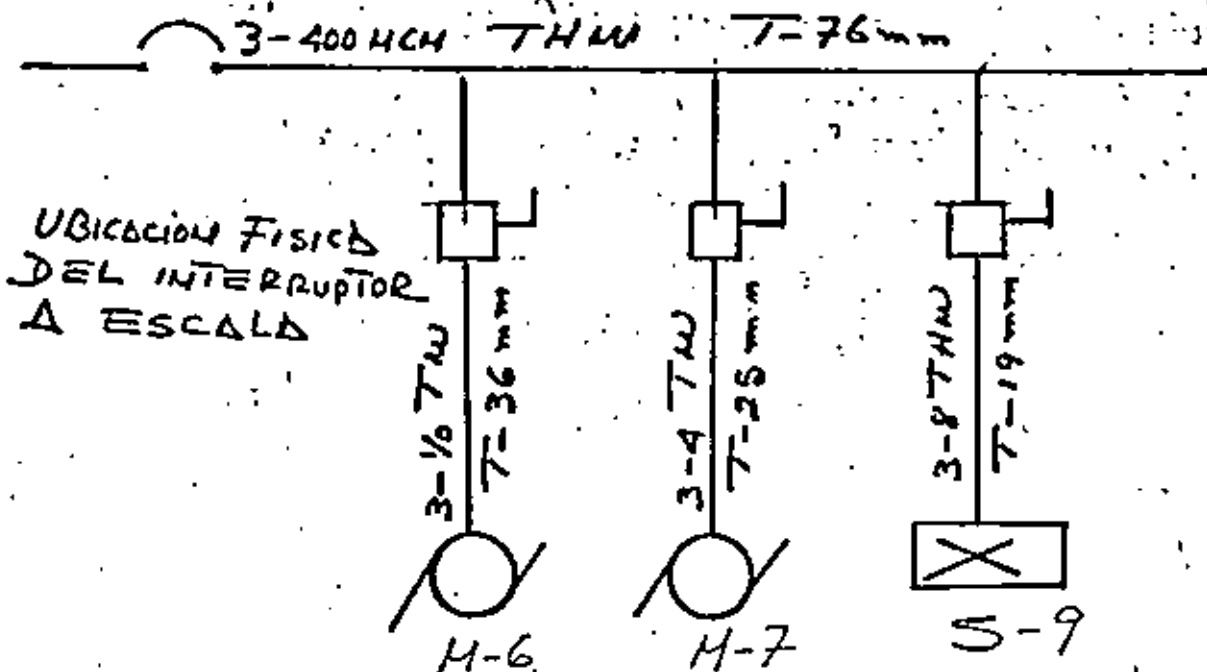
TUBERIA DE
PLASTICO (PVC)

NUMERO Y CALIBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CABLES DISTRI-
BUIDOS



TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

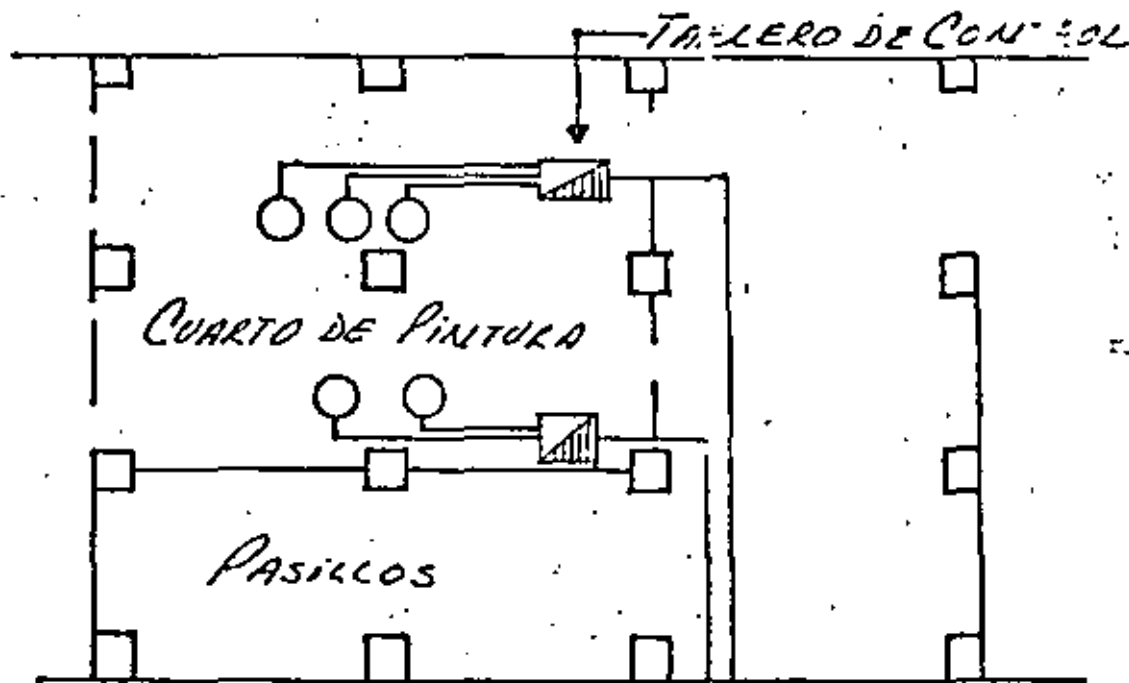
ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANE-900
-------------	---------------------

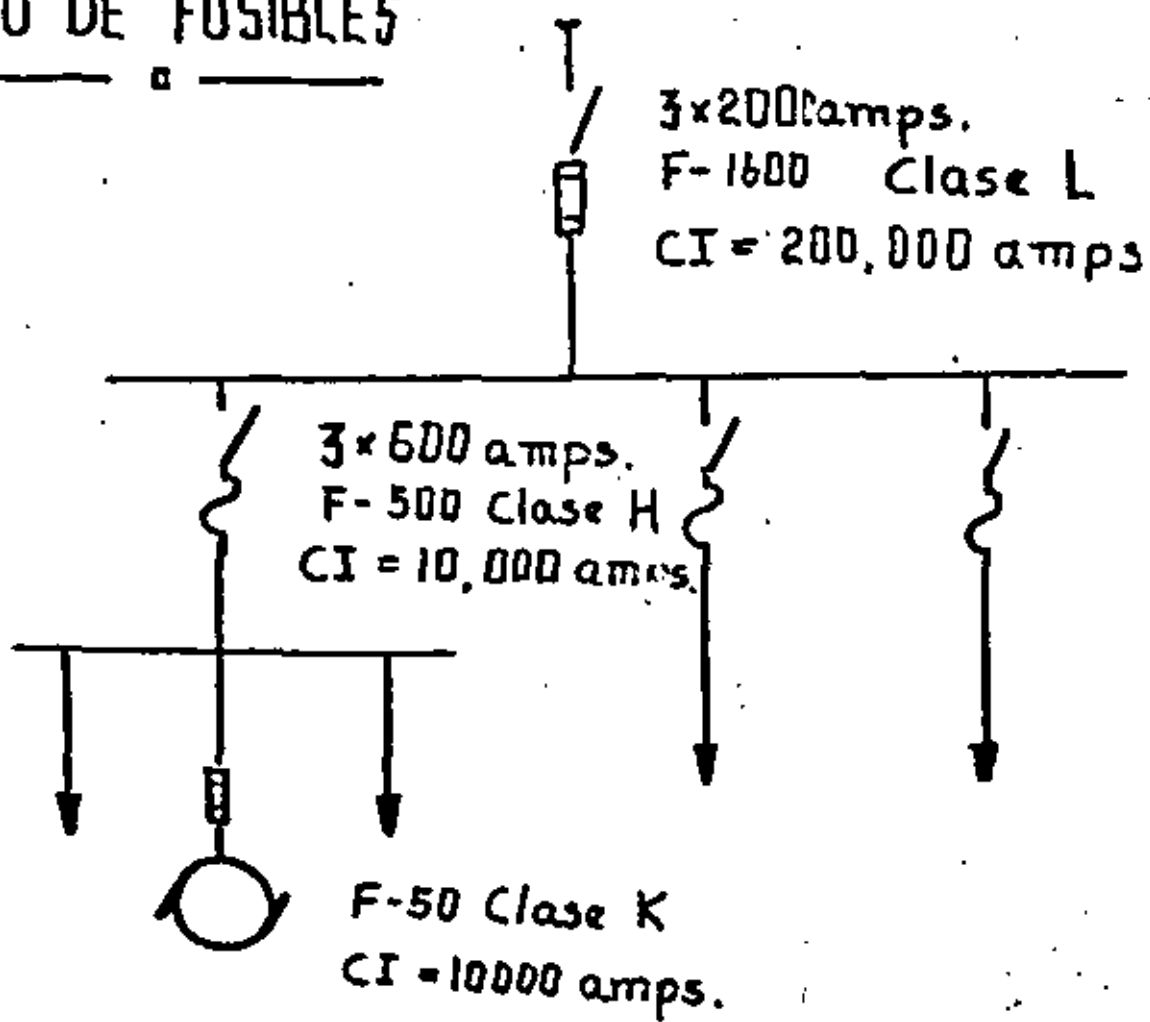
¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

DELIMITACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA
CON AMBIENTE PELIGROSO.

TIPO DE FUSIBLES



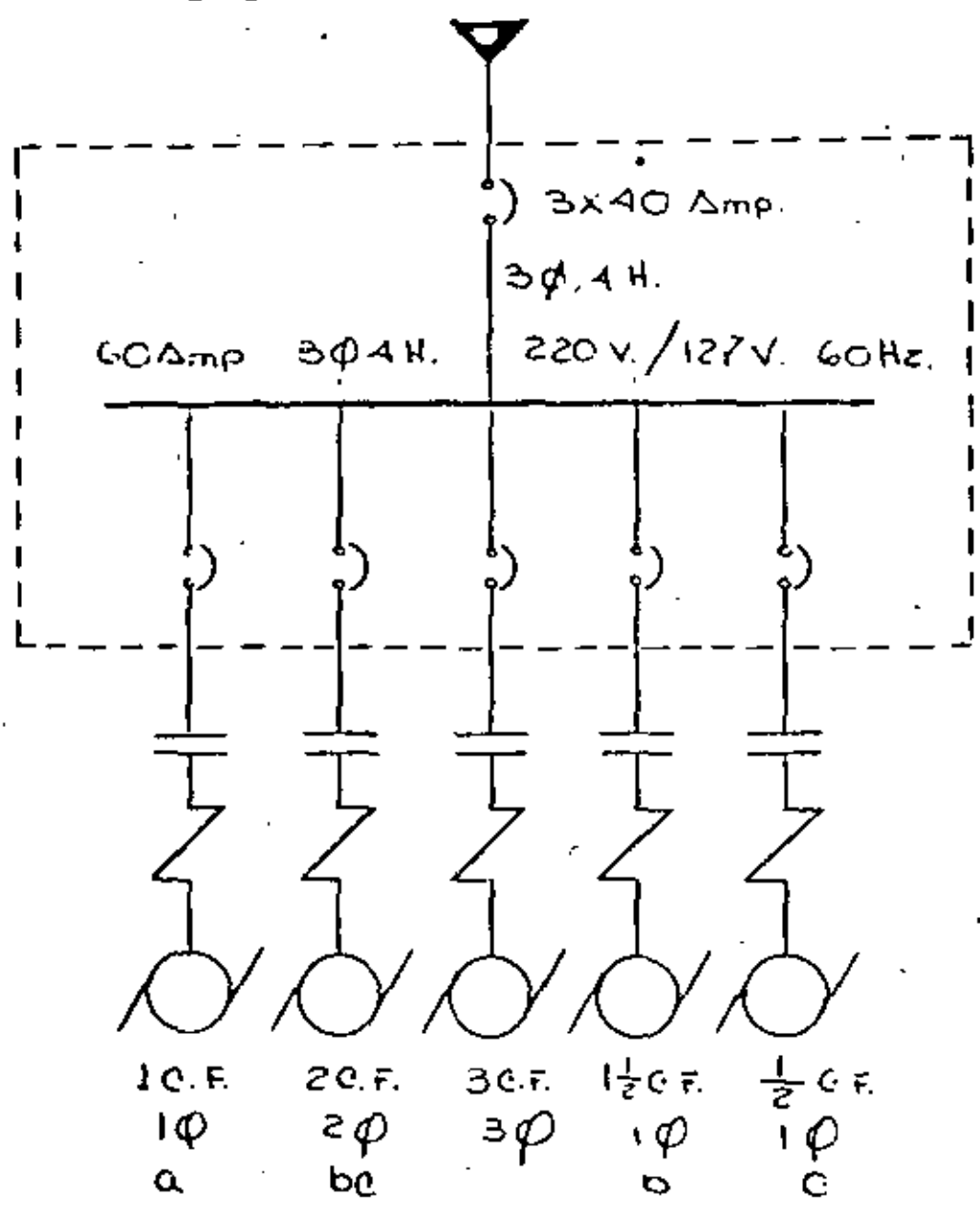
- Clase L - Fusibles limitadores de Corriente
- Clase H - Fusibles Convencionales
- Clase K - Fusibles con Retardo de tiempo

INCLUIR REGIMEN DE TRABAJO Y TIPO DE SERVICIO DE MOTORES

IDENTIFICACION	APLICACION	TIPO DE SERVICIO	REGIMEN DE CARGA
M-7	COMPRESOR	INTERMITENTE	15 min
M-19	BOMBA	VARIABLE	60 min
M-62	VALVULAS	CORTO TIEMPO	5 min

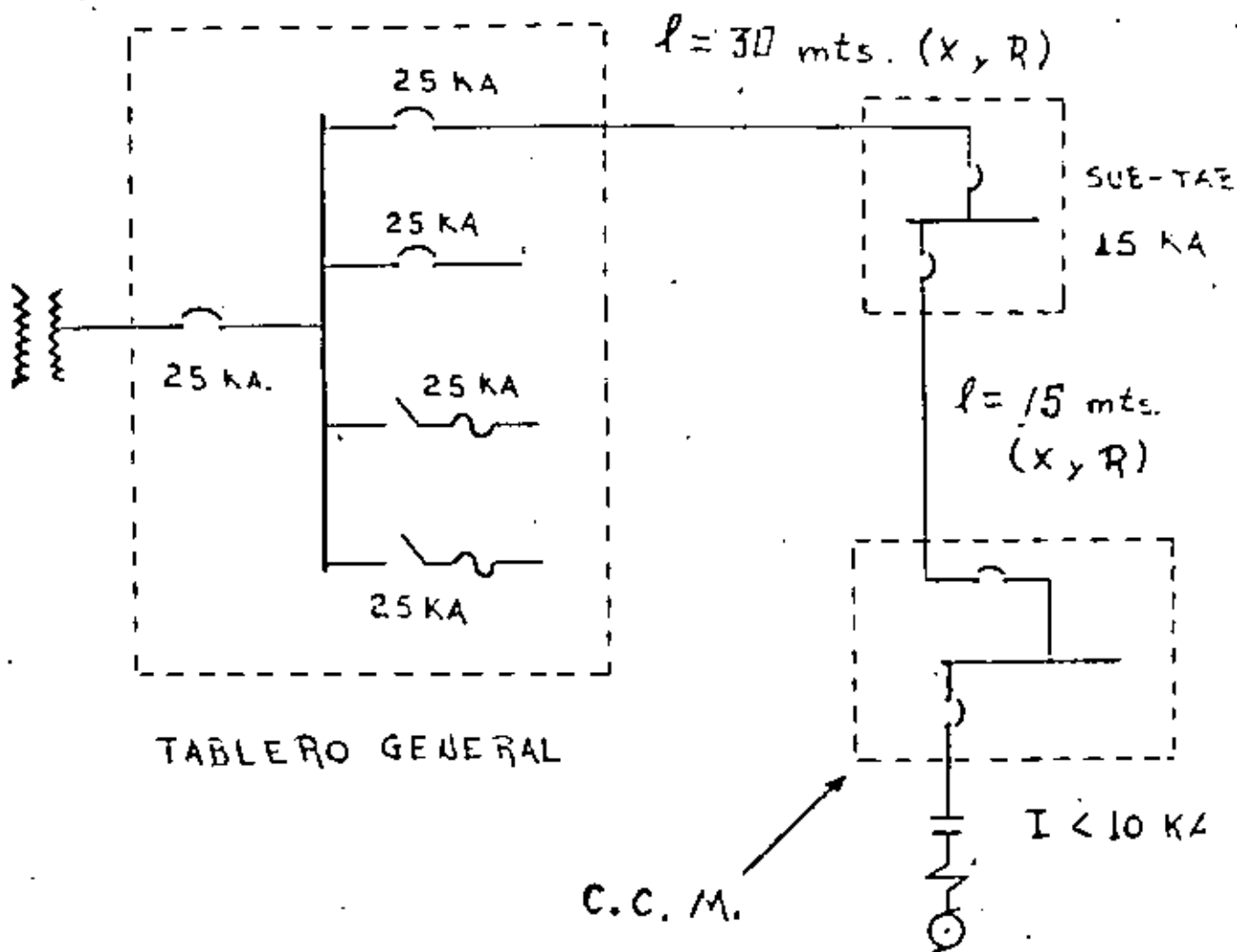
DEBEN DEFINIRSE A QUE FASE ESTAN CONECTADOS LAS CARGAS BIFASICAS O MONOFASICAS.

EJEMPLO :



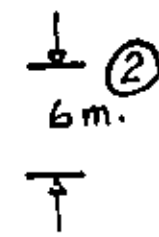
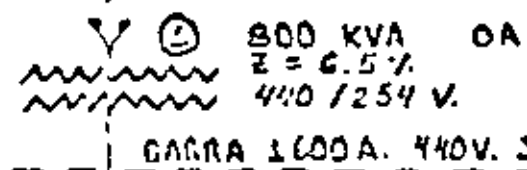
OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
- FACILITAR EL BALANCEO.

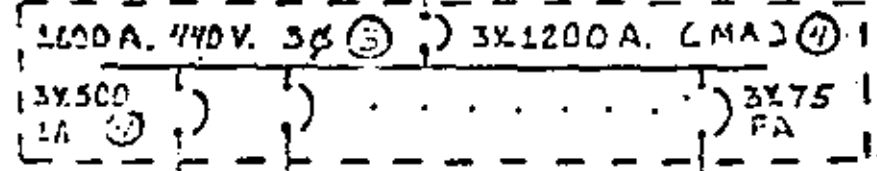


CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS
DIFERENTES PROTECCIONES

DIAGRAMA UNIFILAR DE BAJA TENSION



TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION ⑤

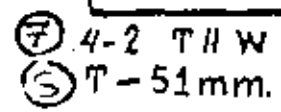


ALIM-1 ③

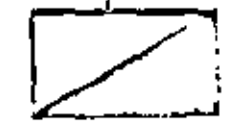
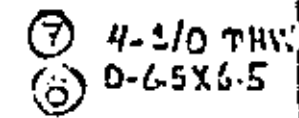
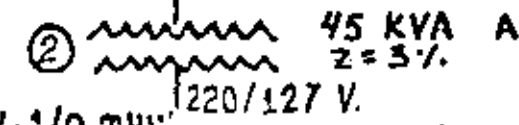
ALIM-2 ③

ALIM-12

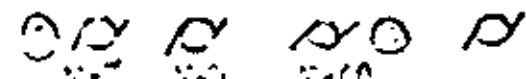
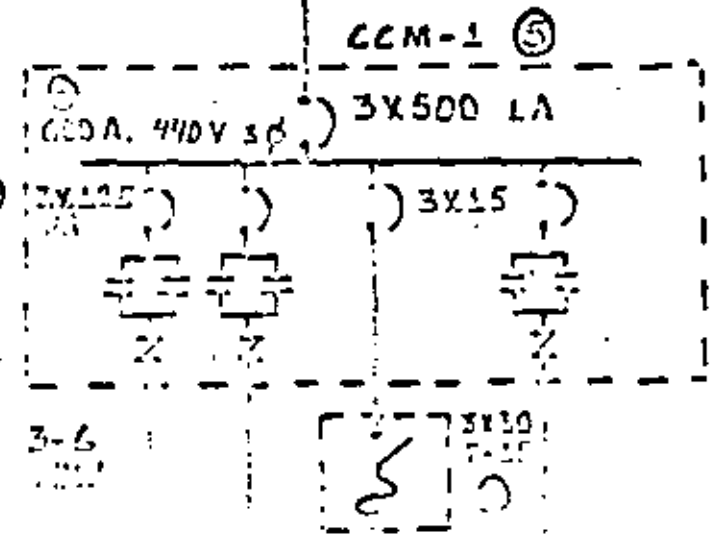
- ① 6-300 MCM THW
1-400 MCM N
- ③ CARROLA - 40 CMS.



440 V.



TABLERO DE ALUMBRADO "A" ⑤



MEMORIAS DE CALCULO

DEBEN INCLUIR:

- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- CALCULO DE CONDUCTORES DE CIRCUITOS PARA MOTORES.
- CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALIMENTADORES.
- CALCULO DE CAIDAS DE TENSION EN LA INSTALACION
- CALCULO DE PROTECCIONES
 - CONTRA SOBRECARGA EN MOTORES.
 - CONTRA SOBRECORRIENTE EN CIRCUITOS DE ALUMBRADO Y CONTACTOS
 - CONTRA CORTO CIRCUITO EN ALIMENTADORES

MEMORIAS DE CALCULO

CONTINUACION

→ CALCULO DE CORTO CIRCUITO

- EN EL TABLERO GENERAL.
- EN LOS TABLEROS DERIVADOS.
- EN MOTORES O APARATOS CERCANOS (< 15 mts) DE LA SUBESTACION

→ CONSIDERACIONES PARA LA SELECCION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE TIERRAS. CALCULO DE LA RED.

→ CALCULO DE BANCOS DE CAPACITORES.

→ CALCULOS PARA APARATOS O EQUIPOS ESPECIALES.

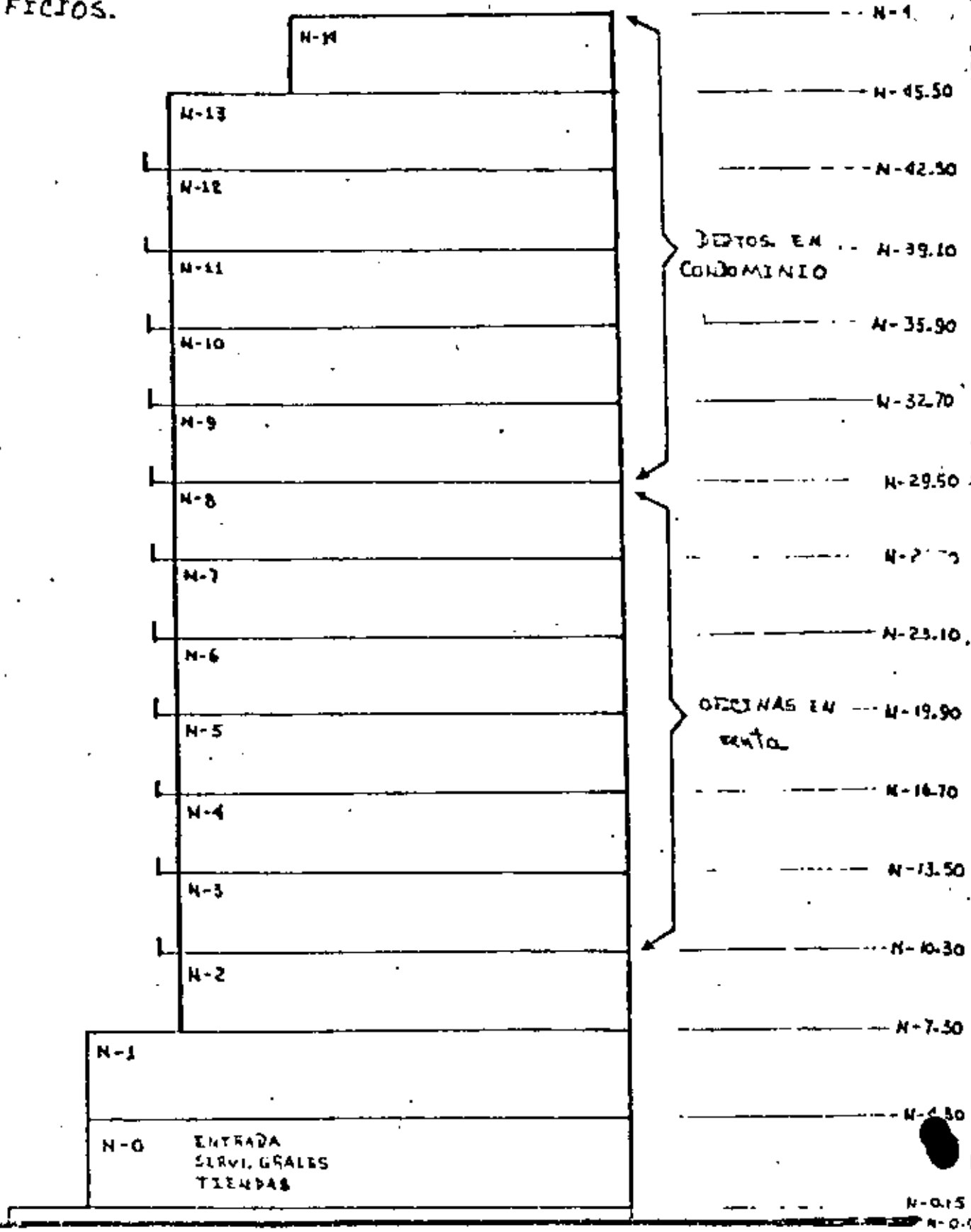
MEMORIA DE ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y DE CONSTRUCCION

DEBEN CONTENER ESPECIFICACIONES DE :

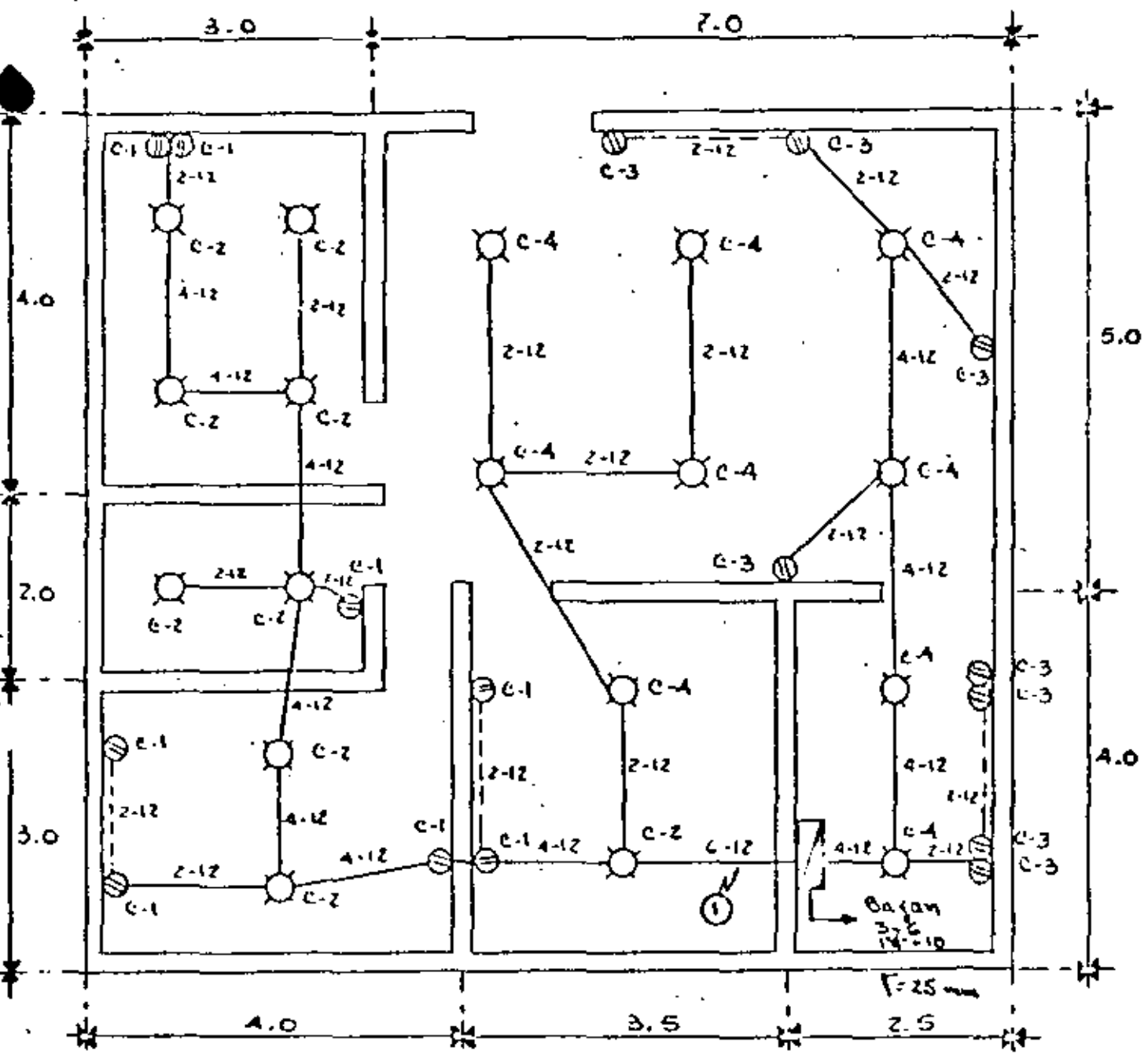
- LUMINARIOS, LAMPARAS, CONTACTOS Y APAGADORES
- MOTORES, TIPOS DE PROTECCIONES, ARRANCADORES Y OBSERVACIONES SOBRE EL CONTROL.
- CONDUCTORES Y SUS AISLAMIENTOS
- CANALIZACIONES. DIMENSIONES, TIPOS, - MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS.
- TABLEROS. TIPOS, MATERIALES Y CAPACIDAD
- CAJAS DE CONEXION, CHALUPAS, ETC.
- ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TIERRAS - TIPOS, MATERIALES Y DIMENSIONES
- METODOS Y PRACTICAS DE INSTALACION
- DESCRIPCION DE PRUEBAS PREVIAS A LA PUESTA EN SERVICIO.

EJEMPLO:

INSTALACION EN EDIFICIOS.



EL DE LA
LE



ASOCIACIONES: MTS

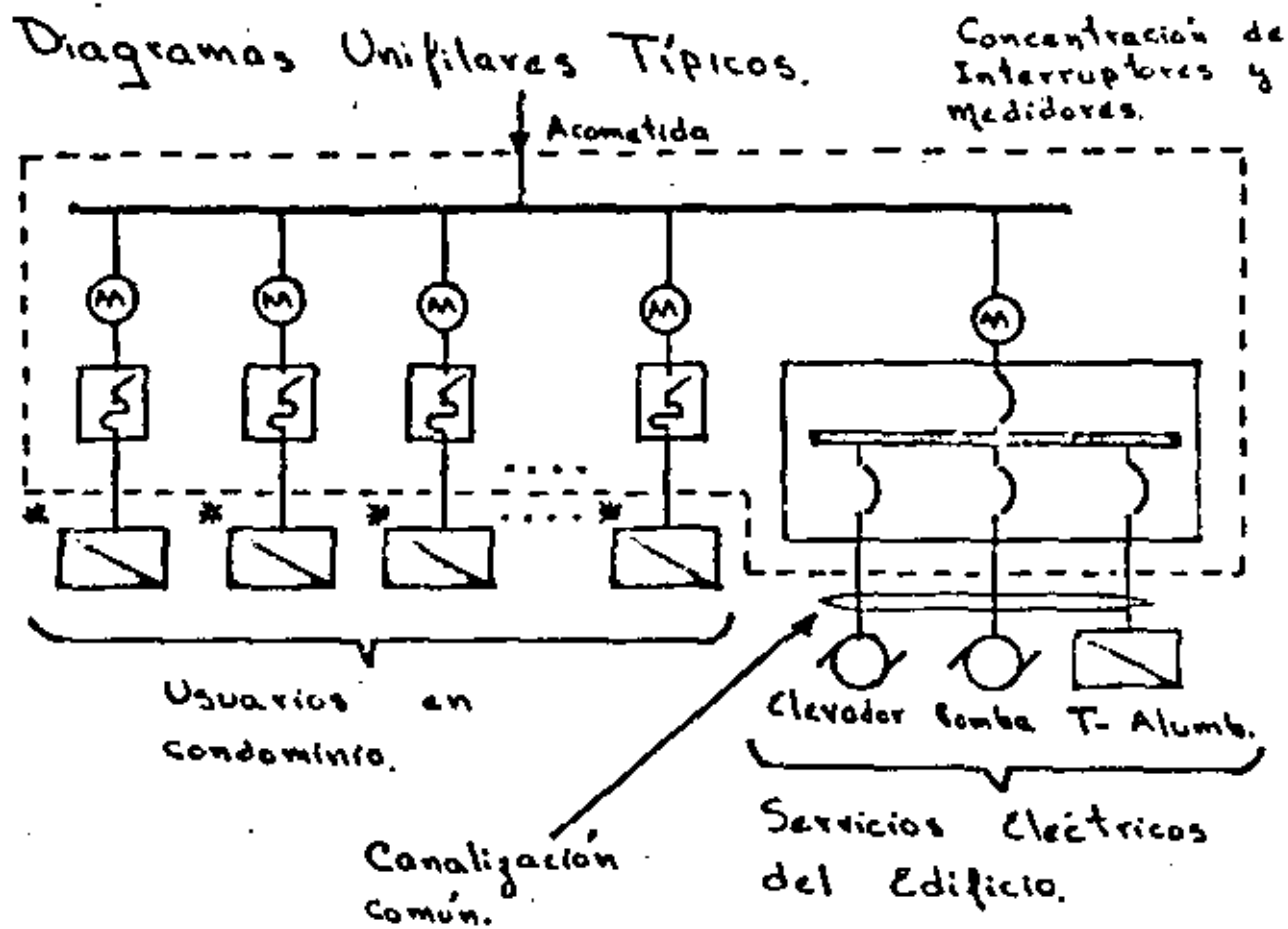
CALCULO DE LA CARGA (NTIE 204.2)

CIRCUITOS DERIVADOS :

- 2 ALUMBRADO — 9 x 125 W. = 1125 W.
- 2 CONTACTOS — 8 x 180 W. = 1440 W.

Instalaciones Eléctricas en Condominio

Diagramas Unifilares Típicos.



Los conductores de cada Usuario (marcados con asterisco *), deben ir en canalizaciones independientes (Tubos o ductos diferentes). N-301.17

Los conductores de los servicios del edificio Pueden ir en las mismas canalizaciones.

Si la Canalización es tubo plástico, debe emplearse el de PVC y no el PE N-306.25

Cubo de Canalizaciones no debe usarse el del elevador. N-301.15

Tablero del Elevador

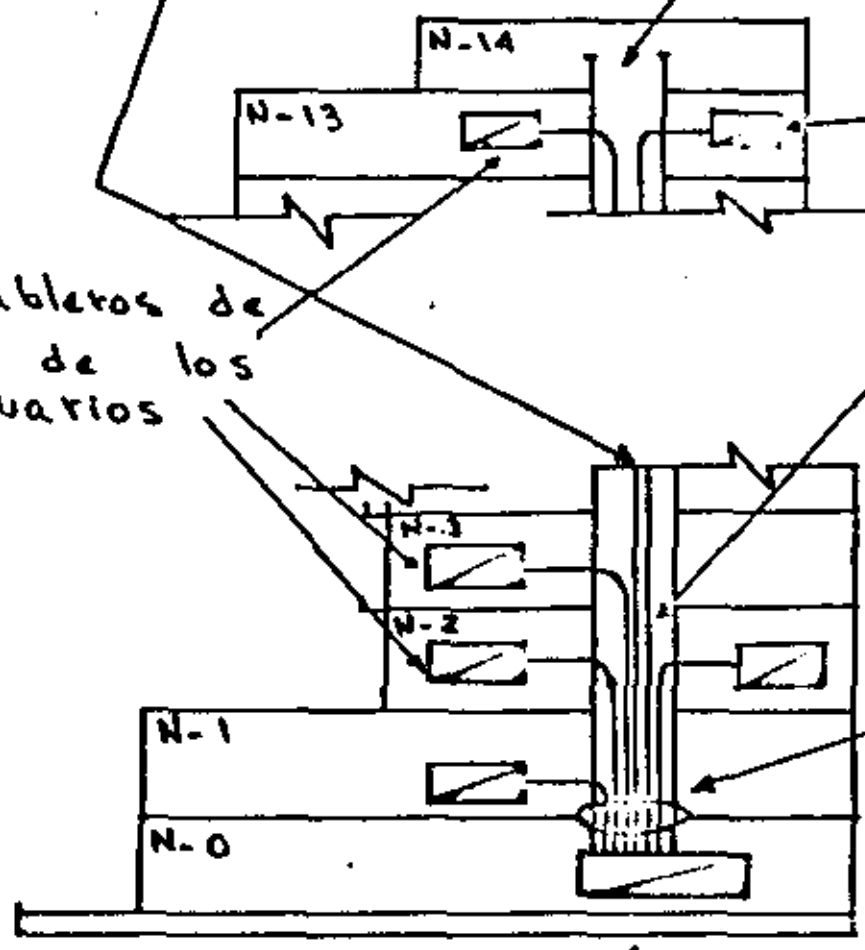
Tableros de C/u de los usuarios

Los conductores deben soportarse cada cierta distancia. Tabla 301.12

Notese una canalización para cada usuario y una para los servicios.

Acometida →

Concentración de medidores e interruptores.



CALCULO DE CONDUCTORES

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA : 1,440 W

— POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN:

$$I_{\text{NOMINAL}} = \frac{\text{CARGA}}{\text{TENSIÓN}} = \frac{1440}{127} = 11.3 \text{ Amps.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N° 14 → 15 Amps.

FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMP. = $1.0 \times 15 = 15$

FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGUP. = $0.8 \times 15 = 12$

CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DISMINUIDA : 12

POR CAÍDA DE TENSIÓN:

$4\% \leq 3$ (NTIE 202.6)

L = 18 mts.

$$S = \frac{4LI}{\Delta_n 4\%} = \frac{4(18)(11.3)}{127(3)} = \underline{2.135 \text{ mm}^2} \cong \# 14$$

PERO SEGÚN EL ART. 202.7 DEBE SELECCIONARSE EL CALIBRE N° 12

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 12.

CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS

SELECCION DE LA PROTECCION :

PROTECCION SEGUN LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES :

CALIBRE NO. 12 SOPORTA 20 Amp.
FACTOR DE AGRUPAMIENTO : $0.8 \times 20 = 16$ Amp.
CAPACIDAD DISMINUIDA 16 Amp.
PROTECCION DE 15 o' 20 Amp.

CANALIZACION :

PUNTO MAS CRITICO : ①
6 CONDUCTORES DEL NO. 12 (76.8) mm²

$$(12.8 \text{ mm}^2) \times 6 = 76.8 \text{ mm}^2$$

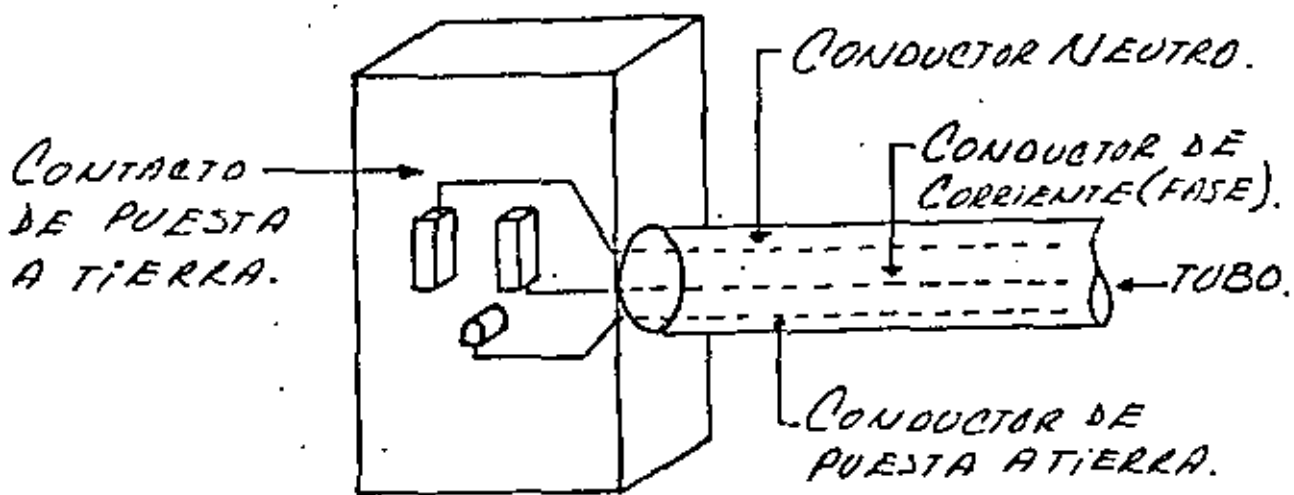
NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40 % DE LA CANALIZACION.

$$\begin{array}{rcl} 76.8 \text{ mm}^2 & \text{---} & 40 \% \\ \Delta & \text{---} & 100 \% \end{array} \quad \Delta = 192 \text{ mm}^2$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

POR FACILIDAD DE LA INSTALACION SE RECOMIENDA EL USO DEL TUBO DE 19 mm.

PUESTA A TIERRA DE PARTES METALICAS DE APARATOS QUE VAN A USARSE EN COCINAS Y BAÑOS MEDIANTE CONTACTOS DE PUESTA A TIERRAS.



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA :

PROTECCION	CALIBRE (CU)
15 amp. —————	14
20 amp. —————	14
30 amp. —————	12

ALIMENTADORES.

CALCULO DE LOS CONDUCTORES:

- CARGA TOTAL 5130 WATTS 2 ϕ : 3 HILOS.

- ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA.

FACTOR DE DEMANDA 35% EXCESO DE 3000 WATTS

$$5130 \text{ W.} - 3000 \text{ W.} = 2130 \text{ W.} \times 0.35 = 745.5 + 3000 =$$

$$= \underline{3745.5 \text{ WATTS.}} \quad \therefore$$

CARGA POR FASE = 1872.8 WATTS.

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_n = \frac{\text{CARGA}}{127} = \frac{1872.8}{127} = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO N. 14 (TW) = 15 AMP.

$$F.C.T. \& F.C.A. = 1$$

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 15 AMP.

- POR CAÍDA DE TENSION $e\% \leq 2$ (NTIE 203.3)

$$S = \frac{4LI}{e_n \cdot e\%} = \frac{4(50)14.7}{2 \times 127} = 6.9 \text{ mm}^2$$

11.57 mm^2

CORRESPONDE A UN CALIBRE N° 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR N° 6
CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE
MÁXIMA DE DESBALANCEO, IGUAL A LA
CORRIENTE DE FASE MÁS CARGADA.

$$\therefore I_n = 14.7 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR N° 6 POR CAÍDA DE TENSION.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCION DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N.º 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

PROTECCION DE 50 AMP. O MENOR (40, 30, 25 O 20 AMP.) ES ADECUADA EN ESTE CASO.

CANALIZACIONES:

- LAS CANALIZACIONES EN DONDE SE ALOJAN LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES DEBEN SER INDEPENDIENTES (NIE 301.17);
∴ SÓLO 3 CONDUCTORES Y 1 DE TIERRAS.

- SEGÚN LA NORMA 301.12 LOS CONDUCTORES EN LAS CANALIZACIONES VERTICALES, DEBEN DE SUJETARSE (TABLA 301.12) A NO MÁS DE 30 METROS.

- LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MÁS DEL 40% DEL ÁREA INTERIOR DE LA CANALIZACIÓN.

3 CONDUCTORES DEL No 6 ——— 158.7 mm².

1 " " " No 10 (PIERRA) ——— 16.8 mm².

175.5 mm².

175.5 mm² ——— 40%

A " ——— 100%

$$A = 38.8 \text{ mm}^2.$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 25 mm.

DIÁMETRO NOMINAL.

CIRCUITO DERIVADO PARA UN MOTOR DE SISTEMA DE BOMBEO DE 20 C.F. 3 ϕ , 220 volts, $\eta = 0.90$, F.P. = 0.85, EL MOTOR ES DE SERVICIO PERIODICO Y SU REGIMEN DE TRABAJO ES CONTINUO. EN LA CANALIZACION VIAJAN 6 CONDUCTORES.

- CORRIENTE NOMINAL:

- TOMAR ESTE VALOR DE DATO DE PLACA O'
- CALCULAR MEDIANTE:

$$I_{Npc} = \frac{C.F. \times 746}{\sqrt{3} \times KV \times F.P. \times \eta} = \frac{20 \times 746}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.85 \times 0.9} = 51.2 \text{ Amp}$$

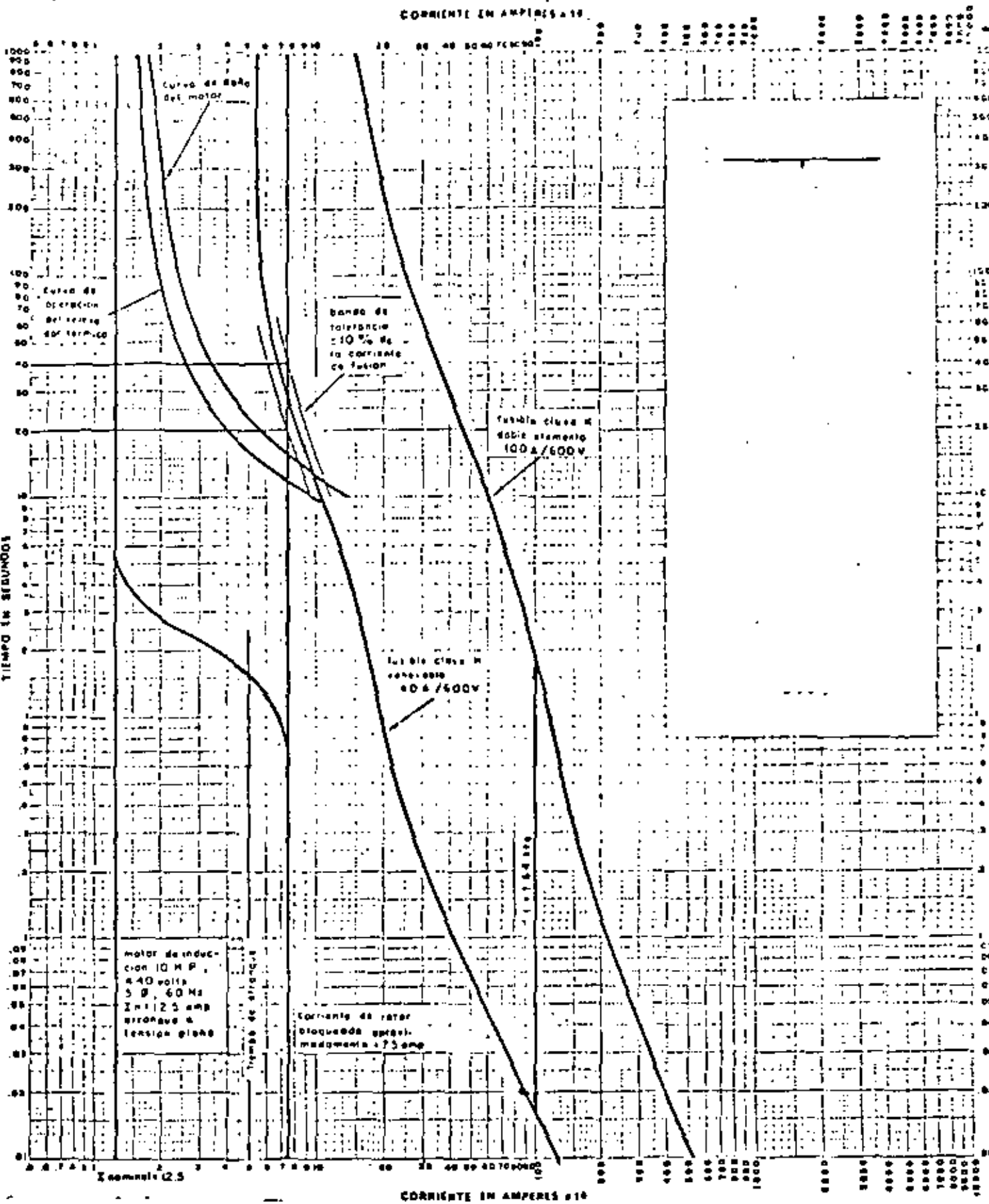
- CONDUCTORES.

- POR CAPACIDAD DE CORRIENTE:

EL FACTOR PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES SEGUN TABLA 403.14 DE LAS N.T. I. E. ES EL 140% DE LA I_{Npc} .

$$I_{COND.} = 1.4 \times I_{Npc} = 1.4 \times 51.2 = 71.7 \text{ Amp.}$$

CORRESPONDE A UN CALIBRE NO. 4 (THW) CON UNA CAPACIDAD DE 90 Amp.



ESTE VALOR ES NECESARIO AFECTARLO POR EL FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO QUE EN ESTE CASO ES 0.8 Y F.C.T. = 1

$$I_{REAL} = I_{NOM} \times F.A. \times F.C.T$$

$$= 90 \times 0.8 \times 1.0 = 72 \text{ AMP}$$

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL No 4

- POR CAIDA DE TENSION :

LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA

SI $L = 50 \text{ mts.}$

$$S = \frac{2 L I}{E_{\eta} \times \%} = \frac{2 (50) 51.18}{127 \times 2} = 20.15 \text{ mm}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 4 AWG

- EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL No 4 AWG PUES CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

- PROTECCION CONTRA SOBRECARGA.

$$I_{psc} = 1.25 I_{upe} = 1.25 (51.2) = 64 \text{ Amp.}$$

SI EL VALOR DE LA PROTECCION ES INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDE A UN TAMAÑO NORMALIZADO, PUEDE USARSE EL INMEDIATO SUPERIOR SIEMPRE-- QUE NO EXCEDA DEL 140 % I_{upe} .

$$I_{psc} \leq 1.40 I_{upe}$$

$$= 1.40 (51.2) = 71.7 \text{ Amp.}$$

- TAMAÑO DEL ARRANCADOR.

SEGUN TABLA ANEXA, TAMAÑO DE ARRANCADOR REQUERIDO = 3 NEMA

CAPACIDAD POR TAMAÑOS DE ARRANCADORES MAGNETICOS

No. POLOS	TAMAÑO	No. POLOS		No. POLOS	No. POLOS	
		1Ø, 127V	2Ø, 220V		3Ø, 220V	3Ø, 490V
2 POLOS	00	1/3	1	3 y 4 POLOS	1 1/2	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		7 1/2	10
	2	3	7 1/2		15	25
	3	7 1/2	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600

- PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

SUPONIENDO UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO, NO DEBE EXCEDER DEL 400% DE LA I_{NPC} SEGUN NTIE 403.35

$$I_{PROT.} \leq 400\% I_{NPC} = 4(51.2) = 204.8$$

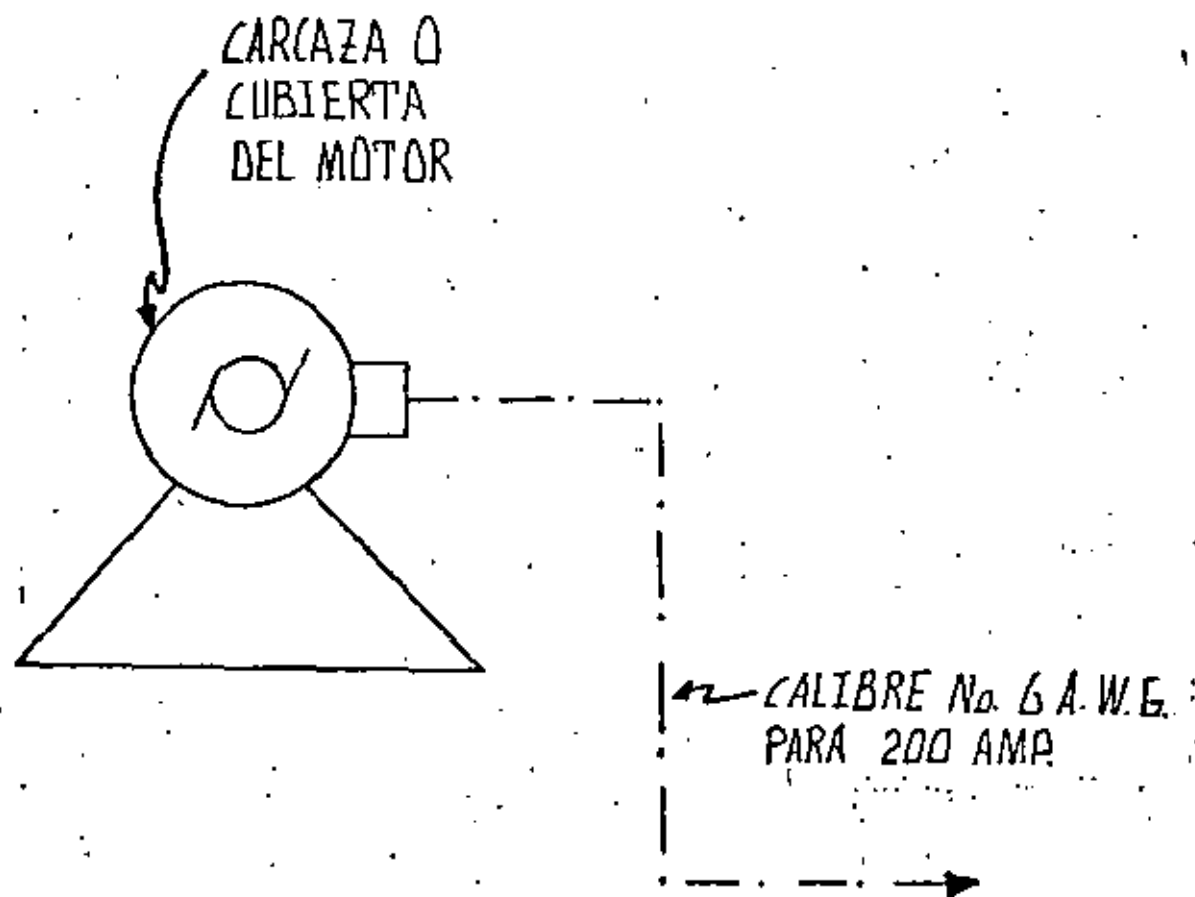
PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE

3 x 150 AMP

3 x 175 AMP

3 x 200 AMP

PUESTA A TIERRA DEL MOTOR.



AL ELECTRODO NATURAL O ARTIFICIAL LOCALIZADO
EN LA ENTRADA DE SERVICIO
SEGUN NTIE 206.58

F A S E S

	A (W.)	B (W.)	L (W.)
TAB A	4250	3950	3800
TAB B	5350	5100	5200
TAB L	3800	4250	3950
TAB D	5200	5350	5100
TAB E	3950	3800	4250
TAB F	3200	3100	3150
TAB S	7500	7600	7800
	33250	33150	33250

DESBALANCED = $\frac{F_M - F_m}{F_M} \times 100 = 0.3\%$

F M

CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3 ϕ , 4 HILOS

ESTIMACION DE LA DEMANDA MAXIMA

• FACTOR DE DEMANDA 70%. EXCESO SOBRE 20 000 W.

$$99\ 650 - 20\ 000 = 79\ 650 \times .70 = 55\ 755 + 20\ 000 =$$

$$= 75\ 755\ W.$$

_ POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

F.P. = 0.85

$$I_N = \frac{\text{CARGA (W)}}{\sqrt{3} \cdot V_f \cdot F.P.} = \frac{75\ 755}{\sqrt{3} \times 220 \times .85} = 233.9\ \text{AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO 250 M.C.M. (THW) 75 $^{\circ}$ C.FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y -
AGRUPAMIENTO = 1

CAPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.

POR CAIDA DE TENSION:

$$C\% = 2 ; L = 30 M.$$

$$S = \frac{2LI}{C_n C\%} = \frac{2 \times 30 \times 233.9}{127 \times 2} = 55.25 \text{ MM}^2$$

QUE CORRESPONDE A UN CALIBRE 2/0.

CONCLUSION: EL CONDUCTOR ADECUADO ES EL DE 250 M.C.M., CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

CALCULO DEL CONDUCTOR NEUTRO.

DEBE SOPORTAR LA CORRIENTE MAXIMA DE DESBALANEO, IGUAL A LA CORRIENTE DE LA FASE MAS CARGADA.

$$I_N = 233.9 \text{ AMP}$$

CONDUCTOR 250 M.C.M. (THW) 75%.

CALCULO DE LA PROTECCION

37

1º CRITERIO:

V_{PROT} DEL MOTOR MAYOR + I DEMAS MOTORES Y CARGA.

$$V = 175 + (233.9 - 51.2) = 357.7 \text{ AMP}$$

($I_{fase} - I_{mot. mayor}$)

VALOR ADECUADO 3X300 ó 3X350 AMP.

2º CRITERIO:

ACORDE CON LA AMPACIDAD DE LOS CONDUCTORES -
Y NO MAYOR DEL 125% DE DICHA AMPACIDAD

$$V \leq 1.25 (\text{AMPACIDAD}) = 125 (255 \text{ AMP})$$

$$V \leq 318.8 \text{ AMP.}$$

VALOR ADECUADO 3X300 AMP.

CANALIZACION:

LOS CONDUCTORES ALIMENTADORES NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DEL AREA INTERIOR DE LA CANALIZACION

4 CONDUCTORES 250 M.C.M. — 1258.4 mm²

$$1258.4 \text{ mm}^2 \text{ — } 40\%$$

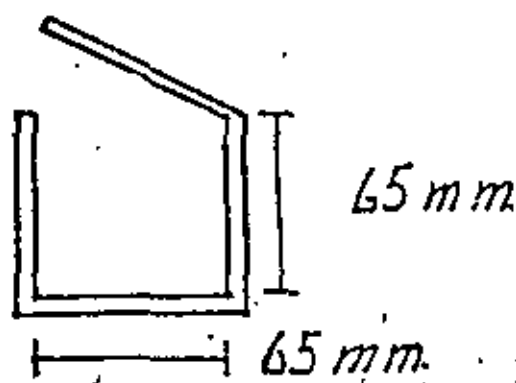
$$A \text{ — } 100\%$$

$$A = 3146 \text{ mm}^2$$

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm \varnothing NOMINAL



O DUCTO CUADRADO DE 6.5 x 6.5 cm



SUBESTACION

CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR

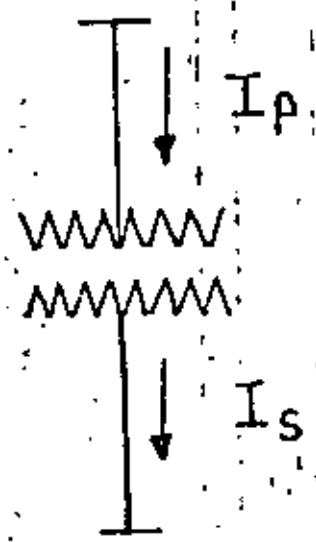
$$L = \frac{[\text{CARGA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

$$L = \frac{75\,755 \text{ WATTS} + 20\% \text{ RESERVA}}{0.85}$$

$$L = \frac{75.8 \text{ KW} + 15.2 \text{ KW}}{0.85} = 107.1 \text{ KVA}$$

SE SELECCIONA EL TRANSFORMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

CORRIENTES NOMINALES



$$I_p = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_p}$$

$$I_p = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 23} = 2.82 \text{ AMP}$$

$$I_s = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_s}$$

$$I_s = \frac{112.5}{\sqrt{3} \cdot 0.22} = 295.2 \text{ AMP}$$



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA
INSTALACION ELECTRICA

ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

MARZO, 1984

TERCERA SESION.-

V.- Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

a).- Diagrama general.- El diagrama general que se muestra en la figura 1, nos indica los principales elementos que constituyen una instalación eléctrica, desde la carga más elemental, pasando por los diversos dispositivos de que se compone hasta la acometida en la que entrará la alimentación por parte de la compañía suministradora.

b).- Diversos elementos que la componen.- Los elementos integrantes de una instalación eléctrica son los siguientes:

1.- Dispositivos de recepción de energía.- Los dispositivos de recepción de la energía están formados por las líneas de servicio, que son los conductores y el equipo que se usan para el suministro de la energía eléctrica desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de medición y protección de la instalación alimentada.

2 y 3.- Dispositivos de desconexión y protección principal.

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas

indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen

possible coloracion en AT

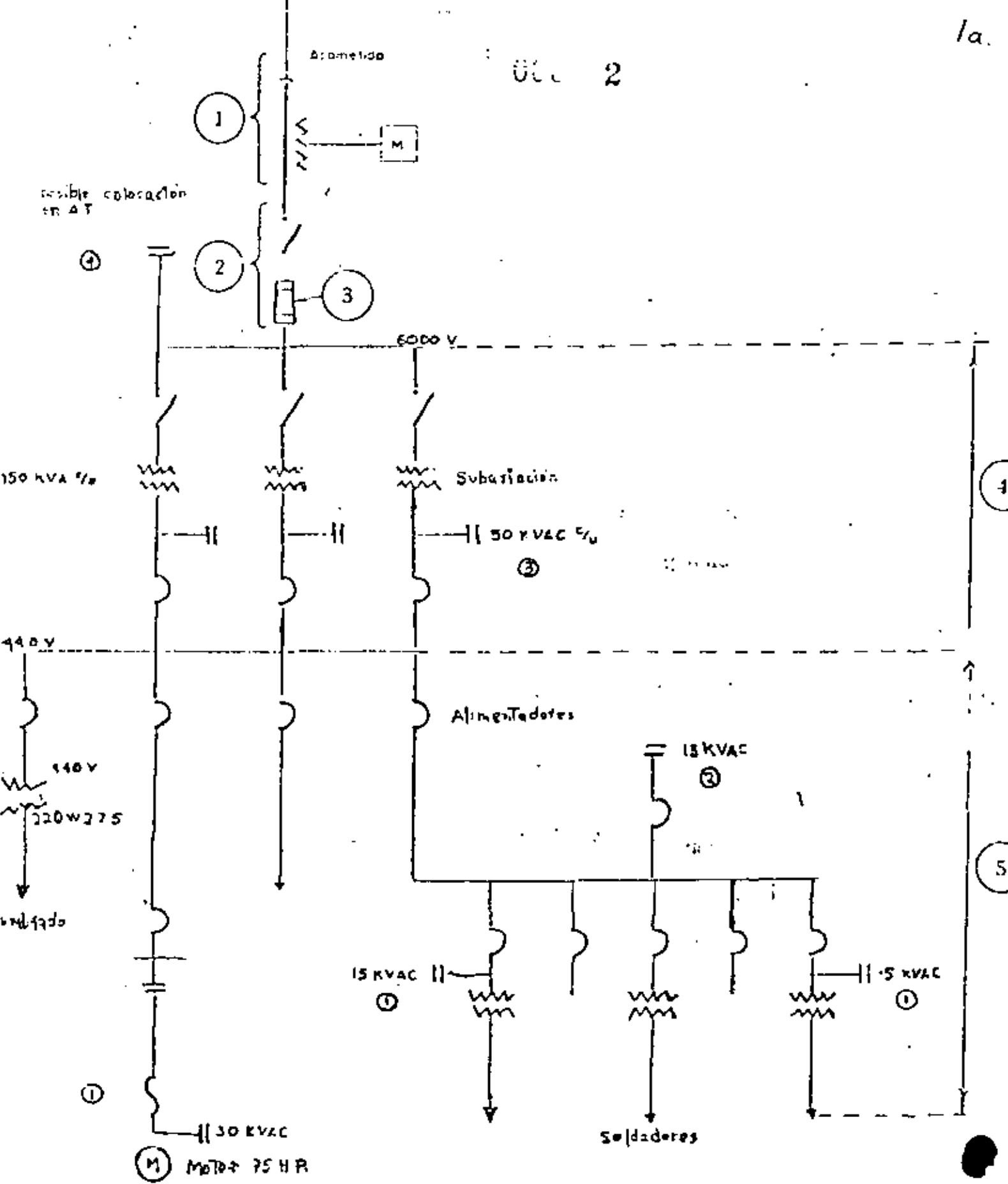


Fig. 2

tada, así como un medio de protección contra sobrecorriente.

4 y 5 - Sistema de distribución.- El siguiente elemento o sea el sistema de distribución, se acostumbra dividir en primario y secundario, de acuerdo con la característica de que la tensión de suministro se transforme o no en la instalación alimentada, o también de acuerdo con las diferentes fases que se planean en la distribución. Este sistema está integrado por:

- ° Los circuitos derivados.
- ° Los tableros de distribución
- ° Los alimentadores.

6.- Dispositivos de utilización o cargas.- Este será el dispositivo de nuestro sistema que nos representará al conjunto de elementos que usarán la energía eléctrica del sistema.

VI.- Análisis de los elementos constitutivos.

a).- Cargas.- El análisis de la instalación eléctrica la desarrollaremos a partir del último elemento, o sean los dispositivos de utilización o cargas.

La carga se define como cualquier dispositivo adecuado para absorber o transformar la energía eléctrica, ya sea en energía luminosa (lámparas), energía mecánica (motores), energía térmica (calefacto---

res), o en cualquier otra forma de energía, por lo que estos elementos constituyen los dispositivos de utilización de energía eléctrica.

Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

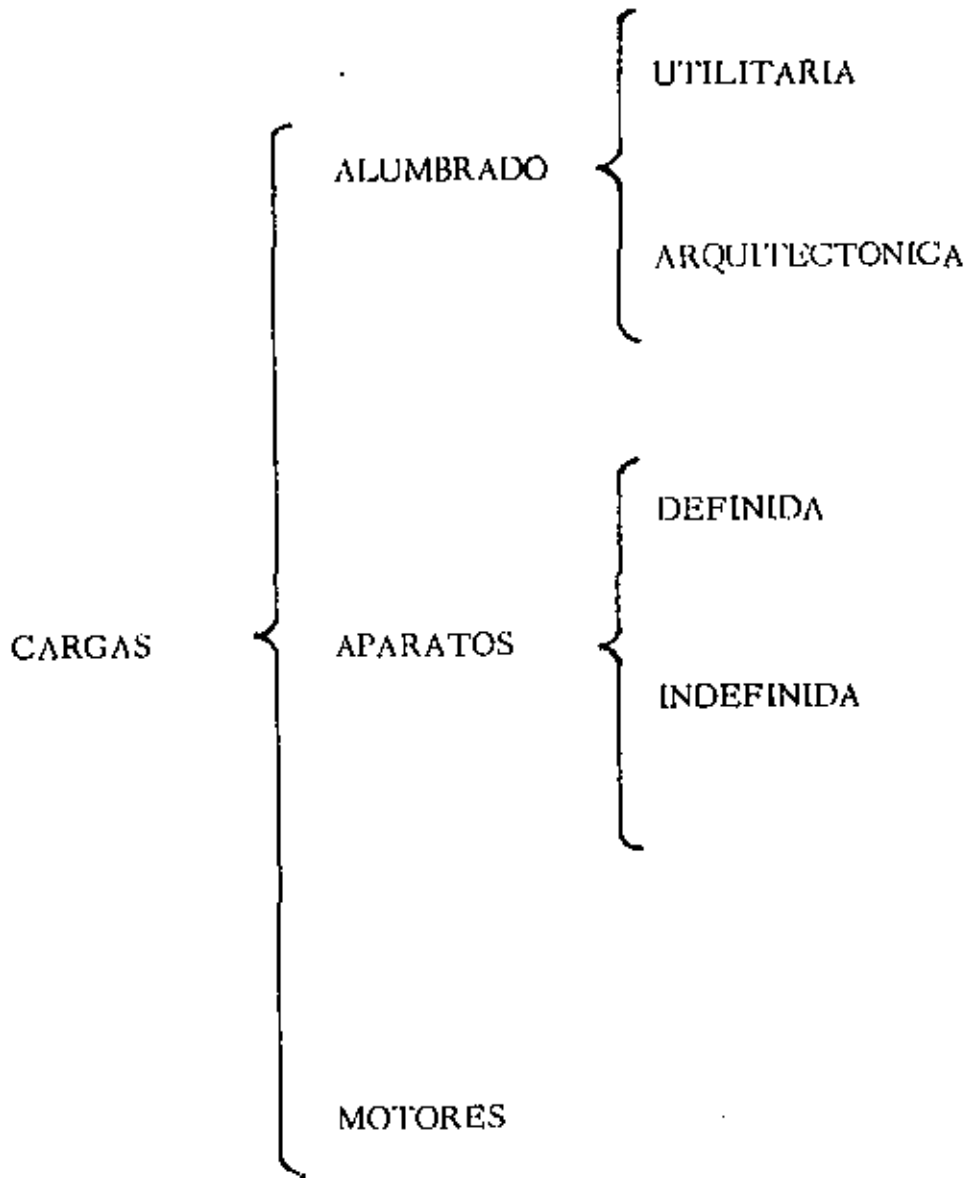
- 1.- Cargas en el sistema normal.
- 2.- Cargas en el sistema de emergencia

La primera de ellas nos indica que los dispositivos de utilización o -- cargas están conectados al sistema de alimentación de la compañía su ministradora de energía eléctrica y las segundas son las que estando también conectadas al sistema de alimentación de la compañía sumi-- nistradora, se consideran básicas para proporcionar los servicios pa-- ra lo cual han sido instaladas por lo que. en el caso de falla por par-- te de la compañía suministradora, estas cargas estarán conectadas a -- un generador de energía eléctrica adicional (planta de emergencia) - que le suministrará la energía eléctrica necesaria mientras dure la fa-- lla mencionada.

Para analizar las cargas, ya sean de servicio normal o de emergen-- cia, se clasifican de la forma siguiente:

- 1.- Cargas de alumbrado.

° Utilitaria.



- ° Arquitectónica.

2.- Cargas de aparatos.

- ° Definida.

- ° Indefinida.

3.- Cargas de motores.

1.- Cargas de alumbrado.- Estas cargas se han dividido en utilitarias y arquitectónicas.

Cargas de alumbrado utilitarias.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesaria para iluminar una determinada superficie y permite la visión a un máximo de velocidad, precisión y facilidad, con un mínimo esfuerzo y fatiga.

La característica principal de este tipo de carga es que se encuentra uniformemente distribuida en función del nivel de iluminación.

El nivel de iluminación está en función del uso del local y se mide en unidades llamadas luxes. De acuerdo a los diversos usos específicos, existen tablas que indican los niveles de iluminación recomendables, los que se consideran sobre el plano del trabajo, ya sea horizontal, vertical u oblicuo.

En el caso donde el área del trabajo no esté definida, la iluminación se considera sobre un plano horizontal de 75 cm. por encima del suelo.

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la sujeción de las luminarias, lámparas, paredes y techos, ni la distribución normal en la emisión luminosa de las lámparas en sí, hagan disminuir la iluminación en algún momento por debajo del nivel recomendado.

Se anexan las tablas que representan los niveles recomendados por la I. E. S. (Illumination Engineering Society), y por la (Sociedad Mexicana de Ingenieros en Iluminación).

Para diseñar las instalaciones de alumbrado existen dos métodos que son los siguientes:

- ° Método de los lúmenes.
- ° Método de punto por punto.

El método de los lúmenes proporciona el nivel medio de luxes mediante la utilización de expresiones realmente sencillas. Cada

⊕ Niveles mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores

8

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado Lux (mínimo en cualquier momento)
Auditorios.		Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta	500
Iluminación de asamblea	150	Sala de fracturas:	
Exposición y exhibiciones	300	General	500
Bancos.		Mesas de operaciones	2000
Vestibulos*		Laboratorios:	
General	500	Salas de ensayo	300
Mesa de trabajo	700	Mesas de trabajo	500
Compuerent, neta, claves, etc.	1500	Trabajos delicados	1000
Banquetes (en Servicios del Municipio).		Bibliotecas	700
Carreas (Oficinas de).		Salas de armarios	200
Mesas del escritorio	300	Vestibulos y pasillos	300
Clasificación, fichero, etc.	1000	Archivo de protocolos médicos	1000
Escuelas.		Salas de enfermeras:	
Lectura de textos impresos	300	General	200
Lectura de textos a lápiz	700	Pupitre y diagramas	500
Lectura de textos en papel de copias:		Despacho de medicinas	1000
Buenas	300	Salas de trabajo de enfermeras	300
Malas	1000	Casas-cunas:	
Salas de dibujo y bancos de trabajo	1000	General	100
Fuertes	1500	Mesa de reconocimiento	700
Salón de costura	1500	Pediatría y sala de juegos	300
Estaciones, cocheras y terminales.		Obstetricia:	
Salas de espera y salas para fumadores	300	Salas de esterilización	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores	1000	Salas de consulta	200
Facturación de equipajes	500	Sala de partos, general	1000
Andenes y almacenes	200	Mesa de partos	25000
Servicios y lavabos	300	Farmacias:	
Galerías de arte.		General	300
General	300	Mesas de trabajo	1000
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)	300*	Almacén de productos	300
Para esculturas y demás objetos de arte	1000**	Habitaciones y salas*	
Hospitales		General	100
Cuartos de anestesia y preparación	300	Lectura	300
Autopsia y depósito de cadáveres:		Locales para pacientes mentales	100
Sala de autopsias	1000	Trabajo con radioisótopos:	
Mesa de autopsias	25000	Laboratorio radioquímico	300
Depósito general	200	Salón de medidas	200
Central esterilizadora:		Mesas de trabajo	500
General	300	Solariums	200
Afilado de agujas	1500	Almacenes:	
Departamento odontológico:		General	150
General	700	Oficinas	700
Vitrina de instrumental	1500	Cirugía:	
Silón dental	10000	Salas de instrumentos y esterilización	300
Laboratorio, bancos	1000	Salas de limpieza (instrumentos)	1000
Sala de recuperación	50	Salas de operaciones, general	1000
Sala de emergencia:		Mesas de operaciones	25000
General	1000	Salas de recuperación	300
Local	20000	Radioterapia:	
Sala de reconocimiento y tratamiento:		Física	200
General	500	Aplicada	300
Mesa de reconocimiento	1000	Lavabos	100
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50	Otros locales	200
Ojos, nariz, oído y garganta:		Salas de espera:	
Sala oscura	100	General	150
		Lectura	300
		Rayos X:	
		Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura	100
		Radioterapia profunda y superficial	100
		Examen de pruebas	300
		Archivos, películas reveladas	300
		Almacén, películas sin revelar	100

* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener un 1 a 3 veces este nivel.

** Al menos se requiere muchos más.

* De enfermos o heridos.

Salas y cafeterías (ver Restaurantes).	
Salas de baños:	
General	100
En el espejo	300 †
Dormitorios:	
General	100
Tocador	300 †
Lectura y escritura	300
Comedores (ver Restaurantes).	
Vestíbulo	300
Recepción	500
Servicio de lavado de ropas:	
Lavado	300
Planchado	500
Planchado mecánico	700
Lencería y ropa blanca:	
General	200
Costura	1000
Salas de espera:	
General	100
Zonas de lectura y trabajo	300
Marquesina:	
Alrededores oscuros	300
Alrededores claros	500
Dispensas	100
Municipio (Servicios del): Bomberos y Policía.	
Policía:	
Ficheros de identificación	1500
Celdas y cuartos para interrogatorios	300
Comedores:	
Dormitorio	200
Aparcamiento de coches y sala de recreo	300
Museos (ver Galerías de arte).	
Oficinas.	
Lectura de alto contraste de textos bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada, tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc.	300
Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia	700
Trabajo normal burocrático; lectura de buenas reproducciones; lectura o transcripción de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel; archivos de uso continuo, clasificación de correspondencia, indexación de asuntos	1000
Contabilidad, audición, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada	1500
Cartografía, estudios, dibujo detallado	2000
Comedores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas	200 *
Policía (ver Servicios del Municipio).	
Residencias.	
Tareas visuales concretas:	
Juegos de mesa	300
Juegos	700
Zonas de obr., frepados	500
Herrillos y superficies de trabajo	500
Lavanderas, platos de ropa, planchas y telas de planchar	500
Salones de lectura, escritura y estudio:	
Libros, revistas, periódicos	300

* Para exámenes metaculosos 500 lux

Escritura a mano, reproducciones, copias malas	700
Pupitres de estudio	700
Lectura de partituras musicales:	
Partituras sencillas	300
Partituras completas	700**
Cuartos de costura:	
Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes	300
Trabajos intermitentes, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2000
Tocadores, maquillajes, alisados (emplazado sobre los espejos y rostros)	500
Taller, bancos de trabajo	700
Alumbrado general:	
Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos	100
Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos	100
Cocina, lavandería, cuartos de baño	300
Restaurantes, cafeterías y bares.	
Comedores:	
De tipo íntimo:	
Con alrededores oscuros	30
Con alrededores claros	100
Para realizar el trabajo de limpieza	200
De tipo general:	
Con alrededores oscuros	150
Con alrededores claros	300
De autoservicio:	
Alrededores normales	500
Alrededores muy iluminados	1000
Cajas	500
Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de	500
Cocinas:	
Inspección, verificación, precios	700
Otras áreas	300
Tiendas.	
Escaparates:	
Alumbrado de día:	
General	2000
Detalle o pormenor	10000
Alumbrado de noche:	
Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
General	1000
Detalle	5000
Distritos principales o de mucha competencia:	
General	2000
Detalle	10000
Interior de las tiendas:	
Zonas de circulación	300
Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:	
Con servicio normal	1000
Con autoservicio	2000
Vitrinas y estanterías:	
Con servicio normal	2000
Con autoservicio	5000
Exposición de detalles:	
Con servicio normal	5000
Con autoservicio	10000

* En los comedores, de 1/3 del nivel luminoso en las zonas iluminadas.
** Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y las instalaciones sobre las líneas se elevan 1500 lux o más.

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Acero (ver Hierro y acero).	
Ajuste (Talleres de).	
Trabajo hecho de fácil visión	300
Trabajo hecho de difícil visión	500
Trabajo medio	1000
Trabajo fino	5000
Trabajo extra fino	10000
Almacenes y bodegas:	
De poca actividad	50
Activos de mucho movimiento:	
Embalaje grueso	100
Embalaje medio	200
Embalaje fino	500
Arcilla (ver Cementos).	
Automóviles (Fábricas de).	
Ajuste del bastidor	500
Línea de montaje y ajuste de chasis	1000
Montaje final e inspección de línea	2000
Fabricación de la carrocería:	
Piezas	700
Acabado e inspección	2000
Aviación. Fábricas de aviones.	
Naves:	
De producción	1000
De inspección	2000
Fabricación de piezas:	
Remachar, soldar y taladrar	700
Cabinas de pintura	1000
Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado; formación y pulido de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores	1000
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes	1000
Montaje final e inspección	1000
Reparación de herramientas	1000
Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones)	1000
Azúcar (Industrias de).	
Departamento de chocolates:	
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar	500
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc	500
Molienda	1000
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado	500
Gelatina y jalea	500
Decoración a mano	1000
Departamento de caramelos:	
Mezclar, cocer, moldear	500
Cortar y seleccionar	1000
Envasar y empaquetar	1000
Azúcar (Refinerías de).	
Dosificación	500
Inspección del color	2000

Bodegas (ver Almacenes y bodegas).	
Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos de).	
Triturado y lavaderos	100
Selección	3000
Cartón (Fábricas de cajas de): Área general	500
Caucho (ver Goma).	
Cementos y derivados de la arcilla.	
Molinos, procesos de filtro	300
Molinos de, lavado y prensado	300
Color y velado, trabajo duro; esmaltado	1000
Color y velado, trabajo fino	3000
Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.	
Auxiliares, habitaciones de lavandería, frentes de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos	200
Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas	100
Plataforma de quemadores	200
Condensadores; áreas de desaeradoras evaporadores y calentadores	100
Habitaciones de control:	
Panel de interruptores (frente vertical):	
Secciones sencillas o dobles frente al operador:	
Tipo A. Habitación de control, centralizado, de gran tamaño. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	500
Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	300
Sección de "duplex" frente al operador	300
Pupitres de trabajo (nivel horizontal)	500
Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex"	100
Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical)	100
Alumbrado de emergencia para todas las áreas.	30
Laboratorio de química	500
Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos	200
Túneles o galerías, tuberías.	100
Zona de turbinas bajo el pavimento	200
Habitación de turbinas	300
Conservas (Fábricas de).	
Clasificación inicial de materias crudas	500
Tomates	1000
Selección de color (cortado)	2000
Preparación:	
Selección preliminar:	
Albaricoques y melocotones	500
Tomates	1000
Aceitunas	1500
Cortado y selección final	1000
Conservado	
Enlatado continuo en cadena	1000
Empaquetado a mano	500
Aceitunas	1000
Examen de envasados	2000
Corte y confección.	
Inspección de paños	20000
Cortado y prensado	3000
Cosido	5000
Electricidad (ver Contratos eléctricas).	
Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).	
Impregnación	500
Aislado, pintado de conductores	1000
Ensayos	1000

Incuadernación.	
Joblar, montar, encolar, etc	700
Cortar, perforar y coser	700
Repujar e inspección	2000
Forja (Talleres de)	500
Fundiciones.	
Templado, limpiado, batido	300
Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio	500
Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino	1000
Desbastado y cepillado	1000
Inspección media	1000
Inspección fina	5000
Moldes, grandes; rellenado y vaciado	500
Moldes medianos	1000
Horno de cúpula	200
Galvanizado	300
Garajes: Automóviles y camiones.	
Servicio de garajes:	
Reparaciones	1000
Zonas de tráfico activo	200
Garajes de aparcamiento:	
Entrada	500
Pistas y rampas	100
Aparcamiento	50
Goma (Mecanizado de artículos del).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado	300
Preparación del tejido, corte y telares	500
Moldeado y selección de productos, calibrado	500
Inspección	2000
Guantes (Fábricas del).	
Prensado y cortado	3000
Máquinas de hacer punto y selección	1000
Cosido e inspección	5000
Harina (Fábricas del).	
Molido, cernido, retinado	500
Empaquetado	300
Control de productos	1000
Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control	300
Hierro y acero (Industria del).	
Interiores abiertos:	
Piso de carga (Fundición)	200
Vagones de colada:	
Pozos de escoria	200
Plataformas de control	300
Zona superior	300
Posarelas elevadas de inspección	100
Mezcladores	300
Calcinado y sangrado	100
Trenes de laminación:	
Lingotes, pilonas, barras calientes y planchas calientes	300
Laminación en frío, barras y planchas	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío	500

Sala de máquinas y motores	300
Inspección:	
Chapas oscuras, chagote, cascajo	1000
Hojalata y otras superficies brillantes	1000
Imprentas.	
Fundición de tipos:	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos	1000
Plantas de impresión:	
Inspección de color y valoración	2000
Composición a máquina, salas de composición.	1000
Prensas	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas	1500
Electrotipia:	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación	1000
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado	500
Fotograbado:	
Grabado al agua fuerte, planchas	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado	1000
Inspección (Trabajos del).	
Ordinario	500
Difícil	1000
Bastante difícil	2000
Muy difícil	5000
Lo más difícil	10000
Lavanderías.	
Lavado	300
Planchado, clasificación y marcado	500
Acabado a máquina y con plancha. Clasificación ..	700
Planchado fino a mano	1000
Madera.	
Trabajos bastos y de banco	300
Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería ..	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado	1000
Manipulado de materiales.	
Empaquetado, embalaje y etiqueta	500
Clasificación y distribución	300
Carga y colocación en camiones	200
Interior de camiones y coches de transporte	100
Metal. Trabajo en metales laminados.	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado	2000
Neumáticos y tubos de goma (Fabricación del).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bortes	500
Máquinas de hacer tubo	500
Fábricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos	300

* Los materiales oscuros o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar más condiciones de contraste favorables.

Neumáticos y tubos de (continuación)	
Neumáticos	500
El plantamiento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos	700
Inspección final: Tubos, neumáticos	2000
Papel (Fabricación de).	
Trabajo de molienda y prensado	300
El trabajo cortado, apilado y máquinas de hacer papel	500
El trabajo de mado, máquinas de cortar e igualar	700
El trabajo de papel, inspección y laboratorios	1000
El trabajo de los	1500
Piel (Elaboración de artículos de).	
El trabajo de curtido y glasado	2000
Clasificación, cortado, acoplado y cosido	3000
Piel (Industrias de la). Cueros.	
Depositos de limpieza, curtido y estirado	300
Curtido, descarnado y estopado	500
Acabado y cosido	1000
Piedras Triturado y cribado.	
Correas transportadoras, espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de recepción	100
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos	100
Cribas	200
Pinturas (Fabricación de).	
General	300
Mezclas comparativas y normales	2000
Pintura (Talleres de).	
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y pulido delicado a mano	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1000
Trabajos extrínsecos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)	3000
Blanqueo y limpiado en seco (ver Tintorerías).	
Productos lácteos: Industrias de la leche.	
Habitación de hervido y almacén de botellas	300
Clasificación de botellas	500
Limpieza de botellas	
Lavado de bidones y equipos de frío	300
Rellenado, inspección	1000
Indicadores, aneles y termómetros (parte vista) ..	500
Laboratorios	1000
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores ..	300
Tanques depósitos:	
Interiores claros	200
Interiores oscuros	1000
Pulido y bruído	1000
Química (Trabajos de).	
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros	300
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores ..	300
Servicio (Áreas de).	
Escaleras, pasillos, ascensores	200
Lavabos y Tocadores	300

* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de faros luminosos de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

Soldadura (Talleres de) (continuación)	
Iluminación general	500
Soldadura manual de arco. Gran precisión	10000
Sombreros (Fábricas de).	
Tinte, enderezado, acondionado, limpieza y refinado	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordado, acabado y planchado	2000
Cosido e inspección	5000
Tabado (Manipulado del).	
Secado, limpieza general	300
Clasificación y apartado	2000
Tahonas.	
Cuarto de mezclas	500
Estanterías (iluminación vertical)	300
Interior del horno (mezcladoras verticales)	500
Cuarto de fermentación	300
Locales restantes:	
Pan	300
Dulces y productos de confitería	500
Horno, pruebas y empaquetado	300
Rellenado y otros ingredientes	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico	500
A mano	1000
Talleres de forja (ver Forja).	
Talleres mecánicos.	
Trabajos bastos de banco y máquina	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruído medio	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruído fino	5000
Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino	10000
Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).	
Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).	
Textiles (Fábricas). Algodón.	
Abrir, mezclar y picar	300
Cardar, estirar, torcer, encamillar, hilar, urdir	500
Confección de piezas de tela:	
Artículos grises	500
Mezcilla	1500
Inspección:	
Artículos grises (girado a mano)	1000
Mezcilla (movimiento rápido)	5000
Estirado automático	1500
Hilado a mano	2000
Tejido	1000
Textiles (Fábricas). Lana y estambre.	
Clasificación	1000
Hilado (en bastidor o máquina): blanco	500
Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado	1000
Trenzado o urdido: blanco	500
Urdido en peine: blanco	1000
Urdido: color	1000
Urdido en peine: color	3000
Trenzado: blanco	300
Trenzado: color	500
Tejido: blanco	1000
Tejido: color	2000

Textiles (Fábricas) (continuación).
Locales para géneros grises:

Almoharra	1500
Alfombras	3000
Telas	700
Acabado, completado, pegado, tratado y secado	500
Tintes	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido	700
Corte	1000
Inspección	2000

Textiles (Fábricas). Seda y rayón.

Fabricación: empapado colorado y acondicionamiento o colocación de líneas	300
Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enderizado:	
Materiales claros	500
Materiales oscuros	2000
Sala de telares (en sus diversas modalidades)	1000
Hilado en peines o sobre alambres en los telares	1000
Tejido	1000

Tintorerías. Planchado y lavado en seco.

Reconocimiento y clasificación	500
Limpieza en seco, húmeda y al vapor	500

Inspección y localización de manchas	5000
Planchado a mano y máquina	1500
Reparaciones y modificaciones	2000

Vidrio (Fábricas de).

Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio	300
Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado	500
Molido fino, pulido y biselado	1000
Inspección, grabado y decorado	2000

Zapaterías. Trabajo en goma.

Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho	300
Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas. Laminado de suelas, forrado y 237, proceso de fabricación y acabado	500
	1000

Zapaterías. Trabajo en material.

Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros	3000
Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y palas, repujado, forrado, laminado, lavado, teñido, alisado, pulido y estampado	2000

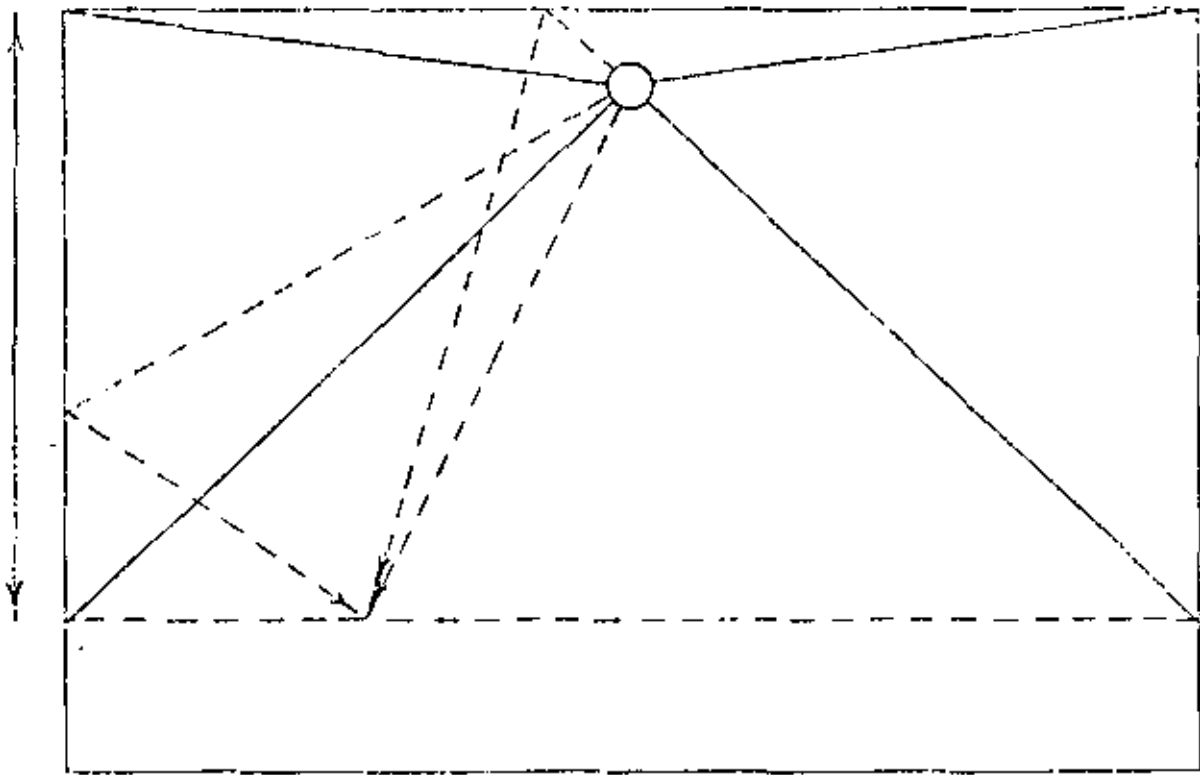
uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

El método de punto por punto lleva en si un cálculo separado de la contribución de cada luminaria a la iluminación total. Por lo general este método se utiliza principalmente para alumbrado público y para alumbrado con proyectores.

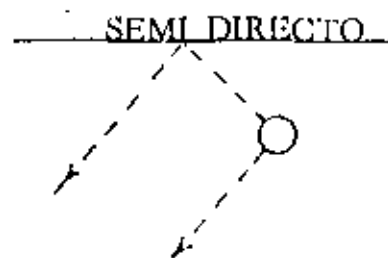
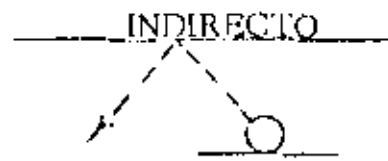
Método de los lúmenes.

Para utilizar este método en la resolución de un problema de alumbrado deberá seguirse la siguiente secuencia:

- i Determinar el nivel requerido de iluminación. - De acuerdo a las tablas existentes, deberá determinarse el nivel de iluminación mínimo para el trabajo específico que se vaya a realizar.
- ii Seleccionar el sistema de alumbrado y las luminarias. - Los sistemas de alumbrado se clasifican de la siguiente manera:
 - ° directo
 - ° semidirecto
 - ° general difuso o directo-indirecto.



Plano de trabajo.



- ° semi-Indirecto
- ° indirecto.

Por lo general, las oficinas quedan mejor iluminadas utilizándose, ya sea un sistema indirecto, un semi-indirecto o un directo-indirecto. En la industria general se utiliza el sistema directo o el semi-directo y las áreas comerciales pueden usar cualquier tipo de alumbrado o combinación de sistemas. La instalación del mejor sistema dependerá de las tareas visuales a realizar y de las características del área por iluminar.

- iii Determinar el coeficiente de utilización.- El coeficiente de utilización es la relación del flujo luminoso que llega al plano de trabajo sobre el total del flujo generado por las lámparas. Es un factor que tiene en cuenta la eficiencia y distribución de las luminarias, su altura de montaje, las dimensiones del local y la reflexión de las paredes, techos y suelos.

Los locales se clasifican con relación a su forma en diez grupos, cada uno de los cuales es identificado con una letra conocida bajo el nombre de índice del local. Los In-

indices del local para una amplia gama de dimensiones se proporcionan en las tablas que se anexan.

La clasificación de los índices del local están basados en las relaciones entre las dimensiones de las habitaciones - las que se calculan de la forma siguiente:

Para luminarias directas, semi-directas, directa-indirecta y general difusa:

$$RL = \frac{A \times L}{H \times (A + L)}$$

Para luminarias semi-indirectas e indirectas:

$$RL = \frac{3 \times A \times L}{2 \times H \times (A + L)}$$

donde:

RL.- Relación del local

A.- Ancho del local

L.- Largo del local

H.- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación -

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)



Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros													
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto													
		2,75	3,20	3,65	4,10	4,55	5,00	5,50	6,40	7,30	8,25	10,05	11,90	14,65	19,20
		Altura de montaje sobre el suelo en metros													
		Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso													
		2,15	2,45	2,75	3,05	3,35	3,65	3,95	4,65	5,20	5,80	7,00	8,25	10,05	13,10
2,45	3,05	H	I	J	J	J	J	J							
	3,65	H	I	J	J	J	J	J							
	4,26	G	H	I	J	J	J	J							
	4,87	G	H	I	J	J	J	J							
	5,48	G	H	I	J	J	J	J	J						
	6,10	G	H	I	J	J	J	J	J	J					
	7,30	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J				
	9,15	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J			
	10,65	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J		
	12,20	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
3,05	3,05	H	I	J	J	J	J	J							
	3,65	H	I	J	J	J	J	J							
	4,26	G	H	I	J	J	J	J							
	4,87	F	H	I	J	J	J	J							
	5,48	F	H	I	J	J	J	J							
	6,10	F	H	H	I	J	J	J	J						
	7,30	F	H	H	I	J	J	J	J	J					
	9,15	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J				
	10,65	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J			
	12,20	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J		
3,65	3,05	C	H	I	J	J	J	J							
	4,26	F	G	H	I	J	J	J							
	4,87	F	G	H	I	J	J	J							
	5,48	F	G	H	I	J	J	J							
	6,10	F	G	H	I	J	J	J							
	7,30	F	G	H	H	I	J	J	J						
	9,15	F	C	H	I	J	J	J	J	J					
	10,65	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J				
	12,20	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J			
	15,25	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J		
4,25	4,26	F	G	H	I	J	J	J							
	4,87	F	G	H	I	J	J	J							
	5,48	F	G	H	I	J	J	J							
	6,10	F	G	H	I	J	J	J							
	7,30	F	G	H	H	I	J	J	J						
	9,15	F	C	H	I	J	J	J	J	J					
	10,65	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J				
	12,20	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J			
	15,25	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J		
	18,30	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
4,85	4,87	F	G	H	I	J	J	J							
	5,48	F	G	H	I	J	J	J							
	6,10	F	G	H	I	J	J	J							
	7,30	F	G	H	H	I	J	J	J						
	9,15	F	C	H	I	J	J	J	J	J					
	10,65	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J				
	12,20	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J			
	15,25	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J		
	18,30	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
	21,35	F	C	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
5,50	5,48	E	F	F	G	H	I	J							
	6,10	D	E	F	F	G	H	I							
	7,30	D	E	F	F	G	H	I							
	9,15	D	E	F	F	G	H	I							
	10,65	D	E	F	F	G	H	I							
	12,20	D	E	F	F	G	H	I							
	15,25	D	E	F	F	G	H	I							
	18,30	D	E	F	F	G	H	I							
	21,35	D	E	F	F	G	H	I							
	24,40	D	E	F	F	G	H	I							

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros															
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto															
		2,75	3,20	3,65	4,10	4,55	5,00	5,50	6,40	7,30	8,25	10,05	11,90	14,65	19,20	23,75	28,35
Altura de montaje sobre el suelo en metros																	
Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso																	
		2,15	2,45	2,75	3,05	3,35	3,65	3,95	4,55	5,20	5,80	7,00	8,25	10,05	13,10	16,15	19,20
6,10	6,10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J					
	7,30	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J					
	9,15	D	E	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J				
	10,65	C	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J			
	12,20	C	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J		
	15,25	C	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	
	18,30	C	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J
	21,35	C	D	E	F	F	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J
7,30	7,30	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J			
	9,15	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J			
	10,65	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J		
	12,20	C	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
	18,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
	21,35	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
	24,40	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
9,15	9,15	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J		
	10,65	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J		
	12,20	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
	18,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	J	J	J	J
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	27,45	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
10,65	10,65	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	
	12,20	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	
	15,25	B	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	
	18,30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	27,45	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
12,20	12,20	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	15,25	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	18,30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	27,45	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
	33,55	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	J	J	J	J
15,25	15,25	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	18,30	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	21,35	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	24,40	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	27,45	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	30,50	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	33,55	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
	36,60	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H
18,30	18,30	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	21,35	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	24,40	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	27,45	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	30,50	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	33,55	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	36,60	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
	39,65	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G
24,40	24,40	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	27,45	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	30,50	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	33,55	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	36,60	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	39,65	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	42,70	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
	45,75	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G
30,50	30,50	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	33,55	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	36,60	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	39,65	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	42,70	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	45,75	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	48,80	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
	51,85	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F
36,60	36,60	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	39,65	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	42,70	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	45,75	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	48,80	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	51,85	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	54,90	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F
	57,95	A	A	A	A	A	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F

del local y las tablas de coeficiente de utilización se basan en el valor en el punto central de cada una de estas relaciones.

VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

Relación del local



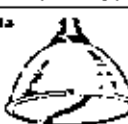

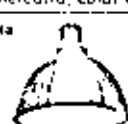





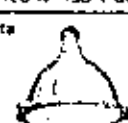



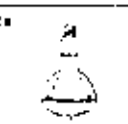

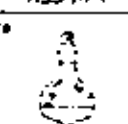

Indice del local	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	1.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00











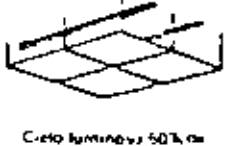

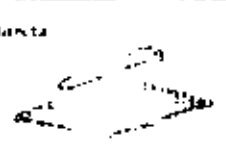
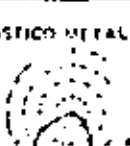

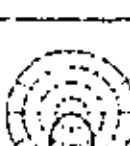
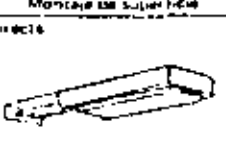

La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el indice del local y por la reflectancia - adecuada en las superficies de la habitación.

Las reflexiones recomendadas, en por ciento, se anotan en la siguiente tabla.

⊗ Coeficientes de Utilización

Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas (módulo)	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo		70%		50%		30%		
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
					Indice UCA	Coeficiente de utilización							
Incandescentes	Directa		0.1 - 0.79	1.3 x Altura de montaje	300-150 W Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.55	J: 0.30 I: 0.40 H: 0.47 G: 0.54 F: 0.61 E: 0.67 D: 0.71 C: 0.74 B: 0.76 A: 0.77	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75	0.27 0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.71 0.74 0.76 0.77	0.28 0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.71 0.74 0.76 0.77	0.25 0.33 0.41 0.49 0.57 0.62 0.67 0.71 0.74 0.76	0.76 0.86 0.93 1.00 1.05 1.10 1.15 1.20 1.24 1.27	0.75 0.85 0.91 0.95 0.98 1.01 1.04 1.07 1.10 1.13
	Directa		0.1 - 0.71	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.60 Medio 0.53 Malo 0.33 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J: 0.43 I: 0.52 H: 0.58 G: 0.64 F: 0.69 E: 0.73 D: 0.77 C: 0.80 B: 0.83 A: 0.87	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.41 0.50 0.57 0.64 0.69 0.73 0.77 0.80 0.83 0.87	0.47 0.57 0.64 0.70 0.75 0.80 0.84 0.87 0.90 0.93	0.43 0.53 0.62 0.70 0.76 0.81 0.85 0.89 0.92 0.95	0.32 0.41 0.51 0.60 0.68 0.76 0.83 0.91 0.98 1.05	0.30 0.40 0.48 0.56 0.64 0.72 0.80 0.88 0.95 1.02	
	Directa		0.1 - 0.70	0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J: 0.45 I: 0.52 H: 0.57 G: 0.61 F: 0.64 E: 0.67 D: 0.69 C: 0.70 B: 0.72 A: 0.73	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.72 0.80 0.88 0.93 0.98 1.03 1.08 1.13 1.18 1.23	0.52 0.60 0.67 0.73 0.78 0.83 0.88 0.93 0.98 1.03	0.50 0.57 0.64 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00	0.40 0.48 0.56 0.64 0.72 0.80 0.88 0.95 1.02 1.10	0.40 0.48 0.56 0.64 0.72 0.80 0.88 0.95 1.02 1.10	
	Directa		0.1 - 100	1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J: 0.50 I: 0.62 H: 0.70 G: 0.77 F: 0.82 E: 0.88 D: 0.93 C: 0.98 B: 0.99 A: 0.99	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.45 0.53 0.61 0.70 0.78 0.87 0.96 1.05 1.14 1.23	0.45 0.53 0.61 0.70 0.78 0.87 0.96 1.05 1.14 1.23	0.41 0.51 0.60 0.69 0.78 0.87 0.96 1.05 1.14 1.23	0.41 0.51 0.60 0.69 0.78 0.87 0.96 1.05 1.14 1.23	
	Directa		0.1 - 100	0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J: 0.66 I: 0.75 H: 0.80 G: 0.85 F: 0.88 E: 0.93 D: 0.96 C: 0.98 B: 1.00 A: 1.01	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.62 0.71 0.76 0.81 0.85 0.89 0.93 0.97 1.01 1.05	0.62 0.71 0.76 0.81 0.85 0.89 0.93 0.97 1.01 1.05	0.59 0.68 0.77 0.86 0.95 1.04 1.13 1.22 1.31 1.40	0.59 0.68 0.77 0.86 0.95 1.04 1.13 1.22 1.31 1.40	
	Vapor de mercurio	Directa		0.1 - 0.77	1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.68	J: 0.38 I: 0.47 H: 0.53 G: 0.58 F: 0.63 E: 0.68 D: 0.71 C: 0.72 B: 0.73 A: 0.77	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.34 0.41 0.48 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.84 0.89	0.34 0.41 0.48 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.84 0.89	0.30 0.37 0.44 0.51 0.57 0.64 0.70 0.76 0.82 0.88	0.30 0.37 0.44 0.51 0.57 0.64 0.70 0.76 0.82 0.88
		Directa		0.1 - 0.75	0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J: 0.46 I: 0.54 H: 0.59 G: 0.63 F: 0.66 E: 0.69 D: 0.71 C: 0.73 B: 0.75 A: 0.76	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.41 0.48 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.84 0.89 0.94	0.41 0.48 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.84 0.89 0.94	0.37 0.44 0.51 0.57 0.64 0.70 0.76 0.82 0.88 0.94	0.37 0.44 0.51 0.57 0.64 0.70 0.76 0.82 0.88 0.94
		Directa		0.1 - 0.77	0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J: 0.51 I: 0.58 H: 0.62 G: 0.66 F: 0.69 E: 0.72 D: 0.74 C: 0.75 B: 0.77 A: 0.78	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.48 0.55 0.62 0.68 0.74 0.80 0.86 0.91 0.96 1.01	0.48 0.55 0.62 0.68 0.74 0.80 0.86 0.91 0.96 1.01	0.44 0.51 0.57 0.64 0.70 0.76 0.82 0.88 0.94 1.00	0.44 0.51 0.57 0.64 0.70 0.76 0.82 0.88 0.94 1.00
		Directa		0.1 - 0.77	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J: 0.39 I: 0.48 H: 0.53 G: 0.58 F: 0.63 E: 0.67 D: 0.70 C: 0.72 B: 0.74 A: 0.77	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.36 0.44 0.51 0.58 0.65 0.71 0.77 0.83 0.89 0.95	0.36 0.44 0.51 0.58 0.65 0.71 0.77 0.83 0.89 0.95	0.32 0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.85 0.91	0.32 0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.85 0.91
		Directa		0.1 - 0.77	1.7 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J: 0.48 I: 0.53 H: 0.58 G: 0.63 F: 0.67 E: 0.70 D: 0.72 C: 0.74 B: 0.75 A: 0.77	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74 0.74	0.44 0.51 0.58 0.65 0.71 0.77 0.83 0.89 0.95 1.01	0.44 0.51 0.58 0.65 0.71 0.77 0.83 0.89 0.95 1.01	0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.85 0.91 0.97	0.40 0.47 0.54 0.61 0.67 0.73 0.79 0.85 0.91 0.97

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Referencias								
					Techo		70%		50%		30%		
					Paralelo	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho. 700 ó 1000 w. Vapor. merc. color gris.		0.9 = Altura de montaje	Buena 0.68 Medio 0.63 Mala 0.58	J	0.50	0.47	0.45	0.50	0.47	0.45	0.47	0.45
	Directa  Aluminio grandes alturas con cristal. 700 ó 1000 w. Vapor mercurio. color colorado.		0.9 = Altura de montaje	Buena 0.75 Medio 0.72 Mala 0.68	J	0.45	0.42	0.40	0.44	0.47	0.40	0.42	0.40
	Directa  Ventilada para bajas alturas 400 w H33-1 GL C		1.2 = Altura de montaje	Buena 0.73 Medio 0.68 Mala 0.63	J	0.35	0.32	0.29	0.35	0.31	0.29	0.31	0.29
	Directa  Ventilada de porcelana para bajas alturas 400 w H33-1 GL C		1.5 = Altura de montaje	Buena 0.73 Medio 0.68 Mala 0.63	J	0.34	0.30	0.27	0.34	0.30	0.27	0.30	0.27
	Directa  Impermeable para bajas alturas 400 w H33-1 GL C		1.5 = Altura de montaje	Buena 0.75 Medio 0.72 Mala 0.68	J	0.37	0.34	0.31	0.37	0.34	0.31	0.34	0.31
	Directa  Impermeable para bajas alturas 400 w H33-1 GL C		0.5 = Altura de montaje	Buena 0.75 Medio 0.72 Mala 0.68	J	0.42	0.40	0.39	0.42	0.40	0.39	0.40	0.39
	Directa  Impermeable para bajas alturas 400 w H34 120V H30-150V		0.7 = Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.67 Mala 0.63	J	0.34	0.31	0.29	0.34	0.31	0.29	0.31	0.29
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz ancho. 400 w H33-1 F V		1.3 = Altura de montaje	Buena 0.80 Medio 0.75 Mala 0.70	J	0.39	0.37	0.35	0.39	0.37	0.35	0.37	0.35
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz medio. 400 w H33-1 H S		0.8 = Altura de montaje	Buena 0.80 Medio 0.75 Mala 0.70	J	0.40	0.40	0.39	0.40	0.40	0.39	0.40	0.39

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas interiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo			Paredes			Suelo			
					50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	
					Indice local									Coeficiente de utilización
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas de 1.20 o 7.40 m. Montaje de superficie		1.4 x Altura de montaje	Buena 0.75 Medio 0.65 Mala 0.58	J	0.27	0.21	0.17	0.27	0.21	0.17	0.22	0.20	0.17
	Directa  2 lámparas empotradas con vidrio plano esmerado		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.26	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20	0.25	0.22	0.20
	Directa  2 lámparas empotradas con rejilla difusora de plástico de 45°		1.0 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.19	0.24	0.21	0.18
	Directa  4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 30°		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.27	0.23	0.21	0.27	0.23	0.21	0.26	0.23	0.21
	Directa  8 lámparas empotradas con plástico		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.19	0.25	0.22	0.19
	Directa  Cielo luminoso 50% de transmisión y 80 % de reflexión en la cavidad			Buena 0.65 Medio 0.55 Mala 0.45	J	0.27	0.23	0.20	0.26	0.22	0.19	0.25	0.22	0.19
	Directa  Techo con rejilla difusora y una de 45°, 20% de reflexión en la cavidad		PLASTICO METAL	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.55	J	0.23	0.19	0.16	0.20	0.23	0.21	0.20	0.26	0.24
	Directa  3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 45° Montaje en superficie		1.1 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.22	0.19	0.17	0.22	0.19	0.17	0.22	0.19	0.17
	Directa  3 lámparas con plástico Montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.19	0.16	0.14	0.19	0.16	0.14	0.19	0.16	0.14

G Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas (métricas)	Factor de Mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80°			70°			50°		
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%		
					Índice local	Coeficiente de utilización										
Fluorescente	Directa 2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.7 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.31 0.27 0.24 0.27 0.23 0.20 0.42 0.37 0.31 0.46 0.42 0.37 0.50 0.45 0.40 0.54 0.49 0.44 0.58 0.53 0.48 0.61 0.56 0.51 0.62 0.57 0.52	0.30 0.26 0.23 0.37 0.33 0.29 0.41 0.37 0.34 0.45 0.41 0.38 0.50 0.45 0.41 0.54 0.50 0.46 0.57 0.54 0.50 0.59 0.57 0.54 0.61 0.59 0.57	0.20 0.18 0.23 0.26 0.23 0.27 0.34 0.31 0.36 0.39 0.36 0.41 0.43 0.40 0.45 0.48 0.45 0.50 0.51 0.49 0.53 0.53 0.51 0.55 0.54 0.52 0.56	0.20 0.25 0.23 0.26 0.32 0.29 0.40 0.35 0.33 0.43 0.40 0.36 0.46 0.43 0.40 0.50 0.47 0.45 0.54 0.52 0.50 0.57 0.55 0.53 0.58 0.56 0.55							
	Directa 4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.1 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.28 0.24 0.20 0.24 0.20 0.17 0.39 0.34 0.31 0.41 0.37 0.34 0.44 0.40 0.36 0.47 0.43 0.40 0.50 0.47 0.44 0.51 0.48 0.45 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.49	0.28 0.24 0.20 0.35 0.31 0.27 0.47 0.43 0.39 0.49 0.45 0.41 0.52 0.48 0.44 0.55 0.52 0.48 0.57 0.54 0.50 0.59 0.56 0.53 0.60 0.57 0.54	0.27 0.24 0.20 0.32 0.28 0.25 0.36 0.32 0.29 0.39 0.35 0.32 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.48 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.52 0.50 0.48 0.53 0.51 0.49	0.27 0.24 0.20 0.32 0.28 0.25 0.37 0.33 0.29 0.40 0.36 0.33 0.43 0.39 0.36 0.46 0.43 0.40 0.49 0.47 0.45 0.51 0.49 0.47 0.53 0.51 0.49 0.55 0.53 0.50							
	Directa 2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lato de plástico montaje de superficie		1.2 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.23 0.20 0.23 0.20 0.16 0.37 0.33 0.29 0.41 0.37 0.33 0.44 0.40 0.36 0.48 0.44 0.41 0.51 0.47 0.44 0.53 0.50 0.47 0.55 0.53 0.50 0.57 0.55 0.52	0.27 0.23 0.20 0.32 0.28 0.25 0.36 0.32 0.29 0.40 0.36 0.33 0.43 0.39 0.36 0.47 0.43 0.40 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.46 0.54 0.52 0.49 0.56 0.54 0.52	0.20 0.23 0.20 0.26 0.23 0.25 0.30 0.27 0.29 0.35 0.31 0.29 0.40 0.36 0.35 0.45 0.42 0.39 0.49 0.45 0.44 0.52 0.49 0.46 0.54 0.52 0.49 0.56 0.54 0.50	0.20 0.25 0.23 0.26 0.32 0.29 0.35 0.31 0.29 0.39 0.35 0.32 0.42 0.38 0.35 0.45 0.42 0.39 0.48 0.45 0.42 0.50 0.47 0.45 0.52 0.50 0.48 0.54 0.52 0.50							
	General Difusa 2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 35° x 45° suspendida y con lados de plástico		1.5 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.19 0.16 0.22 0.26 0.22 0.38 0.32 0.28 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.38 0.56 0.47 0.45 0.60 0.54 0.51 0.64 0.58 0.54 0.68 0.64 0.59 0.71 0.67 0.63	0.24 0.19 0.16 0.31 0.25 0.22 0.36 0.31 0.26 0.42 0.38 0.37 0.46 0.41 0.36 0.52 0.47 0.43 0.59 0.51 0.47 0.65 0.55 0.51 0.69 0.59 0.56 0.76 0.67 0.63	0.22 0.18 0.15 0.28 0.24 0.20 0.33 0.28 0.25 0.37 0.33 0.29 0.41 0.35 0.33 0.46 0.41 0.36 0.51 0.45 0.42 0.55 0.51 0.48 0.61 0.54 0.51 0.66 0.58 0.55	0.22 0.28 0.20 0.28 0.34 0.25 0.33 0.28 0.25 0.37 0.33 0.29 0.41 0.35 0.33 0.46 0.41 0.36 0.51 0.45 0.42 0.55 0.51 0.48 0.61 0.54 0.51 0.66 0.58 0.55							
	Semidirecta 4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico		1.4 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.19 0.16 0.20 0.25 0.21 0.36 0.30 0.26 0.41 0.35 0.31 0.46 0.40 0.35 0.52 0.45 0.42 0.57 0.51 0.47 0.60 0.55 0.50 0.64 0.60 0.56 0.67 0.63 0.60	0.23 0.18 0.16 0.29 0.24 0.20 0.34 0.29 0.25 0.39 0.33 0.30 0.43 0.39 0.33 0.49 0.43 0.39 0.54 0.48 0.44 0.58 0.51 0.47 0.63 0.56 0.52 0.67 0.62 0.60	0.21 0.17 0.15 0.26 0.22 0.19 0.30 0.26 0.23 0.34 0.30 0.27 0.37 0.33 0.30 0.42 0.38 0.34 0.47 0.41 0.39 0.51 0.47 0.44 0.55 0.51 0.48 0.61 0.54 0.51	0.21 0.27 0.19 0.27 0.33 0.25 0.32 0.28 0.25 0.36 0.32 0.29 0.39 0.35 0.32 0.44 0.41 0.36 0.49 0.43 0.41 0.53 0.49 0.47 0.58 0.54 0.51 0.63 0.58 0.55							
	Semidirecta 4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y tardo de plástico		1.5 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J I H G F E D C B A	0.16 0.11 0.07 0.21 0.15 0.12 0.26 0.20 0.16 0.32 0.25 0.20 0.36 0.30 0.24 0.42 0.36 0.31 0.46 0.40 0.36 0.50 0.44 0.40 0.54 0.50 0.46 0.57 0.53 0.50	0.15 0.10 0.06 0.19 0.15 0.12 0.23 0.19 0.15 0.28 0.23 0.19 0.33 0.26 0.22 0.38 0.33 0.27 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.36 0.48 0.44 0.41 0.51 0.46 0.44	0.12 0.08 0.06 0.16 0.12 0.09 0.19 0.15 0.12 0.23 0.18 0.15 0.26 0.21 0.18 0.29 0.25 0.22 0.32 0.27 0.25 0.34 0.31 0.29 0.37 0.34 0.32 0.39 0.36 0.34	0.06 0.08 0.06 0.12 0.16 0.12 0.15 0.19 0.15 0.19 0.23 0.19 0.22 0.26 0.22 0.25 0.29 0.25 0.27 0.32 0.29 0.29 0.34 0.31 0.31 0.37 0.34 0.33 0.39 0.36							
	Indirecta Moldura sin reflector		Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores a las lámparas fluorescentes aumentará el porcentaje de utilización del 5 al 10 por 100.		Buena 0.60 Medio 0.50 Mala 0.40	J I H G F E D C B A	0.11 0.09 0.06 0.15 0.12 0.10 0.18 0.15 0.12 0.22 0.18 0.16 0.25 0.21 0.19 0.28 0.26 0.22 0.33 0.30 0.26 0.35 0.32 0.30 0.36 0.34 0.32 0.39 0.36 0.36	0.07 0.07 0.06 0.13 0.10 0.09 0.16 0.13 0.10 0.20 0.16 0.14 0.23 0.19 0.17 0.25 0.22 0.20 0.28 0.26 0.24 0.31 0.28 0.26 0.32 0.30 0.28 0.35 0.34 0.32	0.07 0.05 0.04 0.09 0.07 0.06 0.10 0.09 0.07 0.11 0.10 0.10 0.13 0.11 0.11 0.15 0.13 0.11 0.17 0.15 0.14 0.20 0.19 0.17 0.21 0.20 0.19 0.22 0.21 0.20	0.04 0.05 0.04 0.06 0.07 0.06 0.07 0.07 0.06 0.08 0.08 0.07 0.10 0.09 0.08 0.12 0.11 0.11 0.14 0.13 0.12 0.16 0.15 0.14 0.17 0.17 0.16 0.19 0.18 0.17						
	Directa Una lámpara PAR 38, 150 w. difusora. Visera de 45° emisión luminosa total, 1730 lumens		0.7 m Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J I H G F E D C B A	0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.58 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.62 0.60 0.59 0.63 0.62 0.60 0.64 0.63 0.61 0.65 0.64 0.63 0.66 0.65 0.64 0.66 0.66 0.65	0.50 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.58 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.62 0.60 0.59 0.63 0.62 0.60 0.63 0.62 0.61 0.64 0.63 0.63 0.65 0.64 0.63 0.66 0.65 0.64	0.52 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.57 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.61 0.59 0.58 0.62 0.61 0.60 0.63 0.62 0.61 0.63 0.63 0.63 0.64 0.64 0.63 0.64 0.64 0.64	0.51 0.51 0.49 0.56 0.54 0.53 0.57 0.56 0.55 0.60 0.58 0.57 0.61 0.59 0.58 0.62 0.61 0.60 0.63 0.62 0.61 0.63 0.63 0.63 0.64 0.64 0.63 0.64 0.64 0.64							
	Indirecta Watts lúmenes: 300 5360 500 9310 750 14600 Aro concentrador con lámpara de ampolleta prelevada		1.5 m Altura de montaje	300-750 W Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.55	J I H G F E D C B A	0.13 0.07 0.04 0.18 0.11 0.07 0.23 0.15 0.10 0.28 0.20 0.15 0.33 0.25 0.19 0.40 0.32 0.26 0.45 0.38 0.32 0.49 0.42 0.37 0.54 0.50 0.47 0.58 0.53 0.48	0.17 0.07 0.04 0.16 0.10 0.06 0.20 0.14 0.09 0.25 0.18 0.13 0.29 0.22 0.17 0.35 0.28 0.23 0.38 0.33 0.28 0.43 0.37 0.32 0.47 0.43 0.38 0.50 0.46 0.43	0.10 0.06 0.04 0.13 0.08 0.05 0.16 0.11 0.07 0.19 0.14 0.10 0.22 0.16 0.12 0.26 0.20 0.16 0.29 0.24 0.20 0.31 0.26 0.23 0.34 0.31 0.28 0.36 0.33 0.30	0.04 0.06 0.04 0.05 0.08 0.05 0.07 0.07 0.06 0.09 0.09 0.07 0.11 0.10 0.10 0.13 0.12 0.11 0.15 0.14 0.14 0.17 0.17 0.16 0.19 0.18 0.17 0.21 0.20 0.19							

REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

Superficie	Oficinas	Plantas Industriales	Escuelas	Residencias	Hospitales
Techo	80-92	80-90	70-90	60-90	80-92
Paredes	40-60	40-60	40-60	35-60	40-60
Piso	21-39	Mínimo 20	30-50	15-35	20-40

iv. - Estimar el factor de conservación. - En el funcionamiento de cualquier sistema de alumbrado hay tres elementos de conservación que son variables y que afectan a la cantidad de luz obtenida del sistema:

- ° Pérdida en la emisión luminosa de la lámpara. La emisión luminosa media a lo largo de la vida de la lámpara es de 10 a 25% más baja que la inicial. El valor de esta disminución depende del tamaño.
- ° Pérdida debida a la acumulación de suciedad sobre la superficie reflectora o transmisora de la iluminaria y sobre las propias lámparas.
- ° Pérdida de luz reflejada debida a la acumulación de suciedad por las paredes y techos.

En las tablas de coeficientes de utilización que se mencionaron con anterioridad, los factores de conservación que

se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculadas para tres condiciones definidas, que son las si--guientes:

- ° Factor de mantenimiento bueno. - Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se lim--pian frecuentemente y las lámparas se reponen por el sistema de sustitución en grupos.
- ° Factor de mantenimiento medio. - Cuando existen condiciones atmosféricas menos limpias, la limpieza de - la luminaria no es frecuente y sólo se sustituyen las --lámparas cuando se funden.
- ° Factor de mantenimiento malo. Cuando la atmósfera - es bastante sucia y la instalación tiene una conserva---ción deficiente.

v. - Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas.

El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N \text{ La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times FC}$$

$$N \text{ Lu} = \frac{N \text{ La}}{L \text{ L}}$$

donde:

- N La. - Número de lámparas
- E. - Nivel de iluminación en luxes
- S. - Superficie en metros cuadrados
- I. - Intesidad luminosa en lúmenes
- CU. - Coeficiente de utilización
- FC. - Factor de conservación
- N Lu. - Número de luminarias
- L L. - Lámparas por luminaria.

vi. - Determinar el emplazamiento de las luminarias. - El emplazamiento de las luminarias, depende en general de la arquitectura y dimensiones de la habitación, posición de las salidas existentes, tipo de luminarias, etc.

En las tablas mencionadas de coeficiente de utilización se tiene la columna "distancia entre lámparas inferior a" -- que proporciona las relaciones máximas permitidas entre la distancia entre lámparas y la altura de montaje, sobre el plano de trabajo, para los distintos tipos de lumina---rias. En la mayor parte de los casos, es necesario colocar las luminarias más próximas unas a otras, de lo - que estas relaciones máximas determinen. Con relación

a los equipos fluorescentes es recomendable que sean montados en líneas continuas.

Ejemplo:

Se tiene una oficina de 18.30 metros de ancho por 30.50 metros de largo y con una altura de su techo de 4.00 metros. La reflexión del techo es de 80% y la de las paredes de 50%, con una buena conservación de luz para las luminarias y superficie de la habitación.

De acuerdo con el orden mencionado para efectuar el cálculo de alumbrado analizaremos este ejemplo.

- i.- De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación recomendados, para una oficina de este tipo nos marca, de acuerdo con el I.E.S. 1000 luxes y con el S.M.I.I. 600 luxes. Trabajaremos con el valor recomendado por I.E.S. de 1000 luxes.
- ii.- Se seleccionan luminarias fluorescentes de 4 x 40 W. de arranque rápido del tipo semi-indirecto y rejilla inferior montados a 0.61 metros por debajo del techo.
- iii.- De acuerdo con la tabla de índice del local, para este ca

Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.

Watts	Bulbo	Acabado	Base	Longitud máxima total (mm)	Filamento	Vida normal media (horas)	Flujo luminoso inicial (lúmenes)	Flujo luminoso medio (lúmenes)
25	A-19	Mat. int.	Media	100	C-9	1000	265	—
40	T-19	Blanco	Media	112	C-9	1350	420	—
60	T-19	Blanco	Media	112	CC-6	1350	785	—
75	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1085	—
100	T-12	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1535	—
50	T-21	Blanco	Media de 3 contact.	150	2CC-6	1350	595	—
100							1435	—
150							2030	—
100	PS-25	Blanco	Mogul de 3 contact.	173	2CC-6	1000	1500	—
200							3500	—
300							5000	—
150	T-21	Blanco	Media	160	CC-6	1350	2380	—
200	A-25	Blanco	Media	176	CC-6	750	3800	3500
		Mat. int. Claro						
300	PS-30	Mat. int. o Claro	Media	204	C-8	750	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9650
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15000
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7A	1000	33300	27000

⊕ Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
Proyectoras (3)								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR-46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR-46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
Reflectoras								
30	R-20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R-30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R-30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R-40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4)R-40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4)R-40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4)R-40	Media	165	115	2600	3700	2500	Extensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	35	3100	6500	22000	Intensiva
500	(3)R-40	Mogul	184	115	5400	6500	4800	Extensiva
500	R-57	Mogul	305	70	—	7850	—	Estrecha
500	R-52	Mogul	298	120	—	7850	—	Ancha
750	R-57	Mogul	305	70	—	12700	—	Estrecha
750	R-52	Mogul	298	120	—	12700	—	Ancha
1000	R-57	Mogul	305	70	—	17500	—	Estrecha



(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5° .

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media rascada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.

(1) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes) (3)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes) (4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida
Pre calentamiento								
4-W T-5 6"	Miniatur. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniatur. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	200
8-W T-5 12"	Miniatur. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniatur. Biclav.	0.160	95	176	740	765	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	46	110	680	705	590	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90-W T-17 60" (5)	Moquí Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
Precl. - Arranque Rápido								
40-W T-12 48" (5) (6)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
Arranque Rápido								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
Alta Emisión (7)								
24" T-12 30-W	Retr. D.C. (11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
Muy Alta Emisión (Super HI) (7) (8)								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	6900	—	5800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	9100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12600	—
Circular (7)								
22-W T-9 8 1/2" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	795
32-W T-10 12" OD	Cuatro Clav.	0.430	80	205	1750	1830	1450	1500
40-W T-10 16" OD	Cuatro Clav.	0.415	108	205	2450	2530	2070	2120
Arranque Instantáneo (9)								
40-W T-12 48"	Media Biclav.	0.425	104	385	2700	2750	2400	2450
40-W T-17 60"	Moquí Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
"Slimline" (10)								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 28.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 50-W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3760
96" T-12 70.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	505	5800	5950	5200	5320

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo. IT indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada, excepto los a normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 10°C. o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de pre calentamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínimo de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25°C. y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "Blanca Fría" por los siguientes factores: alta blanca, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.94; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.66; rojo 0.96.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 85 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

(6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al día servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.

(8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos métodos de reactancias.

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA, y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retraítil de doble contacto".

⊕ Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

Tipo de Lámpara	Tipo de Cebador	110 - 125 Volts			240 - 280 Volts		
		Sencillas	Dobles		Sencillas	Dobles	
			Tipo Serie	Tipo Lead-Lag		Tipo Serie	Tipo Lead-Lag
Pre calentamiento							
48" T-12 40W (2)	FC-4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC-85	21	—	30	—	—	40
Arranque rapido							
48" T-12 40W (2)	Corriente 430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
"Slimline"							
48" T-12 38,5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73.5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
Alta Emisión							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	118 (3)	205 (3)	—
96" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
Muy Alta Emisión							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia

(2) Con lámparas de Pre calentamiento-Arranque rápido

(3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el

consumo de la reactancia

Designación ASA	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes a las 100 h.)	(1) Flujo Luminoso Medio (Lúmenes)
100 Watts								
H38-4 CS	C-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Intensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 JM	E-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Extensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 HT	L-H4-LG	BT-25	Clara	28	187	127	3650	2960
H38-4 JA/C	M-H4-LG	BT-25	Bianca Normal	28	187	127	3350	2580
H38-4 JA/W	M-H4/SW-LG	BT-25	Bianca de Alta Emisión	28	187	127	4000	2840
175 Watts								
H39-22 KB	A-H7-LG	BT-28	Clara	51	211	127	7800	6700
H39-22 KC/C	B-H7-LG	BT-28	Bianca Normal	51	211	127	7500	6350
H39-22 KC/W	B-H7/SW-LG	BT-28	Bianca de Alta Emisión	51	211	127	8050	6500
250 Watts								
H37-5 KB	C-H5-LG	BT-28	Clara	54	211	127	12000	10300
H37-5 KC/C	D-H5-LG	BT-28	Bianca Normal	54	211	127	11500	9650
H37-5 KC/W	D-H5/SW-LG	BT-28	Bianca de Alta Emisión	54	211	127	13000	10300
H37-5 KC/X	D-H5/X-LG	BT-28	Bianca de Lujo	54	211	127	8600	6950
400 Watts (2)								
H33-1 CD	E-H1-LG	BT-37	Clara	70	292	177	21500	18000
H33-1 GL/C	J-H1-LG	BT-37	Bianca Normal	70	292	177	2100	18200
H33-1 GL/W	J-H1/SW-LG	BT-37	Bianca de Alta Emisión	70	292	177	24000	19700
H33-1 GL/X	J-H1/X-LG	BT-37	Bianca de Lujo	70	292	177	15000	12700
H33-1 GL/Y	J-H1/Y-LG	BT-37	Amarilla	70	292	177	11500	9550
H33-1 FY	K-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Ancho	—	324	—	18500	16400
H33-1 HC	L-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Medio	—	324	—	17500	15200
H33-1 DN/C	P-H1-LG	R-57	Bianca Normal Semi Reflectora	70	324	217	21000	19000
H33-1 DN/W	P-H1/SW-LG	R-57	Bianca de Alta Emisión Semi Reflectora	70	324	217	24000	20100
H33-1 DN/X	P-H1/X-LG	R-57	Bianca de Lujo Semi Reflect.	70	324	217	15000	13000
H33-1 LN	—	R-60	Bianca Normal Haz Abierto	—	276	—	17200	15000
H33-1 FS/C	—	R-60	Bianca de Alta Emisión Haz Abierto	—	276	—	15000	13700
H33-1 FS/X	—	R-60	Bianca de Lujo Alta Emisión	—	276	—	11000	9250
425 Watts								
H40-17 MA	A-H17-LG	BT-37	Clara	89	292	177	21500	18000
H40-17 GL/C	B-H17-LG	BT-37	Bianca Normal	89	292	177	21000	18700
H40-17 GL/W	B-H17/SW-LG	BT-37	Bianca de Alta Emisión	89	292	177	24000	19700
H40-17 DN/C	C-H17-LG	R-57	Bianca Normal Semi Reflectora	89	324	217	21000	19000
H40-17 DN/W	C-H17/SW-LG	R-57	Bianca de Alta Emisión Semi Reflectora	89	324	217	24000	20100
430 Watts 6.6 Amperes								
H41-24 CD	A-H24-LG	BT-37	Clara	65	292	177	20000	16000
H41-24 GL/C	B-H24-LG	BT-37	Bianca Normal	65	292	177	18500	14100
H41-24 GL/W	B-H24/SW-LG	BT-37	Bianca de Alta Emisión	65	292	177	22000	18000
700 Watts								
H35-18 NA	A-H18-LG	BT-46	Clara	127	368	241	37000	31500
H35-18 ND/C	B-H18-LG	BT-46	Bianca Normal	127	368	241	36000	30400
H35-18 ND/W	B-H18/SW-LG	BT-46	Bianca de Alta Emisión	127	368	241	41000	32700
1000 Watts								
H34-12 GV	A-H12-LG	BT-56	Clara	127	390	241	55000	46500
H34-12 GV/C	C-H12-LG	BT-56	Bianca Normal	127	390	241	52000	41200
H34-12 GV/W	C-H12/SW-LG	BT-56	Bianca de Alta Emisión	127	390	241	60000	47000
H34-12 GV/X	C-H12/X-LG	BT-56	Bianca de Lujo	127	390	241	40000	30500
H34-12 KY/C	D-H12-LG	BT-56	Bianca Normal Semi Reflectora	127	390	241	53500	42500
H34-12 KY/W	D-H12/SW-LG	BT-56	Bianca de Alta Emisión Semi Reflectora	127	390	241	57000	43700
H36-15 GV	A-H15-LG	BT-56	Clara	152	390	241	57000	46000
H36-15 GV/C	B-H15-LG	BT-56	Bianca Normal	152	390	241	54000	43000
H36-15 GV/W	B-H15/SW-LG	BT-56	Bianca de Alta Emisión	152	390	241	67000	47100
H36-15 GV/X	B-H15/X-LG	BT-56	Bianca de Lujo	152	390	241	47000	37100
H36-15 KY/C	D-H15-LG	BT-56	Bianca Normal Semi Reflectora	152	390	241	55000	43700
H36-15 KY/W	D-H15/SW-LG	BT-56	Bianca Normal Emisión Semireflectora	152	390	241	59000	46300
H36-15 FB	—	R-80	Bianca Normal Haz Abierto	—	352	—	45500	34100
H36-15 FA/C	—	R-80	Bianca de Alta Emisión Haz Abierto	—	352	—	40000	30000
300 Watts								
H0 X-1	A-H?	T-91/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	108000

1) Procedido a un tiempo de 10,000 horas de operación. La vida recomendable variable de las lámparas LIFE GUARD es de 12,000 a 16,000 horas, y la de las lámparas normales y las de vapor duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que las dimensiones físicas lo permitan, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirse.

so el valor es: "A". El coeficiente de utilización, de acuerdo con la tabla correspondiente, para un local de 80% de reflectancia del techo y de 50% de las paredes es 0.67 metros.

iv.- De la misma tabla de coeficiente de utilización, obtenemos un factor de mantenimiento de 0.70 metros.

v.- Sustituyendo los valores anteriores en la expresión correspondiente para el cálculo del número de luminarias y de acuerdo con las características de una lámpara fluorescente de 40 watts, la que tiene 2900 lúmenes, obtenemos:

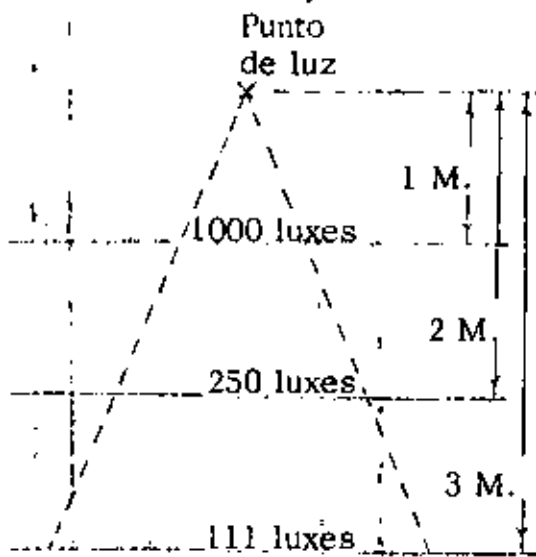
$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

vi.- Con relación a las dimensiones de la oficina, una distribución de 8 filas de 13 luminarias cada una proporciona una iluminación satisfactoria, con una separación dentro del máximo recomendado.

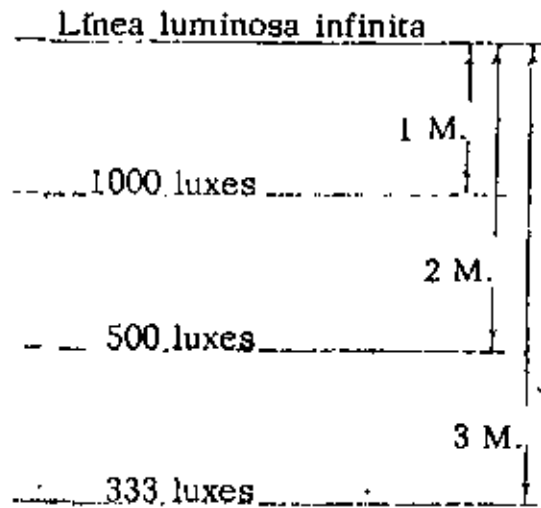
Método de punto por punto.

Este método se basa en la cantidad real de luz que se ha producido en cada punto del área iluminada. Esto requiere un conocimiento de la forma según la cual la luz se distribuye desde las diversas fuentes de iluminación que se tienen para tal efecto. Se tienen las siguientes relaciones fundamentales:

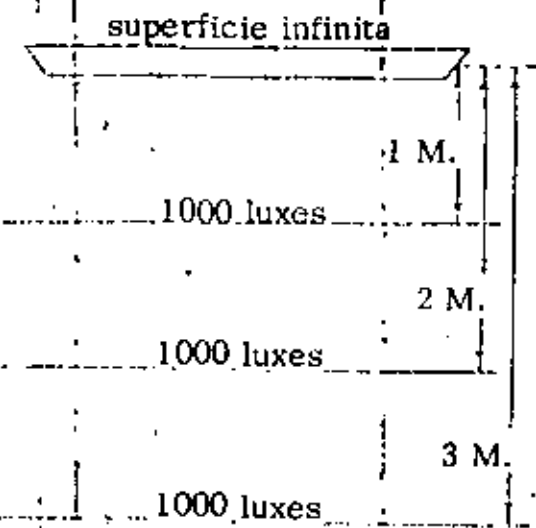
- i.- Fuentes puntiformes.- La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.
- ii.- Fuentes lineales de longitud infinita.- La iluminación es inversamente proporcional a la distancia. Una fila de lámparas fluorescentes o incluso una lámpara fluorescente a corta distancia se aproximan a una fuente lineal.
- iii.- Fuente superficial de área infinita.- La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos límites



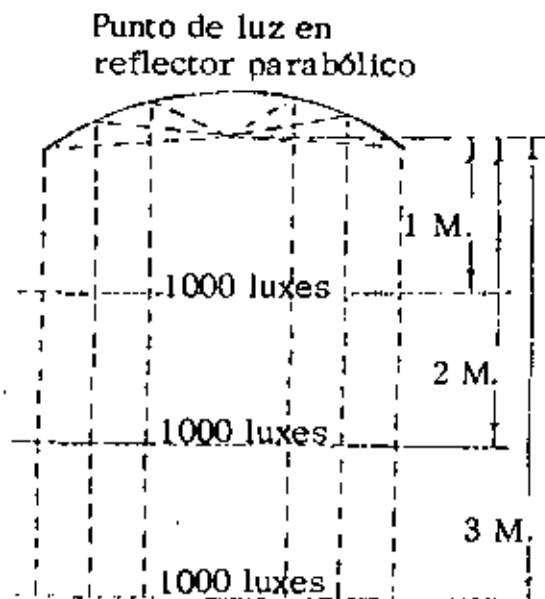
i.- Fuentes puntiformes



ii.- Fuentes lineales de longitud infinita.



iii.- Fuente superficial de área infinita.



iv.- Haz paralelo de luz.

tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

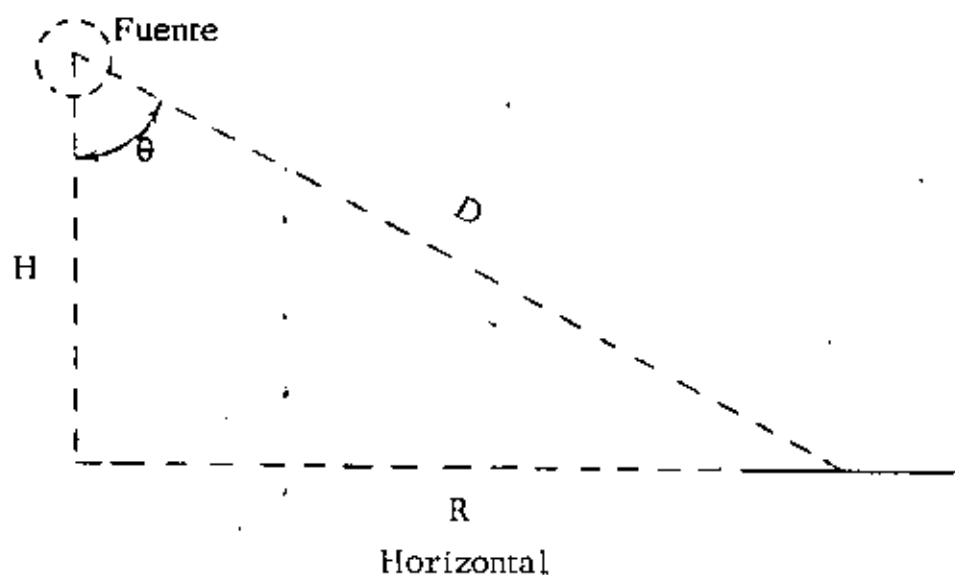
Haz paralelo de luz. - La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo. - La ley de la inversa de los cuadrados se puede usar para calcular la iluminación de proyectores, focos concentradores y otras luminarias productoras de haces, más allá de una cierta distancia mínima, determinada por el diámetro y la distancia focal del reflector, y el tamaño de la fuente de luz.

Teóricamente, la ley de la inversa de los cuadrados está basada en una fuente de luz puntiforme que radia uniformemente en todas las direcciones. Así, donde la fuente de luz es grande y extensa, sea una línea de luz o un área de gran superficie, no podrá generalmente usarse el método de punto por punto para calcular la iluminación para distancias normales de trabajo. Se

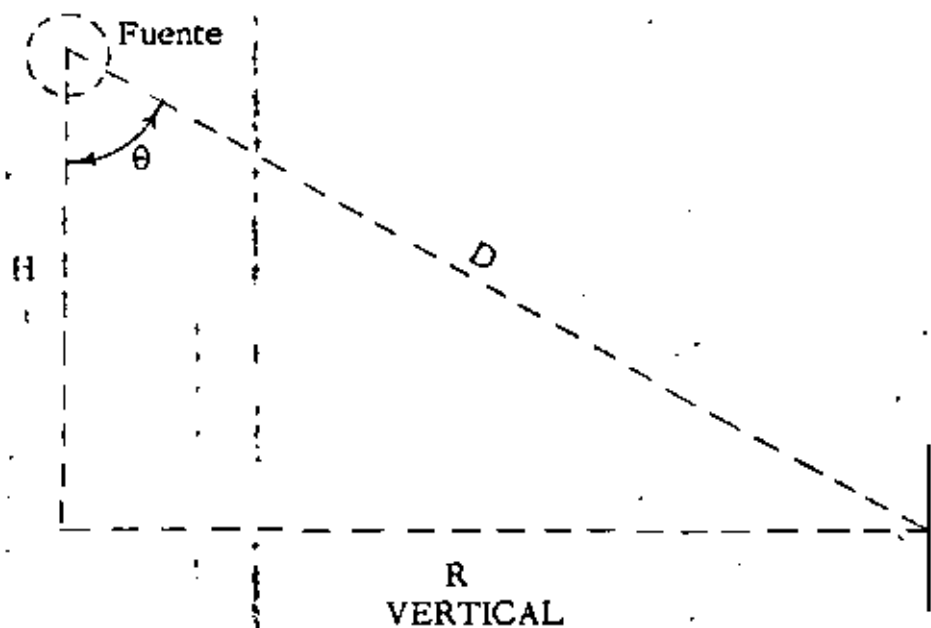
podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la su perficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la ilumina ción, cinco veces la dimensión mayor de la fuente.

En los casos en que se den estas condiciones, y en los que haya curva de distribución luminosa de la fuente, se puede determinar la iluminación sobre la superficie horizontal o vertical, mediante el empleo de las fórmulas siguientes:

$$E = \frac{I \times \cos \theta}{D^2} \quad (\text{superficie horizontal})$$



$$E = \frac{I \times \text{sen } \theta}{D^2} \quad (\text{superficie vertical})$$



donde:

E= Nivel de iluminación en luxes

I= Intensidad luminosa en candelas

D= Distancia de la fuente luminosa al lugar iluminado,
en metros.

Y como:

$$\text{seno } \theta = \frac{R}{D} \quad \text{y, } \text{coseno } \theta = \frac{H}{D}$$

Las fórmulas pueden escribirse de la forma siguiente:

En el plano horizontal:

$$E = \frac{I \times H}{D^3} = \frac{I \times \cos^3 \theta}{H^2}$$

En el plano vertical:

$$E = \frac{I \times R}{D^3} = \frac{I \times \cos^2 \theta \times \text{sen } \theta}{H^2}$$

Para facilitar el cálculo de los niveles de iluminación en el plano horizontal, se tienen las tablas que se anexan las que se usarán siguiendo los tres puntos siguientes:

- i.- Determinar el ángulo en grados de la figura anterior por medio de la tabla.
- ii.- De la curva de distribución luminosa de la fuente de luz, determinar la intensidad luminosa de la fuente, en la dirección correspondiente al punto de que se trata.
- iii.- Multiplicar la intensidad luminosa (candelas) hallada en el punto 2 por el factor de multiplicación que es la cifra inferior de cada casilla de la tabla, y luego dividir el resultado por la intensidad luminosa (100 o 100000 candelas) sobre el que se base la parte de la

tabla que se ha utilizado.

El resultado así obtenido es la iluminación en luxes en ese punto.

Estas tablas también pueden utilizarse para calcular niveles de iluminación sobre superficies verticales en -- puntos de un plano que sea normal al plano vertical -- que incluye a la fuente de luz y al punto. Cuando el punto está sobre una superficie vertical que no es normal al plano vertical que contiene la fuente y al punto, se debe considerar el ángulo adicional.

Ejemplo:

Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de -- una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determinese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"

Numero superior: Angulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.

Numero inferior: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

DISTANCIA HORIZONTAL AL LIX DE LA FUENTE LUMINOSA (M)

	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95
LUX POR CADA 100 Candelas														
0.60	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	70	67	64	61
0.90	114	111	108	105	102	99	96	93	90	87	84	81	78	75
1.20	130	127	124	121	118	115	112	109	106	103	100	97	94	91
1.50	147	144	141	138	135	132	129	126	123	120	117	114	111	108
1.80	165	162	159	156	153	150	147	144	141	138	135	132	129	126
2.10	184	181	178	175	172	169	166	163	160	157	154	151	148	145
2.45	204	201	198	195	192	189	186	183	180	177	174	171	168	165
2.75	225	222	219	216	213	210	207	204	201	198	195	192	189	186
3.05	247	244	241	238	235	232	229	226	223	220	217	214	211	208
3.35	270	267	264	261	258	255	252	249	246	243	240	237	234	231
3.65	294	291	288	285	282	279	276	273	270	267	264	261	258	255
3.95	319	316	313	310	307	304	301	298	295	292	289	286	283	280
4.25	345	342	339	336	333	330	327	324	321	318	315	312	309	306
4.55	372	369	366	363	360	357	354	351	348	345	342	339	336	333
4.90	400	397	394	391	388	385	382	379	376	373	370	367	364	361
5.20	429	426	423	420	417	414	411	408	405	402	399	396	393	390
5.50	459	456	453	450	447	444	441	438	435	432	429	426	423	420
5.80	490	487	484	481	478	475	472	469	466	463	460	457	454	451
6.10	522	519	516	513	510	507	504	501	498	495	492	489	486	483

ANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO"

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

6.40	554	551	548	545	542	539	536	533	530	527	524	521	518	515
6.70	586	583	580	577	574	571	568	565	562	559	556	553	550	547
7.00	619	616	613	610	607	604	601	598	595	592	589	586	583	580
7.30	653	650	647	644	641	638	635	632	629	626	623	620	617	614
7.60	688	685	682	679	676	673	670	667	664	661	658	655	652	649
8.25	756	753	750	747	744	741	738	735	732	729	726	723	720	717
9.15	827	824	821	818	815	812	809	806	803	800	797	794	791	788
10.05	901	898	895	892	889	886	883	880	877	874	871	868	865	862
11.00	977	974	971	968	965	962	959	956	953	950	947	944	941	938
12.20	1056	1053	1050	1047	1044	1041	1038	1035	1032	1029	1026	1023	1020	1017
13.70	1139	1136	1133	1130	1127	1124	1121	1118	1115	1112	1109	1106	1103	1100
15.25	1226	1223	1220	1217	1214	1211	1208	1205	1202	1199	1196	1193	1190	1187
16.75	1317	1314	1311	1308	1305	1302	1299	1296	1293	1290	1287	1284	1281	1278
18.30	1412	1409	1406	1403	1400	1397	1394	1391	1388	1385	1382	1379	1376	1373
21.35	1521	1518	1515	1512	1509	1506	1503	1500	1497	1494	1491	1488	1485	1482
LUX POR CADA 100.000 Candelas														
24.40	1634	1631	1628	1625	1622	1619	1616	1613	1610	1607	1604	1601	1598	1595
30.50	1762	1759	1756	1753	1750	1747	1744	1741	1738	1735	1732	1729	1726	1723
38.10	1905	1902	1899	1896	1893	1890	1887	1884	1881	1878	1875	1872	1869	1866
45.70	2063	2060	2057	2054	2051	2048	2045	2042	2039	2036	2033	2030	2027	2024
53.35	2236	2233	2230	2227	2224	2221	2218	2215	2212	2209	2206	2203	2200	2197
60.95	2424	2421	2418	2415	2412	2409	2406	2403	2400	2397	2394	2391	2388	2385

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)
 Números superiores: Ángulo entre la dirección de la luz y el eje vertical.
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa dirección.

Ángulo de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)														
	3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.05	12.20	15.25	
	LUX POR CADA 100 CANDIAS														
0.60	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0	
0.90	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	
1.20	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
1.50	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
1.80	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	
2.10	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
2.45	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
2.75	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	
3.05	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
3.35	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	
3.65	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
3.95	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	
4.25	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
4.55	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	
4.90	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	
5.20	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	
5.50	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	
5.80	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	
6.10	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	

6-36

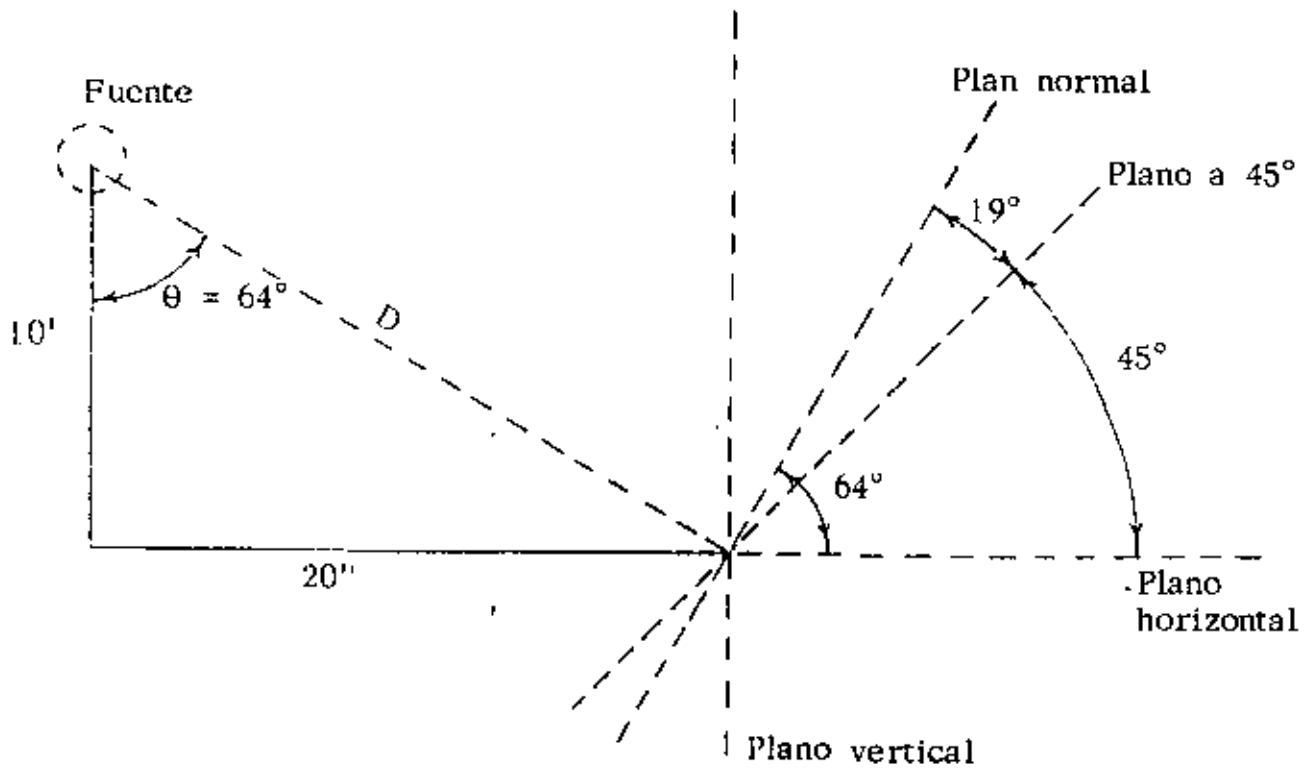
MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

Ángulo de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)														
	6.40	6.70	7.00	7.30	7.60	8.35	9.15	10.05	11.00	12.20	13.70	15.25	16.75	18.30	21.35
	LUX POR CADA 100.000 CANDIAS														
24.40	140.00	149.50	159.00	168.50	178.00	187.50	197.00	206.50	216.00	225.50	235.00	244.50	254.00	263.50	273.00
30.50	97.61	97.17	96.73	96.29	95.85	95.41	94.97	94.53	94.09	93.65	93.21	92.77	92.33	91.89	91.45
38.10	62.95	62.51	62.07	61.63	61.19	60.75	60.31	59.87	59.43	58.99	58.55	58.11	57.67	57.23	56.79
45.70	41.85	41.41	40.97	40.53	40.09	39.65	39.21	38.77	38.33	37.89	37.45	37.01	36.57	36.13	35.69
53.35	32.51	32.07	31.63	31.19	30.75	30.31	29.87	29.43	28.99	28.55	28.11	27.67	27.23	26.79	26.35
60.95	24.81	24.37	23.93	23.49	23.05	22.61	22.17	21.73	21.29	20.85	20.41	19.97	19.53	19.09	18.65

6-37

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

El nivel luminoso sobre las superficies verticales—en puntos fuera del plano vertical que comprende la fuente luminosa—puede ser determinado usando el factor de multiplicación encontrado al utilizar la tabla el revés: la altura de la fuente luminosa se leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.



Cálculos:

$$\tan \theta = 20/10 = 2.0$$

$$\theta = 64^\circ$$

$$E_n = 10/d^2 = 1000/500^* = 2 \text{ bujías-pie.}$$

$$E_n = E_n \cos \theta = (2) (\cos 64^\circ) = (2) (.44) = 0.88 \text{ bujías - pie.}$$

$$E_v = E_n \text{ sen } \theta = (2) (\text{sen } 64^\circ) = (2) (.90) = 1.8 \text{ bujías - pies.}$$

$$E_{45^\circ} = E_n \cos 19^\circ = (2) (.95) = 1.9 \text{ bujías - pie.}$$

$$* d^2 = a^2 + b^2 + (20)^2 = 100 + 400 = 500$$

Cargas de alumbrado arquitectónica.

El fin primordial de éstas cargas es proporcionar los efectos de -
contraste entre luz y sombra para hacer resaltar las característi-
cas particulares de una construcción, aunque en algunas ocasiones
puede tener también fines utilitarios.

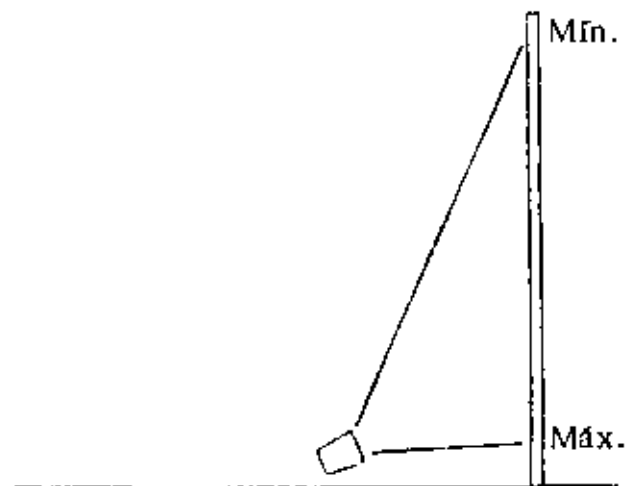
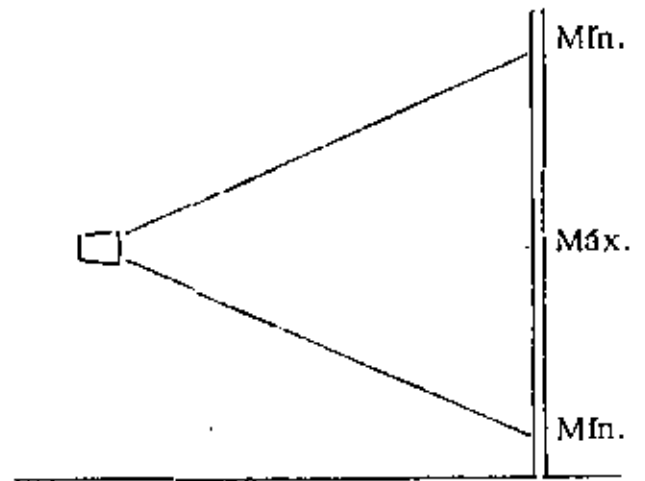
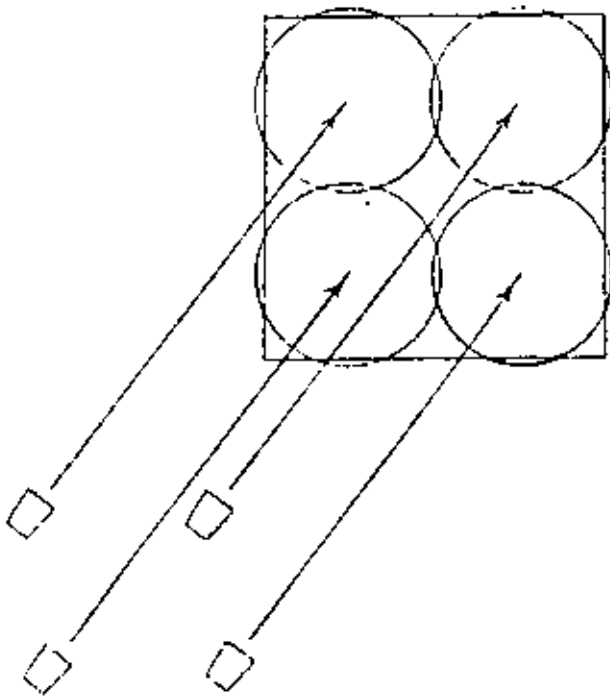
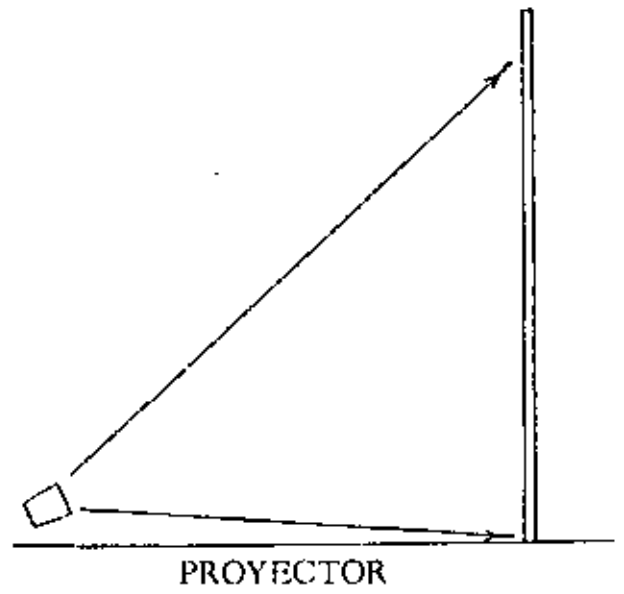
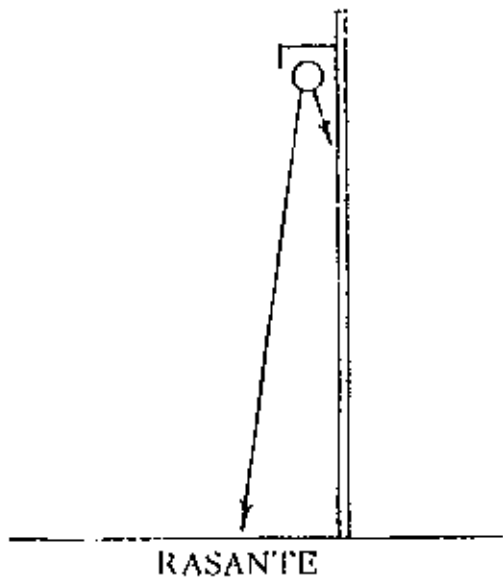
Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

- ° Con proyectores.
- ° Rasante.

La carga con proyectores presenta un ángulo de incidencia grande,
además de una iluminación uniforme. El problema que se tiene -
con esta carga es el de su posición con el fin de poderla dejar --
oculta.

La carga rasante proporciona un ángulo de incidencia pequeño con
una iluminación concentrada. Su problema al igual que la ante---
rior es el ocultar la fuente de iluminación.

2.- Cargas de aparatos.- Criterio para determinar cargas.



Las cargas de aparatos pueden ser:

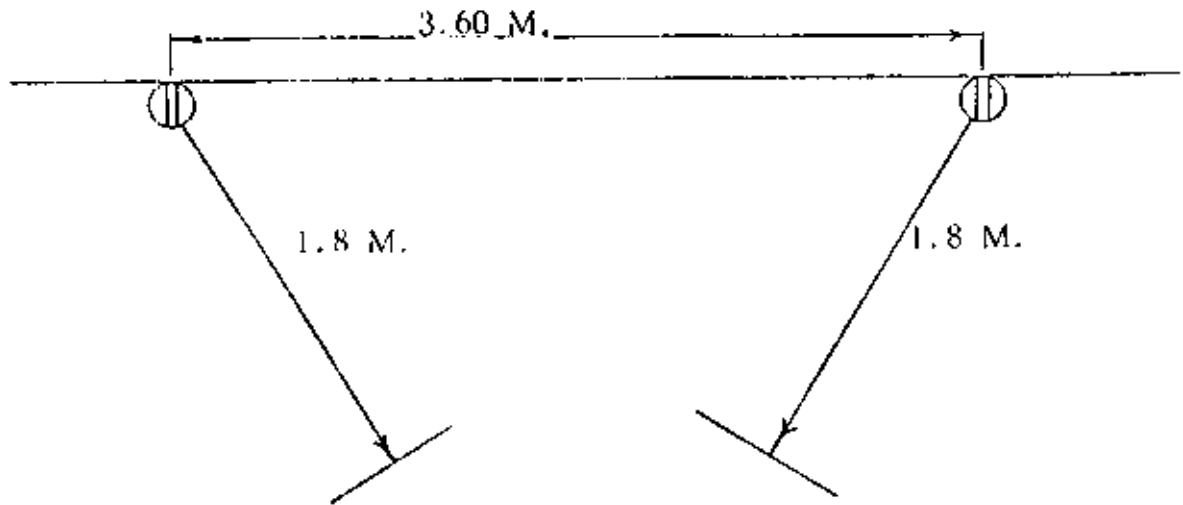
- ° Definidas
- ° Indefinidas

Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

Por lo que corresponde a estas cargas, es importante conocer su capacidad y su localización exacta al desarrollarse el proyecto. - Estas pueden ser fijas o móviles, en el caso de ser fijas se deberá tener un medio de desconexión. Si son móviles deberá instalarse contacto especial para su alimentación.

Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

	WATTS TÍPICOS	VOLTAJE USUAL
PLANCHADORA	1600	127
LAVADORA ROPA	1200	127
SECADORA	5000	127-220
PLANCHA	1000	127



$S < 40 \text{ M}^2$:

1 contacto / 3 M.

$S > 40 \text{ M}^2$:

8 contactos + 3 contactos cada 40 M^2

	WATTS TIPICOS	VOLTAJE USUAL
CALENTADOR DE AGUA	3000	127-220
CALEFACTOR	1000-2500	127-220
TELEVISOR	300	127
ACONDICIONADOR	1200-2400	127-220
ESTUFA	12000	127-220
HORNO	4500	127-220
PARRILLA	3000-6000	127-220
LAVADORA PLATOS	1200	127
TRITURADOR	300	127
ASADOR	1500	127
CAFETERA	1000	127
REFRIGERADOR	300	127
CONGELADOR	400	127

Carga indefinida. - Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de con
ractos.

Para su localización no existe una regla fija, pudiéndose situar --
donde sea posible el uso de un aparato. Debe considerarse el al

cance máximo normal de los conductores de los aparatos por conectarse los que por lo general tienen aproximadamente 1.80 metros, por lo tanto el espaciamiento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo a donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

Residencias.- Los contactos por habitación, deberán tener un espaciamiento máximo de 3.60 metros.

Oficinas.- Para una superficie normal de 40 metros cuadrados - un contacto cada 3 metros de muro. Para una superficie mayor, 8 contactos por los primeros 40 metros cuadrados con tres más - por cada 40 metros cuadrados adicionales.

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

Locales comerciales.- Un contacto por cada 40 metros cuadrados.

3.- Cargas de fuerza.- Parámetros necesarios para su determinación.

Las cargas de fuerza son las que corresponden a los motores eléctricos. Están definidas por las características de placa de este dispositivo.

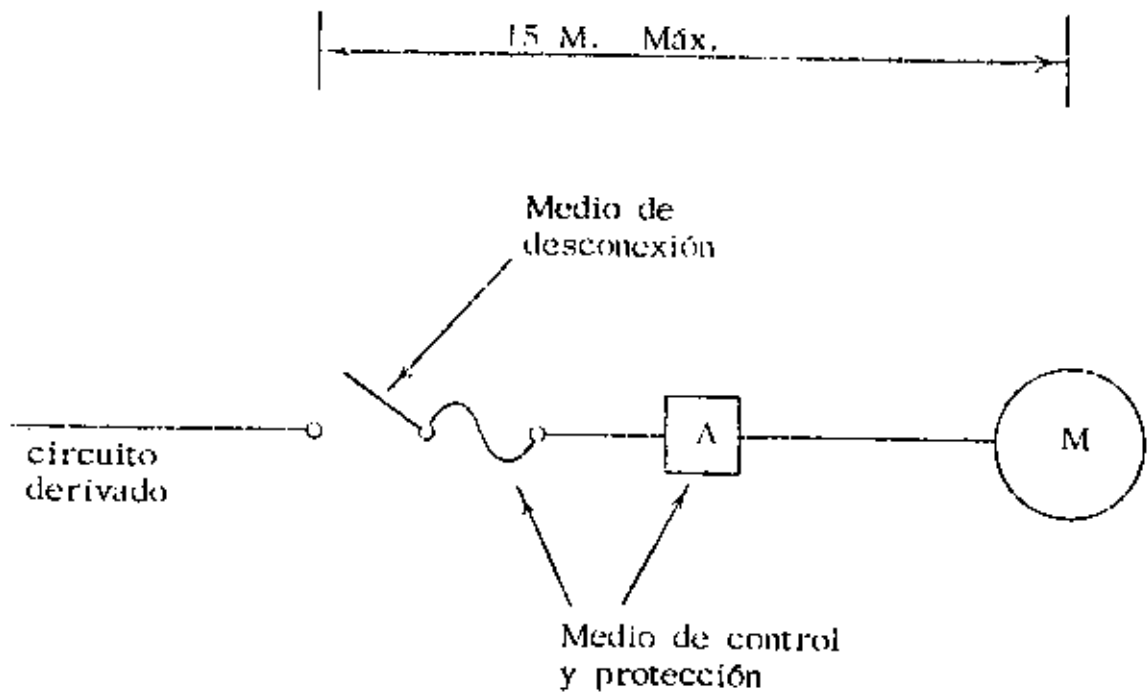
La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje, su servicio y su operación

El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación.

- ° Medio de control y protección
- ° Medio de desconexión

Tanto los medios de control y protección como los de desconexión deberán estar visibles desde el motor, con objeto de tener una mayor seguridad. Al considerarse la carga de un motor se deberá tener presente que durante el arranque ésta aumenta de 5 a 7 veces.

Finalmente de acuerdo con la reglamentación existente en México, para motores mayores de 10 C.P. es necesario utilizar arrancadores con voltaje reducido.



CIRCUITO ELEMENTAL DE UN MOTOR.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMA DE DISTRIBUCION

- CIRCUITOS ALIMENTADORES
- CENTROS DE DISTRIBUCION
- CIRCUITOS DERIVADOS

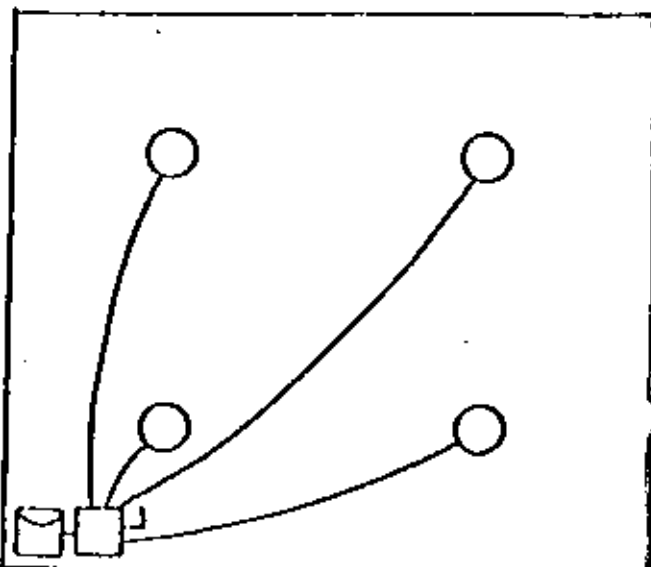
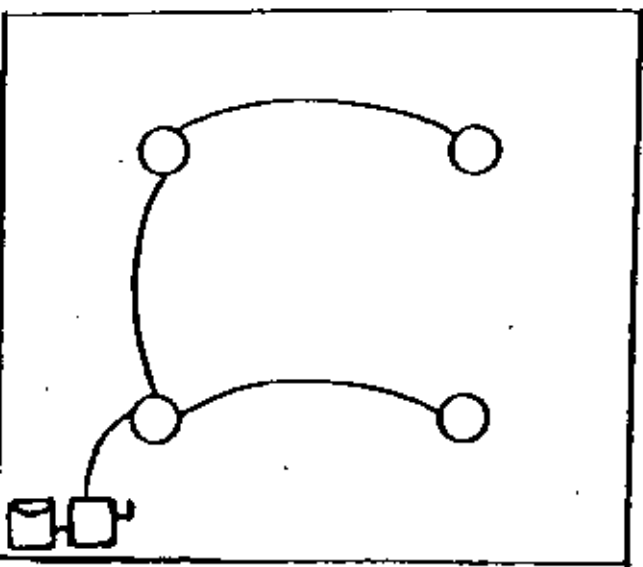
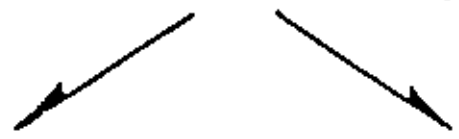
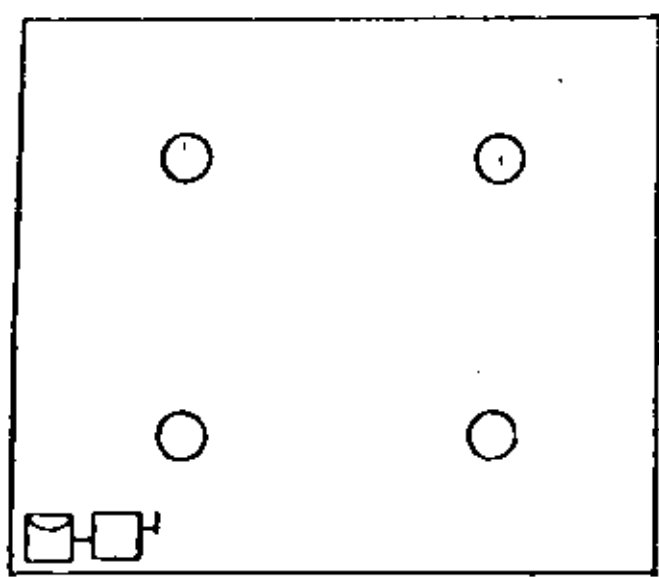
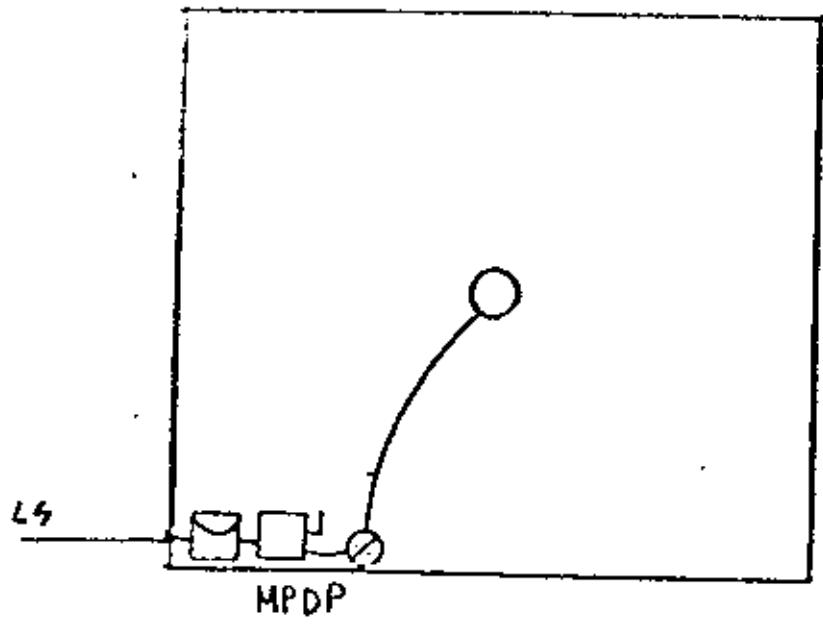
ING. PABLO ZAPATAIN LECHUGA

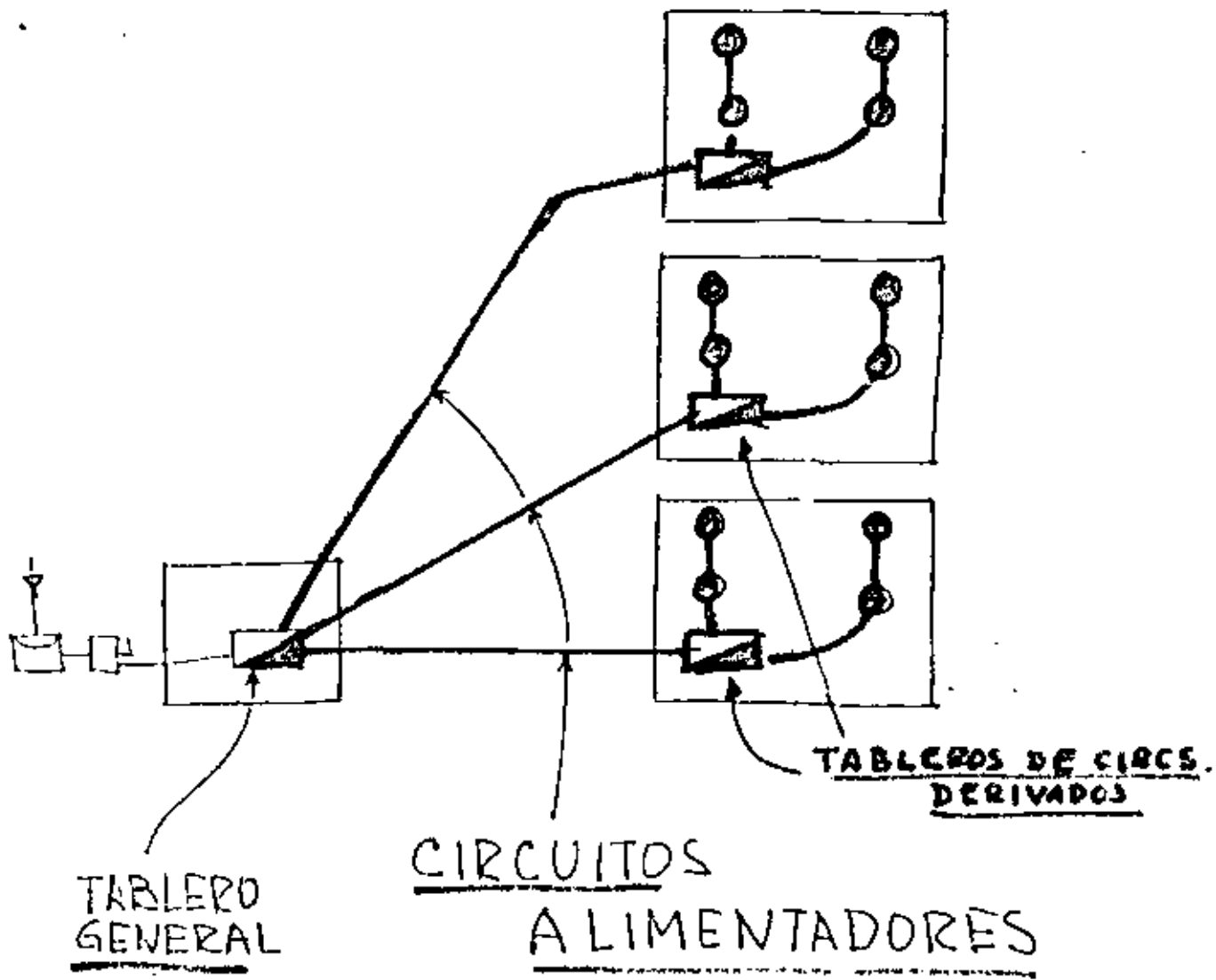
MARZO, 1984

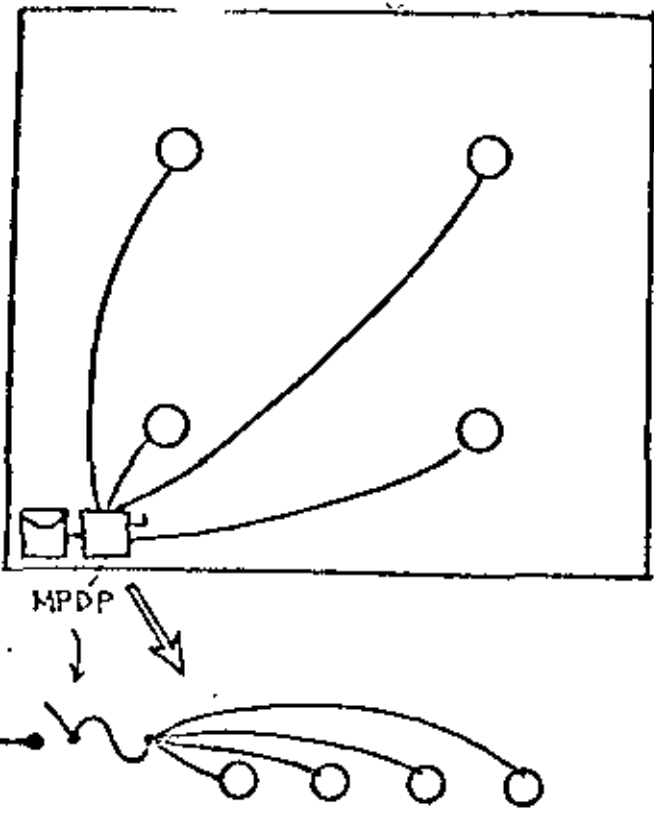
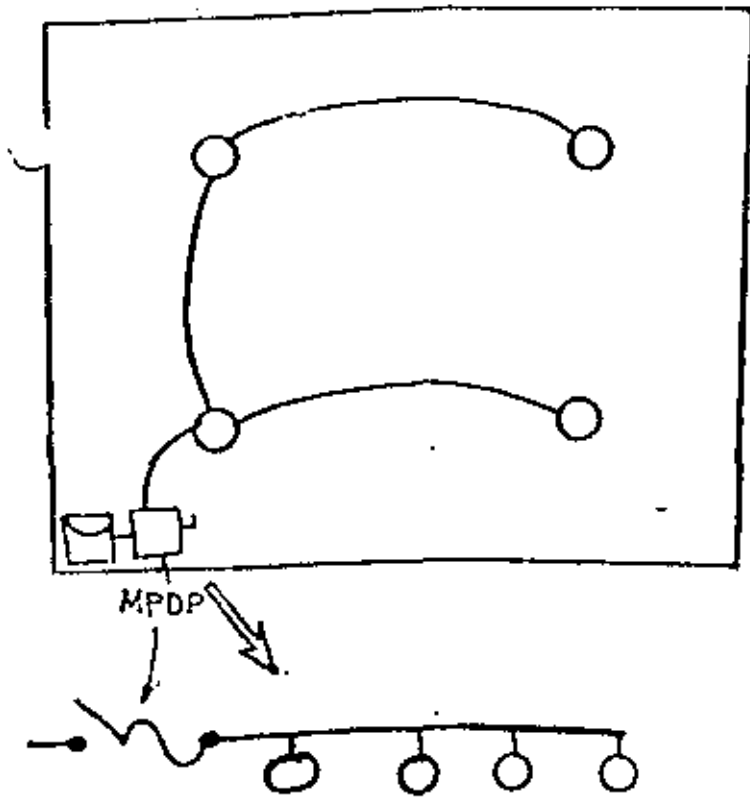
SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR :-

- ① - CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- ② - CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLE ROS.)
- ③ - CIRCUITOS DERIVADOS. -

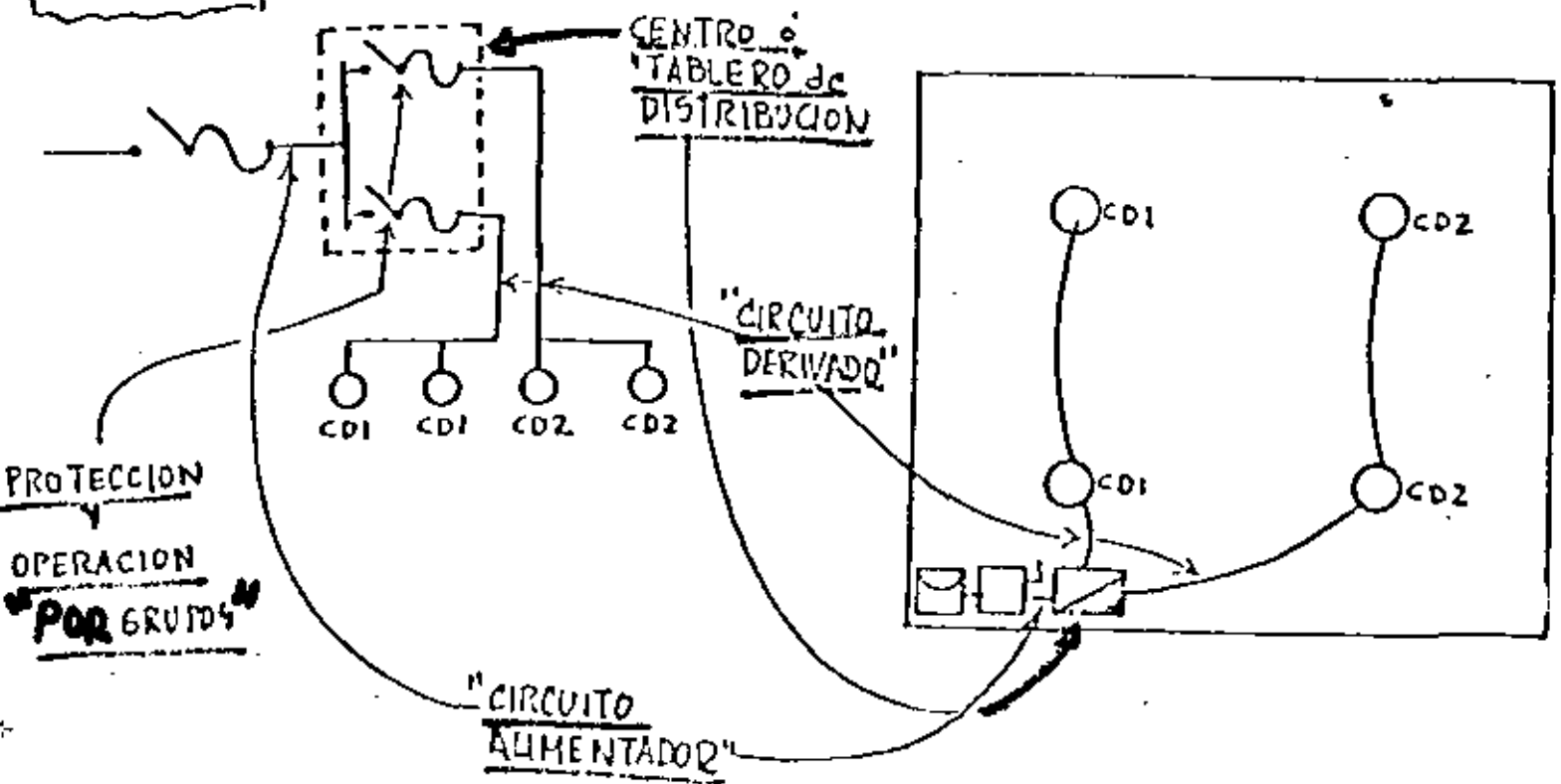


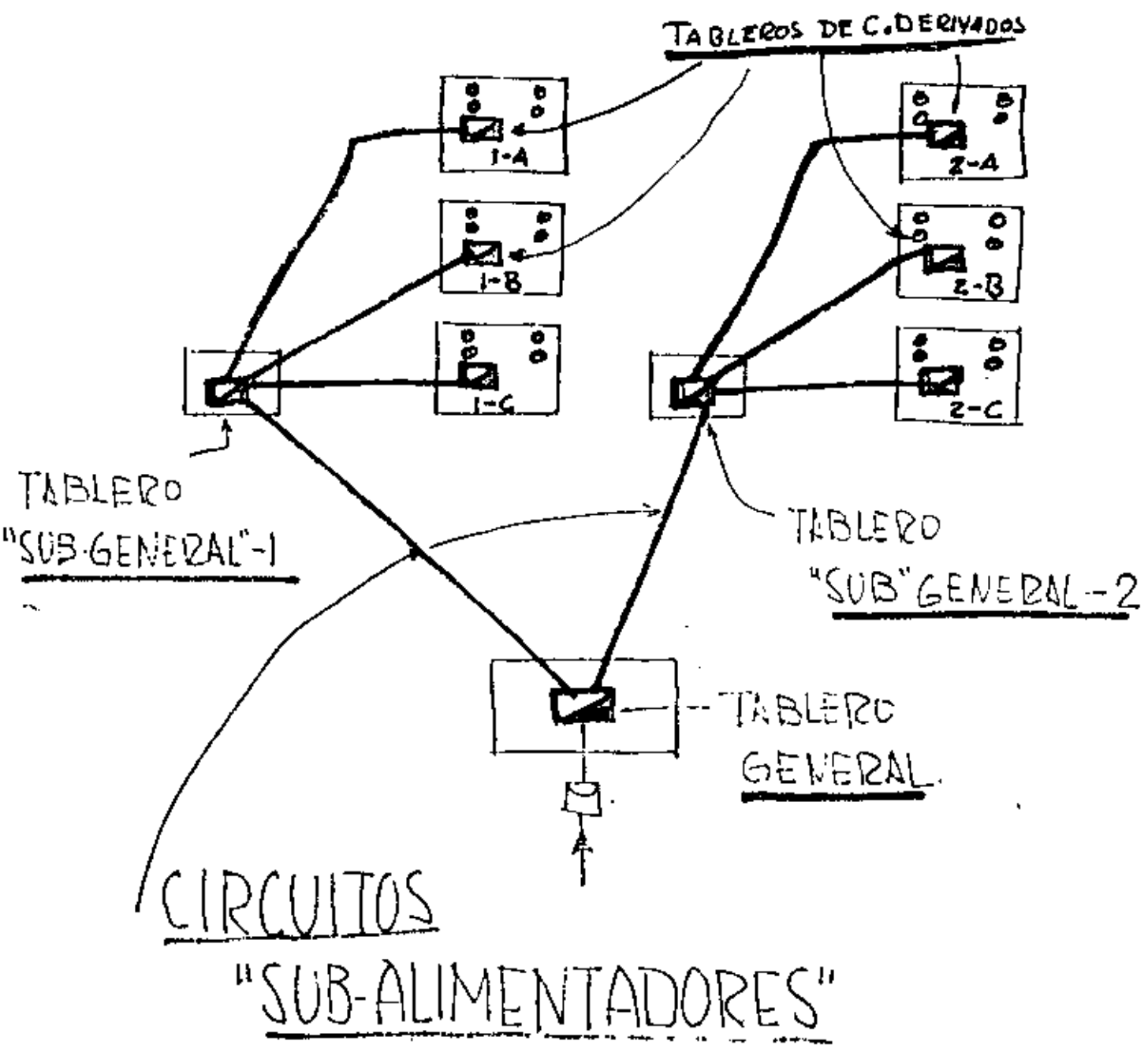


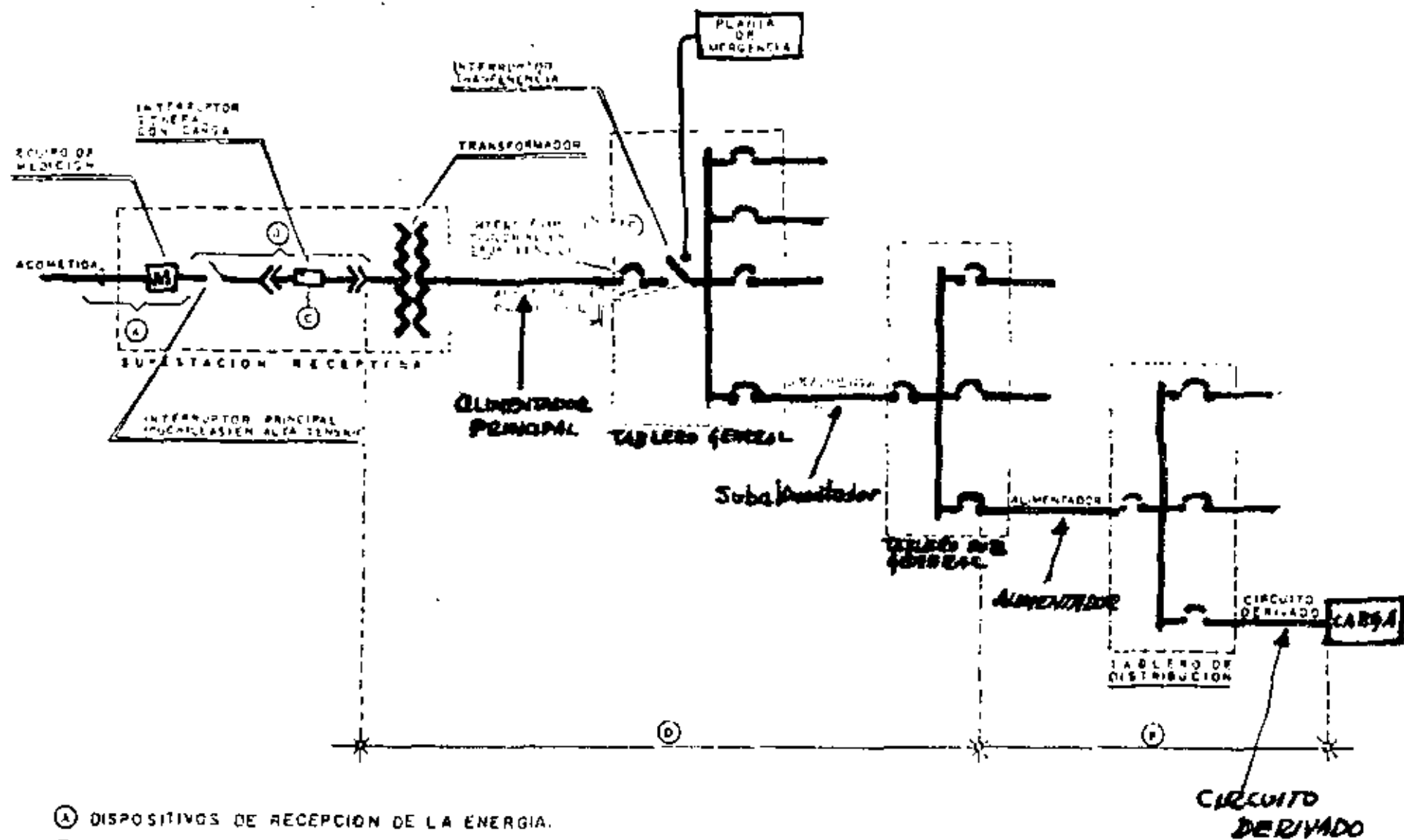


FALLA →
 POSIBILIDAD →
 OPERACION → } TOTAL

SOLUCION:



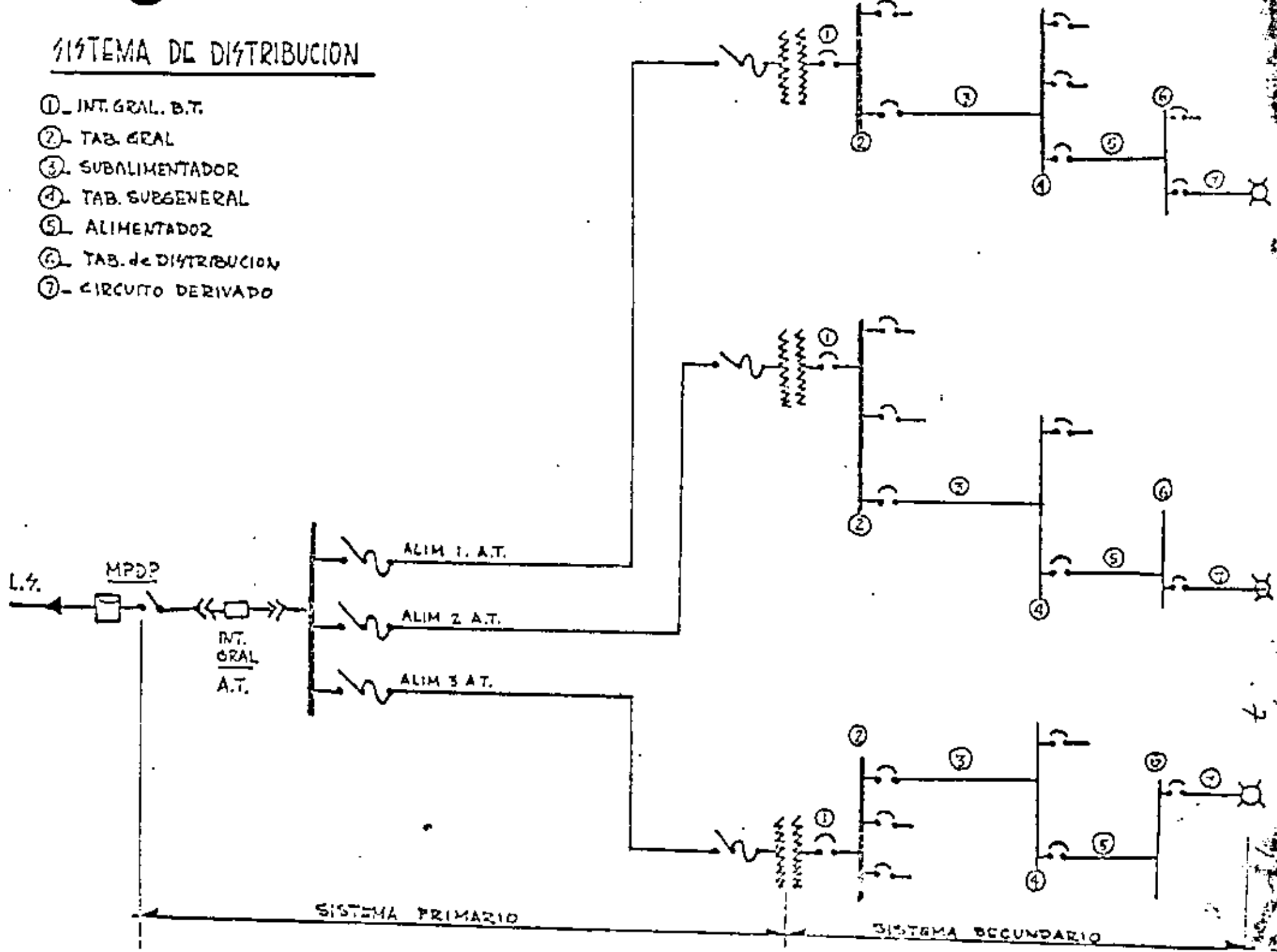




- (A) DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- (B) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- (C) DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- (D) SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- (E) SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

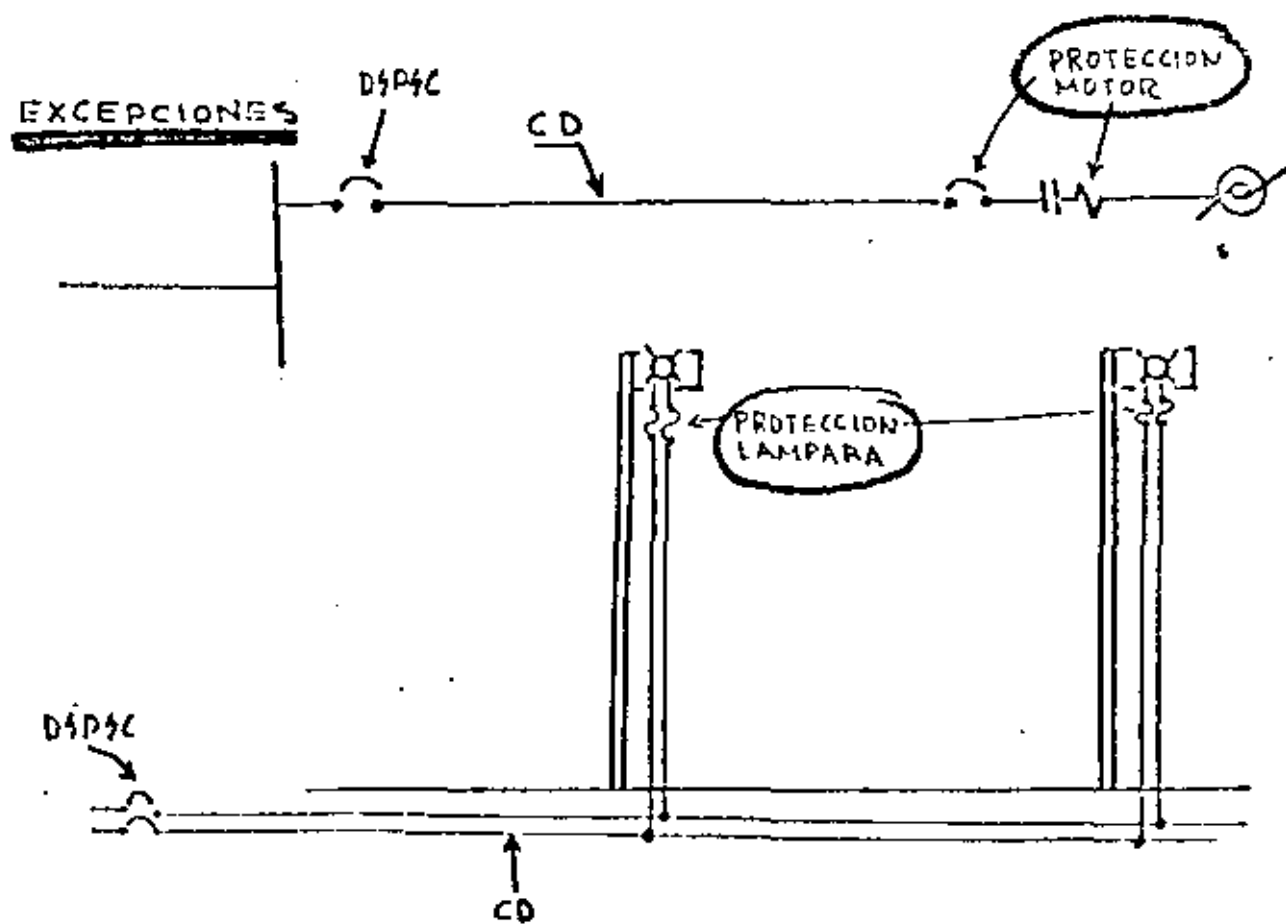
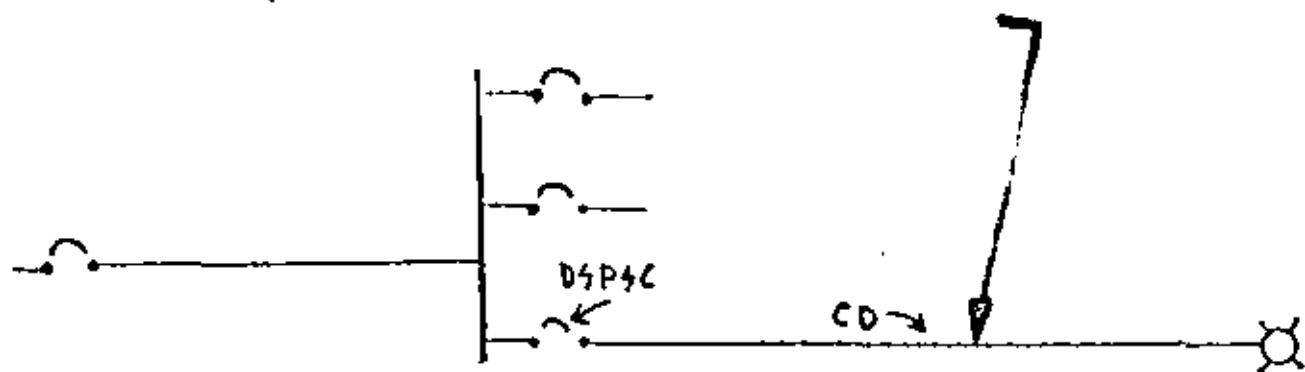
SISTEMA DE DISTRIBUCION

- ① - INT. GRAL. B.T.
- ② - TAB. GRAL
- ③ - SUBALIMENTADOR
- ④ - TAB. SUBGENERAL
- ⑤ - ALIMENTADOR
- ⑥ - TAB. de DISTRIBUCION
- ⑦ - CIRCUITO DERIVADO



CIRCUITO DERIVADO

"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION... HACIA LAS CARGAS"



Clasificación de los circuitos

1. - De acuerdo con su conexión eléctrica
2. - # # # # USO

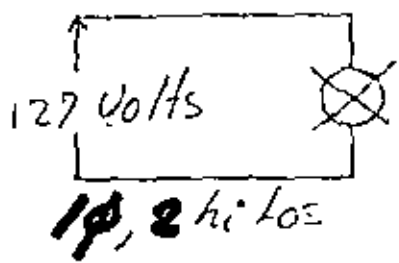
1 - De acuerdo con su conexión.

1.1) En función del tipo de circuito eléctrico:

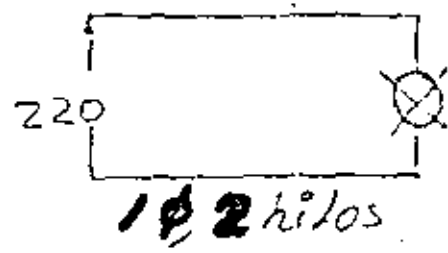
- 1.1) CIRCUITO **SERIE** ($I = cte$)
 - 1.2) CIRCUITO **PARALELO** ($V = cte$)
- } con respecto
} a la carga

1.2) En función de la cantidad de conductores que establecen el circuito:

(1.2.1)

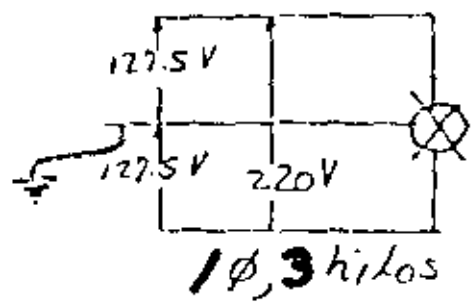


(1.2.2)

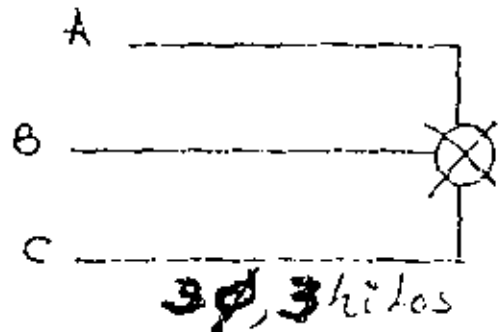


CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR NNE-31-121

(1.2.3)

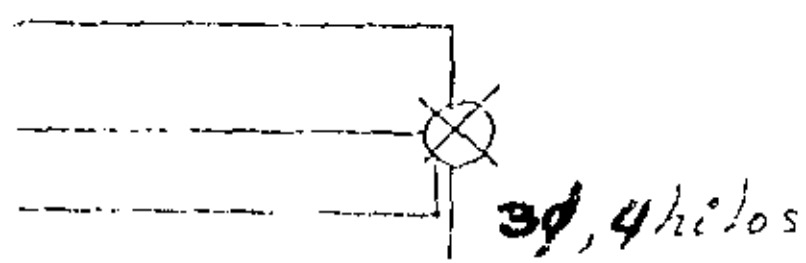


(1.2.4)



"DOS O MAS CONDUCTORES
ACTIVOS CON UNA ΔV
ENTRE SI... Y UN
CONDUCTOR PUESTO
A TIERRA

(1.2.5)



2). - De acuerdo con su uso (NO EN NITIE)

2.1. - Uso General { CIRCUITO DE ALUMBRADO
CIRCUITO DE CONTACTOS.

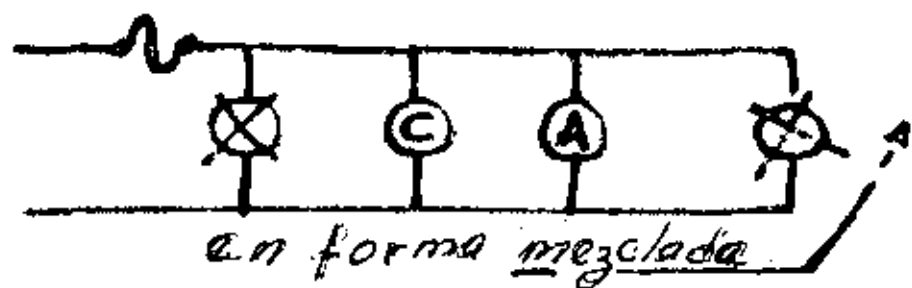
2.2. - Uso para aparatos

2.3. - Uso para cargas individuales

2.4. - Uso para motores.

• CARGAS INDIVIDUALES
MAYORES DE 50A
DEBEN ABASTECERSE
POR C.D. INDIVIDUAL
- NITIE-202-1-1-5
• CUALQUIER CARGA
INDIVIDUAL EN CUALQUIER
- NITIE-202-1-1-5 LOCAL

2.1. - Uso General
* Para cargas de alumbrado y aparatos ~~indistintamente~~



NO RECOMENDADO
PARA APERTOS
QUE TOMEN MAS DE
3 AMP. (PLANCHAS, FERRI
- LLAS, REFRIJEROS, etc.
LAVAPLATOS, etc.
- NITIE-202-1-1-5

¿cuantas lamp, C, A, etc... se debe de conectar?

SEGUN LA "CLASIFICACION"
DEL CIRCUITO"

¿QUE ESTABLECE LA "CLASIFICACION"
DE LOS CIRCUITOS DE USO GENERAL?

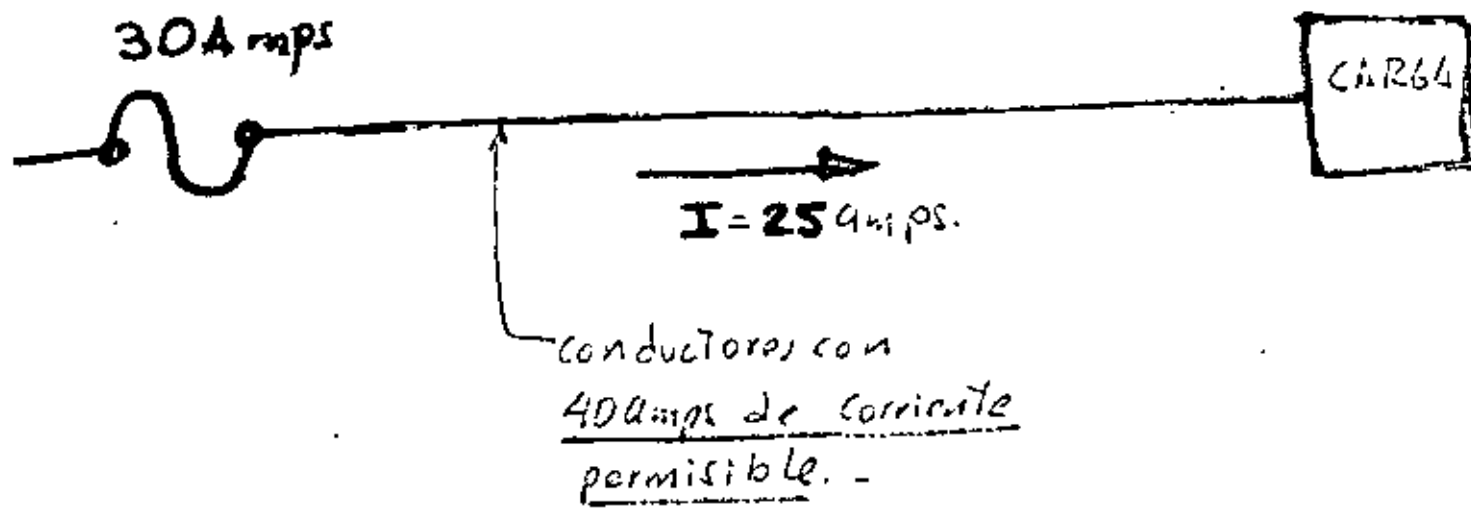
LA CAPACIDAD del CIRCUITO.

CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO

||

CAPACIDAD DE SU PROTECCION

Ejemplo: ↴



La capacidad del C.D es:

capacidad = 30Amps

CLASIFICACION de LOS CIRCUITOS DERIVADOS

CAPACIDAD COMERCIAL DE LOS
MEDIOS de PROTECCION

- 15 amp.
- 20 amp.
- 30 amp.
- 40 amp.
- 50 amp.

Limitaciones del circuito de uso General.

1.- EN TENSION:

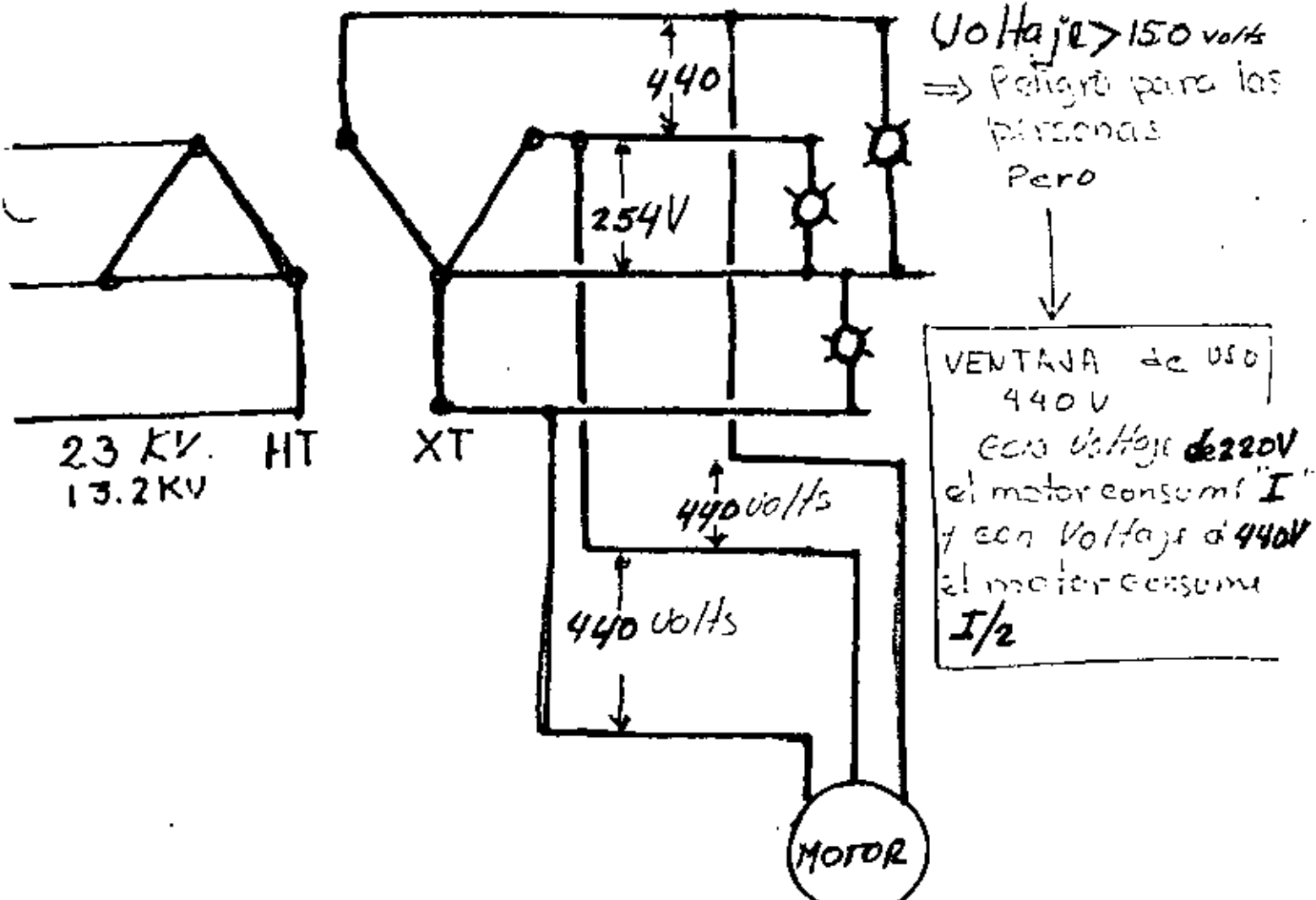
1.1) Voltaje al neutro < 150 Volts NTIE-81-292-5.3

EXCEPCIONES:

a) EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES (Hasta 300V)

- * que tenga mantenimiento responsable
 - * que tenga unicamente carga de alumbrado
 - * que tenga altura mayor de 2.40 m² las cargas. y
- ¡ADEMAS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL!!**

y * PORTALAMPARAS TIPO "MOGUL"



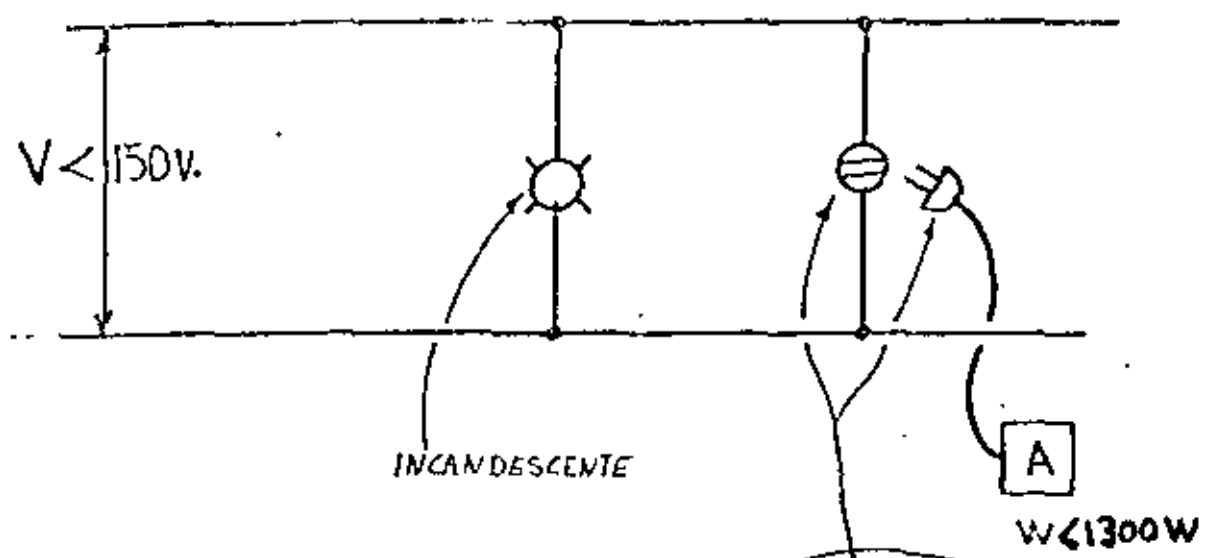
1.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

NTIE-202-5-b

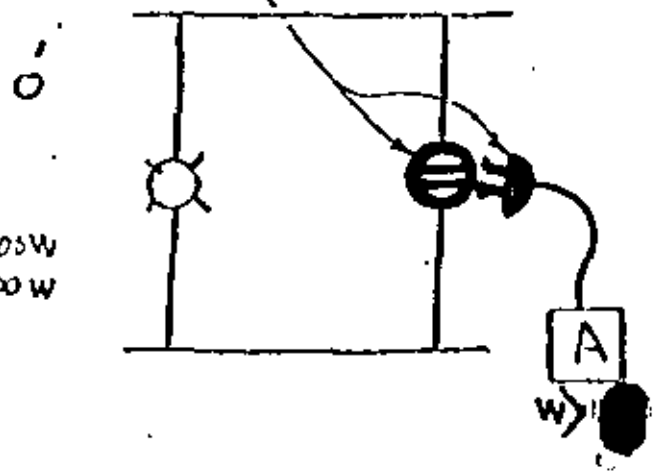
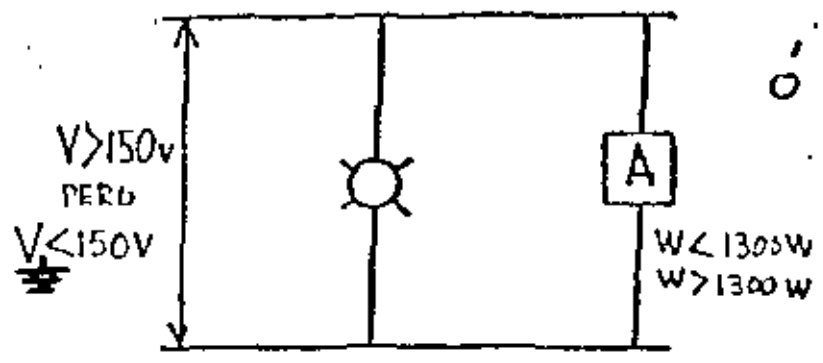
En: • CASAS HABITACION

• HOTELES

• LOCALES "SIMILARES"



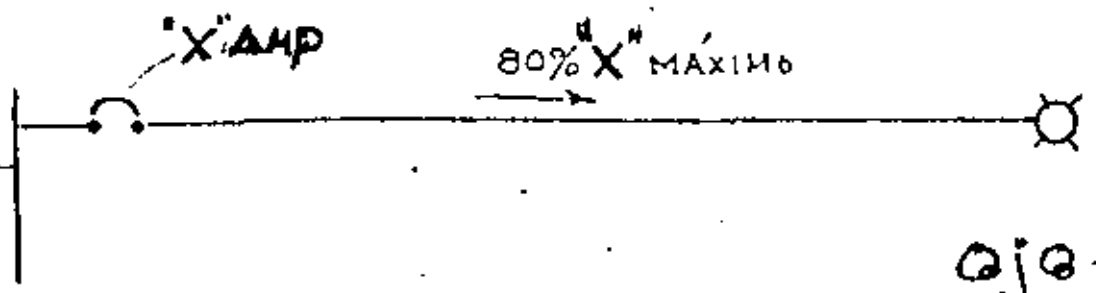
Si:



2.- CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

NTIE 202-8

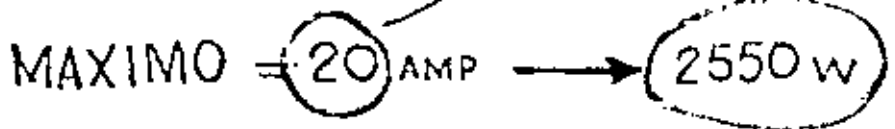
3HS CONTINUAS



ojo

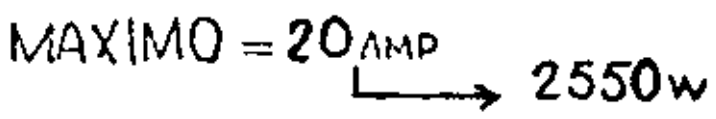
ALTERNATIVA: DISMINUCION NO NECESARIA SI SE USA FACTOR DE AGRUPAMIENTO EN DISEÑO CONDUCTOR.

3. RESIDENCIAS



NTIE 202-10-22

4- PORTALAMPARAS "SENCILLO"

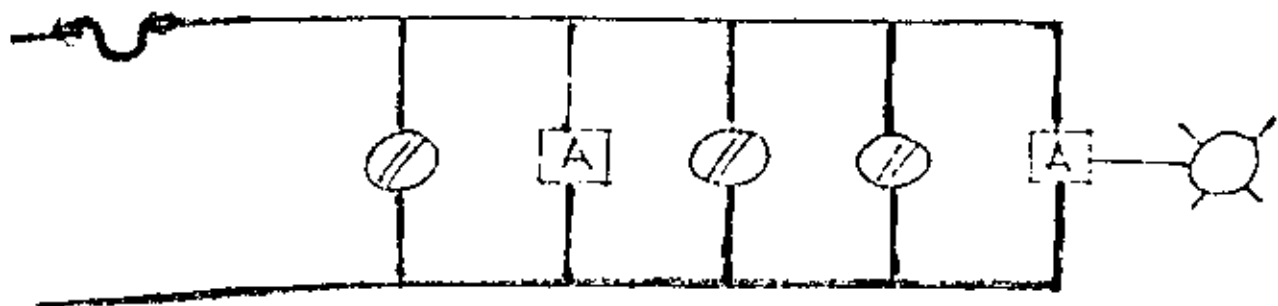





- CAPACIDAD MENOR DE 600W:
- SOQUETS
 - BASE FL.
 - BASE SL.

"MOGUL" → O.K.

NTIE-20211-2

CIRCUITOS PARA APARATOS



 — aparatos  — carga definida
 — contactos (toma corriente) * alumbrado integral

- a) — Para cargas definidas (aparatos no motor).
- b) — Para cargas indefinidas.

La capacidad del circuito queda definida por la capacidad del dispositivo de protección.

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- * circuito de 15 Amp.
- * - - 20 Amp.
- * - - 30 Amp.
- * - - 50 Amp. 40 AMP

LIMITACION EN TENSION :

SE APLICA TAMBIEN NTIE-202-S.6 (1.2 - CTO SEAL)

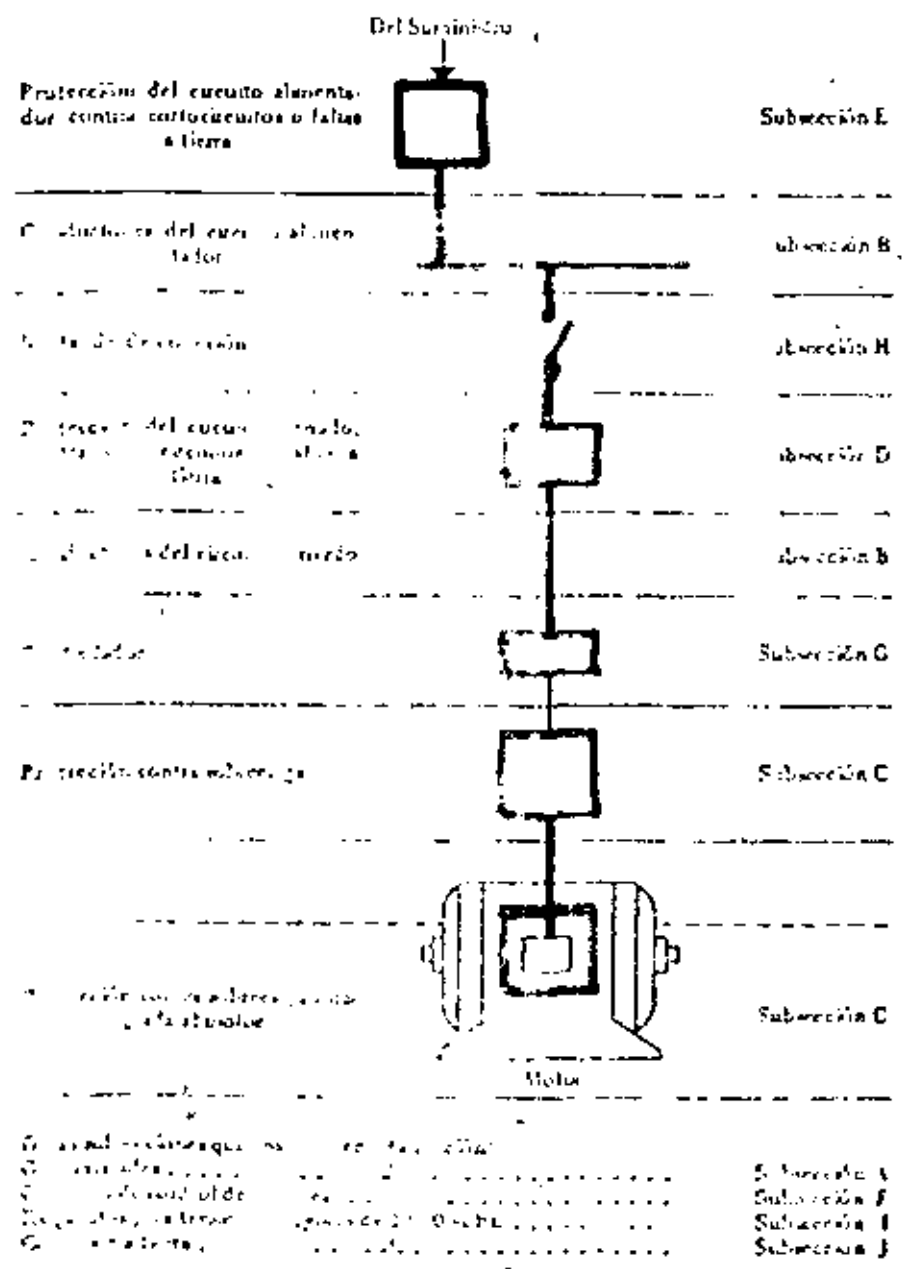
1) Comando a 240V AC

ATIE-81

22

Fig. 1053

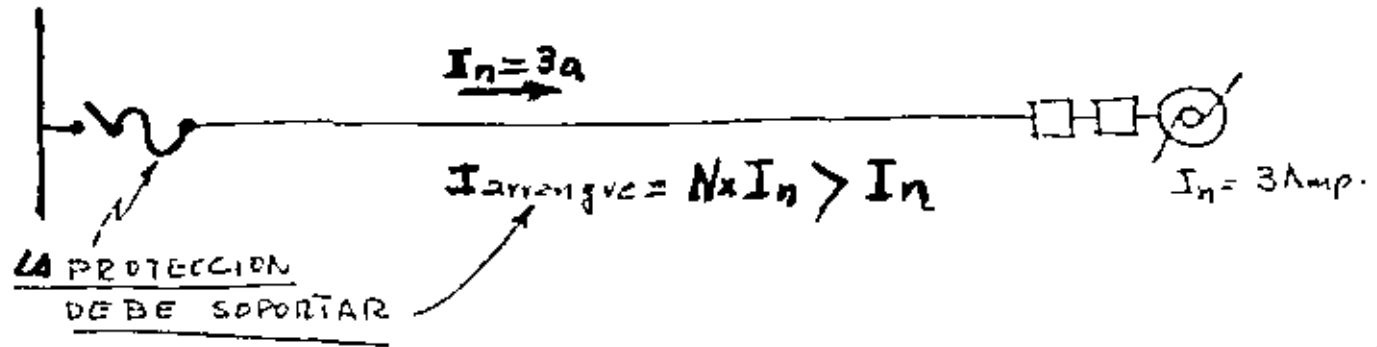
Diagrama de conexión para el motor de 10 HP.



CAPACIDAD DE UN CIRCUITO de FUERZA.

Capacidad circuito \neq Capacidad del medio de protección del circuito

Capacidad $=$ "Capacidad permisible de sus conductores."



Capacidad permisible de los conductores que abastece a un motor:

NTIE = 125%
103-14

de la corriente nominal a plena carga del motor

ARTICLE 430-MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS 70-295

Table 430-27(a) Exception. Duty Cycle Service

Classification of Service	Percentages of Nameplate Current Rating			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30 & 60 Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-Time Duty Operating valves, raising or lowering rams, etc.	110	120	150	...
Intermittent Duty Fans and passenger elevators, tool heads, pumps, disk brakes, turn tables, etc. For an. we. arr. see Section 430-21	85	85	90	140
Periodic Duty Rollers and handling machines, etc.	75	90	95	140
Starting Duty	110	120	150	210

EXCEPCIONES %NTIE:

CUANDO EL SERVICIO SEA:

- DE "CORTO TIEMPO"
- INTERMITENTE
- PERIODICO
- VARIABLE

EN LUGAR DEL 125% USAR FACTORES

Any motor application shall be considered as continuous duty unless the nature of the apparatus it drives is such that the motor will not operate continuously with load under any condition of use.

Factores para seleccionar los conductores para motores que no sean de servicio continuo

Tipo de Servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos			
	Regimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
<u>De corto tiempo:</u> Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	—
<u>Intermitente:</u> Ascensores y montacargas, máquinas-herramientas, bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, etc. (para soldadoras de arco véase el artículo 518.12).	85	85	90	140
<u>Periódico:</u> Rodillos, máquinas para manipulación de minerales, etc.	85	90	95	140
<u>Variable:</u>	110	120	150	200

Cualquier aplicación de un motor se considera como de servicio continuo, a menos que la naturaleza de la máquina o aparato accionado sea tal que el motor no opere continuamente con carga bajo cualquier condición de uso.

CORTO TIEMPO - FUNCIONAMIENTO DE UNA CARGA SUSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO CORTO DEFINIDO

INTERMITENTE - FUNCIONAMIENTO POR PERIODOS ALTERNADOS:
 1) CON CARGA Y SIN CARGA
 2) CON CARGA Y DESCONECTADO
 3) CON CARGA, SIN CARGA Y DESCONECTADO

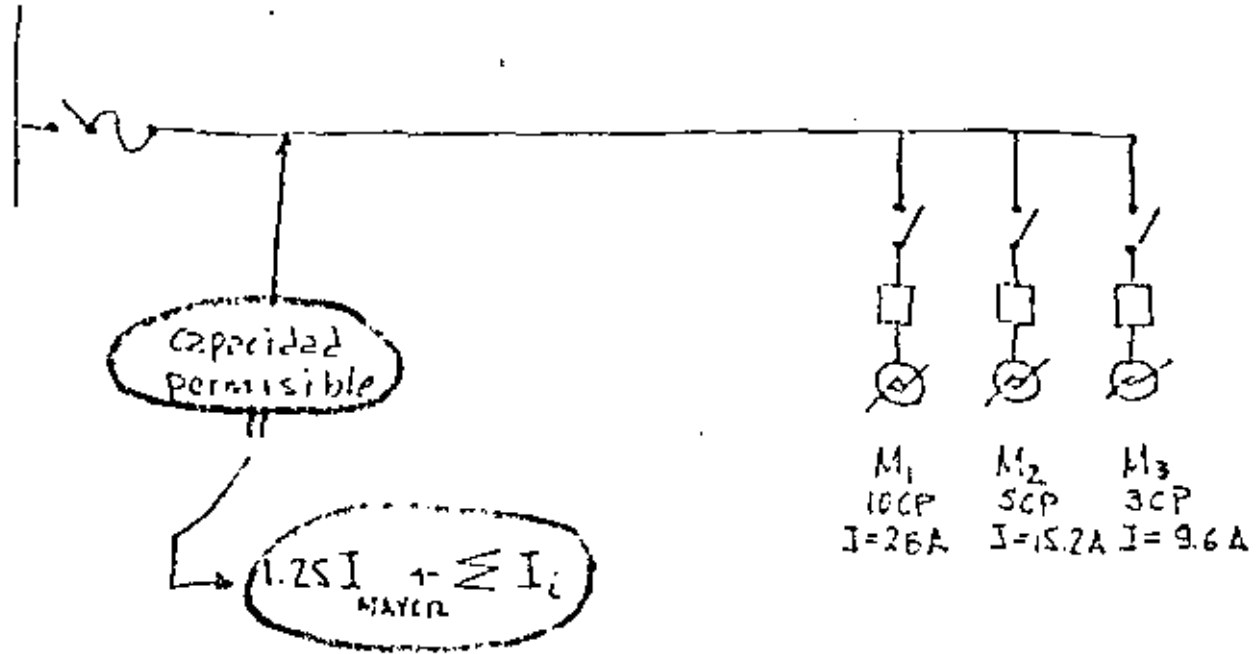
PERIODICO - INTERMITENTE CON CONDICIONES DE CARGA RECURRENTES

VARIABLE - LA CARGA Y SUS INTERVALOS DE DURACION SUJETOS A VARIACIONES CONSIDERABLES.

CONTINUO - CARGA SUSTANCIALMENTE CONSTANTE POR UN TIEMPO LARGO INDEFINIDO

CIRCUITO CON VARIOS MOTORES.

NTIE-403-16



Example: $I = 1.25 \times 26 + 15.2 + 9.6 = 59.6$

Table 430-14B. Full-Load Currents in Amperes
Single-Phase Alternating-Current Motors

The following values of full-load currents are for motors running at usual speeds and motors with normal torque characteristics. Motors built for especially low speeds or high torques may have higher full-load currents, and multispeed motors will have full-load current varying with speed, in which case the nameplate current ratings shall be used.

To obtain full-load currents of 208- and 240-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

The voltages listed are rated motor voltages. Corresponding nominal system voltages are 110 to 120 and 220 to 240.

HP	115V	230V
1/4	4.4	2.2
1/2	5.8	2.9
3/4	7.2	3.6
1	9.8	4.9
1 1/2	13.8	6.9
2	16	8
3	20	10
5	24	12
7 1/2	34	17
10	56	28
15	80	40
20	100	50

Tabla 203.94

Corriente a plena carga en amperes, de
motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente bajas o los motores de velocidad especialmente altas o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 403.93
Corriente a plena carga en amperios, de motores
de corriente directa

C.P.	Tensión nominal de armadura		
	120 V.	240 V.	500 V.
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5.4	2.7	
3/4	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	330.0

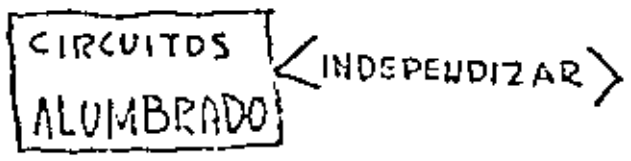
Los valores dados en esta tabla son para motores funcionando a su velocidad nominal.

CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOS

ANALIZAR :-

- ①.- CANTIDAD SUFICIENTE PARA ALIMENTAR A TODA LA CARGA DEFINIDA
- ②.- LAS LIMITACIONES DE CADA TIPO DE CIRCUITO
- ③.- LA POSICION RELATIVA DE SALIDAS Y DE LOS TABLEROS, Y SU INFLUENCIA EN LA CAIDA DE TENSION EN LOS CIRCUITOS DERIVADOS Y ALIMENTADORES
- ④.- ESTABLECER UNA DISTRIBUCION UNIFORME DE LA CARGA.

⑤.- SE RECOMIENDA:



CIRCUITOS PARA



- MAS DE 3 AMP %
- PLANCHAS
- PARRILLAS
- REFRIGERADORES
- ETC.

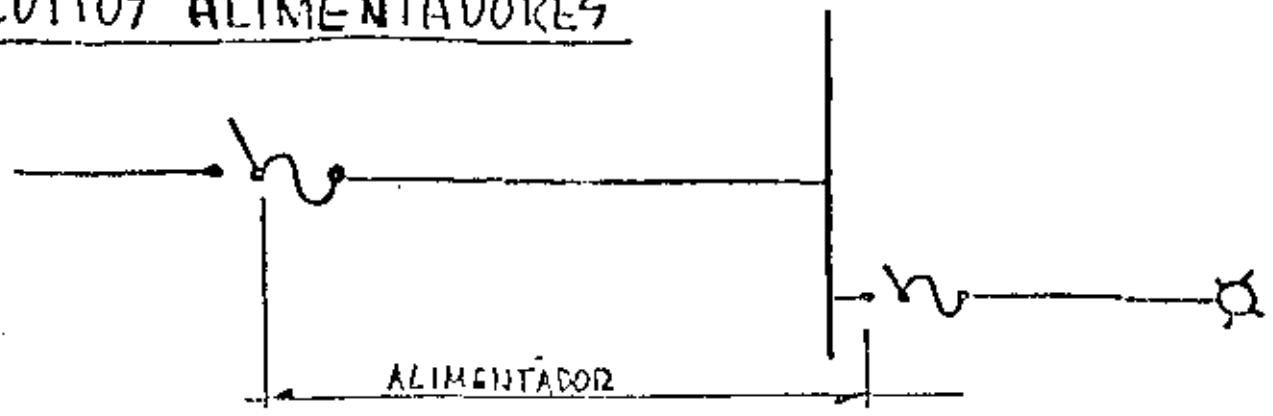
⑥.- EN RESIDENCIAS -

NTIE-204.3b :

2 CIRCUITOS DE 20AMP, INDEPENDIENTES PARA Ø DE



CIRCUITOS ALIMENTADORES



CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE ENCUENTRAN ENTRE EL MEDIO PRINCIPAL DE DESCONEXION Y LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA. NTIE.2032,209-7

calibre minimo: 10 AWG (5.26 mm²)
NTIE-203-2

DEMANDA-MAXIMA: Es

"SUMA DE LA CARGA DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ABASTECIDOS, MULTIPLICADA POR EL "FACTOR DE DEMANDA""

FACTOR de DEMANDA

$$F.D. = \frac{DEMANDA MAXIMA}{CARGA CONECTADA}$$

DETERMINACIÓN

FACTORES de DEMANDA

Factores de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

ALUMBRADO GENERAL:

SEGUN NTIE 208.2 \rightarrow

CONTACTOS:

• CARGA INDEFINIDA:

ESTIMAR 180W/ y
APLICAR NTIE 208.2 \rightarrow

APARATOS:

UN A / CTO \rightarrow FD=100%

DOS o MAS A / CTO \rightarrow FD=75%

A CALIFACCION \rightarrow FD=100%

MOTORES :-

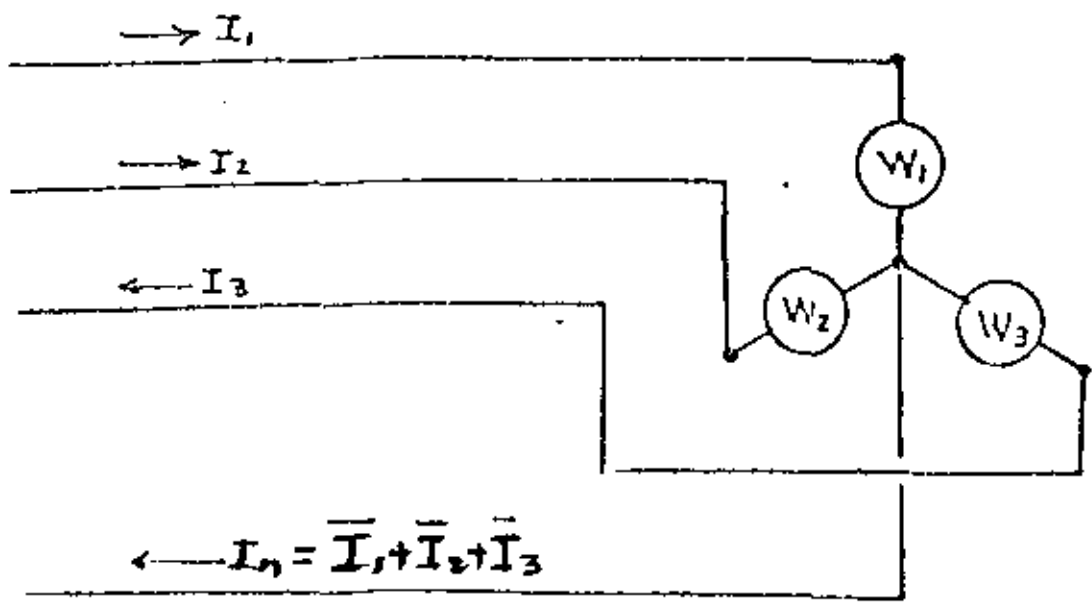
SE CONSIDERA NORMA: CIRCUITO \leq 2 ó MAS MOTORES \rightarrow NTIE 403.16

<u>Tipo de local</u>	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador.*
<u>Casas habitación</u>	Primeros 3 000 watta o menos Exceso sobre 3 000 watta	100% 35%
** <u>Hotels</u>	Primeros 20 000 watta o menos Exceso sobre 20 000 watta	50% 30%
** <u>Hospitales</u>	Primeros 50 000 watta o menos Exceso sobre 50 000 watta	40% 20%
<u>Edificios de oficinas Escuelas</u>	Primeros 20 000 watta o menos Exceso sobre 20 000 watta	100% 70%
<u>Otros locales</u>	Carga total de alumbrado general	100%

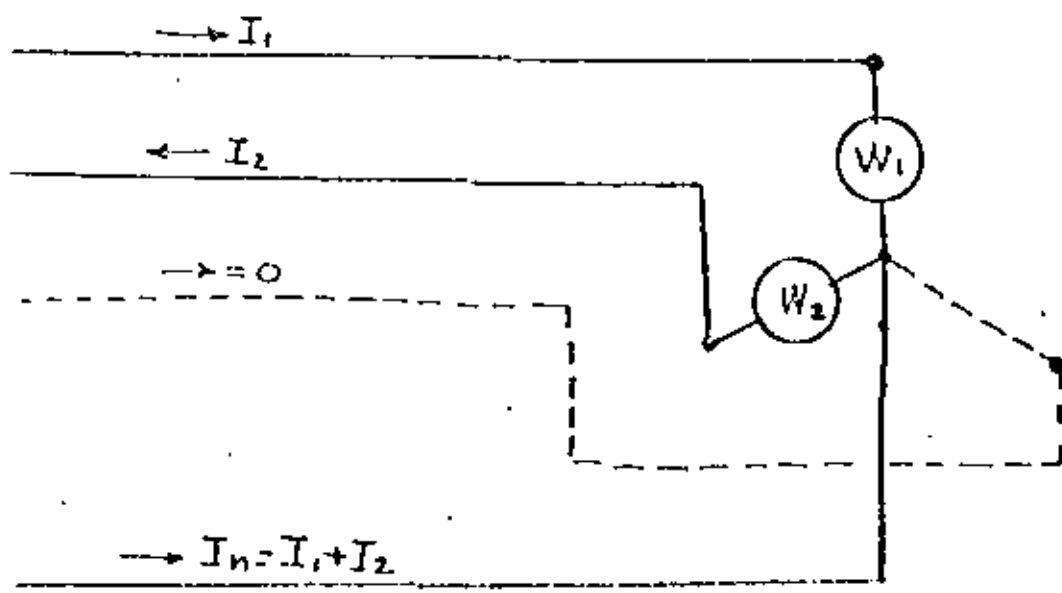
* Factor de demanda: relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

** Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

CARGA del CONDUCTOR NEUTRO

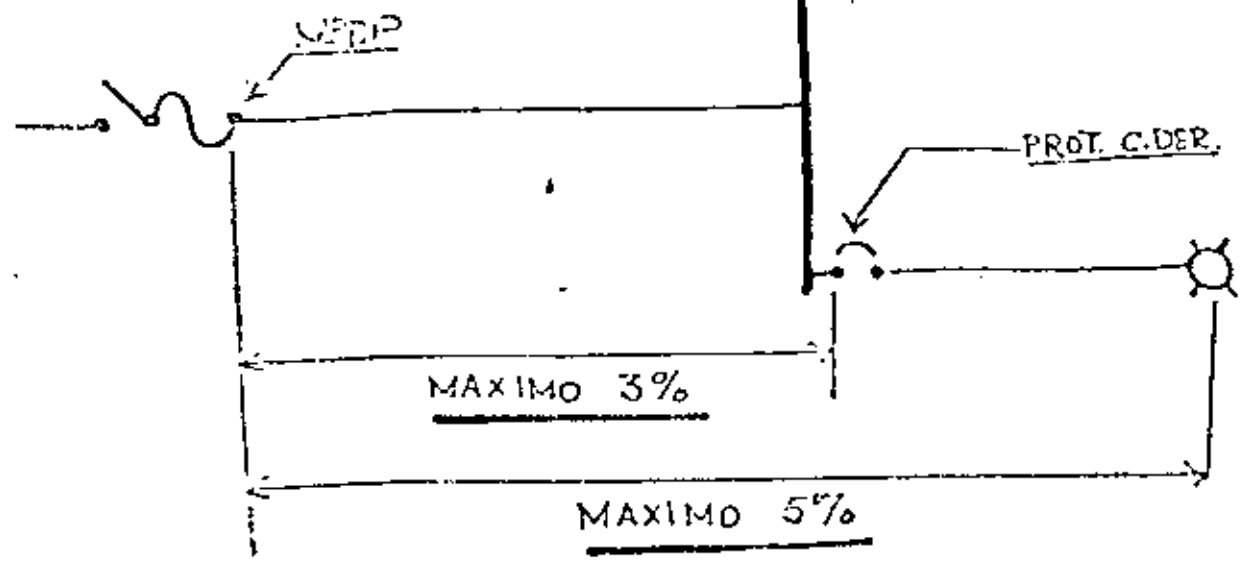


Si $W_1 > W_2 > W_3 \rightarrow$ CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO - MAXIMO" :-



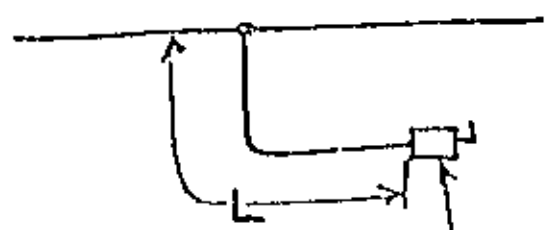
CAIDA DE TENSION

NTIE 203.3



DERIVACIONES

NTIE-203.7



$L > 10m$:-

- DERIVACION MIGNA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR

$L \ll 10m$:-

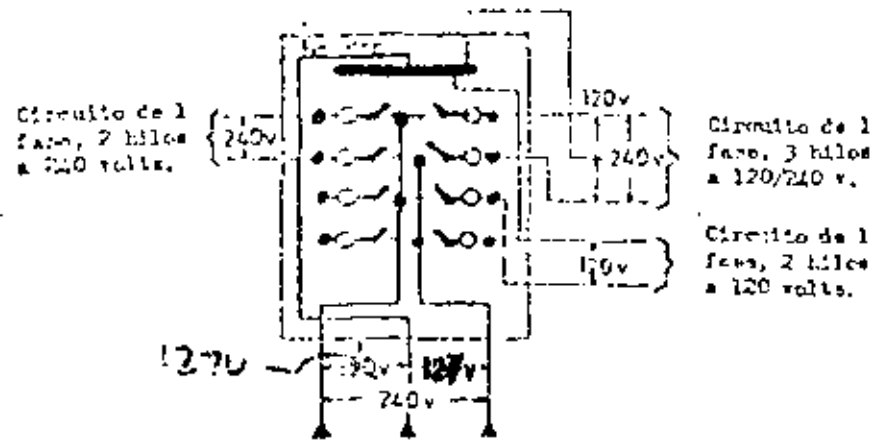
- DERIVACION PUEDE TENER $\frac{1}{3}$ DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, PERO (CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA).
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MIGNA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

* NO SI $L \ll 3m$

TABLEROS de DISTRIBUCION

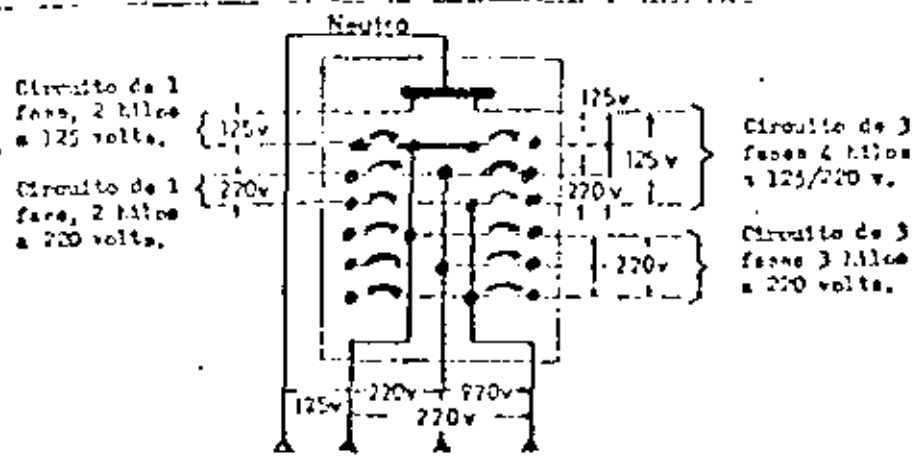
- OBJETIVOS:
- DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS
 - PROTEGER a LOS CIRCUITOS DERIVADOS
 - CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:



Alimentación 1 fase, 3 hilos a un tablero con interruptores y fusibles.

- LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS
- Contienen:
- 1.- Barras alimentadoras de corriente y neutra.
 - 2.- Interrupción.
 - a) Interruptores
 - b) Interruptores automáticos.
 - c) Relé
 - 3.- Protección del circuito.
 - a) Fusibles
 - b) Interruptores automáticos.



Alimentación 3 fases 4 hilos a un tablero con interruptores automáticos.

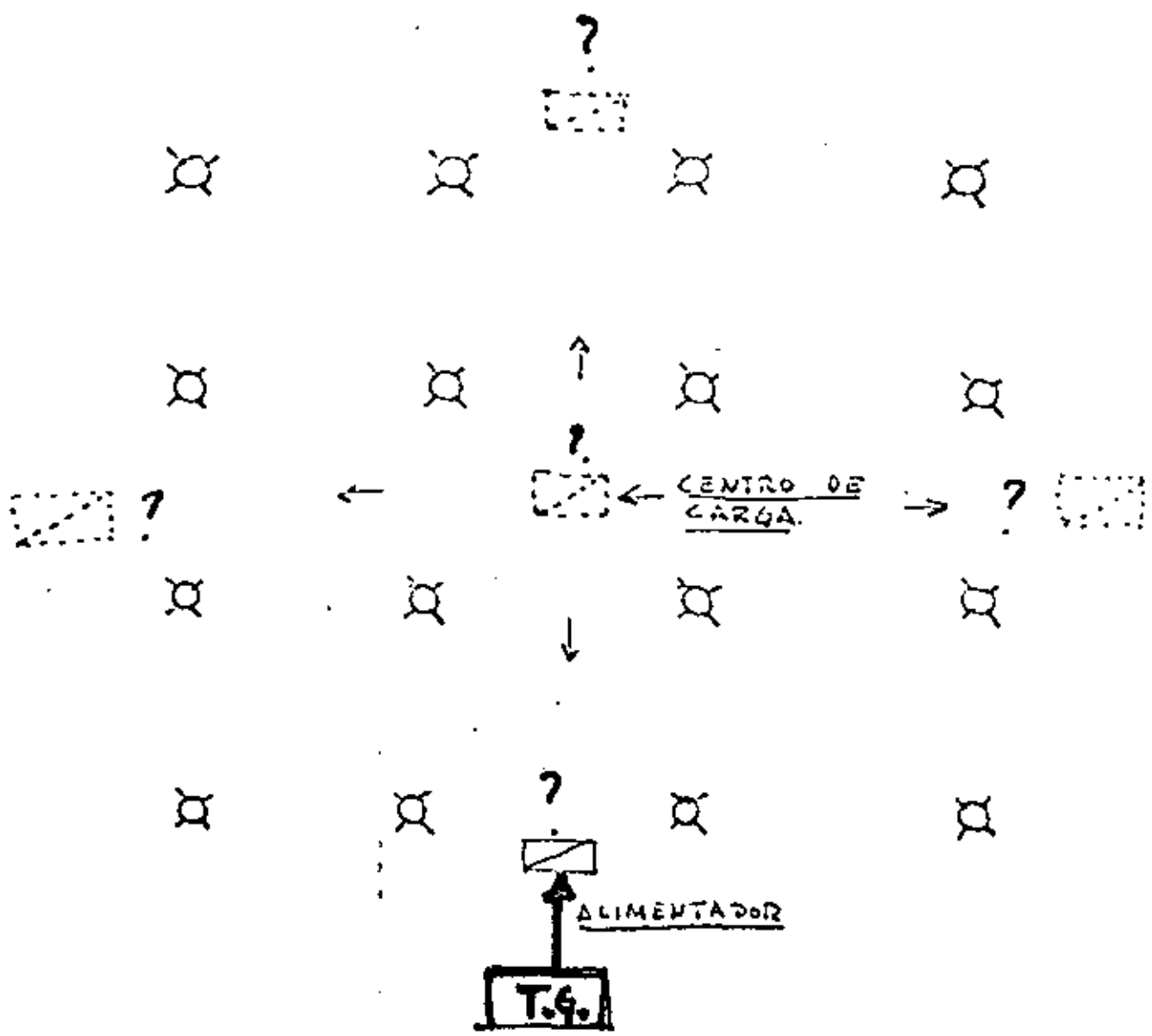
TABLES DE DISTRIBUCION

USOS:-

- 1) - DISTRIBUIR ENERGIA.-
- 2) - PROTEGER LOS CIRCUITOS.-
- 3) - OPERAR LOS CIRCUITOS.-

PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVAS A LOS TABLES:-

- 1) - CANTIDAD DE CIRCUITOS (ver 42)
- 2) - USO...
- 3) - LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA (centro de carga).
- 4) - LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5) - ACCESIBILIDAD.



TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

DEFINICION.- Tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos, es aquél que tiene más del 10 por ciento de sus elementos de protección contra sobrecorriente calibrados a 30 amperes o menos y está dotado de barra para conexiones al neutro.

NORMAS GENERALES PARA LA SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

- 1.- No más de 42 circuitos derivados monopares de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre tablero y la primera salida es de 30 metros.
- 3.- Los tableros deberán instalarse en sitios de fácil acceso.
- 4.- Los tableros deberán instalarse tan cercanos como sea posible a su centro de carga.
- 5.- Para interrumpir un circuito desde su tablero, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros, deberá considerarse la menor longitud posible de su alimentador y el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de las barras alimentadoras de los tableros, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables-alimentadores para abastecer la carga.
- 8.- Un tablero para alumbrado y aparatos alimentado con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su alimentación con protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar por lo menos un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez seleccionados los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de tableros, deberá consignarse en planos y una tabla que indique: designación de cada tablero; localización, número y capacidad de los circuitos derivados, su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

MARZO, 1984

QUINTA SESION

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

CONDUCTORES ELECTRICOS:

Condiciones de diseño

- Características de un conductor
- Capacidad permisible
- Cálculo de la Caída de potencial
- Aislamientos
- Resistencia mecánica

Características de un conductor eléctrico

Los conductores eléctricos se clasifican en:

- a) desnudos
- b) aislados para bajo voltaje (hasta 1000 volts)
- c) aislados para alto voltaje (arriba de 2500 volts)

El material del elemento conductor es generalmente cobre o aluminio y se construye en forma de alambre o cable.

Cuando los conductores desnudos se utilizan en líneas aéreas, pueden llevar alma de acero para aumentar su resistencia a la tensión.

Los materiales aislantes utilizados son generalmente compuestos termoplásticos, termofijos, elastoméricos o poliméricos.

Construcción

El aislamiento de los conductores para bajo voltaje se construye directamente extruido sobre el elemento conductor y generalmente no lleva ninguna protección exterior.

La construcción de los conductores para alto voltaje es más compleja, y generalmente consta de varias capas, listadas de afuera hacia adentro:

- chaqueta exterior
- pantalla de cinta de cobre
- cinta semiconductor
- aislamiento
- capa conductora
- conductor

Capacidad permisible

La capacidad de corriente de un conductor es el valor de la --

corriente eléctrica, en amperes, que puede conducir sin exceder una temperatura de operación prefijada. El aumento de temperatura está regulado por la pérdida eléctrica (RI^2) en la resistencia del conductor, la cual se incrementa al aumentar la temperatura y por la capacidad de disipación de calor de las capas aislantes y del medio ambiente en que está instalado el conductor.

Especificaciones para Cable de Cobre Duro, Semi-Duro y Suave. ③

4

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	Nro. de Hilos	Area mm ²	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
							Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	506	4595	29.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0247	13256
1000	AA	37	506	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15600	0.0247	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14376	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14183	0.0385	11959
800	B-A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12012	0.0434	10866
800	AA	37	405	3676	26.82	1130	0.0451	15930	0.0449	12569	0.0434	10546
750	B-A	61	380	3448	25.39	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.22	1090	0.0481	15150	0.0479	11862	0.0463	9679
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.60	990	0.0555	13213	0.0552	10000	0.0534	8539
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10228	0.0578	8080
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	9953	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0653	9565	0.0631	7734
550	A-AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0653	9259	0.0631	7609
500	B-A	37	253.2	2294	20.70	840	0.0721	10211	0.0718	7961	0.0594	6581
500	AA	19	253.2	2295	20.60	840	0.0721	9957	0.0718	7616	0.0594	6391
450	B-A	37	228.0	2063	19.61	780	0.0802	9276	0.0798	7212	0.0771	5933
450	AA	19	228.0	2063	19.59	780	0.0802	8950	0.0798	7022	0.0771	5933
400	B	37	202.8	1833	18.49	730	0.0902	8310	0.0898	6414	0.0668	5271
400	A-AA	19	202.8	1833	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	6328	0.0668	5271
350	B	37	177.2	1609	17.30	670	0.103	7285	0.103	5647	0.0991	4799
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5334	0.0991	4610
350	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	5451	0.0991	4613
300	B	37	152.0	1379	16.00	610	0.120	6291	0.120	4872	0.116	4115
300	A	19	152.0	1379	15.96	610	0.120	6128	0.120	4776	0.116	3954
300	AA	12	152.0	1379	16.69	610	0.120	5974	0.120	4713	0.116	3924
250	B	37	126.6	1149	14.50	540	0.144	5244	0.144	4051	0.139	3479
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3295
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5040	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3327	0.164	2989
4/0	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	3227	0.161	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.91	420	0.214	3492	0.214	2702	0.207	2301
3/0	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2606	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.04	360	0.270	2791	0.270	2182	0.251	1825
2/0	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	2105	0.251	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	1728	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1686	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1766	0.429	1379	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.56	270	0.429	1725	0.429	1347	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.11	270	0.424	1642	0.424	1305	0.414	1148
2	B-A	7	33.62	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.520	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.11	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.60	200	0.682	1164	0.682	955	0.657	722
3	AA	3	26.67	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	932	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.80	180	0.856	879	0.856	767	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	765	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.050	681	1.05	591	1.05	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	473	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	442	1.73	367	1.67	286
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.180	353	2.18	277	2.16	226
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10	B	7	5.26	47.72	2.95	65	3.480	223	3.48	173	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 100°C en el conductor, 25°C temperatura ambiente, 0.5 factor de utilización (cobre opaco), y un viento de 0.6 m/s (en c. sección perpendicular al eje del cable)

Estos conductores son utilizados en instalaciones aéreas de distribución de energía en alta ó baja tensión, en buses, de subestaciones y sistemas de tierra.

⊗ Especificaciones para Alambre Desnudo Duro, Semi-Duro y Suave

Calibre A.W.G.	DIAMETRO NOMINAL		SECCION TRANSVERSAL		Peso en Kilos por km.	DURO		SEMI-DURO		SUAVE	
	mm.	pulg.	mm. cuadrados	mm. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima
4/0	11.684	.4600	107.20	211.640	953.0	.16552	3693.665	.16467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167.800	756.0	.20670	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133.100	599.0	.26317	2503.418	.26182	2086.106	.25568	1706.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105.500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83.690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66.370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52.640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.942	.64635	694.008
4	5.189	.2043	21.15	41.740	188.0	.84781	893.592	.84321	718.502	.81532	550.216
5	4.621	.1819	16.77	33.100	149.0	1.0689	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	.1620	13.30	26.250	118.0	1.3478	580.608	1.3409	458.136	1.2963	346.051
7	3.665	.1443	10.55	20.820	93.8	1.6998	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16.510	74.4	2.1414	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13.090	59.0	2.7028	299.920	2.6887	233.241	2.5948	172.595
10	2.588	.1019	5.261	10.380	46.8	3.4089	240.045	3.3892	186.157	3.2773	139.430
11	2.305	.09074	4.172	8.234	37.1	4.2981	191.827	4.2751	148.599	4.1340	112.496
12	2.053	.08081	3.309	6.530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.555
13	1.828	.07196	2.624	5.178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
14	1.628	.06408	2.081	4.107	18.5	8.6159	96.844	8.5732	75.569	8.2845	58.337
15	1.450	.05707	1.650	3.257	14.7	10.8666	77.021	10.8108	60.328	10.4467	44.670
16	1.291	.05082	1.309	2.583	11.6	13.7014	61.281	13.6292	48.172	13.1764	35.426
17	1.150	.04526	1.038	2.048	9.23	17.2777	48.762	17.1891	38.424	16.6149	28.081
18	1.024	.04030	.8231	1.624	7.32	21.7858	38.769	21.6742	30.667	20.9491	22.280
19	.9116	.03589	.6527	1.288	5.80	27.4718	30.840	27.3307	26.453	26.4153	17.667
20	.8118	.03195	.5176	1.022	4.60	34.6473	24.530	34.4505	24.530	33.3021	14.011
21	.7229	.02846	.4105	.810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404	19.4365	41.9968	11.1132
22	.6438	.02535	.3255	.642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7926	15.5403	52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	.509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978	12.3401	66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	.404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433	9.8295	84.2232	5.7501
25	.4547	.01790	.1624	.320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806	7.8291	106.2059	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	.254.1	1.14	138.2456	6.2279	137.5238	6.2279	133.8956	3.7210
27	.3606	.01420	.1021	.201.5	.908	176.5991	4.9533	174.6804	4.9533	168.8730	3.0718
28	.3211	.01264	.08008	.159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863	3.9454	212.9369	2.7175
29	.2859	.01126	.06422	.126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694	3.1380	268.6470	2.2057
30	.2546	.01025	.05093	.100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108	2.4957	338.5992	1.8020
31	.2268	.008928	.04039	.79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226	1.9849	426.8681	1.4258
32	.2019	.007950	.03203	.63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138	1.5807	538.4121	.9008
33	.1798	.007080	.02540	.50.13	.226	708.0712	1.25737	702.4621	1.25737	678.9389	.71442
34	.1601	.006305	.02014	.39.75	.179	890.1363	0.99973	885.5419	0.99973	1079.4490	.56154

Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando esto de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximo para alambres suaves conocidos.

NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no hay especificaciones.

Características Eléctricas
Alambre y Cable Desnudos de Cobre Duro 97.5% Conductividad IACS Unidad Métrica

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor por Kilómetro				Radio Geométrico Medio	Reactancia p.c. Conductor por Km. 60 cps 305 mm. de separación §
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	50°C	20°C	50°C			Inductiva X_{L}
AWG o MCM		ohms.	ohms	ohms	ohms	mm.	ohms
Sólido							
10	1	3.361	3.7424	3.361	3.7424	1.0089	0.4306
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4651	1.330	1.4651	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0708	0.2782
3	1	0.5629	0.7407	0.5629	0.7407	2.7708	0.2594
2	1	0.5258	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3810
1	1	0.4189	0.4532	0.4171	0.4648	2.8821	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3632	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3345
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2086	0.2325	4.0508	0.3258
4/0	1	0.1648	0.1838	0.1658	0.1847	4.8507	0.3170
Cableado							
4	7	0.6524	0.9492	0.6524	0.9492	2.1397	0.3738
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1885	0.3722
3	7	0.6760	0.7656	0.6766	0.7662	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.6914	0.3566
2	3	0.5310	0.5934	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4255	0.4760	3.0736	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.5082	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.7795	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3765	3.3833	0.3393
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2357	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8100	0.3304
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3137
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3219
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.0907	0.3081
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3040	0.3050
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.6149	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0750	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1140	6.5227	0.2899
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1148	6.8580	0.2861
400	19	0.08997	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.09085	7.5288	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08986	7.4086	0.2802
600	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
600	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.8029	0.2763
650	37	0.06474	0.07214	0.06648	0.07413	8.3210	0.2715
800	37	0.05932	0.06624	0.06126	0.06804	8.6868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05686	0.06333	9.0520	0.2651
700	61	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.4486	0.2619
700	37	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.3878	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7641	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7221	0.2597
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0194	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0779	0.2574
850	37	0.04188	0.04686	0.04466	0.04967	10.3632	0.2550
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7220	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.6378	0.2530
1000	61	0.03559	0.03968	0.03869	0.04173	11.3011	0.2484
1000	37	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02926	0.03263	0.03276	0.03688	12.4167	0.2401
1500	61	0.02439	0.02718	0.02786	0.03106	13.8379	0.2332
1250	91	0.02091	0.02331	0.02479	0.02762	14.8922	0.2271
1000	91	0.01830	0.02039	0.02256	0.02515	16.0125	0.2220

* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.5% IACS incrementados en un 2% por cableado, excepto en los cables de 3 hilos en los cuales el incremento es de 1%.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias nominales de manufactura.

§ La reactancia inductiva fue calculada para una distancia equivalente a 305 milímetros.

Codigo Mundial	Cables			Cableado		Diametro Total mm	Tension de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km	Peso Kg/Km	Amperes
	AWG - CM	mm ²	Equiv en Cobre	Numero de Alambres y Diametro						
Peachbell	6	13.287	8	7 x 1.554	4.673	252	2.2711	36.4	100	
Rose	4	21.156	6	7 x 1.960	5.897	397	1.3949	58.0	140	
Iris	7	33.604	4	7 x 2.473	7.416	606	0.87823	92.2	180	
Pansy	1	42.376	3	7 x 2.776	8.331	737	0.69653	116.2	200	
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9.347	894	0.55193	146.6	230	
Asler	2/0	67.407	1	7 x 3.502	10.515	1125	0.43786	184.8	270	
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11.785	1363	0.34716	233.1	300	
Galip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13.258	1719	0.27532	293.9	340	
Snowdrop	750.000	126.674*	157.200	7 x 4.800	14.401	2032	0.23298	347.3	450	
Valerian	750.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14.579	2045	0.23298	347.3	450	
Daisy	766.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14.884	2165	0.21841	370.5	460	
Laurel	766.800	135.127	3/0	19 x 1.009	15.062	2177	0.21841	370.5	460	
Peony	100.000	151.967	188.700	19 x 1.192	15.976	2404	0.19420	416.7	490	
Tulip	116.000	170.409	4/0	19 x 1.380	16.916	2694	0.17319	462.3	530	
Daffodil	150.000	177.310	220.000	19 x 1.446	17.246	2803	0.16644	486.3	545	
Ganna	397.500	201.369	250.000	19 x 1.675	18.389	3120	0.14656	551.1	590	
Goldenrod	450.000	227.943	283.000	19 x 1.909	19.558	3460	0.12947	625.1	640	
Camos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.023	20.142	3669	0.12214	662.7	670	
Syringa	477.000	241.617	300.000	37 x 2.887	20.193	3900	0.12214	662.7	670	
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20.599	3846	0.11651	694.7	690	
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.991	20.650	4086	0.11651	694.7	690	
Darby	556.500	281.929	350.000	19 x 4.345	21.742	4282	0.10468	773.1	730	
Mistletoe	556.500	281.929	350.000	37 x 3.114	21.793	4458	0.10468	773.1	730	
Meadowswear	600.000	303.924	377.000	37 x 3.233	22.631	4808	0.09710	833.5	750	
Orchid	616.000	327.177	400.000	37 x 3.329	23.317	5098	0.09160	883.5	780	
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23.571	5211	0.08967	903.0	830	
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24.466	5611	0.08322	972.5	820	
Star	700.000	354.621	440.000	61 x 2.720	24.485	5833	0.08322	972.5	830	
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.531	24.739	5733	0.08141	994	840	
Malabar	715.500	362.490	450.000	61 x 2.750	24.765	5964	0.08141	994	840	
Patens	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25.323	5897	0.07768	1047	870	
Callat	750.000	379.905	472.000	61 x 2.816	25.349	6128	0.07768	1047	870	
Arbutus	795.000	407.738	500.000	37 x 3.771	26.060	6246	0.07378	1114	920	
Lilac	795.000	407.738	500.000	61 x 2.900	26.111	6500	0.07378	1114	920	
Cockscomb	900.000	455.950	566.000	37 x 3.967	27.736	6926	0.06472	1250	970	
Snapdragon	900.000	455.950	566.000	61 x 3.086	27.787	7217	0.06472	1250	970	
Magnolia	954.000	483.298	600.000	37 x 4.079	28.549	7339	0.06106	1325	1010	
Goldenrod	954.000	483.298	600.000	61 x 3.177	28.600	7647	0.06106	1325	1010	
Hawkweed	1.000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29.235	7693	0.05825	1389	1040	
Camellia	1.000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29.260	8051	0.05825	1389	1040	
Bluebell	1.133.500	523.546	650.000	37 x 4.246	29.718	7951	0.05632	1435	1060	
Lavender	1.133.500	523.546	650.000	61 x 3.307	29.768	8282	0.05632	1435	1060	
Margolis	1.133.000	563.794	700.000	61 x 3.431	30.886	8917	0.05214	1546	1100	
Hawthorn	1.192.500	604.107	750.000	61 x 3.550	31.953	9525	0.04885	1656	1160	
Narcissus	1.272.000	644.355	800.000	61 x 3.667	33.070	9979	0.04580	1765	1200	
Columbine	1.351.500	684.990	850.000	61 x 3.782	34.036	10614	0.04308	1878	1250	
Carnation	1.431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35.026	11027	0.04070	1987	1300	
Gladiolus	1.510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35.991	11612	0.03857	2098	1340	
Coropias	1.590.000	805.605	1.000.000	61 x 4.102	36.931	12247	0.03661	2209	1380	
Jessamine	1.750.000	886.210	1.100.000	61 x 4.207	38.735	13471	0.03330	2431	1460	
Co-slip	2.000.000	1.012.650	1.250.000	91 x 3.264	41.402	15694	0.02914	2776	1550	
Segebrush	2.750.000	1.139.070	1.415.000	91 x 3.997	43.916	17287	0.02590	3156	1650	
Lupine	2.500.000	1.265.490	1.570.000	91 x 4.208	46.104	19237	0.02312	3506	1750	
Bittersool	2.750.000	1.391.910	1.730.000	91 x 4.414	48.584	21137	0.02120	3854	1850	
Trillium	3.000.000	1.515.750	1.890.000	127 x 1.901	50.698	24042	0.01947	4198	1940	
Bluebonnet	3.500.000	1.773.105	2.200.000	127 x 4.211	54.813	26943	0.01664	4958	2250	

* Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 30°C temperatura ambiente y un viento de 0.6 m/s en dirección perpendicular al eje del cable.

Cálculo de la caída de potencia

Para circuitos trifásicos balanceados:

$$V_R = R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

V_R = Caída de potencia en la resistencia del conductor.

R_k = Resistencia de un conductor en ohms por kilómetro, a la temperatura de operación.

L = Longitud del circuito en metros.

I = Corriente en amperes

V = Voltaje entre líneas del sistema

En por ciento %
$$V_R = \frac{R_k \times L/1000 \times I}{V / \sqrt{3}} \times 100 = 0.1732 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Para circuitos monofásicos

$$V_R = 2 R_k \times \frac{L}{1000} \times I$$

En por ciento %
$$V_R = \frac{2 R_k \times L/1000 \times I}{V} \times 100 = 0.2 \frac{R_k \times L \times I}{V}$$

Existen tablas y gráficas que simplifican el cálculo de la caída de potencia

Aislamientos

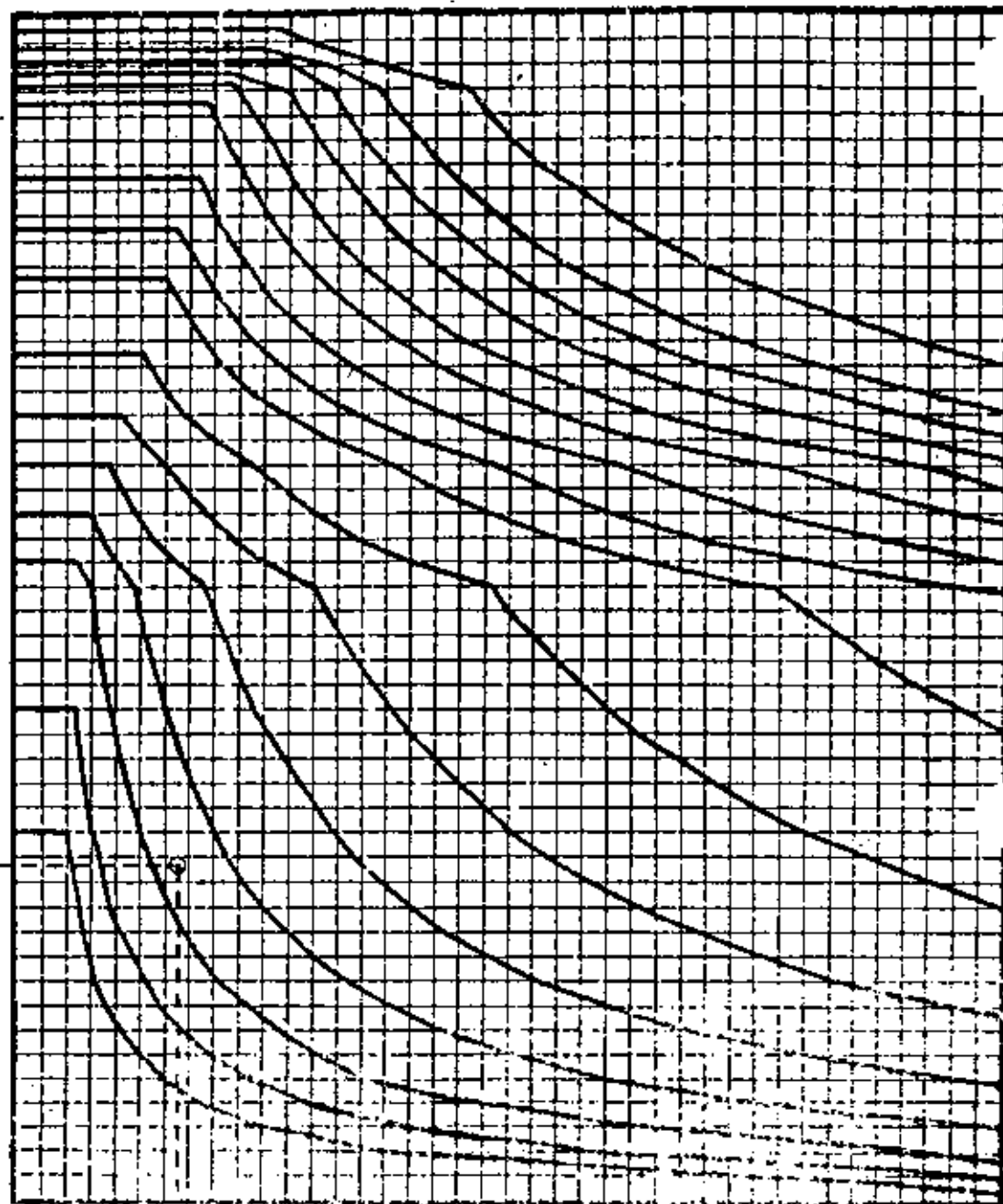
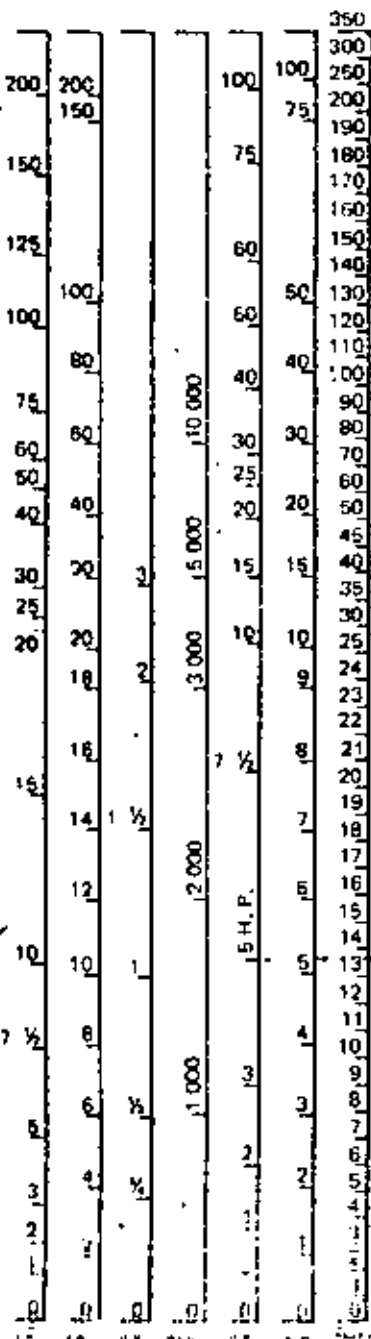
En conductores para bajo voltaje se utilizan generalmente aislamientos de cloruro de polivinilo (PVC), de polietileno negro PE y polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE)

En conductores para alto voltaje se utilizan aislamientos a base de polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE) y a base de hule etileno-propileno (EPR).

El forro o chaqueta exterior generalmente es de PVC y en algunos casos se utiliza polietileno negro PE.

Resistencia mecánica

La carga mecánica o esfuerzo a la tensión a que son sometidos los conductores eléctricos al instalarlos (principalmente en tuberías conduit o en líneas aéreas), no debe exceder a un tercio del valor de tensión a la ruptura nominal del mismo. Estos valores se indican en las tablas de características de los conductores, anexas.



1% 120V	2% 240V	3% 360V
2% 120V	4% 240V	6% 360V
3% 120V	6% 240V	9% 360V
4% 120V	8% 240V	12% 360V
5% 120V	10% 240V	15% 360V
6% 120V	12% 240V	18% 360V
7% 120V	14% 240V	21% 360V
8% 120V	16% 240V	24% 360V
9% 120V	18% 240V	27% 360V
10% 120V	20% 240V	30% 360V
11% 120V	22% 240V	33% 360V
12% 120V	24% 240V	36% 360V
13% 120V	26% 240V	39% 360V
14% 120V	28% 240V	42% 360V
15% 120V	30% 240V	45% 360V
16% 120V	32% 240V	48% 360V
17% 120V	34% 240V	51% 360V
18% 120V	36% 240V	54% 360V
19% 120V	38% 240V	57% 360V
20% 120V	40% 240V	60% 360V
21% 120V	42% 240V	63% 360V
22% 120V	44% 240V	66% 360V
23% 120V	46% 240V	69% 360V
24% 120V	48% 240V	72% 360V
25% 120V	50% 240V	75% 360V
26% 120V	52% 240V	78% 360V
27% 120V	54% 240V	81% 360V
28% 120V	56% 240V	84% 360V
29% 120V	58% 240V	87% 360V
30% 120V	60% 240V	90% 360V
31% 120V	62% 240V	93% 360V
32% 120V	64% 240V	96% 360V
33% 120V	66% 240V	99% 360V
34% 120V	68% 240V	102% 360V
35% 120V	70% 240V	105% 360V
36% 120V	72% 240V	108% 360V
37% 120V	74% 240V	111% 360V
38% 120V	76% 240V	114% 360V
39% 120V	78% 240V	117% 360V
40% 120V	80% 240V	120% 360V
41% 120V	82% 240V	123% 360V
42% 120V	84% 240V	126% 360V
43% 120V	86% 240V	129% 360V
44% 120V	88% 240V	132% 360V
45% 120V	90% 240V	135% 360V
46% 120V	92% 240V	138% 360V
47% 120V	94% 240V	141% 360V
48% 120V	96% 240V	144% 360V
49% 120V	98% 240V	147% 360V
50% 120V	100% 240V	150% 360V

0	100	200
0	150	300
0	200	400
0	250	500
0	300	600
0	400	800
0	500	1000
0	600	1200
0	800	1600
0	1000	2000

Ejemplo:

Para el cálculo del calibre de un conductor de 100 metros, que alimenta a un motor de 5 H.P. a 220 Volts, 3 Fases, con un 3 % en pérdida de Voltaje el valor de 5, y en el cuadro correspondiente a la línea de 100 metros. Se traza una línea que corresponde al calibre 8 AWG, que sirve el ejemplo.

Conductores Aislados para Baja Tensión

Definición

Se puede considerar como conductor para baja tensión a todo aquel que tenga un aislamiento que le permita operar en voltajes de 0 a 1000 volts en condiciones apropiadas de

seguridad.

Clasificación

Los conductores forrados se clasifican según las propiedades del aislamiento, de acuerdo con las tablas siguientes.

Características de Conductores

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Hule resistente al calor	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor.	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad.	RUW	80	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama.	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	80	Compuesto termoplástico retardador de la flama.	Ninguna	Locales secos.
Termoplástico resistente a la humedad.	TW	80	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos.

continuación

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C.	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
(8) Cables Control	B (600V)		Policloruro de Vinilo	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Circuitos de Señalización y control.
			Poliétileno		
			Poliétileno Vulcanizado.		
			Estireno - Butadieno.		
			Butilo		
	Etileno - Propileno.				
	C (1000V)		Poliétileno	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	
			Poliétileno Vulcanizado		
			Butilo.		
			Etileno - Propileno.		
Cable Control y Potencia.	NYN NYCY	75°C	Policloruro de Vinilo	No metálica resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	Señalización, Control y Potencia.
	Polietileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor.	XHHW	75	Polietileno vulcanizado.	Ninguna	Locales húmedos y directamente enterrados.
90			Locales secos.		
Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, para máquinas herramientas.	MTW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la flama.	Ninguna o Nylon	Locales húmedos y alambrado en máquinas herramientas.
		90			Locales secos, alambrado en máquinas herramientas.
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto.	No metálica retardadora de la flama.	Alambrado de tableros de distribución solamente.
Termoplástico y malla de fibra.	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama.	Solo alambrado de tableros.
Sintético resistente al calor.	SIS	90	Male resistente al calor	Ninguna	Solo alambrado de tableros.

Nombre comercial	Tipo	Temp. máx. °C	Material Aislante	Cubierta exterior	Utilización
Aislante mineral cubierta metálica.	MI	85	Oxido de Magnesio.	Cobre	Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo O.
		250			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Silicón Asbesto	SA	90	Hule Silicón	Asbesto o vidrio	Locales secos.
		125			Temp. máx. de operación para aplicaciones especiales.
Etileno Propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálica resistente a la humedad y al calor y retardadora de la flama.	Locales húmedos, secos y directamente enterrados
Etileno Propileno Fluorinado	FEP	90	Etileno Propileno Fluorinado	Ninguna	Locales secos.
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado	Malla de vidrio o malla de asbesto.	Aplicaciones especiales en locales secos.
Cambray Barnizado	V	85	Asbesto y Cambray Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de Plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambray Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambray Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente. instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	Limitado a 300 V
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas con permiso especial

Capacidad de Conducción de Corriente en Conductores de Cobre Aislados

No mas de tres conductores instalados en conduit o directamente enterrados o un conductor de aire (Basadas en temperatura ambiente de 30°C).

Sección nominal en mm ²	Calibre AWG MCM	60°C		75°C		85°C		90°C		100°C		125°C		200°C	
		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos	
		RULW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, OF, XHHW, NMC		RILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, FEPS, EP, RHH, THHN, MTW, XHHW, NMC		AVA, AVL		AI, AIA		A, AA, FEPS	
		En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire	En conduit, cable o directamente enterrados.	Ai aire
2.08	14	15	20	15	20	25	30	25	30	30	40	30	40	30	45
3.31	12	20	25	20	25	30	40	30	40	35	50	40	50	40	55
5.26	10	30	40	30	40	40	55	40	55	45	65	50	70	55	75
8.37	8	40	55	45	65	50	70	50	70	60	85	65	90	70	100
13.30	6	55	80	65	95	70	100	70	100	80	120	85	125	95	135
21.15	4	70	105	85	125	90	135	90	135	105	160	115	170	120	180
36.67	3	80	120	100	145	105	155	105	155	120	180	130	195	145	210
53.67	2	95	140	115	170	120	180	120	180	135	210	145	225	165	240
82.41	1	110	165	130	195	140	210	140	210	160	245	170	265	190	280
53.49	0	125	195	150	230	165	245	165	245	190	285	200	305	225	325
67.43	00	145	225	175	265	185	285	185	285	215	330	230	355	250	370
85.01	000	165	260	200	310	210	330	210	330	245	385	265	410	285	430
137.20	0000	195	300	230	360	235	385	235	385	275	445	310	475	340	510
127	250	215	340	255	405	270	425	270	425	315	495	335	530	---	---
152	300	240	375	285	445	300	480	300	480	345	555	380	590	---	---
177	350	260	420	310	505	325	530	325	530	390	610	420	665	---	---
203	400	280	455	335	545	360	575	360	575	420	665	450	710	---	---
253	500	320	515	380	620	405	660	405	660	470	755	500	815	---	---
304	600	355	575	420	640	455	740	455	740	525	805	545	910	---	---
355	700	385	630	460	755	490	815	490	815	560	940	600	1005	---	---
380	750	400	665	475	795	500	845	500	845	580	960	610	1045	---	---
405	800	410	680	490	815	515	880	515	880	600	1020	620	1085	---	---
456	900	435	720	520	870	565	940	565	940	---	---	---	---	---	---
507	1000	455	780	545	935	605	1000	605	1000	680	1165	730	1240	---	---

	Butilo	Etileno Clorosulfonado	Etileno Propileno	Neopreno	Hule Natural	Poliuretano	Silicon
Resistividad Ohm/cm	10 ¹⁷	10 ¹⁴	10 ¹³ - 10 ¹⁷	10 ¹¹	10 ¹³ - 10 ¹⁷	10 ¹¹ - 10 ¹⁴	10 ¹¹ - 10 ¹⁷
Rigidez dieléctrica	600	500	900	150-600		350-625	100-650
Constante dieléctrica 1000 hz	2.1-2.4	7-10	3.17-3.34	9.0	2.3-3.0	5-8	3.0-3.5
Factor de potencia 1000 hz	0.0030	0.03-0.07	0.0066-0.0079	0.03	0.0023-0.0030	0.16-0.9	0.001-0.010
Resistencia a la tracción Kg/cm ²	175-211	175	35	211-283	175-211	175-283	29
Elongación %	400-600	700	200-400	400-900	750-850	200-600	200-800
Densidad	0.91	1.12-1.28	0.86	1.23-1.25	0.97-0.96	1.05-1.16	0.97
Temperatura de fragilidad °C	-60	-60	-70	-65	-60	-50/-85	-65/-125
Máxima temperatura de servicio °C	150	150	180	105	150	85/150	260
Resistente a:							
oxidación	B-E	E	E	E	B	E	E
ozono	E	E	E	E	P-R	E	E
desgarr	B	E	R-B	B	MB	E	R-B
abrasión	B	E	B-E	E	E	E	P-B
radiación	P	R-B	-	P	R	B-E	R-E
ácidos diluidos	E	E	E	E	R-B	R	E
ácidos concentrados	E	MB	E	B	R-B	P	R
hidrocarburos alifáticos	P	B	P	B	P	E	P
hidrocarburos aromáticos	P	R	P	R	P	R-B	P
hidrocarburos clorinados	P	P	P	M	M	R-B	M
aceites y gasolina	M	B	P	B	M	E	P-B
Aceite animal y vegetal	E	B	B-E	B	P	E	E
Absorción de agua	E	B	E	B	E	B	E
Envejecimiento solar	M	E	E	MB	P	B	E
Envejecimiento por Temperatura (212° F)	B	E	E	B	B	B	E
Flama	P	B	P	B	P	P-B	R-E
Alcalis	M	D	MB	B	R-B	P-R	P-B

● Espesores de Aislamiento para Cables de Alta Tensión

Aislados con:

Etileno Propileno (EP), según Norma No. S-68-516 Polietileno Natural (Pe), según Norma IPCEA No. S-61-400

Polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLPE), según Norma S-66-524

Voltaje volts	Calibre AWG-MCM	Espesor de aislamiento				Prueba de corriente alterna	
		N/T		N/A		N/T	N/A
		mils	mm	mils	mm	KV	KV
2001 - 5000	8-1000	90	2.29	90	2.29	13	13
5001 - 8000	6-1000	115	2.92	140	3.66	18	22
8001 - 15000	2-1000 1-1000	175	4.45	215	5.46	27	33
15001 - 25000	1-1000	260	6.60	345	8.76	38	49
25001 - 28000	1-1000	280	7.11			42	
28001 - 35000	1/0-1000	345	8.76			49	

c) **Pantalla Electroestática:** La función principal de la pantalla electrostática es la de confinar el campo eléctrico al interior del aislamiento, evitando con esto gradientes de potencial peligrosos en la superficie de los cables.

La pantalla electrostática de los cables con aislamiento sólido, está formada por dos elementos: Elemento Semiconductor, que puede ser una cinta de material textil impregnada en negro de humo ó compuesto del mismo aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo semiconductor. Elemento Conductor, formado por una cinta de cobre desnuda o estañada aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento, cubriéndolo completamente, ó una espiral abierta formada por alambres de cobre desnudo o estañado.

En los cables aislados con papel y aceite no migrante, la pantalla la forma la chaqueta exterior de plomo.

En los cables aislados con papel y gas ó aceite en tubería de acero a presión, la pantalla está formada por una cinta de material conductor (cobre ó aluminio) aplicada en el

exterior de cada uno de los conductores, en forma de una espiral abierta.

d) **Armaduras:** Existen varios tipos de armaduras para proteger a los cables de daños mecánicos. Armadura con flejes de acero, se utilizan dos flejes de acero aplicados en espiral abierta y uno cubre los espacios libres dejados por el otro y se utiliza principalmente en cables que van a ser enterrados directamente. Armadura con hilos de acero, se utiliza hilos de acero aplicados en espiral con un paso muy largo sobre el cable, cubriéndolo completamente.

e) **Cubierta Protectora:** Los cables con aislamiento sólido, utilizan cubiertas protectoras compatibles con los aislamientos (mismos coeficientes de dilatación, temperatura de operación, etc.) y éstas pueden ser de Cloruro Polivinilo (PVC), polietileno alta densidad y neopreno.

En algunas ocasiones los cables armados se protegen de la corrosión por medio de cubierta termoplástica. Las cubiertas de yute asfaltado, se utilizan para proteger los conductores al ser instalados ya sean armados ó de papel y plomo (solid type).

TEORIA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

Introducción:

Los cables de Alta Tensión los desglosaremos en cada uno de sus elementos indicando sus características y funciones.

El aprendizaje de la anatomía de un cable aislado para alta tensión ayudará para comprender el porqué de los diferentes componentes de los Empalmes y Terminales.

I. Partes de un conductor y sus funciones:

CABLES DE ALTA TENSION

CABLE TIPO DCS

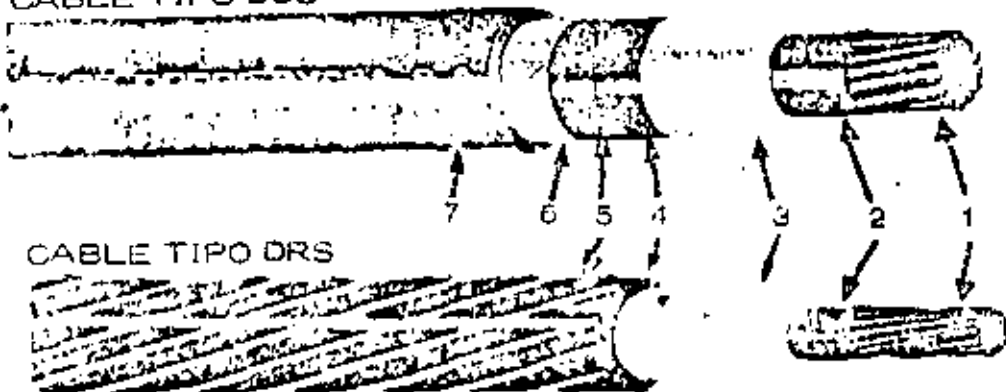


Fig. N° 1

1. Conductor:

Se considera conductor eléctrico a la substancia o material que

permite que una corriente eléctrica pase a través de él, con un mínimo de pérdidas.

1.1. Función del conductor:

La función del conductor es la de conducir la electricidad desde el punto donde se genera hasta el punto donde se consume ó utiliza.

1.2. Tipo de conductor:

En general un conductor se compone de un hilo o alambre sólido o de varios, cableados en construcción normal o compactado.

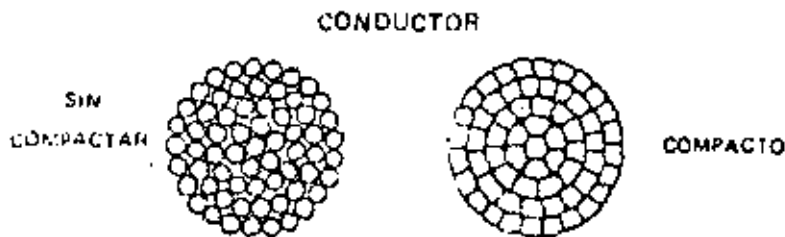


Fig. N° 2

1.3. Material del conductor:

Para la fabricación de conductores eléctricos se utilizan principalmente el cobre y el aluminio.

1.3.1 Propiedades de los materiales conductores:

	Cobre	Aluminio
Número Atómico	29	13
Peso Específico	8.89 gr/cm ³	2.703 gr/cm ³
Coefficiente de Temperatura por °C a 20°C.	0.00393	0.00403
Conductividad Eléctrica	100%	60.97%
Conductividad Térmica.	0.93 cal/cm ³	0.52 cal/cm ³
Temperatura de Fusión	1083°C	660°C
Coefficiente de Dilatación lineal por °C.	16.22 x 10 ⁻⁶	23.0 x 10 ⁻⁶
Calor Específico.	0.0918 cal/gr/°C	0.2259 cal/gr/°C
Resistividad Volumétrica a 20°C.	0.017241 ohms-mm ² /mt	0.02828 ohms-mm ² /mt
Resistividad Eléctrica (ohms en 304.8m a 20°C).	10.371 ohms	17.0 ohms
Esfuerzo de Tensión, Temple duro.	38.70 kg/cm ²	1820 kg/cm ²
Esfuerzo de Tensión, Temple suave.	2.250 kg/cm ²	845 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	1,200,000 kg/cm ²	702,000 kg/cm ²
Resistencia al Corte.	1,750 kg/cm ²	665 kg/cm ²
Resistencia límite de Fluencia.	560 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Fig. N° 3

2. Pantalla sobre el Conductor:

2.1 Función de la Pantalla:

La función del forro semiconductor extruido directamente sobre el conductor es la de distribuir el campo eléctrico en la superficie exterior del conductor evitando con esto la concentración de esfuerzos eléctricos en la superficie del mismo

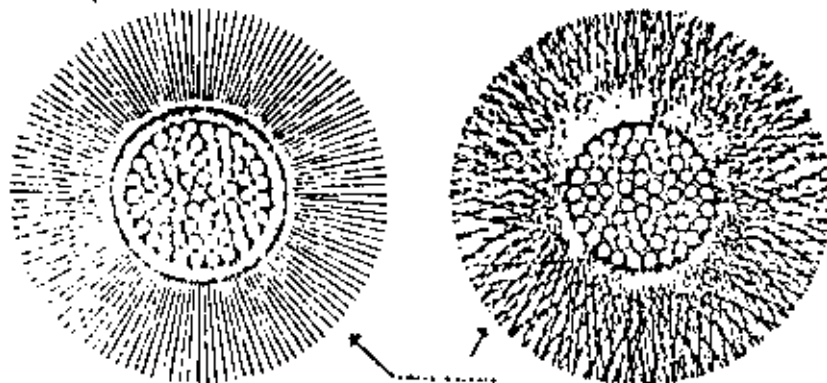


Fig. N° 4

2.2 Material y características:

Para configurar la pantalla sobre el conductor se utiliza un material semiconductor compatible con el aislamiento, ya sea EPR semiconductor ó Polietileno Vulcanizado de cadena cruzada - semiconductor, en ambos casos, el semiconductor es aplicado en tandem con el aislamiento teniendo con esto una liga perfecta y libre de cavidades. Las características de operación de este material son las mismas que las del aislamiento en cuanto a temperaturas de operación, elongación y envejecimiento.

3. Aislamiento:

Se considera como aislamiento eléctrico a la substancia o material que tiene una gran resistencia al paso de una corriente eléctrica.

3.1 Función del aislamiento:

La función del aislamiento es la de controlar y canalizar el flujo de electrones, que forman la corriente eléctrica, no permitiendo el paso de esta corriente através de él.

3.2 Tipos de aislamiento:

El continuo avance de la tecnología ha permitido mejorando progresivamente tanto materiales como equipo. En el inicio de la construcción de sistemas de distribución oculta o subter-

rnánea de alta tensión, las instalaciones se efectuaban con conductores aislados con papel impregnados en aceite y forrados con plomo. Este tipo de conductores tienen el inconveniente de necesitar una mano de obra muy especializada, tanto en el tendido del conductor como en la elaboración de empalmes y terminales, además del problema que se presenta al emigrar el aceite impregnante hacia las partes bajas de la instalación, creando con esto fallas en las partes altas de la instalación donde al emigrar el aceite que dará únicamente el papel como aislante.

Para evitar estas fallas se utilizó aceite no migrante lo que eliminó el problema, subsistiendo el de la mano de obra.

Con la aparición de los aislamientos sólidos, tipo seco, el problema de la mano de obra se ha simplificado grandemente debido a que, teniendo cuidado de seguir los instructivos de los fabricantes de equipos, la elaboración de Empalmes y Terminales ha dejado de ser un problema.

3.3 Materiales y características:

Los principales aislamientos de tipo sólido en el mercado nacional son:

3.3.1 Policloruro de Vinilo:

Es un material termoplástico, el cual mezclado adecuadamente con otras sustancias tales como: plastificantes, estabilizadores, lubricantes, rellenos y pigmentos da por resultado un compuesto con propiedades mecánicas y dieléctricas muy variadas pudiéndose utilizar como aislamiento en baja tensión y como cubierta protectora.

3.3.2 Butilo:

Hule sintético, polímero del isobutileno, conteniendo pequeñas cantidades de isopreno. Este material tiene una gran resistencia a oxidación, envejecimiento, ozono y al abuso mecánico. No resiste aceites de petróleo, grasas y gasolinas y muchos solventes.

3.3.3 Polietileno natural:

Material termoplástico constituido por una cadena muy larga de monómeros de etileno. Es uno de los mejores dieléctricos que se conocen entre los aislamientos de tipo sólido. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioletas.

3.3.4 Polietileno de cadena cruzada (XLPE):

Partiendo del polietileno natural, y utilizando procesos químicos en presencia de catalizadores, se logran moléculas de

forma tridimensional después de un proceso de vulcanizado, adquiriendo propiedades de termoestabilidad.

En este compuesto las características dieléctricas inherentes al polietileno natural no son alteradas, y sí se incrementan sus propiedades mecánicas y térmicas, resultando un material más duro, rígido y resistente al calor. Muy sensible al ataque de los rayos ultravioleta.

3.3.5 Etileno Propileno Rubber (EPR):

Es un tripolímero de etileno y propileno con un dieno conjugado. Este material ofrece excelente resistencia al ozono, intemperie, luz solar, efecto corona y calor. Retiene sus propiedades mecánicas al exponerlo a vapor, algunos solventes y agentes químicos. Presenta pobres propiedades al contacto con grasas y aceites derivados del petróleo.

3.4 Teoría sobre Aislamientos:

Debido a que los aislamientos nunca son puros u homogéneos, lo que sería el aislamiento ideal, sino que son mezclas de diferentes tipos de dieléctricos tratando de combinar las propiedades de los mismos para obtener un producto adecuado al trabajo a desempeñar. El diseño, desarrollo y aplicación de los dieléctricos es un camino muy largo y de una gran especialización dentro de la In-

geniería Eléctrica. Por lo tanto, solamente trataremos los conocimientos básicos sobre los aislamientos.

3.4.1 Campo eléctrico;

Se define como una región del espacio donde existe electricidad capaz de ejercer una fuerza.

Una de las manifestaciones fundamentales de un campo eléctrico de fuerza, es que este campo de fuerza tiene la habilidad o potencialidad de hacer un trabajo. Este potencial eléctrico de trabajo es llamado voltaje por lo que, un campo eléctrico siempre estará interrelacionado con su correspondiente voltaje.

El campo eléctrico lo podemos representar por líneas de fuerza que parten de la parte positiva (+) y terminan en la parte negativa (-). La correspondencia o interrelación de voltaje con el campo de fuerza puede ser representada por líneas de igual gradiente de voltaje las que son perpendiculares a las líneas del campo eléctrico.

Gradientes de Voltaje Líneas de Fuerza de Campo eléctrico

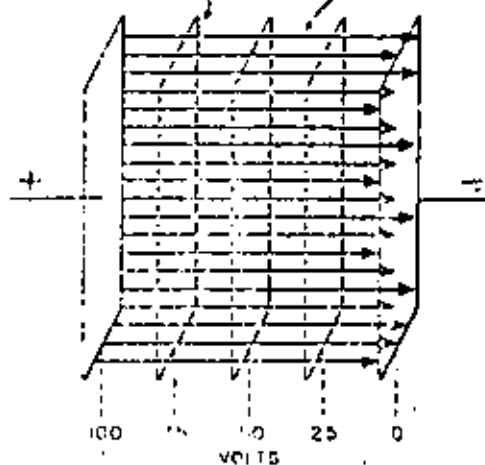


Fig. N° 5

El campo eléctrico ejerce una fuerza en los electrones (cargas negativas). Los electrones comprendidos dentro del campo eléctrico y que puedan ser desplazados se mueven adquiriendo velocidad hacia la placa positiva

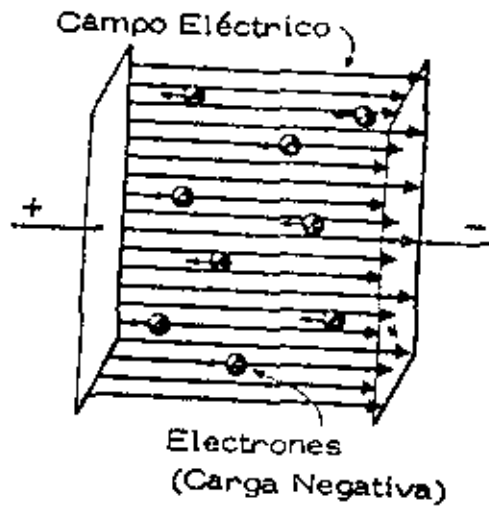


Fig. N° 6

La fuerza con que se mueven estos electrones depende de la fuerza del campo eléctrico. La energía y velocidad adquiridos por la aceleración de los electrones al ir de la placa negativa hacia la placa positiva, serán según la posición donde se encuentren los electron-volts que tenga, llegando a tener el 100% del voltaje al llegar a la placa positiva. El movimiento de estas cargas constituye una conducción de corriente ó sea una corriente eléctrica.

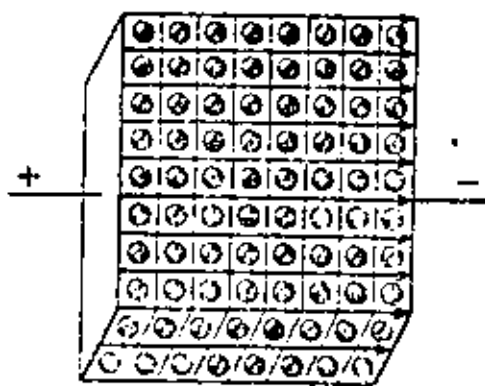


Fig. N° 7

Teniendo un bloque de material dieléctrico entre ambas placas y considerando que las moléculas están distribuidas como se ilustra, la fuerza creada por el campo eléctrico y que actúa sobre los electrones, no los desplaza, debido a su ligamiento molecu-

lar no teniendo por esto un flujo de electrones entre ambas placas como en el caso anterior, este material actúa como una barrera - sin electrones libres no permitiendo la conducción ó tener corrientes de fuga. En la práctica no existe un material con una resistividad infinita, lo que sería el aislamiento ideal.

Los buenos aislamientos tienen muy pocos electrones libres teniendo como consecuencia corrientes de fuga muy pequeñas.

El campo eléctrico somete a los aislamientos a algunos efectos electromagnéticos.

Los principales efectos son:

3.4.1.1. Efectos de Conducción:

Está asociado con la pequeña fuga de corriente debida a los electrones libres en el aislamiento. Esta fuga de corriente produce una pérdida eléctrica pequeña que se calcula con la fórmula: $I^2 R$.

Los materiales aislantes se seleccionan y procesan para dar una resistencia ohmica muy elevada, para que en condiciones normales de operación las pérdidas debidas a la fuga de corriente sean muy pequeñas y se consideren despreciables. Cualquier factor que degrade o reduzca la resistencia del aislamiento introduce la posibilidad de una fuga de corriente localizada que puede originar un deterioramiento y la consecuente falla del aislamiento.

Analicemos diagramalmente la distorsión del campo eléctrico debido a una impureza en el aislamiento.

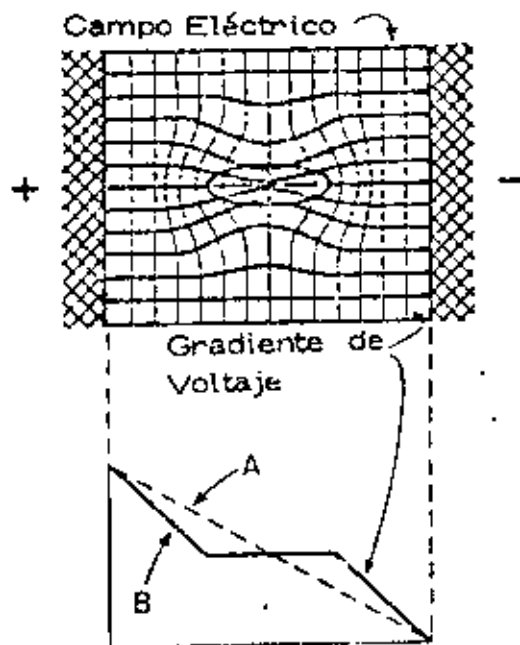


Fig. N° 8

Cuando se presenta la impureza, las líneas del campo eléctrico se concentran y no se distribuyen uniformemente.

El gradiente de voltaje por unidad de espesor del aislamiento se incrementa creando con esto un mayor esfuerzo en el punto de la impureza. Si el esfuerzo resultante excede la capacidad del dieléctrico, puede ocurrir el rompimiento debido al desplazamiento brusco de electrones. Normalmente el número de electrones libres permanece constante pero en campos eléctricos intensos y en puntos anormales del aislamiento, los electrones libres que se desplazan

pueden dar origen a otros debido al choque, quedando los átomos en condiciones de ionización haciéndolos conductivos. Los electrones liberados de los átomos y los electrones libres crean una cascada ó avalancha. El calor del sendero conductor, y la alta corriente de fuga creada puede llevarlo a la rotura del aislamiento.

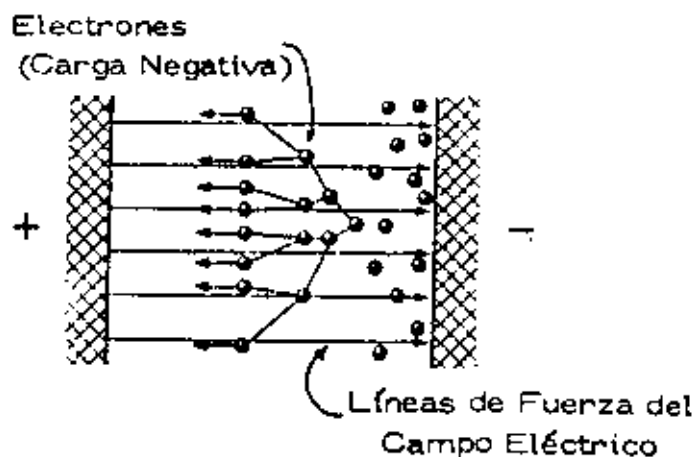


Fig. N° 9

3.4.1.2 Efecto de Polarización:

Está asociado con la concentración de cargas en la molécula de los dieléctricos, y estos son debidos a los electrones. Estas concentraciones de carga están clasificadas como "Polares y no Polares".

3.4.1.2.1. En dieléctricos polares, las concentraciones de carga están ligeramente separadas formando dipolos con una polaridad espacial negativa y positiva definida. Las moléculas de estos ele-

mentos están normalmente sin ninguna orientación. (Fig. 10-A).

3

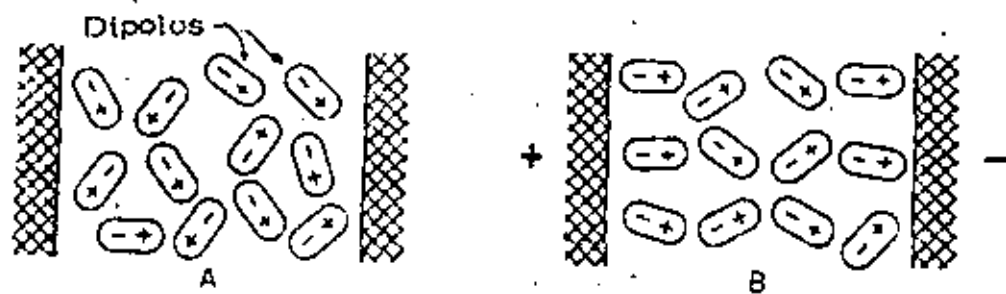


Fig. N° 10

Al poner este material dentro de un campo eléctrico, las moléculas tienden a orientarse siguiendo la dirección del campo eléctrico, este fenómeno es reversible, según se mueva la polaridad del campo, en caso de corriente alterna el campo variable somete a una rotación periódica a las moléculas del dieléctrico.

6.4.1.2.2 En dieléctricos no polares, las concentraciones de carga positiva y negativa están normalmente en simetría central y no hay separación polar. En un campo eléctrico, la simetría se distorsiona por la atracción y repulsión mutua causando la creación de una estructura bipolar inducida. Cuando el campo se invierte, la polarización de las moléculas también se invierte, de modo que con corriente alterna, las moléculas son forzadas a oscilar. Esta oscilación está afectada directamente por la frecuencia.

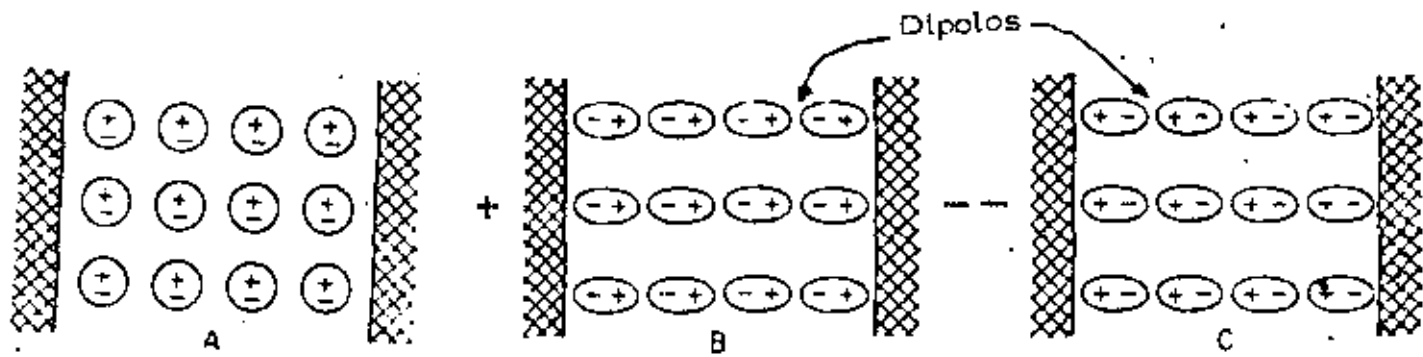


Fig. N° 11

3.4.1.2.3 La oscilación y rotación molecular están acompañadas por un desplazamiento de corrientes. Esta corriente produce una pérdida de calor que depende del tipo del dieléctrico y la intensidad del campo eléctrico.

3.4.1.3 Efecto de ionización:

Está generalmente asociado con la presencia de gases atrapados en burbujas que pueden causar gradientes anormales de voltaje y con la humedad u otras impurezas pueden disociarse y producir corrientes de conducción electrolítica.

La introducción de humedad dentro de los aislamientos, es particularmente destructiva. La humedad siempre lleva sustancias disueltas que forman una solución química. Bajo un esfuerzo de voltaje estas sustancias tienden a disociarse en iones electroquímicos positivos y negativos que son altamente conductivos. También estas soluciones pueden formar gases por acción electrolítica que con-

tribuyen a la distorsión y degradación del aislamiento.

3.4.1.4 Efecto de descargas parciales ó corona:

Esta se manifiesta físicamente por presencia de des cargas luminosas en la superficie de los dieléctricos debidos a la ionización del aire adyacente y ocurre generalmente en potenciales cercanos a los 10 KV.

Los aislamientos son seleccionados por su alta resistencia eléctri ca para reducir al mínimo las pérdidas por corrientes de fuga y - alta estabilidad térmica para soportar y disipar las pérdidas por - polarización.

Estos materiales son aplicados con un alto grado de seguridad y - en procesos diseñados para reducir al mínimo la entra da de conta minantes y poder mantener la integridad del aislamiento ó sea que un buen aislamiento se basa en: Escoger propia mente los materia les y un método de aplicación que logre una firmeza estructural.

Pantalla Semiconductora sobre el Aislamiento:

4.1 Función de la pantalla.

Este forro semiconductor actúa como distribuidor del cam po eléctrico confinándolo al interior del aislamiento.

4.2 Material y características:

En la elaboración de esta pantalla se pueden utilizar varios materiales, los más comunes son:

4.2.1 Barniz Semiconductor:

A base de una resina y negro de humo.

4.2.2 Cinta semiconductora:

Normalmente de material textil impregnada en negro de humo.

4.2.3 Extrudidos:

Del mismo material que el aislamiento pero con partículas de carbón para hacerlo conductor.

5. Pantalla conductora sobre el aislamiento.

5.1 Función de la pantalla:

Este elemento conductor en contacto con la pantalla semiconductora puede tener dos funciones:

5.1.1 Como pantalla electrostática trabajando en contacto con la pantalla semiconductora y llevando el potencial de tierra a la superficie misma del cable logrando con esto que no haya gradientes de potencial peligroso en la superficie del mismo.

5.1.2 Como conductor neutro.

En estos casos la conductividad del conductor concéntrico será igual a la del conductor central en instalaciones monofásicas, para instalaciones trifásicas. El conductor concéntrico tendrá una conductividad de $1/3$ de la del conductor central.

5.2 Material y características:

Para la pantalla conductora se utilizan cintas de cobre desnudo, cintas de cobre estañado, alambres de cobre desnudo ó alambres de cobre estañado.

Las cintas de cobre tanto desnudas como estañadas y los alambres de cobre desnudos se utilizan en cables en que esta pantalla forma parte de la pantalla electrostática.

Los alambres de cobre estañados se utilizan para cables donde se lleve el neutro concéntrico.

5.3 Conexión de pantallas:

La conexión de la pantalla de los cables puede ser:

5.3.1 Pantalla abierta: ó sea sin ninguna conexión a tierra.

5.3.2 Pantalla conectada en un punto ó sea conectada a tierra en un sólo extremo del cable, no teniendo ninguna corriente circulante a través de la misma.

5.3.3 Pantalla multiaterrizada: o sea que tiene varios puntos de conexión a tierra. Al tener varios puntos de conexión se presentan corrientes circulantes a través de la pantalla generando pérdidas por efecto "joule" reduciendo con esto el amperaje a transmitir del cable, debido a que el calor generado en la pantalla se suma al calor del medio ambiente reduciéndose así la temperatura a la que podríamos elevar el conductor para tener la temperatura de trabajo del cable.

6. Cinta separadora:

6.1 Función de la cinta separadora:

La cinta separadora tiene por objeto evitar que la chaqueta protectora del cable se pegue a la pantalla electrostática y así facilitar en la instalación la colocación de Empalmes y Terminales.

6.2 Material y características:

La cinta que normalmente se usa es una cinta Mylar, no metálica no higroscópica.

7. Chaqueta o cubierta protectora:

7.1 Función de la chaqueta: Esta cubierta protectora tiene como función proteger a los elementos del cable contra daños mecánicos.

7.2 Material y características:

Los materiales más usados como cubiertas protectoras son: PVC (Cloruro de Polivinilo), Polietileno natural (PE), Plomo (Pb) y neopreno.

El material de la chaqueta debe ser compatible con el material del aislamiento y tener los mismos coeficientes de dilatación y temperatura de operación.

Tipos de instalación:

Las formas en que se puede hacer una instalación subterránea son:

8.1 Directamente enterrados:

Se consideran directamente enterrados cuando no se cuenta con ningún otro material entre el cable y el subsuelo.

8.2 En ducto:

Estas instalaciones cuentan con un sistema de tuberías ó ductos que unen registros entre sí pudiéndose sacar los conductores sin hacer excavaciones ó sea que tenemos entre el subsuelo y el cable el material del ducto.

8.3 Al aire:

En estas instalaciones los conductores se encuentran colg

cados como si fuera una línea aérea.

8.4 En charolas:

Estas instalaciones son realmente instalaciones al aire pero no con un gran número de soportes.

8.5 Submarinos:

Los conductores eléctricos también pueden instalarse de -- forma tal que siempre estén bajo el agua, teniendo en cuenta las -- cualidades no higroscópicas en los elementos que formen el cable, -- principalmente en su aislamiento y chaqueta protectora.

SEMINARIO DE EMPALMES Y TERMINALES

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

ING. FERNANDO MONZON

TEORÍA DE EMPALMES Y TERMINALES

Análisis de un conductor y su campo eléctrico.

1.1 Líneas Equipotenciales ó de igual gradiente de voltaje.

1.1.1 Al analizar un conductor aislado para alta tensión, tenemos que el voltaje aplicado se encuentra distribuido de 0 a 100% entre la pantalla y el conductor central.

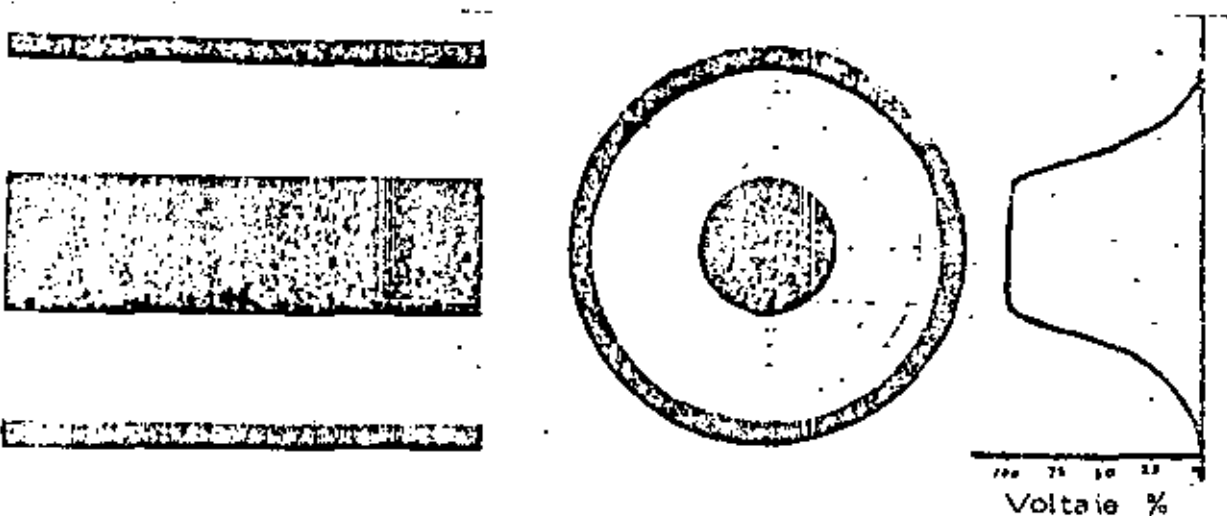


Fig. N° 1

formándose círculos concéntricos de igual potencial a diferentes distancias del centro. Estas líneas se denominan líneas equipotenciales teniendo su mayor gradiente de potencial cercano al conductor.

1.2 Líneas del campo eléctrico o de esfuerzos.

1.2.1 Haciendo el análisis del conductor anterior vemos que

las líneas del campo eléctrico de esfuerzos son perpendiculares a las dos pantallas del cable

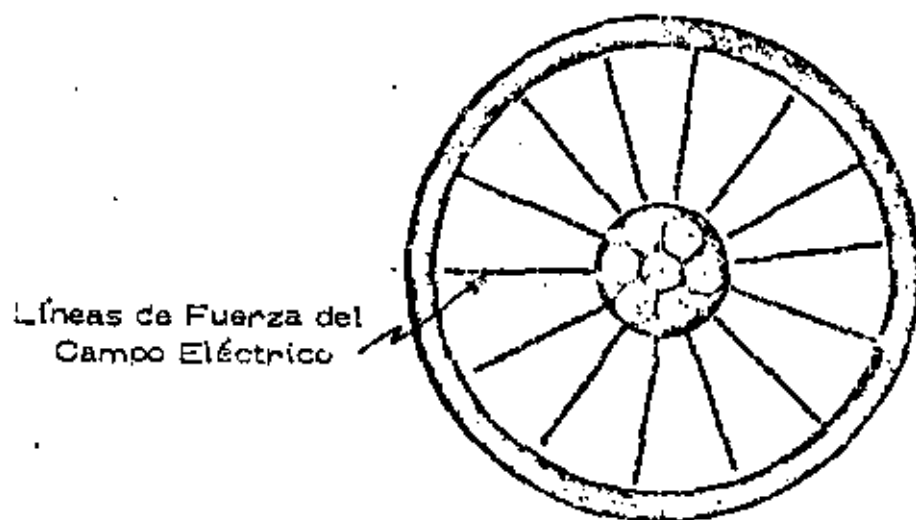


Fig. N° 2

o sea que son líneas radiales al centro del conductor, teniéndose la mayor concentración sobre la superficie de la pantalla del conductor.

- 1.3 La combinación de ambas líneas dentro de un conductor se encuentran en un perfecto equilibrio y distribución de esfuerzos sin crear ninguna concentración que pudiera originar la ruptura del aislamiento.

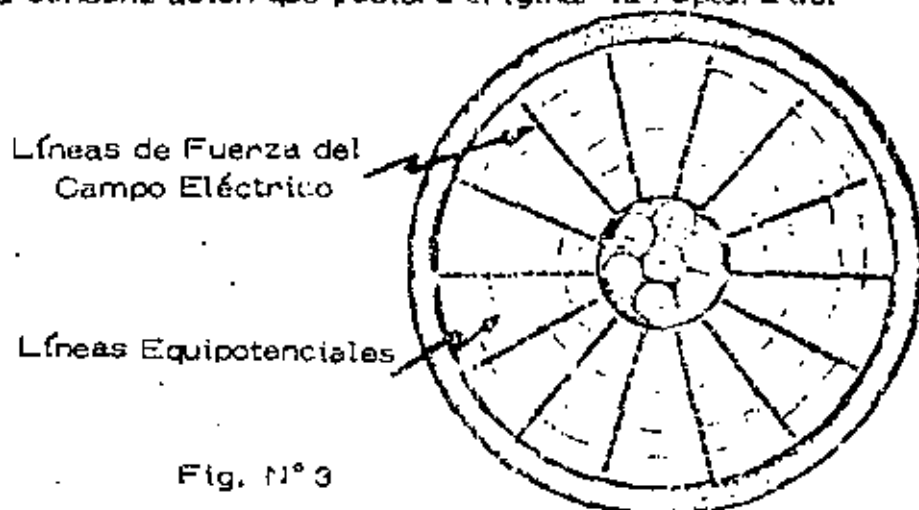


Fig. N° 3

Toda instalación de cable tiene dos extremos en los cuales se corta el conductor para unirlo a otros elementos. Al efectuar este corte es necesario retirar la pantalla electrostática para evitar un arqueo, al retirar una porción de esta pantalla el campo eléctrico sufre considerables modificaciones y alteraciones que ponen en peligro la operación del sistema. La pantalla deja de tener control de los esfuerzos tanto longitudinales (líneas equipotenciales) como de las transversales ó radiales (líneas de esfuerzos) creandose una concentración de estos esfuerzos a la terminación de la pantalla.

1.4 Punto de concentración de esfuerzos.

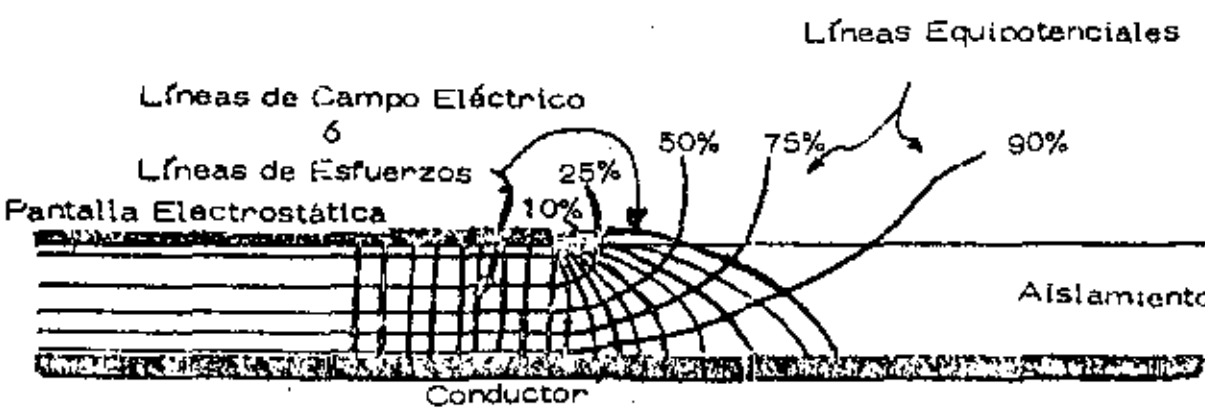


Fig. N° 4

Diferentes Técnicas para efectuar el Alivio de Esfuerzos

2.1 Preparación de un cable de Alta Tensión, Tipo DRS para elaborar un empalme o terminal.

2.1.1 Teniendo cuidado de no doblar el cable más de lo permitido preséntelo en su posición definitiva y corte en escuadra el exceso del mismo.

2.1.2 Retire el conductor neutro a la distancia especificada por el fabricante del accesorio, haga un amarre para sujetar los hilos del neutro y tuérsalos hasta formar un solo grupo.

2.1.3 Retire el forro semiconductor haciendo un corte circular a la distancia especificada y un corte longitudinal a todo lo largo procurando no dañar el aislamiento.

2.1.4 Retire el aislamiento del cable en la punta procurando no dañar al conductor, limpiándolo perfectamente.

2.1.5 Haga una punta de lápiz lijando el aislamiento para dejarlo tenso usando exclusivamente lija de material no conductor.

2.1.6 Con solvente limpie perfectamente la superficie del aislamiento procurando no pasar el material semiconductor hacia el aislamiento.

2.2 Métodos para efectuar el alivio de esfuerzos.

2.2.1 Cono deflector prefabricado. Constituye una continuación expandida en diámetro del blindaje electrostático. Puede ser un

cono metálico 6 de material plástico metalizado con una sección parabólica que se inserta sobre el blindaje y se utiliza en terminales con resina.

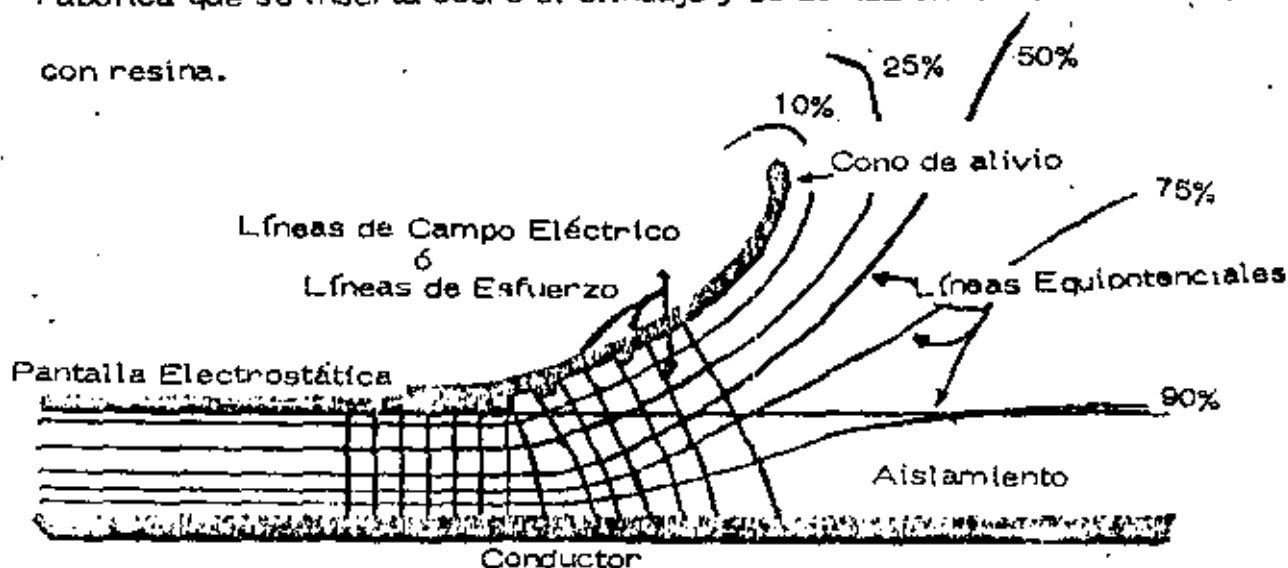


Fig. N° 5

2.2.2 Cono de alivio encintado. Este es una variante del anterior en que el expandimiento del blindaje se logra mediante un aislamiento a base de cinta autocurandente y sobre él una cinta semiconductor hasta la parte superior de la cinta aislante.

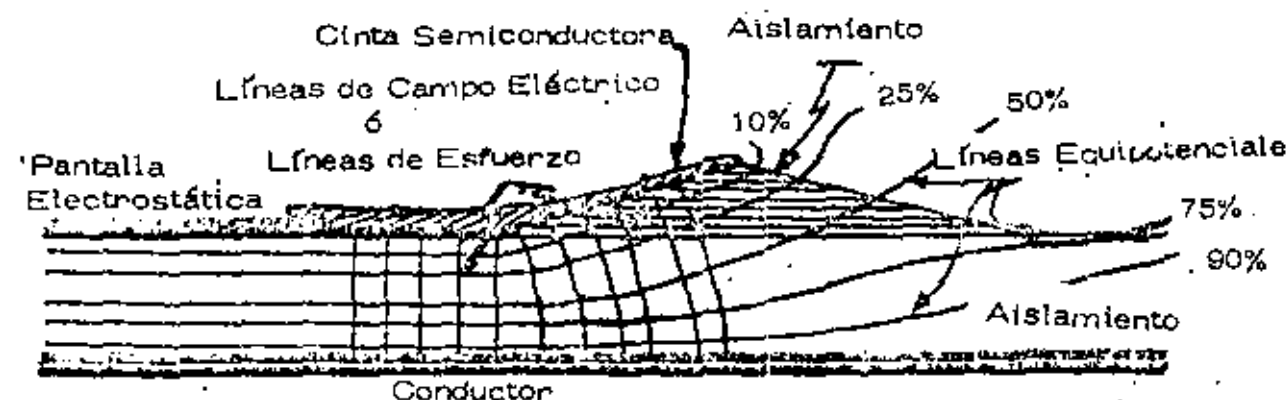


Fig. N° 6

1.

2.2.3 Control del campo eléctrico a través de materiales con diferentes constantes dieléctricas.

2.2.3.1 Consideremos dos materiales aislantes de diferente constante eléctrica, dispuestos en serie con el campo eléctrico perpendicular a la interfase entre ambos dieléctricos.

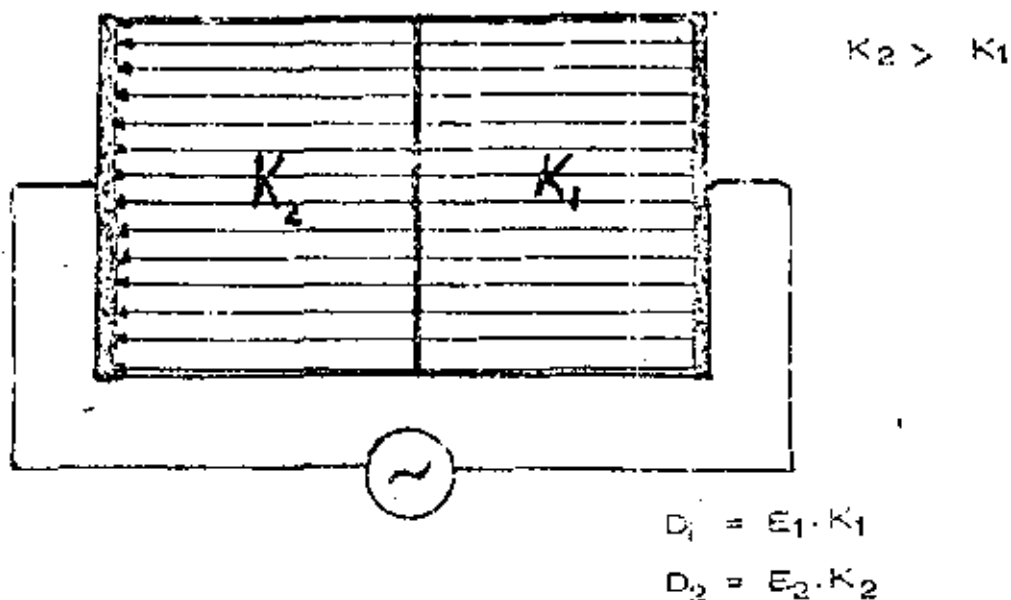


Fig. N°7

Siendo E_1 y E_2 los respectivos gradientes de potencial, como en este caso la densidad de flujo es constante entre ambas placas

$$D_1 = D_2$$

$$E_2 > E_1$$

$$E_2 = \frac{K_1}{K_2} E_1 \quad E_2 < E_1$$

o sea que la intensidad de campo es mayor en el aislamiento de mayor constante dieléctrica.

2.2.3.2 Consideremos los aislamientos dispuestos en paralelo.

El campo eléctrico es paralelo a la interfase entre ambos dieléctricos.

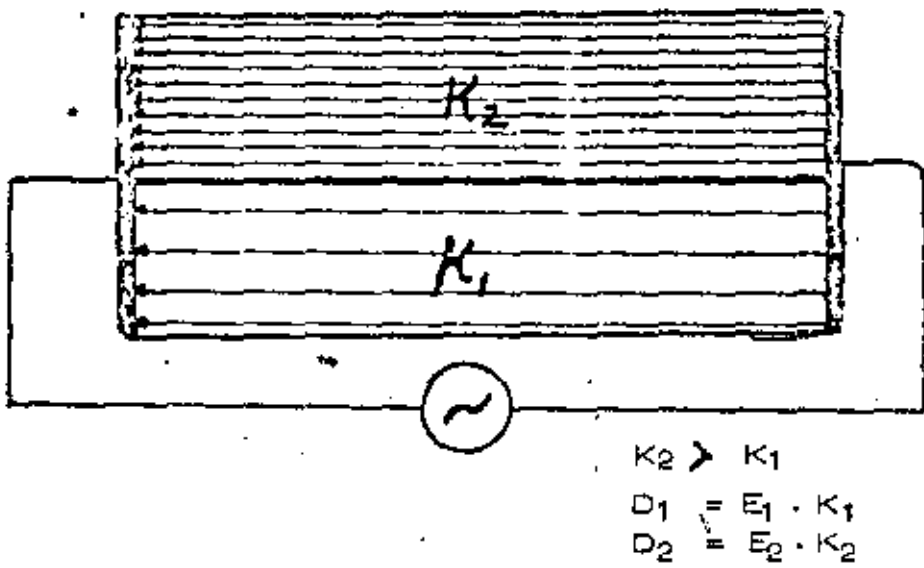


Fig. # 8

La diferencia de potencial aplicada a ambos dieléctricos es la misma:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{D_1}{K_1} = \frac{D_2}{K_2}$$

$$D_2 = \frac{K_2}{K_1} D_1 \quad D_2 > D_1$$

o sea que la densidad de flujo es mayor en el aislamiento de mayor constante dieléctrica.

2.2.3.3 Considerando los aislamientos dispuestos en forma angular o sea que la interfase de los aislamientos no es perpendicular ni paralela al campo eléctrico.

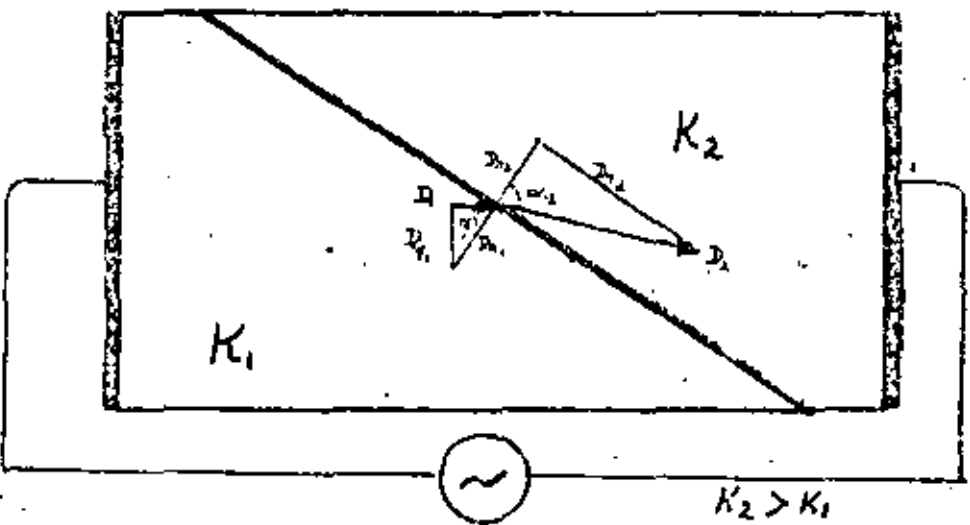


Fig. N° 9

Descomponiendo E_1 y E_2 y D_1 y D_2 en sus respectivos componentes normales y tangenciales a la interfase y aplicando lo deducido en los casos anteriores y siendo α_1 el ángulo de incidencia y α_2 al ángulo de refracción tenemos:

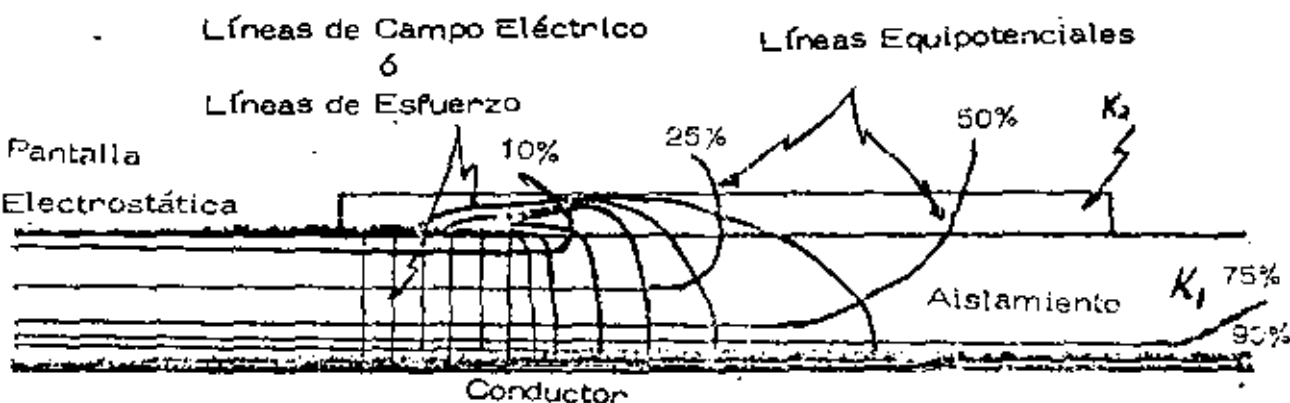
$$D_{n2} = D_{n1}$$

$$D_{T2} = D_{T1} \frac{K_2}{K_1}$$

resultando que:

$$\frac{T_n \alpha_2}{T_t \alpha_1} = \frac{K_2}{K_1}$$

2.2.3.4 Aplicando lo antes visto a un conductor tenemos: que las líneas de campos eléctricos o de esfuerzos que se originan y parten perpendicularmente del conductor, atraviesan el aislamiento y se refractan en la interfase del aislamiento y del material de mayor constante dieléctrica y se dirigen por dentro del mismo hacia el blindaje electrostático.



Control de Campo con materiales de constantes dieléctricas más altas que el aislamiento.

Fig. N° 10

Debido a la elevada constante dieléctrica se permiten valores de densidad $D = \epsilon \cdot K$ muy elevados con bajos valores resultantes de gradientes de potencial, produciéndose una distribución lineal del voltaje

Estas propiedades son utilizadas por los accesorios a base de cintas especiales y tubos termocontractiles.

Clasificación de accesorios.

3.1 Clasificación de Empalmes.

Los empalmes se pueden clasificar según su

3.1.1 Aplicación: pudiendo estos ser Rectos para continuar un conductor ó con Derivación para sacar de un circuito un ramo u acometida.

3.1.2 Tipo de conexión: Esta puede ser Permanente o sea que no se puede eliminar siendo esta la que se usa más frecuentemente ó separable cuando esta conexión se puede eliminar utilizándose en contados casos.

3.1.3 Tipo de aislante: El aislamiento para hacer un empalme puede ser: Cintas, cuando se utilizan diferentes cintas para restituir los elementos del cable. Fremoidentes: Estos elementos contienen ya prefabricados todos los elementos del cable. Thermcon tráctiles: Cuando se utilizan materiales termocontractiles para reponer los elementos del cable. Rellenos: Cuando se utilizan moldes y estos son rellenos con resinas o materiales asfálticos para hacer el aislamiento.

3.2 Clasificación de Terminales.

Las terminales las podemos clasificar según su

3.2.1 Tipos de Instalación:

Interior: Cuando la terminal no tenga ninguna protección contra el medio ambiente.

Exterior: Cuando cuente con protección con el medio ambiente.

3.2.2 Número de fases:

Monofásicas: Cuando se encuentra instalada una terminal por cada fase ó conductor.

Trifásicas: Estas se instalan en cables trifásicos o sea que contienen 3 conductores aislados dentro de una misma cubierta.

3.2.3 Forma de Alivio de Esfuerzos:

Cintas: Por medio de cintas se construye el cono de alivio de esfuerzos y la protección exterior.

Premoldeadas: Dentro de una unidad de material plástico se diseña y construye el cono de alivio formando este una sola pieza con el resto del aislamiento.

Termocontráctiles: Con materiales termocontráctiles

50

50

elaboran el cono de alivio y protección exterior.

Porcelana: Son aquellas que utilizan casquillos de porcelana y rellenos de distintos materiales y compuestos - aislantes siendo la porcelana la protección contra el medio ambiente.

3.3 Conectores premoldeados:

Accesorios que nos sirven para conectar las redes subterráneas a los diferentes equipos y hacen la función de un empalme o terminal indistintamente según se utilicen y se pueden clasificar dependiendo de su operación en:

3.3.1 Conectores de Operación sin carga y sin potencial.

Estos conectores tienen interconstruido en su interior el cono de alivio y no están capacitados para ser operados con energía. Para la operación de estos accesorios es necesario desenergizar totalmente el sistema.

3.3.2 Conectores de Operación con Carga y con Potencial.

Estos conectores, como los anteriores, también tienen interconstruido el cono de alivio y además están capacitados por medio de elementos de interrupción de arco a operar con carga y potencial inclusive se pueden operar en condiciones de circuito corto ó sea "cierre con falla".



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**SELECCION DEL CALIBRE DEL CABLE CONSIDERANDO LAS CURVAS
TIEMPO-CORRIENTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROYECCION**

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

MARZO, 1984

Selecting cable size from protection time-current curves

SELECTION of insulated conductor sizes should be made as a function of protective device time-current coordination curves for low- and medium-voltage industrial power systems. To use such curves to best advantage, their characteristics and cable damage curves should be known and understood. A unified and complete treatment of this important subject must include the effect of temperature on the resistance of conductors and the general equation of the short-time thermal capability of insulated cables. A review of the method usually used and the difficulties encountered in selecting the right size of feeder conductor does recommend a new method of selection.

For circuits to motors, transformers, motor-control centers, switchgear and similar loads, selection of conductors should be made according to the operating voltage, the voltage drop and the currents which can be carried safely by the conductor under continuous load, overload and short-circuit conditions. Conductors often operate under overload conditions; and if conductor size is not selected in accordance with the time interval of overload permitted by the time-current protection devices, the cable may be damaged. Appropriate tripping coordination curves must be used for selecting cable sizes. Short-circuit current magnitudes, overload conditions, and interrupting time of overload or short-circuit current pro-

vided in the coordination diagrams of the protection must be factored into the selection of conductor cross-section area. Usually, the minimum cross-section area is plotted versus the short-circuit current at which the cable should remain undamaged, provided the relay protection will operate to trip the circuit breaker. In practice, it is very difficult to say which situation is more dangerous: a short-circuit fault with a very short time before the fault is cleared, or an overload current with a long time, more than 10 seconds, before the inverse-time relay or thermal element will trip the circuit. The size of cable must be sufficiently large to carry the overload current for a suitable time interval until the circuit breaker is tripped, and this must be before the cable is heated to the point where its insulation will be damaged. However, the economical aspects should not be overlooked.

A rigorous analysis of the effect of temperature on conductor resistance was utilized to determine both the short-circuit thermal capability and the overload thermal capability of conductors. Determination of these thermal limits, based on current vs time, was made for copper and aluminum conductors. The cable short-circuit thermal capability was evaluated on the assumption that the time interval of current flow is very short, up to 10 seconds, and hence the heat developed during that period is contained within the conductor. Heat released from the conductor by conduction or radiation is considered negligible. Overload conditions were taken as currents for a time longer than 10 sec.

The insulated conductors discussed here are the most common ones—i.e., cross-linked polyethylene insulated cables (XLPE, called Type XHHW in the NE Code) and the thermoplastic poly-

vinyl chloride insulated cables (PVC, called Type TW or THW in the NE Code). Since aluminum has cost advantages and is being used more and more in industrial and commercial installations, both copper and aluminum cables, for single or three conductors, are considered.

For many years, graphs that relate insulated conductor size to safe maximum thermal capacity based on cross-section area vs current have been available. Such graphs were plotted from a mathematical analysis of the thermal capability of insulated cables. These diagrams have been used to select the cables in accordance with short-circuit requirements. Insulated cable manufacturers provide such a family of curves for each kind of insulation and copper material and as a function of cable cross-section area. The difficulty in applying that method for selecting the right size of cables is that it is necessary to check the size of the cable for each value of the short-circuit current and the corresponding time.

An alternative method of mathematical analysis produces another family of parallel straight lines on the same log-log graph paper used for protection coordination curves. Using equations for different cross-section areas and conductor materials of cables, Figs. 1 to 4 were obtained, and these offer an approach to cable selection that is distinctly different from that of the old graphs. The curves in Figs. 2 to 5 provide effective application for ambient temperatures from 20C to 40C, although these lines are plotted for 20C. For overload and short-circuit currents, differences in sets of graph lines for conductors are negligible.

For practical work, the graphical representation of the overload current limit is a straight line on a log-log graph paper, in continuation of the

NOTE: This article summarizes the results of a study made by the authors. The complete, detailed report on which this article is based includes the mathematical computations and offers much wider application of the evaluative method to cable selection. Further details may be obtained from the authors.

short-circuit thermal capability lines and asymptotic to the cable ampacity (vertical lines, from NE Code Tables) as shown in Figs. 1 to 4, Fig. 6 and Fig. 7. The short-circuit and overload cable thermal capability curves represent the cable damage curves. These curves should always be above and on the right-hand side and close to the corresponding feeder protection devices'

time-current curves. In this case, cable and equipment are protected by the same devices. For any conductor, the "ampacity"—the maximum safe, continuous, full-load current rating—must be carefully selected. For any one of the sizes and types of conductors in Figs. 1 to 4, the specific ampacity to be used for a particular application will depend upon the Table from which it is

selected and upon actual conditions that may alter that ampacity.

For instance, the ampacity for a conductor might be selected from NE Code Tables 310-16 or 310-17—referring to conductor material (copper or aluminum), type of insulation (75C PVC or 90C XLPE) and to conditions of use (in conduit, in cable, in open air, etc.). Then, even that ampacity might

2

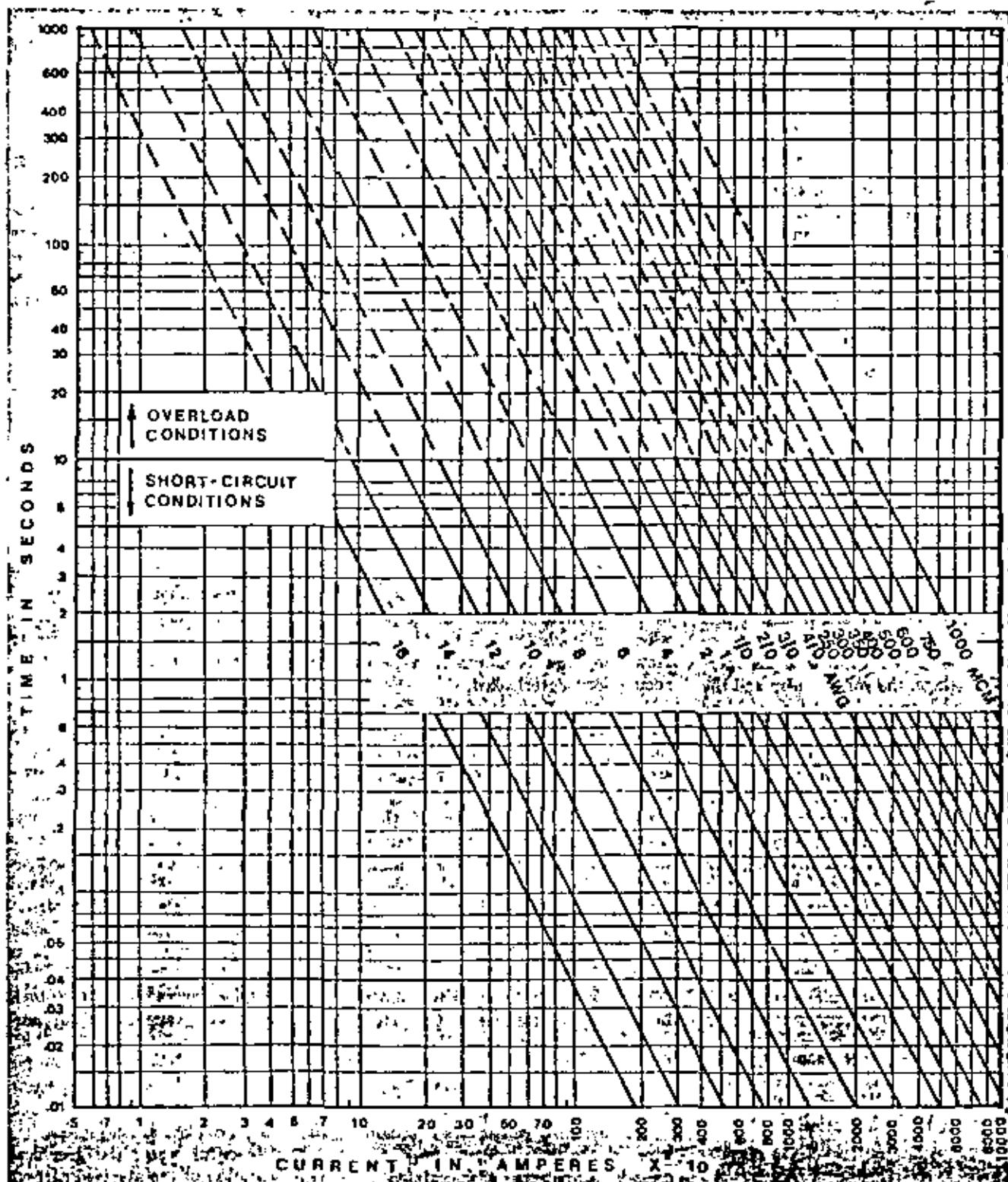


FIG. 1. Maximum short-circuit and overload curves for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

have to be altered to satisfy other code rules: It may be necessary to reduce the Table-value of ampacity if the ambient temperature is over 30C or if more than three conductors are in a conduit (Note 8 to Table 310-16/19). Then Section 220-10(h) of the NE Code requires that conductors supplying a continuous load (load operating steadily for 3 hours or more) must have an

ampacity at least equal to 125% of the load. If the circuit operates above 2000 volts, NE Code Tables 310-39 to -54 may be used to determine ampacity, along with the notes to those Tables.

Although the ampacity of any given size and type of conductor may vary due to application conditions, as described above, the thermal damage limits for overload or short circuit for

that conductor is essentially constant and must, therefore, be adjusted for the actual ampacity. When the ampacity of any conductor is determined, that value of current must be marked on the graph—such as by a short vertical line at that current value, as in Fig. 6. Then the straight-line damage curve for the particular conductor is made asymp-

3

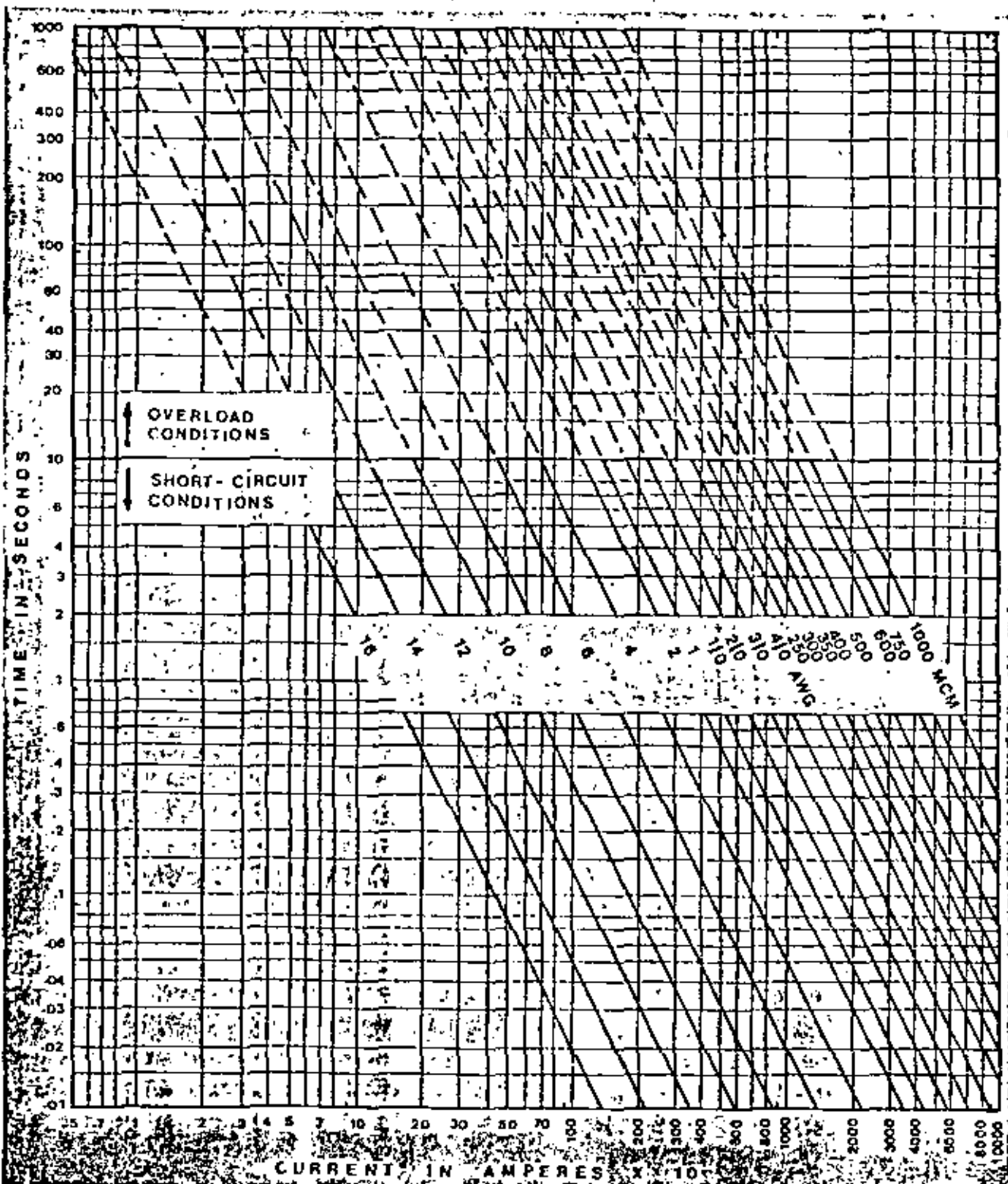


FIG. 2. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

toxic to the short vertical line at the top of the graph.

In the one-line diagram of Fig. 5, only the protection device numbers that are used for the selection of the cable sizes are given. The device protection coordination curves of this system are shown in Fig. 6 and Fig. 7. Fig. 6 is used to select the low-voltage cables (600 volts) for switchgear, motor-

control centers, individual motors, or other load feeders. Selection of 4.16-kv cable is based on the protection diagrams shown in Fig. 7.

For 600-volt and 4.16-kv ac motors, rated 70 hp or more, thermal overload and short-circuit protection were provided in the CB relays. For motors supplied from the MCC, the molded-case circuit breakers with magnetic

element (only instantaneous trip) were used for short-circuit protection, and for running protection the overload relay heaters in the starters were used. For each MCC and transformer feeder, the protection relays included an instantaneous unit to provide instantaneous tripping for very high currents and an induction overcurrent unit with inverse-time-delay characteristics.

4

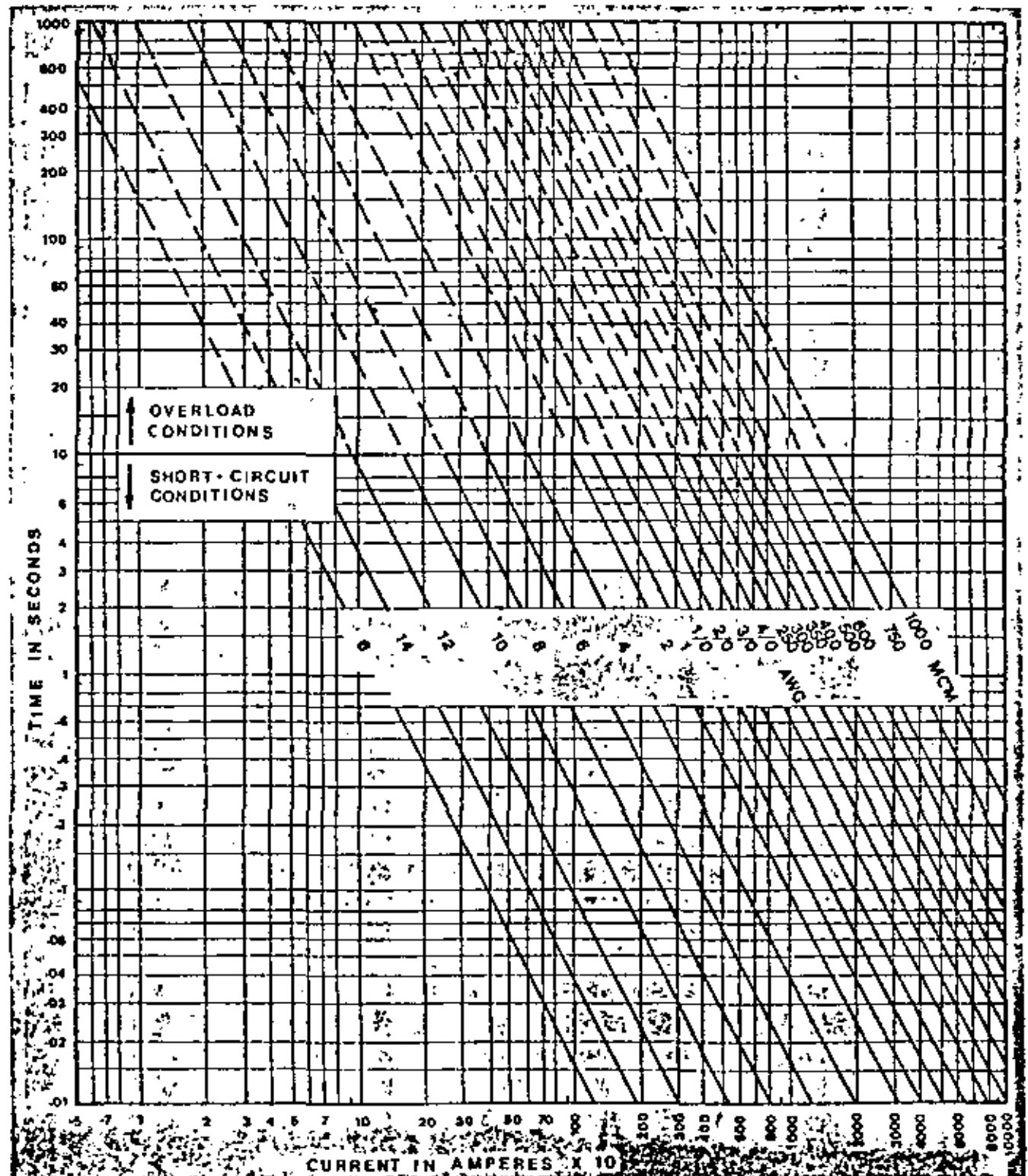


FIG. 3. Maximum short-circuit and overload current for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

For 4.16-kv feeders, 3-conductor XLPE insulated cables with copper conductors were used. For 600-volt feeders, PVC insulated cables were used. NE Code Table 910-41 on ampacities of cable must be used to establish permitted cable load current rating. It is assumed that the feeder cables are installed in air at 40C ambient temperature. Conductor temperature of 75C

for PVC insulated cables and 90C for XLPE insulated cables, with a derating factor of 0.82 and 100% load factor, were considered. Under other conditions—e.g. single- or 3-conductor cables direct-burial, single- or 3-conductor cables in air, etc.—the same method may be used, considering the corresponding cable ampacity (NE Code Tables 310-39 to 310-54) with

corresponding correction factors for various ambient temperatures, ambient earth temperatures, and group correction factors. (See Notes to NE Code Tables 310-39 to 310-54).

When selecting cable size from the diagrams, the method consists of selecting the cable so that the domain on the right-hand side of its cable damage curve will not overlap the

5

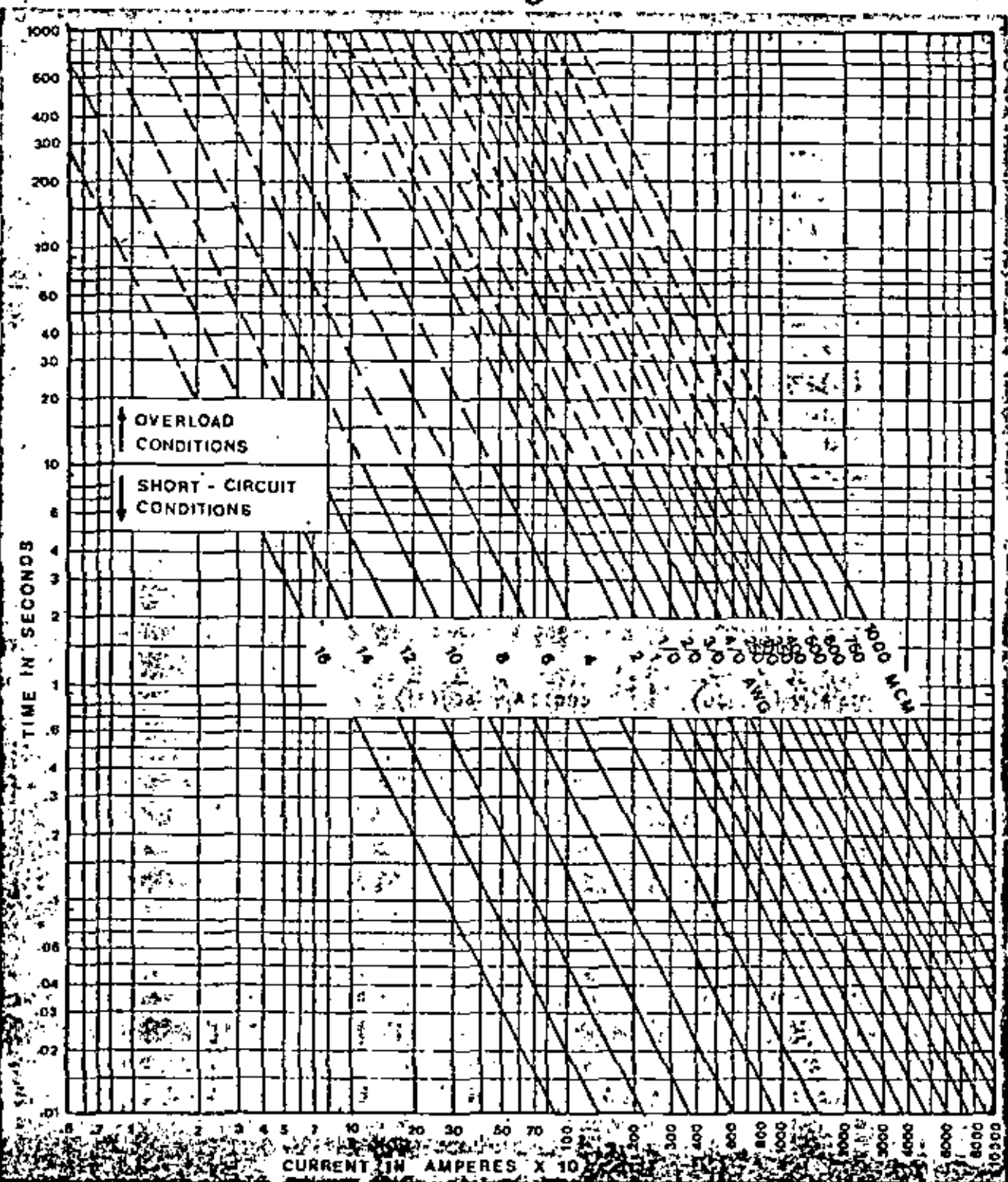


FIG. 4. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 70C.

domain on the left-hand side of the protective device curves. In other words, the time-current curve of the protective devices such as relays, fuses, CBs should be below and to the left of the damage curve of the selected cable. If the protection curves for an electrical system are plotted on a transparent log-log graph paper and the time-current cable damage curves are plotted on the same scale on another page, the paper with the protection curves may be put over the paper with the

cable curves and the selection of cable size may be made readily.

In the example shown in Fig. 5 the cable size will be first selected on the basis of ampacity, in accordance with the full-load current. These values are shown in the diagram. Because in many cases, when selecting initially on ampacity only, the corresponding damage time-current curves intersect the protective device protection time-current curves, the conductor cross-sectional area of cables will increase

until curves do not intersect.

The cables selected by this method, for the given electric system, are shown in Fig. 6 for 600-volt feeders and in Fig. 7 for 4.16-kv feeders. From Fig. 6 it can be seen that, for loads supplied from the MCC-bus and for the smaller loads, the size of cables should be selected in accordance with the short-circuit current. However, for large loads, the size of cables should be selected in accordance with the over-current protection curves. Δ

6

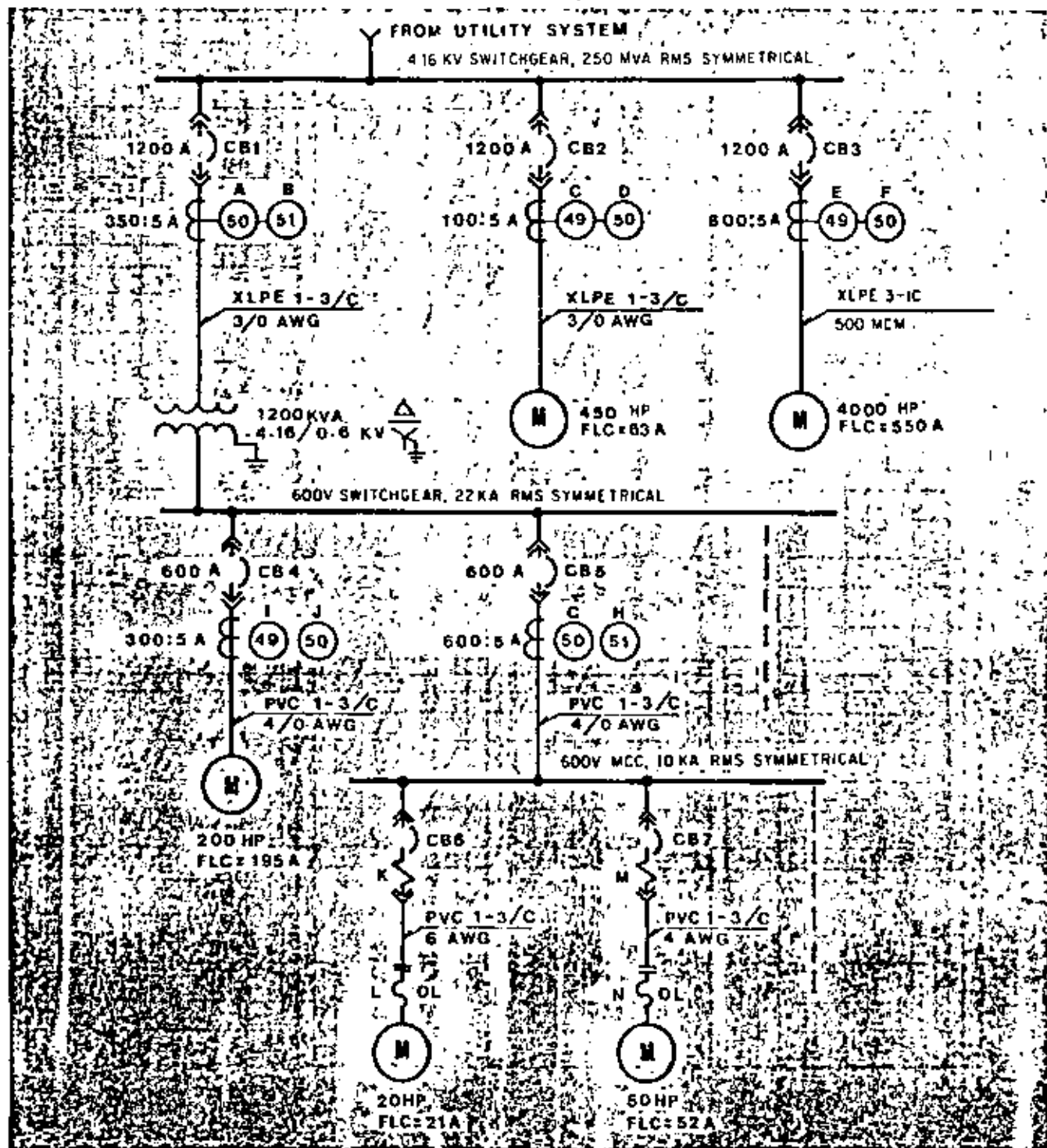
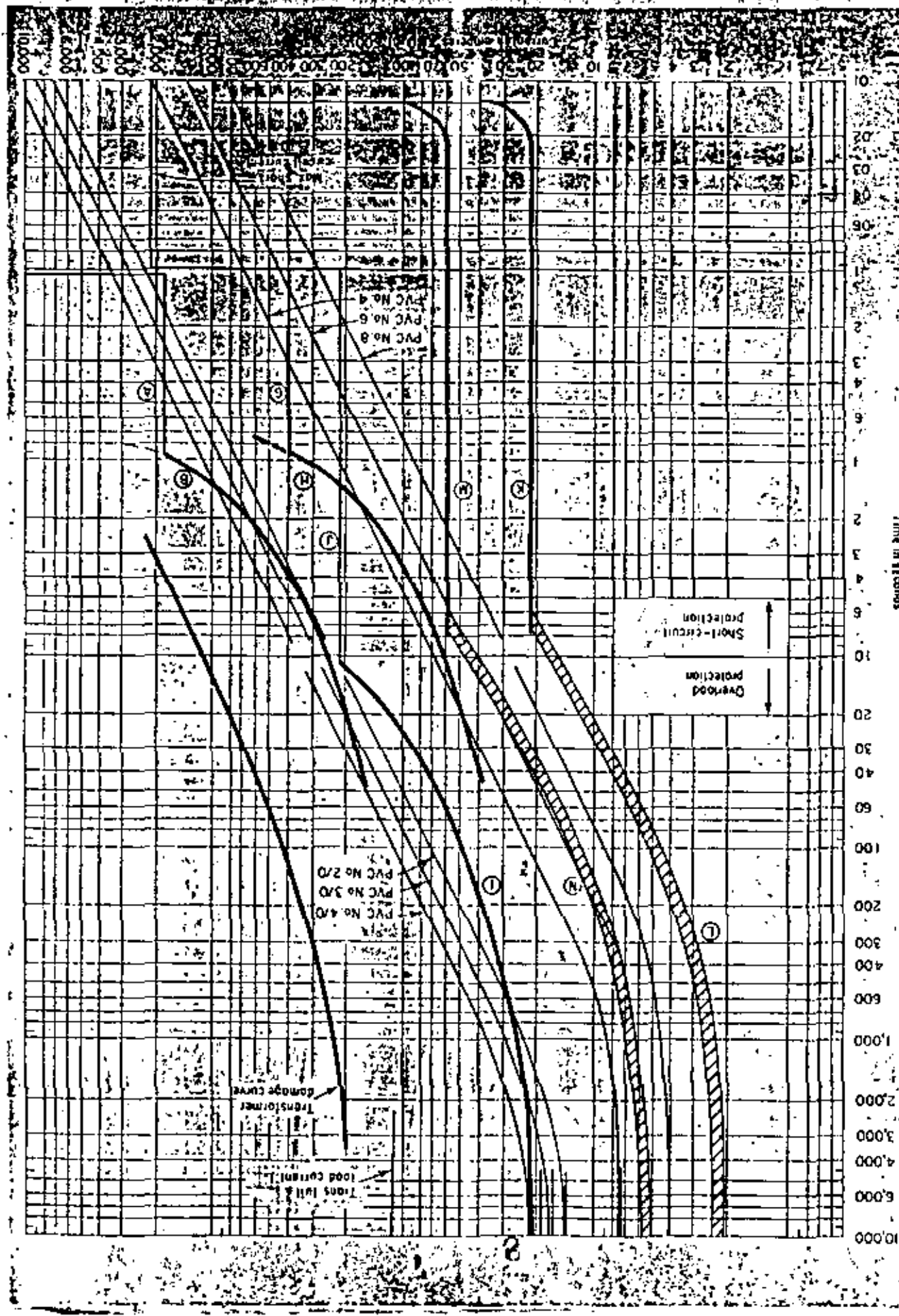


FIG. 5. One-line diagram of an electric system.

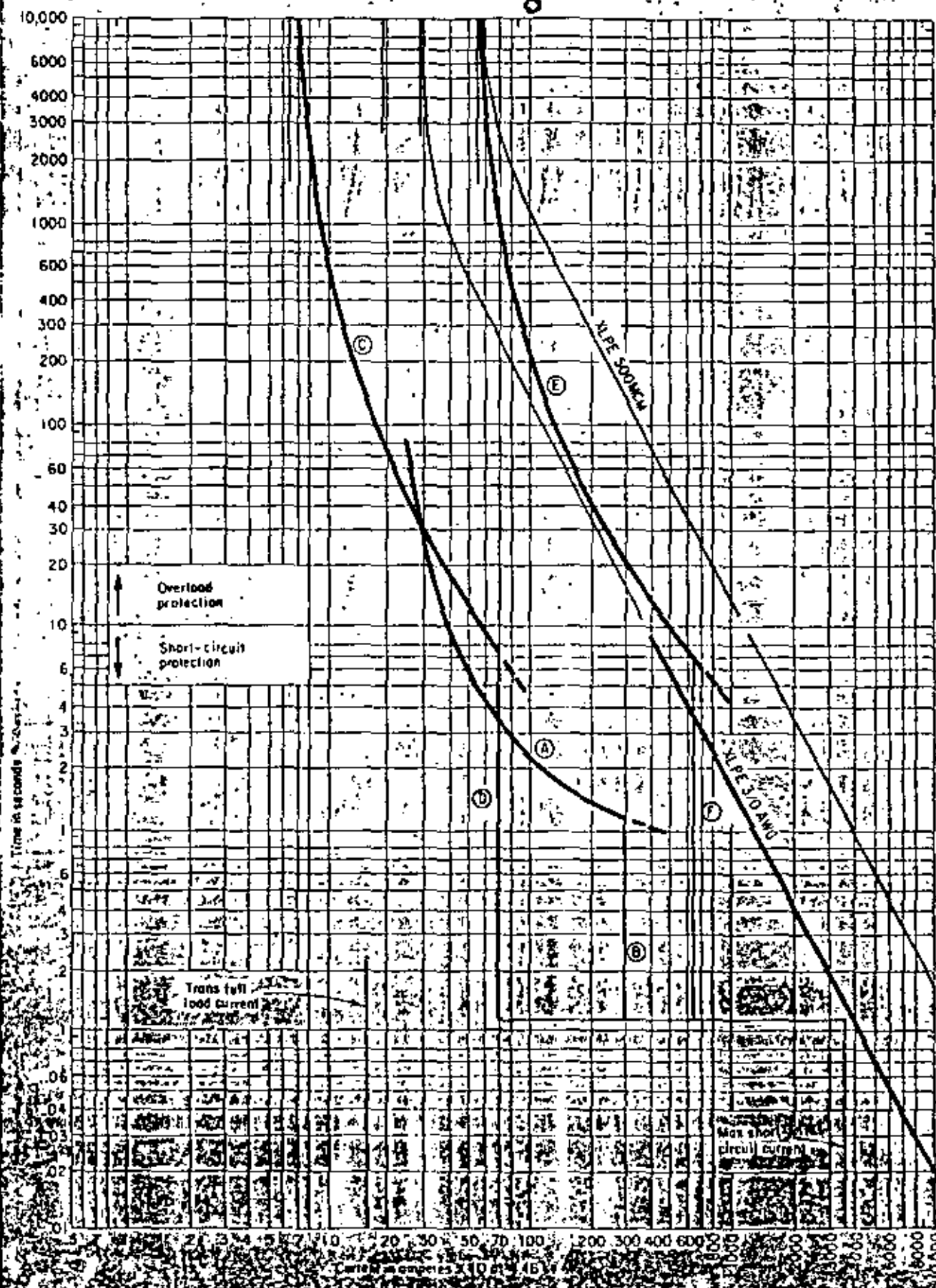


Time in seconds

10,000
5,000
2,000
1,000
500
200
100
50
20
10
5
2
1
0.5
0.2
0.1

10,000
5,000
2,000
1,000
500
200
100
50
20
10
5
2
1
0.5
0.2
0.1

FIG. 2. Short-circuit and overload protection curves and selection of 600-volt PVC-insulated cable with copper conductors.



↑ Overload protection

↓ Short-circuit protection

500kVA

100kVA

Trans full load current

Max short circuit current

Current in amperes x 10³

Time in seconds



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONCEPTOS BASICOS SOBRE CABLES DE ENERGIA

ING. FRANCISCO HAMLEY

MARZO, 1984



PUBLICACION MT-23/EN

C O N T E N I D O

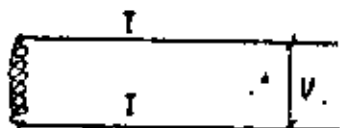
- Apuntes sobre principios básicos de electricidad aplicables a cables de energía
- Gráficas de aplicación de conceptos anteriores
- Apuntes sobre elementos constructivos de cables de energía

FECHA: FERRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1977	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG.: 1. 22 DE:
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	--------------------------

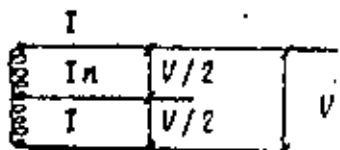


Relaciones, Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos

2 hilos



3 hilos



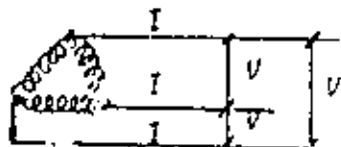
$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{V} = \frac{1000 \text{ KW}}{V \times \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{V \times \text{e.f.c.} \times \text{d.p.}}$$

(amps)

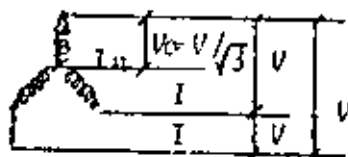
(V en volts)

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos

3 hilos

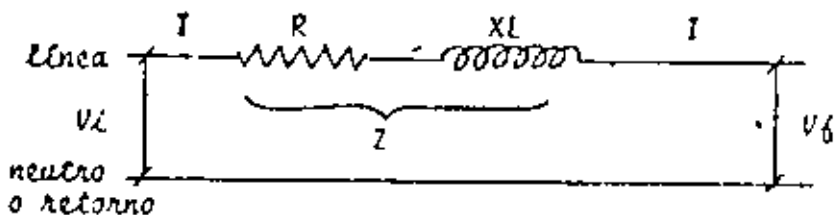


4 hilos Y

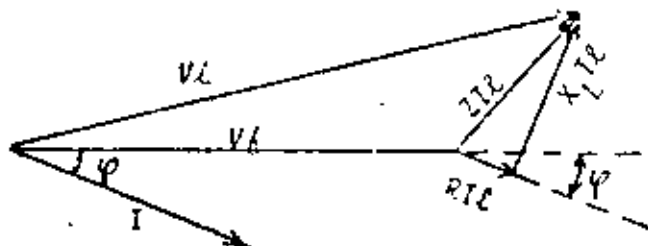


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} V} = \frac{1000 \text{ KW}}{\sqrt{3} V \cdot \text{d.p.}} = \frac{746 \text{ HP}}{\sqrt{3} V \cdot \text{e.f.c.} \cdot \text{d.p.}}$$

Representación gráfica de una línea eléctrica (corta)



Representación vectorial de una línea eléctrica



Resistencia del conductor = oposición al paso de la corriente

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

ρ = resistividad del material = 17.24 $\frac{\text{ohm-mm}^2}{\text{Km}}$

a 20°C para el cobre
 = 28.26 para el aluminio

$$R_{T^{\circ}\text{C}} = R_{20^{\circ}\text{C}} [1 + \alpha(T-20)]$$

$\alpha = 0.004$ para cobre y aluminio
 T = Temp. en °C
 k_1 = factor de efecto piel
 k_2 = factor de efecto superficial
 $k_1 \cdot k_2 \approx 1.02$ a 1.04

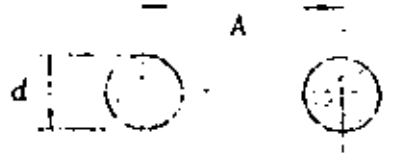
$$R_{CA} = R_{CD} \cdot k_1 \cdot k_2$$

INDUCTANCIA

Cuando en un conductor circula una corriente variable se crea un flujo magnético variable

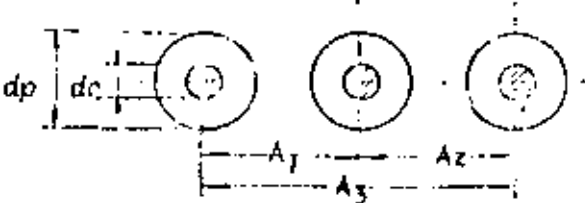
$$L = \frac{\phi}{I}$$

La inductancia de un cable es la suma de la inductancia propia e interna más la mutua



$$L = 0.05 + 0.46 \log \frac{2A}{d} \quad \text{mH/km}$$

(int) (ext.)



$$\left. \begin{aligned} L_{\text{cond}} &= 0.05 + 0.46 \log \frac{2A}{\pi r_c}; \quad A = \sqrt[3]{A_1 A_2 A_3} \\ L_{\text{par}} &= 0.46 \log \frac{2A}{dp} \end{aligned} \right\}$$

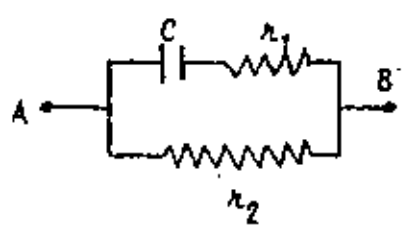
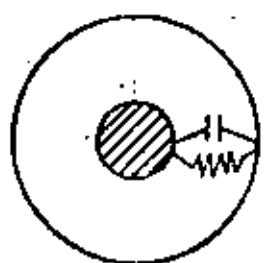
Reactancia inductiva

oposición al paso de la corriente por el flujo magnético cambiante

$$X_L = 2\pi f \cdot L \quad \text{ohm/Km} \quad \text{si } L \text{ en mH/km}$$

f = frecuencia en ciclos/seg.

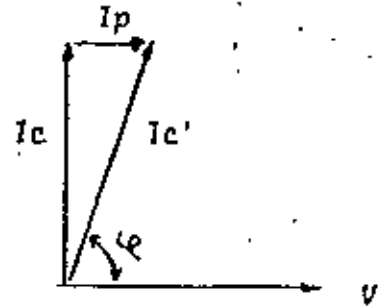
Representación gráfica del dieléctrico de un cable



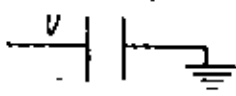
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo
 la primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico
 la segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

En un dieléctrico perfecto: $r_1 = 0$ $r_2 = \infty$

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



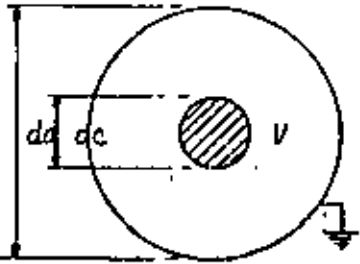
Capacitancia



Almacenamiento de energía eléctrica de dos electrodos entre los cuales se intercala un dieléctrico, cuando hay diferencia de potencial entre los electrodos

$$C = \frac{0.024 \epsilon}{\log \frac{da}{dc}}$$

ϵ = constante dieléctrica
 = relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico



$\epsilon = 3.6$ para papel 2.3 para polietileno
 6.0 para PVC



Efecto de la capacitancia

Es el de provocar una corriente capacitiva a través del dieléctrico que resulta con un adelanto de 90° con respecto a la tensión aplicada y que vale:

Ic = 277 f C V · 10⁻⁶ amp/Km

V en volts (voltaje entre cond y tierra)
C en µF/Km

Factor de potencia del aislamiento

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida Ip que sumada a la corriente capacitiva real Ic que resulta adelantada con respecto a V un ángulo φ menor de 90°

Cos φ = cot φ se llama "Factor de Potencia"

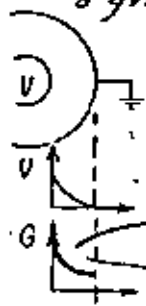
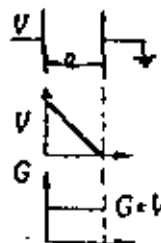
- 0.01 en aislam. de papel
- 0.0005 en polietileno
- 0.08 en PVC

Resistencia del aislamiento

R de A = K log da/dc MΩ-Km

K = constante que depende del aislamiento = { 1500 papel, 6000 poliet, 300 PVC

Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento a gradientes



V = voltaje entre cond y tierra
dc = Diámetro cond (mm)
da = Diámetro aislam (mm)

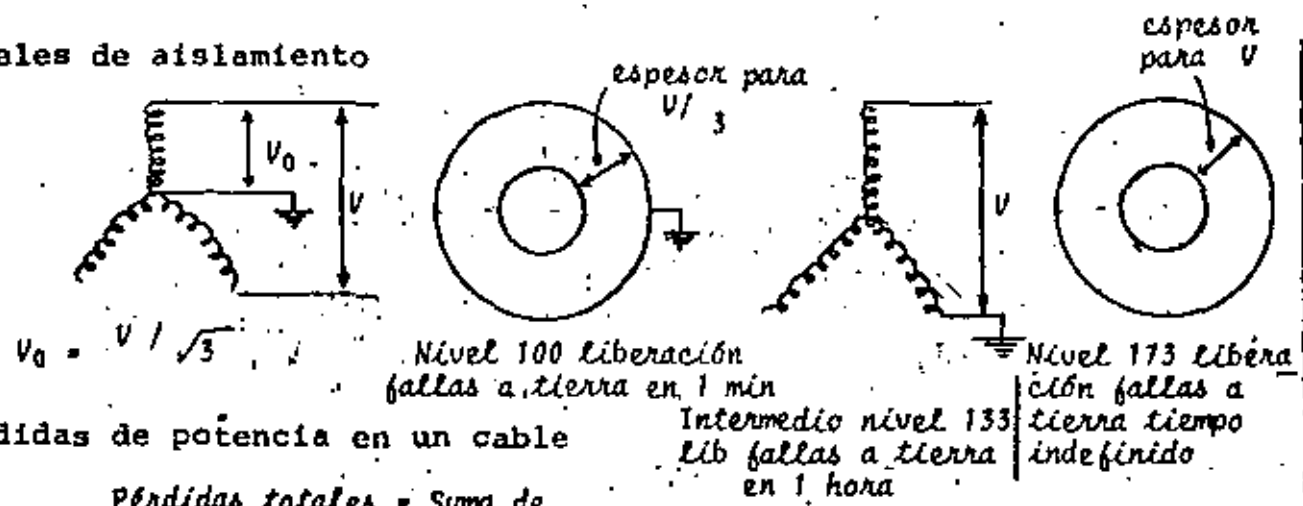
Rigidez dieléctrica

Gmax = 0.87 V / (dc log da/dc)
Gmin = 0.87 V / (da log da/dc)

Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el doble del gradiente de prueba de los cables y de 4 a 5 veces mayor que el gradiente de operación normal, que es el que se usa para seleccionar el espesor de aislamiento usando las fórmulas anteriores.

- G de diseño = 4 Kv/mm en papel impregnado tipo soldio
12 Kv/mm en papel impregnado tipo presión de aceite
3 Kv/mm en polietileno

Niveles de aislamiento



Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de

- Pérdidas en conductor o conductores.
- Pérdidas en el dieléctrico
- Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas

Pérdidas en el conductor

Según la ley de Joule

$W_c = R_c I^2 \cdot 10^{-3}$ watts/m en cable unipolar
 $= n R_c I^2$ watts/m en cable de n conductores

R_c = Resistencia conductor en ohms/Km
 I = Corriente que transporta cada conductor, en amps

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$W_d = 2 \pi f c (KV)^2 \cot \varphi \cdot 10^{-3}$ watts/m

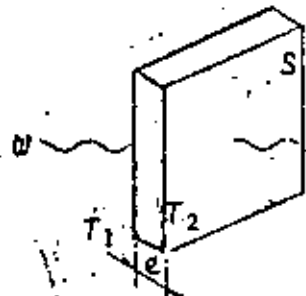
c = capacitancia en $\mu F/Km$
 KV = kilovolts aplicados entre cond. y tierra
 $\cot \varphi$ = Factor de potencia del dieléctrico

Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas (en cables unipolares que permitan circulación de corriente en pantallas)

Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de esta, como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

$W_p = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3}$ W/m
 $\Delta R = R_p \frac{[2 \pi f L_p / R_p]^2}{1 + [2 \pi f L_p / R_p]^2}$ ohm/Km

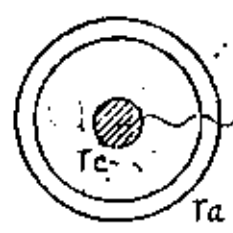
Ley do Ohm Térmica



$$\Delta T = W R_t$$

ΔT = calda de temp, °C
 W = cant. de calor, Watts
 R_t = resistencia térmica
 $= \rho_t \frac{e}{S} \frac{^\circ C}{W} m$ (ohm-term)

Derivación de la fórmula básica para la corriente que pueda llevar un cable



$$T_c - T_a = (R_c I^2) \sum R_t \therefore I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_c \sum R_t}} \text{ amps}$$

$W_c = R_c I^2$
 (considerando sólo pérdidas en el conductor)

$\sum R_t$ = suma resistencias térmicas del dieléctrico cubierta medio externo.

Fórmula general para calcular la corriente de un cable (Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a - \Delta T_d}{n [R_c R_{td} + (R_c + \Delta R) (R_{t_{cub}} + R_{t_{ext}})]}} \text{ amp}$$

- T_c = temp cond en °C
- n = número de cond
- T_a = temp ambiente en °C
- R_c = resist. cond en ohm/Km
- $R_{td}, R_{t_{cub}}, R_{t_{ext}}$ = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en $\frac{^\circ C}{W} m$

$$\Delta T_d = R_{td} (W_c + \frac{W_d}{7})$$

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior T_c es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

- $T_c = 90$ °C para aislam de EP o XLP
- $T_c = 75$ °C para polietileno
- $T_c = 85$ °C para papel

(consultense las especificaciones de los cables)

Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima previsible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C

Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dieléctrico: $R_{td} = .0037 \rho_{td} \log \frac{da}{dc}$

$\rho_{td} = \begin{cases} 400 \text{ para EP} \\ 400 \text{ para poliet} \\ 600 \text{ para papel} \\ 700 \text{ para PVC} \end{cases}$

Cubierta: $R_{t_{cub}} = .0037 \rho_{t_{cub}} \log \frac{d_{ext\ cub}}{d_{int\ cub}}$

$\rho_{t_{terr}} = \begin{cases} 110 \text{ para concreto} \\ 75 \text{ arena compacta húmeda} \\ 100 \text{ arena compacta seca} \\ 120 \text{ arena suelta húmeda} \\ 200 \text{ arena suelta seca} \end{cases}$

Terreno: $R_{t_{terr}} = .0037 \rho_{t_{terr}} \log \frac{4P}{d_{ext\ cable}}$

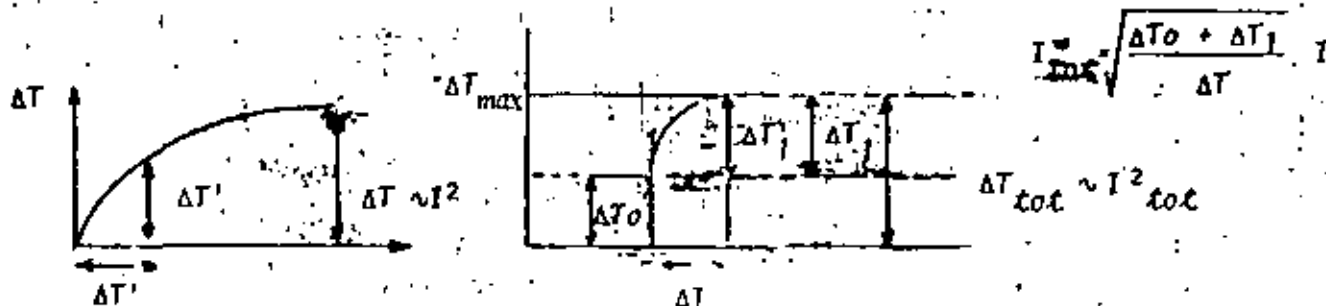
P = profundidad del cable bajo tierra

Factores que afectan la corriente que pueda llevar un cable

- 1) Presencia de otros cables.- Tiene el efecto de aumentar la temperatura del ambiente por el calor que generan
- 2) Factor de carga.- En cables subterráneos, si la carga es variable, el terreno no tiene tiempo de calentarse y puede admitirse corriente mayor

Sobrecargas

Considerar temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 130 °C



Corto circuitos

Considerar que en el brevísimo tiempo del corto circuito el calor producido no tiene tiempo de disiparse:

Calor producido = Calor absorbido

$$dq = i^2 dt$$

$$dq = c V dt$$

↑
 ↑ Volumen
 ↑
 Capacidad térmica

$$I_{cc} = \frac{330 S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{234.5 + T_2}{234.5 + T_1}}$$

S = sección del cond mm²

t = duración del cc en seg

T₂ = Temp. max. del cond durante el cc (de 160 °C a 250 °C dependiendo del aislamiento)

T₁ = Temp inicial del cond en °C

Principio Básico

La caída de tensión en una línea de cables depende del calibre de los conductores, de la separación entre los mismos, de la longitud de la línea y de la corriente conducida.

Ecuación Básica

$$\Delta V = 1 k l (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

ΔV = caída de tensión en volts

l = longitud de la línea en kms

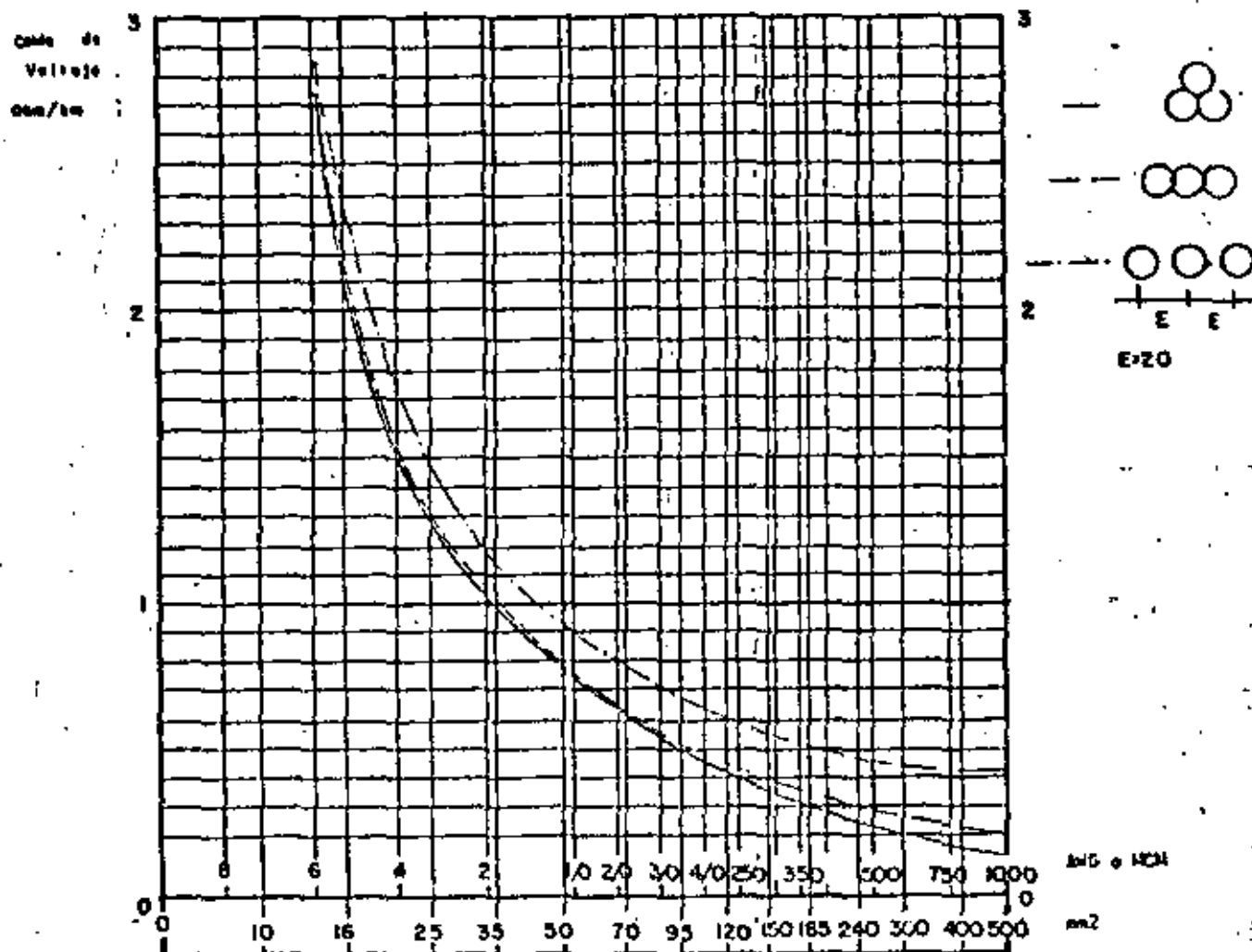
$k = \sqrt{3}$ en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

l = corriente transmitida por conductor en amps.

R = resistencia del conductor, en ohms/km

$\cos \phi$ y $\sin \phi$ = factor de potencia y factor reactivo

X_L = reactancia inductiva, en ohms/km, $2\pi f l$

Condiciones supuestas en la gráfica

Sistema trifásico ($k = \sqrt{3}$). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,16

Factor de potencia $\cos \phi = 0,8$

Frecuencia = 60 cps

Temperatura de conductor = 75°C

Cómo usar la gráfica

Para obtener la caída de voltaje en volts, multiplíquese el valor tomado de la gráfica por la longitud de la línea en kms y la corriente por conductor en amps.

CALIBRE O SECCION CONDUCTOR

FECHA:
FEBRERO
1980SUSTITUYE A:
ABRIL
1979PREPARO:
Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG.: 10
DE: 22

Principios Básicos

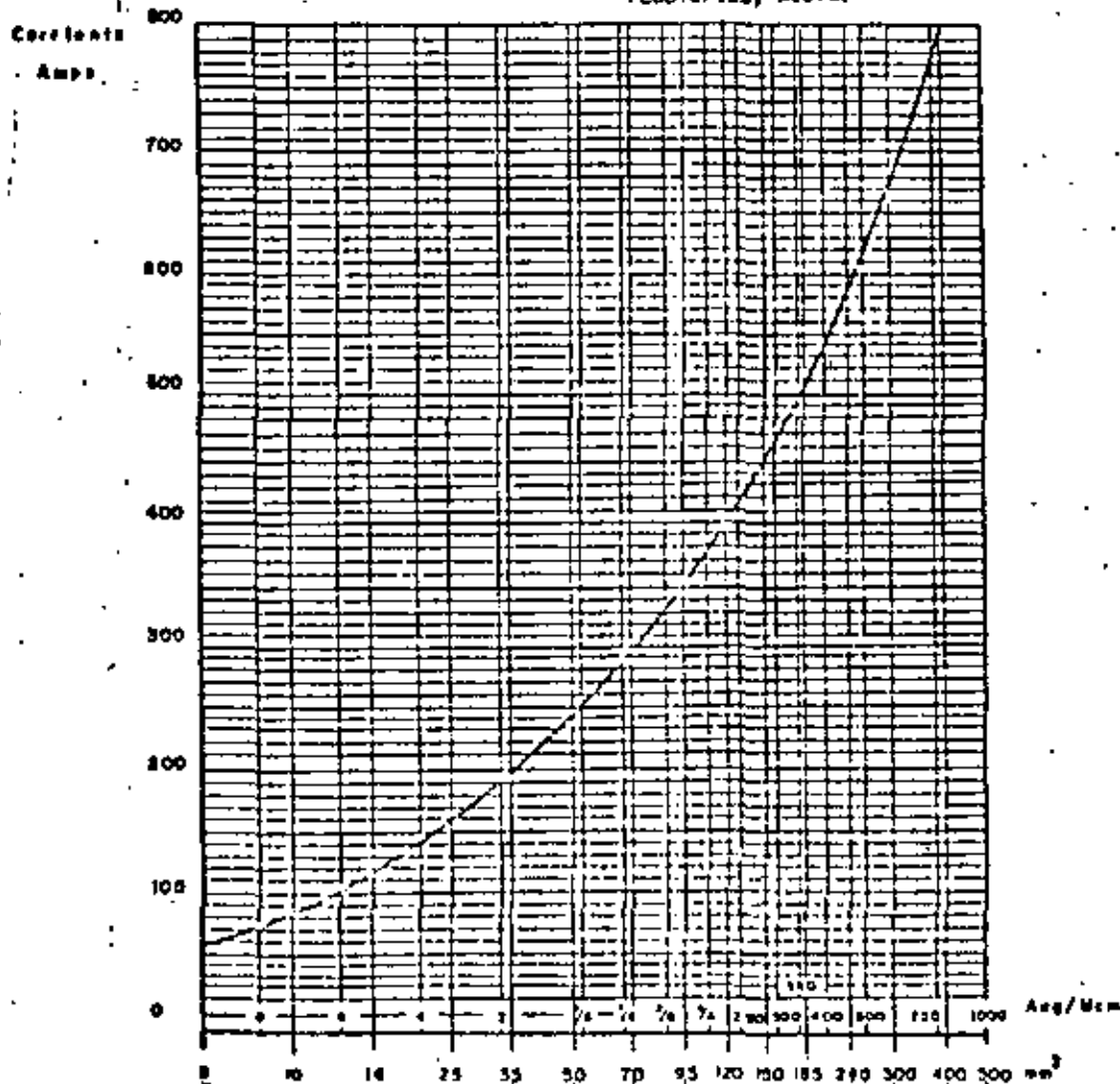
- a) El calor generado por efecto Joule en el conductor debe disiparse al exterior del cable venciendo las resistencias térmicas que presentan el aislamiento, la cubierta y el medio que rodea el cable.
- b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que puede llevar cada cable.
- c) En cables subterráneos el terreno no se calienta a la misma velocidad que el cable por lo que el cable puede admitir corrientes mayores si la carga es variable.

Ecuación Básica (Derivada de la Ley de Ohm Térmica)

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_o + R_t}$$

T_c - Temperatura del conductor
 T_a - Temperatura ambiente

R_o - Resistencia eléctrica del conductor
 R_t - Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.

Condiciones supuestas en la gráfica

- a) Temperaturas En cables subterráneos $T_c = 75^\circ\text{C}$
 $T_a = 25^\circ\text{C}$
En cables aéreos $T_c = 75^\circ\text{C}$
 $T_a = 35^\circ\text{C}$
 $T_c - T_a = 40^\circ\text{C}$

b) Número de conductores 1

c) Factor de carga 100%

d) Instalación: Cables subterráneos : enterrados
Cables aéreos : a la sombraCable a sección

Factores de corrección para condiciones diversas

SI	$T_c - T_a$	factor
	$= 60^\circ\text{C}$	1.37
	$= 40^\circ\text{C}$	0.90
	$= 30^\circ\text{C}$	0.80
	$= 50^\circ\text{C}$	1.12
	$= 30^\circ\text{C}$	0.87
	$= 20^\circ\text{C}$	0.70
SI	3 conductores en contacto:	0.85
SI	3 mds. sep:	0.90
		0.80
		0.75
SI	en ductos,	factor 0.35
SI	al sol,	factor 0.70

FECHA:

FEBRERO
1980

SUSTITUYE A:

ABRIL
1970

PREPARO:

ING. Francisco

REVISO:

ING. H. H. H.

APROBO:

PAG. 11

DE 22



CONDUMEX, S.A.
CALLE 100 No. 120
MEXICO D.F. 06700 MEX.

GRAFICAS DE APLICACION DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES

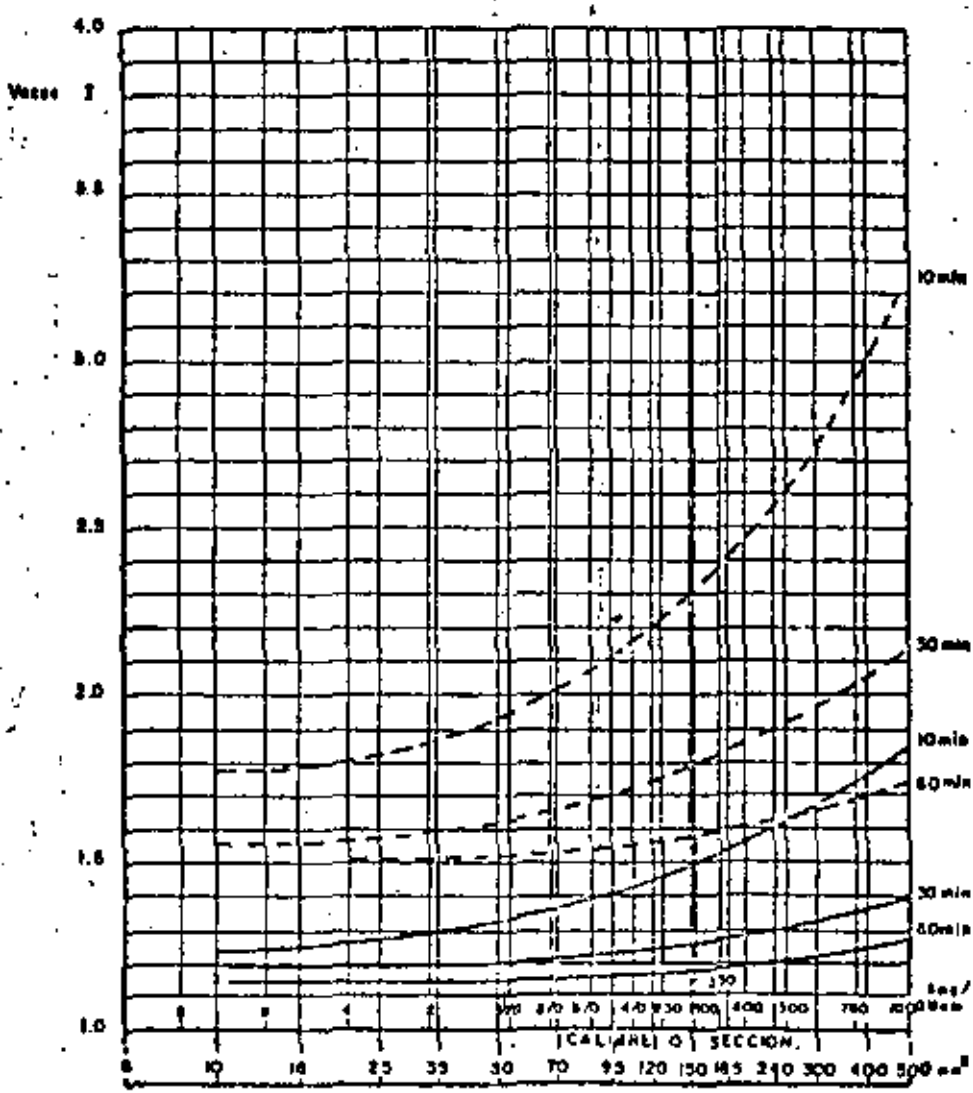
CORRIENTE DE SOBRECARGA

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

12

Principios Básicos

- a) Existe un tiempo de transición entre el momento en que se aplica una corriente al conductor y el tiempo en que se establece el flujo térmico hacia el exterior del cable. Aprovechando esta transición se puede sobrecargar el cable durante corto tiempo
- b) La corriente de sobrecarga depende de la temperatura máxima de sobrecarga que se fija para cada tipo de cable y será mayor mientras más frío se encuentra el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones sugeridas en la gráfica

- Cable caliente antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 75°C)
- Cable frío antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 35°C)

Cable aéreo (sobrecarga puede ser 20% mayor en el cable subterráneo)

Temperatura máxima de sobrecarga 90°C (aislamiento termoplástico)

SI T máx. = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.8 para cable caliente
1.2 para cable frío

FECHA:
FEBRERO
1980

SUSTITUYE A:
ABRIL
1979

PREPARÓ:
Ing. Francisco Navarrete

REVISÓ:

APROBO:

PAG.: 12
DE: 22



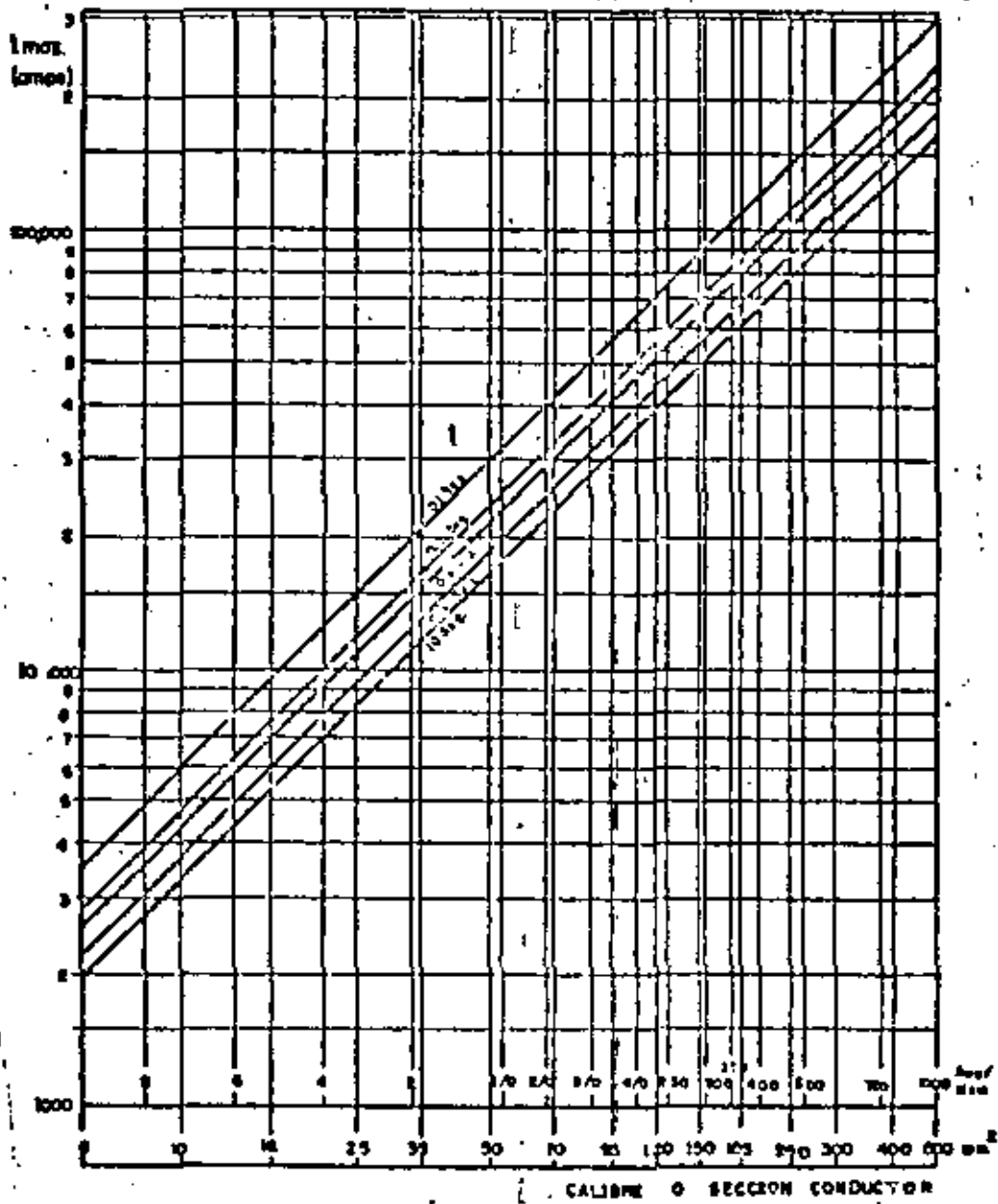
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Principio Físico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se absorbe en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Ecuación Básica

$$I_{cc} = \frac{337.5}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{T_2 + 224.3}{T_1 + 224.3}}$$

- I_{cc} = corriente efectiva del c.c. en amps.
- S = sección del conductor en mm^2
- t = tiempo del c.c. en seg.
- T_2 = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en $^{\circ}C$
- T_1 = temperatura del conductor antes del c.c.



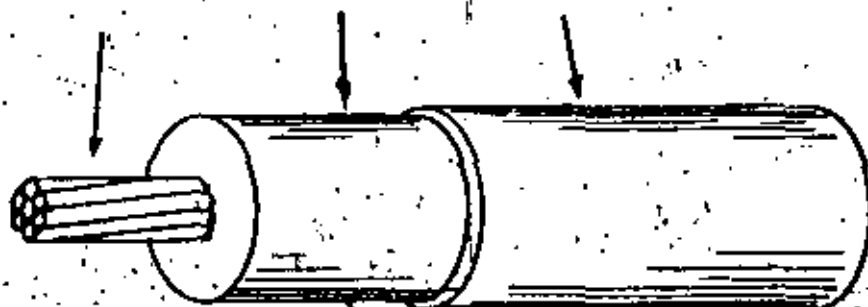
Condiciones Supuestas en la Gráfica

- $T_2 = 400^{\circ}C$
- $T_1 = 85^{\circ}C$

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARADO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	13 PAG. 22 DEL
---------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	---------	---------	-------------------------



Energía = Corriente x Voltaje x Tiempo



Conductor

Aislamiento

Cubierta

Elementos básicos de un cable unipolar

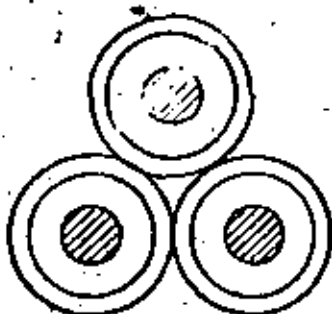


Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos

Cables unipolares

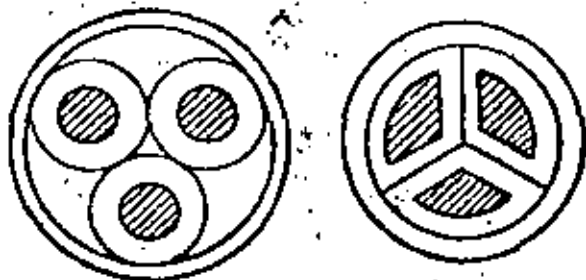
Ventajas: Ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas

Desventajas: campos electromagnéticos rodeando los cables interfieren con cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniforme de corrientes al usar varios cables en paralelo

Cable triplex

Ventajas: Más flexible que cable trifásico. Campo electromagnético balanceado, terminales sencillas

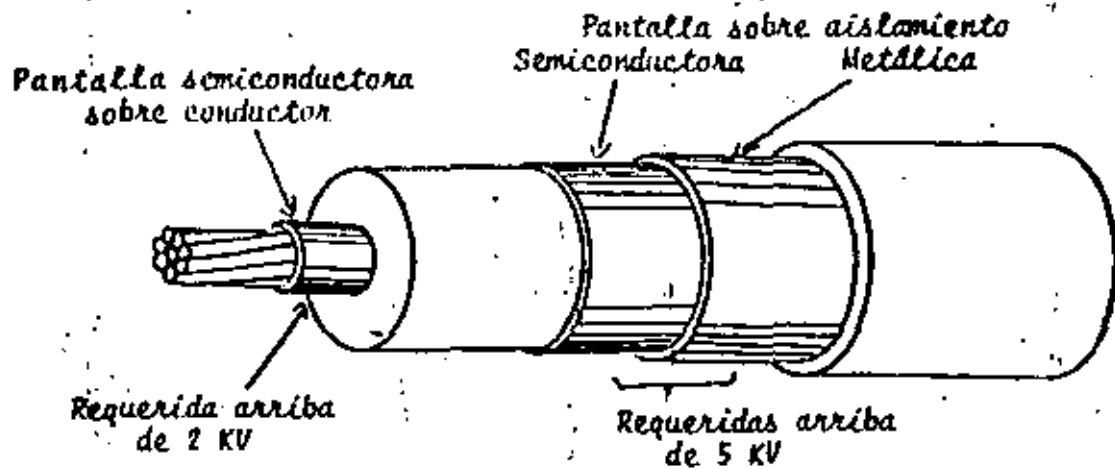
Desventajas: Costo ligeramente superior a tres unipolares. Mayor diámetro total que un tripolar limita longitudes de embarque

Cables tripolares

Ventajas: Pueden usar armaduras de metales magnéticos. Campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales (der.) se reduce diámetro y precio

Desventajas: Peso. Terminales complicadas

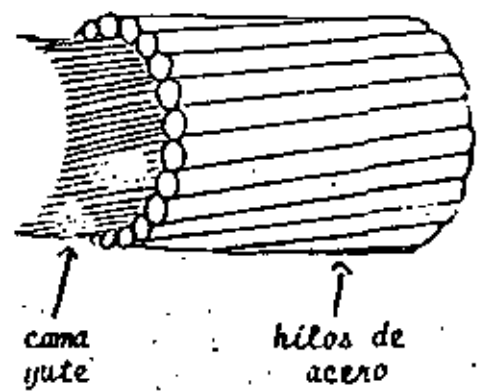
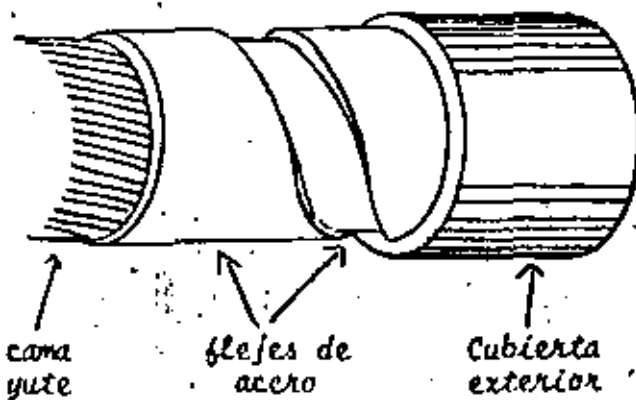
Elementos adicionales empleados para control
del campo eléctrico



Armadura de protección empleadas en cables trifásicos

para protección mecánica

para protección mecánica y
esfuerzo longitudinal





Aspectos a considerar en la selección de conductores

- 1) **Materiales:**
- Cobre 100% conductividad 2600 Kg/cm² tracción
17.24 ohm-mm²/Km de resistividad
Densidad 8.9 gr/cm³
- Alum 61% conductividad 1100 Kg/cm² tracción
28.26 resistividad 2.7 densidad
- 2) **Flexibilidad:**
- Depende de número de hilos
Clase B cables energía normales
Clase C poco más flexibles
Clase G y H cables portátiles
Clase K y M cordones flexibles
- 3) **Forma:**
- Redondo normal (33% espacios libres)
Redondo compacto (10% espacios libres)
Sectorial (triángulos)
- 4) **Dimensiones:**
- Calibre se determina en función de capacidad de conducción de corriente y en función de caída de tensión

Aspectos a considerar en la selección de aislamientos:

- 1) **Confiabilidad:**
- El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha experiencia
- 2) **Propiedades térmicas:**
- Los aislamientos elastoméricos (XLP o EP) trabajan a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen especificarse para temperaturas del orden de 75°C
- 3) **Flexibilidad:**
- Los cables de papel con forro de plomo y los cables aislados con XLP tienen menos flexibilidad que los aislados con EP
- 4) **Propiedades mecánicas:**
- El XLP tiene mejor resistencia a la abrasión que el EP y en baja tensión puede usarse sin cubierta adicional



Aspectos a considerar en la selección de cubiertas:

- 1) **Confiabilidad:** El tubo de plomo ofrece la máxima impermeabilidad y debe usarse cuando el aislamiento es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.
- 2) **Propiedades mecánicas** XLP y Hypalon gran resistencia a la abrasión, Neopreno bastante buena Plomo mala.
- 3) **Flexibilidad:** Hypalon y Neopreno excelentes
- 4) **Resistencia a la intemperie:** Plásticos y elastómeros solo buena en color negro, conteniendo negro de humo
- 5) **Resistente a agentes químicos:** Plomo excelente PVC y polietileno buena. Neopreno y Hypalon regular.
- 6) **Peso:** Polietileno es el más ligero. Plomo muy pesado

Función de la pantalla semiconductor sobre el conductor

- 1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor

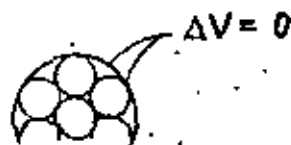
sin



con



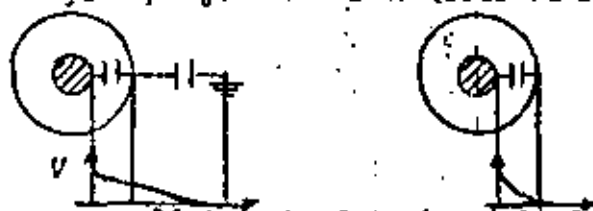
- 2) Evita queden espacios vacíos ionizables junto al conductor



- 3) Reduce energía destructiva al transferir el electrodo de mayor esfuerzo eléctrico de un metal con alta función de trabajo a un metal con baja función de trabajo.
- 4) Amortigua corrientes de impulso que tienden a viajar por la superficie del conductor

Funciones de la pantalla sobre aislamiento

- 1) Bajar voltaje superficial a cero (solo si se conecta a tierra)



- 2) Confinar campo eléctrico a interior del aislamiento y hacer que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando esfuerzos tangenciales
- 3) Proporcionar trayectoria fija para escape de corriente de carga $I_c = 2 \text{ } f_c$
- 4) Proporcionar trayectoria para corriente de cc $I_{cc} = \frac{3305}{L} \dots \log \frac{234.5 + L_2}{234.5 + L_1}$

Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento



cinta semiconductor

tubo metálico (Pb)



barniz semiconductor

cinta semicond.

cinta metálica (Cu)



pantalla semicond. extendida

hilos de cobre

Precaución sobre el diseño de la pantalla

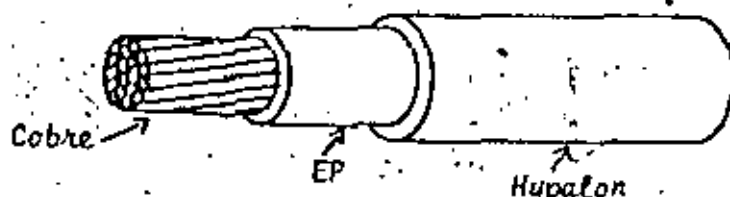
En cables unipolares la pantalla o cubierta metálica actúa como el secundario de un transformador. la corriente alterna que fluye por el conductor crea un campo magnético cambiante e induce una corriente en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Estando la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra $E_0 = I \cdot 2 \text{ } f \cdot L \times 10^{-3}$ volts/Km; siendo $L = 0.46 \cdot \log \frac{2A}{d}$ mH/Km I = corriente cond amps, A = dist media geom entre 3 conds del sistema trifásico



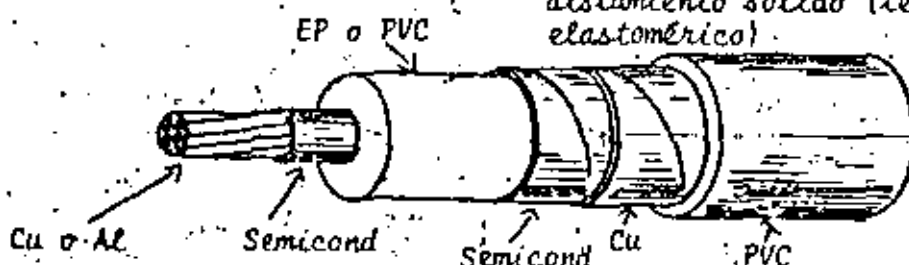
Construcciones específicas: 1) Cable de baja tensión con aislamiento termoplástico



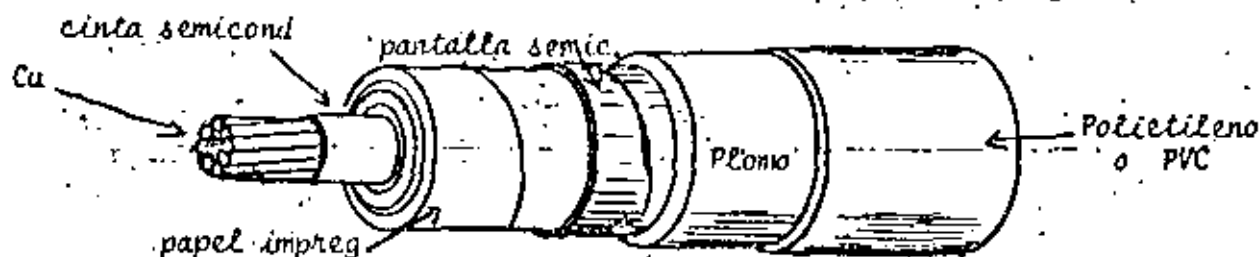
Construcciones específicas: 2) Cable de baja tensión con aislamiento elastomérico



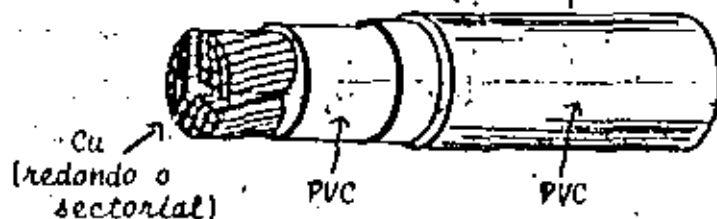
Construcciones específicas: 3) Cable unipolar de media tensión con aislamiento sólido (termoplástico o elastomérico)



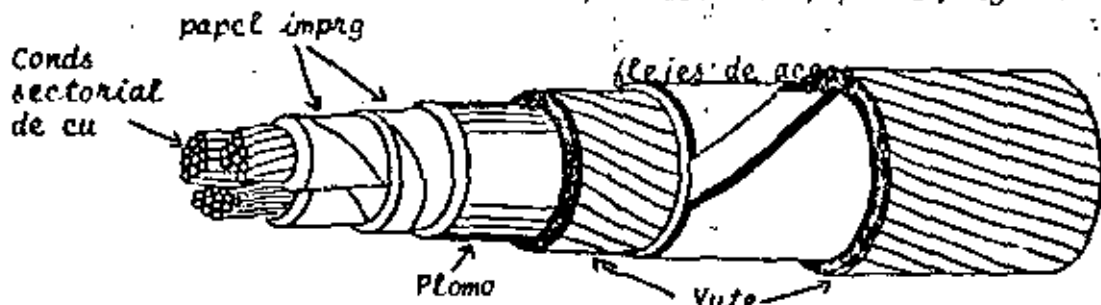
Construcciones específicas: 4) Cable unipolar de media tensión con aislamiento de papel impregnado



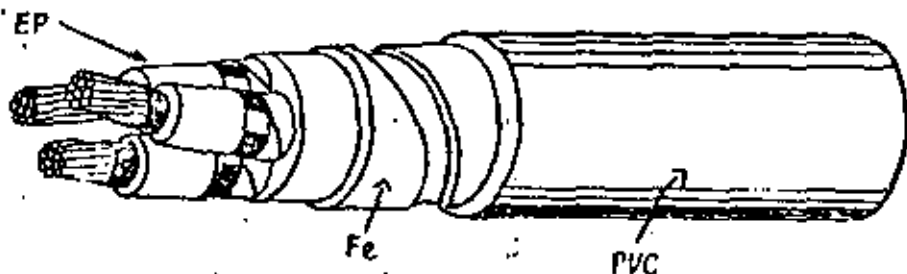
Construcciones específicas: 5) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento termoplástico



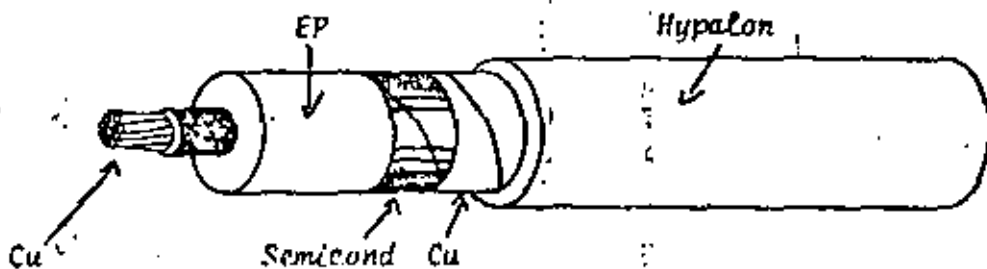
Construcciones específicas: 6) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento de papel impregnado (tipo armado)



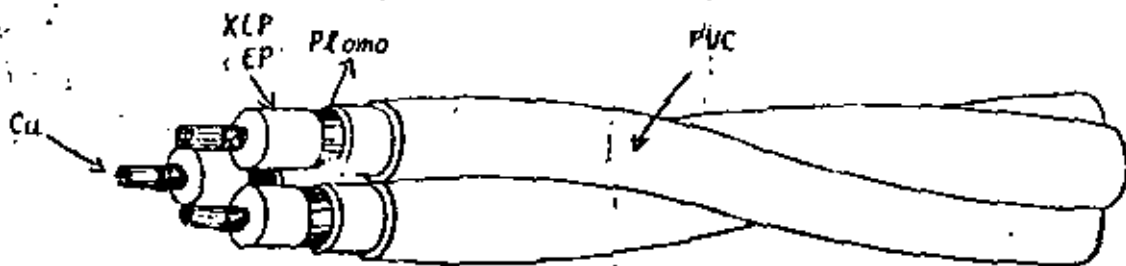
Construcciones específicas: 7) Cable tripolar de media tensión con aislamiento elastomérico (armado)



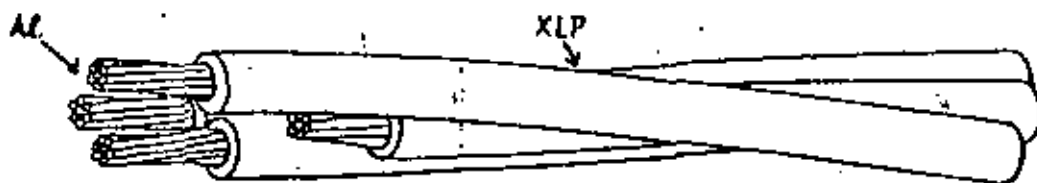
Construcciones específicas: 8) Cable unipolar de media tensión con aislamiento elastomérico para plantas generadoras



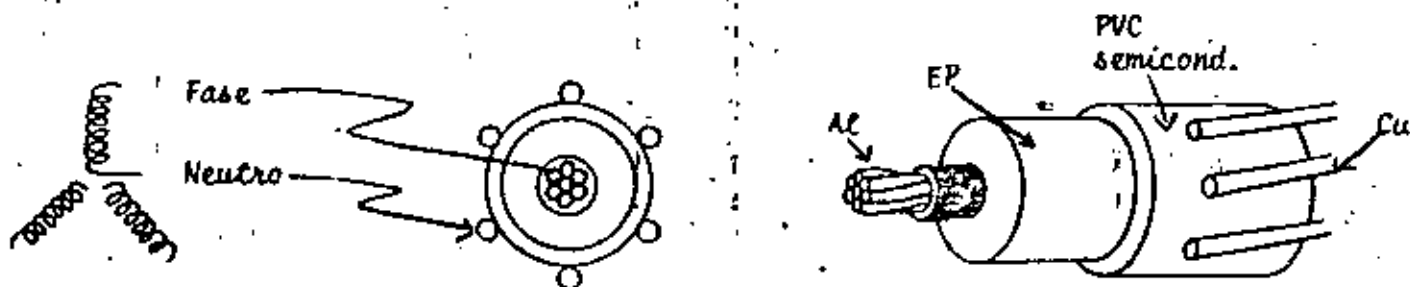
Construcciones específicas: 9) Cable triplex de media tensión para la industria petroquímica



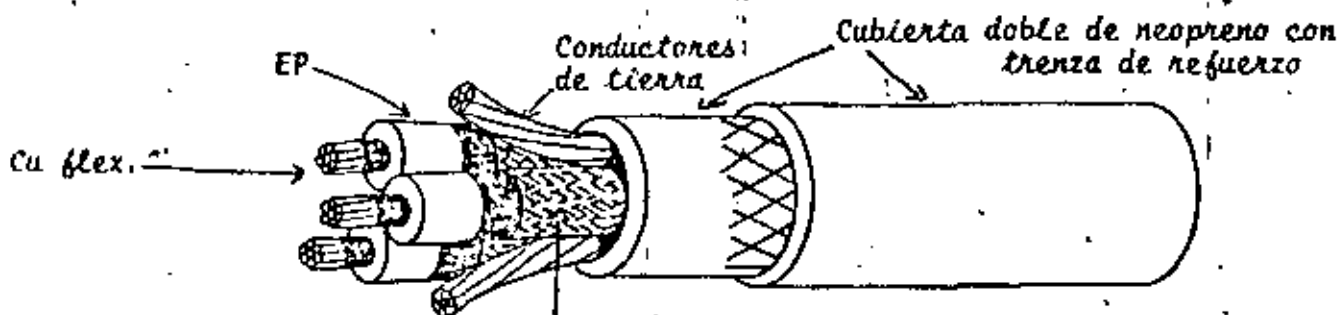
Construcciones específicas: 10) Cable de baja tensión para secundarios de redes subterráneas residenciales



Construcciones específicas; 11) Cable de media tensión para primarios de redes subterráneas residenciales

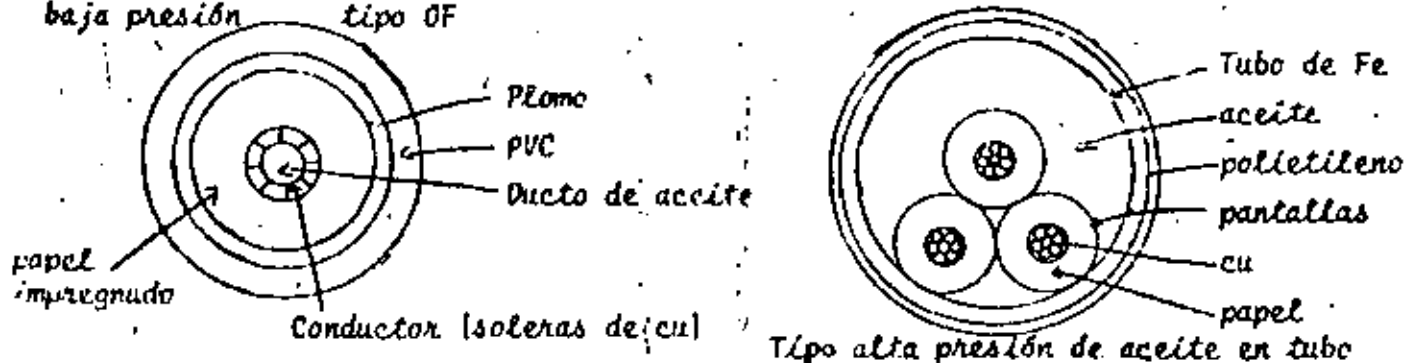


Construcciones específicas: 12) Cable tripolar de media tensión (flexible) para minas



Pantalla flex (hilos trenzados de cu)

Construcciones específicas: 13) Cables de alta tensión con aceite a presión
Autocontenido con aceite a baja presión tipo OF



Tipo alta presión de aceite en tubo



$$R_i = K \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right) \quad (1)$$

Donde:

R_i = Resistencia de aislamiento en Megohms x Km

K = Constante de resistencia de aislamiento
(ver Tabla 1)

\log_{10} = Logaritmo decimal

D = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

d = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

T A B L A 1

CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

Aislamiento	K (M x Km)
Papel impregnado	3,000 a 20°C
PVC Bajo voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alto voltaje (Sintenax)	750 a 20°C
Poliétileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Poliétileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (VC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

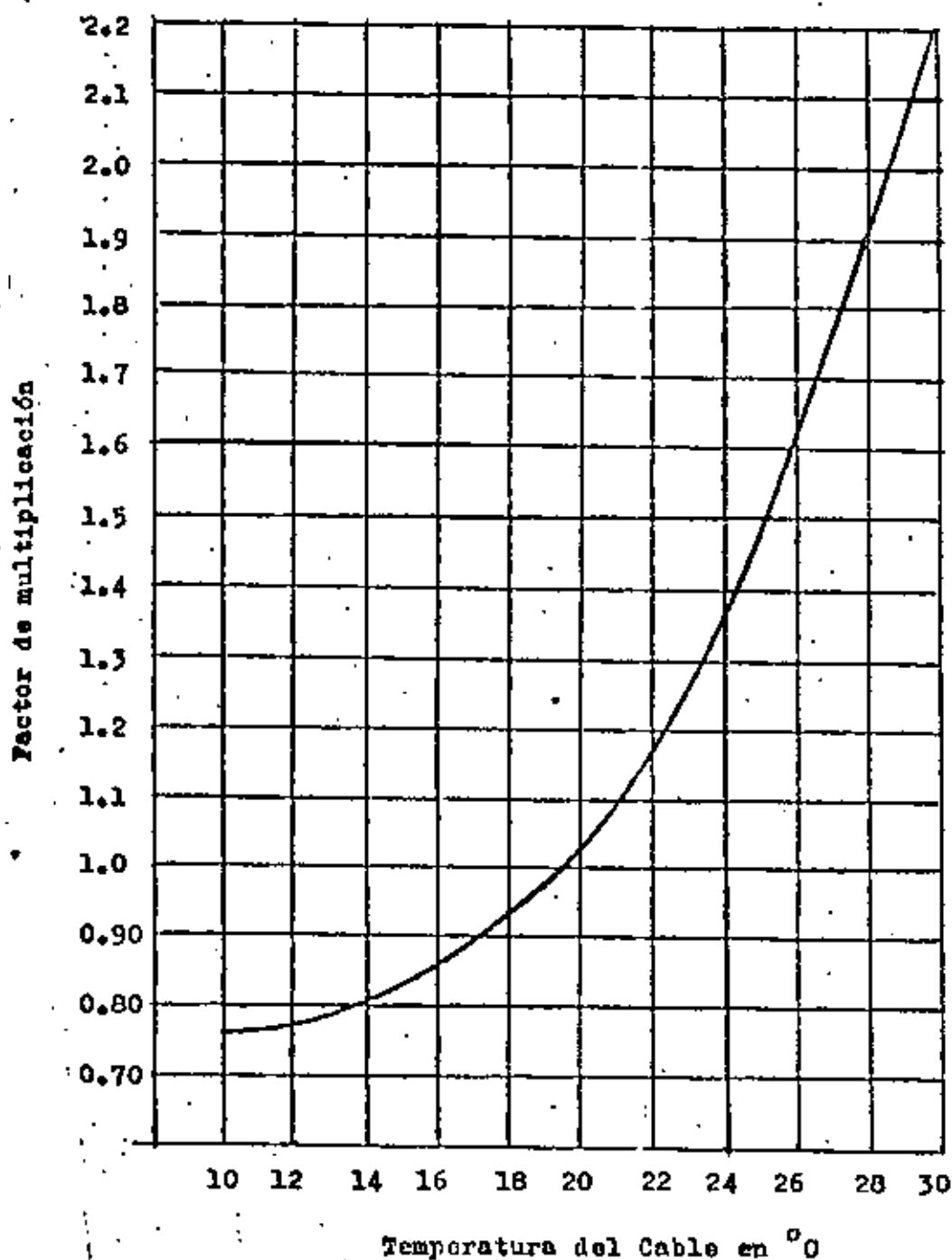
El valor de R_i deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

Enseguida se procede a probar el cable usando para ello un megger (manual ó con motor de preferencia, como se muestra en la figura 1). El borne positivo del aparato se conecta al conductor y el negativo a la pantalla ó cubierta metálica del cable, que también deberán estar conectados a tierra. Dado que



TABLA VIII

Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Sintenax



SUSTITUYE A: SEPTIEMBRE 1979		ELABORO: ING. INTUICIO E	RE VISO: M ^o COURT	AUTORIZO:	Fecha de Elaboración: FEBRERO 1980
Plata Núm. 22	Del 41				



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

T A B L A S

- ANEXOS -

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

MARZO, 1984

distribute electrical energy while electrical signal systems transmit information. This article focuses on power systems for Commercial-Industrial-Institutional (CII) buildings.

The engineer's problem is to conduct electricity safely through a structure, minimizing fire danger and shock hazard. Safety is provided by isolating conductors and normally enclosing them in raceways.

Metallic raceway systems are bonded together and grounded to protect against electrical fault conditions and such hazards as lightning. In the event of fault in the wiring system or in the equipment or load devices used in the system, grounded metallic conduit will carry the current to ground, operating the system's protective devices—fuses or circuit breakers. Non-metallic raceways provide insulation and protect against exposure to dangerous voltages due to fault conditions.

Raceways are valuable in other ways too. They provide mechanical protection, preventing accidental damage

to the insulations and conductors to assure system reliability and long life. They protect the wiring against harmful atmospheres and tampering.

Four principal interior wiring systems are used today. In the *exposed insulated cables system*, heavily insulated cables are used without enclosures. The insulation provides all needed protection. Plenum cable, which can be installed in buildings without conduit, is insulated and jacketed with Teflon FEP fluorocarbon resin and used at low voltage levels. Because it needs no conduit, this cable is much cheaper to use than types that do.

Insulated cables in open raceways are used in industry. Both the raceway and the insulation serve to isolate the conductor. Because *insulated conductors in closed raceways* can be employed in most kinds of buildings, they are quite common. In field-assembled systems, the enclosure is usually installed first and the wire or cable is laid in or pulled through later.

The raceway or conduit may be buried in a floor slab, attached to a wall, hung from a ceiling, or simply made a part of the structure (e.g. cellular concrete.) Systems of factory-assembled cables and pre-wired raceways are available. *Combined conductor and enclosure systems* include busway and busduct supplied in assembled form by the manufacturer.

Measuring wire sizes

Wire sizes follow a rather eccentric and confusing system. For conductors of round cross-section, the industry standard is American Wire Gauge (AWG). Sizes up to No. 0000 (also stated as 4/0 and equal to 0.46-in. diameter) are expressed in AWG. But AWG numbers shrink as wire sizes increase, meaning that a No. 1 wire (0.289-in. diameter) is much larger than a No. 16 (0.0508-in. diameter). The AWG system extends only to size 0000, after which the MCM (thousand circular mils) designation is used. With MCM, diameter increases as the number does.

The circular mil is the square of the cable diameter in mils or thousandths of an inch. Thus a 1/2-in. cable can be called a 500-mil cable. It has an area of 500² or 250,000 circular mils (250 MCM). Countries that have the metric system express wire and cable diameters in millimeters.

Ampacity, the capacity of a conductor to carry a current, is determined by the amount of heat that its insulation can withstand on a continuous basis. The heat a conductor generates is a function of the current flowing through it, the conductor's resistance, and the surrounding environment. In a given environment, resistance falls and ampacity rises (see Table 1) as conductor size increases.

Table 1 shows ampacities for three conductors or less in a raceway. When the raceway contains more than three conductors, these must be derated or the temperature in the raceway will become dangerously high, threatening to destroy the insulation. Derating factors are 0.80 for four- to six conductors, 0.70 for 7 to 24 conductors, 0.60 for 25 to 42 conductors, and 0.50 for 43 or more.

Though conductor carrying capacities are greater in the open air, these do not apply to systems within buildings. In structures or portions of structures where ambient temperatures exceed 30 C (86 F), conductor current-carrying capacity must be reduced. The National Electrical Code provides correction factors. Temperatures are often high in boiler rooms.

Table 1
Allowable Ampacities of Insulated
Copper Conductors

Size AWG MCM	Temperature rating of conductor			
	60 C (140 F)	75 C (167 F)	90 C (194 F)	110 C (230 F)
	Types T, TW	Types RHW, THW, THWN, XHHW	Types SA, RHHN, THHN, XHHW	Type AVA
14	15	15	25	30
12	20	20	30	35
10	30	30	40	45
8	40	45	50	60
6	55	65	70	80
4	70	85	90	100
3	80	100	108	120
2	95	115	120	135
1	110	130	140	160
0	125	150	155	190
00	145	175	185	215
000	165	200	210	245
0000	195	230	235	275
250	215	255	270	315
300	240	285	300	345
350	260	310	325	390
400	280	335	360	420
500	320	380	405	470
600	355	420	455	525
700	385	460	490	590
750	400	475	500	580
800	410	490	515	600
900	435	520	555	—

Source: National Electrical Code

Notes: Ampacities are for three conductors or less in a raceway. Conductor types are defined in the text.

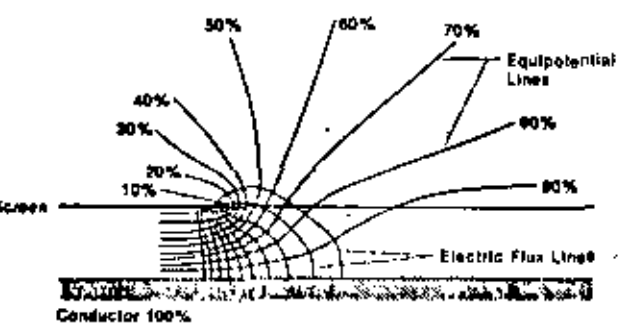
of heat-aging. The end-point or failure-point was chosen to be a conservative 100% absolute elongation at break. Extrapolation of the line to 40,000 hours yields a temperature index of about 123°C and to 30 years yields a temperature index of about 106°C. The thermal endurance of the material is clearly adequate.

The data presented illustrates the excellent outdoor weathering resistance of "modified silicone" non-tracking materials supplied by Raychem; the data suggests that this high voltage material can be expected to perform well outdoors for at least 30 years. The extrapolation of thermal aging data suggests a continuous use temperature in excess of 100°C, at least as good as the performance of known cable dielectrics.

5.2. STRESS CONTROL

Stress control is provided in high-voltage cable terminations for one primary purpose; that is, to control the stress which exists at a point where the screen or shield is terminated. If no form of stress control were applied, discharges could occur and the life of the termination would be limited depending on the stress at the end of the screen and the discharge resistance of the primary dielectric, but would typically not exceed one year. Some form of stress control is therefore required at the termination of all screened power cables which have been designed to operate at 5kV or higher voltages to eliminate discharge activity during operation. Figure 23 shows the stress concentration that exists at the end of the screen of a high voltage cable when no stress control is used.

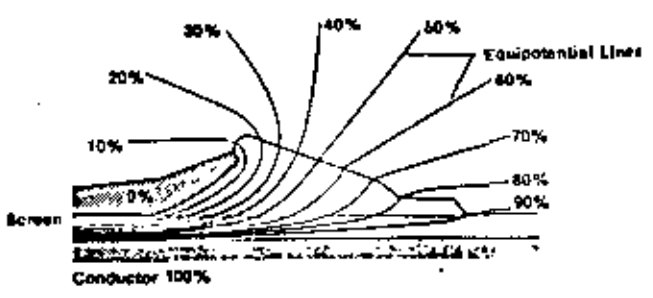
FIGURE 23. CABLE TERMINATION WITHOUT STRESS CONTROL



The conventional approach to this problem is to reduce the electrical stress at the screen termination either by the application of a stress cone¹⁰ or by the use of high-resistance tapes. Stress cones have been known for many years and were first used in the jointing and termination of paper-lead cables where a cone shape was fabricated at the screen end from layers of tape.

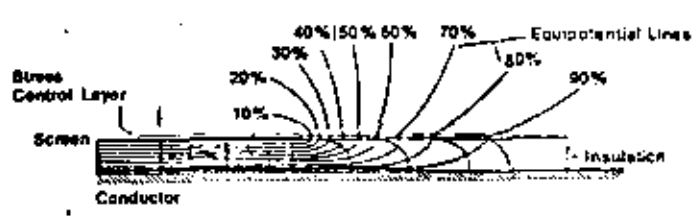
Further development of this approach took place when the first polymer-insulated cables were introduced, resulting in the now familiar pre-molded devices.¹² The effect of a stress cone on the electric field within a cable termination is shown in Figure 24.

FIGURE 24. CABLE TERMINATION INCORPORATING A STRESS CONE



The resistive (or electrical) forms of stress control have proved to be less popular. These have included both tapes and coatings¹³ with resistive, capacitive, and non-linear characteristics. The relative lack of acceptance of these techniques has related more to their application rather than any technical shortcomings. In practice, a layer of material with the correct electrical characteristics is applied from the end of the screen over the cable dielectric for an appropriate distance as shown in Figure 25.

FIGURE 25. CABLE TERMINATION INCORPORATING A RESISTIVE STRESS CONTROL LAYER



This layer is coupled capacitively to the conductor, and, depending on its impedance, increases in potential as the distance from the screen end increases. This effect is shown in Figure 26. Clearly, the incorrect choice of electrical properties will result in inferior performance. However, it will be recognized that the impedance of the layer is related to the capacitance of the cable. The impedance of the layer is also

Comparison chart: solid dielectric cable insulation

Characteristics	PE (Polyethylene)	XLPE (Cross-linked polyethylene)	EPDM (Ethylene-propylene copolymer)	EPDM (Ethylene-propylene terpolymer)
General	Basic electrical characteristics of any common insulator, but softens at 25°C and melts at 117°C, so requires larger conductor wire sizes overloads are expected.	Same electrical properties as PE, but stiffer at all temperatures. Calorific leadly up to 1300.	Less critical to manufacture; withstands 250°C for short periods.	Faster cure rate, extrusion rate, so somewhat higher than EPDM (this latter is mainly future with use long hood of stretch withstands 250°C for short periods.
Chemical composition	Structure of any alkane (C _n H _{2n+2}) bonded linearly.	Ethylene (C ₂ H ₄) molecules bonded linearly and cross-linked (vulcanized) linearly. Di-cumyl peroxide (1.5 to 3%) added in some formulations as cross-linking agent.	Typically 55% ethylene and 45% propylene (C ₃ H ₆) plus other stabilizers, etc. Entire composition extruded and cross-linked.	Typically 62% ethylene, 35% propylene, 3% 1,4-hexadiene (C ₆ H ₁₀) plus fillers, etc. Entire composition extruded and cross-linked.
Acceptability to solvents	Good: provided that insulation is free of voids and impurities.	Good: provided that insulation is free of voids and impurities.	Better than PE or XLPE. More tolerant of small voids or impurities.	Better than PE or XLPE. More tolerant of small voids and impurities.
Insulation resistance	Highest of all.	High, but less than PE.	High, but less than XLPE.	High, but less than XLPE.
Impulse strength	Highest of all.	High, but less than PE.	Not as high as XLPE, but usually far greater than any equipment to which cables connected.	Not as high as XLPE, but usually far greater than any equipment to which cables connected.
Water/moisture resistance	Highest of all.	High, but less than PE.	Not as high as XLPE, but adequate for continuous or intermittent immersion.	Not as high as XLPE, but adequate for continuous or intermittent immersion.
Tensile strength	Low at 25°C, raised to 20°C temperatures = 1430 (300F)	30 to 50 per cent at 1430 (300F)	350 to 450 per cent at 1430 (300F)	450 to 500 per cent at 1430 (300F)
Ease of cable installation	Simple. Straps to bend. Tapes do not bond, so heat and cement must be used when tapping. Tends to shrink in length when cut, unless clamped. Inherent stiffness protects against most damage from kinking.	Self-draws to bend. Tapes do not bond, so heating cement must be used when tapping. Tends to shrink in length when cut, unless clamped. Inherent stiffness protects against most damage from kinking.	Makes easy, but not the rubber-base cables. Susceptible to concealed damage from over-sharp bending or stressing.	Highest ease, much like rubber-base cables. Susceptible to concealed damage from over-sharp bending or stressing.
Approximate relative cable cost	1.0	1.1	1.15	1.1-1.2

The price figure is only a guide. One might find a manufacturer quoting the same price for XLPE and EPDM. There is more variation in price from one manufacturer to another than between these materials, prices.

3.6.3 pruebas a cable terminado

En cables terminados se efectúan dos tipos de pruebas: Pruebas de Aceptación y Pruebas de Calificación.

a.— PRUEBAS DE ACEPTACION

Prueba de Tensión.— Se emplean tensiones de prueba en corriente alterna (5 min.) y en corriente directa (15 min.), cuyos valores se dan más adelante.

Resistencia de Aislamiento.— Deberán tener una resistencia de aislamiento a 15.6°C no menor de la que resulte de calcularla con una constante K = 6100 (en Meghm-Km).

Descargas Parciales.— La descarga parcial máxima en pico-coulombs (pC) no debe exceder los valores dados por la ecuación:

$$pC = 5 + \left(\frac{V_T}{V_{RG}} - 1.5 \right) \times 30$$

donde:

V_T = tensión de prueba.

V_{RG} = tensión nominal de fase a tierra.

La fórmula es aplicable cuando la cantidad entre paréntesis no es menor que cero.

PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES

RELACION V_T/V_{RG}		1.5	2.0	2.5	3.0
TENSION NOM. DEL CABLE EN KV	TENSION A TIERRA (V_{RG}) EN KV	PRUEBA DE TENSION (V_T) EN KV CORRESPONDIENTE A V_T/V_{RG}			
5	2.9	4.3	5.8	7.2	8.8
8	4.6	6.9	9.2	11.5	13.8
15	8.7	13.0	17.3	21.8	28.0
25	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2*
28	16.2	24.2	32.3	40.4	48.4*
35	20.2	30.3	40.4	50.5	60.6*
48	26.5	39.8	53.1	66.3	*
69	40.0	60	80	*	-
Descarga máxima permisible en pico coulombs		5	20	35	50

Los cables deben probarse en las tensiones correspondientes a las cuatro relaciones de tensión V_T/V_{RG} .

*La tensión de prueba V_T no debe exceder de la tensión de prueba en corriente alterna especificada para los diferentes espesores de aislamiento.

Adherencia entre el Aislamiento y la Pantalla Semiconductora Extruída sobre el Aislamiento.— La fuerza necesaria para retirar la capa semiconductora del aislamiento debe estar dentro de los límites indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO	CABLES DE 5 A 35 KV		CABLES DE 48 A 69 KV
	TENSION EN Kgf		TENSION EN Kgf
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Termoplástica	1.8	9.1	5.5
Termofija	1.8	12.7	5.5

Estabilidad Estructural.— Debe hacerse sobre muestras de cable con tensiones nominales de 15KV y mayores. --

Estabilidad Dimensional.— La proyección axial del conductor fuera del aislamiento no debe exceder de 4.1 mm, en ninguno de los extremos para cables de 5 a 35KV. Los valores medidos en cables de 46 a 69 KV se registran como información únicamente.

Cavidades y Contaminantes en el Aislamiento e Irregularidades en la Pantalla sobre el Conductor.— Las muestras cortadas en rodajas no deben tener los siguientes defectos.

— Cavidades mayores de 0.125 mm. El número de cavidades de 0.05 mm y mayores no debe exceder de 2 por cm^3 .

— Cualquier contaminante mayor de 0.25 mm. El número de contaminante no debe exceder de 11 por cm^3 .

— Cualquier material translúcido que sea mayor de 1.25 mm en su proyección sobre un vector radial.

— Cualquier proyección o irregularidad que salga más de 0.25 mm de la superficie de la pantalla extruída sobre el conductor.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.4, 1971.

Estas se efectúan para comprobar que el fabricante es capaz de proporcionar cables con la totalidad de características de funcionamiento deseadas.

Las pruebas de cables de 5 a 15 KV se efectúan en cables de 15 KV con espesor de aislamiento de 4.4 a 5.6 mm.

— Las pruebas de cables de 5 a 35 KV se efectúan en cables de 35 KV con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla No. 3.6.4 b (Espesor de aislamiento, tensiones de prueba y calibres de conductor).

Para pruebas de 46 KV se prueba una muestra con espesor de aislamiento de 11.3 ó 14.7 mm.

PRUEBA DE ALTA TENSION LARGA DURACION

Esta se realiza en muestras de cables de 15 KV y mayores.

Para cumplir los requisitos mínimos de calificación, la muestra del cable debe soportar 4 horas a 8 KV/mm y la primera hora a 12 KV/mm.

PRUEBA DE TENSION DE IMPULSO A LA RUPTURA

Para efectos de esta especificación, los valores de tensión de NBA, o valores de impulso que deben soportar los cables son los siguientes:

TENSION NOMINAL DEL CABLE KV	TENSION NBA KV
5	60
8	95
15	110
25	150
28	150
35	200
46	250
69	350

PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO CICLICO

Esta prueba se efectúa a muestras de cables para 15 KV y mayores, al final del primer día y en cada período de 7 días se miden y registran las descargas parciales en picocoulombs a la temperatura de prueba especificada; asimismo, se registra el factor de disipación a la tensión nominal a tierra.

PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA RESISTENCIA DE LAS PANTALLAS SEMI-CONDUCTORAS EXTRUIDAS

Pantalla sobre el conductor: La estabilidad de la resistencia no debe exceder de 100,000 ohms-cm en ninguna lectura.

Pantalla-cubierta sobre el aislamiento: La resistividad de las pantallas o cubiertas semi-conductoras sobre el aislamiento no debe exceder de 50,000 ohms-cm en ninguna lectura.

c.— PRUEBAS EN EL CAMPO

— En cualquier momento durante la instalación se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 75% de lo indicado en la Tabla 3.6.4 b, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

— Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a valor que no exceda al 80% del indicado en la misma tabla, aplicado directamente durante 15 minutos consecutivos.

— Después de que el cable ha sido puesto en operación normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 65% del indicado en la misma tabla, aplicado durante 5 minutos consecutivos.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

ING: IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO

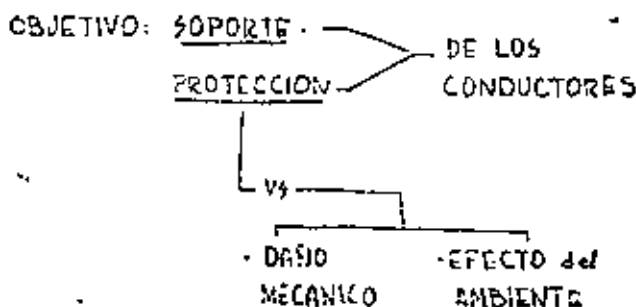
MARZO, 1984

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION: - "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA L.E. Y QUE SON:

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN"
(NTIE-01-104)



PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- UBICACION PROPIA (DE CONDUCTORES: NTIE-01-24-1)
- CUBIERTAS ADECUADAS

PROTECCION vs EFECTOS DEL AMBIENTE

- SI ES DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:
 - GALVANIZADO INTERIOR y EXTERIOR
 - PINTURA, BARNIZ, Rec. PLASTICO

↳ SOLO INTERIORES

• DEBEN TENER PROTECCION

• "ADECUADA al MEDIO":

- EN {
- "CONDICIONES CORROSIVAS"
 - COLADAS en CONCRETO
 - ENTERRADAS

LUGAR "HUMEDO" (41)
GRANDE GRADO DE HUMEDAD POR CONDENS. SOLIDAS ORGANICAS

LUGAR "MOJADO" (41)
CONDICION EXTERNA DE HUMEDAD (INTERIORES, LAVADO, ENTERRADAS)

ZONA COSTERA (41)
(50 KM TIERRA AFUERA)

PRESENCIA GASES, VAPORES o POLVOS de PROCOS QUIMICOS.

• EN LUGARES "HUMEDOS o MOJADOS"

• NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.

TABLA 302.4

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

4

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipo	THN, RUM, T, TW, T&D, MTW		RH, RHM, RUM, THW, THWN, DF, XHHW		FHC, V, MI		TA, THS, SA, AYS, SIS, FEP, THW, RHM, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Cable AWG NCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	15	30	25	30
12	20	25	20	25	20	40	30	40
10	30	40	30	40	30	55	40	55
8	40	55	45	65	40	70	50	70
6	55	80	65	95	50	100	70	100
4	70	105	85	125	70	135	90	135
3	90	120	100	145	100	155	105	155
2	95	140	115	170	110	180	120	180
1	110	165	130	195	130	210	140	210
0	125	195	150	230	150	245	155	245
00	145	225	175	265	175	285	185	285
000	165	260	200	310	200	330	210	330
0000	195	300	230	360	230	385	235	385
250	215	330	255	405	250	425	270	425

NIF 21

75

Continúa TABLA 302.4

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

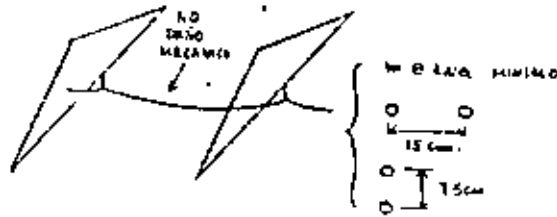
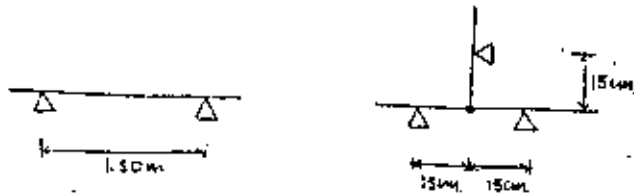
76

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipo	THN, RUM, T, TW, T&D, MTW		RH, RHM, RUM, THW, THWN, DF, XHHW		FHC, V, MI		TA, THS, SA, AYS, SIS, FEP, THW, RHM, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Cable AWG NCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
3.5	210	315	205	415	300	480	300	400
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	260	455	335	545	300	575	300	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	375	575	420	690	475	740	455	740
700	305	630	460	755	500	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
950	455	730	520	870	535	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

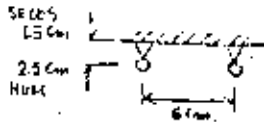
* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Ver las notas de esta tabla al final de la misma).

MONTAJE

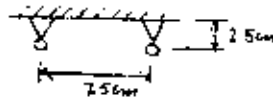
CONDICIONES MINIMAS



300V



600V



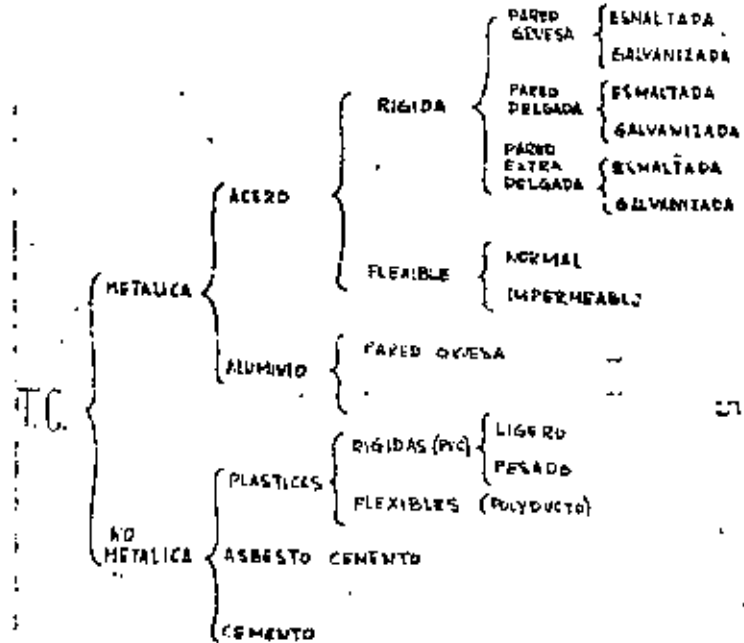
13

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

CONDUIT = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLAR.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



27

TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYOLTO NARANJA)

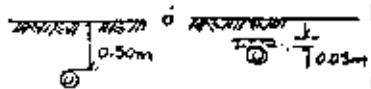
CARACTERISTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS
- RESISTENCIA MECANICA "ADECUADA"
 - PROY. CONDENSADORES
 - TRAT. "RUDO" EN INSTALACION

USO:

- EN TUBERIA PARA VA. 150V y TIERRA.
- EMBUDO EN MUROS, PISOS y TECHOS.
- ENTERRADO:



EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES EN TECHOS
- OCULTO EN CURVAS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE 81-306-14)

CARACTERISTICAS:-

DEBE SER:

- ANTIESTRINGIBLE
- RESISTENTE A:
 - APLASTAMIENTO
 - AGENTES QUIMICOS
 - HUMEDAD

USO:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
 - ↳ NO EXPUESTAS A DAÑO MECANICO
- SITIOS EXPUESTOS A AGENTES QUIMICOS
 - ↳ DEBE REGISTRAR
- LOCALES "HUMEDOS" = "MOJADOS"
- ENTERRADO:
 - ↳ 0.50m
 - ↳ 1.00m

EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc (SILVO CUANDO NO PUEDE SER METALICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- SI $t_a > 70^{\circ}C$

SOPORTES:

SEPARACION MAXIMO:-

φ 13-19 mm	→ 1.20 m	63-76 mm	→ 1.80 m
φ 25-51 mm	→ 1.50 m	89-102 mm	→ 2.10 m

USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. APARENTE
- PARED GRUESA ESAL.	INDUSTRIA - INTERIOR - OCULTA
- PARED DELG. GALV.	RESIDENCIAL EXTERIOR
- PARED DELG. ESM.	RESIDENCIAL INTERIOR - OCULTA
- PARED EXT. DELG. GALV.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EXTERIOR
- PARED EXT. DELG. ESM.	RESIDENCIAL ECONOMICA - INTERIOR - OCULTA
- FLEXIBLE NORMAL.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES SECOS
- FLEXIBLE IMPERH.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE.	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

COSTO . ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

mm (IN)	15 (3/4)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102 (4)
P.G. ESM.	100	125	194	250	325	445	544	1,120	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,067	1,345	1,952
P.D. ESM.	87	89	164	172	248	313			
P.D. GALV.	78	108	158	255	287	381			
PED. ESM.	46	43							
PED. GALV.	58	77							
FLEX. NORM.	78	119	145	227	278	534	815	990	1,477
FLEX. IMP.	202.4	291	415	630	811	1,368	4,229	5,513	8,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,323	3,203	3,835	5,317	8,271	10,874	15,169
PL. RIG. LIG.	38	50	81	106	132	193			
PL. RIG. PES.	57	71	98	125	158	239	311	415	559
PL. FLEX. (POLYD.)	30	19	30	45	52	73		191	
ASB. C. C.							235	270	357
CEMENTO									195

CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MINIMO : 13mm (1/2")
(EXCEPTO TUBO FLEXIBLE → 9.5mm 3/8")

NTIE
[304-3]
[305-2]
[306-3]

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:
(310-10)

↳ LIMITADO

POR: FACILIDAD DE

- COLOCAR
- REMOVER
- DISIPAR CALOR

•) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

1 CONDUCTOR	_____	55%	de AREA INT	
2 CONDUCTORES	_____	30%		- -
3 o MAS CONDUCTORES	_____	40%		- -

Tabla 1.1

Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro interior (mm)	Área interior total (mm ²)	Área disponible para conductores (mm ²)	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	1/2	15.81*	196	78	59
19	3/4	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	1 1/4	35.31*	979	392	294
38	1 1/2	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	2 1/2	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	3 1/2	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

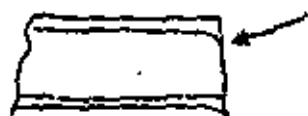
** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

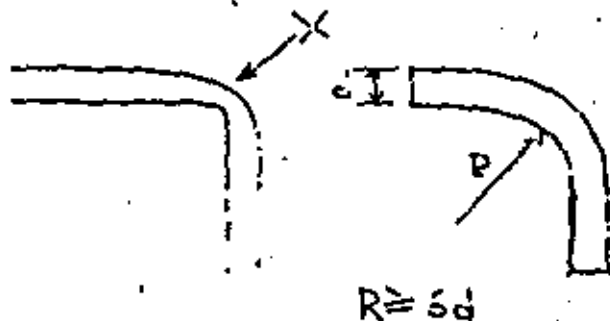
Calibre AWG, MCM	Tipos T, TW y THW; RHW y RHH (sin cubierta exterior)		Tipos RHW y RHH (con cubierta exterior)		Tipos THWN y THHN		
	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	
A							
E	14	3.3	8.7	—	—	—	
A	14	4.1*	13.3*	5.2*	21.1	2.7	
M	12	3.8	11.1	—	—	—	
B	12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	3.2	
R	10	4.3	14.3	—	—	—	
F	10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	4.0	
S							
C	14	3.6	9.9	—	—	—	
	14	4.3*	14.8*	5.4	23.8	3.0	
	12	4.0	12.8	—	—	—	
	12	4.8*	18.4*	5.9	27.3	3.4	
	10	4.6	16.8	—	—	—	
	10	5.4*	23.0*	6.5	33.3	4.3	
	8	6.2	30.4	—	—	—	
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	5.6	
	A						
	B						
A	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6	
	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4	
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9	
	L	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7	
	E	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4	
	S						
	B	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2
		300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.5
350		22.7	405.9	25.0	491.6	—	
400		23.9	449.6	26.2	539.6	22.1	
500		26.1	536.5	28.4	634.4	24.3	
600		29.0	662.0	31.3	770.3	—	
750		31.7	790.4	34.0	908.4	—	
1 000		35.7	998.8	37.9	1 130.9	—	
1 250		40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	—	
1 500		43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	—	

CONDICIONES de MONTAJE:

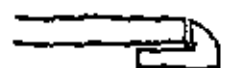
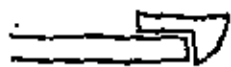
① ESCARIADO



② DOBLADO



MONITORES:



CURVAS :-

• RECOMENDABLE → 2 de 90°

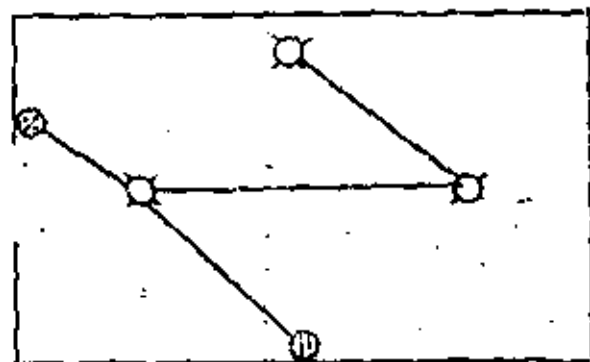
Nº MAXIMO



• PERMITIDO → 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO)

TRAYECTORIAS:

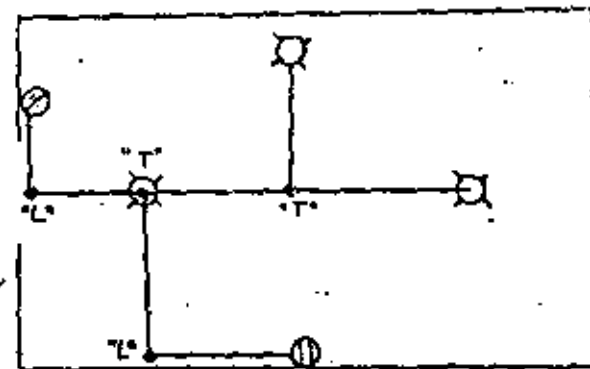
INSTALACION OCULTA:



TRAYECTORIAS LO MAS CONTAS POSIBLE →

13

INSTALACION APARENTE:



TRAYECTORIAS PARALELAS a Ejes ESTRUCTURALES →

CAJAS de CONEXIONES

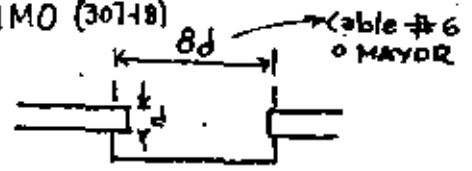
LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- FIN CAJAS:
- CONEXION a UTILIZACION
 - CONEXIONES de CABLES
 - FACILIDAD PARA CABLEAR.

DIMENSIONES CAJAS:-

PROFUNDIDAD MINIMA (307-15) → 35mm (1 3/8 in. BR.)

ANCHO MINIMO (307-18)



NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO:-

VOLUMEN OCUPADO POR CONDUCTORES Y SUS CONEXIONES ≤ 60% del volumen interior o espacio libre (307-9)

NUMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS SEGUN NEC

ARTICLE 370-BOXES AND FITTINGS

70-211

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimension, Inches Trade Size or Type	Min. Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors				
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	12.5	6	5	5	4	0
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	15.5	7	6	6	5	0
4 x 2 1/8 Round or Octagonal	21.5	10	9	8	7	0
4 x 1 1/2 Square	18.0	4	8	7	6	0
4 x 1 1/2 Square	21.0	10	9	8	7	0
4 x 2 1/8 Square	30.3	15	13	12	10	6
4 1/2 x 1 1/2 Square	35.5	12	11	10	8	6
4 1/2 x 2 1/8 Square	29.5	14	13	11	9	0
4 1/2 x 1 1/2 Square	42.0	21	18	16	14	6
3 x 2 x 1 1/2 Device	7.5	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	13.5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	17.5	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	14.0	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3 1/2 Device	18.0	9	8	7	6	0
4 x 2 1/4 x 1 1/2 Device	10.3	5	4	4	3	0
4 x 2 1/4 x 1 1/2 Device	13.0	6	5	5	4	0
4 x 2 1/4 x 2 1/4 Device	17.7	7	6	5	4	0
3 1/2 x 2 x 2 1/2 Masonry Box/Gang	14.0	7	6	5	4	0
3 1/2 x 2 x 3 1/2 Masonry Box/Gang	21.0	10	9	8	7	0
ES- Minimum Internal Depth 1 1/2 Single Cover/Gang	13.5	6	6	5	4	0
ES- Minimum Internal Depth 2 1/2 Single Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	0
ES- Minimum Internal Depth 1 1/2 Multiple Cover/Gang	16.0	6	6	5	4	0
ES- Minimum Internal Depth 2 1/2 Multiple Cover/Gang	24.0	12	10	9	8	4

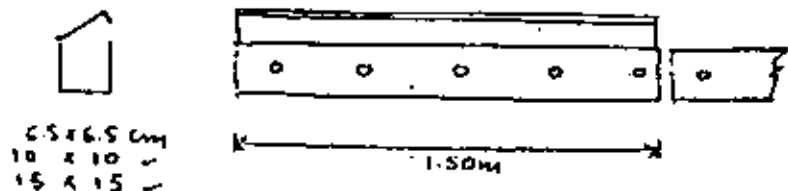
Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2 cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3 cubic inches
No. 6	5 cubic inches

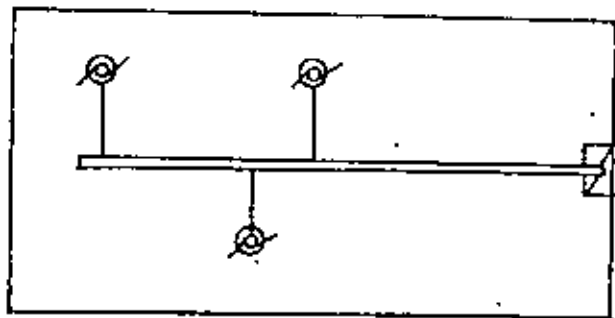
CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

-) DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In) - CON TAPA (NTIE-308)
-) DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In) } CON BARRAS
-) DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In) } (NTIE-309)

1) DUCTO EMBISAGRADO (ART-308)



USO:-



VENTAJAS

- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA.

TUBO CONDUIT G&U 13mm,	AREA UTIL (mm ²)	COSTO (%)
✓	78	100
✓	136	82
✓	222	73
✓	330	66
✓	530	61
✓	870	47
✓	1240	42
✓	1580	36
✓	3300	29

DUCTO 6.5x6.5cm	130
DUCTO 10x10cm	4000
DUCTO 15x15cm	9000

LIMITACIONES:-

-) INTERIORES (EXTERIORES → PBA LLUVIA)
-) APARENTES
-) LUGARES SECOS
-) NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
-) NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
-) NO MAS de 30 CONDUCTORES (excepto control)
-) SOPORTE CADA 1.5m. (3m → construcciones o paredes).



-) PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6)

DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

16

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta máx. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Área del cable con tierra en cm ² Tipo TW, THW.	No. Máxima de Conductores en Ducto 1		
		65 x 65 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	321
8	0.322	30	78	176
6	0.515	15	39	87
4	0.690	11	29	66
3	0.785	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.016	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, limita a 30 conductores el número de los que se pueden instalar en un ducto, a no ser que los alambres en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.



REGISTRO



NIPLE



ADAPTADOR



TEE

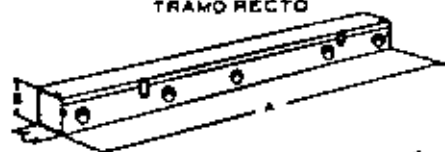


REDUCTOR

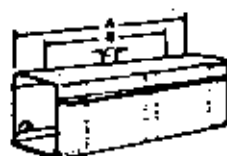


TELESCOPIO

TRAMO RECTO



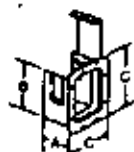
CODO 90°



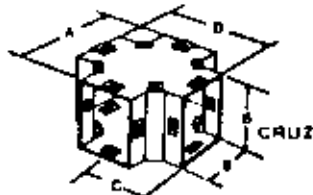
TELESCOPIO



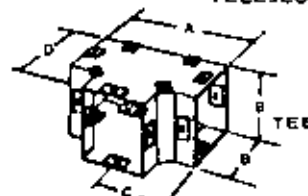
COLGADOR



ADAPTADOR



CRUZ



TEE

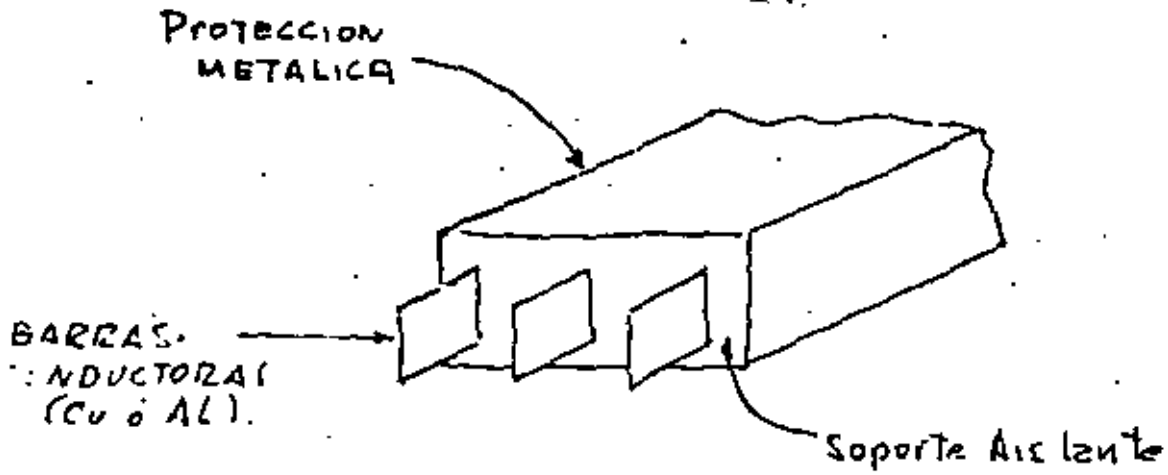
DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

(Aclaraciones en mm.)

DUCTO 65 x 65 cm.				DUCTO 10 x 10 cm.				DUCTO 15 x 15 cm.						
CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D	CAT. No.	A	B	C	D
LD21	304	66	66	---	LD41	304	105	105	---	LD61	304	155	155	---
LD22	609	66	66	---	LD42	609	105	108	---	LD62	609	155	155	---
LD25	1524	66	66	---	LD45	1524	105	105	---	LD65	1524	155	155	---
LD290L	187	66	84	117	LD490L	187	105	101	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	66	---	73	LD445L	89	106	---	92	LD645L	127	16	---	127
LD225L	59	66	---	59	LD425L	57	105	---	47	LD625L	92	157	---	92
LD27	168	66	84	117	LD47	205	105	101	156	LD67	289	156	144	222
LD2J	168	66	84	168	LD4J	205	105	101	204	LD6J	289	156	144	---
LD2TF	381	232	13	---	LD4TF	167	106	---	167	LD6TF	500	156	---	---
LD2H	110	254	41	110	LD4H	187	232	13	---	LD6H	381	297	13	---
LD22A	62	67	---	---	LD4A	150	245	141	152	LD6A	110	431	129	245
					LD4A	42	156	---	---	LD6A	110	194	---	---

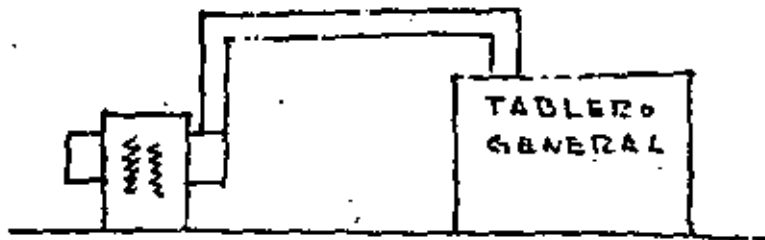
DUCTO ALIMENTADOR

17.



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

EJ :-



VENTAJAS:-

-) BAJA IMPEDANCIA
-) RESISTENCIA MECANICA
-) RESISTENCIA A CTES C.C.
-) FACILIDAD de INSTALACION

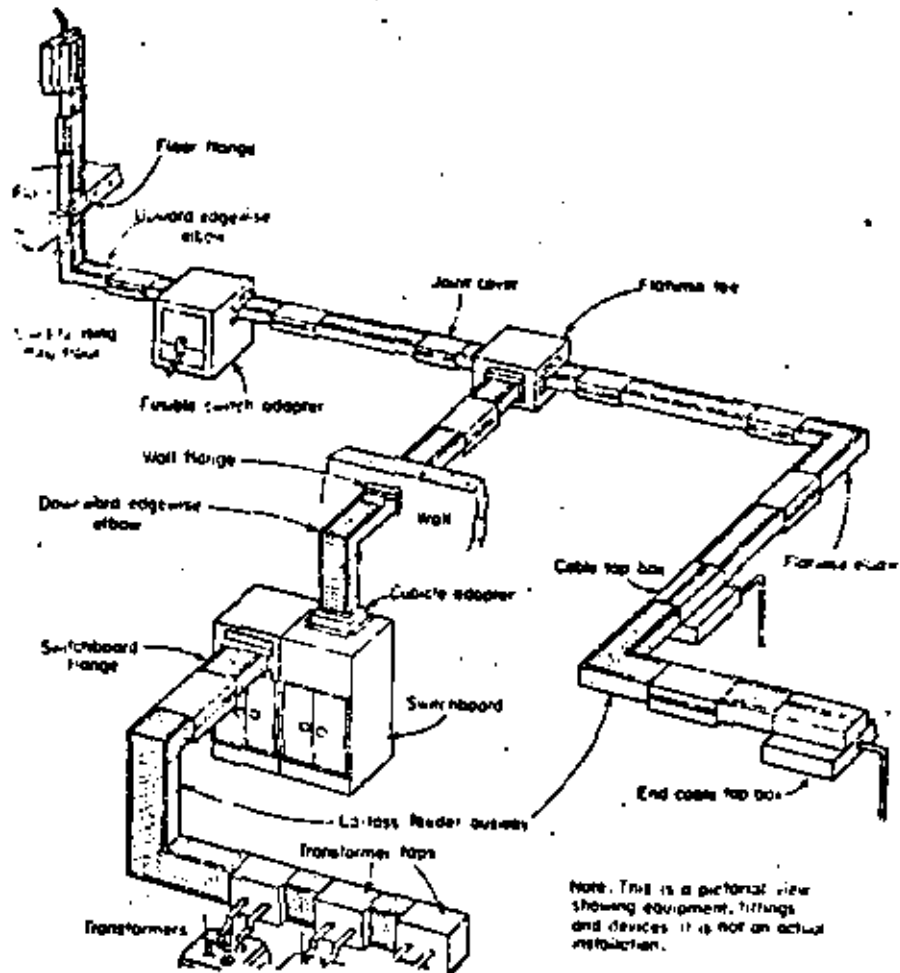


FIG. 162 Typical low-voltage-drop feeder bus-way system. (National Electric Div., H. K. Carter Co., Inc.)

ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

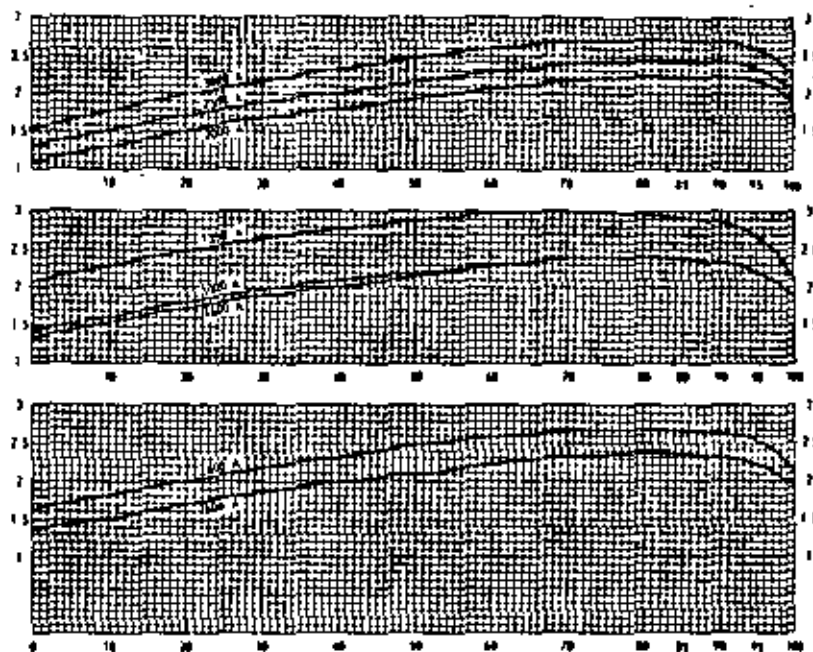
19

CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBRE FEED-IN - 3 POLOS - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

Promedio de caída de voltaje en volts por 100 pies de longitud.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFÁSICA
TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Rango en amperes	R = Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X = Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFÁSICA													
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100	
600	.00204	.00156	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.65	2.61	2.52	2.12	
800	.00180	.00096	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	1.94	
1000	.00108	.00084	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.36	2.32	2.23	1.87	
1350	.00093	.00069	2.08	2.29	2.47	2.63	2.77	2.89	2.97	3.01	2.98	2.94	2.86	2.72	2.17	
1600	.00069	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.26	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91	
2000	.00059	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.13	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91	
2500	.00048	.00030	1.10	1.50	1.69	1.86	2.02	2.17	2.29	2.36	2.44	2.45	2.44	2.38	2.08	
3000	.00043	.00030	1.58	1.77	1.98	2.16	2.32	2.47	2.59	2.68	2.72	2.72	2.70	2.62	2.24	

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amperes con 50 % de F.P.

$$\begin{aligned} \text{Caída de voltaje} &= \sqrt{3} \times I \times (R \cos \theta + X \sin \theta) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00108 \times .50 + .00084 \times .866) \\ &= 2.19 \text{ Volts / 100 pies} \end{aligned}$$

- Notas:
- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
 - 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
 - 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
 - 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$.
 - 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$.
 - 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

20

CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			PESO POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 POLOS	BB-2P, BB y C-3P BA, B, C, y 100%N-4P.	50% NEUTRO	2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	H	W			
									2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.
600A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	25-3X76	15-6X76	15-3X76	27.5	34.5	36.5	39	219	54	67	70	73
1000A	25-3X101	15-6X101	15-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1350A	25-4X101	15-8X101	15-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	44	57	61	66	321	54	67	70	73
2000A	45-3X101	25-6X101	25-3X101	50	66	71.5	77	321	54	67	70	73
2500A	† 45-3X114	† 25-6X114	† 25-3X114	59	78	84	90	422	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
• 4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
• 5000A	85-3X114	45-8X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
• 6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

• Hilera doble: en 4000A, son 2 de 2000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.

† Barras espaciadas 76 mm. (cento con cento).

ACÓMODO DE SOLERAS



2P



4P

50%N



3P



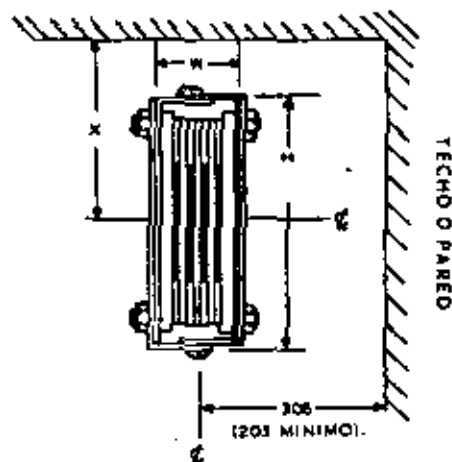
4P

100%N

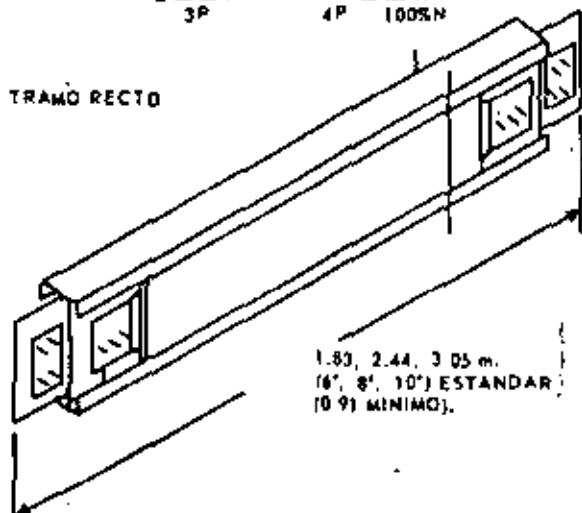
• Espacio recomendado al techo o pared.

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

TECHO O PARED

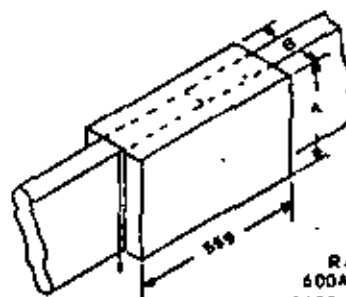


TRAMO RECTO



1.83, 2.44, 3.05 m.
(6', 8', 10') ESTANDAR
(10.91) MINIMO).

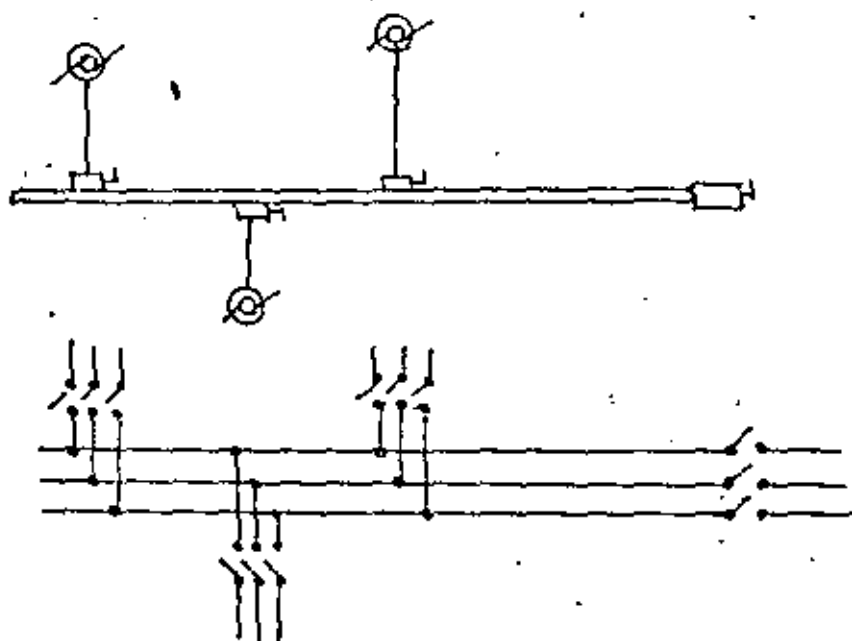
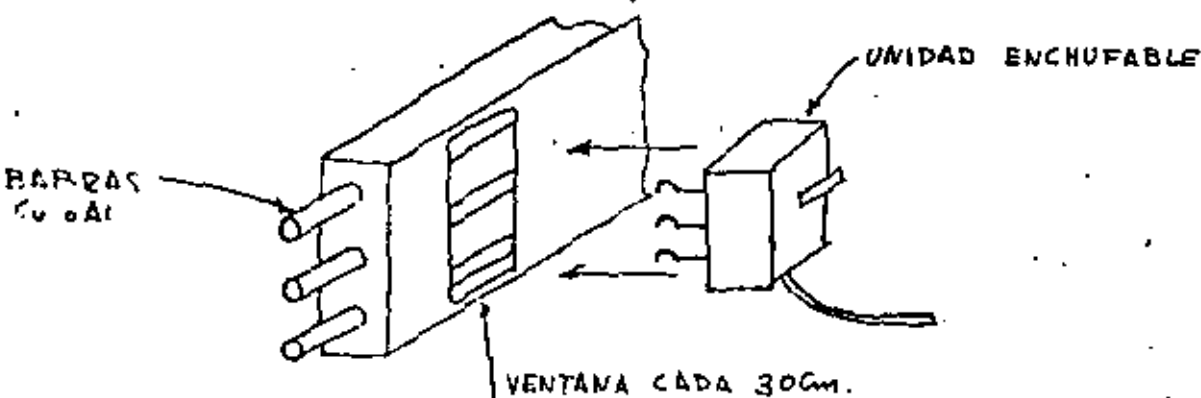
ENSAMBLE DE UNION



POLOS	B	A
2	179	228
3	190	330
4	203	432

RANGO
600A a 1350A
1600A a 2000A
2500A a 3000A

DUCTO DISTRIBUIDOR



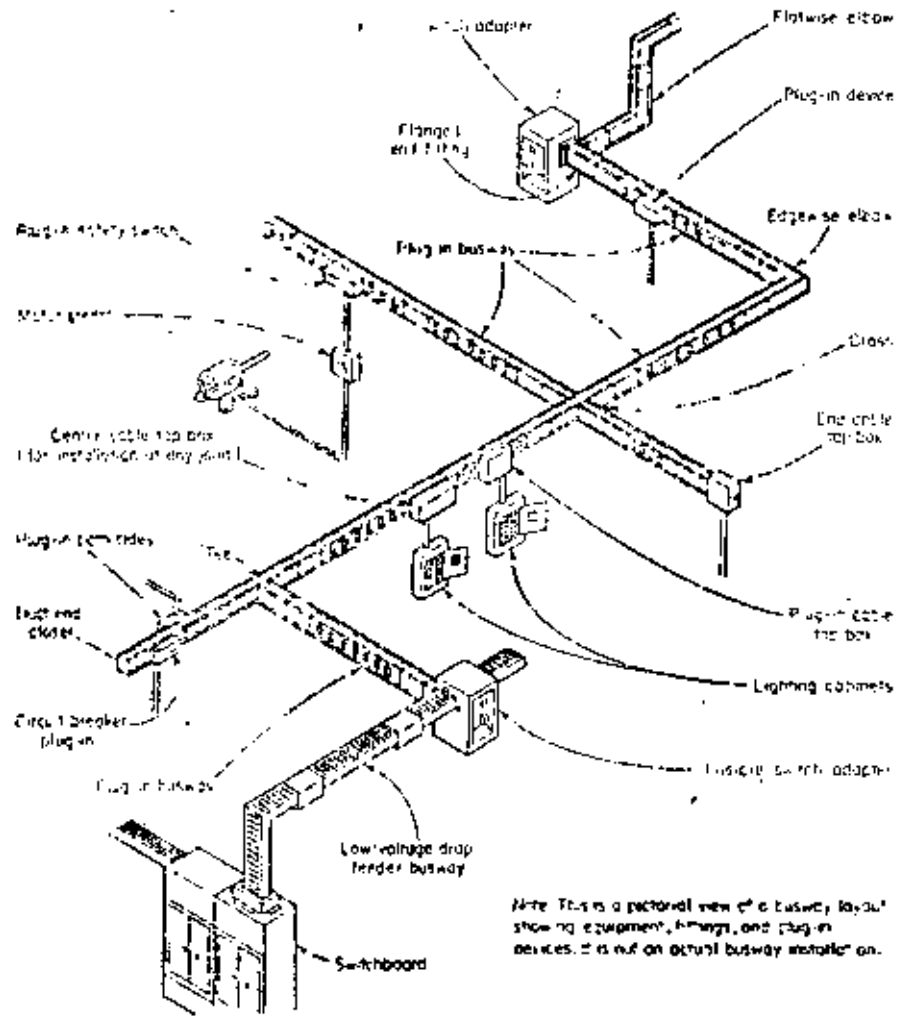
EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

-) MAXIMA FLEXIBILIDAD..
-) RAPIDEZ INSTALACION..

DUCTO-DISTRIBUTOR

USO



Note: This is a pictorial view of a busway layout showing equipment, fittings, and plug-in devices. It is not an actual busway installation.

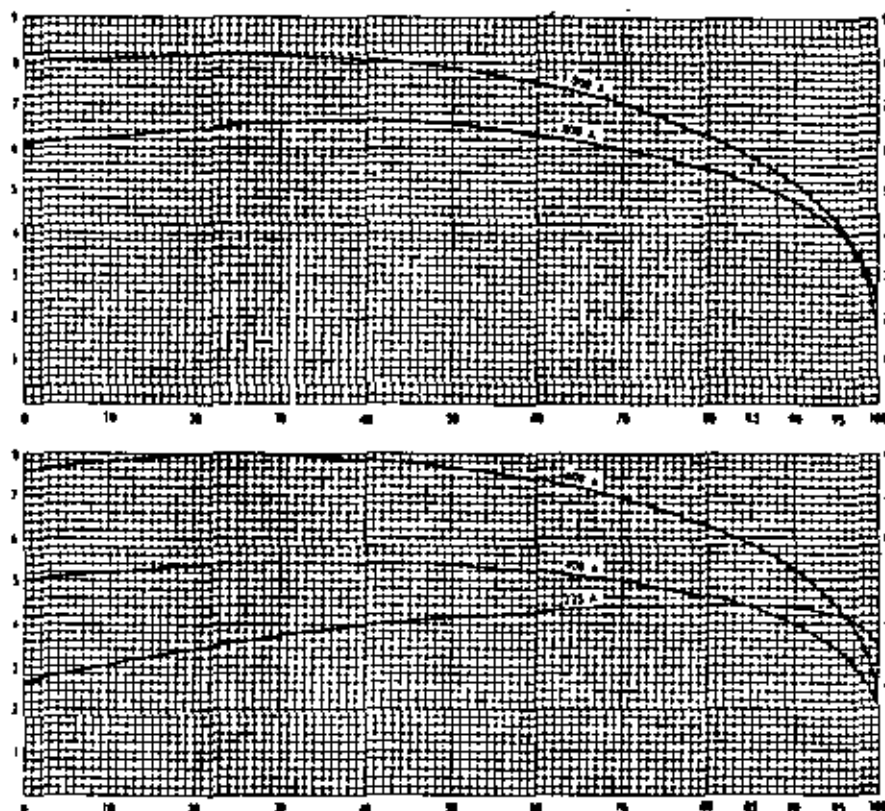
FIG. 16A Typical plug-in busway (power tap) system. (National Electric Div., H. K. Porter Co., Inc.)

CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volta.

Promedio de caída de voltaje en volta de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

PROMEDIO DE CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Rango en amperas	Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
200	.00800	.00896	2.77	3.08	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.30	4.44	4.42	4.34	4.18	3.81
400	.00294	.00720	4.98	5.16	5.30	5.36	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.48	2.04
600	.00205	.00715	7.83	7.80	7.90	7.91	7.84	7.68	7.34	6.95	6.26	5.82	5.24	4.40	2.13
800	.00170	.00439	8.08	8.30	8.43	8.50	8.51	8.45	8.30	8.08	7.53	7.22	6.77	6.12	2.36
1000	.00105	.00458	7.95	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.46	6.95	6.25	5.77	5.14	4.26	1.89

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1,000 Amps., con 50% de F. P.

$$\begin{aligned} \text{caída de voltaje} &= \sqrt{3} I (R \cos \theta + X \sin \theta) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00109 \times 50 + .00458 \times .866) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.004511) = 7.81 \text{ Volts. / 100 pies.} \end{aligned}$$

- NOTAS: 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$.
 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$.
 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.

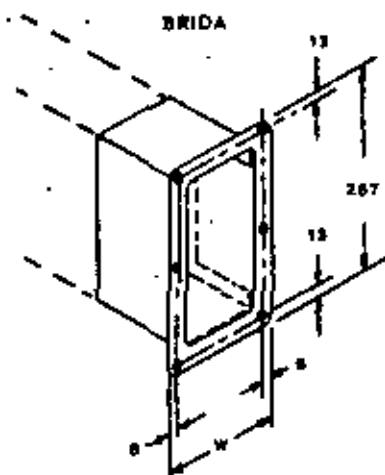
ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

24

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

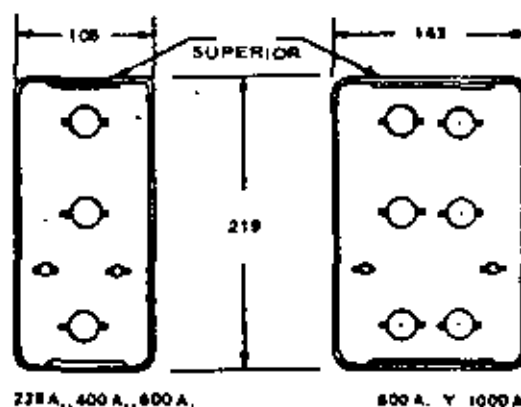
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESEO POR METRO EN KG					
	FASES	NEUTRO	FASES	NEUTRO	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 P. W	2P.	3P.	3 P. W
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	17.5	17.1	13.8
400 A.	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	1-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 2.9 Pared	13.2	14.6	15.6	15.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	35.0

• DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.

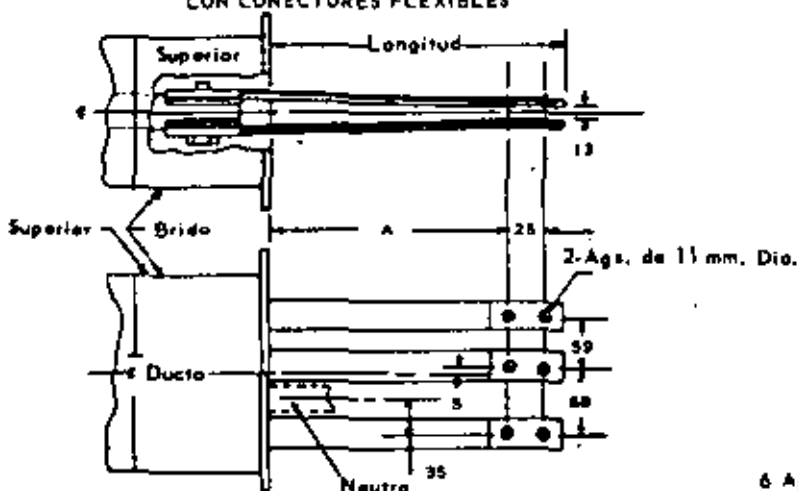


RANGO	W (mm.)
225A, 400A, 600A.	143
800A, 1000A.	161

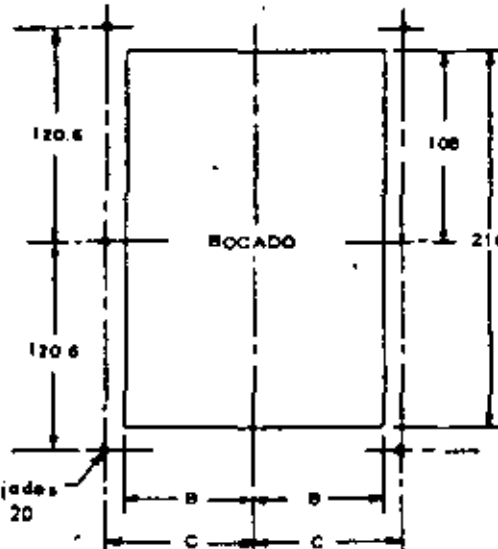
DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



EXTENSION DE BUS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA

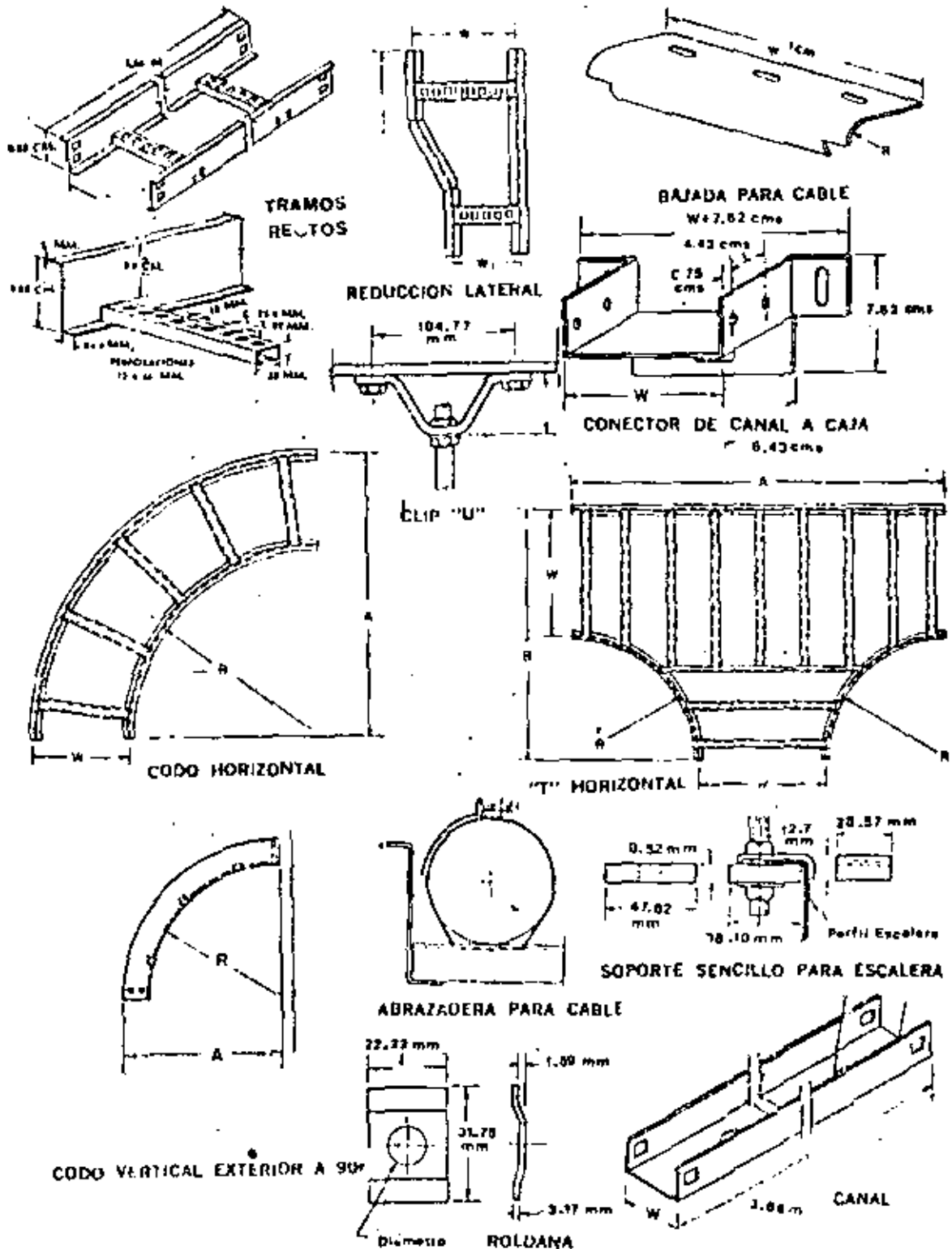


LONGITUD		A
mm.	PIES	
305	1	267
610	2	571
914	3	876

Acor. en mm.

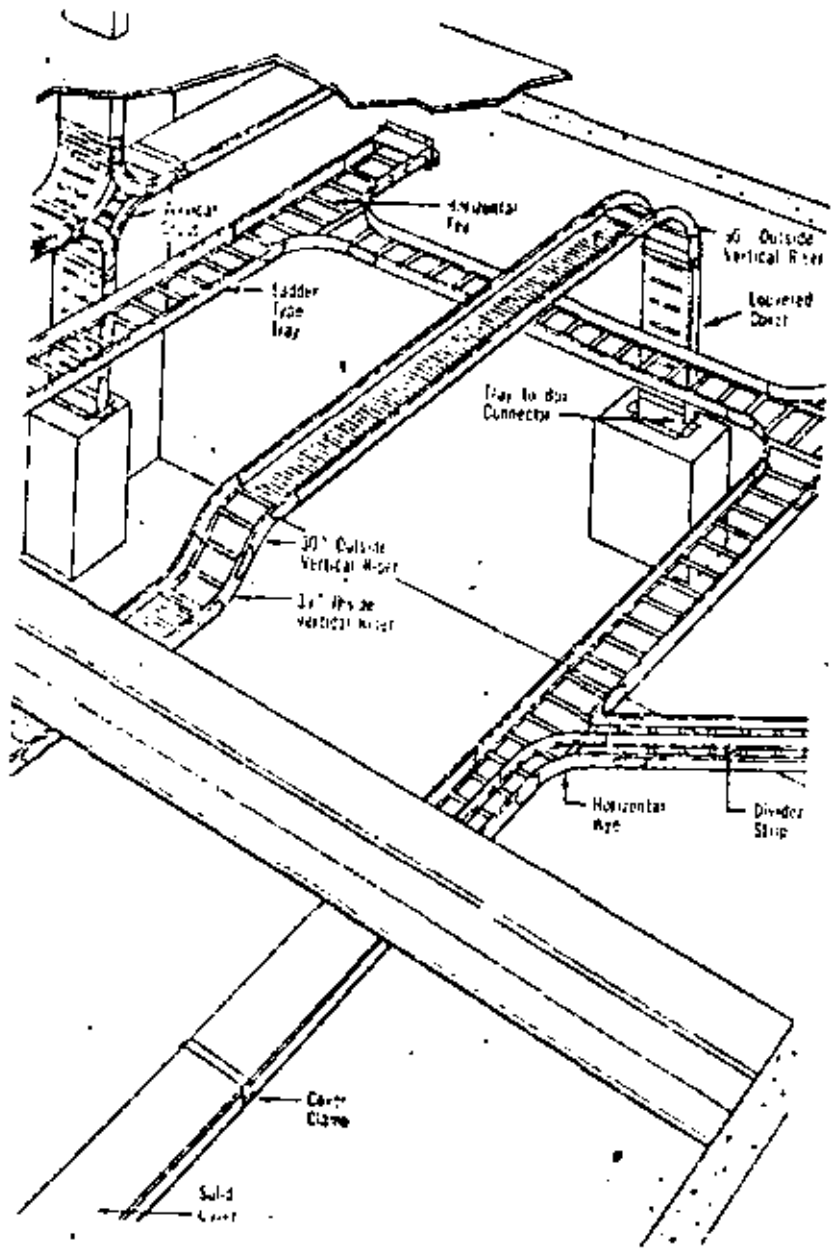
225A, 400A, 600A. B=84, C=63.6
800A. Y 1000A. B=73, C=62.5

SISTEMA de CHAROLAS: ESCALERAS



SISTEMA DE CHAROLAS. USO:

9-152 INTERIOR WIRING



NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD
GRAN SECCION
GRAN FLEXIBILIDAD

DE CONDUCTORES

DEBEN TENER
AISLAMIENTO Y
CUBIERTA APROBA-
DOS PARA ESTE
TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS
CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES
o RESISTENTES AL FUEGO.

USO ADICIONAL: SOPORTE DE
TUBERIAS U
OTRAS CANAL-
-ZACIONES.

EXCLUSIONES:-

- CUBOS DE ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

CONDICIONES DE DISEÑO

-) NUMERO DE CONDUCTORES
-) CAPACIDAD DE CONDUCTORES
-) DIMENSIONES

- ANCHO
- ESPACIAMIENTO TRAVESANOS.

NUMERO CONDUCTORES

MULTICONDUCTOR:

MAX. UNA CAPA



DE UN SOLO CONDUCTOR:

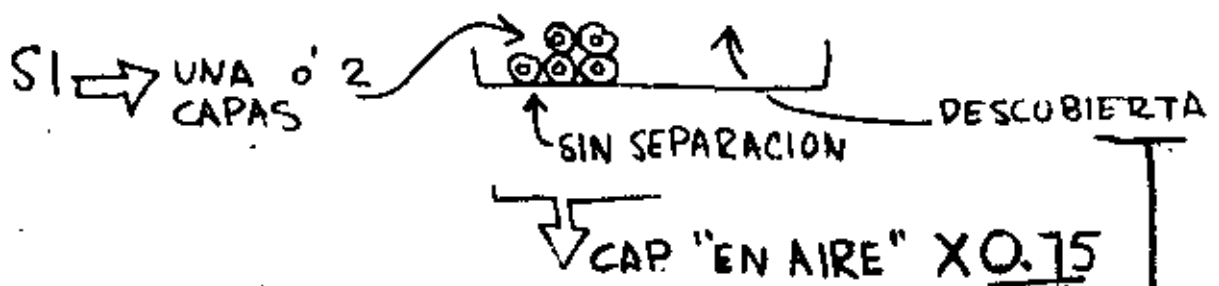
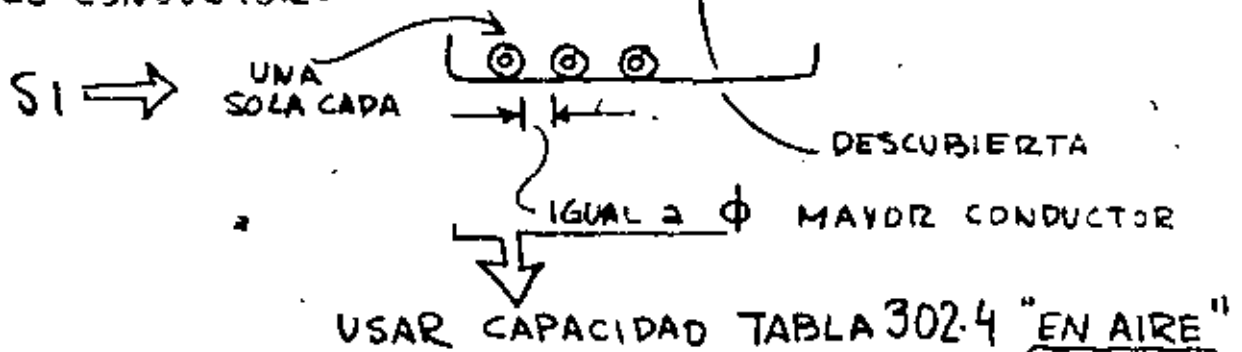
MAX. DOS CAPAS



CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302.4 "EN TUBERIA"








DE UN SOLO CONDUCTOR:



SI SE CUBRE EN M'S de 180° X 0.70 ←



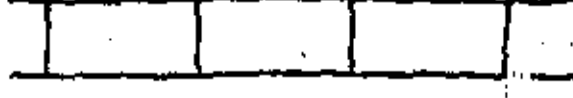
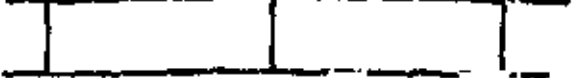
CONDICIONES de DISEÑO

→ ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO

15.2 cm	
22.8 cm	
30.48 cm	
40.64 cm	
45.72 cm	
50.8 cm	
60.96 cm	

→ ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

↳ CALIBRE CONDUCTOR

15.24 cm	
22.86 cm	
30.48 cm	
45.72 cm	

ADIMENSIONES NORMALES.

AREA UTIL:-

CHAROLAS

TUBO CONDUIT

<u>Ancho</u>	<u>Area Util</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Area Total</u>	<u>Area Util</u>
15.2 cm.	86.64 cm ²	5.08 cm.	20.25 cm ²	8.06 cm ²
30.4 "	173.28 "	6.35 "	31.61 "	12.70 "
45.7 "	260.49 "	7.62 "	45.80 "	18.32 "
60.9 "	346.56 "	10.16 "	81.29 "	32.25 "

Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en escaleras es el siguiente:

NO. DE TUBOS.

CHAROLA.

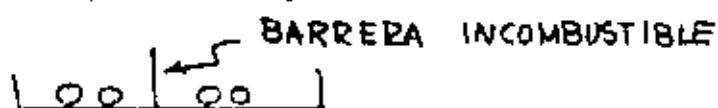
Ø TUBO CONDUIT.

<u>Ancho</u>	<u>Area</u>	<u>5.08 *</u>	<u>6.35 *</u>	<u>7.62 *</u>	<u>10.16 *</u>	
<u>cm.</u>	<u>Plg.</u>	<u>cm.²</u>	<u>2"</u>	<u>2½"</u>	<u>3"</u>	<u>4"</u>
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.8	2.7
30.5	12	173.28	21.6	13.6	9.4	5.4
45.7	18	260.49	32.5	20.6	14.3	8.3
60.9	24	346.56	43.2	27.2	18.8	10.8

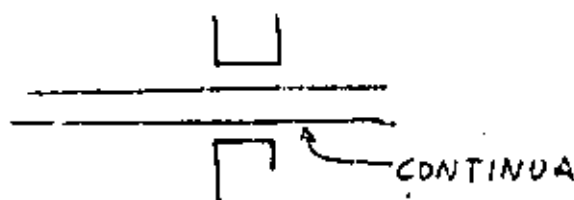
CONDICIONES DE INSTALACION

(311-6)

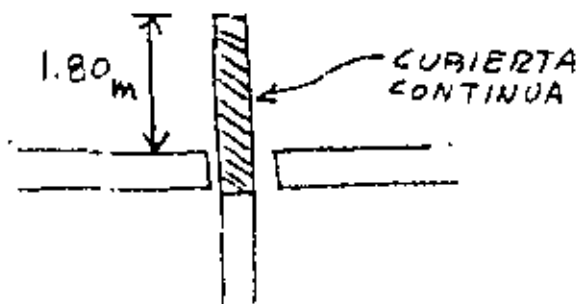
-) SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
-) PUEDE HABER CONEXIONES
-) RIESGO DAÑO → TAPAS
-) AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
-) CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



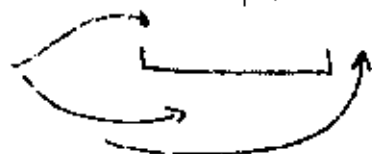
-) PUEDE ATRAVESAR MUROS :-



-) PUEDE ATRAVESAR PISOS :-

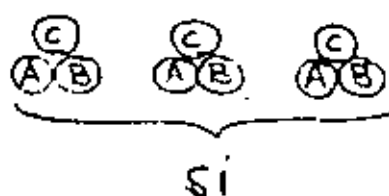
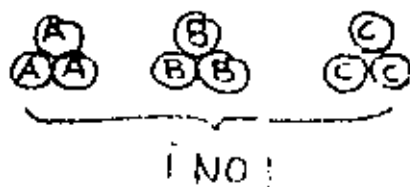


-) ESPACIO:



-) CIRCUITOS EN PARALELO :-

(311 B)

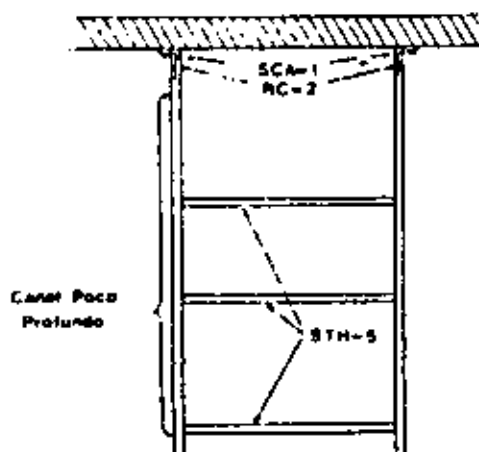


MONTAJE



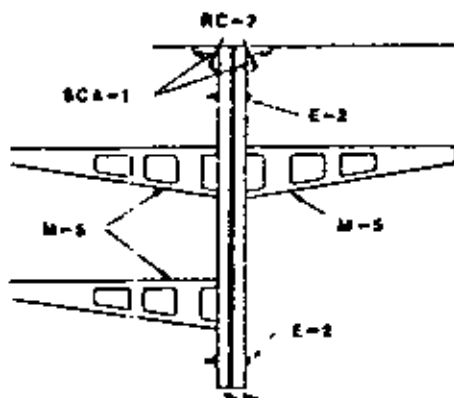
a) Sujeto a la estructura.

SOPORTE TIPO TRAPEZIO

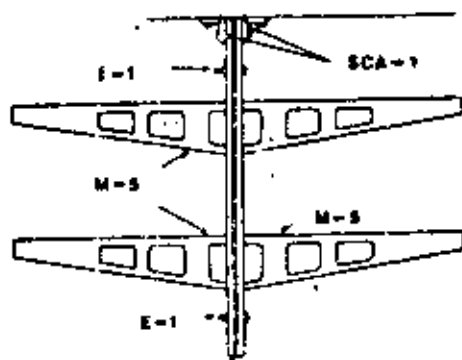


b) Empotrado en la loza.

MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



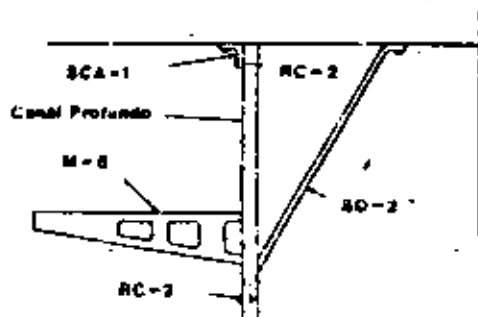
MONTAJE A CARGAS BIMETRICAS



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Cat. CP-3 CP-8

MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

COSTOS

MATERIALES

33

COMPARACION VS T.CONDUIT P.G.G. (1971)

CHAROLAS

PRECIO POR NO. DE TUBOS. (%)

Ancho cm	Acho Plg.	Precio I Tramo	5.08* (2")	6.35* (2½")	7.62* (3")	10.16* (4")
15.2	6	100 %	143	193	168	141
30.5	12	100 %	265	359	314	263
45.7	18	100 %	367	496	433	369
60.9	24	100 %	449	607	531	445

INSTALACION

Charolas Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

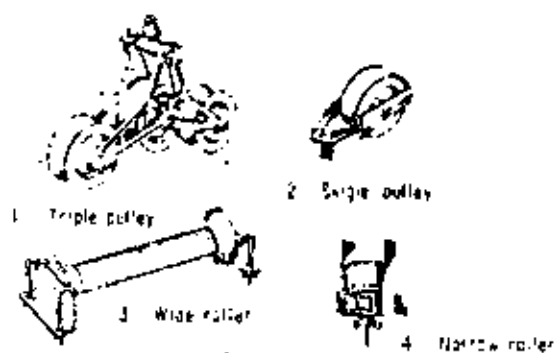
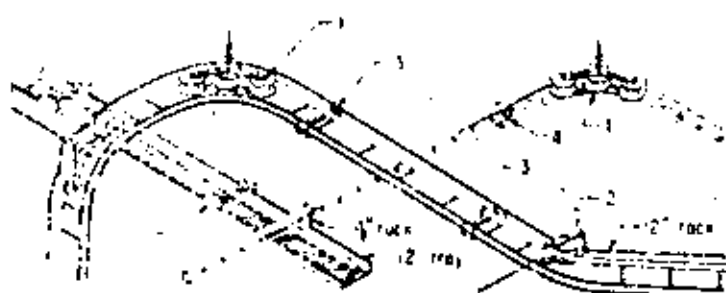
Ancho	Horas	5.08 cm. ø		7.62 cm. ø		10.16 cm. ø	
		(2" ø)	(2" ø)	(3" ø)	(3" ø)	(4" ø)	(4" ø)
x 30 mts.		Fe.	Al.	Fe.	Al.	Fe.	Al.
6"	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
15.2 cm.							
12"	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
30.4 cm.							
24"	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricas en E. E. U. U.

CABLEADO

A LATERAL
 -) JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



Installation and available



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE PROTECCION

ING. CARLOS MARTÍNEZ CALDERÓN

MARZO, 1984

SEPTIMA SESION

Lunes 17 de junio.

INGENIERO CARLOS MARTINEZ CALDERON.

MEDIOS DE PROTECCION

- Sobrecorriente: orígenes
- Sobrecarga
- Corto circuito
- Medios de protección contra sobrecorrientes
- Interruptores automáticos
- Riesgos al personal

Los dispositivos que se utilizan para interrumpir las sobrecorrientes son los fusibles y los interruptores automáticos.

Deben tener la suficiente resistencia mecánica para soportar - abrir y extinguir el arco producido por la sobrecorriente.

Fusibles. - Es un dispositivo térmicamente operado que sirve - para detectar y abrir un circuito cuando se presenta una sobre corriente.

Tienen la desventaja de no ser ajustables y ser lentos para -- operar con valores moderados de sobrecorriente. Son menos pre -- cisos que los relevadores, pero comparables con los interru -- ptores termomagnéticos de bajo voltaje de disparo instantáneo, -- con altas corrientes y superior a ellos en bajas corrientes de corto circuito. Tienen también la desventaja, de que en caso de fundirse uno sólo de ellos, el circuito trifásico puede que -- dar en operación monofásica ocasionando una sobrecarga en las líneas restantes.

Los fusibles se clasifican en:

Fusibles limitadores de corriente y en fusibles no limitadores. Al ocurrir un c.c. los fusibles limitadores de corriente se -- funden en el primer medio ciclo de la corriente de corto cir-- cuito, mucho antes de alcanzar su valor máximo, logrando redu-- cir notablemente el valor de la potencia aparente a interrum -- pir.

La curva de operación CORRIENTE - TIEMPO DE RESPUESTA es una - curva de tiempo inverso.

Los interruptores automáticos de bajo voltaje pueden ser:

- 1) electromagnéticos, y
- 2) termomagnéticos.

SOBRECORRIENTES - Orígenes

Las sobrecorrientes en los sistemas eléctricos normalmente se deben a sobrecargas y a cortos circuitos.

Las sobrecargas permanentes en un circuito se deben generalmente a la conexión de mayores cargas que la de diseño o nominal del circuito.

Las sobrecargas transitorias pueden deberse a cortos circuitos intermitentes en circuitos derivados, a operación monofásica - mecánica de los motores, a arranques frecuentes de motores - eléctricos, etc.

Los cortos circuitos son debidos a conexiones francas entre -- los conductores de un alimentador o circuito derivado.

El diseño de un sistema de protección contra sobrecorrientes - implica 2 puntos importantes:

- 1) La selección correcta del dispositivo adecuado para interrumpir la sobrecorriente.
- 2) Escoger los valores de corriente y tiempo de respuesta correctos para los dispositivos ajustables que les permita funcionar selectivamente con otros dispositivos, sean o no ajustables, para desconectar la porción del sistema con problemas, con un el mínimo posible de disturbios al resto del sistema.

Los dispositivos que se usan para detectar sobrecorrientes son los fusibles, los relevadores y las bobinas de disparo de acción directa e instantánea.

Los electromagnéticos operan cuando el valor de la corriente - alcanza un determinado valor al atraer la armadura del dispositivo de disparo.

Una combinación de disparo térmico (para protección de sobrecargas moderadas) y disparo magnético instantáneo (para corto circuito) se proporciona en los interruptores termomagnéticos.

Deben ser capaces de abrir y cerrar su corriente nominal repetidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

CALCULO SIMPLIFICADO DE CORTO CIRCUITO

1000 MVA Capacidad de c.c. de la Cfa. suministradora

$$\text{Impedancia pu} = Z_s \cdot 0/1 = \frac{\text{KVA}_b}{\text{KVA}_{cc}} = \frac{1500}{1000,000} = 0.0015$$

43.3A - Inom
28,867A - ICC

c.c en el punto A

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$\text{KVA}_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 36,145 \text{ KVA}$$

$$I_{cc_s} = 47,427 \text{ A}$$

$$I_{cc_{as}} = 1.25 \times 47,427 \text{ A} = 59,284 \text{ A}$$

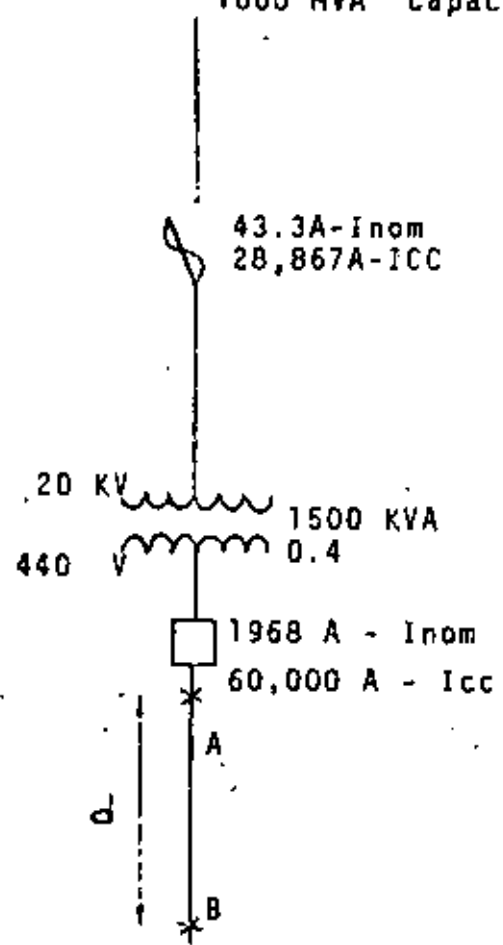


Diagrama unifilar

Si el c.c. ocurre en el punto B, d metros después del punto A, la impedancia del alimentador contribuirá a limitar el valor del c.c.

Para simplificar el cálculo existen tablas que relacionan el valor del c.c. con la longitud del alimentador.

METODO SIMPLIFICADO DE CALCULO DE VALORES DE FALLA PARA SISTEMAS ELECTRICOS.

Uno de los procesos más útiles, como herramienta fundamental de un Ingeniero especializado, es la determinación de los valores de falla en los diferentes puntos de un sistema a partir de los datos que nos son presentados en cada caso.

Existen diferentes medios de determinar los niveles de falla -- mencionados en que se emplean diferentes aspectos de la tecnología matemática. Cuando se presenta el caso del cálculo de una -- falla trifásica en un sistema, es suficiente con conocer y emplear los elementos básicos de la matemática; los de la aritmética.

La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría -- de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

Con objeto de tener un sistema con la mayor cantidad de elementos que nos puedan proporcionar suficientes puntos en diferentes niveles de tensión, pondremos como ejemplo el siguiente caso:

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO

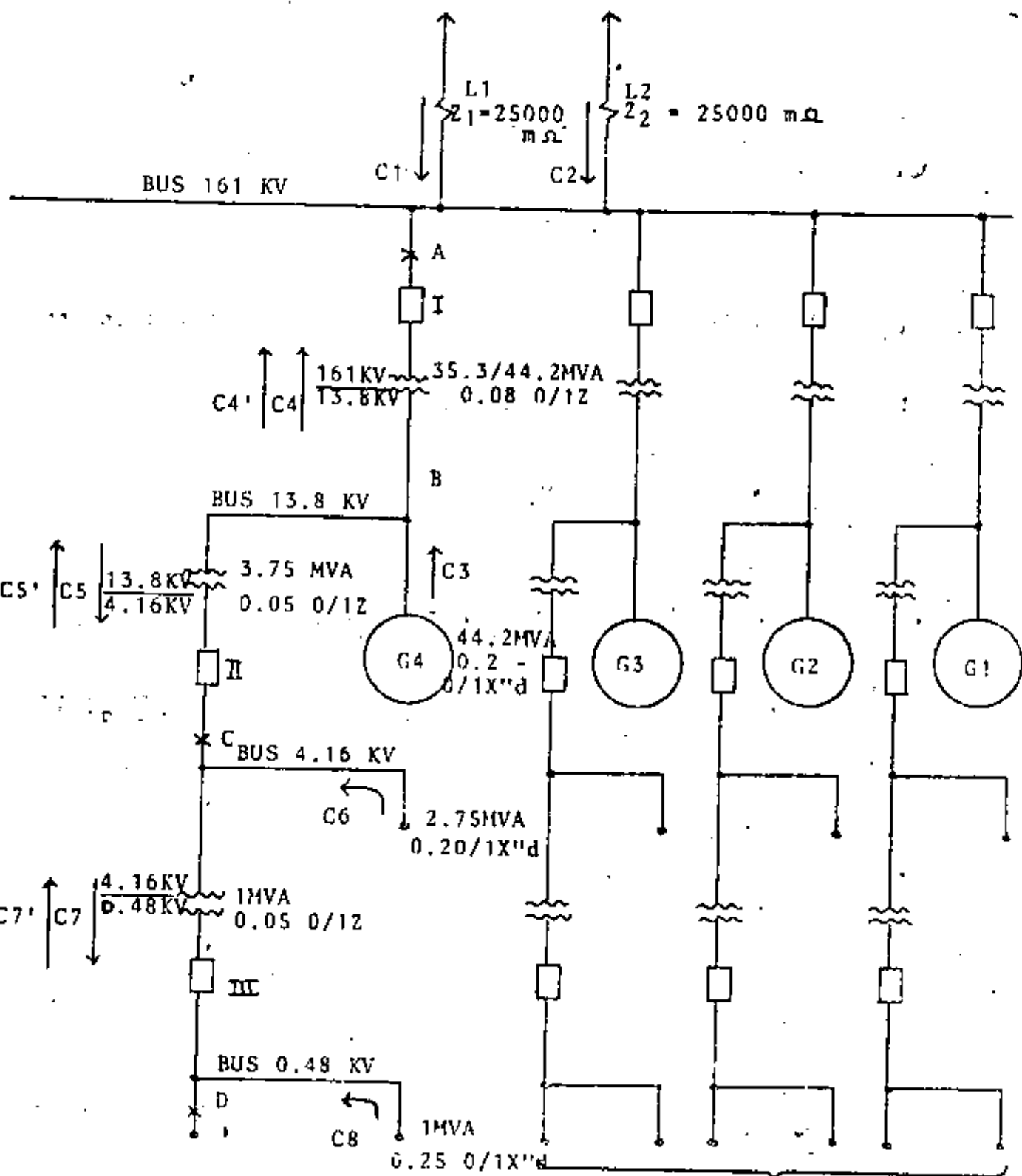


Table 4.12
Table of Multiplying Factors and Machine Reactances
To be used for Calculating Short-Circuit Currents for Circuit Breaker, Fuse, and Motor Starter Applications

Classification	Circuit Voltage	Location in System	Multi- plying Factor	Machine Reactances to Use		
				Generators Synchronous Converters Synchronous Condensers Frequency Changes	Synchronous Motors	Induction Motors
*Power Circuit Breakers				<i>Interrupting Duty</i>		
Light cycle or slower (general case)	Above 600 v	Any place where symmetrical short-circuit kva is less than 500 Mva	xx1.0	Subtransient	Transient	Neglect
Five cycle	Above 600 v		xx1.1	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
General case	Above 600 v	Near generating station	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Less than 5 kv	601 to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Fuses				<i>Maximum Rms Amperes Interrupting Duty</i>		
All types including all-current-limiting fuses	Above 600 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Non-current-limiting types only	601 to 15 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 4)	1.2	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Fused Motor Starters				<i>Maximum Rms Amperes Interrupting Duty</i>		
All horsepower ratings	2400 & 4160 v	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Medium-Voltage Motor Starters				<i>Interrupting Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.0	Subtransient	Transient	Neglect
				<i>Momentary Duty</i>		
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Anywhere in system	1.6	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Circuit breaker or contactor type	601 v to 5 kv	Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	1.5	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Apparatus, 600 Volts and Below				<i>Interrupting or Momentary Duty</i>		
Low-Voltage power molded case circuit breakers, or fuses	600 v or less	Anywhere in system	†1.0	Subtransient	Subtransient	Subtransient
Low-Voltage motor starters (with fuses or molded case breakers)	600 v	Anywhere in system	†1.25	Subtransient	Subtransient	Subtransient

* Revisions to ASA C37.10 have been proposed (References 8, 9). These revisions eliminated the use of these multiplying factors in applying power circuit breakers.

** These factors are increased to 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 mva and the system is fed predominantly by generators or through current-limiting reactors

† Fuses which operate in under 0.014 second have a multiplying factor of 1.4 to 1.6.

Un exámen rápido de esta tabla, nos arroja los siguientes resultados:

- 1.- Siempre se tomará como base la reactancia subtransitoria de generadores, convertidores síncronos, condensadores síncronos y cambiadores de frecuencia, para cálculo de valores momentáneo o de interrupción.
- 2.- Lo anterior es aplicable para motores síncronos excepto para interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción en que se emplea la reactancia transitoria.
- 3.- En motores de inducción se tomará siempre el valor de la reactancia subtransitoria y su contribución es cero en interruptores de potencia y arrancadores en tensión media para valores de interrupción.

Naturalmente que los valores $x''d$ ó $x'd$ para la tabla anterior deben ser tomados de los datos de diseño del fabricante correspondiente, sin embargo, para efectos de aproximación podemos proporcionar los siguientes valores:

TABLA NUMERO 2

	x''d (0/1)	x'd (0/1)
GENERADORES DE TURBINA:		
2 polos	0.09	0.15
4 polos	0.15	0.23
GENERADORES DE POLOS SALIENTES CON DEVANADO AMORTIGUADOR:		
12 polos o menos	0.16	0.33
14 polos o más	0.21	0.33
MOTORES SINCRONOS:		
6 polos	0.15	0.23
8-14 polos	0.20	0.30
grupos en 600 V o menos	0.25	0.33
más de 600 V	0.15	0.25
CONDENSADORES SINCRONOS:	0.24	0.37
CONVERTIDORES SINCRONOS:		
600 V en C.D.	0.20	-
250 V en C.A.	0.33	-
MOTORES DE INDUCCION:		
grandes (1)	0.25	-
grupos en 600 V o menos	0.25	-
más de 600 V	0.2	-

RELACION DE FORMULAS DE TRANSFORMACION

$$Z = \frac{Z(\Omega) \times \text{KVAb}}{10\text{KV}^2} = \frac{100 \times \text{KVAb}}{1.73 \times I_{cc} \times \text{KV}} = 100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(Z) \times \text{KV}^2}{\text{KVAb}}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(\text{KVAb}_2) = \frac{\text{KVAb}_2}{\text{KVAb}_1} \times Z(\text{KVAb}_1)$$

$$\text{KVAcc} = \frac{100 (\text{KVAb})}{Z} = \frac{1000 \text{KV}^2}{Z(\Omega)} = 1.73 (\text{KV}) I_{cc}$$

$$I_{cc} = \frac{100 (\text{KVAb})}{1.73 \times Z \times \text{KV}} = \frac{E}{1.73 \times Z \text{ línea } (\Omega)}$$

. SISTEMA DE CALCULO

PASO NUMERO 1.- Obtención de un diagrama unifilar. Es necesario incluir como se puede observar en la figura número 1:

- A.- Línea o líneas conectadas o en su defecto, sistema equivalente incluyendo impedancia o potencia de falla en MVA.
- B.- Unidades generadoras incluyendo capacidad nominal en MVA y reactancia subtransitoria en 0/1.
- C.- Transformadores incluyendo capacidades en MVA, impedancia en 0/1 así como relaciones de transformación.
- D.- Carga conectada mencionando su naturaleza, capacidad nominal en MVA y reactancias subtransitoria y transitoria en caso de aplicarse esta. En este punto podemos realizar una gran simplificación sin mucho sacrificio de la exactitud de los resultados si consideramos que todas las máquinas conectadas a la red contribuirán a la falla por una corriente que estará siempre limitada exclusivamente por la reactancia subtransitoria independientemente del tipo de máquina y valor (interrupción o momentáneo) que calculemos haciendo una única excepción en el renglón de valor de interrupción en arrancadores en tensión media ya que aquí se puede dejar fuera la contribución de motores de inducción.

PASO NUMERO 2.- Determinación de las constantes de contribución y de las potencias de falla.

Se realiza una determinación independiente de cada una de las constantes de contribución.

Tomando como base los datos de la figura número 1.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ KV}^2}{2L (\text{::}\Omega)} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT \cdot 1/0} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2705.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - 4C4' = 2547.26 \text{ MVA} \text{ (falla CCA equivalente para cálculos derivados ya que } C4 \text{ no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCA'} + ZT0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT \cdot 0/1} = \frac{2.75}{\frac{2.75}{2.75} \times 0.2 + 0.05} = 8.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 8.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{NT}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{1} \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

o sea en amperes:

$$CCD = \frac{20.05 \times 1000}{\sqrt{3} \times 0.48} = 24116 \text{ amperes.}$$

Habiendo determinado los niveles de falla en cada punto señalado, es posible especificar el valor momentáneo directamente de CCA, CCB y CCC y CCD, más para determinación de capacidades interruptivas de interruptores se requiere realizar diferencias como sigue:

Para el interruptor I, sometido a dos fuentes de contribución

$$C1 + C2 = 20.73.68 \text{ MVA y } CC4^1 = 454.02 \text{ MVA}$$

Es natural que preferimos optar por basarnos en la mayor para especificar capacidad de interrupción.

Para II: $C5 = 67.5 \text{ MVA}$ o bien $C6 + C7' = 17.08 \text{ MVA}$

optamos por C5.

Para III: $C7 = 16.05 \text{ MVA}$ o bien $C8 = 4 \text{ MVA}$

optamos por C7

Sin embargo en el caso de II y III podemos especificar.

Para II: $C5 + C6 + C7 = 84.58 \text{ MVA}$

Para III: $C7 + C8 = 20.05 \text{ MVA}$

Ya que cualquier interruptor derivado del bus principal en - 4.16 KV ó 480 V, tendrá prácticamente una capacidad interruptiva de este nivel.

FALLAS A DISTANCIA

Todas las fallas estimadas han sido hechas sin tomar en cuenta la impedancia del cable, es decir, han sido calculadas en las terminales; cuando se requiere calcular una falla a una distancia determinada, es necesario hacer uso de la fórmula número 4.

Pongamos por ejemplo, derivado del bus de 480 V, un circuito - como sigue:

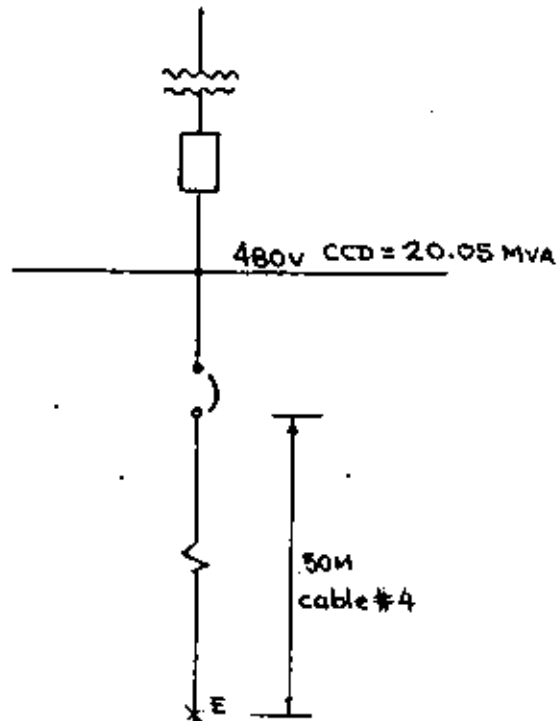


Fig. No. 3

y deseamos calcular la falla en E que es un punto a 50 m. de un circuito trifásico alimentado por cable aislado en ducto metálico.

A continuación incluimos una tabla en que se puede determinar la impedancia de una línea en tales circunstancias para casos de línea aérea, es necesario emplear la formulación y técnica necesaria para obtención de la impedancia.

TABLA NUMERO 3

CALIBRE	14	12	10	8	6	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	250	300	350	400	500
ZC (mA/M)	6.37	5.43	3.35	2.14	1.39	.867	.517	.347	.242	.232	.191	.179	.162	.1445	.133	.1155

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$ZL = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ mA}$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{ZL}{1000 \text{ KV}^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

$$\text{o sea en amperes: } CCE = \frac{4.202 \times 1000}{\sqrt{3} \times .48} = 5054 \text{ amperes.}$$

CAIDA DE TENSION DEBIDA AL ARRANQUE DE UN MOTOR

Habiendo obtenido el nivel de falla en un punto determinado, podemos estimar nuestra caída de tensión al arranque de un motor en tal punto; para esto es necesario conocer solamente los MVA de arranque del motor o en su defecto, la letra NEMA de código correspondiente.

Pongamos por ejemplo complementario del caso anterior el siguiente:

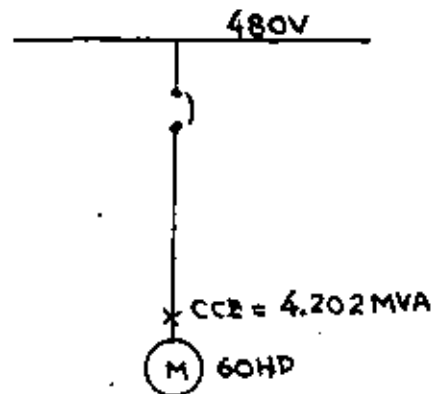


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caída de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times \text{MVA}_A}{\text{MVA} + \text{CCA}}$$

Donde MVA_A = Potencia de arranque en MVA.

Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces; $MVA = 0.0056 \times 60 = 0.336$

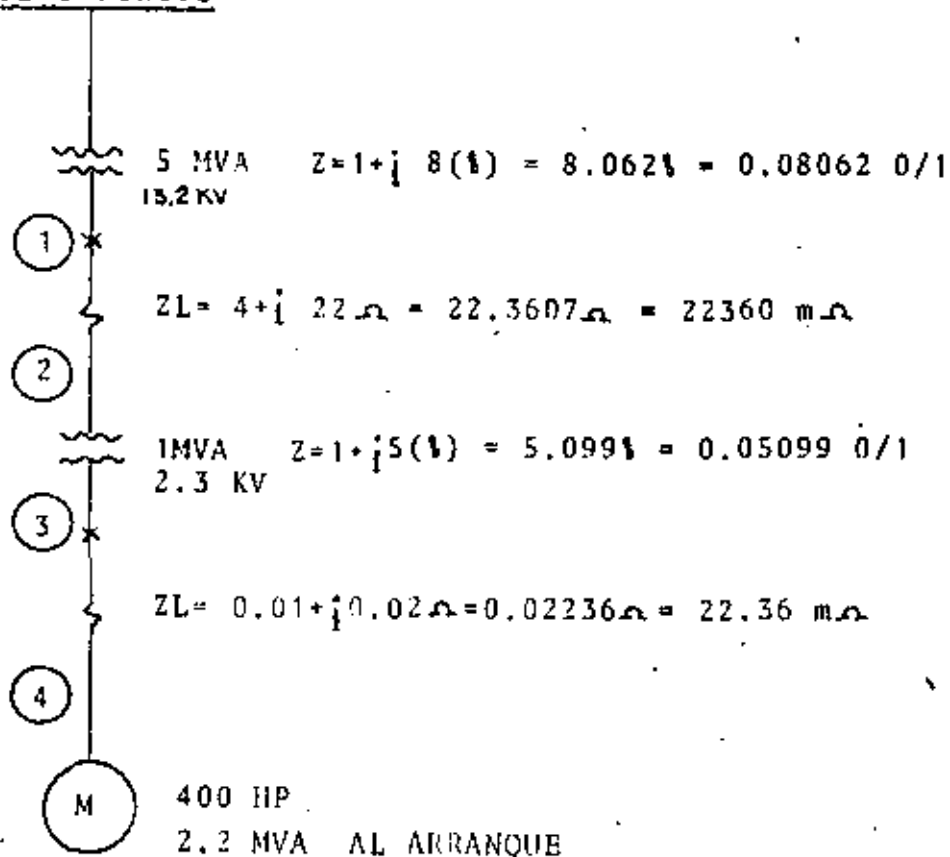
Substituyendo:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

He aquí la utilidad del empleo de un método sumamente sencillo para estimación de factores comunes en la práctica diaria.

Ahora pondremos finalmente el siguiente caso para su resolución por medio del método simplificado expuesto aquí.

BUS INFINITO



En este caso se pide calcular la caída de tensión al arranque del motor; con nuestro método es suficiente con aplicar cinco fórmulas:

$$1.- \text{CC1} = \frac{5}{0.0862 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- \text{CC2} = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- \text{CC3} = \frac{1}{0.0599 + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- \text{CC4} = \frac{1}{5.1167 + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.008 \text{ MVA}$$

$$5.- \text{CDT} = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.008} = 30.521$$

Datos de Ingeniería



TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES

Capacidad del transformador KVA	208 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amps. Carga plena	Corte Max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO	Amps. Carga plena	Corte max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	625	15,550	25H-2			
300	833	20,500	25H-2			
450	1250	31,300	25H-2			
600	1660	41,700	65H-2	390	14,750	25H-2
750	2080	52,000	65H-2	790	19,750	50H-2
1000	2780	69,500	75H-2	985	24,600	50H-2
1500	4160	104,000	100H-2	1310	32,800	50H-2
2000				1970	48,200	65H-2
3000				2970	65,500	75H-2
4000				3940	96,400	100H-2

NOTA: Las corrientes de corte de este circuito estan basadas en un 50% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro ilimitado en primario y factor de asimetría promedio en las tres fases, de 1.25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplicar los valores a 208 V por 0.95.

CALCULO DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES
TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA EN SISTEMAS DE
BAJO VOLTAJE DE C. A.

CORRIENTE DE FALLA DISPONIBLE (AMPERES SIMETRICOS RCM) 440 VOLTS

Capacidad KVA del transformador	Calibre del conductor por fase	Distancia desde el transformador al punto de falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	5,426	5,372	5,317	5,236	4,921	4,542	3,685	2,230	1,305
	No. 0	5,426	5,385	5,344	5,276	5,195	4,991	4,569	3,536	2,516
	250 MCM	5,426	5,399	5,372	5,317	5,249	5,140	4,868	4,188	3,304
	2-250 MCM	5,426	5,412	5,399	5,358	5,317	5,208	5,113	4,732	4,216
225	No. 4	8,132	8,051	7,983	7,806	7,208	6,269	4,760	2,556	1,373
	No. 0	8,132	8,078	8,024	7,956	7,670	7,208	6,392	4,460	2,856
	250 MCM	8,132	8,092	8,051	8,010	7,833	7,548	7,004	5,684	4,202
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,064	7,969	7,820	7,534	6,691	5,630
	2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,263
300	No. 4	10,866	10,716	10,608	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,425
	No. 0	10,866	10,771	10,716	10,526	10,036	9,248	7,888	5,086	3,128
	250 MCM	10,866	10,798	10,757	10,508	10,336	9,792	8,894	6,800	4,750
	2-250 MCM	10,866	10,825	10,798	10,676	10,553	10,308	9,792	8,432	6,800
	2-500 MCM	10,866	10,852	10,825	10,741	10,662	10,472	10,064	8,976	7,635
500	No. 4	17,992	17,680	17,272	16,320	13,572	9,960	6,256	2,720	1,360
	No. 0	17,992	17,816	17,625	17,136	15,776	13,844	10,472	5,712	3,264
	250 MCM	17,992	17,856	17,816	17,571	16,728	15,368	13,124	8,704	5,712
	2-250 MCM	17,992	17,911	17,856	17,761	17,299	16,428	15,232	12,240	8,948
	2-500 MCM	17,992	17,952	17,911	17,843	17,516	17,000	15,912	13,328	10,404
750	No. 4	22,249	21,896	21,420	20,128	16,048	11,152	6,800	2,992	1,427
	No. 0	22,249	22,032	21,760	21,148	19,312	16,320	11,832	6,528	3,168
	250 MCM	22,249	22,100	21,896	21,496	20,332	18,224	15,232	9,656	5,468
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,964	21,760	21,216	20,128	18,088	13,872	9,928
	2-500 MCM	22,249	22,236	22,032	21,828	21,488	20,672	19,040	15,504	11,832
1,000	No. 4	29,580	28,696	27,540	25,160	18,768	12,240	6,800	2,992	1,632
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,528	3,318
	250 MCM	29,580	29,328	28,832	28,220	26,248	22,984	18,224	10,880	6,392
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,848	16,320	11,152
	2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	12,600
1,500	No. 4	43,588	41,548	39,032	34,340	22,168	13,056	7,208	3,128	1,632
	No. 0	43,588	42,500	40,120	39,168	32,268	23,800	14,688	6,528	3,400
	250 MCM	43,588	42,840	41,888	40,528	36,176	30,260	22,168	11,968	6,528
	2-250 MCM	43,588	43,248	42,840	42,160	39,712	36,176	32,008	19,448	11,968
	2-500 MCM	43,588	43,384	42,840	42,432	40,528	37,536	39,440	23,392	15,640
2,000	No. 4	57,392	53,092	49,368	40,800	23,664	13,600	6,936	2,856	1,632
	No. 0	57,392	55,624	53,720	49,960	37,808	25,840	15,640	6,800	3,536
	250 MCM	57,392	56,168	54,468	51,816	44,744	35,360	24,480	12,376	6,600
	2-250 MCM	57,392	56,712	55,760	54,400	50,184	43,792	35,224	21,488	12,512
	2-500 MCM	57,392	57,120	56,168	55,216	51,816	46,512	39,168	26,656	17,000

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores máximos disponibles rcm simétricos, basados en transformadores llenos de líquido aislante, con impedancias nominales de 1-1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e incluye la contribución por motores basada en una carga de 100 o/o por motores.



FORMULAS UTILES PARA DETERMINAR LOS AMPERES, LOS CABALLOS DE FUERZA, LOS KILOWATTS Y K.V.A.

Para encontrar	Corriente directa	CORRIENTE ALTERNA		
		Una fase	2 fases, 4 hilos	Tres fases
Ampères cuando se conocen los caballos de fuerza (H.P.)	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.}}$	$\frac{H.P. \times 746}{E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$	$\frac{H.P. \times 746}{1.73 \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}$
Ampères cuando se conocen los K.W.	$\frac{K.W. \times 1000}{E}$	$\frac{K.W. \times 1000}{E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{\sqrt{3} \times E \times F.P.}$	$\frac{K.W. \times 1000}{1.73 \times E \times F.P.}$
Ampères cuando se conocen los K.V.A.		$\frac{K.V.A. \times 1000}{E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{\sqrt{3} \times E}$	$\frac{K.V.A. \times 1000}{1.73 \times E}$
Kilowatts	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times \sqrt{3} \times F.P.}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73 \times F.P.}{1000}$
K.V.A.		$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times \sqrt{3}}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
H.P. con la fecha del motor	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.}}{746}$	$\frac{I \times E \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$		$\frac{I \times E \times 1.73 \times o/o \text{ Ef.} \times F.P.}{746}$

I — Ampères. o/o ef. — o/o de eficiencia K.W. — Kilowatts H.P. — Caballos de fuerza.
 E — Volts. F.P. — Factor de Potencia K.V.A. — Kilo-Volt-Ampères.

CALCULOS DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE C. A.

Corriente de falla disponible (ampères simétricos rmc) 220 volts.

Capacidad del transformador KVA	Calibre del conductor por fase	Distancia del transformador al punto de la falla - metros								
		0	1.5	3	6	15	30	60	150	300
150	No. 4	10,925	10,165	9,500	8,076	5,300	3,040	1,645	648	332
	No. 0	10,925	10,564	10,212	9,547	7,666	5,557	3,384	1,539	817
	250 MCM	10,925	10,735	10,497	10,022	8,787	7,220	5,217	2,850	1,520
	2-250 MCM	10,925	10,830	10,687	10,497	9,785	8,778	7,144	4,579	2,850
225	No. 4	16,350	16,915	13,252	11,400	5,795	3,230	1,692	712	380
	No. 0	16,350	15,628	14,820	13,395	9,880	6,412	3,384	1,615	855
	250 MCM	16,350	15,865	15,390	14,440	11,970	9,262	6,110	3,175	1,615
	2-250 MCM	16,350	16,150	15,865	15,390	13,965	12,065	9,024	5,320	3,087
	2-500 MCM	16,350	16,245	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,640	4,275
300	No. 4	21,850	19,380	16,245	11,970	6,175	3,325	1,692	712	380
	No. 0	21,850	20,520	19,190	16,625	13,252	7,600	3,760	3,182	1,662
	250 MCM	21,850	20,995	20,140	18,525	14,535	11,590	6,852	5,700	3,135
	2-250 MCM	21,850	21,375	20,900	20,140	17,575	14,535	10,522	7,505	4,322
	2-500 MCM	21,850	21,612	21,327	20,615	18,575	15,960	12,502		
500	No. 4	36,290	29,260	22,800	14,630	6,555	3,325	1,692	760	380
	No. 0	36,290	32,680	28,880	22,800	13,490	7,600	3,760	1,710	950
	250 MCM	36,290	32,200	32,110	27,930	19,095	12,920	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	36,290	35,055	33,915	31,635	25,650	19,095	12,408	6,080	3,325
	2-500 MCM	36,290	35,530	34,675	32,870	27,930	22,610	16,150	8,550	4,750
750	No. 4	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
	No. 0	44,840	39,805	34,485	25,935	14,060	7,600	3,854	1,710	950
	250 MCM	44,840	41,420	38,000	32,585	21,850	13,300	7,520	3,230	1,710
	2-250 MCM	44,840	42,845	41,135	38,000	30,115	21,560	13,536	6,080	3,325
	2-500 MCM	44,840	43,605	42,085	39,615	32,870	25,650	17,202	8,740	4,750
1,000	No. 4	59,565	40,850	27,645	16,150	7,410	3,515	1,692	665	380
	No. 0	59,565	50,825	42,085	29,640	15,200	8,075	4,136	1,710	902
	250 MCM	59,565	53,770	48,450	39,900	24,700	15,150	8,272	3,230	1,776
	2-250 MCM	59,565	56,905	53,485	47,880	35,910	24,505	14,570	6,555	3,325
	2-500 MCM	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,925	19,740	9,500	3,135
1,500	No. 4	87,780	50,350	31,350	17,195	7,410	3,705	1,880	760	570
	No. 0	87,780	69,825	54,150	34,675	16,910	8,740	4,324	1,900	950
	250 MCM	87,780	76,000	66,025	49,400	28,500	16,530	8,048	3,610	1,900
	2-250 MCM	87,780	81,415	75,525	65,075	43,700	26,000	16,544	6,650	3,610
	2-500 MCM	87,780	83,600	78,850	70,300	54,150	36,100	22,372	10,450	5,700
2,000	No. 4	115,710	55,100	32,110	17,290	6,840	3,610	1,692	570	760
	No. 0	115,710	83,600	60,515	36,100	16,140	8,360	3,948	1,710	1,710
	250 MCM	115,710	95,190	79,610	57,000	29,450	16,150	7,990	3,040	3,325
	2-250 MCM	115,710	105,260	95,475	78,850	47,500	28,500	15,980	6,460	4,750
	2-500 MCM	115,710	108,490	100,700	86,450	58,900	38,000	22,466	9,500	

Las corrientes de falla que aparecen en la lista son los valores simétricos rmc máximos disponibles, basados en transformadores llenos de líquido, con impedancias nominales para capacidades arriba de 500 KVA, e inclusive la contribución por millares basada en una carga de 100 o/o de motores.



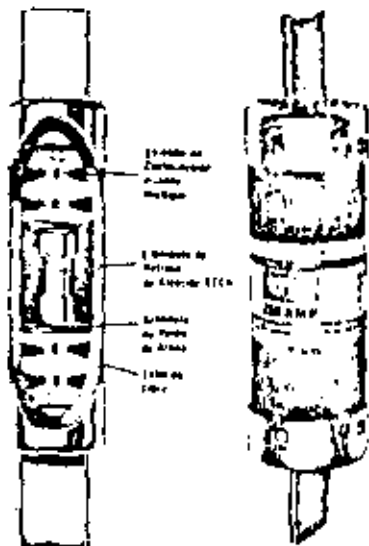
Fusibles de Baja Tensión

Fusibles de Cartucho de doble elemento - Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes r.c.m., c.a., de capacidad interruptiva. Son fusibles limitadores de energía con una dilación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 o/o de su capacidad. Cuando se usari en circuitos de motores reducen al mínimo su operación debido a las corrientes de arranque y en algunos casos permite el uso de interruptores más pequeños. Es el fusible ideal para aplicaciónes industriales de servicio general.

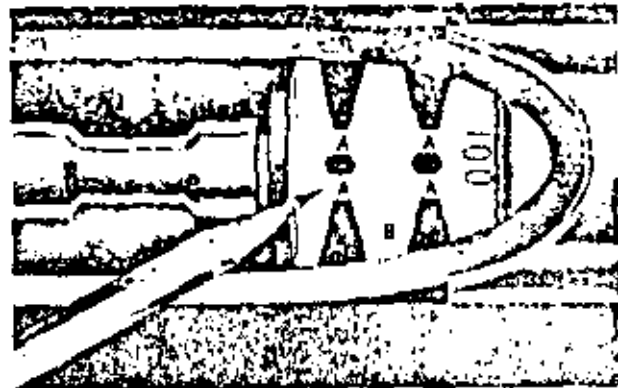
Amperas	250 VOLTS.			500 VOLTS.		
	Catálogo No.	Precio Unitario		Catálogo No.	Precio Unitario	
		PUBLICO	\$ 1000.00 o más		PUBLICO	\$ 1000.00 o más
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12.5, 15, 16, 18, 20, 22.5, 25, 28, 30, 32, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600	Símbolo del catálogo "ECN" seguido por los amperes	11.00	9.50	10	28.00	21.00
		18.50	18.00	10	40.50	32.00
		44.50	42.00	5	83.50	61.00
		87.50	80.00	1	169.00	137.50
		174.00	165.00	1	318.00	251.00
		268.00	248.00	1	518.00	457.50

Tipo "Ferula" (casquillo), 60 amp. y menores. Tipo de navaja, 65 amp. y mayores.

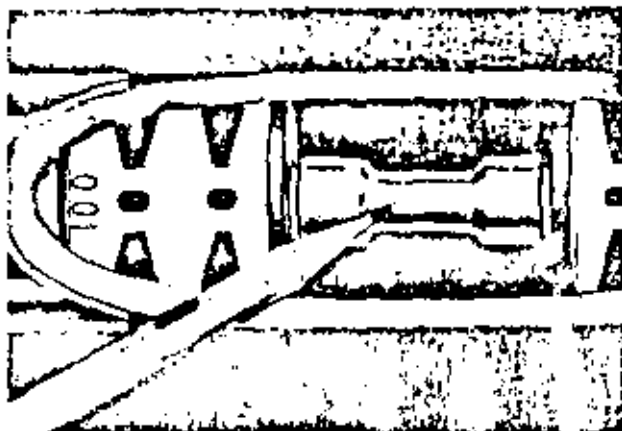
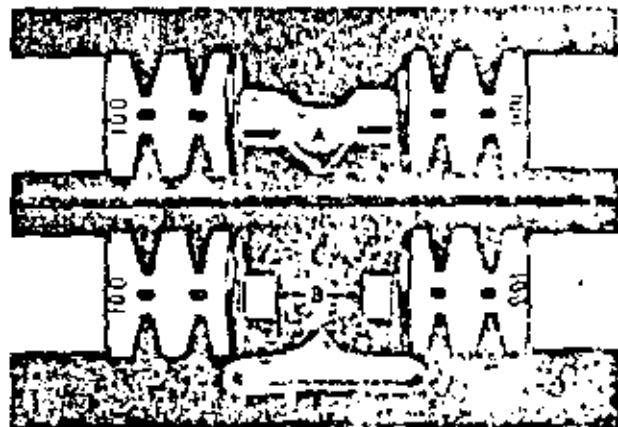
Para información detallada, soliciten las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



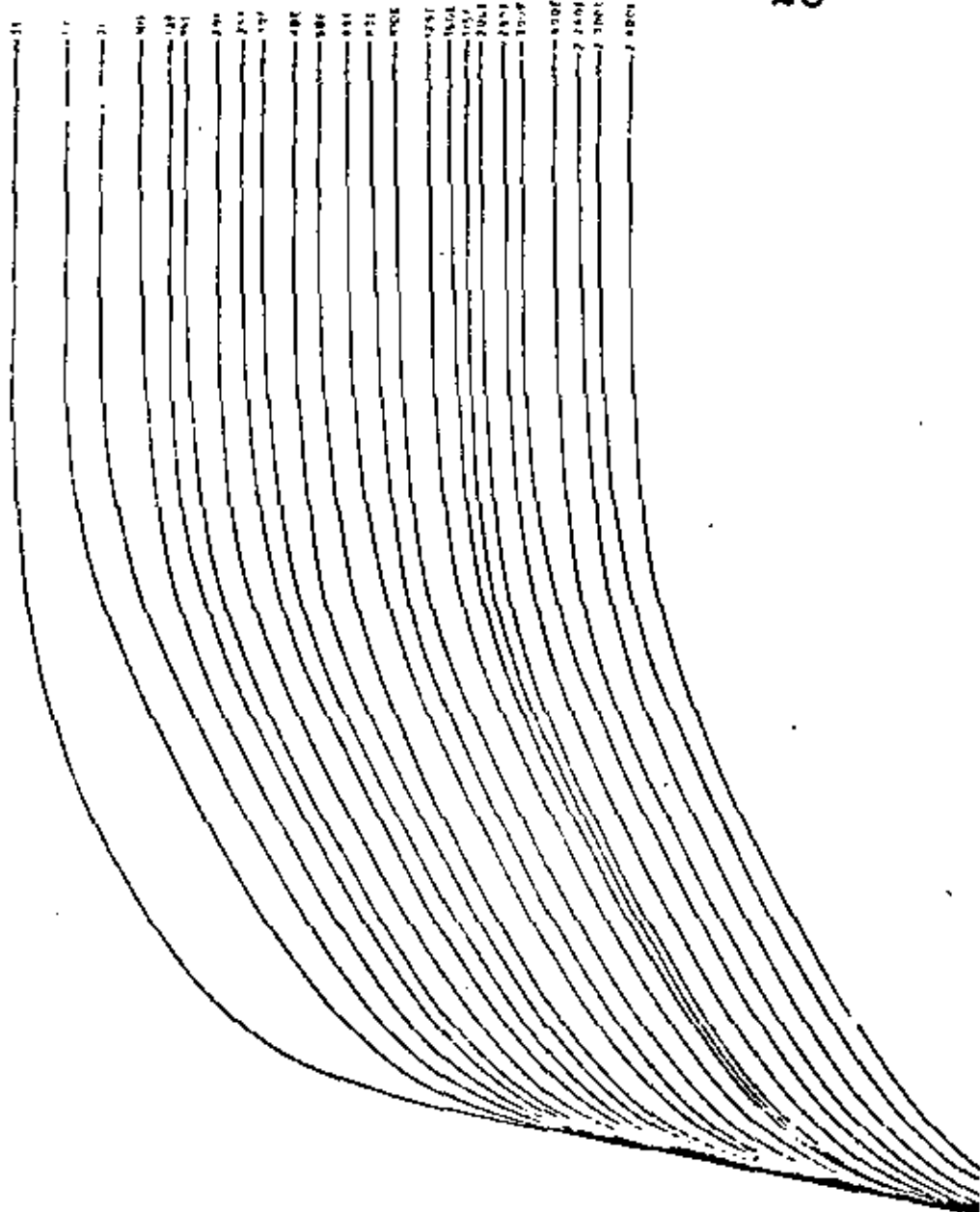
Acción instantánea en corto circuito - Los elementos de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" peligroso. Las argantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que lo determinan de antemano, la aleación E con (A) cambia instantáneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. **ATENCIÓN: LA DISTANCIA ENTRE HERRAJES MUY GRANDE (B) PROPORCIONAN UN "CORTE" SEGURO DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.**



Retraso en sobrecargas momentáneas e inofensivas. El elemento térmico de la exclusiva acción ECN absorbe sobrecargas inofensivas hasta 500 o/o, el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias, evita tiempos perdidos.



TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

BASE - These units were designed in accordance with the structure specified in USASI Standard Specification for Heavy Duty and Light Duty Units (Specification, L-21 of 1963) in accordance with these provisions, units are tested on tests performed with the small unit of an engine) temperature of 25 C and no other test. Also, maximum engine current is one less than 200% of rated motor current.

CONSTRUCTION - Units designed for total unit speed 24 through 28. Units are constructed with standard metal, finish standard for unit units used. All through 28. Units are made, normally using 45% of maximum construction.

TOLERANCES - Units are designed to meet the standard of accuracy and quality.

APPLICATION - Units are designed for use in applications where they are used to clear up debris by using a variety of methods. Units are normally used to clear up debris and other material in applications.

COORDINATION - These units are designed to meet the requirements of the standard and meet-up a full system, and should be designed to meet the requirements of the standard of accuracy and quality.

Any increasing the clearing time. This is due to the fact that the units are designed to clear up debris by using a variety of methods. Units are normally used to clear up debris and other material in applications.

1. Units are designed to meet the standard of accuracy and quality.
2. Units are designed to meet the standard of accuracy and quality.

These units are designed to meet the requirements of the standard and meet-up a full system, and should be designed to meet the requirements of the standard of accuracy and quality.

The units are designed to meet the requirements of the standard and meet-up a full system, and should be designed to meet the requirements of the standard of accuracy and quality.

1. Units are designed to meet the standard of accuracy and quality.
2. Units are designed to meet the standard of accuracy and quality.

becoming a standard system using and for to meet the requirements of the standard and meet-up a full system, and should be designed to meet the requirements of the standard of accuracy and quality.

Do not require any other special "training" speed. Units are designed to meet the requirements of the standard and meet-up a full system, and should be designed to meet the requirements of the standard of accuracy and quality.

REFILL UNITS AVAILABLE

Refill Unit	Standard Range	Standard Range
100	10 through 14	10 through 1000
150	15 through 18	15 through 1000



MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS — STANDARD SPEED

BASES — These units are based on standards and the procedure specified in UL602 for fused bases for 15 ampere units and 25 ampere units. The UL602 test is conducted with these standards units at a rate melting with the unit set at an ambient temperature of 25°C and at rated load. Also, maximum melting current is not less than 200% of rated unit primary rating.

CONSTRUCTION — Fusible element for SMF units rated 25 through 75 amperes are lead or bismuth, lead or bismuth alloys (under element for unit rated 100 through 400 amperes) or steel, alloy steel. All are of solid construction.

TOLERANCES — Currents are planned to withstand load point. Maximum tolerance is as follows in current ratings: Plus 10% for 15 through 400 ampere ratings. Plus 5% for 50 and 75 ampere ratings. Plus 20% for 25 ampere rating.

APPLICATIONS — If all units having load in excess of rated current (100% for 15 through 40 ampere ratings) are used, the maximum load should be 100% of rated current.

COORDINATION — Any element having melting time T_m is suitable for use in circuit with a circuit breaker generally less than 200% of T_m . Although the exact coordination by time curve should fall within category, the selection for protection must be determined (see Step Bulletin 305-2) and a time curve used in the guide listed:

1. Where load is substantially constant.
2. Where operation of the protective equipment, therewith, is subjected to sensitivity problems.

There are cases where the coordination requirements may be more exacting, but in general, in power lines a coordination margin of 200% is satisfactory. In cases where the protective equipment is a circuit breaker, the operating characteristics of the two breakers may be very similar. Under these conditions, the selection should be made on the basis of load point curves. The following table sets the 100% coordination tolerance of the load.

The 100% curves reported by these units may vary from the actual values shown in the table above.

1. Where the 100% load is an instantaneous melting current.
2. Where the 100% load is a steady state melting current.

The current time curve normally will protect the circuit breakers of the unit in the standard (SMF) and SMF units and meet the coordination requirements, thus, up to 100% of the rated current of the base units only.

Sometimes a circuit breaker rating will not meet the coordination requirements in the standard speed. In this case, the selection of a higher ampere rating circuit breaker is recommended.

Do not assume that your units "come up" grade. "Come up" means that high speed units will better meet a standard as compared with the use of a higher ampere rating in the 100% speed standard. Such units come from large quantities produced since 1940 or former and 100% tolerance of time. It should be noted and noted the use of "come up" products. The standard of high speed units will be a more exacting standard. The standard of high speed units will be a more exacting standard. The standard of high speed units will be a more exacting standard.

REFILL UNITS AVAILABLE

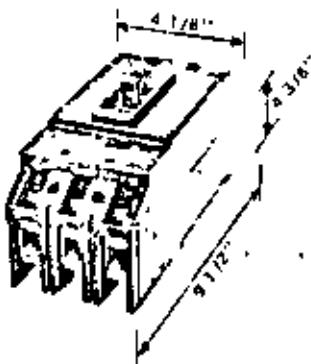
Rated Load	Element Rating	Agency Rating
1500	25 through 100	25 through 100
1600	25 through 100	25 through 100



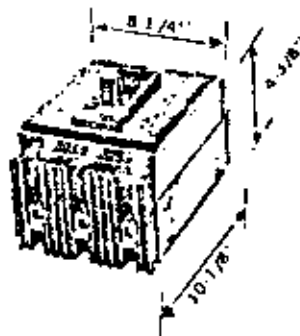
Tabla de Selección

Características de los Interruptores Termomagnéticos

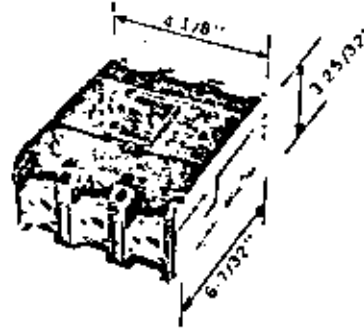
Marco	Amperes	TENSION MAXIMA			CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.	No. de Poles	240V	480V	600V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Min.	Max.
NEF-R	15-100	480	250	2,3	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NF-R	70-225	600	250	2,3	25M (27M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
NJL-R	70-500	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	70-225	No. 4	600MCM
									250-300	No. 4	600 MCM
									350-500	1 { No. 2/0 No. 4	{ 500 MCM 250 MCM
NM-R	125-1000	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	125-350	No. 3	600-MCM
									400-600	2-No. 3/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	3-500 MCM



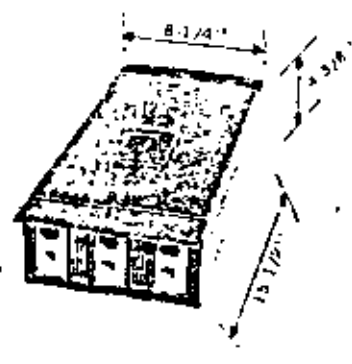
NEF-R



NEF-R



NJL-R

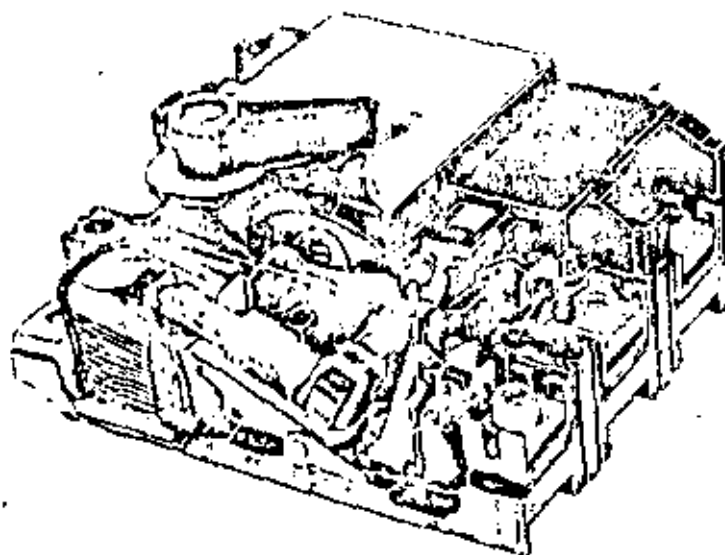


NM-R

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva



Corta del interruptor
N2L de Manija rotatoria.

Los interruptores termomagnéticos en caja moldeada de la Federal Pacific están diseñados para protección de sistemas de distribución de baja tensión. Estos interruptores industriales son adecuados como interruptores principales y para protección de circuitos ramales y de alimentación, así como de los aparatos conectados a ellos. Ofrecen protección contra sobrecarga para los conductores y protección contra cortocircuito para todos los elementos del circuito tales como conductores, motores y arrancadores y se ofrecen en construcción de manija rotatoria.

Los interruptores en caja moldeada se usan en tableros del tipo panel, tableros de distribución, centros de control, reóstatos de arranque para motores, combinaciones de arrancador-interruptor, y unidades de enchufar en electroducto. En estos diversos tipos de dispositivos, los interruptores cumplen con todos los requisitos que se exigen en los circuitos de distribución de luz y fuerza. Se han diseñado primordialmente para protección de los conductores. Aunque los interruptores industriales pueden usarse para otros objetos distintos de la protección de conductores, recomendamos que se piense cuidadosamente sobre el caso antes de usarlos para otro objeto.

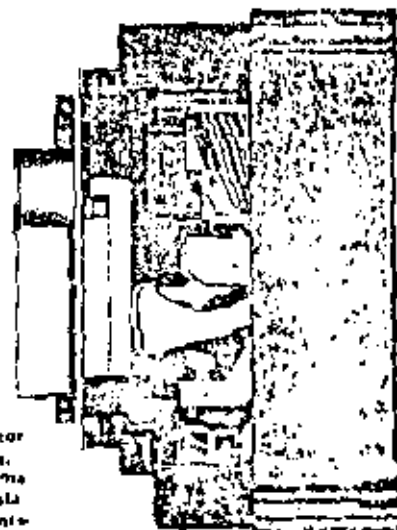
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES EN CAJA MOLDEADA.

La información descriptiva y los datos técnicos de este boletín se aplican primordialmente a los interruptores normales en caja moldeada de la Clase 1410 —que son los que se usan con más frecuencia en sistemas de distribución. Sin embargo, cuando se requieren capacidades muy altas de interrupción (se puede disponer), de la línea "H" de F.P.E.M. de los interruptores con las mismas características mecánicas, tamaños y capacidades de corriente de los interruptores normales.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA, DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA LINEA "H".

Los interruptores de la línea "H", Clase 1420, se destacan porque ofrecen alta capacidad interruptiva a una fracción del costo de métodos convencionales de interrupción, tales como interruptores en aire, blindados, transformadores de alta impedancia y reactores limitadores de corriente. Además de ser de un costo reducido, como dispositivos de alta interrupción.



Corta del interruptor
de manija rotatoria,
mostrando la forma
en que la manija está
conectada al mecanismo

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

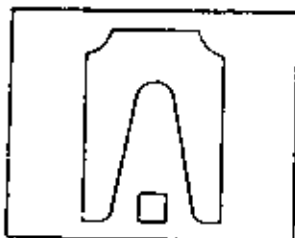
Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

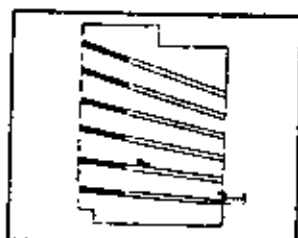
32

Principio de ionización de la cámara de arco.

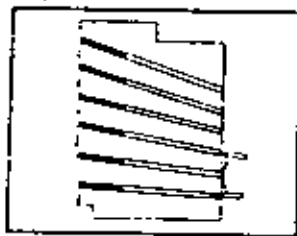
Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



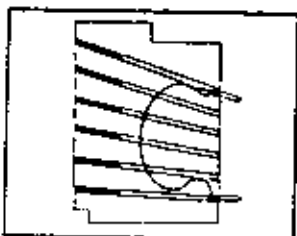
2. Contactos cerrados.



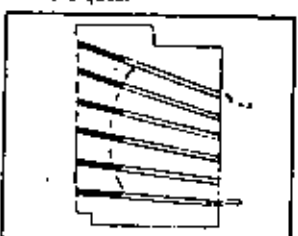
3. Contactos abriéndose y formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arco.

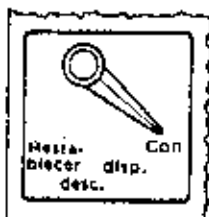


5. Arco a punto de romperse.



6. Arco rota en segmentos, enfriado y extinguido.

Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



Posición de "CONECTADO": La manija en esta posición indica que el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o corto-circuito.



Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

REDUCCION DE TIEMPOS MUERTOS Y DE MANTENIMIENTO: Los interruptores termomagnéticos son diseñados para servicio repetitivo, para larga vida libre de mantenimiento y evitan paros costosos e innecesarios. Debido a que el interruptor es un dispositivo restablecedor, la corriente es restablecida en sólo cuestión de minutos después de que se ha corregido una sobrecarga o una falla.

COSTO REDUCIDO DE OPERACION: Al incorporar alta presión de contacto, aleaciones de platina y contactos de presión directa, en los interruptores termomagnéticos se ofrece mucho menor resistencia a la corriente eléctrica que los clips para fusibles, conexiones atornilladas y conexiones articuladas en un dispositivo para fusibles, con una menor pérdida por calentamiento, con el consiguiente ahorro en gastos de corriente.

PROTECCION CONTRA OPERACION MONOFASICA: Una falla o sobrecarga en cualquier fase abre todos los polos del interruptor, reduciendo a su mínimo la posibilidad de que los motores polifásicos trabajen monofásicamente.

ELEMENTOS DE PROTECCION DOBLE: Los elementos térmicos bimetalicos protegen contra sobrecarga cuando la desconexión a tiempo inverso es deseable y los elementos magnéticos disparan el interruptor instantáneamente en caso de fallas de corriente peligrosas.

MAXIMO DE SEGURIDAD: Los interruptores en caja moldeada son completamente de tréme muerto, por lo tanto, el personal no queda expuesto a partes "vivas".

A PRUEBA DE ALTERACIONES: El interruptor completo, o la unidad de disparo es sellada en la fábrica para evitar intervenciones indebidas o alteraciones en su capacidad.

CONSTRUCCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS NORMALES Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA.

Los interruptores termomagnéticos proporcionan a mismo tiempo duración en la sobrecarga y protección instantánea contra cortocircuito y se componen de tres elementos: (1) unidad de disparo, (2) mecanismo del interruptor y (3) cámara de arco.

Un interruptor termomagnético es esencialmente un interruptor de carga con elementos repetitivos de protección. El mecanismo del interruptor se puede operar manualmente, usando la manija o automáticamente con la liberación de un gatillo de disparo accionado por la unidad de disparo. Las características siguientes son las específicas de la construcción de los interruptores Termomagnéticos en Caja Moldeada Federal Pacific.

TOTALMENTE ENCERRADOS EN UNA CAJA MOLDEADA: Las cajas de resina fenólica proveen gran resistencia al impacto y alta fuerza dieléctrica, proporcionando una caja robusta que contiene al mecanismo de operación.

MANIJA ROTATORIA DE CUATRO POSICIONES: La posición de la manija rotatoria da una indicación positiva del interruptor cuando está "Conectado", "Desconectado" o en posición de "Disparo" son viendo a distancia. También hay una cuarta posición de "Restablecer", para indicar la debida operación para restablecer o reconectar el circuito después de un disparo o desconexión automática.

COJINETES RESISTENTES A LA CORROSION: Los cojinetes de diferentes metales proporcionan una operación suave, de baja fricción. El templado y el acabado a prueba de corrosión de todas las partes móviles también aseguran una larga vida del interruptor.

CALIBRACION SELLADA POR LA FABRICA: Cada interruptor termomagnético se calibra, sella y prueba en sobrecargas para asegurar su operación adecuada y su capacidad eléctrica invariable. En los marcos NM y NM, las unidades de disparo se sellan y se prueban individualmente, siendo intercambiables con la simple remoción de la cubierta del interruptor.

PROTECCION ADECUADA Y EXACTA: Todas las partes del dispositivo de disparo tienen superficies esmeriladas y pulidas y son tratadas térmicamente para evitar distorsiones. Los dimetales son tratados térmicamente reteniendo su calibración en forma permanente.

ZAPATAS MECANICAS DE PRESION SIN SOLDADURA: Normalmente se usan zapatas mecánicas de presión sin soldadura, con todos los interruptores para lograr conexiones firmes y duraderas.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja de Dimensiones

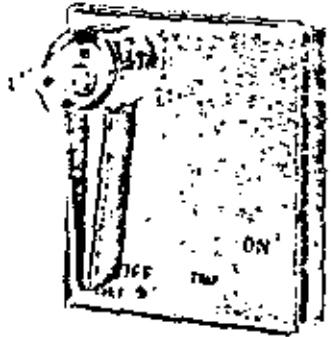
rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

CIERRE: Todos los interruptores termomagnéticos de manija rotatoria incluyen un anillo de cierre retráctil que acepta hasta 3 candados para lograr un máximo de seguridad.

MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO): La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

Este diseño elimina los mecanismos externos de la manija de extensión, que ofrece muchos inconvenientes. Cuando los interruptores de manija rotatoria se colocan en un gabinete provisto de puerta, sólo se requiere un simple corte adecuado en la puerta.

BLOQUEO MECANICO DE PUERTA (Tipo de Manija Rotatoria): La barra y el tope de enclavamiento se pueden proporcionar, son de montaje fácil en el interruptor para bloquearlo con la puerta. Una junta alrededor del corte de la puerta proporciona un sello que protege contra el polvo y el aceite. Una barra de enclavamiento se deja dentro de una ranura del interruptor y queda asegurada en el interruptor. El entrelace mecánico de la puerta evita que se abra sin autorización cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado". El entrelace mecánico puede ser librado por el personal autorizado.



Dispositivo de seguro exclusivo para interruptor, que permite el bloqueo de la manija mediante su anillo retráctil que puede acomodar hasta 3 candados.



El juego del entrelace mecánico consiste de una junta, una barra de enclavamiento, un tope inmovilizador y una placa de "puerta abierta".

TABLA 1 - DATOS PARA SELECCION

Tipo	Polos	Capacidad en amperes.	TENSION (volts)		U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMÉTRICAS—AMPERES RCM					Ajuste del disparo magnético	Unidad de disparo intercamb.
			C.A.	C.C.	U.L. Valores simétricos entre ()				C.C.		
					120	240	480	600			
INTERRUPTORES NORMALES											
NB (NBH)	1	25-50	120/240	—	*5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2	15-100	120/240	—	*5M(10M)	—	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	120/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
	3	10-100	480	120/250	—	20M (18M)	15M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	20 (18)	15M (14M)	10M	Si	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	Si	Si
INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	50M (25M)	20M (18M)	10M	—	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	50M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	50M (25M)	30M (25M)	20M	Consultar con la fábrica.	
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	50M (25M)	30M (25M)	20M	Si	Si

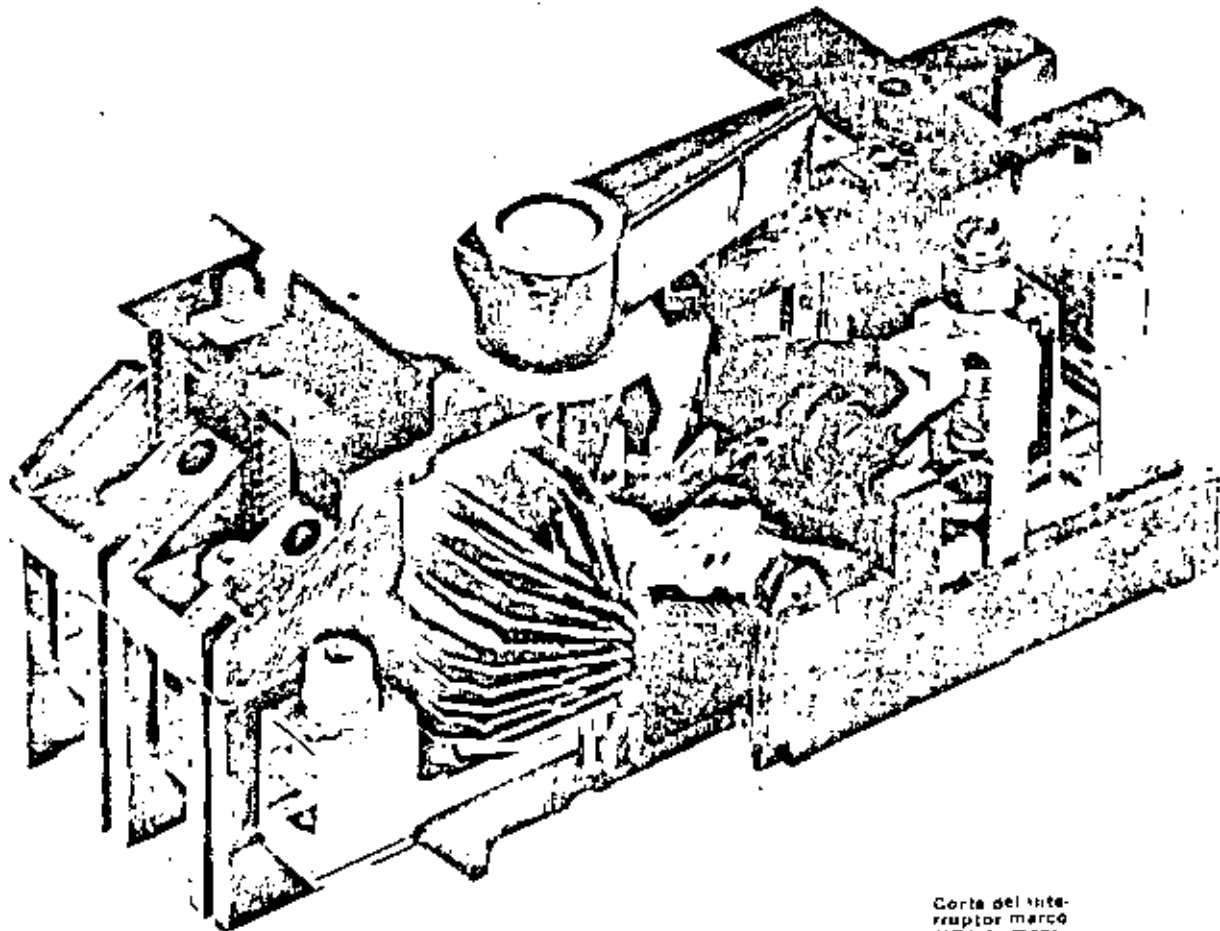
* Los valores simétricos son iguales a los valores asimétricos.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

34



Corta del interruptor marco NFB de manija rotatoria.

CIRCUITOS DE MOTORES Y SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Aunque los interruptores se pueden aplicar para protección de sobrecorriente de motores, cuando se cumple con los requerimientos del Artículo 430 del N.E.C., esas aplicaciones no son recomendables para interruptores del Tipo AB. Por lo tanto, las siguientes recomendaciones están limitadas al uso de un interruptor, como protector de un circuito.

Para la mayoría de las aplicaciones, especialmente aquellas donde el comportamiento de arranque del motor no se conoce, las reglas máximas del N.E.C. se deben seguir.

Ocasionalmente se pueden usar interruptores de más baja capacidad con buenos resultados, cuando las características del motor son bien conocidas.

Los requerimientos del interruptor termomagnético va-

rían, dependiendo de si hay uno o varios motores en el circuito.

CIRCUITO CON UN SOLO MOTOR: El interruptor debe tener una capacidad continua de no menos de 115% de la corriente a plena carga del motor. Sección N.E.C. 434.7.) Antes de aplicar un interruptor de una capacidad igual o cercana al 115% de la carga completa del motor, revise para determinar el efecto de cualesquiera de las siguientes condiciones: alta temperatura ambiental, calentamiento dentro de la cubierta del interruptor debido al agrupamiento de dispositivos que consumen corriente, arranque frecuente de motores y aceleración de los motores durante un periodo largo. Los motores con letras de código que no sean las letras de la "A" a la "J", pueden ocasionar disparos magnéticos instantáneos del interruptor cuando se seleccione con la norma de 115%, por lo tanto se deben consultar las curvas del interruptor para evitar esos disparos innecesarios.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

TABLA 2

AMPERES A PLENA CARGA DEL MOTOR
Valores promedio para todas las velocidades y frecuencias.

HP	Monofásico C.A.			Polifásico C.A. (tipo de inducción, jaula de ardilla y rotor devanado)								Corriente directa		
	115 volts	230 volts	440 volts	110 volts		220 volts		440 volts		550 volts		115 volts	230 volts	550 volts
				3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos	3-F 4 hilos	2-F 4 hilos			
1/6	3.2	1.6												
1/4	4.5	2.3												
1/2	7.4	3.7												
3/4	10.2	5.1												
1	13	6.5												
1 1/2	18.4	9.2												
2	24	12												
3	33.6	16.8												
5	46	23												
7 1/2	65	32.5												
10	85	42.5												
15	100	50												
20														
25														
30														
40														
50														
60														
75														

Estos valores de corriente de carga plena son para motores trabajando a velocidades usuales para motores con bandas y motores con características de par normal. Los motores contruidos para velocidades especialmente bajas o de alto par pueden requerir corrientes normales más altas, en este caso se debe considerar la corriente indicada en la placa.

- Para proteger motores de un caballo o menos, ver Sección 430.32 NEC. La corriente en el conductor común de un sistema de 2 fases, 3 hilos, será de 1.41 veces el valor dado.
- Para las corrientes a carga plena de motores de 208 a 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 220 volts en un 6 ó 10% respectivamente.
- Para corrientes a carga plena de motores a 208 y 200 volts, aumente la corriente a carga plena del motor a 230 volts en un 10 y 15% respectivamente.

TABLA 3

CAPACIDADES DEL INTERRUPTOR AB PARA
CIRCUITOS DERIVADOS DE MOTORES

Tipo de motor y método de arranque	Capacidad máxima del interruptor en porcentaje de la corriente del motor a plena carga para selección del interruptor.	Selección de la capacidad del interruptor de la tabla No. 4 - Ver la columna!
Para motores marcados con la letra de código		
Todos los motores monofásicos C.A. y los polifásicos de tipo jaula de ardilla y síncronos, con arranque a voltaje pleno con resistencia o reactor:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B & E	200	2
Letras de código F & V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y síncronos de arranque con autotransformador:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B & E	200	2
Letras de código F & V	200	2
Para motores que no están marcados con letra de código		
Monofásicos de todos los tipos.		
Motores tipo jaula de ardilla y síncronos (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motores tipo jaula de ardilla y síncronos (arranque con autotransformador)	250	3
Motor jaula de ardilla de tipo reactanciar	250	2
no más de 30 amps	250	3
más de 30 amps	200	2
Rotor Devanado	150	1
Corriente Directa	150	1

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400% si se encuentra que no son satisfactorias por el arranque más bajos, hasta llegar a un mínimo de 115% de la carga p...

Si la corriente del motor de ca-30... A. ininterrumpido se puede usar valores del motor.

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE
INTERRUPTORES PARA CIR-
CUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor del motor (Amperes)		
	Columnas		
	150 c/o	200 o/o	250 o/o
3 3 6	15	15	15
7	15	15	20
9	15	20	20
9, 10	15	20	30
11, 12	20	30	30
13	20	30	40
14, 15	30	30	40
16	30	40	40
17 & 20	30	40	50
22, 24	40	50	50
26	40	50	70
28	50	70	70
30, 32	50	70	100
34	70	70	100
36 & 40	70	100	100
42 & 46	70	100	125
48, 50	100	100	125
52 & 60	100	125	150
62	100	125	175
64, 66	100	150	175
68, 70	125	150	175
72, 74	125	150	200
76 & 80	125	175	200
82	125	175	225
84, 86	150	175	225
88, 90	150	200	225
92 & 100	150	200	250
105, 110	175	225	250
115	175	250	300
120	200	250	300
125	200	250	300
130	200	250	300
135, 140	225	250	300
145, 150	225	250	300
155, 160	250	250	300
165	250	250	300
170, 175	300	250	300
180 & 200	300	400	300
210 & 230	300	500	300
240	400	500	300
250	400	500	300
260	400	500	300
270 & 300	500	600	300
320	500	600	300
340 & 400	600	600	300

CALIBRE DE LAS ZAPATAS

Interruptor tipo	Rango en Amperes	Calibre nominal del conductor
NB	15-70	No. 14 - No. 4
	100	No. 6 - No. 1/0
NEF, HEF	10-50	No. 4
	70-100	No. 1/0
NFJ, HFJ	10-50	No. 1/0
	70-225	No. 4/0
NJL	70-225	150MCM
	250-350	200MCM
	500	1-250MCM 1-500MCM
NHL	125A-400A	1-600MCM
	500-600A	2-500MCM
NH, HM	700-1000A	3-500 MCM

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva

RAZONES POR LAS CUALES LOS INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA NO SE CLASIFICAN EN CABALLOS

A diferencia de los interruptores de navajas los interruptores termomagnéticos no se clasifican por el número de caballos que son capaces de maniobrar, porque pueden interrumpir con toda seguridad corrientes que exceden en mucho el valor a rotor bloqueado de cualquier motor al que se apliquen. Esta característica ha sido demostrada por las pruebas de los Underwriters' descritas en boletín Clase 1400, página 3. Un interruptor debe pasar una prueba de sobrecarga preparada por los Underwriters' Laboratories, Inc. que consiste en una apertura de corriente de 600 o/o de su valor nominal 50 veces. Como las capacidades de los interruptores para derivación de motores, generalmente son del 125 o/o — 250 o/o de las corrientes del motor a carga plena, esta prueba establece la capacidad del interruptor para interrumpir corrientes con rotor bloqueado.

Después de la prueba de sobrecarga y de otras que se hacen, se exige al interruptor que interrumpa satisfactoriamente su corriente nominal de corto circuito, de acuerdo con su tamaño. Debido a que por su propia definición un interruptor debe "abrir en condiciones anormales... sin dañarse", el interruptor debe continuar en condiciones de operar después de la prueba.

ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA DE TIPO NORMAL Y DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA

Los circuitos eléctricos serán protegidos por interruptores termomagnéticos en caja moldeada, como los fabricados por Federal Pacific Electric (o aprobados como iguales). Cada interruptor proporcionará protección contra sobrecarga a tiempo inverso e instantáneo contra cortocircuitos por medio de un elemento termomagnético.

Cuando se usa en centros de control, la manija del interruptor será saliente, proyectándose a través de la puerta y ninguna palanca operadora externa de manija se aplicará. Los interruptores de dos o tres polos tendrán un dispositivo que permita el uso de candados, hasta candados en la posición de "Abierto" o en la de "Cerrado", con puerta "Abierta" o "Cerrada" y tendrá un dispositivo para interconexión con la puerta, de modo que dicha puerta no pueda ser abierta cuando el interruptor está en la posición de "Cerrado" a menos que se libere el bloqueo.

Los interruptores termomagnéticos deben ser de cierre y apertura ultra rápida, con disparo mecánico libre de modo que los contactos no puedan mantenerse "Cerrados" en caso de una sobrecarga o de un corto circuito. El disparo será indicado por medio de la manija en su posición de "Disparado". Los interruptores termomagnéticos serán totalmente cubiertos por una caja moldeada y la parte del interruptor que cubre los elementos calibrados de protección serán sellados en la fábrica para evitar que los toquen personas no autorizadas. La capacidad en amperes será visible claramente al frente del interruptor. Los contactos serán de aleación de plata no fundibles.

APLICACION DE LOS INTERRUPTORES EN CAJA MOLDEADA EN SERIE CON FUSIBLES LIMITADORES DE CORRIENTE "ECONOLIM" FEDERAL PACIFIC

Si el cálculo de la corriente de falla demuestra que dicha corriente excede la capacidad de los interruptores normales, los interruptores Línea "H" de alta capacidad y los Interruptores Fusematic, los cuales coordinan el mecanismo del interruptor con los limitadores de corriente, se debe considerar la conveniencia de aplicar Fusibles Limitadores de Corriente Econolim en serie con interruptores normales en caja moldeada.

La aplicación de fusibles limitadores de corriente mon-

tafos en serie con interruptores del tipo normal o Línea "H" (de alta capacidad interruptiva) no debe confundirse con la instalación de Interruptores en Caja Moldeada FPE Fusematic.

Los fusibles limitadores de corriente Econolim se han diseñado sobre la base de un principio enteramente nuevo que permite una reacción extremadamente corta a corrientes de falla muy altas. Debido a la velocidad a la que operan los Fusibles Econolim, se limita la magnitud y la duración de la corriente de falla a una fracción de su posible valor. Esta característica permite el uso de fusibles y de interruptores en combinaciones, cuando las corrientes de falla pueden llegar hasta 100,000 amperes simétricos, R.C.M.

Los tamaños mínimos de los fusibles son aquellos cuya curva característica no cruza la curva del interruptor en un punto donde los fusibles se quemarían frecuentemente en forma repetitiva convirtiéndose en una molestia innecesaria.

La Tabla N° 6 muestra las capacidades máximas de limitación para los lados de línea y de carga. El limitador del lado de la línea nunca debe colocarse en el lado de carga del interruptor. A veces es posible agrupar varios interruptores con un solo juego de limitadores. En ningún caso, el limitador puede ser mayor que:

1. El limitador máximo del lado de línea del interruptor de más baja capacidad en el grupo, ni tampoco
2. El limitador máximo que se puede instalar en el lado de carga del interruptor que controla el grupo

El total de carga del circuito en un grupo, incluyendo el factor de diversidad, no debe exceder la capacidad del limitador. Los limitadores instalados en el lado de la línea se deben acompañar de un desconectador para la reposición de limitadores.

Más de un limitador usualmente funcionan en fallas elevadas de 3 fases, aunque no siempre es éste el caso. En la mayoría de las veces la energía de de la corriente de fuga es suficiente para operar el interruptor, evitando la operación monofásica, sin embargo, es posible que el interruptor no se abra.

Para evitar operaciones innecesarias de los limitadores, se recomienda usar el máximo de capacidades que se muestran en la página 12.

ESPECIFICACIONES TÍPICAS PARA USO DE FUSIBLES ECONOLIM EN SERIE CON INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

En los casos en que las corrientes de falla calculadas excedan a las capacidades de los interruptores normales o de alta capacidad Línea "H", se instalarán Fusibles Limitadores de Corriente Econolim de la Federal Pacific, en serie con los interruptores termomagnéticos Federal Pacific con capacidades interruptivas de 100,000 amperes simétricos R.C.M. Los fusibles serán de un diseño que evite la sustitución por diferentes capacidades en el futuro.

Los fusibles cumplirán con todos los requerimientos de NEMA, Pub. — FU-1-1959. Los interruptores termomagnéticos normales y de alta capacidad Línea "H" en caja moldeada usados cumplirán con las especificaciones que aparecen en la Tabla N° 6.

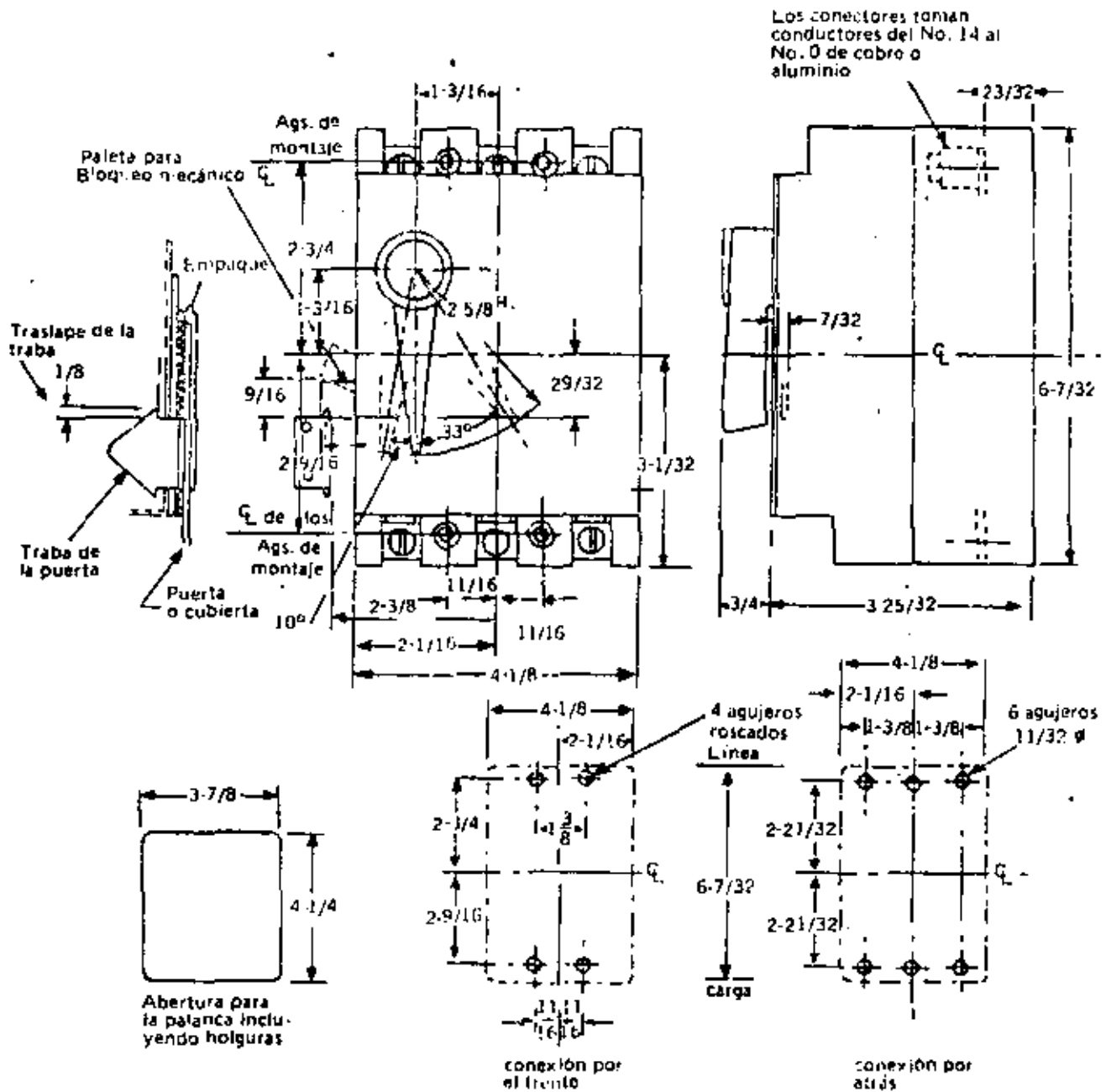
APLICACION EN CAPACITORES

Para aplicaciones normales en capacitores el interruptor con capacidad 150 o/o mayor que la capacidad de corriente del capacitor será el que se recomienda. Este factor permite las sobrecorrientes armónicas y otros factores similares. Esta selección cumple con los requerimientos del N.E.C. 450-8 que establece que el desconectador debe ser de no menos de 135 o/o de la capacidad del capacitor. Debido a componentes armónicas, las corrientes de operación pueden exceder de 135 o/o, en cuyo caso se hará necesario el uso de un interruptor de mayor capacidad. La temperatura ambiente también se debe tomar en consideración para la selección.

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NEF y HEF (Rotatorio), 3 Polos, 15-100 Amp. 480 V. C-A, 125/250 V. C-C

Hoja de Dimensiones



Dimensiones para montar interruptores termomagnéticos NEF de 3 polos con palanca rotatoria

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

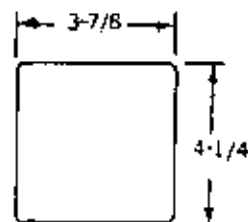
Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

Hoja de Dimensiones

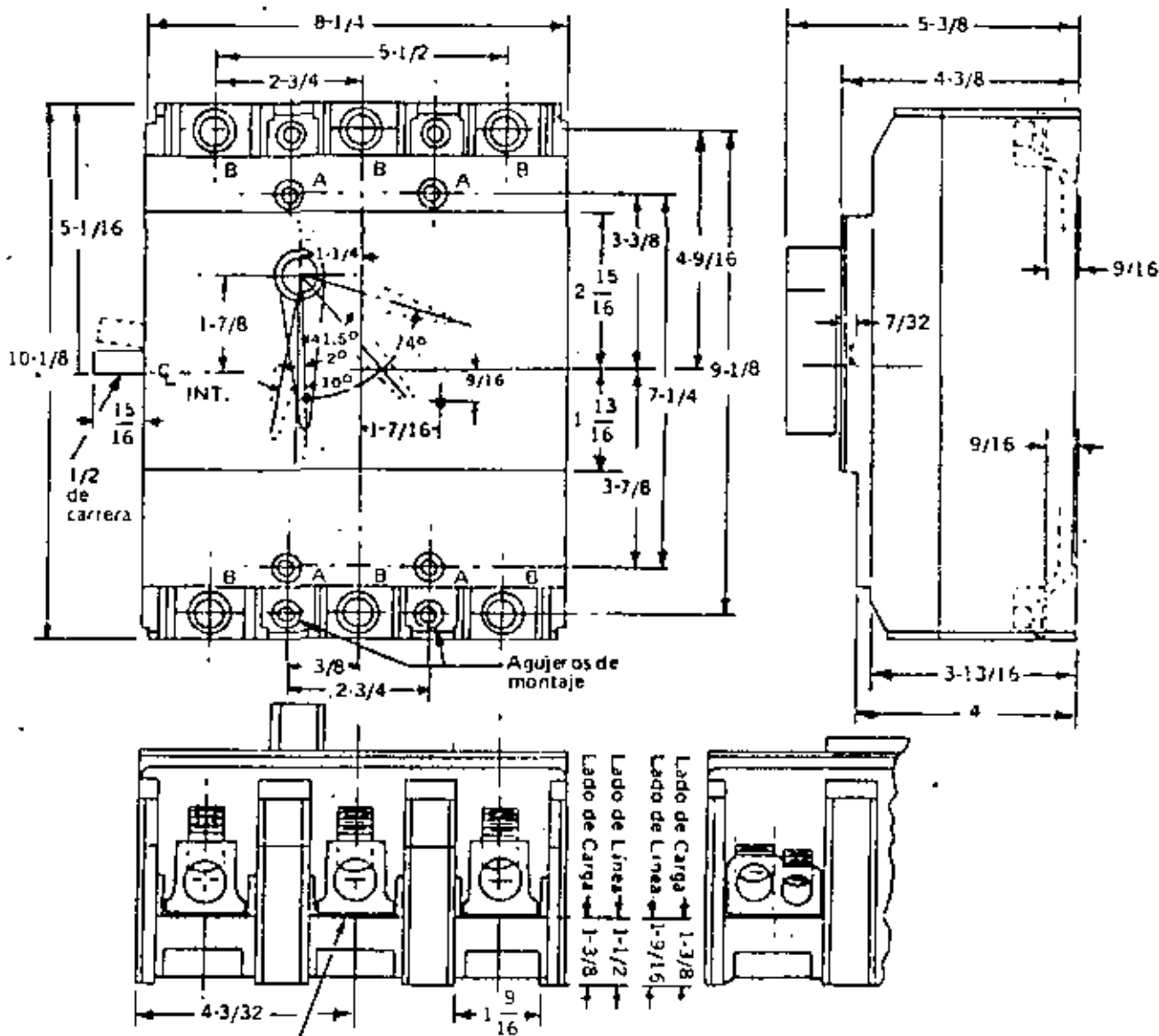
38

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taladrese haciendo coincidir los agujeros con los marcados "A" (4) ags. 6/16". El Interruptor deberá conectarse a tierra mediante el conector provisto.

Para montar el interruptor con conexión posterior, taladrese haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diametro, para 70 a 225A y 1 3/16" de diametro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo holguras.



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.

1) EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Los efectos biológicos de la electricidad son primariamente una función del amperaje aplicado y no del voltaje.

Efectos de una corriente eléctrica de 60 hertz en el ser humano promedio al atravesar el tronco del cuerpo.

Intensidad de la corriente, mA - (contacto de 1 - segundo)	Efecto fisiológico
1	Umbral de la percepción
5	Máxima intensidad de corriente - - aceptada como inofensiva
10-20	Contracciones musculares involuntarias; a intensidades de corriente más altas empiezan las contracciones musculares sostenidas.
50	Dolor, agotamiento y posible desfallecimiento. Las funciones del corazón y del aparato respiratorio continúan.
100-300	Empieza la fibrilación ventricular, pero las funciones respiratorias se mantienen intactas.
6000	Contracción sostenida del miocardio seguida por ritmo normal del corazón. Parálisis respiratoria temporal. Quemaduras si la densidad de corriente es alta.

Como nos muestra la tabla anterior a medida que la corriente que circula por el cuerpo humano alcanza valores mayores a 1 mA aparecen el dolor y las contracciones musculares involuntarias; a valores de 100 mA la fibrilación cardíaca puede ocurrir. Es interesante hacer notar, sin embargo, que con corrientes mayores a 100 mA, hay una tendencia a que las contracciones musculares sean tan rápidas y violentas que la persona es involuntariamente arrojada lejos del contacto con la fuente de energía eléctrica.

A su paso por el cuerpo humano, la corriente tomará camino por los tejidos de más baja resistividad, siendo éstos los más afectados naturalmente. La resistencia total de ese camino puede variar desde valores ligeramente menores a 1000 ohms, hasta valores alrededor de 100,000 ohms, dependiendo principalmente de la presencia de humedad en mayor o menor grado.

Lo anterior nos da una idea del grave peligro que afronta un individuo que, con piel, ropa o zapatos mojados, entra en contacto, voluntaria o accidentalmente, con dos o más puntos de un sistema eléctrico (conductores, bastidores, corazas, - - tierras, etc.) entre los que existe una diferencia de potencial mayor de 75 volts.

II) SISTEMAS DE DISTRIBUCION

El término sistema aislado de tierra se usa para identificar un sistema en el cual no hay conexión intencional entre los conductores del sistema y la tierra. Sin embargo, existe un acoplamiento capacitivo entre los conductores del sistema y la tierra.

Cuando el neutro de un sistema no está conectado a tierra es posible que aparezcan sobrevoltajes transitorios, de varias veces el normal, durante las maniobras normales de los interruptores del circuito, al ocurrir una falla de línea a tierra.

Ventajas del sistema conectado a tierra:

- 1.- Reducción de gastos de operación y mantenimiento:
 - a) Reducción en magnitud de los sobrevoltajes transitorios.
 - b) Mejora en la protección contra descargas atmosféricas.
 - c) Simplificación de localización de fallas a tierra.
 - d) Mejora de la protección contra fallas del sistema y del equipo.
- 2.- Mejora de la confiabilidad del servicio.
- 3.- Más seguridad para el personal y el equipo.

III) EQUIPO CONECTADO A TIERRA

La puesta a tierra del equipo de un sistema consiste en conectar a tierra las partes metálicas (que no llevan corriente) del alambrado y aparatos conectados al sistema.

El objetivo principal de esta conexión a tierra es limitar la diferencia de potencial entre las partes metálicas del sistema, que no llevan corriente y entre estas partes y tierra, a un valor seguro bajo cualquier condición de operación, normal o anormal, del sistema.

Para lograr este objetivo es necesario construir un sistema de tierra, que mantenga un potencial uniforme en todas las partes metálicas de estructuras y aparatos, y que permita al personal estar siempre al mismo potencial.

El segundo objetivo de la conexión a tierra del equipo es proporcionar un retorno de baja impedancia para la corriente de falla a tierra.

El peligro al personal existe al tiempo que ocurre una falla a tierra. El forzar a la corriente a circular a través de una conexión de alta impedancia puede crear una diferencia de potencial peligrosa.

La importancia de un circuito continuo metálico de baja impedancia en el paso de retorno de la corriente de tierra, se ilustra en la Figura i.

La Figura i. muestra un sistema monofásico 120/240 con el neutro del transformador conectado a tierra a través de un electrodo de tierra, el cual tiene una resistencia a tierra de 10 ohms. El tubo conduit está conectado a tierra a través de un electrodo de tierra separado, el cual mide 20 ohms a tierra. Una falla ocurre entre el conductor B y el conduit; la corriente de falla será igual a:

$$I = \frac{120}{20 + 10} = 4 \text{ amp.}$$

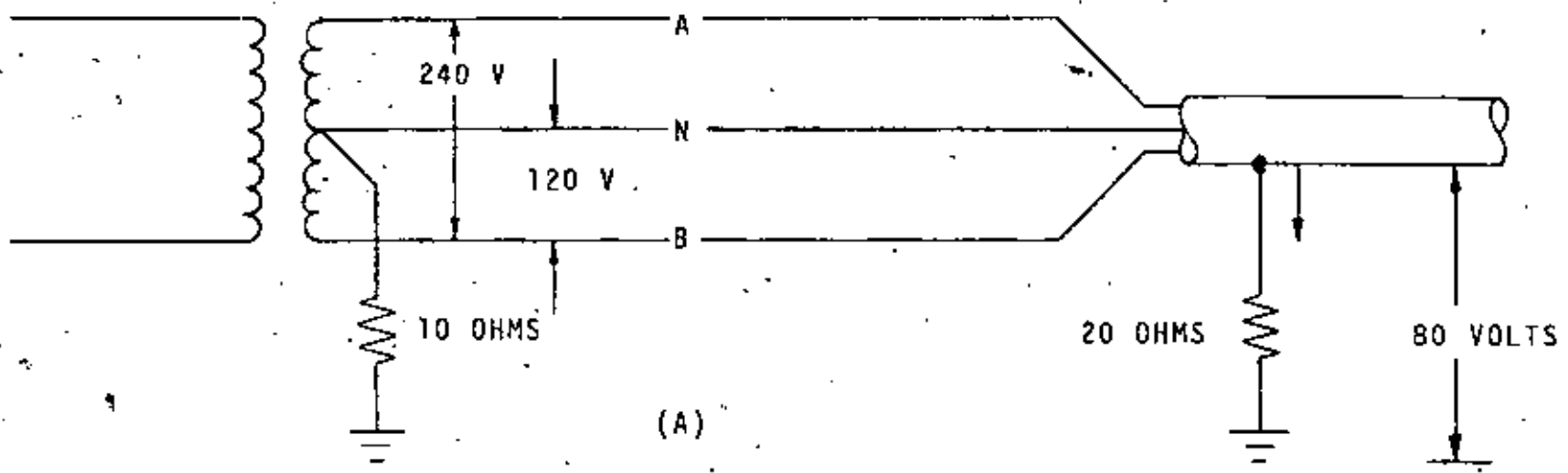
Diferencia de potencial entre el conduit y tierra:

$$V = 4 \times 20 = 80 \text{ volts}$$

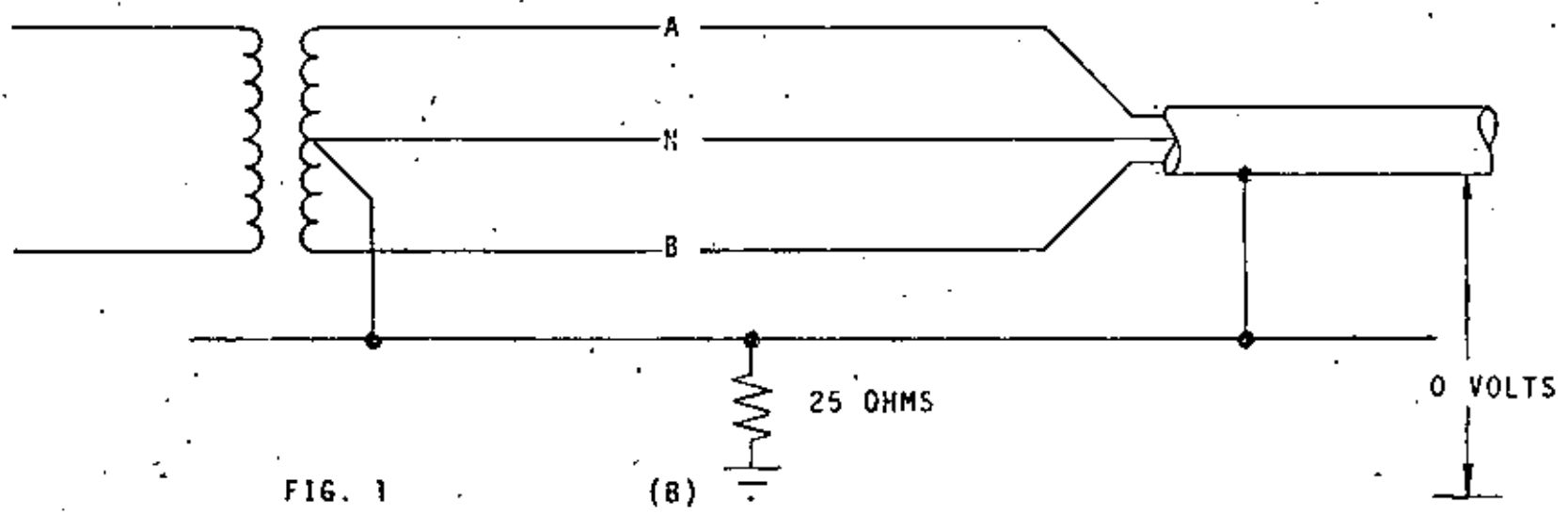
Este voltaje no es necesariamente fatal.

La figura 1-b muestra el mismo sistema con un circuito continuo metálico. La corriente de falla tendrá un valor muy elevado debido al paso de baja impedancia, lo cual causa que operen los dispositivos de protección. Por la resistencia de 25 ohms circula una corriente muy pequeña y el potencial del tubo conduit se mantiene muy cercano al de tierra.

En grandes subestaciones la resistencia del bus de tierra no debe exceder de 1 ohm. En pequeñas estaciones no debe exceder de 5 ohms. En residencias la resistencia debe ser menor a 25 ohms.



(A)



(B)

FIG. 1

42

Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECCION DE PROTECCION

- A) PROTECCION DE CONDUCTORES
- B) PROTECCION DE CARGAS

MEDIOS DE CONTROL

- A) DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA ALUMBRADO
- B) CIRCUITOS ALIMENTADORES
- C) DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA

ING. NOE ARMAS MORALES

MARZO, 1984

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ING. NOE ARMAS MORALES

1.- SELECCION DE PROTECCION

- a) Protección de conductores
- b) Protección de cargas

a) Proyecto y canalizaciones eléctricas (Conductores).

Se consideran separadamente las disposiciones referentes a:

- a) Líneas de servicio para suministro de energía.
- b) Conductores alimentadores de las canalizaciones.
- c) Circuitos derivados.

Línea de servicio.- Los conductores y equipo que se usen para el suministro de energía eléctrica, desde las líneas o equipos inmediatos del sistema general de abastecimiento hasta los medios principales de conexión y protección contra sobre corriente de la instalación servida.

Conductores alimentadores.- Son aquellos comprendidos entre los medios principales de desconexión y protección contra sobre corriente y los medios de protección contra sobre corriente de los circuitos derivados.

Circuitos derivados.- Es la parte de conductor o canalización que se extienda después del último dispositivo de protección contra sobre corriente del lado de la carga que protege a esa parte.

Los arrancadores de motores con protección contra sobre corriente y otros dispositivos semejantes no se deben considerar como la protección de sobre corriente de un circuito derivado.

Identificación de conductores conectados a tierra.

Cuando una canalización tenga un conductor conectado a tierra, se identifique este con un color blanco o gris.

Circuitos derivados:

Son los conductores alimentadores que abastecen cargas de alumbrado o de aparatos domésticos o comerciales o a combinaciones cuando se conecten motores o aparatos accionados por motores u otras cargas especiales es necesario aplicar los artículos del ROIE para esas cargas.

La clasificación de los circuitos derivados para cargas indefinidas es por medio de la protección contra sobre corriente de:

- 15 amps.
- 20 amps.
- 30 amps.
- 50 amps.

Las cargas individuales mayores de 50 amps. deberan alimentarse por circuitos derivados individuales.

Circuitos derivados multifilares.- Dos o más conductores a diferente potencial entre sí y de un conductor que tenga la misma diferencia de potencial con respecto a cada uno de los otros conductores.- Ejemplo: 4 hilos, 3 fases.

Colores normales de identificación.

Trifilar: Negro, blanco y rojo.
Tetrafilares: Negro, blanco, rojo y azul.
Pentafilares: Negro, blanco, rojo, azul y amarillo.

Voltaje:

Los circuitos derivados que abastezcan porta lamparas, aparatos ó contactos de 15 amps. ó menos no deberán exceder de 150 volts. a tierra; excepciones:

- a) Establecimientos inductriales hasta 300 volts a tierra en circuitos de alumbrado que esten colocados a más de 2.40 mts. de altura sobre el piso y que no tengan interruptores integrados.
- b) Sistemas ferroviarios.
- c) Calefacción industrias infraroja.

Circuitos derivados para distintas clases de carga.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños. Relojes, radios.
- b) Aparatos de más de 3 amps. Planchas, parrillas, refrigeradores.

Cálculo de la carga.- Para obtener la capacidad de los circuitos derivados se consideran las cargas a conectarse con los mínimos siguientes.

- a) Alumbrado y aparatos pequeños, por metro cuadrado del área del piso.

LUGAR:	CARGA WATTS POR METRO CUADRADO
Anfiteatros	10
Bancos	20
Bodegas o almacenes	2
Casa habitación	20
Clubes	20
Edificiones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (Sin aparatos eléctricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Peluquerías y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

- b) Aparatos de más de 3 amps.- Se considera cargas no menor 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usan simultaneamente la carga se calcula de 5 amps., por cada tres contactos.
- c) Hilo neutro.- Si hay hilo neutro en un circuito derivado la carga que se considera para el neutro, no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga en el circuito.

Conductores de circuitos derivados.

- a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado (Caída voltaje 3% alumbrado, 4% aparatos y motores).
- b) Sección mínima.

Mínimo No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.

Mínimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de más de 3 amps.

Los alambres y cordones pertenecientes a unidades de alumbrado o aparatos que se usen para conectarlos a la salida de los circuitos derivados pueden ser de menor sección.

	CIRCUITOS DERIVADOS	CORRIENTE MAXIMA
Mínimo no. 18	15 amps.	5 tw
no. 16	20 amps.	7 tw
no. 14	30 amps.	15 tw
no. 12	50 amps.	20 tw
no. 10		25 tw

Protección contra sobre corriente.- Conductor no conectado a tierra de un circuito derivado, se debe proteger contra corrientes excesivas por medio de dispositivos.

La capacidad de estos dispositivos deben cumplir lo siguiente:

- a) No deberá ser mayor que la corriente permitida para los conductores del circuito.
- b) Si el circuito abastece únicamente a un solo aparato con capacidad de 10 amps. ó más la capacidad ó ajuste de sobre corriente no deberá exceder del 150% de la capacidad del aparato.
- c) Los alambres y cordones se consideran protegidos por el dispositivo contra sobre corriente del circuito derivado.

Dispositivos de salida.

- a) Porta lámparas.- No menor a la carga a servir, mayores de 20 amps., sean de servicio pesado.
- b) Contactos.- No menor a la carga a servir; cuando esté con 2 ó más salidas tengan la capacidad siguiente.

CAPACIDADES CIRCUITO	CAPACIDADES CONTACTO
15 amps.	no mayor de 15 amps.
20 amps.	20 amps.
30 amps.	20 ó 30 amps.
50 amps.	50 amps.

Conductores alimentadores.- No deben ser de calibre más delgado (Tabla de la corriente permitida en los conductores) y cumplir con el cálculo de la carga

Caída de voltaje.

3% de alumbrado

4% de motores y aparatos.

Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimentadores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de

RIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

ada en temperatura ambiente de 30°C y no más de 3 conductores en un ducto

(Para otros casos véase la Fracción 11-4.)

Temperatura permisible y material del aislamiento

CONDUCTOR Calibre A.F.C. o M.C.M.	Sección Transversal en milímetros cua- drados.	Temperatura permisible y material del aislamiento					
		60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplástico y asbesto. Cambray barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambray barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
14	2.081	15	15	25	30	30	30
12	3.309	20	20	35	35	40	40
10	5.261	30	30	40	45	50	55
8	8.366	40	45	50	60	65	70
6	13.304	55	65	70	80	85	95
4	21.15	70	75	80	105	115	120
3	26.67	80	100	105	120	130	145
2	34.63	95	115	130	135	145	165
1	42.41	110	130	140	140	170	190
0.81	51.48	125	150	155	160	200	225
0.61	67.11	145	175	185	215	230	250
0.41	85.01	165	200	210	245	265	285
0.21	107.22	195	230	235	275	310	340
250	126.61	215	255	270	315	335	...
300	152.01	240	285	300	345	380	...
350	177.35	260	310	325	390	420	...
400	202.69	280	335	360	420	450	...
500	241.36	320	380	405	470	500	...
600	291.61	355	420	435	525	545	...
700	351.20	395	460	490	580	600	...
750	380.01	400	475	500	590	620	...
800	405.32	410	490	515	600	640	...
900	436.04	435	520	555	...	...	...
1000	500.74	455	545	585	680	730	...
1250	631.39	495	590	615	...	...	...
1500	790.07	520	625	700	765	...	...
1750	886.75	545	650	745	...	...	...
2000	1013.42	560	665	775	810	...	...

FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE MAS DE 30°C.

Temperatura permisible y material del aislamiento

Temperatura Ambiente en los Conduc- tores	Temperatura permisible y material del aislamiento					
	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplástico y asbesto. Cambray barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambray barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.
10	0.82	0.88	0.90	0.91	0.95	...
15	0.71	0.82	0.85	0.90	0.92	...
50	0.58	0.75	0.81	0.87	0.89	...
55	0.41	0.67	0.74	0.81	0.86	...
60	...	0.58	0.67	0.79	0.83	0.91
70	...	0.55	0.52	0.71	0.76	0.87
75	...	...	0.41	0.66	0.72	0.86
80	...	...	0.30	0.61	0.69	0.81
90	...	...	...	0.50	0.61	0.81
100	...	...	...	...	0.51	0.77
120	...	...	...	...	...	0.69
140	...	...	...	...	...	0.59

TABLA NUMERO 3

CORRIENTE MAXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LINEA AEREA

Basada en temperatura ambiente de 30°C. Para temperatura ambiente mayor aplíquense los factores de corrección dados en la Tabla Número 2.

Véanse las disposiciones de la Fracción 11-4

TEMPERATURA PERMISIBLE Y MATERIAL DEL AISLAMIENTO

CONDUCTOR Calibre A.F.G. o M.C.M.	60°C Hule, Termoplastico o similar.		75°C Hule o similar.		85°C A prueba de intemperie.		95°C Papel, Termoplastico y arbitrio. Cambrey barnizada y arbesto o similar.		110°C Cambrey barnizada y arbesto o similar.		125°C Arbesto impregnado o similar.		200°C Arbesto o similar.	
14	20	20	30	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40	40
22	25	25	40	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50	50
30	40	40	55	55	55	55	55	55	65	65	65	65	65	65
4	55	65	70	70	70	70	70	70	85	85	85	85	85	85
6	60	95	100	100	100	100	100	100	120	120	125	125	125	125
8	105	125	130	130	130	130	130	130	140	140	170	170	170	170
10	120	145	150	150	150	150	150	150	180	180	195	195	195	195
12	140	170	175	175	175	175	175	175	210	210	225	225	225	225
14	165	195	205	205	205	205	205	205	245	245	265	265	265	265
16	195	230	235	235	235	235	235	235	285	285	305	305	305	305
18	215	265	275	275	275	275	275	275	310	310	355	355	355	355
(20)	240	310	320	320	320	320	320	320	385	385	410	410	410	410
(22)	300	360	370	370	370	370	370	370	445	445	475	475	475	475
250	340	405	410	410	410	410	410	410	495	495	530	530	530	530
300	355	445	460	460	460	460	460	460	555	555	590	590	590	590
350	420	505	510	510	510	510	510	510	610	610	655	655	655	655
400	455	545	555	555	555	555	555	555	665	665	710	710	710	710
500	515	620	640	640	640	640	640	640	765	765	815	815	815	815
600	575	690	710	710	710	710	710	710	855	855	910	910	910	910
700	630	755	780	780	780	780	780	780	940	940	1005	1005	1005	1005
750	685	785	810	810	810	810	810	810	980	980	1015	1015	1015	1015
800	690	815	845	845	845	845	845	845	1020	1020	1085	1085	1085	1085
900	730	870	905	905	905	905	905	905	1070	1070	1140	1140	1140	1140
1000	780	935	965	965	965	965	965	965	1165	1165	1240	1240	1240	1240
1250	830	1065	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1500	980	1175	1215	1215	1215	1215	1215	1215	1450	1450	.....	.....	.....	.....
1750	1070	1230	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2000	1155	1285	1405	1405	1405	1405	1405	1405	1715	1715	.....	.....	.....	.....

los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores (Cargas por metro cuadrado).

En los casos siguientes se podrá aplicar a la carga computada el factor de demanda siguiente:

- a) Casas habitación 30% al excedente 2500 watts.
- b) Edificios de oficinas 70% al excedente 20000 watts.
- c) Escuelas 50% al excedente sobre 15000 watts.
- d) Hospitales 40% hasta 50000 watts, y 20% al excedente.
- e) Hoteles 50% hasta 20000 watts y 35% al excedente.
- f) Motores.- La carga se calcula de acuerdo si son motores individuales o conductores que abastezcan a varios motores.
- g) Cuanda haya hilo neutro en el circuito alimentador la carga que se considere para el neutro no debe ser menor que el desequilibrio máximo de la carga.

Circuitos alimentadores con neutro común.- Se puede usar un hilo neutro para dos o más circuitos alimentadores multifilares siempre que estos estén dentro de una misma canalización.

Líneas de servicio.

Medios de desconexión.

Conexiones antes de los medios de desconexión.

Apertura simultanea.

Tipos permitidos.

Indicación de posición.

Accionamiento exterior.

Capacidad de interruptores de servicio.

Voltaje-amperaje.

Protección contra sobre corriente.

- a) Conductores no conectados a tierra. Capacidad según tabla de corrientes.

b) Motores.- Capacidad o ajuste para motor individual o grupo de motores y la capacidad o ajuste de las cargas de motor y alumbrado.

c) Fusibles ó interruptores automáticos.

d) La protección contra sobre corriente puede estar formado por uno ó varios interruptores automáticos ó juegos de fusibles.

Protección contra sobre corriente.

Conductores - corriente permisible

a) Fusibles.- Si la corriente permisible no corresponde a un fusible de capacidad normal, puede usarse el de capacidad inmediata superior si no excede del 150% - no usar fusibles tipo tapón ó de rosca en circuito mayores de 150 volts. a tierra.

La rosca debe estar en el lado de la carga.

b) Interruptores automáticos de disparo no ajustables.- Capacidad nominal de acuerdo a la corriente permisible de los conductores ó al inmediato superior siempre que no pase del 150% de la corriente permisible.

Interruptores automáticos ajustables.- Deben ajustarse para que no operen a más del 150% y debe tomarse en cuenta el ajuste por temperatura,

Motores y controladores.

Las disposiciones contenidas en las normas técnicas para instalaciones eléctricas comprenden algunas disposiciones misceláneas -- para motores y controladores.

Sobre calentamiento por acumulación de polvo.

Identificación de los motores.

Identificación de los controladores.

Cuando un controlador está construido como parte integrante de un motor generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, ya que los datos necesarios deben aparecer en la placa - del motor.

Identificación de terminales (Motores y controladores).

Espacio para conexiones en cubierta.

Cubiertas.

Ubicación de motores (Mantenimiento).

Calibre de conductores para circuitos de motores. Conductores capaces de conducir la corriente del motor, sin sobre-calentamiento y bajo condiciones que se especifiquen. para caída de voltaje en el circuito.

Motores individuales.

La corriente permisible en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante no será menor del 125% de la corriente nominal a carga plena del motor.

Cuando la carga sea variable, el calibre de los conductores podrá fijarse considerando una corriente menor que el 125% nominal a carga plena del motor según el régimen del trabajo que se trate, pero no menor del 85% especialmente cuando el motor arranca con frecuencia es necesario instalar más gruesos.

Secundario del motor con rotor devanado. Los conductores que conecten el secundario de un motor para corriente alterna con rotor devanado, a su controlador deben ser de calibre para una corriente no menor del 125% de la corriente secundaria del motor, a carga plena, si es para régimen de trabajo continuo.

Conductores que abastecen a varios motores.

Los conductores que alimentan a 2 ó más motores deberán ser de calibre suficiente para una corriente no menor que el 125% de la corriente a carga plena del motor de mayor potencia, más la suma de las corrientes a carga plena de los demás motores de grupo. Cuando los motores no funcionen simultáneamente a carga plena, se aplicará el factor de demanda que corresponda al régimen de operación.

Carga Mixta.

Los conductores alimentadores que abastezcan carga de motor y también de alumbrado y/o aparatos de acuerdo con el artículo 6, deberán ser de calibre suficiente para la carga total del alumbrado y/o de aparatos más la corriente que corresponda a la carga de motores.

Protección contra sobrecorriente de motores.

Se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger motores, aparatos de control de motores y conductores de circuitos derivados que los abastezcan contra el calentamiento excesivo debido a sobre-carga de los motores.

Motores para servicio continuo.

Cada motor deberá protegerse contra sobrecarga de la manera siguiente:

- a) De más del caballo de potencia.- La protección deberá asegurarse haciendo uso de uno de los medios siguientes.

- Un dispositivo de sobre corriente separado, que actúe por efecto de la corriente del motor.- La capacidad ó ajuste de este dispositivo no deberá ser mayor del 140% nominal a carga plena.
- Un dispositivo protector incluido en el motor que actúe por efecto de la corriente ó de la corriente y la temperatura.

b) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado manualmente.

Cada motor que se arranque manualm ente podrá considerarse protegido contrasobrecorriente que proteje a los conductores del circuito derivado.

c) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado automáticamente. Deberá protegerse contra sobre corriente en la misma forma que los motores de más de 1 caballo de potencia, como se indica en a).

d) Secundarios de motor con rotor devanado.

Los circuitos secundarios de motor de corriente alterna con rotor devanado, incluyendo conductores, controladores, resistencias, etc. se consideran protegidos contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecarga del circuito primario del motor.

Servicio intermitente.- Un motor que lleve carga intermitente ó variable se considera protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado, si este se protege a no más de 400% de la corriente nominal a plena carga del motor.

Periodo de arranque.

Si es arrancado manualmente, la protección contra sobre carga puede excluirse del circuito durante el periodo de arranque siempre que el dispositivo que lo excluya no pueda dejarse en la posición de arranque. el motor podrá considerarse protegido contra sobrecorriente durante el arranque, si se coloca en el circuito fusibles ó interruptores automáticos de acción retardada, con capacidad ó ajuste no mayor de 400%. La protección contra sobrecarga del motor no deberá suprimirse durante el periodo de arranque si el motor se arranca automáticamente.

Fusibles.

Si se usan fusibles para la protección de sobrecarga del motor deberá intercalarse en cada conductor no conectado a tierra.

Dispositivos que no sean fusibles. La tabla siguiente señala el número mínimo de unidades de sobrecorriente, tales como bobinas de disparo, relevadores ó elementos térmicos que se permiten y su colocación.

CLASE DE MOTOR	SISTEMAS DE ABASTECIM.	NUM. Y COLOCACION DE LAS UNIDADES - DE SOBRECORRIENTE
Monofásico ó de C.D.	Bifilar y monofásico ó de C.D. no conectado a tierra.	Uno, en cualquier conductor.
Monofásico ó de C.D.	Bifilar, monofásico ó de C.D. un conductor conectado a tierra.	Uno, en el conductor no conectado a tierra.
Monofásico ó de C.D.	Trifilar, monofásico ó de C.D., neutro conectado a tierra.	Uno, en cualquiera de los dos conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico no conectado a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - un conductor conectado a tierra.	Dos, en los conductores no conectados a tierra.
Trifásico	Trifilar, trifásico, - neutro conectado a - - tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera.
Trifásico	Tetrafililar, trifásico, neutro conectado ó no a tierra.	Dos, en dos conductores cualesquiera, excepto - el neutro.

Numero de conductores desconectados por dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles ó interruptores térmicos no polares, deberán desconectar simultaneamente -- todos los conductores no conectados a tierra.

Arrancador de motor como protección contra sobre carga.

Un arrancador de motor también puede servir como dispositivo de protección contra sobrecarga, si el número de unidades de sobrecorriente concuerda con lo indicado en la tabla anterior.

Protección contra corto circuito. El dispositivo que se use para proteger a un motor contra sobre carga, tal como un interruptor-ó relevador térmico, no está construido para interrumpir un corto circuito, deberá protegerse instalando, además, fusibles ó un interruptor automático con capacidad ó ajuste de no más de 400% la corriente nominal a plena carga del motor, a menos que el dispositivo de que se trate esté construido y aprobado para protegerse por fusibles ó interruptor automático de mayor capacidad.

Motores en circuitos con lamparas ó contactos. Cumplir con lo referente a circuitos derivados ó varios motores, motores servicio continuo y protección con corto circuito.

Protección contra sobrecorriente de circuitos derivados para motores. Capacidad ó ajuste para motor individual. El dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque, pero su ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor, exceptuando los motores de cuatro amperes de corriente de plena carga, que se consideran protegidos por un dispositivo de protección contra sobrecorriente del circuito derivado de 15 amps.

Varios motor con un circuito derivado. Dos ó más motores pueden conectarse al mismo circuito derivado, bajo las condiciones siguientes:

- a) En un circuito derivado de menos de 600 volts, entre conductores, protegido a no más de 20 amps. , se puede conectar varios motores de no más de 1 caballo de potencia y de corriente nominal a carga plena, que no exceda de 6 amps. La protección individual contra sobre carga no es necesaria para dichos motores a menos que su arranque sea automático.
- b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con protección contra sobre carga, pueden conectarse a un circuito derivado, siempre que se cumpla con todas las condiciones siguientes:
 - I.- El circuito derivado debe estar protegido por fusibles que tengan una capacidad que no exceda de la especificada para el motor más grande conectado al circuito derivado, más las corrientes nominales a carga plena, de todos los demás motores conectados al circuito.

- II.- Cada dispositivo de sobre carga y cada controlador de motor necesita ser apropiado para instalarse con la protección contra sobre corriente del circuito derivado.
- III.- Los conductores de cualquier derivación que abastezcan a un solo motor, no necesitan tener protección individual, siempre que cumplan con cualquiera de los requisitos siguientes: (1) que la corriente permisible de los conectores que vayan al motor no menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) que la longitud de los conductores de la derivación no excedan de 10 mts., y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

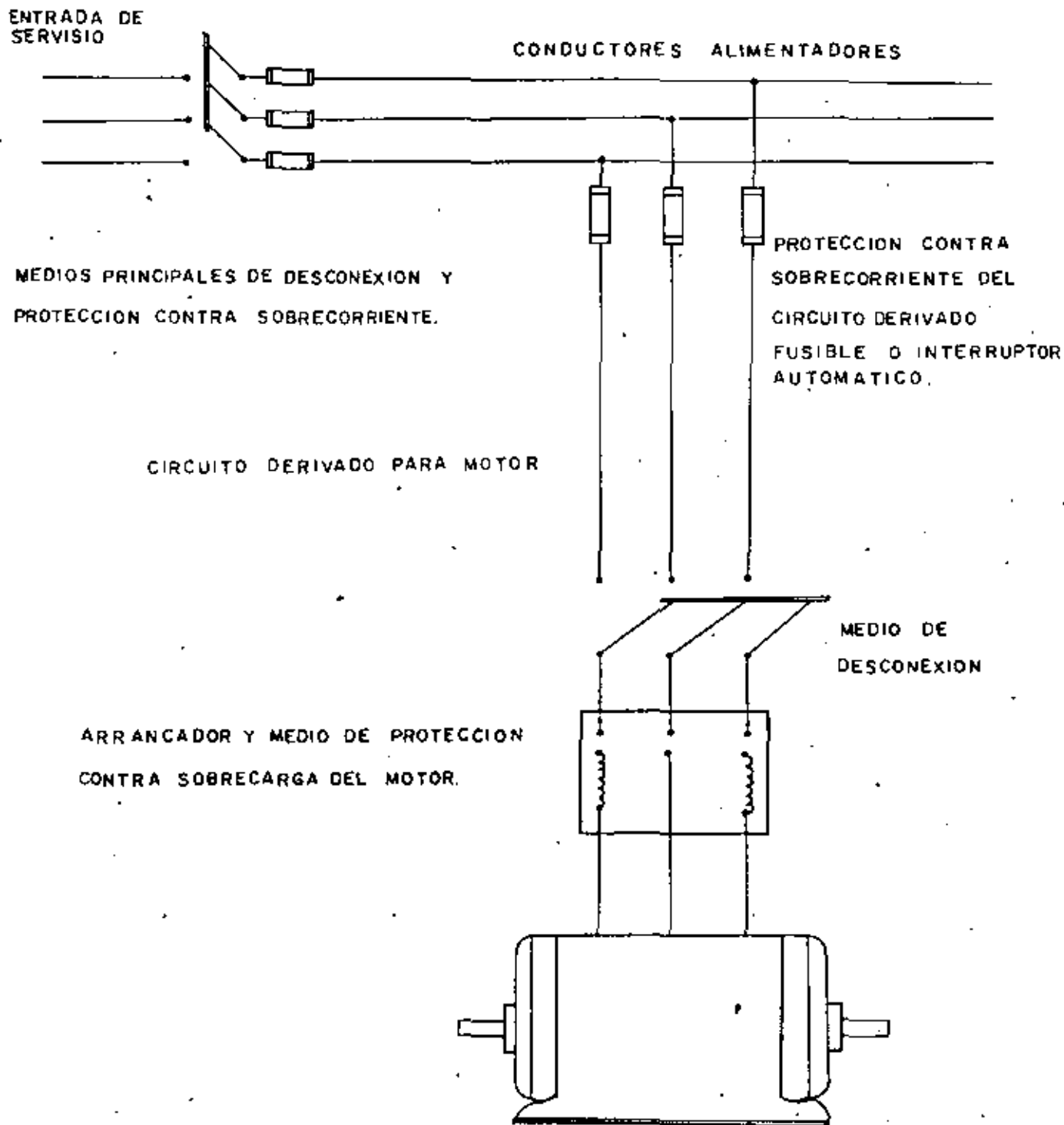


DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR.

PROTECCION DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

Energía eléctrica aprovechable.- Los equipos que usan energía eléctrica pueden tener características muy variadas que requieren condiciones de suministro definidas, tales como tensión, frecuencia, número de fases, corriente alterna ó corriente directa, regulación de tensión etc. etc.

Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria la demanda máxima de la planta; por tanto debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

Energía donde se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también cable y conduit para distribuir la energía eléctrica a los puntos de consumo. Debe considerarse la adaptabilidad necesaria en estos componentes para tomar cargas futuras y para permitir cambios en la localización de dichas cargas.

Energía cuando se requiere.-

Se usan ductos ó barras aisladas, así como también de seguridad, así como contactores, también magnéticos, como las "válvulas" del sistema de distribución, para alimentar ó interrumpir la energía.

Protección para el personal de operación y mantenimiento.-

Es muy importante tomar en cuenta, al proyectar un sistema de distribución, la protección adecuada contra errores de operación, así como defensas que eviten el contacto accidental del personal con conductores y partes vivas de los elementos del sistema.

Protección automática a los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobre cargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse

III.- PROPORCIONAR ENERGIA DONDE SE REQUIERE

Se usan ductos y cables en conduit para llevar la energía eléctrica a los aparatos que la usan. Los ductos se usan, principalmente, en sistemas de baja tensión, y el cable se emplea ampliamente en todos los niveles de tensión usados en sistemas de distribución.

Las Cías. suministradoras transmiten la energía eléctrica desde puntos distantes en alta tensión entre los dos extremos de la línea. Los clientes industriales pueden reducir a menudo la caída de tensión ventajosamente en una manera similar, dividiendo la planta ó el edificio en "area de carga" y distribuyendo la energía a cada una de dichas areas.

Como ya se ha dicho, las necesidades futuras deben preverse cuando se proyecta un sistema de distribución. En la misma forma, los cambios probables en la localización de las cargas debidos a modificaciones de los procesos de manufactura, así como a nuevas máquinas que representan cargas adicionales, - deberán ser previstos. Una manera conveniente de proporcionar la flexibilidad necesaria en un sistema de modo que satisfaga los cambios en forma económica.

2.- MEDIO DE CONTROL.

- A) Dispositivos de control para alumbrado.
- B) Circuitos alimentadores.

PROPORCIONAR ENERGIA CUANDO SE REQUIERE.

La "válvula" del sistema eléctrico de distribución es el interruptor ó el contactor. Con objeto de suministrar la energía eléctrica cuando se necesita, estos dispositivos deben llevar las siguientes funciones:

- A) Conducir la corriente normal del circuito sin sobrecalentarse.
- B) Desconectar sin peligro el circuito bajo condiciones normales ó anormales a voluntad del operario.

CONDUCCION DE LA CORRIENTE.-

La capacidad normal de un dispositivo de conducir la corriente del circuito esta determinada, principalmente, por el limite de temperatura de operación permitida para dicho dispositivo. Los aparatos para protección de circuitos son también conductores y, por tanto, actúan como tales; la corriente que fluye por ellos eleva su temperatura. Puesto que los cambios instantaneos de la intensidad de la corriente que circula por los dispositivos no producen a su vez cambios instantáneos en la temperatura de los mismos, los aparatos de protección de circuitos pueden manejar sobrecargas momentaneas. Es por esta razón por lo que estos aparatos pueden satisfacer las condiciones de sobrecarga que exceden su capacidad de trabajo continuo las cuales se presentan debido al arranque de los motores, características de los ciclos de operación de los motores y a la corriente inicial de lámparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentaneos de corriente, debidos a las causas anteriores, se consideran normales y el dispositivo de protección del circuito debe tener la capacidad suficiente para manejarlos.

INTERRUPCION DE LA CORRIENTE.-

Básicamente, en todos los circuitos eléctricos, la corriente no deja de fluir en el instante en que el interruptor se abre. La inductancia del circuito obliga a la corriente a continuar circulando a través del claro formado por los-

contactos del interruptor en la forma de un arco eléctrico, - Conforme los contactos del interruptor se abren, el arco se - hace mas largo y, finalmente, se extingue debido a que la ten sión es insuficiente para sostenerlo.

El interruptor básico de navajas se abre y se cierra a - una velocidad que depende de la rapidez con que lo accione el operario. A pesar de que a este tipo de interruptor se le cla sifica con una capacidad de conducción continua de corrientes este no tiene clasificación ó especificación de corriente al cerrar ó al abrir las cuchillas. Los dispositivos que pueden - abrir y cerrar con carga, se diseñan generalmente de modo que sus contactos abran ó cierran a una velocidad que es indepen diente de los movimientos del operario. Para lograr este efec to, los mecanismos de dichos dispositivos se llaman "contacto rápido, apertura rápida ó mecanismos de "energía acumulada". La acción del mecanismo se lleva a cabo acumulando energía en un resorte, la cuál es entonces liberada cuando se requiere - para abrir ó cerrar los contactos rápidamente.

El contactor para arrancadores magnéticos debe ser capaz de llevar a cabo su operación en forma rápida, confiable y -- repetidamente. Muy a menudo, debe abrir y cerrar sus contac tos bajo carga eléctrica muchos miles de veces durante su - - vida útil. Este tipo de contactor debe soportar interrupcio nes de corriente que sean hasta seis veces la corriente nor mal de trabajo que es lo que ocurre cuando el motor que con trola se sobrecarga ó se atora.

En el caso de interruptor de "contacto rápido" y apertu ra rápida, la velocidad de cierre y de apertura de los conta ctos del arrancador magnético son también independientes del - operario. En los arrancadores magnéticos, el cierre rápido se obtiene por medio de un conjunto electromagnético y en los - arrancadores manuales por un mecanismo de resorte, semejante al que se usa en un apagador ordinario. La operación rápida - en estos arrancadores manuales se obtiene liberando la ener gía de un resorte ó por la acción de dicho mecanismo usado en los apagadores.

El interruptor termomagnético ó el interruptor de cuchillas que se usan en un arrancador combinado no es normalmente accionado por el operario para cerrar ó abrir el circuito del motor que controla. En este caso los dispositivos mencionados se usan para desconectar el circuito de carga cuando se va a hacer una reparación al equipo, dando así protección al electricista. Asimismo su función es proporcionar, además, la protección al circuito contra cortos circuitos. Sin embargo, el interruptor termomagnético ó de cuchillas puede ser cerrado por algún descuido bajo condiciones de corto circuito y rápidamente abrirlo antes de que el fusible haya tenido tiempo de fundirse. También puede ocurrir que el dispositivo sea abierto bajo condiciones, tales como circuito de alumbrado, es normal que los interruptores abran y cierren con carga, por lo que en dichas aplicaciones existe también la posibilidad de que el interruptor se cierre ó se abra bajo condiciones de sobrecarga ó corto circuito. En todos estos casos, el interruptor termomagnético ó de cuchillas debe ser capaz de operar satisfactoriamente y con seguridad, sin riesgo alguno de daños al equipo ó a los operarios. Los dispositivos de protección de circuitos que han sido satisfactoriamente probados y que pueden satisfacer las condiciones de trabajo arriba indicadas, son los siguientes:

- Interruptores termomagnéticos en caja moldeada,
- Combinaciones de interruptores termomagnéticos y fusibles.
- Limitadores de corriente.
- Interruptores de cuchillas combinados con fusibles.

PROPORCIONAR PROTECCION PARA EL PERSONAL DE OPERACION
Y MANTENIMIENTO.-

La satisfacción de los cuatro fundamentos de la seguridad en las aplicaciones de equipo eléctrico reducirán grandemente el número de accidentes que resultan en quemaduras y electrocuciones.

Dichos fundamentos son los siguientes:

- A) El uso de equipo de interrupción con capacidad adecuada para interrumpir el suministro de energía a todos los circuitos bajo cualquier condición normal ó de emergencia que pudiera presentarse. Algunos dispositivos de interrupción, tales como interruptores de dos vías, de transferencia, etc., pueden ser usados, aunque no tienen capacidad interruptiva; siempre y cuando sean dotados de un enclavamiento ó entrelazado adecuado que no permita la apertura de estos dispositivos bajo carga.
- B) Ponganse todas las partes dentro de un gabinete metálico, el cuál debe estar conectado a tierra.
- C) Ponganse a tierra todas las corazas de las máquinas y aparatos eléctricos.
- D) No se haga ningún trabajo en equipo eléctrico que este energizado, cualquiera que sea la tensión.

Los primeros dos fundamentos de seguridad se satisfacen automáticamente cuando se especifica el equipo adecuado y se instala nuevo. Para satisfacer la tercera norma, se requiere poner en práctica los procedimientos adecuados de instalación. Y, para satisfacer la cuarta regla, basta con definir y poner en práctica reglas y procedimientos de mantenimiento adecuados.

PROPORCIONAR PROTECCION AUTOMATICA A LOS CIRCUITOS
AL OCURRIR CONDICIONES ANORMALES DE FUNCIONAMIENTO

Las dos condiciones anormales más comunes son:

- A) Sobrecarga
- B) Corto circuito

Una sobrecarga ocurre cuando el equipo toma demasiada corriente durante un periodo de tiempo demasiado largo. Esta condición puede ser ocasionada por la operación defectuosa del equipo (tal como un motor con su rotor bloqueado), ó por la operación simultánea de un número anormal de aparatos eléctricos en un sistema de distribución.

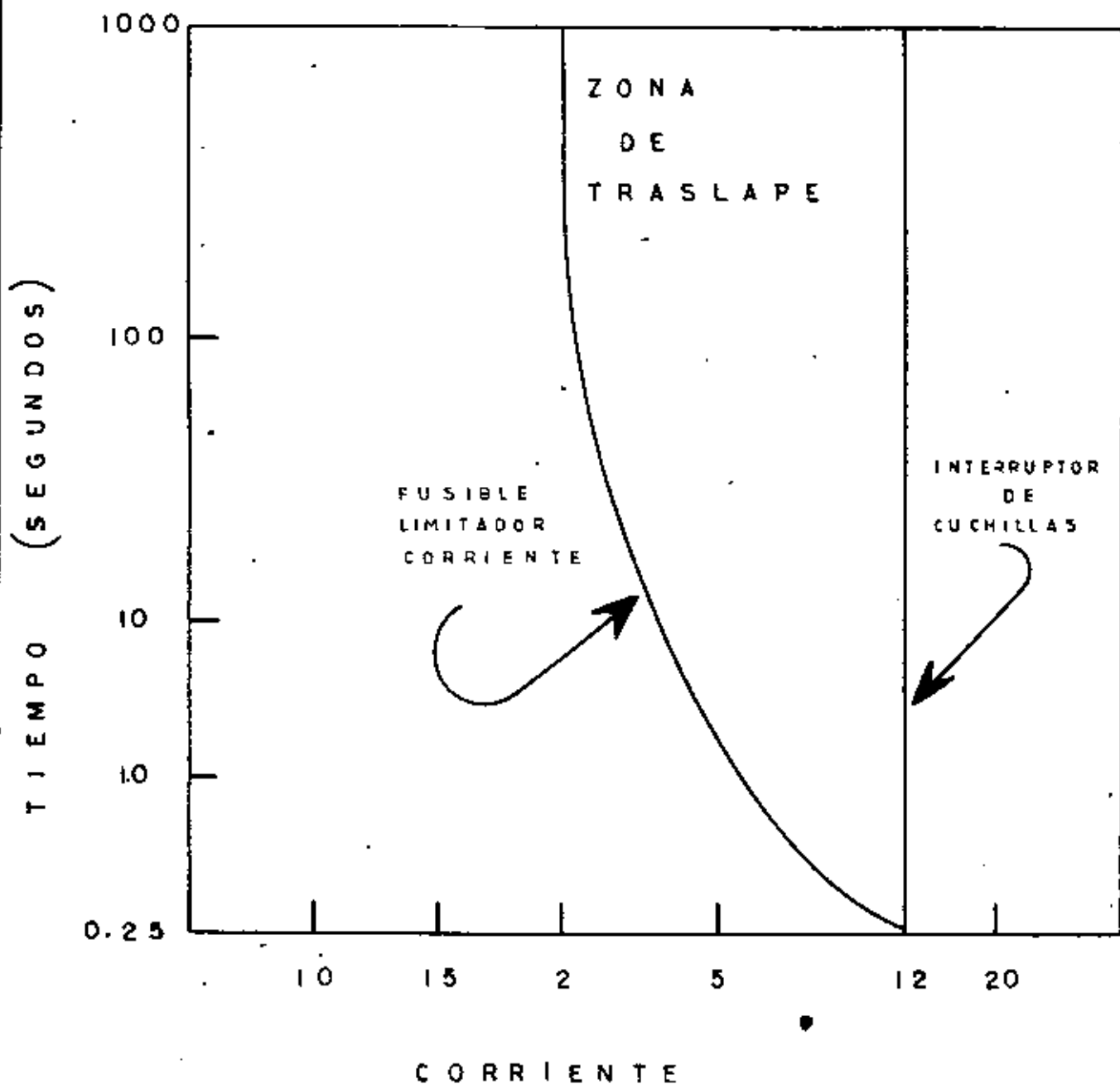
Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra. Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario. Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente contra condiciones anormales a los circuitos que alimentan. Puesto que los interruptores de cuchilla son operados exclusivamente por el personal, es natural que no abran automáticamente bajo condiciones anormales del circuito. Por consiguiente, normalmente se usan fusibles -- conjuntamente con este tipo de interruptores, los cuales proporcionan la protección automática requerida.

El interruptor ó los fusibles, cuyas capacidades son insuficientes, pueden ser precisamente la causa de consecuencias que pueden ser más serias que la falla eléctrica, tales como un incendio, destrucción del equipo ó lesiones al personal. Por tanto, en tratándose de dispositivos de protección de circuitos, es esencial seleccionarlos con características adecuadas. El dispositivo de protección de circuitos, cuyas características no satisfacen los requerimientos del circuito, puede ser comparado con los frenos defectuosos de un automóvil. Pueden ser capaces de funcionar correctamente en paradas normales, pero en caso de una emergencia verdadera, la destrucción y el daño que pueden causar son enormes.

La cantidad de energía involucrada cuando un dispositivo de protección de circuitos no es capaz de interrumpir la corriente de corto circuito ó de sobrecarga puede ser tan grande que haga estallar en pedazos al dispositivo mismo dando lugar a un desastre.

En un interruptor termomagnético, electromagnético, ó sumergido en aceite, los contactos que abren y cierran la corriente normal son los mismos que interrumpen las sobrecargas y las corrientes de corto circuito. En la combinación de un interruptor de seguridad de cuchillas y de fusibles, el interruptor se usa de ordinario para las operaciones normales y los fusibles se encargan exclusivamente de la protección automática. Sin embargo, el interruptor puede estar sujeto a sobrecargas considerables. Considerese, por ejemplo, que ocurre un corto circuito en un ramal cuyo alimentador está abierto. Al cerrar el interruptor del alimentador, el operario se da cuenta de la falla y abre el interruptor antes de que el fusible se funda. El operario debió permitir al fusible liberar la falla usando su buen juicio, sin embargo en tal emergencia el personal puede actuar instintivamente en forma incorrecta. Puede ser también que el operario no esté enterado sobre que hacer en esa emergencia. En los interruptores con mecanismos de "energía acumulada" ó de "acción rápida", el tiempo mínimo de reacción del operario que transcurre para cerrar y abrir el interruptor es de aproximadamente un cuarto de segundo. Durante este lapso de tiempo, algunos fusibles pueden dejar pasar hasta quince veces su capacidad de corriente antes de que su elemento llegue a la temperatura de fusión. En este caso, las cuchillas del interruptor más bien que los fusibles, han interrumpido el corto circuito.

Cuando un interruptor de cuchillas tiene esta capacidad, se conoce con el nombre de interruptor desconectador. Un interruptor desconectador combinado con fusibles es un equipo que está debidamente coordinado.



(NUM. DE VECES LA CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR)
CAP. INT. MAX. 200000 AMPS. RMS/SIM

FIG - Nº 1

Como se ilustra en la Fig. 1, la capacidad interruptiva de las cuchillas del interruptor excede el valor máximo de la corriente que debe interrumpir, puesto que el fusible limitador operará con corrientes por abajo de dicha capacidad.

Debido a que las diferentes clases y marcas de fusibles tienen características diferentes, deben usarse únicamente equipos combinados que hayan sido debidamente aprobados por sus fabricantes. Un interruptor combinado que no está debidamente coordinado puede estallar al ser operado en tal emergencia, cuando el operario está parado precisamente enfrente de él.

En otros casos se usan interruptores termomagnéticos combinados en forma combinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe corto circuitos de pequeña cuantía mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortocircuitos según se muestra en la figura 2.

Los interruptores automáticos, así como los fusibles deben ser adecuadamente seleccionados para que puedan interrumpir con seguridad las sobrecargas y los corto circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados.

a) Capacidad continua de corriente. Está determinada por la carga normal máxima.

b) Capacidad interruptiva. Está determinada por la capacidad de corto circuito disponible en el punto del sistema en que se instala el interruptor.

La capacidad interruptiva (Capacidad de corto circuito) que debe tener el dispositivo protector está determinada por el sistema de distribución y no por la carga. Un tubo de agua que se ha roto es semejante a un corto circuito (Fig. 3). El gasto del agua que escapa es una función de la capacidad del depósito, de la presión del agua, y del diámetro y la longitud del tubo que llega a la rotura. es un sistema eléctrico de

VALOR DEL FUSIBLE

1000
100
10
1
0.1
0.01

TIEMPO EN SEGUNDOS

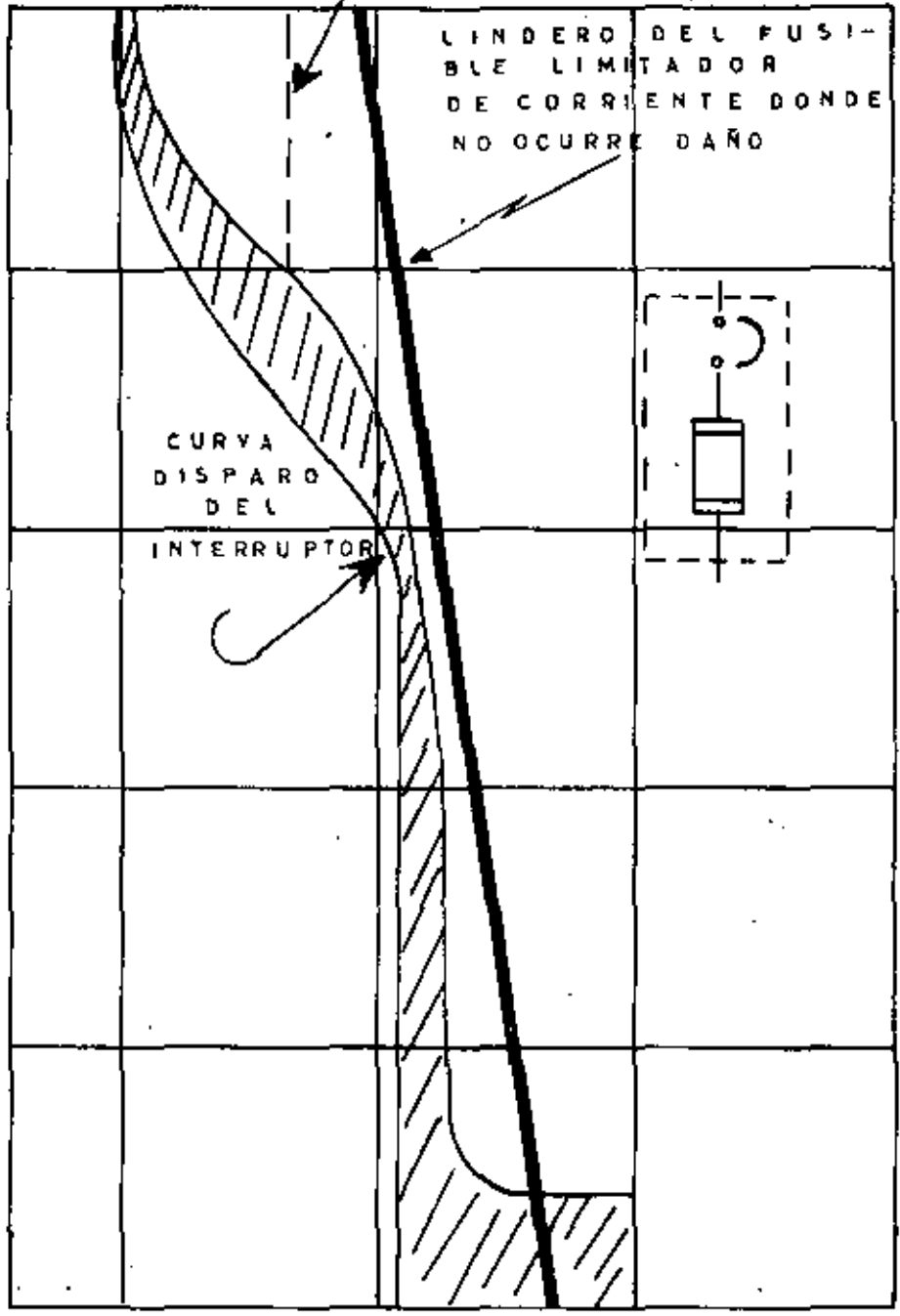
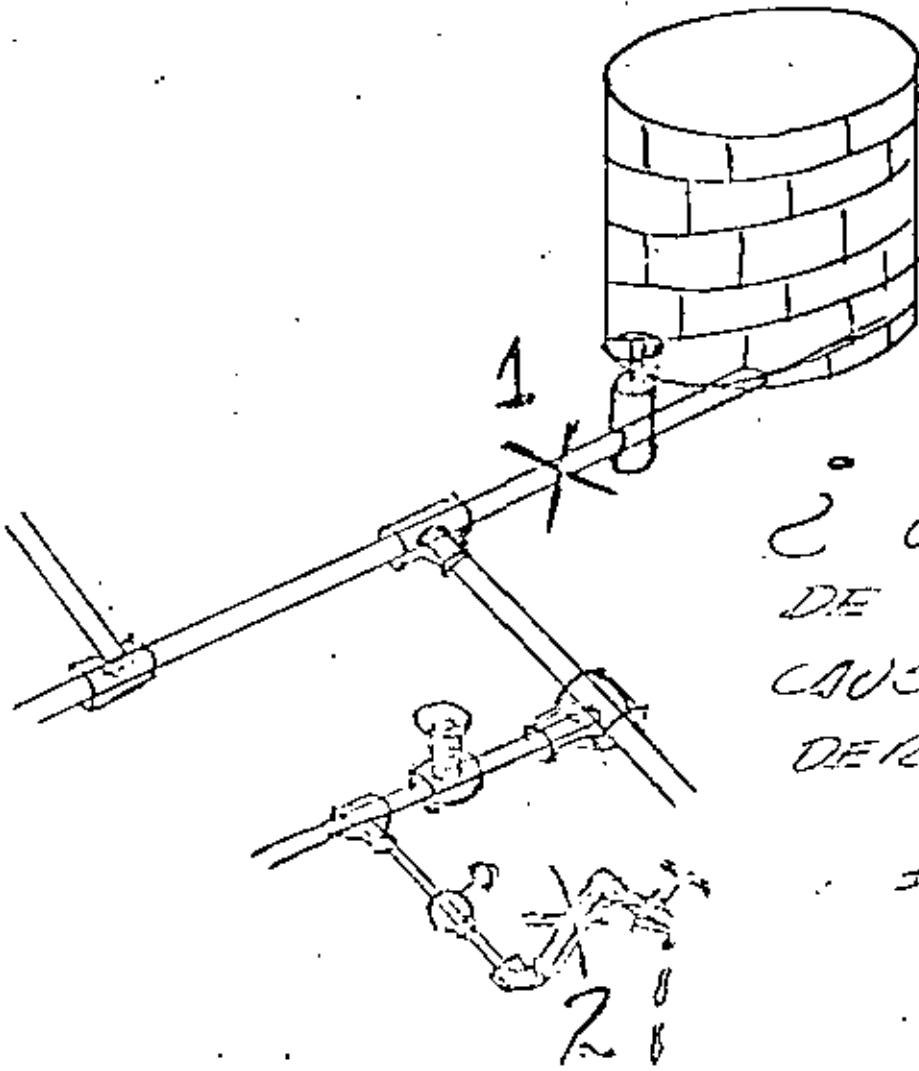
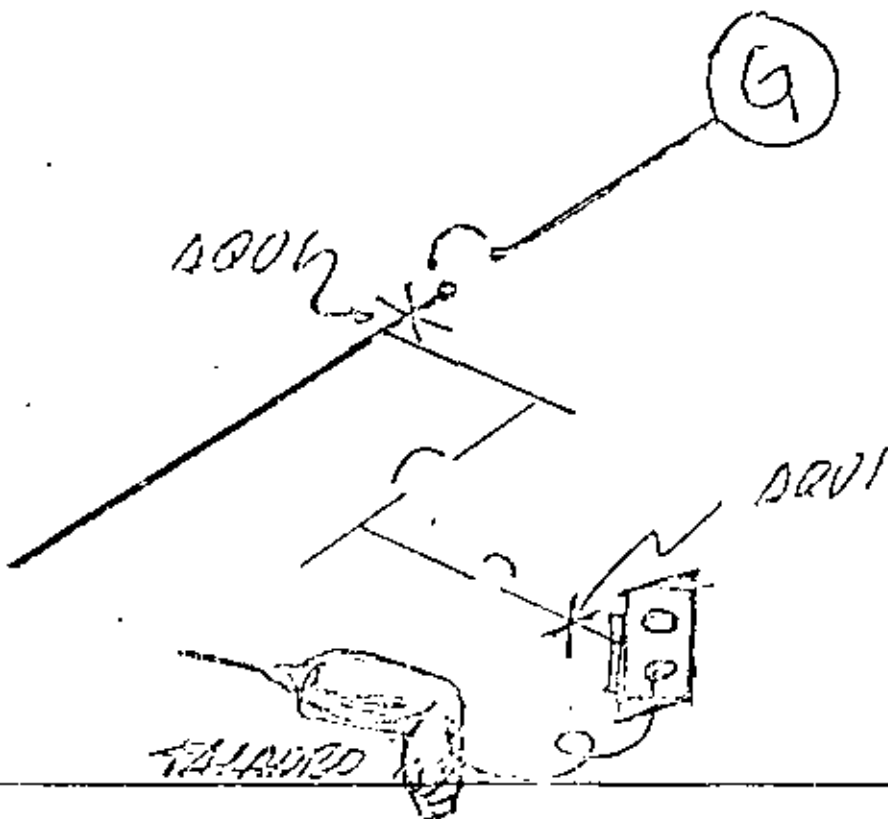


FIG N° 2



¿ CUAL ROTURA
 DE LA TUBERIA
 CAUSARA EL MAYOR
 DERRAME DE AGUA?
 EN "1" O "2"



F16. N° 3

Distribución la magnitud posible de la corriente de corto circuito está determinada por la capacidad del sistema de distribución, de la tensión eléctrica (PRESION), del tamaño de los equipos (Tales como ductos, cables, transformador) y la longitud física de los ductos y los cables (Largo de la tubería) hasta el punto del corto circuito. por lo tanto en los sistemas eléctricos la capacidad interruptiva requerida se determina por la corriente de corto circuito disponible en el lugar en que se encuentra escalado el dispositivo de protección del circuito.

Como un ejemplo sencillo considerese la fig. 4. Las cifras que se muestran en dicha figura han sido seleccionadas para facilitar el cálculo, más bien que como ejemplos de características reales en sistemas de distribución.

La impedancia que limita el flujo de la corriente de carga normal es principalmente la impedancia aparente del motor cuyo valor es de 20 OHMS. Al ocurrir un corto circuito en el punto "F", la única impedancia que limita el flujo de la corriente de corto circuito es la impedancia del transformador de 0.1 OHMS comparada con 20 OHMS del motor. por consiguiente la corriente de corto circuito es:

$20/01. = 200$ veces la corriente normal = a mil amps.

a menos de que el interruptor "A" sea capaz de interrumpir 1000 amps; la corriente de corto circuito continuará circulando causando grandes perjuicios.

DONDE SE ORIGINAN LAS CORRIENTES DE CORTOS CIRCUITOS .

Cuando se calcula el corto circuito disponible, es de extrema importancia que todas las fuentes que contribuyen al corto circuito se tomen en cuenta y que así mismo las reactancias de estas fuentes sean determinadas.

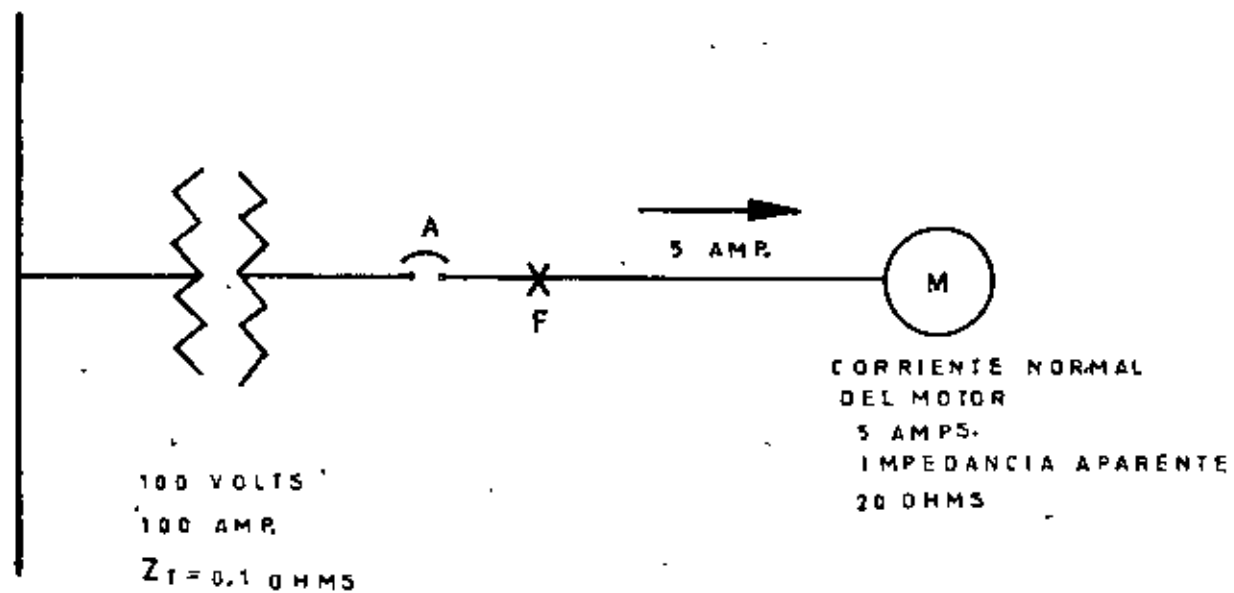
Hay tres fuentes básicas que contribuyen a la corriente total de corto circuito:

- 1.- Generadores.
- 2.- Motores sincrónicos, condensadores sincrónicos y convertidores sincrónicos.
- 3.- Motores de inducción.

PROTECCION DE SOBRECARGAS.

Como ya se mencionó anteriormente en la mayoría de los casos, la principal función protectora de un dispositivo protector de circuito es precisamente la proveer protección adecuada a los elementos del mismo. El interruptor termomagnético de un arrancador magnético para motores, por ejemplo, se provee principalmente para dar protección de corto circuito. Sin embargo, se incluye comunmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobre cargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobre carga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetalico.

Cuando el motor sufre una sobre carga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cual, al circular por los relevadores de sobre carga, calentar el elemento bimetalico despues de cierto tiempo, a la temperatura que hace que este abra los contactos del relevador, deteniendo en esta forma el funcionamiento del motor. con objeto de que la protección contra sobre carga del motor sea efectiva, esto debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. Es un sistema de distribución, los motores, los arrancadores y los cables se seleccionan con capacidad suficiente para manejar las corrientes de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo normales, sin sobrecalentarse. La corriente normal de trabajo no está alimentada al valor máximo continuo del motor o de cualquier otra carga, sino que incluye ciertos incrementos en exceso de la corriente normal, tales como los que ocurren durante el arranque del motor. Puesto que los motores toman aproximadamente seis veces su corriente normal durante el arranque, pueden sobrecalentarse y dañarse si por alguna razón no pueden arrancar, o aún si su periodo de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. así mismo, los elementos del circuito que alimentan el motor se sobrecalientan, lo cual puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a corto circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.



LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO $\frac{20}{0.1} = 200$ VECES LA CORRIENTE NORMAL $200 \times 5 = 1000$ A.C.C.

$$\frac{E}{Z_T} = \frac{100}{0.1} = 1000 \text{ AMPS.}$$

SI EL INTERRUPTOR "A" ES CAPAZ DE INTERRUMPIR 1000 AMPS. CORTARÁ EL CIRCUITO Y NO CAUSARÁ DAÑOS

FIG. No 4

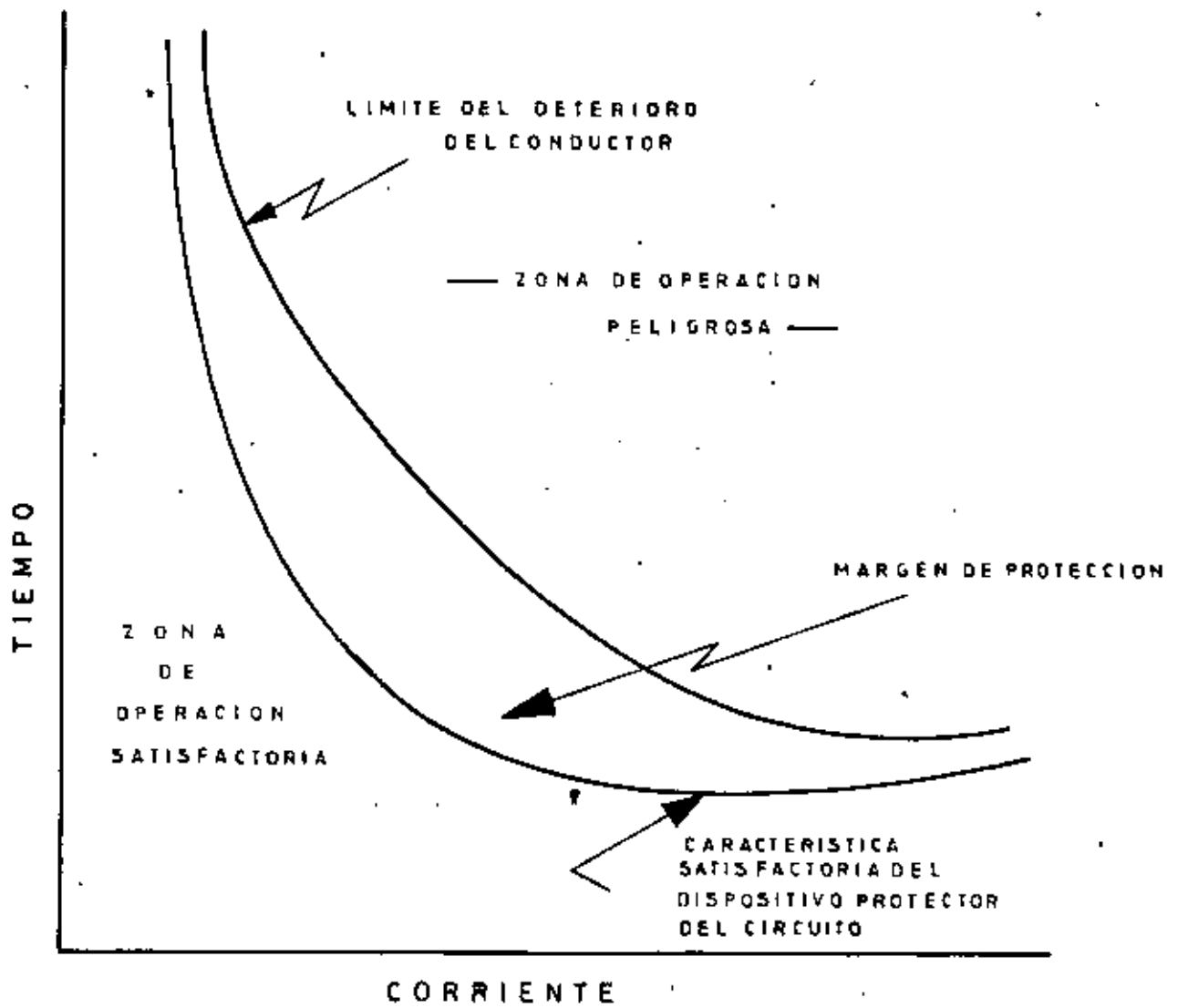


FIG. No 5

Cuando un circuito alimenta varias cargas, este puede sobrecalentarse si todas ellas experimentan su demanda máxima al mismo tiempo. Esta condición es semejante a la que se presentaría si se conectaran demasiados aparatos domésticos simultáneamente, a los enchufes de una casa. Los circuitos no se calculan normalmente con capacidad suficiente para manejar todas las condiciones extraordinarias de carga, tales como las que se han mencionado debido al costo adicional que tendrían. Por consiguiente el circuito debe estar protegido contra la posibilidad de que dicha contingencia se presente y, como resultado la característica de disparo por sobrecorriente. Esta característica debe caer al lado izquierdo de la curva de operación segura de los conductores del circuito como se muestra en la figura 5, de modo que el circuito se desconecte precisamente antes de que sus conductores se sobrecalienten. Una función muy conveniente que debe darse al proteger un circuito es la de proveer "Una segunda línea de defensas"; lo cual deberá operar en caso de que la protección primaria no funcione, o en el caso de que la corriente exceda la capacidad de la protección primaria. Un interruptor que se combina con un arrancador magnético, proporciona esta función de protección secundaria. Por ejemplo, su característica de tiempo de disparo ó de función se selecciona de modo que interrumpa la sobre corriente del motor solamente en caso de que el relevador térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protección es la de que este no dispare innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios pueden ser causado por lo que se ha usado un dispositivo protector de circuitos cuya capacidad continua de corriente no es adecuada para conducir la corriente a plena carga del circuito en temperaturas ambientes más elevadas que la temperatura ambiente de calibración original. También puede presentarse esta condición como resultado de la falta de coordinación de las características de disparo ó de función de los dispositivos protectores usados.

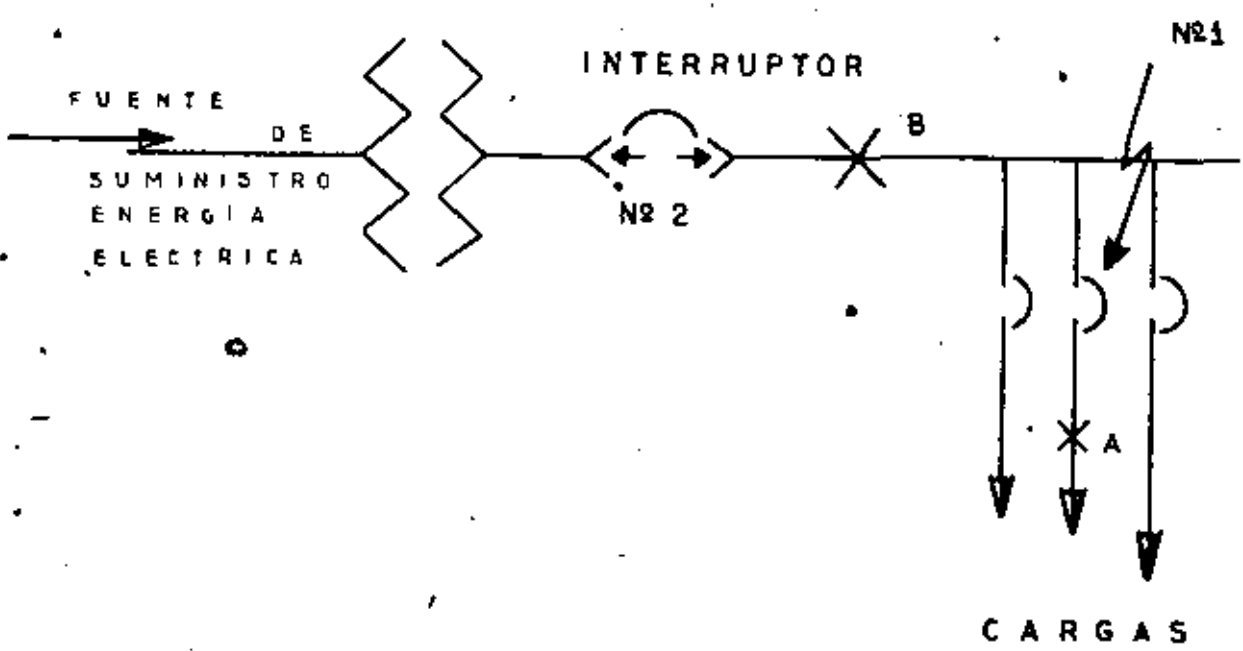


DIAGRAMA UNIFILAR DE UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS DERIVADOS

En este último caso, tomese como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la figura 6. El interruptor número uno se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla del "A". Por consiguiente el interruptor número dos debe tener una característica tal que no habra al ocurrir dicha falla en "A" excepto si es necesario que opere como protección de respaldo, de modo que la energía continuará siendo alimentada a los circuitos que no tienen falla. Pero una falla en "B", el interruptor número 2 debe interrumpirla.

Cuando este interruptor habre como se explica en este ejemplo, se dice que es "Selectivo" y por consiguiente, que está formulado con el interruptor número uno.

La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION.-

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comunmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales a simple vista, pued solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de los componentes que forman el sistema de distribución.

Ocultos en las paredes, bajo el piso y en los techos se encuentran los cables y los ductos que conducen la energía eléctrica a las diferentes partes del sistema. Los gabinetes metálicos de las instalaciones modernas dificultan en cierto grado la identificación de los varios dispositivos que se encuentran instalados dentro de los mismos. Es por lo tanto necesario para el ingeniero el contar con algun esquema o cuadro que muestre el arreglo del circuito, el número de fuentes de energía, el tipo y tamaño de los alimentadores, la capacidad de los motores, los niveles de tensión eléctrica y otros muchos datos que describen con toda precisión a los sistemas eléctricos. Dicho "cuadro" da las respuestas a preguntas tales como, ¿ Que equipos será desenergizado cuando este interruptor se habre? ó así mismo ¿ puede alimentarse este motor desde otra fuente de energía?.

El "cuadro" ó esquema que permite al ingeniero entender el sistema de distribución se conoce con el nombre de diagrama unifilar. se le llama "unifilar" debido a que en el todos los conductores de cada circuito se representan con una sola línea, independientemente de que se trate de un sistema monofásico ó de uno trifásico. Se usan diferentes símbolos en los diagramas unilaterales, los cuales identifican en forma específica a los equipos eléctricos del sistema.

La línea que llega desde la fuente de energía termina en una mufa de donde pasa a un transformador a travez de un interruptor desconectador. del secundario del transformador, un interruptor deslizante alimenta a cuatro interruptores en aire tambien deslizantes, uno de los cuales es de reserva.

De la izquierda a la derecha el primer alimentador suministra energía a un centro de control para motores, en el cual se encuentran agrupados varios arrancadores magnéticos combinados. El segundo alimentador está conectado a dos tableros de alumbrado por medio de un ducto uno de dichos tableros, por medio de un interruptor fusible y, el otro, a traves de un interruptor fusible y un transformador.

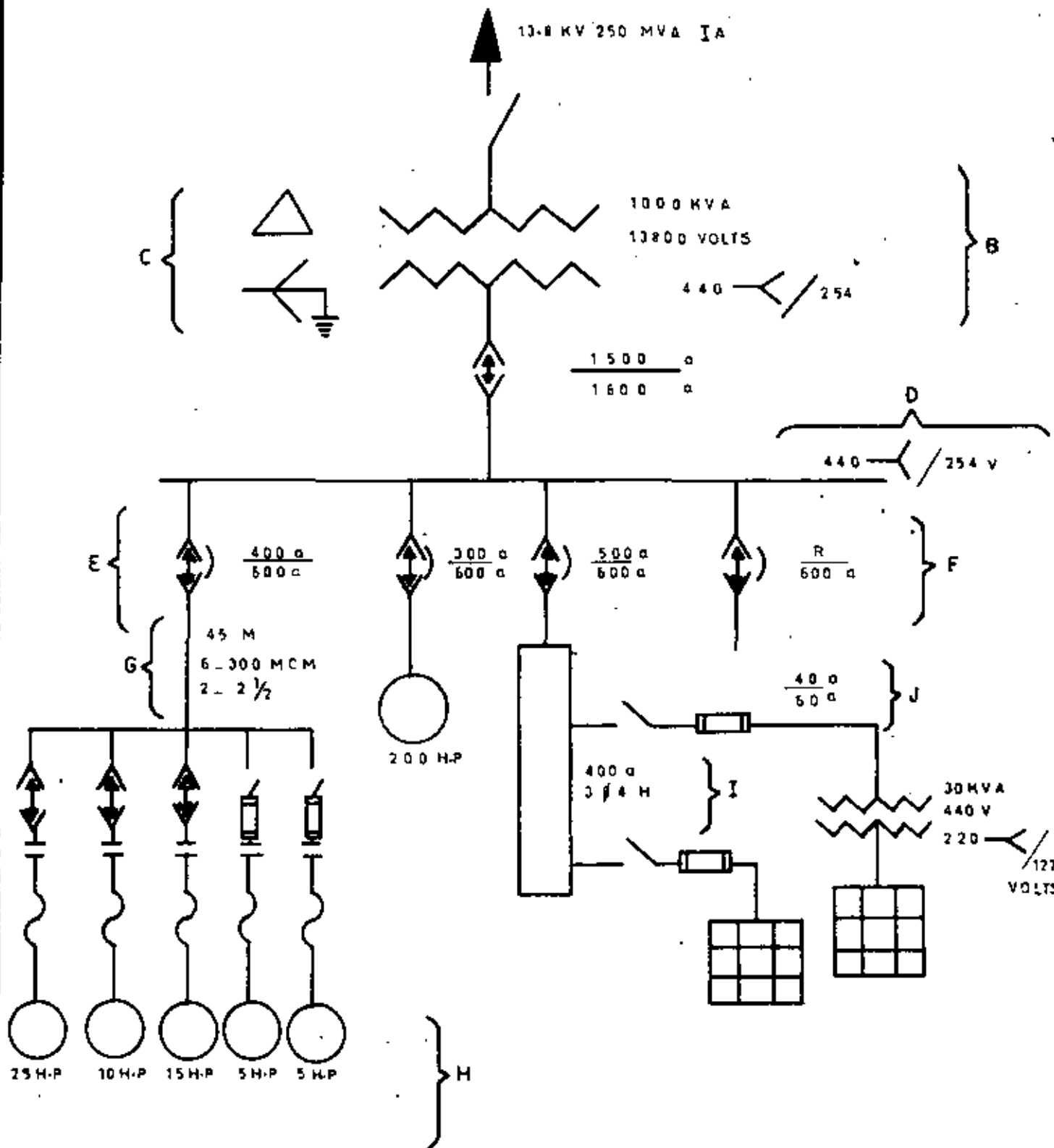


DIAGRAMA UNIFILAR

FIG. No 7

A.- Esta nota indica que el nivel de la tensión eléctrica de la fuente de energía es 13.8 KV (13,800 volts) y que al ocurrir un corto circuito firmemente entre las tres fases del alimentador de 13.8 KV, se presentará una energía de corto circuito con valor de 250Mva (250,000 KVA) disponible en el sistema de alimentación este valor corresponde a aproximadamente a 10,500 amperios en 13.8 KV. esta información determina la selección de los dispositivos de protección en ambos lados del transformador.

B.- Estas cifras definen las características del transformador siendo este de 1,000 KV, con primario de 13.8 KV. y secundario de 440 voltios entre líneas conectado en estrella y con 254 voltios entre línea y neutro.

C.- estos símbolos indican que el transformador está conectado en delta en el primario y estrella en el secundario, cuyo neutro está conectado firmemente.

D.- Estas cifras identifican el nivel de tensión eléctrica del sistema.

E.- Estas designaciones identifican la capacidad de los interruptores. la cifra 600, abajo de la línea, indica el tamaño del marco del interruptor y la cifra 400a, arriba de la línea, indica el valor de la corriente de disparo del elemento de operación.

Debido a que hay considerable superposición entre las características disponibles por corriente para los distintos tamaños nominales de interruptores en el mercado, ambas cifras se requieren para dar una descripción completa de los interruptores usados.

F.- Este es un interruptor de reserva, con un marco de 600 amperios, para el cual las bobinas de disparo no ha sido seleccionadas.

G.- Este es un alimentador que consiste en seis cables de 300 MCM, dos por fase, en dos conduits de 2. 1/2" el alimentador es de 45 mts. de largo .

H.- Indica las capacidades de los motores.

I.- Indica la capacidad del ducto, la cual es de 400 amperios, 3 fases, 4 hilos.

J.- Esta anotación de la capacidad del fusible (40Amps.) y la del interruptor es normalmente, la inmediata superior estandar con respecto al fusible, a menos de que pueda obtenerse un interruptor cuya capacidad sea la misma que la del fusible.

2.- DISPOSITIVOS DE CONTROL PARA FUERZA. CIRCUITOS ALIMENTADORES:
El Arrancador.

ARRANCADOR MAGNETICO

El arrancador magnético está formado por un contactor que permite abrir y cerrar respectivamente los circuitos, millones de operaciones en condiciones normales y anormales en caso de sobre corriente que no sobrepase el valor de corriente ó rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal.

Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobre carga a fin de interrumpir ó abrir los contactos cuando la corriente del motor sobre pasa la nominal en el valor ajustado que protege al motor evitando se quemé, procediendo a verificar y corregir la anomalía que causa la sobrecarga.

El arrancador magnético puede ser accionado manualmente a través de una estación de botones dispositivo piloto; termostato, presostato, electronivel, etc. Así mismo mediante una protección de sobrecarga; bajo voltaje, alto voltaje, rele direccional, de falla de fase, protección de tierra, etc.

A fin de proteger el circuito el motor contra estos problemas.

Se puede clasificar:

- A.- Funcionamiento.- Manual, automático a tensión plena a voltaje reducido.
- B.- Forma de extinguir el arco.- El aire, aceite, gas a presión ó en vacío.
- C.- Finalidad.- De protección, seccional, selector de mando.
- D.- Medio ambiente.- En tablero, en gabinete; a prueba de polvo, de agua, corrosión ó explosión.
- 1.- Arrancador a tensión plena.- Bajo condiciones apropiadas de carga, tamaño de motor, tensión, se puede utilizar para arrancar el motor.

El motor puede soportar una corriente de arranque de 800% y procedera a girar, pero hay que considerar los problemas que pueden causar a la máquina por accionar, si esta puede dañarse y causar disturbios en la línea en cuyo caso un arrancador a voltaje reducido será más adecuado y necesario. Por lo tanto no solo nos limita la capacidad del motor que sea mayor de 10 H.P., para considerarlo.

- 2.- Arrancadores manuales.- Adecuados para motores de hasta 7.5 H.P., 3 fases, que operan continuamente ó tienen pocas interrupciones.

No tienen protección de no voltaje y por lo tanto el sobrecalentamiento del motor por esta causa, no lo protegerá.

Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la cía. de Luz al normalizarse: Arrancarán al motor y si es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conbiene que operen continuamente es ideal.

3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias .- Se tiene perdida de energía.
- B) Tipo autotransformador.- Limita la corriente en el arranque y da lugar a mayores pares de arranque (En estrella ó en delta abierta). Pudiendo ajustarse según el caso para reducir el voltaje en 80%, 65% ó 50%.
- C) Devanado de partido.- Para cargas ligeras: la aceleración es suave.
- D) Estrella diagonal delta.- Limitado, equivalente al 57% del tipo autotransformador y se proporciona un 33% del par de arranque.

4.- Elementos térmicos.- Que se utilizan para dar la protección de sobrecarga, se tienen varios tipos:

- A) De aleación que al sobrecalentarse y fundirse, mueve un engrane, que suelta el trinquete.
- B) Tipo de resistencia.
- C) Tipo bimetalico.- Directo ó indirecto.

Normalmente su ajuste máximo es de 125% de la corriente nominal del motor. Considerando que el motor está diseñado para un factor de servicio de 1.15 y una sobre elevación de temperatura de 40°C. Para otro tipo de motores es recomendable ajustar los elementos térmicos a 115%.

Al seleccionar los elementos térmicos es de considerar el factor de potencia al cual opera y si se instala una capacidad para corregirlo al lado de la carga deberá tenerse cuidado que el factor de potencia no se aumente a más de la unidad conveniente 95% .

En el caso de arrancadores a voltaje reducido no deberan instalarse del lado de la carga por el peligro que presenta la variación de voltaje. Ver fig. no. 9.

FIGURA No. 9

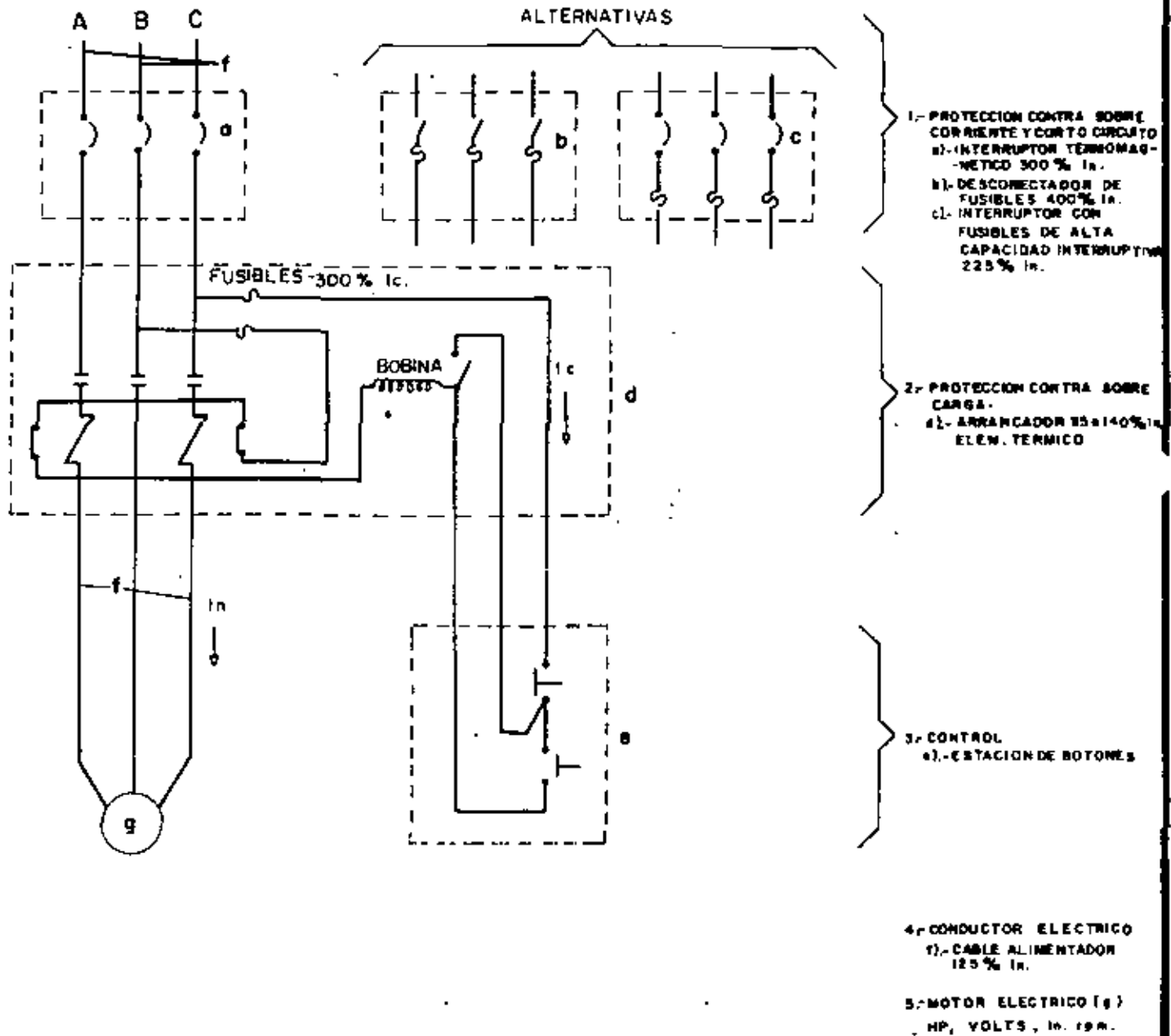


DIAGRAMA ELECTRICO
 PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.
 CORTOCIRCUITO - SOBRECORRIENTE - SOBRECARGA.

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO
CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia d- la operación.-

Sí apretamos el botón de arrancar (A), instantaneamente se cierra el contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de la bobina (C.B.) quedando el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por:

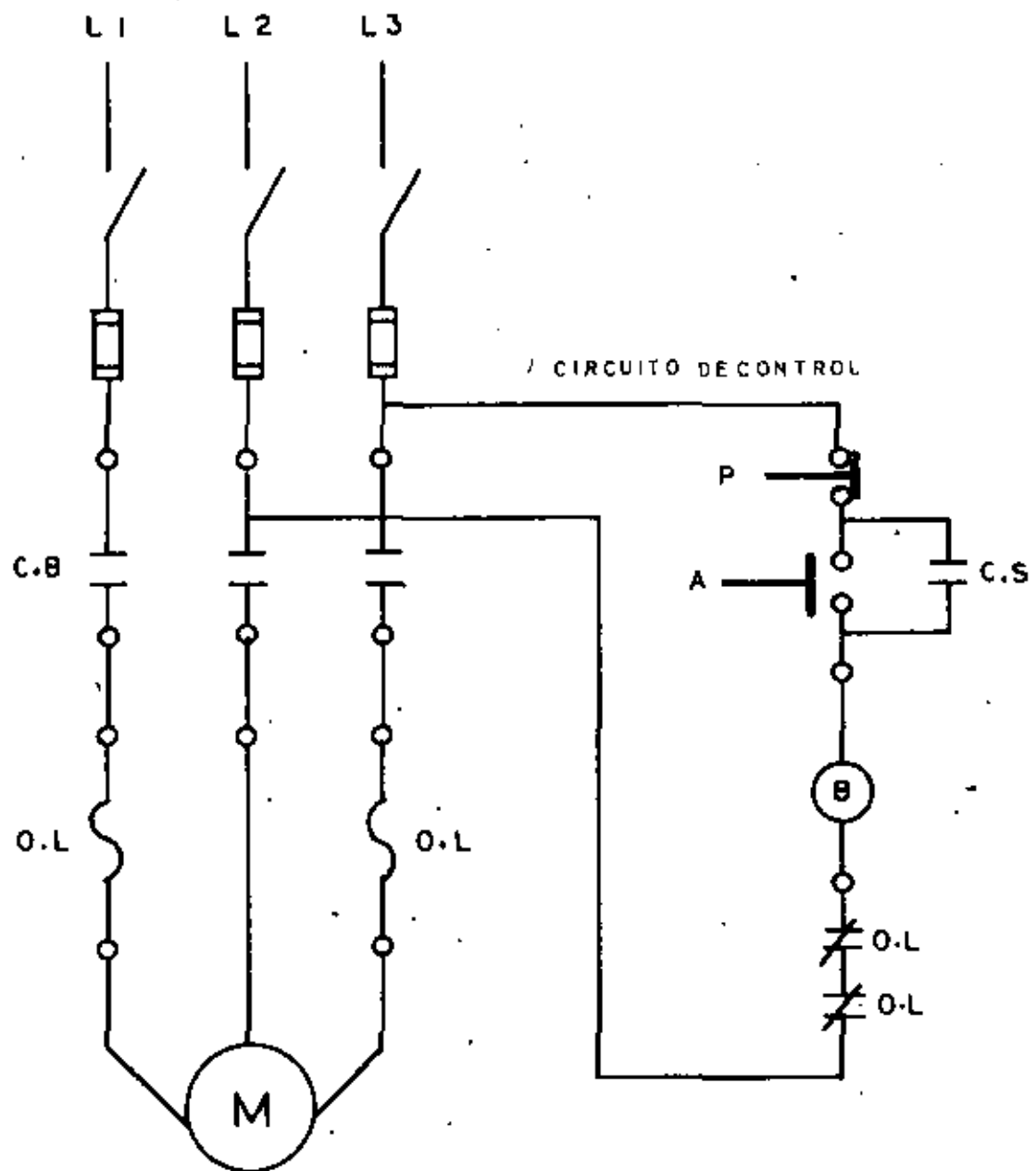
Elementos térmicos de los relevadores de sobrecarga -- (OVER LOAD) (OL).

DIAGRAMA DE CONECCION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO
CON ARRANCADOR MAGENETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

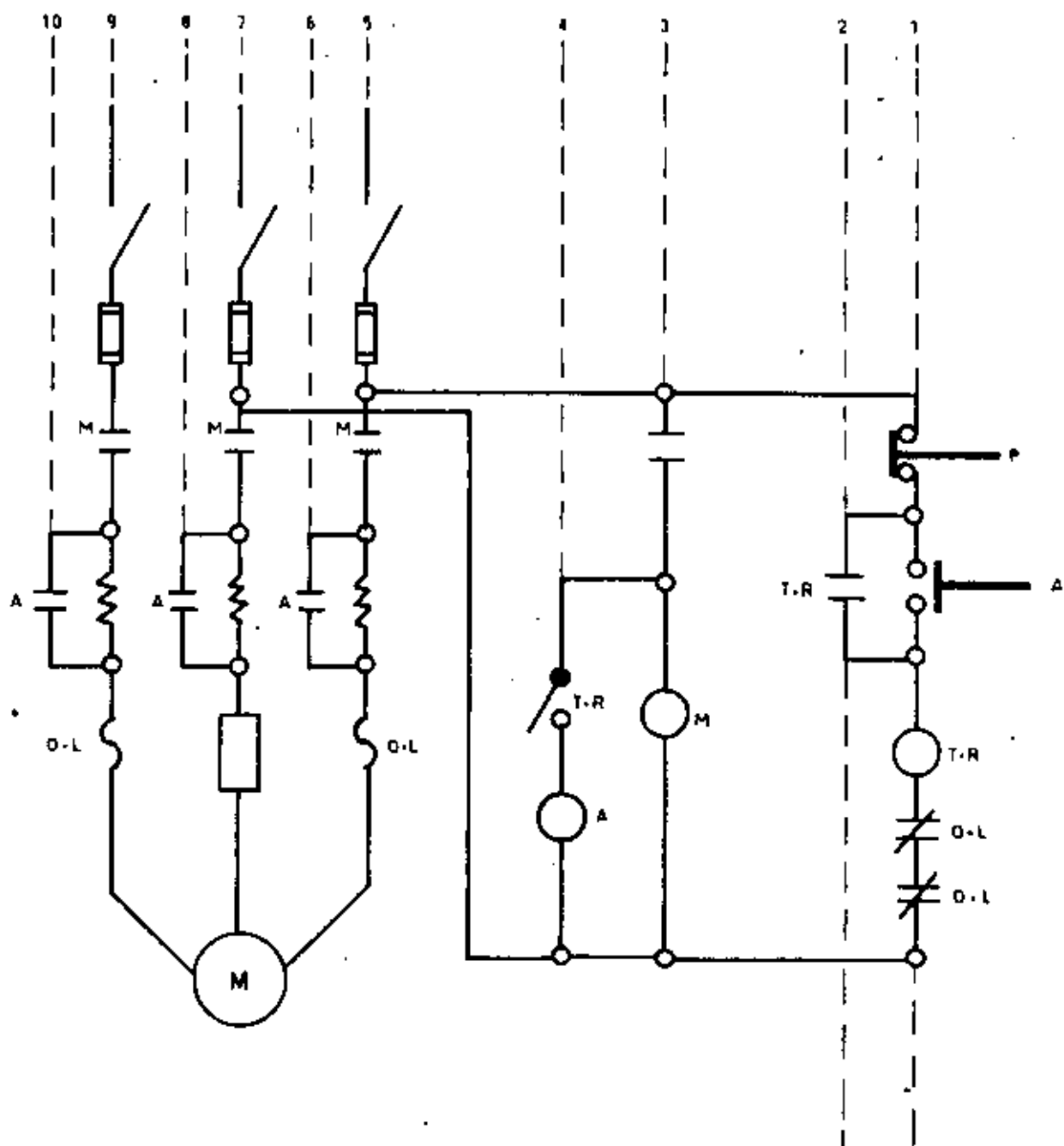
Secuencia de la operación.-

Al oprimir el botón de arranque, (A), se energiza la bobina (TR) en el eje 1, la cuál cierra los contactos instantaneos (TR) en los ejes 2,3, el contacto en 2 es de sello 6 en clave, el contacto en 3 energiza la bobina (M), la que -- cierra sus contactos en 5,7 y 9 quedando el motor alimentado a través de las resistencias, las que provocan una caída de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión reducida. El mismo contacto en el eje 3 deja preparado el circuito para que el contacto (TR) en el eje 4 que es el contacto de tiempo retardado del relevador de tiempo, al cerrar -- energiza a la bobina (A) la que a su vez cierra sus contactos (A) en los ejes 6,8 y 10 quedando así el motor alimentado a la tensión de la línea.



ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION PLENA

FIG. No 10



ARRANCADOR MAGNETICO
A TENSION REDUCIDA

FIG. No 11

APLICACION TIPICA DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES
ELECTRICAS

La familiarización y la comprensión cabal del reglamento de obras e instalaciones eléctricas, así como del "NATIONAL -- ELECTRICAL CODE" requiere mucho estudio de dichos documentos, el cuál está fuera del propósito de este curso. Sin embargo, -- es conveniente tener un concepto general de la forma como -- estos reglamentos se aplican, por lo que el siguiente ejemplo se presenta con este propósito. Debe recordarse que ambos docu-- mentos contienen solamente las provisiones básicas y mínimas -- que se consideran necesarias para operación de los sistemas y aparatos eléctricos con un grado de seguridad satisfactorio.

Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de inducción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá -- conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componen-- tes es necesaria para proteger al personal de los riesgos que el uso de la electricidad presenta, el reglamento de obras e -- instalaciones eléctricas así como el "NATIONAL ELECTRICAL CODE" indican los requerimientos mínimos para el alambrado y la pro-- tección de este circuito.

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas caracterís-- ticas del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

- A) Potencia del motor: 20 Cp.
- B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.
- C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño nema B, par de arranque normal, corriente de arranque normal.
- D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.

2.) TIPO DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

El segundo paso incluye la determinación de los conductores que el cliente desea usar en el circuito. El cliente ha -- especificado en este caso lo siguiente:

- A) Tres conductores de cobre, con aislamiento termoplástico, - en tubo conduit.
- B) Temperatura ambiente máxima: 40°C.

3.) CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO

- A) El artículo 11 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas trata sobre los conductores adecuados y las condiciones bajo las cuales van a ser usados. Por otro lado, . . . se especifica que "la corriente permisible - en los conductores de un circuito derivado que abastezca a un motor individual, con régimen de trabajo continuo y carga aproximadamente constante, no será menor de 125% de la corriente nominal a carga plena del motor."

Capacidad del circuito derivado = $1.25 \times 25.8 = 32.2$ amp.
(min).

- B) La tabla No. 2 del reglamento de obras e instalaciones eléctricas muestra las capacidades de los conductores a una temperatura ambiente de 30°C. Para su uso en ambiente de 40°C, la continuación de la misma tabla muestra los factores de - corrección para temperaturas mayores de 30°C, el cuál es de 0.82 para nuestro caso. Usando la columna No. 3 para conductores con aislamiento termoplástico seleccionamos un conductor de calibre No. 8 AWG.

Corriente permitida = $40 \text{ amp.} \times 0.82 = 32.8$ amp. (adecuado)

- C) Compruébese la caída de tensión en el alimentador cuando el motor opera a plena carga. En el artículo 6, inciso 2 del - reglamento de obras e instalaciones eléctricas, se especifica que, " la caída de voltaje desde la entrada del servicio hasta el último punto de la canalización correspondiente, - la carga no deberá ser mayor de 4% para cargas de aparatos y motores". Si la caída de tensión calculada resulta mayor de este valor, considerese un calibre más grande para los - conductores.

4.) REGLAMENTO DE SOBRECARGA

El reglamento de obras e instalaciones eléctricas indica que "la capacidad ó el ajuste de este dispositivo (de sobrecorriente) no deberá ser mayor del 140% de la corriente nominal a plena carga "Sin embargo, este porcentaje indica la tolerancia máxima que puede aceptarse siendo normalmente aceptado por los fabricantes de los motores con 40°C, de sobre elevación de temperatura, que el dispositivo de sobrecarga no dispare a más de 125% de la corriente a plena carga del motor. Está misma cifra se menciona también en el nec, - artículo 430-32.

Capacidad de sobrecarga = $1.25 \times 25.8 = 32.2$ amps. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE PARA UN ALIMENTADOR QUE SUMINISTRA A MOTORES.

A) A partir del reglamento de obras e instalaciones eléctricas especifica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción que se refiere a la capacidad ó ajuste del dispositivo protector de sobre corriente del circuito derivado para un motor deberá ser capaz de soportar la corriente de arranque; pero su capacidad ó ajuste no deberá exceder del 400% de la corriente a carga plena del motor...

B) El código nacional eléctrico de los EE. UU. (NEC) es más estricto al respecto, aunque solo especifica la capacidad mínima y máxima del dispositivo de protección contra corto circuito permitiendo el diseñador la selección dentro de ambos límites de la capacidad requerida.

Capacidad mínima: El artículo 430-57, indica que, el interruptor... deberá tener una capacidad continua de 115% de la corriente nominal del motor a plena carga.

Capacidad mínima del interruptor = $25.8 \times 1.15 = 30$ amp.

Capacidad máxima: Puede obtenerse esta cifra de dos maneras: en la tabla 430-146, en la línea de 26 amps. y bajo la columna cuatro, la capacidad máxima del interruptor es de 70 amps. el otro modo es por medio de la tabla 430-152 del mismo nec. para motores con letra código F (La cual aplica los motores-tipo K), polifásicos, de inducción, con arranque a pleno voltaje, la capacidad máxima del interruptor es de 250% de la corriente a carga máxima ó la capacidad estandar inmediata superior.

$I_{max.} = 25.8 \times 2.5 = 65 \text{ amps.}$

Capacidad máxima del interruptor = 70 amps.

cualquiera de las capacidades normales en que se fabrican -- los interruptores es decir, 30, 40, 50, ó 70 amps., puede seleccionarse para esta aplicación de acuerdo con el nec. sin embargo, debido a que los interruptores termomagnéticos de caja moldeada son sensibles para temperatura ambiente y a que sus capacidades nominales son establecidas a una temperatura ambiente de 25°C, debe considerarse la temperatura ambiente a la cual el interruptor estará sometido y también los efectos de la caja ó cubierta dentro de la cual pueda hallarse instalado con objeto de evitar disparos innecesarios del interruptor.

Instalación eléctrica de motores

Ver fig. 8

Corriente a plena carga:

Es la corriente que consume un motor cuando está desarrollando su potencia nominal a la velocidad normal y por lo tanto influye las pérdidas mecánicas por fricción, las pérdidas magnéticas por histeresis y las pérdidas eléctricas en el cobre por efecto joule

A) Circuito derivado del motor.- Los conductores se calculan para un 25% de sobrecarga o sea para 1.25 veces la corriente a plena carga.

B) Protección del circuito derivado.- Los fusibles e interruptores automáticos para proteger el circuito derivado contra corto circuito debe resistir la corriente de arranque del motor que es varias veces la corriente a plena carga. Fusibles 300%.
Interruptor aut. 250%

C) Desconectador del motor.- Este sirve para desconectar el motor y su control, para revisiones ó reparaciones y debe abrirse después de que haya parado el motor.

Su capacidad se calcula tomando 1.15 veces la corriente a plena carga.

- D) Protección del motor contra sobre carga.- Los elementos térmicos de acción retardada se calculan para una sobre carga del 25% ó sea 1.25 veces la corriente a plena carga. Siendo de acción retardada resisten la corriente de arranque momentanea del motor.
- E) Control del motor.- Este aparato sirve para arrancar y parar el motor y generalmente incluye los elementos térmicos (D) para la protección del motor.
- G) Control remoto del motor.- El control (E) del motor puede operarse desde otros lugares por medio de una estación de botones (G) conectado por medio de los conductores(F).
- J) Control secundario.- Para motores con rotor devanado y anillos rozantes, el motor se controla por medio de un reostato que puede estar cerca ó lejos del motor, el cual sirve para arrancar y variar su velocidad.

INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES

ALIMENTADOR $I = 1.25 I_{p.c} \text{ MAYOR} + \sum I_{p.c} \text{ OTROS MOTORES}$



$$I_N = I_{\text{ARRANQUE MAXIMO}} + \sum I_{p.c.} \text{ DEMÁS MOTORES}$$

$I_{p.c.}$ = CORRIENTE A PLENACARGA DEL MOTOR

PROTECCIONES DEL CIRCUITO DERIVADO
CONTRA C.C.

$I = \text{CORRIENTE DE ARRANQUE}$ 300 %
250 %

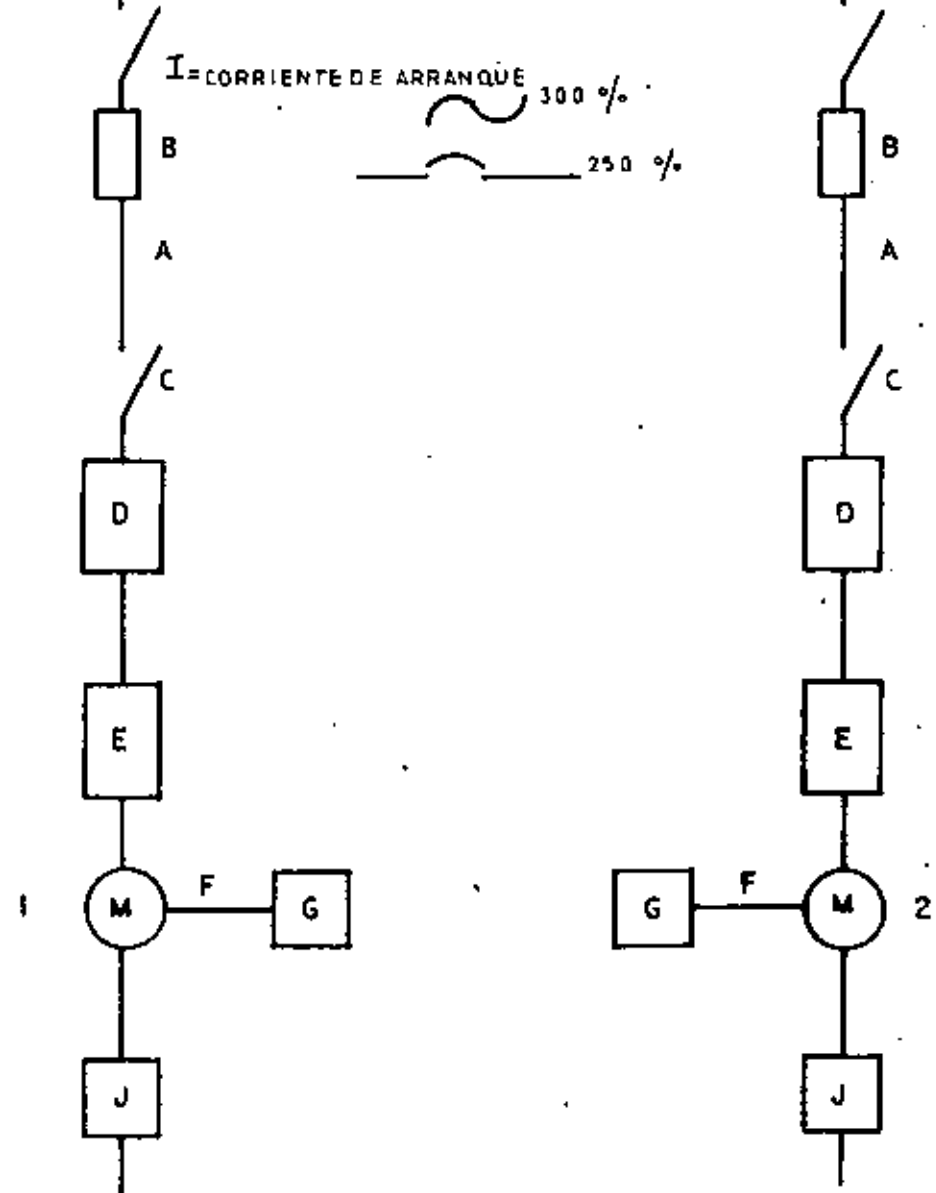
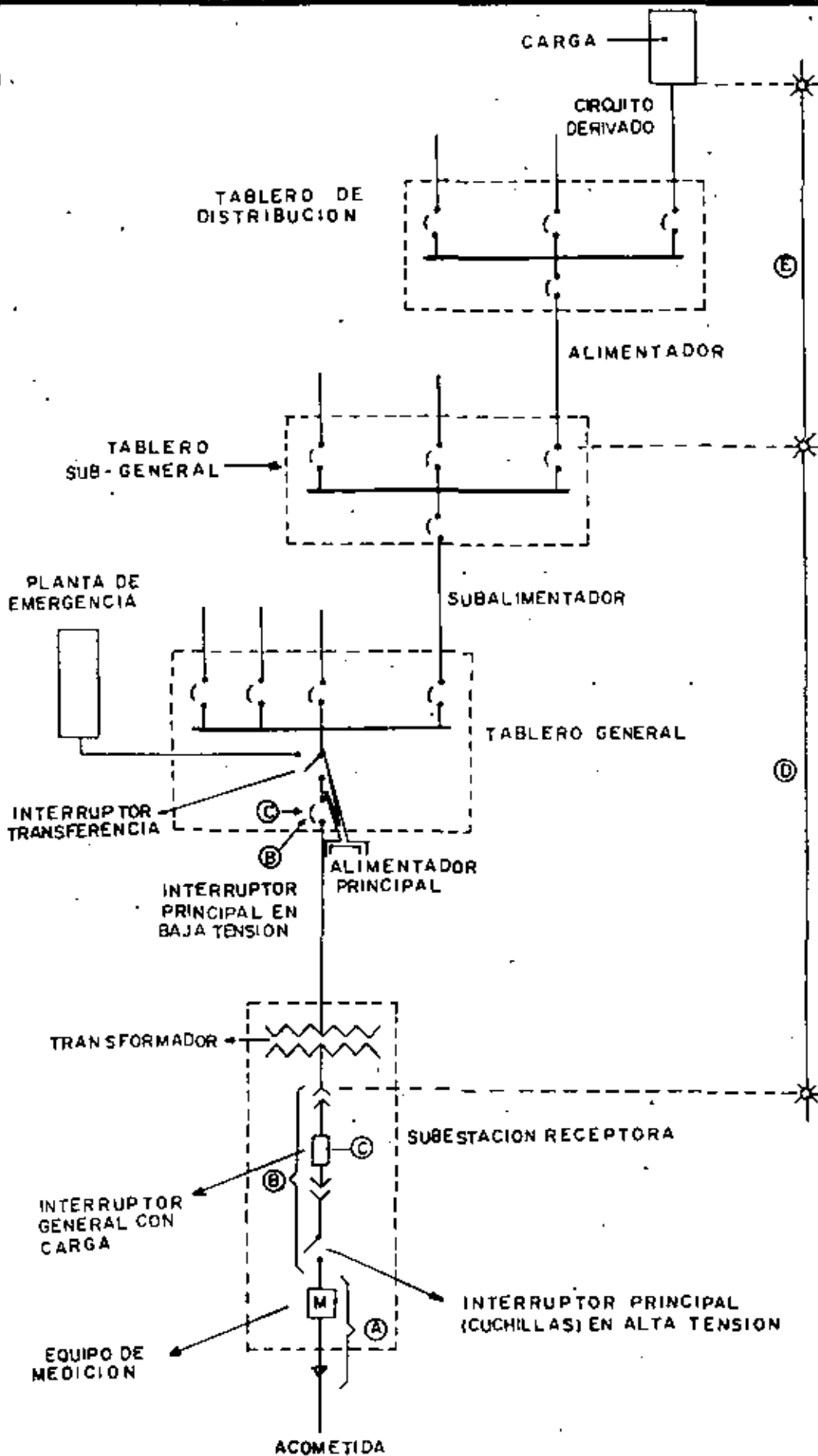


FIG. No 8



ANALISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A.- DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.-

LOS DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA ESTAN FORMADOS POR LAS "LINEAS DE SERVICIO", QUE SON LOS CONDUCTORES Y EL EQUIPO QUE SE USAN PARA EL SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA DESDE LAS LINEAS O EQUIPOS INMEDIATOS DEL SISTEMA GENERAL DE ABASTECIMIENTO, HASTA LOS MEDIOS PRINCIPALES DE DESCONEXION Y PROTECCION DE LA INSTALACION SERVIDA. QUEDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICION" DE LA CIA. DE LUZ.

BY C.- DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL.

EL 2o Y 3er. ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE DE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE.

D Y E.- SISTEMA DE DISTRIBUCION.

EL 4o. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCION SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICION DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACION SERVIDA O AUN DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLAN EN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTÁ INTEGRADO POR:

CENTROS DE DISTRIBUCION.

Es el que alimenta, protege, interrumpe, mide y transfiere circuitos primarios.

Clasificación: De acuerdo con la tensión los tableros pueden ser de alta tensión y de baja tensión.

TABLEROS DE BAJA TENSION: Deben cumplir con el art. 25 de ROEI. y 75.

a) TABLEROS PRINCIPALES:

Tienen por objeto alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica dentro del area, donde se genere ó utilice.

Cuando un tablero este mejor diseñado a los usos a que se destine, se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, permitiendo economias en su consumo, continuidad en el servicio, protección a las personas y propiedad, a un costo mínimo del propio tablero.

Un tablero puede ser pequeño, para ser usado en una casa habitación, con capacidad de unos 1000 watts, ó bien, puede ocupar una area de varios metros cuadrados para grandes instalaciones industriales, donde se manejen muchos millones de watts.

Un tablero puede estar formado por una sección ó varias para facilitar su transporte y montaje, pero una vez unidas formaran un solo conjunto.

a.1) Componentes de un tablero.

- Los gabinetes son cajas metalicas o blindaje que tienen por objeto: montar el equipo eléctrico, de conexión, desconexión, medición y control; conectar interiormente ese equipo; protegerlo de la intemperie, del polvo ó de golpes; proteger las personas y a la propiedad de descargas eléctricas accidentales.

Los gabinetes se clasifican en dos tipos según la rudeza a que se sometan exteriormente.

TIPO INTERIOR: Son los tableros colocados en el interior de un edificio, bajo cubierta, sin que se vean afectados por la lluvia, la humedad, ó cualesquiera otros agentes físicos que los perjudiquen. Se fabrican con lamina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

TIPO EXTERIOR O INTEMPERIE: Para ser montados a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestos a la lluvia, al sol, al polvo y a golpes ocasionales. Se fabrican con lamina gruesa, de 3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaques de hule y sin dejar expuestos los aparatos.

- Barras. Las barras son los elementos de conexión entre el interruptor principal ó general y los derivados. En sistemas trifásicos se compone de tres barras, rectangulares de cobre electrolítico, con una conductividad eléctrica mínima de 99%. Las barras se calculan para una elevación de temperatura, a plena carga, de 30°C, sobre el ambiente de 40°C máximo.

Además de las barras principales, que van aisladas; a lo largo del tablero, en la parte inferior, se coloca otra barra de tierra, firmemente unida sin aislamientos, a los gabinetes.

Esta barra tiene por objeto, evitar poner en peligro de un choque eléctrico al operar que toque un gabinete cuando haya una falla de aislamiento. El tamaño de las barras y su número por cada polo se indican a continuación:

CAPACIDAD MAXIMA AMPS.	DIMENSIONES EN MM. Y PULG.		NUM. DE BARRAS EN PARALELO
200	6.3x25.4	1/4x1	1
400	6.3x38.0	1/4x1 1/2	1
600	6.3x50.8	1/4x2	1
800	6.3x50.8	1/4x2	1
1200	6.3x76.0	1/4x3	1
1600	6.3x101.6	1/4x4	1
2000	6.3x76.0	1/4x3	2
3000	12.6x76.0	1/2x3	2
4000	12.6x101.6	1/2x4	2

INTERRUPTORES: Los interruptores son la parte principal de un tablero. De la calidad y de su correcta aplicación depende la bondad del tablero. En México hay tres tipos de interruptores, que han ganado la aceptación de los usuarios: el termomagnético en caja de plástico; el electromagnético, y el de navajas con fusibles de alta capacidad interruptiva. Los interruptores termomagnéticos son los más prácticos por el pequeño espacio que ocupan, por poderse acomodar y conectar uno al lado del otro, y por ser económicos dentro de su funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta 100 A. y de 2 y 3 polos hasta 2500A. Universalmente se usan ocho interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales ó generales.

Los interruptores electromagnéticos son más robustos, capaces de un número mayor de operaciones sin reparaciones y susceptibles de ajuste del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas ó cortos circuitos se abran primero los interruptores derivados que alimentan el circuito donde exista la falla. Estos

interruptores son muchos más caros que los termomagnéticos: Y se fabrican hasta capacidades de 6000 amps. y 100000 amps. así métricos.

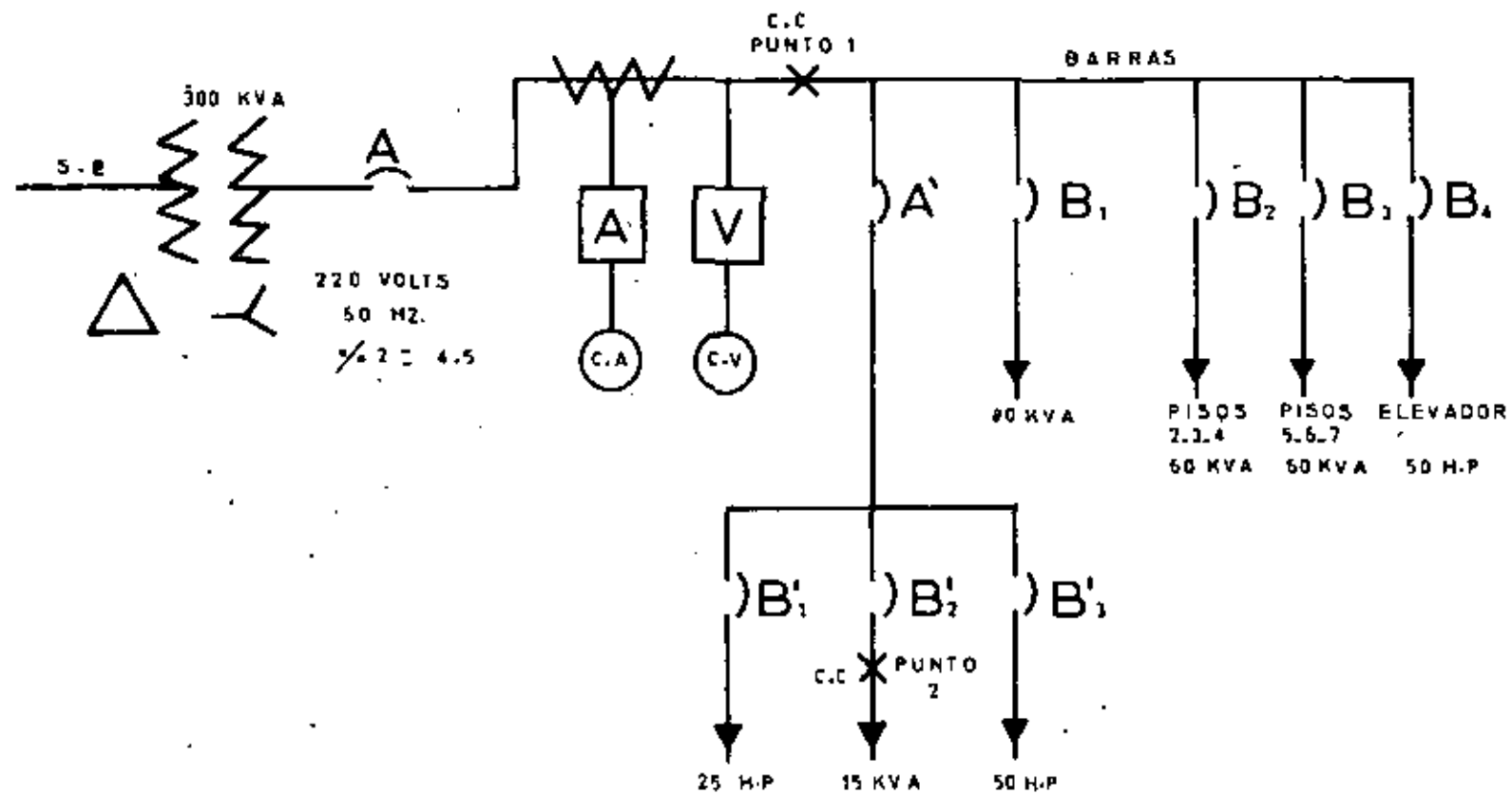
Los interruptores confusibles de alta capacidad interruptiva son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200,000A., pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan ó derivan de fuentes ó bloques de gran capacidad.

INSTRUMENTOS: Un tablero, para llenar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control ó mantenimiento cuando las instalaciones son importantes ó que genera la electricidad, conviene medir las características principales de energía eléctrica.

Los instrumentos industriales necesitan para su conexión dispositivos auxiliares. Generalmente en tensiones hasta 240 V. son -- para conexión directa, pero para 440 V., son necesarios transformadores de potencial (T. P.). Cuando las corrientes exceden de 50 A., se usan transformadores de corriente (T. C.). Cuando es necesario, con un solo instrumento, medir los tres aspectos que tiene un sistema trifásico se usan conmutadores (CM) aplicables para los ampérmetros y los voltmetro.

Ampérmetros, voltmetro, wattmetro, vármetro, frecuencímetro, -- medidor ó wattrímetro.

DIAGRAMA UNIFILAR DE UN TABLERO



Diseño de un tablero principal

- a).- Haga un diagrama unifilar, con los componentes del tablero según las necesidades eléctricas del edificio.
- b).- Cálculense las capacidades normales en amperes del interruptor general y de los derivados.
- c).- Cálculense el corto circuito aproximado en el punto uno de la figura.

$$I_{cc} = \frac{I_n(\text{transformador}) \times 100}{z}$$

$$I_n = \frac{KVA \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$I_{cc} = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

- d).- Calcular el corto circuito en el punto 2; aun es más desfavorable pues contribuyen a aumentar el corto circuito los motores que juntos suman 125 H.P. (310 amps), que con una imperancia del 20% darían:

$$I_{cc} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

El corto circuito total para el punto dos será de:

$$I_{cct} = 17,600 + 1550 = 19150 \text{ amps.}$$

- e).- Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NORMAL	TIPO	C.I. 240 V.	C.I. CALCULADA
A	1,000	NM.	42,000	17,600
A	300	NJN	42,000	17,600
B	225	NFJ	25,000	17,600
B1	175	NFJ	25,000	17,600
B2	175	NFJ	25,000	17,600
B3	175	NFJ	25,000	17,600
B4	200	NFJ	25,000	17,600
B' 1	200	NFJ	25,000	19,150
B' 2	50	NEF	18,000	19,150
B' 3	300	NJL	42,000	19,150

A	300KVA	$\frac{300 \times 100}{1.73 \times 220} = 790$	
		$790 \times 1.25 = 987.5$	1000 amps
A'	15.0 KVA		
	25 HP = $\frac{25 \times 0.746}{\cos \phi} =$	23.4 KVA	
	50 HP = $\frac{50 \times 0.746}{\cos \phi} =$	46.8 KVA	
	25% x 46.8 =	11.7 KVA	
	SUMA	96.9 KVA	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$ 300 amps.
B ₁	80 KVA.	$\frac{80 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	216 225 amps.
B ₂	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	158 175 amps.
B ₃	60 KVA.	" "	= 158 175 amps.
B ₄	Motor devanado 50 HP.	Ver tabla	200 amps
B' ₁	Motor jaula de ardillo 25 HP T.C.	Ver tabla	200 amps.
B' ₂	15 KVA.	$\frac{15 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	39.5 50 amps.
B' ₃	Motor jaula de ardillo 50 HP T.R.	Ver tabla	300 amps.

En la tabla, se da la calibración aproximada para diferentes motores trifásicos. Se supone para un motor al que se le aplica directamente la tensión de la línea que este tome un 250% de la corriente normal. Con un arrancador de tensión reducida (TR) toma 200% de la tensión normal. Por último, para un motor con motor devanado, con arrancador de resistencias se tendrá solo una corriente, 150% de

b) TABLEROS SECUNDARIOS.

Los circuitos derivados necesitan una proteccion en su iniciación. Cuando salen varios circuitos de un mismo punto, al conjunto de elementos de proteccion se le llama "tablero".

Normas generales para la seleccion de un tablero de circuitos de circuitos derivados.

- 1.- No debe darse distribucion a mas de 42 circuitos derivados (a un hilo de corriente) a partir de un solo tablero.
- 2.- La mayor distancia permitida en los conductores entre el tablero de circuitos derivados y la primera salida es de 30 mts.
- 3.- Todos los tableros de circuitos derivados deberan instalarse en sitios de acceso facil.
- 4.- Los tableros de circuitos derivados deberan instalarse tan cercanos como sea posible a los centros de carga que les corresponden.
- 5.- Si se desea interrumpir un circuito derivado desde su tablero, debera usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnetico.
- 6.- Para la localizacion de los tableros de circuitos derivados, debera considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que estos tengan el minimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente minima de las barras alimentadoras de los tableros de circuitos derivados, debera ser igual o mayor a la minima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.

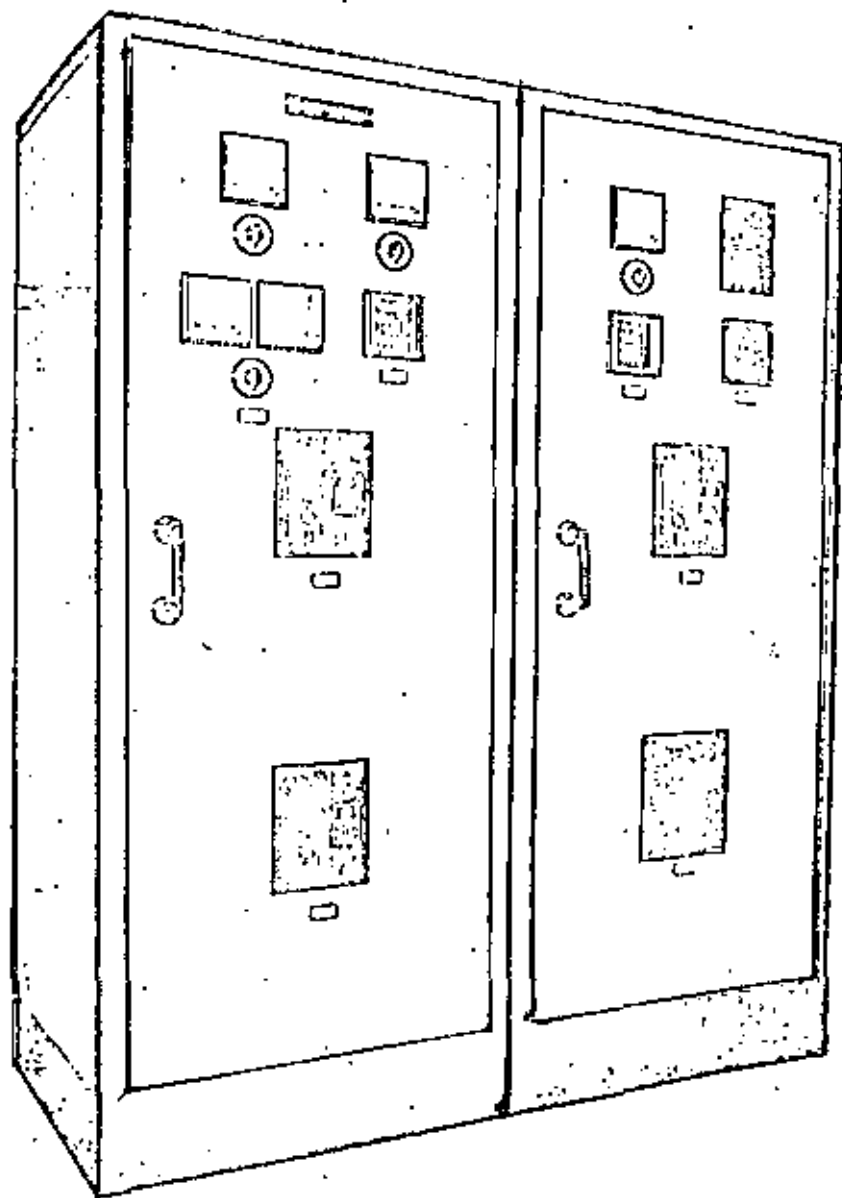
- 8.- Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos que se alimente con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su lado de abastecimiento con dispositivos de protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder de 200 amperes.
- 9.- En edificios comerciales, institucionales y multifamiliares, incluyendo hoteles, se recomienda instalar un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos en cada planta.
- 10.- Una vez que se hayan seleccionado los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de sus tableros deberá hacerse en planos y especificaciones una tabulación que indique: La designación de cada tablero, su localización, número y capacidad de los circuitos derivados, con indicaciones de su carga conectada, tipo y capacidad de sus elementos de protección, capacidad de los alimentadores, tamaño y tipo del interruptor general con su elemento de protección y todas aquellas indicaciones que sirvan para aclarar al instalador las intenciones del proyectista.

Los tableros de distribución tienen tres usos:

- 1) Distribuir la energía a los circuitos derivados
- 2) Proteger las líneas de los circuitos derivados, ya que al interconectar en ellos los cables de los alimentadores que generalmente llevan la energía para una zona amplia y que por lo mismo son de sección considerable, con los conductores de los circuitos derivados, lógicamente de menor sección, es necesario proteger contra sobrecorriente a estos últimos. Esta

proteccion se provee con los interruptores automaticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

- 3) El tercer fin de los tableros de distribucion, sobre todo en instalaciones de lugares publicos, es el control. Los interruptores de los tableros se pueden usar para controlar y poner en operacion la instalacion electrica. Es conveniente en este caso que la especificacion se cuide mediante interruptores de mayor resistencia para el uso constante. tambien en este caso los tableros pueden contar con un interruptor principal que permite la desconexion total de la zona servida.



GABINETE

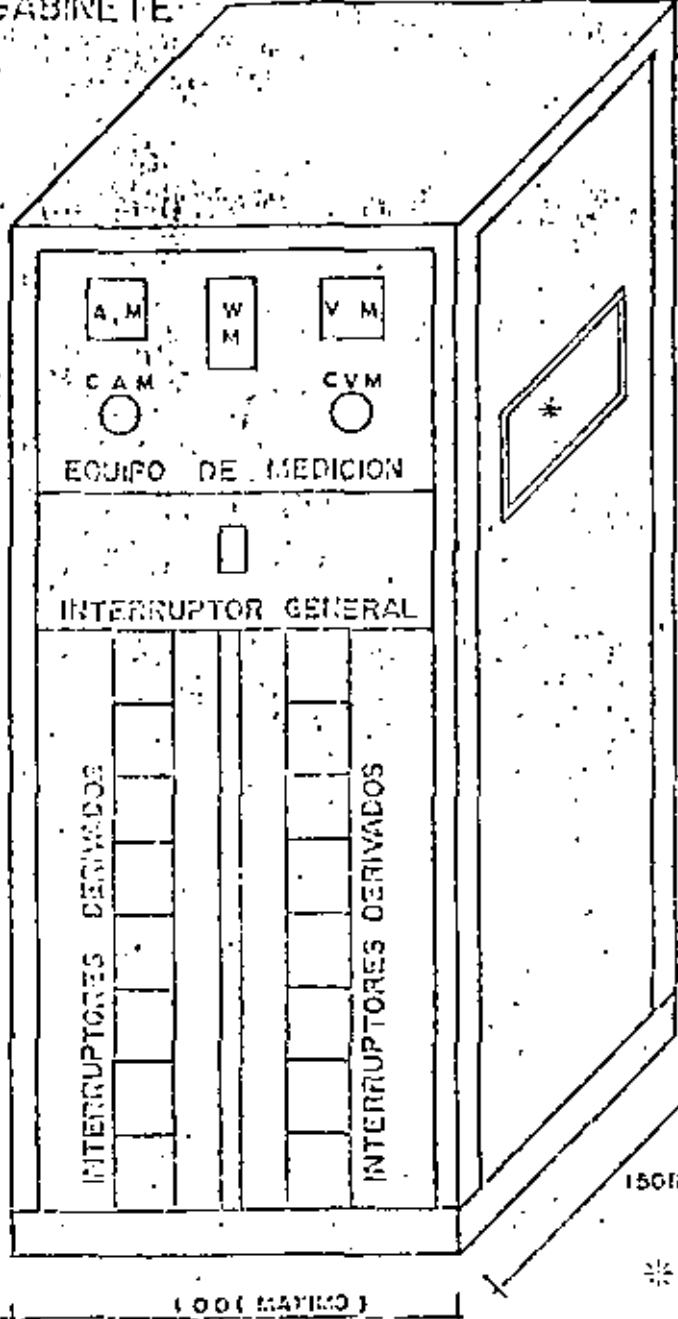
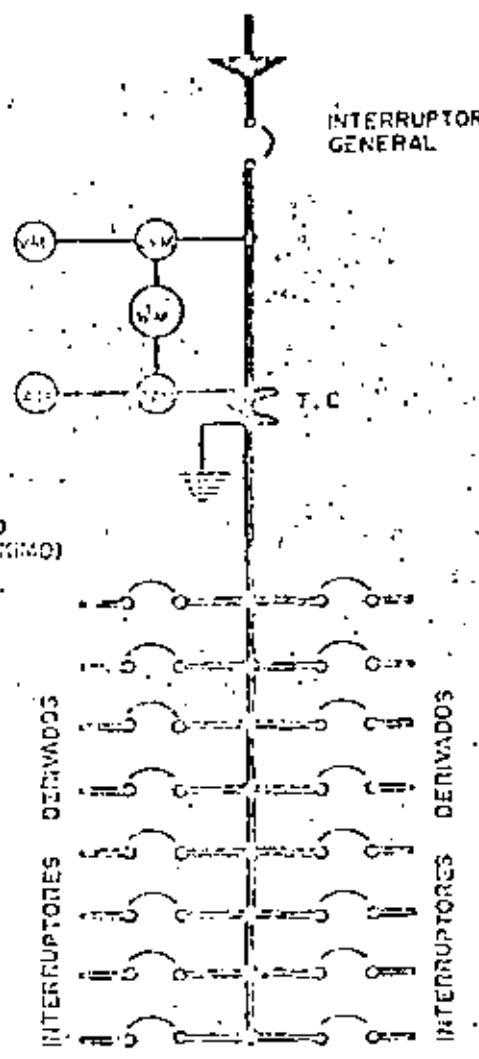


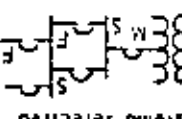
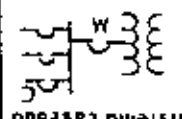

DIAGRAMA UNIFILAR



* EN CASO DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL MEDIDO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA LÍNEA DEL TRANSFORMADOR

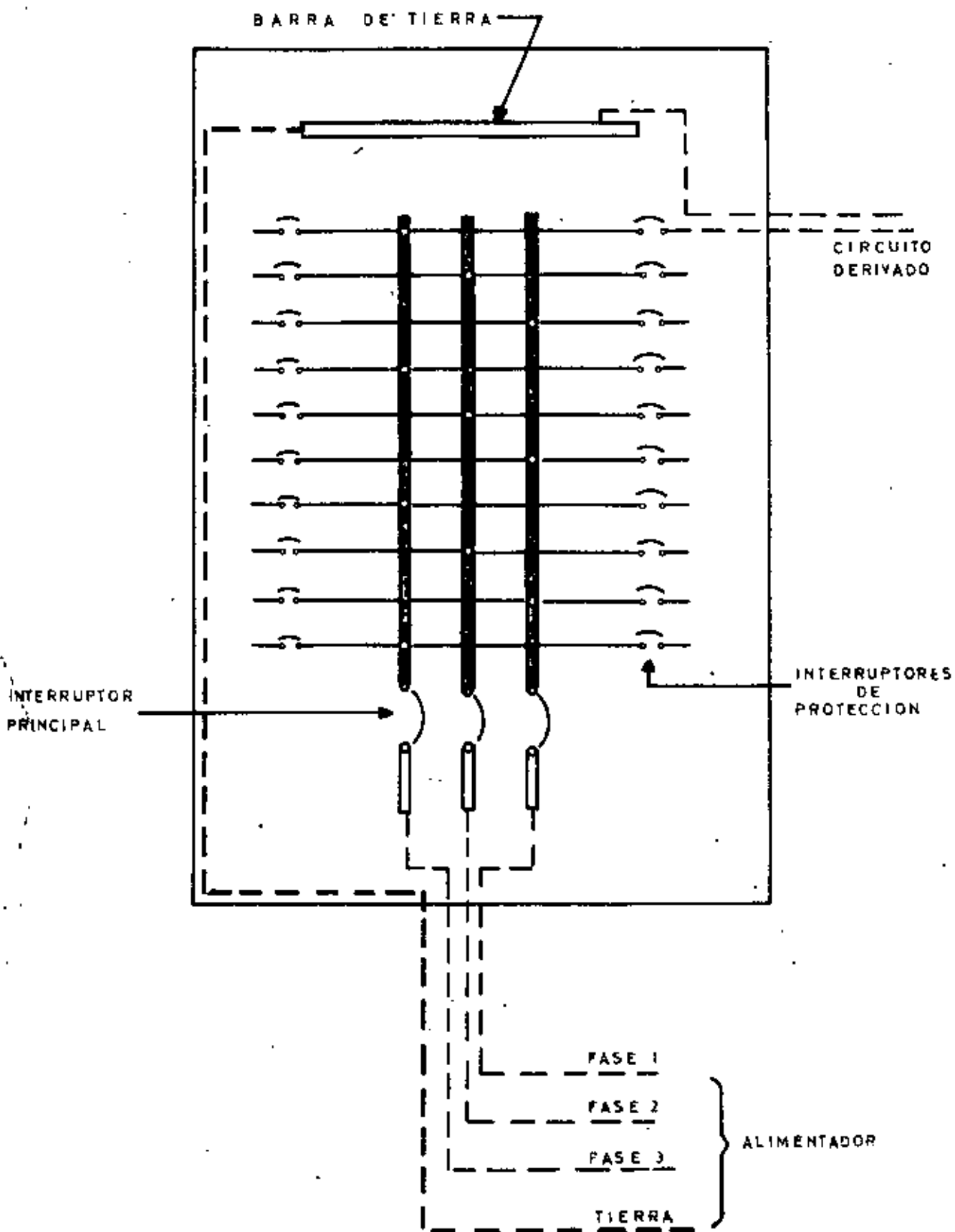
CLAVE

- VM — VOLMETRO
- CVM — COMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
- WM — WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRADOR)
- AM — AMPERMETRO
- CAM — COMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. — TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- INT — INTERRUPTOR

Transformador de corte de potencia máxima en KVA factor en KVA porcentaje de carga	Corriente de corte normal de carga en ampères	Corriente de corte normal de carga en ampères	Transformador solo motor	Carga de motores 100%	Combinado	Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendado				
						 Sistema selectivo	 Sistema CARGO	 Sistema de buena capacidad F	Interrup- tor	Interrup- tor

240 VOLTS-3 FASES

125	150	180	225	290	360	450	560	700	870	1080	1350	1680	2100	2625	3300	4125	5100	6300	7875	9825	12225	15225	18900	23625	29550	36675	45000	55625	68400	84375	104550	129675	159750	199500	249750	311250	384000	478500	594750	733500	904500	1117500	1383750	1702500	2085000	2532750	3056250	3765000	4668750	5778000	7102500	8752500	10725000	13125000	16050000	19500000	23575000	28387500	34050000	41675000	50350000	60187500	72225000	86587500	103350000	122625000	144450000	168825000	206850000	248550000	294975000	356250000	432600000	525000000	634500000	761250000	906250000	1079250000	1280250000	1510250000	1770250000	2060250000	2390250000	2860250000	3470250000	4220250000	5110250000	6140250000	7320250000	8660250000	10170250000	11850250000	13700250000	15820250000	18220250000	20900250000	23870250000	28140250000	33810250000	40890250000	49490250000	59720250000	71690250000	85520250000	101320250000	119190250000	139230250000	161550250000	187260250000	216450250000	249225000000	295687500000	356025000000	431402500000	522825000000	631350000000	758025000000	903825000000	1079825000000	1287025000000	1526402500000	1799250000000	2106750000000	2550000000000	3140250000000	3879025000000	4768250000000	5809250000000	7013250000000	8391250000000	9954250000000	11713250000000	13678250000000	15960250000000	18470250000000	21320250000000	24520250000000	28080250000000	32002500000000	36292500000000	41962500000000	48025000000000	55492500000000	64382500000000	74712500000000	86502500000000	99752500000000	114582500000000	131002500000000	149132500000000	169002500000000	190725000000000	214325000000000	240825000000000	270325000000000	302825000000000	338425000000000	377225000000000	419425000000000	465125000000000	514425000000000	567425000000000	624125000000000	684625000000000	748925000000000	817125000000000	889325000000000	965625000000000	1046125000000000	1130825000000000	1219825000000000	1313125000000000	1410825000000000	1513025000000000	1619825000000000	1731325000000000	1847625000000000	1968825000000000	2094925000000000	2226025000000000	2362250000000000	2503725000000000	2650625000000000	2803025000000000	2961025000000000	3124625000000000	3293925000000000	3469125000000000	3650325000000000	3837625000000000	4031125000000000	4230825000000000	4436825000000000	4649250000000000	4868125000000000	5093625000000000	5325825000000000	5564825000000000	5810625000000000	6063325000000000	6323025000000000	6589825000000000	6863825000000000	7145125000000000	7433825000000000	7730025000000000	8033825000000000	8345625000000000	8665525000000000	8993625000000000	9329925000000000	9674525000000000	10027525000000000	10389025000000000	10759025000000000	11137525000000000	11524625000000000	11920425000000000	12325025000000000	12738250000000000	13160425000000000	13591625000000000	14031925000000000	14481425000000000	14940125000000000	15408125000000000	15885425000000000	16372025000000000	16868025000000000	17373425000000000	17888250000000000	18412525000000000	18946325000000000	19490425000000000	20044825000000000	20609625000000000	21184825000000000	21770425000000000	22366525000000000	22973225000000000	23590625000000000	24218825000000000	24857825000000000	25507625000000000	26168325000000000	26840025000000000	27522825000000000	28216825000000000	28922025000000000	29638525000000000	30365825000000000	31104825000000000	31845625000000000	32598325000000000	33362925000000000	34139525000000000	34928325000000000	35729425000000000	36542825000000000	37368725000000000	38207025000000000	39057825000000000	39921225000000000	40797225000000000	41684825000000000	42584625000000000	43496825000000000	44421425000000000	45358425000000000	46307825000000000	47269625000000000	48243825000000000	49230425000000000	50229525000000000	51241125000000000	52265325000000000	53302125000000000	54351625000000000	55413825000000000	56488825000000000	57576625000000000	58677225000000000	59790625000000000	60916825000000000	62055925000000000	63207925000000000	64372825000000000	65550625000000000	66741425000000000	67945225000000000	69162025000000000	70391825000000000	71634625000000000	72890425000000000	74159225000000000	75441025000000000	76735825000000000	78043625000000000	79364425000000000	80698325000000000	82045325000000000	83405425000000000	84778625000000000	86164925000000000	87564325000000000	88976825000000000	90402425000000000	91851125000000000	93313125000000000	94788425000000000	96277025000000000	97778925000000000	99294125000000000	100822625000000000	102364525000000000	103919825000000000	105488625000000000	107070925000000000	108666725000000000	110275825000000000	111898425000000000	113534625000000000	115184425000000000	116847825000000000	118524825000000000	120215425000000000	121919625000000000	123637425000000000	125368825000000000	127113825000000000	128872425000000000	130644625000000000	132429525000000000	134228125000000000	136040425000000000	137866425000000000	139706125000000000	141569525000000000	143446625000000000	145337425000000000	147241925000000000	149160125000000000	151092025000000000	153037625000000000	154996925000000000	156970025000000000	158956925000000000	160957625000000000	162972125000000000	164999425000000000	167039525000000000	169093425000000000	171161125000000000	173242625000000000	175337925000000000	177447025000000000	179570025000000000	181706925000000000	183857725000000000	186022425000000000	188201025000000000	190393525000000000	192599925000000000	194820225000000000	197054425000000000	199302525000000000	201564525000000000	203840625000000000	206130725000000000	208434825000000000	210752925000000000	213085025000000000	215431125000000000	217791225000000000	220165325000000000	222553525000000000	224955825000000000	227372225000000000	229802625000000000	232246025000000000	234703425000000000	237174825000000000	239660225000000000	242159625000000000	244671925000000000	247197725000000000	249737025000000000	252289825000000000	254856125000000000	257435925000000000	260029225000000000	262636025000000000	265256125000000000	267889325000000000	270535625000000000	273195025000000000	275867525000000000	278553025000000000	281251525000000000	283963025000000000	286687525000000000	289425025000000000	292175525000000000	294939025000000000	297715525000000000	300505025000000000	303307525000000000	306122525000000000	308950025000000000	311790025000000000	314641525000000000	317505525000000000	320383025000000000	323274025000000000	326178525000000000	329096525000000000	332028025000000000	334973025000000000	337931525000000000	340903525000000000	343889025000000000	346888025000000000	349899525000000000	352923525000000000	355961025000000000	359012025000000000	362076525000000000	365154525000000000	368246025000000000	371351025000000000	374469525000000000	377602025000000000	380758525000000000	383929025000000000	387113525000000000	390312025000000000	393524525000000000	396751025000000000	399991525000000000	403246025000000000	406514525000000000	409797025000000000	413094525000000000	416407025000000000	419734525000000000	423077025000000000	426434525000000000	429807025000000000	433194525000000000	436596525000000000	440013025000000000	443444025000000000	446889525000000000	450349525000000000	453824025000000000	457313025000000000	460816525000000000	464334525000000000	467867025000000000	471414025000000000	474975525000000000	478551025000000000	482140525000000000	485744025000000000	489361525000000000	492993025000000000	496638525000000000	500298025000000000	503971525000000000	507659025000000000	511360525000000000	515076025000000000	518805525000000000	522549025000000000	526306525000000000	530078025000000000	533863525000000000	537663025000000000	541476525000000000	545304025000000000	549145525000000000	553001025000000000	556870525000000000	560754025000000000	564651525000000000	568563025000000000	572488525000000000	576428025000000000	580381525000000000	584349025000000000	588330525000000000	592325025000000000	596333525000000000	600356025000000000	604392525000000000	608443025000000000	612507525000000000	616586025000000000	620678525000000000	624785025000000000	628905525000000000	633040025000000000	637188525000000000	641351025000000000	645527525000000000	649718025000000000	653922525000000000	658141025000000000	662373525000000000	666619025000000000	670878525000000000	675151025000000000	679437525000000000	683738025000000000	688052525000000000	692381025000000000	696723525000000000	701080025000000000	705450525000000000	709834525000000000	714232025000000000	718643025000000000	723067525000000000	727505525000000000	731957025000000000	736422025000000000	740900525000000000	745392525000000000	749898025000000000	754417025000000000	758949525000000000	763495525000000000	768055025000000000	772628025000000000	777214525000000000	781814525000000000	786428025000000000	791054525000000000	795694025000000000	800347525000000000	805015025000000000	809696525000000000	814391025000000000	819099525000000000	823822025000000000	828558525000000000	833309025000000000	838073525000000000	842852025000000000	847644525000000000	852451025000000000	857271525000000000	862106025000000000	866954525000000000	871817025000000000	876693525000000000	881584025000000000	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--



TABLERO



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUBESTACIONES ELECTRICAS

- A) SUBESTACIONES RECEPTORAS
- B) SUBESTACIONES DERIVADAS

ING. NOE ARMAS MORALES

MARZO, 1984

a).- SUBESTACIONES RECEPTORAS.

b).- SUBESTACIONES DERIVADAS.

En el empleo de Energía Eléctrica ya sea para fines industriales, comerciales o de uso residencial interviene una gran cantidad de máquinas y equipo eléctrico.

Un conjunto de equipo eléctrico es lo que se conoce con el nombre de "SUBESTACION ELECTRICA".

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SUBESTACIONES.

Como se ha visto con anterioridad una subestación eléctrica no es más que una de las partes que intervienen en el proceso de generación - consumo de energía eléctrica por lo cual podemos dar la siguiente definición.

DEFINICIÓN.

Una subestación eléctrica no es más que un conjunto de elementos o dispositivos que nos permitan cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. u C.C., o bien conservarla dentro de ciertas características.

RELACION ENTRE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS, LINEAS DE TRANSMISION Y CENTRALES GENERADORAS.

Los voltajes de generación en las Centrales Generadoras por razones técnicas (aislamiento, enfriamiento, etc) son relativamente bajos en relación a los voltajes de transmisión, por lo que si la energía eléctrica se va a transportar a grandes distancias estos voltajes de generación resultarían antieconómicos debido a la gran

caída de voltajes que se tendrían, de aquí se presenta la necesidad de transmitir la energía eléctrica a voltajes mas elevados que resulten mas economicos.- Por ejemplo si se va a transmitir energía eléctrica de una central generadora a un centro de consumo que esta situado a 1000 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que supondremos de 13.8 Kv. a otra de transmisión mas conveniente que supondremos de 110 kv. como se ilustra en la -- fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.8 kv. al de transmisión de 110 kv. se hace necesario el empleo de una S.E. "A".

Suponiendo que la caída de voltaje en la línea de transmisión fuera cero volts tendríamos en el centro de consumo 110 kv., es claro que este voltaje no es posible emplearlo en instalaciones industriales y aun menos en comerciales y residenciales, de aquí se desprende la necesidad de reducir el voltaje de transmisión de 110 kv. a otro u otros mas convenientes de distribución en centros urbanos o de consumo, por tal razón será necesario emplear otra subestación eléctrica B como se ilustra en la fig. 3.

De lo anteriormente estudiado se puede observar que existe una estrecha relación entre las subestaciones eléctricas, líneas de transmisión y centrales generadoras.

FIGURA N° 1

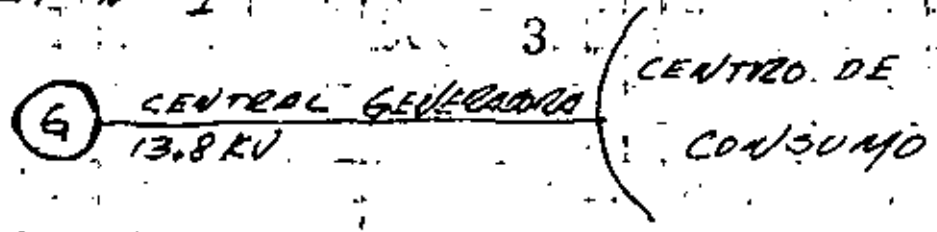


FIGURA N° 2

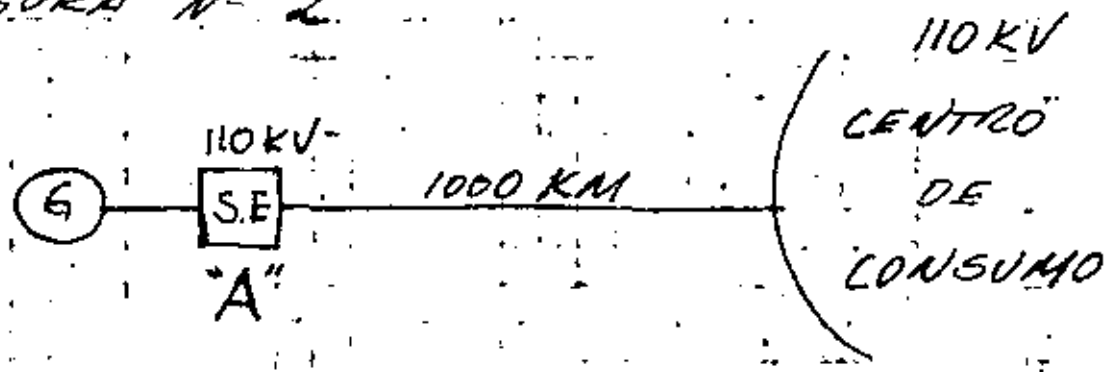
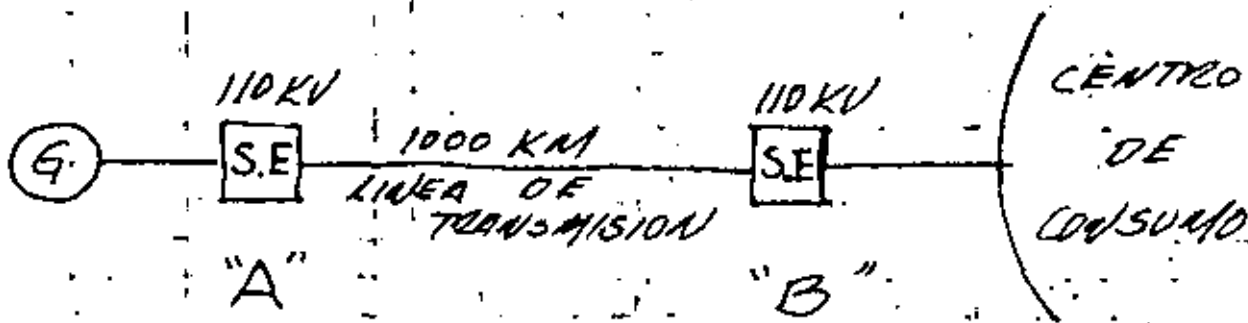


FIGURA N° 3



CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS.

Es difícil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas pero de lo anteriormente estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación.

- a) POR SU OPERACION. 1.- De corriente alterna
- 2.- De corriente continua

- b) POR SU SERVICIO. 1.- Primarias: Elevadores
- Receptoras Reductoras
- De enlace o distribución
- De Swtches
- Convertidoras o
- Rectificadoras.

- 2.- Secundarias: Receptoras: Reductoras
- Elevadoras
- Distribuidoras
- De enlace
- Convertidoras o
- Rectificadoras.

- c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie
- 2.- Tipo Interior
- 3.- Tipo Blindado.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestacion se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor de Potencia
- 3.- Restaurador
- 4.- Cuchillas fusible
- 5.- Cuchillas Desconectadoras y Cuchillas de Prueba
- 6.- Aparterrayos
- 7.- Tableros
- 8.- Condensadores
- 9.- Transformadores de Instrumento.

ELEMENTOS SECUNDARIOS.

- 1.- Cables de Potencia
- 2.- Cables de Control
- 3.- Alumbrado
- 4.- Estructura
- 5.- Herrajes
- 6.- Equipo contra incendio
- 7.- Equipo de filtrado de Aceite
- 8.- Sistema de Tierras

En nuestro caso hablaremos sobre las subestaciones usadas principalmente en las instalaciones para los edificios.

Subestaciones compactas, para servicio interior o interperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar, la alta tensión que las compañías suministradoras de energía (C.F.E. y/o Cía de Luz) proporcionan a un precio más barato, a tensiones usuales en la industria, las instituciones o el comercio.

Antiguamente las subestaciones eran un dispositivo molesto, ruidoso, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y generalmente al usuario le repugnaban. Actualmente se usan las subestaciones unitarias, que son compactas, no presentan peligro, son fáciles de instalar, de mover de lugar, ampliar y tienen un valor de recuperación mayor que las del tipo antiguo. (subestaciones abiertas).

El costo actual aproximado de una subestación compacta es del 50% a 75% del valor de una subestación abierta del tipo antiguo.

Las subestaciones unitarias se fabrican en secciones o partes, para facilitar su transporte y montaje, pero una vez instalados forman un solo conjunto. Cada sección o parte llena una función: mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los aparatos o equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios aparatos, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:

ACOMETIDA.- Es el lugar en que se hace la conexión en alta tensión a la subestación. En esta sección, cuando se compra energía a la C.F.E. y/o Cía de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- Es la seccion que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la cía. suministradora. Esta seccion anteriormente, a la mexicanización de las compañías era obligatoria, por pedirlo así la Dirección General de Electricidad (,). En la actualidad se hace como en otros países más adelantados: se verifican los aparatos de medición antes de instalarlos o se comprueba el consumo y la demanda máxima en baja tensión, agregando un 2% por pérdidas en los transformadores. Por las razones expuestas, ahora se hace la comprobación de medidores solamente a solicitud del usuario, así como incluir en la subestación la seccion de verificación es opcional por parte del cliente, siempre que este acepte por escrito, que en caso de comprobación de los medidores se le interrumpa el servicio unos 20 ó 30 minutos. Con la seccion de verificación, no es necesaria esta interrupción, ya que se cuenta con cuchillas desconectadoras que transfieren la línea normal a un circuito donde se instalan previamente aparatos de medición, sin necesidad de interrumpir el servicio.

Cuando quitamos la celda de verificación que normalmente consta de 3 juegos de cuchillas tripolares operación sin carga; dos de estas cuchillas tripolares son para la verificación, y la otra cuchilla tripolar es para mantener la continuidad o aislar la continuidad en la subestación eléctrica. Como se verá para cumplir con el replanteo de obras e instalaciones en vector blanco debe suprimirse esta cuchilla tripolar operación en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se deseaba darle mantenimiento al resto de la subestación nos encontramos con el problema de estar solicitando libranzas a las compañías suministradoras; y al suprimirla estábamos violando infrascriptamente el reglamento.

INTERRUPTORES.— Esta sección tiene por objeto que el usuario pueda interrumpir en un momento dado, ya sea manualmente o automáticamente la totalidad del servicio eléctrico. La interrupción puede ser voluntaria para ampliaciones, reparaciones o en accidentes, o bien, puede ser automática por sobre cargas o cortos circuitos que pueden ser dañinos para los transformadores y el resto del equipo.

DESCONECTADORES.— Los desconectadores, son para abrir un circuito, con fines de separarlo o modificarlo. No tienen protección de sobrecarga ni corto circuito, ni tienen capacidad de apertura con carga, por eso, antes de abrir un desconectador, hay que quitar la carga. Los desconectadores naturalmente son más baratos que los interruptores.

FUSIBLES.— Cuando un circuito se requiere proteger por sobrecarga, se usan los fusibles. Por ejemplo: a una subestación con varios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y derivado de esto, se ponen varios juegos de 3 fusibles para proteger cada transformador. Este procedimiento, aunque abarata la instalación tiene el inconveniente, de que una falla o desconexión voluntaria del interruptor general, varía todo el sistema.

ESPACIOS LIBRES.— Estos son los espacios vacíos o que en algunas ocasiones se dejan instalados para las compañías suministradoras. Se usan, cuando

dos o más, transformadores grandes se montan atrás de los gabinetes y hay que ampliar los espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en el futuro se desea montar.

Si los transformadores se montan en el mismo eje de la subestación, el arreglo entre las celdas de interrupción con su transformador, a la otra celda de interrupción con su transformador se hace por medio de ductos horizontales.

TRANSFORMADORES.— Como su nombre lo indica es la sección donde se convierte la energía suministrada en alta tensión para los voltajes nominales 6, 13.2, 20/23 y 34.5 kv., a los cuales se les denomina respectivamente de clase 7.5, 15, 25 y 34.5 kv. en alta tensión, a baja tensión, utilizable en los aparatos de consumo 440, 220/127.5. Los transformadores tienen bobinas que son aisladas y enfriadas por el aceite contenido en un tanque provisto de radiadores. Son trifásicos, conexión en alta tensión en delta y baja tensión en estrella con neutro accesible, para los circuitos de alumbrado. En el circuito de alta tensión o primario se instalan derivaciones, que pueden cambiarse por medio de una palanca, sin estar energizado en transformador; las derivaciones son para poder ajustar en alta tensión las diferencias que pueda haber en los voltajes suministrados por las compañías suministradoras; son normalmente dos derivaciones del 2 1/2 % de la tensión nominal para ajustar arriba y dos para ajustar abajo. Como todo aparato eléctrico, que se alimenta con electricidad el transformador sufre un calentamiento. Este calentamiento normal es de 55°C sobre una temperatura ambiente máxima de 40°C.

El enfriamiento es más efectivo en regiones con presiones barométricas altas. Los transformadores normalizados están diseñados para regiones de 1000 metros sobre el nivel del mar (1000 M.S.N.M.). Esto naturalmente no quiere decir que no funcionen bien en otros lugares, sino hay que tomar un punto de referencia estandarizado, ya que sería imposible diseñar transformadores para cada lugar de la tierra con diferentes temperaturas y presiones barométricas. Los transformadores normalizados en México son para 60 ciclos por segundo.

Para subestaciones unitarias los transformadores vienen dotados con gargantas o ductos laterales en los lados opuestos, donde se alojan las terminales tanto de alta como de baja tensión.

La capacidad de los transformadores se mide en Kilovoltamperes.

Pueden fabricarse transformadores con características diferentes de las normales anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caros y con frecuencia las alteraciones o innovaciones son inútiles.

CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES COMPACTAS NORMALIZADAS

Las subestaciones compactas normalizadas, de una manera general, se fabrican con las siguientes características:

INTERIOR. - Para ser montadas en el interior de un edificio, bajo cubierta sin que se vean afectadas por la lluvia, la humedad o cualesquiera otros agentes físicos que la perjudiquen. Se fabrica como lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

ESTERIOR (O INTEMPERIS). - Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuesta a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina más gruesa, de 3

3.2 mm. (1/8"), con techos inclinados, puertas con empaque de hule y sin dejar expuestos aparatos o elementos de control.

FRECUENCIA. - En la República Mexicana tenemos 60 Hz. normalizados.

TENSIONES. - Las tensiones a las que tienden a normalizar las compañías suministradoras son 13.2, 22.9 y 34.5 kv., sin embargo aún hay otras tensiones que poco a poco van a desaparecer, como son 6,000 volts. Las tensiones 2.4, 4.16 y 6 kv. se usan para distribución industrial de carácter privado.

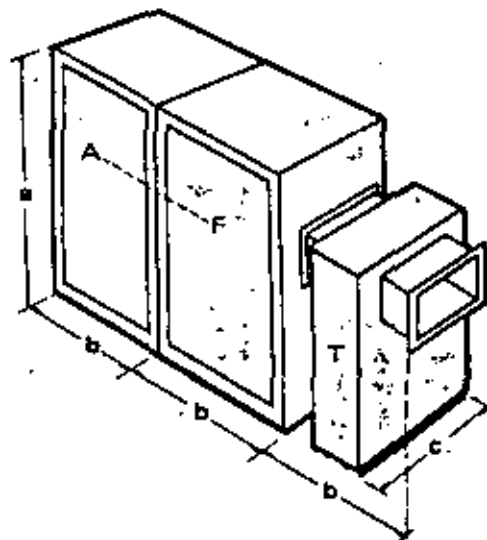
CAPACIDADES: Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciendo la de capacidad mayor con el equipo estándar.

TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.

COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cia. de Luz.	Apartarrayos Mufa Pasamuros.	A
VERIFICACION DE MEDIDORES.	Para poder comprobar, a solicitud del Cliente, los Medidores sin interrumpir el servicio.	Aparatos de Medición. Transformadores de Potencial y Corriente.	B
INTERRUPTOR.	Interruptor en Aire, apertura con carga, fusibles de A.C.I., Operación manual.	Interruptor en Aceite. Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectador en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectadoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (A.C.I.). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se deja libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enfriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 55/40°C a 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipo Seco. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T

TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

GABINETE	DIMENSIONES EN CENTIMETROS					
	2.4 a 15 KV.			HASTA 25 KV.		
	a ALTO	b ANCHO	c FONDO	a ALTO	b ANCHO	c FONDO
A	240	110/150	120/150	260	200	200
B	240	150/150	120/150	260	150	200
C	240	130/150	120/150	260	150	200
D	240	110/150	120/150	260	150	200
E	240	110/150	120/150	260	150	200
F	240	Variable	120	260	Variable	200
T	TRANSFORMADORES:					
45-112.5 KVA MAXIMO	150	145	145	200	150	170
150-500 KVA MAXIMO	170	160	225	200	170	240
750-1000 KVA MAXIMO	180	180	260	230	190	260



3.—SIMBOLOS PARA DIAGRAMAS UNIFILARES.

ACOMETIDAS:

Por medio de mufa.



Por medio de pasamuros.



Por medio de tubo



INTERRUPTORES:

Interruptor sin fusibles

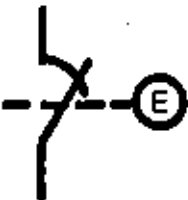
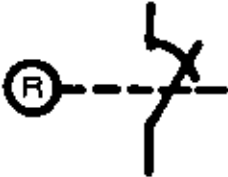






Interruptor con fusibles



Fusibles solos



<p>Operación eléctrica</p>	
<p>Operación por relevador</p>	
<p>DESCONECTOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.</p>	
<p>MEDICIONES</p>	
<p>Equipo de Medición de la Cía. de Luz</p>	
<p>Wattmetro</p>	
<p>Wattorímetro (Medidor)</p>	



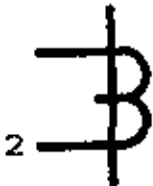
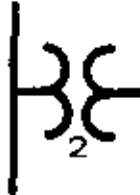

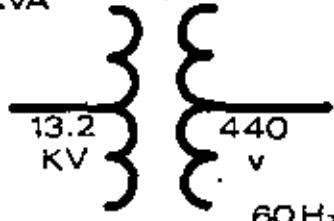
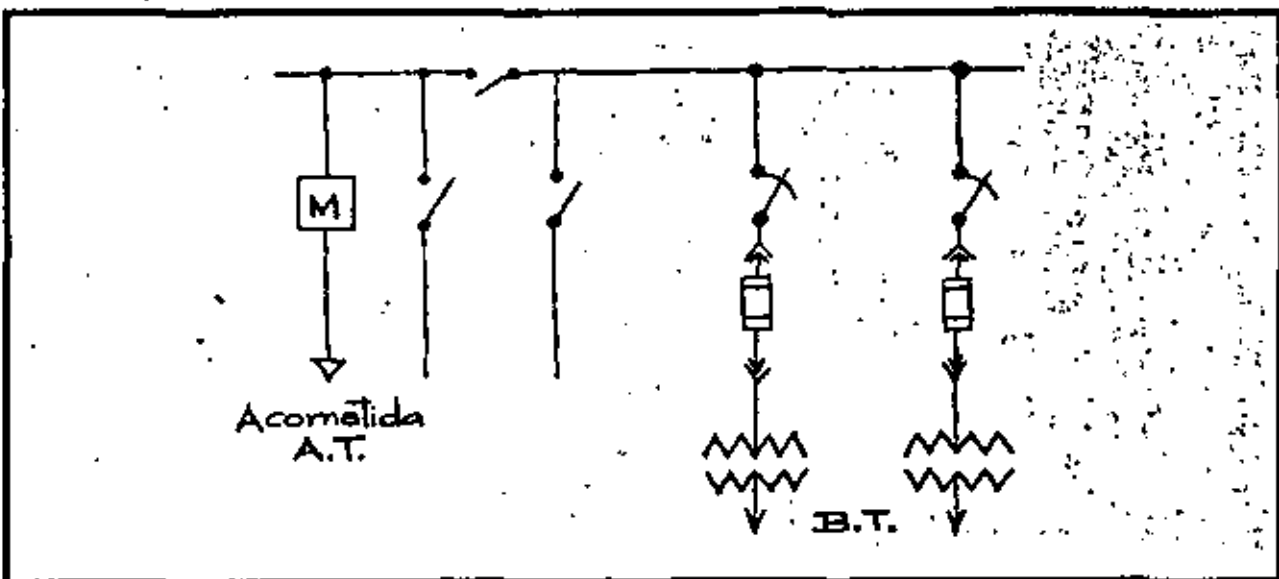
<p>Ampérmetro</p>	
<p>Vóltmetro</p>	
<p>Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)</p>	
<p>Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)</p>	
<p>Conmutador.</p>	
<p style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">TRANSFORMACION.</p>	
<p>Transformador de Distribución o de Potencia. (Los números indican sus principales características)</p>	<p>500 KVA</p> 

TABLA No. 3.—CARACTERISTICAS ELECTRICAS
PRINCIPALES DE LAS
SUBESTACIONES NORMALES.

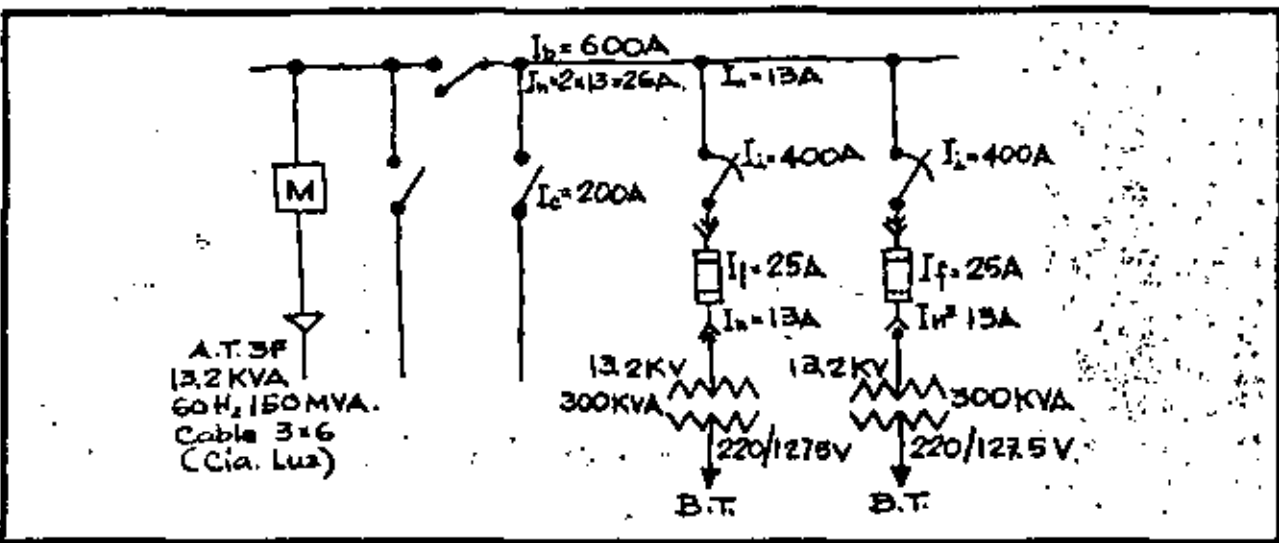
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	2	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	3	1000	6	
150	2.4	36	100	63	400
	4.16	21	100	40	
	6	15	150	40	
	13.2	7	150	16	
	23	4	1000	10	
225	2.4	54	100	100	400
	4.16	31	100	63	
	6	22	150	40	
	13.2	10	150	25	
	23	6	1000	16	
300	2.4	72	100	100	600
	4.16	42	100	100	
	6	29	150	63	
	13.2	13	150	25	
	23	8	1000	16	
500	6	48	150	100	600
	13.2	22	150	40	
	23	13	1000	25	
750	6	72	150	100	600
	3.2	33	150	63	
	23	19	1000	40	
1000	6	96	150	160	600
	3.2	44	150	100	
	23	25	1000	63	

4.—COMO DISEÑAR UNA SUBESTACION UNITARIA.

1°—Haga un diagrama unifilar sencillo de la subestación tal como la tenga pensada.



2°—Ponga en el diagrama los datos de suministro de la Cia de Luz y los valores normales del equipo (Ver Tabla No. 3).

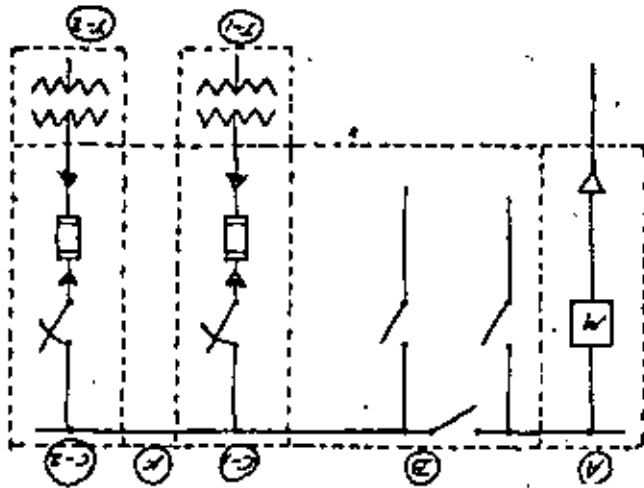


La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, para asegurar, según su construcción (separación entre fases y aisladores), que los esfuerzos me-

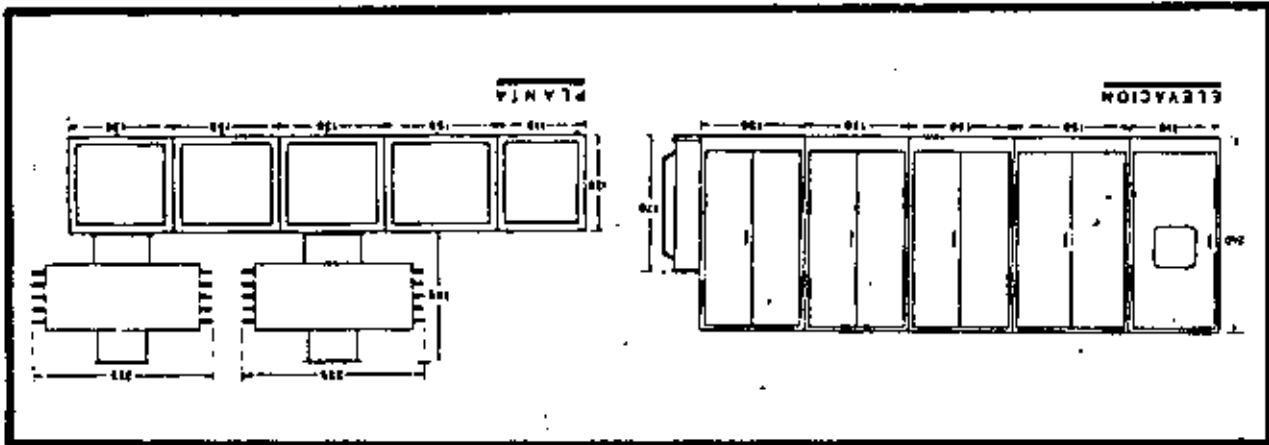
cánicos no serán perjudiciales en caso de cortos circuitos. La capacidad de los desconectores generalmente es de 200A., la de los interruptores de 400A. y de las barras de 400, 600 ó 1200A. según el tamaño de la subestación.

3—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con recángulos cada grupo (Ver Tablo No. 11).

Póngase una letra y un número, si el mismo equipo se repite. En nuestro ejemplo sería A, B, C-1, F, C-2, T-1, T-2.



4—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según lo Tablo No. 2.



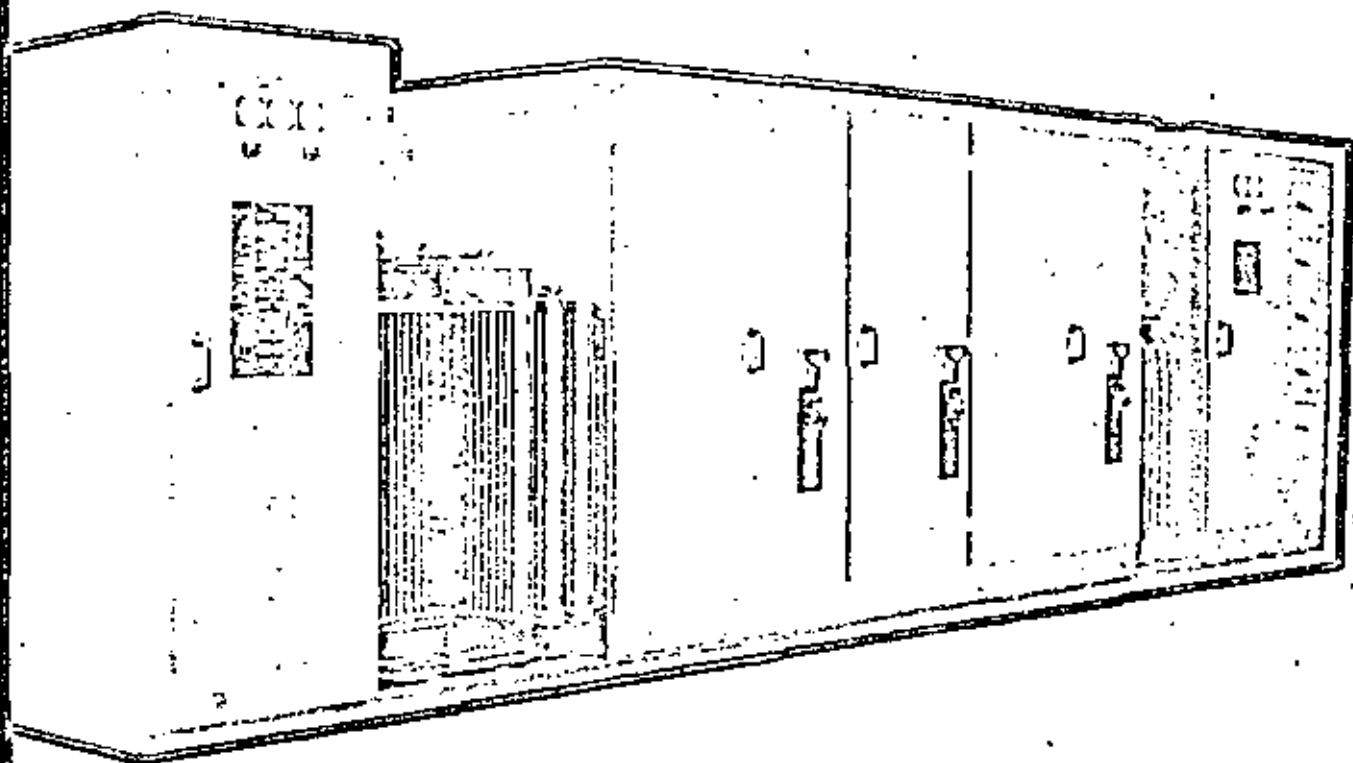
5—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que en determinados casos son útiles. Entre otros, se encuentran los instrumentos de medición, la operación eléctrica y disparo automático con diversos relevadores de los interruptores. Los aparatos son útiles en subestaciones o la intermedia, cuando

La Cía. de Luz no los pone en su poste de medida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instalan. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, la norma es que ya no se pongan los cuchillas de prueba.

REPRO COPY

REPRO COPY

REPRO COPY



DOS TARIFAS PARA SERVICIOS DE DISTRIBUCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA LAS
E BARRAS EN SU INDUSTRIA O EN SU EDIFICIO.

C. 21

I.- Las compañías suministradoras tienen dos tarifas: una a baja tensión; tarifa no. 2 Servicio general hasta 40 kw. de carga conectada o la tarifa no. 3 Para servicio general a más de 40 kw. de carga conectada.

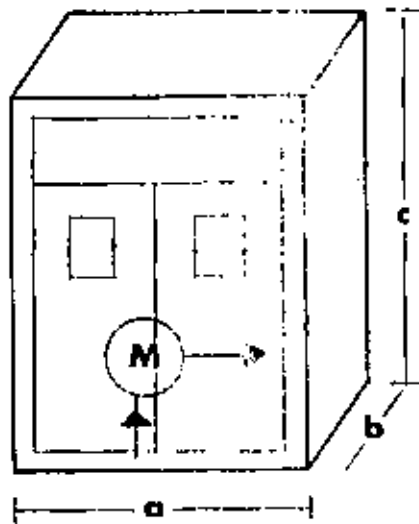
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide generalmente de la compañía suministradora es menor, le cobrará al usuario un sobrecoste que resulta de dividir 85% entre el factor de potencia medido; el cociente nunca sea mayor de 7 como máximo será esta cantidad la que multiplique el coste de la factura. Para disminuir de este recargo se necesita instalar un banco de capacitores.

Las tarifas generales de las compañías suministradoras ya sean que las soliciten a las mismas o se adquiere el servicio oficial del 15 de noviembre de 1976; también recomendamos al solicitante un nuevo servicio o aumento de carga aparte del costo de la obra eléctrica que realizan las compañías suministradoras hay que pagar una cantidad - por el llamado régimen de cuotas que varía según las zonas del país (I, II, III) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



GABINETE .-

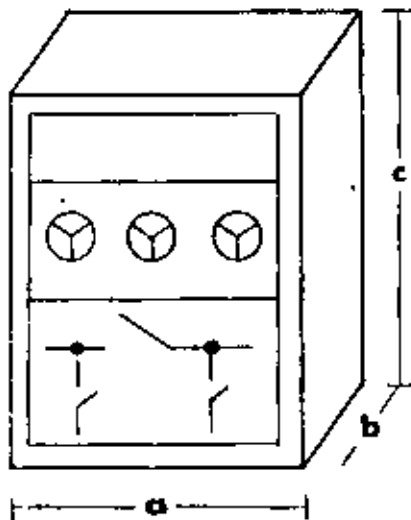
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en alta tensión de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la acometida y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominándolas IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando -- las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de ésta sección ó viceversa en el segundo caso.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	260
34.5	280	280	300

EQUIPO.-

Este gabinete se suministra vacío de fábrica con objeto de alojar el equipo de medición -- indicando anteriormente y unicamente en proporcionan las zapatas en los buses de las fases y barra de tierra para poder efectuar -- las conexiones correspondientes.

SECCION II- VERIFICACIONES.-

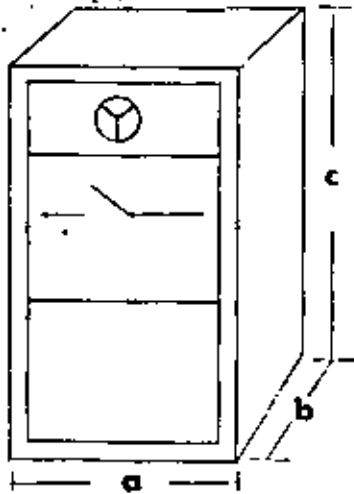


GABINETE.-

Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo de verificación de la compañía suministradora de energía eléctrica ó pruebas de puesta en servicio sin tener necesidad de intervenir al servicio al usuario.

KV	ACOTACIONES EN CENTÍMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	250
34.5	280	280	300

SECCION II-S.- CUCHILLA



EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con tres juegos de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga montadas y conectadas de acuerdo con el diagrama unifilar.

GABINETE.-

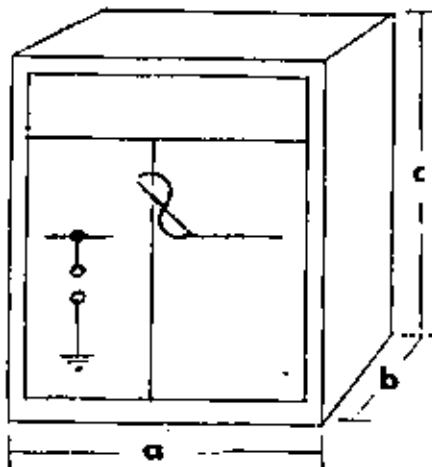
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permita a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero necesariamente con la interrupción del servicio.

KV	ACOTACIONES EN CENTÍMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	200
34.5	150	280	300

EQUIPOS.-

Esta sección se suministra de fábrica con un juego de cuchillas tripolares de operación en grupo sin carga, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

SECCION III-S.- INTERRUPTOR



GABINETE.-

Esta sección denominada INTERRUPTOR, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34.5	280	280	300

Tres apartarrrayos tipo autoválvula
 Un Seccionador en aire baja carga, tripolar operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva con mecanismo de disparo en los tres polos automáticamente al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca SIEMENS, tipo M251.

SECCION III-D.- INTERRUPTOR

GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente el tipo de seccionador, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

Tres apartarrrayos tipo autoválvula

Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoneumático, tripolar de operación manual, montaje fijo, servicio interior, completo con tres fusibles de alta capacidad interruptiva, con mecanismo de disparo automático en los tres polos al fundirse cualquiera de los fusibles, con tres relés de sobrecorriente y palanca de operación, marca DELLE, tipo RFS ó similar.

SECCION III-M. INTERRUPTOR

GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente en el equipo de protección el cual ÚNICAMENTE se puede ofrecer para las subestaciones en 25 KV, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-S.

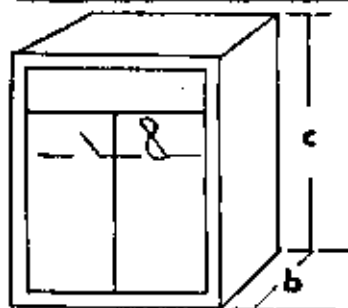
EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Tres apartarrrayos tipo autoválvula

Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca MECOSA, fabricado bajo licencia de MAGRINI M.S.M., tipo 20KG/750/800, con 750 MVA de capacidad interruptiva a voltaje nominal, 800 amperes con mando tipo B-14 manual, provisto de dos relés tipo SA de la capacidad adecuada, con disparo voluntario con bobina de envío de corriente ó disparo automático con bobina de no voltaje, completo con palanca de operación.

SECCION IV-CUCHILLAS-FUSIBLES



GABINETE.-

Esta sección denominada CUCHILLAS-FUSIBLES, está destinada a alojar el equipo de protección en alta tensión para circuitos derivados siempre y cuando exista un interruptor general.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	240
34.5	200	280	300

EQUIPO

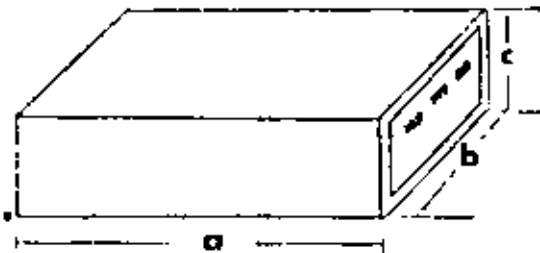
Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo, montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Un juego de cuchillas tripolares, de operación en grupo sin carga

Tres bases portafusibles, unipolares, con sus respectivos fusibles de alta capacidad interruptiva.

(Fusible mayor de 50 AMP. consultar a M.E.C.S.A.)

SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



GABINETE.-

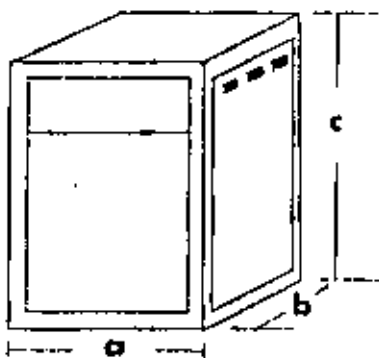
Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que estén acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impiden el acoplamiento directo.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	65	45
25	X	100	50
34.5	X	160	100

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

SECCION V-P.- ELECTRODUCTO DE PISO



GABINETE.-

Esta sección denominada ELECTRODUCTO DE PISO, tiene la misma función que la sección anterior, excepto que, con la variante de que es autosoportada directamente sobre el piso y sus dimensiones de fondo y altura coinciden con las de las secciones a las cuales va acoplada.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	150	240
25	X	200	260
34.5	X	280	300

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca MECSA, están formadas por la combinación de las secciones descritas anteriormente de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente.

Con objeto de poder identificar las subestaciones de acuerdo con las combinaciones más usuales de las secciones, se han establecido nomenclaturas formadas también por una combinación de dígitos y letras en la siguiente forma:

- ① Los primeros dígitos indican el voltaje nominal de operación de la subestación por lo que únicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5
- ② La siguiente letra nos indica el sentido de la subestación, según vayan aumentando las secciones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo que ésta letra únicamente puede ser I ó D respectivamente.
- ③ El (los) siguiente (s) dígito (s) nos indica el número de secciones de que se compone la subestación.
- ④ La siguiente letra nos indica si la subestación es NORMAL o ESPECIAL, de MEDICIÓN, VERIFICACIÓN e INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituye por cualquier otra combinación, por lo que ésta letra únicamente puede ser N ó E

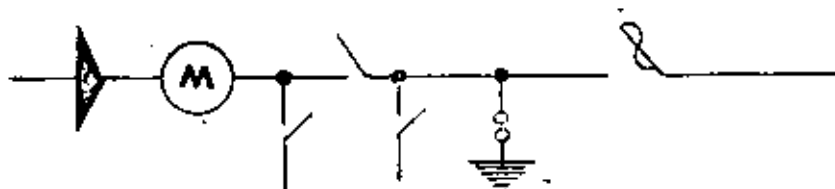


DIAGRAMA UNIFILAR

- ⑤ Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestación, que únicamente puede ser INTERIOR ó EXTERIOR, por lo que, éstas letras serán SI ó SE según el caso.

Como ejemplo ilustrativo de lo anteriormente descrito, vamos a identificar una subestación normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido-derecha para servicio exterior:

25	D	3	N	SE
①	②	③	④	⑤

11

27

TABLA DE SELECCION DE FUSIBLES Y RELEVADORES

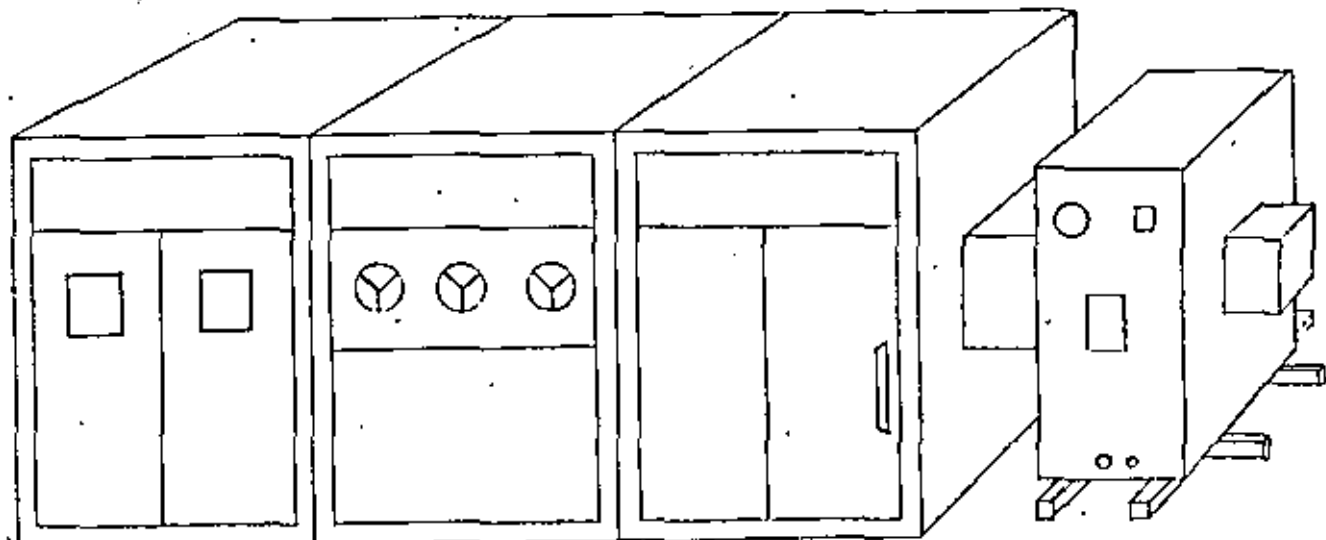
SECCIONADOR CON FUSIBLES SIEMENS					RUPTO FUSIBLES MARCA "DELLE"						INTERRUPTOR "MECSA"	
POTENCIA NOMINAL SUB-EST.	TENSION DE SERVICIO 13.2 KV	CAPACIDAD INTERRUPTIVA S.	TENSION DE SERVICIO 20/23 KV.	CAPACIDAD INTERRUPTIVA SIMETRICA.	TENSION DE SERVICIO 13.2KV CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 20/23 KV, CORRIENTE DEL RELE Y FUSIBLE.			TENSION DE SERVICIO 13.2 KV ; 20/23 KV	
	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-FUS	M.V.A.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S.	AMP-RELE	AMP-FUS	MVA-C.I.S.	AMP-RELE	AMP-RELE
100	16	1000	16	1000	10/14	10	500	6.3/10	63	1000	5/10	5/10
125	25	1000	25	1000	16/22.4	16	500	10/13	10	1000	5/10	5/10
150	25	1000	25	1000	16/19.2	16	500	16/25.6	16	1000	5/10	5/10
200	25	1000	25	1000	16/25.6	16	500	16/25.6	16	1000	10/20	5/10
250	25	1000	25	1000	20/25	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
300	40	1000	25	1000	20/25	20	500	16/25.6	16	1000	10/20	10/20
400	40	1000	25	1000	25/37.5	25	500	20/26	20	1000	20/40	10/20
500	40	1000	40	1000	32/44.8	32	500	20/32	20	1000	20/40	10/20
600	63	1000	40	1000	32/44.8	32	500	25/40	25	1000	20/40	20/40
750	63	1000	63	1000	40/56	40	500	32/51.2	32	1000	40/80	20/40
1000	100	1000	63	1000	63/88.2	63	500	40/64	40	1000	40/80	20/40
1250	100	1000	63	1000	80/112	80	500	50/65	50	1000	40/80	40/80
1600	160	1000	100	1000	100/150	100	500	63/100.8	63	1000	80/160	40/80

NOTAS:

- 1.- El seccionador SIEMENS no lleva relevadores de sobrecorriente primarios, solo tres fusibles con C.I.S., de 1000 MVA
- 2.- El portafusible DELLE lleva tres relevadores primarios de sobrecorriente y tres fusibles con C.I.S., de 500 MVA ó 1000 MVA
- 3.- El interruptor en bajo volúmen de aceite MECSA, lleva dos ó tres relevadores primarios de sobrecorriente, no necesita fusibles, ya que no los requiere para su operación, se surte con una bobina de apertura ó control remoto ó una bobina de apertura por bajo voltaje ó tensiones 127/220/254/440 volts.
También se puede surtir totalmente automático (consultar precio) 20MG/750 MVA simétricos, 800 Amps. nominales

C.I.S. - Capacidad interruptiva Simétrica

Interruptor "MECSA" Interruptor en bajo volúmen de aceite tipo 20MG/750 MVA simétricos, 800 Amps. nominales.



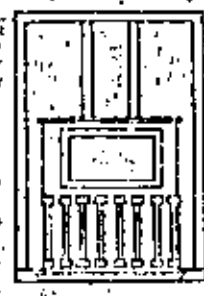
SECTION I

SECTION II

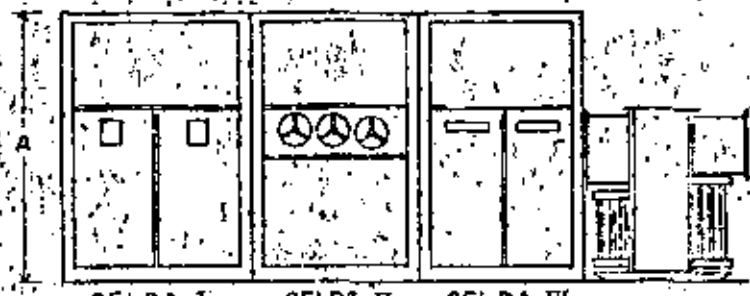
SECTION III

TRANSFORMER

G A B I N E T E S



PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRENTE



B C D

PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



M
 MEDICION
 COMPANIA
 SUMINISTRADORA

* SE ANOTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO * ID3NTLSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO INTERIOR	SENTIDO IZQUIERDA — DERECHA	TRANSFORMADOR COLINEAL

30

G A B I N E T E S

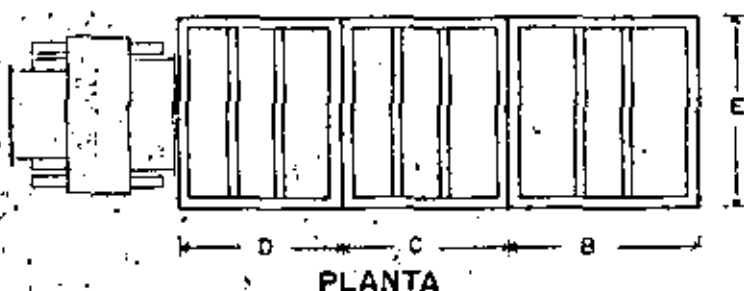
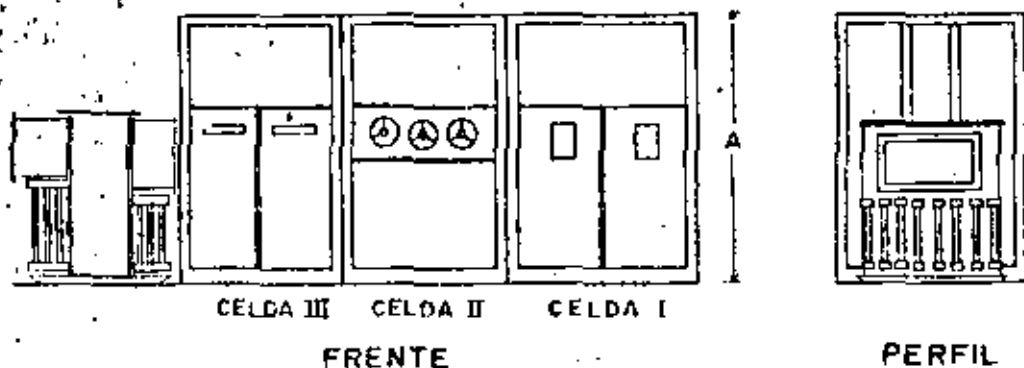
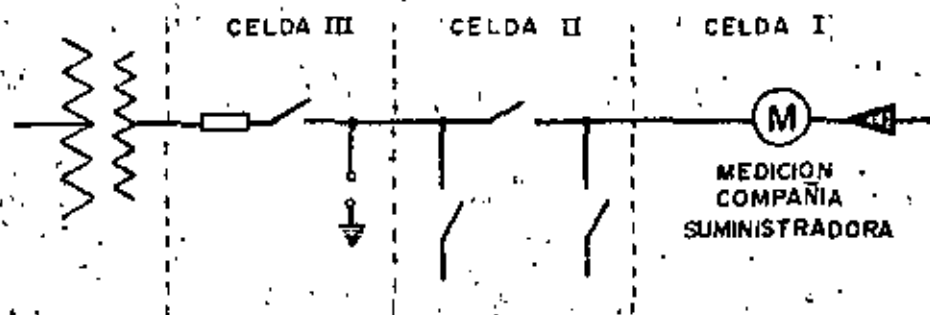


DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D13NTLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

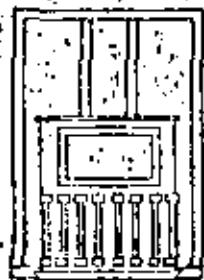
TRANSFORMADOR

INTERIOR

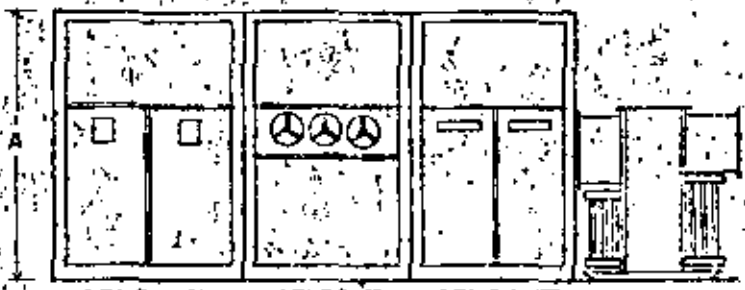
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

G A B I N E T E S



PERFIL



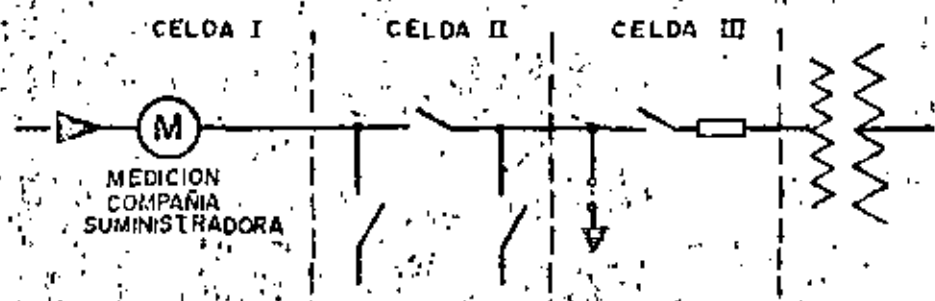
CELOA I CELDA II CELDA III

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV. NOMINALES

MODELO * ID3NTLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR	
INTERIOR	IZQUIERDA ← DERECHA	COLINEAL	

G A B I N E T E S

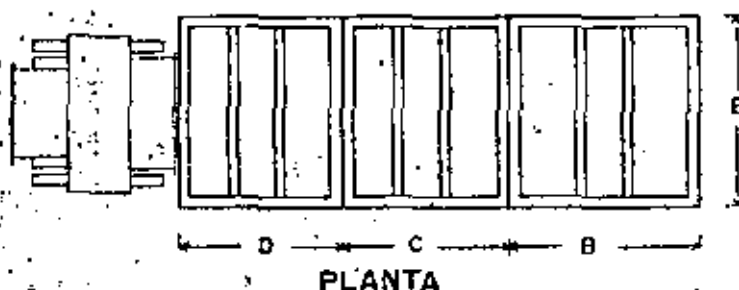
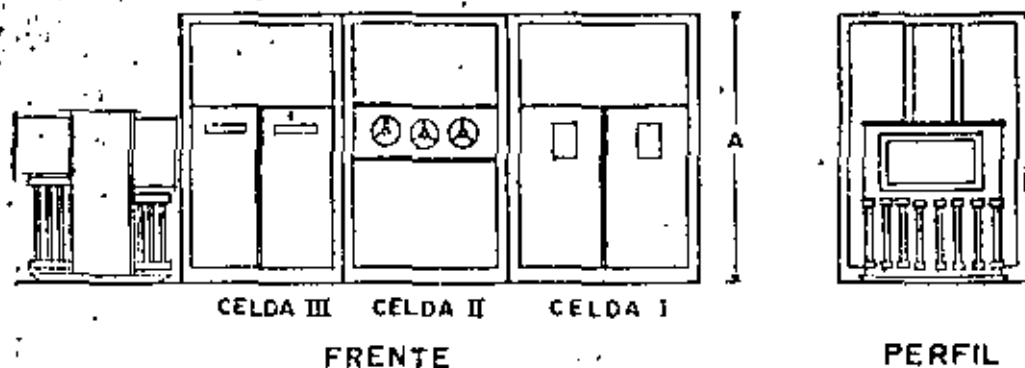
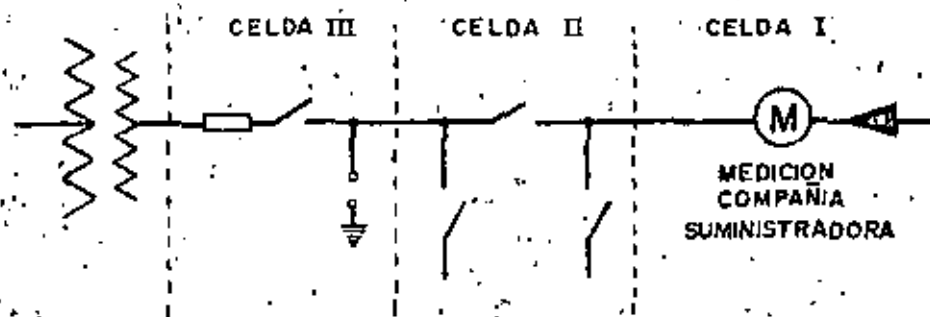


DIAGRAMA UNIFILAR



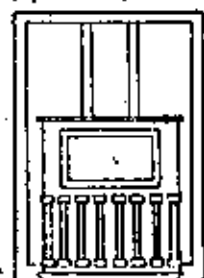
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3NTLSI

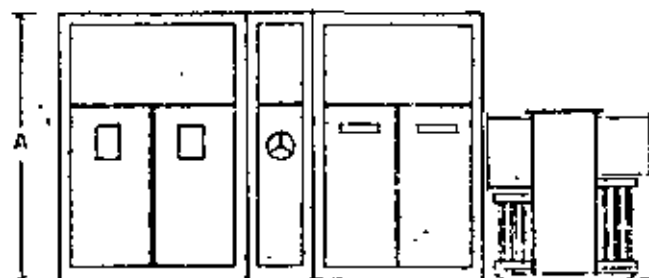
ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEAL

31
G A B I N E T E S

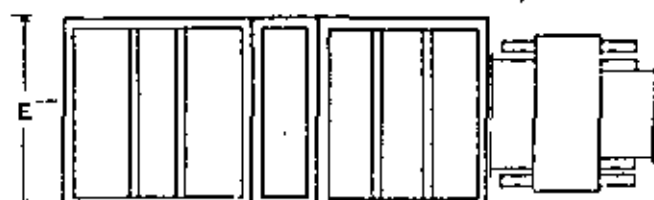


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

FRENTE

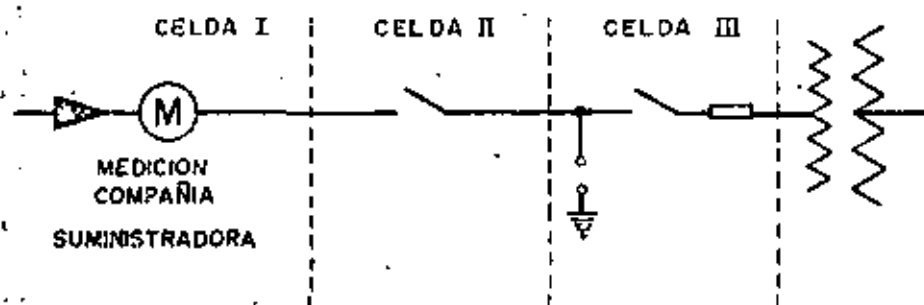


B C D

PLANTA

DIAGRAMA

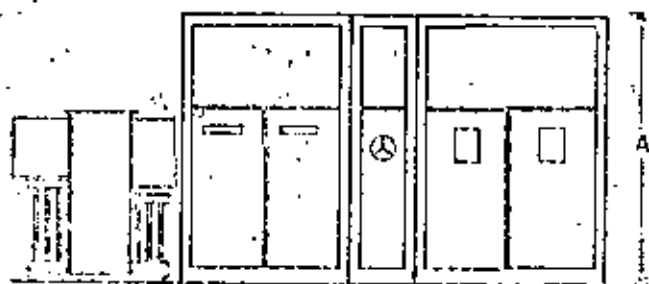
UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

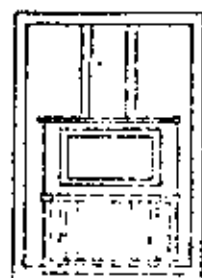
MODELO * ID3E TL SI		ACÓTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4:
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

32
G A B I N E T E S

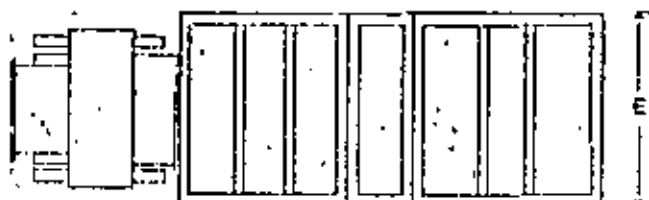


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



PERFIL

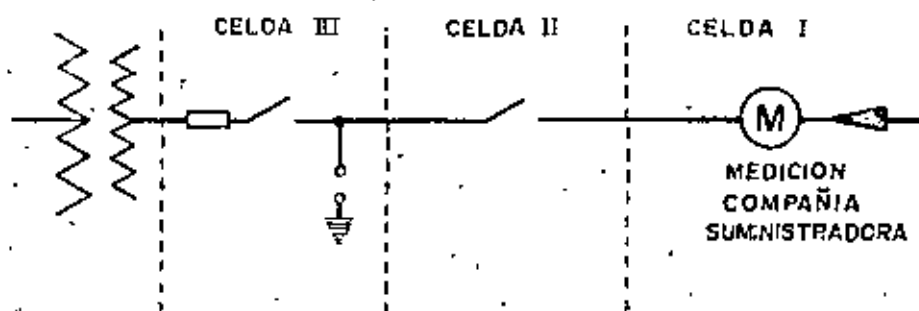


C B

PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE AÑOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D3ETLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

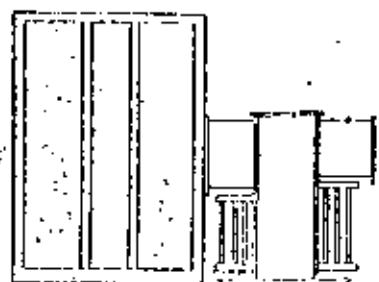
TRANSFORMADOR

INTERIOR

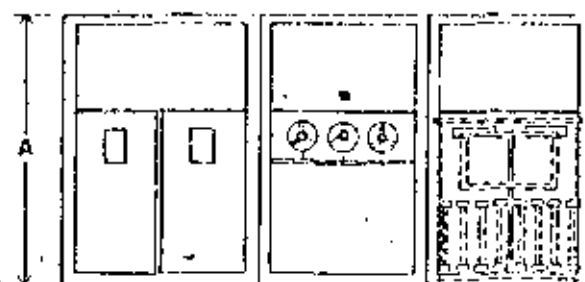
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEAL

33
G A B I N E T E S

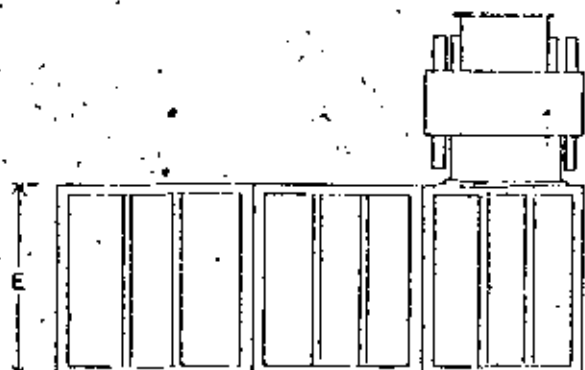


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

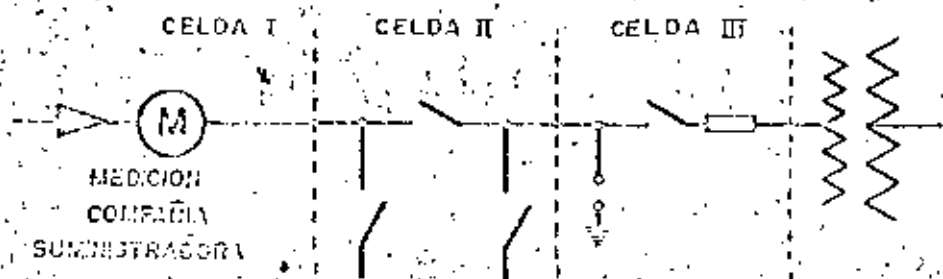
FRETE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDNTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

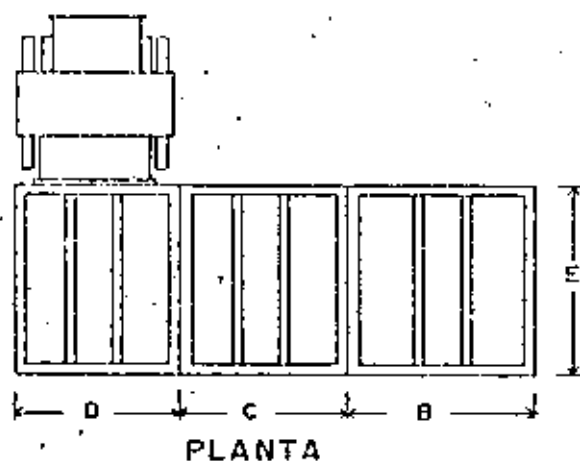
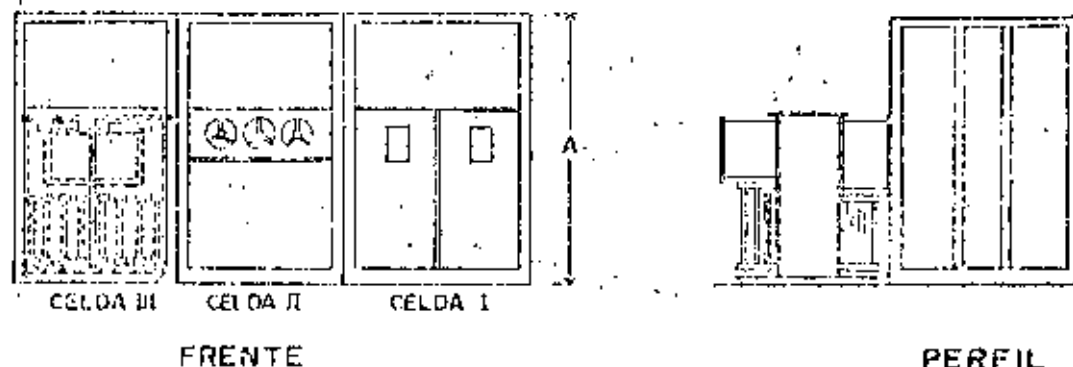
INTERIOR

EXTERIOR

TRANSFORMADOR

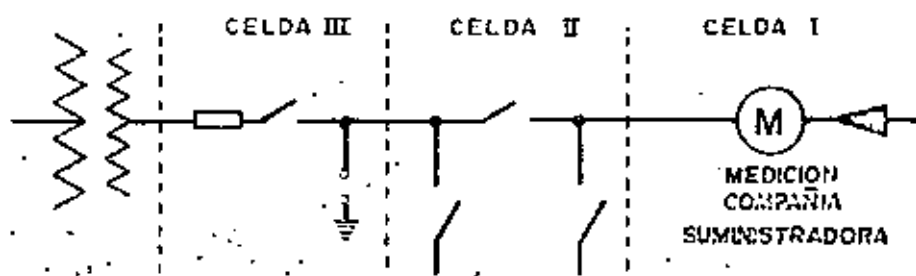
CCC 34

S A B I N E T E S



DIAGRAMA

UNIFILAR.



* SE AÑOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D13NTPSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

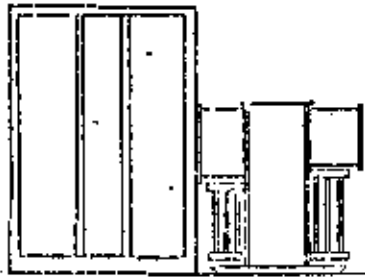
INTERIOR

DERECHA - IZQUIERDA

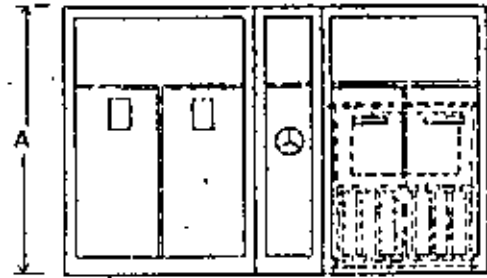
POSTERIOR

35

G A B I N E T E S

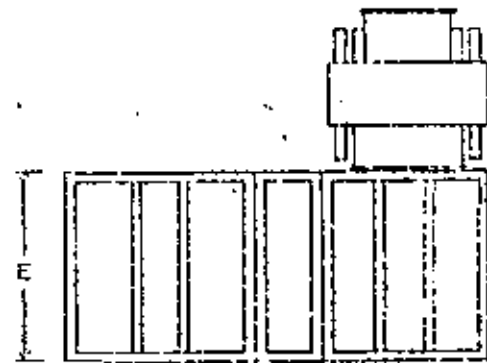


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

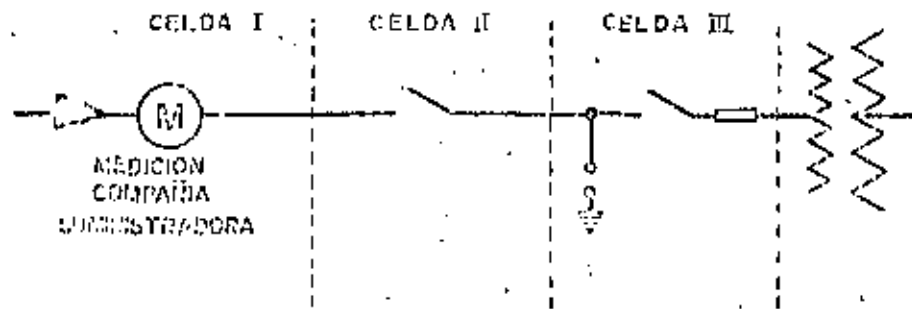
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR

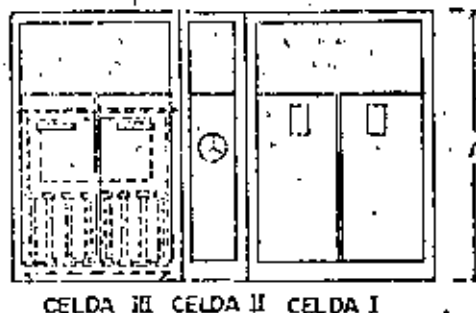


* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO	* IDSETPSI	ACOTACIONES	II HOJAS 13, 14 Y 15
SERVICIO	SERVICIO	TRANSFORMADOR	
INTERIOR	IZQUIERDA -- DERECHA	POSTERIOR	

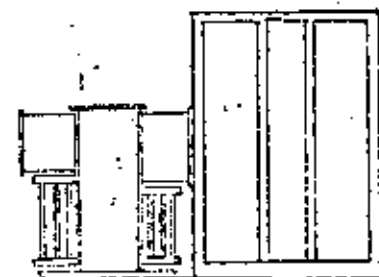
36

G A B I N E T E S

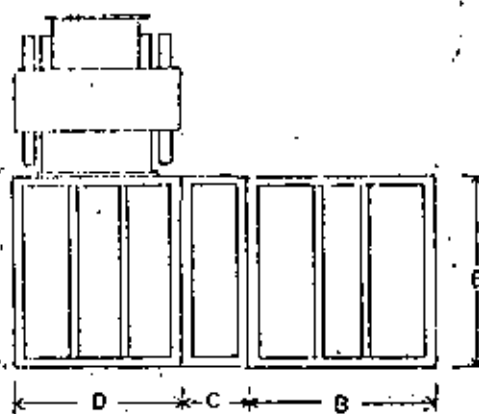


CELDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



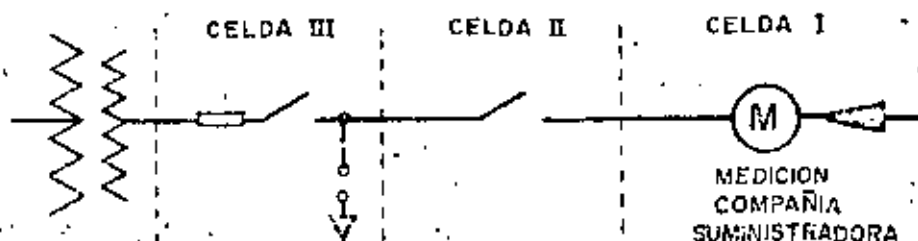
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR

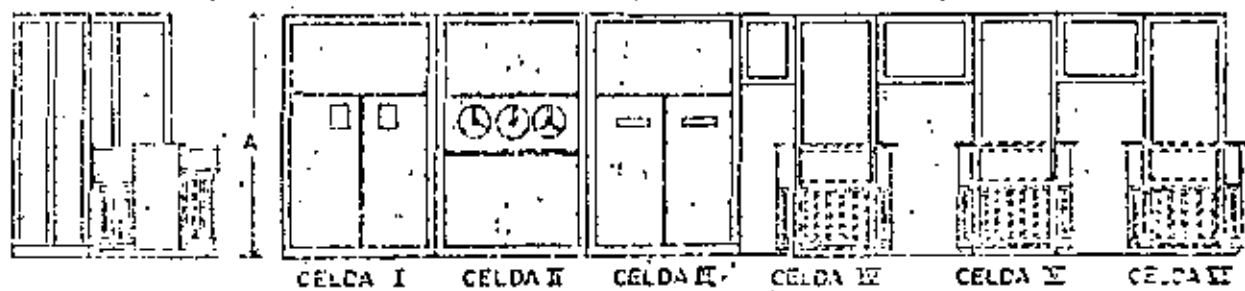


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES *

MODELO	* DI3ETPSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR	
INTERIOR	DERECHA ← IZQUIERDA	POSTERIOR	

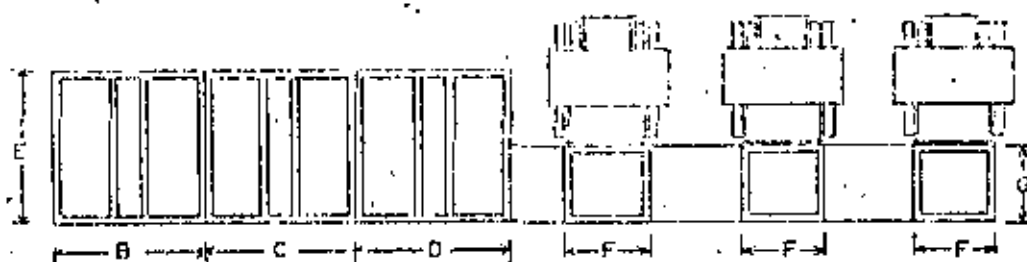
37

G A B I N E T E S



PERFIL

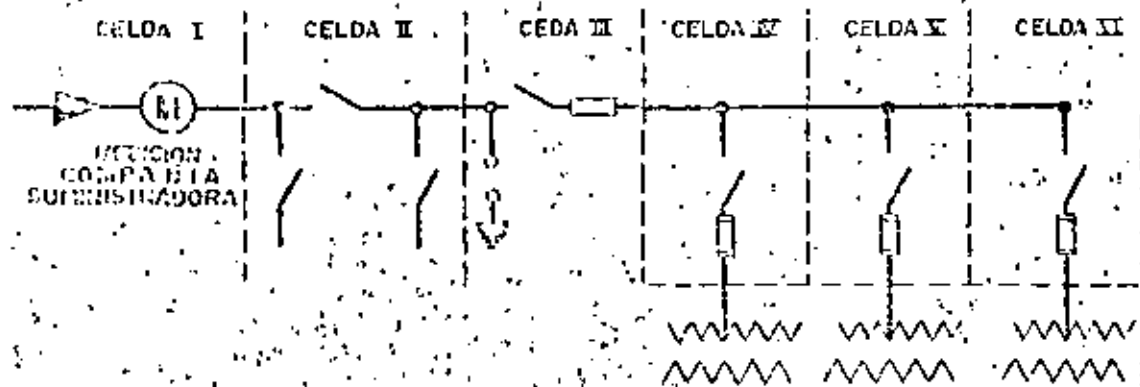
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE AUMENTAN LOS KV NOMINALES

MODELO ID3N3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

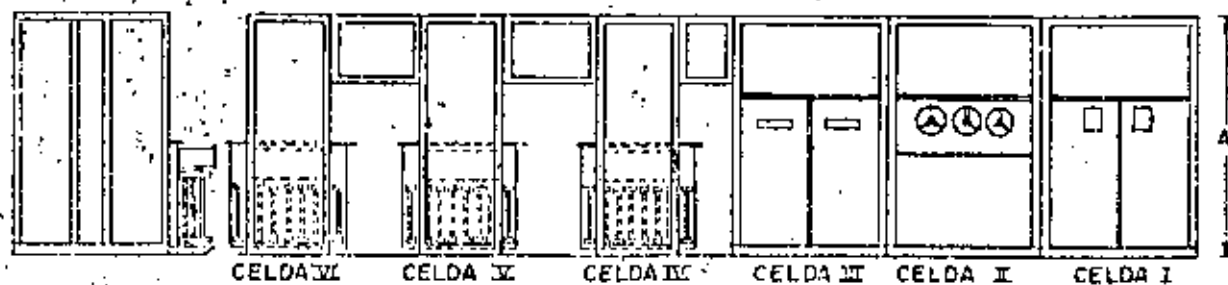
TRANSFORMADORES

DISTRIBUCION

IZQUIERDA -- DERECHA

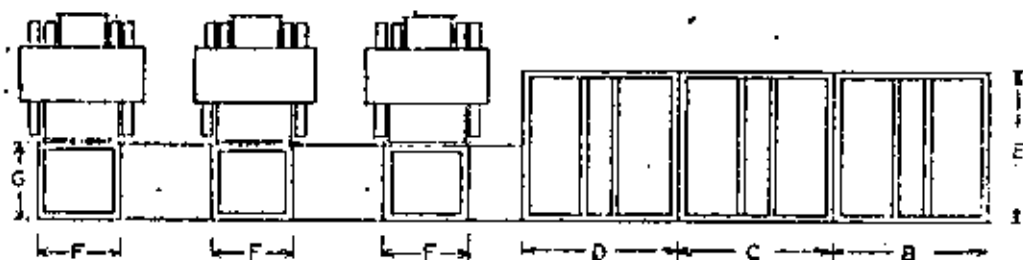
COLINEALES

38
G A B I N E T E S



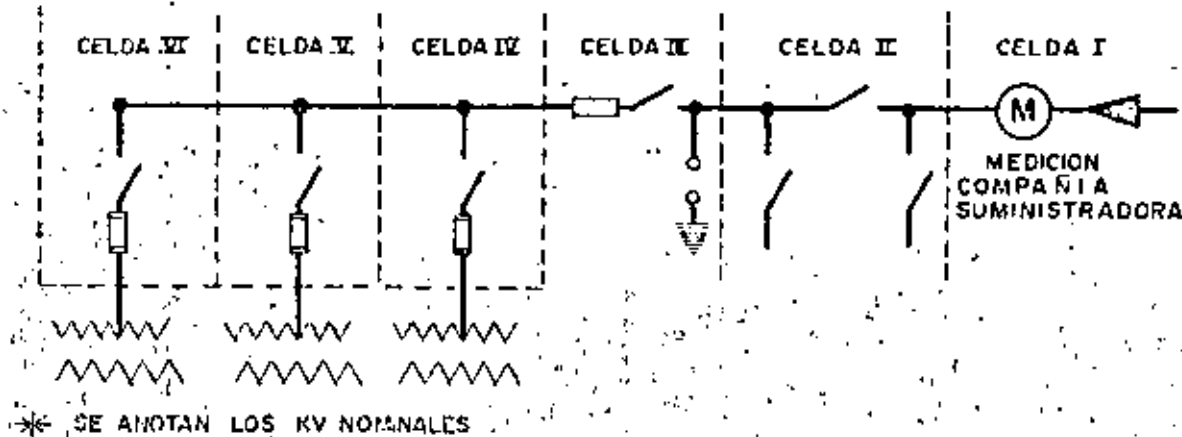
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



MODELO * D13N3TLSI

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

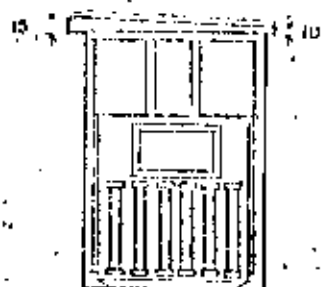
TRANSFORMADORES

INTERIOR

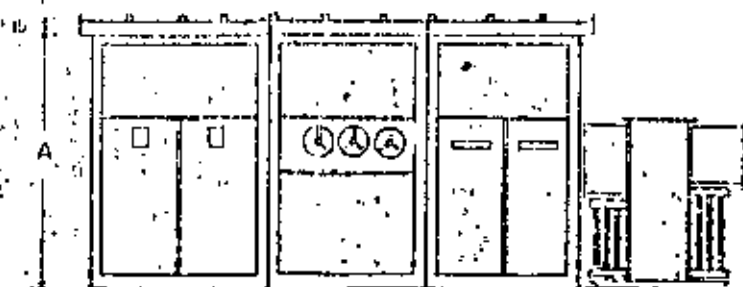
DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES

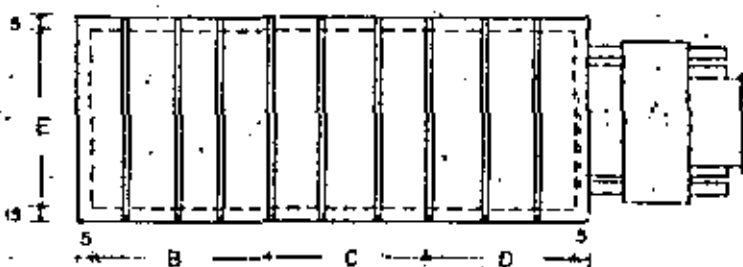
39
G A B I N E T E S



PERFIL

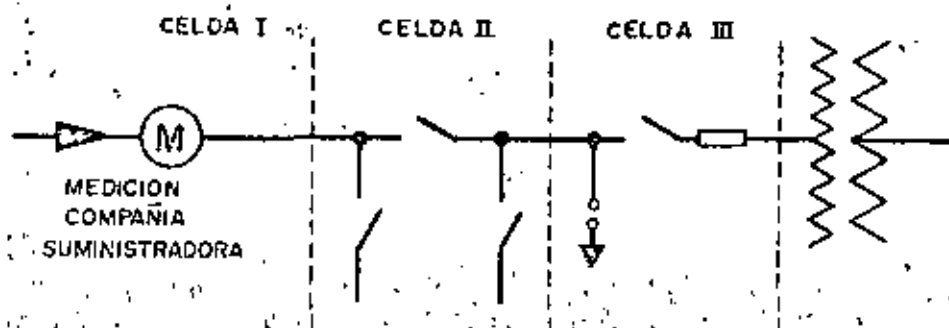


FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMNALES

MODELO: * ID3NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

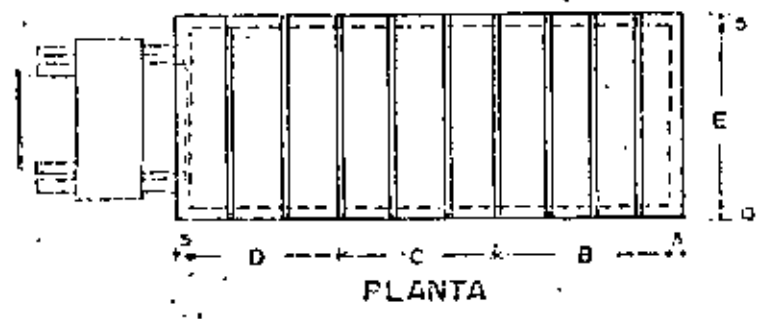
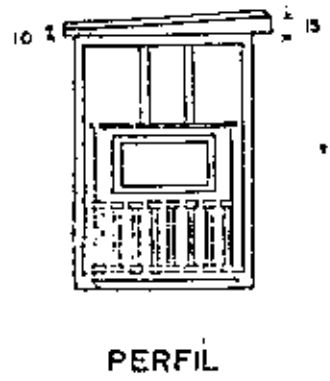
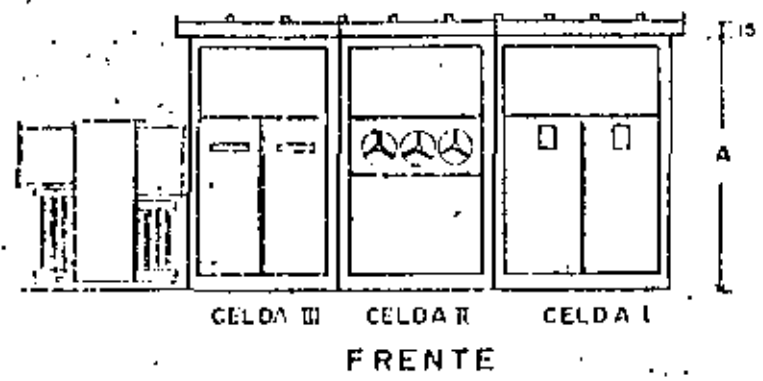
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

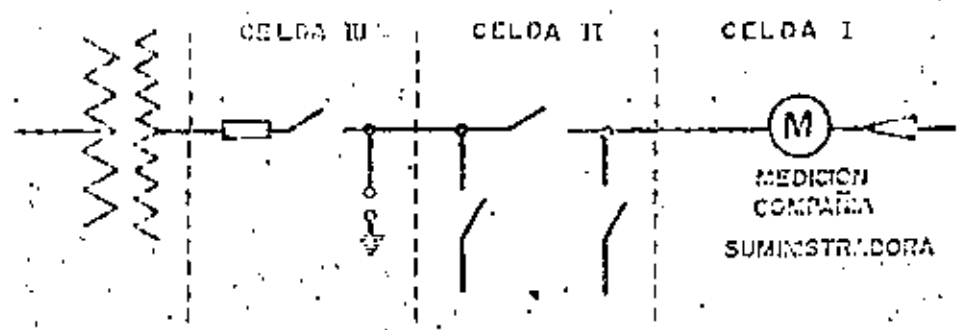
COLINEAL

40
G A B I N E T E S



DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE UNIFILAN LOS KV INDICIALES

MODELO * DISTITLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

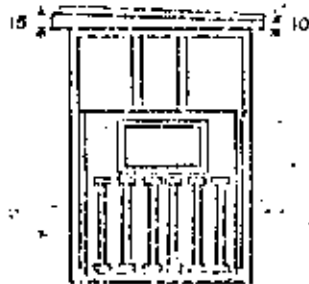
INDEPENDIENTE

DIRECCION IZQUIERDA

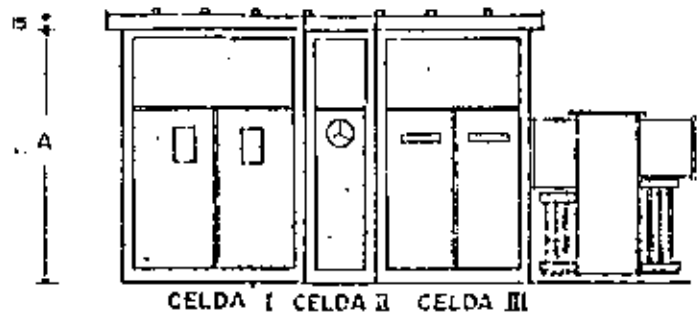
COLINEAL

41

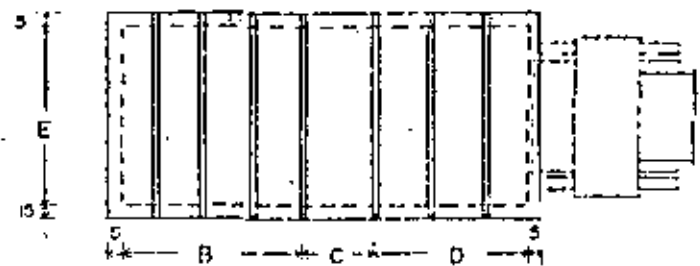
G A B I N E T E S



PERFIL



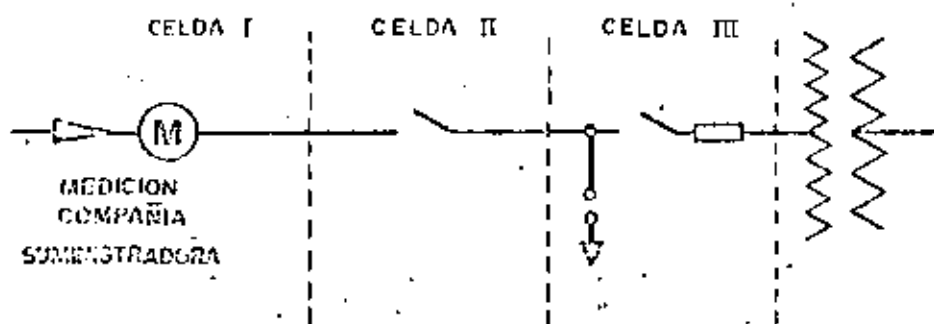
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE AÑADAN LOS KV NOMINALES

MODELO * IDSETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 6

FRANCO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

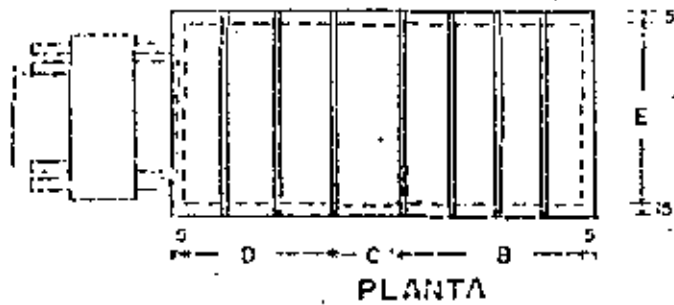
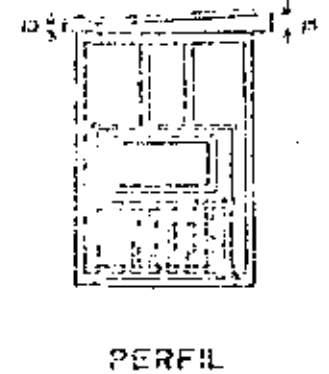
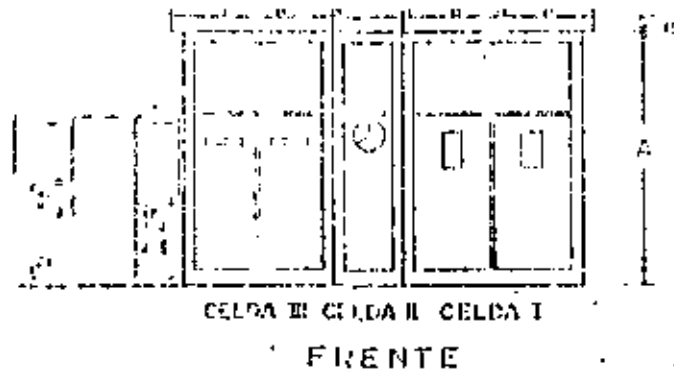
SIEMENS

1946 ED - D. N. 1115

GENERAL

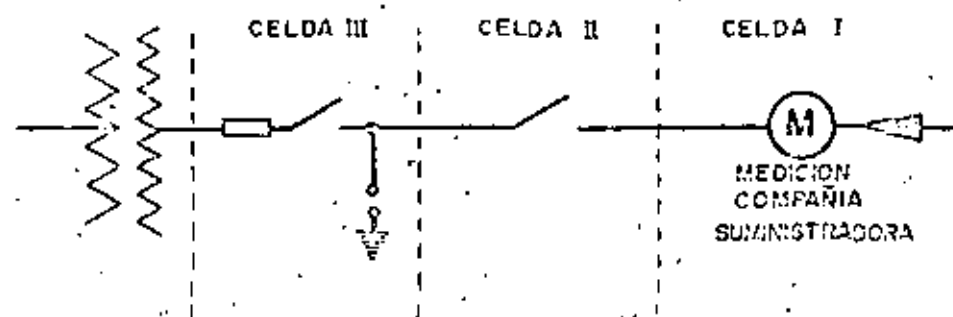
42

C A B I N E T E S



DIAGRAMA

UNIFILAR

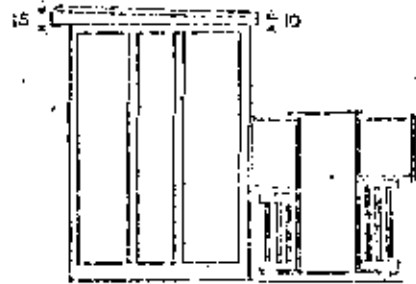


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

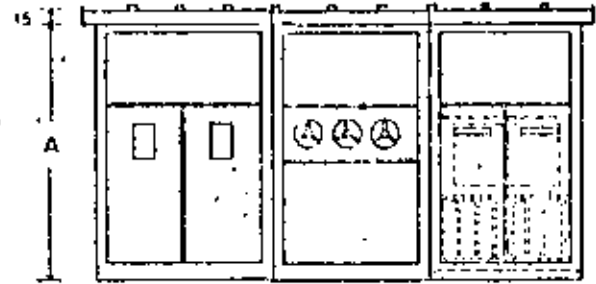
MODELO DISETLSE		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
TEMPERARIO	DIRECHA - IZQUIERDA	COLINEAL

G A B I N E T E S

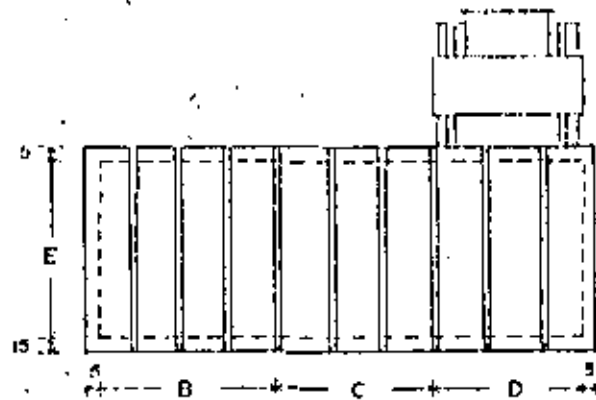
43



PERFIL

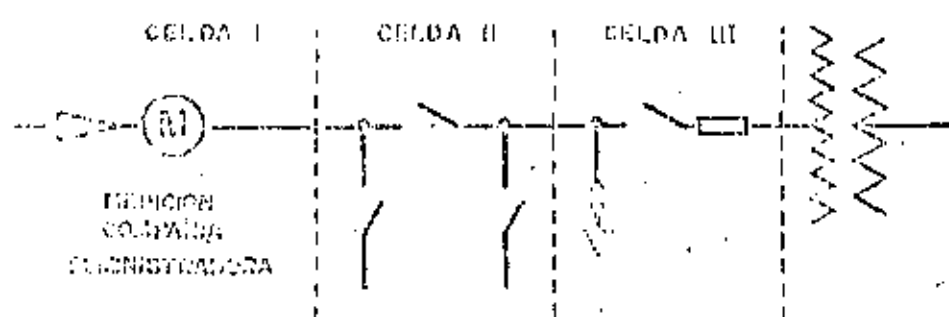


CELDA I CELDA II CELDA III
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV NORMALES

MODELO IDENTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 8 y 9

STAVCIO

SEMPICO

TRANSFORMADOR

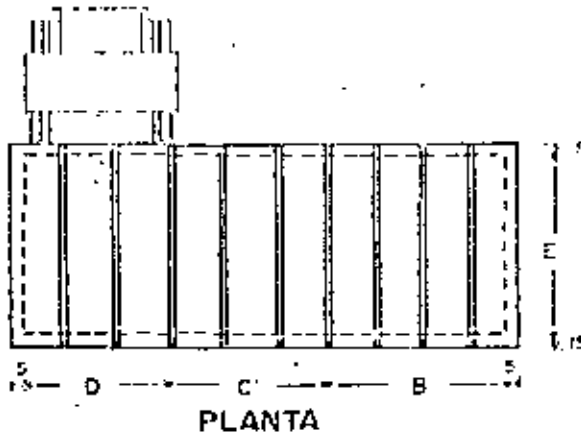
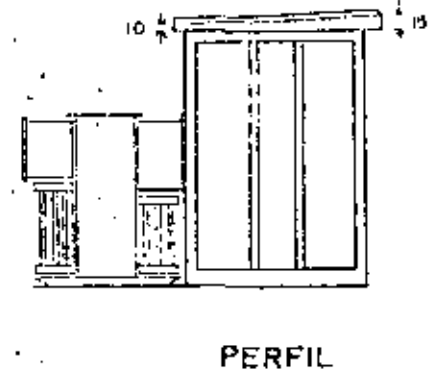
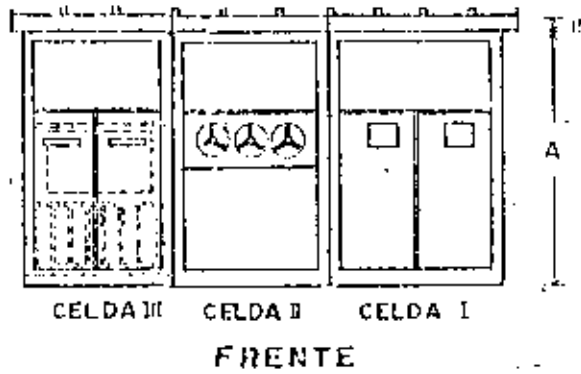
RECIPIENTE

CONSTRUCION EN ALUMINIO

POSTERIOR

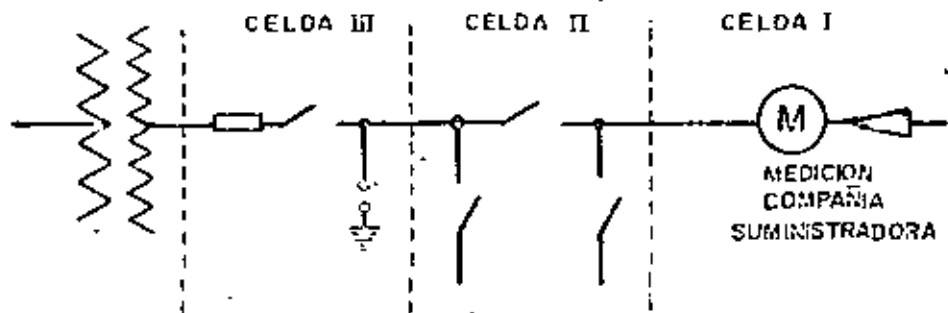
CABINETES

44



DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

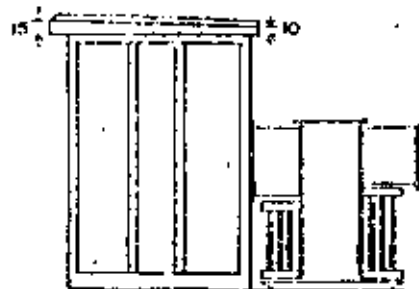
MODELO DI DIENTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

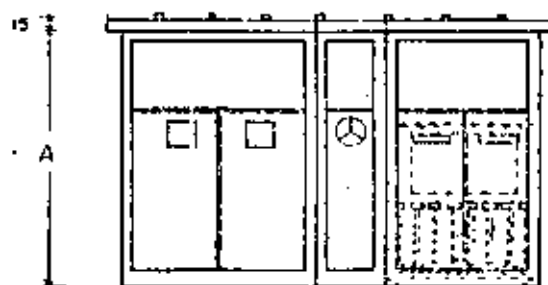
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

G A B I N E T E S

45

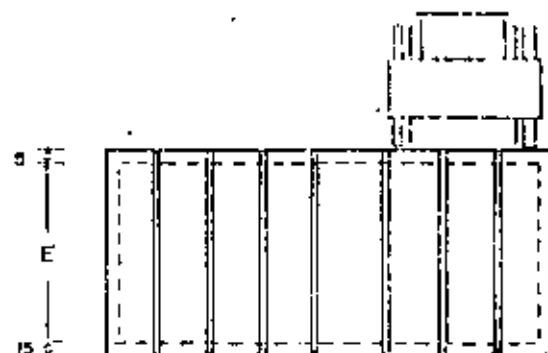


PERFIL



CELDA I CELDA II CELDA III

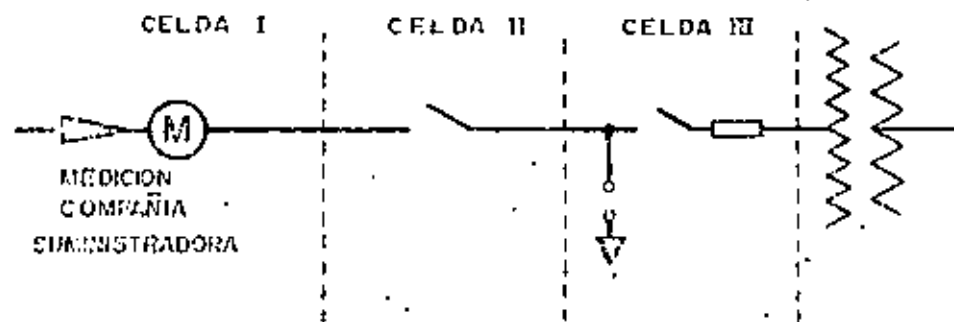
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE AÑADAN LOS KV NORMALES *

MODELO * ID3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos 3 y 4

EL VIVICO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

PERFIL

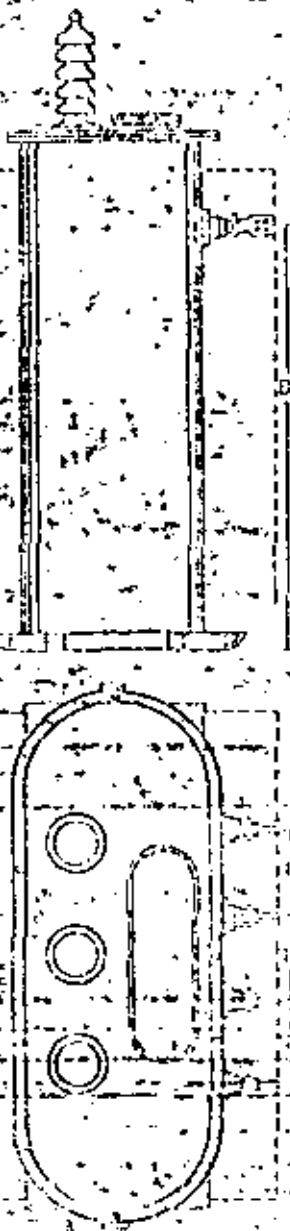
COULON

1969

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/30 HZ. TIPO TANQUE OVALADO

INDUSTRIAS ELECTRICAS GARRAZA S.A.

KVA	ALTA TENSION			BAJA TENSION		DIMENSIONES APROXIMADAS EN CMS.										LITRO DE ACEITE	PESO APROX. KG.
	KV	CONEX	DERIVACIONES	VOLTS	CONEX	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
5	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	101	593	683	723	67	19.5	29	8	36	47	30	200
10	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	102	603	673	713	75	20	32	8	64	51	70	250
15	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	240/220/127	ESTRELLA	109.5	675	763	803	78	23	33.5	8.5	67	52	50	300
20	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	105	663	73	77	83	23	36	8.5	72	53	95	320
25	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	115	688	763	80.5	81	23	38.5	8.5	73	54	110	350
30	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	125	715	793	79.5	83	23	39.5	8.5	77	55	120	370
45	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	125	725	77.5	81.5	85	23	40.5	9.5	81	56	130	400
50	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	117	74	82	86	100	23	43	10.5	78	57	150	450
60	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	107	24	46.5	10	81	58	164	500
75	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	410/220/127	ESTRELLA	121	81	89	93	112	23	47.5	10.5	87	59	170	550
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/3.87%	220/127	ESTRELLA	113.5	84	103	107	107	23	49.5	10.5	87	60	175	600
100	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	410/220/127	ESTRELLA	121	84	94	97	110	23	47	11	84	61	180	700
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/3.87%	440/220/127	ESTRELLA	134.5	83	102	111	110	24	52	11	101	62	195	820
125	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	84	96	98	105	24	50	11	100	63	200	900
150	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	110	85	105	109	123	23	52.5	12	97	64	210	1000
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/3.87%	220/127	ESTRELLA	122.5	85	111	113	113	24	58.5	12	103	65	225	1150
200	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	112	87	114	117	110	24	57	12.5	114	66	230	1300



1

1

TABLA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MAXIMA EN AMPERES POR FASE A SUJ
 CEBER SUJETARSE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA LIBERAR DE SOBRE
 CARGAS EL CIRCUITO PRIMARIO DE BANCOS TRIFASICOS DE TRANSFORMACION.

K.V.A. del BANCO	2 400 volts.		4 160 volts.		6, 800 volts.		11 500 volts.		13 200 volts.		22 000 volts.		33 000 volts.		44 000 volts.	
	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.	A.P.C.	A.D.
4.5	1.08	3	0.63	1.5	0.38	1	0.23	1	0.20	1						
7.5	1.80	3	1.04	2	0.63	1.5	0.38	1	0.33	1	0.20	1				
9	2.17	5	1.25	3	0.75	1.5	0.45	1	0.39	1	0.24	1	0.16	1		
10	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.17	1		
15	3.61	7	2.08	5	1.26	3	0.75	1.5	0.66	1.5	0.39	1	0.26	1	0.20	1
22.5	5.41	10	3.12	7	1.89	5	1.13	2	0.98	2	0.59	1.5	0.39	1	0.30	1
25	6.01	15	3.47	7	2.09	5	1.26	3	1.09	2	0.66	1.5	0.44	1	0.33	1
30	7.22	15	4.16	10	2.51	5	1.51	3	1.31	3	0.79	2	0.52	1	0.39	1
37.5	9.02	15	5.20	10	3.14	7	1.88	5	1.64	5	0.98	2	0.66	1.5	0.49	1
45	10.83	20	6.25	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.18	3	0.79	2	0.59	1.5
50	12.03	25	6.94	15	4.18	10	2.51	5	2.19	5	1.31	3	0.87	2	0.66	1.5
75	18.04	30	10.41	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3	1.08	2
100	24.06	40	13.88	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.62	5	1.75	5	1.31	3
112.5	27.06	40	15.61	25	9.41	15	5.65	10	4.92	10	2.95	7	1.97	5	1.48	3
150	36.08	50	20.82	30	12.55	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5	1.97	5
200	48.11	65	27.76	40	16.73	25	10.04	20	8.75	15	5.25	10	3.50	7	2.82	5
225	54.13	80	31.23	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.50	10	3.94	7	2.95	7
300	72.17	100	41.64	65	25.10	40	15.06	25	13.12	20	7.87	15	5.25	10	3.94	7
450			62.45	80	37.65	50	22.59	30	19.66	30	11.81	20	7.87	15	5.50	10
500			69.40	100	41.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	5.56	15
550					57.74	80	34.64	40	30.18	50	18.21	30	12.07	20	9.05	15
750					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.69	30	13.12	20	9.84	20
1 000							50.20	65	43.74	65	26.24	40	17.50	25	13.12	20
1 500							75.31	100	65.61	100	39.36	50	26.24	40	19.68	30
2 000											52.49	65	35.00	50	26.24	40

A.P.C. = AMPERES A PLENA CARGA DEL BANCO DE TRANSFORMACION.

A.D. = AMPERES DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION.

PARA BANCOS CUYA CORRIENTE PRIMARIA SEA SUPERIOR A LAS INDICADAS EN ESTA TABLA,
 LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION CORRESPONDIENTES, DEBERAN SUJETARSE AL 125 %
 DE LA CORRIENTE A PLENA CARGA DEL PROPIO BANCO COMO MAXIMO.

(53)



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE EMERGENCIA

ING. SERGIO ORDÓÑEZ LEZAMA

MARZO, 1984

1 PLANTAS ELECTROGENAS1.- SU UTILIZACION

De acuerdo con la forma de operar de las plantas eléctricas, éstas pueden dividirse en tres grupos:

- a) Plantas de Emergencia
- b) Plantas de Servicio Continuo
- c) Sistemas de Servicio Ininterrumpible de Potencia (UPS)

a) PLANTAS ELECTRICAS DE EMERGENCIA

Como su nombre lo indica, el suministro de energía eléctrica en algunos casos, es indispensable para afrontar condiciones de falla y peligro, ya sea porque se pierda o dañe una producción determinada o porque se pongan en peligro vidas, otros bienes, etc.

En el caso de hospitales u otras aplicaciones en que se amenaza la vida humana, pueden considerarse las plantas de emergencia como un Salvavidas. De aquí la importancia de poner una gran atención no solo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia esta diseñada para operar durante periodos relativamente cortos, ya que se supone que el suministro general de energía eléctrica, se hace cargo de la demanda normal y solamente al fallar ésta, se requiere un sustituto para algunas cargas y, por consiguiente, en lugares con buen suministro eléctrico, una planta de emergencia llega a operar solo unas cuantas horas por año, aún sumándole los tiempos de ejercitación semanal que se aconsejan.

13-XI-79

En otras ocasiones, la operación es más intensa, pero aún así, el diseño de una planta de emergencia es básicamente diferente a la de servicio continuo.

b) PLANTAS DE SERVICIO CONTINUO

En términos generales, las plantas de servicio continuo, son aquellas que suministran energía eléctrica para:

- a) venta y distribución del fluido
- b) accionar equipos eléctricos particulares en lugares donde no existe el suministro público o éste es deficiente, insuficiente o de diferentes características a las que requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y características muy especiales y complejos, ya que la venta y distribución de energía, están sujetos a una serie de normas y requerimientos gubernamentales para asegurar, no solo la continuidad y suficiencia del servicio, sino la buena calidad del mismo y detalles que en el presente estudio sería imposible agotar, sin embargo, al describir las segundas, se esbozan algunas características y estudios que, para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta de servicio continuo es aquella en que la operación de la misma se requiere por un período largo, ya sea a plena carga o parcialmente y, dependiendo de esto, las condiciones del calentamiento y desgaste del motor primo, así como, el consumo y aprovechamiento de combustible o energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí la característica COSTO DE GENERACION/KILO WATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

El costo de generación depende del costo de combustibles, vapor, etc., que se consuman y del costo de operación, mantenimiento, reparación, así como, de la amortización del equipo; por lo que, un balance entre éstos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

c) SISTEMA DE SERVICIO ININTERRUMPIBLE DE POTENCIA (UPS)

Este es un sistema de generación eléctrica de servicio constante que combina las características de una planta de emergencia y sistema normal de suministro eléctrico.

El objetivo principal de estos sistemas es que, en ningún momento desaparezca el suministro eléctrico en la carga, aún cuando falle la fuente que los abastece.

Estos requerimientos generalmente se presentan en cargas menores muy especiales como: instrumental médico, aeropuertos, computadoras, plantas químicas, comunicaciones, etc.

Existen varias formas de hacerlo, dependiendo de la capacidad principalmente:

- a) CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).
- b) Sistema de M - G con volante.
- c) Sistema M - G volante y motor primo.
- d) Conversión - Batería - Inversión.
- e) Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con mas detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo,

- b) Generador,
 - c) Controles e Interruptor General,
 - d) Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia) y
 - e) Accesorios.
- a) El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideramos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

- b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad es cogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), o sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

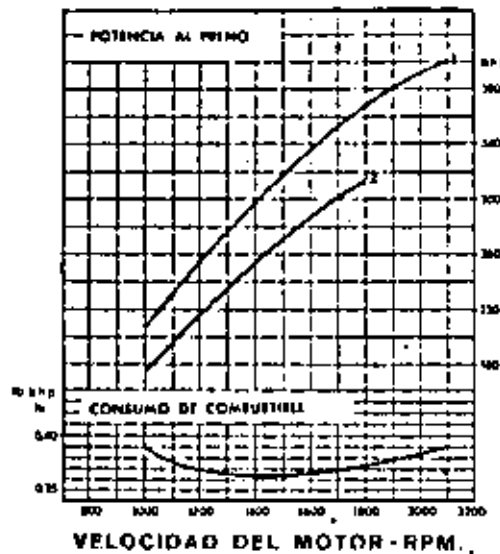
La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz o sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 con 6 polos, etc.

Esto permite el uso de equipo mas compacto.

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 1500 - 1800 RPM o sean 4 polos en el generador, pero para aplicaciones de servicio continuo, se recomienda el uso de generadores de 6 u 8 polos, o sean 1000 - 1200 RPM ó 750 - 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute en una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor.

CARACTERISTICAS DE MOTORES



Por lo mismo, debe tenerse especial cuidado en la selección del equipo, para que corresponda a la mejor inversión, de acuerdo con su aplicación.

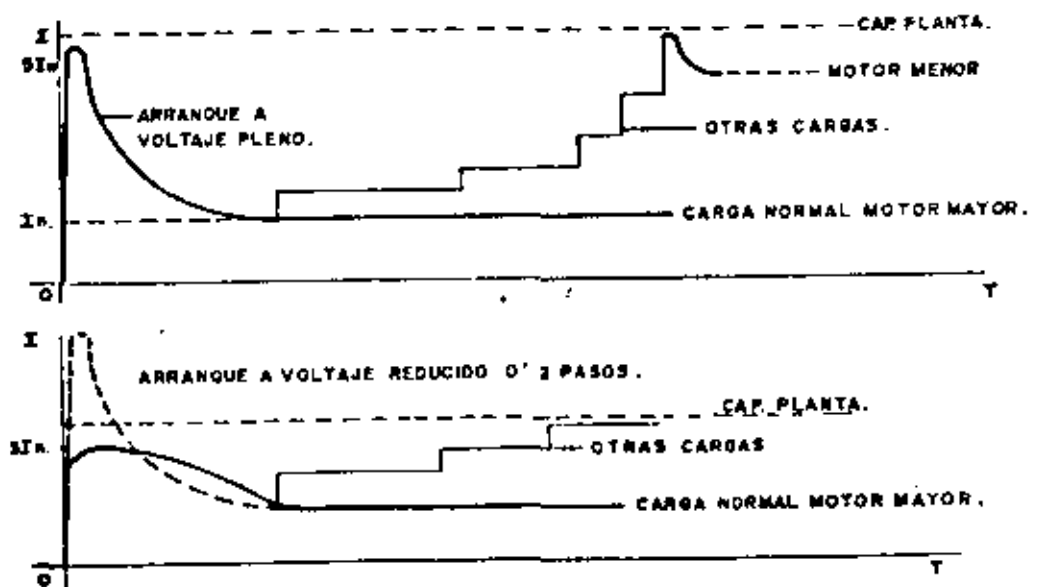
También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se le puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia o con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados, reduce considerablemente la vida del motor.

En el caso de motores a gas, su selección depende de la potencia y de otras características, pudiendo usarse motores de ciclo Otto, o sea, con encendido eléctrico por bujías o de ciclo Diesel, o sea, enriqueciendo la mezcla aire - combustible, en cuyo caso, el encendido sigue haciéndose con la inyección de combustible líquido en la cabeza de los cilindros.

3.- SELECCION

El punto de partida para seleccionar un motor de combustión interna, es definir la potencia útil que se va a necesitar y en las circunstancias y condiciones del lugar de trabajo.

La potencia eléctrica que necesitaremos, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo ésto, del tipo de arrancador empleado y del propio motor, el cual toma aproximadamente 5 veces la corriente nominal, según el tipo.



Una vez analizado el valor y la secuencia de arranque de los motores mas grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha a partir de la potencia eléctrica (en los cables de salida), debe considerarse la eficiencia del generador, que generalmente está entre 95% y 85% y esto ya nos puede llevar a calcular la potencia requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento, del motor y a la velocidad en que va a trabajar.

A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

Consumo en HP del ventilador,

Pérdidas en el escape,

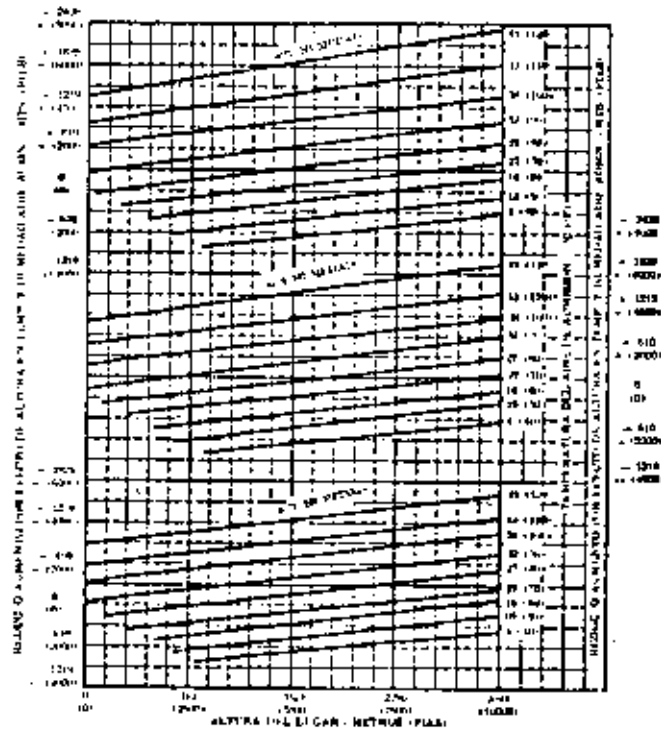
Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.,

Pérdida por temperatura ambiente.

Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste.

GRAFICA QUE MUESTRA LA CORRECCION PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISION



GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la frecuencia necesaria y la velocidad y potencia en KW correspondientes del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal.

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, o sea, disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, disponibilidad de potencia efectiva.

Cabe mencionar, que a un factor de potencia menor de 0.8, -- puede sobrecargarse el generador sin que el motor se "siente"

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	I A	INT	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	112	75	93	0.8	245	250	100	100
Bajo FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
Bajo FP	112	75	136	0.55	349	300	142	203

Con FP bajo, siendo igual la potencia mecánica del motor (112 HP), la carga reactiva, provoca en el generador un calentamiento en sus devanados de 147% y 203% ó sea un peligro inminente de quemarlos.

El FP bajo debe detectarse y corregirse en su caso pero individualmente en cada motor o carga que tenga bajo FP y no en conjunto para que nunca se tenga un FP adelantado.

INTERRUPTOR

Desde luego, para evitar el problema de sobre carga, el interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima justa del generador a $FP = 0.8$

Aquí la protección contra circuito corto, debe revisarse únicamente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la impedancia del sistema.

CONTROLES

Los controles de la planta pueden ser muy sencillos o llegar a un grado de sofisticación exagerado, pero nos limitamos a tomar en cuenta lo recomendable.

11

Primeramente deben considerarse Voltmetro, Ampérmetro y Frecuencímetro, como unidades elementales para conocer el funcionamiento del equipo y los límites dentro de los cuales puede trabajar, tanto la máquina generadora como el equipo eléctrico que alimenta.

Un Wattmetro no es indispensable si la máquina trabaja individualmente, pero es esencial si se va a poner a trabajar en paralelo con otra máquina o con la red de suministro.

Para operación en paralelo de máquinas, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: ménsula con sincronoscopio o luces de sincronización, voltmetros dobles, frecuencímetros dobles, y, de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel y de interruptores generales.

El Contador de Horas es necesario para llevar un control de mantenimiento del equipo.

Para la protección del motor primo, es necesario contar con indicadores visuales de presión de aceite, temperatura de la máquina y carga de baterías, pero mejor aún, es contar con dispositivos automáticos de paro del motor por falla, o sea, cuando la temperatura del motor o la presión del aceite están fuera de sus límites recomendables, éstos deben actuar y dejar alguna indicación de la causa y de ser necesario, también sonar una alarma.

En máquinas de arranque y paro automático, además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques de la marcha con intervalos de 4 ó 5 segundos, para evitar que la batería se descargue o se dañe antes de lograr el arranque.

En estos casos es necesario contar con un relé de tiempo para diferir el inicio de arranque cuando falta el suministro eléctrico momentáneamente y vuelve normal.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de ello, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.

El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensitivo de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y ésto puede hacerse en dos formas:

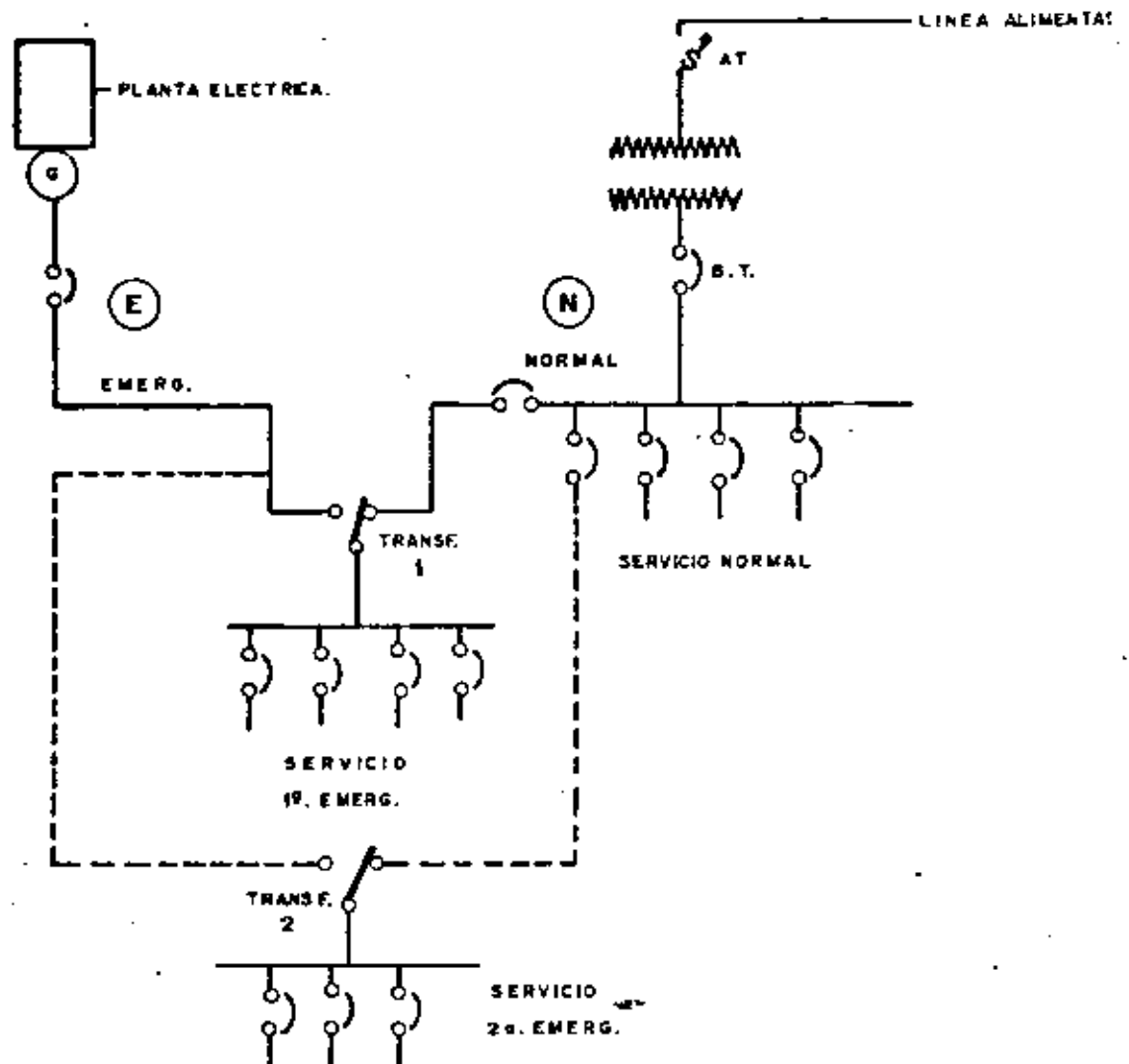
- 1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2a. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor primo, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Quando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal o de Emergencia, si falla el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil, pero que, al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.



Si una planta de emergencia tiene sistema automático de arranque y paro, no se concibe que el doble tiro sea manual y por consiguiente es necesario un Interruptor Automático de Transferencia que reconozca siempre una alimentación preferente.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo,

pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0,5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.19 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

ACCESORIOS

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua).
- Tubo flexible para absorber las vibraciones entre la máquina y el silenciador.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de día con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso).
- Bomba de trasego.
- Batería y cables de capacidades adecuadas.
- Cargador de batería o mantenedor.
- Reloj programador para ejercitación semanal.
- Interruptores para ejercitación y mantenimiento, con o sin carga.

- Precalentadores de aire y agua.

Como se vé, la selección de un equipo para generación eléctrica de servicio continuo o emergencia, no debe dejarse en manos inexpertas y es de aconsejarse que se haga un estudio para cada caso, ya que puede considerarse que las plantas son como un traje a la medida.

Noviembre de 1982

Centro de Educación Continua.

Ing. Sergio Ordóñez Lezama.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos, más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque.

Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Aumentense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA C. DE VOLT

GENERADORES COMPACTOS.		3% DE CAIDA DE VOLTAJE.			25% DE CAIDA DE VOLTAJE.			40% DE CAIDA DE VOLTAJE.					
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE A PLENO CON RESISTENCIA	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE A PLENO CON RESISTENCIA	ARRANQUE CON COMPENSADOR.				
			80%	85%		80%	85%		80%	85%			
KVA.	KW.												
3.75	3	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	2	—	—
6.25	5	—	—	—	1	1	2	2	1	2	3	1	—
9.4	7.5	—	—	—	2	1.5	2	3	2	2	3	2	—
12.5	10.0	—	—	—	2	1.5	3	3	2	3	5	7.5	2
18.7	15	—	—	1	3	3	3	5	2	3	5	12.5	3
26.0	20	—	—	1.5	3	3	5	10	3	5	10	15	5
31.3	25	1	1.5	2	5	5	7.5	10	5	7.5	12.5	15	5
37.5	30	1	1.5	2	7.5	5	10	15	7.5	10	15	20	7.5
50	40	1.5	2	3	10	7.5	12.5	20	10	12.5	20	30	10
62.5	50	2	3	3	12.5	10	15	25	12.5	15	25	30	12.5
75	60	2	3	3	15	12.5	20	25	15	20	30	40	15
93.8	75	3	3	3	20	15	20	30	20	25	30	50	20
125	100	3	5	7.5	25	20	30	40	25	30	30	75	25
156	125	5	7.5	10	30	25	40	60	30	40	60	75	30
187	150	5	7.5	12.5	40	30	50	75	40	50	75	100	40

TABLA 2. CORRIENTE Y POTENCIA APROX. QUE TOMAN LOS MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE APDILLA.

POTENCIA KW	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
	KW A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPERE A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION 2 INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE ARRANQUE CON COMPENSADOR	
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO	KVA.	AMPERE.	KVA.	AMPERE.
1/2	.5	.8	3.5	21	2.8	12.5		
1	1.0	1.4	5.5	37	4.5	20	7.7	20
2	1.9	2.4	11.0	63	9.0	41	12.4	33
5	2.9	3.7	17.0	97	12.5	66	17.0	45
5	4.5	6.0	27	15.8	20.0	90	29.8	76
7 1/2	6.6	8.1	37	21	28.0	140	43	112
10	8.8	11.0	50	29	37.0	187	55	144
15	13.0	15.0		39			83	220
20	17.2	20.0		52			110	290
25	21.4	24.5		64			135	352
30	25.5	29.0		76			160	420
40	33.8	39.4		103			217	570
50	42.2	47.8		128			264	690
60	50.0	59.3		156			325	850
75	62.5	71.0		188			390	1020
100	83.0	93.0		244			511	1340

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2, SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES SERAN EL DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MIYAD DE LOS INDICADOS.

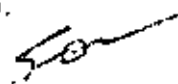
FORMILICO:

Va. Dn. DEPTO.

APROBADO:

SOL' lmm.

Ing. Ordóñez.



Ing. Sergio Ordóñez Lozano.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

A) EMPRESA SUMINISTRADORA

- 1- SISTEMA DE DISTRIBUCION CENTRAL
DE LA CIA DE LUZ Y FUERZA DEL
CENTRO, S.A.
- 2- LINEAS DE SERVICIO
- 3- CONTRATACION
- 4- DOBLE ALIMENTACION

MARZO, 1984

DECIMA SESION

IX.- Suministros de energía eléctrica. ✓

a) Empresa suministradora.

- 1).- Sistema de distribución central de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S.A.
- 2).- Líneas de servicio.
- 3).- Contratación.
- 4).- Doble alimentador

GERENCIA COMERCIAL

2

ASUNTO: Información necesaria para formular solicitudes en las que se requiere elaborar presupuesto (SP)

Dependencias Afectadas: Gerencia Comercial y Gerencias Técnicas

A partir de la fecha de estas instrucciones los solicitantes de suministro de energía eléctrica y de otros servicios que ameriten la elaboración de presupuesto (SP) por la Sección de Presupuestos a Consumidores de la Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales, presentarán la información que se indica a continuación según el caso:

1.- UNIDADES HABITACIONALES Y FRACCIONAMIENTOS

- 1.01 Escrito u oficio del interesado (original y dos copias) indicando la ubicación de la unidad, número de servicios habitacionales anotando la carga de cada uno, número de otros servicios como bombeo de agua potable, bombeo de aguas negras, centros comerciales, centros sociales, escuelas, alumbrado público y servicios de edificio, precisando el número, tipo y capacidad de lámparas y demás carga en detalle, así como la zona postal, municipio o delegación y entidad federativa.

Si el proyecto consta de varias secciones, indicar las fechas programadas para la construcción de cada sección.
- 1.02 Plano de conjunto indicando si el proyecto consta de varias secciones, esc. 1:5000 (1 maduro y 3 copias).
- 1.03 Plano de vialidad, mostrando la distribución de los lotes, núcleos de casas o edificios, indicando las entradas a los mismos, esc. --- 1:1000 (1 maduro y 3 copias).
- 1.04 Plano de la red de alumbrado público indicando los puntos de alimentación a los circuitos, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).
- 1.05 En unidades habitacionales presentar planos de las casas y edificios en planta y elevación, con detalles de las entradas para indicar ubicación de los equipos de medición, esc. 1:500 (3 copias).
- 1.06 Planos de las redes de agua potable, gas y teléfonos en planta y corte transversal, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).
(si se cuenta con ellos).

1.07 Planos de la ubicación de servicios de agua potable, aguas negras, escuela, centros comerciales y sociales, indicando zonas verdes y adoquinadas, etc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).

(Si no se indicaron en el punto 1.03).

3

1.08 Los planos serán copia de los aprobados o en proceso de aprobación (presentar constancia) por las autoridades correspondientes.

1.09 Nombre, dirección y teléfono del técnico responsable designado oficialmente para tratar los asuntos de carácter técnico relacionados con el proyecto.

1.10 Programa descriptivo o diagrama de barras referente a la ejecución de las obras con indicación de las etapas de construcción de: guar-niciones, redes de agua, de drenaje, de distribución de energía -- eléctrica, de alumbrado público, de teléfonos si está proyectada, de gas si está proyectada; construcción de casas y edificios y fe- chas de terminación y entrega a los usuarios, para cada sección -- del conjunto habitacional o fraccionamiento.

Nota 1.- Los sistemas de distribución para fraccionamientos residencia- les en el Distrito Federal y zona metropolitana serán de tipo - subterráneo.

Nota 2.- El cliente deberá proporcionar interruptores, fotoceldas, lumi- narias, lámparas, etc. para las redes de alumbrado público --- aéreas de circuitos convencionales.

Nota 3.- Las copias de los planos deberán venir dobladas a tamaño carta, a excepción del maduro que no deberá tener dobleces.

2.- COLONIAS, PUEBLOS Y BARRIOS

Los ubicados dentro de la zona considerada en el Plan Valle de Mé- xico y de acuerdo con el programa que presente la Gerencia de Cons- trucción, les será indicado a los solicitantes que ya se contempla su electrificación.

2.01 Escrito del representante de los colonos debidamente acreditado, o del Comité de Electrificación o de la Junta de Mejoramiento Moral, Cívico y Material, (original y dos copias) indicando nombre y ubi- cación de la colonia, zona postal, Delegación o Municipio corres- pondiente y entidad federativa.

2.02 Constancia de legalización de la colonia (holeta predial u otra do- cumentación expedida por autoridad competente). Presentación con carácter devolutivo de 10 títulos de propiedad correspondientes a predios ubicados en la zona por electrificar.

2.03 Censo de servicios indicando domicilios y número de focos y contac- tos de cada uno, y número total de predios ocupados y lotes bal- -- díos.

2.04 Croquis o plano de la zona por electrificar lotificada y referen--

cias naturales o artificiales más importantes que faciliten su localización (3 copias).

4

3.- EDIFICIOS CON MAS DE 15 KW DE CARGA CONECTADA.

Requisitos Generales

- 3.01 Escrito u oficio del interesado o de su representante legal (original y dos copias) indicando la dirección del edificio, número de plantas y uso a que se vaya a destinar (residencial, oficinas, despachos, talleres, clínica, hotel, dependencia gubernamental, etc.).
- 3.02 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 3.03 Ubicación del edificio, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, Municipio o Delegación y entidad federativa y, en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desean los servicios.
- 3.04 Programa de construcción descriptivo o diagrama de barras con referencia a las etapas principales de la obra (cimentación, obra negra, instalaciones, acabados y puesta en servicio).
- 3.05 Relación detallada de la carga por piso, expresada en número, tipo y capacidad en watts, de unidades de alumbrado; número y capacidad caballos de potencia de los motores, número de contactos y número y capacidad en watts de otros aparatos referidos al servicio del edificio (elevador, bomba, alumbrado de pasillos, etc.) y a cada uno de los servicios restantes.
- 3.06 Plano arquitectónico incluyendo detalle de la entrada al edificio para definir el lugar de los equipos de medición.
- 3.07 Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada. (Presentar el último recibo).

Nota 1-Para suministrar un servicio adicional o una ampliación de capacidad en el que la demanda total sea superior a 190 KW, el cliente deberá poner a disposición de la Compañía un local adecuado para dicha instalación.

Nota 2-Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:

- Demanda superior a 100 KW
- Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de red aérea a red subterránea, o sobre las arterias principales de la ciudad (ver plano anexo).

Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado para alojar el equipo de la subestación propiedad de la Compañía, cuya ubicación se determinará de común acuerdo en base a la información y con nuestra Gerencia de Distribución y Transmisión.

Nota 3 Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

4.- SERVICIOS INDUSTRIALES O COMERCIALES EN BAJA TENSION CON MAS DE 15 KW DE CARGA CONECTADA.

- 4.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y dos copias) indicando lo siguiente:
- 4.02 Dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 4.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fábrica de plásticos; taller mecánico; laboratorio, etc.
- 4.04 Nombre, dirección y teléfono del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 4.05 Fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria y equipo, y puesta en servicio.
- 4.06 Relación detallada de la carga indicando:
 - a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia, clasificados en monofásicos y trifásicos.
 - b) Lista de lámparas, clasificadas por tipo y capacidad en watts - (fluorescentes, incandescentes, etc.)
 - c) Relación de otros aparatos fijos, indicando capacidad y número de fases, según datos de placa (hornos, calentadores, estufas - eléctricas, soldadoras, etc.).
 - d) Número de contactos.
- 4.07 Si se trata de un aumento de carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada. (Presentar el último recibo).

- Nota 1 - Para suministrar un servicio adicional o una ampliación de capacidad en el que la demanda total sea superior a 190 KW, el cliente deberá poner a disposición de la Compañía un local adecuado para dicha instalación.
- Nota 2 - Requisito adicional para servicios nuevos en edificios que se encuentren en alguno de los siguientes casos:
- Demanda superior a 100 KW.
 - Ubicados en zonas sujetas a los programas de cambio de red - aérea a red subterránea, o sobre las arterias principales de la ciudad (Ver plano anexo).
- Compromiso escrito del propietario para proporcionar un local adecuado para alojar el equipo de la subestación propiedad de la Compañía, cuya ubicación se determinará de común acuerdo - en base a la información y con nuestra Gerencia de Distribución y Transmisión.
- Nota 3 - Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

5.- SERVICIOS EN ALTA TENSION 20/23 KV.

- 5.01 Escrito u oficio del interesado o su representante legal -- (original y dos copias), indicando lo siguiente:
- 5.02 Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo y zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y caso de difícil localización del lugar, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 5.03 Actividad para la que se requiere el servicio: fábrica de plásticos, fundición, oficinas, centro deportivo, etc.
- 5.04 Nombre, teléfono y dirección del Ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 5.05 Indicar fechas de iniciación de las obras civiles, instalaciones, montaje de maquinaria, equipo y puesta en servicio.
- 5.06 Relación detallada de la carga indicando:
 - a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia y su equivalente en KW de acuerdo a la tabla de conversión anexa, clasificados en monofásicos y trifásicos.
 - b) Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en watts (fluorescentes, incandescentes, etc.)

- c) Relación de otros aparatos fijos indicando su capacidad y número de fases según datos de placa (hornos, calentadores, soldadoras, mencionando su tipo, punteadoras, etc.)
- d) Número de contactos.

7

- 5.07 Plano de la subestación propiedad del solicitante, el cual debe ser copia del aprobado o en proceso de aprobación por las autoridades correspondientes, y deberá indicar sus características técnicas y localización de ésta dentro del predio.
- 5.08 Si se trata de un aumento de la carga conectada, además de los datos anteriores, indicar el número de cuenta y la demanda contratada (Presentar el último recibo).

Nota 1 - Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, la carta debe especificar las facultades que otorga el poderdante.

Nota 2 - Los servicios con demanda de 200 KW o menos, se miden en el lado de baja tensión de la Subestación por lo que deberá disponerse del espacio para los equipos de medición en baja tensión y para futuro equipo en alta tensión.

6.- SERVICIOS EN ALTA TENSIÓN. 85 KV, PARA DEMANDAS SUPERIORES A 5000 KW.

- 6.01 Escrito del interesado o su representante legal (Original y tres copias) indicando lo que se especifica en los siguientes puntos:
- 6.02 Dirección, anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y, en caso de difícil localización, adjuntar croquis mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 6.03 Actividad de la empresa que requiere el servicio: fundición, fabricación de equipo de transporte, etc.
- 6.04 Nombre, teléfono y dirección del ingeniero o técnico responsable de la obra facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 6.05 Capacidad total instalada en KW que se requiere en una etapa inicial y, en su caso, programas de ampliación que consideren incrementos de demanda y capacidad, indicando la magnitud de éstos.
- 6.06 Plano esc. 1:500 del predio que ocupa la planta, mostrando la

ubicación de la fracción disponible para la instalación de la subestación propiedad del solicitante y el equipo de la Compañía. Dicha fracción no debe ser menor de 35 x 35 m en instalaciones intemperie, ni de 20 x 40 m en instalaciones interiores.

8

- 6.07 Si el interesado tiene servicio en el momento de su solicitud, deberá indicar el número de cuenta correspondiente y demanda contratada (Presentar el último recibo).

Nota.- Cuando el interesado designe un apoderado para trámites la carta deberá especificar las facultades que otorga el poderante.

7.- PRESUPUESTOS MENORES.

A) Servicios con 15 KW o menos de carga conectada en zonas que requieran extensiones de líneas.

- 7.01 Escrito u oficio del interesado o su representante legal - (original y dos copias) indicando lo siguiente:
- 7.02 Dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y en caso de difícil localización del lugar, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del predio donde se desea el servicio.
- 7.03 Clase de servicio de que se trate (casa habitación, edificio de departamentos, taller, etc.)
- 7.04 Nombre, teléfono y dirección de la persona facultada por el interesado para tratar los asuntos de carácter técnico.
- 7.05 Fecha aproximada en que se requiere el servicio.
- 7.06 Relación detallada de la carga indicando:
- a) Lista de motores con su capacidad expresada en caballos de potencia, clasificados en motores monofásicos y trifásicos.
 - b) Lista de lámparas por tipo y capacidad en watts.
 - c) Número de contactos
 - d) En edificios de departamentos deberán expresarse dichos datos referidos a cada departamento y al servicio del -

edificio (bomba, elevador, alumbrado de pasillos y escaleras, etc.).

- 7.07 Cuando el interesado designe un apoderado para trámites, el escrito debe especificar las facultades que otorga el poderdante.
- B) Movimiento de postes por necesidades o por razones de seguridad.
- 7.08 Carta del interesado o de su representante legal (original y dos copias), indicando dirección, calles transversales, colonia o pueblo, municipio y estado y, en caso de difícil localización, adjuntar un croquis mostrando la ubicación del inmueble y del poste.
- C) Movimientos de equipo de medición (servicios con acometida subterránea).
- 7.09 Escrito u oficio del interesado o su representante legal (original y dos copias) indicando lo siguiente:
- 7.10 Dirección, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, y entidad federativa.
- 7.11 Croquis indicando la ubicación actual del equipo de medición y el lugar al que se desea transferir.
- D) Movimiento de líneas por cambios de urbanización.
- 7.12 Escrito u oficio del interesado (original y dos copias) indicando la ubicación precisa del tramo o tramos de línea sujetos al cambio, incluyendo calles, colonia o fraccionamiento y municipio o delegación.
- 7.13 Nombre, dirección y teléfono de la persona física o dependencia que hace la solicitud.
- E) Movimiento de líneas que cruzan un predio de propiedad privada.
- 7.14 Escrito del interesado o su representante legal (original y dos copias) acompañando croquis que muestre la ubicación precisa del tramo sujeto al cambio incluyendo dirección, colindancias, calles contiguas, colonia y municipio o delegación y entidad federativa, presentando la documentación que acredite la propiedad sobre dicho predio.

DEPOSITO QUE DEBEN CONSTITUIR LOS SOLICITANTES DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA CUANDO SE REQUIERA LA ELABORACION DE UN PRESUPUESTO (S.P.)

10

Todos los solicitantes de suministro de energía eléctrica (incluyendo reformas de contrato) y otros servicios que ameriten la elaboración de Presupuestos (S.P.'s), deberán constituir un depósito en el momento de hacer la solicitud de presupuesto, con las excepciones que se indican más adelante, en la oficina donde se formule.

<u>TIPO DE SOLICITUD</u>	<u>IMPORTE DEL DEPOSITO</u>
a) Servicios en baja tensión: Con carga mayor de 15 KW y hasta 40 KW	1,000.00
Más de 40 KW de carga	1,500.00
Cambio de lugar de equipos de medición de servicios de Cuentas Especiales o concentraciones de servicios ordinarios.	500.00
b) Servicios en alta tensión:	
Cambio de lugar de equipos de medición	1,500.00
Para cargas solicitadas en 23 KV (mínimo-20 KW de demanda).	2,000.00
Para cargas solicitadas en 85 KV (mínimo-5,000 KW de demanda).	45,000.00
c) En fraccionamientos particulares, se fijará un depósito unitario por lote, de (depósito total mínimo: \$1,500.00)	15.00
d) Para alumbrado público en fraccionamientos particulares, se fijará un depósito unitario por lámpara, de (depósito total mínimo: \$1,000.00)	20.00
e) Cambio de lugar de postes	500.00

Si el presupuesto resulta con cooperación a cargo del solicitante, la cantidad recibida como depósito se aplicará definitivamente como pago a cuenta de dicha cooperación.

Cuando el estudio del presupuesto determine que el servicio puede darse sin ejecución de obras, o resultare sin cooperación, el depósito se devolverá al quedar conectado el servicio.

Tratándose de trabajos descritos en presupuestos que no llegan a ejecutarse, porque el solicitante cancele su solicitud o abandone su trámite por más de 6 meses después de habersele informado el resultado, el depósito se aplicará totalmente a los gastos efectuados.

CASOS QUE NO REQUIEREN DEPOSITO

Servicios solicitados para dependencias gubernamentales, embajadas, molinos de nixtamal, comisariados ejidales, riego agrícola, instituciones de beneficencia pública y privada y servicios para reventa.

Cuando se haya firmado la solicitud de servicio de energía eléctrica en una Sucursal o Agencia Foránea en zonas electrificadas y no se pueda conectar por falta de líneas de baja tensión hasta el punto de entrega.

TRAMITE DE SOLICITUDES RECIBIDAS POR CORREO

En las solicitudes de presupuesto que se reciben por correo, se citará al cliente para que constituya el depósito correspondiente o se le pedirá que envíe cheque o giro postal.

A partir del 19 de enero del 76 se establece el REGIMEN DE CUOTAS para los nuevos usuarios y aquellos que modifiquen su carga conectada, bajo las siguientes

12
N O R M A S :

- I.- Toda persona física o moral que contrate el servicio estará sujeta al REGIMEN DE CUOTAS.
- II.- EL REGIMEN DE CUOTAS es INDEPENDIENTE de los pagos por operaciones, depósitos de garantía, derechos de inspección, o cualquier otro pago derivado de la prestación del servicio de energía eléctrica.
- III.- Para la aplicación de las cuotas se establecen las siguientes ZONAS ECONOMICAS:

ZONA ECONOMICA NO. 1

Integrada por el Distrito Federal y los Municipios de Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Ecatepec, Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla, Tultitlán y Texcoco del Estado de México; los Municipios de Apodaca, Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina del Estado de Nuevo León y el Municipio de Guadalajara del Estado de Jalisco.

ZONA ECONOMICA NO. 2

Integrada por los Municipios de Tlaquepaque y Zapopan, del Estado de Jalisco; los Municipios de Lerma y Toluca del Estado de México; los Municipios de Cuernavaca y Jiutepec, del Estado de Morelos; los Municipios de Cuantlancingo, Puebla y San Pedro Cholula del Estado de Puebla y el Municipio de Querétaro del Estado de Querétaro.

ZONA ECONOMICA NO. 3

Integrada por el resto del Territorio Nacional.

- IV.- Las cuotas por cada Tipo de Servicio y Zona Económica se cobrarán de acuerdo con los hilos de corriente en que se proporcione el mismo para los usuarios domésticos, y la carga conectada total expresada en kilowatts para el resto de los usuarios. Las cuotas serán las siguientes:

Tarifa Número	Tipo de Servicio	Cuotas para Zona Económica		
		NO. 1	NO. 2	NO. 3
T- 1	Servicio Doméstico			
	1 hilo de corriente	300	300	300
	2 hilos de corriente	1 200	1 200	1 200
	3 hilos de corriente	1 800	1 800	1 800
T- 1-A	Servicio Doméstico para Localidades con Clima muy Cálido			
	1 hilo de corriente	300	300	300
	2 hilos de corriente	1 200	1 200	1 200
	3 hilos de corriente	1 800	1 800	1 800

Tarifa Número		Cuotas para Zona Económica		
		No. 1	No. 2	No. 3
T- 2	Servicio General Has ta 40 KW de Carga -- Conectada	13		
	1er. KW de Carga Conectada	240	125	100
	Por cada KW adicional de Carga Conectada	400	250	125
T- 3	Servicio General para más de 40 KW de Carga Conectada			
	Por cada KW de Carga Conectada	500	350	250
T- 4	Servicio para Molinos de Nixtamal		Sin Cuota	
T- 5	Servicio para Alumbrado Público			
	Por cada KW de Carga Conectada	1 000	1 000	1 000
T- 6	Servicio para Bombeo de Aguas Potables y Negras			
	Por cada KW de Carga Conectada	500	500	500
T- 7	Servicio Temporal		Sin Cuota	
T- 8	Servicio General en Alta Tensión			
	Por cada KW de Carga Conectada	750	300	150
T- 9	Servicio de Bombeo de Agua para Riego Agrí- cola		Sin Cuota	
T-10	Servicio en Alta Ten- sión para Reventa		Sin Cuota	
T-11	Servicio en Alta Ten- sión para Minas			
	Por cada KW de Carga Conecta	150	150	150
T-12	Servicio General para 5 000 KW ó más de De- manda Contratada a -- Tensiones de 66 KV ó Superiores			
	Por cada KW de Carga Conectada	750	300	150

_____ de _____ de 19__.

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A., (en liquidación)
P r e s e n t e .

Por la presente, _____ al Sr. _____
_____, poder amplio, cumplido y ---
bastante, para que a _____ nombre y representación --
gestione y efectúe los trámites correspondientes para la -
solicitud de servicio de energía eléctrica en _____
_____, b
jo el entendido de que los pagos que realice estarán debida-
mente amparados por el correspondiente recibo de esa Compa-
ña.

Suyo Afmo. S.S.

OTORGANTE

Nombre: _____

Razón Social: _____

ACEPTO EL PODER



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

MARZO, 1984

CONTENIDO

1- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Red mallada
- 1.3.- Red Mallada limitada
- 1.4.- Red en anillo abierto
- 1.5.- Red con alimentadores selectivos
- 1.6.- Red en derivación doble
- 1.7.- Red en derivación múltiple.

2- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE

- 2.1.- Generalidades
- 2.2.- Acometida sencilla
- 2.3.- Acometida doble
- 2.4.- Medición de energía
- 2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.

1.- REDES SUBTERRÁNEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA.

1.1.- Introducción.

Las redes subterráneas han visto favorecida su implantación en las zonas urbanas de alta densidad de carga debido a las ventajas que presentan ante las redes aéreas. Las principales ventajas son la confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al paisaje. Naturalmente, este aumento en la confiabilidad y en la estética involucra un incremento en el costo de las instalaciones y en la especialización del personal encargado de construir y operar este tipo de redes.

Los principales factores que se deben analizar al implantar una red subterránea son: Densidad de carga, costo de instalación, grado de confiabilidad, facilidad de operación y seguridad. Todos estos factores son importantes y la selección final del tipo de red se ve altamente influenciada por la experiencia que se tiene en equipos, materiales y especialización del personal.

De acuerdo a las estructuras, las redes subterráneas se pueden clasificar de la siguiente forma:

- 1- Red Mollada.
- 2- Red mollada limitada
- 3- Red en anillo abierto de operación radial

4- Red con alimentadores selectivos.

3

5- Red en derivación doble

6- Red en derivación múltiple.

Posteriormente, en este mismo capítulo, se describen las principales características de estas redes.

Las redes subterráneas se han visto afectadas por las innovaciones tecnológicas que se producen en el campo de la Ingeniería. Estos cambios han modificado desde los materiales y equipos, hasta las técnicas de diseño, operación y expansión de las Redes, provocando así que los técnicos relacionados con ellas, se mantengan en constante preparación para asimilar los cambios que se producen en este campo.

Cualquier Ingeniero Electricista que tiene la oportunidad de trabajar en este campo, inmediatamente advierte la importancia que presentan estas instalaciones y la invaluable experiencia profesional que adquiere al especializarse en esta área de su profesión.

1.2.- Red Mallada.

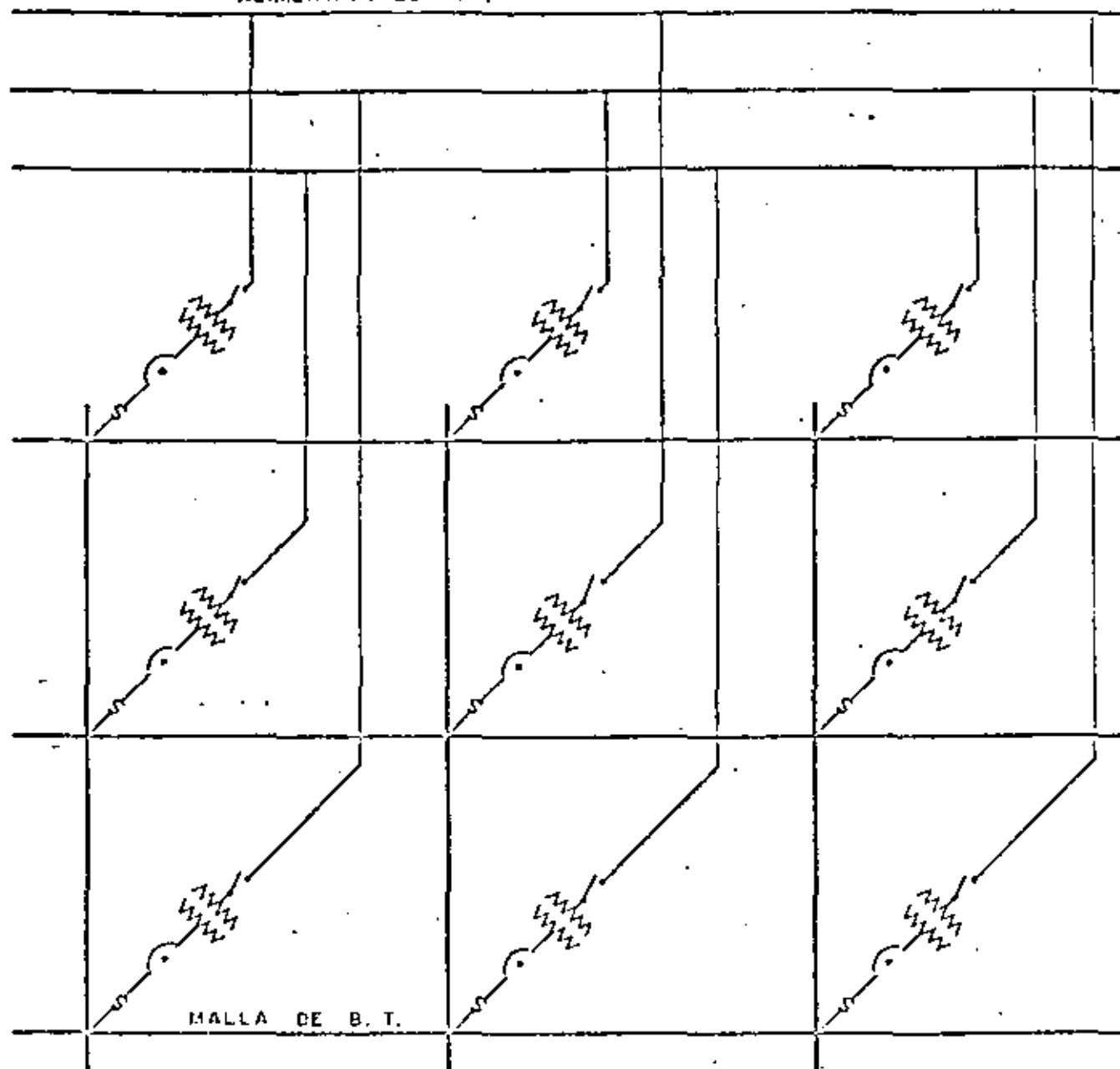
Esta red también se le conoce como Red Automática, debido a que dispone de un dispositivo automático de protección (pro

lector de red), empleado por la característica de diseño inherente para este tipo de redes. Esta red está constituida por cables troncales que salen de una fuente de alimentación (Subestación de potencia) y cables ramales que alimentan en forma alternada las subestaciones de distribución. Ver Figura No. 1.1.

Las derivaciones a las subestaciones de distribución se efectúan con elementos de derivación instalados en la troncal. En esta estructura no se realizan interconexiones entre las troncales de los diferentes alimentadores que forman la red de mediana tensión, ya que la red de baja tensión se construye sólidamente conectada.

La protección de cada alimentador la proporciona el interruptor localizado en la subestación de potencia y los protectores asociados a las subestaciones MT-BT. Estas subestaciones se conectan directamente a los alimentadores de mediana tensión sin ningún medio de protección.

En condiciones de falla en un alimentador de mediana tensión, al operar la protección en la subestación de potencia, todas las subestaciones MT-BT conectadas a este alimentador quedan fuera de servicio, además los protectores



SIMBOLOGIA



Transformador



Protector de Red



Cable B. T.

RED EN MALLA SOLIDAMENTE
CONECTADA.

C. L. F. C.

FIG. N° 1.1.

de red desconectan las subestaciones MI-BT del lado de -
 B.T. Bajo esta situación los alimentadores y las subes-
 taciones restantes alimentan la totalidad de la carga -
 aprovechando la interconexión de los alimentadores de -
 baja tensión.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión, ésta -
 es alimentada por todas las subestaciones MI-BT, provocán-
 dose una corriente de corto circuito suficiente para eva-
 porar en ese lugar el conductor de cobre de los cables, -
 trozándose el cable en una reducida longitud y en un corto
 tiempo, quedando así aislada la falla sin provocar interrup-
 ciones, a menos que la falla sea directamente en la acom-
 tida de un servicio.

Esta red es recomendable para zonas que requieren de una -
 alta continuidad de servicio y cuya densidad de carga ex-
 cede 20 MVA/km^2 . Su mayor aplicación es en zonas que pre-
 sentan cargas con demandas uniformes que pueden ser alimen-
 tadas en baja tensión desde una red mallada sólidamente -
 conectada o limitada.

1.3.- Red Mallada Limitada.

Esta es una variante de la red automática sólidamente co-
 nectada, en este tipo de red la eliminación de fallos se

realiza por la operación de fusibles de alta capacidad in-
terruptiva (conocidos como limitadores). La Figura 1.2 -
muestra de manera esquemática una red mallada limitada.

Desde el punto de vista de confiabilidad, la diferencia -
fundamental entre la red mallada sólidamente conectada y
la red mallada limitada, es que en el caso de la primera
el nivel de continuidad descendiendo hasta los servicios y -
en el segundo caso la continuidad sólo llega al nivel del
cable. Es decir, en el caso de una falla que afecta un-
cable secundario, cuando se trata de la primera red, los
servicios conectados al cable no sufren interrupción y -
en el caso de una red limitada, el tramo de cable afecta-
do por la falla se desenergiza al fundirse los limitado-
res conectados en los extremos del cable.

1.4.- Red en anillo abierto.

Este tipo de red está constituida por cables subtrunciales
dispuestos en forma de anillo, el anillo se puede alimen-
tar desde una o más fuentes, mediante cables troncales.

Dentro del anillo las subestaciones MI-BI, preferentemen-
te se conectan en serie. Ver Figura 1.3.

Las redes en anillo operan normalmente abiertas en un pun-

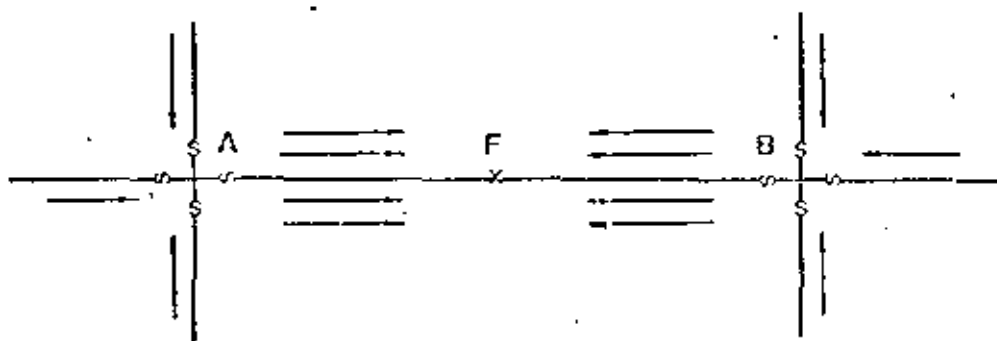
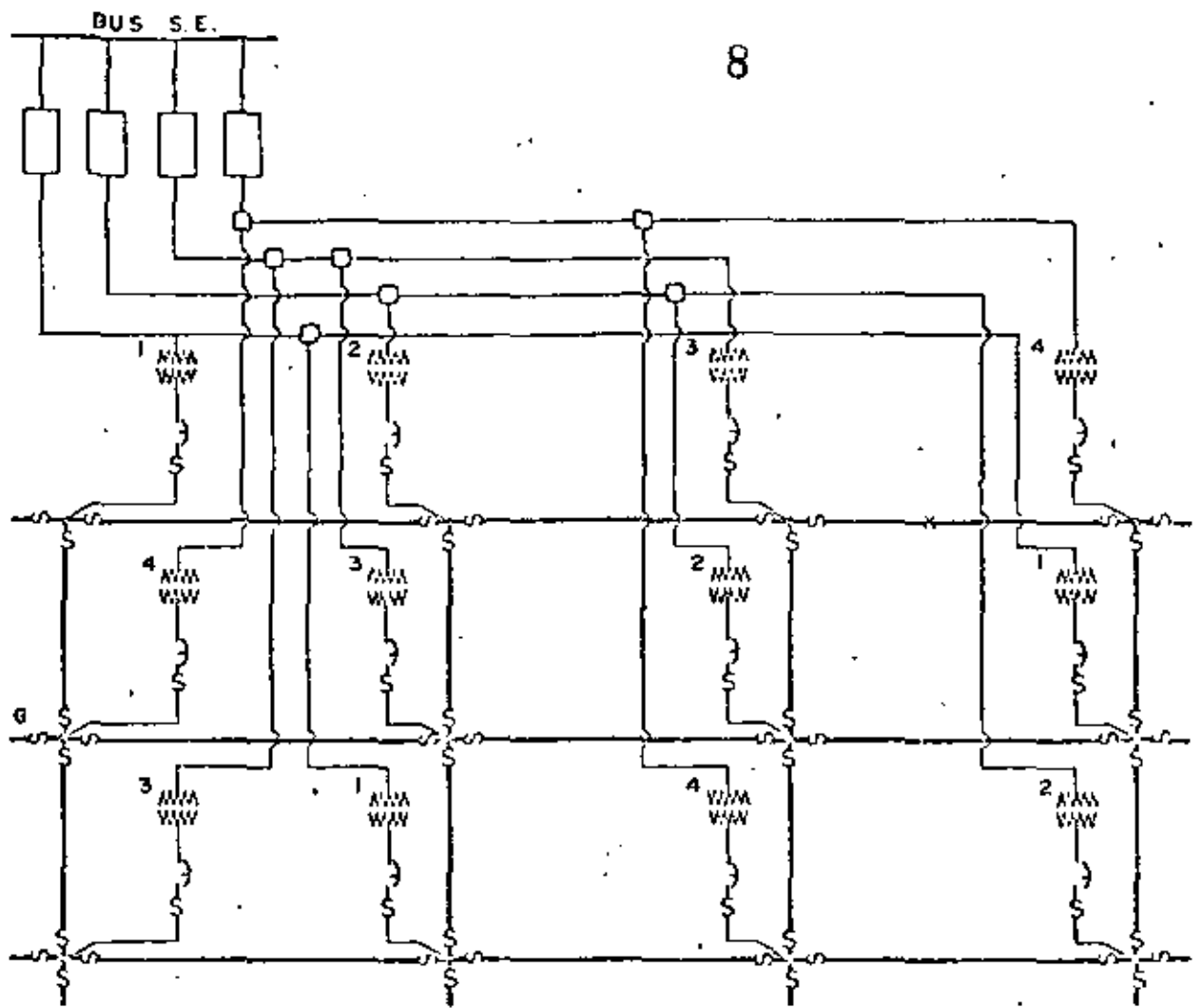


Fig. 1b. - Flujo de corriente o lo fallo en "F"
y fusión de los limitadores en A y B

RED AUTOMÁTICA LIMITADA

C. L. F. C. FIG. N° 1.2.

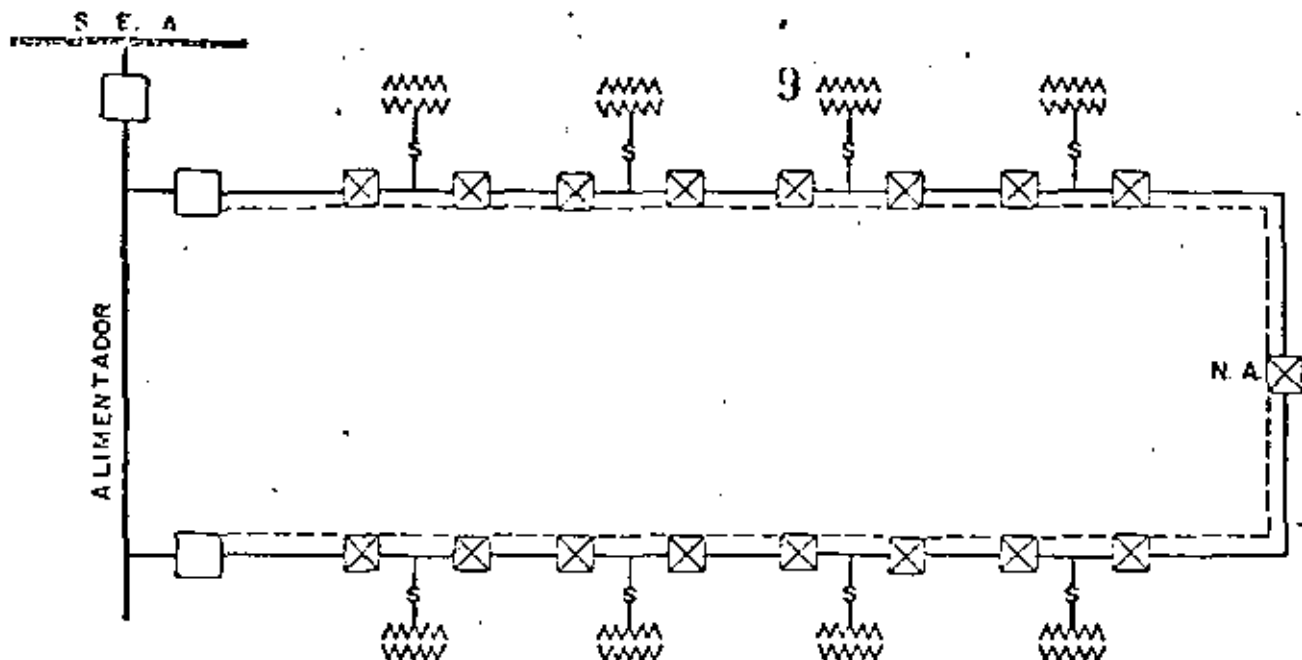


Fig. 2a.- Red en anillo con una fuente de alimentación

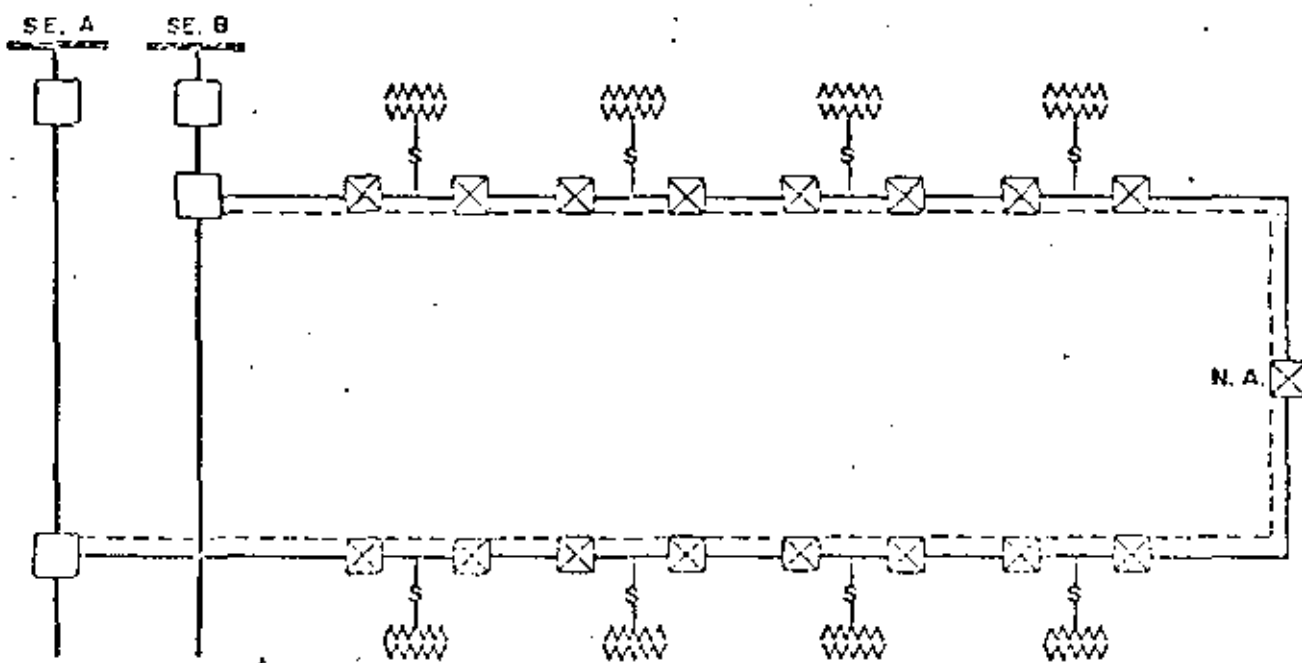


Fig. 2b.- Red en anillo con dos fuentes de alimentación

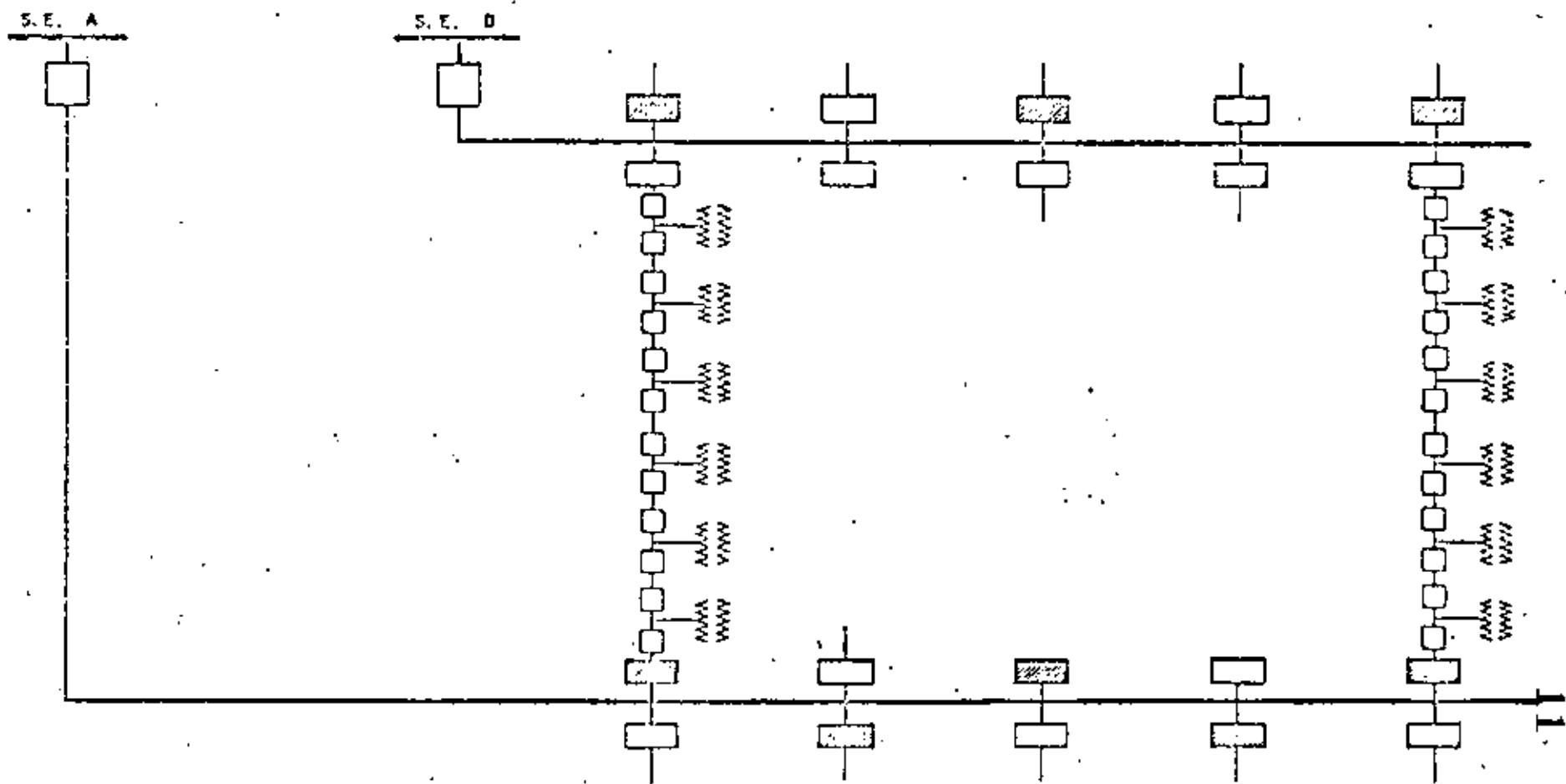
to, que generalmente es el punto medio, razón por la cual se les conoce como redes en anillo abierto. Al ocurrir una falla dentro de un anillo, se secciona el tramo fallado para proceder a la reparación, siguiendo una serie de maniobras con los elementos de desconexión instalados a lo largo de la subtruncal.

Este tipo de red es ampliamente empleado en zonas en las que el aumento de la carga es nulo o muy pequeño, de tal forma que se puede absorber fácilmente con la estructura inicial y no es necesario llevar a cabo trabajos para modificar la estructura de la red. Como ejemplos de estos casos se tiene las electrificaciones a conjuntos habitacionales con servicios bien planeados.

1.5.- Red con alimentadores selectivos.

Esta red se constituye por cables troncales que llegan hasta la zona por alimentar y cables ramales de menor sección, que van de una troncal a otra enlazándolas siguiendo el principio de la doble alimentación. Las subestaciones MT-BI se reparten entre parejas de alimentadores quedando conectados en sección abierta. Ver figura 1.4.

La protección de esta red consiste de interruptores instalados en la subestación de potencia a la salida de cada ali



- INTERRUPTOR CERRADO NORMALMENTE
- INTERRUPTOR ABIERTO NORMALMENTE
- INTERRUPTOR MANUAL

RED CON
ALIMENTADORES SELECTIVO

C. L. F. C. FIG. No 1.4

mentador y cortacircuitos fusible para proteger las subestaciones MT-BT. También es posible dotar de interruptores en los puntos de derivación de las subtruncales, aún cuando su aplicación debe estar respaldada por un estudio técnico-económico que los justifique.

En condiciones normales de operación, las subestaciones MI-BT son alimentadas de las subtruncales con un punto normalmente abierto en la subtruncal. Cuando ocurre una falla en la subtruncal o en la troncal, los dispositivos de seccionamiento permiten efectuar los movimientos de carga, transfiriendo las subestaciones MT/BT al alimentador adyacente.

Esta red se recomienda para zonas donde las construcciones existentes están siendo substituidas por edificaciones que representen fuertes concentraciones de carga y requieren de un alto grado de confiabilidad.

1.6.- Red en derivación doble.

En esta red la disposición de los cables troncales se hace por pares, instalándose en forma paralela a lo largo de la carga. Las troncales son de sección constante y de menor calibre las derivaciones, que en general vienen a constituir las acometidas.

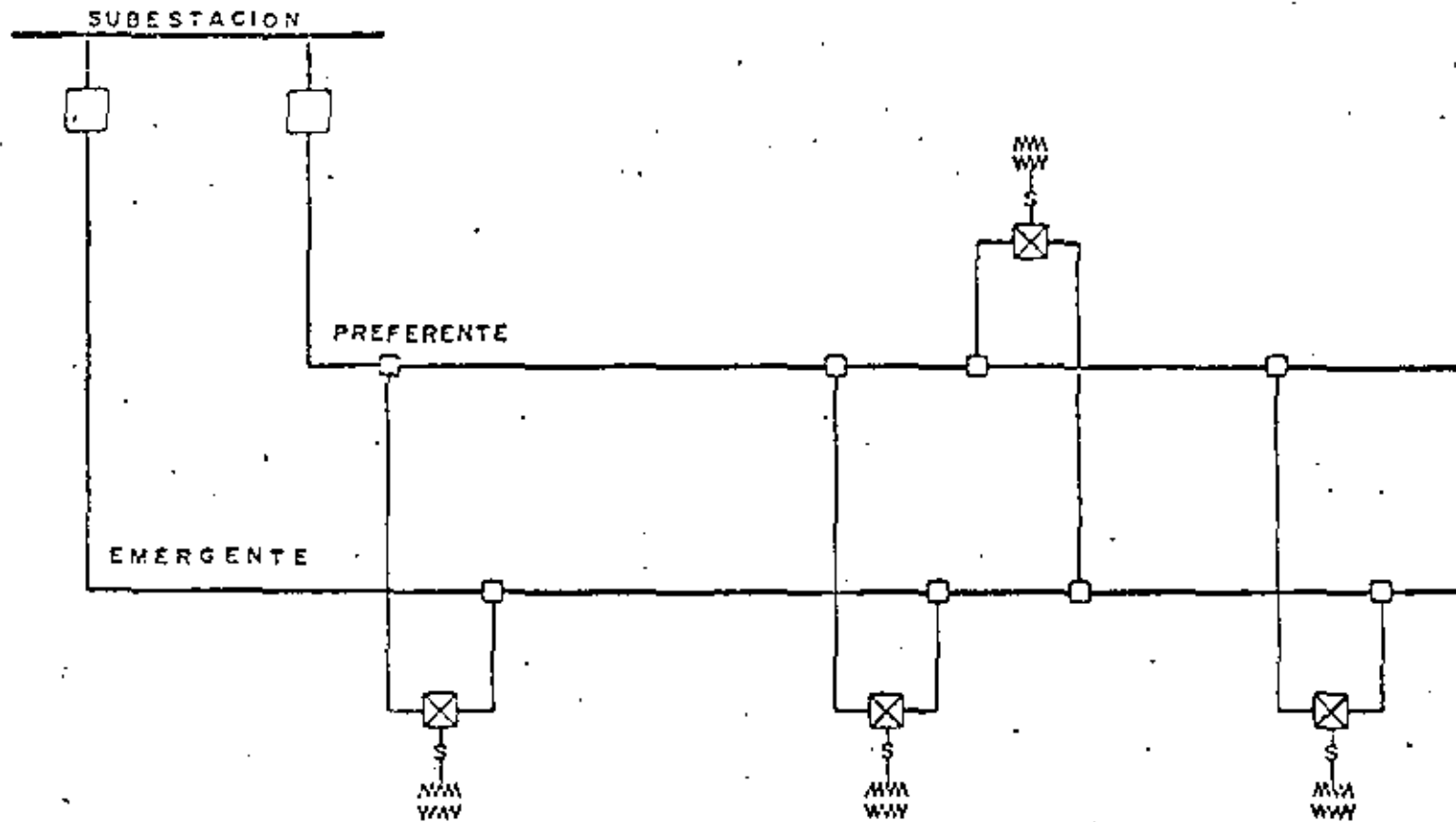
Cada una de las troncales es la encargada de llevar la energía desde una fuente de alimentación hasta los servicios. La alimentación a los servicios se realiza por acometidas dobles las que llegan generalmente a un dispositivo de transferencia automática de donde se deriva la alimentación a las instalaciones del cliente. Ver figura 1.5.

La protección a las troncales se realiza por medio de interruptores localizados en la subestación de potencia al principio de cada alimentador, la protección a los ramales por medio de corta-circuitos fusibles.

La operación se puede efectuar en dos formas diferentes:

Primero, haciendo trabajar el circuito emergente sin carga y la segunda es haciéndolo trabajar con la mitad de la carga. La primera tiene la desventaja que mientras un circuito trabaja al mínimo (pues solamente está energizado) el otro está trabajando al máximo de su capacidad, mientras que en la segunda opción los dos circuitos trabajan en iguales condiciones.

Dentro de las normas de diseño que caracterizan a este tipo de redes, se tienen los dos siguientes, que son muy importantes:



☒ — INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA DE
OPERACION MANUAL O AUTOMÁTICA

RED EN DOBLE DERIVACION	
C. L. F. C.	FIG. N° 1.

- 1.- El equipo de transferencia debe tener un mecanismo que impida la puesta en paralelo de los dos alimentadores.
- 2.- Para obtener una mejor confiabilidad de servicio, es conveniente instalar los circuitos en rutas diferentes.

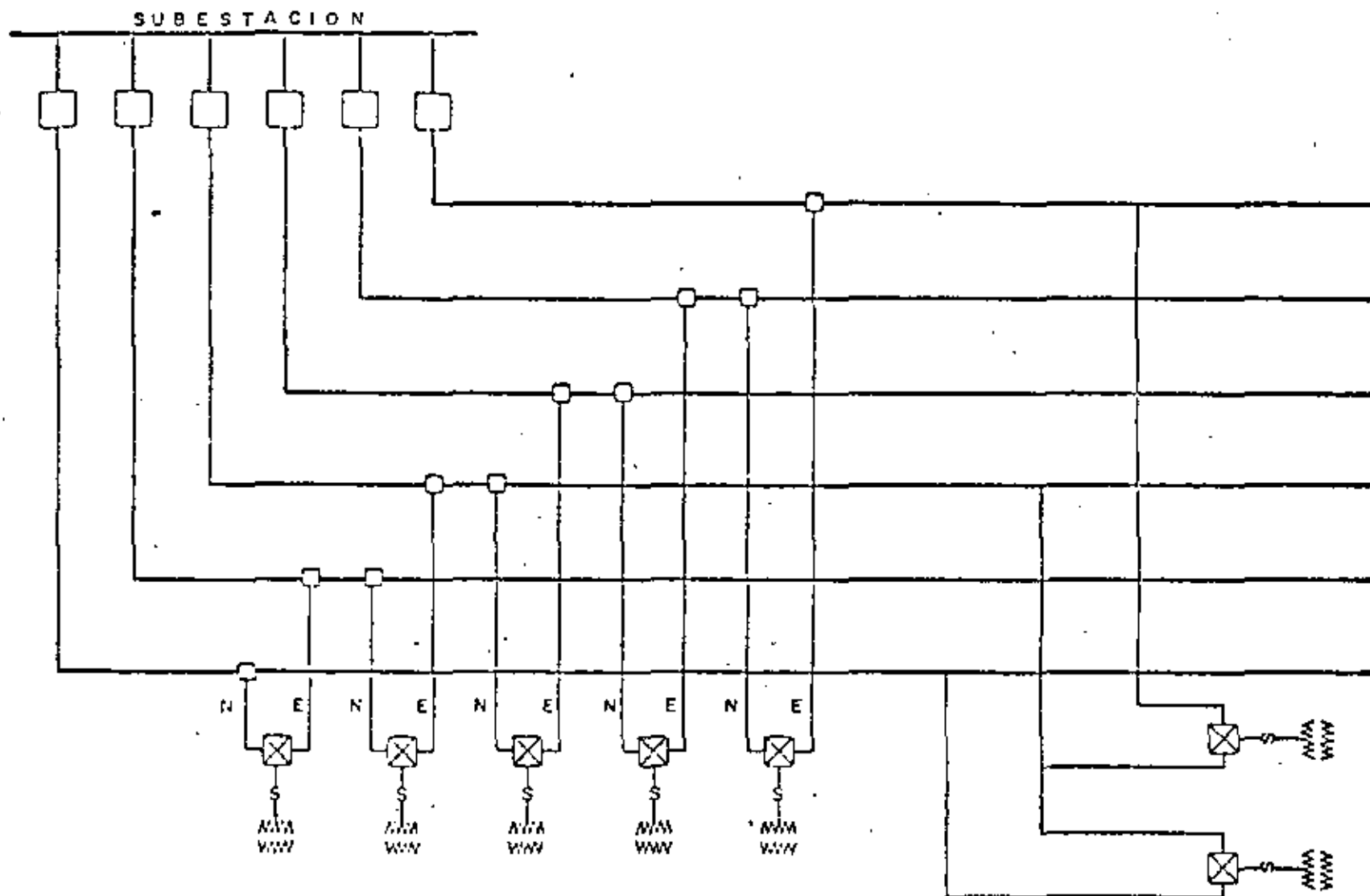
La implantación de esta red se recomienda para zonas turísticas y comerciales de configuración extendida, donde existan grandes concentraciones de carga que tienen necesidad de asegurar una elevada continuidad.

1.2 Red en Derivación Múltiple.

Esta red se constituye por un número determinado de alimentadores que contribuyen simultáneamente a la alimentación de la carga. En realidad estas redes son una extensión de las redes en derivación doble, ya que siguen el mismo principio, solamente que este tipo de red permite alimentar una área mayor, debido al mayor número de alimentadores.

Esta red se debe diseñar dejando un margen de capacidad en reserva en los alimentadores de mediana tensión, de tal manera que al quedar fuera de servicio uno de ellos, la carga se reparte a los restantes, por medio de la transferencia automática. Ver figura 1.6.

Estas redes tienen aplicación en zonas que presentan cargas concentradas muy fuertes, en las que es necesario pre-



N - ALIMENTACION NORMAL
 E - ALIMENTACION EMERGENTE
 ☒ - INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

RED EN DERIVACION MULTIPLE	
C. L. F. C.	FIG. N° 16

porcionar una alta continuidad a los servicios, tienen —
además la ventaja que permiten alimentar servicios en me-
diana tensión y en baja tensión simultáneamente.

2.- ALIMENTACION AL SERVICIO DEL CLIENTE:

2.1.- Generalidades.

La alimentación al servicio del cliente, es el punto de conexión entre el sistema de distribución de la Compañía suministradora y la red de distribución del cliente. La manera en que se realiza la alimentación a un cliente, está íntimamente ligada con el tipo de red instalado en la zona, la tensión de alimentación al cliente y la magnitud y tipo de carga solicitada. Todo esto influenciado por el equilibrio que existe entre la inversión necesaria para llevar a cabo estas instalaciones y los beneficios futuros que se tengan, factores que marcan la pauta a seguir para tomar la decisión final.

Uno de los mayores objetivos que se persiguen al dar un servicio, es proporcionar la mayor continuidad de suministro al cliente, esto es función de varios factores:

- 1.- Confiabilidad del sistema de Potencia y del Sistema de Distribución de la Compañía Suministradora.
- 2.- Tipo de alimentación al cliente.
- 3.- Instalaciones de emergencia.

Razón por la que la continuidad de servicio es el resultado de la planeación que realizan las empresas de suministro de energía y las provisiones que tome el mismo cliente.

En este capítulo se describen las diferentes técnicas que se siguen al proporcionar el suministro de energía eléctrica a los consumidores y las características más sobresalientes a cada una de ellas.

2.2.- Acometida sencilla.

Esta forma de alimentación es la más simple y empleada debido a su sencillez y costo. Se puede realizar en Baja o Mediana Tensión de acuerdo con las necesidades del cliente; la gran mayoría de las acometidas que realizan las Compañías suministradoras, son de este tipo. Cuando las cargas requieren de una mayor continuidad de servicio, es práctica común proporcionar acometida doble al servicio.

2.3.- Acometida doble.

Esta forma de alimentación, generalmente, se proporciona en mediana tensión a aquellos clientes cuyo suministro de energía requieren de un mayor grado de confiabilidad. El tipo de Redes Subterráneas más adecuadas, por su diseño, para proporcionar esta alimentación son las Redes de Derivación Doble y en Derivación Múltiple, en estas la acometida

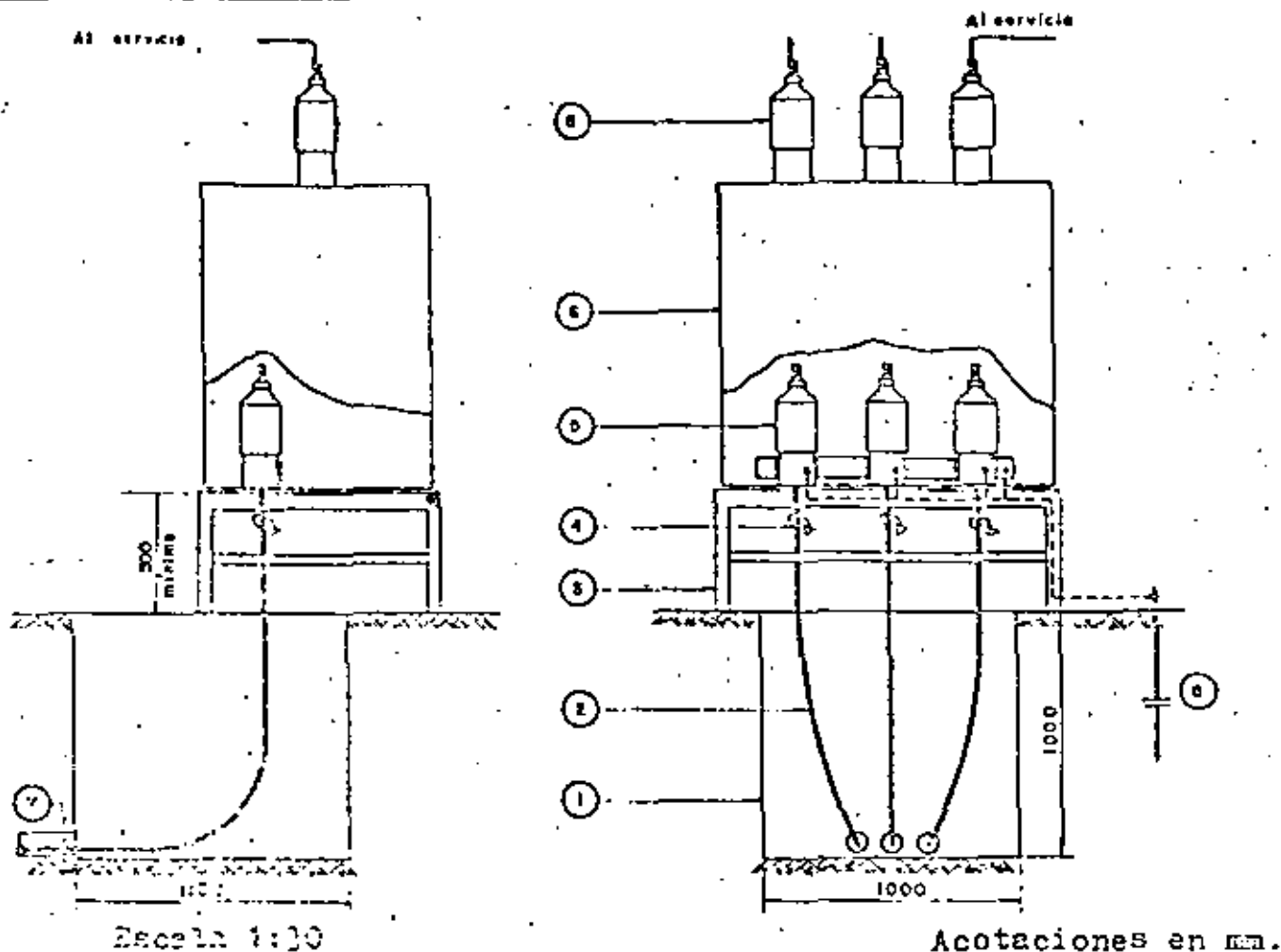
tida converge a un dispositivo de transferencia automática para realizar el cambio de alimentación ante fallas del alimentador preferente. Cuando se trata de Redes Aéreas, la doble acometida se realiza desde dos alimentadores diferentes, en los que los circuitos de la acometida, al igual que en las redes subterráneas, convergen a un interruptor de transferencia automática.

Los interruptores de transferencia automática empleados son los del tipo en aceite, aún cuando actualmente los interruptores en vacío ganan más aceptación por su menor volumen y facilidad de instalación. Esta aceptación se verá más favorecida en la medida que su costo se acerque más a los del tipo en aceite.

2.4.- Medición de energía.

La medición de energía eléctrica es la última operación que realiza la Compañía suministradora del servicio, antes de hacer la entrega de la energía al cliente. Esta se realiza en las instalaciones del cliente y requiere de un espacio para instalar el equipo de medición.

El equipo de medición se puede reducir a un conjunto de watt-hourímetros o a un equipo diseñado para efectuar mediciones en alta tensión, esto depende de la magnitud de la



MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Registro de 110 x 100 x 100 cm.	
2	Cables de mediana tensión.	
3	Estructura para soportar equipo de medición.	
4	Placa de distribución del cable MT.	
5	Transformador MT.	
6	Equipo de medición MT.	
7	Bloques de concreto de 76.2 mm. de diámetro.	
8	Barras de tierra. (copperweld de 15.9x3048 mm.).	

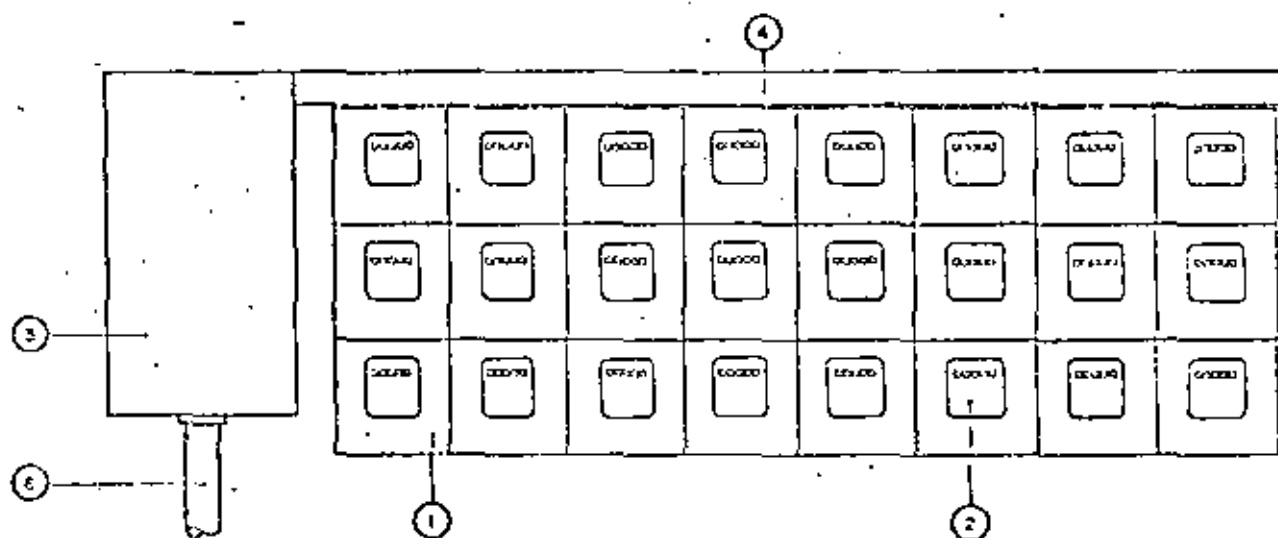
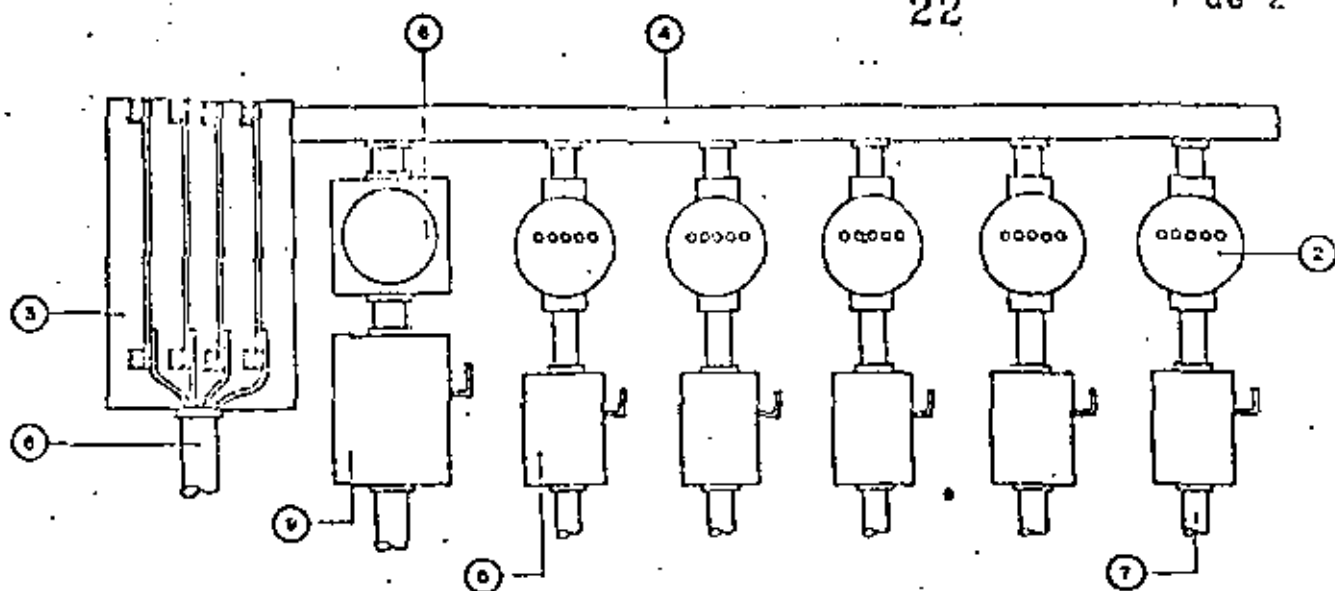
APLICACION:

Alimentar la Mediana Tensión subestación particular.

CLAVE DEL DISEÑO:

MT = Mediana Tensión.
EM = Equipo de Medición.

FIGURA Nº 2.1



Acotaciones en mm

MATERIAL: (Ver 2 de 2)

APLICACION:

Medición de servicios concentrados monofásicos y/o trifásicos en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterránea.

CLAVE DEL NOMBRE:

1 = Opción No. 1

FIGURA N° 2.2

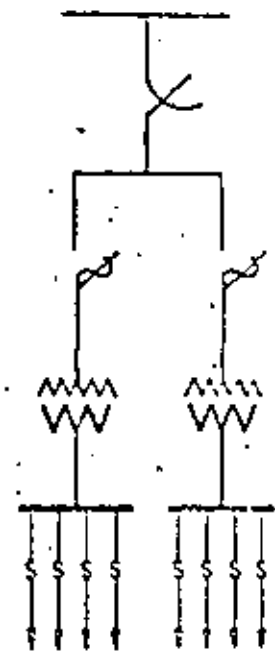
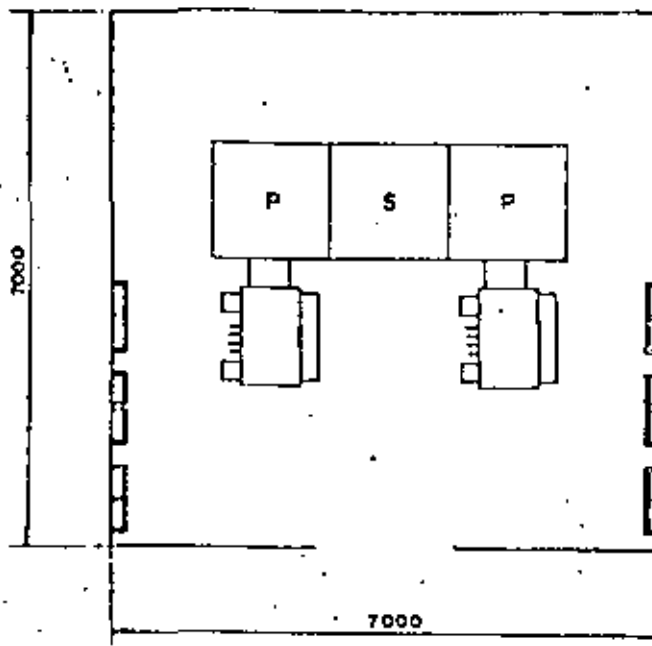
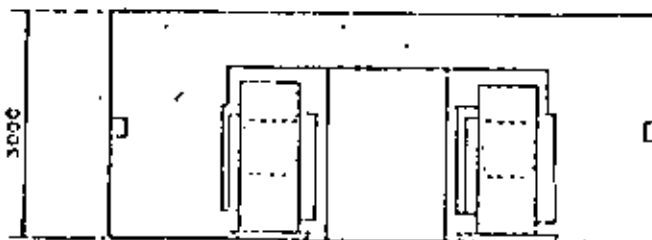
MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Base para wattorímetro.	
2	Wattorímetro monofásico.	
3	Cabinete conteniendo barras de cobre.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor de fusibles.	
6	Ducto para acometida a la concentración.	
7	Ducto de alimentación al consumidor.	
8	Wattorímetro polifásico.	
9	Interruptor tripolar.	

FIGURA N° 2.2

(CONTINUACION)

DISTRIBUCION DE EQUIPO

DIAGRAMA
UNIFILAR

Esc. 1:100

Aplicaciones en mm.

APLICACION: En el interior de edificios, localizados un zona de red aérea o subterránea de tipo radial, con derivación simple a seccionador y protecciones individuales en gabinete, para transformadores sin seccionadores acoplados, alimentará servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

FIGURA 2.4

27

7500

5000

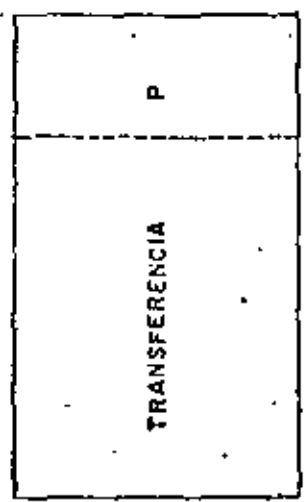


DIAGRAMA UNIFILAR

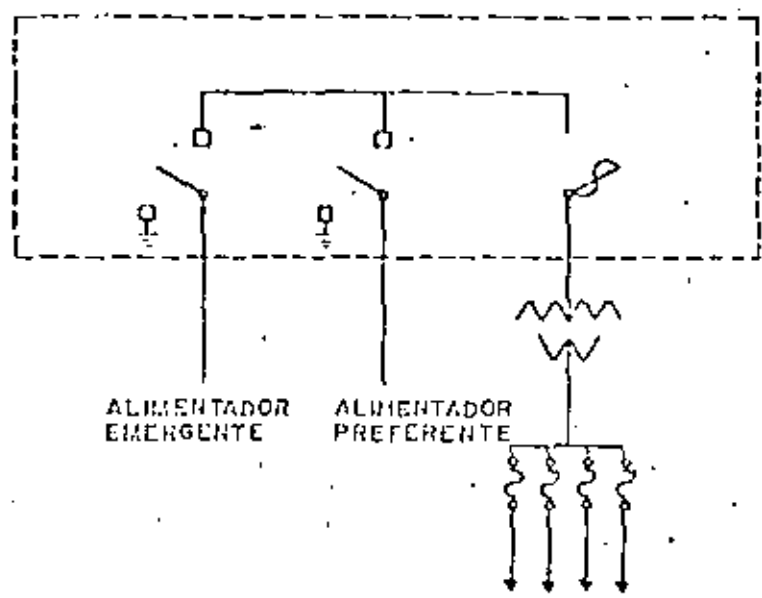
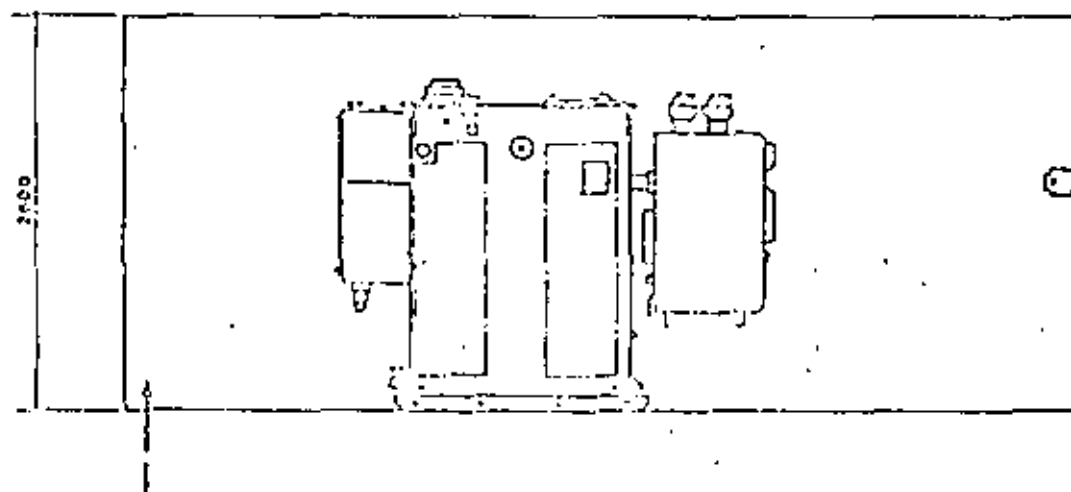
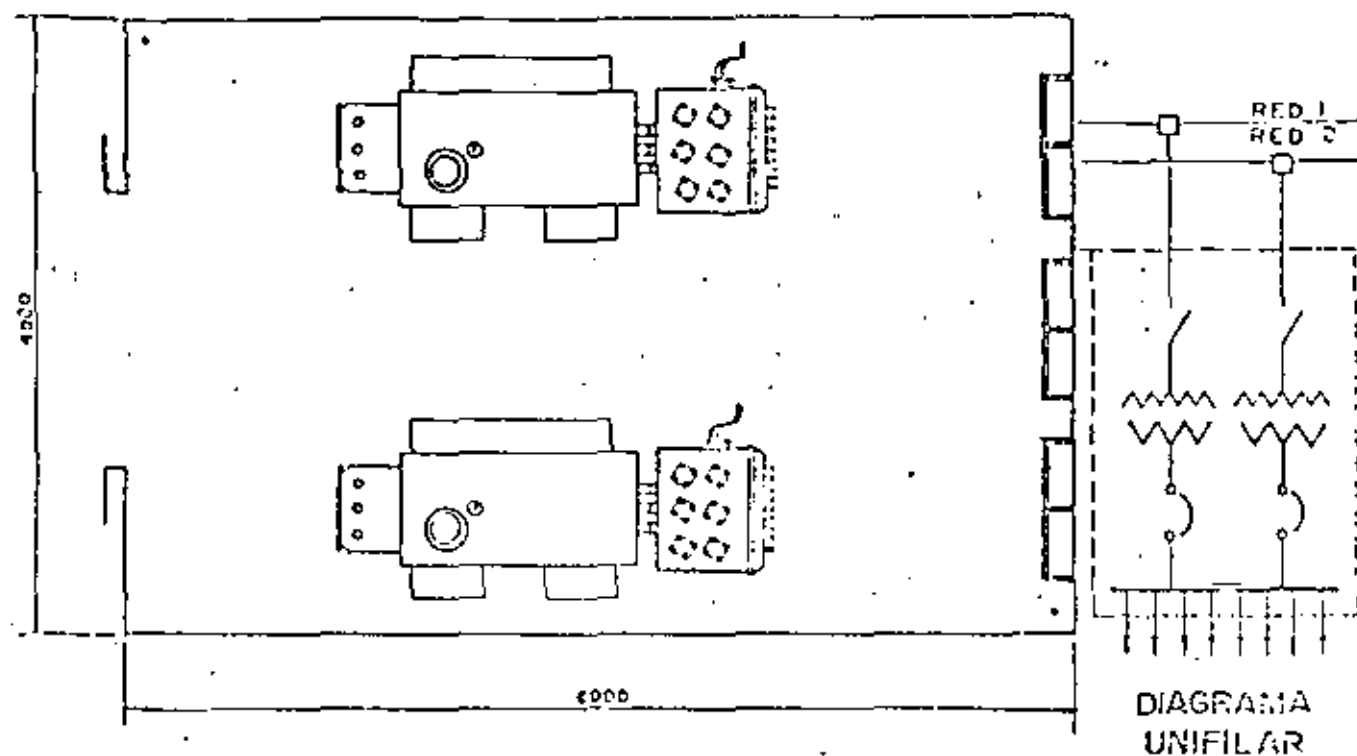


FIGURA 2.5

DISTRIBUCION DE EQUIPO 28

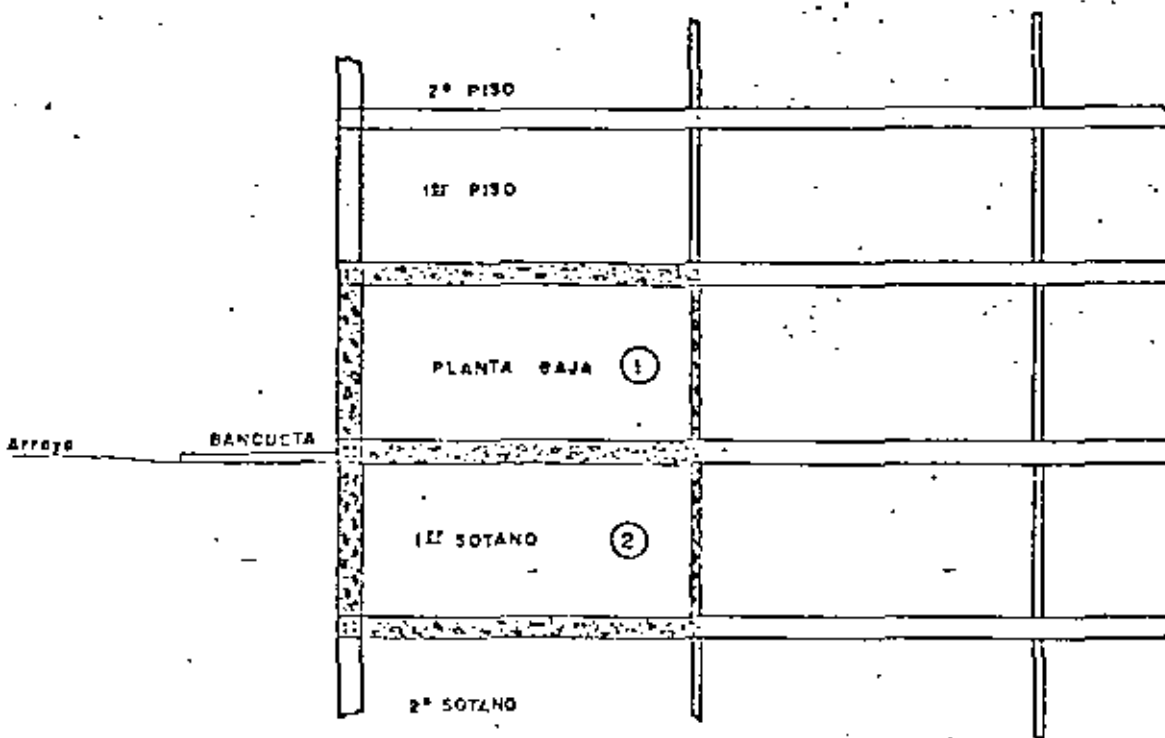


Esc. 1:50

Anotaciones en mm

APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas de red subterránea automática, en derivación simple a transformadoras con seccionador y protector acoplados, permite alimentar servicios en B.T. del propio edificio y exteriores.

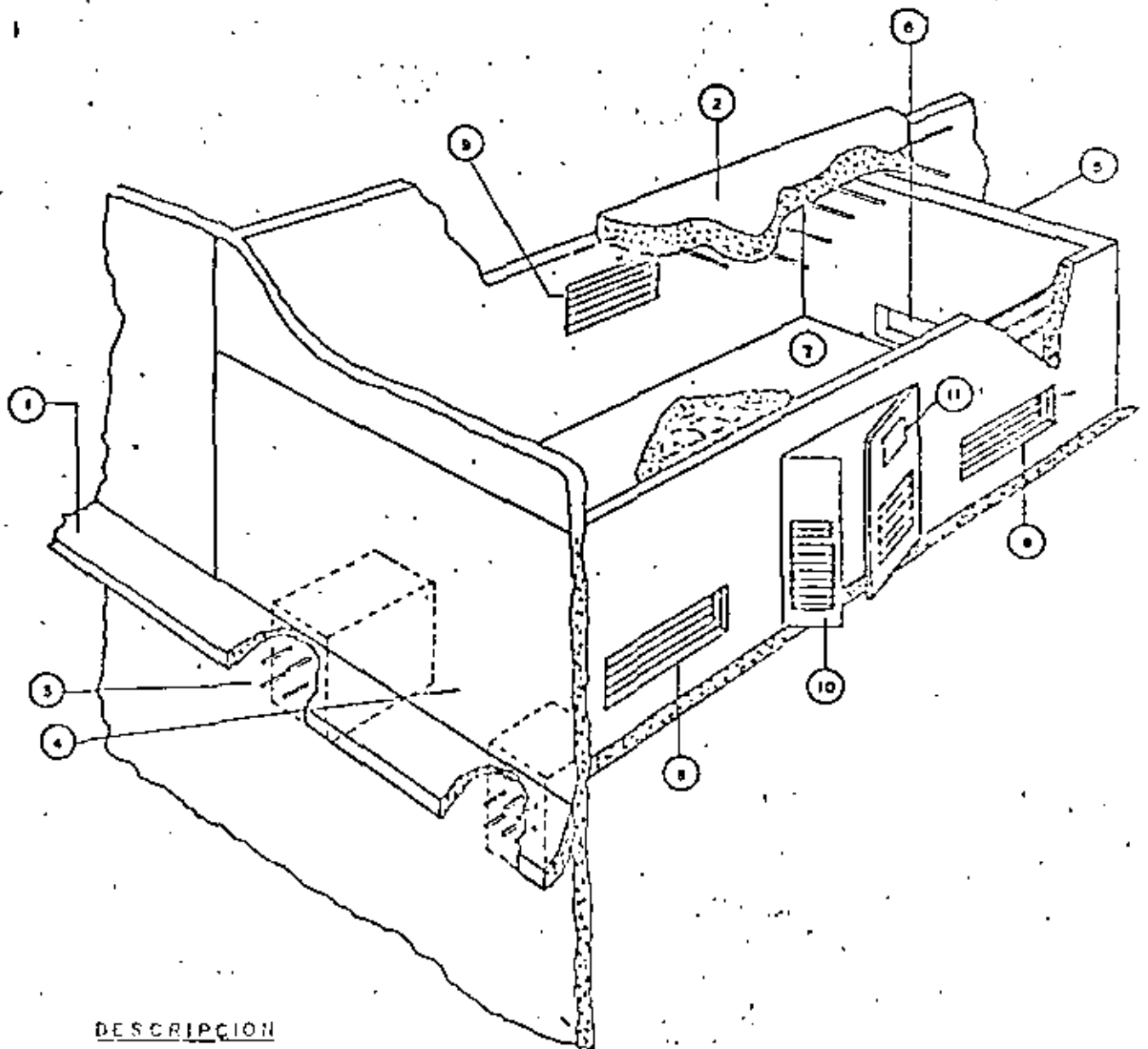
FIGURA 2.6



- 1.- ALTERNATIVA 1, LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL TARAMENTO EXTERIOR.
- 2.- ALTERNATIVA 2 LOCALIZACION EN EL 1er SOTANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL TARAMENTO EXTERIOR.

FIGURA 2.7

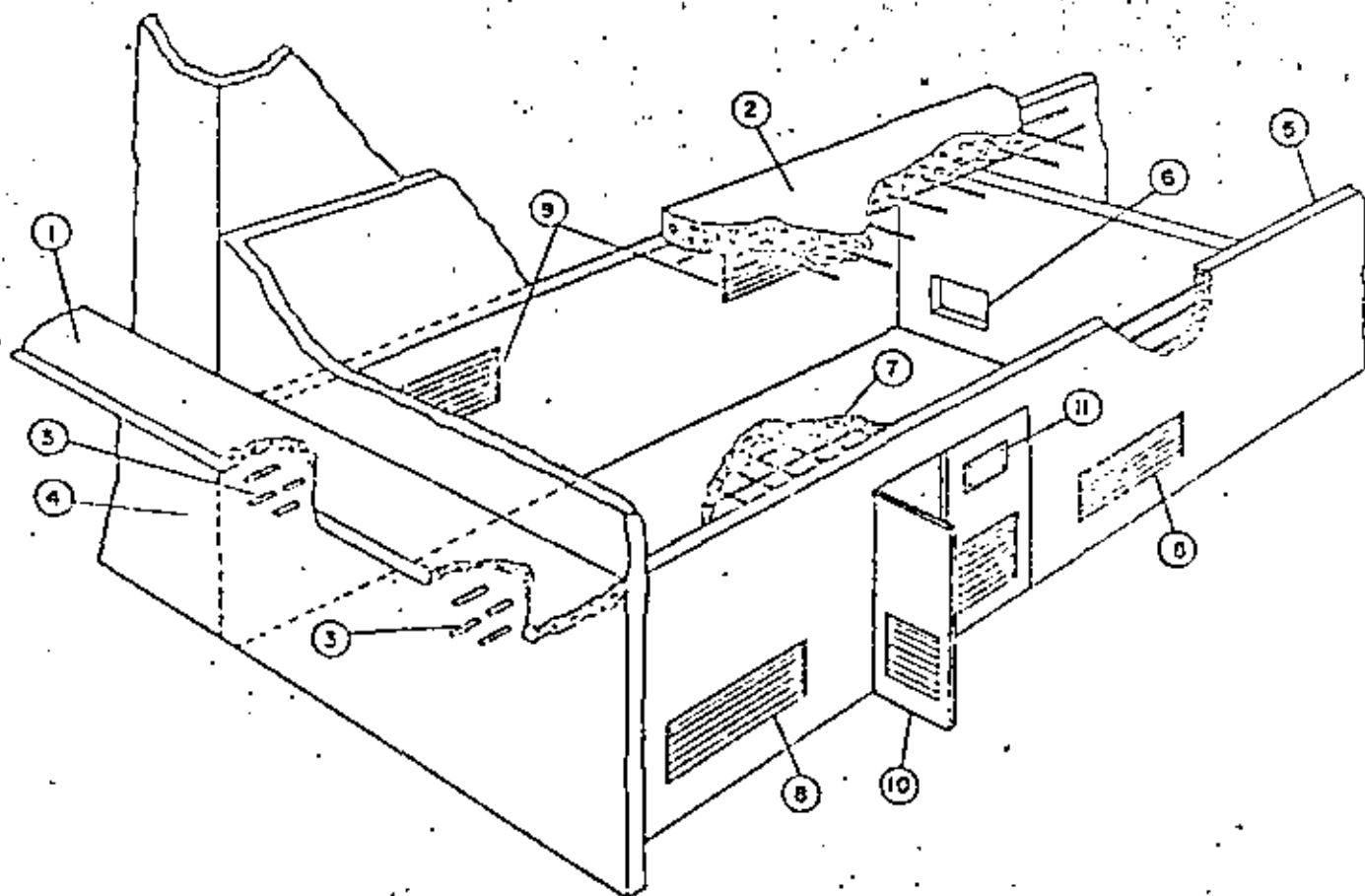
30

DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO C/L PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LEYENDA (PELIGRO LYF)

FIGURA 2.8

31

DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MURDO DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LETYENDA (PELIGRO L y F)

FIGURA 2.9



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

MARZO, 1984

S U M I N I S T R O
D E
E N E R G I A E L E C T R I C A



CURSO DE INSTALACIONES
ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
UNAM NOV. 1983

SUMINISTRO
DE
ENERGIA ELECTRICA

CURSO DE INSTALACIONES
ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
UNAM 1983

SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

INTRODUCCION

1. DESCRIPCION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION
 - 1.1. SISTEMA AEREO
 - 1.2. SISTEMA SUBTERRANEO
 - 1.3. SISTEMA MIXTO
2. ACOMETIDAS EN A.T. y B.T.
 - 2.1. ACOMETIDAS EN A.T.
 - 2.1.1 DE LINEA AEREA
 - 2.1.2 DE CABLE SUBTERRANEO
 - 2.2. ACOMETIDAS EN B.T. HASTA 35 KW. DE DEMANDA PROBABLE
 - 2.2.1 DE LINEA AEREA
 - 2.2.2 DE CABLE SUBTERRANEO
 - 2.3. ACOMETIDAS EN B.T. DE 35 KW. A 95 KW. DE DEMANDA PROBABLE
 - 2.3.1 DE LINEA AEREA
 - 2.3.2 DE CABLE SUBTERRANEO
 - 2.4. ACOMETIDAS EN B.T. DE MAS DE 95 KW. DE DEMANDA PROBABLE
3. LOCALES PARA S.E. EN INTERIOR DE EDIFICIOS
 - 3.1. REQUISITOS QUE DEBERA PRESENTAR EL SOLICITANTE DEL SERVICIO
 - 3.2. UBICACION DEL LOCAL
 - 3.2.1 CONSTRUCCION DEL LOCAL
4. BOVEDAS PARA EQUIPOS SUMERGIBLES.

INTRODUCCION.

Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., tiene normalizadas las siguientes tensiones de distribución: 23 y 6 KV (por desaparecer) para mediana tensión y 220/127 — volts en baja tensión. La energía proviene de los anillos de 85 y 230 KV que rodean el Area Metropolitana y — las S.E.'s conectadas directamente a dichos anillos, como se muestra en la figura 1.

1. DESCRIPCION DE LAS REDES DE DISTRIBUCION

1.1. SISTEMA AEREO

Las redes aéreas que se realizan montando sobre posteria los transformadores, conductores primarios y secundarios equipos de protección y seccionamiento, se localizan por lo general en las guarniciones, conservando las distancias a edificios y alturas reglamentarias. En zonas urbanas con más de 5 MVA/Km² de densidad de carga, presentan un congestionamiento tal que va encontrando limitaciones fuertes en la vía pública, lo cual representa una restricción al enfrentarla a las potencias por alimentar — que están en continuo crecimiento.

Las redes aéreas son muy vulnerables a contingencias físicas (choques de vehículos y cuerpos extraños) y a los agentes atmosféricos (rayos, granizo, lluvia, polvos, sales, etc.), lo que hace necesario dotarlos de un mayor número de elementos automáticos de protección, para aumentar su eficiencia, redundando en un mayor costo adicional. Tienen la ventaja de ser accesibles para la reparación — fallas, para ampliaciones y modificaciones en zonas sujetas a cambios urbanos. Son de tipo radial; este tipo de instalación se muestra en la figura 2.

1.2. SISTEMA SUBTERRANEO.

Los Sistemas Subterráneos presentan una exposición muy reducida a fallas en comparación con las aéreas, ofreciendo un servicio de alta confiabilidad y un alto grado de continuidad. Se utilizan en zonas urbanas de más de 5 MVA/Km², ya que su costo es elevado. No presentan un obstáculo a las restricciones estéticas al ocupar la vía pública.

En caso de fallas, el tiempo de reposición del servicio es mayor que en el aéreo por estar las instalaciones ocultas.

En la figura 3, se muestra un plano de la ciudad de México, D. F., donde se indican la zona aérea y la subterránea, con densidades de 5 hasta 40 MVA/Km².

Las redes subterráneas se dividen por su operación en: Radiales y Automáticas. En las primeras se pueden dar servicios tanto en A.T. como en B.T. En las segundas solamente se proporcionan servicios en B.T.

En la figura 4, se muestran las zonas de las diferentes redes subterráneas existentes y por construirse, tanto de operación radial como automática.

1.2.1. RED AUTOMÁTICA.

La Red Automática es un sistema con dos estructuras diferentes la red primaria que es de tipo radial simple o en derivación múltiple, constituida con alimentadores primarios imbricados y conectados con el mismo banco de la S.E. de potencia. La red secundaria que es de tipo de operación en paralelo, formando una malla solidamente unida, ver figura 5.

1.2.2. RED RADIAL.

Se emplean fundamentalmente dos tipos de estructura en la red primaria: Anillo abierto (figura 6 y 7) y alimentadores selectivos (figura 8), ambos en seccionami-

ento. La red secundaria es del tipo de operación radial - simple (figura 9) para la estructura de anillo abierto y radial con amarre (figura 10) para alimentadores selectivos.

1.3. SISTEMA MIXTO.

Este sistema es una mezcla de los dos anteriores, siendo aérea la red de M.T. y la B.T. en Cable Subterráneo (figura 10).

2. ACOMETIDAS EN A.T. Y B.T.

2.1. ACOMETIDAS EN A.T.

2.1.1. ACOMETIDAS EN A.T. DE 20 KW A 200 KW DE DEMANDA.

Una acometida en A.T. puede derivarse de una línea aérea o de un cable subterráneo. En el primer caso la acometida se hará con cable subterráneo, bajando de una línea aérea hasta la S.E. del usuario, según se muestra en la figura 12 y haciendo la medición en el lado de B.T. de su S.E. El segundo caso se proporciona en las zonas de redes radiales, para lo cual el usuario deberá proporcionar un cuarto donde se instalará un gabinete, como se muestra en la figura 13, haciéndose también la medición en el lado de B.T. de su S.E.

2.1.2. ACOMETIDA EN A.T. DE MAS DE 200 KW DE DEMANDA.

En este caso, también se puede hacer la acometida desde una línea aérea o de un cable subterráneo, en forma similar a la del inciso anterior, la única diferencia que existe con la anterior, es que la medición se realiza directamente en el lado de A.T., como se observa en las figuras 14 y 15.

2.2. ACOMETIDAS EN B.T.

Este tipo de acometida puede ser de línea aérea o de cable subterráneo.

2.2.1. DE LINEA AEREA.

A continuación se muestran los tipos de acometida que se tienen dentro de este sistema.

Las acometidas B-1 y CA-1, se proporcionan a Servicios hasta de 4 kw de carga total instalada, ver figuras 16 y 17.

Las acometidas B-2 y CA-2, se proporcionan a Servicios que van de 4.1 a 8 kw de carga instalada, ver figuras 18 y 19. Las acometidas B-3 y CA-3, se proporcionan a Servicios de 8.1 kw de carga instalada y hasta 35 kw de demanda.

Se hace notar que hasta 24 kw de demanda estimada, se utilizan 3 wathorímetros para la medición y de 25 kw en adelante se instala un equipo de medición.

2.2.2. DE CABLES SUBTERRANEOS..

En las figuras 22 y 23 se muestran este tipo de acometidas también en este caso se hará la medición con 3 wathorímetros hasta 24 kw de demanda y de 25 kw en adelante se utilizara un equipo de medición.

2.3. ACOMETIDAS EN B.T. DE 35 a 95 kw DE DEMANDA PROBABLE.

Este tipo de acometidas puede ser de línea aérea o de cable subterráneo.

2.3.1. DE LINEA AEREA.

En las figuras 24, 25 y 26 se muestran este tipo de acometidas.

2.3.2. DE CABLE SUBTERRANEO

En las figuras 27 y 28 se muestran este tipo de acometidas.

Notas: 1).- Si la Red de Distribución esta sobrecargada se le solicitará al interesado local para S.E.

2).- Tanto para línea aérea, como de cable subterráneo se instalará en estos casos equipo de medición.

3).- Los equipos de medición deberán localizarse a no más de 5 m. del paramento y cercanos a la entrada principal del edificio.

4).- El usuario deberá construir un registro de 60-cm. x 60 cm. x 60 cm. de profundidad e instalar 2 ductos de 10.16 cm. de diámetro interior entre el registro y la banqueta, hasta 20 cm. después del paramento.

2.4. ACOMETIDAS EN B.T. DE MAS DE 95 KW DE DEMANDA PROBABLE.

Para este tipo de servicios se solicitará invariablemente - local para S.E., tanto en zona de línea aérea, como en zona de cables subterráneos.

3. LOCALES PARA S.E. EN INTERIOR DE EDIFICIOS.

En servicios que requieran local para S.E. en interior de edificios, deberán llenarse ciertos requisitos que la Compañía de Luz proporcionará a cada usuario. Es conveniente que el usuario solicite asesoría con tiempo a CLFC.

3.1. REQUISITOS QUE DEBERA PRESENTAR EL SOLICITANTE DEL SERVICIO

El solicitante deberá entregar a la CLFC un juego de copias de planos en planta y elevación escala 1:200 y un detalle en escala 1:50, indicando las vías de acceso, que deberán ser libres desde el exterior hasta la puerta de la S.E. con objeto de que CLFC pueda hacer maniobras con su equipo a instalar.

3.2. UBICACION DEL LOCAL.

En las figuras 29,30,31 y 32 se muestran las probables ubicaciones de los locales, de acuerdo con el tipo de construcción del edificio.

Es necesario que dicho local colinde con el paramento de la calle o vía pública y de preferencia tan próximo a la entrada principal como sea posible.

Cuando el local se seleccione en lugar diferente de lo antes expuesto, será motivo de un estudio especial.

3.2.1. CONSTRUCCION DEL LOCAL.

El local se construirá de concreto armado (de acuerdo con las especificaciones que tiene CLFC), con losa inferior para soportar 6 ton/m² de carga rodante y losa superior con resistencia suficiente para fijar estructuras y accesorios necesarios para soportar los cables de la instalación.

Para la construcción del local, CLFC proporciona plano de la O.C. indicando a detalle las características del local (puerta de acceso, ventilación, drenaje, iluminación, etc.).

4. BOVEDAS PARA EQUIPOS SUMERGIBLES.

En las figuras 33, 34 y 35 se muestran los diferentes arreglos de S.E. en bóveda, cuando no se tiene posibilidad de contar con un local en el interior del edificio. Debido a que se utiliza equipo sumergible, el costo se incrementa en forma considerable. El costo de esta bóveda corre por cuenta del usuario. Los equipos de medición se colocarán en un local próximo a la S.E., según se muestra en la figura 36, o en un local cercano a la entrada principal y a no más de 5 m. del paramento.

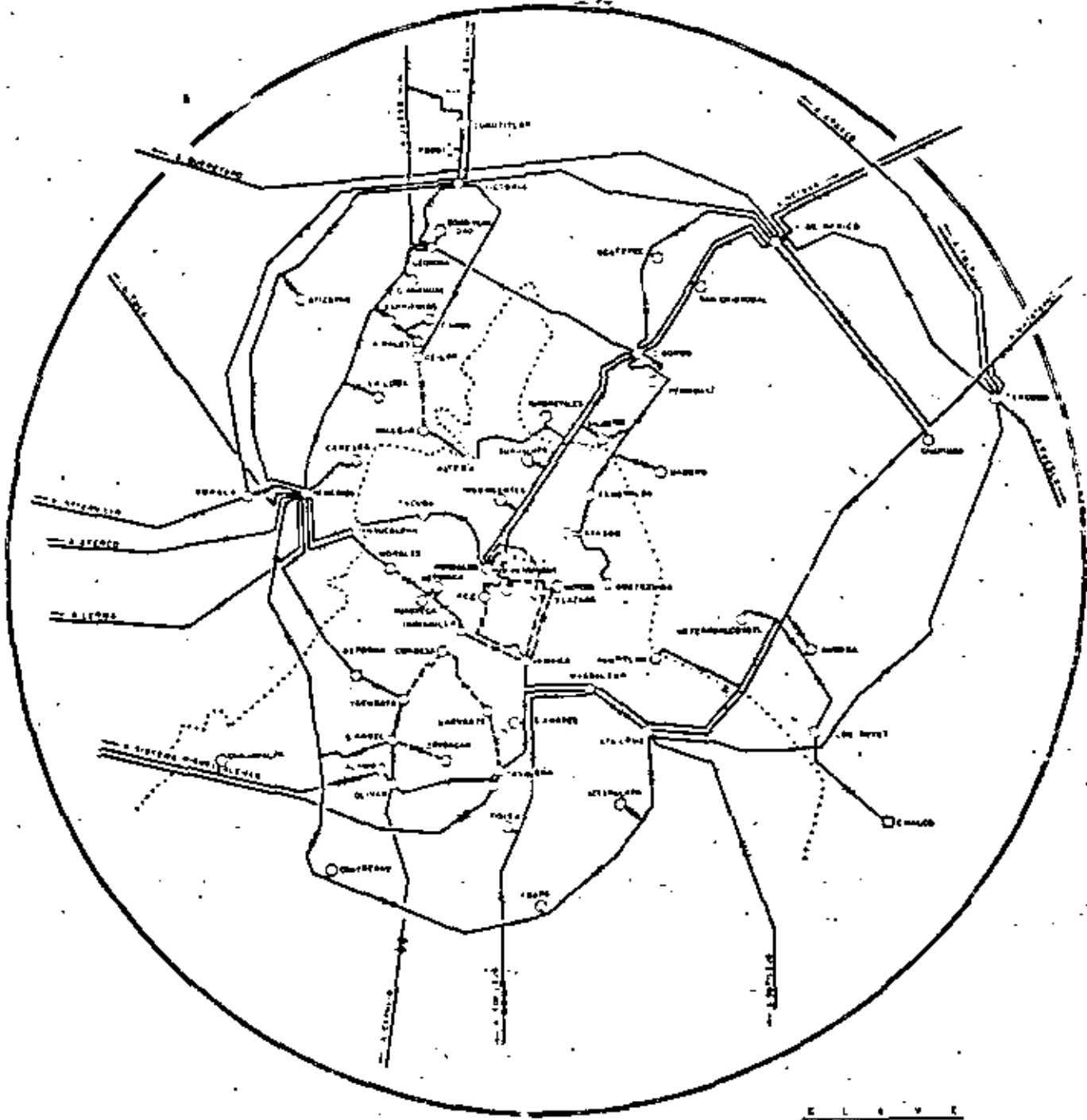
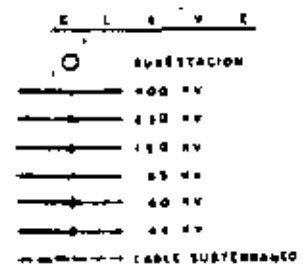
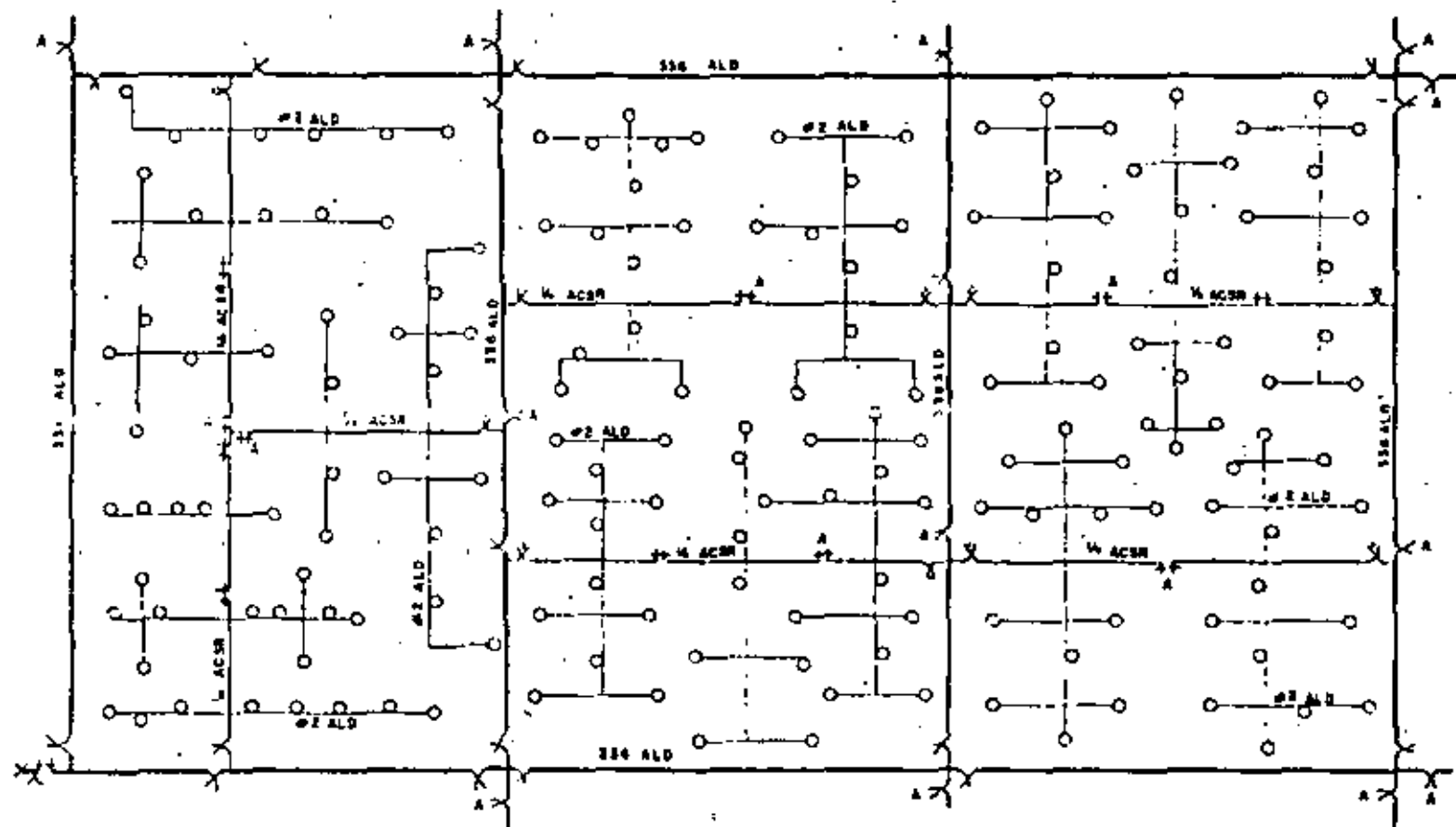


FIG. 1

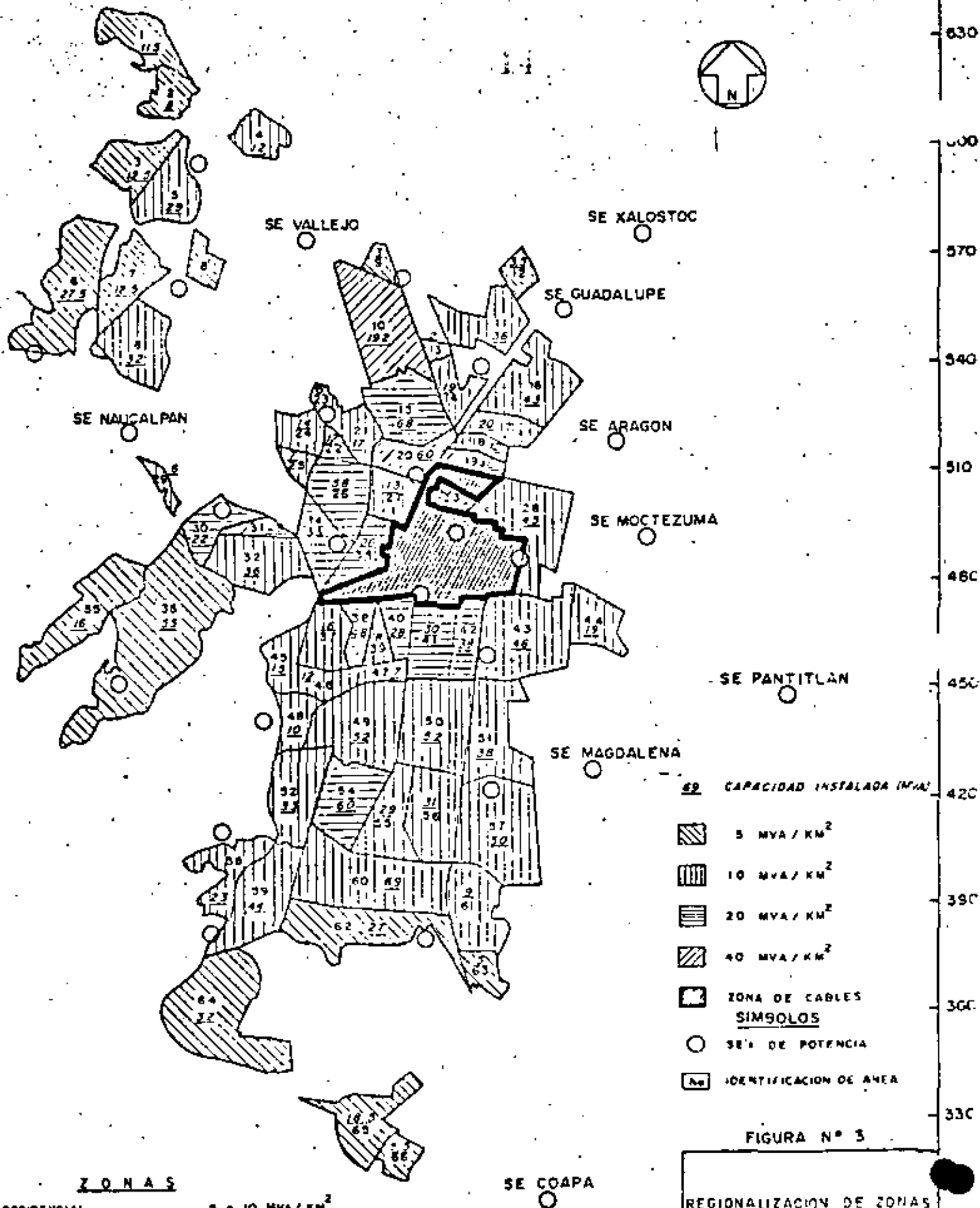




ESTRUCTURA DE LA RED AEREA DE 23 KV

- X INTERRUPTOR EN AIRE, CAPACIDAD NOMINAL 800 AMPERES,
CAMARA DE EXTINGUION (OPERACION MANUAL)
- X INTERRUPTOR EN AIRE, CAPACIDAD NOMINAL 400 AMPERES,
CAMARA DE EXTINGUION (OPERACION MANUAL)
- SECCIONES DE NAVARRA PARA ABRIR SIN CARGA (OPERACION MANUAL)
- X JUEGO DE TERMINALES MONOFASICAS DE 23 KV
- ^ JUEGO DE PARARRAYOS DE 23 KV
- O TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- A INTERRUPTORES Y CUCHILLAS NORMALMENTE ABIERTAS

FIGURA Nº 2



ZONAS

RESIDENCIAL	5 a 10 MVA / KM ²
RESIDENCIAL - COMERCIAL	10 a 20 MVA / KM ²
RESIDENCIAL - INDUSTRIAL	20 a 40 MVA / KM ²
INDUSTRIAL	40 MVA / KM ² O MAS

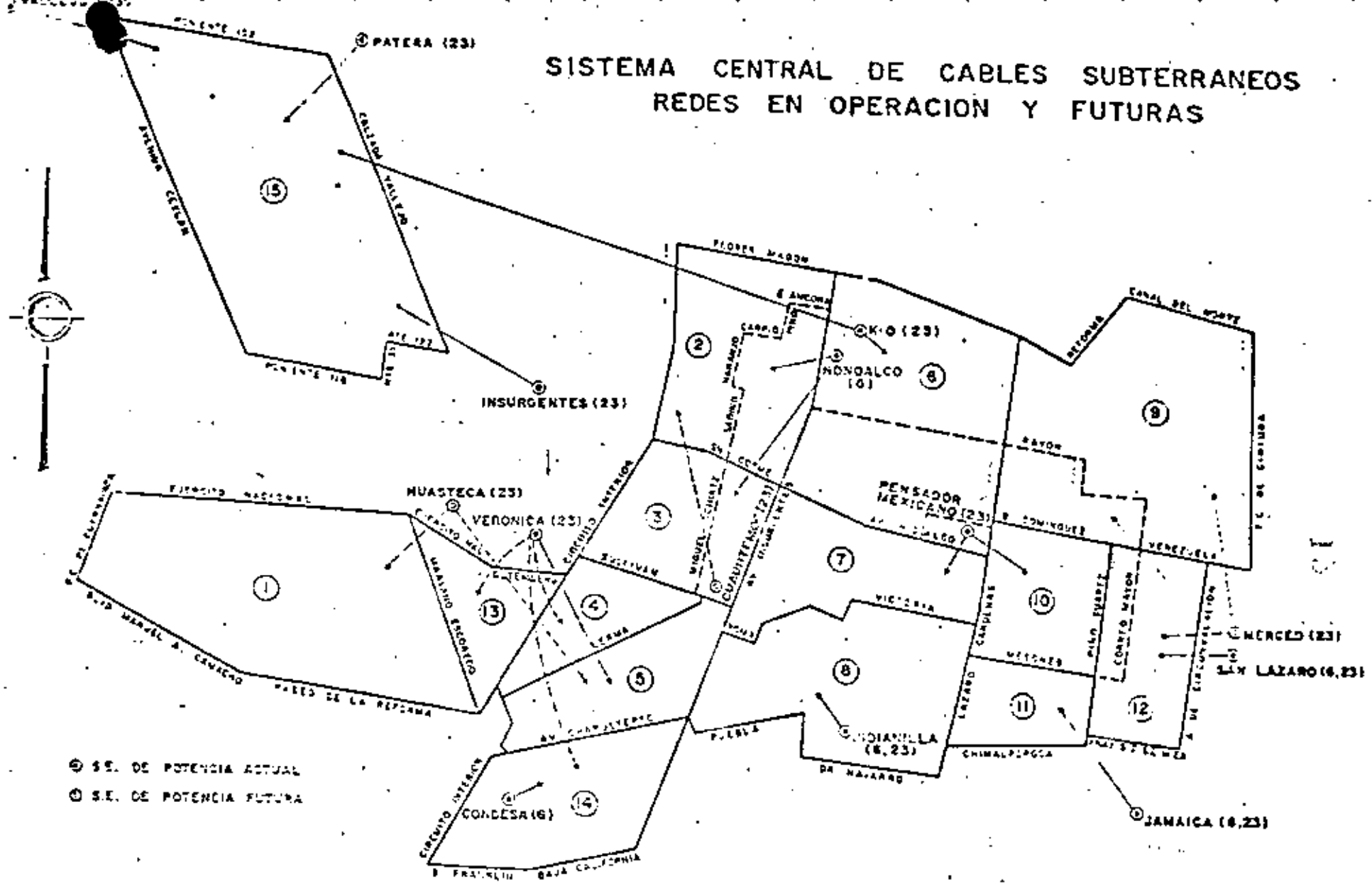
- LEGENDA**
- 5 MVA / KM²
 - 10 MVA / KM²
 - 20 MVA / KM²
 - 40 MVA / KM²
 - ZONA DE CABLES
 - SIMBOLOS
 - SE'S DE POTENCIA
 - IDENTIFICACION DE AREA

FIGURA N° 3

REGIONALIZACION DE ZONAS
 POR DENSIDAD DE CARGA
 A DIC - 1983
 ESTUDIO DE REDES
 ENC. 130000 | ABRIL 1983

630
 600
 570
 540
 510
 480
 450
 420
 390
 360
 330
 300

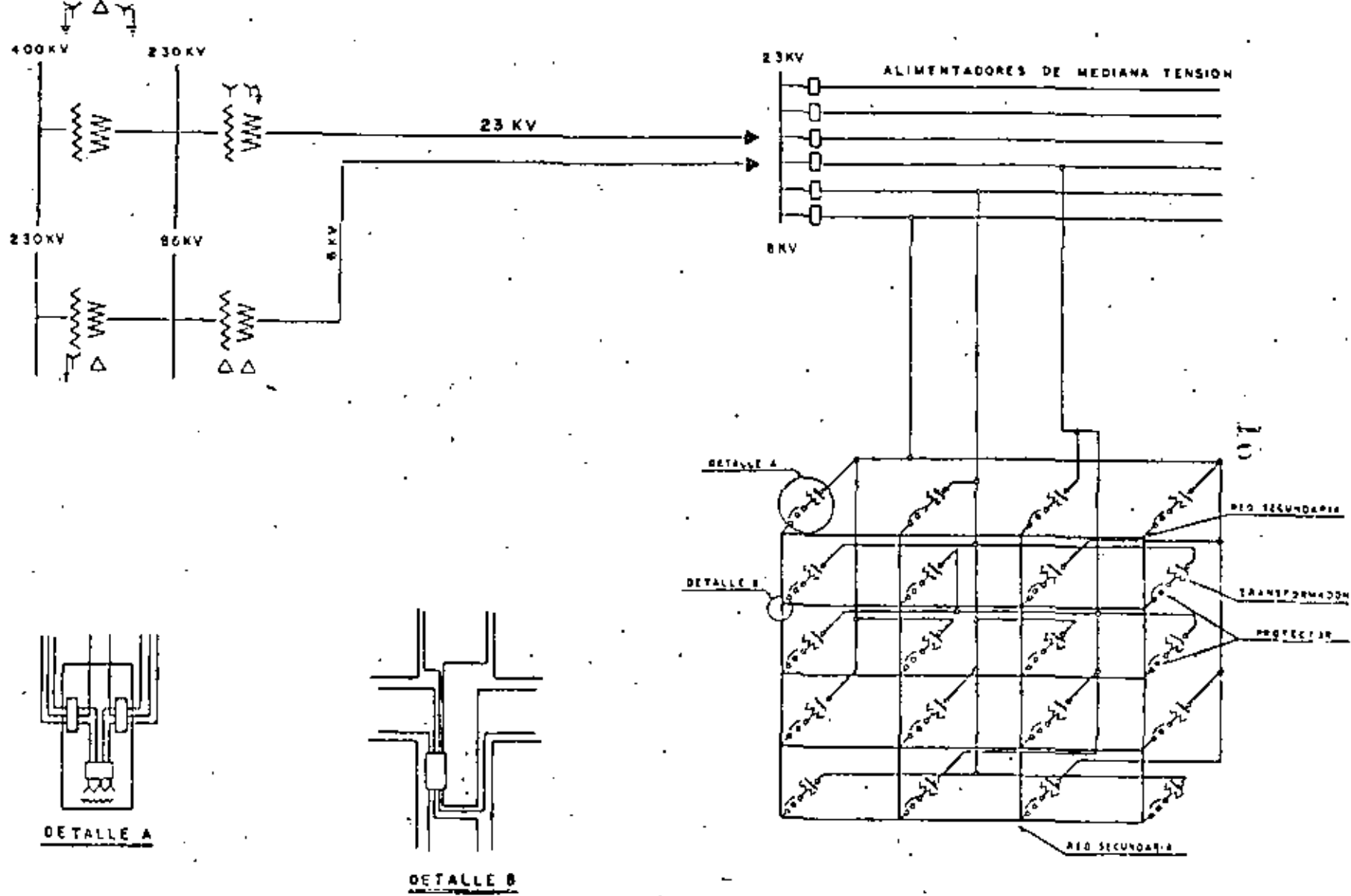
SISTEMA CENTRAL DE CABLES SUBTERRANEOS REDES EN OPERACION Y FUTURAS



REDES

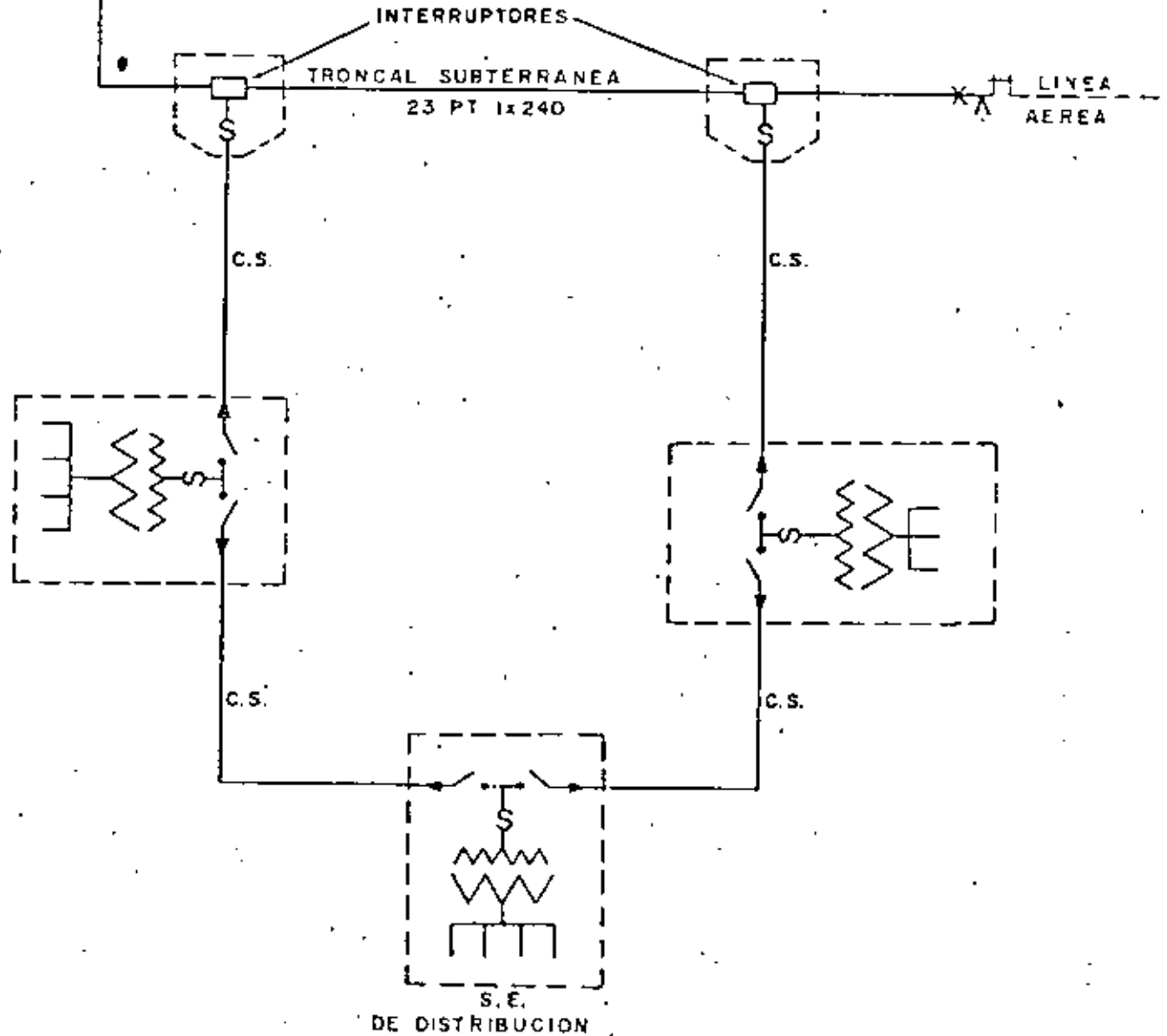
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 FUTURA RED POLANCO 23 KV 2 FUTURA RED SANTA MARIA 23KV 3 FUTURA RED SAN RAFAEL 23KV 4 FUTURA RED CHAUHTENDOS 23KV 5 RED AUTOMATICA VERONICA 23KV 6 FUTURA RED BUENAVISTA 23KV 7 RED AUTOMATICA REFORMA 23KV | <ul style="list-style-type: none"> 8 RED INDIANILLA 23 KV 9 FUTURA RED MORELOS 23 KV 10 RED AUTOMATICA CENTRAL 23 KV 11 RED AUTOMATICA JAMAICA 6 KV 12 FUTURA RED AUTOMATICA MERCED 23KV 13 FUTURA RED ANCONA 23 KV 14 FUTURA RED CONDESA 23 KV 15 FUTURA RED INDUSTRIAL VALLEJO 23KV |
|---|---|

FIG. 4



COMPANIA DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO S.A
 EN LIQUIDACION
 SISTEMA DE DISTRIBUCION EN
 RED AUTOMATICA

FIGURA No 5

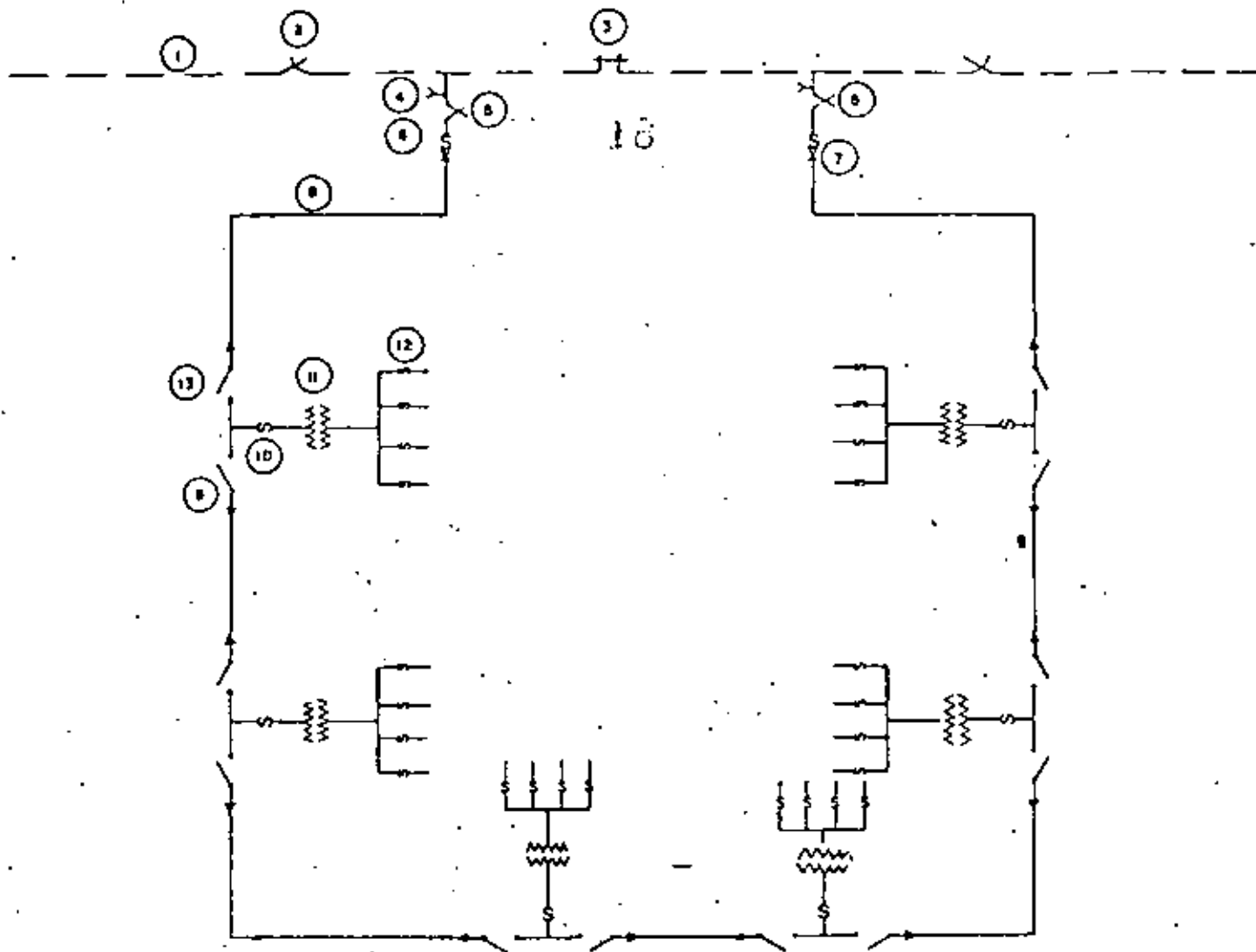


COMPANIA DE LUZ Y FZA DEL CENTRO S.A.

EN LIQUIDACION

DERIVACION DE UNA TRONCAL SUBTERRANEA
PARA UNA ESTRUCTURA EN ANILLO ABIERTO

FIGURA No. 6

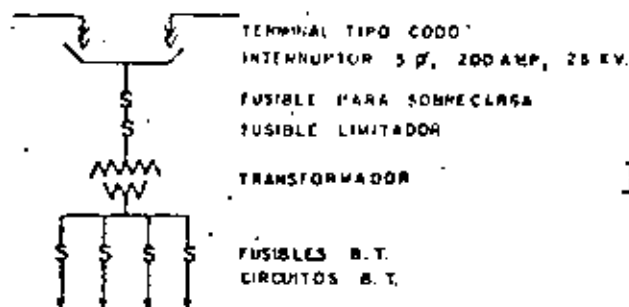


- ① LINEA AEREA
- ② INTERRUPTOR EN AIRE PARA ABRIR CON CARGA
- ③ CUCHILLAS DE NAVAJA
- ④ PARARRAYOS
- ⑤ INTERRUPTOR EN AIRE PARA ABRIR CON CARGA
- ⑥ CORTACIRCUITOS FUSIBLE
- ⑦ TERMINAL
- ⑧ CABLE UNIPOLAR DE AISLAMIENTO SECO
- ⑨ TERMINAL
- ⑩ CORTACIRCUITOS FUSIBLE
- ⑪ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION
- ⑫ BUS Y CIRCUITOS B.T.
- ⑬ CUCHILLAS DE NAVAJA

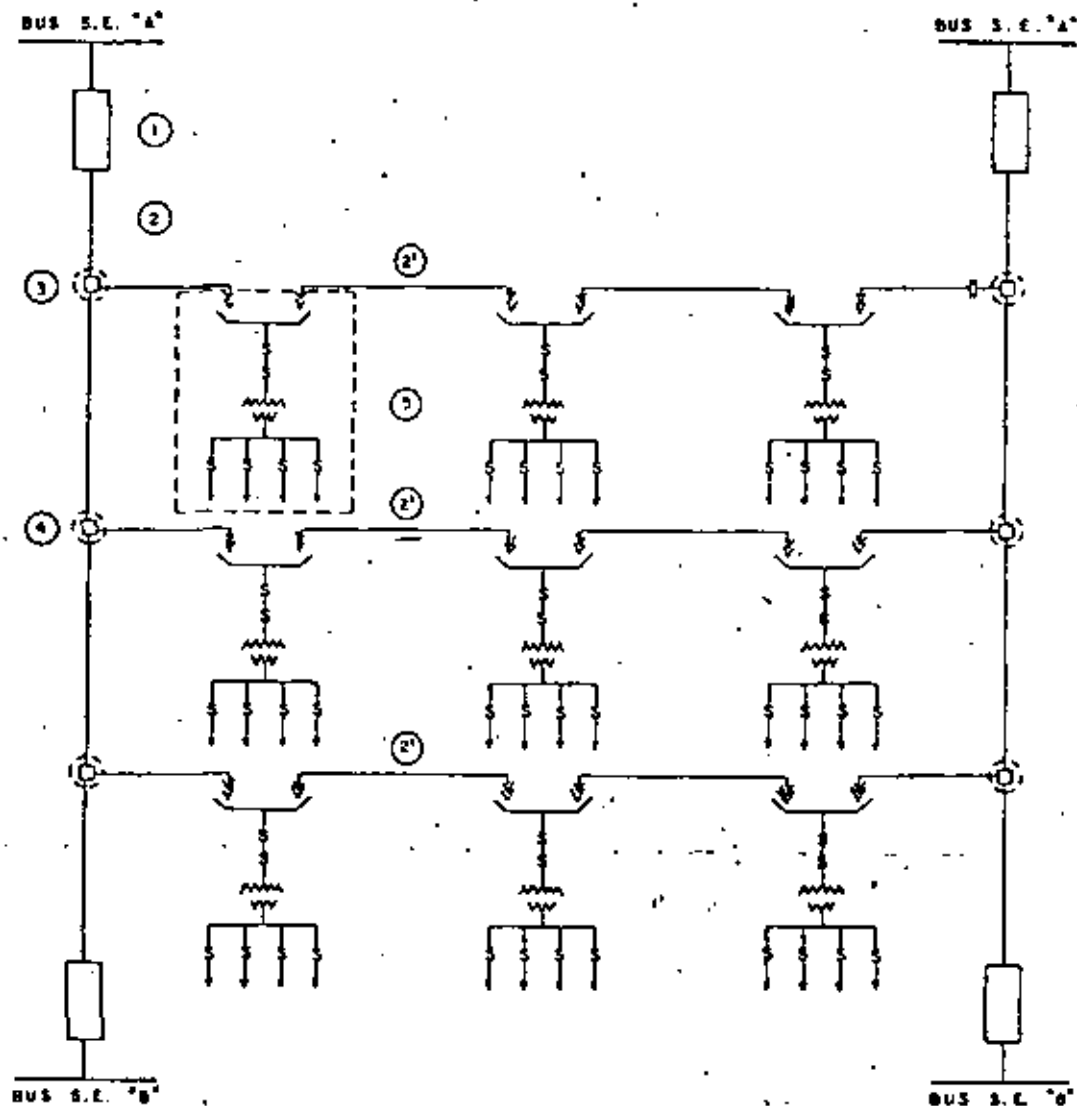
COMPANIA DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO S.A.

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA
EN ANILLO ABIERTO

FIGURA No.7



15

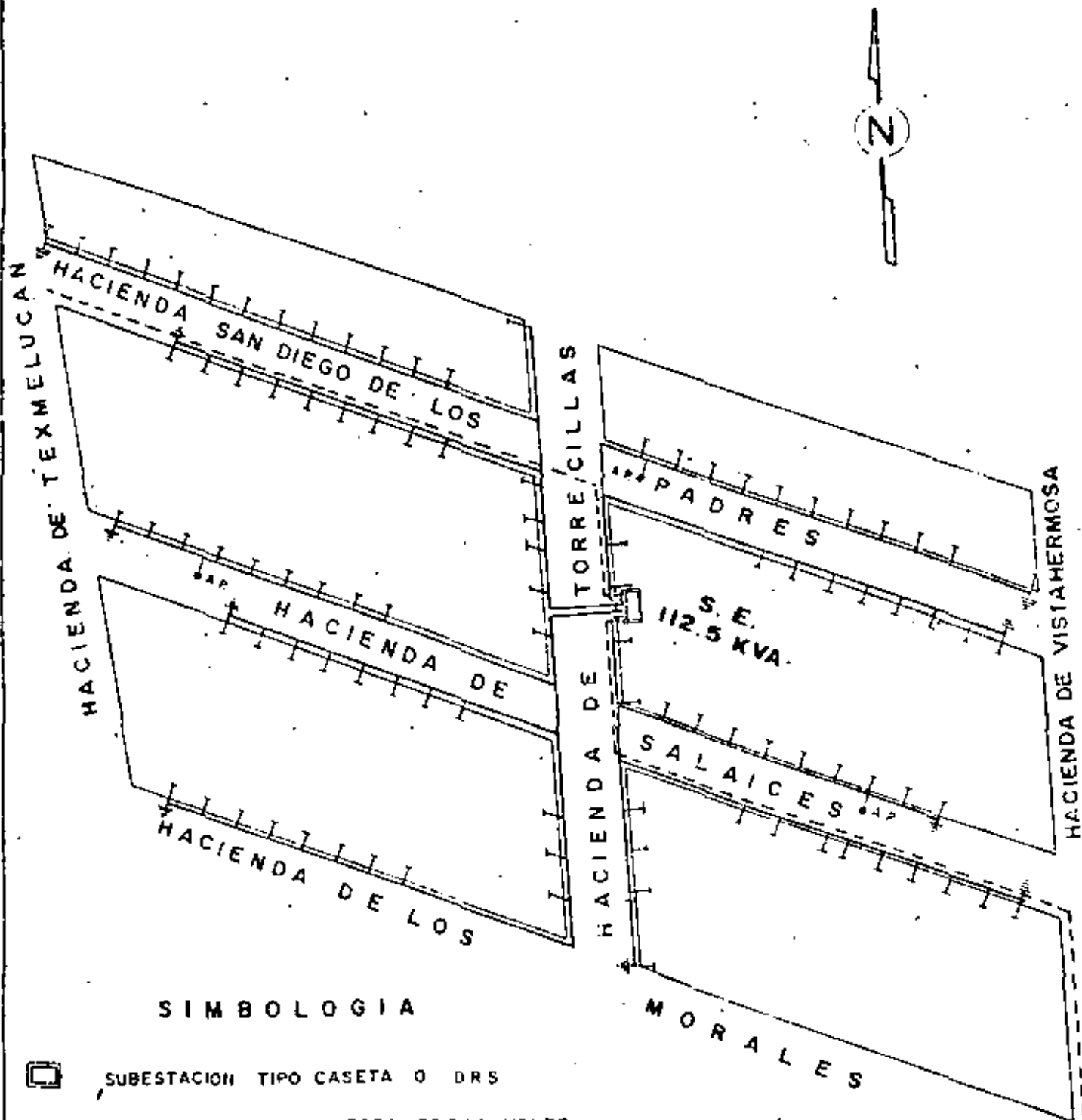


- ① INTERRUPTOR EN LA S.E. DE POTENCIA
- ② CABLE 25MB ②' CABLE 25TC
- ③ INTERRUPTOR TRIPOLAR PARA OPERACION CON CARGA
- ④ DERIVACION DE TRES VIAS DE TIPO MODULAR





COMPAÑIA DE LUZ Y FZA DEL CENTRO S.A
 EN LIQUIDACION
 ESQUEMA DE UNA RED DE
 ALIMENTADORES SELECTIVOS

FIGURA No. B

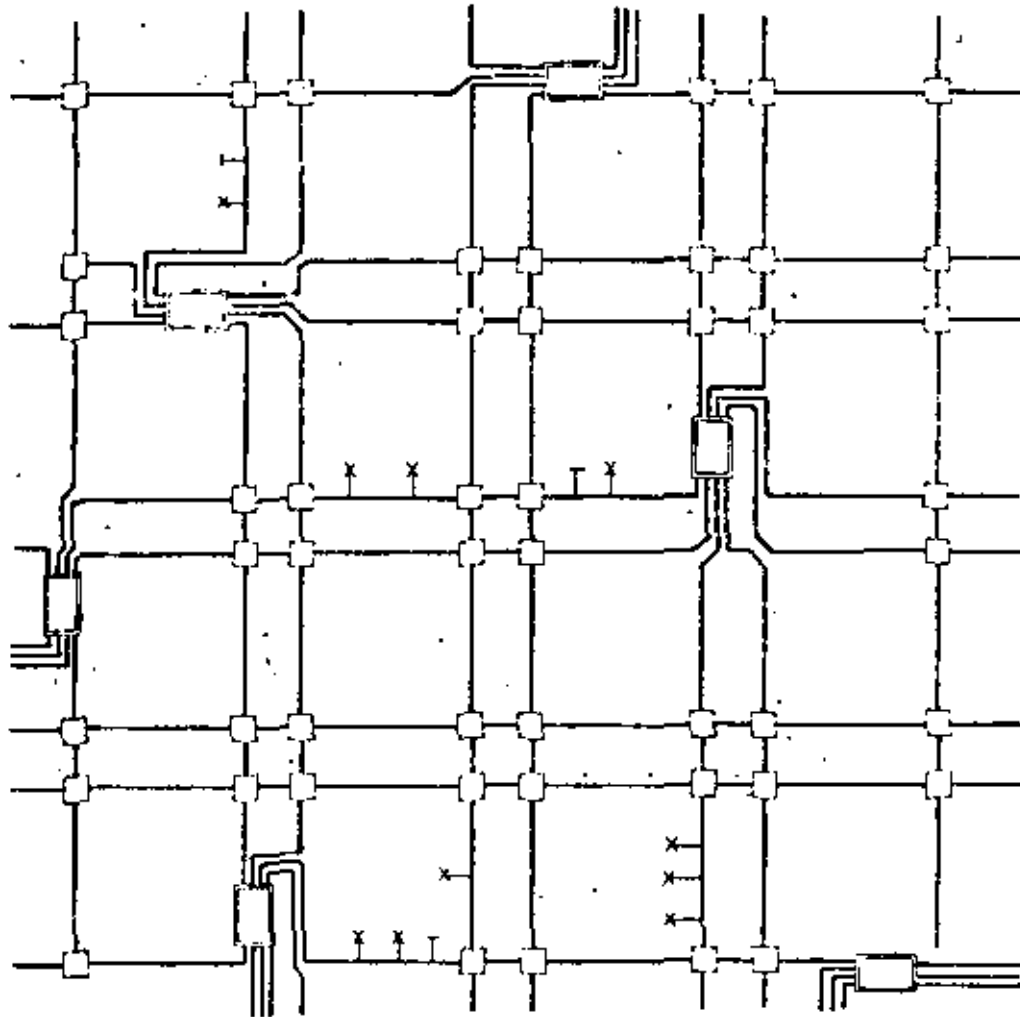
RED DE DISTRIBUCION SUBTERRANEA SECUNDARIA RADIAL SIMPLE






SIMBOLOGIA

-  SUBESTACION TIPO CASETA O DRS
-  CABLE SUBTERRANEO PARA 23.000 VOLTS
-  CABLE SUBTERRANEO DE BAJA TENSION Y ACOMETIDAS
-  TIERRA: VARILLA COPPERWELD 15.9 mm Ø Y 3048 mm LONG.

RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA RADIAL CON AMARRES

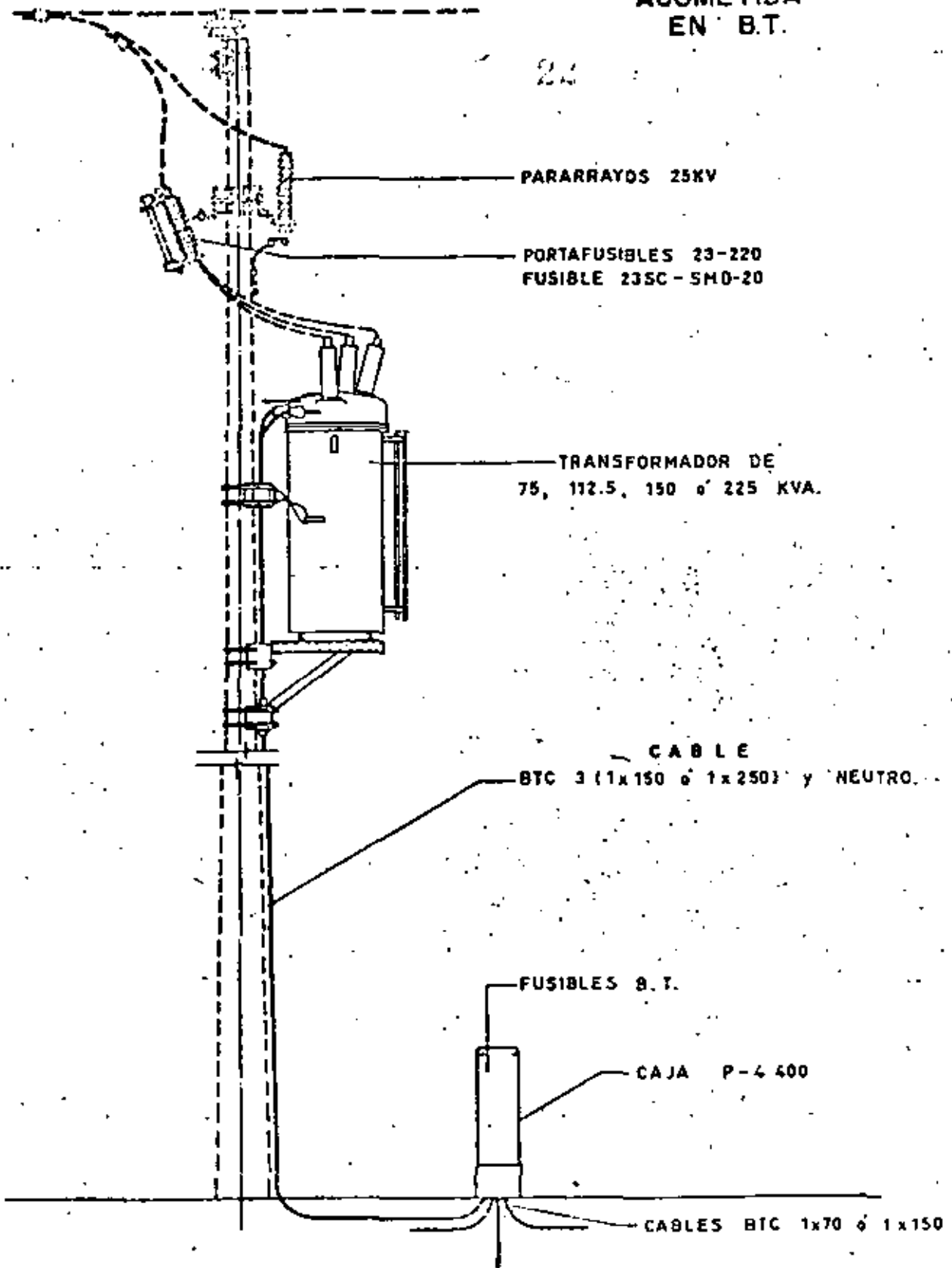


SIMBOLOGIA

-  BOVEDA O SUBESTACION PARA TRANSFORMADORES.
-  CAJA TIPO ESQUINA (ELEMENTO DE SECCIONAMIENTO).
-  CABLE DE BAJA TENSION Y ACOMETIDAS.

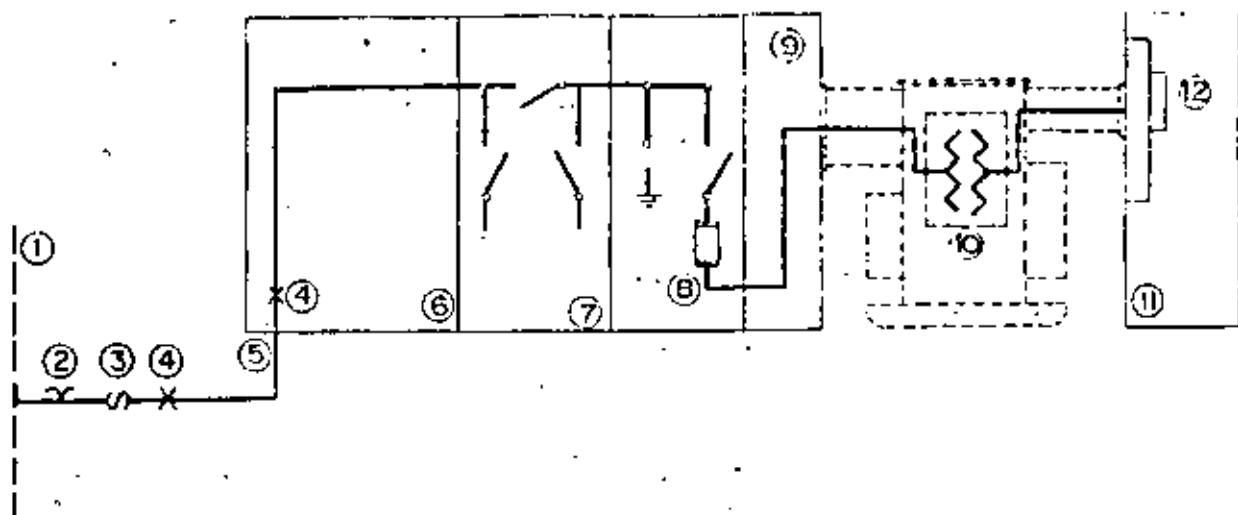
ACOMETIDA
EN B.T.

22



MONTAJE DE SUBESTACION
PARA RED MIXTA.

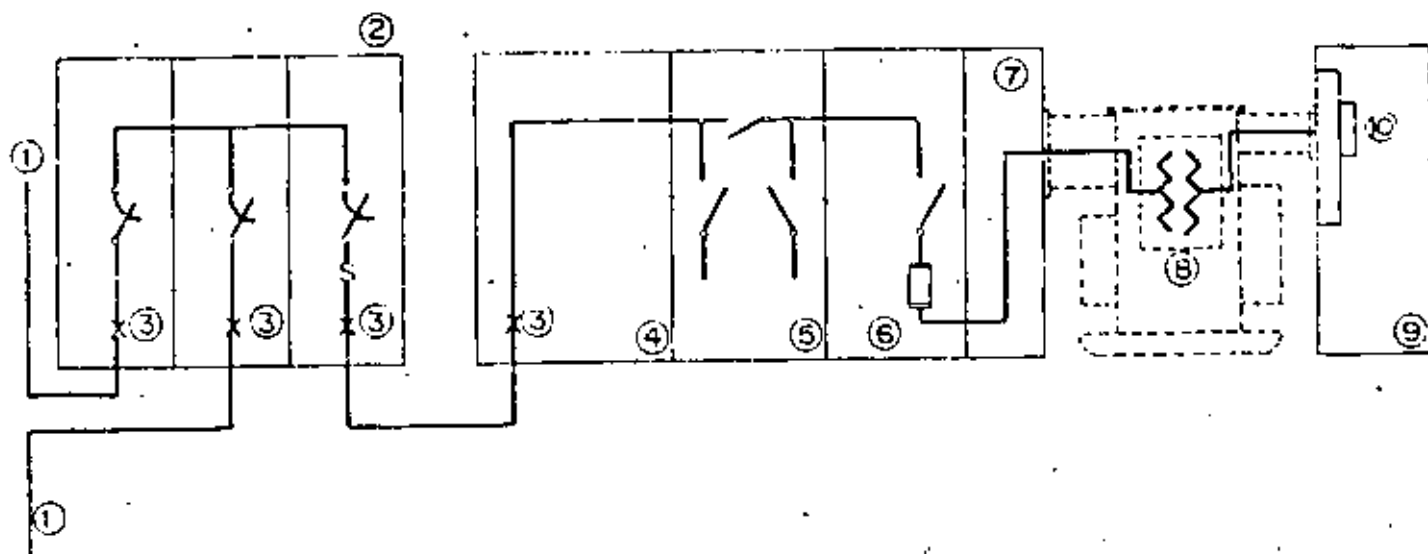
23 **SERVICIO EN A.T. CON MEDICION EN
EL LADO DE BAJA TENSION DEL
TRANSFORMADOR DEL CLIENTE
CON DERIVACION DE RED AEREA**



- ① - Línea aérea 23,000 Volts.
- ② - Pararrayos 23 KV, tipo distribución.
- ③ - Portafusibles 23 KV 200 Amp.
- ④ - Terminal 23 KV, tipo interior.
- ⑤ - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ⑥ - Sección para acometida de la Cía. suministradora.
- ⑦ - Sección de cuchillos de prueba.
- ⑧ - Sección para Interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑨ - Sección de acoplamiento.
- ⑩ - Transformador trifásico del cliente.
- ⑪ - Sección de baja tensión
- ⑫ - Equipo de medición de baja tensión de la Cía. suministradora.

24

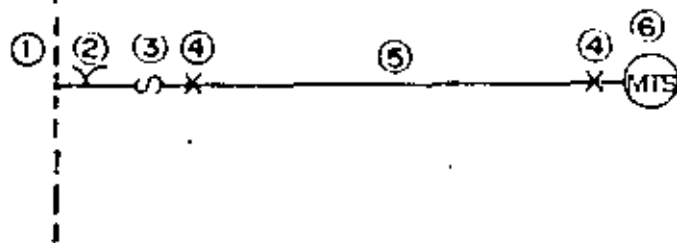
SERVICIO EN AT CON MEDICIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSION DEL TRANSFORMADOR DEL CLIENTE CON DERIVACION DE RED SUBTERRANEA RADIAL



- ① - Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ② - Gabinete 23 KV, servicio interior con 2 juegos de interruptores en aire de 400 Amp. y un juego de Rupto fusibles, con fusibles limitadores de corriente, instalado dentro de un local independiente de la subestación del cliente.
- ③ - Terminal 23 KV, tipo interior.
- ④ - Sección para acometida de la Cía. suministradora.
- ⑤ - Sección de cuchillas de prueba.
- ⑥ - Sección para interruptor de operación con carga y pararrayos.
- ⑦ - Sección de acoplamiento.
- ⑧ - Transformador trifásico del cliente.
- ⑨ - Sección de baja tensión.
- ⑩ - Equipo de medición de baja tensión de la Cía. suministradora.

SERVICIOS EN 23 KV

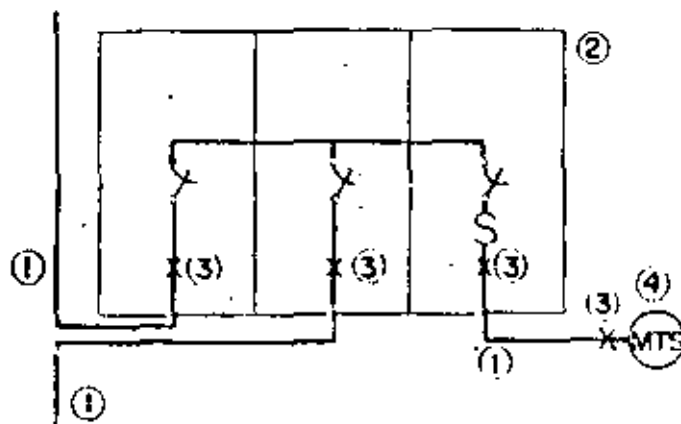
a)-DERIVACION DE RED AEREA



- ①- Línea aérea 23,000 Volts.
- ②- Pararrayos 23 KV tipo distribución.
- ③- Portafusibles 23 KV 200 Amp.
- ④- Terminal 23 KV, tipo interior.
- ⑤- Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ⑥- Equipo de medición en 23,000 Volts. (MTS 23).

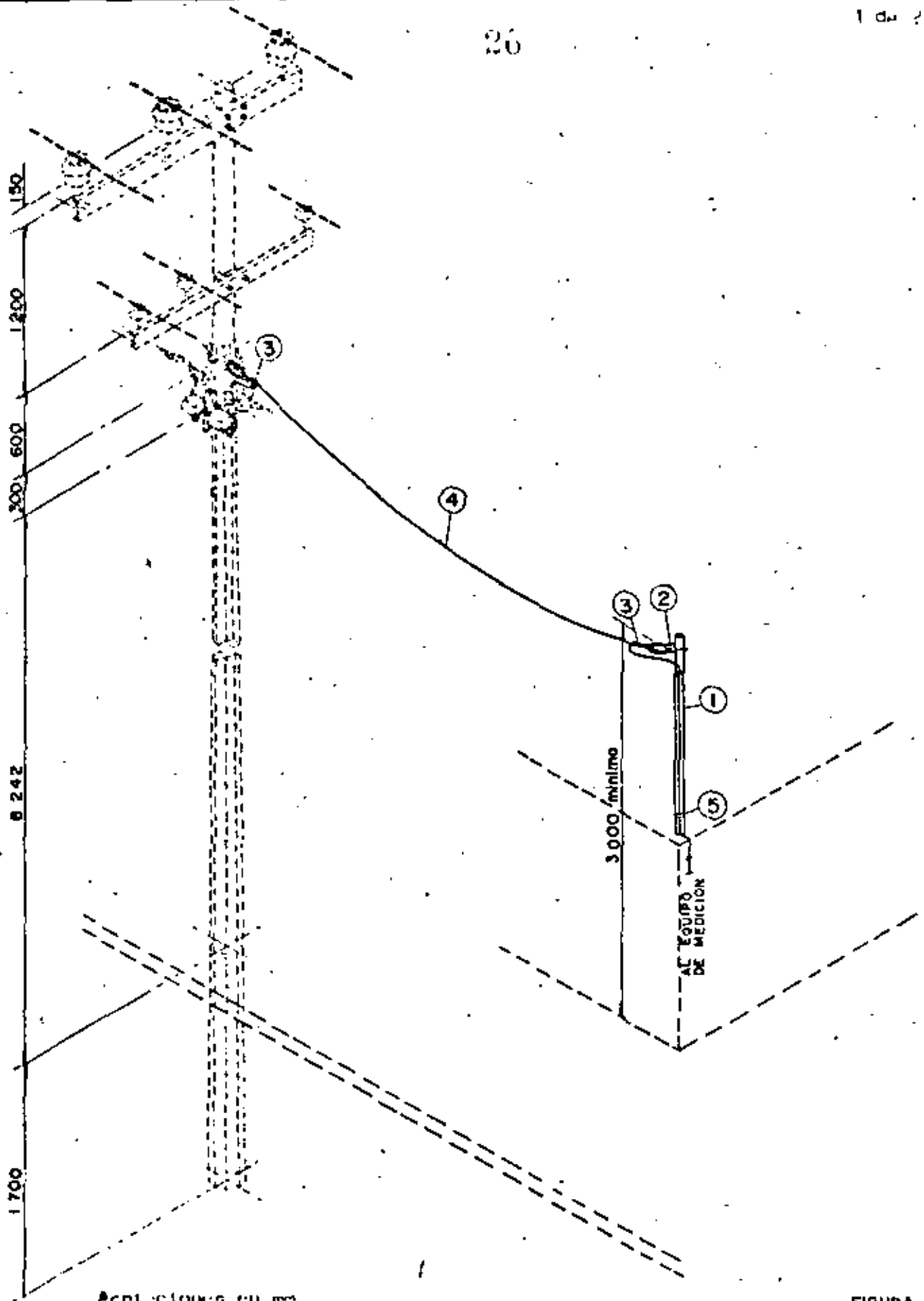
FIGURA No. 14

b)-DERIVACION DE RED SUBTERRANEA RADIAL



- ①- Cable subterráneo de aislamiento seco para 23,000 Volts.
- ②- Gabinete 23 KV, servicio interior con dos juegos de interruptores en aire de 400 Amp. y un juego de Rupto fusibles con fusibles limitadores de corriente, instalado dentro de un local, independiente de la subestación del cliente.
- ③- Terminal 23 KV, tipo interior.
- ④- Equipo de medición en 23,000 Volts (MTS 23).

FIGURA No. 15



ACOMETIDA B

NORMAS LYF
MONTAJE
4.0221

27

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	MATERIAL	Norma Lyf	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM 1	2.0418	Pza	1
3	Remate CCE 12 ó 10	2.0415	Pza	2
4	Cable CCE 12 ó 10	2.0215	m	
5	Grapas CM 5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

- * Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM 1 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

APLICACION:

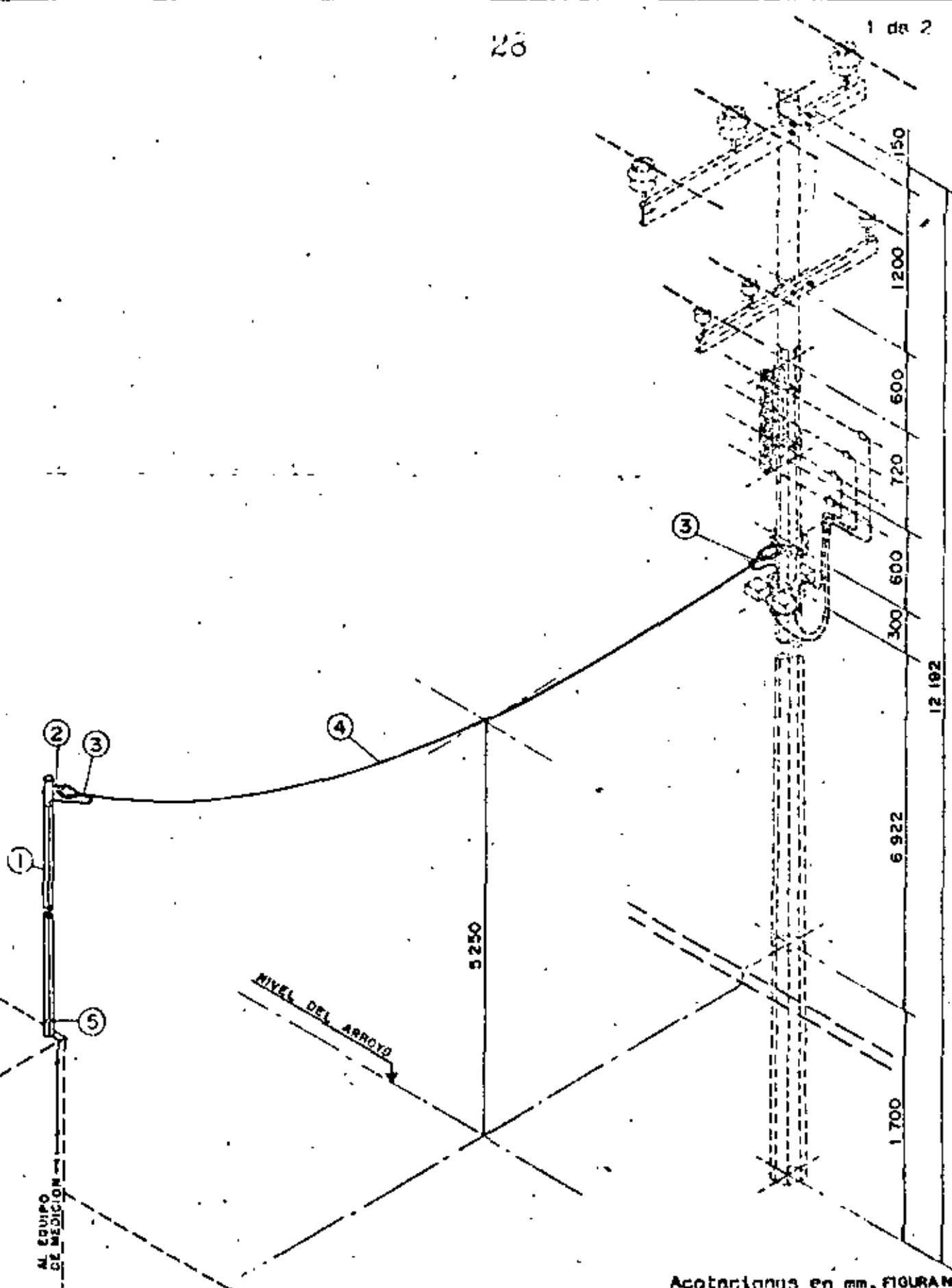
Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 4 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

- B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
1 = Servicio a 1 fase.

26

1 de 2



ACOMETIDA CAI 23

NORMAS LYF
MONTAJE
4.0224

2 de 2

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma Lyf	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro	- - - -	m	
2	Soporte CM1	2.0418	Pza	1
3	Remate CCE	2.0415	Pza	2
4	Cable CCE	2.0215	m	-
5	Grapas CMS	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del CCE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con enillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 4 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.
1 = Servicio a una fase.

1 de 2

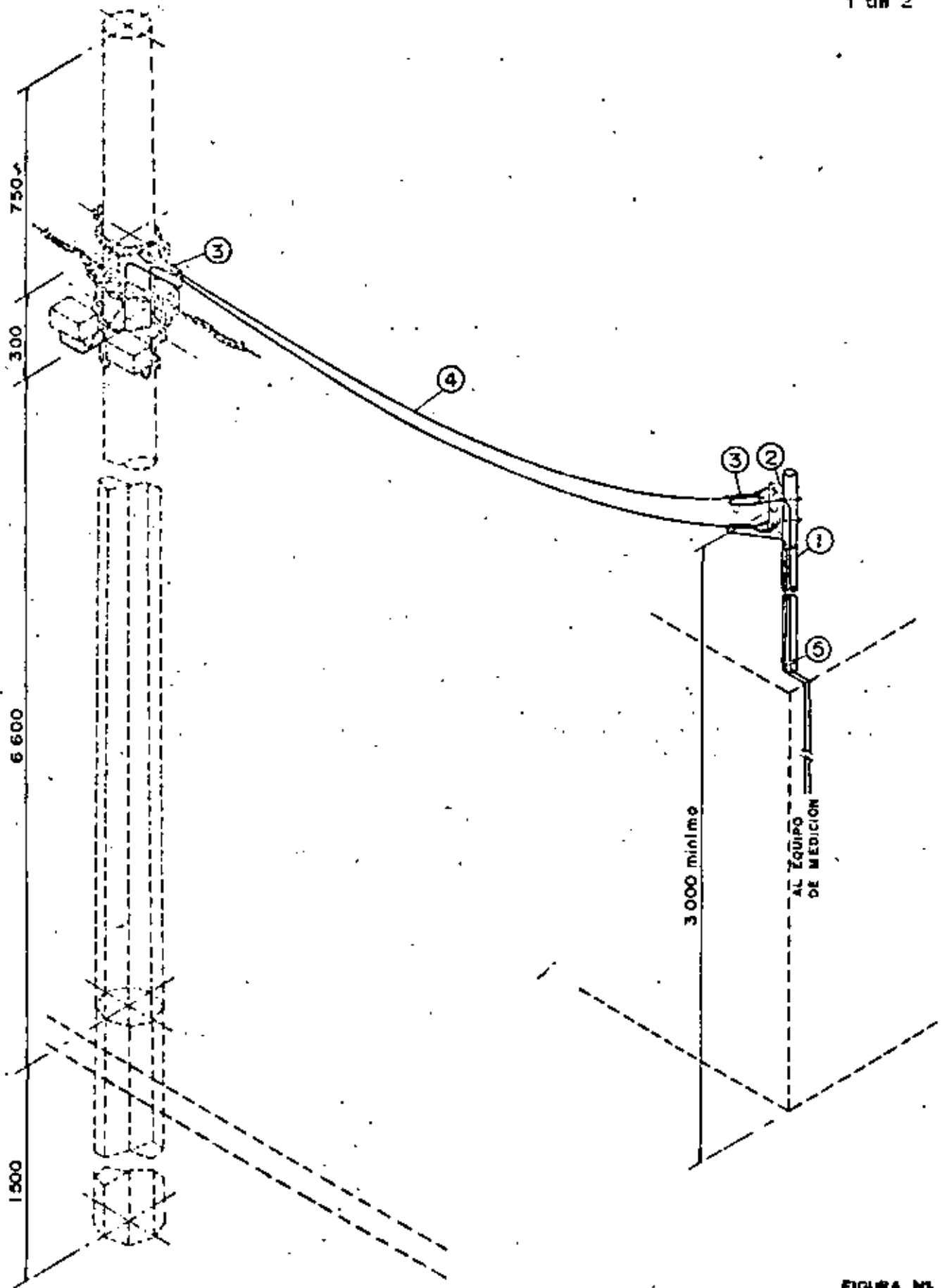


FIGURA Nº 18

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 12 ó 10	2.0415	Pza	4
4	Cable CCE 12 ó 4	2.0216	m	
5	Grapas CMS (encadenadas)	2.0407	Pza	8

- * Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM1 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CMS y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y - - comerciales con carga total instalada hasta de 8 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

- B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
2 = Servicio a 2 fases.

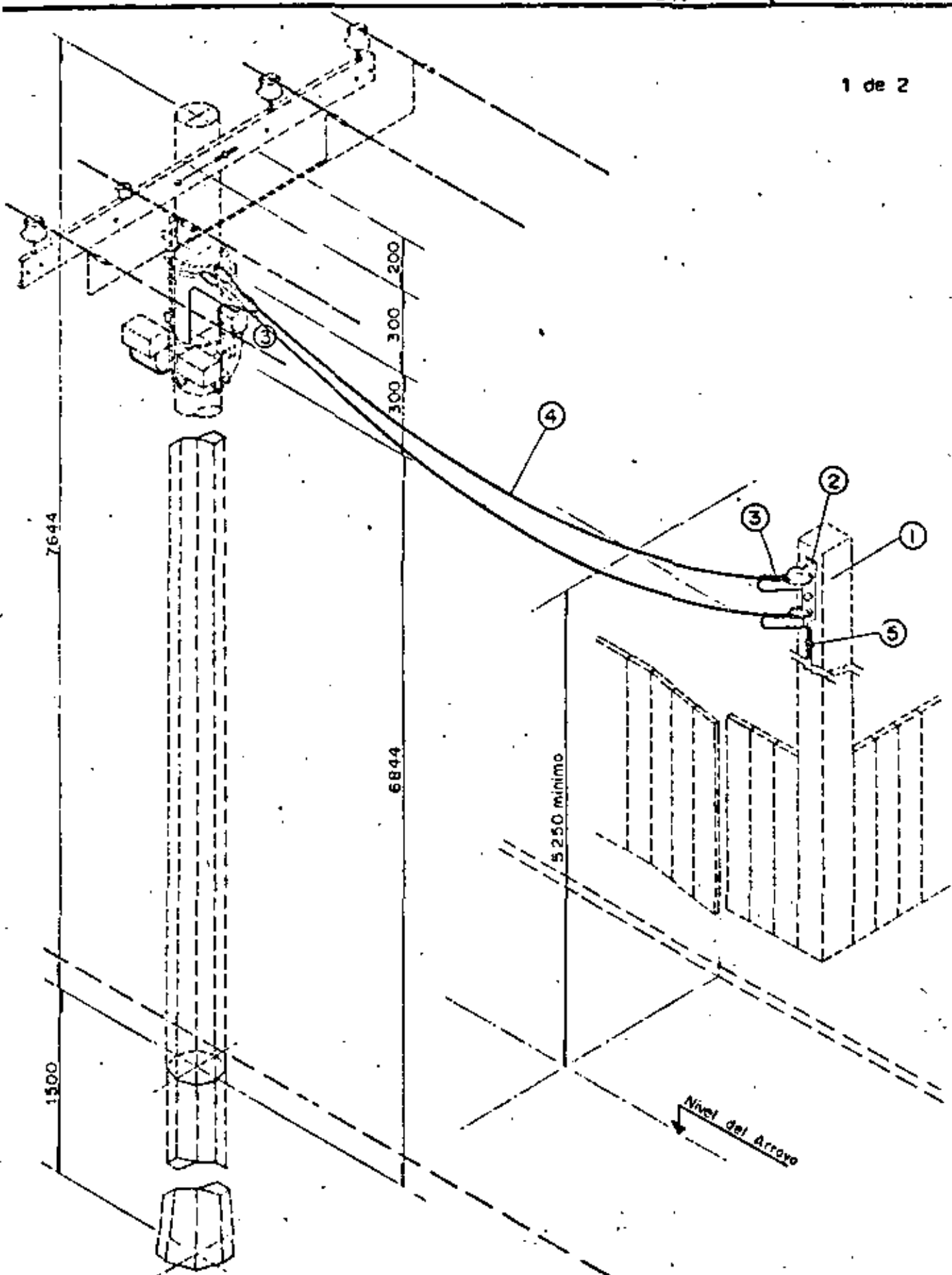


FIGURA N° 19

Acentuaciones en mm.

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma Lyf	Unidad	Cantidad
* 1	Polín de 100 x 100 mm	- - - -	m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Ramate CCE	2.0416	Pza	4
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grapas CM3	2.0407	Pza	3

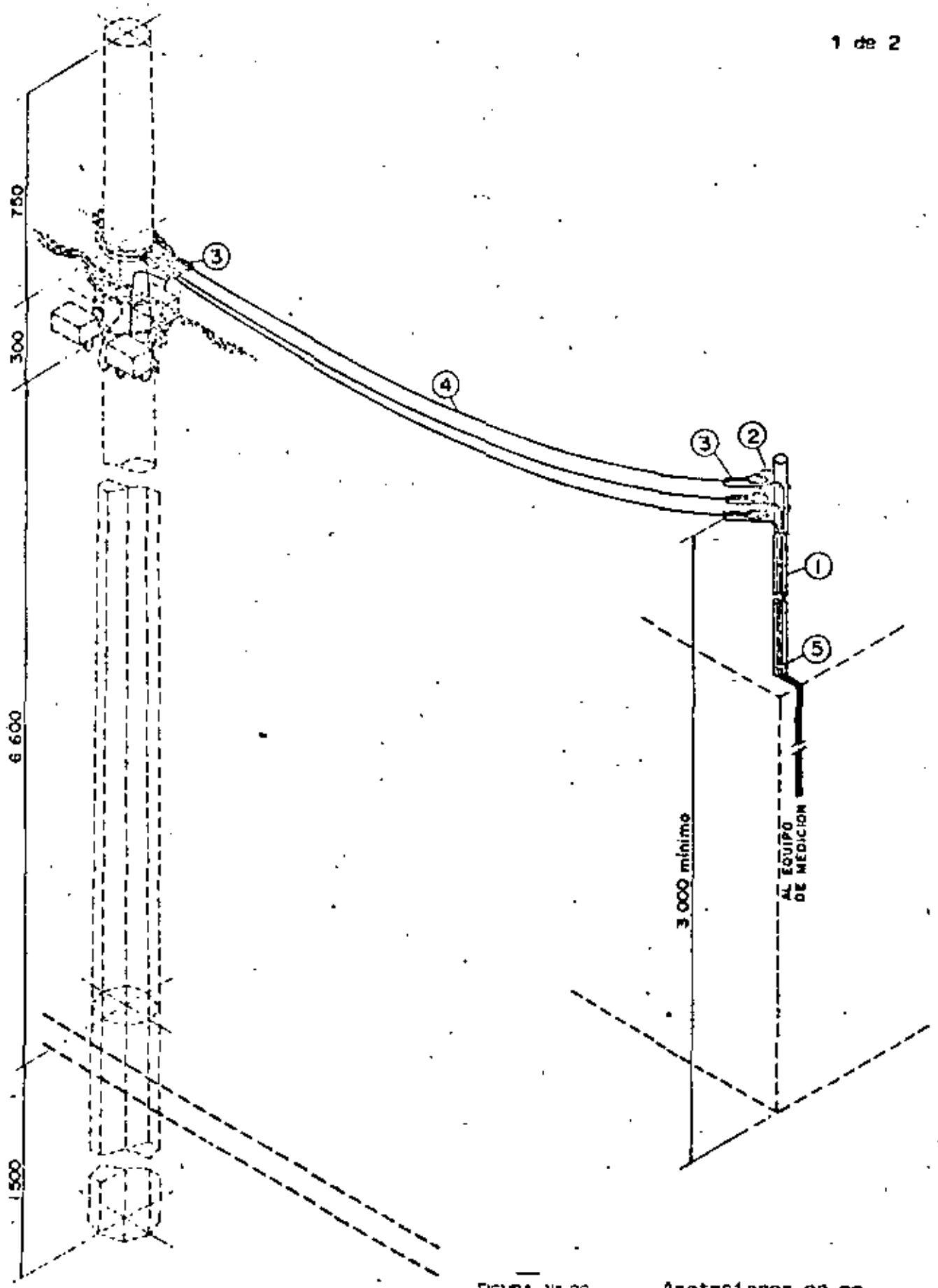
* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del cable CCE al cruzar el arroyo sea de 5200 mm.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y ramate CCE, del otro extremo se recibe en un polín de 100 x 100 mm con soporte CM1 y ramate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 8 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.
2 = Servicio a dos fases.



MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma Lyf	Unidad	Cantidad
* 1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0416	Pza	6
4	Cable CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0216	m	-
5	Grapas CM5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1, será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del soporte CM3 sea de 3000 mm sobre el nivel del piso terminado.

APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM3 y remates CCE. Alimenta uno o varios servicios domésticos, comerciales e industrias pequeñas con carga total instalada hasta de 35 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Acometida efectuada a un servicio sobre la misma Banqueta.
3 = Servicio a 3 fases.

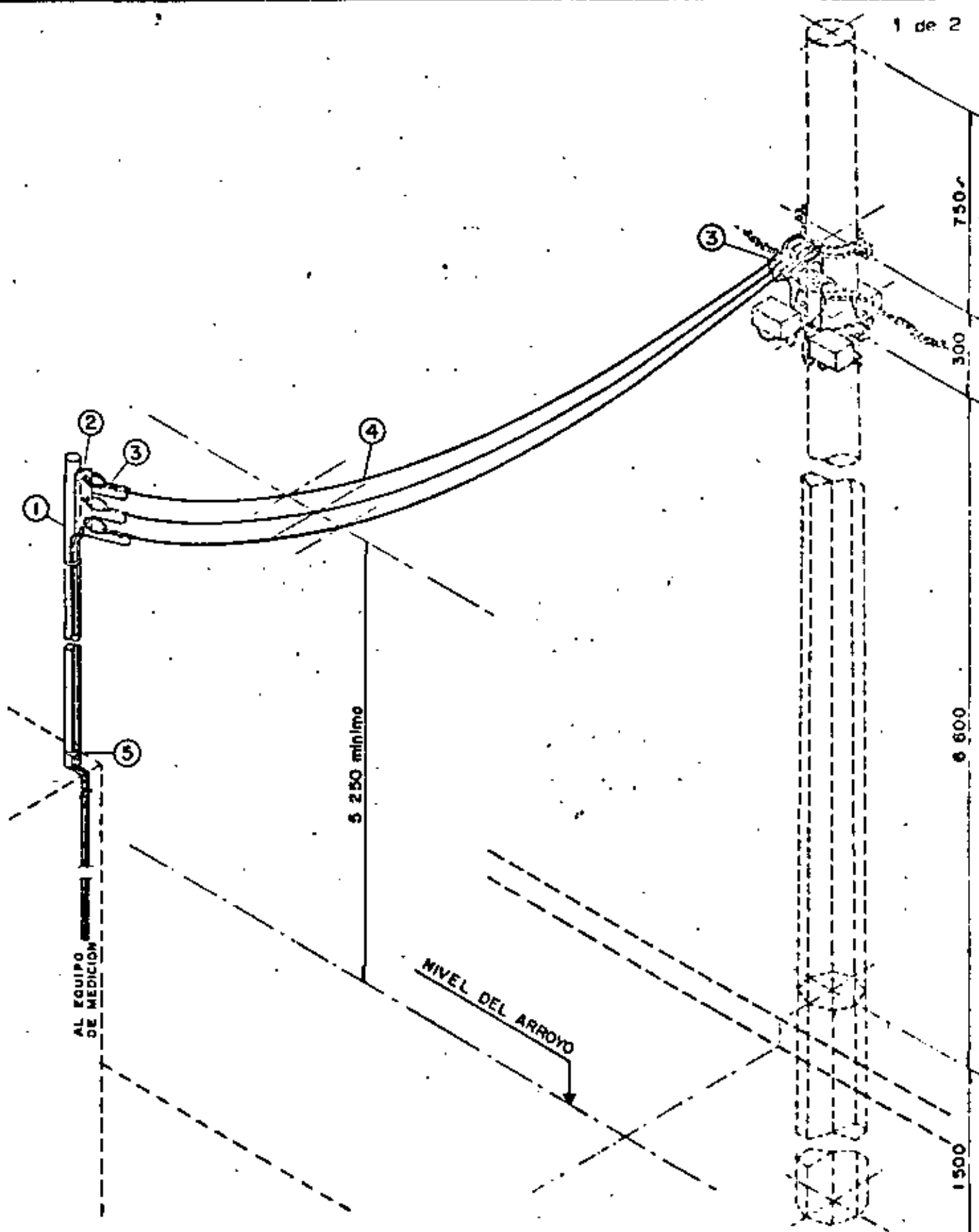


FIGURA N° 21

Acotaciones en mm.

MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo galvanizado de 38 mm de diámetro		m	*
2	Soporte CM3	2.0419	Pza	1
3	Remate CCE 4, 6, 10 ó 12	2.0416	Pza	6
4	Cable CCE	2.0216	m	-
5	Grapas CM5 (encadenadas)	2.0407	Pza	8

* Nota.- El material indicado en la referencia 1 será proporcionado y colocado por el cliente, su longitud será tal que la altura mínima del cable CCE al cruzar el arroyo sea de 5250 mm.

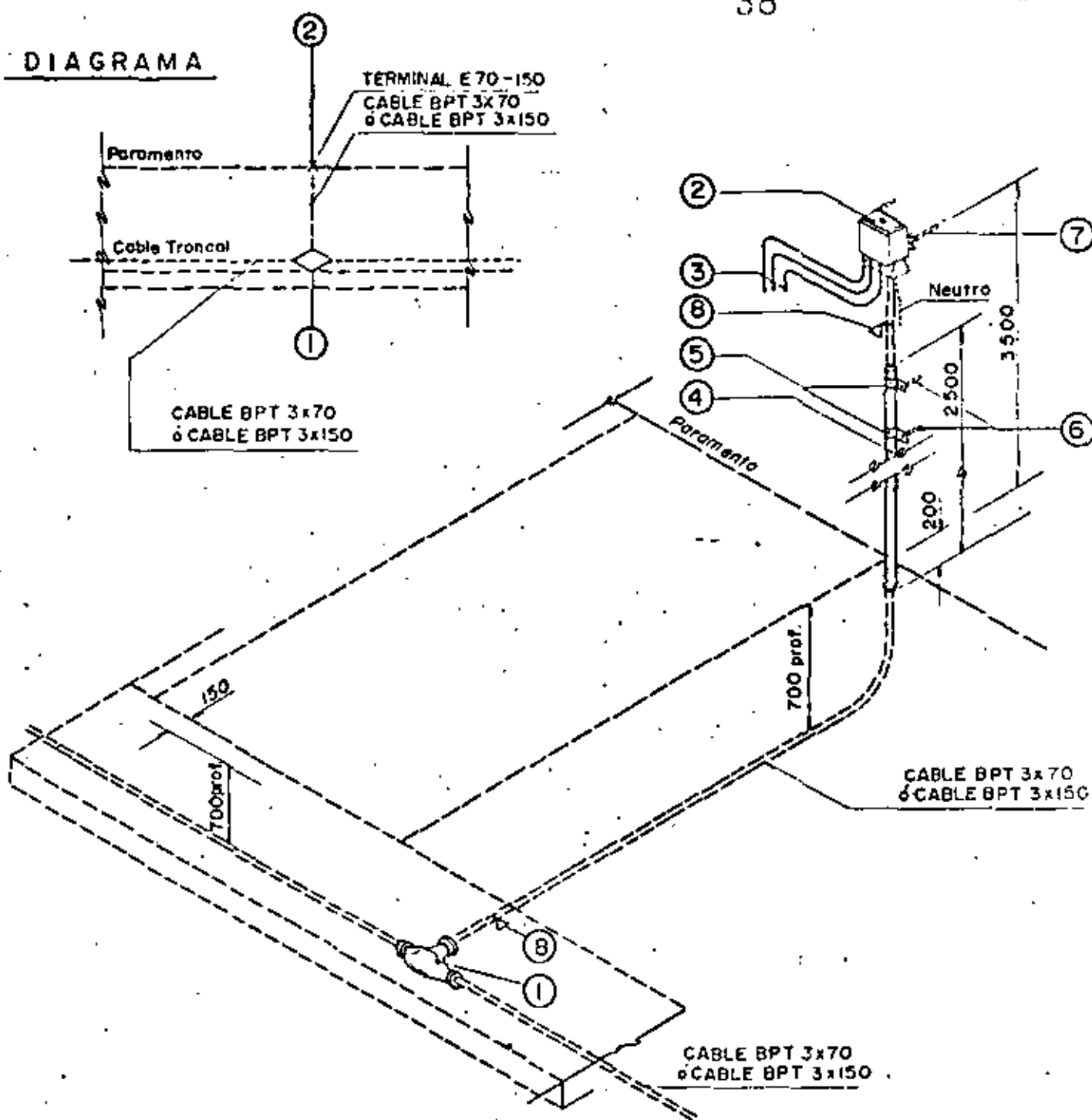
APLICACION:

Colocada a la red de baja tensión con cajas CM5 y fijada a postes de concreto ó acero con anillo CM y remate CCE, del otro extremo se recibe en un tubo galvanizado de 38 mm de diámetro con soporte CM1 y remate CCE. Alimenta servicios domésticos y comerciales con carga total instalada hasta de 35 KW.

CLAVE DEL NOMBRE:

CA = Acometida efectuada a un servicio con cruce de arroyo.
3 = Servicio a tres fases.

DIAGRAMA



Esc. 1:30

Acotaciones en mm

MATERIAL: (en 2 de 2)

APLICACION:

Enlazar y proteger los extremos de cable de acometida 3 x 70 ó 3 x 150 entre cable de alimentación o troncal de igual o mayor sección BPT 3 x 70 ó BPT 3 x 150 y muro o soporte al exterior, en lugar de la acometida.

FIGURA Nº 22

ACOMETIDA BPT 70-150 CABLE-E

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0161

2 de 2

39

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Mufa T 150 Aislantes y Auxiliares Mufa T 150	2.0050 2.0196	Pza Jgo	1 1
2	Terminal E 70 - 150 Aislantes y Auxiliares Terminal E 70-150	2.0227 2.0222	Pza Jgo	1 1
3	Cable BTC 1x70	2.0041	m	3
4	Tubo Protector PVC 2560	2.0292	Pza	1
5	Abracadora Tubo P-PVC 50	2.0235	Pza	2
6	Tornillo M4 9.5x50	2.0187	Pza	4
7	Tornillo M4 12.7x100	2.0187	Pza	2
8	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	2

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Caja tensión

P = Papel plomo, aislamiento papel cubierta plomo del cable.

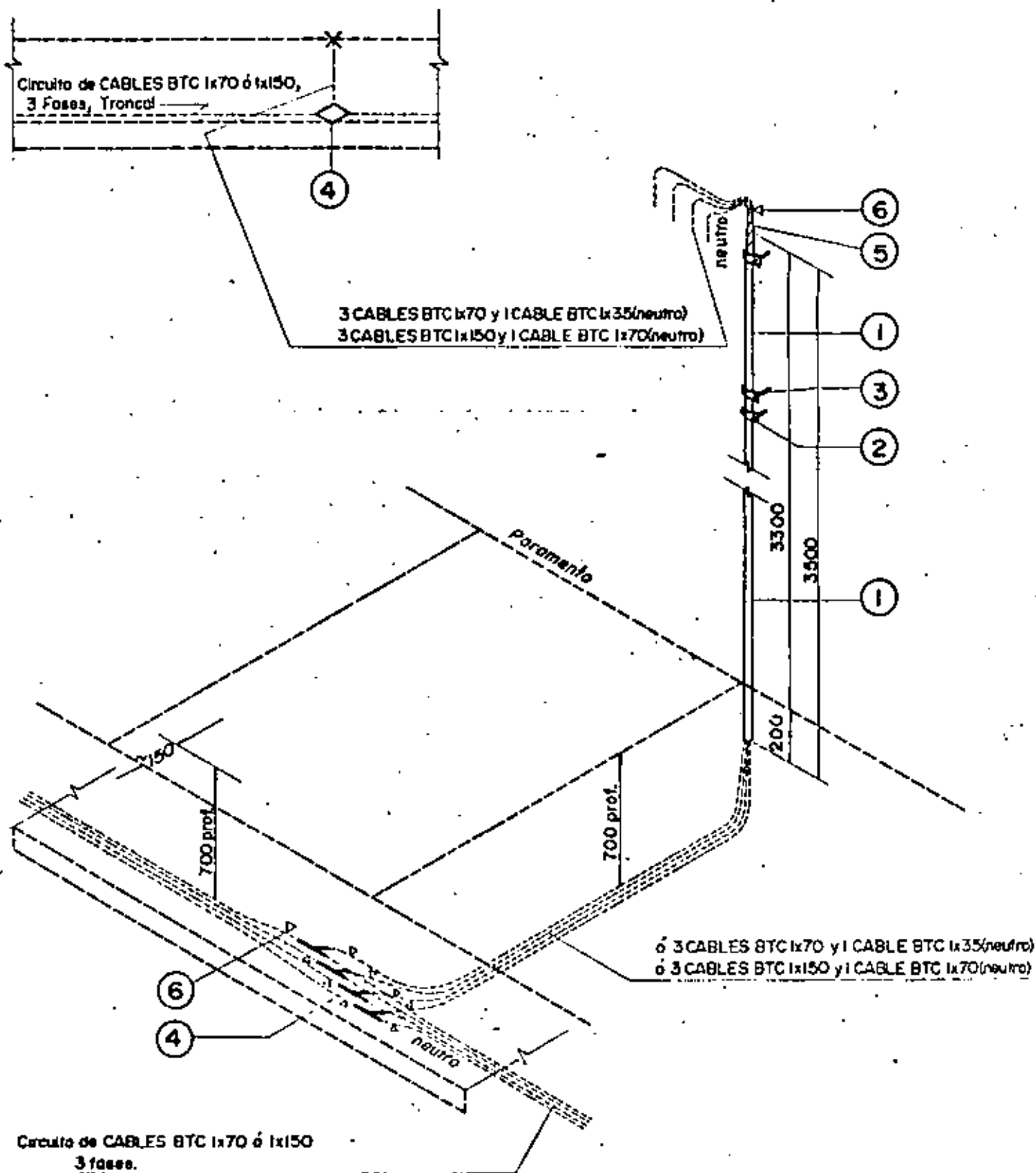
T = Termoplástico, cubierta exterior del cable

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección de los conductores del cable.

E = Exterior, terminal exterior en el lugar de la acometida.

DIAGRAMA

40



MATERIAL:
(En 2 de 2)

FIGURA N° 23

Anotaciones en mm

ACOMETIDA BTC 70-150 CABLE-E

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0165

91

2 de 2.

MATERIAL:-

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo Protector PVC 2050	2.0292	Pza	2
2	Abrzadera Tubo P-PVC 60	2.0235	Pza	3
3	Tornillo M3a 9.5 x 60	2.0187	Pza	6
4	Unión Y BTC 70-70 (ó 150-70)	2.0203	Jgo	4
5	Cinta Selladora	2.0086	m	6
6	Placa Identificación Cable: 0	2.0027	Pza	12

APLICACION:

Proteger los dos extremos de un circuito trifásico de cables de acometida BTC -- 1x70 ó 1x150 entre un circuito principal o troncal de cables de igual o mayor -- sección BTC 1x70 ó 1x150 y muro o soporte al exterior en el lugar de la acometida.

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Baja tensión

TC = Termofijo, polietileno cadena cruzada, aislamiento de los cables

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección del conductor de los cables

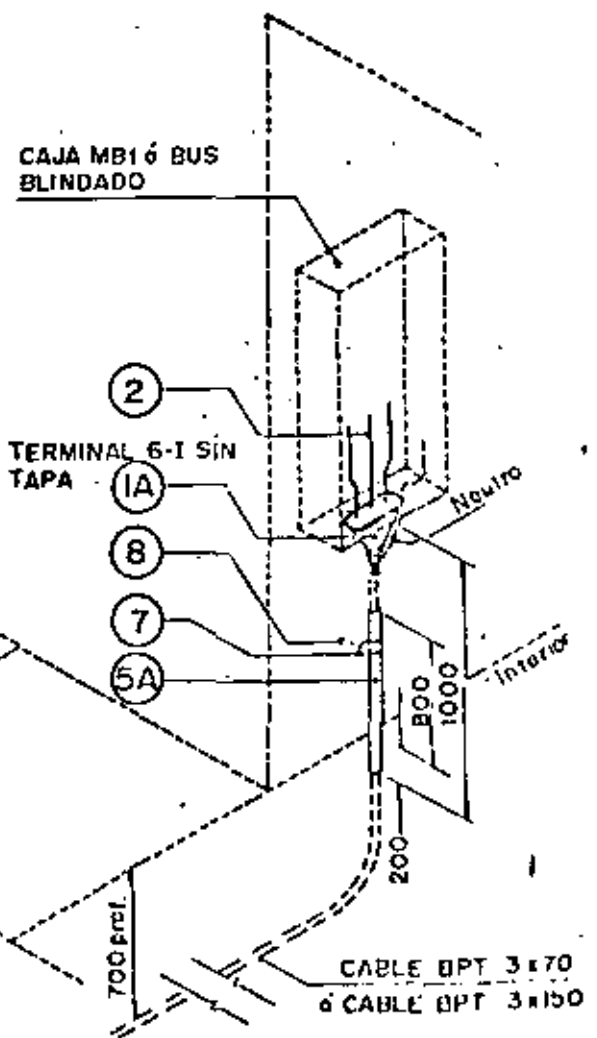
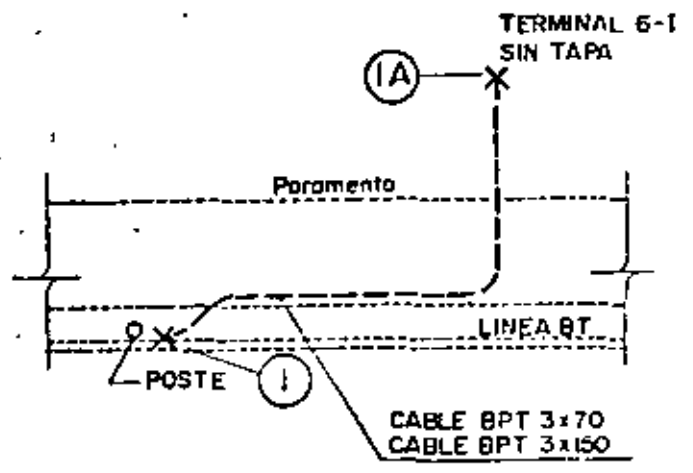
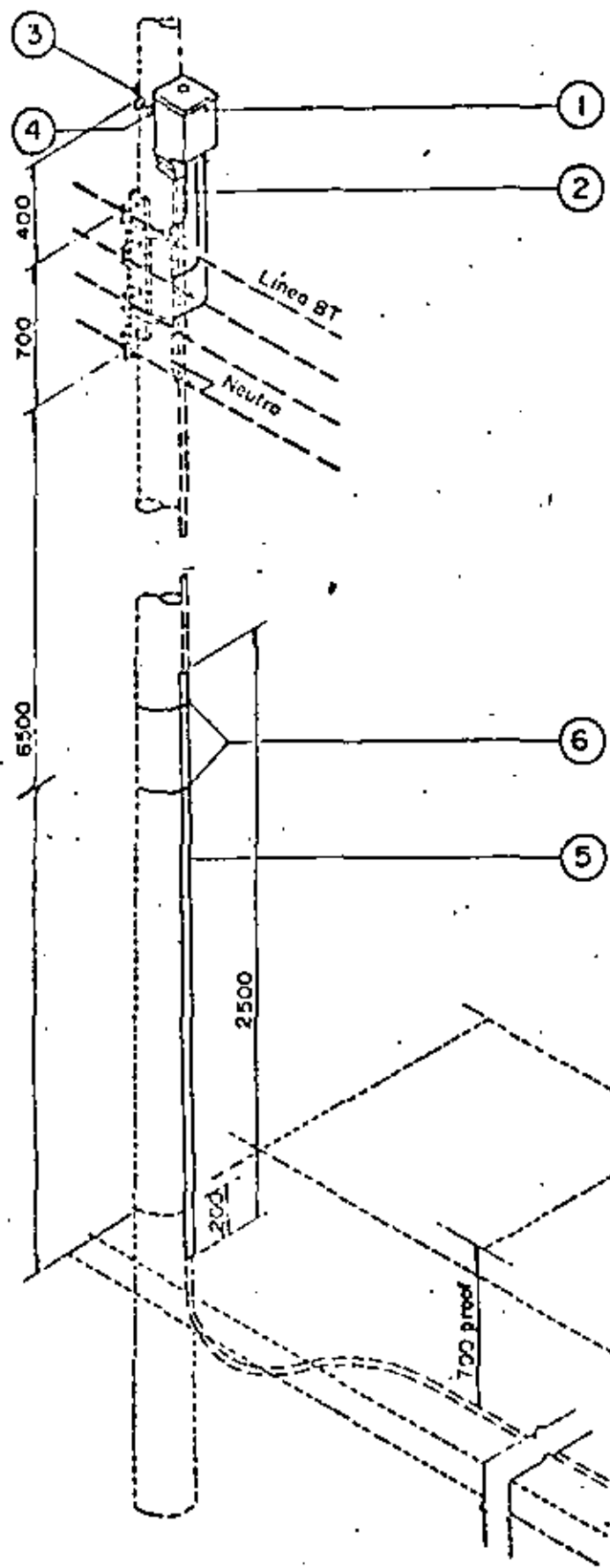
E = Exterior, terminación exterior en el lugar de la acometida.

ACOMETIDA EPT 70-150 POSTE-I

NORMAS L y F
MONTAJE
4.0164

42

1 de 2



TOTAL:
(En orden aproximado de colocación)

Cant.	DESCRIPCIÓN	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Terminal E 70-150	2.0287	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Terminal E70-150	2.0222	Jgo	1
1A	Terminal SI sin tapa	2.0209	Pza	1
	Aislantes y Auxiliares Terminal SI sin tapa	2.0224	Jgo	1
2	Cable BTG 1x70	2.0041	m	5
3	Soporte Terminal SE 6	2.0280	Pza	1
4	Tornillo Mán 9.5x33	2.0187	Pza	2
5	Tubo Protector PVC 2530	2.0292	Pza	1
5A	Tubo Protector PVC 2030	2.0292	Pza	1
6	Alambre Fe galv. 10	2.0297	m	5
7	Abrazadera tubo P-PVC 50	2.0235	Pza	2
8	Tornillo Mán 9.5x50	2.0187	Pza	4

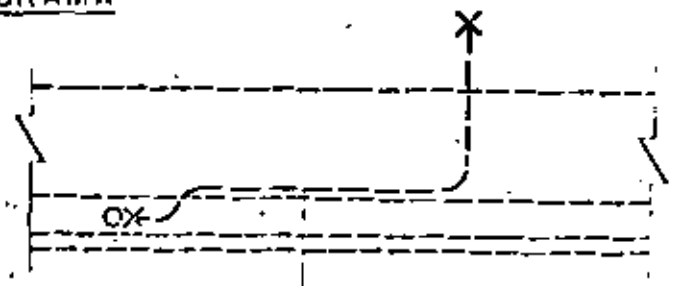
APLICACION:

Terminar y proteger los dos extremos de cable de acometida EPT 3x70 ó 3x150 entre poste con línea de alimentación SI y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida. La terminal SI sin tapa se coloca preferentemente en caja PE 1 ó Box blindado.

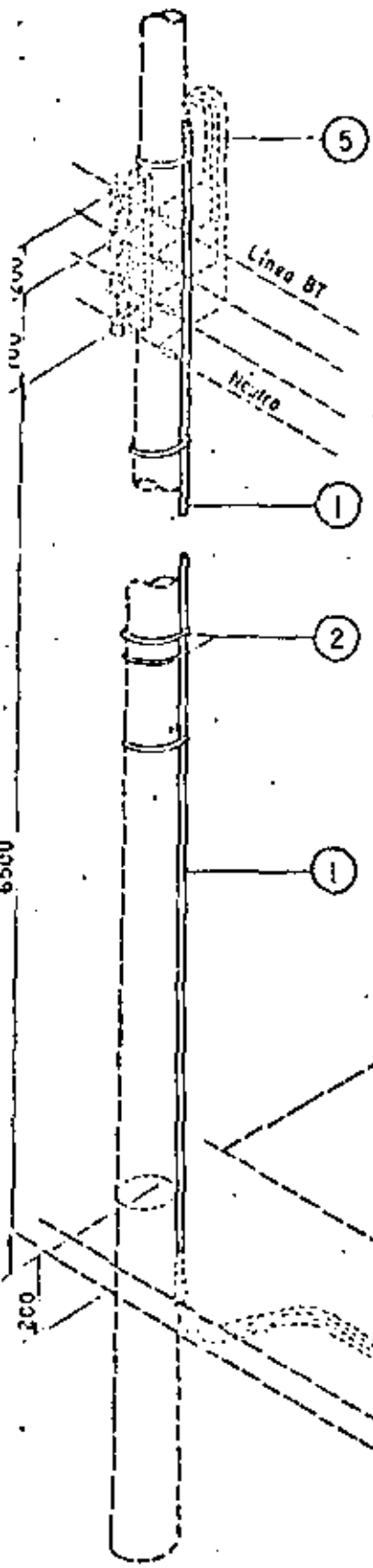
CLAVE DEL MODELO:

- D = Baja tensión
- P = Papel plomo, aislamiento papel cubierta plomo del cable
- I = Termoplástico, cubierta exterior del cable
- 70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección de los conductores de los cables
- I = Interior, terminal interior en el lugar de la acometida.

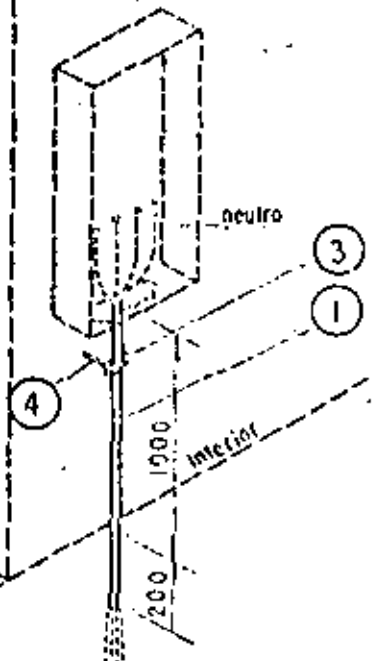
DIAGRAMA



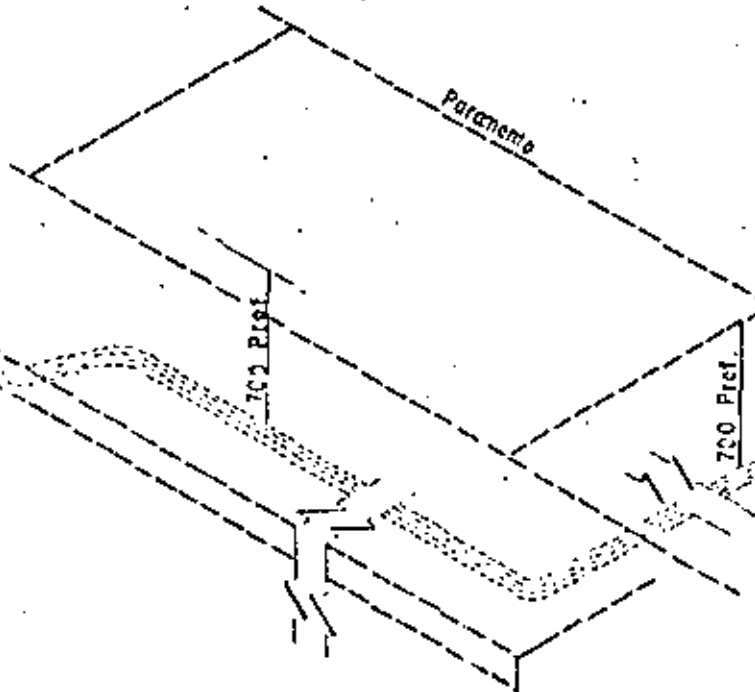
3 CABLES BTC 1x70 y 1 CABLE BTC 1x35 Neutro
 ó 3 CABLES BTC 1x50 y 1 CABLE BTC 1x70 Neutro



CAJA MB-1 ó BUS
BLINDADO



3 CABLES BTC 1x70
 y 1 CABLE BTC 1x35 Neutro
 ó 3 CABLES BTC 1x50
 y 1 CABLE BTC 1x70 Neutro



ACOMETIDA BTC 70-150 POSTE-I

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0171

2 de 2

45

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo protector PVC 20x10	2.0292	Pza.	5
2	Alambre Fe. Galvanizado 10	2.0297	m	12
3	Abrazadera tubo P - PVC 60	2.0236	Pza.	2
4	Tornillo Mán. 9.5 x 60	2.0137	Pza.	4
5	Cinta Selladora	2.0025	m	12

APLICACION:

Proteger los dos extremos de un circuito de 3 fases de cables de acometida BTC 1 x 70 ó 1 x 150 entre poste con línea de alimentación BT y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida. Los cables de acometida se colocan preferentemente en caja NS - 1 ó 6 con blindado.

CLAVE DEL CÓDIGO:

B = Baja tensión

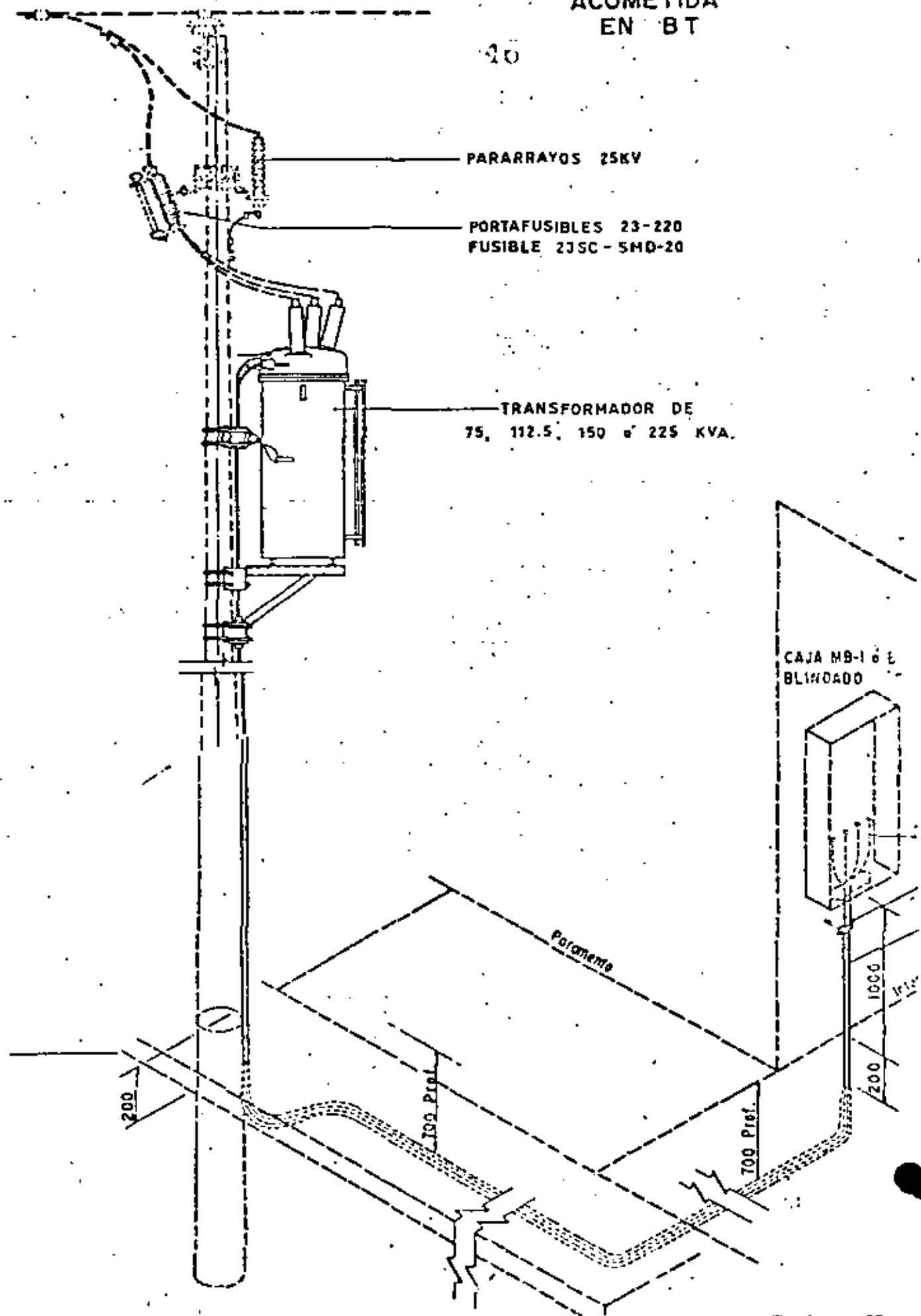
TC = Termatubo polietileno cadena cruzada aislamiento de los cables

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección del conductor de los cables

I = Interior, terminación interior en el lugar de la acometida.

ACOMETIDA
EN BT

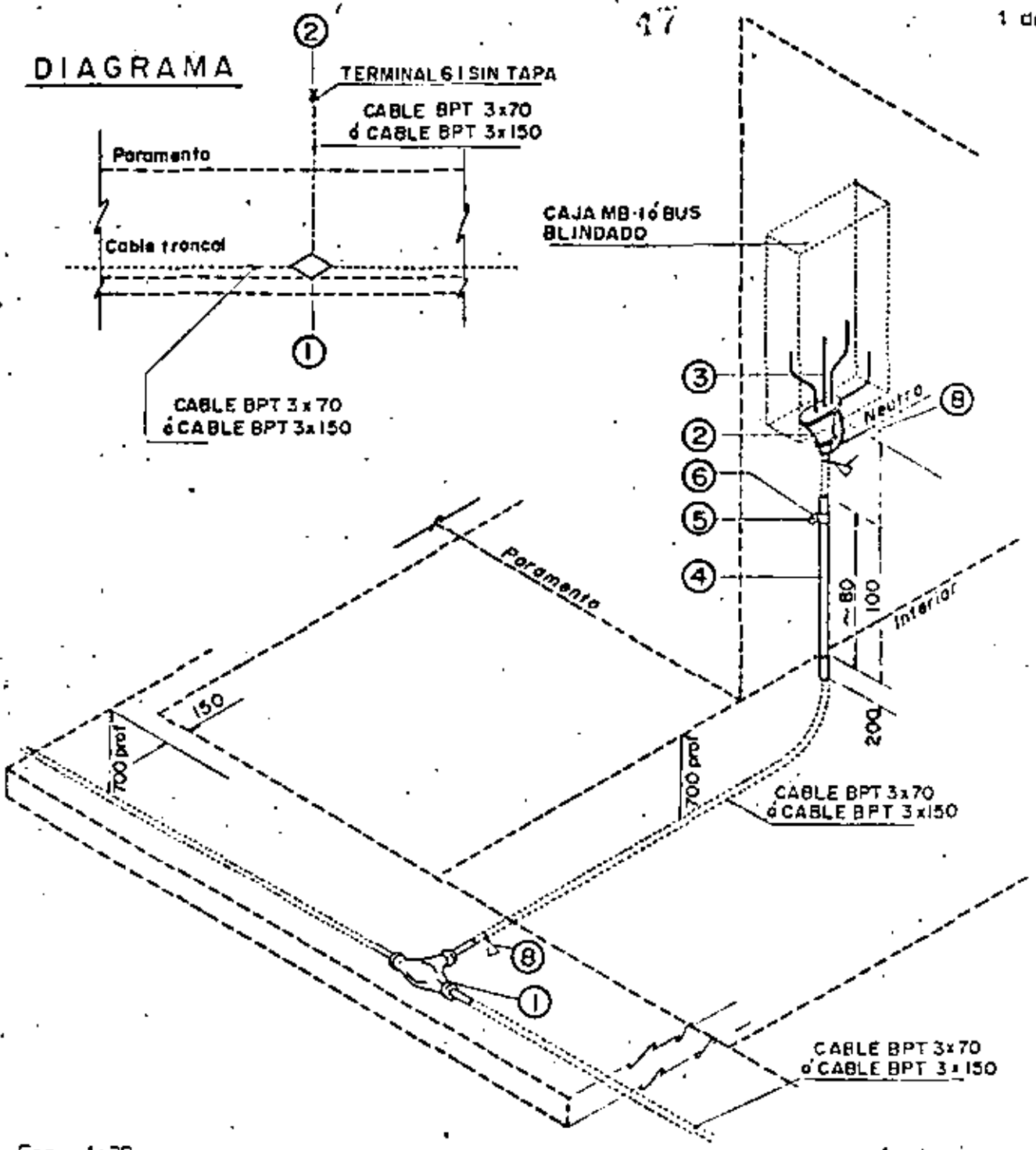
40



ACOMETIDA BPT 70-150 CABLE - I

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0162

DIAGRAMA



Esc. 1:30

Aceptaciones en mm

MATERIAL: (en 2 de 2)

APLICACION:

Empalmar y proteger los extremos de cable de acometida BPT 3 x 70 ó 3 x 150 con cable de alimentación o troncal de igual o mayor sección BPT 3 x 70 ó 3 x 150 y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida. La terminal 6I sin tapa del cable de acometida, se coloca preferentemente en caja MB-16 en Bus Blindado.

FIGURA Nº 27

Rev. 01	Rev. 02	Rev. 03	Rev. 04	Rev. 05	Rev. 06	Rev. 07	Rev. 08	Rev. 09	Rev. 10
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

ACOMETIDA BPT 70-150 CABLE - I

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0162

46

2 de 2

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Mufa T 150 Aislantes y Auxiliares Mufa T 150	2.0050 2.0195	Pza Jgo	1 1
2	Terminal SI sin tapa Aislantes y Auxiliares Terminal SI sin tapa	2.0289 2.0224	Pza Jgo	1 1
3	Cable BTC 1x70	2.0041	m	4
4	Tubo Protector PVC 2550	2.0292	Pza	1
5	Abrazadera Tubo P-PVC 60	2.0236	Pza	2
6	Tornillo M4x 9.5x50	2.0187	Pza	4
8	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	2

CLAVE DEL NOMBRE:

B = Baja tensión

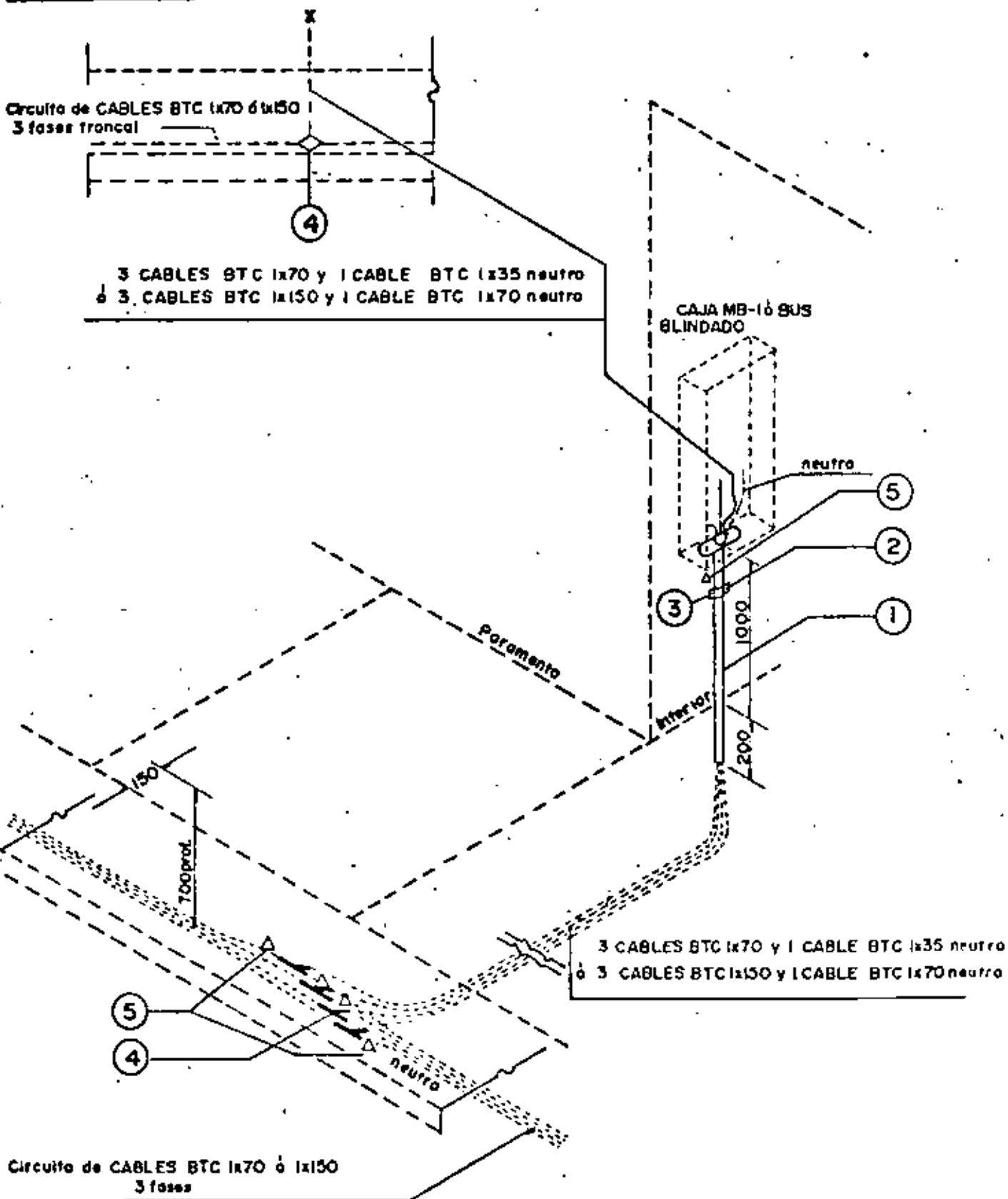
P = Papel, plato aislamiento papel cubierta como del cable

T = Termoplástico, cubierta exterior del cable

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección de los conductores del cable

I = Interior, Terminal interior en el lugar de la acometida.

DIAGRAMA



ACOMETIDA BTC 70-150 CABLE - I

NORMAS Ly F
MONTAJE
4.0167

50

2 de 2

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tubo Protector PVC 2060	2.0292	Pza	1
2	Abrazadera tubo P-PVC 60	2.0236	Pza	1
3	Tornillo Maq 9.5 x 60	2.0187	Pza	2
4	Unión Y BTC 1x70-70 (ó 150-70)	2.0203	Jgo	4
5	Placa Identificación Cable B	2.0027	Pza	12

APLICACION:

Proteger los dos extremos de un circuito trifásico de cables de acometida BTC - 1x70 ó 1x150 entre un circuito principal o troncal de cables de igual o mayor sección BTC 1x70 ó 1x150 y muro o soporte al interior en el lugar de la acometida.

Los cables de acometida se colocan preferentemente en caja MB-1 o bus blindado.

CLAVE DEL NOMBRE:

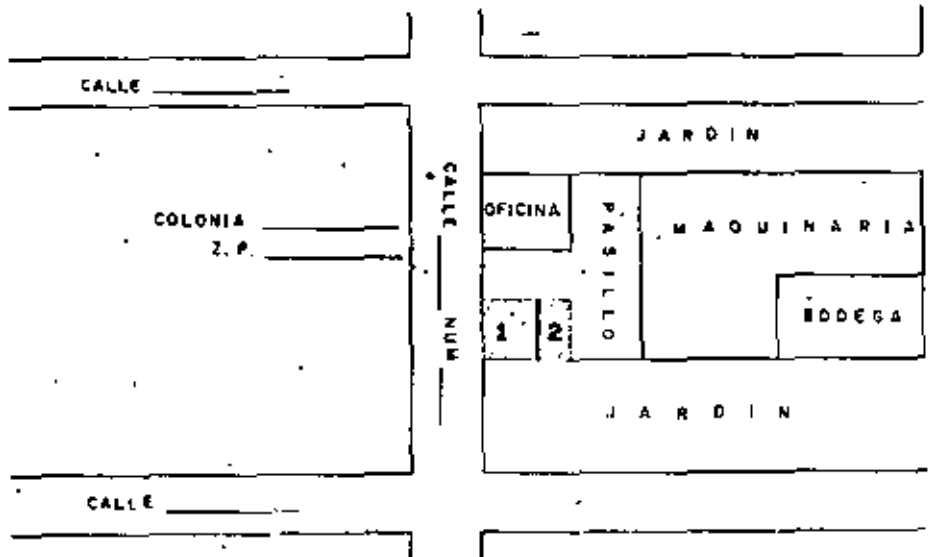
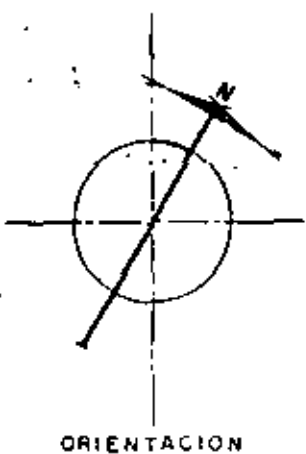
B = Baja tensión

TC = Termofijo cadena cruzada aislamiento de los cables

70-150 = 70 mm² ó 150 mm² sección del conductor de los cables

I = Interior terminación interior en el lugar de la acometida.

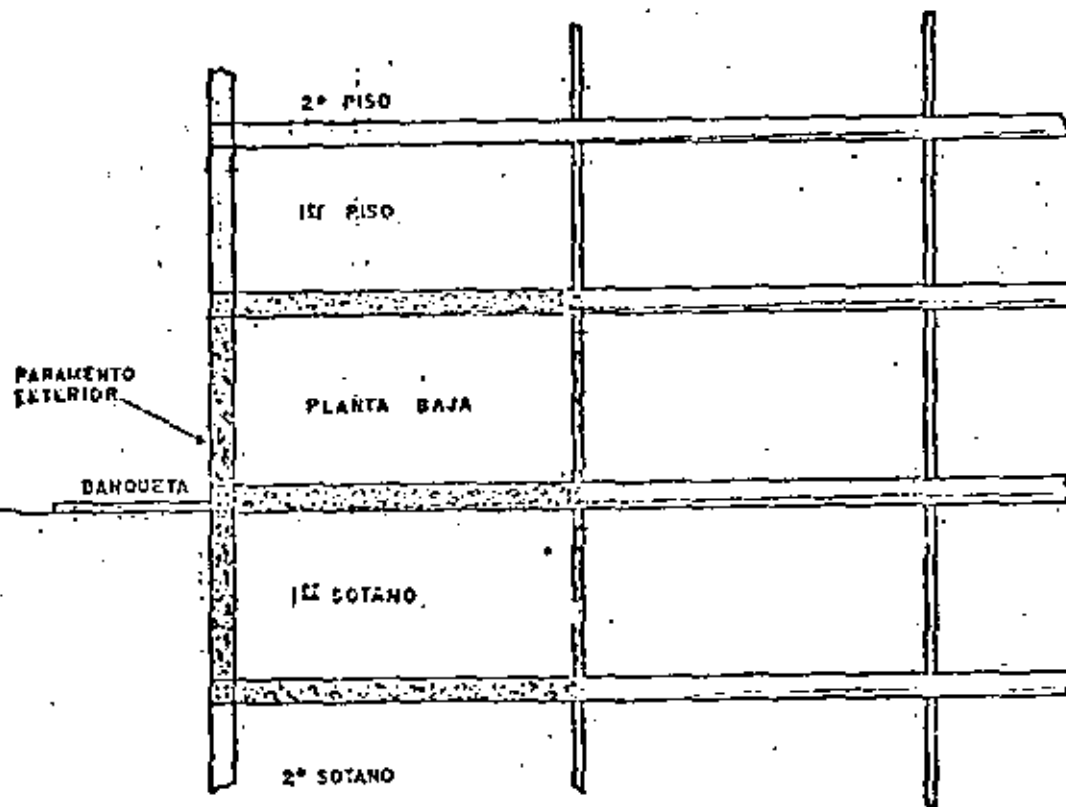
LOCALIZACION DE SUBESTACION Y EQUIPO DE MEDICION DE ENERGIA ELECTRICA



- 1- LOCAL PARA S.E.
- 2- LOCAL PARA EQUIPO DE MEDICION E INTERRUPTORES
O INTERRUPTOR DEL USUARIO.

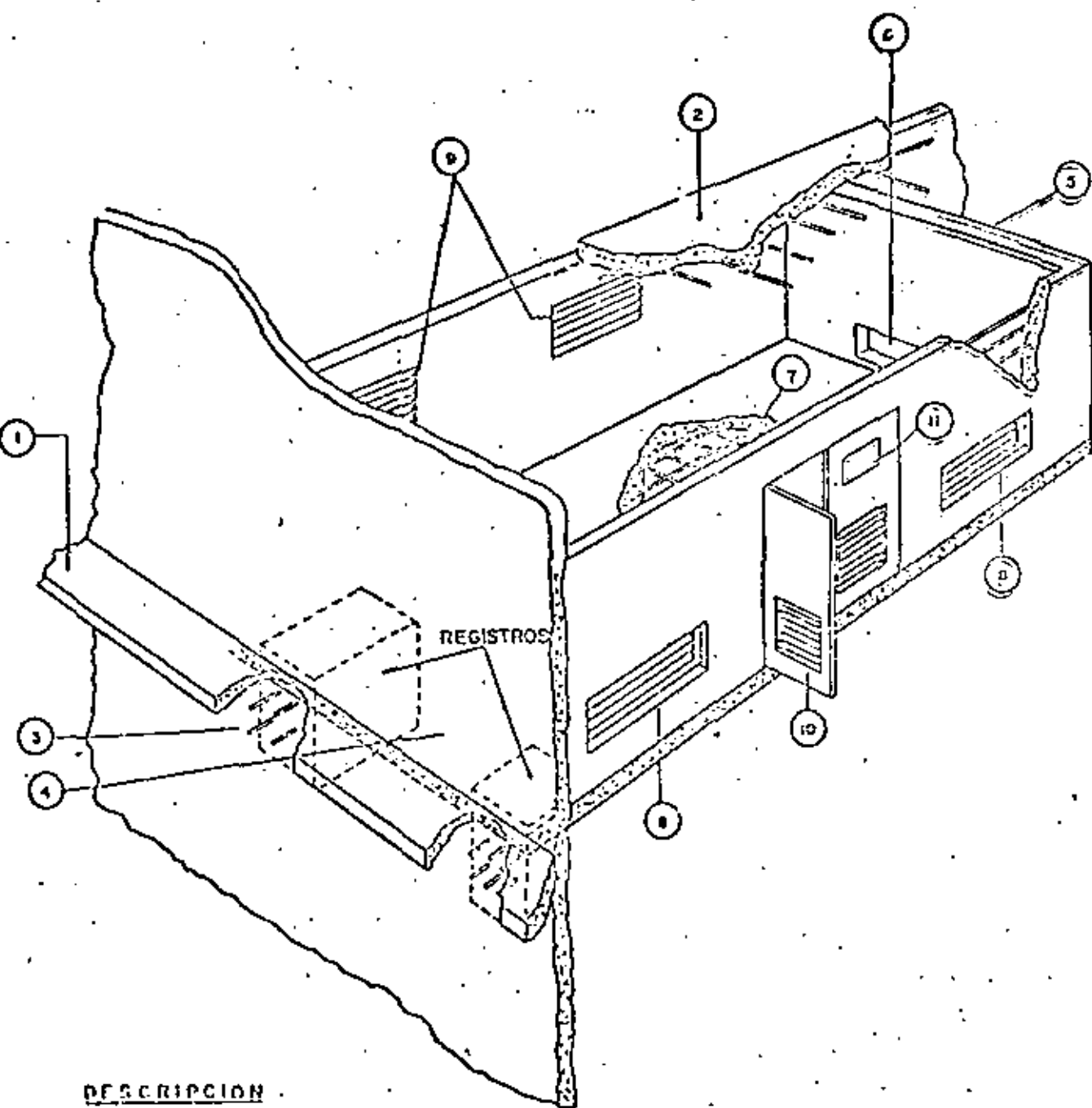
LOCALIZACION DEL LOCAL DE LA SUBESTACION
DENTRO DEL EDIFICIO

52

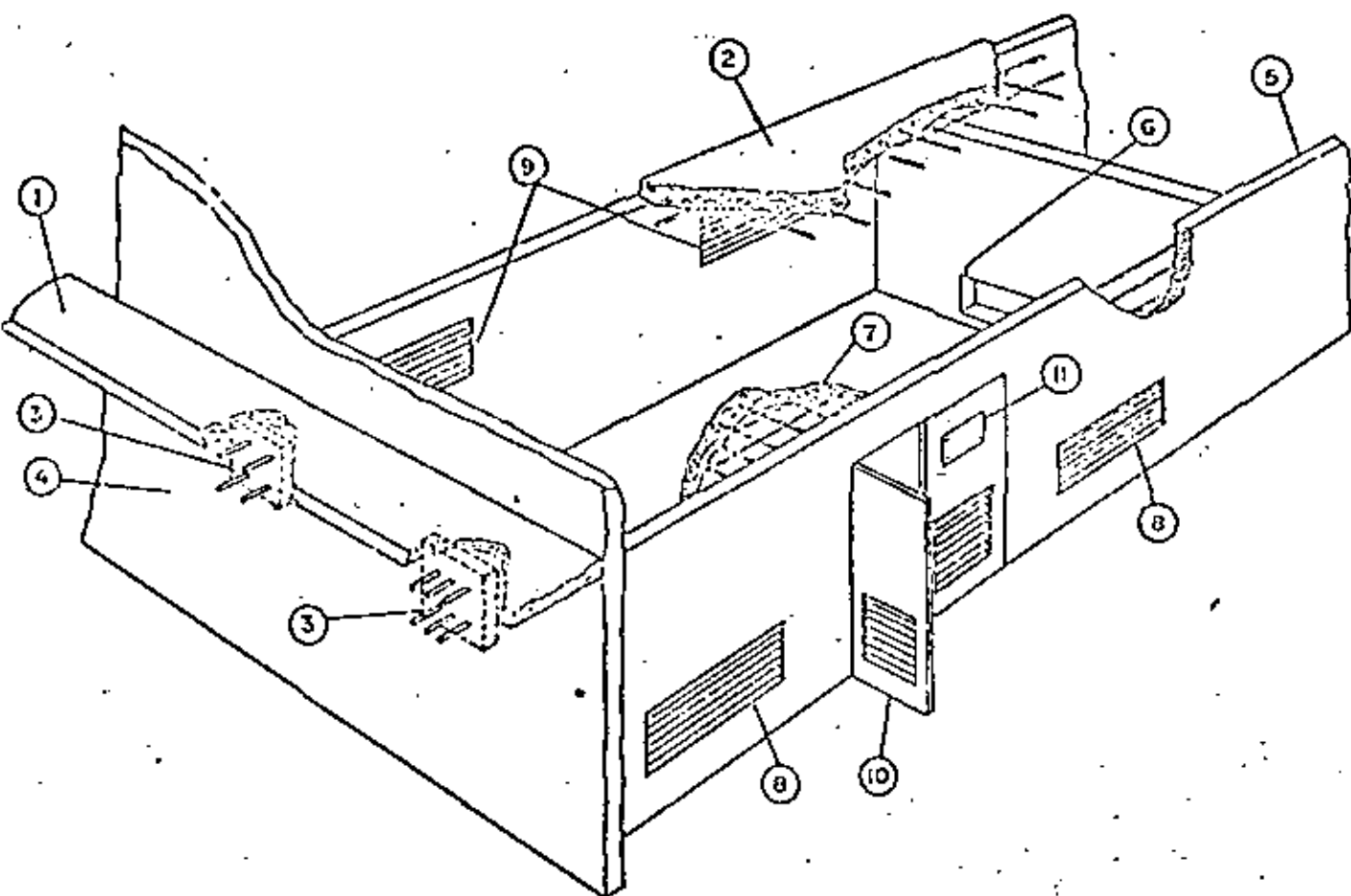


ALTERNATIVA 1-LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO
Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

ALTERNATIVA 2-LOCALIZACION EN EL 1er SOTANO DEL EDIFICIO
Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

DESCRIPCION

- 1 BARQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 BANCO DE DUCTOS
- 4 BUNO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 8 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 8 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON ALERDA (PELIGRO ALTA TENSION)

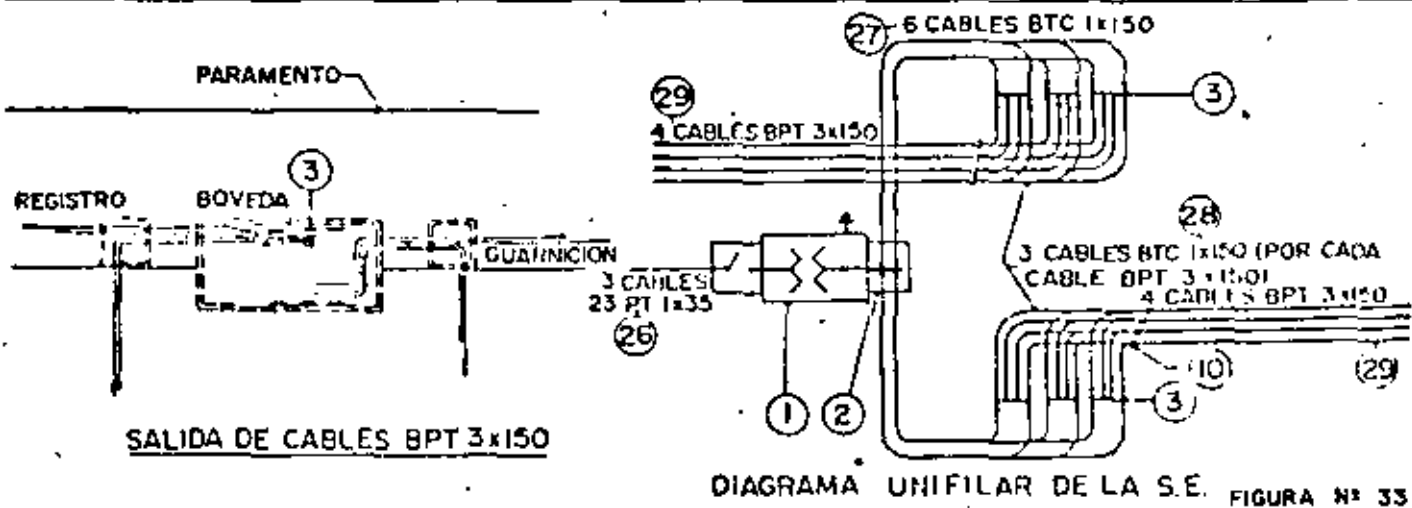
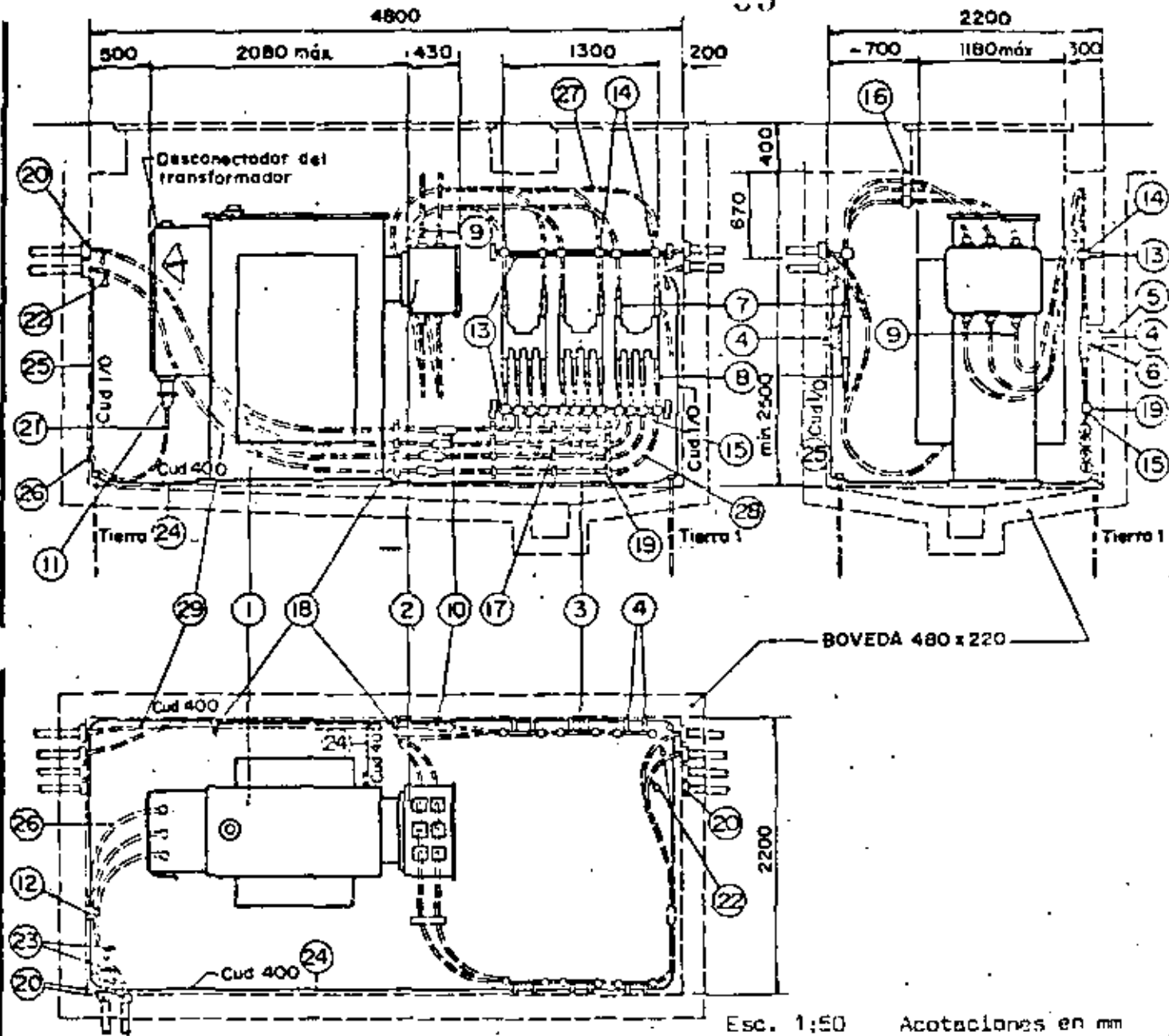


DESCRIPCION

- 1 BANQUETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 BANCO DE DUCTOS
- 4 LINDO DEL PARAMENTO EXTERIOR
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PASO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA INFERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LETRERO (PELIGRO ALTA TENSION)

55

1 de 3



MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Transformador Sumergible 500	2.0217	Pza	1
2	Catara & Transformador U 500	2.	Pza	1
3	Bus Cubierto 3.800	2.0043	Pza	5
4	Soporte Bus Cubierto 5.800	2.0225	Pza	12
5	Ancla Boreen 1/2"	2.0239	Pza	24
6	Tornillo Mán 12.7 x 75 (con tuerca y 2 roldanas planas)	2.0187	Pza	24
	Zapata C 400-2	2.0010	Pza	12
	Zapata C 150-2	2.0010	Pza	24
7	Funda 34.61.320 T	2.0045	Pza	12
	Abrazadera cremallera 24	2.0237	Pza	12
	Abrazadera cremallera 44	2.0237	Pza	12
8	Funda 22.61.450 T	2.0044	Pza	24
	Abrazadera cremallera 16	2.0237	Pza	24
	Abrazadera cremallera 44	2.0237	Pza	24
9	Epoxi Sellador Soldadura (Jgo 250 gr)	2.0314	gr	500-(2 Jggs)
10	Trifurcación Cable EPT-BTC 150	2.0255	Jgo	8
11	Aislantes y Auxilieres Terminal JSE 1 x 70 C	2.0033	Jgo	3
	Epoxi Sellador Soldadura (Jgo 250 gr)	2.0314	gr	350 (1 Jgo)
12	Ménsula CS 35 C	2.0222	Pza	4
	Porcelana Ménsula CS 37	2.0270	Pza	6
13	Soporte 1400 Parizadoras Cable M	2.0282	Pza	4
14	Abrazadera Cable 32 M	2.0234	Pza	12
15	Abrazadera Cable 22 M	2.0234	Pza	24
16	Abrazadera 3 Cables 32 M	2.0235	Pza	8
17	Abrazadera 3 Cables 22 M	2.0235	Pza	12
18	Abrazadera Cable 44 M	2.0234	Pza	8
19	Perno Pistola 3/8" - 25	2.0258	Pza	48
20	Compresor Sello Ducto 75	2.0275	Pza	11
	Sello Ducto 75	2.0279	Pza	11
21	Cinta Yute 100	2.0310	m	50
	Asbesto Fibra	2.0301	kg	5
	Cemento Portland	2.0304	Ton	0.02
	Pintura Estalite	2.0329	l	0.5
22	Placa Identificación Cable U	2.0027	Pza	32
23	Placa Identificación Cable 23	2.0027	Pza	5
24	Cable Cud 400	2.0102	m	17
	Grapa C 1/2"	2.0257	Pza	10
25	Cable Cud 1/0	2.0102	m	5
	Fundido CR 350	2.0254	Pza	24
26	Cable EPT 1 x 35	2.0030	m	15
27	Cable EPT 1 x 10	2.0041	m	4

57

3 de 3

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	CANTIDAD	
				300-500 KVA	750 KVA
22	Perno pistola 3/8" - 25	2.0268	Pza.	50	50
23	Cable BTC 1 x 150	2.0041	m	192	150
24	Cable BTC 1 x 250	2.0041	m	-	42
25	Cable 23 TC 1 x 70	2.0002	m	23	23
25	Cable BTC 1 x 70	2.0041	m	20	20

APLICACION:

Alimentar a red radial con 24 Cables BTC que se conectan o desconectan en 6 Buses Cubiertos 5800 conectados a transformador Trifásico 2J-BT-300 a 750 DCS POZO alimentado por cable 23TC 1 x 70 que se conecta o desconecta sin carga mediante codos conectores. Este equipo queda colocado en bóveda 480 x 220.

REFERENCIA:

- Normas LyF mencionadas.

CLAVE DEL NOMBRE:

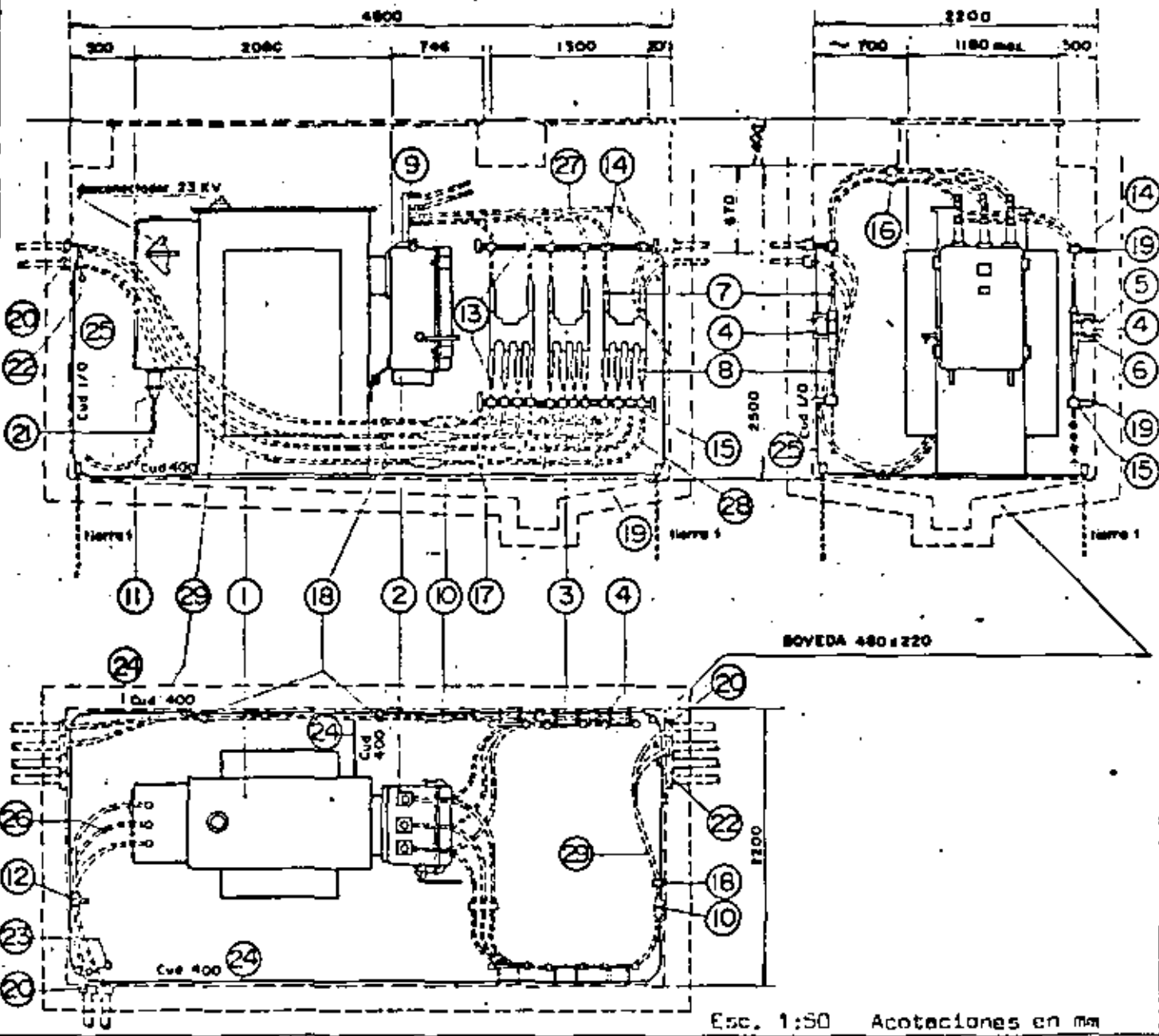
SE = Subestación

DCS = Distribución Comercial Subterránea

23-BT = 23KV a 0.220Y/0.127 KV

300 a 750 = 300, 500 y 750 KVA

RAD = Para alimentación a Red radial



BOVEDA 480 x 220

Esc. 1:50 Anotaciones en mm

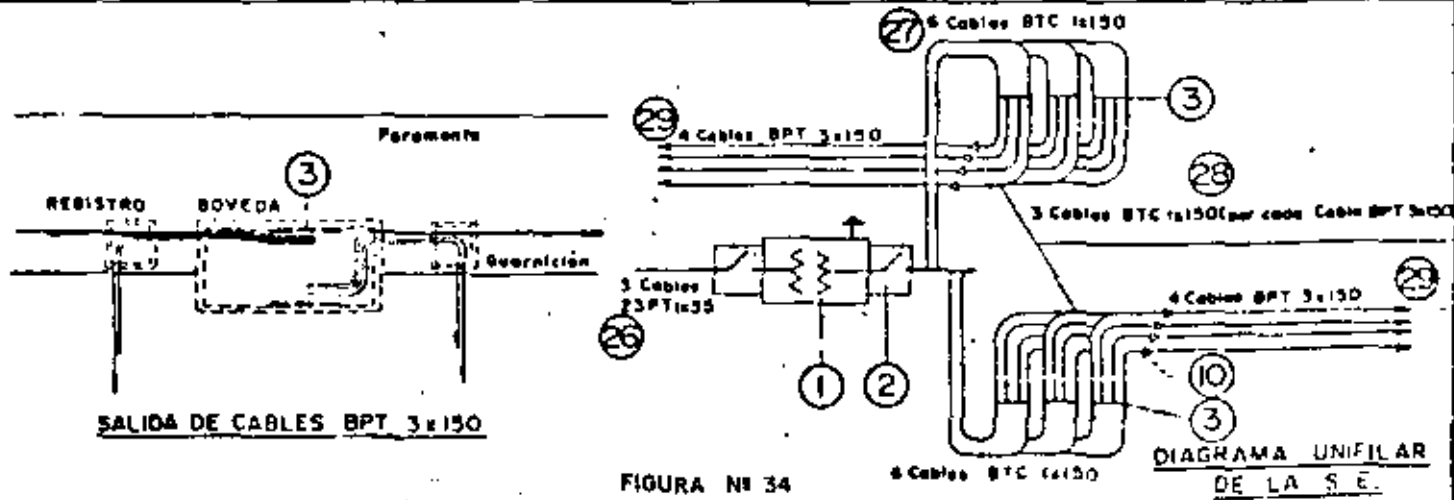


FIGURA Nº 34

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E.

MATERIAL:

(En orden aproximado de colocación)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Transformador Sumergible 500	2.0217	Pza	1
2	Protector Sumergible And 1500	2.0275	Pza	1
3	Bus Cubierto 5.500	2.0043	Pza	5
4	Soporte Bus Cubierto 5.800	2.0225	Pza	12
5	Ancla Barrera 1/2"	2.0238	Pza	24
6	Tornillo M6x 12.7 x 75 (con tuercas y 2 roldanas - planas)	2.0187	Pza	24
	Zapata C 400-2	2.0010	Pza	12
	Zapata C 150-2	2.0010	Pza	24
7	Funda 34.51.320 T	2.0045	Pza	12
	Abrazadera cremallera 24	2.0237	Pza	12
	Abrazadera cremallera 44	2.0237	Pza	12
8	Funda 22.51.450 T	2.0044	Pza	24
	Abrazadera cremallera 16	2.0237	Pza	24
	Abrazadera cremallera 44	2.0237	Pza	24
9	Epoxi Selloador Soldadura (Jgo-250 gr)	2.0314	gr	500 (2 Jgos)
10	Trifurcación Cable 8PT-8TC 150	2.0255	Jgo	8
11	Aislantes y Auxiliares Terminal 23E 1x70 C	2.0033	Jgo	3
	Epoxi Selloador Soldadura (Jgo 250 gr)	2.0314	gr	250 (1 Jgo)
12	Ménsula CS 35 C	2.0220	Pza	4
	Porcelana Ménsula CS 37	2.0270	Pza	5
13	Soporte 1000 Abrazaderas Cable M	2.0282	Pza	4
14	Abrazadera Cable 32 M	2.0234	Pza	12
15	Abrazadera Cable 22 M	2.0234	Pza	24
16	Abrazadera 3 Cables 32 M	2.0235	Pza	8
17	Abrazadera 3 Cables 22 M	2.0235	Pza	12
18	Abrazadera Cable 60 M	2.0234	Pza	8
19	Corte Pistola 3/8" - 25	2.0250	Pza	40
20	Compresor Sello Ducto 75	2.0275	Pza	11
	Sello Ducto 75	2.0279	Pza	11
21	Cinta Yata 100	2.0310	m	50
	Asbesto Fibr-	2.0301	kg	5
	Cemento Portland	2.0304	Ton	0.02
	Pintura Esmalte	2.0329	l	0.5
22	Placa Identificación Cable 0	2.0017	Pza	32
23	Placa Identificación Cable 23	2.0027	Pza	5
24	Cable Coo 400	2.0192	m	17
	Grubo C 1/2"	2.0157	Pza	10
25	Cable Coo 175	2.0102	m	4
26	Cable 23 PT 1 x 35	2.0030	m	15

60

3 de 3

(MATERIAL: Sigue de 2 de 3)

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
27	Cable BTC 1 x 150	2.0041	m	42
28	Cable BTC 1 x 150	2.0041	m	45
29	Cable BPT 3 x 150	2.0005	m	60

APLICACION:

Alimentar a red automática con hasta 8 cables BPT 3 x 150 que se conectan o des conectan en 6 Buses Cubiertos 6.800 conectados a transformador S 500 alimentado por Cable 23 kV que se conecta o desconecta sin carga mediante el desconectador del transformador. Este equipo queda colocado en Bóveda 480 x 220.

REFERENCIA:

CLAVE DEL NOMBRE:

- SE = Subestación
- 23 B = 23 kV a baja tensión
- 500 = 500 kVA
- AUT = Para alimentación a red automática.

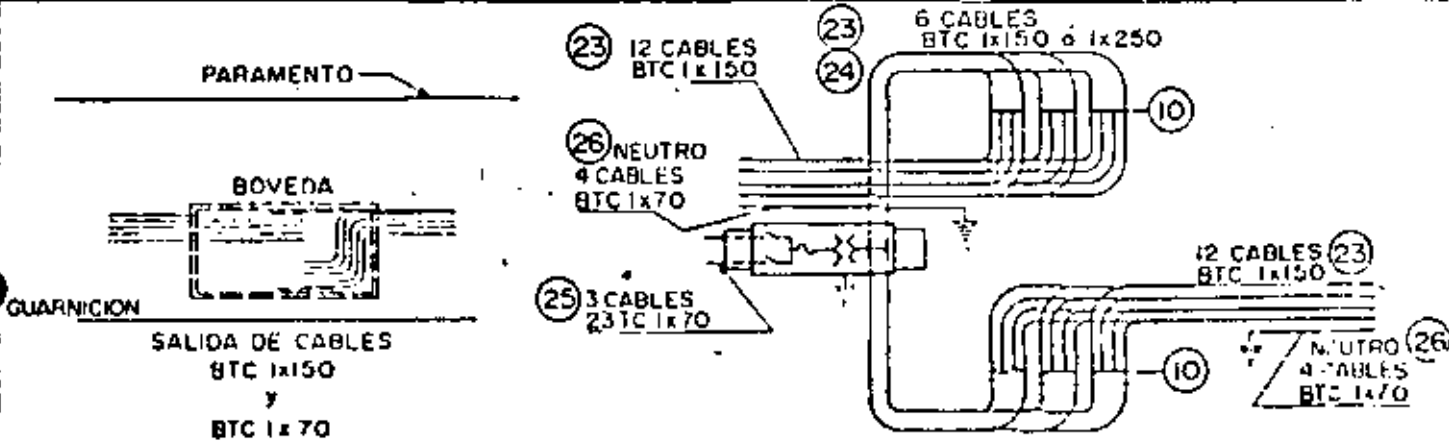
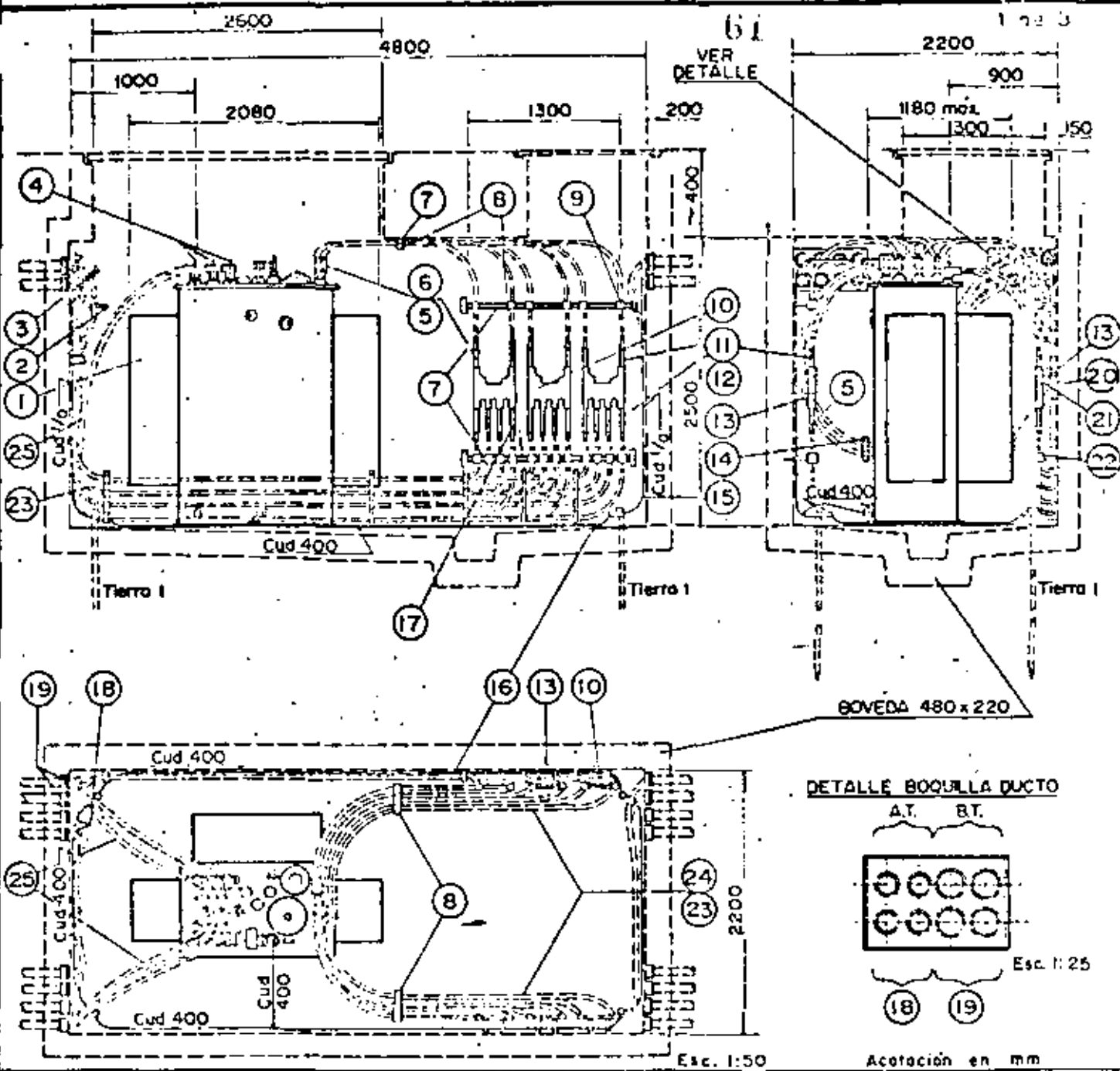


DIAGRAMA UNIFILAR DE LA S.E. FIGURA Nº 35

Ref.	N U M B R E	Norma LyF	Unidad	CANTIDAD	
				300-501 KVA	750 KVA
1	Transformador Trifásico 23-BT-300 a 750 DCS POZO	2.0409	Pza.	1	1
2	Placa Identificación cable 23	2.0027	Pza.	12	12
3	Placa Identificación cable B	2.0027	Pza.	48	48
4	Codo conector K-154 LR Abrazadera codo conector		Pza. Pza.	5 5	5 5
5	Zapata C-150-2	2.0010	Pza.	48	24
6	Zapata C-250-2	2.0010	Pza.	-	24
7	Soporte 1400 Abrazaderas Cable M	2.0282	Pza.	5	5
8	Abrazadera 3 Cables 22 M	2.0235	Pza.	40	40
9	Abrazadera Cable 22 M	2.0234	Pza.	72	72
10	Bus Cubierto 5.800	2.0043	Pza.	6	6
11	Funda 25.61.320 T Abrazadera Cremallera 24 Abrazadera Cremallera 44	2.0493 2.0237 2.0237	Pza. Pza. Pza.	- - -	12 12 12
12	Funda 22.51.450 T Abrazadera Cremallera 15 Abrazadera Cremallera 44	2.0044 2.0237 2.0237	Pza. Pza. Pza.	35 35 35	24 24 24
13	Soporte Bus Cubierto 5.800	2.0225	Pza.	12	12
14	Abrazadera 3 Cables 37 M	2.0235	Pza.	5	5
15	Cable Cud 1/0	2.0102	m	4,5	4,5
16	Cable Cud 400 Grapa C 1/2"	2.0102 2.0267	m Pza.	17,5 8	17,5 8
17	Fusible DR. 350	2.0254	Pza.	24	24
18	Oprador Sello Ducto 75 Sello Ducto 75	2.0275 2.0279	Pza. Pza.	16 16	15 15
19	Oprador Sello Ducto 100 Sello Ducto 100	2.0275 2.0279	Pza. Pza.	16 16	15 15
20	Ancla Barranc 1/2"	2.0238	Pza.	24	24
21	Tornillo Máquina 12.7 x 75 (con - Tuerca y 2 Roldanas Planas)	2.0107	Pza.	24	24

S.E. BOVEDA 23 B 500 RAD

NORMAS LyF
MONTAJE
4.0193

83

3 de 3

Ref	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
28	Cable BTC 1 x 150	2.0041	m	45
29	Cable BPT 3 x 150	2.0005	m	60

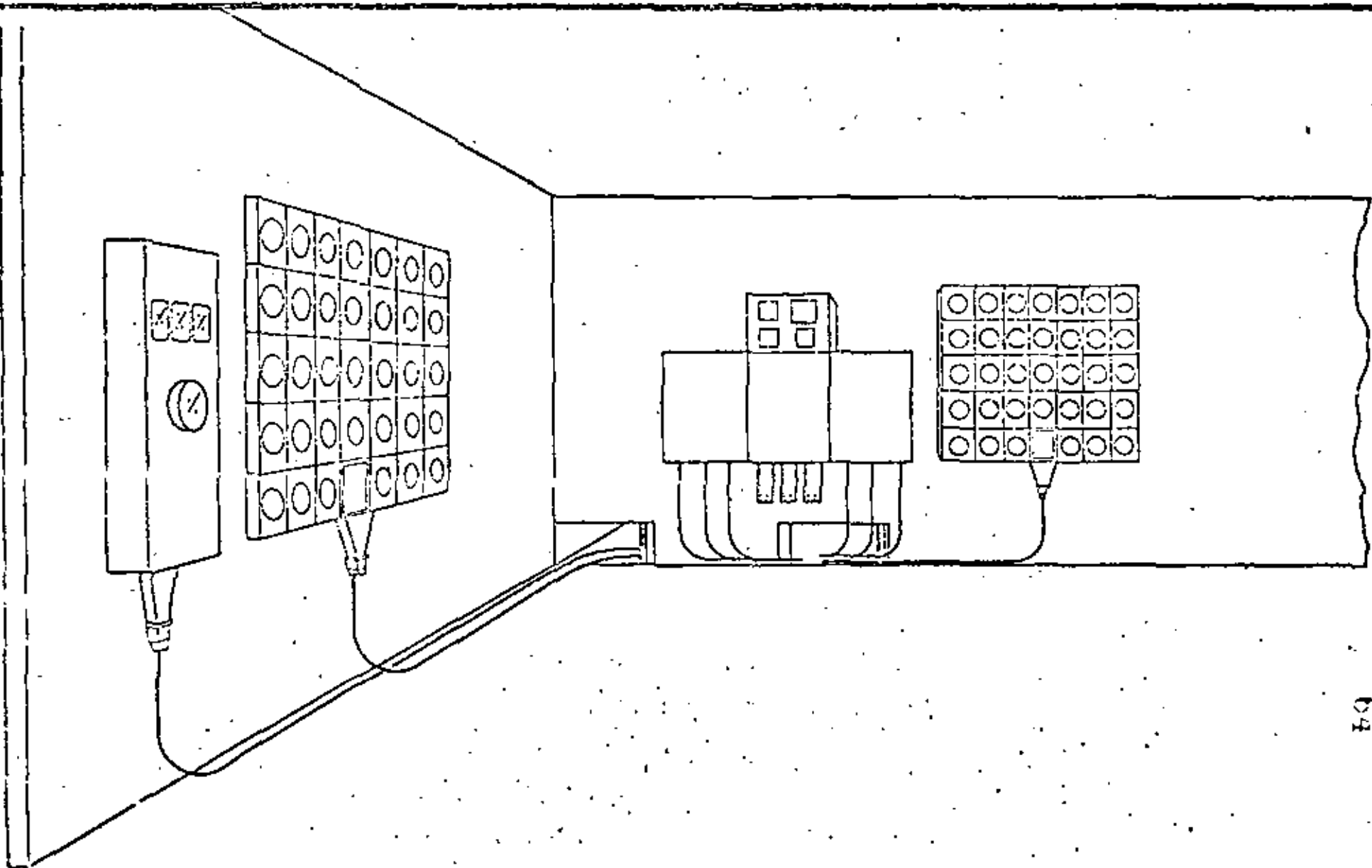
APLICACION:

Alimentar a red radial con hasta 8 cables BPT 3 x 150 que se conectan o desconectan a 6 Buses Cubiertos 6.800 conectados a Transformador S 500 kVA alimentado por cable 23 kV que se conecta o desconecta sin carga mediante el desconectador del transformador. Este equipo queda colocado en Bóveda 480 x 220.

REFERENCIA:

CLAVE DEL NOMBRE:

- SE = Subestación
- 23 B = 23 kV a baja tensión
- 500 = 500 kVA
- RAD = Para alimentación a red radial



64

Figura 4 .Detalle del area. de medicion anexa al local de la subestación.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

·INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPATAIN LECHUGA

MARZO, 1984

INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

INTRODUCCIÓN:

EL FIN ÚLTIMO DE TODA OBRA QUE SE PROYECTA Y REALIZA, ES PRESTAR UN SERVICIO EFICAZ Y EFICIENTE. ESTAS METAS SÓLO PUEDEN ALCANZARSE MEDIANTE EL EQUILIBRIO DE TODOS LOS COMPONENTES, SISTEMAS Y SUBSISTEMAS QUE INTEGRAN EL CONJUNTO Y LO HACEN FUNCIONAL Y ECONÓMICO A LO LARGO DE SU VIDA ÚTIL.

LOS SISTEMAS DE "COMUNICACIONES AUDIO VISUALES", (ASÍ DENOMINADOS EN FORMA GENÉRICA) FORMAN PARTE DE ESE CONJUNTO Y DEBEN PLANEARSE - OPORTUNAMENTE CON UNA ADECUADA VISIÓN DEL FUTURO, HABIDA CUENTA DE LA NATURAL VARIACIÓN Y EXPANSIÓN DE DEMANDAS Y NECESIDADES, Y DEL ACELERADO PROGRESO TECNOLÓGICO QUE ESTAMOS VIVIENDO.

EN ESTA SESIÓN, HABREMOS DE CUBRIR, LOS ASPECTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ESTE TIPO, QUE CON MAYOR FRECUENCIA SE PRESENTAN EN LOS EDIFICIOS, CUYA IMPORTANCIA NO PUEDE SOSLAYARSE YA QUE CONSTITUYEN LOS "SENTIDOS" QUE PERMITEN LA OPERACIÓN EFICAZ DEL CONJUNTO.

LAS INSTALACIONES MÁS COMUNES EN EDIFICIOS SON:

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

- A) TELEFÓNICAS Y DE INTERCOMUNICACIÓN
 - EXTERNAS
 - INTERIAS
- B) ELECTROACÚSTICAS (SONORIZACIÓN)
- C) DE TELEVISIÓN
 - ANTENAS COMUNALES
 - CIRCUITO CERRADO
- D) DE SEÑALIZACIÓN.

2.- ALARMAS

- A) CONTRA INCENDIO
- B) CONTRA ROBOS Y ASALTOS

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACION:CONSIDERACIONES GENERALES

EN PRIMERA INSTANCIA Y DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO, DEBE PROCEDERSE A LA DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES - PRESENTES Y FUTURAS PARA TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIÓN QUE PUEDEN INTERVENIR, A FIN DE NO INCURRIR EN DUPLICIDADES U - OMISIONES.

EN MUCHOS CASOS EL ESTUDIO INTEGRAL DE NECESIDADES, PUEDE MOSTRAR QUE ES POSIBLE RESOLVER CONJUNTAMENTE LAS INSTALACIONES DE TELÉFONOS E INTERCOMUNICACIÓN YA QUE AMBOS EN ESENCIA SON PARA COMUNICACIÓN, Y SE DIFERENCIAN SOLAMENTE EN QUE LAS PRIMERAS, TRADICIONALMENTE SE HAN CONCEPTUADO COMO INSTALACIONES PARA COMUNICACIÓN EXTERNA AL EDIFICIO O UNIDAD FÍSICA Y LAS SEGUNDAS COMO INSTALACIONES SÓLO PARA SERVICIO INTERIOR.

LA REALIDAD ES QUE EN MUCHAS OCASIONES, AMBOS SERVICIOS PUEDEN RESOLVERSE CON UN SÓLO SISTEMA.

EN OTRAS OCASIONES, ES INDISPENSABLE MEZCLAR O INTERCONECTAR SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA CON ELECTROACÚSTICOS - PARA VOCEO, O CON CIRCUITOS DE TELEVISIÓN, ETC.

EN OTRAS PALABRAS, ES CADA DÍA MAS CIERTO QUE LOS SISTEMAS - DE COMUNICACIÓN, ALARMA Y CONTROL DEBEN SER DISEÑADOS Y EJECUTADOS INTEGRALMENTE PARA CADA CASO ESPECÍFICO Y QUE EN UN FUTURO PRÓXIMO DEBERÉMOS TRATAR CON SISTEMAS CENTRALIZADOS Y COMPUTARIZADOS.

EN NUESTRO MEDIO AÚN EXISTE UNA GRAN RESISTENCIA A ESTAS SOLUCIONES INTEGRALES, DEBIDO A LA INTERVENCIÓN CASI OBLIGADA

DE DIVERSAS EMPRESAS PROVEEDORAS, CONSTRUCTORAS, Y OPERADORAS DE LOS SISTEMAS QUE POR RAZONES DE CONVENIENCIA O LIMITACIÓN TÉCNICA NO FACILITAN LAS SOLUCIONES Y ENTORPECEN CON NORMAS RÍGIDAS LA POSIBILIDAD DE MEJORES SOLUCIONES. ÉSTAS LIMITACIONES SÓLO SE EVITAN CUANDO EL DIRECTOR DEL PROYECTO CUENTA CON CONOCIMIENTOS TÉCNICOS Y REGLAMENTARIOS SUFICIENTEMENTE AMPLIOS QUE LO REVISTAN DE LA CAPACIDAD NEGOCIADORA NECESARIA PARA LOGRAR LAS MEJORES SOLUCIONES.

DADO QUE SE TRATA DE RESOLVER INTEGRALMENTE, SE DEBEN DETERMINAR LAS NECESIDADES Y ALCANCES DE LOS SERVICIOS, PARA POSTERIORMENTE PROCEDER A ESTUDIAR LAS SOLUCIONES APLICABLES.

LA DETERMINACIÓN CORRECTA DE LAS NECESIDADES SIGNIFICA CONOCER: USO DEL EDIFICIO, USOS ESPECÍFICOS POR ÁREAS, DENSIDAD DE POBLACIÓN FIJA Y FLOTANTE, TIPO DE SERVICIO QUE PRESTARÁ CADA ÁREA O DEPENDENCIA, CONDICIONES RESTRICTIVAS Y DE SEGURIDAD, ÁREAS DE ALTO RIESGO, ETC.

CON ESE CONOCIMIENTO, Y EN FUNCIÓN DE LOS PROGRAMAS ARQUITECTÓNICOS DEFINIDOS, Y DEL ESQUEMA ORGÁNICO DE LA EMPRESA O ENTIDAD, SE PREPARA UN CUESTIONARIO O MATRIZ QUE PERMITA -- CONSIGNAR LAS NECESIDADES DE CADA ÁREA. (EJEMPLO).

COMUNICACIONES

ALARMAS

A R E A	SUP. -N2	EXT.	INTER I	SONIDO S	CCTV TV	ROBO AR	INCENDIO AI	OBSERV.
1) DIREC. GRAL.	100	21	1 VA	FM	MONIT.	SI	SI	
SECRETARIA	30	25	- -	FM		--	--	
AUXILIAR	20	1E	1 VA	--		--	--	
2) OFNA. ADMVA.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
CAJA	20	1E1L	- -	--		SI	SI	
CONTAB.	200	5E1L	- -	--		SI	SI	
3) DEPTO. TÉCNICO	30	1L1E	1 VA	MIC	CAM.	--	--	
OF. A1	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF. A2	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF. A3	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	

ESTA MATRIZ, DEBIDAMENTE DISEÑADA CON SUS CLAVES, SUS OBSERVACIONES Y NOTAS, PERMITIRÁ PASAR MEDIANTE DIAGRAMAS SIMPLES DE FLECHAS, BLOQUE, ETC., A LA SOLUCIÓN MÁS FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS.

DE ESTAS SOLUCIONES ESQUEMÁTICAS, SE PROCEDERÍA A PREPARAR PLANOS PRELIMINARES EN LOS QUE DEBEN UBICARSE CON LA SIMBOLOGÍA RESPECTIVA, TODOS LOS SERVICIOS REQUERIDOS, PROCEDIENDO A LA PROPOSICIÓN DE TRAYECTORIAS DE CANALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN MÁS FUNCIONALES, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES SIGUIENTES:

- 1.- LA DISTRIBUCIÓN DEBE HACERSE EN FORMA ESCALONADA Y RADIAL. CADA PUNTO EXTREMO DE DISTRIBUCIÓN, NO DEBE EXCEDER DE 10 SERVICIOS, EN EL CASO DE SERVICIOS TELEFÓNICOS.
- 2.- LA CANALIZACIÓN SE ORIGINA EN EL SITIO ELEGIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE LOS SERVICIOS, O SEA EN EL "DISTRIBUIDOR", Y DE AQUÍ SE RAMIFICA AL O LOS EDIFICIOS Y SALE HACIA EL EXTERIOR PARA HACER EL ENLACE CORRESPONDIENTE.
- 3.- PARA SERVICIOS TELEFÓNICOS, Y PREFERENTEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIONES, DEBEN EXISTIR SIEMPRE EN LAS INSTALACIONES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CAPACIDAD DE CANALIZACIÓN, DE MANERA TAL QUE SIEMPRE SEA POSIBLE Y EXPEDITA LA INTRODUCCIÓN DE CABLES PARA SUSTITUCIÓN DE OTROS DAÑADOS. DE HECHO EN ALGUNOS CASOS DEBE DEJARSE UNA DOBLE TUBERÍA.

CANALIZACIONES INTERIORES

LOS DIÁMETROS MÍNIMOS A EMPLEAR EN CANALIZACIONES DE TIPO TELEFÓNICO, SON:

EN TUBERÍAS PRIMARIAS VERTICALES U HORIZONTALES, CUYA FUNCIÓN ES INTERCONECTAR REGISTROS DE DISTRIBUCIÓN, LOS DIÁMETROS MÍNIMOS DEBEN SER:

10 - 30 PARES	- - - - -	25 MM
40 - 50 PARES	- - - - -	32 MM
70 - 80 PARES	- - - - -	38 MM
100 - 150 PARES	- - - - -	50 MM
200 - 300 PARES	- - - - -	76 MM

EN TUBERÍAS-HORIZONTALES SECUNDARIAS:

1 A 2 PARES	- - - - -	13 MM
3 A 6 PARES	- - - - -	19 MM
7 A 10 PARES	- - - - -	25 MM

CUANDO SE ESTIME QUE EN ESTAS MISMAS CANALIZACIONES DEBERÁN INTRODUCIRSE LÍNEAS PARA SERVICIOS INTERSECRETARIALES, ES INDISPENSABLE QUE LAS TUBERÍAS SEAN DE 25 MM. O DE 32 MM.

LOS REGISTROS DE MURO Y SEGÚN SUS DIMENSIONES Y APLICACIÓN, SE CLASIFICAN COMO SIGUE, Y DEBEN SER ROBUSTOS (LÁMINA No. 18 USG) CON PUERTAS EMBISAGRADAS, CIERRE SENCILLO Y CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CMS. DE ESPESOR; PARA LA COLOCACIÓN DE TERMINALES.

DIMENSIONES (CMS)	USO EN LINEAS DE TIPO	NUM. DE PLINIOS	PARES EN EMPALME
56 x 56 x 13	PRINCIPAL	80	600
56 x 28 x 13	PRINCIPAL	40	200
30 x 30 x 13	SECUNDARIA	20	- -
28 x 28 x 13	SECUNDARIA	20	- -
20 x 20 x 13	SECUNDARIA	10	- -
15 x 15 x 13	DE PASO	10	- -
60 x 60 x 60	ACOMETIDAS EN	--	100
80 x 80 x 80	BANQUETAS	--	200

NO DEBEN EXTENDERSE TUBERÍAS A MÁS DE 20 M. SIN REGISTROS, NI DEBE HACER MÁS DE 2 CURVAS ENTRE REGISTROS.

LOS REGISTROS DE MURO DEBEN COLOCARSE EN ÁREAS PÚBLICAS A UN ALTURA ENTRE 20 Y 100 CMS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO, PARA FACILITAR SU ACCESO Y ATENCIÓN.

VER GRÁFICAS (1) AL (8) QUE ILUSTRAN SOLUCIONES TÍPICAS DE ALIMENTACIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN, CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS Y LA SIMBOLOGÍA.

CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA.

ÉSTAS SE HACEN PREFERENTEMENTE BAJO BANQUETAS POR QUEDAR MÁS ACCESIBLES Y SUJETAS A CARGAS MENORES. LAS CEPAS SE EXCAVAN CON LAS PROFUNDIDADES MÍNIMAS SIGUIENTES:

1, 2 Y 4 VÍAS	55 CMS. ANCHO X 100 CMS. PROF.
6 Y 8 VÍAS	75 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.
10, 12 Y 16 VÍAS	100 CMS. ANCHO X 115 CMS. PROF.

PARA LOGRAR UN NIVEL UNIFORME, A PESAR DE LOS CRUCES DE CABLES, DEBE REFERIRSE LA PROFUNDIDAD AL NIVEL DEL ARROYO, Y LA PENDIENTE DE 1% MÍNIMO DEBE DARSE HACIA LOS POZOS EN FORMA ALTERNADA.

EN LAS CURVAS NO DEBEN EXCEDERSE DEL 1% DE LA TANGENTE, Y NO DEBE EXISTIR MÁS DE UNA ENTRE REGISTROS O POZOS.

PARA LIBRAR OBSTÁCULOS QUE SE ENCUENTREN AL MISMO NIVEL GENERAL DE LA DUCTERIA, DEBEN PROFUNDIZARSE LOS REGISTROS O POZOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO Y BAJAR EL NIVEL DE TODO EL TRAMO UNIFORMEMENTE, RESPETANDO LA PENDIENTE YA INDICADA.

LA DISTANCIA NORMAL ENTRE POZOS ES DE 50 A 110 M.; PERO NO DEBE EXCEDER ESTA ÚLTIMA.

LOS DUCTOS DEBEN ASENTARSE SOBRE UNA CAMA DE ARENA O TIERRA SUAVE SIN PIEDRAS DE 5 CMS. DE ESPESOR, PREVIO APISONAMIENTO DEL FONDO DE LA CEPA, PARA OBTENER UN TENDIDO UNIFORMEMENTE SOPORTADO Y PERFECTAMENTE ALINEADO TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE. CON EL AUXILIO DEL HILO, SE HACEN VERIFICACIONES EN EL TRAMO MÁS LARGO POSIBLE, PERO NUNCA MENOR DE 20 M.

LOS DUCTOS DEBEN ESTAR LIMPIOS INTERIORMENTE Y SE COLOCAN PONIENDO UNA PEQUEÑA PLANTILLA DE MEZCLA EN LA JUNTA, POSTERIORMENTE SE JUNTEA LA UNIÓN CON MEZCLA DE CEMENTO.

LA CORRECTA ALINEACIÓN SE VERIFICA MEDIANTE LOS "BASTONES", CILINDROS DE MADERA CON REGATONES DE METAL DE 87 MM. DE DIÁMETRO Y 30 CMS. DE LONGITUD QUE TIENE UN BASTÓN DE MADERA DE 1.35 M. DE LARGO CON UN TOPOE QUE ASEGURA SU CENTRADO EN LA JUNTA. ESTOS "BASTONES" DEBEN PERMANECER EN LA JUNTA HASTA TERMINAR SU UNIÓN CON LA MEZCLA DE CEMENTO, PARA ASEGURAR QUE LA UNIÓN QUEDE LIMPIA.

AL TERMINAR UN TRAMO DE CANALIZACIÓN, SE VERIFICA LA CONTINUIDAD DE CADA VÍA MEDIANTE UN "CILINDRO MENSAJERO" FABRICADO DE TUBO DE ACERO DE 85 MM. DE DIÁMETRO Y 25 CMS. DE LARGO CON BORDES REDONDEADOS, QUE DEBE TENER ARGOLLAS EN CADA EXTREMO.

ESTE CILINDRO SE PASA DE POZO A POZO CON UN CABLE ROBUSTO Y DEBE ATARSE EN AMBOS LADOS PARA EL CASO DE FALLA DEL CABLE.

LOS POZOS PUEDEN SER DE DOS, TRES O CUATRO BOQUILLAS Y SU CONSTRUCCIÓN SE ILUSTRAN EN LAS GRÁFICAS 10, 11 Y 12, PUDIENDO SER NECESARIOS POZOS DE FIGURA ESPECIAL QUE EN ESENCIA SE DESARROLLAN CON EL MISMO CRITERIO CONSTRUCTIVO.

LOS POZOS COMO SE INDICA EN LA GRÁFICA 10 PUEDEN SER DE TRES TAMAÑOS Y SU USO ES EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE VÍAS QUE RECIBE:

CHICO:	2 VÍAS
MEDIANO:	4 A 8 VÍAS
GRANDE:	MÁS DE 8 VÍAS

CABLEADOS TELEFONICOS:

ESTA CLASE DE CABLEADOS SE APLICAN TANTO EN LAS INSTALACIONES TELEFÓNICAS COMO EN UNA GRAN MAYORÍA DE LAS DE INTERCOMUNICACIÓN.

DE HECHO, DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO TODO SISTEMA QUE USE CONMUTACIÓN Y RECEPTORES TRANSMISORES QUE OPEREN BAJO PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ES UN SISTEMA TELEFÓNICO. EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS EQUIPOS QUE INCORPORAN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, COMO SON AMPLIFICADORES, FILTROS, BLOQUEADORES ETC., ESTOS TAMBIÉN SE ENLAZAN MEDIANTE CABLEADOS DEL TIPO TELEFÓNICO.

LOS CABLEADOS PUEDEN SER EXPUESTOS O VISIBLES O BIEN OCULTOS, POR TANTO SE CUENTA CON CABLES CUYA CONSTRUCCIÓN ES DIFERENTE ENTRE SI Y AD-HOC AL SERVICIO QUE DEBEN PRESTAR.

LOS TIPOS MÁS USUALES SON:

EKI CON FORRO DE PVC GRIS, PARA USÓ INTERIOR EN EDIFICIOS, EN CANALIZACIONES Y EVENTUALMENTE EXPUESTO, SU CONSTRUCCIÓN ES MULTIFILAR DE ALAMBRES AISLADOS CON PVC, ARREGLADOS EN PARES IDENTIFICABLES, EN CALIBRE 26 AWG (0.40 MM), EN 10, 20, 30, 50, 70 Y 100 PARES.

EKE CON FORROS DE POLIETILENO NEGRO, PARA USO EN EXTERIORES Y DE MISMAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN ELÉCTRICAS QUE EL EKI, PERO TAMBIÉN SE CONSTRUYE EN CALIBRE 24 AWG (0.51 MM) EN 150, 200 Y 300 PARES.

EKD ES UN CABLE CON AISLAMIENTO DE PVC Y FORRO DE PLOMO, PARA USOS ESPECIALES (ENTRE PLANTA Y DISTRIBUIDOR EN CENTRALES) Y SE FABRICA EN 100, 200 Y 300 PARES CALIBRE 26 AWG.

ASP ES UN CABLE SIMILAR AL EKE, CON UN CABLE DE ACERO INTEGRADO AL FORRO QUE SIRVE PARA SOPORTARLO EN LÍNEAS AÉREAS. SE CONSTRUYE EN CALIBRE 26 AWG DE 10 A 100 PARES, EN CALIBRE 24 DE 10 A 50 PARES Y EN CALIBRE 22 DE 10 A 50 PARES.

EL CÓDIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN, SE ILUSTRAN EN LA GRÁFICA (9).

LA INSTALACIÓN DE CABLES TELEFÓNICOS DEBE HACERSE CON GRAN CUIDADO, EVITANDO FRICCIONES Y TENSIONES EXCESIVAS QUE PUEDEN DETERIORAR EL FORRO O ROMPER HILOS, ESTA ES LA RAZÓN POR LA QUE LAS CANALIZACIONES SIEMPRE PARECEN EXAGERADAS EN SECCIÓN.

EN LA DISTRIBUCIÓN, SE USAN LOS CABLES MULTIPARES PARA LÍNEAS PRINCIPALES EN LAS QUE EL NÚMERO DE SERVICIOS A CONDUCIR LO JUSTIFICA, EN LA DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS A LOS APARATOS INDIVIDUALES, SE UTILIZA: UN CONDUCTOR TORZAL EN 2 Ó 3 HILOS CALIBRE 22 AWG DENOMINADO "JUMPER" PARA TUBERÍAS CONDUIT O BIEN UN CORDÓN PARALELO DE 2 Ó 3 HILOS CUANDO SE TRATA DE INSTALACIONES EXPUESTAS O MURALES.

EN LOS REGISTROS GENERALES A QUE YA HEMOS HECHO REFERENCIA, SE INSTALAN TABLILLAS TERMINALES DENOMINADAS PLINTOS QUE CUENTAN CON UNA PATA POSTERIOR PARA SOLDAR Y DOS TORNILLOS FRONTALES PARA PUNTEAR. EN ÉSTOS PLINTOS SE LLEVA A CABO LA DISTRIBUCIÓN POR ÁREAS Y PERMITEN HACER LAS PRUEBAS DE LÍNEAS.

CANALIZACIONES PARA OTRAS INSTALACIONES ESPECIALES.

EN EL CASO DE INSTALACIONES PARA SONIDO, T.V. ALARMAS, ETC., NO EXISTEN NORMAS DE CANALIZACIÓN DEFINIDAS, PERO LOS CRITERIOS A SEGUIR SON CONSISTENTES CON LOS YA EXPUESTOS.

11

- 1) DEBE ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DEL CABLE O CONDUCTOR ALOJADO.
- 2) DEBE PERMITIR LA FÁCIL INTRODUCCIÓN O EXTRACCIÓN SIN QUE SUFRA DAÑOS.
- 3) DEBE SER ESTANCO A LA HUMEDAD, POLVO, ROEDORES, ETC.
- 4) LA INSTALACIÓN DEBE RESOLVERSE TOMANDO EN CUENTA LOS RIESGOS A QUE ESTA EXPUESTA LA CANALIZACIÓN, COMO SON CARGAS MECÁNICAS, GOLPES, INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA, ETC.
- 5) CUANDO SE TIENE DUDA RAZONABLE DE LA COMPATIBILIDAD DE INSTALACIONES, O POR OTRA CAUSA, LA CONSULTA AL ESPECIALISTA ES INDISPENSABLE.
- 6) DEBEN EVITARSE LAS TRAYECTORIAS TORTUOSAS Y POCO CLARAS Y LOS REGISTROS DEBEN SER SÓLIDOS, AMPLIOS Y ACCESIBLES YA QUE TODAS LAS INSTALACIONES ESPECIALES REQUIEREN ALGÚN TIPO DE ACCESORIOS EN LOS REGISTROS ADEMÁS DE LAS TABLILLAS DE TERMINALES, COMO SON: DERIVADORES, AMPLIFICADORES, TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIA, RELEVADORES AUXILIARES ETC.
- 7) EL DIMENSIONAMIENTO DEBE HACERSE CON EL CONOCIMIENTO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CABLES QUE SE EMPLEAN.

AUDICION AL AIRE LIBRE

LA POTENCIA ACÚSTICA DE LA VOZ HUMANA ES MUY PEQUEÑA EN UNA CONVERSIÓN NORMAL, LA VOZ MASCULINA TIENE UNA POTENCIA MEDIA DE 34 W Y LA FEMENINA DE 19 W. SI TODOS LOS HABITANTES DEL DISTRITO FEDERAL (10 MILLEONES) HABLARÁN AL MISMO TIEMPO, PRODUCIRÍAN SOLO UNA POTENCIA ACÚSTICA DE UNOS 250 W. LO QUE EXPLICA QUE LA INTELEGIBILIDAD AL AIRE LIBRE SEA YA DEFECTUOSA A UNOS CUANTOS METROS DE DISTANCIA. EL SONIDO PROPORCIONADO POR EL SISTEMA DE SONIDO, DEBE ESTAR DIRIGIDO ADECUADAMENTE POR DOS RAZONES PRINCIPALES:

- A) EL MICRÓFONO O LOS MICRÓFONOS NO DEBEN CAPTAR EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, PUES DE LO CONTRARIO SE PROVOCA UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA. PUEDE RESONAR TAMBIÉN A CIERTAS FRECUENCIAS O INCLUSO PUEDE OSCILAR TODO EL SISTEMA A UNA FRECUENCIA DETERMINADA EMITIENDO ENTONCES UN SILBIDO CONTINUO.
- B) EL SISTEMA DE SONIDO NO DEBE CAUSAR MOLESTIAS EN LAS ZONAS VECINAS. ESTO IMPONE TAMBIÉN UN LÍMITE A LA POTENCIA DE SALIDA.

AUDICIONES EN LOCALES GRANDES

EN UNA SALA DE GRANDES DIMENSIONES LA DEBILIDAD DE LA VOZ HUMANA ES CAUSA DE LA MALA INTELEGIBILIDAD MAS ALLÁ DE CIERTAS DISTANCIAS, LO MISMO QUE CUANDO SE HABLA AL AIRE LIBRE, DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LAS FRECUENCIAS ALTAS, QUE SON LAS QUE MAS CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD, SUFREN UNA ABSORCIÓN CONSIDERABLEMENTE MAYOR QUE LAS NOTAS GRAVES QUE CONTRIBUYEN A LA POTENCIA SONORA, PERO NO A LA INTELEGIBILIDAD. CONSECUENTEMENTE A CIERTA DISTANCIA DEL ORADOR, EXISTE UN DESEQUILIBRIO CRECIENTE ENTRE LA PARTE ALTA Y BAJA DEL ESPECTRO SONORO, CON NOTABLE PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. LAS NOTAS GRAVES DARÁN LA SENSACIÓN DE QUE LA VOZ LLEGA CON INTEN-

SIDAD SUFICIENTE, PERO LA DEBILIDAD DE LAS NOTAS AGUDAS, HARÁN QUE LA VOZ SEA ININTELEGIBLE, DE AQUÍ, QUE LA FUNCIÓN DEL SISTEMA DE SONIDO NO ES SIMPLEMENTE AMPLIFICAR EL SONIDO, SINO TAMBIÉN, CONSERVAR LA RELACIÓN CORRECTA DEL ESPECTRO SONORO, EN LA ZONA OCUPADA POR EL AUDITORIO. EL SISTEMA DE ALTAVOCES DEBE TENER, POR LO TANTO, CARACTERÍSTICAS DIRECCIONALES ADECUADAS PARA HACER LLEGAR EL SONIDO A LOS LUGARES QUE LO NECESITAN Y TAMBIÉN, COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE, PARA EVITAR QUE EL SONIDO LLEGUE A LOS MICRÓFONOS.

AUDICION EN LOCALES REVERBERANTES.

SE DICE QUE UN LOCAL REÚNE BUENAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANDO LOS ASISTENTES A UNA CONFERENCIA, A UN CONCIERTO, O A UNA SESIÓN DE CINE SONORO, RECIBEN CON PERFECTA NITIDEZ LA PALABRA Y LA MÚSICA, O SI SE TRATA DE UNA MASA CORAL COMO MÚSICA DE ORGANO, CUANDO EL AUDITORIO SE SIENTE IMPRESIONADO POR LA PLÉNITUD DEL SONIDO Y POR LA MAJESTUOSIDAD DE SU CONJUNTO.

EL ÉCO Y LA RESONANCIA SE ORIGINAN DEL MISMO NODO, LAS ONDAS PROCEDENTES DE UN FOCO O MANANTIAL SONORO SE PROPAGAN EN LÍNEA RECTA EN TODAS DIRECCIONES, CON FRENTE ESFÉRICO Y EN EL MOMENTO EN QUE ALCANZAN A UNA PERSONA PRODUCEN EN SU OÍDO CIERTA SENSACIÓN. SI SE TRATA DE LOCALES CERRADOS, LAS ONDAS SONORAS ILEGAN NO SÓLO A LAS PERSONAS SINO TAMBIÉN A LAS PAREDES, TECHO Y PISO, LOS QUE LAS REFLEJAN Y LAS HACEN ILEGAR DE NUEVO AL AUDITORIO.

CUANDO ENTRE LA LLEGADA DE LA ONDA DIRECTA Y DE LA PRIMERA ONDA REFLEJADA, EXISTE UN INTERVÁLO DE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO O MÁS (50 MILISEGUNDOS), SE PERCIBEN DOS SENSACIONES SUCESIVAS COMO SI SE TRATARA DE DOS SONIDOS, ESTE FENÓMENO RECIBE EL NOMBRE DE ÉCO. EN CAMBIO, DEBIDO A LA ESTRUCTURA DEL OÍDO HUMANO, CUANDO ENTRE DOS ONDAS SUCESIVAS NO TRASCURRE NI UN VEINTEAVO DE SEGUNDO, SE OYE COMO UN SÓLO SONIDO PROLONGADO, POR ESTA RAZÓN, SE DICE QUE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO ES EL PODER DE SEPARACIÓN DEL OÍDO HUMANO.

EL CONJUNTO DE TODAS LAS SENSACIONES PERCIBIDAS POR EL OÍDO EN UN LOCAL CERRADO PROCEDENTES DE UNA ONDA DIRECTA Y ENTRE LAS CUALES NO HAYA UN INTERVALO MAYOR DE 50 MILISEGUNDOS, CONSTITUYE LA REVERBERACIÓN. ESTA SE MIDE POR SU DURACIÓN QUE ES EL "TIEMPO DE REVERBERACIÓN".

LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE ES DE APROX. 340 M. POR SEG., 50 MILISEGUNDOS CORRESPONDEN A 17 M APROXIMADAMENTE. PARA EVITAR LA FORMACIÓN DEL ECO, LAS DIMENSIONES DE LA SALA Y POR TANTO DEL CAMINO A RECORRER POR LAS ONDAS SONORAS HAN DE SER TALES QUE NO DEBE HABER MAS DE 17 M ENTRE FRENTE DE LA ONDA DIRECTA Y LA PRIMERA ONDA REFLEJADA. SI BIEN, LA REVERBERACIÓN ES DESEABLE PARA LA AUDICIÓN DE LA MÚSICA, RESULTA PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA, YA QUE EL SONIDO INDIRECTO O SONIDO REVERBERANTE TIENE UN NIVEL DE INTENSIDAD, PRÁCTICAMENTE IGUAL A TODOS LOS PUNTOS DE LA SALA. EN LA FIGURA A Y B SE REPRESENTA EL SONIDO REVERBERANTE POR LA RECTA HORIZONTAL. EL SONIDO INDIRECTO ES ININTELEGIBLE, EL SONIDO DIRECTO DE LA VOZ DEL ORADOR SE DEBILITA RÁPIDAMENTE CON LA DISTANCIA (LA CURVA PD) Y MÁS ALLÁ DE UNA CIERTA DISTANCIA ES YA INFERIOR AL INDIRECTO, EN LAS PRIMERAS FILAS DE LA SALA PUEDA ENTENDERSE PERFECTAMENTE LO QUE DICE EL ORADOR, NO ASÍ EN LAS FILAS DE MÁS ATRÁS. LOS ALTAVOCES DEL SISTEMA DE SONIDO DEBEN TENER UNA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL, DE MANERA QUE EL SONIDO VAYA HACIA LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA Y LO MENOS POSIBLE HACIA LAS SUPERFICIES REFLEJANTES (TECHO Y PAREDES). EL SONIDO DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO ES ABSORBIDO CASI TOTALMENTE POR EL PÚBLICO, LAS BUTACAS, ALFOMBRAS, ETC. DE ESTE MODO SE CONSIGUE QUE EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES REFUERZEN EL NIVEL ÚTIL EN LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA, SIN ELEVAR APRECIABLEMENTE EL NIVEL DE REVERBERACIÓN.

AUDICION EN UN AMBIENTE RUIDOSO.

LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA PUEDE SER AFECTADA EN GRAN MEDIDA POR EL NIVEL DE RUIDO, ESPECIALMENTE POR LAS COMPONENTES ESPECTRALES DEL RUIDO QUE CUBREN LA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA Y -

PARTICULARMENTE EN LAS NOTAS ALTAS QUE SON LAS QUE CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD. EL SISTEMA DE SONIDO DEBE POR TANTO, REFORZAR ESTA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA DE MODO QUE SUPEREN EL RUIDO AMBIENTE Y RESTAUREN LA INTELEGIBILIDAD.

SEGÚN LAS CONSIDERACIONES QUE PRECEDEN PODEMOS RESUMIR LOS REQUISITOS DE UN SISTEMA DE SONIDO COMO SIGUE:

- A) EL MICRÓFONO DEBE CAPTAR EL MÍNIMO POSIBLE DE SONIDO PROVENIENTE DE LOS ALTAVOCES Y DE SONIDO INTERFERENTE, REVERBERACIÓN Y RUIDO.
- B) LOS ALTAVOCES DEBEN DIRIGIR EL SONIDO HACIA LOS LUGARES DONDE SE NECESITA, Y EXCLUIRLO EN OTROS LUGARES, TALES COMO DONDE SE ENCUENTRA EL MICRÓFONO Y LAS SUPERFICIES DURAS, ALTAMENTE REFLEJANTES DEL SONIDO.
- C) LAS CARACTERÍSTICAS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA DEBE ESTAR ADAPTADA A LAS CIRCUNSTANCIAS PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS. LA MAYORÍA DE LAS VECES SE REQUIERE LA ATENUACIÓN DE LAS NOTAS GRAVES QUE FAVORECEN LA REVERBERACIÓN. UNA RESPUESTA DE FRECUENCIA PLANA NO ES POR TANTO UNA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE SONIDO.

EL ORADOR Y EL AUDITORIO.

EN EL CIRCUITO ORADOR-AUDITORIO, INTERVIENEN CUATRO ELEMENTOS PRINCIPALES:

- ORADOR
- EL MICRÓFONO
- EL AMPLIFICADOR
- LOS ALTAVOCES

LAS CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ORADOR. TOCANTES A LA INTELEGIBILIDAD SON: UNA BUENA ARTICULACIÓN, UN NIVEL MEDIO DE INTENSIDAD DE VOZ LO MAS CONSTANTE POSIBLE Y UN RITMO APROPIADO. EL SISTEMA DE SONIDO PUEDE ELEVAR EL NIVEL DE INTENSIDAD DE UN ORADOR CON Poca VOZ - Y MANTENERLO CONSTANTE DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, PERO NO PUEDE MEJORAR LA ARTICULACIÓN NI EL RITMO DEL ORADOR, HAY QUE SUBRAYAR, - QUE EL SISTEMA DE SONIDO AYUDA AL ORADOR A HACERSE ENTENDER BAJO CIRCUNSTANCIAS DESFAVORABLES AJENAS A SU CONTROL, PERO NO ES PANACEA PARA LOS MALOS ORADORES, POR OTRA PARTE, HABLAR ANTE EL MICRÓFONO EXIGE UNA CIERTA DISCIPLINA DEL ORADOR, ESTE DEBE TENER EN CUENTA QUE LAS VARIACIONES DE LA DISTANCIA ENTRE ÉL Y EL MICRÓFONO A CAUSA DE SUS MOVIMIENTOS, PRODUCIRÁN VARIACIONES MUY MARCADAS EN EL NIVEL DE SALIDA. OTRO PUNTO IMPORTANTE ES QUE EL SISTEMA ESTÁ DISEÑADO E INSTALADO DE MODO QUE SÓLO LLEGUE AL MICRÓFONO LA VOZ DEL ORADOR Y NO EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, EL ORADOR APENAS DEBERÁ OIRLOS PERO ESO NO DEBE DE INDUCIRLE A HABLAR DEMASIADO ALTO, - CAUSÁNDOSE SIN NECESIDAD, E INCOMODANDO INCLUSO A LOS OYENTES. SI SE TRATA DE UN LOCUTOR QUE HABLA DENTRO DE UNA CABINA CERRADA, ÉSTA CABINA NO DEBE TENER UN AMORTIGUAMIENTO ACÚSTICO EXCESIVO, ES DECIR PAREDES DEMASIADO ABSORBENTES, EL LOCUTOR SE OIRÁ ASÍ MISMO DEBILMENTE Y DE MODO NATURAL TENDRÍA A HABLAR DEMASIADO FUERTE.

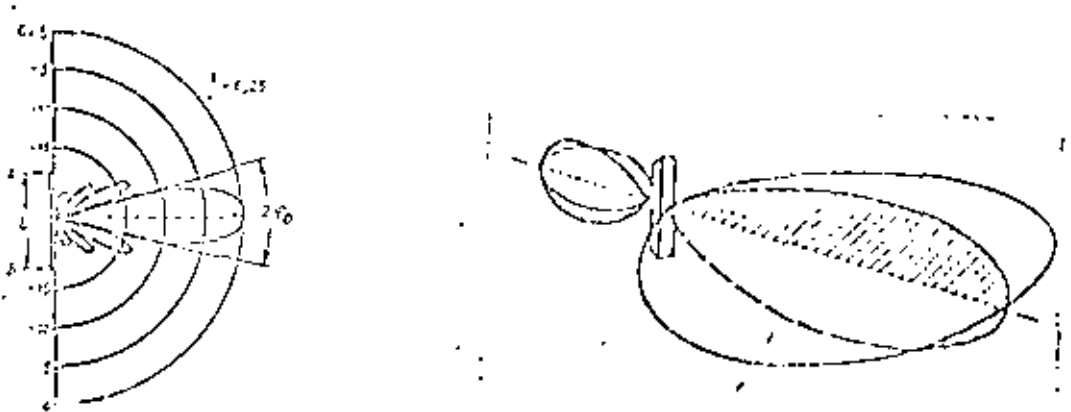
POR OTRA PARTE, UNA CABINA DEMASIADO REVERBERANTE ES MUY PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD, PUES ESTA REVERBERACIÓN ES AMPLIFICADA EN UNIÓN CON LA SEÑAL Y ES DIRIGIDA POR LOS ALTAVOCES HACIA - LOS LUGARES DONDE ES MENOS DESEABLE, OTRO TANTO PUEDE DECIRSE DE LOS RUIDOS, LA CABINA DEBE ESTAR AISLADA CONTRA LOS RUIDOS DEL EXTERIOR.

EL MICRÓFONO

TODA VARIACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LOCUTOR Y EL MICRÓFONO HACE VARIAR LA POTENCIA DE SALIDA DEL SISTEMA COMO LO INDICAMOS ANTERIOR

MENTE, LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO PEQUEÑA SON MENOS IMPORTANTES, PUEDEN SER NEUTRALIZADOS POR UN LIMITADOR DE VOLUMEN EN EL AMPLIFICADOR, MÁS DIFÍCIL ES CONTRARESTAR LOS EFECTOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO GRANDE, ES POR ESO QUE EN LOS TEATROS CON UN ESCENARIO MUY GRANDE EN EL QUE LOS ACTORES HAN DE HABLAR A VECES MUY LEJOS DEL MICRÓFONO, PLANTEAN UNO DE LOS PROBLEMAS ELECTROACÚSTICOS MÁS DIFÍCILES, PORQUÉ ADEMÁS DE LA VOZ DEL LOCUTOR, EL MICRÓFONO CAPTA EL SONIDO REVERBERANTE (LO QUE IMPLICA SIEMPRE UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA) Y EL RUIDO AMBIENTE. LA RELACIÓN ENTRE EL SÓNIDO ÚTIL Y EL SONIDO REVERBERANTE DISMINUYE A MEDIDA QUE EL LOCUTOR SE ALEJA DEL MICRÓFONO, ADEMÁS, EL SONIDO PERJUDICIAL CAPTADO POR EL MICRÓFONO, ES AMPLIFICADO POR EL SISTEMA Y DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO, CON LO QUE AUMENTA EL EFECTO INTERFERENTE. TODO ESTO OBLIGA A USAR MICRÓFONOS DIRECCIONALES, LOS MÁS EFICACES SON LOS DE CARACTERÍSTICAS HIPERCARDIODE, SU SENSIBILIDAD EN LA DIRECCIÓN PRIVILEGIADA ES DE 6 DB MAYOR QUE LA SENSIBILIDAD MEDIA PARA EL SONIDO DIFUSO Y SU SENSIBILIDAD MEDIA ES DE 12 DB MAYOR EN EL SEMIESPACIO ANTERIOR (FRENTE) QUE EN EL POSTERIOR (AUDITORIO) SI SE DESEA UN EFECTO DIRECCIONAL MÁS PRONUNCIADO, HA DE EMPLEARSE UNA COLUMNA DE MICRÓFONO, ES DECIR, UN GRUPO DE MICRÓFONOS IGUALES ALINEADOS VERTICALMENTE. EN LA FIG. C SE REPRESENTA LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL TÍPICA DE UNA COLUMNA DE MICRÓFONOS EN EL PLANO DE SIMETRÍA LONGITUDINAL, ESTE DIAGRAMA ES TAMBIÉN VÁLIDO PARA UNA COLUMNA DE ALTAVOCES. COMO SE VE EXISTE UN LÓBULO PRINCIPAL EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LA COLUMNA, EL SEMI-ÁNGULO DE ABERTURA θ_1 DE ESTE LÓBULO ES TANTO MENOR CUANTO MÁS LARGA ES LA COLUMNA, Y CUANTO MENOR ES LA LONGITUD DE ONDA. EL DIAGRAMA DE LA FIGURA CORRESPONDE A UNA LONGITUD DE ONDA IGUAL A 0,25 DE LONGITUD DE LA COLUMNA, LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL EN EL PLANO PERPENDICULAR A LA COLUMNA ES LA QUE CORRESPONDE A UN SÓLO MICRÓFONO, ASÍ PUES UNA FORMA DE AUMENTAR LA INMUNIDAD DEL SISTEMA DE SONIDO AL RUIDO Y A LA REVERBERACIÓN, ES EMPLEAR EN VEZ DE UN MICRÓFONO AISLADO UNA COLUMNA VERTICAL CUYO PLANO MEDIO SE HAYA A LA ALTURA DE LAS CABEZAS DE LOS ACTORES.

CUANDO SE HA DE HABLAR EN UN LOCAL MUY RUIDOSO, POR EJEMPLO UNA SALA DE MÁQUINAS, PUEDE RECURRIRSE A OTRO ARTIFICIO. LOS MICRÓFONOS HIPERCARDIOIDES Y LOS DE TIPO DENOMINADO DE GRADIENTE DE PRESIÓN, TIENEN LA PROPIEDAD DE QUE SU SENSIBILIDAD PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS AUMENTA AL DISMINUIR LA DISTANCIA ENTRE EL MICRÓFONO Y LA FUENTE DE SONIDO. SI EL LOCUTOR HABLA MUY CERCA DEL MICRÓFONO Y MEDIANTE UN FILTRO ELÉCTRICO O ACÚSTICO, SE ASEGURA LA RESPUESTA PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS Y EL RESULTADO SERÁ UNA CURVA PLANA, PERO PARA EL RUIDO QUE PROCEDE DE DISTANCIAS MAYORES, LA CURVA CAERÁ BRUSCAMENTE EN LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE SON PRECISAMENTE LAS PREDOMINANTES EN EL RUIDO. LOS MICRÓFONOS BASADOS EN ESTE PRINCIPIO, SE LLAMAN SUPRESORES DE RUIDO Y PERMITEN OBTENER BUENA INTELIGIBILIDAD E INCLUSO CON UN NIVEL DE RUIDO DE 115 DB.



Patrones de radiación de una columna y de un micrófono.

CURVA DE RESPUESTA

SE HA DICHO YA EN LA PRIMERA PARTE DE ESTAS NOTAS QUE LA CURVA DE RESPUESTA MÁS ADECUADA PARA UN SISTEMA DE SONIDO NO ES PRECISAMENTE LA PLANA, POR DIVERSAS RAZONES SE REQUIERE SIEMPRE UNA MAYOR O MENOR ATENUACIÓN DE LAS FRECUENCIAS BAJAS. UNA PRIMERA RAZÓN PARA HACERLO ASÍ, ES QUE LA INTELIGIBILIDAD DEPENDE PRINCIPALMENTE DE CIERTOS GRUPOS DE FRECUENCIAS ALTAS.

DE UNA MANERA CUANTITATIVA APROXIMADA PODEMOS DECIR QUE LA PARTE DEL ESPECTRO POR DEBAJO DE LOS 600 HZ PROPORCIONA SOLAMENTE UN 25% DE LA INTELEGIBILIDAD, AUNQUE CONTRIBUYE CON UN 70% A LA POTENCIA SONORA TOTAL.

QUE LA PARTE COMPRENDIDA ENTRE 600 Y 7000 HZ PROPORCIONA EL 75% DE LA INTELEGIBILIDAD AUNQUE SÓLO APORTA UN 30% DE LA POTENCIA. UNA SEGUNDA RAZÓN QUE YA HEMOS CITADO, ES QUE LAS FRECUENCIAS BAJAS SON MENOS ABSORVIDAS POR EL AIRE QUE LAS ALTAS, COMO RESULTADO, A MEDIDA QUE AUMENTA LA DISTANCIA ENTRE LOS OYENTES Y LOS ALTAVOCES, LAS FRECUENCIAS BAJAS VAN PREDOMINANDO SOBRE LAS ALTAS CON PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. UNA TERCERA RAZÓN ES QUE LA REVERBERACIÓN ESTÁ INTEGRADA PRINCIPALMENTE POR FRECUENCIAS BAJAS, ESTO SE DEBE EN PARTE A LO QUE ACABAMOS DE DECIR SU MENOR ABSORCIÓN EN EL AIRE, PERO SOBRE TODO A QUE LAS PROPIEDADES DIRECCIONALES DE LOS ALTAVOCES, COLUMNAS, BOCINAS, ETC., SON MUCHO MENOS PRONUNCIADAS PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE PARA LAS ALTAS, POR CONSIGUIENTE LAS FRECUENCIAS ALTAS SON DIRIGIDAS CORRECTAMENTE HACIA EL AUDITORIO, PERO LAS BAJAS SON IRRADIADAS PRACTICAMENTE EN TODAS DIRECCIONES DANDO ASÍ LUGAR A LA REVERBERACIÓN.

ALTAVOCES.

UN REQUISITO INDISPENSABLE PARA QUE EL SISTEMA DE SONIDO DE BUENOS RESULTADOS, ES QUE EL PÚBLICO NO PUEDA LOCALIZAR ACÚSTICAMENTE LOS ALTAVOCES, ES DECIR, QUE EN CUALQUIER LUGAR DEL AUDITORIO SE TENGA LA SENSACIÓN DE QUE EL SONIDO PROCEDE DEL ESCENARIO, Y NO DEL TÍCHO U OTRO LUGAR DONDE SE HALLA UN ALTAVOZ CERCAÑO. SI LOS ALTAVOCES PUEDEN COLOCARSE CERCA DEL ORADOR LA DIFERENCIA DE DIRECCIÓN SERÁ IMPERCEPTIBLE PARA EL PÚBLICO O DICHO DE OTRO MODO PREDOMINARÁ LA IMPRESIÓN VISUAL QUE TIENDE A LOCALIZAR EL SONIDO EN EL ORADOR, PERO EL PELIGRO DE LA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA IMPIDE COLOCAR EL ALTAVOZ DEMASIADO CERCA DEL MICRÓFONO A MENOS QUE SEA DE ESCASA POTENCIA. CUANDO UN ALTAVOZ ESTÁ SITUADO A DISTANCIA CONSIDERABLE DEL ORADOR ES NECESARIO, HACER IMPERCEPTIBLE SU PRESENCIA POR OTROS MEDIOS.

SE HA COMPROBADO QUE EL OÍDO ESTABLECE LA POSICIÓN DE UNA FUENTE SONORA POR EL PRIMER ESTIMULO QUE RECIBE, DICHO DE OTRO MODO, SI DESPUÉS DE UN PRIMER SONIDO EL OÍDO RECIBE OTROS SONIDOS IGUALES PROCEDENTES DE OTRAS DIRECCIONES, CONFUNDIRÁ ESTÁ SEGUNDA DIRECCIÓN CON LA PRIMERA, INCLUSO, CUANDO EL SONIDO ES POTENTE (AFECTO JAS), SIN EMBARGO ESTE FENÓMENO OCURRE SOLAMENTE ENTRE CIERTOS LÍMITES. SI EL SEGUNDO SONIDO SUPERA AL PRIMERO EN MÁS DE DIEZ FONOS EL OÍDO LO PERCIBIRÁ DISTINTAMENTE.

EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE EL RETARDO Y LA INTENSIDAD PERMISIBLE, LA SITUACIÓN MAS FAVORABLE SE CONSIGUE CUANDO EL RETARDO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE LOS 10 Y 25 MILISEGUNDOS, ENTONCES ES PERMISIBLE UNA DIFERENCIA DE INTENSIDAD DE HASTA 10 FONOS A FAVOR DEL SEGUNDO SONIDO.

ESTE RETARDO PUEDE OBTENERSE DE UN MODO NATURAL, POR LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEL SONIDO DEL ALTAVOZ Y POR LA VOZ DEL LOCUTOR. PARA LOGRAR EL RETARDO DE 10 O MÁS MILISEGUNDOS LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEBE DE SER DE 3.5 M O MÁS. ESTE SISTEMA ES FÁCIL Y CÓMODO CUANDO SÓLO SE EMPLEA UN ALTAVOZ O UNA COLUMNA.

SISTEMAS DE SONIDOOBJETIVO DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.

UN SISTEMA DE SONIDO COMERCIAL, ES AQUÉL QUE SE APLICA A INSTITUCIONES COMO HOTELES, RESTAURANTES, BARES, HOSPITALES, EDIFICIOS DE OFICINAS, ETC., CUYOS OBJETIVOS PRIMORDIALES SON:

- I MÚSICA DE FONDO
- II LLAMADAS A PERSONAL (VOCEO)
- III AMBOS

DE LO ANTERIOR SE PUEDE CONCLUIR QUE EL SISTEMA NO REQUIERE FORZOSAMENTE ALTA FIDELIDAD, POR LO QUE ES MAS SUFICIENTE CONTAR CON UN EQUIPO CAPAZ DE REPRODUCIR AUDIO FRECUENCIAS DEL ORDEN DE 45 A 14000 HERTZ CON MENOS DE 1% DE DISTORSIÓN TOTAL, A UN NIVEL NORMAL DE OPERACIÓN.

UN EQUIPO COMERCIAL, DEBE SER SENCILLO DENTRO DE LO POSIBLE, PARA QUE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SEAN RELATIVAMENTE SIMPLES EN FUNCIÓN DEL PERSONAL DISPONIBLE, Y DEBE SER ROBUSTO YA QUE POR LO GENERAL OPERA ENTRE 8 Y 16 HORAS DIARIAS CONTINUAS Y EVENTUALMENTE RECIBE TRATOS INCONVENIENTES.

POR LO GENERAL, LOS SISTEMAS NO SON TAN SIMPLES COMO EN OCASIONES PARECEN Y DEBEN RESOLVERSE EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN POR ZONAS COMO SON.

NO TODAS LAS ÁREAS REQUIEREN EL MISMO HORARIO DE SERVICIOS, POR LO QUE DEBEN PREVERSE CANALES O INTERRUPTORES PARA MANEJARLOS INDEPENDIENTEMENTE.

ES POSIBLE QUE SE REQUIERAN PROGRAMAS MUSICALES O VOCEO DIFERENTES EN CADA ZONA, LO QUE OBLIGA A PREVEER AMPLIFICADORES SEPARADOS.

CUANDO EN CIERTA ÁREA SE REQUIEREN AMBOS SERVICIOS, ES IMPORTANTE DECIDIR SI EL VOCEO SE SUPERPONDRÁ A LA MÚSICA DE FONDO A UN NIVEL MAYOR, O SI AL EFECTUAR LLAMADAS, DEBERÁ CORTARSE LA MÚSICA DE FONDO PARA DAR MAYOR INTELIGIBILIDAD A LAS PALABRAS, EN ESTE ÚLTIMO CASO SE REQUERIRÁ UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE, ACTUADO MEDIANTE EL BOTÓN OPERADOR DEL MICRÓFONO DE VOCEO.

LA PRÁCTICA USUAL EN UN SISTEMA COMERCIAL CON MÁS DE 10 BOCINAS, (POR DECIR UNA CIFRA) ES DISTRIBUIR LA SALIDA DE AUDIO, MEDIANTE EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, (70 Ó 100 VOLTS.) SALIDA DE LA QUE ESTÁN DOTADOS LOS AMPLIFICADORES COMERCIALES. ESTO PERMITE - EVITAR COMPLICADAS CONEXIONES SERIE-PARALELO ENTRE LAS BOCINAS, - PARA IGUALAR IMPEDANCIAS ENTRE EL AMPLIFICADOR Y ESTAS.

EN EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, LA CONEXIÓN DE BOCINAS SE HACE EN PARALELO APLICANDO TRANSFORMADORES DE LÍNEA (PRIMARIO A - 70/100 V Y SECUNDARIO EN 4, 8 Ó 16 AHMS) Y ESTO SIMPLIFICA ENORMEMENTE LOS ALAMBRADOS.

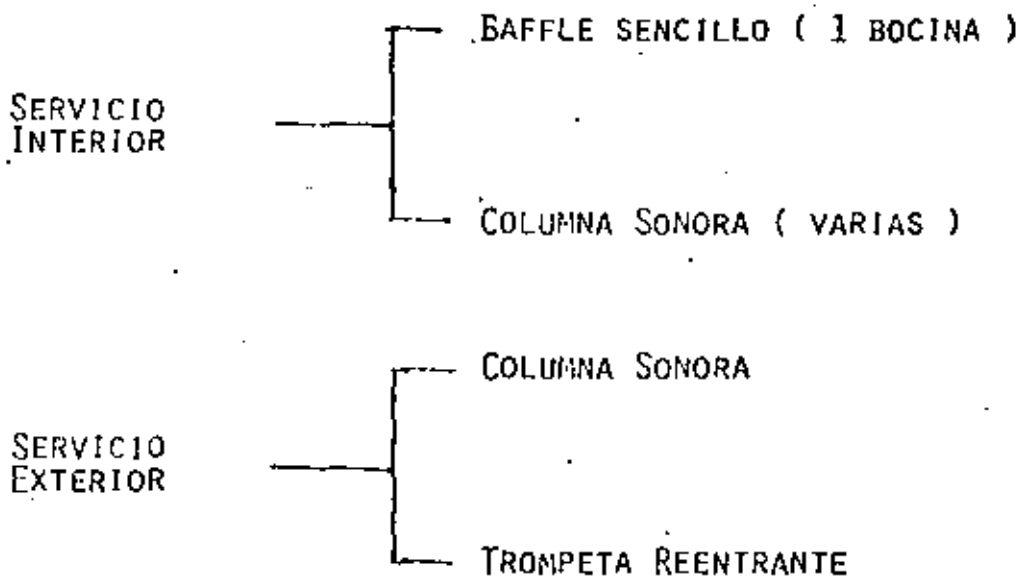
NO OBSTANTE SIEMPRE ES POSIBLE QUE UN TRANSFORMADOR O UN RAMAL DE LA LÍNEA PUEDA SUFRIR UN "CORTO CIRCUITO", ESTO CONDUCE A QUE GRAN PARTE DE LA ENERGÍA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR, SE PERDERÍA Y EL VOLUMEN DE TODAS LAS BOCINAS CONECTADAS A ÉSTE SE ANULARÍA. COMO ES DE COMPRENDERSE ES MUY DIFÍCIL DETERMINAR CUAL TRANSFORMADOR SE PUSO EN "CORTO CIRCUITO" O A QUÉ RAMAL OCURRIÓ ESTE, POR ELLO ES DEFINITIVAMENTE NECESARIO DIVIDIR EL SISTEMA DE CIRCUITOS RAZONADOS QUE TERMINADOS EN TABLILLAS DE CONEXIÓN O EN UN TABLERO DE INTERRUPTORES, PERMITAN DETECTAR FÁCILMENTE LA FALLA Y AISLARLA SIN AFECTAR TODO EL SISTEMA.

ADICIONALMENTE EN LOCALES CUYAS CONDICIONES ACÚSTICAS SON CRÍTICAS, COMO SON, IGLESIAS, AUDITORIOS, GIMNASIOS, ETC., ES NECESARIO CONTAR

CON CIRCUITOS DE BOCINAS, ARREGLADOS EN TAL FORMA, QUE SEAN SUSCEPTIBLES DE PONER EN OPERACIÓN SOLAMENTE AQUELLAS BOCINAS QUE SIRVEN A LAS ZONAS OCUPADAS POR EL PÚBLICO, A FIN DE ELIMINAR AL MÁXIMO - LOS PROBLEMAS DE REVERBERACIÓN.

SELECCION DE EQUIPO

CLASIFICACIÓN DE BOCINAS Y CAJAS ACÚSTICAS (ALTAVOCES), SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN Y SERVICIO:



SE INDICÓ QUE LA RESPUESTA IDEAL SERÍA ENTRE 45 Y 14000 HERTZ, ESTO DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA BOCINA COMO SON DIÁMETRO DEL CONO, DIÁMETRO DE LA BOBINA DE VOZ, RELACIÓN - ENTRE LOS ANTERIORES DIÁMETROS, DENSIDAD DEL FLUJO MAGNÉTICO DEL IMÁN PERMANENTE, ETC., EN REALIDAD DEPENDE DE APLICAR UNA BOCINA DE BUENA CALIDAD Y BUEN DISEÑO, LO QUE SE PODRÁ LOGRAR SI SE RECURRE A FABRICANTES DE PRESTIGIO Y SE REVISAN ESPECIFICACIONES MÍNIMAS.

DESDE LUEGO, ADICIONALMENTE A LA BOCINA EMPLEADA, ES DEFINITIVA LA INFLUENCIA DEL BAFFLE O CAJA ACÚSTICA, DESGRACIADAMENTE LOS BAFFLES MÁS EFICIENTES RESULTAN EXTREMADAMENTE VOLUMINOSOS Y NO SON APLICABLES.

CABLES EN LA GENERALIDAD DE LAS INSTALACIONES, ESTO OBLIGA A EMPLEAR BAFFLES DE DIMENSIONES LIMITADAS POR LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN, LO QUE TIENE COMO CONSECUENCIA UNA REDUCCIÓN IMPORTANTE EN LA EFICIENCIA DEL CONJUNTO, Y SIGNIFICA QUE SE DEBERÁN USAR BOCINAS CON UNA POTENCIA DE SALIDA DE APROXIMADAMENTE 5 VECES MAYOR QUE LA POTENCIA ACÚSTICA NECESARIA.

EN EL CASO PARTICULAR DE EMPLEAR TROMPETAS REENTRANTES, POR SU CONSTRUCCIÓN SE DEBE ACEPTAR UNA RESPUESTA DE FRECUENCIAS DEL ORDEN - DE 160-9000 HERTZ, QUE NO ES APROPIADA PARA REPRODUCCIONES MUSICALES PERO ADECUADA PARA VOCEO.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA, INDEPENDIEMENTE DEL ASPECTO ESTÉTICO, DEBE SER ROBUSTA Y CON SUS PARTES RÍGIDAMENTE UNIDAS, DE LO CONTRARIO SE TENDRÁN VIBRACIONES INDESEABLES Y MOLESTAS.

PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA SE DEBEN CONSIDERAR VARIOS ASPECTOS INTERDEPENDIENTES QUE SON:

ALTAVOZ: ESTA COMPUESTO POR LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, POR LA CAJA ACÚSTICA Y ACCESORIOS.

~~—————~~ NIVEL DE RUIDO AMBIENTE DEL LOCAL A SONORIZAR.

EN RELACIÓN CON LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, LA POTENCIA INDICADA POR EL FABRICANTE, ES LA POTENCIA NOMINAL, LO QUE SIGNIFICA POTENCIA NETA DE CONSUMO DE LA BOCINA, QUE SE DENOMINA "POTENCIA DE AUDIO". CUYA UNIDAD ES EL AUDIO-WATT.

COMO SE COMPRENDERÁ, NO TODA ESTA POTENCIA SE TRANSFORMARÁ EN "POTENCIA ACÚSTICA" QUE ES AQUELLA POTENCIA TRANSMITIDA AL AIRE A FRECUENCIAS AUDIBLES, YA QUE DEPENDERÁ DE LA EFICIENCIA DE LA BOCINA, QUE ES DEL ORDEN DE 5 A 15%.

ADICIONALMENTE SE DEBERÁ TOMAR EN CUENTA LA CAJA ACÚSTICA, QUE COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE TAMBIÉN ACARREA PÉRDIDAS.

A PARTIR DE LAS CONSIDERACIONES HECHAS, Y DEL NIVEL DEL RUIDO AMBIENTE, SE HAN PREPARADO LAS SIGUIENTES FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA OBTENER $P_T =$ "POTENCIA NOMINAL" EN WATTS DEL TOTAL DE BOCINAS NECESARIAS.

SERVICIO INTERIOR:

CON BAFFLES CONVENCIONALES O COLUMNAS SONORAS .

$$P_T = \frac{KV}{100}$$

EN QUE:

V = VOLUMEN DEL LOCAL EN M^3 .

K = CONSTANTE QUE VALE:

5 PARA RUIDO AMBIENTE BAJO

8 PARA RUIDO AMBIENTE MEDIO

12 PARA RUIDO AMBIENTE ALTO

POTENCIA POR BOCINA: $= \frac{P_T}{\text{NÚM. DE BOCINAS.}}$

CUANDO SE COLOCAN ALTOPARLANTES EN EL TECHO, EN EL CASO DE LOCALES DE NO MÁS DE 4 M. DE ALTURA, LA DISTANCIA ENTRE ALTOPARLANTES PARA LOGRAR LA MEJOR DISTRIBUCIÓN SE OBTIENE APROXIMADAMENTE COMO SIGUE:

$$D = 2.4 (H - 1.5)$$

EN QUE: D = SEPARACIÓN ENTRE BOCINAS EN M

H = ALTURA DEL LOCAL EN M.

SERVICIO EXTERIOR:

USANDO TROMPETAS REENTRANTES SE TIENE:

$P_{T60} = 0.4 D$ (TROMPETA CON RADIACIÓN A 60°)

$P_{T30} = 0.2 D$ (TROMPETA CON RADIACIÓN A 30°)

EN QUE:

D = DISTANCIA EN METROS AL OYENTE INTERMEDIO. (PROFUNDIDAD).

P = POTENCIA NOMINAL DE CADA TROMPETA EN WATTS.

EN CUANTO AL NÚM. DE TROMPETAS A UTILIZAR, SE OBTIENE

$$N_{60} = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{Y} \quad N_{30} = \frac{F}{0.54 D}$$

EN QUE:

F = FRENTE EN METROS QUE SE PRETENDE CUBRIR.

CUANDO SE USAN TROMPETAS, SE DEBE CONSIDERAR Y MUY ESPECIALMENTE CUANDO SE APLICAN CON RADIACIÓN A 30°, QUE DEBEN ESTAR A CIERTA DISTANCIA DEL OYENTE MÁS PRÓXIMO, PARA EVITAR QUE ESTE RECIBA DEMASIADA INTENSIDAD, ESTO SE RESUELVE ELEVANDO LA TROMPETA SOBRE NIVEL DEL AUDITORIO, E INCLINÁNDOLA ADECUADAMENTE, CON UNA TENDENCIA A OBTENER UNA DISTANCIA UNIFORME CON RESPECTO A TODO EL AUDITORIO. CASO MUY PARECIDO A LA FORMA EN QUE SE APLICA UN REFLECTOR DE ALUMBRADO.

LA TROMPETA REENTRANTE SE DEBE USAR CUANDO SE TRATA DE OBTENER GRAN PENETRACIÓN, O SEA LOGRAR ALCANCES PROFUNDOS.

TAMBIÉN ES APLICABLE PARA NIVELES DE ALTO RUIDO AMBIENTE.

EN EL CASO EN QUE SE APLICAN COLUMNAS SONORAS, TANTO EN INTERIORES COMO EXTERIORES,

SE TIENE QUE:

$$P_T = 0.8 D$$

$$N = \frac{F}{2D}$$

EL MONTAJE DE UNA COLUMNA, DEBE SER RELATIVAMENTE BAJO Y DIRIGIDO, YA QUE LA RADIACIÓN ES APROXIMADAMENTE DE 130° EN ÁNGULO HORIZONTAL Y 40° EN EL ÁNGULO VERTICAL.

ADICIONALMENTE, LA COLUMNA NO POSEE GRAN PENETRACIÓN, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA PARA CUBRIR DISTANCIAS MAYORES DE 30 M.

AL SELECCIONAR UNA COLUMNA, SE DEBEN VERIFICAR CIERTAS CONDICIONES COMO SON:

- LAS BOCINAS QUE LA CONSTITUYEN DEBEN QUEDAR LO MÁS PRÓXIMAS POSIBLES ENTRE SÍ.
- GABINETE RÍGIDO QUE NO VIBRE POR LA PRESIÓN ACÚSTICA.
- ACABADO ADECUADO PARA EL USO, ESPECIALMENTE PARA LA INTemperie, EN QUE DEBE SOPORTAR LLUVIAS, POLVO, ETC.

FASEADO DE BOCINAS:

PARA ACLARAR ESTE CONCEPTO, DEBEMOS CONSIDERAR, QUE EL SONIDO ES UNA VIBRACIÓN QUE SE TRASMITE AL MEDIO AMBIENTE Y QUE COMO TODA ONDA VIBRATORIA TIENE MÁXIMOS Y MÍNIMOS. SI EN UN MISMO INSTANTE UNA BOCINA EMITIERA UN IMPULSO POSITIVO, EN TANTO QUE OTRA DENTRO DEL MISMO LOCAL EMITIERA UN IMPULSO NEGATIVO. OBTIENIENDO SE ESTARÍAN CONTRARRESTANDO Y ESTO ES TOTALMENTE INDESEABLE, DE AQUI LA NECESIDAD DE CONECTAR TODAS LAS BOCINAS CON IDÉNTICA POLARIDAD. ESTA OPERACIÓN SE LLAMA "FASEADO DE BOCINAS", PARA OBTENER UN TRABAJO ADITIVO.

EN OTRAS OCASIONES ES POR EL CONTRARIO, NECESARIO QUE OPEREN EN OPOSICIÓN, COMO CUANDO SE INSTALAN FRENTE A FRENTE LOGRANDO ASÍ UN EFECTO ADITIVO.

CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORESCONTROLES DE VOLUMEN:

EN OCASIONES, ES NECESARIO CONTROLAR EL VOLUMEN DE SONIDO POR ÁREAS O LOCALES INDIVIDUALES, YA QUE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE ELLOS EN CUANTO A PERSONAL QUE LOS OCUPA, ACÚSTICA DEL LOCAL, ETC., PRESENTAN UN PANORAMA DEMASIADO HETEROGÉNEO PARA ADMITIR SÓLO UN CONTROL DE VOLUMEN CENTRAL. ESTO SE RESUELVE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CONTROLES DE VOLUMEN, QUE EN ESENCIA SON POTENCIÓMETROS QUE GOBIERNAN LA ENTRADA DE ENERGÍA A LA BOCINA.

LA FORMA DE APLICARLOS PUEDE SER VARIADA, Y EN OCASIONES SE TORNA COMPLEJA, POR LO QUE SOLAMENTE MENCIONARÉ APLICACIONES TÍPICAS.

EL CONTROL PUEDE INSTALARSE:

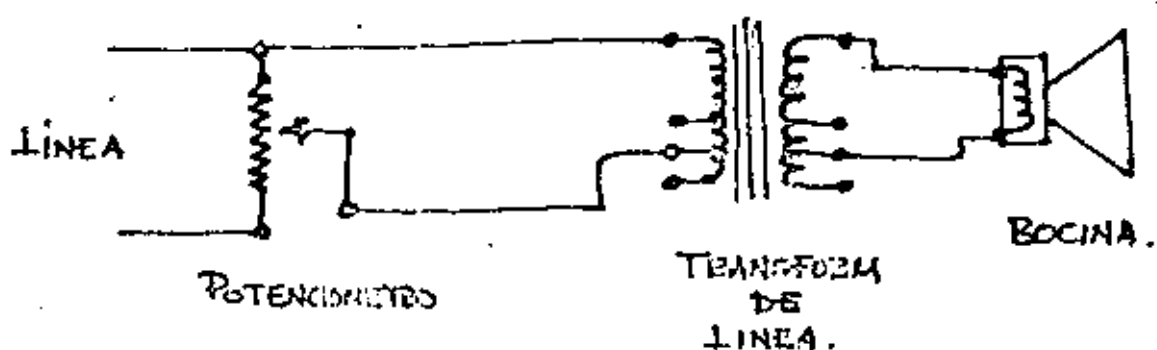
- A) EN LA CAJA ACÚSTICA MISMA CON OPERACIÓN INTERNA O EXTERNA EN FUNCIÓN DE SI EL AJUSTE QUE SE PRETENDE, ES EVENTUAL O CONTINUO.
- B) EN ALGÚN PUNTO DEL LOCAL PARA QUE EL USUARIO CONTROLE UNA O VARIAS BOCINAS A VOLUNTAD.
- C) VARIOS EN UN TABLERO DE CONTROL LOCALIZADO ESTRATÉGICAMENTE, PARA DESDE ESE PUNTO CONTROLAR VARIAS -- ÁREAS PÚBLICAS.

EL CONTROL DEBERÁ SER CAPAZ DE MANEJAR LA POTENCIA QUE DEMANDARÁN LAS BOCINAS CONTROLADAS. ESTA POTENCIA SE ESPECIFICA EN WATTS, PERO DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE SE REFIERE A WATTS CONTINUOS O SEA VALOR RMS QUE ES EL CASO DEL AUDIO.

NORMALMENTE ES ACEPTABLE APLICAR UN POTENCIÓMETRO, POR EJEMPLO DE 4 WATTS PARA EL MANEJO DE 4 BOCINAS DE 5 WATTS SIN PROBLEMAS.

DE SER DE PRIMERA CALIDAD, TIPO DE ALAMBRE, ROBUSTO Y CON UNA BUENA SOLUCIÓN MECÁNICA, YA QUE ES UN DISPOSITIVO DE USO CONTINUO Y DIARIO EN MUCHOS CASOS.

CONEXION TIPICA:



RESISTENCIA OHMICA:

EL VALOR DEBE SELECCIONARSE A PARTIR DEL NÚMERO DE CONTROLES EN PARALELO CONECTADOS A UN MISMO AMPLIFICADOR, YA QUE SIGNIFICARÁN CARGA.

ESTE CÁLCULO ES DE VITAL IMPORTANCIA, YA QUE DE QUEDAR CORTO EL VALOR, HARRÁ PÉRDIDAS ENORMES DE ENERGÍA EN DETRIMENTO DEL AMPLIFICADOR Y DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA Y DE QUEDAR EXCEDIDO EN EL VALOR, NO SE TENDRÁ CONTROL SOBRE LAS BOCINAS.

EN CONCRETO, LO IDEAL SERÁ IGUALAR AL MÁXIMO LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO CON LA DEL AMPLIFICADOR QUE LO ALIMENTA.

PARA LOGRARLO ES NECESARIO EFECTUAR UN CÁLCULO DE CIRCUITOS EN PARALELO A PARTIR DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR.

EN SISTEMAS A VOLTAJE CONSTANTE (70 VOLTS Ó 100 VOLTS) ES APLICABLE LA SIGUIENTE FÓRMULA EMPÍRICA:

$$R_P = \frac{N P Z}{4}$$

EN QUE:

R_P = RESISTENCIA DEL POTENCIÓMETRO EN OHMS.

N_P = NÚMERO DE POTENCIÓMETROS.

Z = IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR EN OHMS.
(VARÍA ENTRE 90 Y 120 OHMS).

INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO.

SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PUEDEN SER DE MUY VARIABLE COMPLEJIDAD EN FUNCIÓN DEL SERVICIO QUE SE PRETENDE DEBAN PRESTAR Y DE LA DIMENSIÓN DEL SISTEMA.

LAS APLICACIONES USUALES SON: VIGILANCIA, SUPERVISIÓN INDUSTRIAL, EDUCACIÓN, PUBLICIDAD, INFORMACIÓN ETC.

ESTOS SISTEMAS ESTAN CONSTITUIDOS BÁSICAMENTE DE CÁMARAS QUE GENERAN LAS SEÑALES DE VIDEO Y DE AUDIO QUE EN OCASIONES SE INCORPORAN, Y DE UNA UNIDAD RECEPTORA LIGADOS POR UN CABLE COAXIAL, DE NO MÁS DE 300 M. SI SE PRETENDIERA AUMENTAR LA DISTANCIA O BIEN INCREMENTAR LOS RECEPTORES O MONITORES, TENDRÍAN QUE USARSE AMPLIFICADORES PARA COMPENSAR LAS PÉRDIDAS EN LA SEÑAL.

PUEDEN TENERSE SISTEMAS COMPLEJOS CON VARIAS CÁMARAS Y RECEPTORES, CONMUTACIÓN, AUDIO Y VIDEO COMBINADOS ETC., SER BLANCO Y NEGRO O COLOR, Y DE MUY DIVERSAS CUALIDADES SEGÚN EL CASO.

TAMBIÉN ES COMÚN TENER ACCESORIOS ESPECIALES, COMO MONTAJE DE CONTROL REMOTO CON MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL, ROTARIO O DE TRANSLACIÓN.

TODO LO ANTERIOR REQUIERE DE CUIDADOSA PLANEACIÓN POR EL ESPECIALISTA Y DE ELLA HABRÁN DE DERIVARSE LAS PREPARACIONES QUE DEBEN DEJARSE EN EL EDIFICIO, CANALIZACIONES, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL, APOYOS, TIERRAS, PROTECCIONES, CABINAS DE CONTROL ETC.

SEÑALIZACIÓN E INFORMACIÓN

EN UNA GRAN CANTIDAD DE INSTALACIONES EN EDIFICIOS LAS INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN SON DE IMPORTANCIA, POR EJEMPLO:

TIENDAS DE DEPARTAMENTOS: REQUIEREN LLAMADAS AUDIO VISUALES PARA PERSONAL EJECUTIVO O ADMINISTRATIVO CUYA UBICACIÓN FÍSICA NO ES PERMANENTE DENTRO DEL EDIFICIO.

AEROPUERTOS: REQUIEREN EL MISMO SERVICIO CITADO, MÁS LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO COMO SON LOS TABLEROS DE VUELOS.

INSTALACIONES DEPORTIVAS: EMPLEAN LOS SISTEMAS CITADOS, MÁS OTROS PARA CONTROL DE EVENTOS, COMO ES EL CRONOMETRAJE.

COMO SE HA DICHO, EL OPORTUNO CONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES Y LA COORDINACIÓN CUIDADOSA CON LOS RESPONSABLES DE ESTAS ESPECIALIDADES, ES LA ÚNICA FORMA DE ASEGURAR INSTALACIONES O PREPARACIONES ADECUADAS QUE PERMITAN LA FÁCIL INSTALACIÓN DE CABLEADOS Y EQUIPOS Y SU CONSERVACIÓN.

NO ES POSIBLE ENTRAR EN EL DETALLE DE ESTAS INSTALACIONES, PERO BASTA CON DECIR QUE TODAS SE DESARROLLAN BAJO PRINCIPIOS MÁS O MENOS COMUNES Y QUE UTILIZAN AL IGUAL CANALIZACIONES QUE SE RIGEN CON NORMAS PARECIDAS A LAS YA CITADAS Y UTILIZAN CONDUCTORES CUYAS CARACTERÍSTICAS SE ENCUENTRAN EN LOS CARTÁLOGOS DE CABLES PARA TELECOMUNICACIONES, PARA ELECTRÓNICA Y PARA FUERZA, CON LO QUE ES POSIBLE DIMENSIONAR LAS CANALIZACIONES.

POR OTRA PARTE, LOS PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE ESTOS SISTEMAS DEBEN SER CONOCIDOS POR EL INSTALADOR A EFECTO DE QUE ESTÉ EN CAPACIDAD DE INTERPRETAR APROPIADAMENTE LOS PROYECTOS DEL ESPECIALISTA Y AUXILIARLO EN LA SOLUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA, ES DECIR EN DETERMINAR TRAYECTORIAS, LOCALIZACIÓN DE REGISTROS Y CONTROLES, TOMANDO EN CUENTA LOS POSIBLES PROBLEMAS DE INTERFERENCIA O INCOMPATIBILIDAD CON LOS OTROS SISTEMAS QUE INTEGRAN EL EDIFICIO O CONJUNTO.

ALARMAS (INSTALACIONES DE SEGURIDAD)

LA FUNCIÓN DE UNA ALARMA, SEA CONTRA ROBO O INCENDIO U OTRA, ES DAR AVISO DE UNA ANOMALÍA Y EVENTUALMENTE PONER EN SERVICIO DISPOSITIVOS O SISTEMAS QUE LA SUPRIMAN.

PARA LOGRARLO, EXISTEN UN SINÚMERO DE ELEMENTOS DETECTORES DE ESA ANOMALÍA O FALLA, LOS QUE DEBIDAMENTE SELECCIONADOS Y LOCALIZADOS E INTERCONECTADOS ENVÍAN SEÑALES A UNO O MÁS TABLEROS RECEPTORES, EN LOS QUE DICHA SEÑAL SE INTERPRETA Y ACTIVA SEÑALES AUDIBLES Y VISUALES PARA INFORMAR DEL HECHO AL PERSONAL A CARGO, Y TAMBIÉN - COMO SE DIJO; PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS RESTRICTORES. ESTOS SISTEMAS TAMBIÉN PUEDEN ACTUAR SOBRE CENTRALES EXTERNAS AL EDIFICIO.

LOS DISPOSITIVOS SE ENLAZAN A TRAVÉS DE CONDUCTORES CONVENCIONALES O ESPECIALES, DEBIDAMENTE PROTEGIDOS POR CANALIZACIONES QUE SIEMPRE SON INDEPENDIENTES DE OTROS SISTEMAS, Y LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEBE OTORGARLE GRAN CONFIABILIDAD, TANTA QUE INCLUSIVE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN SON ESPECIALMENTE SELECCIONADAS Y A VECES DUPLICADAS Y CON SISTEMAS DE APOYO EN EMERGENCIA.

LOS DISPOSITIVOS DETECTORES MÁS USUALES SON:

CONTRA ROBO:

- ELECTROMÉCANICOS CON INTERRUPTORES QUE SE INSTALAN EN PUERTAS,

VENTANAS, CERCAS, ETC.

- FOTOELÉCTRICOS QUE OPERAN AL INTERRUMPIRSE EN HAZ LUMINOSO, SIMPLE O COMPLEJO, EN LUZ VISIBLE O INFRARROJA, O BIEN POR ALTERACIÓN DE UN CAMPO LUMINOSO.
- ULTRASÓNICOS, QUE OPERAN BAJO EL PRINCIPIO DE QUE UNA ONDA SÓNICA PERMANENTE, SE ALTERA CUANDO UN OBJETO SE MUEVE DENTRO DE SU CAMPO. (30 KHZ).
- DE MICROONDAS QUE OPERAN BAJO UN PRINCIPIO SIMILAR, CON LA ÚNICA DIFERENCIA DE QUE NO SE APOYA EN LA PRESIÓN CAUSADA POR LA ONDA SÓNICA, SINO EN LA DEFORMACIÓN DE LA MICROONDA (10,000 MHZ) POR EFECTO DOPPLER.
- DE PROXIMIDAD QUE DETECTAN A UNA PERSONA U OBJETO POR LA VARIACIÓN DEL CAMPO CAPACITIVO.
- Y LAS ALARMAS MANUALES.

CONTRA INCENDIO:

- MANUALES: POR OPERADOR
- TÉRMICOS, QUE PERCIBEN LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.

S I M B O L O G I A

TUBERÍA DE 19 MM DE DIÁMETRO

TUBERÍA DE 13 MM DE DIÁMETRO

TUBERÍA DE 25 MM DE DIÁMETRO

TUBERÍA DE 38 MM DE DIÁMETRO

TUBERÍA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO. LA TUBERÍA SE DEBERÁ INDICAR SI ES POR PISO, LOSA O MURO Y DE QUE MATERIAL.

DUCTO DE P.V.C. AHOGADO EN CONCRETO.

REGISTRO DE TABIQUE DE (X) DIMENSIONES CON POZO DE ABSORCIÓN AL FONDO.

POZO DE VISITA DE CONCRETO ARMADO DE (X) DIMENSIONES.

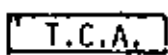
REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 28x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.

REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.

REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x56x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.

REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 70x56x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (100 PARES).

REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG 100x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM (400 PARES).



REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.16 USG 150x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA 1.5 CM (600 PARES).

REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 80x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (300 PARES).

SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO EN MURO PISO

SALIDA PARA TELÉFONO EXTENSIÓN DE CONMUTADOR EN PISO O MURO.

SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL PILOTO EN PISO O MURO.

SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL SUPEDITADO, EN PISO O MURO.

SALIDA PARA TELÉFONO DE EXTENSIÓN EN PISO O MURO.

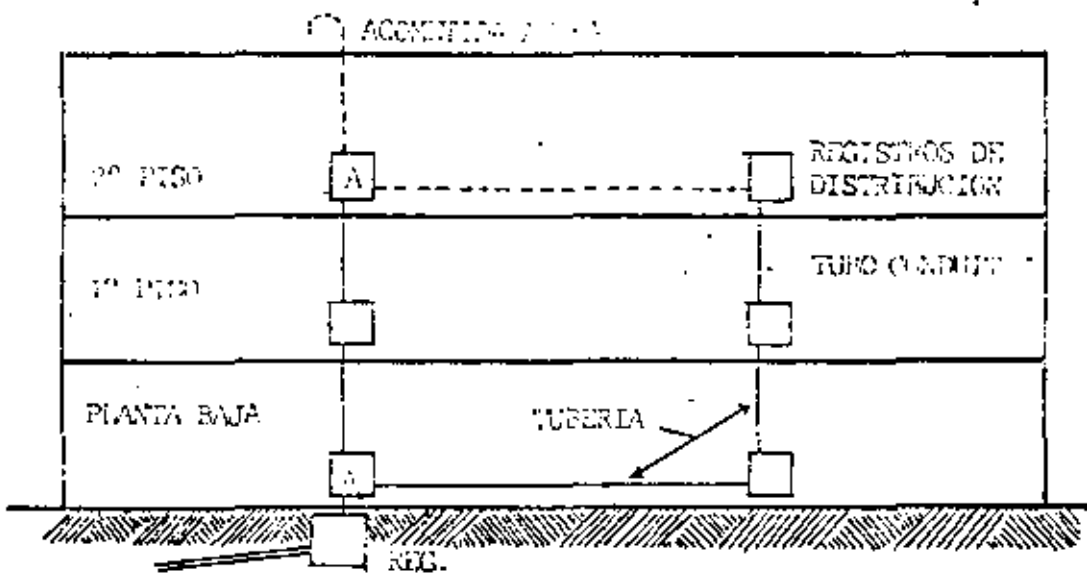
SALIDA PARA TELÉFONO PÚBLICO EN MURO.

CONMUTADOR AUTOMÁTICO TELEFÓNICO TIPO (X) Y (Y) EXTENSIONES.

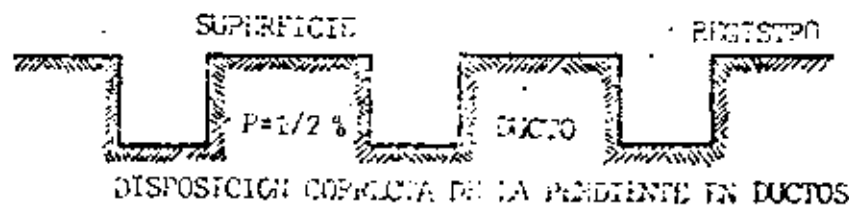
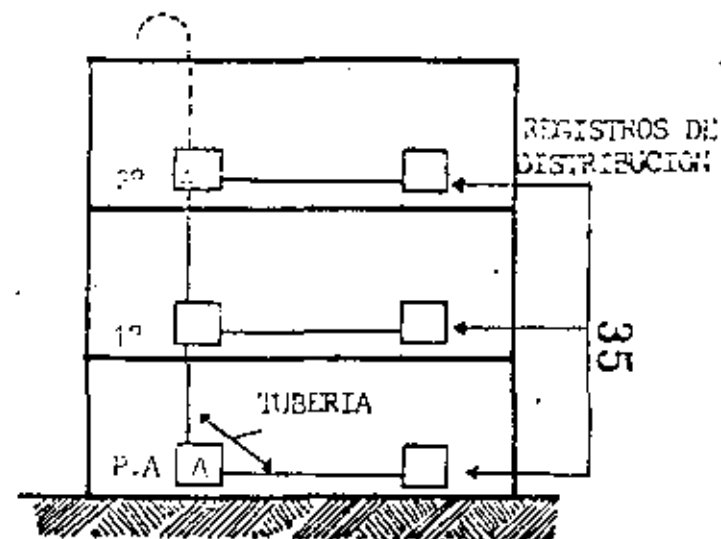
RECTIFICADOR DE CORRIENTE.

BANCO DE BATERIAS.

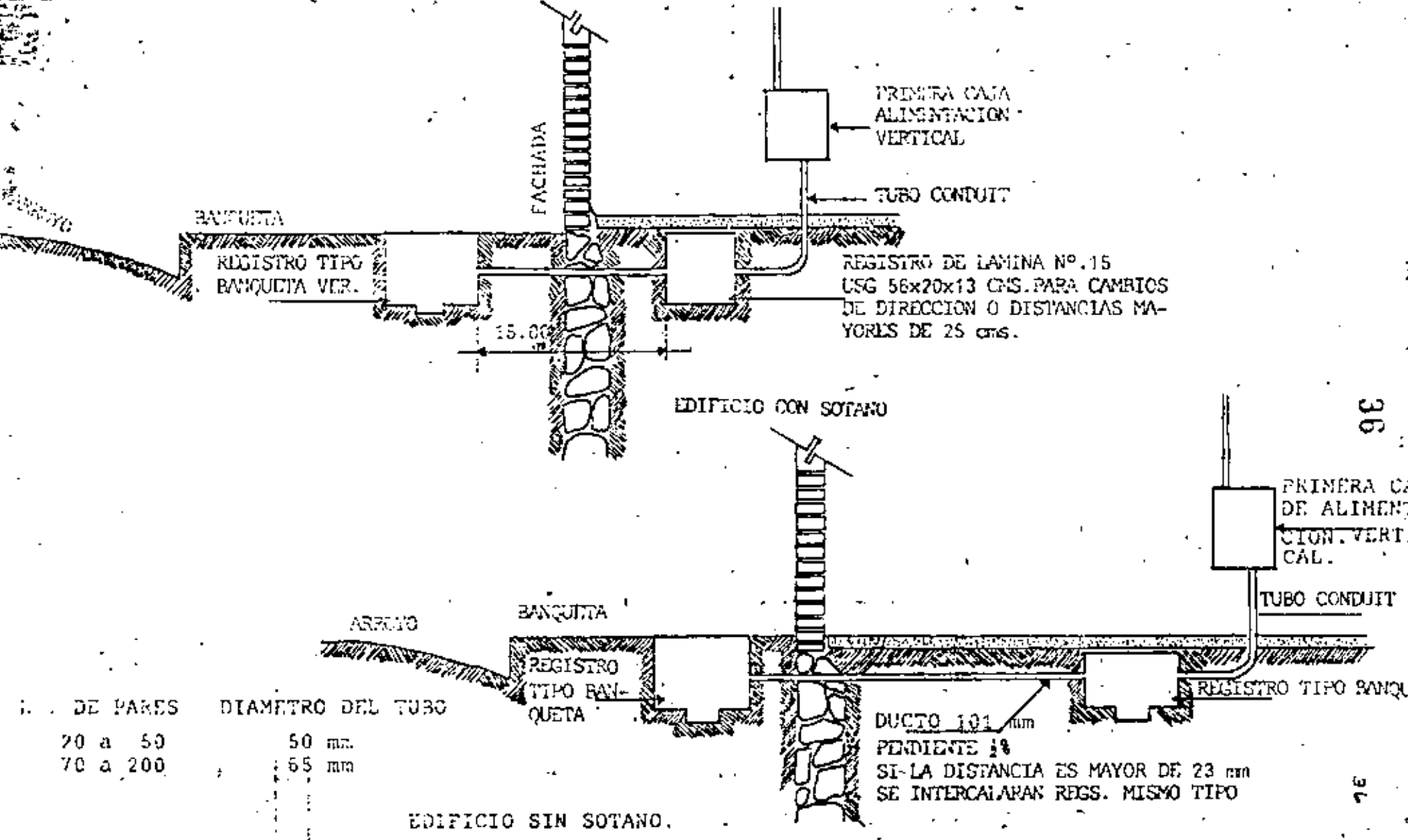
CANALIZACIONES VERTICALES	
No. DE PARES	DIAMETRO DE TUBO.
10 - 30	25 mm
40 - 50	32 "
70 - 80	30 "
100 - 150	50 "
200 - 300	70 "



DUCTO PARA ENLACE DE ACONTECIDA SUBTERRANEA.



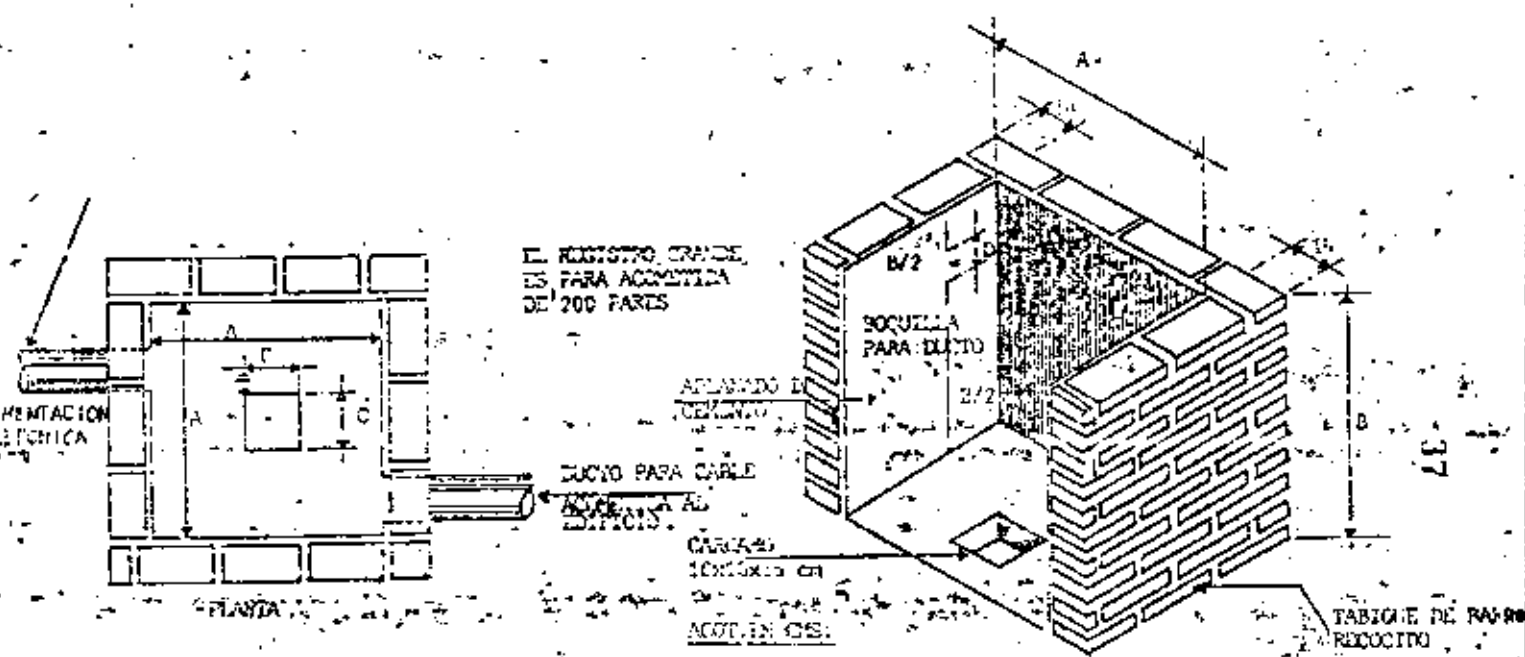
TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS - DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION



LONGITUD DE PARES	DIAMETRO DEL TUBO
20 a 50	50 mm.
70 a 200	65 mm.

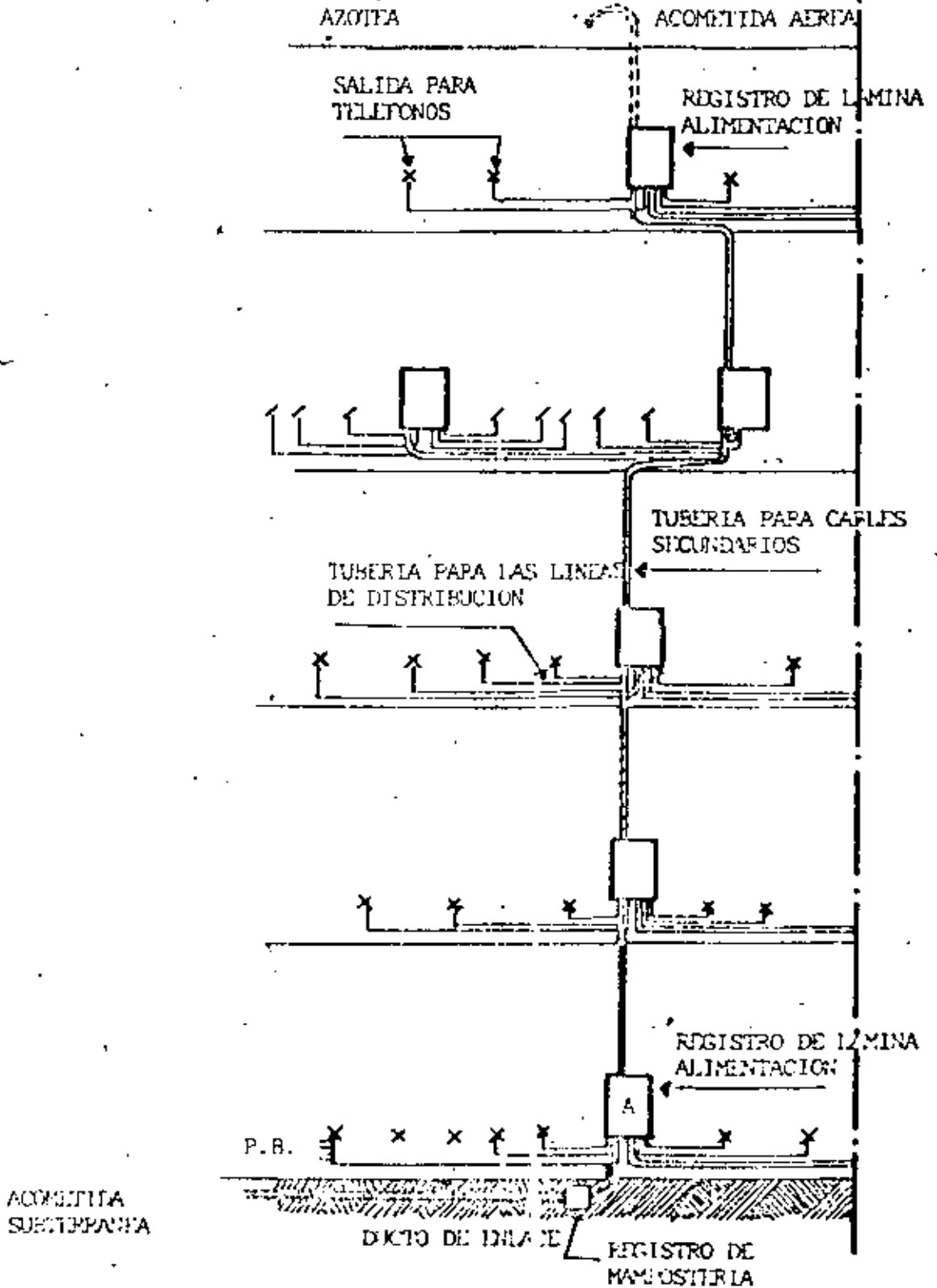
DETALLE DE ACOMETIDA TELEFONICA

NOTA: SE CONSTRUIRA UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL PARAMETRO SUPERIOR DE LA CONSTRUCCION.

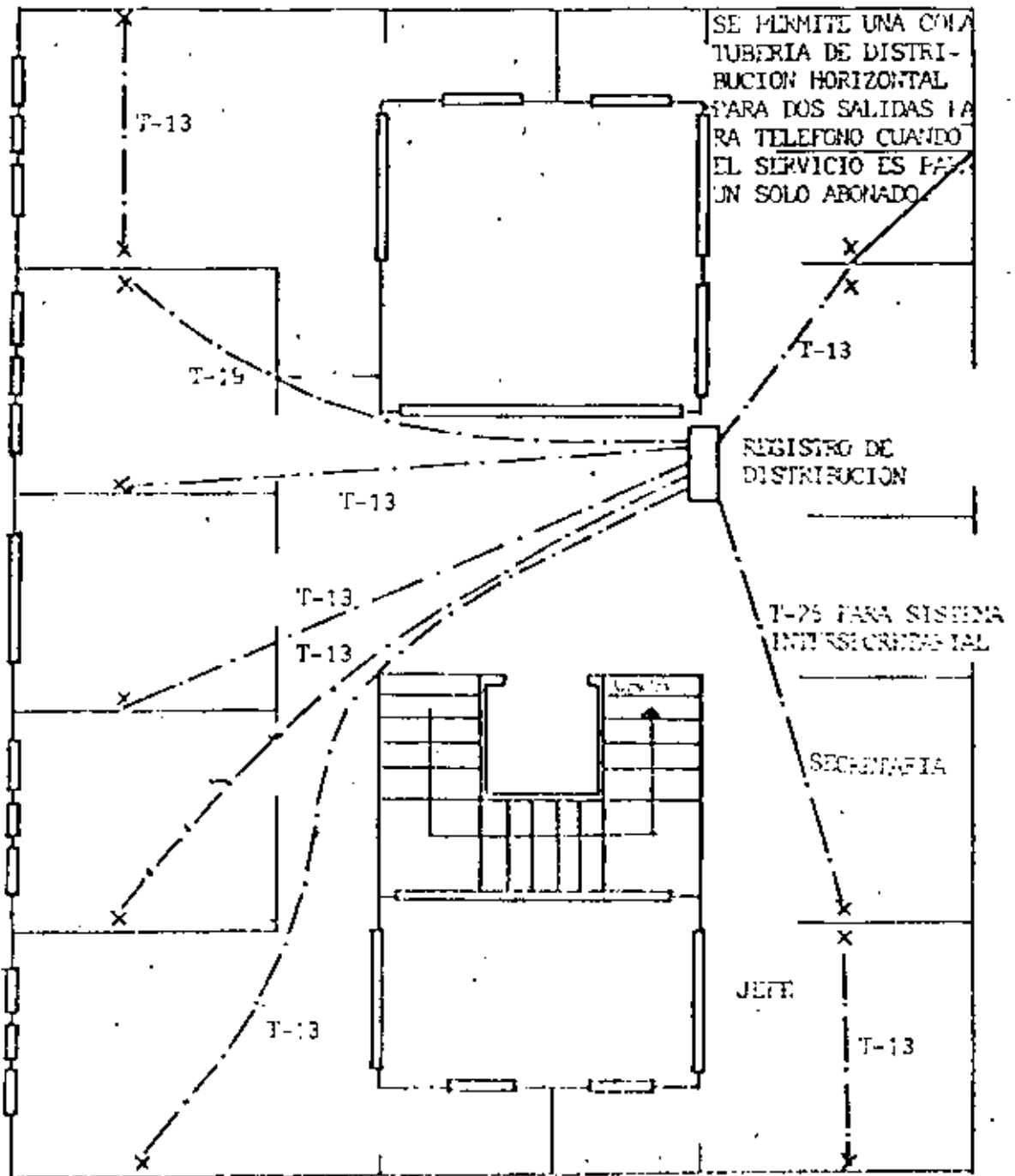


REGISTRO	A	B	C	D	SIN SOLO
CHICO	600	500	200	150	
GRANDE	800	700	200	150	

* LA PROFUNDIDAD "B" PU. DE SER MAYOR DEPENDIENDO DE LA PENDIENTE DEL DUCTO

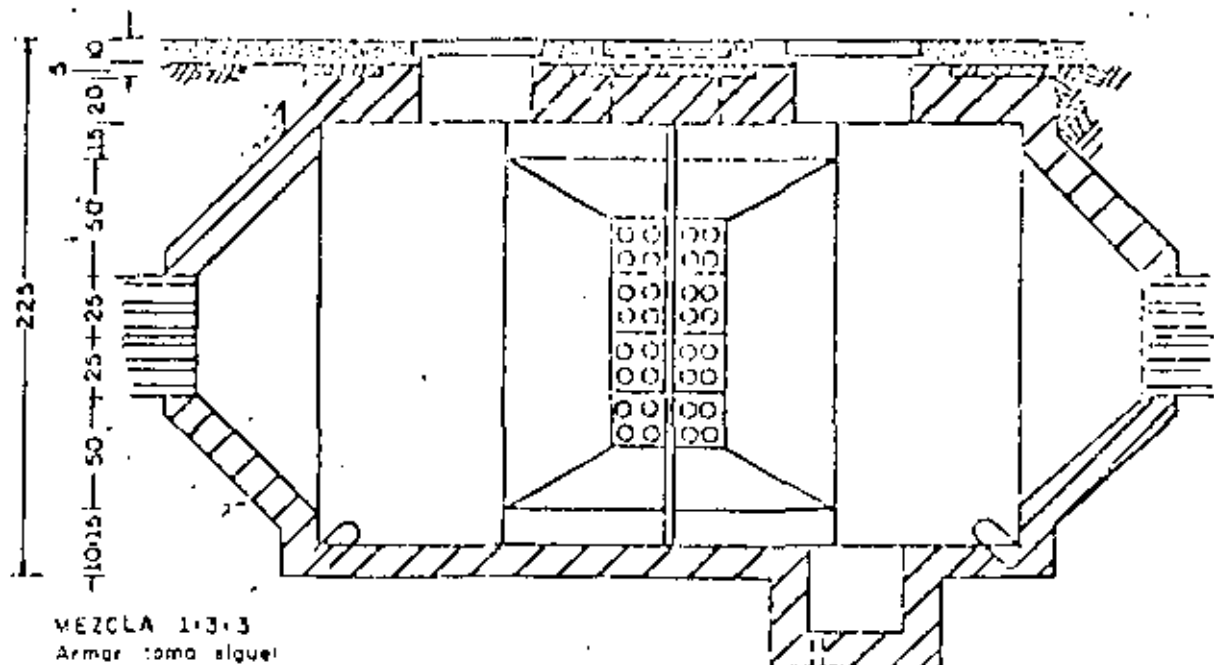
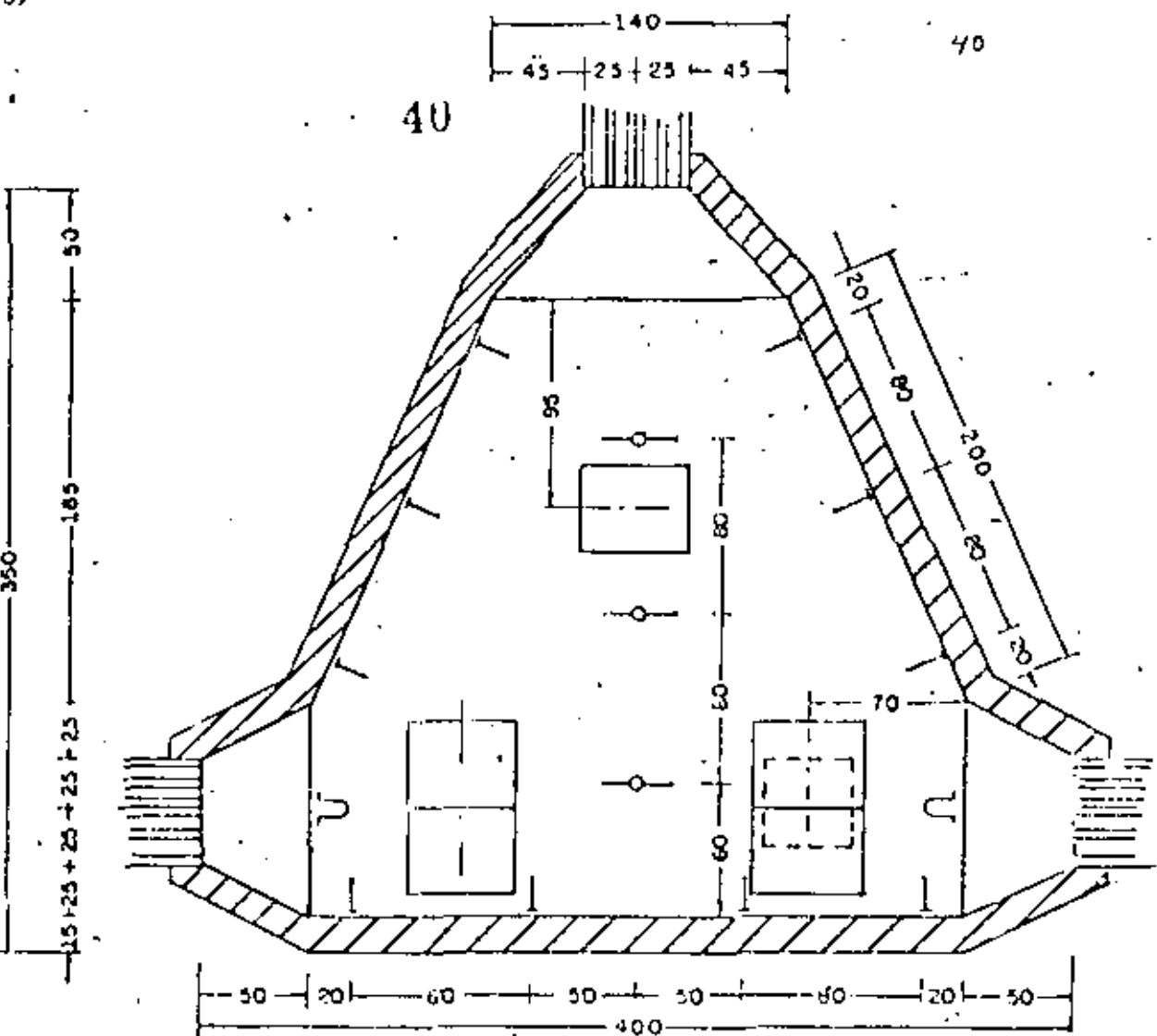


TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS



CANTIDAD DE LINEAS	DIAMETRO DEL TUBO
1 - 2	13 mm
3 - 6	19 mm
7 - 8	25 mm
9 - 10	32 mm

TUBERIA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA



MEZCLA 1:3:3

Armar toma agua

Dóveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.

Pared 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

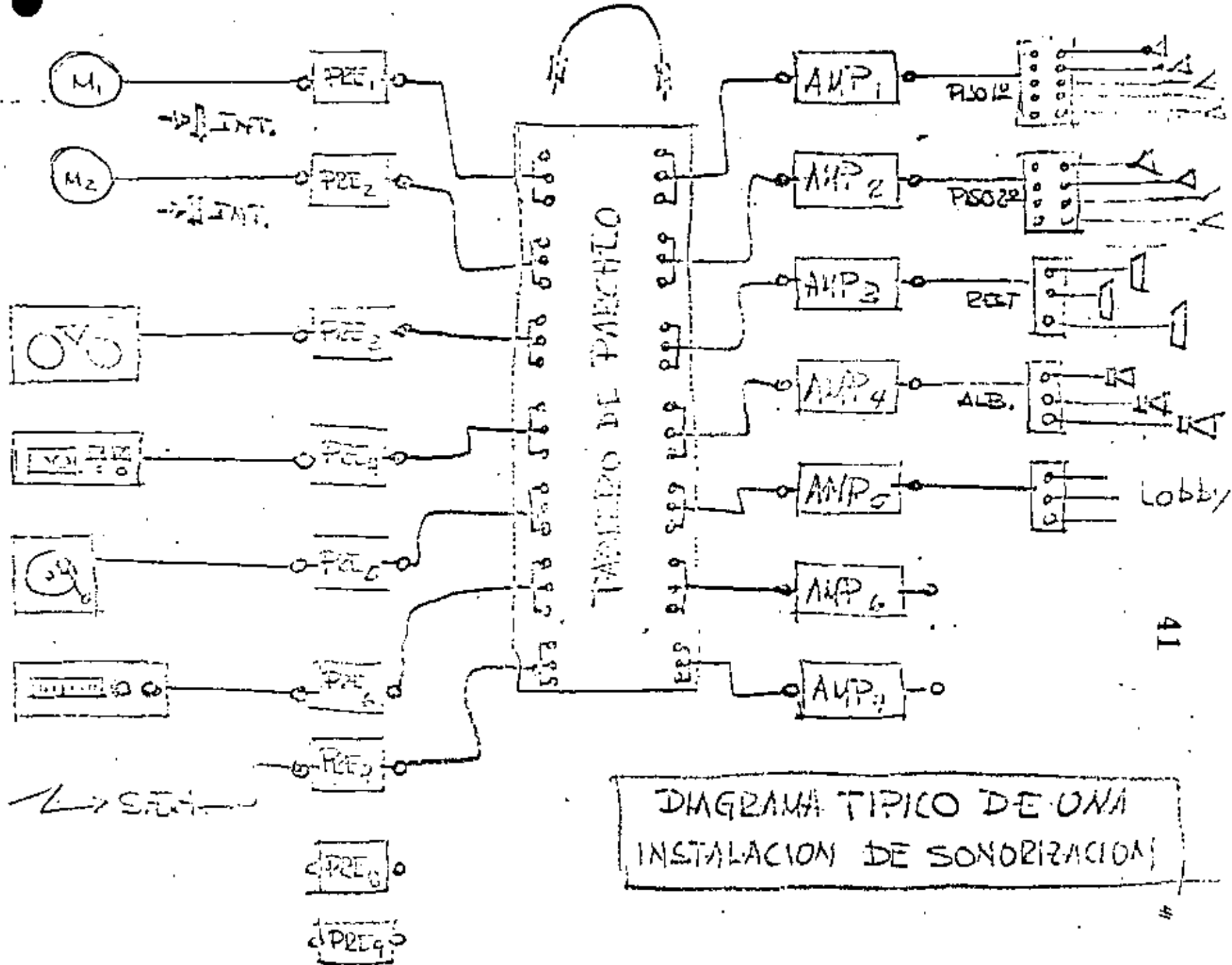
Scotoceros en cantineros.

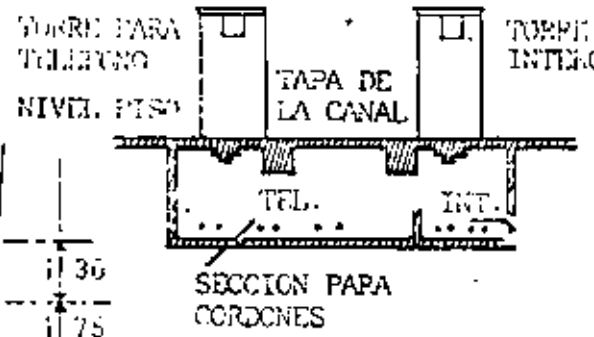
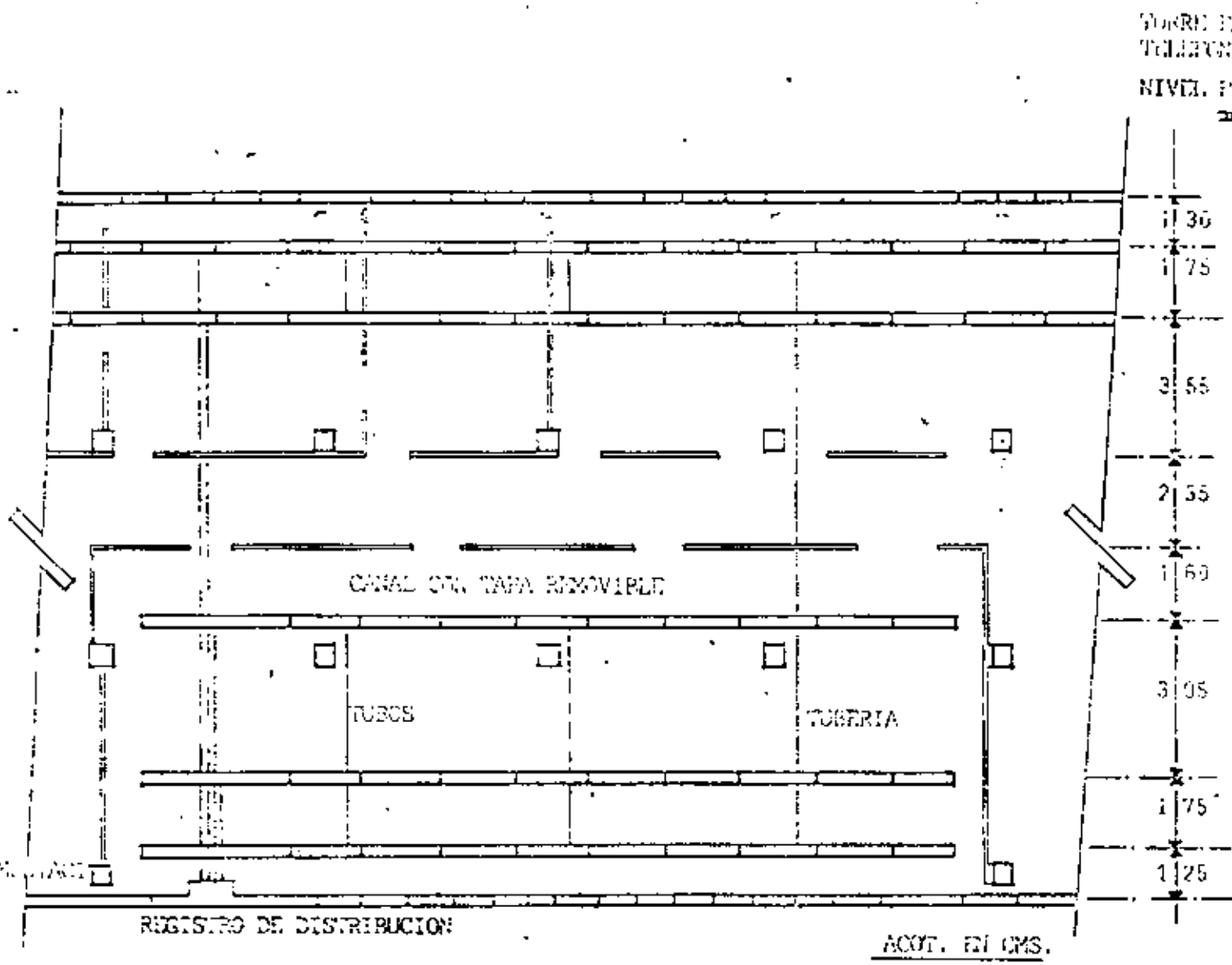
LEYENDA

Estación

Alfilar

Tubo y accesorios





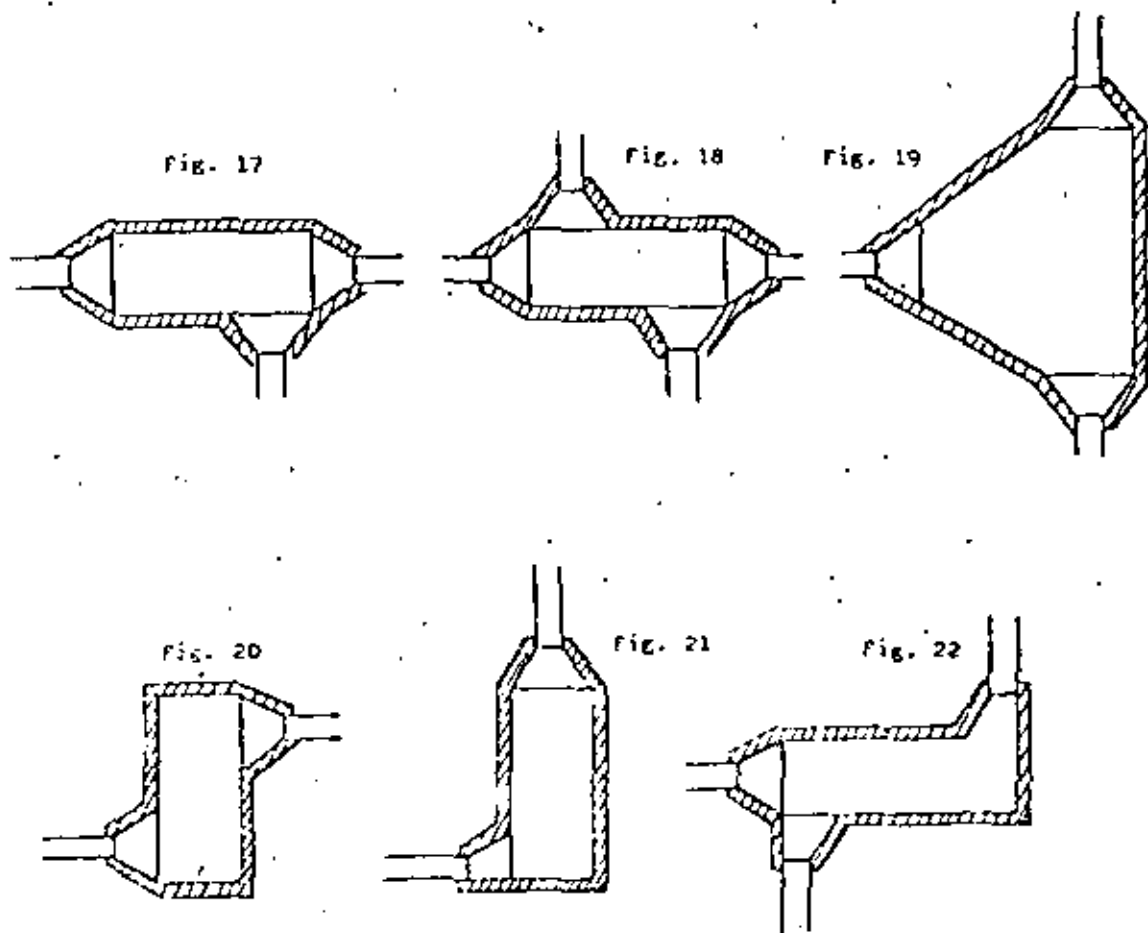
42

42

SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL

El pozo mostrado en la Fig. 17 sólo es aplicable a canalización en línea recta y sin bifurcaciones.

Para los lugares en que se desvíe de la línea recta, se bifurque la canalización o se instale una caja de distribución, se deberá solicitar de Teléfonos de México, S.A. (Dirección de Operación) la información sobre forma y dimensiones de los pozos especiales tales como: Figs. 17 a 22.



Cajas de Distribución

Túnel entre pozo y caja - Este no debe exceder de un metro de longitud. Si por alguna circunstancia la distancia entre la caja y el pozo es mayor de un metro, pero menor de 10 metros, se construirá un trazo de canalización de 15-cms y un pozo chico frente a la caja de distribución.

Ubicación - Las cajas de distribución se deben colocar a un mínimo de 5 centos del paramento de la esquina y se buscará un lugar que además de ser seguro (obstáculo el tránsito de vehículos y peatones), no sea un estorbo físico o estético.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

CEN. CABLES TEL. PAD. ASP. 1-1-1

LENTA DE LOS PARES EN EL GRUPO	NÚMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	AZUL
11	20	AMARILLO
21	30	ROJO
31	40	VERDE
41	50	NARANJA
51	60	BLANCO - AZUL
61	70	BLANCO - AMARILLO
71	80	BLANCO - ROJO
81	90	BLANCO - VERDE
91	100	BLANCO - NARANJA
101	110	NEGRO - AZUL
111	120	NEGRO - AMARILLO
121	130	NEGRO - ROJO
131	140	NEGRO - VERDE
141	150	NEGRO - NARANJA
151	160	GRIS - AZUL
161	170	GRIS - AMARILLO
171	180	GRIS - ROJO
181	190	GRIS - VERDE
191	200	GRIS - NARANJA
201	210	MORADO - AZUL
211	220	MORADO - AMARILLO
221	230	MORADO - ROJO
231	240	MORADO - VERDE
241	250	MORADO - NARANJA
251	260	MARRON - AZUL
261	270	MARRON - AMARILLO
271	280	MARRON - ROJO
281	290	MARRON - VERDE
291	300	MARRON - NARANJA







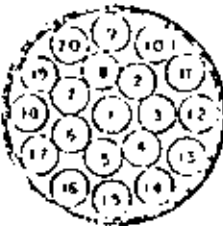
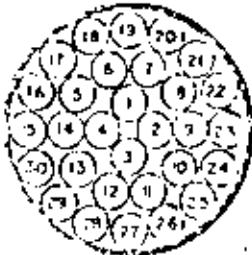
	
20 PARES 2 GRUPOS DE 10	30 PARES 3 GRUPOS DE 10
	
50 PARES 5 GRUPOS DE 10	70 PARES 7 GRUPOS DE 10
	
100 PARES 10 GRUPOS DE 10	150 PARES 15 GRUPOS DE 10
	
200 PARES 20 GRUPOS DE 10	300 PARES 30 GRUPOS DE 10

FIG. 20 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS PARES

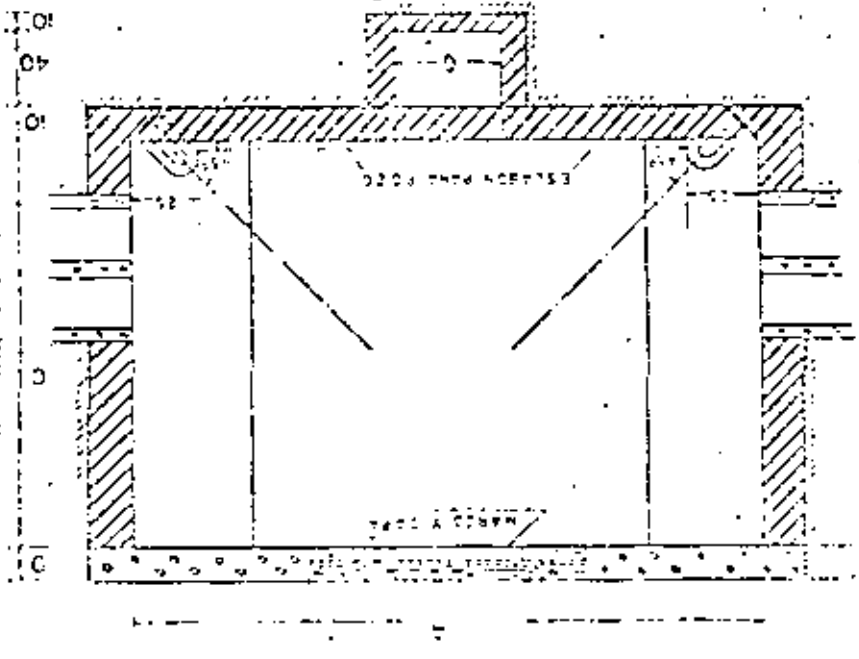
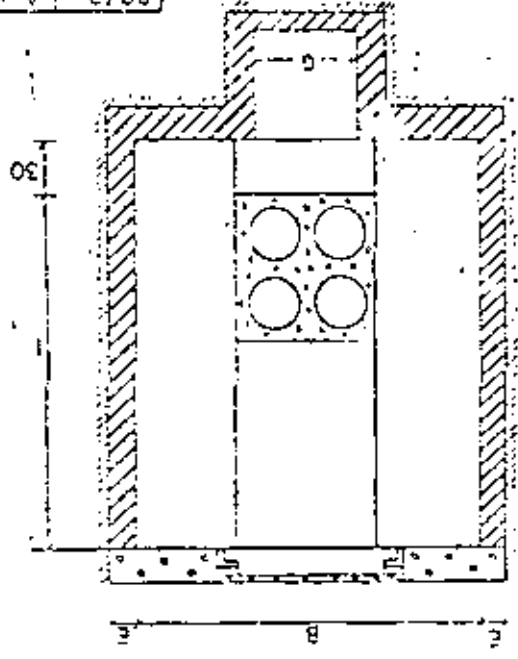
PAR	COLORES DEL AISLAMIENTO QUE IDENTIFICAN AL PAR DENTRO DEL GRUPO
1	BLANCO - AZUL
2	BLANCO - AMARILLO
3	BLANCO - ROJO
4	BLANCO - VERDE
5	BLANCO - NARANJA
6	NEGRO - AZUL
7	NEGRO - AMARILLO
8	NEGRO - ROJO
9	NEGRO - VERDE
10	NEGRO - NARANJA



POZO	A	B	C	D	E	F	G	H	I
CHICO	160	80	170	20	10	60	10	60	20
MEDIANO	240	120	200	15	60	50	120	50	20
GRANDE	300	150	200	20	75	50	150	120	20

5/4

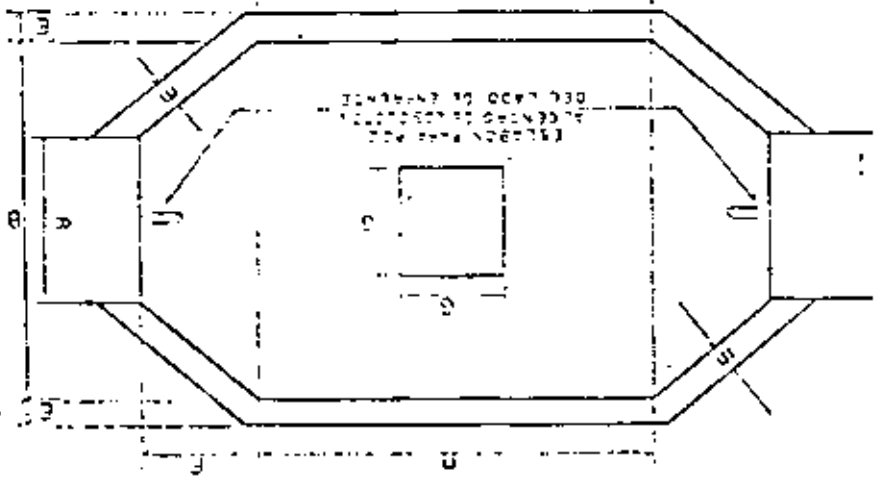
ANCHO ALTO DE LA SECCION DE DUCTOS
 2 VIAS 145 X 245
 4 VIAS 245 X 245



POZOS EN ARROYO - La bodega será armada para todos los pozos con varilla de 1/2", emparrillado de 10x10, gancho de 10. Los muros de pazo grande serán de ladrillos con varilla de 1/2", emparrillado 25 x 40, gancho de 10 (Vertical 25 y horizontal 40). La bóveda de pazo grande será armada con varilla de 3/8", emparrillado 10 x 10, gancho de 10, muros emparrillados 25 x 40.

MARCOS Y TABLAS - a) En bodega Marco No. Standard - 13423
 b) En arroyo Marco " " - 13422
 Tipo " " - 13428
 Tipo de fierro - 13426

NOTA - Las colocaciones están dadas en centímetros



46

46

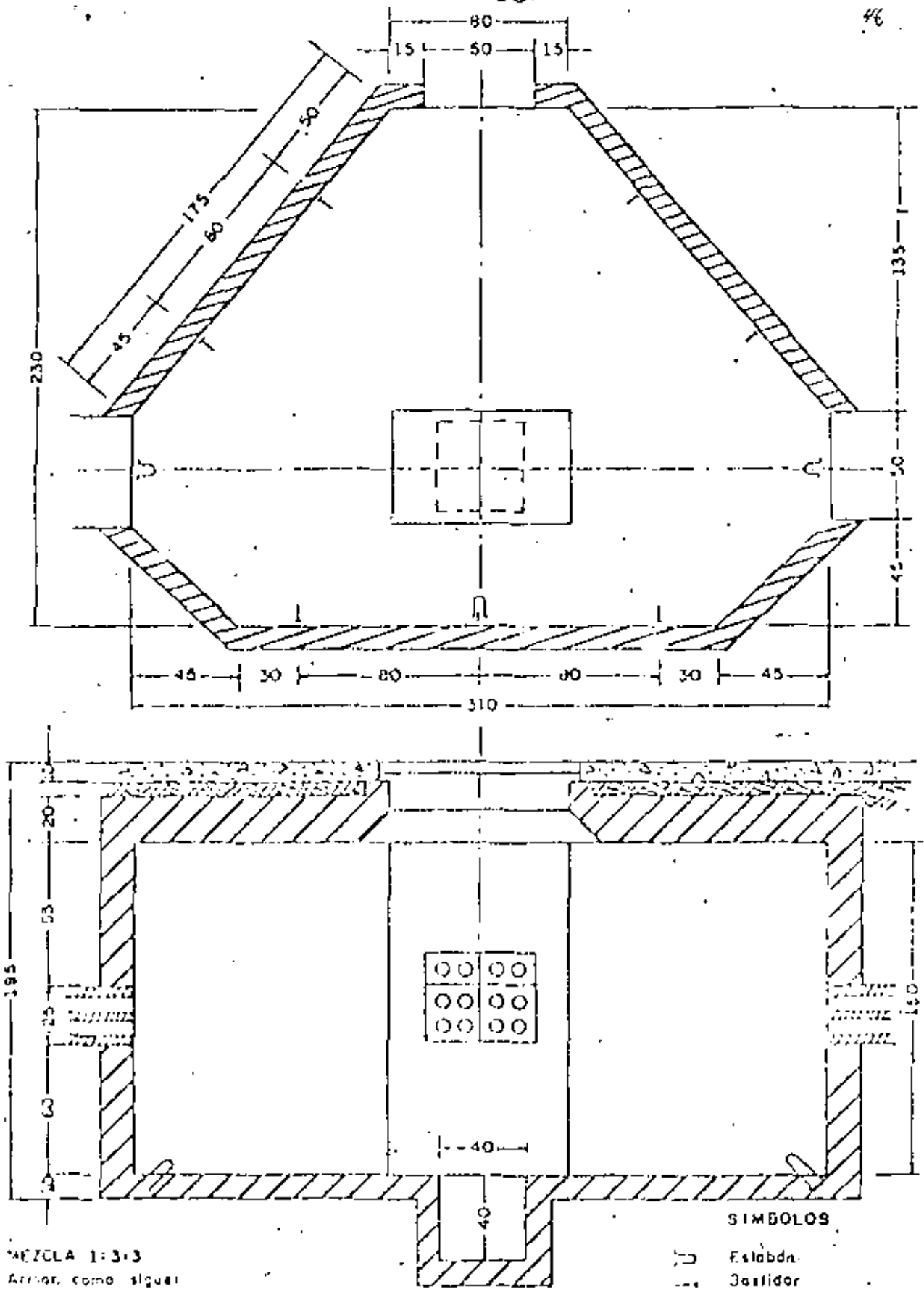


FIG. 13



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

EQUIPO ELECTRICO DIVERSO

- ALUMBRADO Y CONTACTOS
- MOTORES
- TABLEROS

INSTALACIONES ESPECIALES

- LUGARES PELIGROSOS
- EMERGENCIAS
- ELEVADORES
- PISCINAS
- ANUNCIOS
- SOLDADORAS

SUBESTACIONES

MARZO, 1984

PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS

2

CIRCUITOS DERIVADOS

202.3 SE CLASIFICAN EN CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.

202.7 CALIBRE MÍNIMO A EMPLEAR # 14 AWG (C) (CARGAS DEFINIDAS); CALIBRE # 12 AWG (C), (CARGAS INDEFINIDAS INCLUYE CIRCUITO DE CONTACTOS).

202.8 CARGAS MÁXIMAS DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

SERVICIOS NO CONTINUOS \leq CAPACIDAD DEL CIRCUITO
(15, 20, 30, 40 ó 50 AMP.)

SERVICIOS CONTINUOS \leq 80% CAPACIDAD DEL CIRCUITO

CALCULO DE LA CARGA

3

204.2 PARA LOS CIRCUITOS DERIVADOS LA CARGA DE ALUMBRADO DEBE CONSIDERARSE AL 100% DE LA CARGA CONECTADA

EN CASAS HABITACION Y HOTELES

SALIDAS DE ALUMBRADO = 125 W.

SALIDAS DE APARATOS (CONTACTOS) = 180 W.

CUANDO NO SE CONOZCA CON PRECISION

LA CARGA PUEDE EMPLEARSE LA TABLA

204.2 a.2 (WATTS / m²)

204.7 Y 204.8 FACTORES DE DEMANDA

PARA LOS CIRCUITOS ALIMENTADORES

PUEDEN UTILIZARSE LOS FACTORES DE

DEMANDA INDICADOS EN LA TABLA

204.8 a

CIRCUITO ALIMENTADOR

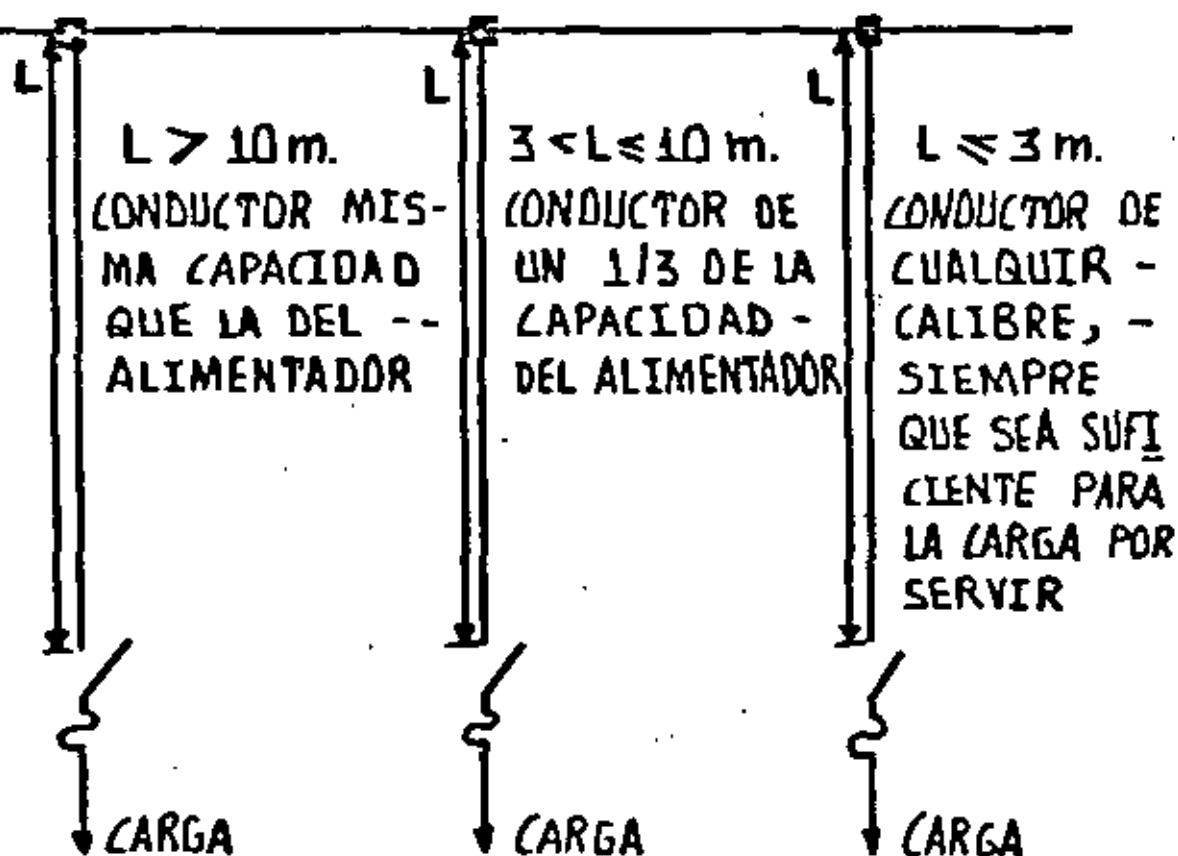
(2)

203.2 CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR: NO MENOR A LA CARGA POR SERVIR; FUERZA + ALUMBRADO + CONTACTOS + OTROS APARATOS O EQUIPOS + MAS AUMENTO FUTURO PREVISTO

CALIBRE NO MENOR DEL 10 AWG

203.7 DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR

ALIMENTADOR



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

Factores de demanda para el cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

(5)

Tipo de Local	Parte de la carga de alumbrado general a que se le aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador. (%)
Casas habitación	Primeros 3000 watts o menos Exceso sobre 3000 watts	100 % 35 %
(**) Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 - watts	50 % 40 %
(**) Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos Exceso sobre 50 000 - watts	40 % 20 %
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos Exceso sobre 20 000 - watts	100 % 70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

(*) Factor de demanda : relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo.

(**) Los factores de demanda de esta tabla no deben aplicarse al cálculo de la carga de alimentadores de las áreas de hospitales y hoteles - - donde todas las lámparas pueden estar encendidas al mismo tiempo, - como sucede en salas de operaciones, salones de baile y restaurantes.

PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE ©

205.4 LA PROTECCION DEBE ESTAR DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCION PERMISIBLE EN LOS CONDUCTORES

$$V_{\text{PROT}} \leq 1.25 \text{ CAP. COND. DE LOS CONDUCTORES}$$

↑
TOLERANCIA MAXIMA

205.7 Y 205.8 DEBEN PROTEGERSE TODOS LOS CONDUCTORES ACTIVOS

NO DEBEN PROTEGERSE LOS CONDUCTORES NEUTROS Y LOS DE PUESTA A TIERRA.

102.7 TODAS LAS PROTECCIONES DEBEN TENER CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA AL PUNTO DE SUMINISTRO.

CONDUCTORES DE USO GENERAL

(2)

ART.

302.3 DIFERENTES TIPOS DE AISLAMIEN-
TO Y APLICACION [TABLA 302.3]

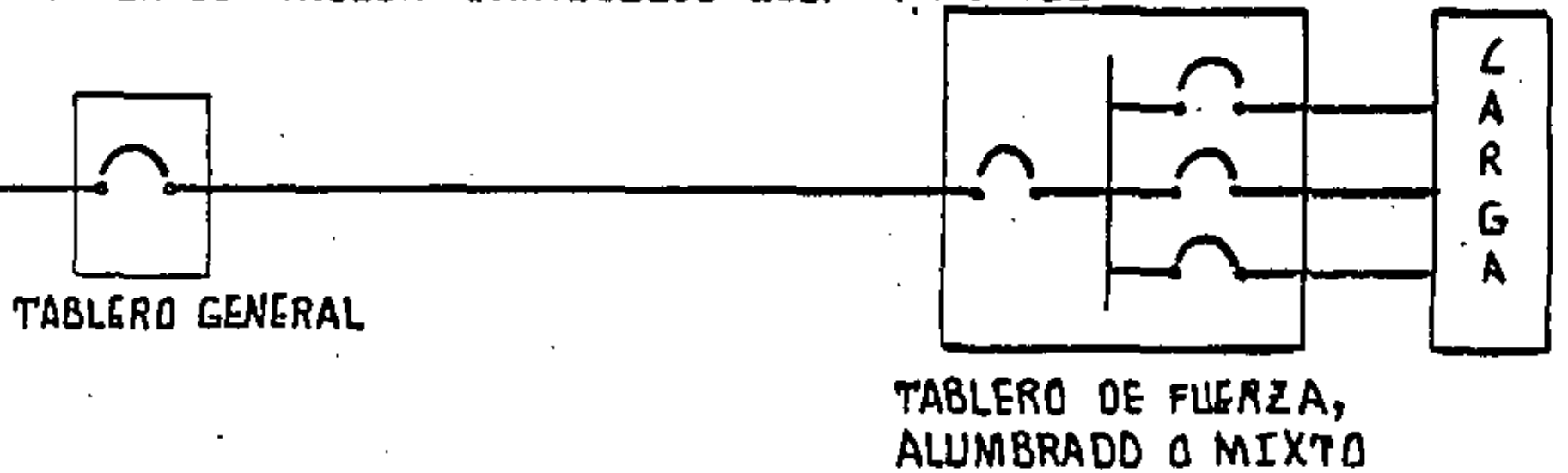
302.4 INDICA AMPACIDAD DE CONDUCTO-
RES POR CALIBRES [TABLA 302.4]

SEÑALA FACTORES DE CORRECCION PARA:

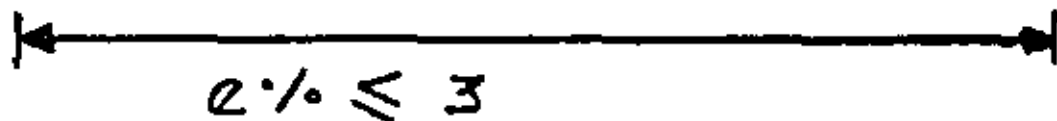
- MAS DE 3 CONDUCTORES EN UNA CANALI-
ZACION CERRADA (TABLA 302.4a) - F:
TOR DE AGRUPAMIENTO

- TEMPERATURA POR ENCIMA DE LOS
31 ° C (TABLA 302.4b) - FACTOR
DE TEMPERATURA.

CAIDA DE TENSION (ARTICULOS 202. Y 203.3.)



CIRCUITO ALIMENTADOR



$$2\% \leq 3$$

PERO DEBE CUIDARSE QUE :

ALIMENTADOR + DERIVADO



$$2\% \leq 5$$

CIRCUITO DERIVADO



$$2\% \leq 3$$

LA CAIDA DE TENSION REPRESENTA PERDIDAS DE ENERGIA EN
LOS CONDUCTORES

Aplicación de conductores aislados

9

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH	75	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
	RHH	90			
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano.	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUV	60	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Termoplástico	T	60	Compuesto termoplástico retardador de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico duplex resistente a la humedad	TWD	60	Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la flama	Ninguna	Locales húmedos y secos
Termoplástico resistente al calor, con cubierta de Nylon	THHN	90	Termoplástico, resistente al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Ninguna	Locales secos y húmedos
		90			Aplicaciones especiales en equipo de alto voltaje por descarga eléctrica, limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos.

Capacidad de corriente en conductores de cobre aislados

A m p e r e s

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN; RUW T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THYN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW (*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable(*)	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	880
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

(*) Los tipos EP, y XHHW pueden ser directamente enterrados.

Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados, Amperes

Temperatura máxima del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
Tipos	AVA, AVL		AI, SA	AIA	A, AA,	FEPB
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	---	---
300	345	555	380	590	---	---
350	390	610	420	655	---	---
400	420	665	450	710	---	---
500	470	765	500	815	---	---
600	525	855	545	910	---	---
700	560	940	600	1005	---	---
750	580	980	620	1045	---	---
800	600	1020	640	1085	---	---
900	---	---	---	---	---	---
1000	680	1165	730	1240	---	---

(Véanse las notas de esta tabla en la Hoja 3 siguiente).

Tabla 302.4 a)

Factores de corrección por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado en la Tabla 302.4
4 a 6	80
7 a 24	70
25 a 42	60
Más de 42	50

Notas.

Cuando se instalen conductores de sistemas diferentes dentro de una canalización, los factores de corrección por agrupamiento anteriores deben aplicarse solamente al número de conductores para fuerza y alumbrado.

En el caso de un conductor neutro que transporte solamente la corriente de desequilibrio de otros conductores, como en el caso de los circuitos normalmente -- equilibrados de tres o más conductores, no se debe afectar su capacidad de corriente con los factores indicados en esta tabla.

Tabla 302.4 b)

Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento					
	60 °C	75 °C	85 °C	90 °C	110 °C	125 °C
40	0.82	0.88	0.90	0.90	0.94	0.95
45	0.71	0.82	0.85	0.85	0.90	0.92
50	0.58	0.75	0.80	0.80	0.87	0.89
55	0.41	0.67	0.74	0.74	0.83	0.86
60	-	0.56	0.67	0.67	0.79	0.83
70	-	0.35	0.52	0.52	0.71	0.76
80	-	-	0.30	0.30	0.61	0.69

CANALIZACIONES

(13)

SE PRECISAN LOS PUNTOS PRINCIPALES DE

— TUBO METALICO RIGIDO

~ TIPO PESADO Y SEMIPESADO

~ TIPO LIGERO

— TUBO METALICO FLEXIBLE

~ TIPO COMUN

~ TIPO HERMETICO A LIQUIDOS

— TUBO NO METALICO

~ PVC

~ PE

— DUCTOS METALICOS CON TAPA

“NUEVOS TEMAS”

— ELECTRODUCTOS

— CHAROLAS

CANALIZACIONES:

(19)

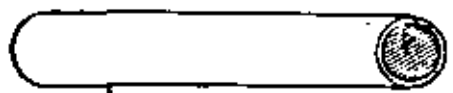
(ART. 301.3)

OBJETIVOS:

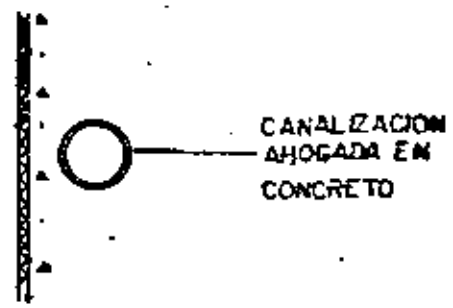
- _____ - Proteger a los conductores contra daño mecánico (golpes).
- _____ Proteger a los conductores contra los agentes del medio ambiente (humedad, corrosión, luz solar etc.)
- _____ - Soportar a los conductores.

EJEMPLOS:

PROTECCION CONTRA DANO MECANICO



TUBO CONDUIT
RIGIDO METALICO
PARED GRUESA
PROTECCION CONL
TRA LIQUIDOS.



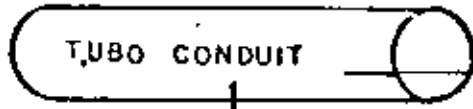
CANALIZACION
AHOGADA EN
CONCRETO



TUBO FLEXIBLE _____ HERMETICO A
(LIQUATITE) LOS LIQUIDOS

PROTECCION CONTRA LA CORROSION:

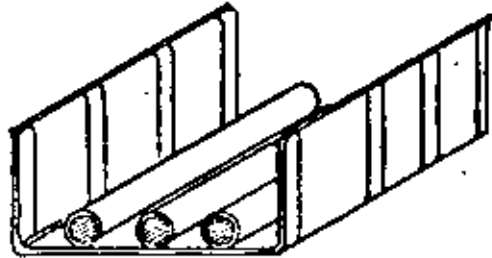
(15)



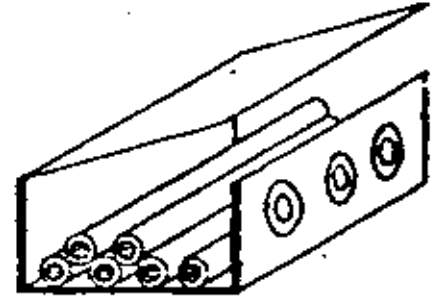
RECUBRIMIENTO A BASE DE
RECINAS PLASTICAS

GALVANIZADO

SORTE DE CONDUCTORES



CHAROLAS DE ACERO O
ALUMINIO



DUCTOS METALICOS CON
TAPA EMBISAGRADA

Clasificación:

CANALIZACIONES
PRINCIPALES

Tubos
conduct.

Metalico rigido

- Pared Gruesa
- Pared Delgada

Metalico flexible

- Normal
- Hermetico ó
liquidos.

No Metalico

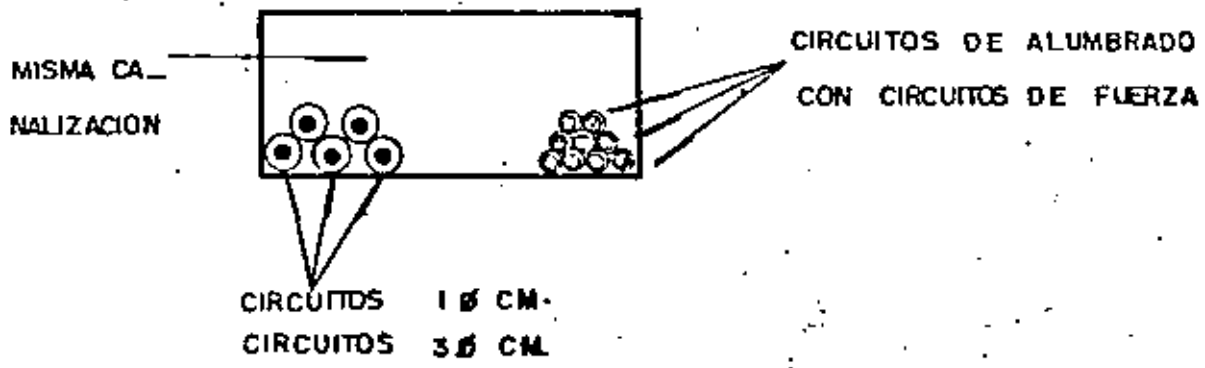
- P U C
- P E
- OTROS

Ductos metálicos con tapa
Electroductos
Charoles para cables.

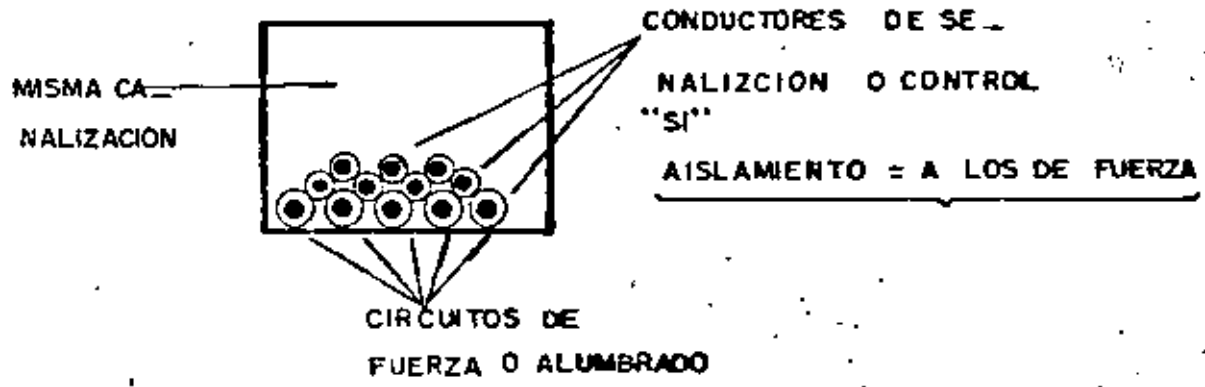
ARREGLOS PERMITIDO

16

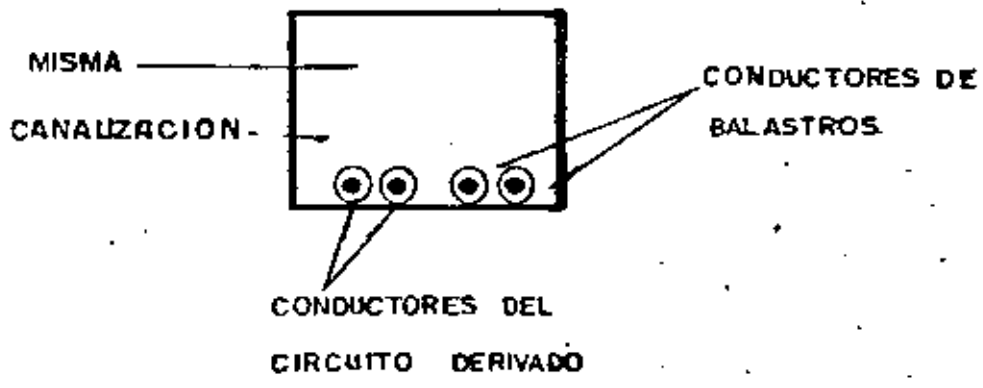
A.



C.

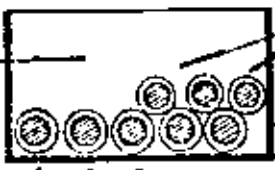


D.



A.

MISMA CA
NALIZACION

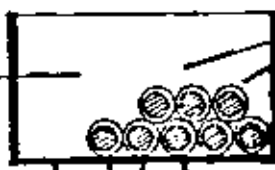


CONDUCTORES DE UN
SISTEMA DE 220V (C.A. o C.D.)

CONDUCTORES DE UN
SISTEMA DE 440V (C.A. o C.A.)

B.

MISMA CA
NALIZACION

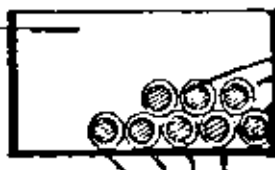


CONDUCTORES DE UN SIS-
TEMA DE C.D.

CONDUCTORES DE UN SIS-
TEMA DE C.A.

C.

MISMA CA
NALIZACION

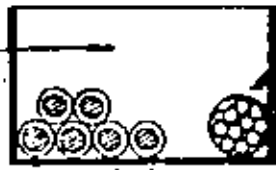


CONDUCTORES DE UN SIS-
TEMA DE C.A. 400hz

CONDUCTORES DE UN SISTE-
MA DE C.A. 60hz.

D.

MISMA
CANALIZACION



CONDUCTORES DE UN SISTEMA
TELEFONICO (COMUNICACION)

CONDUCTORES DE FUERZA
O ALUMBRADO.

TUBO METALICO RIGIDO

(18)

Número de conductores (art. 304.4)

— Los conductores no deben ocupar más del:



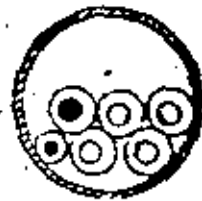
1° Conductor

55 %



2 Conductores

30 %



3 ó más

40 %

Para estimar el área que ocupan los conductores debe tomarse en cuenta:

- Su construcción (alambre o cable)
- Su tipo de aislamiento
- La existencia de cubiertas o pantallas

Estos criterios son válidos también para:

- Tubos metálicos flexibles
- Tubos no metálicos
- Ductos metálicos con tapa

Tabla 1.)
Dimensiones de tubo conducto y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro Interior (mm)	Área Interior total (mm ²)	Área disponible para conductores (mm ²)	
mm	ulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	15.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 186	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 080	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 900	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.

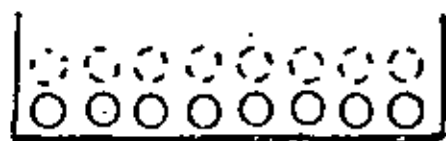
** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.

Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conducto. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conducto difieren ligeramente entre sí.

DISPOSICIÓN DE CABLES EN CHAROLAS

(20)

a)



Una o dos capas al descubierto

b)



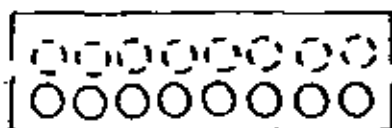
Una capa con espaciamentos

c)



Conductores cuatros por circuito

d)



Una o dos capas con Tapa o cubierta > 1.80mts

e)



cables Multiconductores

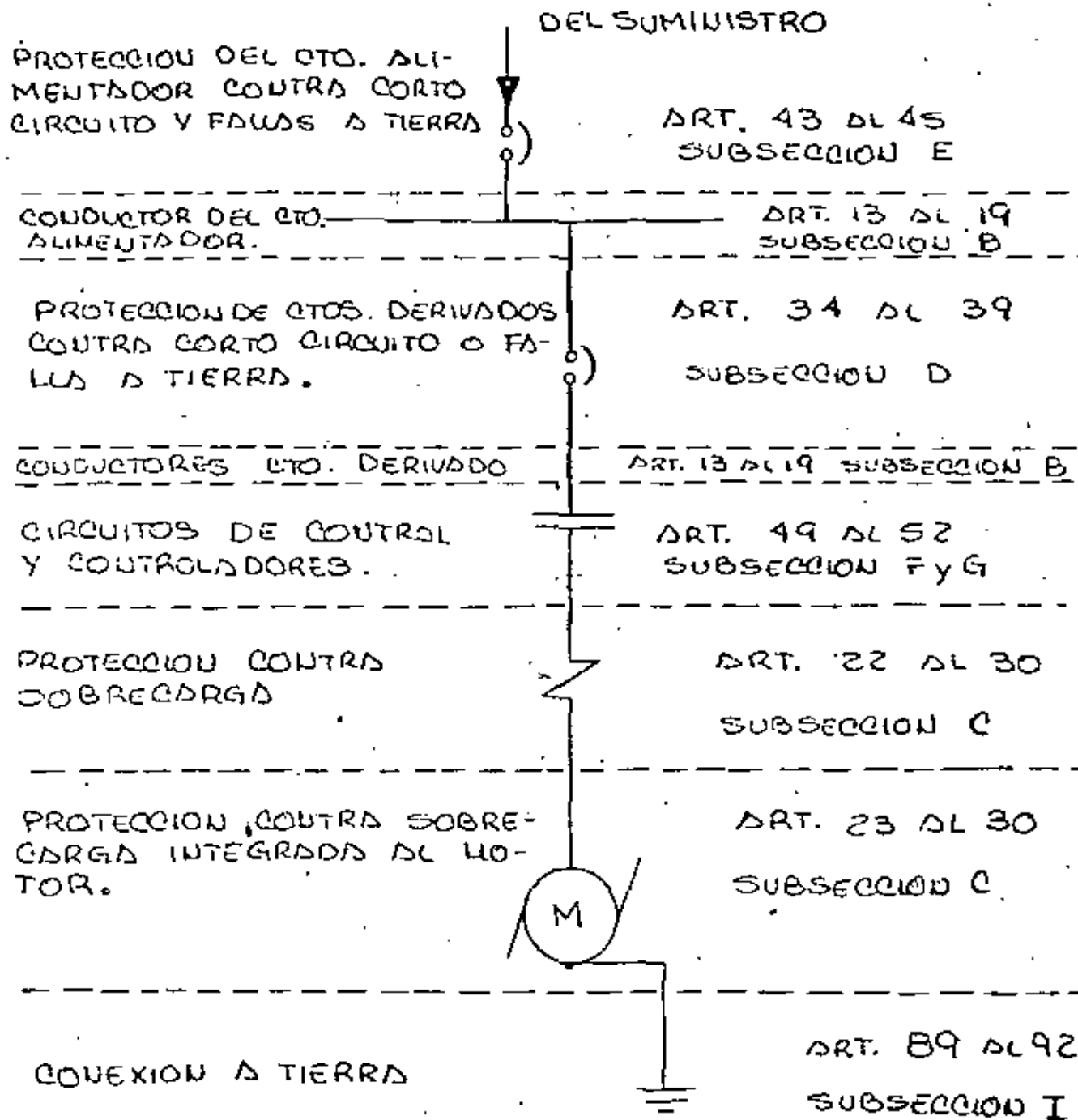
- a) Capacidad de Conducción — AL AIRE x 0.75
- b) Capacidad de Conducción — AL Aire o Líq. Ab.
- c) Capacidad de Conducción — AL Aire x 0.75
- d) Capacidad de Conducción — AL Aire x 0.7
- e) Capacidad de Conducción — Tolla de Tubería

SECCION 403 MOTORES

(44)

(21)

PUNTOS QUE COMPRENDE ESTA SECCION.



PROTECCION CONTRA SOBRECARGA DE MOTORES.

TIENE POR OBJETO PROTEGER LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO DERIVADO, QUE SON:

- EL MOTOR.
- LOS APARATOS DE CONTROL.
- LOS CONDUCTORES DEL CTO. DERIVADO.

CONTRA EXCESIVOS CALENTAMIENTOS, DEBIDO A SOBRECARGAS DEL MOTOR.

→ CABE SEÑALAR QUE LA SOBRECARGA **NO** INCLUYE FALLAS DE CORRIENTE DEBIDO A CIRCUITO CORTO O FALLAS A TIERRA.

→ PARA MOTORES DE SERVICIO CONTINUO

→ DE MAS DE 1. C.P.

- SU VALOR NO DEBE SER MAYOR DEL 125% DE LA I_{pc} DEL MOTOR

- SI EL CRITERIO ANTERIOR RESULTA INSUFICIENTE PARA EL ARRANQUE DEL MOTOR O NO CORRESPONDA A UN TAMAÑO NORMALIZADO PUEDE UTILIZARSE EL TAMAÑO SUPERIOR SI NO EXCEDE DEL 140% DE LA I_{pc} DEL MOTOR.

REGLAS NUEVAS O ADICIONES PARA :

403.3 - IDENTIFICACION [PLACA DE DATOS]

403.14 - SELECCION DE CONDUCTORES PARA UN SOLO MOTOR - TIPOS DE SERVICIO Y REGIMEN DE CARGA [TABLA 403.14]

403.23 - PROTECCION CONTRA SOBRECARGA INDIVIDUAL VALOR $\leq 125\% I_N$

403.35 - PROTECCION CONTRA CORTO CIRCUITO

FUSIBLES CONVENCIONALES
INT. TERMOMAGNETICOS } $400\% I_N$

FUSIBLES DOBLE ELEMENTO - $225\% I_N$

INT. DISPARO INSTANTANEO - $1300\% I_N$

403.66 - ARRANQUE A TENSION REDUCIDA MOTORES > 10 C.F.

Excepciones : CUANDO NO CAUSE N DISTURBIO

CUANDO EXISTA SUBESTACION
DEL USUARIO

FACTORES PARA SELECCIONAR LOS CONDUCTORES
 PARA MOTORES QUE NO SEAN DE SERVICIO
 CONTINUO.

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA.	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.			
	REGIMEN DE TRABAJO PARA EL CUAL FUE DISEÑADO EL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MINUTOS	30 Y 60 MINUTOS	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO: Ascionamiento de val- vulas, elevación o - descenso de rodillos, etc.	110	120	150	
INTERMITENTE: Ascensores y Monta- cargas, Maquinas-He- rramientas, Bombas, Puentes Levadizos, o giratorios, plata- formas giratorias, etc. (Para soldadores de Arco vease el articu- lo 518.12 U.T.I.E.)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, Maquinas - para manipulacion - de minerales, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200

Tabla 404.94

Corriente a plena carga en amperes de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par por motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicado en la placa de datos.

C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1½	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7½	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 404.95

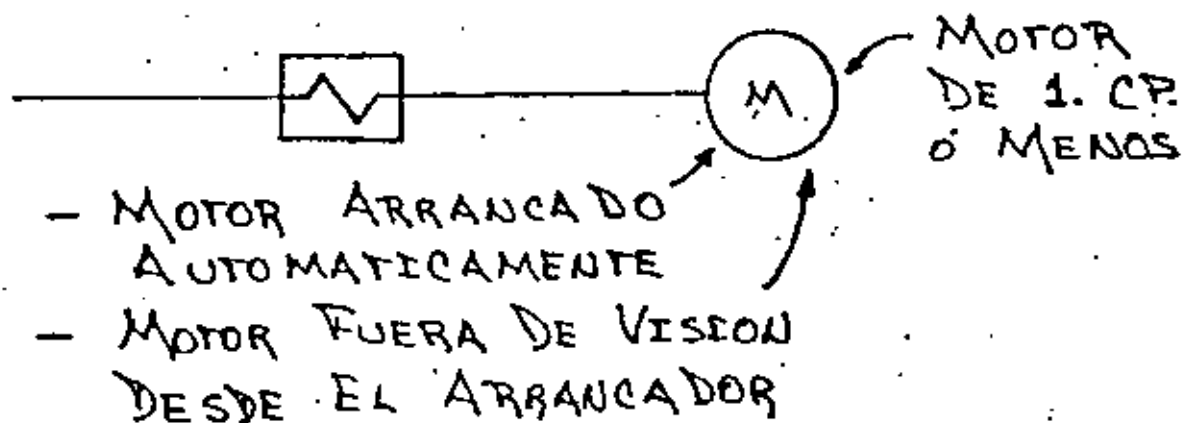
Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 V	440 V	2400 V	220 V	440 V	2400 V
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.6	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	41.0	22.0				
20	55.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también — normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corriente a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

→ MOTORES DE 1 C.P. O MENOS (ARRANQUE AUTOMÁTICO)

DEBEN PROTEGERSE CONTRA SOBRECARGA IGUAL QUE LOS MOTORES DE MAS DE 1 C.P.



→ PARA MOTORES DE SERVICIO NO CONTINUO

- NO REQUIEREN PROTECCION CONTRA SOBRECARGA PUES PUEDEN CONSIDERARSE PROTEGIDOS POR EL DISPOSITIVO CONTRA CIRCUITO CORTO DEL C.T.O. DERIVADO.

DISPOSITIVOS QUE NO SEAN FUSIBLES
 PARA LA PROTECCION CONTRA SOBRECARGA
 DE UN MOTOR, NUMERO MINIMO DE
 UNIDADES Y SU COLOCACION :

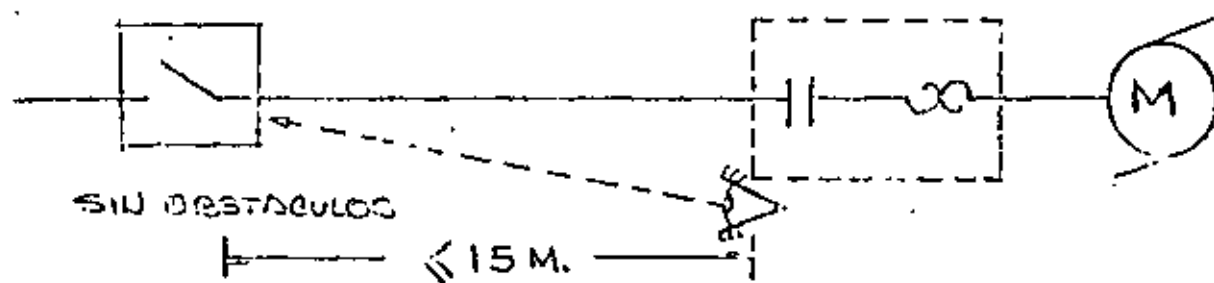
CLASE DE MOTOR	No. Y UBICACION DE UNIDADES DE SOBRECARGA QUE NO SEAN FUSIBLES
- 2φ , 2 HILOS	- UNA EN CUALQUIERA DE LOS CONDUCTORES.
- 1φ , 2 HILOS	- UNA EN EL CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA.
- 2φ , 3 HILOS	- UNA EN CADA CONDUCTOR NO PUESTO A TIERRA.
- 3φ , (CUALQUIERA)	- 2 , EN DOS CONDUCTORES CUALESQUERA , EXCEPTO EL NEUTRO

SUBSECCION - D

PROTECCION INDIVIDUAL CONTRA CORTO CIRCUITOS Y FALLAS A TIERRA.

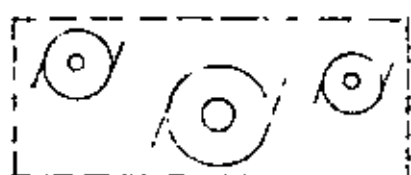
I _{NPC} MOTOR.	PORCENTAJE A APLICAR PARA SELECCIONAR LA PROTECCION		
	FUSIBLES S/ RETARDO DE TIEMPO E INT. DE - TIEMPO - INVERSO	FUSIBLES C/ RETARDO DE TIEMPO	INTERRUPTOR DISPARO INSTANTANEO
> 6 Amp.	400 %	225 %	1300 %
≤ 6 Amp. DISPOSITIVO ≤ 20 AMP.			

EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE ESTAR A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR Y SER ACCESIBLE :

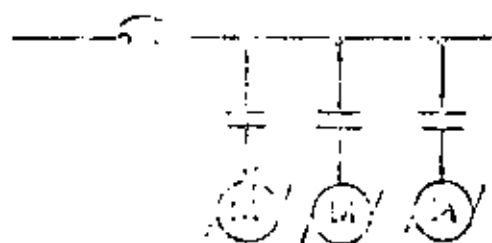


CADA MOTOR DEBE CONTAR CON SU PROPIO MEDIO DE DESCONEXION.

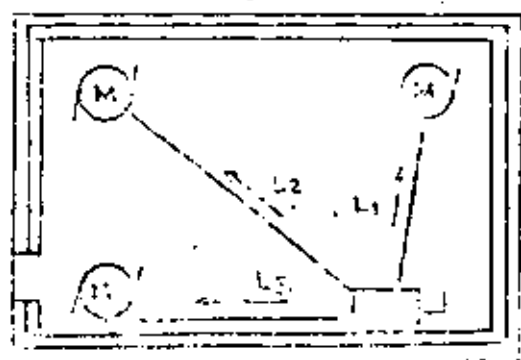
EXCEPTO SI :



VARIOS MOTORES FORMAN PARTE DE UNA SOLA MAQUINA.



VARIOS MOTORES ESTAN PROTEGIDOS POR UNA SOLA PROTECCION CONTRA CORTO-CIRCUITOS.



ESTAN EN UN MISMO LOCAL Y SON VISIBLES DESDE EL DESCONECTOR.

$L_1, L_2, L_3 \leq 15$ m.

CAPACIDAD Ó AJUSTE MAXIMOS DE LOS
DISPOSITIVOS DE PROTECCION DE
LOS CIRCUITOS DERIVADOS DE
MOTORES CONTRA
CORTOS CIRCUITOS
(SEGUN N.E.C.)

(31)

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA I _{pc} .			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO	FUSIBLE CON RETARDO DE TIEMPO	INT. AUTO. TIPO INST.	INT. TIEMPO INVERSO
- UNA FASE , TODOS LOS TIPOS SIN LETRA DE CODIGO....	300	175	700	250
- TODOS LOS MOTORES DE C.A. ; 1Ø y POLIFASICOS , JAULA DE ARDILLA Y SINCRONOS (*) CON ARRANQUE DIRECTO A RESISTENCIA O REACTANCIA				
• SIN LETRA DE CODIGO	300	175	700	250
• LETRA DE CODIGO F a V....	300	175	700	250
• LETRA DE CODIGO B a E....	250	175	700	200
• LETRA DE CODIGO A	150	150	700	150
(CONT.)	⋮	⋮	⋮	⋮

(*) LOS MOTORES SINCRONOS DE BAJO PAR Y BAJA VELOCIDAD (MENOR DE 150 rpm) . QUE ARRANQUEN EN VACIO NO REQUIEREN UNA CAPACIDAD DE FUSIBLE O INTERRUPTOR AUTOMATICO MAYOR DEL 200% DE LA I_{pc}.

CONST.)

TIPO DE MOTOR	PORCENTAJE DE LA I.P.C.			
	FUSIBLE SIN RETARDO DE TIEMPO	FUSIBLE CON RETARDO DE TIEMPO	INT. AUTO. TIPO INST.	INT. TIEMPO INVERSO
- MOTORES DE C.A., 1Ø Y POLIFASICOS, JAULA DE ARDILLA Y SINCRONOS (*) CON ARRANQUE POR AUTO-TRANSFORMADOR :				
• NO MAS 30A SIN LETRA C..	250	175	700	200
• MAS DE 30A SIN LETRA C..	200	175	700	200
LETRA DE CODIGO F a V ...	250	175	700	200
LETRA DE CODIGO B a E ...	200	175	700	200
LETRA DE CODIGO A	150	150	700	150
- JAULA DE ARDILLA ALTA REACT.				
• NO MAS DE 30A SIN L. COD.	250	175	700	250
• MAS DE 30A SIN L. COD.	200	175	700	200
•				
- ROTOR DEVANADO SIN L. C.	150	150	700	150
- MOTORES DE C.D. (VOLTAJE CONSTANTE)				
• NO MAS DE 50 C.P. SIN L.C.	150	150	250	150
• MAS DE 50 C.P. SIN L.C.				

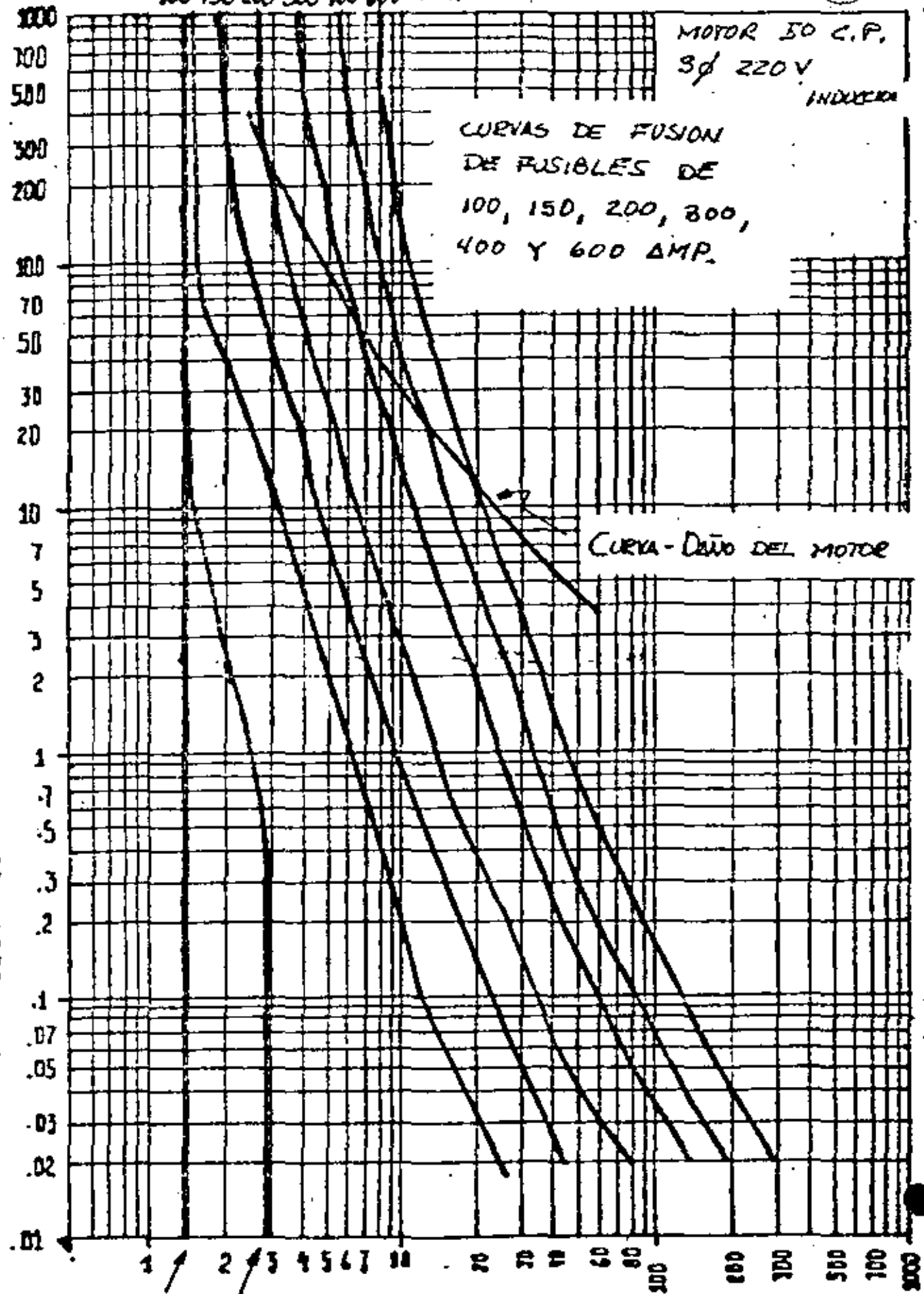
100 150 200 300 400 600 AMP

MOTOR 50 C.P.
3φ 220V
INDUSTRIAL

CURVAS DE FUSION
DE FUSIBLES DE
100, 150, 200, 300,
400 Y 600 AMP.

CURVA - DAÑO DEL MOTOR

Tiempo en segundos



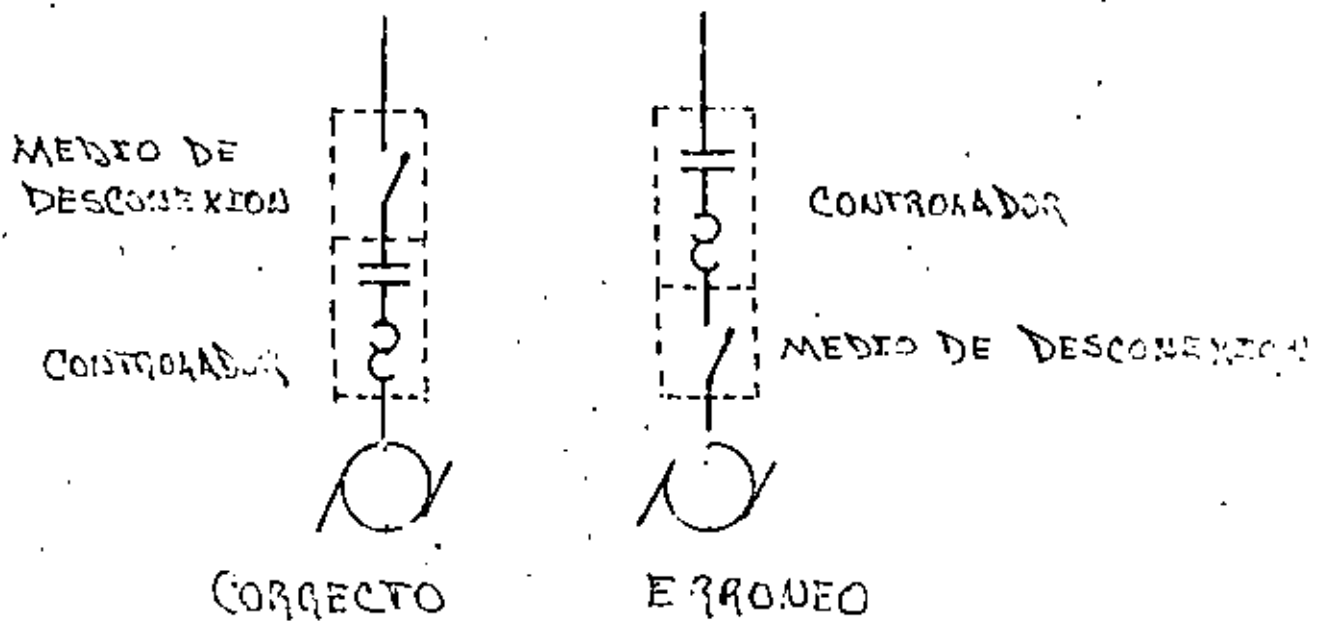
CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR

CORRIENTE - AMPS. x 100

CORRIENTE DE 24.5 AMPES DEL MOTOR

EL MEDIO DE DESCONEXION DEBE CUMPLIR CON:

- TENER UNA CAPACIDAD $\geq 115\%$ I_{pc} DEL MOTOR
- INDICAR LA POSICION DE ABIERTO Y CERRADO
- PUEDE DESCONECTAR EL CONDUCTOR DE TIERRA SOLO SI DESCONECTA SIMULTANEAMENTE - TODOS LOS CONDUCTORES DEL CIRCUITO
- DEBE DESCONECTAR TANTO AL MOTOR COMO AL CONTROLADOR :



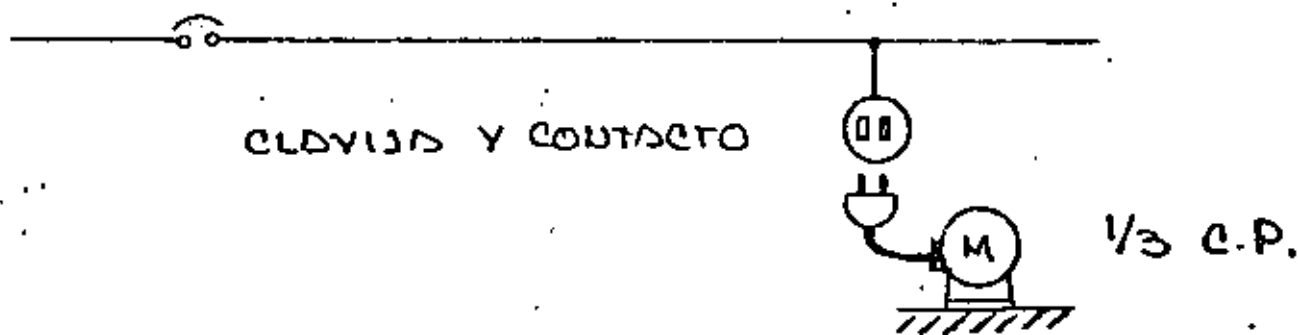
- PUEDE ESTAR AROJADO EN LA MESA, CONDIENDO QUE EL CONTROLADOR.

SUBSECCIONES F. Y G

CONTROLADOR - DISPOSITIVO QUE SE UTILIZA PARA ARRANCAR Y PARAR UN MOTOR. (35)

PUEDE SER :

- ARRANCADOR MAGNETICO.
- INTERRUPTOR DE NAVAJAS.
- CLAVIJA Y CONTACTO.
- APAGADOR.
- PROTECCION DEL CIRCUITO.



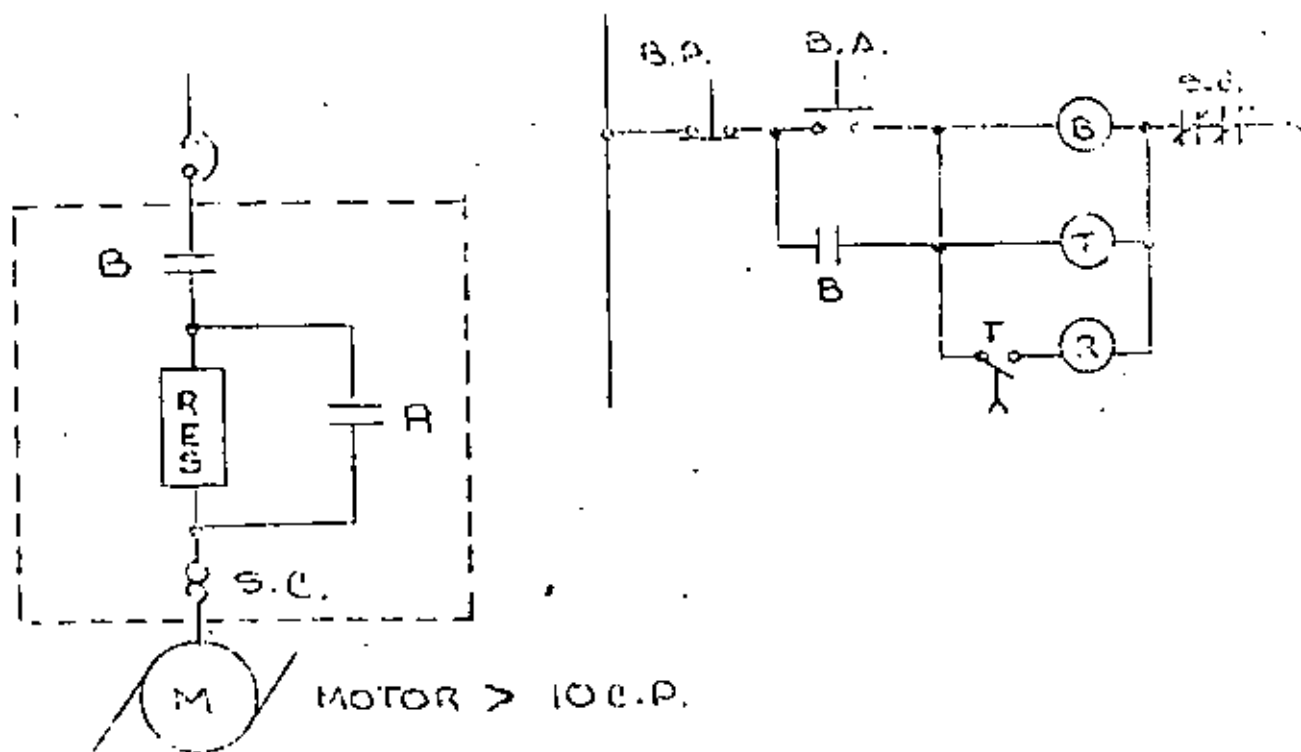
REDUCCION DE LA CORRIENTE DE ARRANQUE EN BAJA TENSION.

(36)

COMETIDAS EN BAJA TENSION.

LOS MOTORES MAYORES DE 10 C.P. DEBEN TENER UN CONTROLADOR QUE REDUZCA LA CORRIENTE DE ARRANQUE.

EJEMPLO :



COMETIDAS EN ALTA TENSION.

EN SISTEMAS SUMINISTRADOS A TRAVES DE SUBESTACIONES CON CAPACIDAD SUFICIENTE, PUEDEN USARSE CONTROLADORES A TENSION PLENA EN MOTORES DE CUALQUIER CAPACIDAD.

TABLA DE CAPACIDADES DE ARRANCADORES MAGNETICOS

(32)

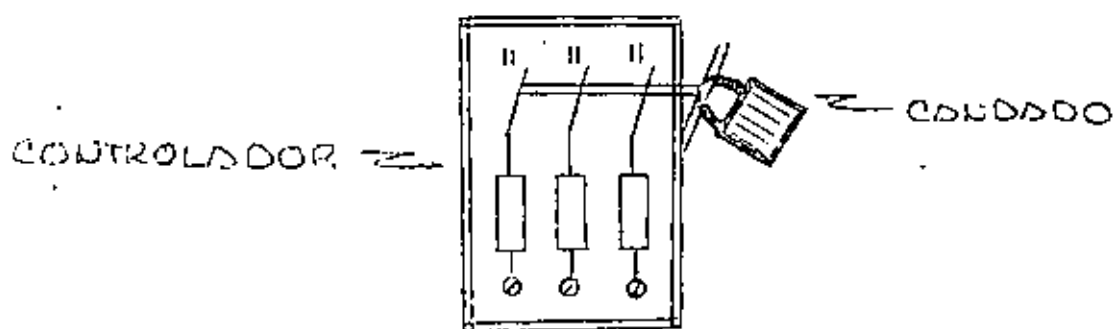
600 VOLTS MAX. C.A.

60 Hz.

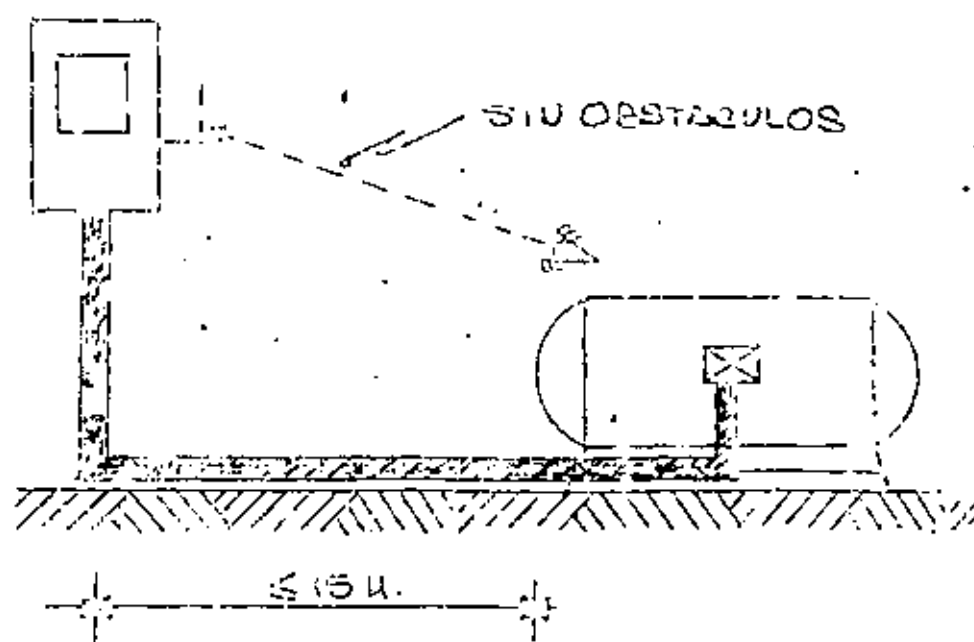
Nº POLOS	TAMAÑO	VOLTS	H. P.	
			3 F	1 F
2	0	110	~	1
		220	~	2
	1	110	~	2
		220	~	3
	1P	110	~	3
		220	~	5
3	0	110	2	1
		220	3	2
		440	5	~
	1	110	3	2
		220	7.5	3
		440	10	~
	2	110	7.5	3
		220	15	7.5
		440	25	~
	3	110	15	7.5
		220	30	15
		440	50	~
	4	220	50	~
		440	100	~
	5	220	100	~
		440	200	~
	6	220	200	~
		440	400	~
7	220	300	~	
	440	600	~	
8	220	450	~	
	440	900	~	

MOTOR QUE NO ESTÁ A LA VISTA DESDE EL CONTROLADOR, DEBE REUNIR CUALQUIERA DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES.

- DISPOSITIVOS PARA ASEGURAR EN LA POSICIÓN DE ABIERTO AL CONTROLADOR.



- MEDIO DE DESCONEXIÓN A LA VISTA DEL MOTOR.



CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL MOTOR. (30)

- DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR LA MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA.
- PUEDE SER AISLADO O DESNUDO
- PUEDE SER DE ALUMINIO O COBRE
- PUEDE SER CABLE O ALAMBRE
- PUEDE SER LA PRIMA (AMALGAMADA)

PARA SELECCIONAR EL CABLE SE DEBE REFERIRSE A LA TABLA 206.53 NITE. RESUMIDA:

PROTECCION DEL MOTOR	CALIBRE DEL CONDUCTOR (Cu)	ANIL
5 - 20 Amp	14	ANIL
30 "	12	"
33 - 60 "	10	"
70 - 100 "	8	"
110 - 200 "	6	"
220 - 400 "	4	"
400 - 600 "	3	"
1000 - 2000 "	1/4"	"
3000 "	3/8"	"
6000 "	1/2"	"

PUESTA A TIERRA

ART.

470

206.5 SISTEMAS DE:

1 ϕ , 2H, 127 V ; 2 ϕ , 3H, 220/127 V

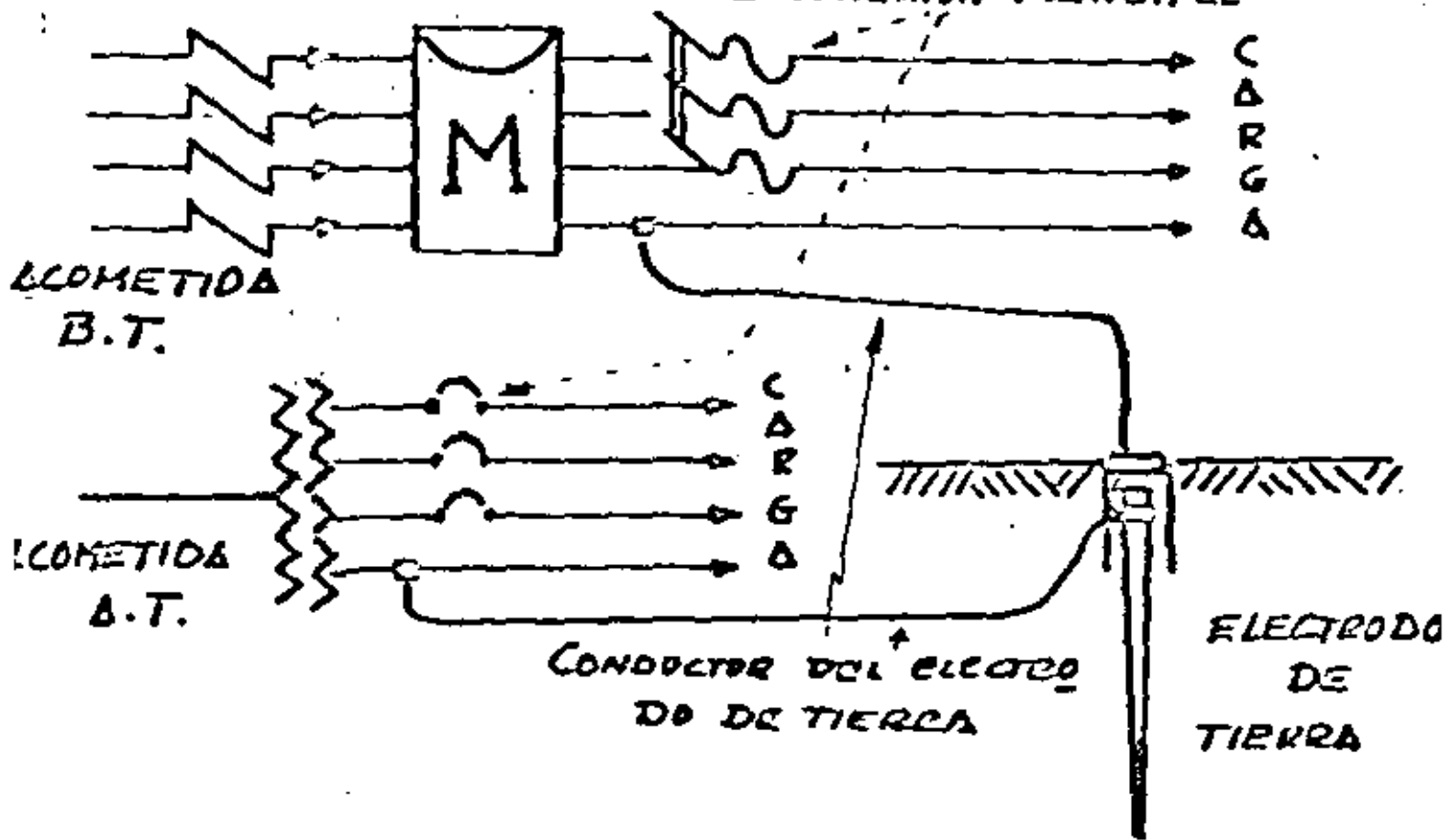
3 ϕ , 4H, 220/127 V ; 3 ϕ , 4H, 440/254 V

3 ϕ , 4H, 480/277 V ; 1 ϕ , 3H, 240/120 V

DEBEN CONECTARSE A TIERRA [NEUTRO SISTEMA]

206.13 LOCALIZACION DE LA CONEXION A TIERRA

MEDIO DE DESCONEXION PRINCIPAL



ART.

206.21 PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS

- ☐ TUBO CONDUIT
- ☐ DUCTO CON TAPA
- ☐ ELECTRODUCTO
- ☐ CHAROLA
- ☐ ARMADURA DE CABLES

206.26 y 206.27 PUESTA A TIERRA DE EQUIPO

- TENSION MAYOR DE 150 VOLTS A TIERRA
- EQUIPO EN LUGARES HUMEDOS O MOJADOS
- EQUIPOS EN AREAS PELIGROSAS
- ELEVADORES Y GRUAS
- ARMADONES DE GENERADORES
- TABLES DE PISO Y PARED
- ANUNCIOS LUMINOSOS
- CUBIERTAS, RESGUARDOS O DIVISIONES METALICAS.

puesta a tierra.....

ART.

(12)

206.29 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS CON-
NECTADOS MEDIANTE CORDON Y CLAVIJA :

■ Refrigeradores, Aire acondicionado,
Congeladores, lavadoras, máquinas
lavaplatos, etc.

■ herramientas y aparatos portátiles
de sujeción manual.

206.37 MEDIO DE PUESTA A TIERRA. PUE-
DE EMPLEARSE :

- LA CANALIZACION METALICA

- CONDUCTOR ADICIONAL (TABLA 206.58)

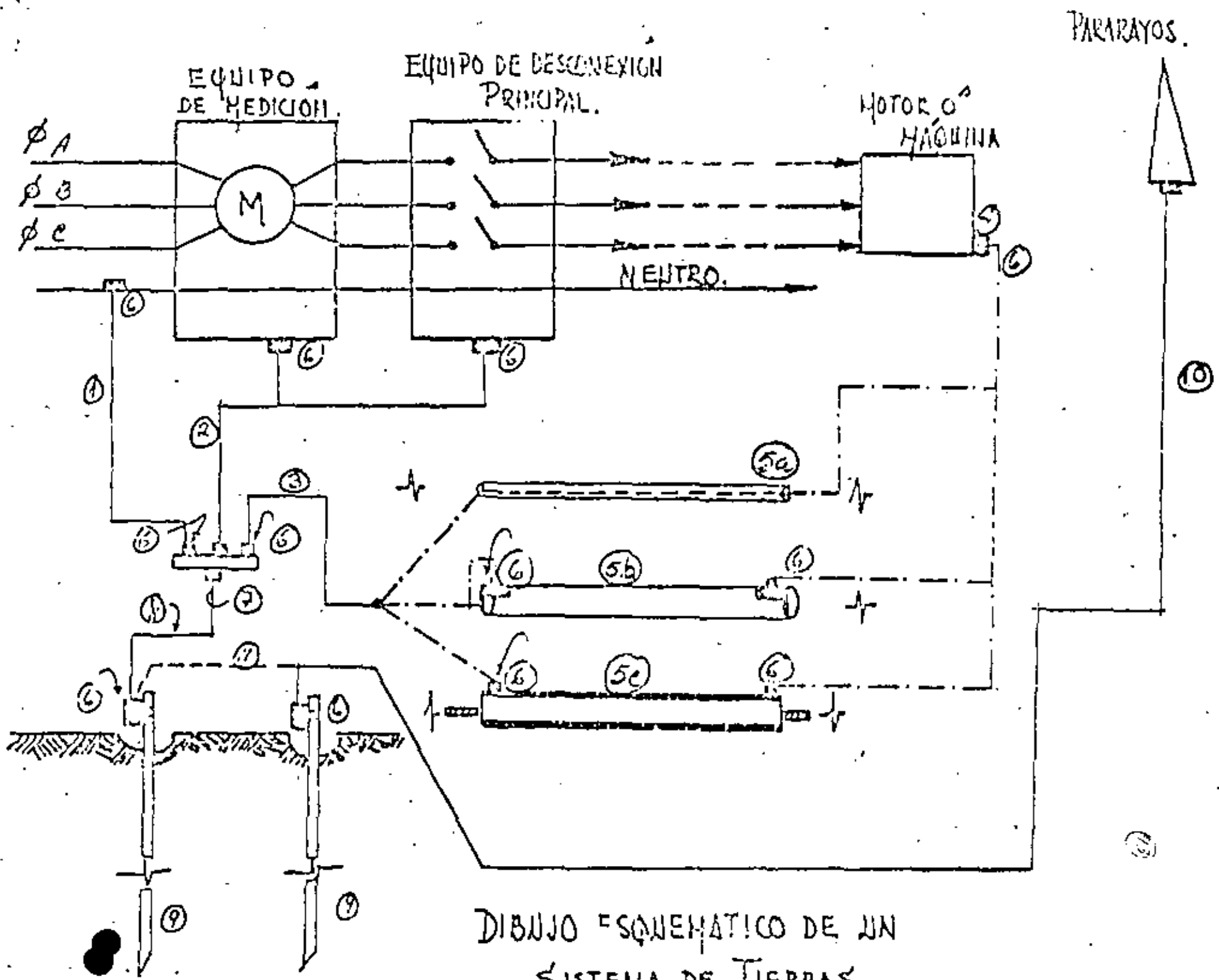
206.46, 206.47, 206.48 ELECTRODOS DE
TIERRA

- TUBERIA SUBTERRANEA DE AGUA FRIA

- ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO

- ELECTRODOS DE PLACA, TUBO O BARRA

206.49 RESISTENCIA A TIERRA DE ELEC-
TRODOS $\leq 25 \Omega$



DIBUJO ESQUEMATICO DE UN SISTEMA DE TIERRAS



SECRETARIA

DE

COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

(24)

Sistemas de corriente directa. Calibre del conductor de puesta a tierra. El conductor de puesta a tierra para un sistema de abastecimiento de corriente directa, no debe ser más delgado que el conductor más grueso abastecido por el sistema, o su equivalente si no son del mismo material. En ningún caso el conductor de puesta a tierra debe ser más delgado que el calibre No. 8 AWG (8.37 mm²) de cobre.

Sistemas de corriente alterna. Calibre del conductor del electrodo de tierra. En un sistema de corriente alterna el calibre del conductor del electrodo de tierra no debe ser menor al que se indica a continuación para conductores de cobre. Si se trata de otro material, su resistencia eléctrica no debe ser mayor que la equivalente al conductor de cobre correspondiente.

Calibre del conductor más grande de la acometida o su equivalente para conductores en paralelo.

Calibre del conductor del electrodo de tierra.

AWG o MCM (Cobre)

AWG o MCM (Cobre)

2 ó menor

8

1/0

6

2/0 ó 3/0

4

4/0 a 350 MCM

2

400 a 600 MCM

1/0

Mayor de 600 a 1100 MCM

2/0

Más de 1100 MCM

3/0

Calibre del conductor de puesta a tierra de equipos. El calibre del conductor de puesta a tierra de equipos no debe ser menor al especificado en la Tabla 210.58, excepto los casos particulares a que se refieren las fracciones 210.59, 210.60 y 210.61.

Véase las fracciones 210.37 y 210.54, inciso b) para uso de canalizaciones o cubiertas metálicas de cables como medios de puesta a tierra.

INSTALACIONES EN LUGARES PELIGROSOS (25)

501.6 CLASIFICACION DE AREAS PELIGROSAS

CLASE I — GASES O VAPORES INFLAMABLES
O EXPLOSIVOS.

CLASE II — POLVOS INFLAMABLES O EXPLOSIVOS

CLASE III — FIBRAS O PELUSAS INFLAMABLES

501.7, 5018 Y 5019

DIVISIONES DE LAS DIFERENTES CLASES

DIVISION I — LUGARES CON CONDICIONES
MUY CRITICAS.

DIVISION II — LUGARES CON CONDICIONES -
POCO PELIGROSAS O CRITICAS
ESPORADICAMENTE.

501.15 AGRUPACION DE LAS DIFERENTES ATMOSFERAS PELIGROSAS, GRUPOS "A" A LA "G"

SECCIONES 502, 503 Y 504

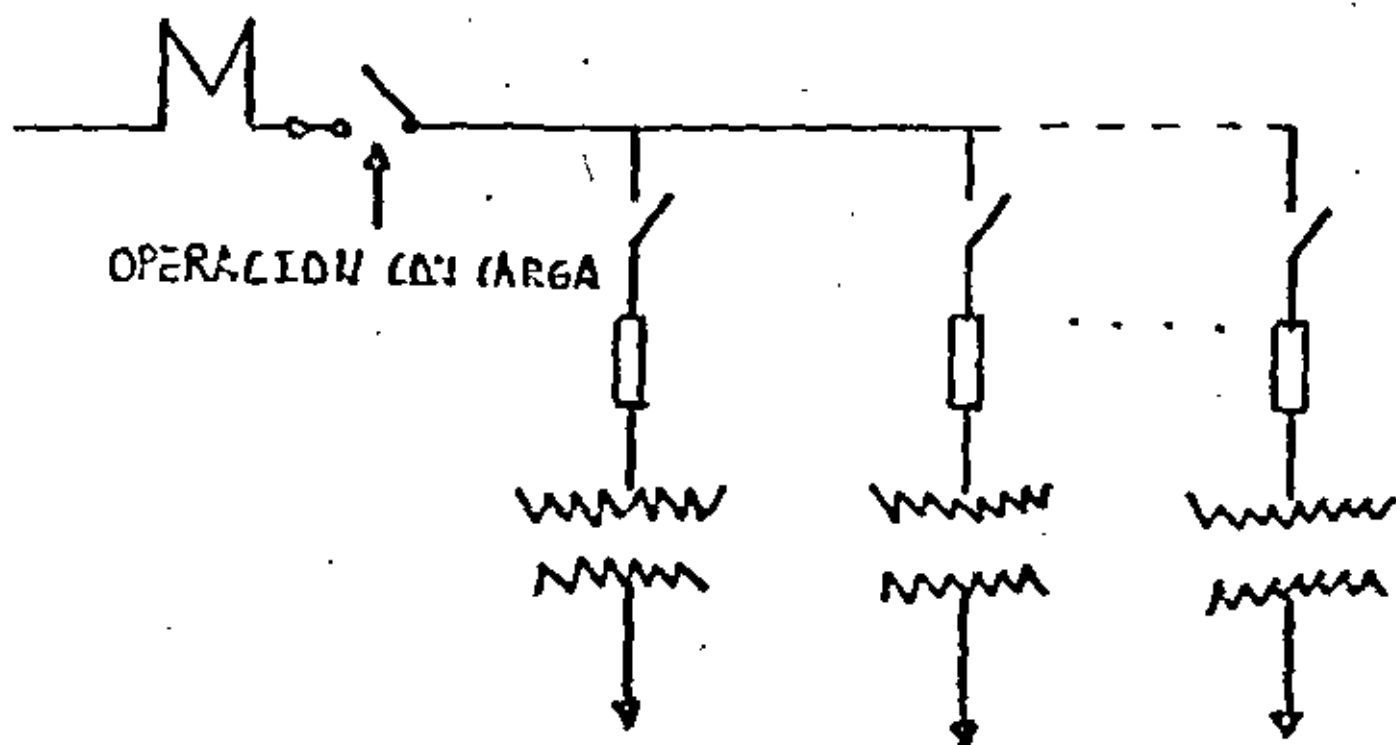
— CARACTERISTICAS DEL EQUIPO INSTALADO EN CADA
AREA.

— AREAS PELIGROSAS ESPECIFICAS SECCIONES 505,
506, 507, 508 Y 509.

SUBESTACION

(46)

601.5 MEDIO DE DESCONEXION GENERAL
DEBE SER DE OPERACION CON CARGA



601.7 CAPACIDAD INTERRUPTIVA ADECUADA
ADECUADA A LA POTENCIA DE CORTO CIR-
CUITO EN EL PUNTO DE SUMINISTRO.

602.3 ALUMBRADO DE SUBESTACIONES

SE MODIFICAN LOS NIVELES LUMINOSOS
(VER TABLA 602.3a)

(24)

SECCION 603. SISTEMA DE TIERRAS

(17)

603.2 ENUNCIA LAS CARACTERISTICAS GENERALES

- _EXISTENCIA DE MALLA ENTERRADA
- _CONDUCTOR DE MALLA $\geq 4/0$ AWG.
- _CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA ≥ 2 AWG.
- _RESISTENCIA A TIERRA $\leq 10 \Omega$

604.1 SEÑALA LAS DISTANCIAS MINIMAS PARA RESGUARDOS DE PARTES VIVAS Y ESPACIOS DE SEGURIDAD CON LAS TENSIONES NORMALIZADAS DE RECEPCION.

604.7 INDICA DISTANCIA MINIMA ENTRE FASES Y DE FASE A TIERRA

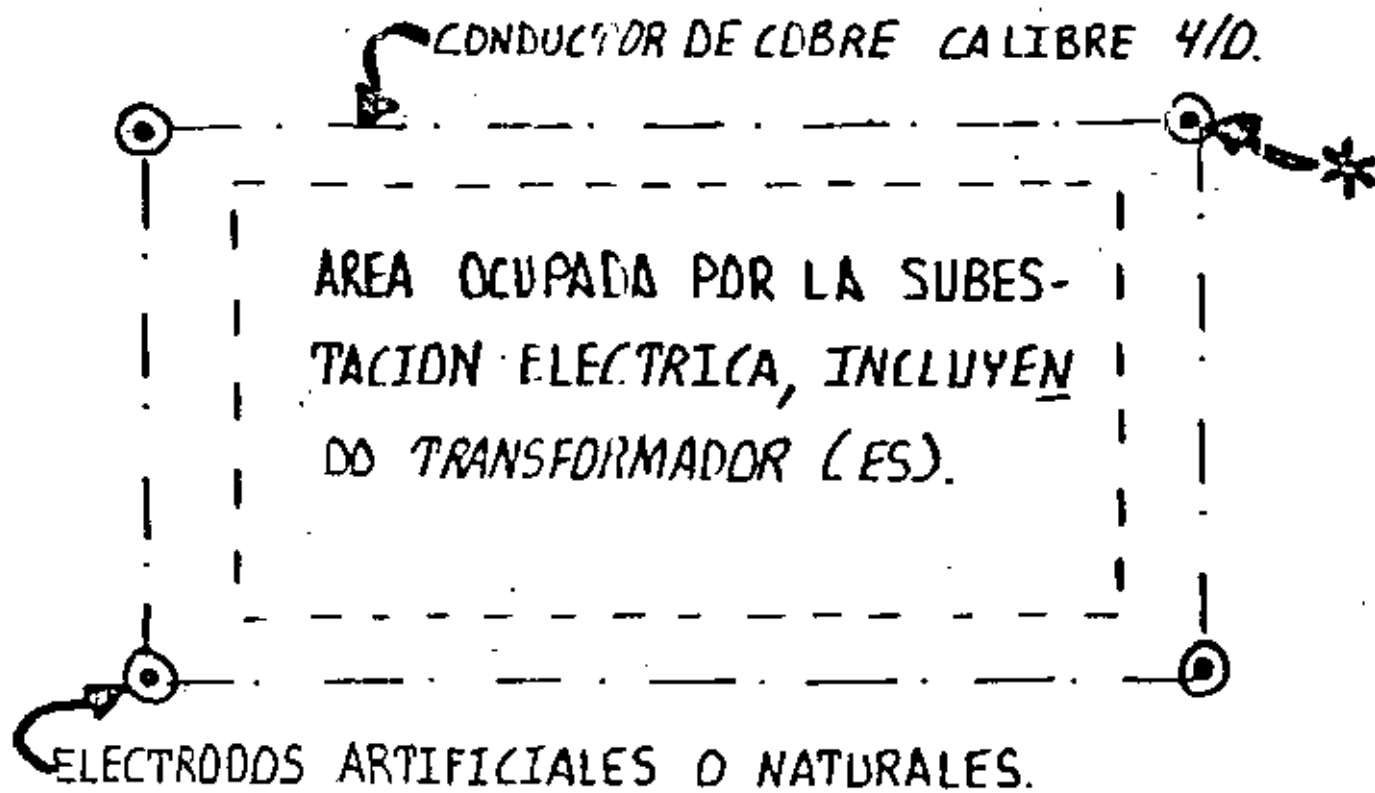
SECCION 605

MARCA DISPOSICIONES PARA LA INSTALACION DE EQUIPO ELECTRICO ESPECIFICO EN SUBESTACIONES DE USUARIOS.

(21)

RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.

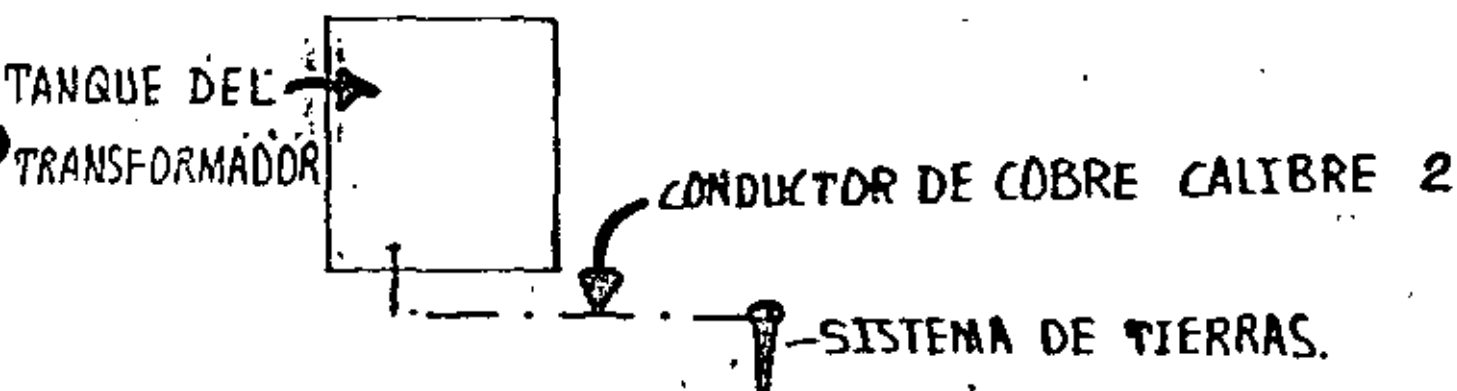
18



SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10Ω .

* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.





DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PARARRAYOS

ING. IGNACIO GONZÁLEZ CASTILLO

MARZO, 1984

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

EL MECANISMO DE UNA DESCARGA

Una descarga atmosférica (rayo) está formada por electricidad estática que proviene de una gran concentración de carga originada normalmente por fenómenos meteorológicos. El fenómeno de la formación de estas grandes concentraciones es debido a la acumulación en el interior de una nube de partículas de agua en fase gaseosa que por diversas condiciones atmosféricas resultan cargadas electrostáticamente. Durante las tormentas, o en periodos de gran turbulencia atmosférica, grandes cantidades de carga estática se acumulan de esta manera en las nubes. La carga puede ser uniforme, pero generalmente presenta varias zonas de diferente concentración en una misma nube, en la gran mayoría de las nubes (70%) se acumulan en la parte inferior las cargas negativas, con un pequeño núcleo en el que por el contrario se condensan cargas positivas. La zona central de la nube también está cargada negativamente, y la parte superior está cargada positivamente. (Lam. #2)

Las nubes que dan lugar más fácilmente a descargas eléctricas son los Cúmulo y los Cúmulo-Nimbos. Lo más frecuente es que la nube se extienda desde 500 a 1000 metros, hasta 3000 ó 4000 metros, con una base inferior casi plana con superficie de 5 a 30 Km. cuadrados.

Al ocurrir las condiciones de una tormenta, y cargarse la nube como hemos descrito anteriormente, ocurrirá por inducción una concentración de carga en la superficie de la tierra que está directamente abajo de dicha nube, esta concentración será del signo contrario a la que se tiene en la parte baja de la nube, o sea normalmente positiva. (Lam. #3). Su intensidad dependerá de la concentración en la nube. Conforme crecen las cargas eléctricas en la nube, crecerán en la tierra, y puesto que son de signo contrario se atraerán. Cuando el Gradiente expresado en Volts por centímetro cuadrado, exceda la resistencia dieléctrica del espacio que separa la nube del suelo; una centella o Rayo "Piloto" se abre paso a través del aire, partiendo de la nube hacia la tierra. (Lam. #4). Su descenso

se hace por desplazamiento bruscos e irregulares, emitiendo ramales laterales y preparando el cauce del rayo incipiente con suspensiones en el avance de 10 a 12 microsegundos.

La velocidad de propagación durante estos impulsos es generalmente del orden de 1 a 10 Km. por segundo, mientras que la velocidad efectiva de la propagación de la descarga, comprendiendo también los tiempos de suspensión, se mantiene en general en el orden de los 100 Km. por segundo, teniendo como máximo 300 Km. por segundo.

La mayoría de los rayos piloto son de polaridad negativa y su propagación hacia tierra es silenciosa y debilmente luminosa.

Quando la extremidad del piloto o de algunos de sus ramales se acercan a tierra, se produce un intenso campo eléctrico que origina que de la tierra parta un segundo rayo piloto secundario al encuentro del original descendente. (Lam. #5). Este secundario es de polaridad positiva y establece contacto con el original, generalmente a una altura de 15 a 50 metros. (Lam. #6). El contacto entre los dos pilotos equivale a cerrar el circuito entre la tierra y la nube. En primer lugar una corriente de gran intensidad fluye de la tierra hacia la nube, para neutralizar la carga de ésta, acompañada de una gran explosión de luz (Relámpago). Esta suele después moderarse, tornándose en una corriente de mayor duración que termina con el remanente de carga en la nube.

Los valores de la corriente de descarga son excepcionalmente altos (centenares de miles de amperes), pero la duración de estas corrientes es desafortunadamente muy brevísima, ya que en general, la corriente de descarga sube hasta su máximo en uno a diez microsegundos, para bajar a la mitad durante 10 a 100 microsegundos, siendo la duración total de varios miles de microsegundos. (Lam. #7).

Ocurre frecuentemente que las diversas concentraciones de carga de una misma nube utilizan un mismo cauce, produciéndose entonces descargas sucesivas. Estas pueden repetirse tan rápidamente que no es posible distinguir los destellos con la vista. Estos fenómenos llamados descargas sucesivas, pueden repetirse numerosas veces después de la descarga principal,

Las estadísticas de las mediciones efectuadas muestran que más del 50% de los rayos tienen por lo menos dos descargas, habiendo algunas en las que se conocen hasta 42 descargas sucesivas.

La trayectoria que presenta la formación de una descarga atmosférica, demuestra por qué los lugares elevados son alcanzados por los rayos con más frecuencia, ya que de acuerdo con las leyes elementales de la física, es evidente que en los lugares elevados la concentración de carga es mayor que en los lugares bajos, (Lam. #B) de aquí que sea precisamente de los lugares altos de donde parte con mayor facilidad un piloto secundario al encuentro de la centella descendente, y por lo tanto sean preferidos por las descargas.

SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS

El principio fundamental de operación de un sistema de protección contra descargas atmosféricas es proporcionar el medio para que una descarga pueda incidir con seguridad sobre una construcción y sea conducida en forma intensiva hasta tierra, de manera que no origine daños durante su recorrido.

Las instalaciones de protección contra descargas atmosféricas difícilmente son "activas", es decir que originen una protección para que no incida un rayo sobre una estructura, sin embargo, dado que la concentración de cargas que se logra en un pararrayos tiene un efecto ionizador de la atmósfera, esta ionización origina un efecto dispersor de la carga, lo que disminuye el campo eléctrico.

Es por lo tanto de más importancia la protección "Pasiva", que se logra mediante la adopción de medios que reduzcan a límites no peligrosos las consecuencias de una descarga.

La protección contra descargas atmosféricas de una estructura no se logra contra lo que normalmente se cree con la instalación de una varilla y una conexión a tierra (Pararrayos de Franklin), ya que la acción de este dispositivo tiene una acción limitada; la "Zona" de protección que proporciona una barra de este tipo, aún desde los primeros intentos de Benjamin Franklin en 1750, no se puede considerar como un absoluto; en 1767, Franklin escribía que esta zona es función de la cantidad de carga (variable en cada caso), la forma de la estructura protegida y las condiciones atmosféricas (variable en cada caso). Posteriormente Oliver Lodge (1892) y Anderson (1879) afirman que no se puede justificar una determinada zona de protección para una barra, y finalmente E.W. Peck en 1921, mediante experimentos con modelos, concluye que esta zona depende de la altura de la concentración de carga, que en este caso queda representada por la

altura de la nube. Originalmente (1932) el código de U.S.A. estableció, basándose en las ideas de Peek, y tomando como promedio una altura de 1000 pies, un ratio variable de 2 a 4. En 1945 esta cifra fué corregida a la unidad, con la consideración de que esta distancia puede ser reducida en cantidades no especificadas si alguna parte no protegida de la construcción tiene alguna forma, o alguna posición, capaz de iniciar un piloto secundario.

En vista de esto, la técnica moderna de protección ha descartado el uso de la barra Franklin y establece la colocación de conductores y puntas en los sitios en los que pueden iniciarse pilotos secundarios, tales como esquinas y aristas de las azoteas, (Lam. #9), es necesario pues, no hablar de un "Pararrayos", sino de la instalación de un sistema de pararrayos convenientemente estudiado para proporcionar protección a cada estructura en particular.

El SISTEMA de pararrayos, está integrado por 3 elementos fundamentales:

- 1) Un elemento RECEPTOR de la descarga que lo constituyen las puntas de protección y los cables colocados estratégicamente en las partes de la estructura que pueden recibir una descarga. ("A", Lam. #10)
 - 2) CIRCUITE A TIERRA, formado por los conductores que tienen como misión transportar a tierra la corriente de la descarga, según un recorrido perfectamente determinado y de baja resistencia eléctrica, pasando normalmente por la parte exterior del edificio. La realización práctica de estos elementos debe de efectuarse teniendo en cuenta que por ser la corriente del rayo a impulsos, adquiere una importancia notable la frecuencia del circuito, cuya influencia puede originar grandes caídas de tensión en el circuito. ("B", Lam. #10)
 - 3) ELECTRODOS de tierra, llamados también dispensores de tierra, los que proveen de un contacto íntimo del sistema con el terreno, facilitando la dispersión de la corriente en el terreno propiamente dicho. ("C", Lam. #10)
- Existen en la actualidad diversos procedimientos para el cálculo y diseño de estos dispositivos, así como procedimientos de medición directa de la resistencia lograda. Se han desarrollado también algunos productos químicos que pueden usarse como aditivos en los electrolitos y de esta manera

De acuerdo a la diferente organización de los elementos anteriores se conocen actualmente los siguientes tipos de pararrayos:-

Pararrayos de Franklin - Descubiertos por Benjamin Franklin alrededor de 1750 consta de una punta y una conexión a tierra, su interés actualmente es solo histórico, ya que se han comprobado las limitaciones de superficie protegida que provee, otro defecto estriba en el hecho de que cada vez que es alcanzado directamente por un rayo, la descarga se recibe en un solo lugar, lo cual origina que la punta de la barra falle debido a la intensa corriente que transporta.

Jaula de Faraday - La jaula de Faraday se basa en el experimento del físico del mismo nombre, según el cual disponiendo una envoltura metálica cerrada y conectada a tierra, cualquier fenómeno eléctrico, por intenso que sea, no causa ningún efecto en el interior de la envoltura, o sea que la envoltura mencionada sirve como "Pantalla" o "blindaje" del interior. Actualmente este tipo de sistema se construye a base de una red o malla de conductores que se coloca en la parte superior de la estructura que se protege, con suficientes conexiones a tierra para lograr en dicha malla una distribución uniforme del potencial de la tierra. La protección de las superficies intermedias entre los cables que forman la red, se logra mediante pequeñas puntas ionizadoras de la atmósfera que originan concentraciones de carga en ellas, las que en condiciones de tormenta, proveen múltiples "Pilotos Secundarios", lo que además proporciona muchas vías de entrada a la descarga principal cada una de ellas con una intensidad de corriente menor.

Este sistema es el que ha tenido hasta la fecha un desarrollo mayor, ya que desde 1904 se dispone de reglamentaciones oficiales de institutos y organismos especializados, los cuales recopilan normas de diseño experimentadas ampliamente y revisadas periódicamente, lo cual proporciona una garantía efectiva de su funcionamiento. Cabe agregar que este tipo de sistema está establecido como norma por instituciones como el IEEE (Instituto de Ingenieros Electricistas y en Electronica de los E.U.A.), Underwriters Laboratories Inc. NFPA (National Fire Protection Association) y la norma de la ASA (American Standard Association) de los E.U.A.

Pararrayos Radioactivos - Recientemente se ha desarrollado este tipo de pararrayos que no es más que un pararrayos Franklin al cual se le proporciona mayor alcance mediante el uso de un ionizador artificial, el cual en este caso lo forma un dispositivo que aloja un material radioactivo, cuya acción provoca la ionización adicional. Su uso no está reglamentado en nuestro país.

Conclusión:

La instalación de un sistema de pararrayos es una labor delicada tanto en proyecto como en instalación, y es recomendable que estos trabajos sean desarrollados por expertos con conocimientos de la reglamentación existente. En este punto desgraciadamente en nuestro país no contamos aún con una reglamentación específica, aunque se espera que en la próxima edición del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, se trate este problema. Existe una interesante fuente de información en las disposiciones de la norma UL95A de Underwriters Laboratories, Inc., y en el Lightning Protection Code de National Fire Protection Association (NTPA Nº79).

CRITERIOS DE DISEÑO

De la información que nos proporcionan las normas (N.T.P.A. y U.L.), pueden concluirse los siguientes criterios sobre los más importantes factores a decidir en el desarrollo del proyecto de un Sistema de Protección, así como en sus especificaciones. Estos factores son:

- 1) Ubicación de las Puntas
- 2) Trayectoria de Conductores
- 3) Conexiones a Tierra
- 4) Conexiones Adicionales
- 5) Sistemas de Instalación
- 6) Especificación de Materiales .

1) UBICACION DE LAS PUNTAS

1,1) Posición: En los sitios en los cuales se forman concentraciones de carga en una tormenta eléctrica, los cuales son función de la forma o tipo de techos.

1,2) Tipos de Techos:

1,2-1) Plano

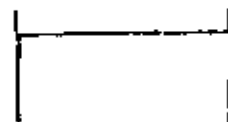
1,2-2) Inclinado

1,2-3) Pendiente Ligera: Con pendiente igual o menor a 1/8 en claro igual o menor de 12 Mts., o con pendiente igual o menor a 1/4 en claro mayor a 12 Mts.

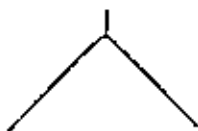
1,3) Colocación de las Puntas:

1,3-1) En función de la forma del techo.

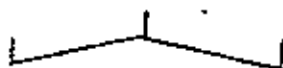
a) Techos Planos:



b) Techos Inclínados:



c) Techos con Pendiente Ligera:



1.3-2) Espaciamento:

a) Del límite del contorno protegido = 0.60 Mts.

b) Entre puntas:

b-1) En contornos:

6 Mts. puntas de 25 cms. a 60 cms.

7.62 Mts. puntas de más de 60 cms.

b-2) En superficie planas:

15 Mts. máximo.

1.4 Altura de las Puntas:

1.4-1) La parte más alta de una punta debe tener una altura POR LO MENOS 25 cms. mayor que el contorno que protege, con un mínimo de 91 cms. (U.L.)

1.4-2) Alturas normales de las puntas:

mínima: 25 cms.

máxima (U.L.): La que resulte al extenderse a lo más 91 cms. por encima del contorno protegido (trípice obligatorio en puntas de más de 60 cms.)

2) TRAYECTORIA DE CONDUCTORES

2.1) Conductores Horizontales:

2.1-1) Deben interconectar las puntas formando una red cerrada.

2.1-2) Cada punta deberá tener por lo menos 2 trayectorias a tierra en donde no existan curvas ascendentes.

2.1-3) Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms, EVITARLOS

2.1-4) En azoteas planas se formarán redes de máximo 15 x 45 cms, para conectar las puntas en ellas.

2.1-5) Se deberán fijar firmemente cada 91 cms. (Long. máxima en aire 1.80 Mts.)

2.2) Conductores Verticales:

2.2-1) Deben conectar la red horizontal a tierra.

2.2-2) Posición: Depende de:

a) Ubicación de tierras

b) Trayectorias más directas

c) Ubicación de cuerpos metálicos

2.2-3) Cantidad:

a) Mínimo 2 hasta perímetros de 76.2 Mts.

b) Si el perímetro excede de 76.2 Mts. se aumentará 1 por cada 30 Mts. o fracción.

2.2-4) Localización:

a) Se deberá lograr una distribución uniforme del potencial de Tierra a lo largo del perímetro.

b) Diagonalmente opuestas si son 2.

- c) 30 Mts. de espaciamento promedio máx. de 2.
 1) La condición 2.1-2 obliga la posición de bajadas en cambios de nivel.

CONEXIONES A TIERRA

- 3.1) Ubicación: Donde se logre una dispersión fácil de la descarga en el terreno. Preferible: fuera de cimentaciones.
- 3.2) Medios de Conexión a Tierra. Electrodo Formado Por:
- Varillas (3 Mts. mínima).
 - Pehiletos (1.5 - 2 Mts. Profundidad).
 - Cable enterrado: mínimo: 3,6 Mts. longitud a 0,3 0,6 Mts. de profundidad.
- 3.3) Valor de la Resistencia: Es función del tipo de terreno y del tipo de conexión usada.
- 3.4) Pruebas:
- Debe medirse la resistencia del electrodo desconectado del Sistema, por lo que deben instalarse desconectadores adecuados.
 - Deben probarse al instalarse, y una vez al año.
 - Valor suficiente de la resistencia: 40 Ohms.

CONEXIONES ADICIONALES

- Para cuerpos metálicos que puedan recibir una descarga (Chimeneas, Respiraderos, Ductos, etc.)
- Para cuerpos metálicos, en los que debido a su cercanía con el Sistema (máximo 1.80 Mts.) en ellos pueda INDUCIRSE una carga que origine una descarga lateral.
- Tiempos Común: De Sistemas que estén conectados a tierra (Eléctrico, Telefónico, Agua, Gas, etc.).

5) SISTEMAS DE INSTALACION

- Aparente (preferible)
- Oculto (en ductos NO metálicos)
- Usando estructura metálica (siempre y cuando de la misma sea posible garantizar su conductividad presente y futura).

6) ESPECIFICACION DE MATERIALES

- General: Deben ser diseñados y fabricados especialmente para Sistemas de Pararrayos dentro de las normas.
- Tipos de Conductores:
 - Clase I, para edificios de 22,86 Mts. de altura máxima
 - Clase II, para edificios de máx de 22,86 Mts. de altura

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICASINSTALACION DEL SISTEMA

Para el desarrollo de la correcta instalación de un sistema, la observación primordial, es el respeto absoluto a un buen proyecto que haya sido desarrollado dentro de las normas. Respeto a la correcta ubicación de los elementos, y a la estricta especificación de los materiales.

A fin de facilitar la correcta interpretación de un proyecto, es de interés el análisis de las siguientes observaciones generales relativas a los eventos principales a desarrollarse en una instalación de este tipo, que son:

- I - LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS
- II - FIJACION DE LAS BASES PARA PUNTAS
- III - DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES
- VI - FIJACION DE CONDUCTORES
- V - CONEXIONES
- VI + DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA
- VII - INSTALACION DE LOS ELECTRODOS
- VIII - CONEXIONES ADICIONALES
- IX - PRUEBAS

I.- LOCALIZACION DE LA POSICION DE PUNTAS

Tomar en cuenta que:

- 1). La parte más alta de las puntas debe quedar por lo menos 25 cms. más alta que el contorno protegido.
- 2). La separación máxima de la orilla del contorno protegido es 60 cms.
- 3). Los espaciamientos máximos entre puntas 7.6m para puntas de 60 cms. de altura a niveles y

II.- FIJACION DE LAS BASES

Usar algun elemento rígido adecuado al ambiente en que se instale. P.E. taquete de plastico con tornillo de latón.

III.- DETERMINACION DEL RECORRIDO DE CONDUCTORES

HORIZONTALES: Tomar en cuenta:

- 1). De cada punta deberán existir 2 trayectorias a tierra sin curvas ascendentes.
- 2). Los cambios de dirección no deben tener radio menor de 20 cms.

VERTICALES: Tomar en cuenta:

- 1). Deben ser lo más directo posibles.
- 2). No deben tener curvas invertidas.
- 3). Procurar, de ser posible, alejarlos de ventanas metálicas. En caso contrario, deberá intentarse conectarse estas.
- 4). Si se requiere cambiar la ubicación proyectada, procurar que el espaciamiento entre bajadas continúe siendo un forme, por lo tanto debe concluirse que NO ES POSIBLE suprimir bajadas.
- 5). En la parte inferior de un cable vertical aparente (3m.) deberá instalarse una guarda de protección que proteja al conductor de daño mecánico. Se sugieren - Tuberías NO metálicas.

IV.- FIJACION DE CONDUCTORES

- 1). Antes de sujetarse el cable deberá ser tansado para garantizar trayectorias lo más rectas posibles.

- 2). El espaciamiento máximo entre puntos de sujeción (abrazaderas) será 90 cms.
- 3). Para fijar las abrazaderas se usarán elementos apropiados al medio ambiente en que se instale.

CONEXIONES

- 1). Las conexiones deberán ser las mínimas necesarias y de la máxima rigidez mecánica, tanto inicial como futura.
- 2). Siempre se deberán usar conectores mecánicos especiales para este uso.
- 3). Las conexiones soldadas deberán evitarse.

DETERMINACION DE LA POSICION DE LOS ELECTRODOS DE TIERRA

- 1). Cercanos a los conductores de bajada tierra.
- 2). Preferentemente fuera de cimentaciones.
- 3). Separados por lo menos 60 cms. de la construcción.
- 4). Preferible donde el terreno sea lo más húmedo posible ó este en el máximo contacto con humedad.

INSTALACION DE LOS ELECTRODOS

Varillas ó Bayonetas:

- 1). Deben clavarse totalmente (1m.) y asegurarse que el terreno es bueno, o sea que a través de la superficie de la varilla se establezca un buen contacto con el terreno, por lo tanto, deberá evitarse el hacer una excavación para colocar en ella la varilla.
- 2). La conexión entre el cable y la varilla se hará con un conector especial para este fin, que garantice la superficie de contacto adecuada.

- 3). Preferentemente, pero no indispensable se construirá un registro para tener acceso al conector anterior, el que estará en el extremo superior de la varilla a 30 cms. de profundidad.

Rehiletes.-

- 1). Se usarán en terrenos donde no sea posible clavar la varilla en excavaciones especiales para ellos, de la máxima profundidad posible.
- 2). El rehilete se colocará en el fondo de la excavación en una mezcla de cisco de carbón y sal en proporción de 5 a 1.
- 3). Es muy importante que la excavación sea tapada con tierra de las mejores condiciones de conductividad, al máximo grado de COMPACTACION que sea posible.

Desconectores de Tierras:-

- 1). Cada electrodo de tierra deberá proveerse de un medio que permita su desconexión del sistema para poder llevar a cabo lecturas del valor de su resistencia a tierra.
- 2). Normalmente es recomendable la instalación del desconector en el extremo inferior de cada conductor de bajada, pero debe tenerse en cuenta que es importante que entre el mismo y el electrodo no debe haber ninguna conexión.

VIII.- CONEXIONES ADICIONALES

Deberán conectarse al Sistema:

- 1). Cuerpos metálicos colocados en azoteas, que tengan altura superior a las puntas y que por lo tanto pueden recibir una descarga directa.

- 2). Cuerpos metálicos localizados a menos de 1.80m en los cuales, al circular una descarga por el sistema, pueden presentarse cargas INDUCIDAS que originen una descarga lateral.
- 3). La conveniencia interconectar también todos los elementos o sistemas que se encuentren conectados a tierra, tales como los neutros de la red eléctrica, tuberías de agua, gas, teléfonos, etc.
- 4). Para las conexiones anteriores, siempre deberán utilizarse elementos especiales para este uso.

IX.- PRUEBAS

Para considerar satisfactoria una instalación, deberá esta tener:

- 1). Continuidad total en sus circuitos, que puede comprobarse haciendo pasar una corriente a través de ellos.
- 2). Resistencia a tierra adecuada en sus electrodos. Se consideran satisfactorios valores medidos de hasta 50 ohms para cada electrodo independiente.
- 3). Rigidez mecánica en sus elementos de soporte.

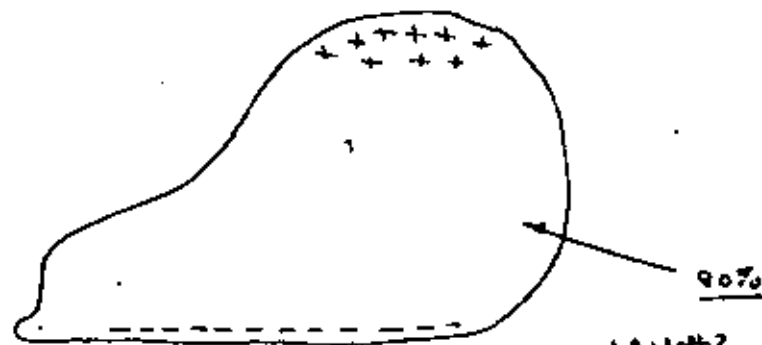
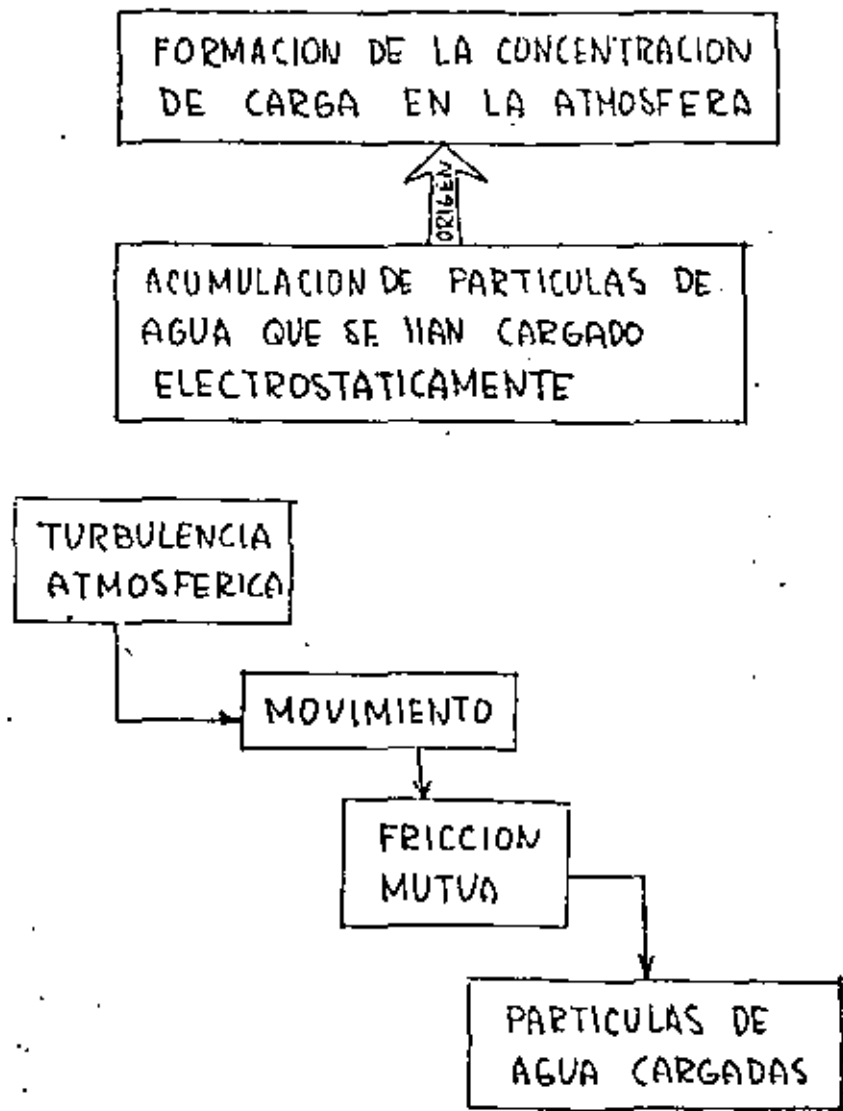
SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

MANTENIMIENTO

Un Sistema de Pararrayos esta constituido por un conjunto de elementos normalmente estáticos, como tal, la condición primordial de mantenimiento constituye la permanencia de las condiciones iniciales de cada uno de estos elementos, así pues deberá confirmarse periódicamente (mínimo una vez al año):

- 1) Que el Sistema sigue siendo adecuado para el edificio, o sea, si las azoteas han sufrido modificaciones, el sistema deberá modificarse dentro de las normas, para incluir en su protección las zonas nuevas y las nuevas condiciones.
- 2) Que todos los elementos metálicos que están sobre las azoteas, y que requieren interconexión con el sistema, están conectados al mismo.
- 3) Que existe continuidad eléctrica en todos los circuitos del sistema.
- 4) Que la resistencia a tierra de sus electrodos sigue siendo adecuada.
- 5) Que todos los elementos del sistema están fijos en su sitio original en condiciones de resistencia mecánica aceptable.

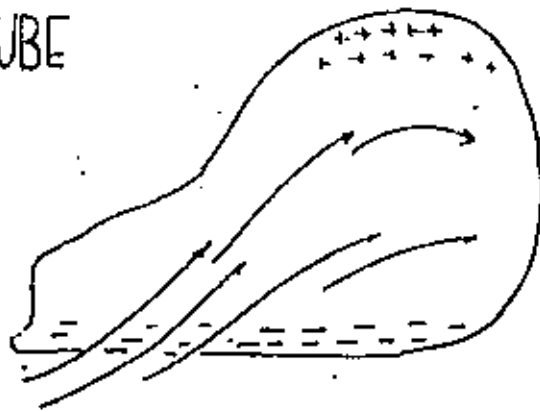
LAM-1 TIPOS DE CARGA



LAM:#2



CARGAS EN UNA NUBE



1) EN LA NUBE



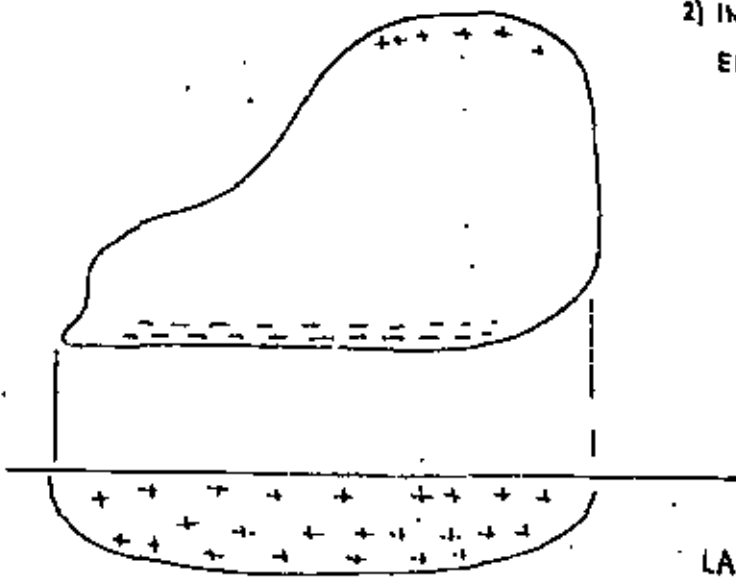
RAYO "PILOTO" PRIMARIO



$V_{MAX} 10000 \text{ km/seg} \rightarrow \text{PULSOS}$
 $V \approx 100-300 \text{ km/seg}$

LAM-4

2) INDUCIDA EN TIERRA



LAM-3

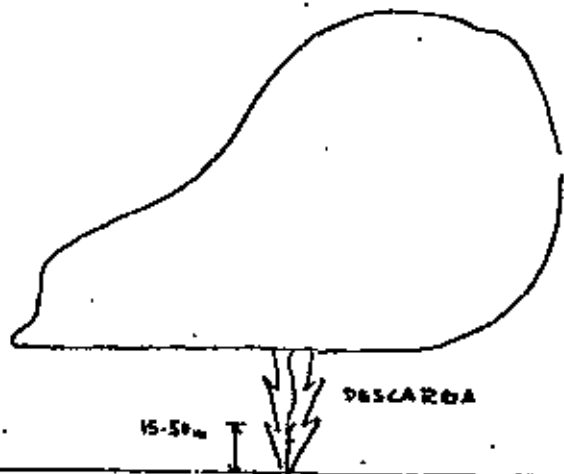


$\Delta \phi V$

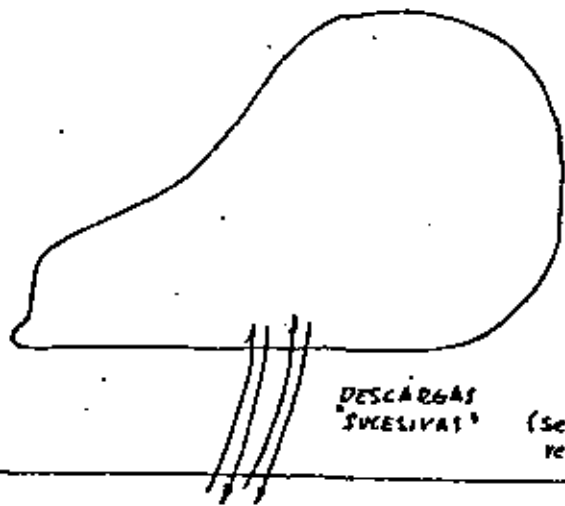
PILOTO SECUNDARIO

LAM-5

II



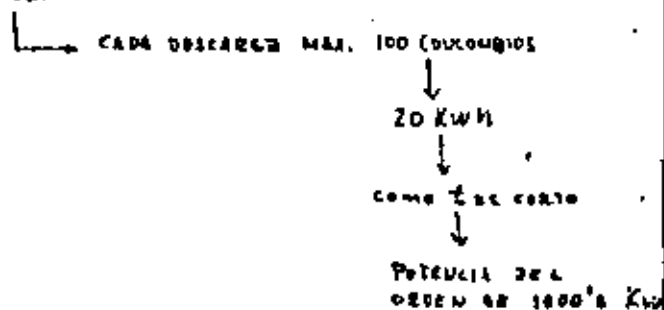
LAM-6



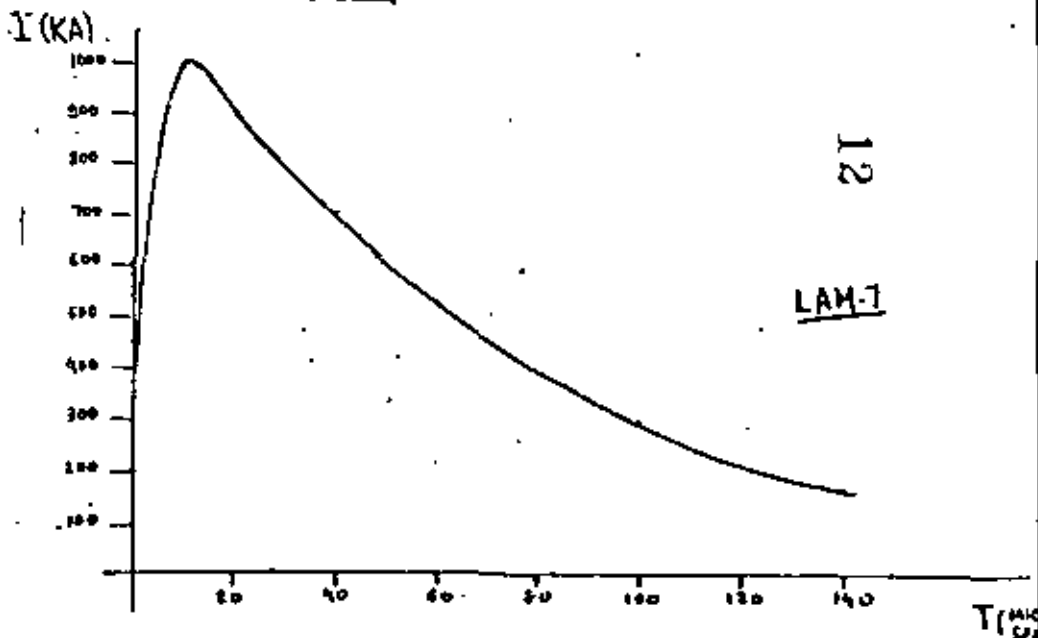
(se han llegado a registrar 42).

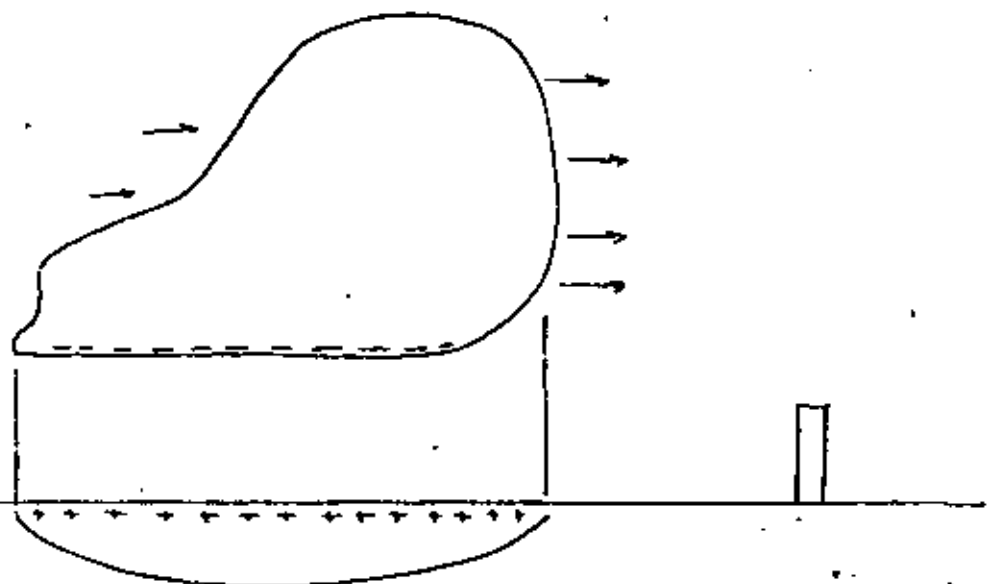
MAGNITUDES de UNA DESCARGA

- VARIABLES {
- INTENSIDAD DE CORRIENTE → 10-20 KA
 - DIFERENCIA DE POTENCIAL → 100-600KV
 - DURACION Y NUMERO → FUNCION Nº DESCARGAS
50% - 1 vez, pero > 10
 - ENERGIA

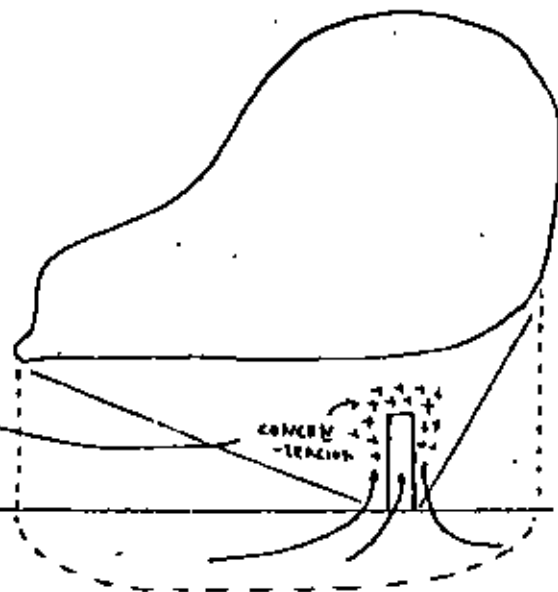


ONDA CONVENCIONAL



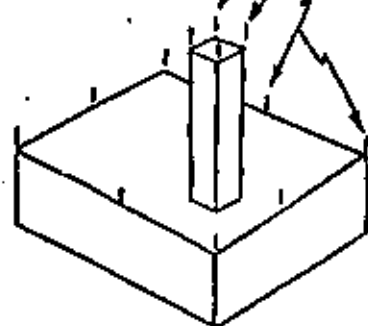
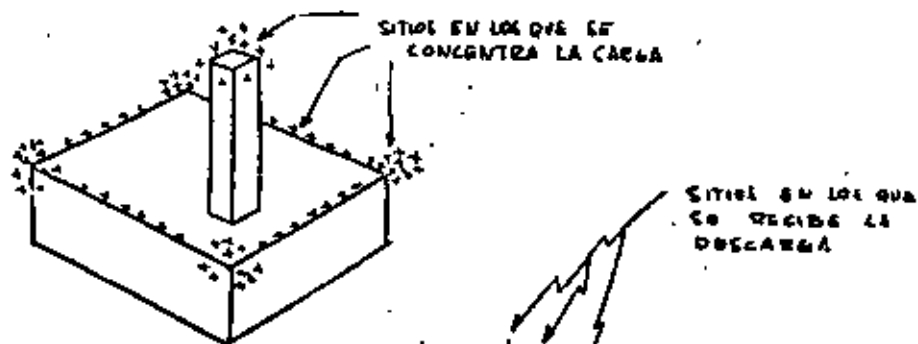


AUMENTA DV
AUMENTA POSIBILIDAD
DESCARGA
DE AQUI PARTIRÁ
PILOTO SECUNDARIO

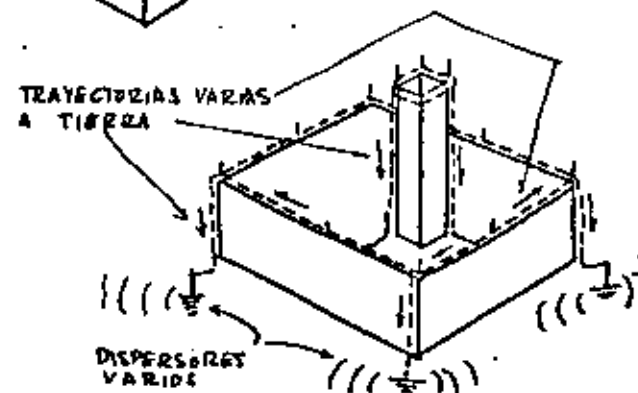


LAM-8

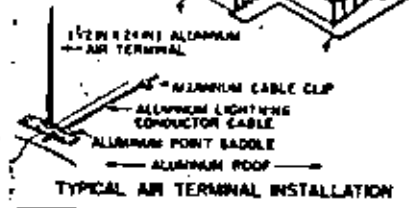
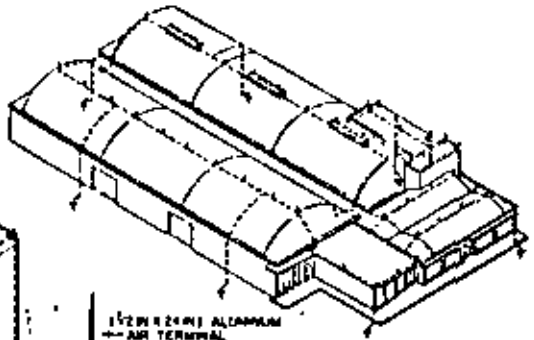
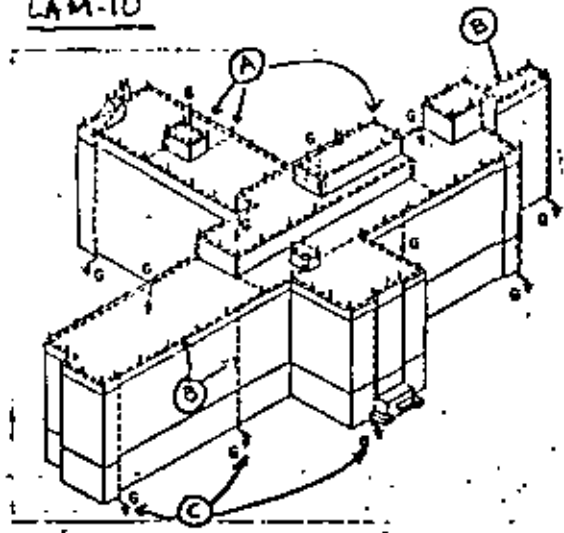
- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICA.
 - FLUIDAD ELECTROSTATICA



LAM-9



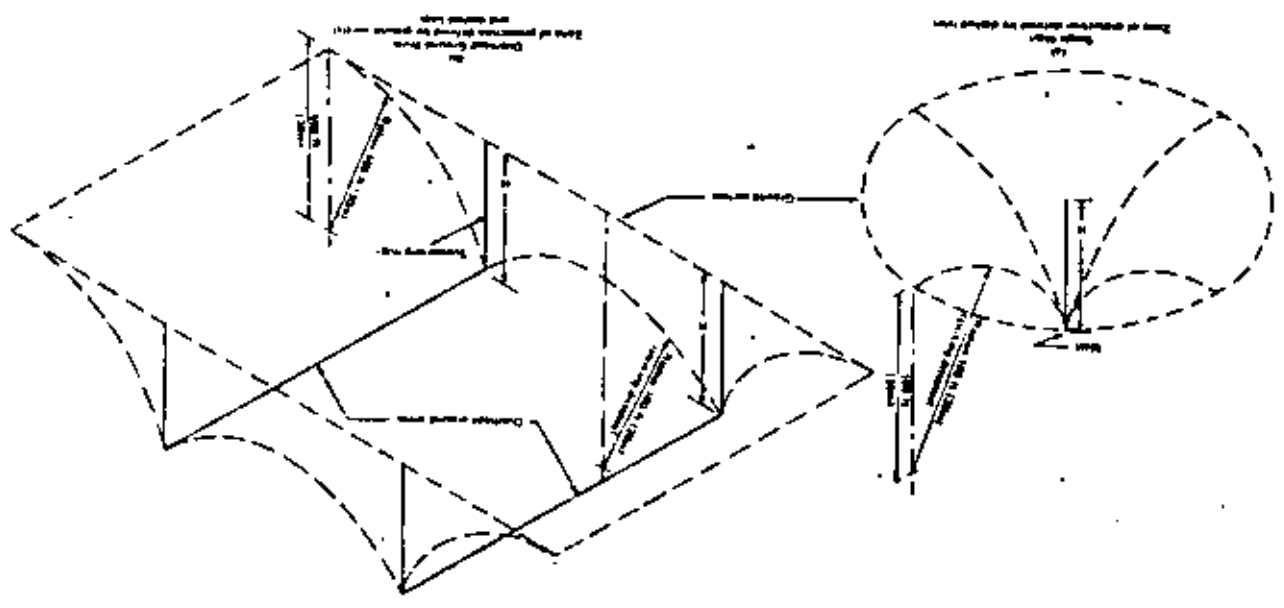
LAM-10



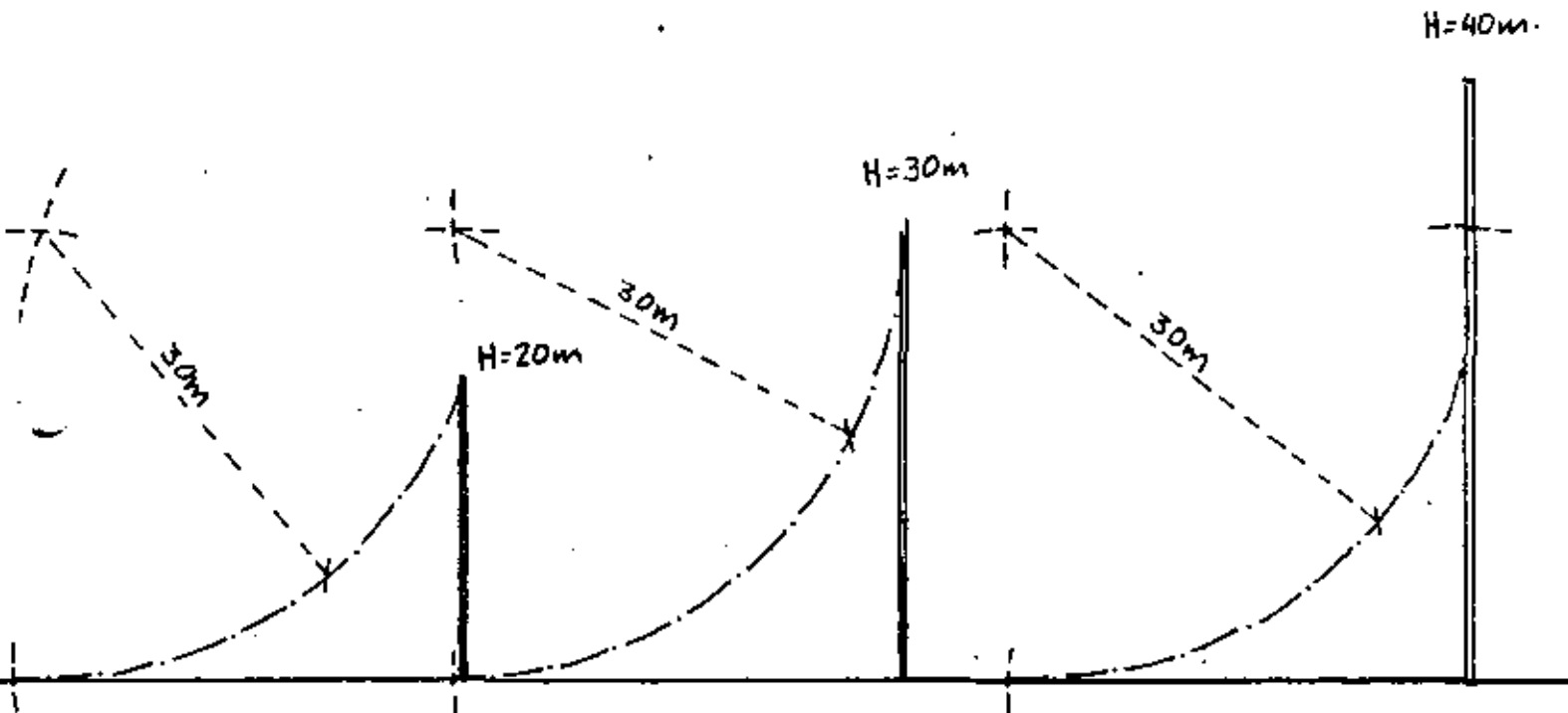
VENTAJAS:

- SEGURIDAD
- REGLAMENTADO — (1904).
- EXPERIMENTADO (1904-1978)
- NORMALIZADO :
 - UNDERWRITER'S LABORATORIES
 - ↳ UL 96A
 - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
 - ↳ NFPA-78
- ANSI. — IEEE

Figure 6-33.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).



16

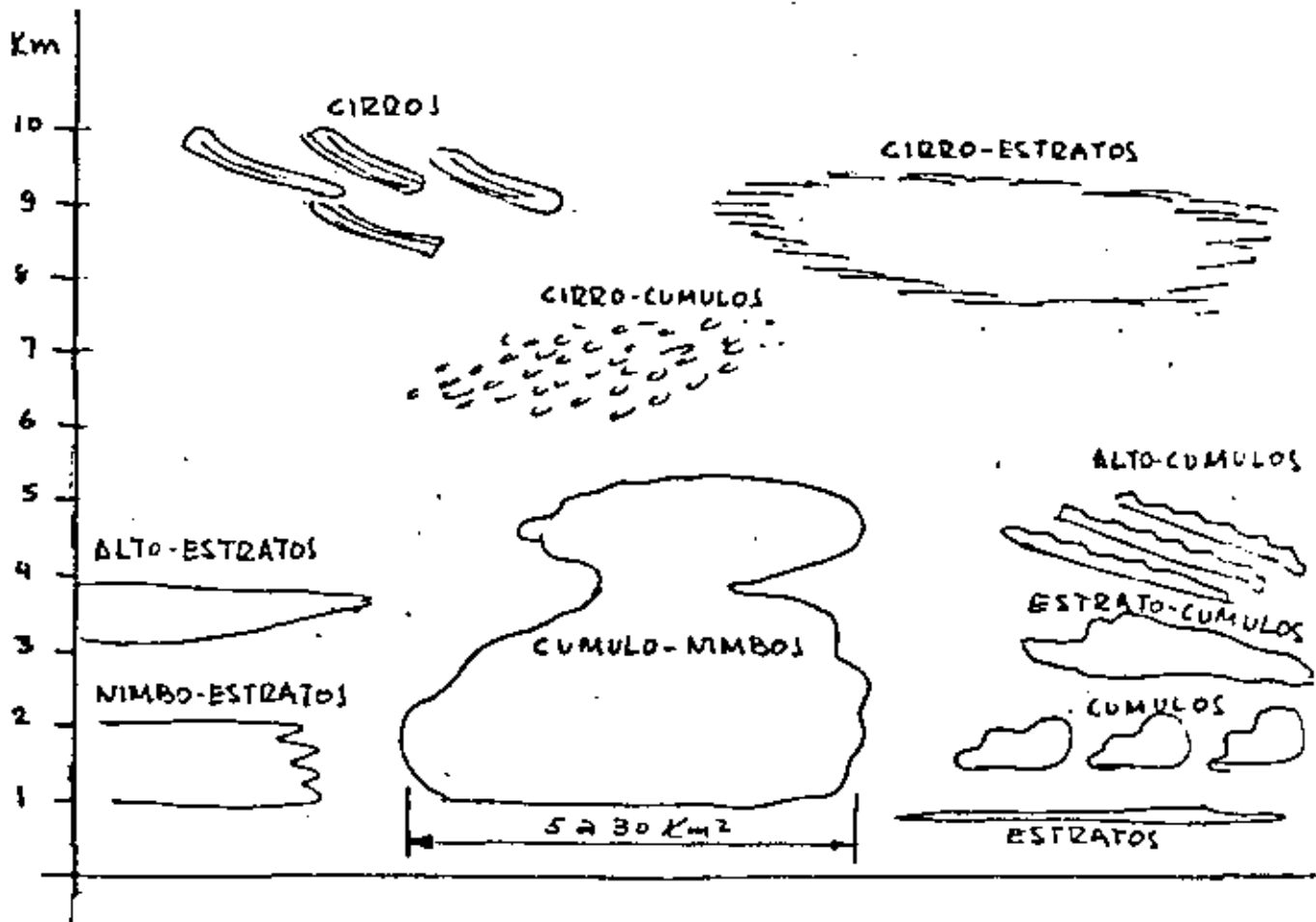


ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO

17

NUBES QUE
ORIGINAN
DESCARGAS

- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS



FACTORES QUE GOBIERNAN LA DECISION DE SU INSTALACION

La protección contra descargas atmosféricas constituye un tema de especial interés dentro de las instalaciones necesarias de una construcción.

En el conocimiento de toda la capacidad destructiva que posee esta manifestación de la electricidad atmosférica que conocemos con el nombre de Rayo. Sus aspectos externos han sido conocidos siempre por la humanidad, así como sus efectos directos e indirectos.

Las consecuencias de la descarga directa pueden ser graves: Daños a personas y cosas, incendio y destrucción, interrupciones en los servicios de Energía Eléctrica que pueden originar grandes peligros para la necesaria continuidad de estos servicios, así como un número más de consecuencias que en un instante pueden reducir o aún hacer desaparecer patrimonios de gran valor.

De acuerdo con el código de NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, los factores que gobiernan la decisión de instalar un Sistema de Pararrayos son los siguientes:

- 1) Frecuencia de las tormentas en la zona.
- 2) Valor y Naturaleza del edificio y su contenido.
- 3) Riesgos a las personas que lo ocupan.
- 4) Exposición relativa.
- 5) Pérdidas indirectas.

En relación con la frecuencia de Tormentas Eléctricas, es de comprenderse que es difícil hablar de datos y registros que nos provean de cifras absolutas, sin embargo, se consideran como reales valores que oscilan entre 25,000 y 40,000 descargas diarias sobre toda la superficie de la tierra. En algunos países existen estudios estadísticos que permiten conocer la cantidad de tormentas eléctricas que son de esperarse en una determinada zona. Por ejemplo, en los Estados Unidos de Norteamérica, los valores oscilan en zonas de 3 por día, a zonas de 90 por día. Cabe recordar que este índice aumenta conforme la zona analizada es más cercana al ecuador. En relación con el valor que pueden representar las

las pérdidas materiales originadas por rayos, recientemente (Julio 1972) la Sociedad Geográfica Nacional de Washington publicó los siguientes datos: Se esperaban para la Unión Americana 17,000 a 20,000 construcciones dañadas por descargas en un año, y en total, una pérdida mínima de 10 millones de Dólares.

El Análisis de la condición del riesgo a las personas, nos conduce a una conclusión inmediata, ya que sabemos que cualquier construcción SIEMPRE está ocupada por una cantidad mínima de personas que nos interesará proteger.

En relación con la exposición relativa, cabe considerar un razonamiento físico elemental: El hecho de que las cargas electrostáticas se concentren en los cuerpos de proporciones geométricas agudas, tales como rodillos, puntas, etc., hace que los rayos tengan preferencia por incidir en las alturas más notables, así el Edificio Empire State, por Ejemplo, situado en una zona de no gran frecuencia de tormentas eléctricas, recibe entre 75 y 50 descargas atmosféricas en un año, (SGNW y N.M.T. N. H. Towne de General Electric Co., nos proporciona datos de la variación de la probabilidad de incidencia con relación a la altura, con los cuales puede construirse una gráfica que nos indica esta variación. (Lam. #1)

Cabe recordar que en la actualidad la construcción vertical es cada vez más frecuente y en nuestro país no es raro el caso de que el edificio que analicemos sea el más alto de una población, y que podemos concluir, dentro de la lógica, que en nuestro caso el análisis de las condiciones anteriores nos obliga a la decisión de instalar un Sistema de Protección contra descargas atmosféricas.

La consideración de las pérdidas indirectas que una descarga eléctrica puede ocasionar es un factor cuya influencia en la decisión también es importante. El Análisis de el costo que puede representar una suspensión de los servicios prestados por la construcción estudiada, o de la producción perdida, hace obvia la decisión.

FRECUENCIA TORMENTAS

•) REGISTRO ESTADISTICO CONFIABLE
 ↳ MEX - (?)

•) INCIDENCIA : 25,000 - 40,000 DESCARGAS
 DIARIAS

•) PRESENTACION DATOS:

CURVAS ISOCERAUNICAS - LOCALIZAN

ZONAS EN QUE SE REGISTRAN LA
 MISMA CANTIDAD DE DIAS AL AÑO
 EN QUE HAN OCURRIDO DESCARGAS
 ATMOSFERICAS.

EJEMPLO:-

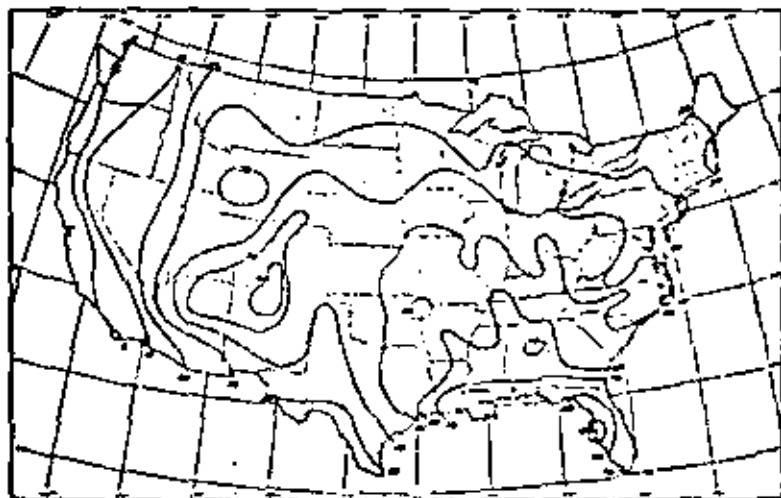


Fig. 1. U.S. Weather Bureau's Map of the United States, with isoceraunic showing number of days per year having thunder storms. Isoceraunic between lines can be interpolated - For example, if you live in Hartford, Conn. you have about 25 thunderstorm days per year; Philadelphia, Pa., 25; Kansas City, Mo., 15; Dallas, Texas, 12, etc.



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

DIARIO OFICIAL
DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS

MARZO, 1984

DIARIO OFICIAL

México, D.F.

Lunes 22 de Junio de 1981

DECRETO QUE PUBLICA

EL

Reglamento
de Instalaciones
Eléctricas

REGlamento de Instalaciones Electricas

Al ser un acto del Estado Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos, Presidente de la Republica.

JOSE LOPEZ PORTILLO, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 20, 28 y 44 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, II, III, IV, V, VI, VII y VIII de la Ley de Organización y Funciones de la Secretaría de Energía de la Administración Pública Federal,

CONSIDERANDO

Que la seguridad en el suministro de energía eléctrica en el país hace necesario actualizar las disposiciones legales existentes en materia de instalaciones eléctricas, y para ello que el actual Reglamento de Normas e Instalaciones Eléctricas de 19 de febrero de 1960, publicado en el "Diario Oficial" de la Federación el 23 de marzo, ya no cubre con algunos lineamientos y normas técnicas que por el avance tecnológico de este rubro ya están obsoletos, es imprescindible la expedición de un nuevo instrumento regulatorio que vaya acorde con la realidad y al avance técnico en la materia.

Que el área de trabajo de este ramo de prácticas y los resultados de las mismas en las instalaciones eléctricas para salvaguardar la seguridad de las personas y sus pertenencias, así como el alto nivel de eficiencia que debe tener la instalación y el uso de las normas técnicas que regulan estas prácticas, es de vital importancia para el país, y por lo tanto, es necesario expedir un nuevo instrumento regulatorio que vaya acorde con la realidad y al avance técnico en la materia.

REGlamento de Instalaciones Eléctricas CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1o.- El presente Reglamento y sus Normas Técnicas, serán de observancia general en todo el territorio y deberán ser cumplidos por todas las personas que deben satisfacer las instalaciones de circuitos que suministran a uso de la energía eléctrica, a fin de que operen con la máxima seguridad de servicio y seguridad para las personas y sus pertenencias.

ARTICULO 2o.- La aplicación del presente Reglamento, la formulación, expedición y actualización de las Normas Técnicas, así como la vigilancia de la correcta observancia de las Normas Técnicas, deberán ser competencia de la Secretaría de Energía y Fomento Industrial, a través de las Direcciones Generales de Normas y de Energía en el ámbito de sus respectivas competencias.

En casos especiales, la mencionada Dependencia podrá autorizar de alguna o algunas dependencias de los organismos interrelacionados con ella, siempre que se sustenten por escrito, que garantizan las mismas condiciones para las que se fueron expedidas.

ARTICULO 3o.- Cuando en el presente Reglamento se refieren las Normas "Técnicas", "Ley" y "Normas Técnicas", debe interpretarse que se refieren respectivamente, a la Secretaría de Energía y Fomento Industrial, a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

ARTICULO 4o.- La Secretaría y la "Secretaría" son responsables de cumplir con los presentes mandatos y sus "Normas Técnicas", tomando en cuenta la gravedad del caso y en los términos previstos por la "Ley" y el Reglamento.

Las resoluciones que al respecto se emitan de las "Secretarías" de la propia "Secretaría" no contendrán que en el aspecto de las normas de cumplimiento.

ARTICULO 5o.- Son materia de este Reglamento y de las "Normas Técnicas":

a) Las instalaciones que se emplean para la utilización de la energía eléctrica, en cualquier de las terminales usuales de conexión, incluyendo al equipo conductor a las normas de los usuarios.

b) Las subestaciones y las plantas generadoras de energía eléctrica propiedad de los usuarios.

c) Las líneas eléctricas y su equipo conductor de transmisión de energía eléctrica, cuando comprendan las líneas y las subestaciones conductoras de energía eléctrica, ya sea que formen parte de sistemas de transporte público o que correspondan a compañías de servicio eléctrico.

d) Cualquier otra instalación que dependa directamente del suministro de energía eléctrica.

ARTICULO 6o.- Las instalaciones eléctricas se clasificarán según el caso, bien por la actividad principal del suministro, o bien por los usuarios cuando sean de su propiedad, en forma tal que se satisficgan con los tipos de requisitos técnicos por este Reglamento y sus "Normas Técnicas". Cabe destacar que la seguridad de las personas o de las bienes, la "Secretaría" aplicará las medidas que procedan de acuerdo con la "Ley" y el Reglamento.

ARTICULO 7o.- El equipo y los materiales que se emplean en las instalaciones para el uso de energía eléctrica, deben ser adecuados para cumplir con el tipo de corriente suministrada.

a) Los elementos contenidos en este Reglamento y sus "Normas Técnicas", así como los de las Normas Técnicas Mexicanas, son de observancia general.

b) La plena observancia de la "Secretaría", de la "Ley" y del Reglamento, así como de cualquier otra disposición de este Reglamento, será de observancia general.

ARTICULO 8o.- Las instalaciones para el uso de energía eléctrica deben hacerse de tal manera que el funcionamiento del equipo de un usuario no dependa de las instalaciones de otros usuarios, siempre que se sustenten por escrito, que garantizan las mismas condiciones para las que se fueron expedidas.

servicio que las mismas deben aplicar las medidas pertinentes a fin de corregir la situación, de acuerdo con las disposiciones de la "Ley" y de su Reglamento.

CAPITULO II

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS

ARTICULO 9o.- La formulación, expedición, modificación y actualización de las "Normas Técnicas" estará a cargo de la "Secretaría", la cual se apoyará en los comités que para tal efecto creó el Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

El Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas se conformará de un representante de cada una de las Direcciones Generales de Normas y de Energía y de la propia "Secretaría", obra de la Comisión Federal de Electricidad, obra de Petróleos Mexicanos y otra de la planta de la industria de transformación. El Comité estará presidido por el Director General de Normas de la "Secretaría" y podrá invitar a sus miembros cuando lo estime conveniente, a personas físicas de otros organismos del sector público y de organizaciones del sector privado que puedan tener influencia en la materia.

ARTICULO 10o.- La "Secretaría" podrá a cualquier momento del "Diario Oficial" de la Federación, la expedición de las "Normas Técnicas" en caso de las acciones, suspensiones o modificaciones que resulten de las revisiones periódicas que se le actualicen y vigencia.

ARTICULO 11o.- Los aspectos de las instalaciones que no estén previstos en las "Normas Técnicas", serán regulados por la "Secretaría" cuando las disposiciones del Comité Consultivo de Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

Las obras e instalaciones que estén a cargo de los propietarios de la Comisión Federal de Electricidad, se ajustarán además de lo que este artículo de este Reglamento y sus "Normas Técnicas", a los requisitos técnicos aprobados por la "Secretaría" para dicho organismo.

TRANSICION

ARTICULO 12o.- El presente Reglamento entrará en vigor 30 días después de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación, fecha en la que entrará en vigor también las "Normas Técnicas" que se mencionan en el artículo 10o, de este Reglamento, cuando expida la "Secretaría", por su carácter obligatorio.

SEGUNDO.- Al entrar en vigor el presente Reglamento, quedará abrogado el Reglamento de Normas e Instalaciones Eléctricas, publicado en el "Diario Oficial" de la Federación el 23 de marzo de 1960.

TERCERO.- Esta Ley y sus Normas Técnicas son de observancia general y sus disposiciones serán aplicadas y modificadas en las existentes y en

aquellas instalaciones existentes que por su estructura o características requieren algún cambio para ser ajustadas a las normas, las cuales deberán de ser aplicadas en los plazos que fixe la Secretaría, de acuerdo con las disposiciones aplicables.

Una vez en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintidós días del mes de junio de mil novecientos sesenta y cinco, José López Portillo, Gobernador del Estado de Veracruz y Fomento Industrial, José Carlos Díaz Hernández,



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMA DE TIERRAS

ING. HÉCTOR SÁNCHEZ CEBALLOS

MARZO, 1984

SISTEMA DE TIERRAS.

COMPUESTO PRINCIPALMENTE POR :

- MALLA O RED DE CONDUCTORES DESNUDOS ENTERRADOS.
- VARILLAS O ELECTRODOS DE TIERRA.
- CONDUCTORES DESNUDOS DE CONEXIÓN A TIERRA DE ESTRUCTURAS, TANQUES Y GABINETES.
- CONECTORES (SOLDABLES O MECANICOS).

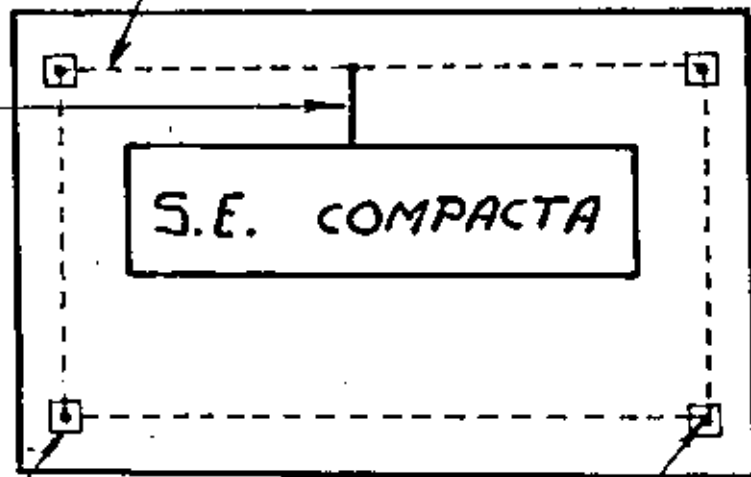
CARACTERÍSTICAS:

- DEBE COMPRENDER AL LOCAL DE LA SUBESTACIÓN.
- DEBE IMPEDIR LA FORMACIÓN DE POTENCIALES PELIGROSOS DE TOQUE Y PASO.
- DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR LA MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA.

CALIBRES MINIMOS DE CONDUCTORES DE TIERRA, RECOMENDADOS POR LAS NORMAS

CONDUCTOR DE PUESTA
A TIERRA (2 AWG).

MAILLA DE TIERRAS
(4/0 AWG)



REGISTRO

ELECTRODO

RESISTENCIA A
TIERRA MÓXIMA:

10 Ω

PROFUNDIDAD
MINIMA = 2.40 MTS.

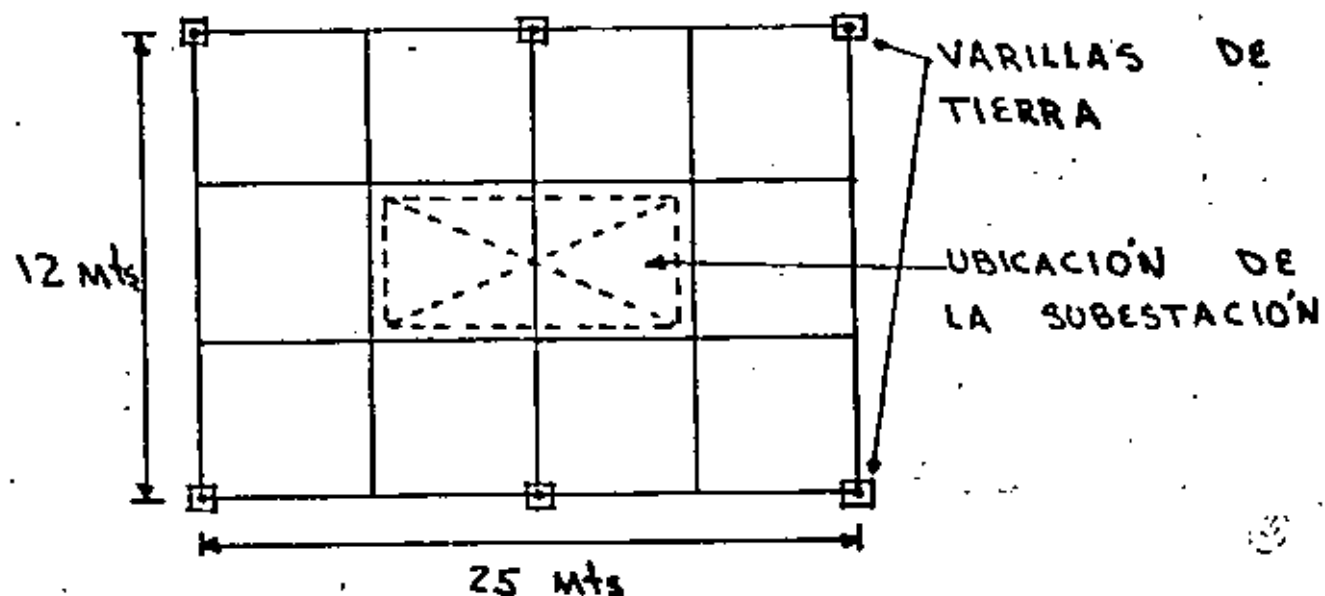
EJEMPLO DE APLICACIÓN

SUBESTACIÓN INSTALADA SOBRE UNA PLACA DE CONCRETO ($\rho_s = 7.000 \Omega \cdot m$), EN SUELO ARCILLOSO CON ALTO GRADO DE HUMEDAD ($\rho_z \approx 120 \Omega \cdot m$); TIEMPO DE LIBRAMIENTO DE LA FALLA = 5 CICLOS = 0.083 SEGS. Y LA MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA: 5.500 AMPS.

$$L_{\text{MÍN.}} = \frac{1.74(120)(5.500)\sqrt{0.083}}{165 + 0.25(7.000)}$$

$$L_{\text{MÍN.}} = 172.8 \text{ Metros.}$$

UBICACIÓN DE LA MALLA



ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD MÍNIMA A ENTERRAR.

$$L = \frac{K_m K_i \rho I_{FT} \sqrt{t}}{165 + 0.25 \rho_s}$$

$K_m K_i$ — FACTORES DE CORRECCIÓN POR DISPOSICIÓN DE LA RED.

ρ — RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHMS-M).

I_{FT} — MÁXIMA CORRIENTE DISPONIBLE DE FALLA A TIERRA (AMPS.).

t — TIEMPO QUE TARDA EN SER LIBRADA LA FALLA (SEGS.).

ρ_s — RESISTIVIDAD SUPERFICIAL DEL TERRENO (OHMS-M).

ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA RED

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \quad R \leq 10 \Omega$$

r — RADIO EN METROS DE UNA PLACA CIRCULAR CUYA ÁREA ES IGUAL AL ÁREA COMPRENDIDA POR LA RED.

ρ EN OHMS-METRO Y L EN METROS

LONGITUD ENTERRADA = ¹²

4 TRAMOS DE 25 m ——— 100 m

5 TRAMOS DE 12 m ——— 60 m

6 ELECTRODOS COPPERWELD ——— 18 m
178 mts.

RESISTENCIA DE LA RED:

$$\text{ÁREA OCUPADA} = L \times A = 25(12) = 300 \text{ mts}^2$$

$$\text{RADIO EQUIVALENTE} = \sqrt{\frac{\text{AREA}}{\pi}} = \sqrt{\frac{300}{\pi}}$$

$$r = 9.77 \text{ mts.}$$

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = \frac{120}{4(9.77)} + \frac{120}{178}$$

$$R = 3.07 + 0.67 = 3.74 \Omega$$

SISTEMA DE TIERRAS⁶

COMPUESTO PRINCIPALMENTE POR :

- MALLA O RED DE CONDUCTORES DESNUDOS ENTERRADOS.
- VARILLAS O ELECTRODOS DE TIERRA.
- CONDUCTORES DESNUDOS DE CONEXIÓN A TIERRA DE ESTRUCTURAS, TANQUES Y GABINETES.
- CONECTORES (SOLDABLES O MECANICOS)

CARACTERÍSTICAS:

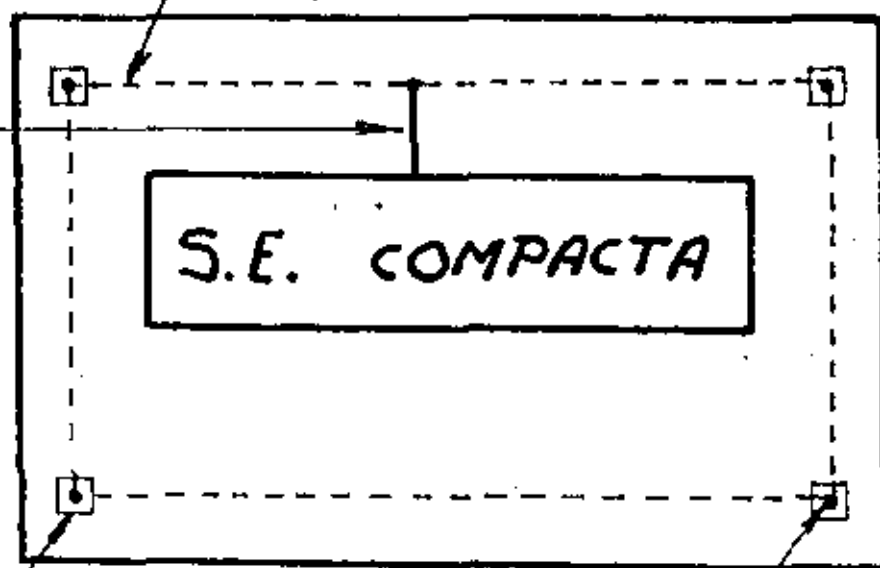
- DEBE COMPRENDER AL LOCAL DE LA SUBESTACIÓN.
- DEBE IMPEDIR LA FORMACIÓN DE POTENCIALES PELIGROSOS DE TOQUE Y PASO.
- DEBE SER CAPAZ DE SOPORTAR LA MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA.

LIBRES MINIMOS DE CONDUCTORES DE
TIERRA, RECOMENDADOS POR LAS NORMAS

7

CONDUCTOR DE PUESTA
A TIERRA (2 AWG).

MAILA DE TIERRAS
(4/0 AWG)



REGISTRO

ELECTRODO

RESISTENCIA A
TIERRA MAXIMA:

10 Ω

PROFUNDIDAD
MINIMA = 2.40 MTS.

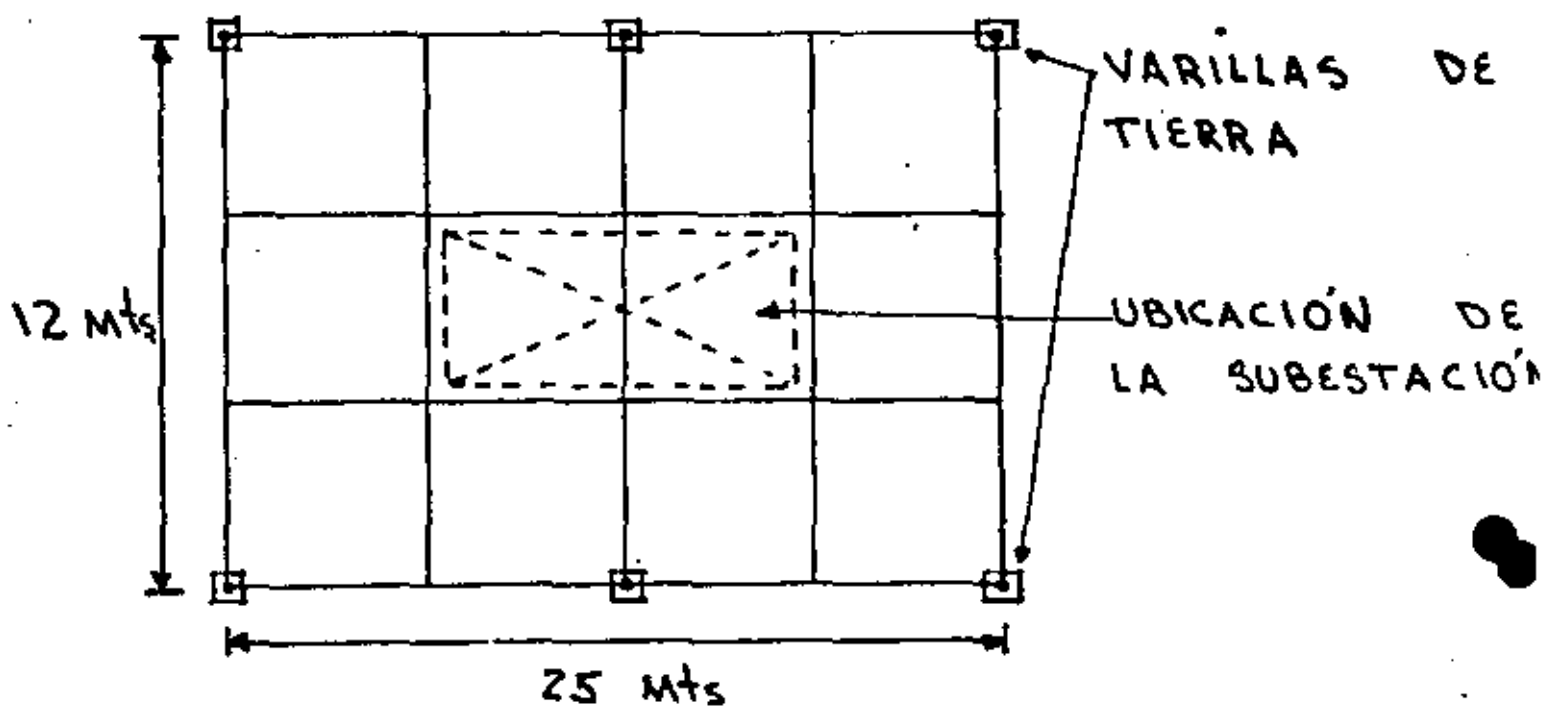
EJEMPLO DE APLICACION

SUBESTACIÓN INSTALADA SOBRE UNA PLACA DE CONCRETO ($\rho_s = 7.000 \Omega \cdot m$), EN SUELO ARCILLOSO CON ALTO GRADO DE HUMEDAD ($\rho_z \approx 120 \Omega \cdot m$); TIEMPO DE LIBRAMIENTO DE LA FALLA = 5 CICLOS = 0.083 SEGS. Y LA MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA A TIERRA: 5.500 AMPS.

$$L_{\text{MÍN.}} = \frac{1.74 (120) (5.500) \sqrt{0.083}}{165 + 0.25 (7.000)}$$

$$L_{\text{MÍN.}} = 172.8 \text{ Metros.}$$

UBICACIÓN DE LA MALLA



ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD MÍNIMA A ENTERRAR.

$$L = \frac{K_m K_i \rho I_{FT} \sqrt{t}}{165 + 0.25 \rho_s}$$

$K_m K_i$ — FACTORES DE CORRECCIÓN POR DISPOSICIÓN DE LA RED.

ρ — RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHMS-M).

I_{FT} — MÁXIMA CORRIENTE DISPONIBLE DE FALLA A TIERRA (AMPS.).

t — TIEMPO QUE TARDA EN SER LIBRADA LA FALLA (SEGS.).

ρ_s — RESISTIVIDAD SUPERFICIAL DEL TERRENO (OHMS-M).

ESTIMACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA RED

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} \quad R \leq 10 \Omega$$

r — RADIO EN METROS DE UNA PLACA CIRCULAR CUYA ÁREA ES IGUAL AL ÁREA COMPRENDIDA POR LA RED.

ρ EN OHMS-METRO Y L EN METROS

LONGITUD ENTERRADA = ¹²

4 TRAMOS DE 25 m ——— 100 m

5 TRAMOS DE 12 m ——— 60 m

6 ELECTRODOS COPPERWELD ——— 18 m

178 mts.

RESISTENCIA DE LA RED:

ÁREA OCUPADA = $L \times A = 25(12) = 300 \text{ m}^2$

$$\text{RADIO EQUIVALENTE} = \sqrt{\frac{\text{ÁREA}}{\pi}} = \sqrt{\frac{300}{\pi}}$$

$$r = 9.77 \text{ mts.}$$

$$R = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L} = \frac{120}{4(9.77)} + \frac{120}{178}$$

$$R = 3.07 + 0.67 = 3.74 \Omega$$



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**INFORMACION Y TRAMITACION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA
EN CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.**

ABRIL, 1984

- Electrificación de unidades habitacionales en el lado de alimentación de baja tensión.
- Asignación y cobro de cooperaciones por nuevos servicios (Solicitudes de Presupuesto).
- Recuperación de adeudos de clientes morosos.
- Atención de solicitudes de servicios nuevos o ampliaciones.
- Cobro de reconexiones.
- Adiestramiento del personal operativo y administrativo.
- Estadística de consumidores.
- Estudios tarifarios.
- Análisis de costos.
- Interpretación de tarifas.
- Contratos especiales.
- Relaciones con público y autoridades en todo lo relacionado con los servicios y la venta de energía eléctrica.
- Relaciones del personal de la Gerencia que suma más de 4,000 trabajadores, siguiendo las directrices, en materia laboral, del Departamento de Trabajo de la Gerencia de Personal y aplicando las disposiciones del Contrato Colectivo y Reglamento Interior de Trabajo.

Las ramas en que se divide la Gerencia Comercial son:

- Subgerencia Comercial de Sucursales.
- Subgerencia Comercial de Agencias Foráneas.
- Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales.
- Subgerencia Comercial de Estudios Económicos.
- Oficialía Mayor.

A continuación se describen las funciones particulares de las Subgerencias que tienen relación con el usuario y/o solicitante.

SUBGERENCIA COMERCIAL DE SUCURSALES.

La Subgerencia Comercial de Sucursales, tiene a su cargo todas las funciones para la atención de los servicios ordinarios, que se suministran en baja tensión en la mayor parte del Distrito Federal y parte del Estado de México, al extremo oriente y occidente del Distrito Federal.

La atención de las actividades operativas de esta Subgerencia, así como los nuevos proyectos, toma de decisiones, relaciones obrero-patronales y coordinación general, está a cargo del cuerpo directivo de la Subgerencia, la que consta de las secciones de sucursales y de conexiones, bajo la dirección de un Subgeren-

INTRODUCCION.

En términos del Artículo No. 7 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la prestación del servicio público de energía eléctrica que corresponde a la nación, está a cargo de Comisión Federal de Electricidad.

Para cumplir con el propósito de dicha prestación dentro de su estructura orgánica, la CFE cuenta con la Subdirección de Operación a través de la cual se atienden los asuntos relacionados con la generación, conducción, transformación, distribución y venta de energía eléctrica. La Gerencia de Distribución dependiente de la Subdirección de Operación, es la encargada de establecer las políticas y normas generales en materia de distribución y comercialización de la energía eléctrica en el territorio nacional, así como las relativas a electrificación rural, con base en los lineamientos señalados por la Dirección General y la Subdirección de Operación.

Para cumplir con la tarea de distribuir y comercializar la energía, la Comisión Federal de Electricidad cuenta con 12 Divisiones de Distribución en el interior del país y Cía. de Luz y Fuerza del Centro, S.A. (en liquidación), en la parte central del país.

FUNCIONES DE LA GERENCIA COMERCIAL.

La Gerencia Comercial está integrada por cuatro Subgerencias y una Oficialía Mayor y se encarga de las relaciones directas con todos los consumidores de energía eléctrica, que suman 2'920,982 al 31 de diciembre de 1982, en la zona que sirve la Empresa. El Gerente Comercial tiene a su cargo el poner en práctica las políticas emanadas de la Dirección y Subdirección Generales, proponer a las mismas aquéllas que, a su juicio, se hagan necesarias para la buena prestación del servicio.

En las dependencias de la Gerencia Comercial, se atienden los siguientes aspectos:

- Celebración de contratos de energía eléctrica.
- Conexiones y desconexiones.
- Lectura de medidores.
- Cobranza a consumidoras.
- Cancelación de contratos.
- Aclaraciones sobre adeudos y consumos.
- Quejas acerca del servicio.
- Mantenimiento de las instalaciones de servicio.

te Comercial y un Jefe de Sucursales.

La Sección de Sucursales tiene a su cargo las funciones administrativas de atención a los usuarios para su contratación, conexión, desconexión, toma de lectura, facturación y cobranza de consumos, para ello cuenta con 28 sucursales divididas en cuatro sectores, cada uno de ellos a cargo de un Gerente Supervisor, -- que es el principal elemento para la operación correcta de las mismas; cada una de las sucursales, de acuerdo con la zona en la que está situada, atiende determinado número de consumidores que en total son del orden de 1'718,252, auxiliándose de los procesos mecanizados con que cuenta la Compañía, para la elaboración y contabilización de la facturación.

La Sección de Conexiones es la encargada de la conexión y desconexión de los servicios, además efectúan la instalación de concentraciones de medidores en unidades habitacionales y la conservación de las líneas de acometida y el equipo de medición, su -- operación se lleva a cabo con personal técnico de campo asignado en las propias 28 sucursales y en 4 Grupos de Baja Tensión.

SUBGERENCIA COMERCIAL DE AGENCIAS FORÁNEAS.

La Subgerencia Comercial de Agencias Foráneas consta de tres secciones: Sección de Oficinas Centrales, Sección de Agencias Foráneas y Sección de Conexiones, bajo la dirección de un Subgerente Comercial, un Jefe de Agencias Foráneas, Subjefe y Ayudante de Contabilidad.

La Sección de Agencias Foráneas atiende todo lo relacionado con los servicios suministrados a los consumidores ordinarios, en tarífas 1, 1A y 2 en baja tensión principalmente en las zonas foráneas del D.F. y en los estados de México, Hidalgo, Morelos, -- Guerrero, Puebla, Michoacán y Tlaxcala, de la toma de lecturas y cobranza de los servicios especiales y de gobierno que se suministran dentro del área que tiene asignada. Esto se efectúa por medio de 48 agencias foráneas, 9 oficinas de contratos, lecturas y cobros y las unidades comerciales de los departamentos de Toluca y Pachuca.

Esta Subgerencia tiene asignada la atención de 1'177,361 consumidores en más de 1120 localidades entre las que se encuentran algunas ciudades como las de Cuernavaca, Toluca y Pachuca, pueblos y otros centros de población.

La administración de las agencias foráneas se efectúa desde las oficinas centrales en donde además, se concentran y revisan los datos básicos para la contabilidad de consumidores y facturación de servicios que se procesan mecánicamente por el departamento --

de Máquinas Electrónicas y Procedimientos dependiente de la Subdirección General.

La Sección de Conexiones tiene a su cargo la conexión y desconexión de los servicios y el mantenimiento de las líneas de suministro. Para ello cuenta con 27 oficinas de conexiones divididas en cinco zonas dentro del área metropolitana que rodea a la Ciudad de México con sede en cada uno de las Agencias y centros de operación en Xochimilco, Tlalnepantla, Naucalpan, Santa Clara, - Los Reyes.

SUBGERENCIA COMERCIAL DE CUENTAS ESPECIALES.

La Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales consta de dos secciones: la Sección de Cuentas Especiales y la Sección de Presupuestos a Consumidores, bajo la dirección de un Subgerente Comercial y dos Jefe de Sección.

En esta Subgerencia Comercial se realizan las labores tendientes a la atención de los servicios de todos aquéllos usuarios a quienes la Compañía estima que debe dar un tratamiento especial por presentar características diferentes a la mayoría, ya sea por sus aspectos técnicos, comercial o de relaciones públicas. En este grupo se encuentran incluidos los servicios importantes en baja tensión, todos los servicios que se suministran en alta tensión industriales y comerciales y todos aquéllos que se suministran al gobierno, a las empresas y organismos descentralizados y que suman 25,788 en total.

La Sección de Presupuestos a Consumidores tiene a su cargo la tramitación de solicitudes de presupuestos, gestiones de cobro, de cooperaciones, contratos, conexiones y desconexiones, en fin, todo lo relacionado con los usuarios en este aspecto.

Los Grupos de Conexiones que pertenecen a esta Sección se encargan de los trabajos de conexión, desconexión, mantenimiento y operación de las cuentas especiales en alta y baja tensión en el Distrito Federal, en la jurisdicción de las secciones de Tlalnepantla, Santa Clara y Xochimilco del Departamento Foráneo de la Gerencia de Distribución y Transmisión y otras zonas aledañas al Distrito Federal.

La conexión y desconexión de servicios de Cuentas Especiales, -- así como la conservación de las líneas de conexión y los equipos de medición en las zonas no atendidas por los grupos de conexiones anteriores, son atendidas por las Gerencias de Distribución y Transmisión y Producción de la Compañía.

La Sección de Cuentas Especiales se encarga de los trabajos de toma de lecturas, cobranza, facturación y de la elaboración de los datos básicos para la contabilidad que se ejecuta en forma mecanizada en el Departamento de Máquinas Electrónicas y Procedimientos.

Como información adicional se anexa la siguiente documentación:

- 1.- Instructivo con los datos a proporcionar por los interesados al solicitar servicio de energía eléctrica.
- 2.- Copia del Diario Oficial del 2 de agosto de 1982 con las tarifas vigentes.
- 3.- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- 4.- Fundamentos legales que regulan la contratación de los servicios.

Fraccionamientos y Servicios dentro de Fraccionamiento de reciente electrificación:

Conjuntos

{ Comerciales
Industriales
Habitacionales
Turísticos

SP's

Servicio Temporal

Servicios de 34.5 Kv ó más

Servicios para edificios de oficinas y/o Departamento con más de 112.5 Kva.

Servicios con doble alimentación.

Trámites

OC's

{ Servicio Individual en B.T.

Servicio Individual en A.T.

DATOS QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS AL SOLICITAR --
SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA. (PARA CARGAS MAYORES DE 40 KW).

②

I Entregar carta responsiva, firmada por un perito registrado en SEPAFIN. Segun Anexo I (Original y dos copias).

II Presentar escrito u oficio del interesado o su representante -
legal (original y dos copias) dirigido a Compañía de Luz y - -
Fuerza del Centro, S. A. Av. Melchor Ocampo No 171 7o Piso, --
México 17, D. F. indicando lo siguiente:

1.- Razón Social y dirección anotando calles transversales, co-
lonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, enti-
dad federativa y código postal. Ademas adjuntar croquis --
mostrando la ubicación del predio donde se requiere el ser-
vicio.

2.- Actividad o giro para el que se requiere el servicio: fá-
brica de plásticos, fundición, oficinas, etc.

3.- Nombre, teléfono y dirección del Ingeniero o Técnico res-
ponsable de la obra, facultado para tratar los asuntos de
carácter técnico relativos.

4.- Relación detallada de la carga total (según ejemplo del --
Anexo 2).

a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en
caballos de potencia y su equivalencia en kilowatts de -
acuerdo a la tabla de conversión (Anexo 3) clasificados
en monofásicos y trifásicos.

b) Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en -
watts. (fluorescentes, incandescentes, etc.) Para lámpa-
ras que operen con reactor, incrementar el 25% de la ca-
pacidad.

c) Número de contactos.

d) Relación de otros aparatos fijos, indicando su capacidad
y número de fases, según datos de placa (hornos, calenta-
dones, soldadoras mencionando su tipo, punteadoras, etc.)

NOTA Si se trata de un edificio de oficinas o departamentos, -
indicar el número de niveles y carga de cada uno de ellos,
especificando el servicio propio del edificio y número de
oficinas o departamentos por nivel.

5.- Indicar la tensión deseada para el servicio: Baja Tensión --
(220/127 V) ó Alta Tensión (20/23 Kv).

⑧

a) En Baja Tensión:

Para cargas mayores de 100 Kw adjuntar carta compromiso en la cual aceptan proporcionar un local para alojar -- subestación (Anexo 4).

b) En Alta Tensión:

Presentar plano eléctrico de la subestación propiedad del solicitante, que indique las características técnicas y localización de está dentro del predio.

- 6.- Si se trata de un aumento de carga conectada, además de -- los datos anteriores indicar nombre, número de cuenta, carga y demanda contratadas. Presentar copia del contrato y -- último recibo.
- 7.- En servicios para edificios de oficinas, conjuntos comerciales o habitacionales y fraccionamientos deberá cubrirse el importe del depósito correspondiente de acuerdo al Anexo 5.

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

EjemPlo DE COMO DEBERA PRESENTAR EL INTERESADO LA RELACION DETALLADA DE LA CARGA INSTALADA:

<u>Descripción</u>	<u>Subtotales en KW</u>
1.- 5 motores monofásicos de 1/4 Cp. _____	1.465 ✓
3 motores monofásicos de 1/2 Cp. _____	1.551
2 motores trifásicos de 1 Cp. _____	1.906 ✓
1 motor trifásico de 5 C.P. _____	4.490
	<u>9.412</u>
2.- 40 lámparas incandescentes de 60 w _____	2.400
20 lámparas fluorescentes de 74 w _____	1.850
4 lámparas vapor de mercurio 250 w _____	1.252
	<u>5.502</u>
3.- 25 contactos monofásicos para varios aparatos con _____	3.125
5 contactos trifásicos para varios aparatos portátiles con _____	1.5
	<u>4.625</u>
4.- 3 calefactores resistivos de 150 w c/u _____	1.200
2 copiadoras de 800 w c/u _____	1.600
1 horno eléctrico de 1500 _____	1.500
1 aparato de Rayos "X" de 5 KVA _____	4.250
	<u>8.550</u>
TOTAL DE CARGAS ELECTRICAS - - - - -	37.561

5.- 1 Planta generadora de emergencia de combustión interna con 50 KVA de capacidad, 3 fases, 220 volts. Anexa proporcionamos memoria de cálculos y carta responsiva del proyecto de instalación.

6.- 2 Tableros de fuerza, 3 tableros de alumbrado, 1 tablero mixto.

7.- 95 cajas de conexiones.

<u>CAPACIDAD HP.</u>	<u>CAPACIDAD MONOP. KWATTS</u>	<u>CAPACIDAD TRIF. KWATTS</u>	<u>KW/HP</u>
1/20 = 0.0500	0.060		1.200
1/16 = 0.0625	0.080		1.280
1/8 = 0.1250	0.150		1.200
1/6 = 0.1666	0.202		1.212
1/5 = 0.2000	0.233		1.165
0.25	0.293	0.264	1.172 - 1.056
0.33	0.395	0.355	1.197 - 1.075
0.50	0.527	0.507	1.054 - 1.014
0.67	0.700	0.666	1.044 - 0.997
0.75	0.780	0.740	1.040 - 0.986
1.00 →	0.993	0.953	0.993 - 0.953
1.25	1.236	1.190	0.988 - 0.952
1.50	1.400	1.418	0.986 - 0.945
1.75	1.620	1.622	0.925 - 0.926
2.00	1.935	1.844	0.967 - 0.922
2.25	2.168	2.067	0.963 - 0.918
2.50	2.390	2.290	0.956 - 0.916
2.75	2.574	2.503	0.936 - 0.910
3.00	2.766	2.726	0.922 - 0.908
3.25		2.959	0.910
3.50		3.182	0.909
3.75		3.415	0.910
4.00		3.618	0.904
4.25		3.840	0.903
4.50		4.074	0.905
4.75		4.266	0.898
5.00		4.490	0.898
5.50		4.945	0.899
6.00		5.390	0.898
6.50		5.836	0.897
7.00		6.293	0.899
7.50		6.577	0.877
8.00		7.022	0.877
8.50		7.458	0.877
9.00		7.894	0.877
9.50		8.340	0.877
10.00		8.674	0.867
11.00		9.535	0.867
12.00		10.407	0.867
13.00		11.278	0.867
14.00		12.140	0.867
15.00		12.860	0.857
16.00		13.720	0.857
20.00		16.953	0.847
25.00		21.188	0.847
30.00		24.725	0.824
40.00		32.609	0.815
50.00		40.756	0.815

El factor de conversión de caballos de potencia (C.P.) a KW, para motores de 50 caballos de potencia o mayores, es de 0.8 por cada

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S. A.
SIRGERENCIA COMERCIAL DE CUERTAS ESPECIALES
BOLCHOR OCAÑO No 171, 7o PISO
MEXICO 17, D.F.

Por medio del presente, aceptamos proporcionar una superficie de 4.6 mts. x 3.4 mts. y por 2.60 de altura, para la instalación de una subestación propiedad de esa Compañía en el predio que ocupa el edificio ubicado en _____

Asimismo estamos de acuerdo en que una vez que se haya preparado el proyecto para el suministro de energía eléctrica, firmaremos el convenio que normará la utilización de la superficie y construcción para la S.E.

A t e n t a m e n t o .

**ATENTO AVISO
A NUESTROS
CONSUMIDORES**

(12)

SIRVANSE TOMAR NOTA DE LAS CANTIDADES QUE A PARTIR DE ESTA FECHA DEBERAN CUBRIR A LA CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. POR CONCEPTO DE DEPOSITOS, AL FORMULAR SOLICITUDES DE PRESUPUESTO,

23 K.V. Doble alimentación	\$	50 000.00 *
Relocalizaciones	"	25 000.00 *
Parques Industriales, por hectárea	"	9 000.00 *
Redes de distribución para fraccionamientos:		
Hasta 100 lotes	\$	50 000.00 *
Más de 100 lotes, por lote	"	500.00 *
Redes de distribución para Unidades Habitacionales, Centros Comerciales y Fracciones Prediales:		
Hasta 25 servicios	\$	25 000.00 *
Hasta 100 servicios	"	50 000.00 *
Más de 100 servicios, por cada servicio	"	500.00 *
Alumbrado Público, por cada lámpara	"	350.00 *
Hasta 30 lámparas	"	10 500.00 *
Servicios en 85 KV.	"	600 000.00 *

EL HORARIO PARA RECIBIR PAGOS ES:
DE LAS 8.00 HRS. A LAS 12.30 HRS.

* MAS 15% DE IVA

Atentamente

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
(EN LIQUIDACION)

Razón Social _____
Dirección _____
Teléfonos _____

(13)

México, D.F. a

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. (en liquidación)
Av. Melchor Ocampo No. 171, 7° Piso
México 17, D.F.

At'n: Subgerencia Comercial de Ctas.
Especiales,
Sección Presupuestos a Consum.
Ref.: SP. _____ OC. _____
Cuenta _____
Dem. contratada _____

Muy señores nuestros:

Por convenir así a nuestros intereses y de acuerdo con la autorización que nos dió la Dirección General de Energía de la Secretaría del Patrimonio y Fomento Industrial, instalamos una subestación sin cuchillas para prueba, en el servicio de alta tensión para nuestra fábrica ubicada en _____

Por ese motivo y para los efectos de prueba y calibración del equipo de medición que ustedes instalen dentro de nuestra subestación, damos nuestra conformidad para que se suspenda, en cualquier momento, el servicio que nos suministran.

Atentamente,

Gerente General o Apoderado

c.c.p' Pruebas
S.P.
Distribución
Arch. Central (2)

INFORMACION QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS, AL SOLICITAR SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA PARA UNIDADES HABITACIONALES O FRACCIONARIAS.

- A) Presentar escrito o oficio del interesado (original y dos copias) dirigido a: Cia. de Luz y Fuerza del Centro, S. A., Subgerencia Comercial de Cuentas Especiales, Melchor Ocampo No 171, 7° Piso indicando la ubicación de la unidad, número de servicios habitacionales, anotando la carga de cada uno, otros servicios como bombeo de agua potable, bombeo de aguas negras, centros comerciales, centros sociales, escuelas, -- alumbrado público y servicio de edificio, precisando el número, tipo y capacidad de lámparas y demás carga en detalle expresadas en kilowatts (kw), así como la zona postal, municipio o delegación y entidad federativa.

Proporcionar, así mismo, nombre, dirección y teléfono del técnico responsable, designado oficialmente para tratar los asuntos de carácter técnico relacionados con el proyecto y llevar a cabo los trámites en esta Compañía.

Si la unidad consta de varias secciones, indicar las fechas programadas para la construcción de cada una, las cuales podrán tomarse en cuenta siempre y cuando sean congruentes con el proyecto.

La carta debe ser firmada por el propietario, gerente o apoderado.

Anexos al escrito, deberán proporcionarnos la documentación que indicamos en los siguientes incisos:

- B) Una copia del plano de Conjunto a la escala disponible, en el que deberán incluirse los siguientes datos:

Ubicación y acometida de los servicios de agua potable, aguas negras, escuelas, centros comerciales y sociales, zonas verdes y adoquinadas, orientación, croquis de localización y cortes transversales de calles con sus dimensiones.

- C) Dos copias del plano de vialidad a la escala disponible que incluya: distribución de los lotes y "sembrado" de casas y/o edificios indicando sus accesos y la nomenclatura oficial de calles...



- D) 3 Copias del plano de la Red de Alumbrado Público, a la escala disponible indicando los puntos de alimentación propuestos a cada uno de los circuitos.
- E) En unidades habitacionales, presentar una copia del plano de las casas y edificios, escala 1 a 50 en planta y elevación, y detalles de las entradas y ubicación prevista para los equipos de medición.
- F) 1 Copia de cada uno de los planos de las Redes de Agua Potable, Gas y Teléfonos en planta y corte transversal a la escala disponible.

NOTAS:

- 1.- La superintendencia de Proyectos y Normas de Distribución - indicará los maduros que se requieran, su escala y los datos que deberán contener.
- 2.- Los planos deberán ser copias de los aprobados o en proceso de aprobación, por las autoridades correspondientes (presentar constancia). Entregar doblados a tamaño carta.
- 3.- Cuando existan lotes con dos o más frentes, y así mismo en relación a los servicios de equipamiento urbano, centros sociales y comerciales, escuelas y alumbrado público, se nos indicará el lugar que se destine para instalar la acometida.
- 4.- Al formularse la solicitud de presupuesto se deberá integrar un depósito destinado a cubrir el importe de elaboración del proyecto en caso de ser abandonado por el interesado, cuyo monto será:
 - Para Redes de Distribución en fraccionamientos \$ ~~150.000~~ -- por servicio; mínimo \$ ~~100.000~~
 - Para Redes de Distribución en unidades habitacionales: - -
 - Hasta 25 servicios \$ ~~150.000~~
 - Hasta 100 servicios \$ ~~250.000~~
 - De 100 en adelante por cada servicio . . \$ ~~250.000~~
 - Para Redes de Alumbrado Público, depósito unitario por lote para \$ ~~100.000~~ mínimo \$ ~~50.000~~

El horario de pagos es de las 8:00 hrs. A.M. a las 12:30 hrs. P.M.

- 5.- Los sistemas de distribución para unidades habitacionales y fraccionamientos residenciales, en el Distrito Federal y zona metropolitana, serán de tipo subterráneo.
- 6.- Cuando la Red de Distribución sea subterránea y en la unidad habitacional no existan áreas verdes que puedan ser aprovechables para instalar subestaciones pedestal, el interesado deberá ceder áreas apropiadas (4 x 4 m) ó en su defecto se instalarán subestaciones en pozos, para lo cual se deberá contar con banquetas o andadores con amplitud mínima de 2 metros.
- 7.- Cuando la Red de Distribución sea aérea, y la Red de Alumbrado Público se instale sobre la misma postera, el interesado deberá proporcionar interruptores, fotoceldas y luminarias completamente armadas.
- 8.- Si el proyecto consta de varias secciones, diferenciar cada una de ellas.

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A. (en liquidación)

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
SUBGERENCIA COMERCIAL DE CUENTAS ESPECIALES
MELCHOR OCCAMPO No. 171, 7° PISO
COL. ANAHUAC
11379 MEXICO, D.F.

Estimados señores:

En virtud de que esta empresa ha cambiado su razón social, de conformidad al Acta Notarial, cuya copia adjuntamos, solicitamos a ustedes nos sea modificado en sus registros dicho cambio, para que en lo sucesivo se nos facture a nombre de _____, con domicilio en _____

el No. de Cuenta del servicio existente es: _____ cuyo recibo o copia del mismo adjuntamos.

Así mismo manifestamos que la carga contratada y la instalación eléctrica existentes no han sido modificadas.

A t e n t a m e n t e ,

NOMBRE
PUESTO

NOTA: Esta carta deberá ser formulada en papel membretado. Original y dos copias.

INSTRUCTIVO

DATOS QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS AL SOLICITAR--
RELOCALIZACIONES DE POSTES Y LINEAS O EQUIPOS DE MEDICION DE--
LA COMPANIA.

Presentar escrito del interesado o de su representante legal
(original y dos copias), dirigido a esta Compañía, proporci
nando los datos y documentos que indicamos a continuación:

- a).- Dirección mencionando calles transversales más próximas,
colindancias, colonia, municipio ó delegación, código -
postal, zona postal y entidad federativa. También cro-
quis de localización cuando ésta sea difícil.
- b).- Croquis indicando el lugar de la instalación existente-
y a dónde se propone el cambio.
- c).- Cuando el interesado designe un representante, especifi
car las facultades que le otorga.

N O T A S: Al presentar su solicitud deberá cubrir el depó-
sito que corresponda según se indica:

Postes y Líneas----- \$ 11,000.00

Concentración de Medidores----- \$ 7,000.00

Equipos de medición en A.T.---- \$ 20,000.00

El horario para aceptar pagos es de las 8:00 Hrs. a las 12:30
Hrs.

COMPANIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S. A.

CALZ. MELCHOR OCAMPO No. 171
MEXICO 17, D. F.

(19)

INFORMACION QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS AL SOLICITAR SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA, PARA LA ELECTRIFICACION DE COLONIAS, BARRIOS O PUEBLOS.

- 1.- Presentar escrito del representante de los colonos, debidamente acreditado, o del Comité de Electrificación o de la Junta de Colaboración Municipal (original y dos copias), indicando nombre y ubicación de la colonia, zona postal, Delegación o Municipio, entidad federativa, -- categoría (zona urbana ejidal, colonia proletaria, subdivisión predial particular, etc.).
- 2.- Constancia de legalización de la colonia : Oficios, boleta predial, u otra documentación expedida por autoridad competente, presentación, con carácter devolutivo, de diez títulos de propiedad correspondientes a predios ubicados en la zona por electrificar.
- 3.- Censo de servicios indicando domicilios y número de focos y contactos de cada uno y número total de predios ocupados y lotes baldíos.
- 4.- Croquis o plano lotificado de la zona por electrificar, de preferencia a escala, y referencias más importantes, que faciliten su localización (3 copias).

MODELO DE CARTA PARA SOLICITAR CONEXION DIRECTA
(EN PAPEL MEMBRETADO CON CUATRO COPIAS)

(20)

México D.F., a

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.
SUBGERENCIA COMERCIAL DE CUENTAS ESPECIALES
SECCION DE PRESUPUESTOS A CONSUMIDORES
MELCHOR OCAMPO No. 171 - 704
MEXICO 17, D.F.

Ref.: S.P. _____
O.C. _____
C.C.A. _____
Demanda Contratada _____ KW

Con fecha _____ de _____ de _____, iniciamos ante ustedes -- las gestiones para dotar de energía eléctrica nuestra fábrica ubicada en _____.

Las obras necesarias han sido totalmente terminadas y sólo queda -- pendiente la conexión del servicio, misma que estamos solicitando -- se efectúe en forma directa, en tanto disponen ustedes del equipo de medición adecuado.

Estamos de acuerdo en que los consumos que se efectúan durante el -- período de la conexión directa, se nos facturen en base al promedio que resulte de los tres primeros períodos normales de facturación, con el equipo de medición ya instalado, además de que nos comprometemos a mantener un factor de potencia superior al 85%. En caso de resultar un valor medido inferior al 85%, pagaremos los cargos correspondientes a los tres períodos de facturación anteriores a la -- conexión del equipo de medición.

Entretanto, aceptamos pagar la cantidad de \$ _____ cada -- mes, los cuales serán abonados en el momento en que se hagan los -- ajustes como resultado de la instalación del equipo de medición.

Previo aviso de su parte, permitiremos la suspensión del servicio -- para la instalación del equipo de medición.

A t e n t a m e n t e ,

RAZON SOCIAL

NOMBRE Y CARGO

**DATOS QUE DEBERAN PROPORCIONAR LOS INTERESADOS AL SOLICITAR --
SERVICIOS DE ENERGIA ELECTRICA. (PARA CARGAS MAYORES DE 40 KW).**

(2)

I Entregar carta *responsiva*, firmada por un perito registrado en SEPAPIN. Segun Anexo 1 (Original y dos copias).

II Presentar escrito u oficio del interesado o su representante legal (original y dos copias) dirigido a Compañia de Luz y Fuerza del Centro, S. A. Av. Huelhor Ocampo No 171 7o Piso, -- México 17, D. F. indicando lo siguiente:

- 1.- Razón Social y dirección anotando calles transversales, colonia o pueblo, zona postal, municipio o delegación, entidad federativa y código postal. Ademas adjuntar croquis -- mostrando la ubicación del predio donde se requiere el servicio.
- 2.- Actividad o giro para el que se requiere el servicio: fábrica de plásticos, fundición, oficinas, etc.
- 3.- Nombre, teléfono y dirección del Ingeniero o Técnico responsable de la obra, facultado para tratar los asuntos de carácter técnico relativos.
- 4.- Relación detallada de la carga total (según ejemplo del -- Anexo 2).
 - a) Lista de motores de acuerdo a su capacidad expresada en caballos de potencia y su equivalencia en kilowatts de acuerdo a la tabla de conversión (Anexo 3), clasificados en monofásicos y trifásicos.
 - b) Lista de lámparas clasificadas por tipo y capacidad en watts. (fluorescentes, incandescentes, etc.) Para lámparas que operen con reactor, incrementar el 25% de la capacidad.
 - c) Número de contactos.
 - d) Relación de otros aparatos fijos, indicando su capacidad y número de fases, según datos de placa (hornos, calentadores, soldadoras mencionando su tipo, porteadoras, etc.)
- 5.- Indicar la tensión deseada para el servicio: Baja Tensión -- (220/127 V) ó Alta Tensión (22/23 Kv).

NOTA Si se trata de un edificio de oficinas o departamentos, -- indicar el número de niveles y carga de cada uno de ellos, especificando el servicio propio del edificio y número de oficinas o departamentos por nivel.

a) En Baja Tensión:

Para cargas mayores de 100 Kw adjuntar carta compromiso en la cual aceptan proporcionar un local para alojar -- subestación (Anexo 4).

b) En Alta Tensión:

Presentar plano eléctrico de la subestación propiedad -- del solicitante, que indique las características técnicas y localización de está dentro del predio.

6.- Si se trata de un aumento de carga conectada, además de -- los datos anteriores indicar nombre, número de cuenta, carga y demanda contratadas. Presentar copia del contrato y -- último recibo.

7.- En servicios para edificios de oficinas, conjuntos comerc-- ciales o habitacionales y fraccionamientos deberá cubrirse el importe del depósito correspondiente de acuerdo al Anexo 5.

CIA. DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S.A.

Doméstico

③

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda. Estos servicios sólo se administrarán en baja tensión y no deberá aplicarseles ninguna otra tarifa.

Doméstico para Localidades con Clima muy Cálido

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda, en localidades con clima muy cálido. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicarseles ninguna otra tarifa.

General hasta 25 Kw de Demanda

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 (veinticinco) Kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

General para más de 25Kw. de Demanda

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demandas de más de 25 (veinticinco) Kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

Para Molinos de Mixtamal y Textilerías

Esta tarifa sólo se aplicará para el servicio en baja tensión a molinos de mixtamal y textilerías oficialmente autorizados. Se permitirá para alumbrado en los locales de los mismos hasta un máximo de 40 (cuarenta) watts por cada Kilowatt de capacidad instalada en motores o, cuando no haya éstos o sean de reducida capacidad hasta un máximo de 200 (doscientos) watts.

TARIFA N°

SERVICIO:

(24)

APLICACIONES:

- | | | |
|----|--|---|
| 5 | Para Alumbrado Público. | Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado de calles, plazas, parques y jardines públicos, así como el servicio a semáforos. |
| 6 | Para Bombeo de Aguas Potables o Negras. | Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables o negras. |
| 7 | Temporal. | Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo permitan, y éste tenga líneas de distribución adecuadas para dar el servicio. |
| 8 | General en Alta Tensión. | Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía en alta tensión a cualquier uso, con demanda inicial de 20 (veinte) kilowatts o más. |
| 9 | Para Bombeo de Agua para Riego Agrícola. | Esta tarifa se aplicará exclusivamente a los servicios en alta o baja tensión, que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentra instalado el equipo de bombeo. |
| 10 | En Alta Tensión para Reventa. | Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en alta tensión para revenderla al público. |
| 11 | En Alta Tensión para Explotación y Beneficio de Minerales. | Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en alta tensión para explotación y beneficio de minerales, con una demanda superior a 20 (veinte) kilowatts. |

SERVICIO:

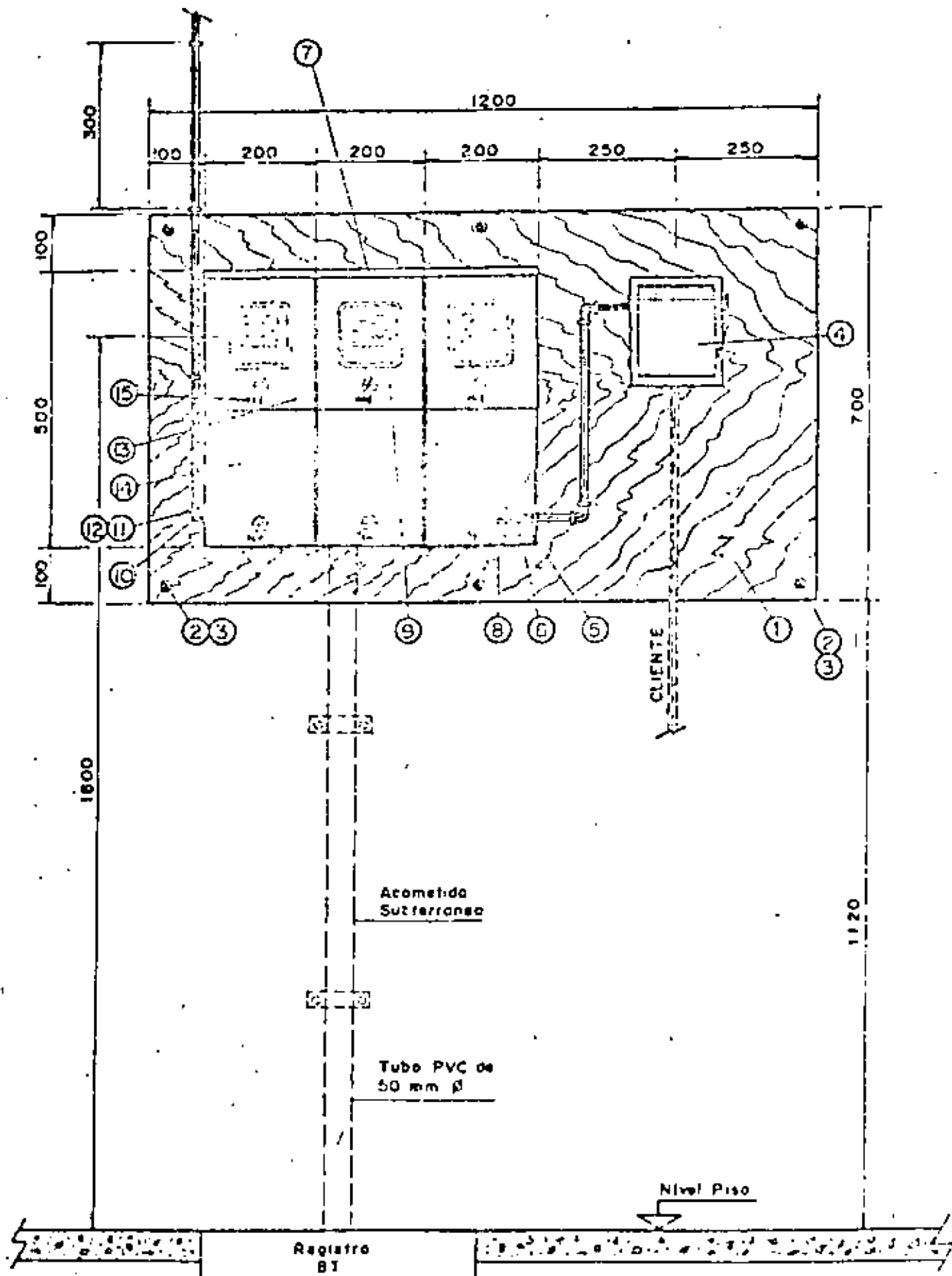
General para 5000 KW o más de Demanda a Tensiones de 66 KVo Superiores.

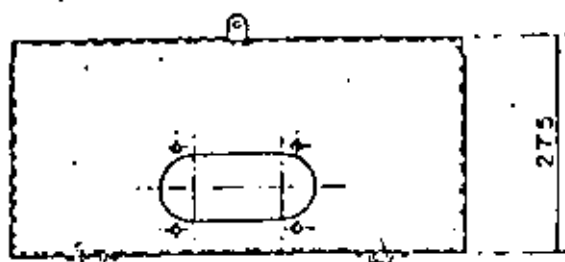
(25)

APLICACIONES:

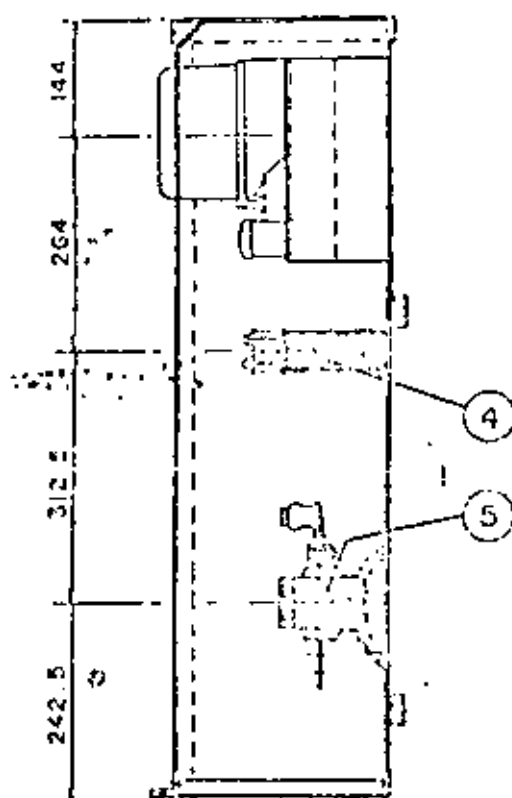
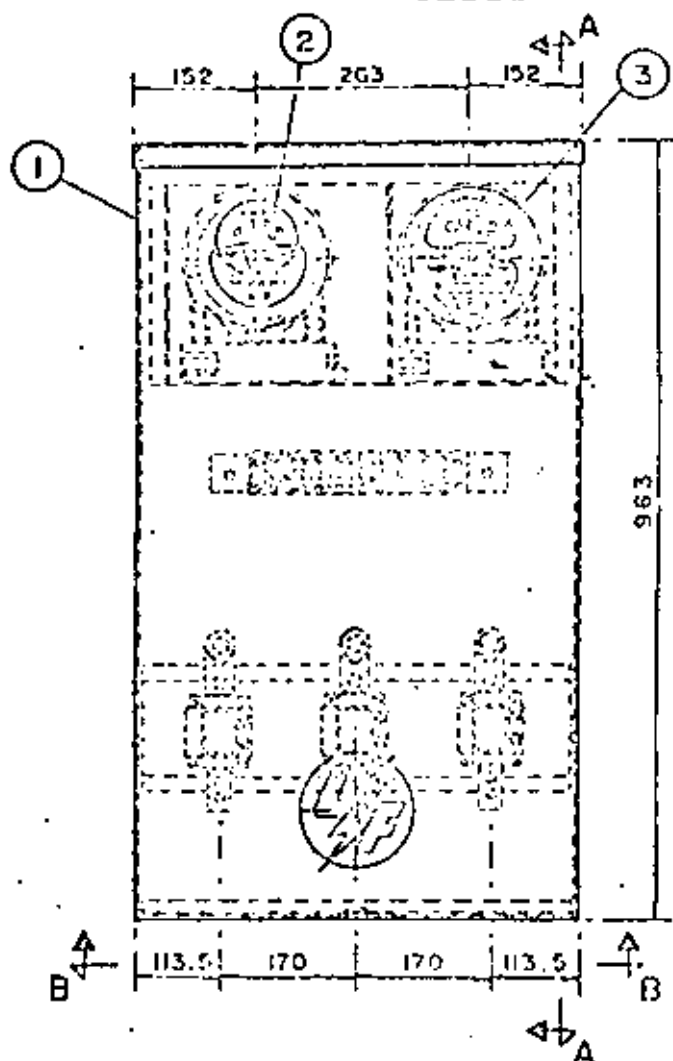
Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, con una demanda inicial de 5000 (cinco mil) kilowatts o más, suministrados a tensiones de 66 (sesenta y seis) kilovolts superiores.

SERVICIOS	H.D.	A.D.	CARGAS CONTINUAS EN KW
1 MW 2 MW 3 MW	DIRECTA DIRECTA DIRECTA		HASTA 4 KW HASTA 8 KW HASTA 16 KW
MW 150/5 MW 300/5 MW 600/5 MW 1000/5 MW 2000/5	INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA		HASTA 50 KW HASTA 100 KW HASTA 200 KW HASTA 330 KW HASTA 660 KW
PS-2MF 150/5 ↓ ↓ PS-2MF 2000/5	INDIRECTA Carga sustra del equipo INDIRECTA		HASTA 50 KW ↓ HASTA 660 KW
MT-23 5/5 MT-23 15/5 MT-23 50/5 MT-23 150/5 MT-23 300/5 MT-23 600/5		INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA INDIRECTA	HASTA 166 KW HASTA 499 KW HASTA 1660 KW HASTA 4990 KW HASTA 9980 KW HASTA 19960 KW
MTS-23 5/5 ↓ ↓ MTS-23 600/5		INDIRECTA INDIRECTA	HASTA 166 KW ↓ HASTA 19960 KW





VISTA B-B



CORTE A-A

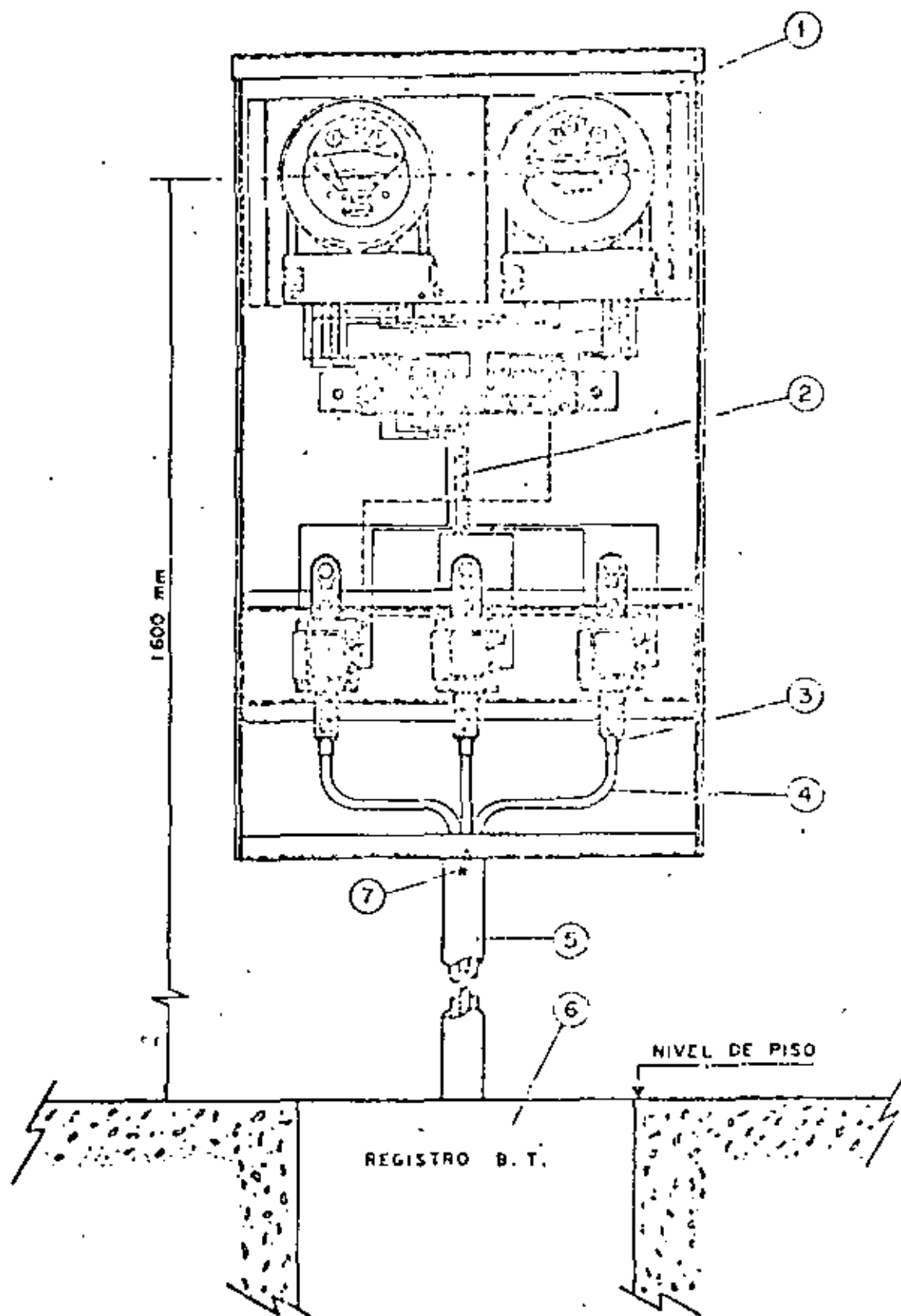
Medidas en mm

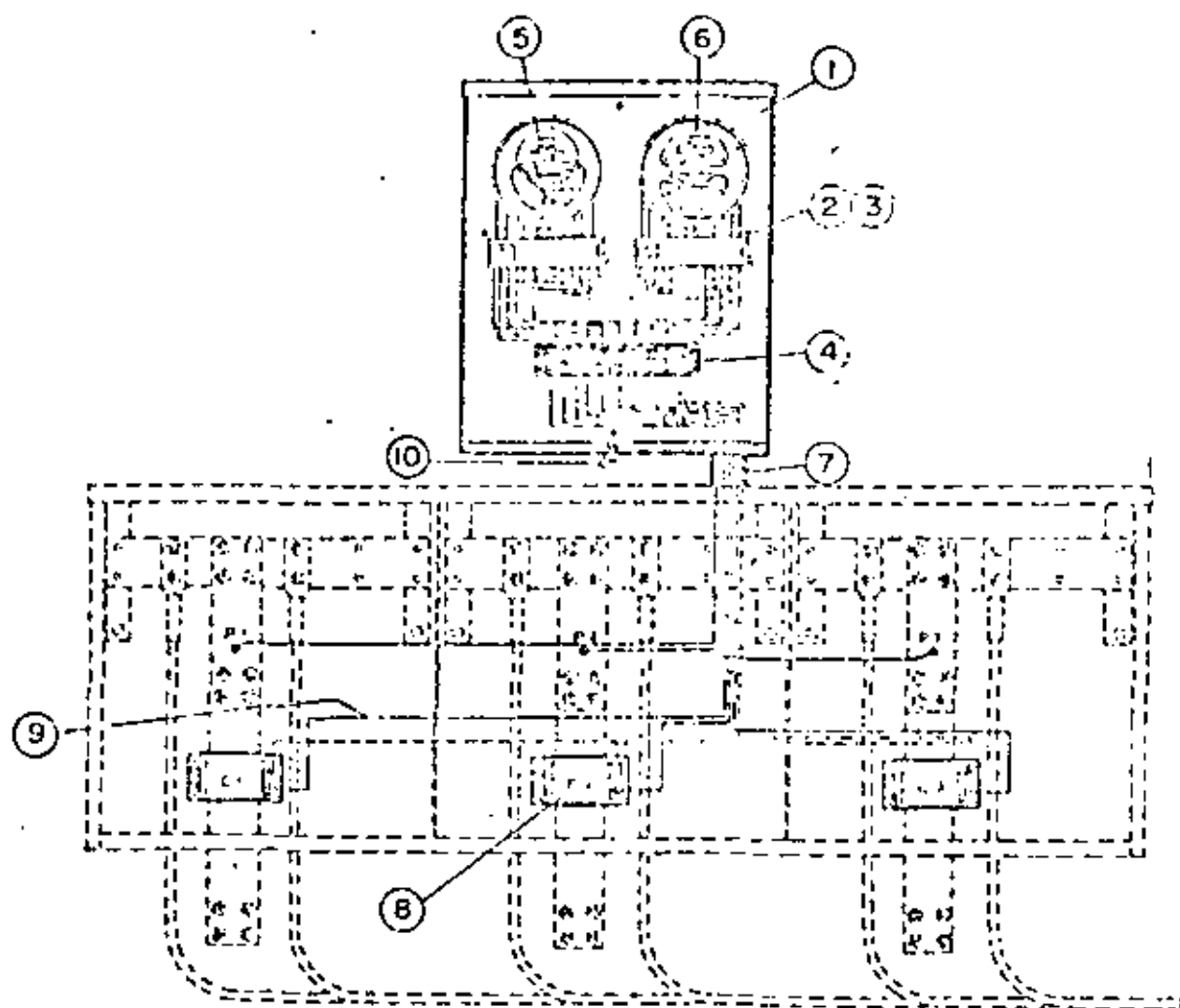
MATERIALES

REF.	CAANTIDAD	NOMBRE
1	1	Caja WBP
2	1	Ampermetro - voltmetro 3 x 10 (Marca Lyf 2.0003)
3	1	Voltmetro 3 x 10 (Marca Lyf 2.0005)
4	1	Letilla VE P10 BT (Marca Lyf 2.0006)
5	1	Transformador de corriente Marca Lyf (2.0005)

U.S.O:

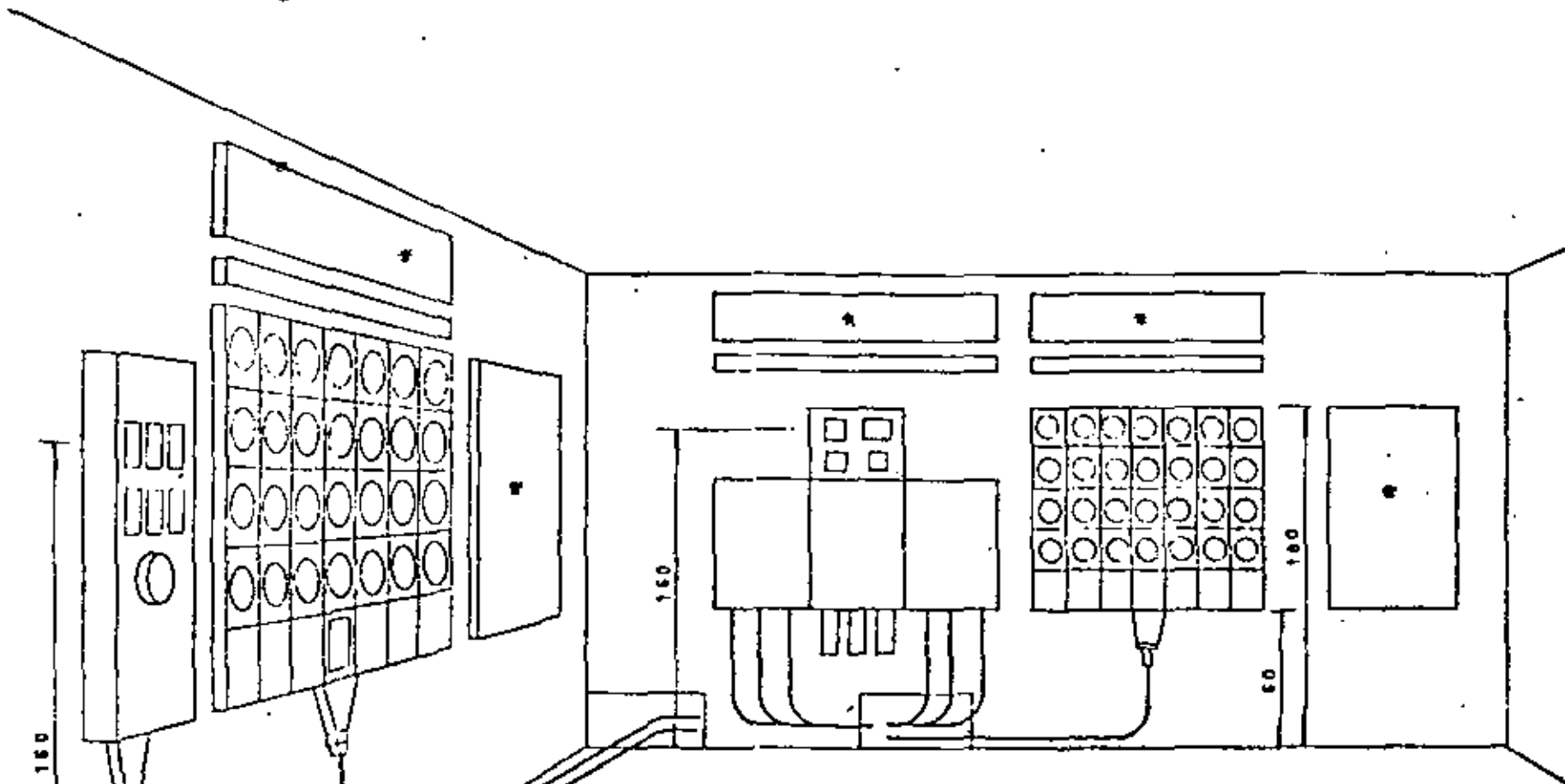
Figura a cara interior o exterior mediante 4 tornillos casaca de 9.5 x 31.75 (3/8" x 6") permite recibir los servicios trifásicos de BT al consumo en kW, kvar y la demanda máxima en kW.





MATERIAL. (En orden aproximado de colocación)

Ref.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Caja 2UP	2.0051	Pza	1
2	Tornillo madera 14 x 3 con C/roldana de 5.3 mm	2.0043	Pza	2
3	Taquete Nylon 10	2.0003	Pza	2
4	Tablilla MIP 10 DT	2.0076	Pza	1
5	Wattímetro - wattímetro DM 3 x 10	2.0053	Pza	1
6	Variómetro 3 x 10	2.0035	Pza	1
7	Tubo PVC		m	0.10
8	Transformador de corriente 6V	2.0045	Pza	3
9	Alambre Cuf 14, Cuf 14 A, B, C, V, W, E	2.0018	m	-
10	Bello plato A	2.0050	Pza	1



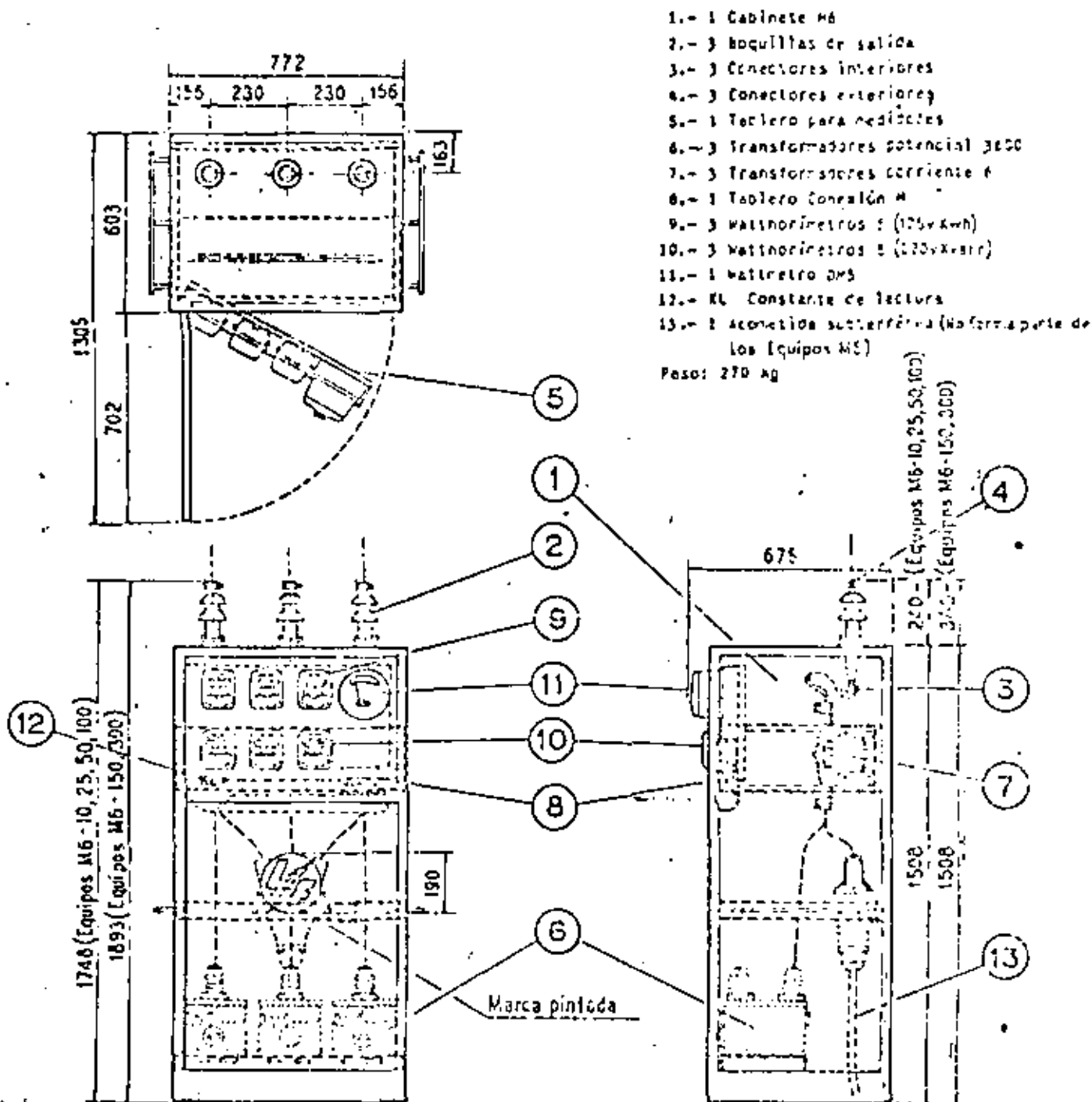
* ESPACIO PARA INTERRUPTORES
DIMENSIONES EN CM.

EJEMPLOS DE ARREGLOS FISICOS TÍPICOS DE EQUIPOS DE MEDICION
USADOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS DE EDIFICIOS.

EQUIPOS M6

(24)

NORMA L y F
2.4350.20
Sep 67



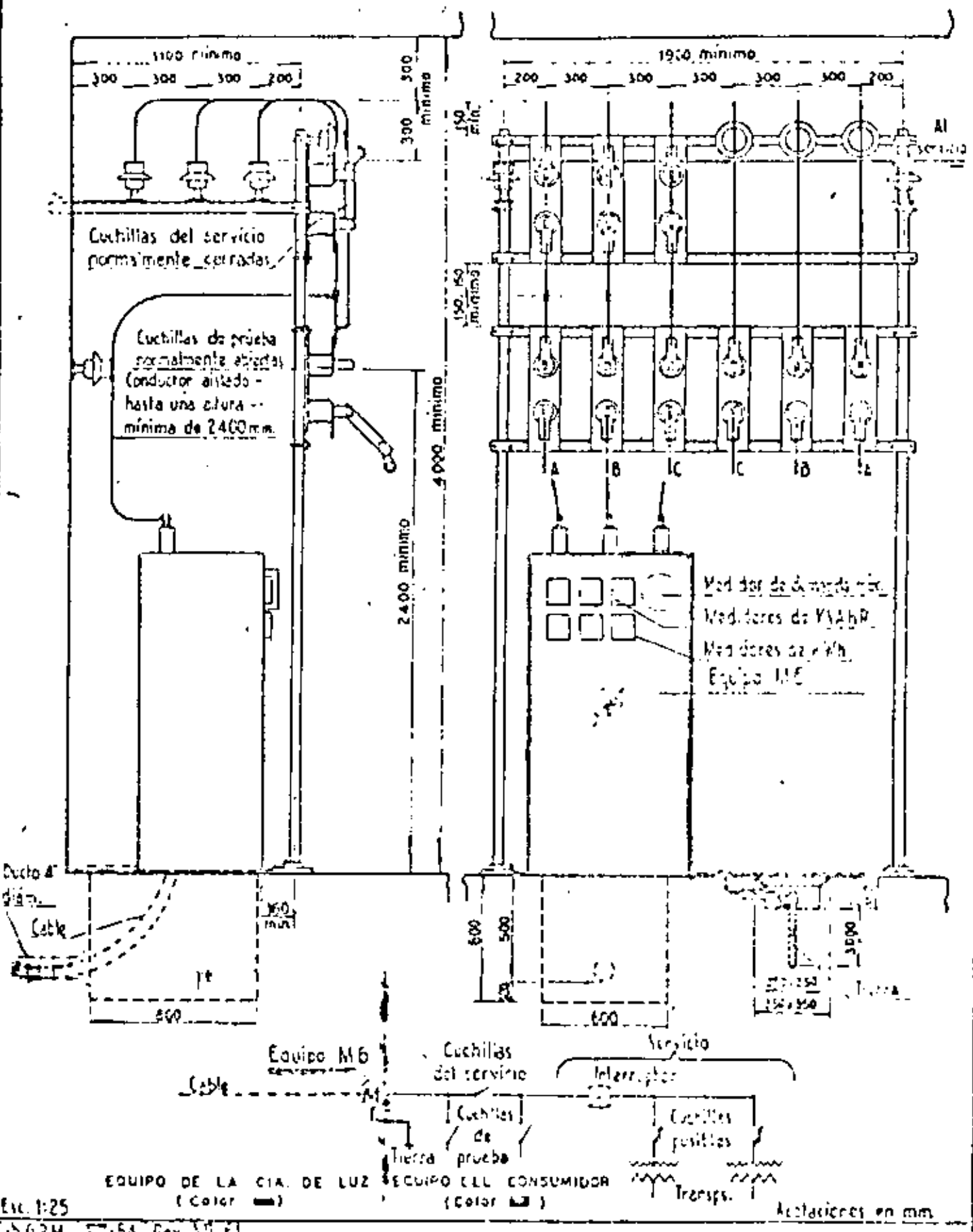
NOTA: En servicios de 6 y trifásicos más los consumos en kWh, kvarh y la demanda máxima en kW según tabla, se coloca sobre el piso en interior y se alimenta con acometida subterránea según tabla. Las conexiones del equipo - M6 a los bornes del consumidor se realizan en sitio o a través de un cable de 3 hilos y 3 conductores.

NOMBRE	Corriente máxima permanente	Transformadores de corriente	Acople de cable
	Amperios	de corriente	de cable
EQUIPO M6 - 10	10	PT 10	3 x 30
EQUIPO M6 - 25	25	PT 25	3 x 30
EQUIPO M6 - 50	50	PT 50	3 x 30
EQUIPO M6 - 100	100	PT 100	3 x 30
EQUIPO M6 - 150	150	PT 150	3 x 70
EQUIPO M6 - 300	300	PT 300	3 x 200

Referencias: Plano DISTRIBUCION A-227 A y B; NORMA MEF 250104

Clave del nombre:
M6 = Medición en 400 volts
10, 25, 50, 100, 150 y 300 = Capacidad en amperios.

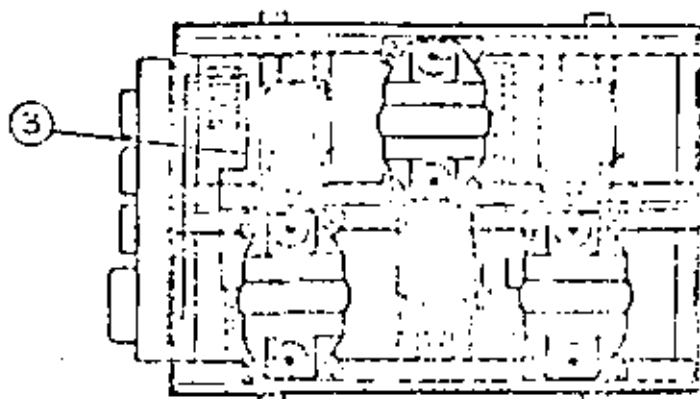
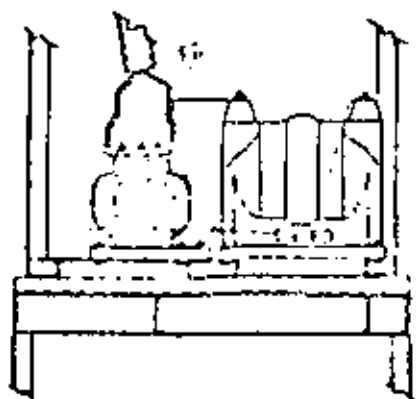
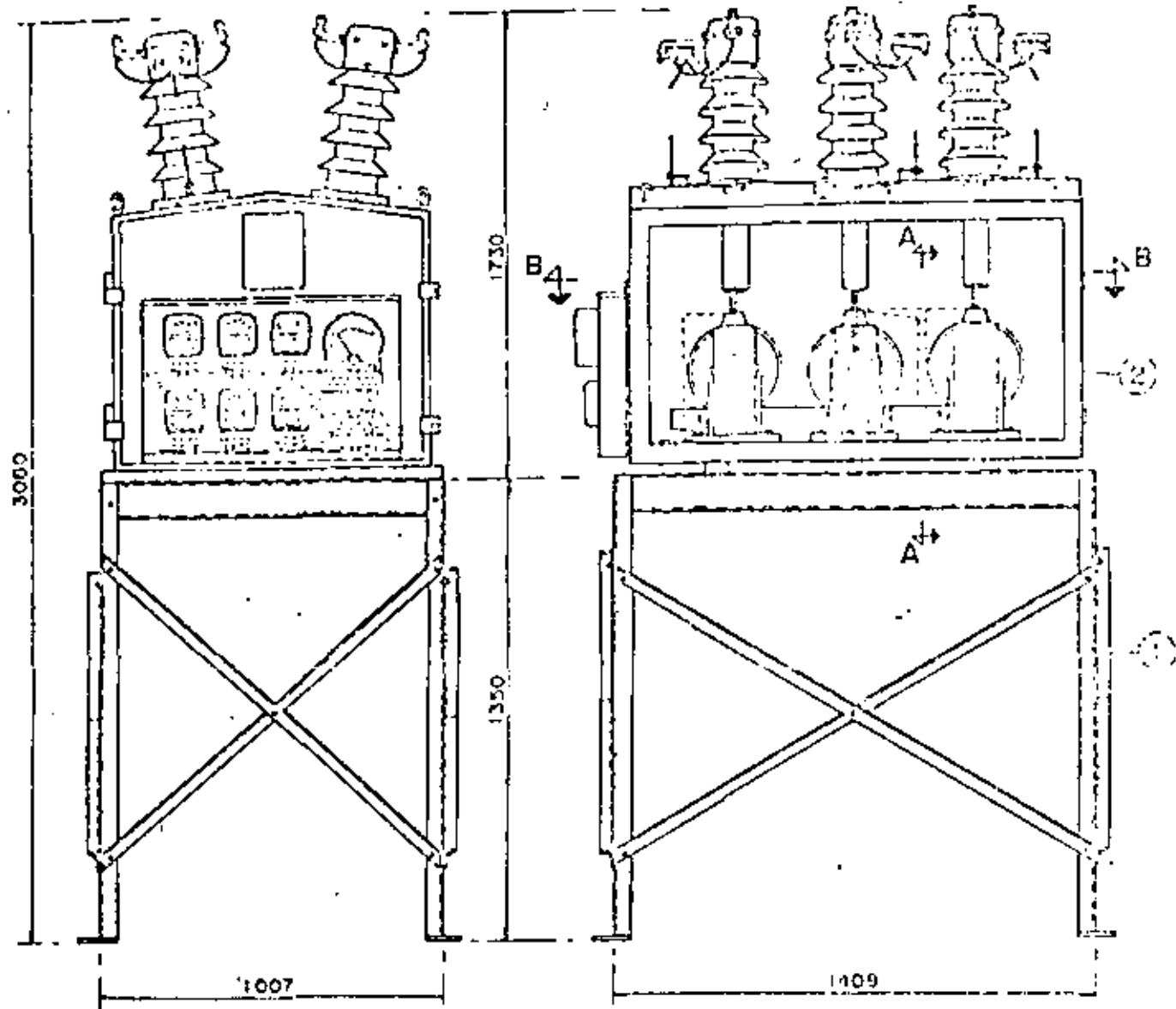
EQUIPO M6 Y CUCHILLAS DE PRUEBA (35) NORMAS I.M.T.
 DESCUBIERTAS EN INTERIOR, PARA SERVICIOS DE 6000V. 3.4100.20
 CM



EQUIPOS M 20

NORMAS DE
MONTAJE
4.0247

1 de 2



EQUIPO MT 20 Y CUCHILLAS DE PRUEBA CUBIERTAS EN INTERIOR PARA SERVICIOS DE 20 000 V.

NORMA LyF
3.4100.70
Feb. 66

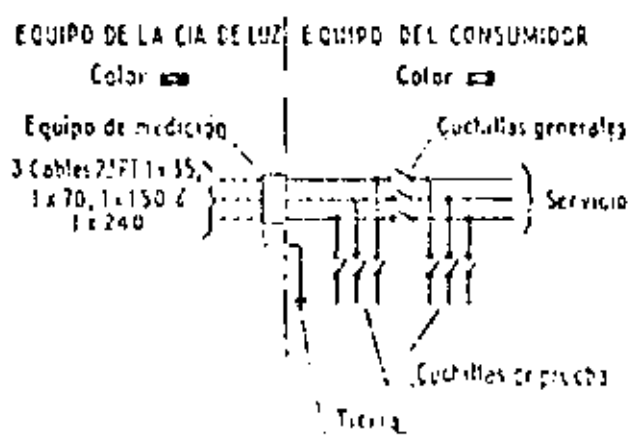
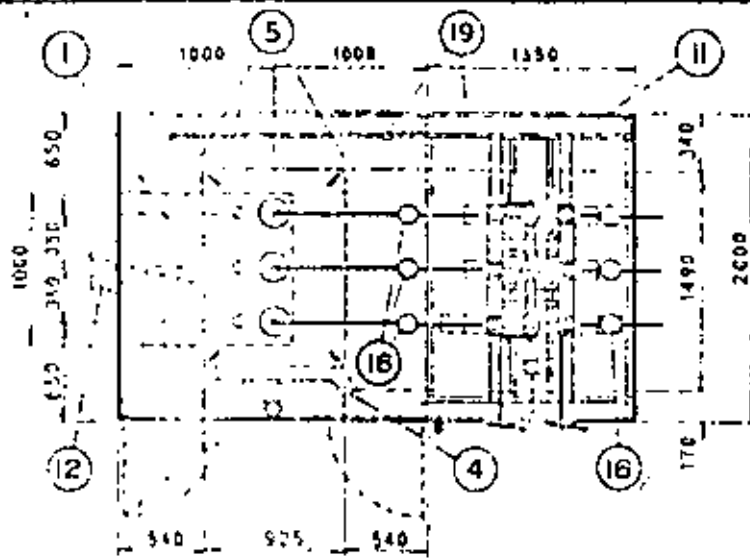
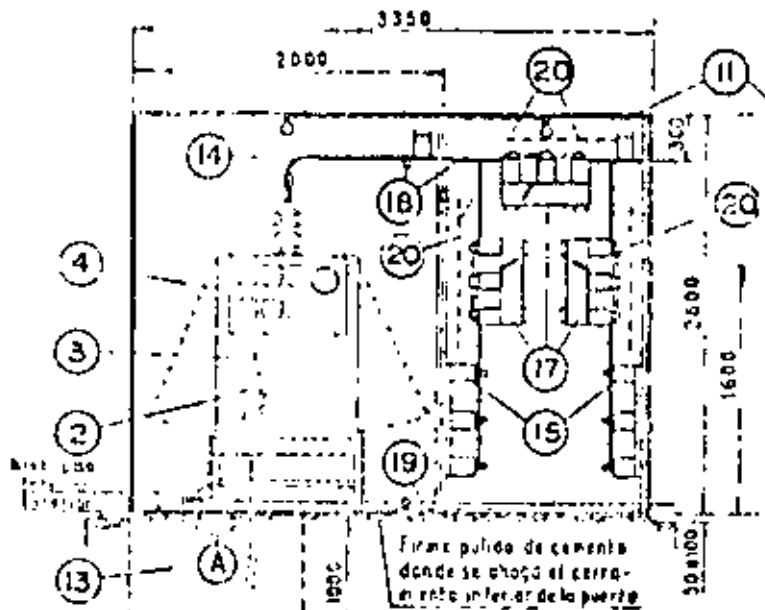
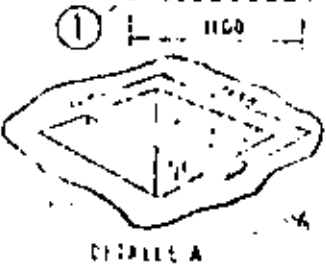
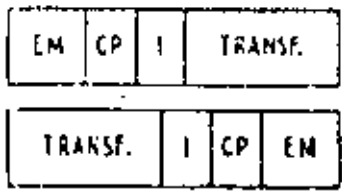


DIAGRAMA TRIFILAR DE CONEXIONES



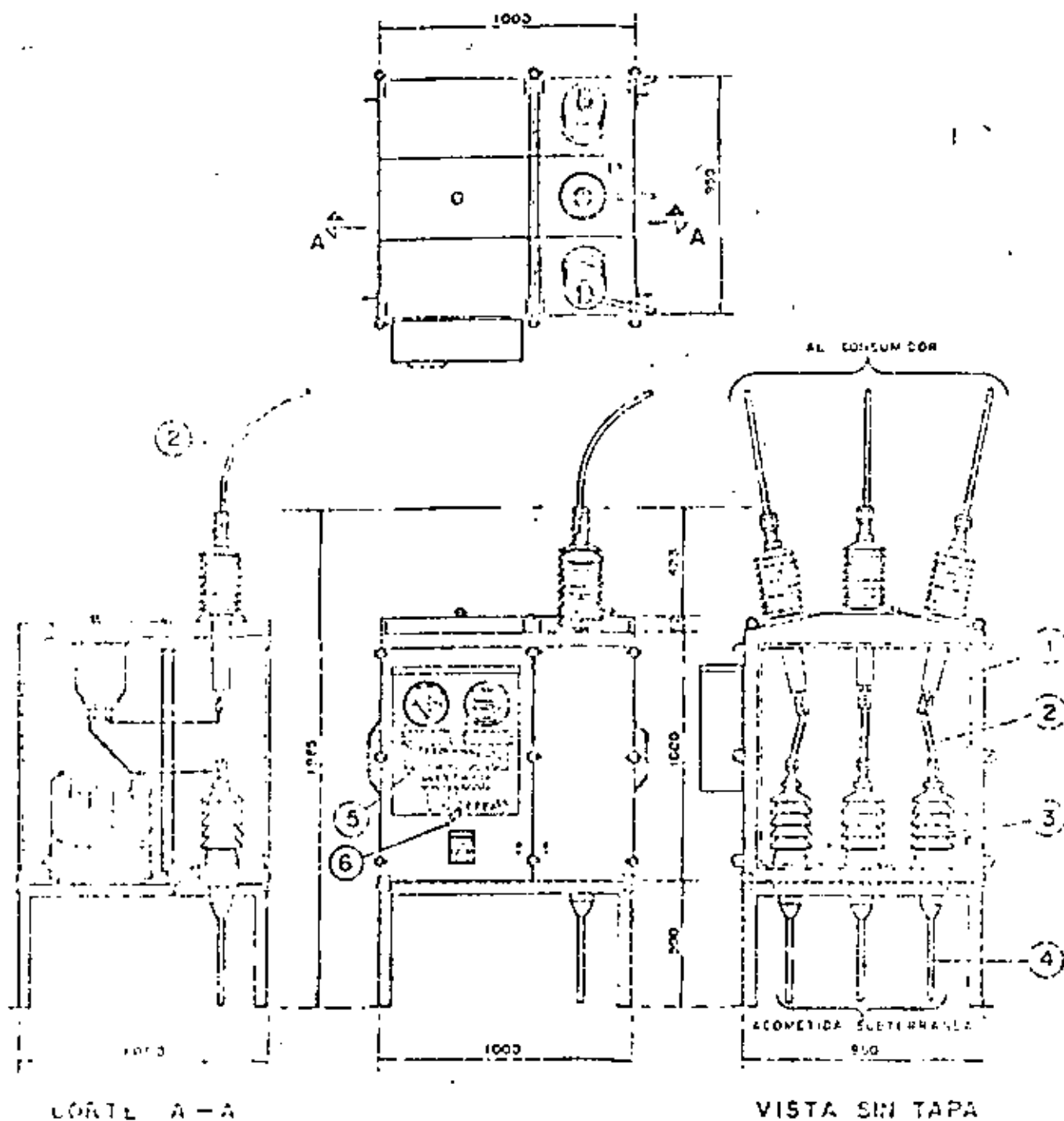
DESARROLLOS FACTIBLES DE LA S.E.



Esc. 1:50; Anotaciones en mm

EQUIPO DEL CONSUMIDOR	
Nº	Cont.
11	1 Gabinete cerrado con alfilerado para la instalación del Equipo MT20 y Cuchillas
12	2 Vfas Factos 25 con Cuchilla ducto 15
13	1 Registro de 1.10x1.00x1.00 m sin tapa
14	3.7m Alambre Cus 1/0 a 7/0
15	6 Aisladores soporte 20 kv con conectores mecánicos para conectar el equipo de comprobación de medidores
16	6 Aisladores soporte 20 kv
17	9 Cuchillas 20 kv 200 amp con movimiento de interrupción paralelo a la base
18	Busca de solera cobre electrolytado 6.3x3x4 mm con conectores mecánicos
19	Barra tierra de solera cobre 6.3x3x1 en con conectores mecánicos
20	Barreras aislantes recorte 6.3mm q'eso Nros 22

EQUIPO DE LA CIA DE LUZ		
Nº	Cont.	Nombre
1	3	Cables 25FT x 35, 1 x 70, 1 x 150, 1 x 240
2	3	Tornillos 1/2" x 1.250
3	1	Enchufe 20 kv
4	1	Extrusora 1.00 x 1.00
5	1	Caja MT 10
6	1	Alambre Cus 2 (1/0 a 7/0)
7	1	Catal tierra 1.00 x 1.00 m con 2 topos de 3 pulg (DETALLE A)



Material: (En unidades o aproximado de colocación)

P. C.	NOMBRE	Norma LyF	Unidad	Cantidad
1	Tapero MTS 23	2.0177	Plan	1
2	Cable 600 V, 0.6/1.0	2.0112	"	10
3	Tapero 250 V, 1 x 230 & 250 V, 1 x 250	2.0215	Plan	3
4	Cable 300 V, 1 x 30 & 1 x 70 & 1 x 150 & 1 x 200	2.0203	"	-
5	Ala arc. Cut. 10, Cor. 150, 2, 3, 4, 5, 6	2.0270	"	-
6	Bollo de plomo A	2.0250	Plan	1



Dis 50 11 07 1983

PRIMERA SECCION

Registro como artículo de la Constitución el año 1967	100	Director: Lic. Luis de la Hidalga	Tomo CCCLXXI No. 44
---	-----	-----------------------------------	------------------------

INDICE

PRIMERA SECCION

SECRETARIAS DE ESTADO

Gobernación.....	5
Hacienda y Crédito Público.....	7
Comunicaciones y Transportes.....	41
Trabajo y Previsión Social.....	42
Reforma Agraria.....	46
Convocatorias para Concursos de Obras y Adquisiciones.....	56

SEGUNDA SECCION

Hacienda y Crédito Público.....	1
Lej que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones fiscales y que modifica Decreto de carácter mercantil.	

TERCERA SECCION

Trabajo y Previsión Social.....	1
Resolucion del H. Consejo de Representantes de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, que fija salarios mínimos generales y para trabajadores del campo en las 89 Zonas Económicas, en que está dividida la Republica Mexicana, así como salarios mínimos profesionales, para el año de 1984.	
Reforma Agraria.....	25

ESTA EDICION CONSTA DE 224 PAGINAS EN 3 SECCIONES

AVISO

EN EL AREA METROPOLITANA PUEDE
ADQUIRIRSE EL DIARIO OFICIAL EN TODOS
LOS PUESTOS DE VENTA DE PERIODICOS Y
REVISTAS.

b).—Reducir el salario del trabajador;

c).—No entregar el salario en la fecha o lugar contenidos o acostumbrados; y

d).—Hacer descuentos al salario por conceptos no permitidos en esta Ley.

V. Ocasionar el personal directivo o administrativo intencionalmente daños a las herramientas o útiles de trabajo y responsabilizar de ello al trabajador.

VI.—Ocasionar o permitir la existencia de un peligro grave para la seguridad o la salud del trabajador, ya sea por carecer de condiciones higiénicas el establecimiento o porque no se cumplan las medidas preventivas de seguridad que las leyes establezcan;

VII.—Comprometer la institución con su imprudencia o descuido inexcusable la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentren en él, y

VIII.—Las análogas a las establecidas en las fracciones anteriores, de igual manera graves y de consecuencias semejantes en lo que al trabajo se refieren.

ARTICULO 21.—Son causas de terminación de las relaciones de trabajo:

I.—La renuncia del trabajador presentada por escrito;

II.—La terminación del tiempo o de la obra, en los casos en que el trabajador haya sido nombrado por tiempo u obra determinados;

III.—Que el trabajador adquiera la calidad de pensionado por jubilación, por invalidez o por incapacidad permanente total;

IV.—La incapacidad física o mental o la inhabilidad manifiesta del trabajador que haga imposible la prestación del trabajo, y

V.—La muerte del trabajador.

CAPITULO QUINTO

De la Federación Nacional de Sindicatos Bancarios

ARTICULO 22.—Los sindicatos podrán constituir y adherirse a la Federación Nacional de Sindicatos Bancarios, única central reconocida para los efectos de esta Ley.

CAPITULO SEXTO

De la supervisión de las instituciones

ARTICULO 23.—La Secretaría de Hacienda y Crédito Público deberá en todo tiempo supervi-

visar, a través de la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros, que las instituciones cumplan con las obligaciones que les impongan la presente Ley y demás disposiciones aplicables, así como para proveer lo necesario para su debida y cabal aplicación

TRANSITORIOS

ARTICULO PRIMERO.—La presente Ley entrará en vigor el 1o. de enero de 1982.

ARTICULO SEGUNDO.—Se derogan las disposiciones que se opongan a lo establecido en este ordenamiento.

ARTICULO TERCERO.—En tanto se expiden las condiciones generales de trabajo de las instituciones, seguirán aplicándose los Reglamentos Internos de Trabajo respectivos. Dichas condiciones deberán expedirse dentro de los tres meses posteriores a la fecha de entrada en vigor de la presente Ley.

ARTICULO CUARTO.—Las relaciones laborales de los trabajadores al servicio de las instituciones continuaran surtiendo efectos y deberán formalizarse con la expedición de los nombramientos correspondientes, en un plazo no mayor de seis meses a partir de su entrada en vigor. La falta de expedición de los nombramientos no impedirá la continuación de la relación de trabajo establecida con anterioridad al vencimiento de dicho plazo.

México, D. F., a 29 de diciembre de 1981.—Luz Lajous, D.P.—Raul Salinas Lozano, S.P.—Enrique León Martínez, D.S.—Myrna Esther Hoyos de Navarrete, S.S.—Rubricas."

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintinueve días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta y tres.—Miguel de la Madrid Hurtado.—Rubrica.—El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Jesús Silva Herzog.—Rubrica.—Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Parrell Cutilas.—Rubrica.—El Secretario de Gobernación, Manuel Bartlett Díaz.—Rubrica.

—oOo—

Acuerdo que autoriza el ajuste, modificación y reestructuración de las tarifas para el suministro y venta de energía eléctrica.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos—Secretaría de Hacienda y Crédito Público—Secretaría Particular.—No. Of. 101-100.

ACUERDO QUE AUTORIZA EL AJUSTE, MODIFICACION Y REESTRUCTURACION DE LAS TARIFAS PARA EL SUMINISTRO Y VENTA DE ENERGIA ELECTRICA.

Con fundamento en los artículos 12 fracción VI, 30, 31, 32 y 33 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y en ejercicio de las atribuciones que a esta Secretaría le confiere el artículo 31 fracción XV de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; y

CONSIDERANDO

Que mediante escrito fechado el ocho de diciembre en curso, el Director General de la Comisión Federal de Electricidad, actuando también con el carácter de representante legal de las empresas en liquidación denominadas: Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A. y sus Asociadas, Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S. A., Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S. A. y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S. A., solicitó de esta Secretaría, con fundamento en lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la modificación, reestructuración y ajuste de las tarifas que rigen la venta de energía eléctrica en el país, con el fin, según manifestó, de compensar parcialmente los incrementos en los costos internos y externos y el deterioro en el precio real de la electricidad; reducir la presión financiera a que se ha visto sujeto el sector eléctrico nacionalizado en los últimos años y atender la creciente demanda del mercado eléctrico, por lo que requiere ineludiblemente, allegarse recursos propios adicionales que contribuyan gradualmente al mejoramiento de su economía y estar en aptitud de continuar la realización de inversiones en obras nuevas, para garantizar el oportuno suministro de energía, acorde con el desarrollo del país y asegurar la buena marcha del sector eléctrico, el que, de conformidad con lo consignado en la solicitud, ha puesto ya en práctica acciones específicas en materia de productividad y organización interna; y está cumpliendo estrictamente el programa de obras e inversiones, atendiéndose en forma especial la diversificación de las fuentes de energía eléctrica distintas de los hidrocarburos.

Que la Comisión Federal de Electricidad acreditó que según lo previsto en el artículo 12 fracción VI de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, obtuvo de su Junta de Gobierno, la aprobación de las bases, criterios y propuestas de adecuación tarifaria, sometidos a consideración de dicho Órgano; y acompañó a la solicitud sus balances generales, estados y proyecciones financieras, estudios y análisis, para fundamentar su propuesta.

Que de la información aportada por la Comisión Federal de Electricidad, se infiere que los recursos propios derivados de la venta de energía eléctrica, constituyen sólo un reducido porcentaje del total que representan los diversos renglones de erogaciones del sector, y que por resultar deficitarias todas las tarifas, se requieren urgentes aportaciones y subsidios del Gobierno Federal.

Del análisis efectuado por esta Secretaría se

desprende que el quebranto patrimonial en cuanto a recursos propios del Sector deriva principalmente de la diferencia entre los ingresos por venta de energía eléctrica cuyo precio real se redujo en los últimos años; y el costo de generación, transmisión, distribución y entrega de energía eléctrica, como consecuencia de los fenómenos de inflación y el consiguiente incremento en el precio de los insumos internos y externos y particularmente de los materiales y equipos, así como de los intereses de los créditos obtenidos para hacer frente a los requerimientos de nuevas obras de infraestructura, que es indispensable realizar, en cumplimiento a las medidas de política en materia energética, para satisfacer la demanda de energía eléctrica en los próximos años.

Que por la especial trascendencia que reviste la prestación del servicio público de energía eléctrica, se estima pertinente destacar, con fines de transparencia y para la mejor fundamentación de las modificaciones tarifarias materia del presente, los principales datos y resultados derivados del análisis efectuado:

— El 87% del total de usuarios del sector, se rige por las tarifas domésticas, cuyo importe representa el 21% de las ventas totales y el 52% del déficit total actual por tarifas. El precio del suministro, que en diciembre en curso sera de un 17% del costo medio de producción del KWH, ha demostrado una evolución muy inferior a la casi totalidad de los comprendidos en el índice de precios al consumidor.

— El 41% de los usuarios de esas tarifas, consumen 50 KW-hora por mes o menos, por lo cual en ese rango, mientras en 1962 se requerían 14.5 horas de salario mínimo para cubrir la facturación respectiva, para julio de 1983, bastaban aproximadamente 2 horas. Por otra parte, el consumo medio mensual de energía eléctrica en México, para el sector residencial, es de 100 KWH por mes, por lo que la captación de ingresos es muy baja comparada con el costo.

— En tarifa 1-A, para localidades con clima muy cálido, se aplica durante los 5 meses de mayor temperatura en el año, un solo precio reducido al KWH, con un nivel casi igual al precio del primer bloque de energía de la tarifa 1, y puesto que tiene una misma cuota en dicha época para cualquier consumo, propicia el uso dispendioso de la energía, respecto de los usuarios con consumos elevados y favorece en menor grado, a los de bajo consumo, mientras que durante el resto del año la propia tarifa, igual a la tarifa 1, apoya a los usuarios de bajos ingresos.

— De acuerdo con la información examinada, la incidencia en el gasto familiar del costo de energía eléctrica, es muy reducida, en comparación con los diversos renglones que constituyen aquél.

— A partir de 1982, se registra también un déficit en los servicios industriales, cuyo precio medio igualmente ha disminuido en términos reales. Su incidencia es crecientemente inferior al 2% del valor bruto total de la producción industrial, sobrepasando ese porcentaje, únicamente

en 6 ramas de las 72 consideradas en la matriz de insumo-producto, destacando que, de las 203 clases de actividad económica consideradas en el último censo industrial, sólo 26 representan una incidencia superior al repetido porcentaje.

— Las tarifas industriales aplicables al sistema eléctrico nacional, son en general hasta 3.7 veces más bajas, para factores de carga de 0.30, que las de la mayoría de empresas estadounidenses y de Centro y Sur América.

— En la tarifa 2, relativa al servicio general hasta 25 kW de demanda, se encuentran incluidos el 11.4% de los usuarios del sector. Se aplica en un porcentaje apreciable a pequeños comercios y a la estructura vigente favorece a bajos consumos.

— La tarifa 5, para alumbrado público, permaneció sin variación en los precios por casi 6 años, hasta agosto de 1982, por lo que su relación precio-coste, es de sólo 0.36.

— La tarifa 9, para servicio agrícola, ha tenido un déficit pronunciado desde 1972, por haberse establecido precios muy inferiores a los costos de suministro, independientemente de los subsidios implícitos y explícitos que ha otorgado el Gobierno Federal a los consumidores correspondientes, quienes se encuentran además, exentos del pago del Impuesto al Valor Agregado; por lo que su efecto directo ha sido muy pequeño, en el valor bruto de la producción del sector agrícola.

— La tarifa 4, para servicio de energía eléctrica para molinos de nixtamal, resulta la más deficiente, al haberse establecido precios muy inferiores al costo, por obvias razones sociales.

— Que por otra parte y según consta de los análisis llevados al cabo, desde 1977 se estableció un plan de incremento de productividad del sector eléctrico, que ha permitido aumentar de 0.733 GWH vendidos por trabajador en operación, a 0.932 en el año de 1982, lo cual significa una mejora de 27%.

— Igualmente, se han logrado mejoras en la productividad de los combustibles, entre otros motivos por el incremento de la capacidad de las unidades termoelectricas nuevas que han entrado en operación.

— La capacidad instalada para generar energía eléctrica se incrementó a un ritmo en promedio del 9.7% anual entre 1970 y 1982, al pasar de 5,008 MW a 18,390 MW.

— Han continuado los programas de expansión del sector eléctrico, diversificándose el uso de energéticos primarios, requiriéndose inversiones mayores a fin de reducir proporcionalmente, el consumo de hidrocarburos y a mediano plazo, el costo de operación.

Que los elementos mencionados, robustecen la conclusión en el sentido de que los recursos propios del sector eléctrico nacionalizado, son notoriamente insuficientes para compensar los incrementos en los precios de los insumos, principalmente por la diferencia entre el precio de venta y el costo de producción de la energía, así como por el costo financiero elevado, consecuencia de la contratación de créditos, en su mayoría externos.

Que por los motivos anteriores y pese a los aportaciones del Gobierno Federal y a los adecuados ajustes tarifarios, subsiste una diferencia respecto de los costos, por el decremento en términos reales del precio de venta de la energía, que es imperativo corregir para evitar que continúe prestándose el servicio en condiciones deficitarias, haciéndose uso excesivo de créditos internos y externos; y absorbiendo el Gobierno Federal, subsidios crecientes, que de todas maneras paga el pueblo, por lo que, en armonía con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo expedido por el titular del Poder Ejecutivo Federal y en el Programa de Reordenación Económica, han de adoptarse medidas para asegurar la continuidad del servicio y la indispensable expansión del sector eléctrico, con base en una sana política tarifaria, flexible y realista, que permita a mediano plazo la adecuación de los suministradores; así como una más adecuada distribución de los ingresos del sector público.

Que en los estudios presentados por el Organismo, además del ajuste de tarifas, se propone la adecuación de algunas estructuras tarifarias; estimándose por esta Secretaría que, al unificarse los dos cargos por demanda de las tarifas industriales, tal como se sugiere en la solicitud, se logra una simplificación, propiciándose el uso racional de energía, al relacionarse la utilización de la misma, con el factor de carga; y que procede también la supresión de la Tarifa 11, que se ha dejado de aplicar y que regía específicamente para empresas mineras, las que se incorporaron a las tarifas 8 o 12, según los casos.

Que igualmente en los repetidos estudios, se proponen reformas tendientes a eliminar disposiciones que propician uso inadecuado de la energía eléctrica, racionalizándolo, así como cuotas diferenciales para los servicios domésticos, de acuerdo con los consumos medios mensuales, estableciéndose por razones sociales, cuotas y cargos menores para el pequeño consumo, que comprende el mayor porcentaje de usuarios a fin de resguardar el poder adquisitivo de los consumidores de bajos ingresos; y aplicándose en cambio ajustes mayores para el consumo de la energía destinada a usos suntuarios.

Que la Comisión Intersecretarial de Precios y Tarifas de los Bienes y Servicios de la Administración Pública Federal, constituida por acuerdo del titular del Poder Ejecutivo Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación de 5 de diciembre en curso, con el objeto de estudiar y analizar las necesidades y los diversos factores que deben tomarse en cuenta por esta Dependencia para la revisión y el establecimiento de los precios y tarifas de los bienes y servicios de la Administración Pública Federal, en el orden emitido con fecha 15 del presente, es conveniente se autoricen los ajustes y modificaciones solicitadas, para fines de reordenación económica de los suministradores, asegurando la buena marcha del sector eléctrico, con el apoyo solidario de los usuarios y a través de esfuerzos continuados del Gobierno Federal, por lo que se

sugieren diversas modalidades en la aplicación de los ajustes a fin de lograr gradualmente el equilibrio financiero a través de recursos propios, a mediano plazo y sin que incidan en forma brusca en los procesos productivos para reducir el impacto económico a los usuarios.

Que para el efecto, dicho dictamen contiene recomendaciones relativas a continuar con la política actual de financiamiento del sector eléctrico nacionalizado, comprendiéndose aportaciones del Gobierno Federal para asegurar la oportuna expansión del mercado eléctrico y satisfacer la demanda; enfatizándose también la necesidad de continuar aplicando las políticas de productividad trazadas para el propio sector; destacándose las consistentes en los programas de productividad de mano de obra y combustibles, para mejorar en la eficiencia de conversión de energía, ya que son los dos componentes de la estructura de costos sobre los que puede actuarse en forma directa, a través de un control riguroso de la tasa de crecimiento del personal de nuevo ingreso y la asignación eficiente de los recursos de generación disponibles así como el aumento en los índices de disponibilidad de las plantas termoelectricas y la incorporación de nuevas unidades generadoras, de mayor capacidad, que permitan ahorros de escala en costos de inversión y una mayor eficiencia en la operación.

Que en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 31 reformado de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, los estudios presentados por el solicitante fueron revisados por esta Secretaría, escuchando a las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial y de Programación y Presupuesto; y con intervención de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, concluyéndose que las cuotas de venta de energía eléctrica vigentes a la fecha, son insuficientes para atender los requerimientos del sector eléctrico y que procede adecuarlos con base en mecanismos operativos y a fin de lograr en forma gradual y a mediano plazo el incremento de los recursos propios del sector eléctrico en la cuantía necesaria para la reordenación de las finanzas públicas y contribuir al sano financiamiento del desarrollo, fortaleciéndose los ingresos del sector paraestatal, a través de una política realista de precios y tarifas; sin gravar excesivamente al consumo.

Que en armonía con lo estatuido en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Programa de Reordenación Económica, expedidos por el titular del Poder Ejecutivo Federal:

— Los precios y tarifas de las empresas públicas serán piezas fundamentales para elevar el ahorro y la capacidad de inversión del Estado y simultáneamente reducir el déficit del sector público, como proporción del Producto Interno Bruto, para sanear las finanzas públicas.

— Es necesario adecuar el crecimiento del sector eléctrico para reducir el consumo de energía por unidades de producción, a niveles de mayor racionalidad.

— Como parte integral del esfuerzo de

— Otro, se han anunciado una serie de decisiones sobre la política de precios y tarifas del sector público, que significan abandonar los esquemas rígidos que habían conducido a la descapitalización de los organismos y empresas públicas, para adaptar un enfoque realista que otorgue a cada bien o servicio un precio acorde a su costo real.

— No es deseable continuar deteriorando la situación financiera de las empresas, al obligarlas a una extrema dependencia de los apoyos fiscales o crediticios.

— La política de precios y tarifas habrá de ser flexible para evitar los rezagos que generó en años anteriores y el crecimiento indiscriminado y sin direccionalidad de los subsidios.

— De los recursos financieros requeridos por el sector eléctrico para el año de 1983, aproximadamente el 30% proviene de ingresos de operación, mientras que el 70% (255 mil millones de pesos) serán transferencias del Gobierno Federal, integradas por aportaciones al patrimonio y subsidios explícitos a los usuarios de energía eléctrica, cuyos pagos son inferiores a los costos del suministro.

— La revisión tarifaria propuesta para el periodo 1984-1988, toma como punto de partida la situación en que se encuentran las tarifas en el presente mes de diciembre, reconociéndose que solamente con una política tarifaria de correcciones graduales, sostenidas durante varios años, será posible alcanzar el equilibrio entre precio medio y costo medio en el sector eléctrico.

Que según lo previsto en el artículo segundo transitorio de la ley que establece, reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones fiscales para el ejercicio de 1983, publicada en el Diario Oficial de la Federación de 31 de diciembre de 1982, durante el año en curso se ha venido aplicando, por concepto de impuesto especial sobre producción y servicios, la suma de un peso por KWH de energía eléctrica consumida, cuyo importe se ha reflejado en las facturaciones respectivas, al trasladarse a los usuarios y dejara de aplicarse a partir del primero de enero de 1984, no obstante que ha constituido fuente importante de ingresos del Erario Federal, para apoyar al sector eléctrico nacionalizado.

Que por ello, los ajustes tarifarios que se autorizan, no representarán de hecho para los usuarios, una erogación adicional, en la misma medida que impliquen un mecanismo substitutivo, vía tarifaria, del citado gravamen, lográndose una mejor redistribución de los ingresos del sector público y una situación más equitativa para el usuario.

Que ante las circunstancias que concurren, esta Secretaría estima conveniente el implantar en forma paulatina los ajustes que se aprueban, para reducir el impacto en los usuarios; y autorizar para los servicios domésticos, cuotas diferenciales en función del consumo, reduciéndose en forma notoria en comparación con el costo medio de producción, las correspondientes a un consumo mensual hasta de 50 KWH, el cual permite satisfacer las necesidades de energía eléc-

trien de la mayoría de los usuarios, le esa tarifa; y extender de cargos fijos a los que se mantengan en el rango mencionado, para retribuir el poder adquisitivo del salario en favor de personas de escasos recursos.

Que con las propuestas de modificación tarifaria, se tiende a una equitativa distribución social de los costos generales de producción; al racional consumo de energía eléctrica y al objetivo de lograr en forma gradual, la obtención de los recursos propios necesarios para la inversión, que requiere el desarrollo del servicio público de energía eléctrica; por lo cual y a juicio de esta Secretaría, el estudio que sustenta la propuesta del sector eléctrico, con las modalidades y enmiendas aludidas, se cñe a las normas y principios estatuidos en el artículo 31 reformado de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; y se justifica en razón de las obligaciones financieras y de los factores ya enunciados y máxime que los ingresos derivados de la venta de energía eléctrica, sólo compensarán parcialmente los costos de producción.

He tenido a bien dictar el siguiente:

ACUERDO QUE AUTORIZA EL AJUSTE, MODIFICACION Y REESTRUCTURACION DE LAS TARIFAS PARA EL SUMINISTRO Y VENTA DE ENERGIA ELECTRICA.

PRIMERO.—Se autoriza a la Comisión Federal de Electricidad y a las empresas en liquidación denominadas Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A.; Compañía de Luz y Fuerza de Pachuca, S. A.; Compañía Mexicana Meridional de Fuerza, S. A.; y Compañía de Luz y Fuerza Eléctrica de Toluca, S. A., los ajustes, modificaciones y reestructuración de las tarifas generales para el suministro y venta de energía eléctrica, establecidas en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de 2 de agosto de 1982, que expidió la entonces Secretaría de Comercio, en los términos siguientes:

TARIFA No. 1

Servicio Doméstico

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda. Estos servicios solo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo Fijo

Exento para los servicios con un consumo mensual hasta de 50 (cincuenta) kilowatt-horas en los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

\$30.00 (treinta pesos) para los demás servicios.

2.2 Cargos adicionales por la energía consumida.

\$3.85 (tres pesos ochenta y cinco centavos) por cada uno de los primeros 50 (cincuenta) kilowatt-horas.

\$6.35 (seis pesos treinta y cinco centavos) por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatt-horas.

\$7.20 (siete pesos veinte centavos) por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatt-horas.

\$8.00 (ocho pesos) por cada kilowatt-hora adicional a las anteriores.

3. MAXIMO MENSUAL

El equivalente a 8 (ocho) kilowatt-horas.

4. DEPOSITO DE GARANTIA

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a un consumo mensual de 40 (cuarenta) kilowatt-horas para los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a un consumo mensual de 20 (doscientos) kilowatt-horas para los servicios suministrados con 2 (dos) hilos de corriente.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a un consumo mensual de 500 (quinientos) kilowatt-horas para los servicios suministrados con 3 (tres) hilos de corriente.

TARIFA No. 1-A

Servicio Doméstico para Localidades Con Clima Muy Cálido

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía para uso exclusivamente doméstico, cualquiera que sea la carga conectada individualmente a cada residencia, apartamento, apartamento en condominio o vivienda, en localidades con clima muy cálido. Estos servicios sólo se suministrarán en baja tensión y no deberá aplicárseles ninguna otra tarifa.

2. PERIODO DE APLICACION

El suministrador aplicará las cuotas del punto 3 (tres) en el período que comprenda los seis meses consecutivos más cálidos en el año, los cuales serán fijados por el suministrador de acuerdo con las observaciones técnicas registradas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Las cuotas del punto 4 (cuatro) serán aplicadas por el suministrador en los periodos restantes del año.

3. CUOTAS MENSUALES PARA LA TEMPORADA DE CLIMA MUY CALIDO

3.1 Cargo Fijo.

Exento para los servicios con un consumo mensual hasta de 50 (cincuenta) kilowatt-horas en los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

\$30.00 (treinta pesos) para los demás servicios.

3.2 Cargos adicionales por la energía consumida durante la temporada de clima muy cálido.

\$3.85 (tres pesos ochenta y cinco centavos) por cada uno de los primeros 100 (cien) kilowatt-horas.

\$6.35 (seis pesos treinta y cinco centavos) por cada uno de los siguientes 100 (cien) kilowatt-horas.

\$7.20 (siete pesos veinte centavos) por cada

45

kilowatt hora adicional a los anteriores.

4. CUOTAS MENSUALES FUERA DE LA TEMPORALIDAD DE CLIMA MUY CALIDO

4.1 Cargo Fijo.

Evento para los servicios con un consumo mensual hasta de 50 (cincuenta) kilowatt horas en los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

\$30.00 (treinta pesos) para los demás servicios.

4.2 Cargos adicionales por la energía consumida.

\$3.25 (tres pesos ochenta y cinco centavos) por cada uno de los primeros 50 (cincuenta) kilowatt horas.

\$6.35 (seis pesos treinta y cinco centavos) por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatt horas.

\$7.20 (siete pesos veinte centavos) por cada uno de los siguientes 25 (veinticinco) kilowatt horas.

\$8.00 (ocho pesos) por cada kilowatt hora adicional a los anteriores.

5. MINIMO MENSUAL

El equivalente a 8 (ocho) kilowatt hora.

6. DEPOSITO DE GARANTIA

El importe que resulta de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 4.2 (cuatro punto dos) a un consumo mensual de 40 (cuarenta) kilowatt horas para los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 4.2 (cuatro punto dos) a un consumo mensual de 200 (doscientos) kilowatt horas para los servicios suministrados con 2 (dos) hilos de corriente.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 4.2 (cuatro punto dos) a un consumo mensual de 500 (quinientos) kilowatt horas para los servicios suministrados con 3 (tres) hilos de corriente.

7. LUGARES DONDE REGIRA LA TARIFA

Esta tarifa regirá con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en todas aquellas localidades con clima muy cálido. Se considerarán como localidades con clima muy cálido aquellas cuya temperatura media mensual durante 2 (dos) meses consecutivos o más, sea de 25°C o mayor, de acuerdo con las observaciones termométricas registradas por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

TARIFA No. 2

Servicio general hasta 25 kw de demanda

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda hasta de 25 (veinticinco) kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo Fijo

\$60.00 (sesenta pesos)

2.2 Cargos adicionales por la energía consumida.

\$5.65 (cinco pesos sesenta y cinco centavos)

por cada uno de los primeros 50 (cincuenta) kilowatt horas

\$6.50 (seis pesos cincuenta centavos) por cada uno de los siguientes 50 (cincuenta) kilowatt horas.

\$7.90 (siete pesos noventa centavos) por cada kilowatt hora adicional a los anteriores.

3. MINIMO MENSUAL

Cuando el usuario no haga uso del servicio cubrirá como mínimo el cargo fijo a que se refiere el punto 2 (dos) de esta tarifa.

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se considerará como kilowatt completo.

Cuando el usuario exceda la demanda de 25 (veinticinco) kilowatts, deberá solicitar al suministrador aplique la tarifa No. 3 (tres). De no hacerlo, a la tercera medición consecutiva en que exceda la demanda de 25 (veinticinco) kilowatts, será reclasificado por el suministrador, notificándole al usuario.

5. DEPOSITO DE GARANTIA

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a un consumo mensual de 40 (cuarenta) kilowatt horas para los servicios suministrados con 1 (un) hilo de corriente.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a un consumo mensual de 200 (doscientos) kilowatt horas para los servicios suministrados con 2 (dos) hilos de corriente.

El importe que resulte de aplicar el precio del primer bloque de energía del inciso 2.2 (dos punto dos) a un consumo mensual de 600 (seiscientos) kilowatt horas para los servicios suministrados con 3 (tres) hilos de corriente.

TARIFA No. 3

Servicio General para más de 25 Kw de Demanda

1. APLICACION

Esta tarifa de aplicará a todos los servicios que destinen la energía en baja tensión a cualquier uso, con demanda de más de 25 (veinticinco) kilowatts, excepto a los servicios para los cuales se fija específicamente su tarifa.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$795.00 (setecientos noventa y cinco pesos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2. Cargo adicional por la energía consumida.

\$3.95 (tres pesos noventa y cinco centavos) por cada kilowatt hora.

3. MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 8 (ocho) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia y tendrá que ser mayor de 25 (veinticinco) kilowatts. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

3. DEMANDA MAXIMA MEDIDA

La demanda máxima medida se determinará normalmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda medida en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

TARIFA No. 4

Servicio para Molinos de Nixtamal y Tortillerías

1. APLICACION

Esta tarifa sólo se aplicará para el servicio en baja tensión a molinos de nixtamal y/o tortillerías oficialmente autorizados. Se permitirá, para alumbrado en los locales de los mismos, hasta un máximo de 40 (cuarenta) watts por cada kilowatt de capacidad instalada en motores o, cuando no haya éstos o sean de reducida capacidad, hasta un máximo de 200 (doscientos) watts.

2. CUOTA APLICABLE MENSUALMENTE

2.1. Cargo por la energía consumida.

\$2.60 (dos pesos sesenta centavos) por cada kilowatthora.

3. MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 40 (cuarenta) veces el cargo por kilowatthora.

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5. DEPOSITO EN GARANTIA

4 (cuatro) veces el mínimo mensual aplicable.

TARIFA No. 5

Servicio para Alumbrado Público.

1. APLICACION

Esta tarifa sólo se aplicará al suministro de energía eléctrica para el servicio de alumbrado de calles, plazas, parques y jardines públicos, así como el servicio a semáforos.

2. HORARIO

Del anochecer al amanecer del día siguiente, excepto el servicio a semáforos, o el que se establezca en los convenios que en cada caso suscriban las partes contratantes.

3. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

3.1 Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en alta tensión.

\$3.35 (tres pesos treinta y cinco centavos) por cada kilowatthora.

3.2 Cargo por la energía consumida en los servicios suministrados en baja tensión.

\$4.00 (cuatro pesos) por cada kilowatthora.

4. MINIMO MENSUAL

La cantidad que resulte de aplicar las cuotas correspondientes al consumo equivalente a 4 (cuatro) horas diarias del servicio de la demanda contratada.

5. CONSUMO DE ENERGIA

Normalmente se miden los consumos de energía, aunque en los contratos respectivos se establecerán el o los procedimientos para determinar el consumo de energía, de acuerdo con las características en que se efectúe el suministro de servicio y de conformidad con las normas aplicables.

6. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

7. REPOSICION DE LAMPARAS

El prestador de servicio de alumbrado público deberá reponer las lámparas, los aparatos y materiales necesarios que requiera la operación de las mismas. Cuando el suministrador esté de acuerdo en tomar a su cargo la reposición de las lámparas y dispositivos necesarios, se fijará en los contratos la forma para el cobro de los gastos que origine este servicio adicional al del suministro de energía.

8. DEPOSITO DE GARANTIA

4 (cuatro) veces el mínimo mensual aplicable.

TARIFA No. 6

Servicio para bombeo de aguas potables o negras, de servicio público

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará al suministro de energía eléctrica para servicio público de bombeo de aguas potables o negras.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo fijo, independiente de la energía consumida.

\$875.00 (ochocientos setenta y cinco pesos)

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$4.40 (cuatro pesos cuarenta centavos) por cada kilowatthora.

3. MINIMO MENSUAL

Cuando el usuario no haga uso del servicio, cubrirá como mínimo el cargo a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno).

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5. DEPOSITO DE GARANTIA

4 (cuatro) veces el mínimo mensual aplicable.

6. SERVICIO EN ALTA TENSION

Los usuarios podrán contratar sus servicios en tarifas 8 (ocho) o 12 (doce), cuando las características de su instalación lo permitan.

TARIFA No. 7

Servicio Temporal.

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía temporalmente a cualquier uso, exclusivamente donde y cuando la capacidad de las instalaciones del suministrador lo

permanente y debe tener líneas de distribución adecuadas para dar el servicio.

2. HORARIO

Lo convenido en cada caso entre el suministrador y el usuario, el que no deberá hacer uso del servicio fuera del horario estipulado.

3. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

3.1 Carga por servicio independientemente de la energía consumida.

\$200.00 (doscientos pesos) por el primer día de servicio.

\$36.00 (treinta y seis pesos) por cada día adicional de servicio.

3.2 Cargos por demanda y consumo cuando no se haga cargo por servicio.

\$26.00 (veintiséis pesos) por cada kilowatt de demanda.

\$18.00 (dieciocho pesos) por cada kilowatt hora consumido.

3.3 Cargos por equipos eléctricos portátiles.

En los casos de personas o negociaciones que se dediquen a usar aparatos eléctricos portátiles, tales como: máquinas de pulir, encerar y lavar pisos, pintar, soldar, etc., el suministrador podrá optar por aplicar los montos de los puntos 3.1 (tres puntos uno) o 3.2 (tres puntos dos), o bien: \$1,435.00 (un mil cuatrocientos treinta y cinco pesos) por cada kilowatt de demanda.

4. CONTRATACION DEL SERVICIO Y DETERMINACION DE LA ENERGIA ELECTRICA

Los contratos se celebrarán por el número de días consecutivos por los que el usuario quiera disponer del servicio.

Ningún servicio temporal podrá tener una vigencia mayor de treinta días, excepto en los casos de personas o negociaciones que utilicen máquinas de pulir, encerar y lavar pisos, pintar y soldar, etc., cuya vigencia puede ser por un plazo mayor. El cómputo de la demanda y el consumo se hará de acuerdo con la carga de los aparatos instalados y el número de horas que se use el servicio, el que en ningún caso será menor de 4 (cuatro) horas diarias, teniendo el suministrador derecho de verificar en cualquier tiempo la carga individual y el consumo de cada uno de los aparatos instalados.

El suministrador podrá verificar por medio de procedimientos y aparatos adecuados, aprobados por la autoridad competente, la demanda y el consumo que se haga de la energía eléctrica.

5. FACTURACION Y PAGOS

Las cuentas se formularán aplicando el cargo por servicio o el cargo correspondiente a la demanda, según el que resulte mayor; y los pagos por energía al consumo estimado por el suministrador.

Los pagos se harán por adelantado y conforme a dichas cuentas. En caso de que el suministrador mida los consumos y la demanda, podrá hacer una liquidación final a la terminación del contrato respectivo. En este último caso no se hará pago por adelantado y el usuario depositará como garantía una cantidad igual al doble de la que resulte de aplicar los cargos por de-

manda y energía a la demanda y consumos estimados.

6. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

TARIFA No. 8

Servicio General en Alta Tensión

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinan la energía en alta tensión a cualquier uso, con una demanda inicial de 20 (veinte) kilowatts o más.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Carga por demanda máxima.

\$200.00 (seiscientos pesos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Carga adicional por la energía consumida.

\$3.00 (tres pesos) por cada kilowatt-hora.

3. MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 10 (diez) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima a que se refiere el inciso 2.1 (dos punto uno).

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. No podrá ser menor de 20 (veinte) kilowatts. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5. DEMANDA MAXIMA MEDIDA

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

TARIFA No. 9

Servicio Para Bombeo de Agua Para Riego Agrícola

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará exclusivamente a los servicios en alta o baja tensión, que destinen la energía para el bombeo de agua utilizada en el riego de tierras dedicadas al cultivo de productos agrícolas y al alumbrado del local donde se encuentre instalada el equipo de bombeo.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargos por la energía consumida.

\$2.05 (dos pesos cinco centavos) por cada uno de los primeros 5 000 (cinco mil) kilowatt-horas.

\$2.45 (dos pesos cuarenta y cinco centavos) por cada uno de los siguientes 10 000 (diez mil) kilowatt-hora.

\$2.70 (dos pesos setenta centavos) por cada uno de los siguientes 20 000 (veinte mil) kilowatt-horas.

\$3.10 (tres pesos) por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

3. TENSION Y CAPACIDAD DE SUMINISTRO.

El suministrador sólo está obligado a proporcionar el servicio a la tensión y capacidad disponibles en el punto de entrega.

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt, se tomará como kilowatt completo.

5. DEPOSITO DE GARANTIA

\$95.00 (noventa y cinco pesos) por cada kilowatt de demanda contratada.

TARIFA No. 10

Servicio en Alta Tensión
Para Reventa

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a todos los servicios que destinen la energía en alta tensión para revenderla al público.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$68.00 (sesenta y ocho pesos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2. Cargos adicionales por la energía consumida.

\$2.60 (dos pesos sesenta centavos) por cada uno de los primeros 90 (noventa) kilowatt horas por cada kilowatt de demanda máxima medida.

\$2.30 (dos pesos treinta centavos) por cada uno de los siguientes 180 (ciento ochenta) kilowatt horas por cada kilowatt de demanda máxima medida.

\$2.00 (dos pesos) por cada kilowatt hora adicional a los anteriores.

3. MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 10 (diez) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo.

5. DEMANDA MAXIMA MEDIDA

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indique la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

TARIFA No. 11

Se deroga.

TARIFA No. 12

Servicio general para tensiones
de 66 KV o Superiores

1. APLICACION

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrado a

tensiones de 66 (sesenta y seis) kilowatts o superiores.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$620.00 (seiscientos veinte pesos) por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2. Cargo adicional por la energía consumida.

\$2.50 (dos pesos cincuenta centavos) por cada kilowatt hora.

3. MINIMO MENSUAL

El importe que resulte de aplicar 20 (veinte) veces el cargo por kilowatt de demanda máxima.

4. DEMANDA POR CONTRATAR

La demanda por contratar la fijará inicialmente el usuario con base en sus necesidades de potencia. Cualquier fracción de kilowatt se tomará como kilowatt completo. El suministrador sólo está obligado a proporcionar el servicio a la tensión y capacidad disponibles en el punto de entrega.

5. DEMANDA MAXIMA MEDIDA

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición que indiquen la demanda media en kilowatts durante cualquier intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 (quince) minutos en el periodo de facturación.

6. DEPOSITO DE GARANTIA

2 (dos) veces el importe que resulte de aplicar el cargo por demanda máxima a la demanda contratada.

SEGUNDO: Para las cuotas por consumo de energía eléctrica a que se refiere cada tarifa así como para los cargos fijos que se establecen para diversas de las mismas, se aplicará mensualmente y en forma acumulativa, a partir del primero de febrero de mil novecientos ochenta y cuatro y durante la vigencia del presente acuerdo, un factor de ajuste de 1.025 (uno punto cero dos cinco).

TERCERO: Para el caso particular de la tarifa 1-A (Servicio Doméstico para localidades con Clima muy Cálido) durante los seis meses más cálidos del año, a que se hace referencia en el inciso 2 del apartado correspondiente a dicha tarifa, se hará un descuento de \$1.00 (un peso) por kilowatt hora, sobre los precios del segundo y tercer bloques establecidos en el inciso 3.2 (tres punto dos) del mismo apartado, durante la vigencia de este acuerdo.

TRANSITORIOS

PRIMERO. - El presente acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y en dos periódicos diarios de circulación nacional.

SEGUNDO. - El ajuste, modificación y reestructuración de las tarifas autorizadas por el presente, se aplicarán a partir del primero de enero de mil novecientos ochenta y cuatro. Desde esa fecha y en lo que se opongan a este.

acuerdo, quedan derogadas las disposiciones en materia tarifaria expedidas con anterioridad.

TERCERO. Durante el ejercicio de 1984, en los casos en que los suministradores no dispongan de moneda fraccionaria, cuando el importe de las facturas correspondientes a la prestación del servicio resulte en fracciones, deberán ajustarse a la unidad inferior de un peso, tomán-

dose en cuenta el artículo 16 de la Ley Orgánica Fiscal, por lo que se ratifica el traslado al aumento de los impuestos respectivos.

México, Distrito Federal, a diecinueve de noviembre de mil novecientos ochenta y tres. —El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Jesús Silva Herzog. —Rúbrica.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Notificación relativa a la concesión para instalar, operar y explotar un sistema de servicio radiotelefónico de portadora común sin conexión a la Red Telefónica Pública, en favor de la empresa denominada Servitel de Guadalajara, S. A. en la Ciudad de Guadalajara, Jal. (Segunda Publicación)

Al margen de sello de la Presidencia del Estado Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Comunicaciones y Transportes.—Dirección General de Concesiones y Permisos de Telecomunicaciones.

La empresa Servitel de Guadalajara, S. A., quien señaló como domicilio para dar notificaciones el Edificio marcado con el No. 218 Bis de las Calles de Puebla en México D. F., solicitó ante esta Secretaría con fecha 6 de febrero de 1978, la concesión para instalar, operar y explotar un sistema del servicio radiotelefónico de portadora común sin conexión a la Red Telefónica Pública en la Ciudad de Guadalajara, Jal.

El sistema del servicio radiotelefónico de portadora común sin conexión a la Red Telefónica Pública a que se refiere esta concesión solicitada, tendrá las siguientes características:

1. Solicitante: Servitel de Guadalajara, S. A.
2. Frecuencias: 434 775 y 439 775 MHz.
3. Población a servir: Guadalajara, Jal.
4. Horario: Las 24 horas.
5. Denominación de la emisión: 16F9.
6. Tolerancia de frecuencia: más o menos 0.0005% (desviación máxima admisible entre la frecuencia asignada y la situada en el centro de la banda de frecuencias ocupada por la emisión).
7. Tipo de antena: Telefónico Duplex.
8. Potencia nominal del transmisor: 09 Kw.
9. Privacidad de las comunicaciones: Tonos selectivos.

Cumpliendo con lo dispuesto en el Artículo 15 de la Ley de Vías Generales de Comunicación, se notifica lo anterior a todas las personas físicas y morales que pudieran sentirse afectadas en sus intereses con dicha solicitud a fin de que expongan sus observaciones ante el Departamento de Sistemas Especiales de Telecomunicaciones, Dirección General de Concesiones y Permisos de Telecomunicaciones, de esta Secretaría dentro de un plazo de un mes contado a partir de esta última notificación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

El Director General de Asuntos Jurídicos, Hugo Cruz Valdés. —Rúbrica.

Notificación relativa a la concesión para instalar, operar y explotar un sistema de servicio radiotelefónico de portadora común sin conexión a la Red Telefónica Pública en favor de la empresa denominada Autofón de México, S. A. en la Ciudad de México, D. F. (Segunda Publicación)

Al margen de sello de la Presidencia del Estado Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.—Secretaría de Comunicaciones y Transportes.—Dirección General de Concesiones y Permisos de Telecomunicaciones.

SEGUNDA PUBLICACIÓN

La empresa Autofón de México, S. A., quien señaló como domicilio para dar notificaciones el Edificio marcado con el No. 218 Bis de las Calles de Puebla en México D. F., solicitó ante esta Secretaría con fecha 6 de febrero de 1978, la concesión para instalar, operar y explotar un sistema del servicio radiotelefónico de portadora común sin conexión a la Red Telefónica Pública en la Ciudad de México, D. F.

El sistema del servicio radiotelefónico de portadora común sin conexión a la Red Telefónica Pública a que se refiere esta concesión solicitada, tendrá las siguientes características:

1. Solicitante: Autofón de México, S. A.
2. Frecuencias: 434 775 y 439 775 MHz.
3. Población a servir: México, D. F.
4. Horario: Las 24 horas.
5. Denominación de la emisión: 16F9.
6. Tolerancia de frecuencia: más o menos 0.0005% (desviación máxima admisible entre la frecuencia asignada y la situada en el centro de la banda de frecuencias ocupada por la emisión).
7. Tipo de antena: Telefónico Duplex.
8. Potencia nominal del equipo: 0.02 Kw.
9. Privacidad de las comunicaciones: Tonos selectivos.

Cumpliendo con lo dispuesto en el Artículo 15 de la Ley de Vías Generales de Comunicación, se notifica lo anterior a todas las personas físicas y morales que pudieran sentirse afectadas en sus intereses con dicha solicitud a fin de que expongan sus observaciones ante el Departamento de Sistemas Especiales de Telecomunicaciones, Dirección General de Concesiones y Permisos de Telecomunicaciones, de esta Secretaría dentro de un plazo de un mes contado a partir de la Segunda Notificación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

El Director General de Asuntos Jurídicos, Hugo Cruz Valdés. —Rúbrica.

En los servicios solicitados en Baja Tensión en zona de cables subterráneos o bien cuando la magnitud de la carga lo requiera, es necesario que el Usuario adapte un local para la instalación de una subestación, dentro de su predio.

A continuación se indican las especificaciones que ese local debe cumplir generalmente:

- 1.- PROPIEDAD.- El Suministrador instalará la subestación, quedando esta de su entera propiedad. La ocupación del local por parte del Suministrador será sin retribución.
- 2.- INCENDIO.- Antes de energizar la subestación en forma definitiva, el Usuario aceptará por escrito:
 - a).- El Suministrador queda liberado de toda responsabilidad en caso de incendio en el local motivo de estas especificaciones.
 - b).- En el seguro contra incendio del edificio queda incluido el local de la subestación.
- 3.- DIMENSIONES.- Las dimensiones interiores del local, son aproximadamente de 6.00 X 5.00 m. por 2.50 m' de altura mínima.
- 4.- VENTILACION.- La ventilación del local será a través de persianas colocadas en la puerta de acceso, así como por una ventana cuyas dimensiones se indican en plano expreso.
- 5.- PAREDES Y PISO.- Las paredes serán de concreto armado con un espesor mínimo de 0.15 m. y el piso del mismo material y calculado para soportar una carga de 4 toneladas /m².
- 6.- DRENAJE.- Para evitar la inundación del local, se instalará una coladera conectada al drenaje general, con un sifón intermedio para recibir el líquido que salga del transformador en caso de falla, teniendo el piso pendiente hacia ella.

(51)

- 7.- PASO DE CABLES.- Se abrirán los pasos de cables necesarios de acuerdo al proyecto que se prepare, siendo estos con ductos de asbesto cemento de 3 o 4 pulgadas según el caso; y llegarán hasta 0.50 en el límite del parámetro exterior.

- 8.- SISTEMA DE TIERRAS.- Se instalarán dos varillas Copper Weld de 5/8" por 3.00 m. de largo, sobre saliendo 0.20 m. del piso terminado.

Directorio de Alumnos del Curso INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDI_

FICIOS MARZO - ABRIL 1984.

Santiago Aguilar Alejo
I M P
Eje Central L. Cárdenas 152
G.A.Madero
07730 México, D.F.
567 66 00 Ext. 20394

Guerrero 18 L 23
Granjas V. de Gpe.
Ecatepec, Edo. de México
7 55 52 18

Fernando Aguilar Salazar
Química Hoechts
Tecoyotitla 412
Florida
Coyoacán
México, D.F.
548 66 00

Ota. 174 # 465
Moctezuma 2da. Sección
V. Carranza
15500 México, D.F.
784 21 18

RAYMUNDO R. ASCENCIO GARCIA
S P P.
Arcos de Belén No. 2
Doctores
06000 México, D.F.
761 92 77 Ext. 230

Azucena 52
Villa de las Flores
Coacalco, Edo. de México
8752476

FERNANDO AMEZCUA HERNANDEZ
Servicios Generales BABCOCK
Blas Pascal 111
México, D.F.
395 27 77

Persia 194
Pensador Mex.
V. Carranza
15510 México, D.F.
551 76 28

SABINO L. BECERRIL VILLEGAS
CALLE ALGEBRA NO. 230
Cda. Netzahualcoyotl
Edo. de México

Yaocatas 300
Narvarte
México, D.F.
595 71 67

EMILIO BERSTEIN CASSORLA
LUMISISTEMAS, S.A.
Blvd. Toluca 520
Naucalpan, Edo. de Méx.
576 04 33

Ometusco 31-4
México, D.F.
286 67 37

MARTIN R. CARDENAS ROBLEDO
Delegación V. Carranza
F. S. T. de Mier esq. F. del P. y Troncoso
Jardín Balbuena
México, D.F.
768 32 77

Calle 47 No. 62
I. Zaragoza
V. Carranza
15000 México, D.F.
571 31 22

MARIO A. CERVANTES TEMELO
Hilos Cadena, S.A.
Rosario 156
Centro
México, D.F.
522 03 54

Calle D No. 41 Manzana 3
Educación Coyoacán
04400 México, D.F.
549 84 99

8. NAPOLEON COURET ESPINOZA
S A R H
José Loreto Favela 888
S.J. de Aragón, D.F.
760 69 76
París 237-13
Del Carmen
Coyoacán
04100 México, D.F.
658 17 86
9. GUILLERMO CHONG CRUZ
S. C. T.
DIR. GRAL. DE OBRAS MARITIMAS
10. JUAN CRUZ
Comisión de Fomento Minero
Av. Pte. de Tecamachalco
Lomas de Chapultepec
M. Hgo.
México, D.F.
540 34 00
Lago Omega 20
Agua Azul
Nezahualcoyotl
México
540 3400
11. Manuel Cruz Mesinas
Subdirección de Obras Externas
Av. Revolución 2045
México, D.F.
550 57 68
C. Sacalun Lote 12 Manzana 10
Lomas de Padierma
Tlalpón
14240 México, D.F.
568 73 17
12. Plutarco E. Cruz Pérez
Depto. de Fluidos y Térmica
Fac. de Ing. Civil
UNAM
México, D.F.
Rep. de Uruguay No. 21-5
Centro
Cuahuatemoc
México, D.F.
13. José L. Cuevas Huerta
S. P. P.
Arcos de Belén No. 2
Cuauhtémoc
0800 México, D.F.
761 92 77 Ext. 230
Cerrada del Rosal 7
Acuilco
Ixtapalapa
09410 México, D.F.
14. Germán Flores Hernández
Seguros Monterrey Serfín, S.A.
M. Escobedo 555
Polanco
M. Hgo.
250 84 00
Lago Viesca 41-11
Anahúac
M. Hgo.
250 84 00
15. Alfredo Flores García
Ingeniería y Procesamiento Electrónico, S.A.
San Lorenzo 153
Del Valle
B. Juárez
México, D.F.
559 17 45
Invierno 23
Merced Gómez
A. Obregón
01600 México, D.F.
16. Jaime R. Flores Manzanos
Ingeniería Especializada en Plásticos
F. I. Madero No. 3
San Lucas Patoni, Tlalnepantla, Edo. de
México
Colina de la Quebrada 116
Blvd. Naucalpan, Edo. de Méx.
560 19 44

17. *Gustavo García Cortés*
Seguros Monterrey Serfin, S.A.
Mariano E. 555
M. Hgo.
México, D.F.
250 84 00
- Calle 8 No. 513*
Prohogar
Azacapatzalco
México, D.F.
18. *José L. García Conzaga*
Comisión de Fomento Minero
Pte. de Tecamachalco 26
Lomas de Chapultepec
M. Hgo.
11000 México, D.F.
540 34 00
- Calle San Isidro 75*
Ejidos de Huipulco
Tlalpón
México, D.F.
19. *Alberto A. García Rodríguez*
General PoPo
M. de Cervantes Saavedra Eq.
Presa Falcón
M. Hidalgo
545 70 80 Ext. 233
- Calle 15 # 35*
Espartaco
Coyoacán
04870 México, D.F.
677 84 38
20. *José L. Gutiérrez Kathain*
M. Ocampo 171-2° Piso
Anáhuac
M. Hgo.
11379 México, D.F.
535 16 87
- Mar Mediterraneo 272 A 9*
Popotla
M. Hgo.
11400 México, D.F.
541 69 44
21. *Germán Gutiérrez Quiroz*
Ingenieros y Contratistas, S.A.
Darwin 102
Anzures
México, D.F.
533 18 00 Ext. 34
- Dr. La Vista 52*
Doctores
Cuauhtémoc
México, D.F.
22. *Andrés Gutiérrez Sandoval*
Comisión de Fomento Minero
Pte. de Tecamachalco 1100
México, D.F.
- Montemorelos 21*
Los Reyes Iztacalco
México, D.F.
698 19 20
23. *Cornelio Eutilio Hernández*
Comisión de Fomento Minero
Pte. de Tecamachalco 26
Lomas de Chapultepec
M. Hgo.
México, D.F.
540 34 00
- Manzana 13 Depto.*
Infonavit
Nativitas
Xochimilco
24. *Carlos R. Heiras Cota*
Inmobiliaria PITT, S.A.
Salamanca 102-8° Piso
Cuauhtémoc
México, D.F.
511 97 65 y 66
- Diamante 64*
Pedregal de Atizapán
Edo. de México
822 51 34

25. *Pedro Hernández Jiménez*
 SEDUE
 M. Laurent 840-7°
 Vértiz Narvarte
 B. Juárez
 México, D.F.
26. *Alejandro Juárez Amador*
 Construcciones y Conservaciones
 de Edificios, S.A.
 Diagonal San Antonio 1118-502
 Narvarte
 B. Juárez
 México, D.F.
 536 78 08
27. *Hans A. Kuhlmann Rodríguez*
 Garza Maldonado y Asociados, S.C.
 Cádiz Norte 25
 Insurgentes Extremadura
 B. Juárez
 03740 México, D.F.
 563 90 88
28. *Francisco J. Lizárraga Callareta*
 Yautepac 58
 Condesa
 06140 México, DF.
 286 28 98
29. *Arturo López Garofa*
 Proyectos y Construcciones Arlegón, S.A.
 Hacienda de Tototapan No. 69
 Prados Coapa
 14350 México, D.F.
 684 63 48
30. *Juan José López Quíroz*
 U A M
 San Pablo 180
 Atzacotalco
 México, D.F.
 382 50 00 Ext. 281
31. *Esteban Gilberto Lugo Arredondo*
 Centro Internacional de Mejoramiento de
 Maíz y Trigo
 K. 45.5 Carr. Méx. Ver. Vía Jalapa
 El Batán, Texcoco, Edo. de Méx.
32. *Luis Martínez Richa*
 Instalaciones y Montajes Planeados Feel, S.A.
 Av. de las Ftes. 35-20
 Tecamachalco
 Naucalpan, Edo. de Méx.
 294 32 39
- Convoy M 168
 Lote 10
 Padierna
 Torres de Padierna
 Tlalpán
 México, D.F.
 568 35 90
- Málaga 74 Altos
 Insurgentes Mixcoac
 B. Juárez
 03920 México, D.F.
 598 63 32
- Ote. 255 B 29
 Agrícola Oriental
 Istacalco
 08500 México, D.F.
 558 09 94
- Narciso Mendoza 36
 M. Avila Comacho
 Naucalpan 53910 México, D.F.
 294 34 06
- Reforma 42
 Tulantongo, Texcoco
 Edo. de Méx.
 585 43 55 Ext. 298
- Nicolás S. Juárez 1356
 Del Valle
 B. Juárez
 México 03100, D.F.
 559 94 45

33. *Evaristo Montiel Falcón*
Mexicana de Construcciones y Promociones
Tintoreto 92
NocheBuena
B. Juárez
03720 México, D.F.
563 88 51
34. *Jorge R. Mota Méndez*
 — *Ingeniería y Procesamiento Electrónico, S.A.*
San Lorenzo 153-6°
B. Juárez
México, D.F.
559 17 45
35. *Arnoldo Navar Cavada*
Dirección General Obras Marítimas
Insurgentes Sur 664
03100 México, D.F.
587 53 27
36. *Roberto Negrete Moreno*
R C A, S.A. de C.V.
Cuitlá-uac 2519
México 16, DF
527 60 20
37. *Héctor M. Osuna Bonilla*
Playa Hornos 279-E
Ref. Ixtlaccihuatl
08840 México, D.F.
38. *Jorge Pérez Juan*
S P P
Arcos de Belén 2
Cuauhtémoc
06000 México, D.F.
761 92 77 Ext. 230
39. *Alberto Platas Fernández*
P. de la Herradura 192
Fracc. La Herradura
México 10, D.F.
294 19 67
40. *David Polo Razo*
Función y Forma, S.A.
8 Nte. y 10 Ote.
Obrera
Paza Rica, Ver.
2 91 00
41. *Jorge Clemente Ramírez Carmona*
Cla. Hulera Euzkadi, S.A.
Lago Alberto 366
Anahúac
México, D.F.
545 65 40
- Sur 12 C Ret. 4 No.7*
Agrícola Oriental
Istacalco
México, D.F.
763 44 89
- Reforma 616-406*
Tlatelolco
Cuauhtémoc
06900 México, D.F.
- Sur 113 A No. 505*
Istapalapa
09060 México, D.F.
582 50 92
- Ote 176 No. 237-5*
Moctezuma Secc. 2da.
V. Carranza
15550 México, D.F.
535 13 33
- C-6 No. 307*
Cazones Posa Rica, Ver.
- Transmisiones 132*
Olivar de los Padres
A. Obregón
México, D.F.

42. Tomás Ramírez Santillán
Ventas Industriales Redom, S.A.
Tuxpan 45 A Desp. 301
Roma Sur
México, D.F.
564 57 25
- Calle Soledad 3
Col. Tetelpan
A. Obregón
México, D.F.
585 76 38
43. Elena Rendía Campos
ENEP ACATLAN
UNAM
México, D.F.
373 23 99
- Pirules 46
Jardines San Mateo
Naucalpan, Edo. de México
560 18 92
44. Sergio A. Reyes Villaseñor
PROCTER AND GAMBLE DE MEX.
148 Pte. # 850
Ind. Vallejo
Atzacapotsalco
México, D.F.
567 15 00
45. Antonio Rodríguez González
Instalaciones Orma, S.A.
Insurgentes Sur 1824-101
Florida
A. Obregón
01030 México, D.F.
534 85 45
- Oriente 4 # 348
Reforma
Cda. Nezahualcoyotl, Edo. de Méx.
46. José L. Romero Barrera
Ingenieros y Contratistas, S.A.
Darwin 102-3° Piso
Ansures
México, D.F.
533 18 00 Ext. 34
- Miguel Schultz 20 # 25
San Rafael
Cuauhtémoc
591 07 63
47. Juan C. Samperio Cruz
I.B.M. de Méx., S.A.
M. Escobedo 895
Polanco
M. Hidalgo
México, D.F.
250 80 11
- Celso Lote 22 Manzana 609
Sta. Ureula Coapa
Coyoacán
México, D.F.
677 28 03
48. Florentino Sáez Espínola
Fao. de Ing.
UNAM
55052 15 Ext. 3748
- Ret. 43 # 28
Avante
Coyoacán
04460 México, D.F.
544 09 78.
49. Lázaro Sánchez García
Constructora MABEK, S.A.
7 Ote. No. 406
Puebla, Pue.
429853
50. Humberto Sandoval Olivares
UNAM
- Plazuela San Juan 16
Xochimilco Barrio San Juan
16000 México, D.F.
676 21 87

51. Alma R. Sandoval Soto
UNAM
Fac. de Arq.
548 82 16
León de los Aldamas 47
Roma
Cuauhtémoc
06700 México, D.F.
584 47 73
52. Rafael Marván Lizardi
Instalaciones Orma, S.A.
Insurgentes Sur 1824-101
Florida
A. Obregón
01030 México, D.F.
534 85 45
Ira. Cerrada de Minerva 26
Florida
A. Obregón
01030 México, D.F.
524 99 20
53. Félix F. Mercado Paz
Dir. Gral. de Obras
UNAM
550 52 15 Ext. 4758
Rebsamen 543-16
Narvarte
B. Juárez
México, D.F.
523 98 63
54. Alma R. Sandoval Soto
Fac. de Arq.
UNAM
548 82 16
León de los Aldamas 47
Roma
Cuauhtémoc
06700 México, D.F.
584 47 73
55. José A. Serrano Servín
56. Hugo Torres Cerón
Desarrollo y Proyectos, RIM, S.C.
Canal de Miramontes 1704
Coyoacán
México, D.F.
549 39 96
Lacumberrí 73-7
V. Carranza
México, D.F.
789 78 93
57. Miguel Vallejo Ocampo
Industrias Cornejo
Calle 4 No. 36
S.P. de los Pinos
A. Obregón
México, D.F.
515 52 50
Cántaro 5-8-4
Villa Coapa
Tlalpón
México, D.F.
594 04 03
58. Carlos Villaseñor Díaz Mercado
U A M
Calzada del Hueso 1100
Villa Quietud
Coyoacán
México, D.F.
594 64 39
Xochicalco 322
Narvarte
B. Juárez
03020 México, D.F.
687 61 45
59. Román Villegas Cruz
Dir. Gral. de Obras Maritimas y Dragado
Providencia 807
B. Juárez
México, D.F.
Av. Cuauhtémoc 10
Barrio de S. José Tequixquiac