

Directorio de Profesores del Curso Instalaciones Eléctricas para Edificios Febrero de 1962.

1. Ing. Guillermo Aguilar Campuzano (Coordinador)
Director
Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán, Estado de México
30142
2. Ing. Ignacio González Castillo
Asesor de la Gerencia
Hubard y Bourlon, S. A.
Alabama No. 80-1° Piso
México 18, D.F.
03810 Código Postal
687 31 33 Ext. 124
3. Ing. José A. Lozano Villafañe
Logen, S. A.
Tochil No. 320
México 16, D.F.
02760 Código Postal
561 46 40
4. Ing. Noe Armas Morales
Jefe de la Oficina Regional Sur, Centro y Poniente
Dirección General de Construcción y
Operación Hidráulica
Departamento del Distrito Federal
San Antonio Abad No. 231-2° Piso
México 8, D.F.
588 21.24
5. Ing. Sergio Ordoñez Lazama
Gerente General
Proyectos Industriales, S.A.
Monterrey No. 89-303
06700 México, D.F.
514 58 58 y 533 62 69
6. Ing. Héctor Sánchez Ceballos
Jefe del Departamento de Proyectos
Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial
Río Rhin No. 56 4° Piso
0065 México, D.F.
592 51 11.
7. Ing. Pablo Zapata Lechuga
Subdirector General
Desarrollo Urbano del Puerto
Industrial del Océano
S A H O P
Cerro de la Mano No. 45
Col. Romero de Terreros
04310 México, D.F.
554 90 68



INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

Fecha	Tema	Horario	Profesor
Febrero 8	<p>INTRODUCCION</p> <p>Descripción del curso Presentación de los temas</p> <p>CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICICA</p> <p>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</p> <p>CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICICA</p> <p>Conveniencia Capacidad Regulación Accesibilidad Flexibilidad Seguridad</p> <p>REGLAMENTACION COMO INSTRUMENTO DE SEGURIDAD</p> <p>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.</p>	18 a 21 h	Ing. Ignacio González Castillo
Febrero 9	<p>Método de control sobre la reglamentación</p> <p>LA AUTORIDAD SOBRE REGLAMENTACION EN MEXICO</p> <p>Relación D. G. E. Usuarios Diversos límites Importancia de la reglamentación</p>	18 a 21 h	Ing. Héctor Sánchez Ceballos
Febrero 10	<p>ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICICA</p> <p>Diagrama general Diversos elementos que la componen</p> <p>ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS</p> <p>Cargas</p> <p>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 lúmenes promedio Método de punto por punto Carga de aparatos criterio para determinar cargas Cargas de fuerza. Parámetros necesarios para su determinación</p>	18 a 21 h	Ing. Guillermo Aguilar Campuzano
Febrero 11	<p>SISTEMAS DE DISTRIBUCION</p> <p>Elementos que integran los sistemas de distribución Conductores Medio de soporte Protección</p>	18 a 21 h	Ing. José Antonio Lozano Villafañe



Fecha	Tema	Hora	Profesor
	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 Caída de voltaje. Centro de carga Alimentadores para fuerza y cargas mixtas Sistema de distribución: primaria, secundaria y mixta. Diferentes sistemas		

Febrero 12	CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO Características de un conductor Capacidad permisible Carga de caída de potencia Aislamientos Resistencia mecánica	18 a 21 h	Ing. Carlos Martínez Calderón
------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-------------------------------

Febrero 15	MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES Medio de soporte y protección de los conductores Diferentes medios según R.O.I.E. Tubo conduct Ductos metálicos Charolas	18 a 21 h	Ing. Ignacio González Castillo
------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	--------------------------------

Fecha	Tema	Hora	Profesor
Febrero 16	MEDIOS DE PROTECCION Medios de protección Sobrecorriente: orígenes Sobrecarga Corto Circuito Medio de protección VS sobrecorriente Fusibles Interruptores automáticos	18 a 21 h	Ing. Carlos Martínez Calderón

Febrero 17	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 CENTROS DE DISTRIBUCION Tableros primarios Tableros secundarios	18 a 21 h	Ing. Noé Armas Morales
------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	------------------------

Febrero 18	SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS Subestaciones receptoras Subestaciones derivadas	18 a 21 h	Ing. Noé Armas Morales
------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	------------------------

Febrero 19	SISTEMAS DE GENERACION Usos de emergencia Usos continuos Plantas de emergencia: selección y determinación de la capacidad Sistema de corriente directa: reglamentación	18 a 21 h	Ing. Sergio Ordoñez Lezama
------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------	----------------------------

Fecha	Tema	Horario	Profesor
Febrero 22	<p style="text-align: center;">Características generales.</p> <p>SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA</p> <p>Empresa suministradora Sistema de distribución central de la Cía. 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</p>	18 a 21 h	Cía. de Luz y Fza. del Centro S.A.
Febrero 23	<p>INSTALACIONES ESPECIALES</p> <p>Sistemas de centralización y alarmas Sistemas de comunicación; teléfonos Sistemas de sonido</p>	18 a 21 h	Ing. Pablo Zaplata Lechuga
Febrero 24	SISTEMAS DE PARARRAYOS	18 a 21 h	Ing. Ignacio González Castillo
Febrero 25	<p>REPRESENTACION DE UNA INSTALACION ELECTRICA PLANOS. CARACTERISTICAS DE LOS MISMOS PARA LA C. F. E.</p>	18 a 21 h	Ing. Héctor Sánchez Ceballos

'edca.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA
INSTALACION ELECTRICA**

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

FEBRERO, 1982

INTRODUCCION

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

OBJETIVO

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

METODOLOGIA

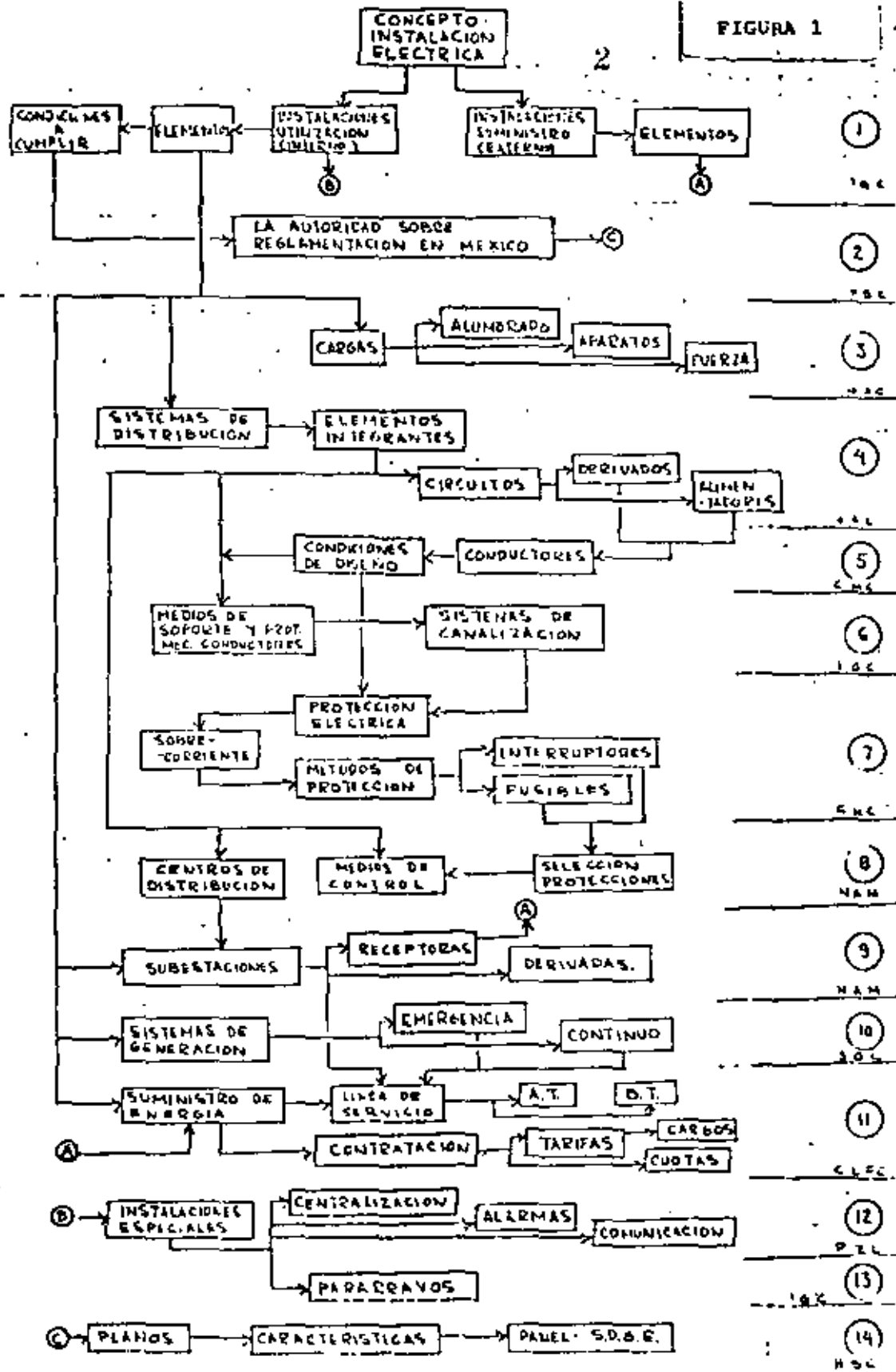
ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . 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



CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

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 COMPANIAS 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.

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 DE ABASTECIMIENTOS 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 COMPANIA DE LUZ.

B Y C. DISPOSITIVOS DE DESCONEXION Y PROTECCION PRINCIPAL

EL 2o. Y 3er ELEMENTO NORMALMENTE ESTAN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, DE ACUERDO CON LAS DISPOSICIONES DE LOS ARTICULOS 7-9 Y 7-16 DEL R. DE O. EIE. TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACION SERVIDA, ASI COMO UN MEDIO DE PROTECCION CONTRA SOBRE-CORRIENTE.

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 PLANEEN EN LA DISTRIBUCION. EL SISTEMA DE DISTRIBUCION ESTA INTEGRADO POR:

- 1) LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- 2) LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION
- 3) LOS ALIMENTADORES

POR ULTIMO TENDREMOS LA UTILIZACION MISMA DE LA ENERGIA EN EL CONJUNTO DE ELEMENTOS QUE INTEGRAN LA "CARGA".

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" Y QUE FACTORES SON LOS QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA QUE UNA INSTALACION ELECTRICA SEA DEACUADA.

DEBEMOS DE CONSIDERAR

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.

ADEMAS, SUS CARACTERISTICAS DEBEN SER CONGRUENTES CON EL EQUIPO STANDARD EN EL MERCADO Y DEBE LA 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 PREVEERSE 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 PUNTA 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 DE ESTUDIARSE LAS VARIACIONES DE LAS DIFERENTES CARGAS EN FUNCION CON SU CONCENTRACION EN ALIMENTADORES INDIVIDUALES.

ACCESIBILIDAD

DEBE SER ACCESIBLE PARA:

INSTALACION
OPERACION
MANTENIMIENTO
APLICACIONES 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 PODEMOS CONSIDERAR FORMADA POR LOS SIGUIENTES CONCEPTOS:

SOBRE METODOS Y SISTEMAS

MEDIANTE EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, EL CUAL FUE PUBLICADO EL 31 DE MARZO DE 1950.

SU ANTECEDENTE ES EL REGLAMENTO 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 EU 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 1978

EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS DE 1950 NO SE HA ACTUALIZADO, POR LO TANTO ES YA OBSOLETO, EXISTE ACTUALMENTE UNA PROPOSICION PARA SU ACTUALIZACION.

ADEMAS DE LA REGLAMENTACION SOBRE INSTALACIONES, EXISTE TAMBIEN SOBRE MATERIALES Y SOBRE PERSONAS DEDICADAS A TRABAJOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

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 MATERIALES Y EQUIPOS USADOS. (ES EL ANTIGUO REGISTRO "SC-DGE" 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 LAS FIGURAS 6 (ZONA METROPOLITANA) Y (PROVINCIA)

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

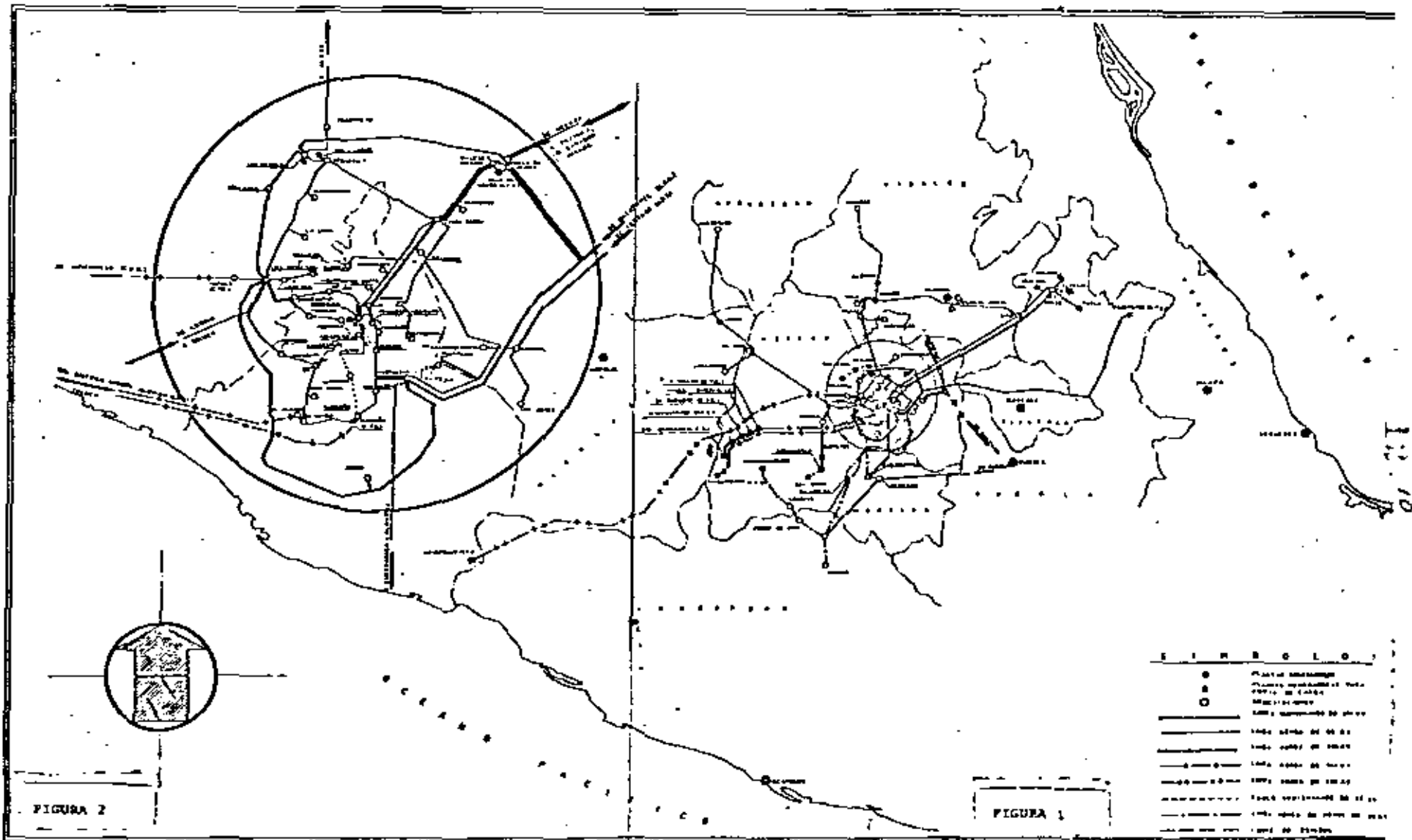


FIGURA 2

FIGURA 1

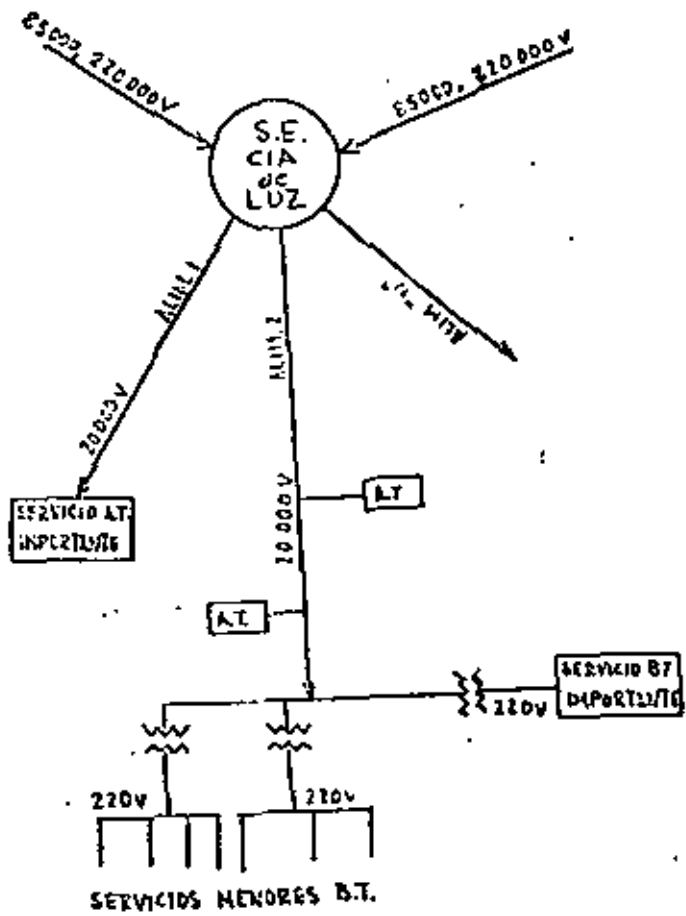


FIGURA 3

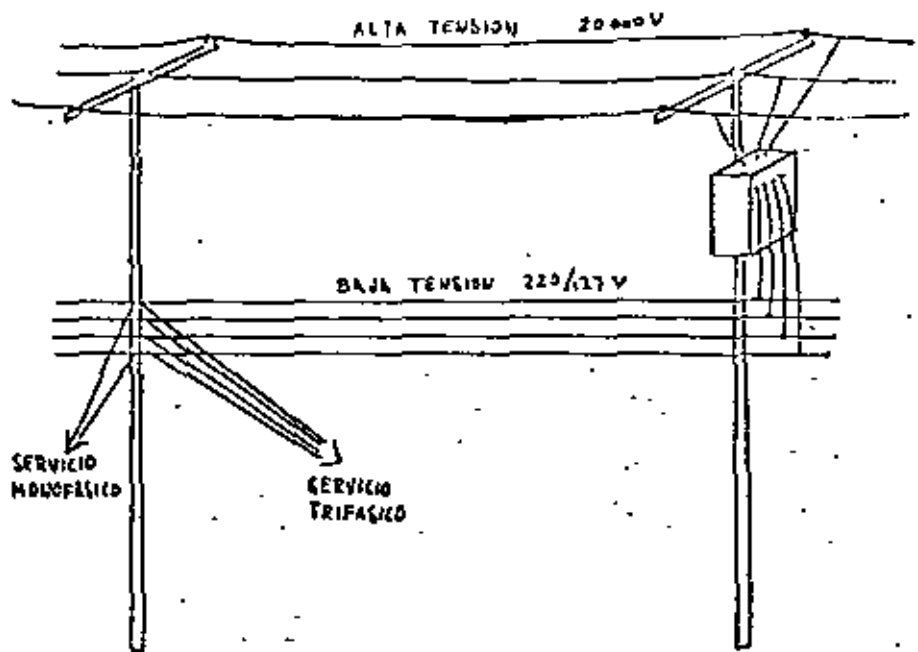
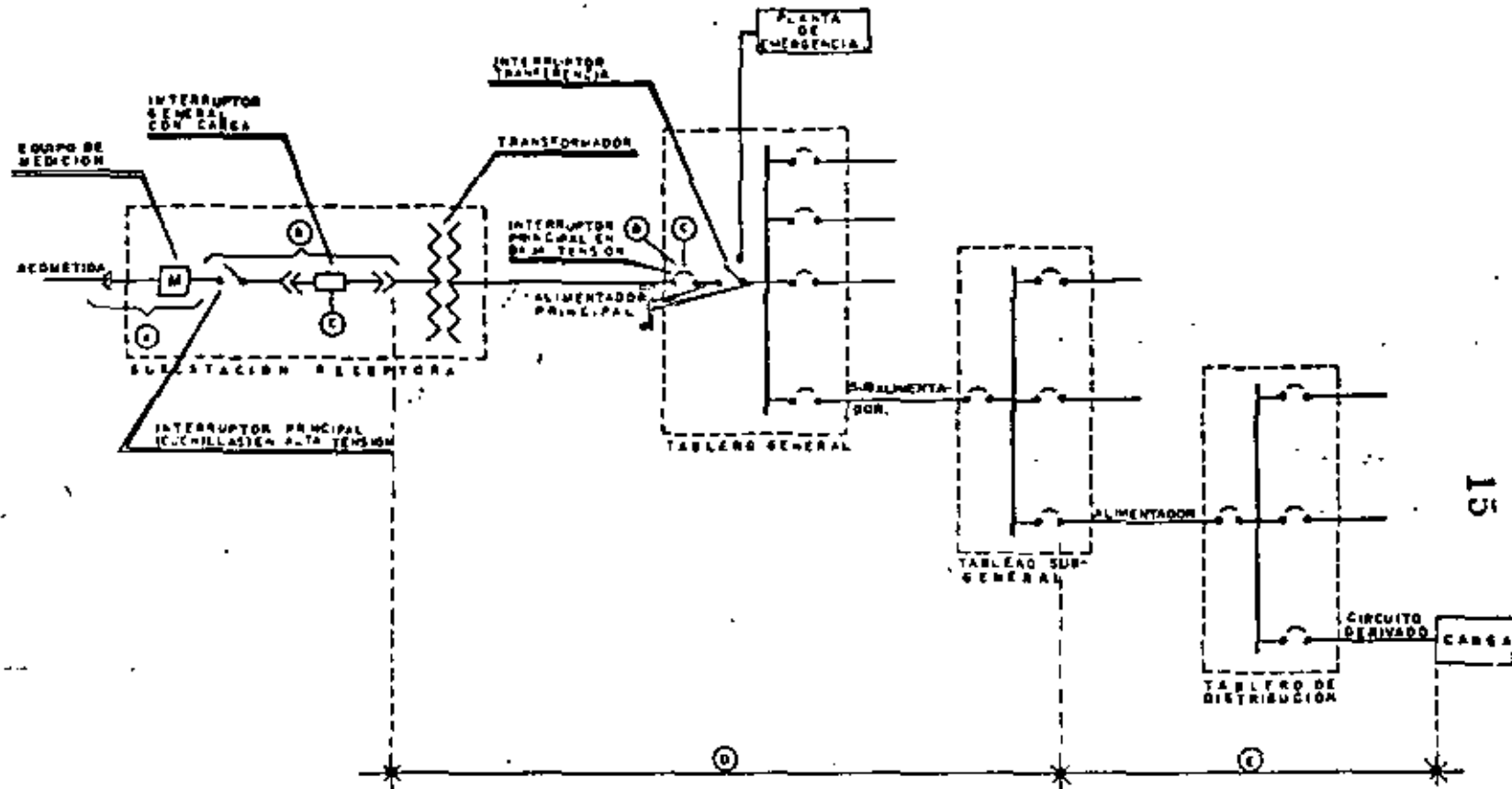


FIGURA 4



- (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

FIGURA 5

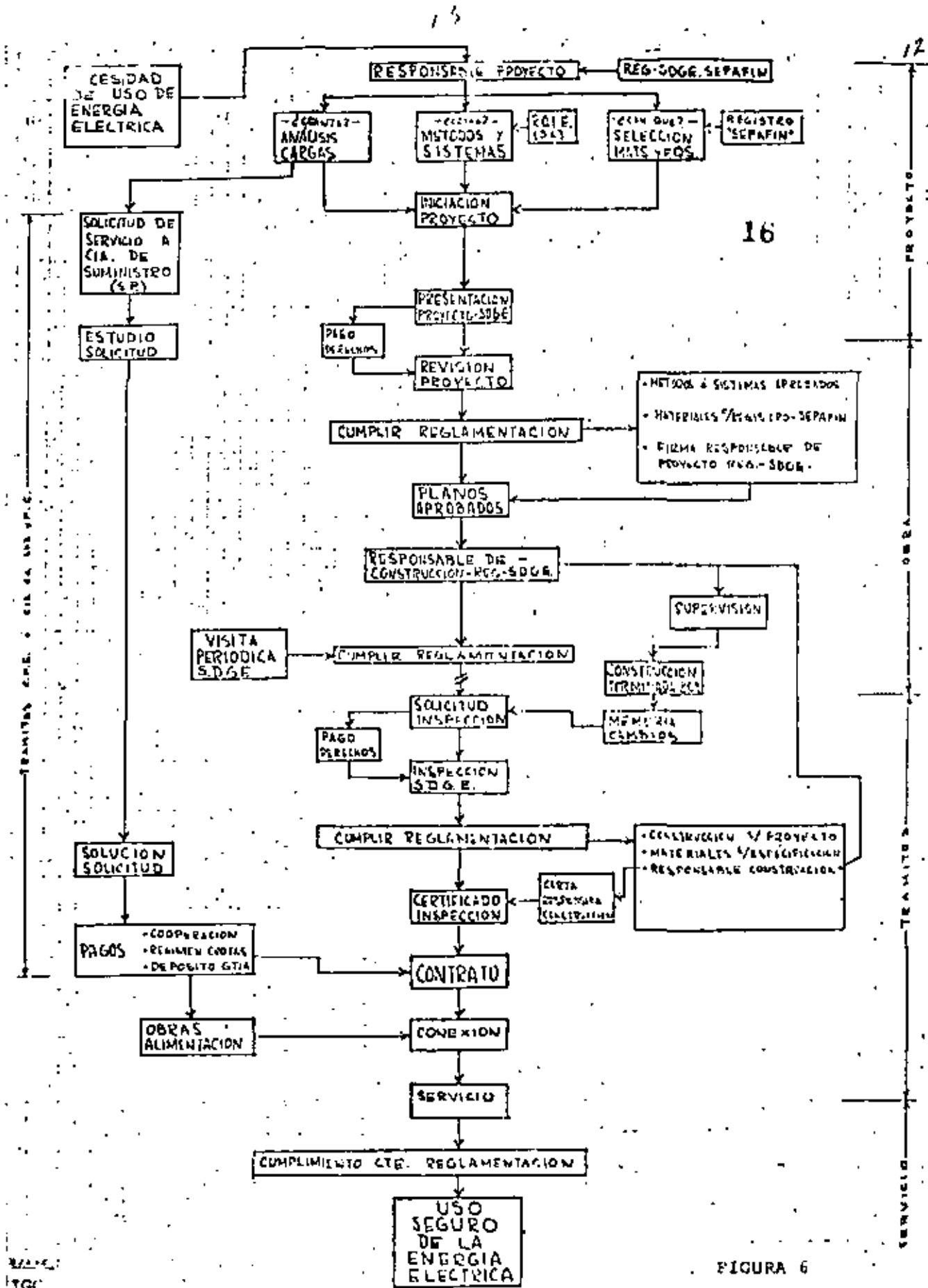
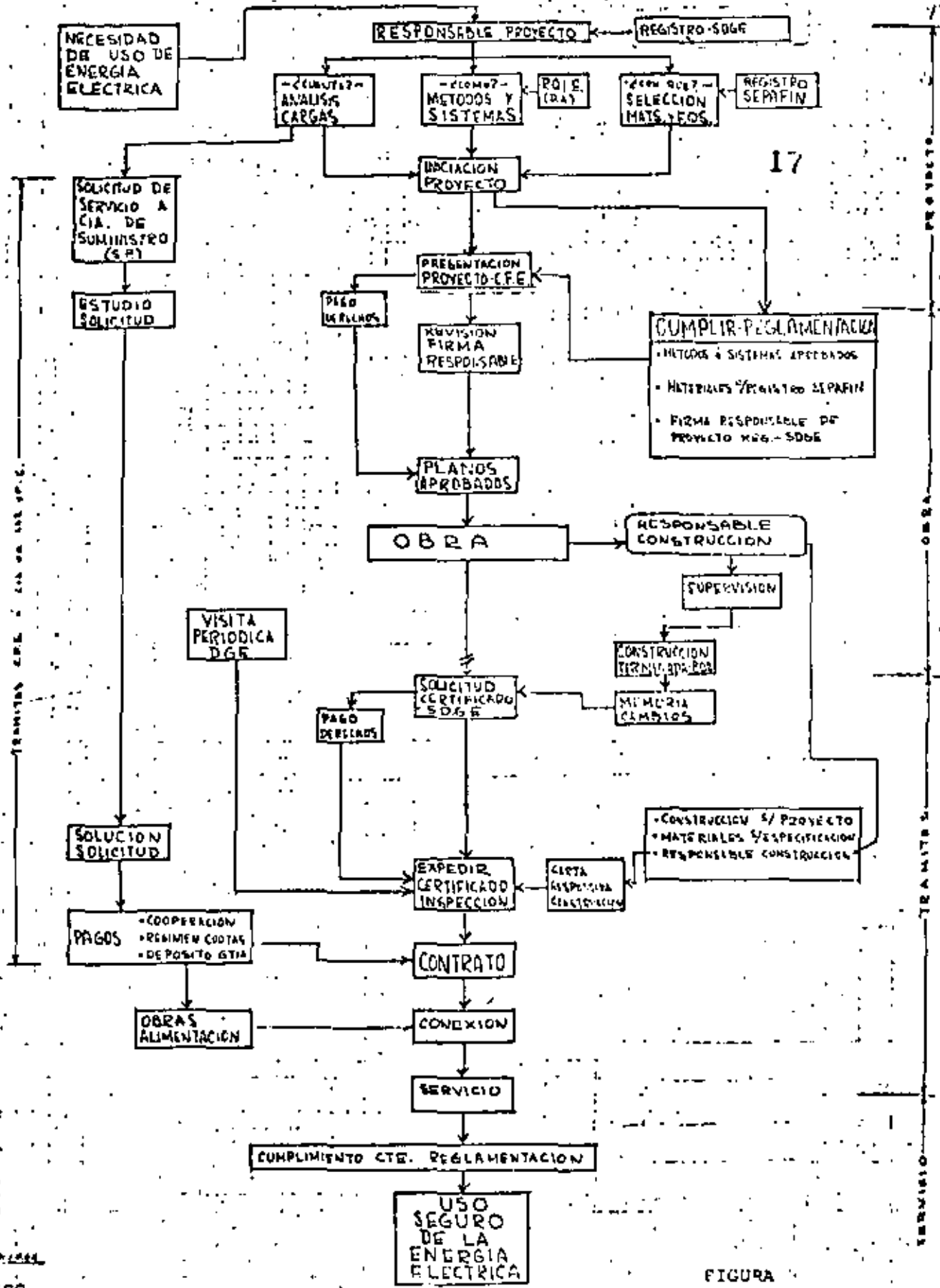


FIGURA 6



FIGURA



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

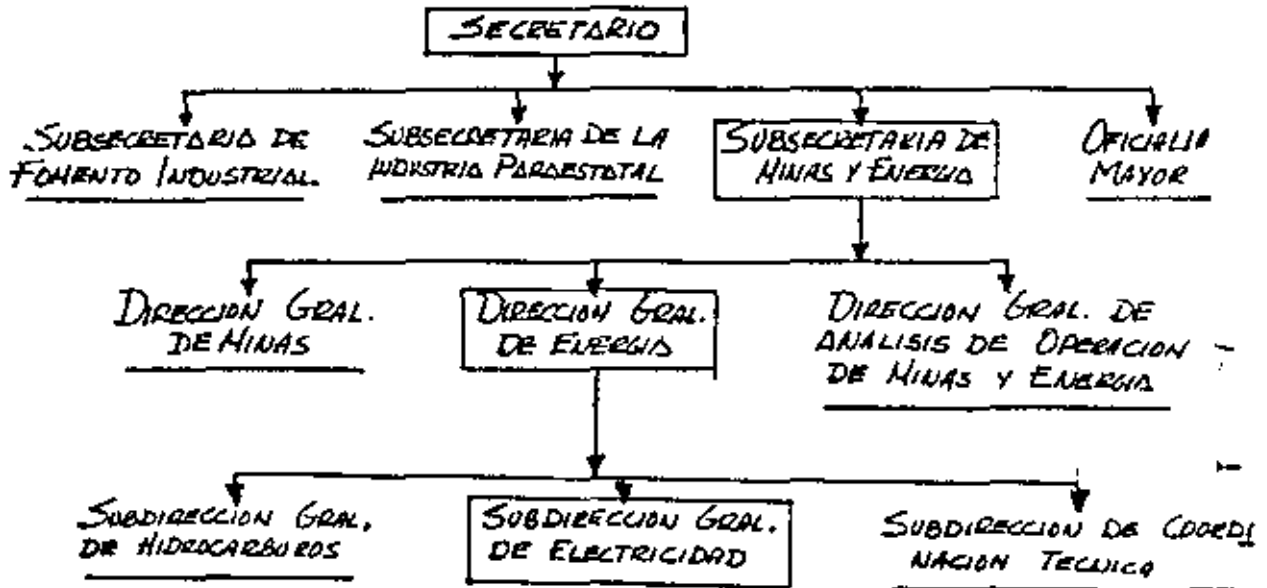
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

LA AUTORIDAD SOBRE REGLAMENTACION EN MEXICO

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

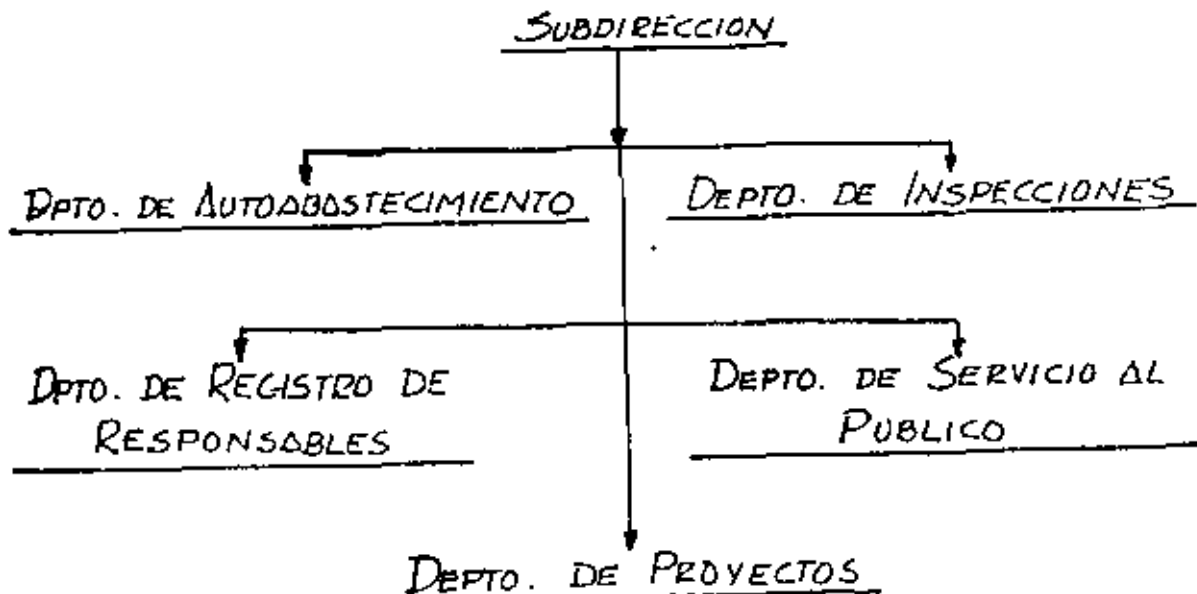
FEBRERO, 1982

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
- ORGANIGRAMA -



Lamina # 1

SUBDIRECCION GRAL. DE ELECTRICIDAD
ORGANIGRAMA



EL PROYECTO³ ELECTRICO³

- IMPORTANCIA
- DISCUSION DE CRITERIOS
- ANALISIS Y ESTUDIO 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 DE PROYECTO

IMPORTANCIA DE LA⁴ REGULACION⁴

- 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 ELECTROCUCION O COMOCION ELECTRICA.
 - DAÑOS IRREPARABLES O FALLECIMIENTO DE PERSONAS.
 - BAJO RENDIMIENTO DE EQUIPOS POR EXCESO DE CAIDA DE TENSION Y AUMENTO DEL COSTO ANUAL POR PERDIDAS DE ENERGIA.
 - AUMENTO DEL COSTO INICIAL POR RECORRIDO EXCESIVO DE CONDUCTORES Y MAL APROVECHAMIENTO DE CANALIZACIONES.

LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA
ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 22-DIC-1935

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

REGLAMENTO DE LA LEY DE LA INDUSTRIA
ELECTRICA

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION 4-OCT-1945

CAPITULO XI.- DE LAS OBRAS E INSTALACIONES ELEC-
TRICAS

ARTS. 93 AL 97, 101 y 102

CAPITULO XVIII.- INSPECCION Y VIGILANCIA -

CAPITULO XIX.- DE LAS PERSONAS CAPACITADAS
PARA PROYECTAR Y EJECUTAR
OBRAS E INST. ELEC.

REGLAMENTO DE OBRAS E
INSTALACIONES ELECTRICAS

DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION

31-MARZO-1950

CONSTA DE 10 CAPITULOS Y 76 ARTICULOS

I Y II - DISPOSICIONES Y DEFINICIONES

III AL VII.- SISTEMAS DE UTILIZACION

VIII Y IX.- LINEAS AEREAS Y SUBTERRANEAS

X - PLANTAS GENERADORAS Y
SUBESTACIONES

ACTUALIZACION DEL REGLAMENTO DE
OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

DIRECCION GENERAL DE NORMAS - SEPAFIN

FUENTES - R.O.I.E. NEC. COVENIN Y OTROS
CODIGOS

ASOCIACIONES Y COLEGIOS PROFESIONALES

ORGANISMOS FEDERALES

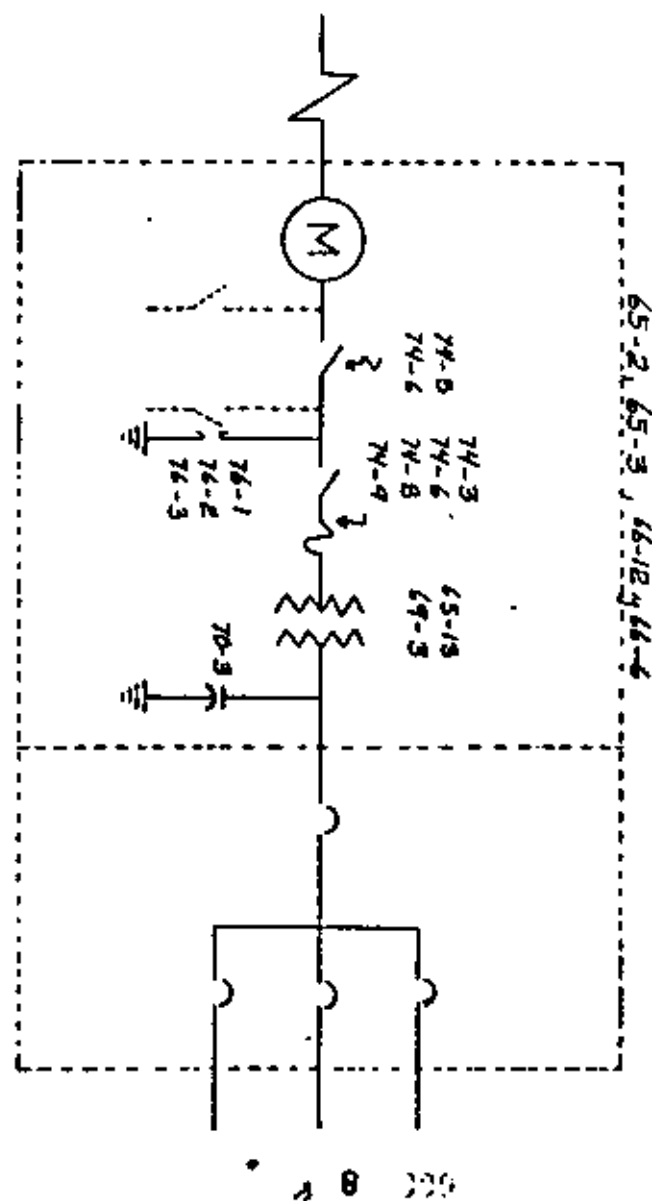
CAMARAS, ETC.

SE INCLUYEN NUEVOS TEMAS:

- ALBERCAS
- TUBO POLIETILENO Y DE PVG
- PROTECCION CONTRA FALLA A TIERRA
- PARARRAYOS

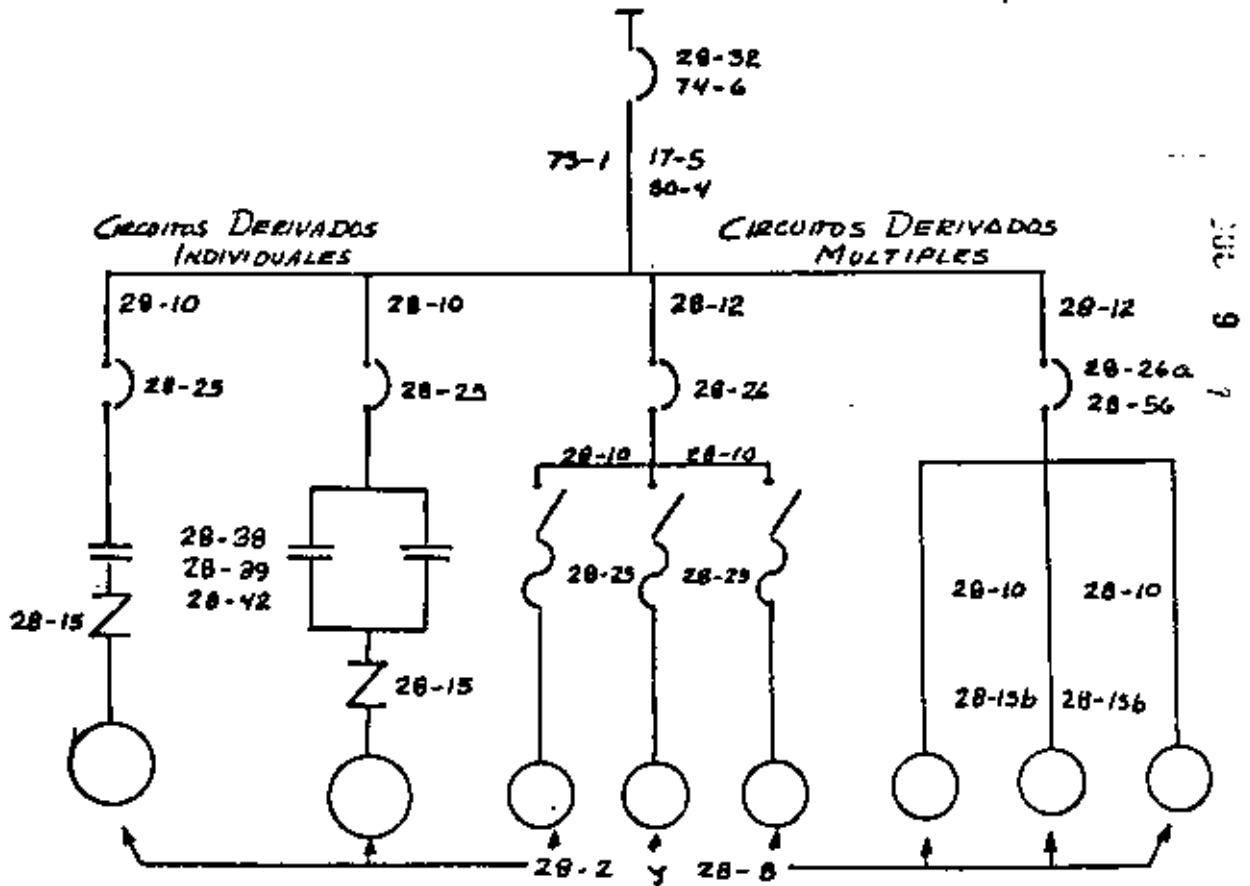
SE PRECISAN CONCEPTOS:

- PROTECCIONES CONTRA SOBRE CORRIENTE
- SISTEMAS DE TIERRAS
- SUBESTACIONES Y PLANTAS GENERADORAS



SISTEMA DE FUERZA (MOTORES)

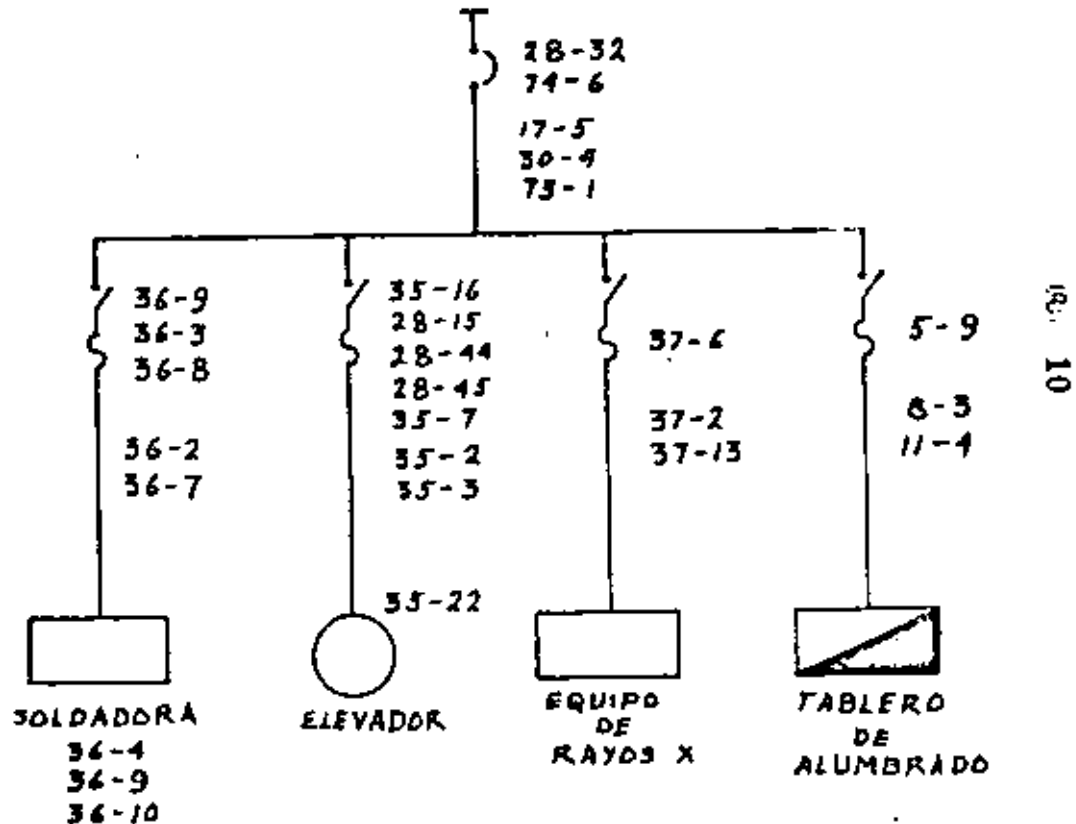
ARTICULOS INVOLUCRADOS



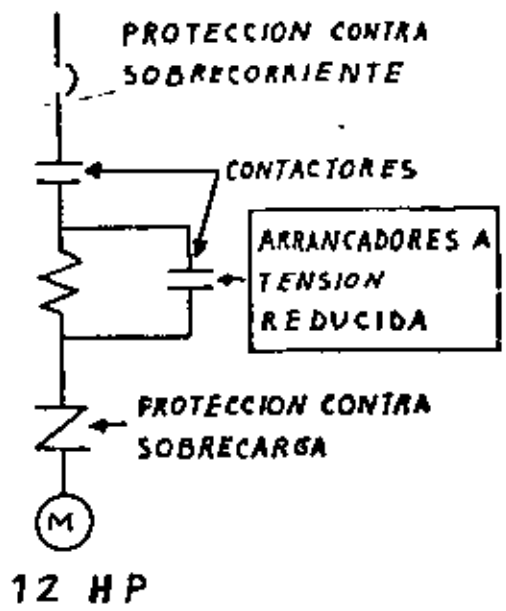
SISTEMA DE FUERZA

MAQUINAS, APARATOS Y ALUMBRADO

ARTICULOS INVOLUCRADOS



ARTICULOS 28-38, 28-39, Y 28-43
DEL R.O.I.E. 11



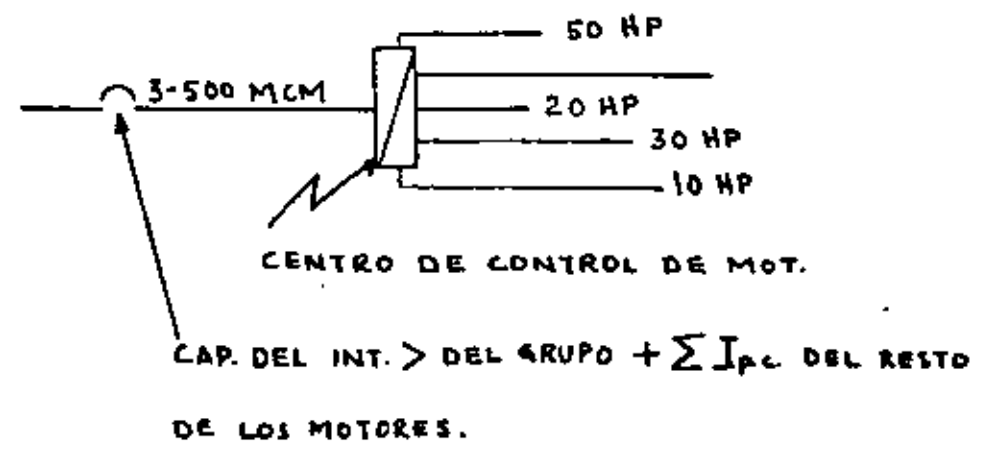
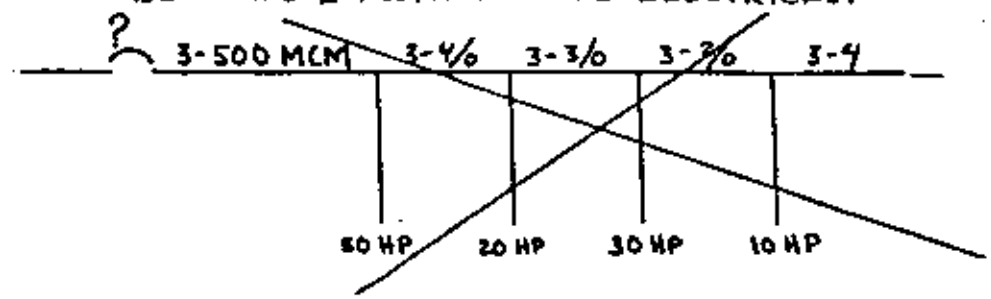
METODOS:
 POR RESISTENCIAS
 POR REACTANCIAS
 DE AUTOTRANSFORMADOR
 ESTRELLA - DELTA
 DEVANADO PARTIDO

- MOTORES MAYORES PUEDEN CONECTARSE A TENSION COMPLETA DEPENDIENDO DE:
- EFECTOS SECUNDARIOS EN LA INSTALACION
 - CARGA Y CORRIENTE DEL MOTOR EN EL ARRANQUE
 - TRANSORNOS Y MOLESTIAS EN OTROS SERVICIOS
 - CAPACIDAD DEL SISTEMA DE ALIMENTACION

FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS
12

CONDUCTOR ALIM. DE CIRC. DERIVADOS

ARTS. 28-12, 28-32 Y 28-33 DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.



FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

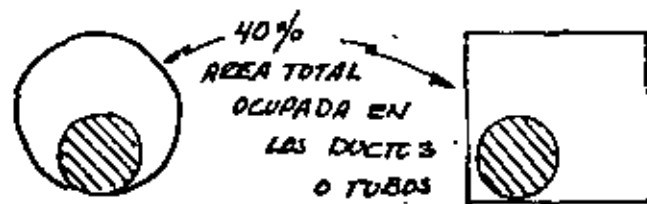
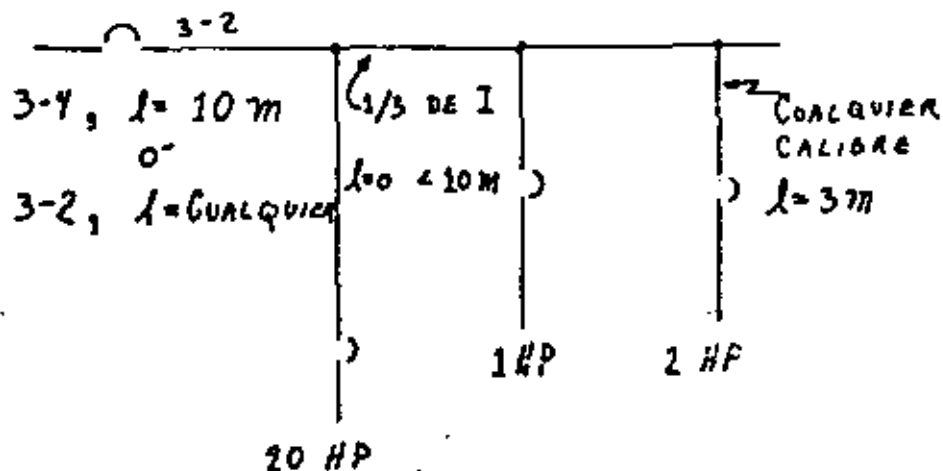
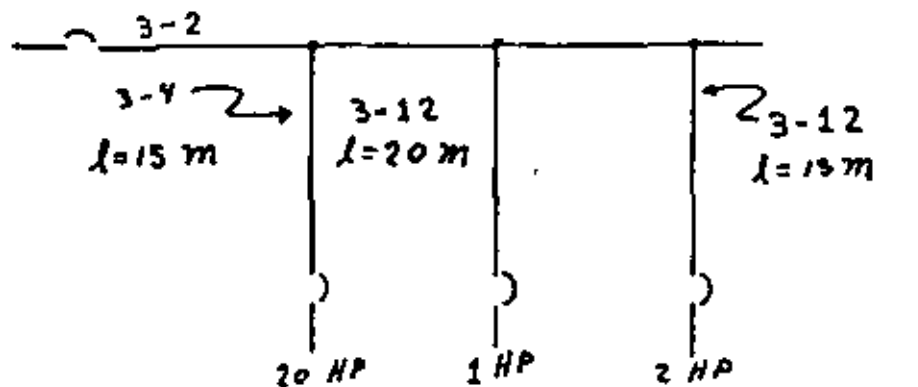
FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

DERIVACIONES DE UN ALIMENTADOR DE CIRCUITOS DERIVADOS

ARTICULO 28-30 REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

NO SE CONSIDERAN FACTORES DE RELLENO Y AGRUPAMIENTO EN TUBERIAS.

ARTICULOS 11-40; 17-5 Y 20-3 DEL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS



LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE SE REDUCE AL:

80%	—	4 A 7 CONDUCTORES
70%	—	9 a 12 "
60%	—	13 A 25 "
50%	—	26 EN ADELANTE

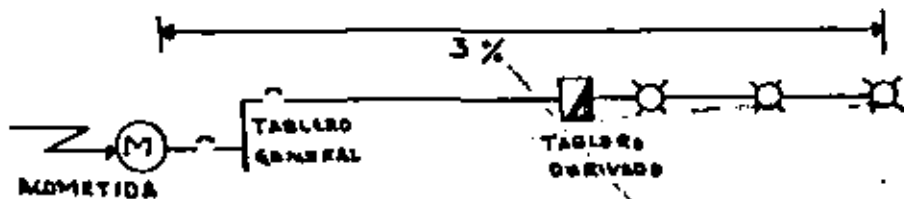
FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

15

CAIDA DE TENSION - ART. 6-2 DEL REGLAMENTO

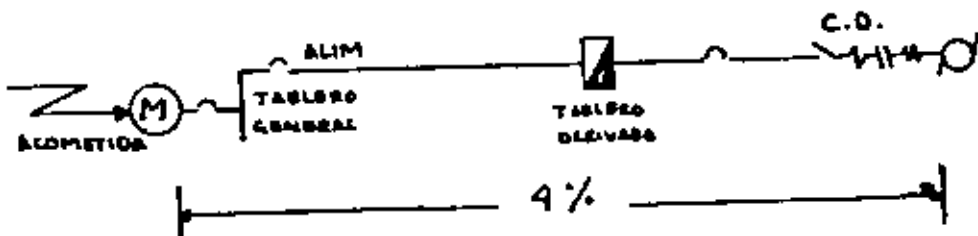
DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

SISTEMAS DE ALUMBRADO



SIST. 125 VOLTS - e% = 3.75 V.
 / 220 - - - = 6.6 V.

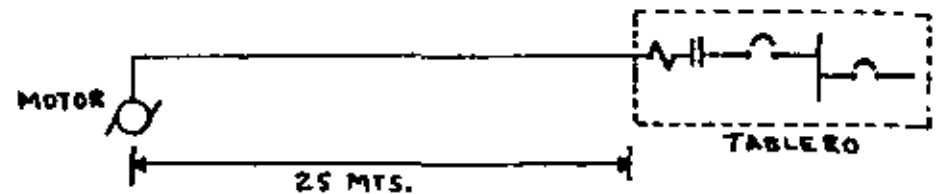
SISTEMAS DE FUERZA



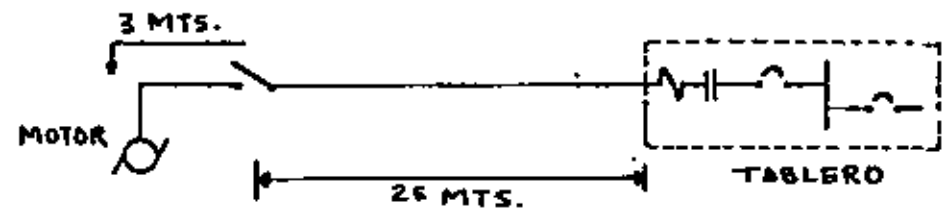
SIST. 940 V. - e = 17.6 V.
 / 220 V. - - - = 8.8 V.

FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS

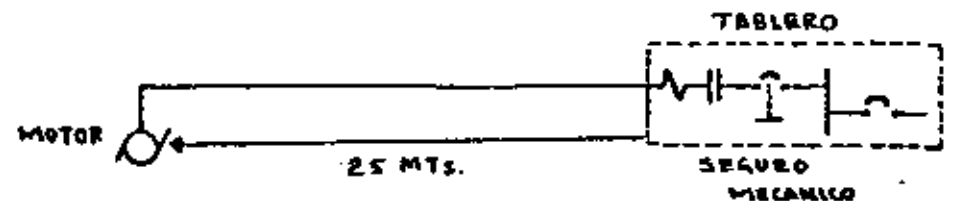
16



ARRANCADOR - CONTROLADOR NO VISIBLE

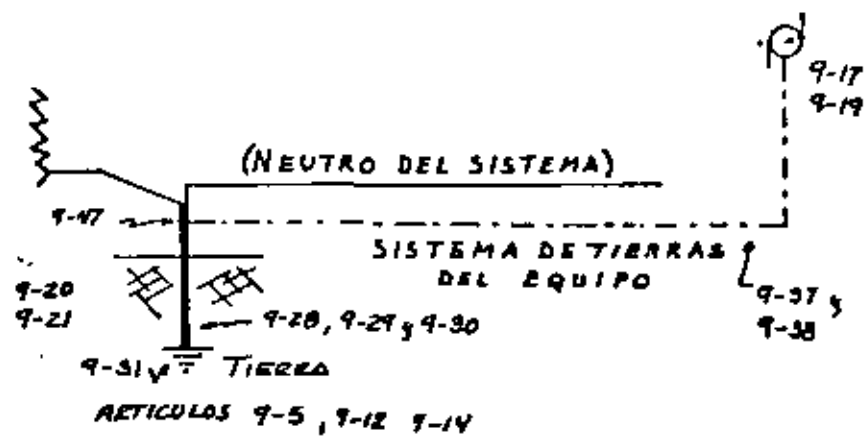
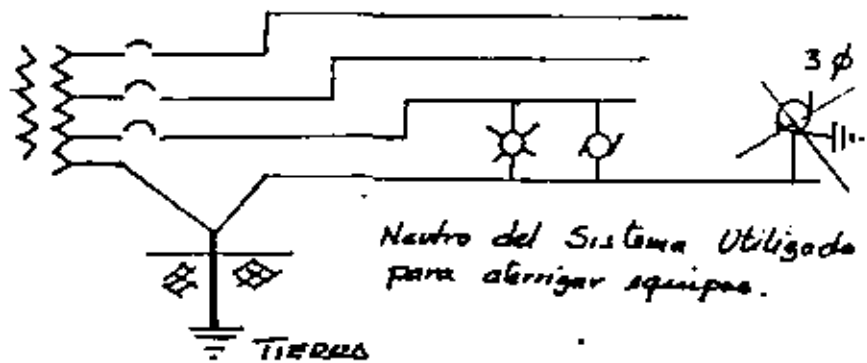


SOLUCIONES



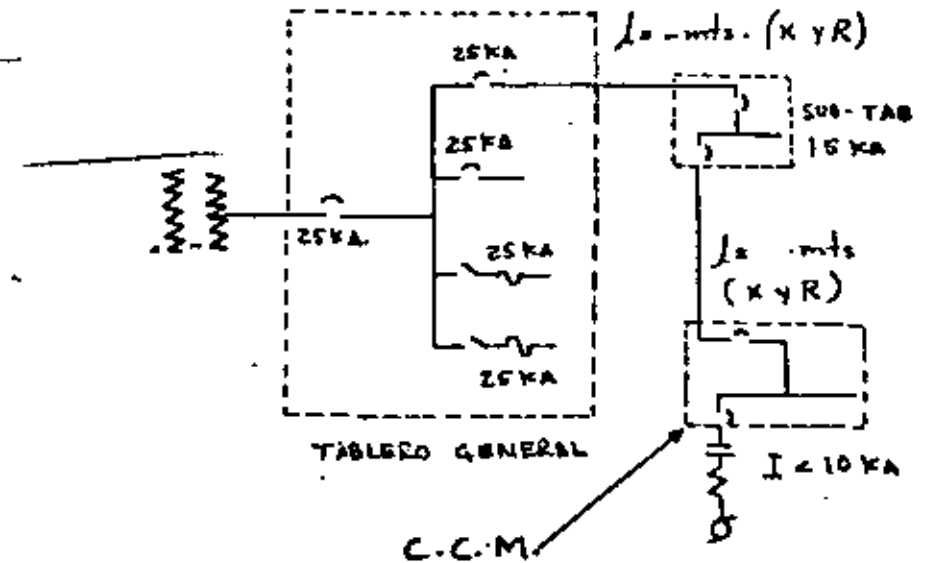
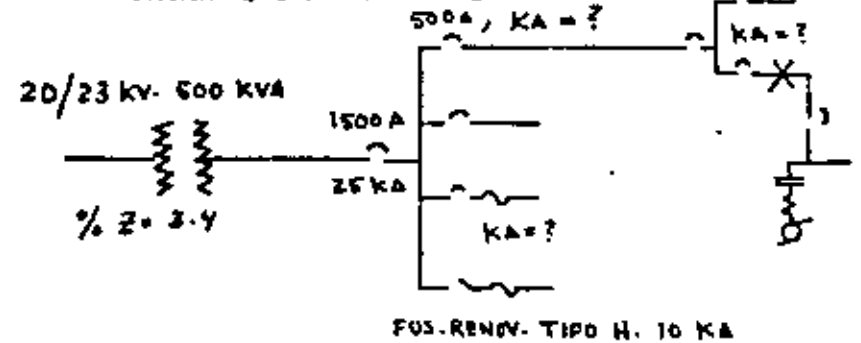
ARTICULO 28-42 DEL ROIE

17
FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS
 ELECTRICOS 17

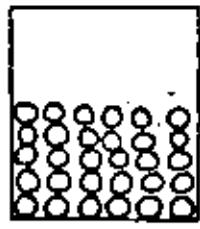


18
FALLAS MAS FRECUENTES EN LOS PROYECTOS ELECTRICOS
 SELECCION DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION

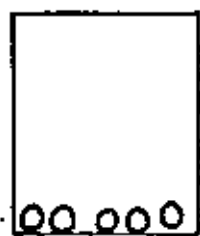
CONTRA SOBRECORRIENTE



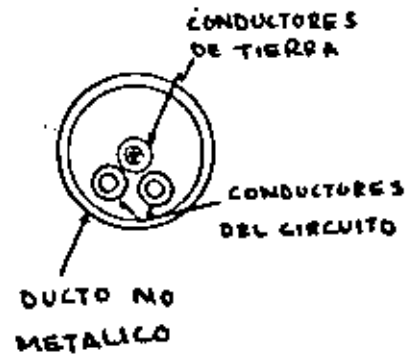
19
DETALLES CON CANALIZACIONES
 19



NO DEBEN COLLOCARSE MAS DE 30
 CONDUCTORES EN DUCTOS METALICOS.



CUANDO SE OCUPA MENOS DEL 20%
 DEL AREA INTERIOR DEL DUCTO, PUEDEN
 NO APLICARSE LOS FACTORES DE AGRU-
 -PAMIENTO.



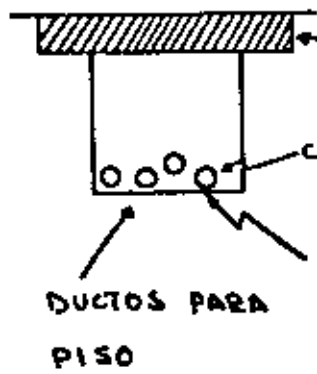
EN CANALIZACIONES NO METALICAS
 ES RECOMENDABLE INSTALAR UN
 CONDUCTOR DE TIERRA.

20
 20
DETALLES SOBRE CANALIZACIONES.



CAP = MINIMO 1/3 AJUSTE
 DE LA PROTECCION

REDUCCION EN LA CAPACIDAD
 DE ELECTRODUCTOS

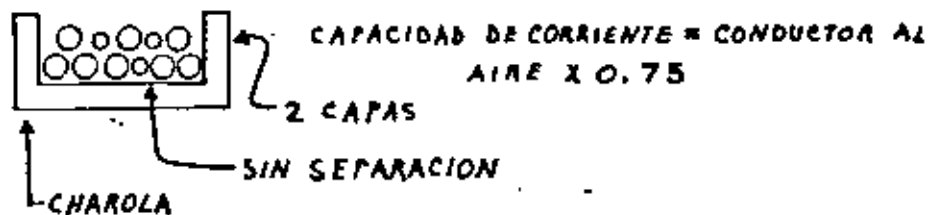
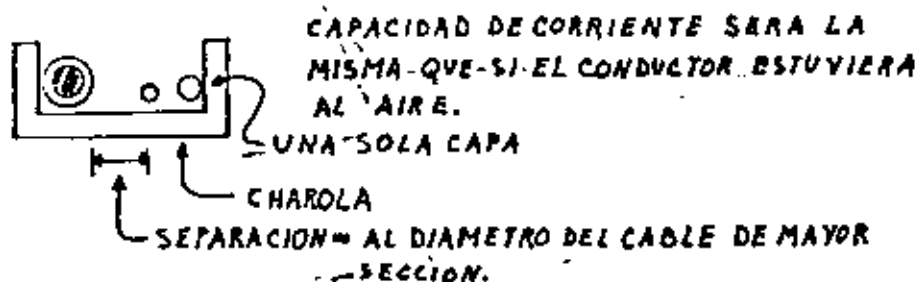
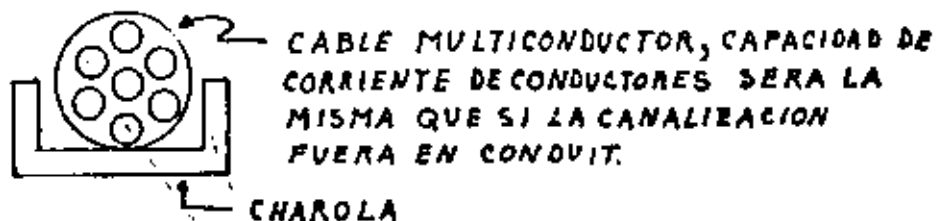


CONDUCTORES NUNCA MAYORES
 DEL #4 AWG.

CONDUCTORES NO OCLUPAN MAS DEL
 40% DEL AREA INTERIOR DEL DUCTO.

DETALLES CON CANALIZACIONES

21



PERSONAS AUTORIZADAS²² PARA ENCARGARSE COMO RESPONSABLES DE PROYECTAR Y CONSTRUIR OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS.

ARTICULOS 210, 212 AL 215 Y 217 DEL REGLAMENTO VIGENTE DE LA LEY DE LA IND. ELEC.

I- INGENIEROS.

TITULO Y CEDULA PROFESIONAL
CERTIFICADO DE ESTUDIOS (INCLUYENDO MATERIAS CURSADAS).

II- TECNICOS.

CERTIFICADO DE TECNICO.

CERTIFICADO DE ESTUDIOS (INCLUYENDO MATERIAS CURSADAS).

III- OBREROS CALIFICADOS.

CERTIFICADO DE ESTUDIOS (INCLUYENDO MAT. CURSADAS).

RESPONSABILIDADES DE LAS PERSONAS REGISTRADAS

- PROYECTO**
- OBSERVAR LOS REQUISITOS MINIMOS ESTABLECIDOS EN EL R.D.I.E.
 - EQUIPO Y MATERIAL ELECTRICO REGISTRADO EN LA SEPAFIN.
 - VERIFICAR QUE LOS PLANOS Y MEMORIAS DE CALCULO Y DE ESPECIFICACIONES DE MATERIALES ESTEN COMPLETOS Y ORDENADOS.

- CONSTRUCCION**
- AJUSTARSE AL PROYECTO APROBADO O EN SU CASO REPORTAR LOS CAMBIOS REALIZADOS INCLUYENDO SU JUSTIFICACION TECNICA.
 - NO CONSTRUIR INSTALACIONES ELECTRICAS SI NO EXISTE PREVIAMENTE EL PROYECTO APROBADO.
 - INSTALAR EQUIPO Y MATERIAL APROBADO EN LA SEPAFIN.
 - VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS SE AJUSTEN A LOS REQUISITOS DEL R.D.I.E.

FACULTADES DE LAS PERSONAS REGISTRAS COMO RESPONSABLES PARA.

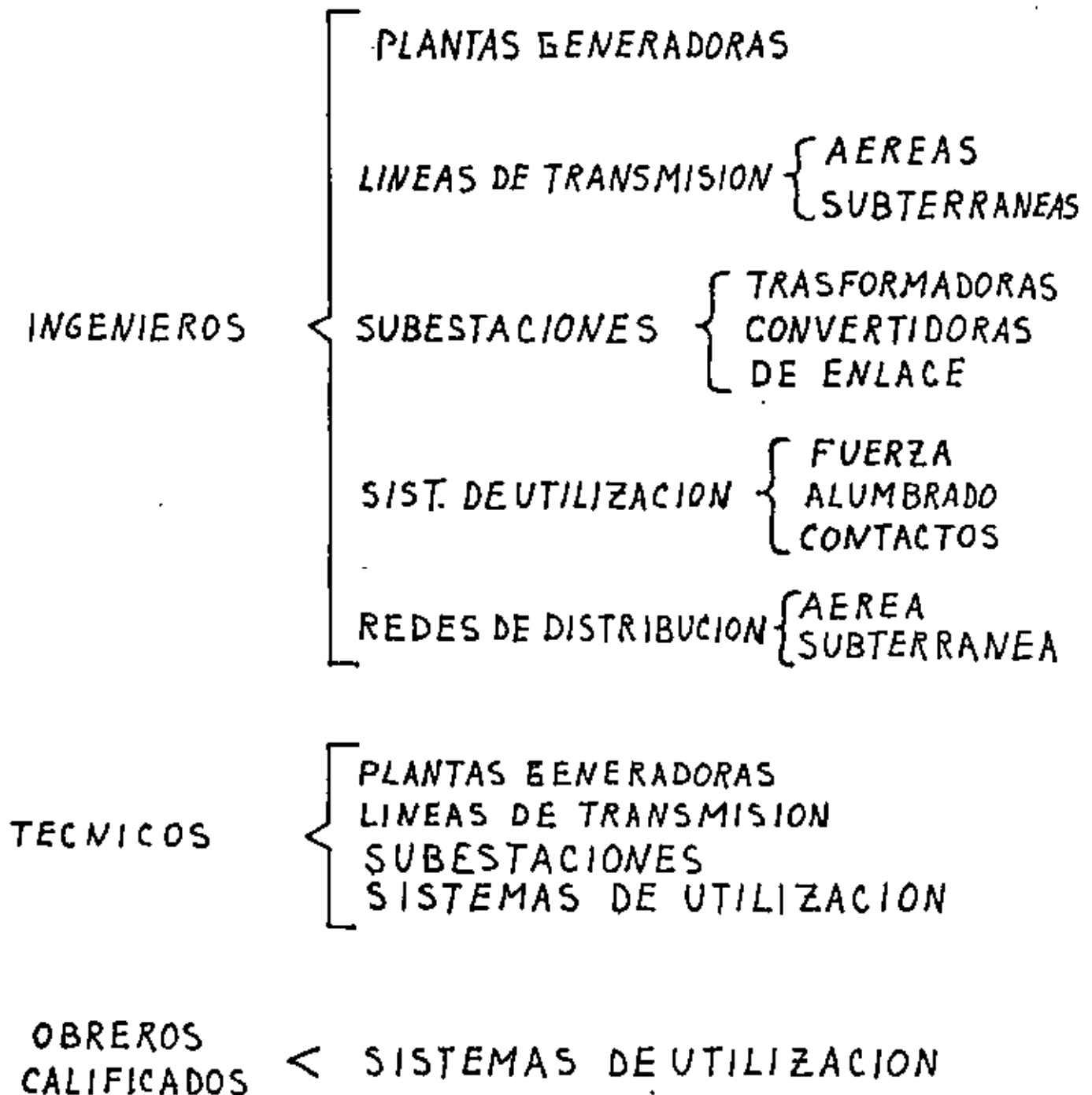
- PROYECTAR**
- I:- INGENIEROS - SIN LIMITACIONES
 - II:- TECNICOS - { HASTA 100 KW EN ALTA
o BAJA TENSION
 - III:- OBREROS CALIFICADOS - { HASTA 300 KW EN BAJA
TENSION EXCLUSIVAMENTE
EXCEPTO GRUAS, ELEVADORES
Y MONTACARGAS

- CONSTRUIR**
- I:- INGENIEROS - SIN LIMITACIONES
 - II:- TECNICOS - { HASTA 1000 KW EN BAJA
TENSION Y EN ALTA TENSION
HASTA 23 KV DE TENSION
 - III:- OBREROS CALIFICADOS - { HASTA 100 KW EN BAJA
TENSION EXCEPTO:
GRUAS, ELEVADORES Y
MONTACARGAS.

25

MATERIAS BASICAS QUE DEBEN CONTENER LOS CERTIFICADOS DE ESTUDIOS

25





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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

FEBRERO, 1982

CCC. 1 ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO.

26 de octubre

TERCERA SESION.- Viernes ~~7 de julio~~.

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 disposiciones del R.O.I.E., indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimen

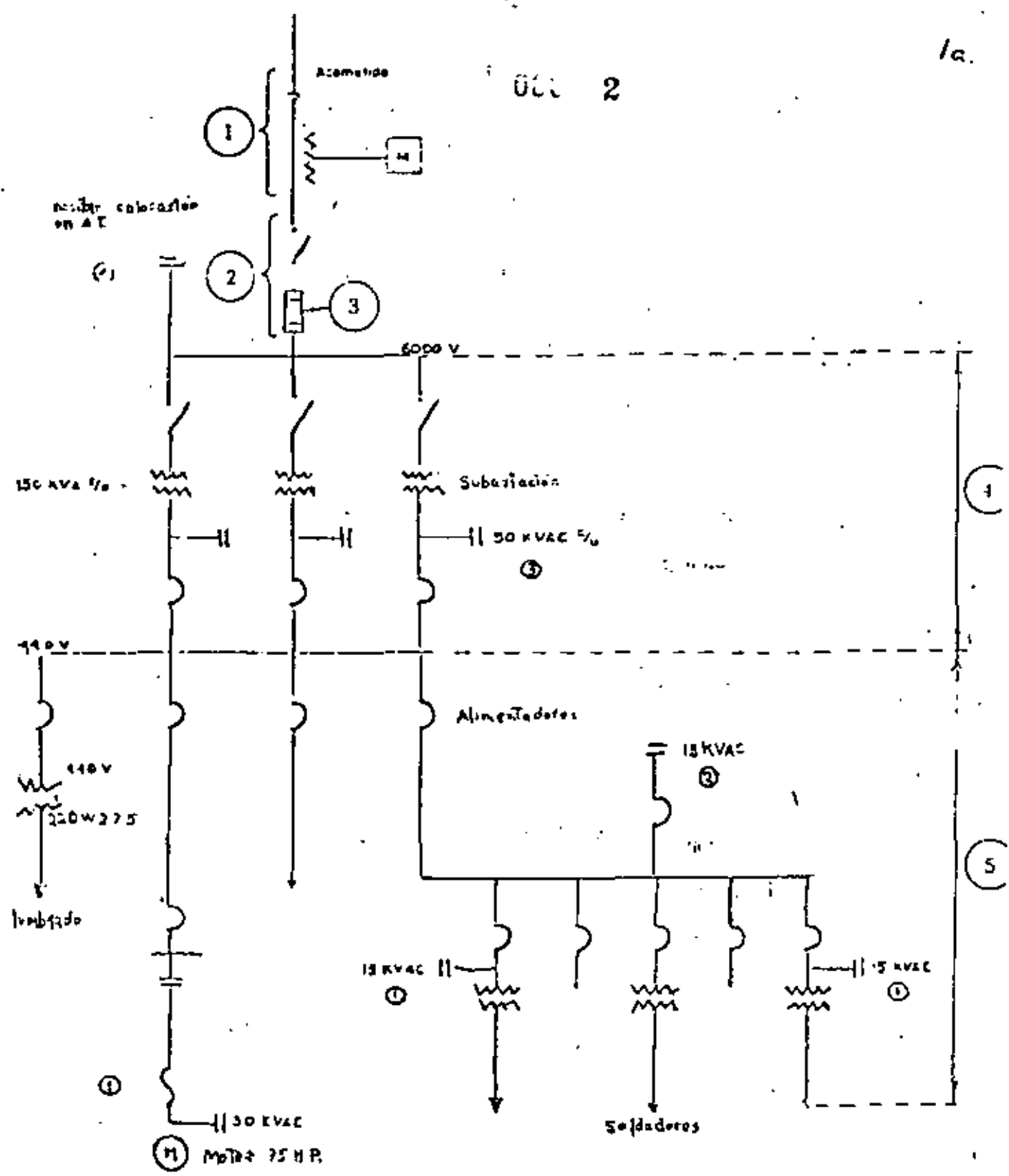


Fig. 2

-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 su ministro se transforme o no en la instalación alimentada, o también de acuerdo con las diferentes fases que se planeen 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 (lám- paras), 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.

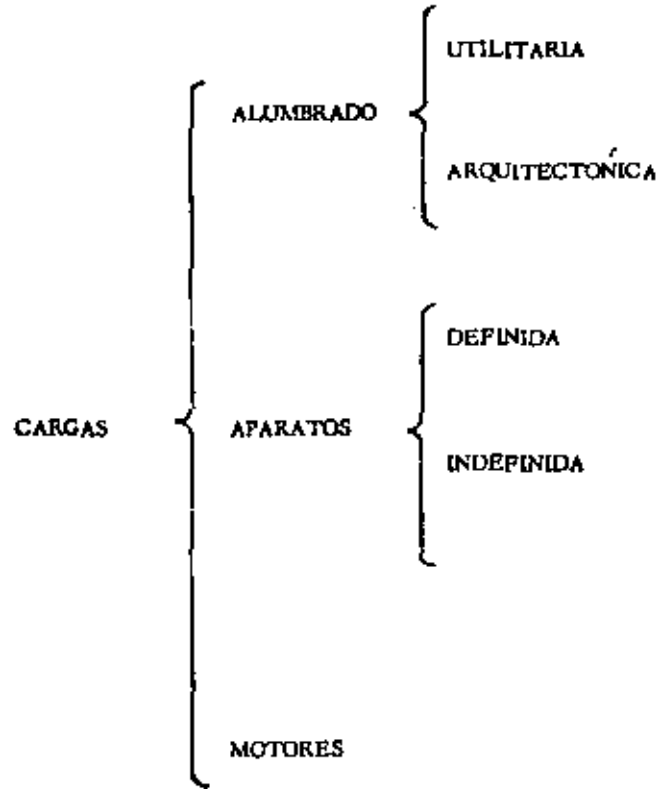
Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

- 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 pa- rte 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.



- * Arquitectónicas.
- 2.- Cargas de aparatos.
 - ° Definida.
 - ° Indefinida.
- 3.- Cargas de motores.
- 1.- Cargas de alumbrado.- Estas cargas se han dividido en utiliza--
rias y arquitectónicas.

Cargas de alumbrado utilitarias.

Estas cargas sirven para proporcionar la energía luminosa necesari 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 suciedad 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 --

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

	Nivel luminoso recomendado en Los interiores en cualquier momento ¹	8	Nivel luminoso recomendado en Los interiores en cualquier momento ²
Auditorios.			
Reunión o asamblea	150		
Exposición y exhibiciones	300		
Bancos.			
Vestibulos:			
General	500		
Areas de trabajo	700		
Corredores, escaleras, etc.	1500		
Banberos (ver Servicios del Municipio).			
Correos (Oficinas del).			
Mesas del vestibulo	300		
Clasificación, fichero, etc.	1000		
Escuelas.			
Lectura de textos impresos	300		
Lectura de textos a lápiz	700		
Lectura de textos en papel de copias:			
Bancos	300		
Mesas	1000		
Sillas de dibujo y bancos de trabajo	1000		
Pizarras	1500		
Salón de costura	1500		
Estaciones, cocheras y terminales.			
Salas de espera y salas para fumadores	300		
Dispensa de billetes: general, ventanilla, mostrador	1000		
Facturación de equipajes	500		
Andenes y almacenes	200		
Servicios y lavabos	300		
Galerías de arte.			
General	300		
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)	300*		
Para incrustaciones y demás objetos de arte	1000**		
Hospitales			
Cuartos de anestesia y preparación	300		
Autopsia y depósito de cadáveres:			
Sala de autopsias	1000		
Mesa de autopsias	25000		
Depósito general	200		
Central esterilizadora:			
General	300		
Afilado de agujas	1500		
Departamento odontológico:			
General	700		
Vitrina de instrumental	1500		
Sitión dental	10000		
Laboratorio, bancos	1000		
Sala de recuperación	50		
Sala de emergencia:			
General	1000		
Local	20000		
Sala de reconocimiento y tratamiento:			
General	500		
Mesa de reconocimiento	1000		
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50		
Ojos, nariz, oído y garganta:			
Sala oscura	100		
Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta	500		
Sala de fracturas:			
General	500		
Mesa de operaciones	2000		
Laboratorios:			
Salas de ensayo	300		
Mesas de trabajo	500		
Trabajos delicados	1000		
Bibliotecas	700		
Salas de armarios	200		
Vestibulos y lavillos	300		
Archivo de procedimientos medicos	1000		
Salas de enfermeras:			
General	200		
Pupitres y diagramas	500		
Dispensario de medicinas	1000		
Salas de trabajo de enfermeras	300		
Casas curas:			
General	100		
Mesa de reconocimiento	700		
Pediatría y sala de juegos	300		
Obstetricia:			
Salas de esterilización	300		
Salas de consulta	200		
Sala de partos, general	1000		
Mesa de partos	25000		
Farmacias:			
General	300		
Mesas de trabajo	1000		
Almacén de productos	300		
Habitaciones y salas ³	100		
General	100		
Lectura	300		
Locales para pacientes mentales	100		
Trabajo con radiisótopos:			
Laboratorio radioquímico	300		
Salón de medidas	200		
Mesas de trabajo	500		
Solariums	200		
Almacenes:			
General	150		
Oficinas	700		
Cirugía:			
Salas de instrumentos y esterilización	300		
Salas de limpieza (instrumentos)	1000		
Salas de operaciones, general	1000		
Mesas de operaciones	25000		
Salas de recuperación	300		
Radioterapia:			
Física	200		
Aplicada	300		
Lavabos	100		
Otros locales	200		
Salas de espera:			
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 picturales con diseños o bajorrelieves de tamaño deberán tener en 2 a 3 veces este nivel.

** A veces se requiere muchas más.

³ De enfermos o heridos.

§

Nivel luminoso
recomendado en
las interiores de
espacios
interiores

9

Nivel luminoso
recomendado en
las interiores de
espacios
interiores

Hotelería:	
Bares 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
Marquetería:	
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
Bomberos:	
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, índice de asuntos	1000
Contabilidad, auditoría, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malos reproducciones, dibujo a mano alzada	1500
Cartografía, estudios, dibujo detallado	2000
Corredores, escaleras, ascensores y vitrinas mecánicas	200 †
Policía (ver Servicios del Municipio).	
Residencias.	
Tareas visuales concretas:	
Juegos de mesa	300
Cocinas:	
Pilas de zinc, fregaderos	700
Hornillos y superficies de trabajo	500
Lavabos, cestos de ropa, planchas y tablas de planchar	600
Salones de lectura, escritura y estudio:	
Libros, revistas, periódicos	300

† Para exámenes múltiples 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, puntados grandes	300
Trabajos intermitentes, telas finas	500
Trabajo continuo, telas ligeras o medias	1000
Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste	2000
Tocadores, maquinajes, atenuados templados 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
Cubos	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:	
Districtos poco concurridos o pequeñas ciudades:	
General	1000
Detalle	5000
Districtos 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

* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas circundantes.
** Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales, y las anotaciones sobre las líneas se necesitan 1500 lux o más.

Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

10

Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Acero (ver Hierro y acero).		Bodegas (ver Almacenes y bodegas).	
Ajuste (Talleres de).		Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos de).	
Trabajo basto de fácil visión	300	Triturado y lavaderos	100
Trabajo basto de difícil visión	500	Selección	3000
Trabajo medio	1000	Cartón (Fábricas de cajas de): Área general	500
Trabajo fino	5000		
Trabajo extra fino	10000	Caucho (ver Goma).	
Almacenes y bodegas:		Cementos y derivados de la arcilla.	
De poco movimiento	50	Molida, prensa de litro	300
Activos de mucho movimiento:		Moldeado, lavado y prensado	300
Embalaje tosco	100	Color y vitriado trabajo duro, esmaltado	1000
Embalaje medio	200	Color y vitriado, trabajo fino	3000
Embalaje fino	500		
Arcilla (ver Cementos).		Centrales eléctricas y subestaciones interiores.	
Automóviles (Fábricas de).		Auxiliares, habitaciones de laboristas, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos	200
Ajuste del bastidor	500	Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas	100
Línea de montaje y ajuste de chasis	1000	Plataforma de quemadores	200
Montaje final e inspección de línea	2000	Condensadores: áreas de desecadores evaporadores y calentadores	100
Fabricación de la carrocería:		Habitaciones de control:	
Piezas	700	Panel de interruptores (frente vertical):	
Acabado e inspección	2000	Succiones sencillas o dobles frente al operador:	
Aviación, Fábricas de aviones.		Tipo A. Habitaciones de control, controlizado, de gran tamaño, Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	500
Naves:		Tipo B. Habitación de control normal, Nivel a 1.70 metros sobre el suelo	300
De producción	1000	Sección de "duplex" frente al operador	300
De inspección	2000	Pulpales de trabajo (nivel horizontal)	500
Fabricación de piezas:		Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex"	100
Remachar, soldar y taladrar	700	Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical)	100
Cabinas de pintura	1000	Alumbrado de emergencia para todas las áreas.	30
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	Laboratorio de química	500
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes	1000	Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos	200
Montaje final e inspección	1000	Túneles o galerías, tuberías	100
Reparación de herramientas	1000	Zona de turbinas bajo el pavimento	200
Aviación, Hangares (solamente servicio de reparaciones)	1000	Habitación de turbinas	300
Azúcar (Industrias de).		Conservas (Fábricas de).	
Departamento de chocolates:		Clasificación inicial de materias crudas	500
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar	500	Tomates	1000
Limpieza y selección de granos, inmersión, envasar, empaquetado, etc	500	Selección de color (cortado)	2000
Molienda	1000	Preparación:	
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado	500	Selección preliminar:	
Gelatina y jalea	500	Albaricoques y melocotones	500
Decoración a mano	1000	Tomates	1000
Departamento de caramelos:		Actinomas	1500
Mezclar, cocer, moldear	500	Cortado y selección final	1000
Cortar y seleccionar	1000	Conservado:	
Envasar y empaquetar	1000	Enlatado continuo en cadena	1000
Azúcar (Refinerías de).		Empaquetado a mano	500
Dosificación	500	Actinomas	1000
Inspección del color	2000	Examen de envasados	2000
		Corte y confección.	
		Inspección de paños	20000
		Cortado y prensado	3000
		Cocido	5000
		Electricidad (ver Centrales eléctricas).	
		Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).	
		Impregnación	500
		Aislado, pintado de conductores	1000
		Ensayos	1000

Encuadración:	
Doblar, 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 (frecuado de artículos de).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastado y fresado	300
Preparación del tejido, corte y telares	500
Moldeo y selección de productos, calibrado	500
Inspección	2000
Guantes (Fábricas de).	
Prensado y cortado	3000
Máquinas de hacer punto y selección	1000
Cosido e inspección	5000
Harina (Fábricas de).	
Molida, cerrada, refinada	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
Vagonetas de colada:	
Pozos de escoria	200
Plataformas de control	300
Zona superior	300
Pasarelas elevadas de inspección	100
Mezcladores	300
Calcinado y sangrado	100
Trenes de laminación:	
Lingotes, planchas, barras calientes y planchas calientes	300
Laminación en frío, barras y planchas	300
Tubos, barras, varillas redondas, alambres	500
Estampado de hojalata: estirado, galvanizado, laminado de flexión en frío	500

Sala de máquinas y motores	300
Inspección:	
Chapas oscuras, chango, cascote	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
Electroplata:	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y restricción	1000
Montura de planchas, estañado, electroplataado, limpiado	500
Fotograbado:	
Grabado al aquatinte, planchas	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, montaje y enmascarado	1000
Inspección (Trabajos de).	
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 tonificado	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado	1000
Manipulado de materiales:	
Empaquetado, empaque 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 estirado y galvanizado, tratado	2000
Neumáticos y tubos de goma (Fabricación del).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastado y fresado	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes	500
Máquinas de hacer tubo	500
Fábricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos	300

* Los materiales estructurales o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de iluminación o en la orientación respecto al flujo.

+ La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un iluminado especial a una de fuentes luminosas de gran tamaño y que lo suministran bajo las condiciones de trabajo de los operarios.

Nivel luminoso
recomendado en
Lux (mínimo en
cualquier
momento)

Nivel luminoso
recomendado en
Lux (mínimo en
cualquier
momento)

Neumáticos y tubos de (continuación)		
Neumáticos	500	
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos	700	
Inspección final: Tubos, neumáticos	2000	
Papel (Fábricas del)		
Triturado, molido y prensado	300	
Secado, cortado, apilado y máquinas de hacer papel	500	
Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar	700	
Trabaja de papel, inspección y laboratorios	1000	
Elaboración	1500	
Piel (Fabricación de artículos de)		
Cepillado, curtido y glasado	2000	
Clasificación, cortado, aceitado y cosido	3000	
Piel (Industrias de la). Cueros.		
El punto de limpieza, curado y estrado	300	
Curtido, descarnado y estopado	500	
Aceitado y cosido	1000	
Piedras. Triturado y cribado.		
Carriles transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de recipientes	100	
Silas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos	100	
Cribas	200	
Pinturas (Fabricación del)		
General	300	
Mezclas comparativas y normales	2000	
Pintura (Talleres de)		
Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano	500	
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1000	
Trabajos extralinos de pintura a mano y acabado (cerrocerías de automóviles, pianos, etc.)	3000	
Manchado 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 zudones y equipos de frío	300	
Rellenado, inspección	1000	
Indicadores, aneles y termómetros (parte vital)	500	
Laboratorios	1000	
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores	300	
Tanques depósitos:		
Interiores claros	200	
Interiores oscuros	1000	
Pulido y bruñido		1000
Química (Trabajos del)		
Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros	300	
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores	300	
Servicio (Áreas del)		
Escaleras, pasillos, ascensores	200	
Lavabos y Tocadores	300	

* 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 unas condiciones de contraste favorables.

Soldadura (Talleres del (continuación)	
Iluminación general	500
Soldadura manual de arco, Gran precisión	10000
Sombreros (Fábricas del)	
Tinte, entegizado, acorillonado, limpieza y refinado	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordeado, acabado y planchado	2000
Cosido e inspección	5000
Tabado (Manipulado del)	
Secado, limpieza general	300
Clasificación y apartado	2000
Tahonas.	
Cuerno de mezclas	500
Estanterías (iluminación vertical)	300
Interior del horno (mezcladores verticales)	500
Cuarto de fermentación	300
Locales restantes:	
Pan	300
Dulces y productos de confitería	500
Horno, pruebas y empaquetado	300
Refinado y otros ingredientes	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico	500
A mano	1000
Talleres de forja (ver Forjal)	
Talleres mecánicos.	
Trabajos bastos de banco y máquina	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino	3000
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, encañillar, hilar, urdir	500
Confección de piezas de tela:	
Artículos grises	500
Mezcilla	1500
Inspección:	
Artículos grises (lavado a mano)	1000
Mezcilla (movimiento rápido)	5000
Estrado 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

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 sí 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.

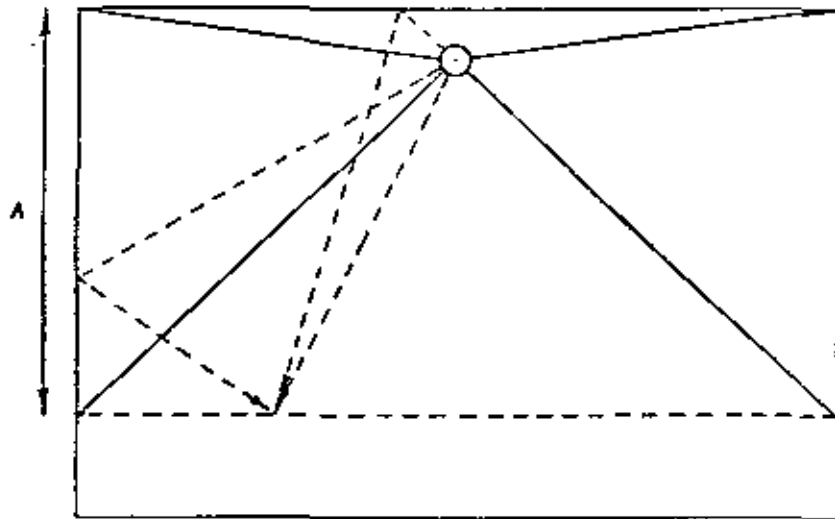
4

13

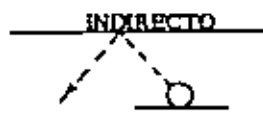
B

Bases Luminarias Requeridas en Las Tablas de Iluminación	
Textiles (Fabricación) (continuación).	
Locales para interiores y sus:	
Borra	1500
Niños	2000
Tela	700
Acabado, empolvado, pegado, tratado y secado	500
Tintes	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido	700
Corta	1000
Inspección	20000
Textiles (Fabricación). Seda y lino.	
Fabricación, empacado coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas	300
Devorado, tratado, rebobinado, empujado y en desfilado	
Materiales claros	500
Materiales oscuros	2000
Sala de telares (en sus diversas modalidades)	1000
Huado en pernos o sobre aserrós en los telares	1000
Tendido	1000
Inspección, planchado y lavado en seco.	
Reconocimiento y clasificación	500
Limpieza en seco, húmeda y al vapor	500

Bases Luminarias Requeridas en Las Tablas de Iluminación	
Inspección y focalización de máquinas	5000
Planchado a mano y máquina	1500
Reparaciones y modificaciones	2000
Vidrio (Fabricación del).	
Sala de mezclas y hornos, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio	300
Molido, cortado del vidrio a medida, empujado	500
Molido fino, pulido y biselado	1000
Inspección, grabado y decorado	2000
Zapaterías. Trabajo en goma.	
Lavado, bañado, mucrido y preparación del caucho	300
Barridos, vulcanizado, satinado y cortado de suelas, laminado de suelas, forjado y 287, proceso de la producción y acabado	500
	1000
Zapaterías. Trabajo en cuero.	
Atas de corte, marcado, ajuste, raspar, clasificar y control en máquinas decoros	2000
Fabricación y acabado, lavado, insecticidas, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas, y palas, repujado, forrado, laminado, impregnado, teñido, alisado, pulido y estirado	2000



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-

dices 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:

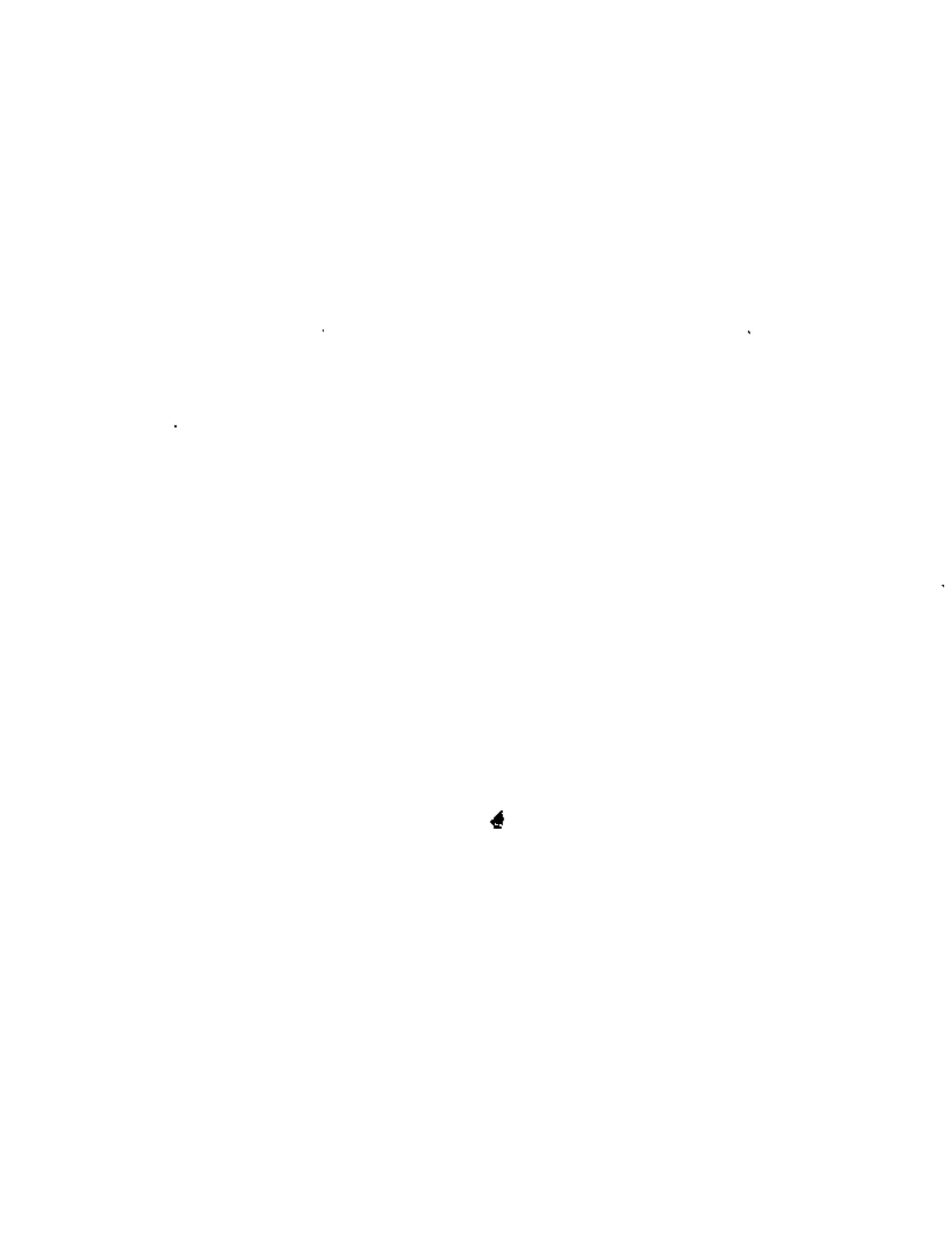
- RL.- Relación del local
- A.- Ancho del local
- L.- Largo del local
- H.- Altura del techo sobre el plano de trabajo.

Cada índice del local representa un valor de la relación -

● Índice del Local 18

(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	8.75	10.05	11.90	14.65	19.20
		Altura de montura sobre el suelo en metros Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto e General Difuso													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.85	7.00	8.25	10.05	12.10
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	I	J	J	J	J	J	J	J				
	8.15	F	F	H	H	I	J	J	J	J	J	J			
	10.65	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J		
	12.20	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	
15.25	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
3.06	3.05	H	I	J	J	J	J	J							
	3.65	G	H	I	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	F	H	I	J	J	J	J	J						
	5.48	F	H	I	J	J	J	J	J	J					
	6.10	F	H	I	J	J	J	J	J	J	J				
	7.30	F	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J			
	8.15	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J		
	10.65	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	
	12.20	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J
15.25	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
18.30	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
21.35	F	F	G	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
3.65	3.05	C	F	F	F	F	F	F							
	4.26	F	F	F	F	F	F	F							
	4.87	F	F	F	F	F	F	F							
	5.48	F	F	F	F	F	F	F	J						
	6.10	F	F	F	F	F	F	F	J	J					
	7.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J				
	8.15	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J			
	10.65	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J		
	12.20	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	
	15.25	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
18.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
21.35	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
24.40	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
30.50	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
4.25	4.26	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	4.87	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	5.48	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	6.10	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	7.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	8.15	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
21.35	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
24.40	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
30.50	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
4.85	4.87	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	5.48	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	6.10	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	7.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	8.15	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
24.40	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
30.50	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	
5.50	5.48	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	6.10	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	7.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	8.15	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
	30.50	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J
36.60	F	F	F	F	F	F	F	J	J	J	J	J	J	J	



Indice del Local

(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	28,25
		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	18,15	19,20
8,10	8,10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	7,30	O	D	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J
	9,15	D	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	10,65	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	12,30	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	15,25	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	18,30	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	21,35	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
7,30	7,30	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	9,15	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	10,65	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	12,30	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	15,25	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	18,30	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	21,35	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
	24,40	C	C	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J
6,15	6,15	C	D	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J	J	J
	10,65	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	12,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	18,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
10,65	10,65	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	12,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	15,25	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	18,30	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H	I	J
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
12,70	12,70	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	G	G	H	H
	18,30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
18,25	18,25	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	51,80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	60,95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
18,30	18,30	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	21,35	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	51,80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	60,95	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
24,40	24,40	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
30,50	30,50	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
36,60	36,60	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	42,70	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H
	48,80	A	A	B	B	C	C	D	D	E	E	F	F	G	G	H	H

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











Índice del local	Relación del local		Punto central
	Valor		
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 índice 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.

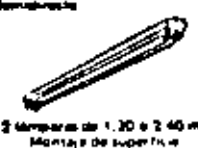



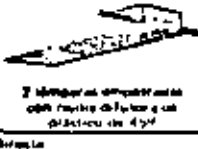

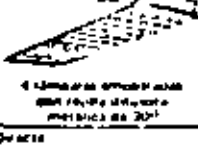

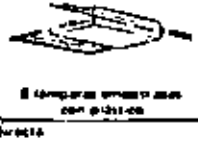



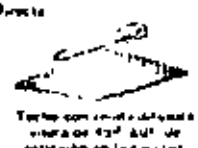




● Coeficientes de Utilización 22

Tipo	Luzes de estándar	Distribución	Dimensiones entre lámparas inferiores	Factor de manejo manías	Reflexión								
					Techo		10%		50%		30%		
					Paredes		50%	30%	50%	30%	50%	30%	
					Coeficiente de utilización								
			0.9 = Altura de montaje	Suma 0.68 Media 0.63 Max 0.58	J I H G F E D C B A	0.50 0.57 0.63 0.66 0.67 0.71 0.75 0.77 0.78 0.80	0.47 0.54 0.59 0.63 0.67 0.71 0.73 0.75 0.77	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.72 0.74 0.76 0.78	0.41 0.48 0.53 0.57 0.61 0.64 0.68 0.72 0.74 0.76	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.72 0.74 0.76 0.78	0.41 0.48 0.53 0.57 0.61 0.64 0.68 0.72 0.74 0.76	0.41 0.48 0.53 0.57 0.61 0.64 0.68 0.72 0.74 0.76	0.41 0.48 0.53 0.57 0.61 0.64 0.68 0.72 0.74 0.76
			0.9 = Altura de montaje	Suma 0.75 Media 0.72 Max 0.68	J I H G F E D C B A	0.45 0.51 0.55 0.58 0.61 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73	0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73	0.40 0.46 0.51 0.55 0.59 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71	0.42 0.48 0.53 0.57 0.61 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73	0.40 0.46 0.51 0.55 0.59 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71	0.40 0.46 0.51 0.55 0.59 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71	0.40 0.46 0.51 0.55 0.59 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71	
			1.2 = Altura de montaje	Suma 0.73 Media 0.68 Max 0.63	J I H G F E D C B A	0.35 0.43 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.64 0.66 0.68	0.37 0.45 0.51 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.41 0.49 0.55 0.59 0.62 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72	0.35 0.43 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.64 0.66 0.68	0.41 0.49 0.55 0.59 0.62 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72	0.35 0.43 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.64 0.66 0.68	0.35 0.43 0.49 0.53 0.56 0.59 0.62 0.64 0.66 0.68	
			1.5 = Altura de montaje	Suma 0.73 Media 0.68 Max 0.63	J I H G F E D C B A	0.34 0.42 0.48 0.52 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67	0.36 0.44 0.50 0.54 0.57 0.60 0.62 0.64 0.66 0.68	0.40 0.48 0.54 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71	0.34 0.42 0.48 0.52 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67	0.40 0.48 0.54 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71	0.34 0.42 0.48 0.52 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67	0.34 0.42 0.48 0.52 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67	
Valor de manejadas			1.5 = Altura de montaje	Suma 0.75 Media 0.72 Max 0.68	J I H G F E D C B A	0.37 0.45 0.51 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.39 0.47 0.53 0.57 0.60 0.62 0.64 0.66 0.68 0.70	0.43 0.51 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74	0.37 0.45 0.51 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.43 0.51 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74	0.37 0.45 0.51 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.43 0.51 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74	
			0.9 = Altura de montaje	Suma 0.75 Media 0.72 Max 0.68	J I H G F E D C B A	0.42 0.50 0.56 0.60 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73	0.44 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75	0.48 0.56 0.62 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75 0.77 0.79	0.42 0.50 0.56 0.60 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73	0.48 0.56 0.62 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75 0.77 0.79	0.42 0.50 0.56 0.60 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73	0.48 0.56 0.62 0.66 0.69 0.71 0.73 0.75 0.77 0.79	
			0.7 = Altura de montaje	Suma 0.70 Media 0.67 Max 0.63	J I H G F E D C B A	0.40 0.48 0.54 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71	0.42 0.50 0.56 0.60 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73	0.46 0.54 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75 0.77	0.40 0.48 0.54 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71	0.46 0.54 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75 0.77	0.40 0.48 0.54 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71	0.46 0.54 0.60 0.64 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75 0.77	
			1.3 = Altura de montaje	Suma 0.80 Media 0.75 Max 0.70	J I H G F E D C B A	0.38 0.46 0.52 0.56 0.59 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.40 0.48 0.54 0.58 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71	0.44 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75	0.38 0.46 0.52 0.56 0.59 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.44 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75	0.38 0.46 0.52 0.56 0.59 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69	0.44 0.52 0.58 0.62 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75	
			0.8 = Altura de montaje	Suma 0.80 Media 0.75 Max 0.70	J I H G F E D C B A	0.43 0.51 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74	0.45 0.53 0.59 0.63 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74 0.76	0.49 0.57 0.63 0.67 0.70 0.72 0.74 0.76 0.78 0.80	0.43 0.51 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74	0.49 0.57 0.63 0.67 0.70 0.72 0.74 0.76 0.78 0.80	0.43 0.51 0.57 0.61 0.64 0.66 0.68 0.70 0.72 0.74	0.49 0.57 0.63 0.67 0.70 0.72 0.74 0.76 0.78 0.80	

Tipo	Unidad de montaje	Distribución	Dimensión entre alamparas interiores	Factor de mantenimiento	Alamparas																																																																																																					
					Techo			50%			30%																																																																																															
					Paredes			50%	30%	10%	50%	30%	10%	20%	10%																																																																																											
					Coeficiente de utilización																																																																																																					
Fluorescentes	Semi-directa  2 lámparas T-12		1.8 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.24	0.25	0.22	0.23	0.21	I	0.31	0.24	0.20	0.24	0.23	0.20	0.21	0.20	H	0.40	0.41	0.37	0.40	0.43	0.36	0.39	0.36	G	0.54	0.48	0.44	0.52	0.47	0.43	0.45	0.42	F	0.73	0.72	0.67	0.71	0.72	0.64	0.60	0.47	E	0.85	0.80	0.76	0.82	0.81	0.74	0.66	0.53	D	0.90	0.85	0.81	0.86	0.83	0.79	0.70	0.58	C	0.73	0.63	0.60	0.70	0.67	0.63	0.63	0.61	B	0.72	0.73	0.70	0.73	0.70	0.61	0.61	0.63	A	0.60	0.72	0.74	0.76	0.74	0.71	0.70	0.74												
					Semi-directa  3 lámparas 40 w y "Similares"		1.3 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.30	0.25	0.22	0.24	0.25	0.22	0.23	0.21	I	0.31	0.24	0.20	0.24	0.23	0.20	0.21	0.20	H	0.40	0.41	0.37	0.40	0.43	0.36	0.39	0.36	G	0.54	0.48	0.44	0.52	0.47	0.43	0.45	0.42	F	0.73	0.72	0.67	0.71	0.72	0.64	0.60	0.47	E	0.85	0.80	0.76	0.82	0.81	0.74	0.66	0.53	D	0.90	0.85	0.81	0.86	0.83	0.79	0.70	0.58	C	0.73	0.63	0.60	0.70	0.67	0.63	0.63	0.61	B	0.72	0.73	0.70	0.73	0.70	0.61	0.61	0.63	A	0.78	0.72	0.70	0.72	0.73	0.67	0.67	0.69								
									Semi-directa  2 lámparas T-12 con rejilla difusora de 23"		1.2 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.65 Mala 0.60	J	0.27	0.23	0.20	0.23	0.22	0.20	0.22	0.19	I	0.25	0.20	0.17	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	H	0.41	0.36	0.33	0.41	0.35	0.32	0.34	0.33	G	0.47	0.42	0.39	0.46	0.41	0.37	0.39	0.36	F	0.53	0.46	0.43	0.51	0.45	0.41	0.43	0.40	E	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.45	D	0.60	0.57	0.52	0.57	0.54	0.51	0.51	0.49	C	0.63	0.63	0.61	0.63	0.64	0.61	0.61	0.61	B	0.67	0.64	0.61	0.62	0.63	0.60	0.60	0.60	A	0.69	0.64	0.61	0.64	0.63	0.61	0.61	0.61				
													Semi-directa  2 lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.		1.3 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.24	0.23	0.20	0.23	0.23	0.20	0.21	0.19	I	0.26	0.23	0.18	0.23	0.23	0.20	0.20	0.19	H	0.43	0.38	0.34	0.43	0.37	0.33	0.36	0.33	G	0.49	0.44	0.40	0.47	0.41	0.37	0.41	0.38	F	0.54	0.47	0.43	0.51	0.45	0.41	0.45	0.42	E	0.60	0.55	0.51	0.56	0.53	0.50	0.50	0.48	D	0.64	0.60	0.56	0.60	0.57	0.54	0.54	0.51	C	0.67	0.63	0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	B	0.70	0.67	0.64	0.65	0.65	0.61	0.61	0.61	A	0.73	0.70	0.67	0.67	0.67	0.64	0.64	0.64
																	Semi-directa  Lámpara Baja Temper de 100 w con difusor exterior		1.4 m Altura de montaje	Buena 0.75 Medio 0.70 Mala 0.65	J	0.24	0.19	0.15	0.23	0.19	0.15	0.18	0.15	I	0.21	0.26	0.21	0.23	0.25	0.21	0.23	0.20	H	0.35	0.31	0.26	0.35	0.31	0.26	0.28	0.25	G	0.47	0.36	0.32	0.44	0.38	0.30	0.33	0.28	F	0.46	0.40	0.36	0.43	0.38	0.34	0.36	0.33	E	0.51	0.46	0.41	0.46	0.43	0.40	0.41	0.38	D	0.54	0.50	0.45	0.51	0.47	0.44	0.44	0.41	C	0.57	0.53	0.49	0.54	0.50	0.47	0.47	0.44	B	0.60	0.57	0.53	0.57	0.54	0.51	0.51	0.48	A	0.63	0.60	0.57	0.61

Tipo	Unidad de montaje	Distribución	Dimensión entre alamparas interiores	Factor de mantenimiento	Alamparas																																																																																																							
					Techo			50%			30%																																																																																																	
					Paredes			50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%																																																																																												
					Coeficiente de utilización																																																																																																							
Incandescente	Directa  6 lámparas con lente piramidal		1.8 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.33	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.33	0.29	0.27	I	0.41	0.37	0.34	0.41	0.37	0.34	0.40	0.37	0.34	H	0.45	0.41	0.39	0.45	0.41	0.37	0.44	0.41	0.38	G	0.50	0.46	0.43	0.49	0.46	0.43	0.48	0.45	0.43	F	0.53	0.49	0.46	0.52	0.49	0.46	0.51	0.48	0.46	E	0.56	0.53	0.51	0.56	0.53	0.50	0.54	0.52	0.50	D	0.59	0.56	0.54	0.58	0.56	0.53	0.57	0.56	0.53	C	0.60	0.58	0.56	0.61	0.57	0.55	0.58	0.56	0.55	B	0.62	0.60	0.58	0.63	0.60	0.58	0.60	0.58	0.57	A	0.63	0.62	0.61	0.63	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59				
					Semi-directa  2 lámparas de 40 w y "Similares" Sin rejilla		1.3 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.30	0.24	0.21	0.29	0.23	0.21	0.28	0.24	0.21	I	0.36	0.33	0.29	0.37	0.32	0.28	0.36	0.31	0.28	H	0.45	0.38	0.35	0.44	0.38	0.34	0.42	0.37	0.34	G	0.52	0.45	0.41	0.50	0.45	0.41	0.48	0.43	0.40	F	0.57	0.50	0.46	0.54	0.50	0.45	0.52	0.48	0.44	E	0.64	0.56	0.53	0.62	0.57	0.53	0.58	0.54	0.51	D	0.68	0.63	0.60	0.66	0.61	0.57	0.62	0.58	0.55	C	0.71	0.67	0.64	0.69	0.65	0.61	0.65	0.62	0.59	B	0.76	0.72	0.68	0.73	0.70	0.67	0.68	0.66	0.63	A	0.78	0.75	0.72	0.76	0.73	0.70	0.71	0.69	0.67
									Semi-directa  2 lámparas de 40 w y "Similares" Con rejilla		1.3 m Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.29	0.24	0.21	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21	I	0.35	0.33	0.29	0.37	0.32	0.28	0.35	0.31	0.28	H	0.44	0.39	0.35	0.43	0.38	0.35	0.41	0.37	0.34	G	0.50	0.45	0.41	0.49	0.44	0.41	0.48	0.43	0.39	F	0.56	0.49	0.45	0.54	0.49	0.45	0.51	0.47	0.43	E	0.61	0.56	0.52	0.60	0.55	0.51	0.56	0.52	0.48	D	0.67	0.61	0.57	0.65	0.60	0.56	0.60	0.56	0.53	C	0.70	0.64	0.60	0.68	0.62	0.58	0.62	0.57	0.54	B	0.72	0.69	0.65	0.74	0.68	0.64	0.65	0.63	0.61	A	0.74	0.71	0.67	0.72	0.69

● Coeficientes de Utilización 24

Tipo	Luzada de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas (m)	Factor de programación	Reflexiones														
					Techo	60%			70%			80%							
						Forma	30%	20%	10%	50%	20%	10%	50%	20%	10%				
											Coeficientes de utilización								
											Índice local								
Figuras similares	 <p>2 lámparas de 1,20 x 2,40 m. Montaje de superficie</p>		1,0 x Altura de montaje	Suma 0,75 Módulo 0,65 Máx 0,55	J I H C F E D C B A	0,27 0,27 0,17 0,27 0,21 0,13 0,22 0,29 0,17 0,35 0,30 0,24 0,35 0,30 0,24 0,34 0,31 0,24 0,43 0,36 0,30 0,41 0,36 0,27 0,40 0,34 0,27 0,49 0,42 0,37 0,48 0,42 0,36 0,46 0,40 0,30 0,55 0,47 0,42 0,53 0,47 0,41 0,53 0,44 0,34 0,62 0,55 0,50 0,60 0,53 0,47 0,57 0,50 0,42 0,67 0,61 0,56 0,66 0,60 0,54 0,62 0,57 0,50 0,71 0,65 0,60 0,70 0,63 0,57 0,65 0,61 0,54 0,76 0,71 0,66 0,74 0,69 0,63 0,70 0,65 0,58 0,81 0,76 0,71 0,78 0,74 0,70 0,73 0,69 0,62													
	 <p>2 lámparas empotradas con cable plano exterior</p>		1,2 x Altura de montaje	Suma 0,70 Módulo 0,60 Máx 0,50	J I H C F E D C B A	0,24 0,22 0,20 0,25 0,23 0,20 0,25 0,23 0,20 0,32 0,27 0,25 0,32 0,27 0,23 0,31 0,28 0,24 0,38 0,31 0,30 0,36 0,33 0,30 0,35 0,32 0,28 0,40 0,37 0,34 0,40 0,37 0,34 0,39 0,35 0,31 0,43 0,40 0,37 0,43 0,40 0,37 0,42 0,38 0,34 0,46 0,44 0,41 0,46 0,43 0,40 0,45 0,41 0,37 0,48 0,46 0,44 0,48 0,46 0,44 0,47 0,45 0,42 0,50 0,48 0,46 0,49 0,47 0,45 0,48 0,46 0,44 0,52 0,50 0,48 0,51 0,50 0,47 0,50 0,48 0,46 0,53 0,50 0,48 0,52 0,51 0,47 0,51 0,49 0,47													
	 <p>2 lámparas empotradas con rejilla difusora en plástico de 4x4"</p>		1,0 x Altura de montaje	Suma 0,70 Módulo 0,60 Máx 0,50	J I H C F E D C B A	0,24 0,21 0,19 0,24 0,21 0,19 0,24 0,21 0,19 0,30 0,27 0,24 0,30 0,27 0,24 0,29 0,26 0,24 0,34 0,31 0,27 0,34 0,31 0,27 0,33 0,30 0,27 0,38 0,35 0,32 0,38 0,35 0,32 0,37 0,34 0,31 0,41 0,38 0,35 0,41 0,38 0,35 0,40 0,37 0,34 0,44 0,41 0,37 0,44 0,41 0,37 0,43 0,40 0,37 0,46 0,44 0,42 0,46 0,44 0,42 0,45 0,43 0,41 0,48 0,46 0,44 0,48 0,46 0,44 0,47 0,45 0,43 0,50 0,48 0,46 0,50 0,48 0,46 0,49 0,47 0,45 0,51 0,50 0,48 0,51 0,49 0,47 0,51 0,49 0,47													
	 <p>4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 20"</p>		1,2 x Altura de montaje	Suma 0,70 Módulo 0,60 Máx 0,50	J I H C F E D C B A	0,27 0,23 0,20 0,27 0,23 0,20 0,27 0,23 0,20 0,34 0,30 0,27 0,34 0,30 0,27 0,33 0,30 0,27 0,37 0,35 0,32 0,37 0,34 0,31 0,36 0,33 0,30 0,40 0,37 0,34 0,40 0,37 0,34 0,39 0,36 0,33 0,43 0,40 0,37 0,43 0,40 0,37 0,42 0,39 0,36 0,46 0,44 0,41 0,46 0,43 0,40 0,45 0,42 0,39 0,48 0,46 0,44 0,48 0,46 0,44 0,47 0,45 0,43 0,50 0,48 0,46 0,50 0,48 0,46 0,49 0,47 0,45 0,51 0,50 0,48 0,51 0,49 0,47 0,51 0,49 0,47 0,52 0,50 0,48 0,52 0,50 0,48 0,52 0,50 0,48													
	 <p>8 lámparas empotradas con rejilla</p>		1,2 x Altura de montaje	Suma 0,70 Módulo 0,60 Máx 0,50	J I H C F E D C B A	0,27 0,23 0,20 0,27 0,23 0,20 0,27 0,23 0,20 0,33 0,29 0,26 0,33 0,29 0,26 0,32 0,28 0,25 0,38 0,34 0,31 0,38 0,34 0,31 0,36 0,32 0,29 0,43 0,39 0,36 0,43 0,39 0,36 0,41 0,37 0,34 0,46 0,42 0,39 0,46 0,42 0,39 0,44 0,40 0,37 0,48 0,44 0,41 0,48 0,44 0,41 0,45 0,41 0,38 0,50 0,46 0,43 0,50 0,46 0,43 0,47 0,43 0,40 0,51 0,47 0,44 0,51 0,47 0,44 0,49 0,45 0,42 0,52 0,48 0,45 0,52 0,48 0,45 0,50 0,46 0,43 0,53 0,49 0,46 0,53 0,49 0,46 0,51 0,47 0,44													
	 <p>Caja luminosa 50" x 50" transmisor y 80" x 80" reflector de la caja</p>			Suma 0,65 Módulo 0,55 Máx 0,45	J I H C F E D C B A	10% reflexión del techo	20% reflexión del techo	30% reflexión del techo	40% reflexión del techo	50% reflexión del techo	60% reflexión del techo	70% reflexión del techo	80% reflexión del techo	90% reflexión del techo					
	 <p>Techo con rejilla difusora vitrada de 4x4" del material de la caja</p>	PLASTICO METAL		Suma 0,70 Módulo 0,65 Máx 0,55	J I H C F E D C B A	0,31 0,19 0,16 0,20 0,21 0,21 0,21 0,21 0,21 0,33 0,21 0,20 0,23 0,24 0,24 0,24 0,24 0,24 0,35 0,23 0,22 0,25 0,26 0,26 0,26 0,26 0,26 0,37 0,25 0,24 0,27 0,28 0,28 0,28 0,28 0,28 0,39 0,27 0,26 0,29 0,30 0,30 0,30 0,30 0,30 0,41 0,29 0,28 0,31 0,32 0,32 0,32 0,32 0,32 0,43 0,31 0,30 0,33 0,34 0,34 0,34 0,34 0,34 0,45 0,33 0,32 0,35 0,36 0,36 0,36 0,36 0,36 0,47 0,35 0,34 0,37 0,38 0,38 0,38 0,38 0,38 0,49 0,37 0,36 0,39 0,40 0,40 0,40 0,40 0,40 0,51 0,39 0,38 0,41 0,42 0,42 0,42 0,42 0,42 0,53 0,41 0,40 0,43 0,44 0,44 0,44 0,44 0,44 0,55 0,43 0,42 0,45 0,46 0,46 0,46 0,46 0,46 0,57 0,45 0,44 0,47 0,48 0,48 0,48 0,48 0,48 0,59 0,47 0,46 0,49 0,50 0,50 0,50 0,50 0,50 0,61 0,49 0,48 0,51 0,52 0,52 0,52 0,52 0,52													
	 <p>3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 4x4" Montaje de superficie</p>		1,1 x Altura de montaje	Suma 0,70 Módulo 0,65 Máx 0,50	J I H C F E D C B A	0,21 0,18 0,17 0,22 0,21 0,21 0,22 0,21 0,21 0,28 0,25 0,24 0,29 0,28 0,28 0,29 0,28 0,28 0,32 0,29 0,27 0,32 0,31 0,31 0,32 0,31 0,31 0,36 0,33 0,31 0,36 0,35 0,35 0,36 0,35 0,35 0,39 0,36 0,34 0,39 0,38 0,38 0,39 0,38 0,38 0,42 0,39 0,37 0,42 0,41 0,41 0,42 0,41 0,41 0,45 0,42 0,40 0,45 0,44 0,44 0,45 0,44 0,44 0,48 0,45 0,43 0,48 0,47 0,47 0,48 0,47 0,47 0,51 0,48 0,46 0,51 0,50 0,50 0,51 0,50 0,50 0,54 0,51 0,49 0,54 0,53 0,53 0,54 0,53 0,53 0,57 0,54 0,52 0,57 0,56 0,56 0,57 0,56 0,56 0,60 0,57 0,55 0,60 0,59 0,59 0,60 0,59 0,59 0,63 0,60 0,58 0,63 0,62 0,62 0,63 0,62 0,62 0,66 0,63 0,61 0,66 0,65 0,65 0,66 0,65 0,65 0,69 0,66 0,64 0,69 0,68 0,68 0,69 0,68 0,68 0,72 0,69 0,67 0,72 0,71 0,71 0,72 0,71 0,71													
	 <p>3 lámparas con rejilla difusora de plástico</p>		1,2 x Altura de montaje	Suma 0,70 Módulo 0,60 Máx 0,50	J I H C F E D C B A	0,19 0,16 0,14 0,19 0,18 0,18 0,19 0,18 0,18 0,24 0,21 0,21 0,24 0,23 0,23 0,24 0,23 0,23 0,28 0,25 0,23 0,28 0,27 0,27 0,28 0,27 0,27 0,31 0,27 0,27 0,31 0,30 0,30 0,31 0,30 0,30 0,34 0,30 0,29 0,34 0,33 0,33 0,34 0,33 0,33 0,37 0,33 0,32 0,37 0,36 0,36 0,37 0,36 0,36 0,40 0,36 0,35 0,40 0,39 0,39 0,40 0,39 0,39 0,43 0,39 0,38 0,43 0,42 0,42 0,43 0,42 0,42 0,46 0,42 0,41 0,46 0,45 0,45 0,46 0,45 0,45 0,49 0,45 0,44 0,49 0,48 0,48 0,49 0,48 0,48 0,51 0,48 0,47 0,51 0,50 0,50 0,51 0,50 0,50 0,54 0,50 0,49 0,54 0,53 0,53 0,54 0,53 0,53 0,57 0,53 0,52 0,57 0,56 0,56 0,57 0,56 0,56 0,60 0,56 0,55 0,60 0,59 0,59 0,60 0,59 0,59 0,63 0,59 0,58 0,63 0,62 0,62 0,63 0,62 0,62 0,66 0,62 0,61 0,66 0,65 0,65 0,66 0,65 0,65 0,69 0,65 0,64 0,69 0,68 0,68 0,69 0,68 0,68 0,72 0,68 0,67 0,72 0,71 0,71 0,72 0,71 0,71													

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 luminaria 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 siguientes:

- * Factor de mantenimiento bueno. - Cuando las condiciones atmosféricas son buenas, las luminarias se limpian 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 conservación deficiente.

- Calcular el número de lámparas y luminarias requeridas. El número de lámparas y luminarias puede calcularse mediante las expresiones siguientes:

$$N_{La} = \frac{E \times S}{I \times CU \times PC}$$

$$N_{Lu} = \frac{N_{La}}{L L}$$

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 em-
plazamiento 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 co-
locar las luminarias más próximas unas a otras, de lo
que estas relaciones máximas determinen. Con relación

a los equipos fluorescentes es recomendable que sean mon-
tados 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 reco-
mendados, 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

Fuentes Luminosas

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. mt.	Media	100	C-9	1000	265	—
40	T-19	Blanco	Media	112	C-9	1350	430	—
60	T-19	Blanco	Media	112	CC-6	1350	785	—
75	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1085	—
100	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1535	—
50	T-21	Blanco	Media de 3 contac.	150	2CC-6	1350	595	—
100							1435	—
150							2030	—
100	PS-25	Blanco	Mogul de 3 contac.	173	2CC-8	1000	1500	—
200							3500	—
300							5000	—
150	T-21	Blanco	Media	160	CC-8	1350	2380	—
200	A-25	Mat. mt. Claro	Media	176	CC-8	750	3800	3000
300	PS-30	Mat. mt. o Claro	Media	204	C-8	750	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9670
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15180
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7 A	1000	33300	24800

⊙ 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 total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
Proyectoras (3)								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	485	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	30000	Estrecha
200	PAR-46	(A. Lat. 16)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con tacto ame.	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56		127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	(Inal. 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	2800	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 rosca y con ensanchamiento para fijación al 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.

11) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Votos) (12)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes) (13)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes) (14)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Bianca Fría	Bianca y Blanca Cálida	Bianca Fría	Bianca y Blanca Cálida
Pre calentamiento								
4-W T-5 8"	Miniat. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
8-W T-5 9"	Miniat. Biclav.	0.145	47	110	250	260	185	200
8-W T-5 12"	Miniat. Biclav.	0.170	56	110	380	395	285	300
13-W T-5 21"	Miniat. Biclav.	0.160	95	178	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	178	1930	2000	1500	1660
90-W T-17 60" (15)	Moqui Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
Preca. - Arranque Rápido								
40-W T-12 48" (15) (16)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
Arranque Rápido								
30-W T-12 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	88	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" 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"	Moqui 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	223	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 38.5 W (5)	Monoclavillo.	0.425	100	385	2600	2700	2320	2410
72" T-12 56 W	Monoclavillo.	0.425	145	475	4100	4200	3670	3760
96" T-12 73.5 W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

11) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

12) Para un arranque asegurado a 100°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"; y 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 mínima de 1.6.

13) 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 eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.94; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; azul de frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.66.

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

15) Solamente en el tono "blanca fría" pueden conectarse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 60 por 100 de la de las lámparas normales.

16) Valores eléctricos, aplicables únicamente al uso de servicio con reactancias de arranque rápido.

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

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

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales se aproximan al 93 por 100 de los valores listados.

19) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

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

111) Abreviatura de "Retracción 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 rápido	Corriente						
48" T-12 40W (2)	430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
"Simline"							
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

Lámparas de Vapor de Mercurio

34

Designación ASA	Amperaje Designación Wattage/ohms	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes por 100 h.)	111 Flujo Luminoso Al final de Vida (Lúmenes)
100 Watts H38-4 GS H38-4 JM H38-4 NT H38-4 JAW H38-4 JAW	C-H4-LG E-H4-LG L-H4-LG M-H4-LG M-H4/SW-LG	PAR-38 PAR-38 BT-25 BT-25 BT-25	Claro, Reflector Incandescente Claro, Reflector Estroboscópico Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	— — 28 28 28	138 138 187 187 187	— — 127 127 127	2400 2400 3650 3250 4000	1440 1440 2960 2580 2840
175 Watts H39-22 KB H39-22 KC/C H39-22 KC/W	A-H22-LG B-H22-LG B-H22/SW-LG	BT-28 BT-28 BT-28	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	51 51 51	211 211 211	127 127 127	7800 7800 8050	5700 6350 6500
250 Watts H37-8 KB H37-8 KC/C H37-8 KC/W H37-8 KC/X	C-H8-LG D-H8-LG D-H8/SW-LG D-H8/X-LG	BT-26 BT-26 BT-26 BT-26	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Luz	54 54 54 54	211 211 211 211	127 127 127 127	10300 11500 13000 8600	10300 9050 10300 6900
400 Watts (2) H33-1 CD H33-1 GL/C H33-1 GL/W H33-1 GL/K H33-1 GL/Y H33-1 FY H33-1 HC H33-1 DN/C H33-1 DN/W H33-1 DN/K H33-1 LN H33-1 FS/C H33-1 FS/X	E-H8-LG J-H17-LG J-H17/SW-LG J-H17/X-LG J-H17/Y-LG K-H17-LG L-H17-LG P-H17-LG P-H17/SW-LG P-H17/X-LG R-60 R-60 R-60	BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57 R-57 R-57 R-57 R-60 R-60 R-60	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Luz Amarillo Max. Int. Refl. Mez. Ancho Max. Int. Refl. Mez. Medio Blanca Normal Semi-Reflector Blanca de Alta Emisión Semi-Reflector Blanca de Luz Semi-Reflector Blanca Normal Mez. Abierta Blanca de Alta Emisión Mez. Abierta Blanca de Luz de Alta Emisión	70 70 70 70 70 — — 70 70 70 — — —	292 292 292 292 292 324 324 324 324 324 276 276 276	177 177 177 177 177 — — 217 217 217 — — —	21500 21000 24000 18000 11500 18500 11500 21000 24000 15000 17000 15000 11000	18900 18200 19700 12700 9200 16400 15200 17000 22000 13000 17000 13200 9000
425 Watts H40-17 MA H40-17 GL/C H40-17 GL/W H40-17 DN/C H40-17 DN/W	A-H17-LG B-H17-LG B-H17/SW-LG C-H17-LG C-H17/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37 R-57 R-57	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca Normal Semi-Reflector Blanca de Alta Emisión Semi-Reflector	89 89 89 89 89	292 292 292 324 324	177 177 177 217 217	21500 21000 24000 21000 24000	13000 16200 19700 15000 20100
430 Watts 6,6 Amperes H41-24 CO H41-24 GL/C H41-24 GL/W	A-H24-LG B-H24-LG B-H24/SW-LG	BT-37 BT-37 BT-37	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	65 65 65	292 292 292	177 177 177	20000 18500 22000	14500 14100 16000
700 Watts H35-18 NA H35-18 ND/C H35-18 ND/W	A-H18-LG B-H18-LG B-H18/SW-LG	BT-46 BT-46 BT-46	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión	127 127 127	368 368 368	241 241 241	37000 36000 41000	31000 30000 32000
1000 Watts H34-12 GV H34-12 GW/C H34-12 GW/W H34-12 GW/R H34-12 KY/C H34-12 KY/W H36-15 GV H36-15 GW/C H36-15 GW/W H36-15 GW/X H36-15 KY/C H36-15 KY/W H36-15 PB H36-15 PA/C	A-H12-LG C-H12-LG C-H12/SW-LG C-H12/X-LG D-H12-LG D-H12/SW-LG A-H15-LG B-H15-LG B-H15/SW-LG B-H15/X-LG D-H15-LG D-H15/SW-LG R-60 R-60	BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 BT-56 R-60 R-60	Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Luz Blanca Normal Semi-Reflector Blanca de Alta Emisión Semi-Reflector Claro Blanca Normal Blanca de Alta Emisión Blanca de Luz Blanca Normal Semi-Reflector Blanca Normal Emisión Semi-Reflector Blanca Normal Mez. Abierta Blanca de Alta Emisión Mez. Abierta	127 127 127 127 127 127 152 152 152 152 152 — —	390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 390 352 352	241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 241 — —	55000 52000 60000 40000 53500 57000 57000 64000 62000 42000 50000 50000 45000 40000	41000 39000 45000 25000 32000 34000 40000 40000 37000 27000 30000 31000 26000
300 Watts H9 X-1	A-H9	F-8 L13	Claro (de un sólo tubo)	1270	1386	—	12200	10000

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económica promedio requiere de una lámpara LIFE GUARD es de 12,000 a 16,000 horas, y la de lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que la distribución haya sido interrumpida, se requiere de los otros tipos de lámparas de 400 w. para su sustitución.

no 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 29000 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.

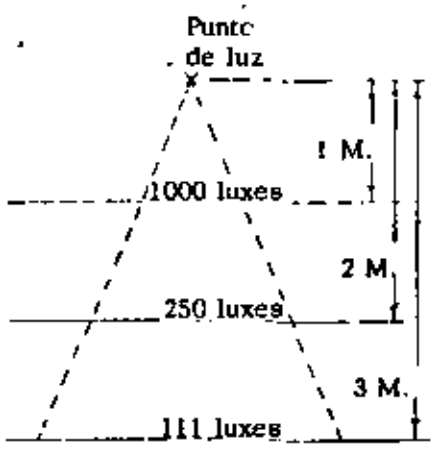
Método de punto por punto.

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:

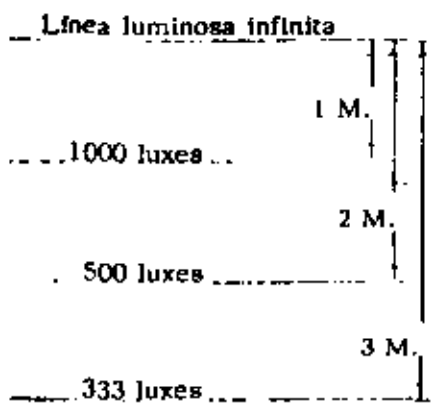
i.- Fuentes puntiformes.- La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.

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.

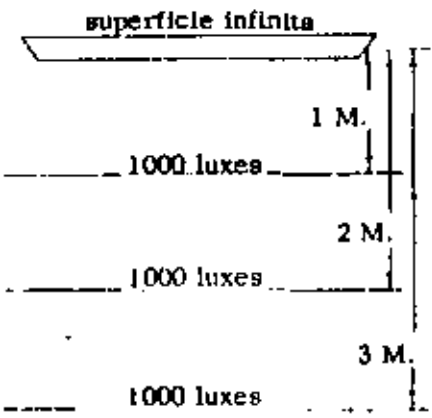
iii.- Fuente superficial de área infinita.- La iluminación no cambia con la distancia. Un grupo panel luminoso, o un techo iluminado por medios totalmente indirectos se aproxima a esta condición, y dentro de ciertos límites



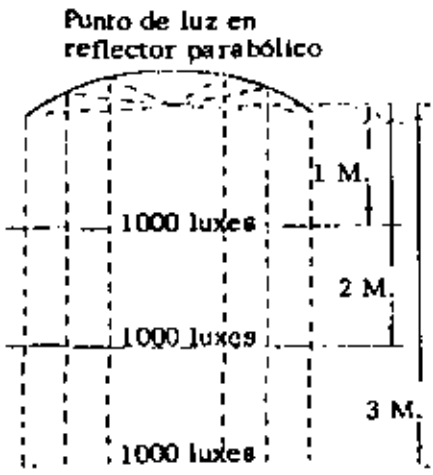
1. - Fuentes puntiformes



II. - Fuentes lineales de longitud infinita.



III - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

res, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

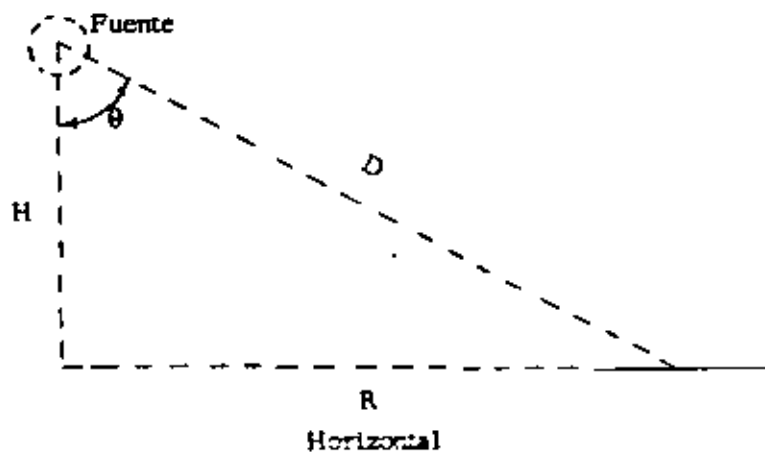
iv. - Haz paralelo de luz. - La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo. - 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

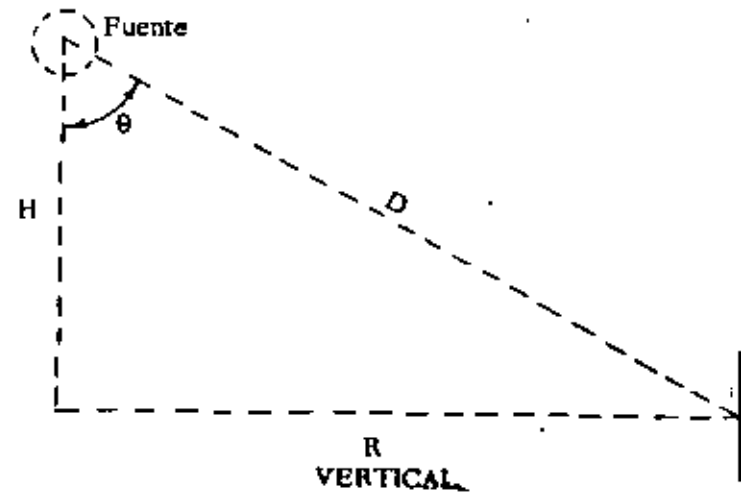
podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud razonable la iluminación, 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:

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

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:

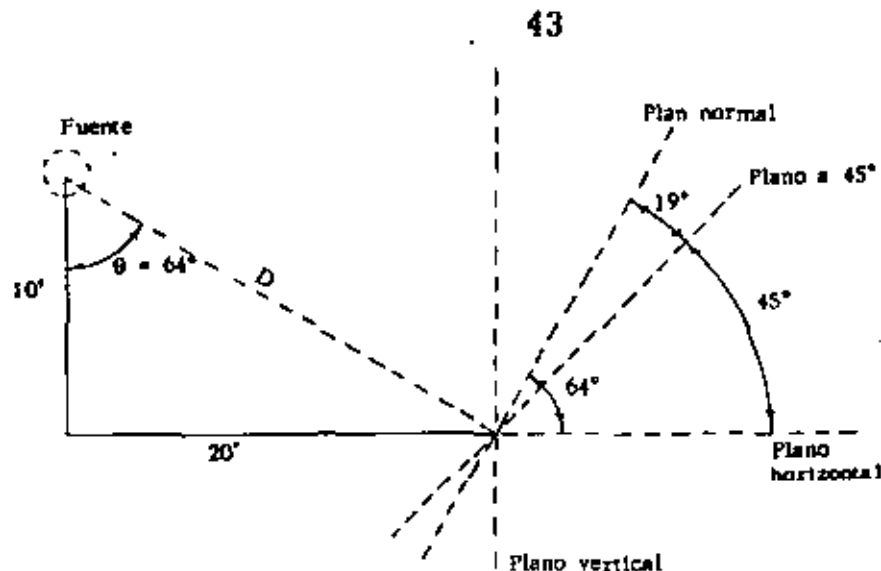
Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determinese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.



Cálculos:

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

$$\theta = 64^\circ$$

$$E_n = 10/d^2 = 100/500 = 2 \text{ bujías-pie.}$$

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

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

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

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

Cargas de alumbrado arquitectónica.

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

Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

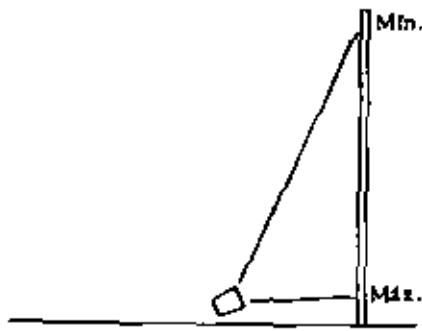
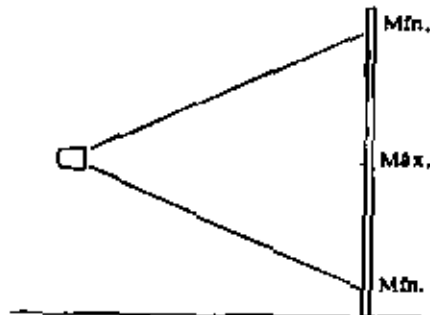
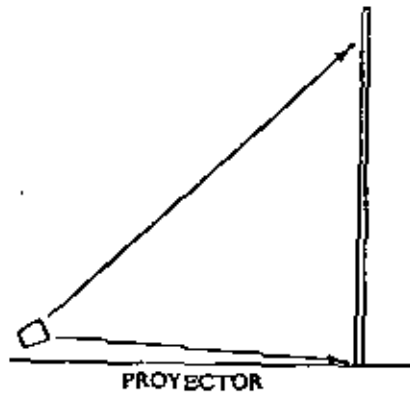
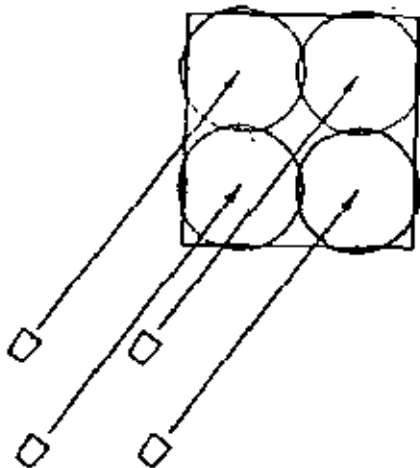
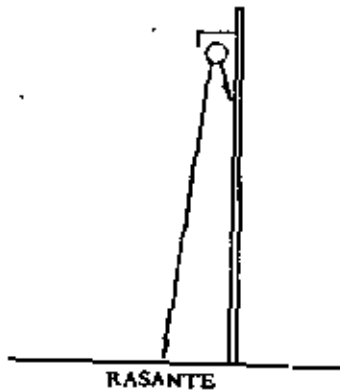
- Con proyectores.
- Rasante.

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 anterior es el ocultar la fuente de iluminación.

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

45



46

Las cargas de aparatos pueden ser:

- * Definidas
- * Indefinidas

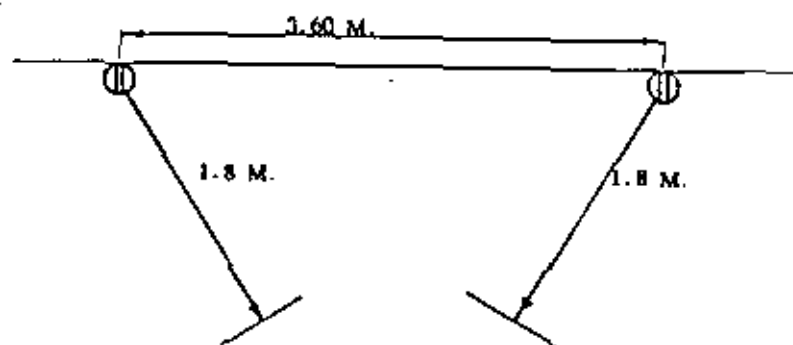
Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

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

47



$S < 40 \text{ M}^2$: 1 contacto / 3 M.
 $S > 40 \text{ M}^2$: 8 contactos + 3 contactos cada 40 M^2

48

	WATTS TÍPICOS	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 contactos.

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 espaciamento 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 espaciamento 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.

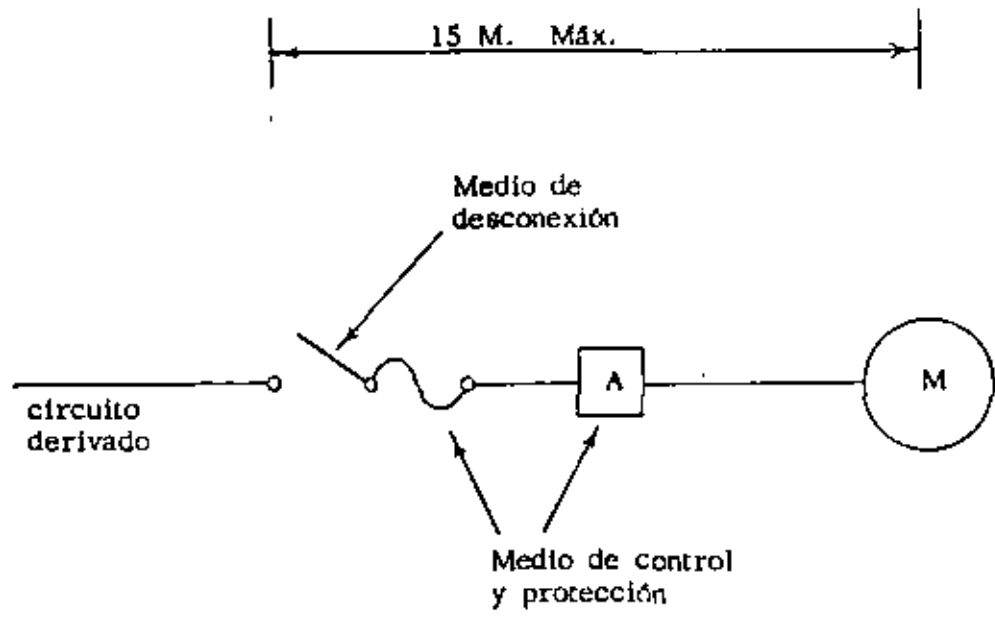
La localización de estas cargas deberá ser accesible para su montaje, su servicio y su operación

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.

Tabla de calculo de niveles luminosos por el sistema "PUNTO POR PUNTO"

Números superiores: Angulo entre la direccion de la luz y el eje vertical.
 Números inferiores: LUX sobre el plano horizontal para la intensidad luminosa de la fuente en esa direccion.

Distancia horizontal al eje de la fuente luminosa (m)	LUX POR CADA 100 Candelas													
	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
0.60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
0.90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1.80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2.45	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3.65	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3.95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4.55	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4.90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5.80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Distancia horizontal al eje de la fuente luminosa (m)	LUX POR CADA 100 Candelas													
	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
6.40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6.70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
7.60	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
8.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
9.15	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
10.05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11.00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12.20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13.70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
15.25	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
16.75	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
18.30	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
21.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
24.40	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
30.50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
38.10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
45.70	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
53.35	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
60.95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

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 multiplicacion encontrado al utilizar la tabla el reverso la altura de la fuente luminosa se lee 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.

	DISTANCIA HORIZONTAL AL VERT. 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	10.65	12.20	15.25
	LUX POR CADA 100 Candelas													
0.60	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.90	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
1.20	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
1.50	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
1.80	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
2.10	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
2.45	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
2.75	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
3.05	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
3.35	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
3.65	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
3.95	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
4.25	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
4.55	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
4.90	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
5.20	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
5.50	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
5.80	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
6.10	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

Nota: De la forma luminosa sobre la superficie se obtiene

	DISTANCIA HORIZONTAL AL VERT. DE LA FUENTE LUMINOSA (m.)																		
	6.40	7.00	7.60	8.25	9.15	10.05	11.00	12.20	13.70	15.25	16.75	18.30	21.35	24.40	30.50	36.10	45.70	53.35	60.95
	LUX POR CADA 1000 Candelas																		
6.40	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7.00	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
7.60	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
8.25	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
9.15	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
10.05	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
11.00	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
12.20	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
13.70	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
15.25	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
16.75	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
18.30	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
21.35	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
24.40	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
30.50	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
36.10	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
45.70	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
53.35	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
60.95	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

Nota: De la forma luminosa sobre la superficie se obtiene

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 al revés; la altura de la fuente luminosa se lee sobre la escala de distancias horizontales, etc.

NIVELES de Iluminación, para locales interiores que recomienda la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación, A.C. — Illuminating Engineering Society. — Mexico Chapter., como resultado de las reuniones que para tal objeto se llevaron a cabo en el Auditorio del edificio número 2 de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en la Unidad Profesional del Instituto Politécnico Nacional en Zacatenco, D. F., en las cuales estuvieron presentes los representantes de diversas Instituciones, Dependencias Oficiales y Compañías interesadas en la buena iluminación.

COMITE:

ING. RODRIGO GUERRERO ESCOLANO.
 ING. ENRIQUE VENEGAS SANDOVAL
 ING. EDMUNDO MORALES SILVA
 ING. ABEL GARCIA OROPEZA
 DIRECTOR DE DEBATES DE LA MESA REDONDA
 ING. OCTAVIO SANCHEZ HIDALGO B.

La primera columna lleva por encabezado I.E.S. 99% y está formada por los niveles de iluminación determinados por la teoría del Dr. H.R. Blackwell, publicados por el I.E.S. Lighting Handbook edición 1959, con las consiguientes características: un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo. Entendiéndose por 5 asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales de un objeto, que puede hacer una persona por un segundo.

La segunda columna S.M.I.I. 95%, está formada por los niveles de iluminación con un rendimiento visual de 85% y las otra 5 asimilaciones por segundo. Esta columna se determinó por medio de un divisor de conversión, que fue encontrado después de hacer interpolaciones entre curvas dadas por el Dr. Blackwell, para 3 asimilaciones por segundo y para 10 asimilaciones por segundo; usando como parámetro valores de brillantez (B) expresados en footlamberts y rendimientos visuales en porciento.

Con estos factores se sacaron los valores apropiados de brillantez (B) para cada tarea visual, teniendo ya estos valores se tomó como divisor común el valor de (B) para 99% de rendimiento visual y como divisor los valores de (B) para cada rendimiento visual requerido. En este caso se acordó un 95% de rendimiento visual, para recomendar como valor mínimo en actividades que ocasionalmente se desarrollan bajo iluminación artificial, con lo que se baja la iluminación a valores aplicables en forma económica en México, sin que se provoque con ello niveles de iluminación que causarían cansancio visual a las personas que trabajan en estos focales y que desarrollan una determinada tarea visual y al mismo tiempo no bajan mucho esos valores, ya que de hacerse así, la eficacia del personal bajaría en igual proporción que los rendimientos visuales.

El divisor de conversión es 1.75.

En los casos en que el valor de la S.M.I.I. 95% y el del I.E.S. 99% son iguales, significa que es el valor mínimo que se debe recomendar.

INDICE

- | | |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1. EDIFICIOS INDUSTRIALES | 5. AREAS COMUNES |
| 2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS | 6. ALUMBRADO EXTERIOR |
| 3. HOSPITALES | 7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS |
| 4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS | 8. ALUMBRADO DE TRASPORTES. |

	LUXES I.E.S. 99%	LUXES S.M.I.L. 93%		I.E.S. 99%	S.M.I.L. 93%
EDIFICIOS INDUSTRIALES			EMPAQUETADORAS DE CARNE		
ACERO (Véase Hierro y Acero)			Moladero (Razón)	300	200
ACUMULADORES, MANUFACTURA DE			(Limpiado, desmolido, curado, molendas, en leño y enrocado)	1000	600
Moldeado celdas	500	300	ENCUADERNACION		
ARCILLA Y CEMENTOS, PRODUCTOS DE			Doblado, ensamblado, empaste, cortado, pñ- zonado y cocido	700	400
Molienda, prensa filtrado, hornos de secado, vaciado y devorado	300	200	Grabado en resaca e inspección	2000a	1100a
Esmalado, pintura y vidriado (Trabajo burdo)	1000	600	ENLATADORAS DE CONSERVAS		
Pintura y vidriado (Trabajo fino)	3000a	1700a	Clasificación usual:		
AUTOMOVILES, MANUFACTURA DE			Jitomates	1000	600
Ensamblado bestidor	500	300	Otras muestras	500	300
Ensamblado Chasis	1000	600	Clasificación por color (cuantos de cortado)		
Ensamble final e inspección	2000a	1100a	Preparación:		
Manufactura carrocerías:			Selección preliminar:		
Ensamblado	1000	600	Chavacanas y duracos	500	300
Partes	700	400	Jitomates	1000	600
Acabado e inspección	2000a	1100a	Aceitunas	1500	900
AVIONES, MANUFACTURA DE			Cortado y picado	1000	600
Partes:			Selección final	1000	600
Producción	1000	600	Enlatado:		
Inspección	2000a	1100a	Enlatado en bandas sin fin	1000	600
Acabado de piezas:			Enlatado convencional	1000	600
Teledrado, remachado y apretado de torni- llas	700	400	Empacado a mano	500	300
CUARTO PINTURA	1000	600	Aceitunas	1000	600
Trazado sobre aluminio, formado partes pe- queñas del fuselaje y alas	1000	600	Inspección de muestras enlatadas		
Soldadura:			Manejo de muestras		
Iluminación general	500	300	Inspección	2000a	1100a
ILUMINACION LOCALIZADA	10000	6000	Etiquetado y empaqueo	300	200
Subensamblado:			ENSAMBLADO		
Tren de aterrizaje, fuselaje, secciones, alas y otras partes grandes	1000	600	Tanco, fácil de ver	300	200
ENSAMBLADO FINAL			Tanco, difícil de ver	500	300
Colocación de motores, hélices, secciones ala y tren de aterrizaje	1000	600	Medio	1000	600
Inspección de lo nave ensamblado y su equipo	1000	600	Fino	5000	3000
Reparación con máquinas herramientas	1000	600	Entrefino	10000	6000
ASERRADEROS			ENSAYOS O PRUEBAS		
Clasificación de la madera	2000	1700	General	500	300
AZUCAR, REFINERIAS DE			Instrumentos, estándares, escalas, etc.	2000a	1100a
Clasificación	500	300	EQUIPO ELECTRICO, MANUFACTURA DE:		
Inspección color	2000	1100	Impregnado	500	300
CAJAS DE CARTON, MANUFACTURA DE			Aislado, embobinado	1000	600
Area general de manufactura	500	300	Pruebas	1000	600
CARBON, VERTEDORES DE			EXSTRUCTURAS DE ACERO, MANUFACTURA		
Quebradoras, cortidos y limpiado	100	60	EXPLOSIVOS, MANUFACTURA DE		
Selección	3000a	1700a	FORJADO, TALLERES DE		
CARPINTERIAS			FUNDICIONES		
Trabajo burdo de banco y sierra	300	200	Templado (Manten)	300	200
Encolado, cepillado, lijado, trabajo de mar- ca de calidad en máquinas y banco	500	300	Limpiado	300	200
Trabajo fino de máquina y banco, lijado y acabado fino	1000	600	Hechura de coronas:		
CERVECERAS, INDUSTRIAS			Finos	1000	600
Elaboración y lavado de barriles	300	200	Medianos	500	300
Llenado (de botellas, taras, barriles)	500	300	Inspección:		
CUARTOS DE CONTROL (Véase Plantas Ge- neradoras)			Fino	5000a	3000a
DULCES INDUSTRIAS			Mediana	1000	600
Departamento de Chocolate:			Moldeo:		
Descascarado, selección, extracción, de acei- ta, quebrado y refinación, alimentación	500	300	Mediano	1000	600
Limpieza del grano, selección inmersión, empaqueo y envoltura	500	300	Grande	500	300
Molienda	1000	600	Colado	500	300
Elaboración de crema:			Selección	500	300
Mezclado, cocción y moldeado	500	300	Cubierta	300	100
Pastillas de goma y jaleas	500	300	Desmolde	300	200
Decoración a mano	1000	600	GALVANOPLASTIA		
Caramelos:			GARAGES AUTOMOVILES Y CAMIONES		
Mezclado, cocción y moldeado	500	300	Taller de Servicio		
Corte y selección	1000	600	Reparaciones	1000	600
Elaboración de pesos y envoltura	1000	600	Areas activas de tráfico	200	100
			Garages para estacionamiento:		
			Entrada	500	300
			Espacio para circulación	100	100
			Espacio para estacionamiento	50	50
			GRANJAS		
			Estable y Galpón	100	100
			GRABADO (CIRA)		
				2000a	1100a

	I.E.S. 99%	S.M.I.L. 95%
QUINTAS, MANUFACTURA DE		
Planchado y cosido	3000e	2000e
Telas y confección	1000	600
Cosido y confección	3000e	3000e
MANGARES		
Service en operación (concreto)	1000	600
HIELO, FABRICA DE		
Corte de concretos y máquinas	200	100
HIERRO Y ACERO, MANUFACTURA DE		
Movimiento de vapor		
Plano de aluminio	100	60
Plano de carga	200	100
Rebaldado en estado		
Ferros en estado	200	100
Metaformas de acero	300	200
Plano de metal	50	30
Calado	300	200
Almacenamiento de caladas	100	60
Seguro de pimiento	100	60
Seguros, otros	300	200
Plano de aluminio	200	100
Plano de Osmos	100	60
Edificio de acero	300	200
Edificio de Concreto	100	60
Bolsa corporativa	100	60
Tableros de laminación de:		
Lingotes, planchas, soleras y láminas en caliente	300	200
Laminación en frío de placas	300	200
Telas, tejido aluminado	500	300
Ferros estructurales y planchas	300	200
Tableros de laminación de Hojalata:		
Estados y galvanizados	300	200
Laminación en frío	500	300
Corte de estado y máquinas	300	200
Inspección:		
Rebaldos de hierro negro, lingotes y barras	1000	600
Hojalata y otras superficies brillantes	1000	600
HULE, PRODUCTO DE		
Preparación de la materia prima:		
Plasticación, molinera y Banbury	300	200
Prensado en cámara	500	300
Preparación de la tela:		
Cortado y construcción de cajas	500	300
Productos por extrusión	500	300
Productos molineros y vulcanización	500	300
Inspección	2000e	1100e
LABORES, MANUFACTURA DE		
Pala, carne, aceites de jabón y detergentes en polvo	300	200
Trasquilado, aceites y empaque, llenado y detergentes en polvo	500	300
LACTEOS, PRODUCTOS		
Industria láctea		
Corte materia y almacén, barriles	300	200
Barriles	500	300
Lavadores lácteos		
Lavadores, otros	300	200
Equipos refrigeración	300	200
Llenado: lácteos	1000	600
Máquinas y partes de medidas (sobre carótidos)	300	200
Laboratorios	1000	600
Pasturizadores	300	200
Espectáculos y otros refrigerados	300	200
Tanques, otros	500	300
Termómetros (sobre carótidos)	300	200
Cuerpo para peso (iluminación graf.)	300	200
Básculas	700	400
LAMINA DE FIERRO Y ACERO, TRABAJOS EN:		
Planos, galvanizados, maquinados, trabajos mecánicos de fondo	300	200
Perforados y rebaldados	500	300
Inspección exterior y galvanizado	2000	1100
Trucos	2000	1100

	I.E.S. 99%	S.M.I.L. 95%
LAVADO Y PLANCHADO, INDUSTRIAS DE.		
Checkado y selección	500	300
Lavado en seco, húmedo y vaporizado	500	300
Inspección y desmanchado	3000e	3000e
Composturas y modificaciones	2000e	1100e
Planchado	1500	900
LAVANDERIAS		
Lavado	300	200
Planchado de blancos, pesado, hacer listas, mercado	500	300
Planchado a máquina y selección	700	400
Planchado fino a mano	1000	600
LLANTAS DE HULE Y CAMARAS:		
MANUFACTURA DE		
Preparación materia prima:		
Plasticación, molinera y Banbury	300	200
Prensado en calandra	500	300
Preparación de la tela:		
Cortado y construcción de cajas	500	300
Máquinas para las cámaras y recubrimiento	500	300
Construcción de llantas:		
Llantas sólidas	300	200
Llantas neumáticas	500	300
Departamento de vulcanización:		
Cámaras y llantas	700	400
Inspección final	2000e	1100e
Envoltura	500	300
MOLINOS DE HARINA		
Rodillos, carnidores, purificadores	500	300
Empacado	300	200
Control de producción	1000	600
Limpieza, cargadores, andenes, tolvas	350	200
PAN, INDUSTRIAS DE		
Cuerpo de molido	500	300
Cuerpo de fermentado	300	200
Formado:		
Pan blanco	300	200
Pastelillos y pan dulce	500	300
Cuornos de hornos	300	200
Relleno y otros ingredientes	500	300
Decorado:		
Mecánico	500	300
Manual	1000	600
Básculas y termómetros	500	300
Envoltura	300	200
PAPEL, MANUFACTURA DE		
Bastidores, molinos, calandras	300	200
Acabado, cortado, recorte y máquinas para hacer el papel	500	300
Cortado a mano, lado húmedo de el máquina de papel	700	400
Carreta máquina de papel, inspección y laboratorio	1000	600
Enrollado	1500	900
PIEL, MANUFACTURA DE (TENERIAS)		
Limpieza, curtido y batido, peles	300	200
Cortado, desternado y secado	500	300
Acabado	1000	600
PIEL, TRABAJO SOBRE		
Planchado, stenzado y barnizado	2000	1100
Clasificación, igualado, cortado y cosido	3000	1700
PIEDRA, TRITURADO Y CERNIDO DE		
Transportadores de bandas, espaldas de descarga del tiro, cuerpo de tolvas, interior de los depósitos		
Cuerpo de quebradoras primarias, quebradoras auxiliares debajo de los depósitos	100	60
Cernidoras	200	100
PINTURAS, MANUFACTURA DE		
Iluminación general	300	200
Comparación de los mercales con los muestras a patrones	2000	1100
PINTURAS, TALLERES DE		
Pintura por inmersión o baño con pistola de aire, esmalte a fuego	500	300

	I.E.S. 99%	S.M.I.L. 95%
Pulido, pintura ordinaria a mano y decorado, enciado especial y con plantilla	500	300
Trabajo de pinturas a mano.		
abajo fino	1000	600
trabajo extra fino (cerrocerías, pianos)	3000a	1700a
PLANTAS GENERADORES		
Equipo de acondicionamiento de aire, precalentadores y piso de ventiladores, exclusión de cenizas	100	60
Auxiliares, tales de acumuladoras, bombas alimentadoras de calderas, tanques, compresores y área de manómetros	200	100
Plataformas calderas	100	60
Plataformas quemador	200	100
Cuarto de cables, nave de bombas o circuladores	100	60
Transportador carbón, quebradores, alimentadores, basticas, pulverizador, área de ventiladores, torre de transportes	100	60
Condensadoras, piso de aradores, piso evaporador y piso calentadores	100	60
Cuartos de control		
Superficie vertical de los tableros "Simplex" o sección del "Duplex" viendo hacia el operador:		
Tipo A—Cuarto de control largo, 170 cms., sobre el piso	300	200
Tipo B—Control de cuarto ordinario, 170 cms., sobre el piso	300	200
Sección de "Duplex" viéndose desde cualquier ángulo	300	200
Pupitre de distribución (nivel horizontal)	500	300
Áreas dentro de los tableros "Duplex"	100	60
Parte posterior de cualquiera de los tableros (vertical)	100	60
Alumbrado de emergencia en cualquier área	30	20
Tableros despachadores:		
Plano horizontal (nivel de la mesa)	500	300
Superficie vertical ant tablero (125 M. sobre el piso viendo hacia el operador):		
Cuarto despachador sistema de carga	300	200
Cuarto despachador secundario	300	200
Área para tanques de hidrógeno y bixido de carbono	200	100
Laboratorio químico	500	300
Precipitadores	100	60
Casa de rejillas	200	100
Plataforma, sopladoras de hollín o escoria	100	60
Cabezales para vapor y válvulas	100	60
Cuarto de interruptores de potencia	200	100
Cuarto para equipo telefónico	200	100
Túneles o galerías para tubería	100	60
Subestación (parte inferior turbina)	200	100
Cuarto de turbinas	300	200
Área para tratamiento de agua	200	100
Plataformas para visitenias	200	100
PULIDORAS Y BRUÑIDORAS QUIMICA, INDUSTRIA		
Hornos manuales, tanques de hervido, secadores estacionarios, cristalizadores por gravedad y estacionarios	300	200
Hornos mecánicos, generadores y destiladores, secadores mecánicos, evaporadores, filtrado, cristalizadores mecánicos, decolorado	300	200
Tanques para cocción, extractores, coladoras, nitradoras, celdas electrolíticas	300	200
SOMBREROS, MANUFACTURA DE		
Teñido, tensado, galonados, limpiado y refinado	1000	600
Formado, calibrado, realzado, terminado y planchado	2000a	1100a
Cosido	3000a	3000a
SOLOADURA		
Iluminación general	500	300
Soldadura Manual de precisión con arco	10000a	6000a

	I.E.S. 99%	S.M.I.L. 95%
TABACO, PRODUCTOS DE		
Secado, desmondamiento (iluminación general)	300	200
Clasificación y selección	2000a	1100a
TALLERES MECANICOS		
Trabajo burdo de maquinaria y banco	500	300
Trabajo mediano de maquinaria y banco, máquinas automáticas ordinarias, esmerilado burdo, pulido mediano	1000	600
Trabajo fino de maquinaria y banco, máquinas automáticas finas, esmerilado mediano, pulido fino	4000a	3000a
Trabajo extra fino de maquinaria y esmerilado fino	2000a	6000a
TALLERES TEXTILES, ALGODON		
Abridoras, mezcladoras, batientes	300	200
Cardas y esesadoras	500	300
Pabiladoras, veloces, tróculos y cañoneras	500	300
Engañadores y Engomadores:		
Teles crudas	300	200
Mesa lillas	1500	900
Inspección:		
Teles crudas (voltiendas a mano)	1000	600
Arado automático	1500a	900a
Telares	2000	600
Repases y arado a mano	2000a	1100a
TALLERES TEXTILES LANA Y ESTAMORE		
Abridoras, mezcladoras y batientes	300	200
Clasificación	1000a	600a
Cardado, peinado y repemado	500	300
Esarado:		
Hilo blanco	500	300
Hilo de color	1000	600
Tróculos:		
Hilo blanco	500	300
Hilo de color	1000	600
Resacas	500	300
Devanador:		
Hilo blanco	300	200
Hilo de color	500	300
Urdireres:		
Hilo blanco	300	200
Hilo blanco (en el peine)	1000	600
Hilo de color	1000	600
Hilo de color (en el peine)	3000a	1700a
Tejidos:		
Teles blancas	1000	600
Teles de color	2000	1100
Cuarto de teles crudas:		
Quitar nudos de la tela	1500a	900a
Conado	2000a	1700a
Doblado	700	400
Acabado húmedo	500	300
Teñido	1000a	600a
Acabado en seco:		
Despluzado, acondicionamiento y planchado	700	600
Conado	1000	600
Inspección	2000a	1100a
Doblado	700	400
TALLERES TEXTILES SEDA Y SINTETICOS.		
Manufactura:		
Remoñado, teñido fugaz y preparación de torcidos	300	200
Debanado, torcido, redevanado y coneras, torcido de fantasía, engomado:		
Hilo claro	500	300
Hilo obscuro	2000	1100
Urdireres (seda)		
En entizola, finales de carrera, devanadora, lavandera y plegadora	3000	600
Repaso en lios y en el peine	2000a	1100a
Tejido	1000	600
TAPICERIA DE AUTOMOVILES, MUENES, ETC.	2000	600

I.E.S. 99%
S.M.I.L. 95%

58

I.E.S. 99%
S.M.I.L. 95%

TELA, PRODUCTOS DE

Inspección tela	2000a	1000a
Corredo	300a	200a
Costura	500a	300a
Pianchado	3000a	2000a

TIPOGRAFICAS, INDUSTRIAS

Fundición de tipo:

Manufactura matrices, acabado de tipos	1000	400
Preparación de tipos, selección	500	300
Fundición	500	300

Impresión:

Inspección de colores	2000a	1100a
Lineítipos y caritas	1000	400
Formas	700	400
Mesa de formación	1500	900
Corrección de pruebas	1500	900

Electricidad:

Moldeado, reatado, acabado, nivelado, moldes y recorrido	1000	400
Galvanoplastia	500	300

Fotografía:

Grabado al ácido y montado	500	300
Reatado, acabado, pruebas, entintado	1000	600

VIDRIO, FABRICAS DE

Cuadro de Hornos y mezcladoras, prensado, máquinas sopledoras y templado	300	200
Esmaltado, cortado, plateado	500	300
Esmaltado fino, biselado, pulido	1000	600
Inspección, grabado y decoración	2000a	1100a

ZAPATOS DE MULE.

MANUFACTURA DE

Lavado, recubrimiento, molinos de ingredientes	300	200
------------------------------------------------	-----	-----

Barnizado, vulcanizada, colandras, corteado para superior y suelas	500	300
--------------------------------------------------------------------	-----	-----

Rodillos de suelas, proceso de hechura y acabado	1000	600
--------------------------------------------------	------	-----

ZAPATOS DE PIEL.

MANUFACTURA DE

Corteado y costura	3000a	1700a
--------------------	-------	-------

Tablas de corteado	3000a	1700a
Mercedo, doblado, adelgazado, selección, remendada y correedores	3000a	1700a

Costido:

Materiales claros	500	300
Materiales oscuros	3000a	2000a
Hechura y acabado	2000	1100

EDIFICIOS MUNICIPALES.

BOMBEROS Y POLICIA

Pelotas		
Archivos de identificación	1500	900
Celdas y cuartos para interrogatorios	300	200
Bomberos:		
Dormitorios	200	100
Sala recreativa	300	200
Garaje carros bomba	300	200

ESCUELAS

Salones de clase	700	400
Salones de dibujo (sobre rasador)	1000a	600a
Lectura de movimientos de letras (sordo-mudos), pizarrones, costura	1500a	900a

GALERIAS DE ARTE

Iluminación general	300	200
Sobre pinturas (localizado)	300b	200b
Sobre estatuas y otras exhibiciones	1000c	600c

IGLESIAS

Altar, retablos	1000a	600a
Coro (O) y presbiterio	300a	200a
Púlpito (iluminación adicional)	300e	200e
Nave principal de la iglesia (iluminación general)	150a	100a

Ventanales empotrados:

Color blanco	500	300
Color mediano	1000	600
Color oscuro	5000	3000
Ventanal muy denso	10000	6000

MERCADOS

Bodegas y Cuartos de Almacenamiento		
Activos	200	100
Inactivos	50	30
Carnicerías, Barbacoas, Pastecarías	500	300
Cocinas (Áreas de trabajo)	500	300
Comedores	300	200
Cuartos de máquinas	300	200
Ferretorias y Accesorios eléctricos	500	300
Lavadoras para verduras y frutas	300	200
Mercaderías, vestidos y especerías	500	300
Muebles y artículos para el hogar	500	300
Papeleterías, libros y juguetes	500	300
Plataformas de descarga	200	100
Sanitarias y baños	100	100
Verduras, frutas, flores y plantas	100	300

MUSEOS (Véase Galerías de Arte)

OFICINAS

Proyectos y diseños	2000	1100
Contabilidad, auditoría, máquinas de contabilidad	1500	900

Trabajos ordinarios de oficina, selección de correspondencia, archivo activo o continuo	1000	600
Archivo intermedio o discontinuo	700	400

Sala de conferencias, entrevistas, salas de descanso, archivos de poco uso o sean las áreas en las cuales no se exige la fijación de la vista en forma prolongada	300	200
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----	-----

PELUQUERIAS Y SALONES DE BELLEZA

	1000	600
--	------	-----

TEATROS Y CINES

Sala de espectáculos		
Durante intermedios	50	30
Durante exhibición	1	1
Vestíbulo	200	100
Sala de descanso (foyer)	50	30

TERMINALES Y ESTACIONES

Salas de espera	300	200
Oficina de boletas	1000	600
Oficina de chequeo equipaje	500	300
Vestíbulo	100	60
Andenes y Plataformas	200	100

3. HOSPITALES

Sala de preparación y anestesia	300	200
Autopista y Anfiteatro:		
Mesa de autopsia	25000	14000
Sala de autopsia (iluminación general)	1000	600

2. OFICINAS, ESCUELAS Y EDIFICIOS PUBLICOS

AUDITORIOS

Para exhibiciones	300	200
Para asambleas	150	100
Para actividades sociales	50	50

BANCOS

Vestíbulo (iluminación general)	500	300
Pagadores, contadores y recibidores	1500	900
Garancía y Correspondencia	1500	900

BIBLIOTECAS

Isla de lectura	700	400
Anequitos	300	200
Reparación de libros	300	300
Archiveros y catalogar	700	400
Mesa chequeadora de salidas y entradas de libros.	700	400

CENTRAL DE BOMBEROS

(Véase Edificios Municipales)

CLUBES

Salas de descanso y de lectura	300	200
--------------------------------	-----	-----

CORREOS

Vestíbulo sobre mesas	300	200
Correspondencia, selección, etc.	1000	600

CORTES DE JUSTICIA

(O TRIBUNALES)

Áreas de clientes (publitas)	300	200
Áreas de actividades propias de la corte	700	400

I.E.S. 99% S.M.I.I. 95%

I.E.S. 99% S.M.I.I. 95%

Anfiteatro (iluminación gral.)	200	100
Central de instrumentos esterilizados.		
Iluminación general	300	200
Afilado agujas	1500	900
Sala de Cistoscópica		
Iluminación general	1000	600
Mesa Cistoscópica	25000	14000
Sala dental:		
Cuarto de espera	300	200
Cirugía dental (iluminación gral.)	700	400
Silla dental	10000	6000
Laboratorio (banco de trabajo)	1000	600
Sala de recuperación	50	30
Sala de electroencefalogramas:		
Oficina	1000	600
Cuarto de trabajo	300	200
Sala de espera	300	200
Sala de emergencia:		
Iluminación general	1000	600
Iluminación localizada	20000	9000
Sala de electrocardiogramas, de metabolismo y de muestras:		
Iluminación general	200	100
Mesa de muestras	500	300
Sala de reconocimiento y tratamiento:		
Iluminación general	500	300
Mesas de reconocimiento	2000	600
Sala para ojos, oídos, nariz y garganta:		
Cuarto oscuro	100	60
Cuarto de reconocimiento y tratamiento	500	300
Sala de fracturas		
Iluminación general	500	300
Mesa de fracturas	2000	1100
Laboratorio:		
Cuartos de ensayo	300	200
Mesas de trabajo	500	300
Trabajos más precisos	1000	600
Vestíbulo	300	200
Salas de reposo	300	200
Cuartos para archivar historias clínicas	1000	600
Sala de Rayos X		
Radiografía y Fluoroscopia	100	60
Terapia superficial y profunda	100	60
Cuarto oscuro	100	60
Sala para ver placas	300	200
Archivos, revelado	300	200
Closet de blancos	100	60
Guarderías infantil:		
Iluminación general	100	60
Mesa de reconocimiento	700	400
Cuarto de juego, pediátrico	300	200
Obstetricia:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	300	200
Sala de preparación	200	100
Sala de partos (iluminación gral.)	1000	600
Mesa para partos	25000	14000
Farmacia:		
Iluminación general	300	200
Mesa de trabajo	1000	600
Almacén activo	300	200
Cuartos privados y salas comunes:		
Iluminación general	100	60
Iluminación localizada (lectura)	300	200
Área para desequilibrados mentales	100	60
Tratamiento con isótopos radioactivos:		
Laboratorio radioquímico	300	200
Mesa de reconocimiento	500	300
Cirugía:		
Cuarto de limpieza (instrumentos)	1000	600
Sala de operaciones, iluminación general	1000	600
Mesa de cirujano	300	200
Mesa de operaciones	25000	14000
Sala de restablecimiento	300	200
Terapia:		
Física	200	100
Ocupacional	300	200

Salas de espera	300	200
Cuarto utilería	200	100
Puesto de enfermeras:		
Iluminación general	300	100
Escritorio	500	300
Mostrador para medicinas	1000	600

4. HOTELES, RESTAURANTES, TIENDAS Y RESIDENCIAS

AUTOMOVILES, SALAS DE EXHIBICION (Véase tiendas)		
CASAS (Véase residencias)		
Alumbrado nocturno:		
Zonas comerciales principales:		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000
Zonas comerciales secundarias		
General	2000	1100
Atracciones principales	10000	6000
COCINAS (Véase restaurantes o residencias)		
ESCAPARATES, (a)		
Alumbrado diurno		
General	1000	600
Atracciones principales	5000	3000
GASOLINERAS		
Área de servicio	300	200
Cuarto de ventas	500	300
Estantes	1000	600
HOTELES		
Recámaras		
Iluminación general	100	60
Para lectura y escritura	300h	200h
Administración	500	300
Vestíbulo		
Áreas de trabajo y lectura	300	200
Iluminación general	100	200
Marquesina	500	300
Joyería y relojes manufactura de		
RESIDENCIAS		
Tareas visuales específicas (1):		
Juegos de mesa	300	200
Cocina (sobre fregadero u otra superficie de trabajo)	500	300
Lavadero, mesa de planchado	500	300
Cuarto de estudio (sobre escritorio)	700	400
Costura	1000	600
Iluminación general:		
Entradas, halls, escaleras y descanso de escaleras	100m	60m
Salas, comedores, recámaras, cuartos de estudio, biblioteca y cuartos de recreo o juego	100m	60m
Cocina, lavandería, cuarto de baño	300	200
RESTAURANTES Y CAFETERIAS		
Área de comedor:		
Cajera	300	300
Del tipo íntimo:		
Con ambiente ligero	100	60
Con ambiente acogedor	30	30
Del tipo ordinario		
Con ambiente ligero	300	200
Con ambiente acogedor	150	100
Del tipo servicio rápido		
Cocina:		
Inspección, etiquetado y precio	700	400
Otras áreas	300	200
SALONES DE BAILES		
TIENDAS (a)		
Áreas de circulación		
Áreas de mercancías:		
Con servicio de vendedores	1000	600
Autoservicio	2000	1100
Mostradores y vitrinas en muro		
Con servicio de vendedoras	2000	1100
Autoservicio	3000	2000

I.E.S. 99% S.M.I.I. 95%

I.E.S. S.M.I.I. LUXES

Ayudaciones principales:
Con servicio de vendedores
Autoservicio

5000 3000
10000 4000

5. AREAS COMUNES

BODEGAS O CUARTOS DE ALMACENAMIENTO

Inactivos	50	30
Activos:		
Piezas toscas	100	60
Piezas medianas	200	100
Piezas finas	300	300
ELEVADORES DE CARGA Y PASAJEROS	200	100
ESCALERAS	200	100
PASILLOS Y CORREDORES	200	100
BAÑOS Y TOCADORES		
Iluminación general	100	60
Espere	300g	200g

Dado que en el curso de 10 años, los niveles de iluminación recomendados por el I.E.S. para Alumbrado Exterior, Areas Deportivas y Transportes, prácticamente no han variado habiendo demostrado durante ese lapso buenos resultados en su aplicación, la Sociedad Mexicana de Ingeniería de Iluminación, A. C. — Illuminating Engineering Society— Mexico Chapter, aprobó recomendar los mismos niveles de iluminación, teniendo presente que los lugares en que se aplican, son servicios públicos y en el caso de los espectáculos deportivos, son de paga y susceptibles de televisarse.

6. ALUMBRADO EXTERIOR

ALUMBRADO DE PROTECCIÓN

Alrededores de áreas activas de embarque	50	I.E.S.
Alrededores de edificios	10	S.M.I.I.
Áreas de almacenamiento activas	300	LUXES
Áreas de almacenamiento inactivas	10	
Entradas:		
Activas (peatones y/o transportes)	50	
Inactivas (normalmente cerradas, no usadas con frecuencia)	10	
Límites de propiedad		
Deslumbramiento por medio de la técnica de protección (Reflectores de dentro hacia afuera)	1.5	
Técnica de iluminación general	2	
Iluminación general áreas inactivas	2	
Plataformas de carga y descarga	200	
Ubicaciones y estructuras de importancia	50	
ASTILLEROS		
Iluminación general	50	
Caminos, sendas	100	
Área de construcción	300	
BANDERAS, ILUMINACION CON PROYECTORES (Véase Tableros para banderas y Carteles)		
CALLES	4	
CAMINOS	4	
CANTERAS	50	
CARBÓN, PATIOS PARA (de protección)	2	
CARRETERAS	4	
DRAGADO	20	
EDIFICIOS		
Construcción general	100	
Trabajos de excavación	20	
ESTACIONAMIENTOS	50	
FACHADAS DE EDIFICIOS Y MONUMENTOS		
Iluminación con proyectores:		
Alrededores brillantes:		
Superficies claras	150	
Superficies media claras	200	
Superficies media oscuras	300	
Superficies oscuras:	300	
Alrededores oscuros:		
Superficies claras	50	
Superficies media claras	100	
Superficies media oscuras	150	
Superficies oscuras	200	

FERROCARRIL, PATIOS DE

De recepción:	2
Clasificación	3
GASOLINERAS:	
Alrededores brillantes:	
Acceso	30
Calzadas para coches	50
Áreas bombas de gasolina	300
Fachadas edificios (de vidrio)	300g
Área de servicio	70
Alrededores oscuros:	
Acceso	18
Calzadas para coches	13
Área bombas de gasolina	300
Fachadas edificio (de vidrio)	100g
Área de Servicio	30
JARDINES (p)	
Iluminación general	3
Senderos, escalones, tajamaes de la casa	10
Parte posterior de la casa, bardas, paredes, árboles, arbustos	70
Flores, jardines entre rocas	30
Árboles y arbustos, cuando se quieren hacer destacar	90
MADERAS PARA CONSTRUCCION, PATIOS DE MUELLES	10
PATIOS DE ALMACENAMIENTO (Activos)	300
PLANTAS GENERADORAS	
Pasarelas	20
Tiradero de ceniza	1
Descarga de carbón:	
Rampa (Zone de carga y descarga)	30
Área almacenamiento chalana	8
Vaciador de cerros	50
Volcador	1
Área de almacenamiento de carbón	20
Transportadores	20
Entradas:	
Edificio de servicio o generación:	
Principal	100
Secundaria	20
Caseta de compuertas:	
Entrada de peatones	100
Entrada transportadores	30
Cerca o alambrada	1
Colectores de entrega del aceite combustible	50
Tanque de almacenamiento aceite	10
Patio descubierta	3
Plataformas-Caldera, cubierta de turbina	30
Caminos:	
Entre o a lo largo de los edificios	19
Que no estén bordeados por edificios	1
Subestación:	
Iluminación general horizontal	20
Iluminación vertical específica (sobre desconectoras)	30
PLATAFORMA DE CARGA Y DESCARGA	200
Interior de los furgones	100
PRESIDIO, PATIOS DE	30
TABLEROS PARA BOLETINES, CARTELES O LETREROS	
Alrededores brillantes:	
Superficies claras	300
Superficies oscuras	1000
Alrededores Oscuros:	
Superficies claras	200
Superficies oscuras	300

7. ALUMBRADO AREAS DEPORTIVAS

ALBERCA	100
Iluminación general desde la planta alta	
Bajo el agua:	
Exterior	1
Interior	1

I.E.S.
S.M.I.I.
LUXES

I.E.S.
S.M.I.I.
LUXES

JUERIA	
bieneo	
Torneo	100
Recreativo	50
Línea de tiro	
Torneo	100
Recreativo	50
BADMINTON	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100
BASEBALL	
Jardines	Cuadro
Ligas mayores	1000 1500
Ligas AA y AAA	500 750
Ligas A y B	300 500
Ligas C y D	200 300
Ligas semi-profesionales y regionales	150 200
Liga menor (Clase I y Clase II)	300 400
Sobre asientos, durante juego	20
Sobre asientos antes y después jg.	50
BASKETBALL	
Jardines	Cuadro
Universitario y profesional	500
Dentro de Colegios y Secundarias, con espectadores	100
Sin espectadores	200
Recreativo (exterior)	100
BILLARES (sobre mesa)	
Torneo	500
Recreativo	300
Área general	100
BOLICHES	
Mesas:	
Torneo	250
Recreativo	100
B-mos.	
lineo	500
recreativo	300
BOX O LUCHA (ring)	
Campeonato	5000
Profesional	2000
Amateur	1000
En asientos durante el encuentro	20
En asientos antes y después del encuentro	50
CARRERAS	
De motor (autos pequeños o motocicletas)	200
Bicicletas	200
Caballos	200
Perros	300
CROQUET	
Torneo	100
Recreativo	50
FRONTENIS	
Profesional	1000
Aficionados	750
Sobre asientos	50
FRONTÓN O CESTA	
Profesional	1500
Aficionados	1000
Sobre asientos	100
FRONTÓN A MANO	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100
FOOTBALL SOCCER Y AMERICANO	
(Indice. Distancia de la línea de banda a filé más alejada de espectadores)	
Clase I más de 30 Mts.	1000
Clase II entre 15 y 30 Mts.	500
Clase III entre 9 y 15 Mts.	300
Clase IV menos de 9 Mts.	200

Distancia que hay entre los espectadores y campo de juego, es la primera consideración para determinar la clase y cantidad de alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de pago y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el

factor determinante que debe tomarse en cuenta para lo cual se da la siguiente clasificación Clase I para más de 30,000 espectadores Clase II de 10,000 a 30,000 espectadores Clase III de 5,000 a 10,000 espectadores y Clase IV para menos de 5,000 espectadores

GIMNASIOS (Referirse a deportes específicos enumerados en forma separada)

Exhibiciones, encuentros	300
Para recreación y ejercicio general	200
Asambleas	100
Bailes	50
Regaderas y vestidores	100
GOLF, CAMPOS DE PRACTICA	
Iluminación general sobre los "Tees"	100
A 185 Mts.	50
Práctica en los "greens"	100
HOCKEY SOBRE HIELO	
Universitario o profesional	500
Liga amateur	200
Recreativo	100
PATINAJE	
Pista para patines de ruedas	50
Pistas para Patinar sobre hielo (interior o exterior)	50
Lagunas, estanque o área inundada	10
PING-PONG	
Torneo	500
Club	300
Recreativo	200
PLAYAS	
En tierra	10
A 50 Mts. d. el mar (en mar)	30
PLAZA DE TOROS	
En el ruedo	1000
Pasillos, túneles, palcos, gradas	50
SHUFFLE BOARD	
Torneo	100
Recreativo	50
SKIES, RAMPA DE PRACTICA	
Jardines	Cuadro
SOFTBALL	300
Profesional y de campeonato	300
Semi-profesional	200
Ligas Industriales	150
Recreativo	75
TENIS	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

B. ALUMBRADO DE TRANSPORTES.

AEROPUERTOS

Plataforma frente hangares	10
Plataforma frente edificio de la terminal:	
Área de estacionamiento	5
Área de carga	20

AUTOBUSES

Urbanos	300
Foráneos	150

AUTOMOVILES

Sobre plazas	5
--------------	---

AVIONES

Compartimientos pasajeros:	
Iluminación general	50
Lectura (en asientos)	200

BARCOS

Comarales	500
Literas, sobre plano de lectura	150
Especjo, sobre cara	500
Baños	50
Pasillos y corredores	50
Escaleras:	

I.E.S.
LUXES
S.M.I.I.

I.E.S.
S.M.I.I.
LUXES

Pasajeros	100
Tripulación	50
trazado pasajeros	100w
Salas de descanso, pasajeros y oficiales	100w
Cueros de equipamiento tripulación	200
Sobre mesas	300
Comedor pasajeros	100w
Salón comedor, oficiales y tripulación	100
Sobre mesas	150
Bibliotecas	100
Para lectura	300
Salones fumadores	5w
Cubiertas cerradas	100
Peluquería y salón de belleza	200
Sobre la persona	500
Salones de Cocktail y Cantina	50w
Salón de baile	50w
Piscinas, playes interiores	100y
Tiendas	200w
Teatros:	
Durante el espectáculo	1
Intermedia	50
Gimnasios	200
Hospital:	
Sala de operaciones	500w
Sala Jantal	300w
Dispensario	300w
Sala de enfermos	50w
Oficina doctor	200w
Sala de espera	100w
TIRO AL BLANCO	
Sobre al blanco	500w
Línea de tiro	100
Área intermedia	50
Cabina de radio, vestíbulo pasajeros	100w
Mostrador para pasajeros oficina sobrecarga	200
Áreas de navegación:	
monera (sobre puente de mando)	50
Cuarto de mapas	100
Sobre mesa de mapas y cartas de navegación	300
Cuarto del radar	50
Cuarto de giroscopios	50
Cabina de radio	100w
Oficina del barco	200
Sobre escritorios y mesas de trabajo	500
Para teneduría de libros y auditoría	500
Cuarto de registro (cuaderno bitácora)	100
Sobre escritorio	500
Áreas de servicio:	
Gelero	200w
Lavandería	150w
Dispensa	150w
Fregaderos	150w
Preparación comida	200w
Almacén comida (hoy y con refrigerador)	50
Carnicería	150w

Imprenta	300w
Sastrería	500w
Oficinas postales	200w
Vestidores	30
Central telefónica	100w
Cuanto para almacén	50
Áreas de operación:	
Cuarto máquinas (áreas de trabajo)	100w
Cuarto calderas (áreas de trabajo)	100w
Cuarto ventiladores	50
Cuartos grupos Motor-Generador	50
Cuartos de generación y tablero de control	100
Cuarto de montacargas	50
Tableros de control, iluminación vertical:	
Parte alta	300
A 90 cms. desde el piso	100
Cuarto del mecanismo del timón	50
Cuarto de bombas	10
Tablero de medición y control (iluminación vertical):	
Sobre medidores	300
Túnel del eje	30
Bodega seca para cargamento (Unidad de ilumina permanente)	10w
Carga y descarga de cargamento refrigerado	30w
Talleres	200
Sobre trabajo	500
Esconillas de la bodega:	
Área sobre escolilla	50
Área adyacente a la cubierta	30
CARROS DE FFCC, PARA COBREO	
Sultas de correo y cajas para cartas	300
Almacén correo	150
CARROS DE FFCC, PARA PASAJEROS	
Escritura y lectura:	
General	200
Sobre escritorio	500
Sección de baños	
General:	150
Espejo	300
Sanitario	30
Carro comedor	150
Cantina	100
Áreas sociales	200
Escalones y Puertas	100
TRANVIAS Y TROLEBUSES	300
TIRO AL PICHÓN	
Blanco, a 50 Mts.	300w
Línea de tiro, general	100
VOLLEYBALL	
Torneo	200
Recreativo	100
WATER POLO	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

NOTAS

- a. Se puede obtener con la combinación de alumbrado general y alumbrado suplementario especializado, manteniendo las relaciones de brillantes recomendadas. Estas tareas visuales generalmente hacen intervenir la discriminación de los detalles delicados por largos periodos de tiempo y bajo condiciones de contraste reducido. Para dar la iluminación requerida, es necesario usar una combinación del alumbrado general antes indicado más el alumbrado suplementario especializado. El diseño e instalación de estos sistemas combinados no deberá únicamente proveer una cantidad suficiente de luz, sino que también deberá dar la dirección apropiada a la luz, difusión y además protección al ojo humano. Deberá también, tanto como sea posible, eliminar el deslumbramiento directo o reflejado como sombras desagradables.
- b. Las pinturas o cuadros con colores oscuros y con detalles delicados o finos, deberán tener una iluminación de 2 a 3 veces mayor.
 - algunos casos, una iluminación mayor de los 1000 Luxes, es necesario para hacer resaltar la belleza de las estatuas.
- c. La iluminación se puede reducir o aminorar durante el sermón, la introducción o la meditación.
- d. Si los acabados interiores son oscuros (menos de 10% de reflexión), la iluminación será de 2/3 partes del nivel recomendado para evitar altos contrastes en brillantes, como en el caso de las páginas de los libros de salmos o cantos y el medio semiobscura que lo rodea. Es esencial un diseño cuidadoso para evitar brillantes desagradable.

- f. Alumbrado especial, tal que (1) el área luminosa sea lo suficientemente grande para cubrir completamente la superficie que está siendo inspeccionada y (2) la brillantez deberá estar dentro de los límites necesarios para obtener condiciones de contrastes confortables. Esto implica el uso de fuentes luminosas de gran área y relativa baja brillantez en los casos en que la brillantez de la fuente luminosa se considere como un factor principal en vez de las luces producidas en un punto considerado.
- g. Para inspección minuciosa, 500 lúmenes.
- h. Los manuscritos a lápiz y la lectura de reproducción y copias pobres requieren 700 lúmenes.
- i. Para inspección minuciosa, 500 lúmenes. Esto se puede hacer en el cuarto de baño, pero si se tiene un tocador, es necesario un alumbrado localizado para obtener un nivel recomendado.
- j. La superficie especular del material puede hacer necesaria una recomendación necesaria una recomendación especial en la selección y localización del equipo de alumbrado, o alguna determinada orientación del trabajo.
- k. O no menos de 1/5 del nivel de las áreas adyacentes.
- l. La brillantez de la tarea visual debe relacionarse con la brillantez que la rodea.
- m. La iluminación general de estas áreas no necesariamente tiene que ser muy uniforme.
- n. Incluyendo calles y establecimientos cercanos.
- o. (A) Los valores recomendados para iluminación sobre la mercancía o aparadores. El plano en el cual la luz sea más importante puede variar desde el horizontal al vertical. (B) Áreas específicas en las cuales se involucre una difícil visión, se puede iluminar con niveles de iluminación considerablemente más altos. (C) La selección del color de las lámparas fluorescentes es importante. Para una mejor apariencia de la mercancía se puede combinar los sistemas fluorescentes e incandescentes. (D) La iluminación puede hacerse muchas veces no uniforme para hacer resaltar la distribución de la mercancía.
- p. Estos valores están basados en un 25% de reflexión, ya que éste es el promedio de reflexión de la vegetación y superficies exteriores típicas. Estos valores se deben ajustar para las reflexiones de materiales específicos iluminados, para obtener una brillantez equivalente. Estos niveles dan una brillantez satisfactoria cuando son vistos desde interiores o terrazas en penumbra. Cuando son vistos desde áreas oscuras se pueden reducir cuanto menos a la mitad o se pueden doblar cuando se desee un efecto más dramático.

Iluminación promedio recomendada (Lúmenes)

TRANSITO DE PEATONES

CLASIFICACION DE TRANSITO DE VEHICULOS POR HORA

	Muy escaso (Menos de 150)	Escaso (150 a 500)	Mediano (500 a 1200)	Intenso (mas de 1200)
Intenso	6	8	10	12
Mediana	4	6	8	10
Escaso	2	4	6	8

Estos valores están basados en condiciones de reflexión del pavimento muy favorables, del orden de 10%.

Cuando la reflexión sea pobre (del orden de 3%, como en el asfalto) la iluminación recomendada deberá aumentarse 50%. Cuando la reflexión sea raramente alta (20% o más, como en el concreto claro) los valores recomendados pueden reducirse un 25%.

Los valores recomendados se supone que deberán mantenerse en servicio.

Si el mantenimiento es bajo, estos valores deberán aumentarse.

El valor más bajo en cualquier punto de la carretera no deberá ser menor de 1/10 de los valores indicados en la tabla para carreteras con tránsito de vehículos muy escaso y con tránsito de peatones escaso, y no menor de 1/4 de los valores anteriores indicados para todos los demás casos de carreteras.

r. Vertical.

o. 800 lúmenes por metro cuadrado de superficie.

l. 1000 lúmenes por metro cuadrado de superficie.

u. En este espacio se deberá usar alumbrado suplementario con objeto de poder obtener los niveles de iluminación recomendados que requiere cada tarea visual involucrada.

La instalación deberá ser tal, que el nivel de la iluminación pueda ser aumentado por lo menos 400 lúmenes para embarques diurnos.

v. En las áreas públicas, tales como salas de descanso, salones de baile, fumadores, céntricas y comedores, los valores de lúmenes pueden variar ampliamente, dependiendo de la atmósfera, decoración, los decorados interiores y el uso que se vaya a dar a cada uno de estos lugares.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**SISTEMAS DE DISTRIBUCION
MEDIO DE CANALIZACION**

ING. JOSE ANTONIO LOZANO VILLAFARA

FEBRERO, 1982

Medio de canalización

Entendemos por medio de canalización al conjunto de elementos que se necesitan para llevar la energía eléctrica de un punto a otro en el interior de un edificio.

De manera ideal, el transporte de energía deberá hacerse sin pérdidas y en condiciones de absoluta seguridad tanto para las personas como para los equipos, razón por la cual los materiales seleccionados para habilitar una canalización deberán tender al logro de este objetivo.

1.- Elementos que integran un medio de canalización

Un medio de canalización se integra con elementos que cumplan las siguientes funciones:

- 1.1.- Una vía para el paso de la corriente eléctrica con las menores pérdidas posibles (conductor eléctrico)
- 1.2.- Un elemento dieléctrico para aislar el diferente potencial existente entre el conductor y el medio que le rodea, que tenga igualmente capacidad térmica para trabajar en las condiciones impuestas por la disipación de calor debido a las pérdidas del conductor.
- 1.3.- Un elemento que proteja y soporte mecánicamente al conductor y que eventualmente le sirva como medio de clasificación e identificación.

A continuación haremos comentarios sobre cada uno de los distintos elementos que componen una canalización:

1.1.- CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Como elementos conductores se han usado principalmente al cobre y al aluminio, sin embargo es mucho más extendido el uso del cobre obedeciendo su selección a las siguientes razones de conveniencia técnica económica:

- * Disponibilidad en el mercado
- * Alta conductividad eléctrica (base: Cu = 100%, Al = 61%, Ar = 160%)
- * Maleabilidad para permitir manufactura de alambres por procesos continuos de estirado en frío.
- * Posibilidad de construir alambres y cables con alto índice de flexibilidad
- * Sin características magnéticas.
- * Compatibilidad química con los dieléctricos usuales
- * Facilidad para hacer conexiones soldadas o por medios mecánicos
- * Resistencia a la humedad y otros agentes propios del trabajo a la intemperie.
- * Alta temperatura de fusión
- * Posibilidad de obtener alambres de diversos temple por procesos continuos
- * Alta resistencia a la ruptura por tracción.

Desde el punto de vista de las pérdidas, las que pueden ocurrir a un conductor eléctrico están relacionadas con la impedancia del circuito que forma, con la tensión de servicio y con el gradiente dieléctrico del aislamiento.

Pérdidas relacionadas con la impedancia.

Las pérdidas relacionadas con la impedancia se conocen como pérdidas por efecto Joule, las cuales se cuantifican de la siguiente manera:

Pérdidas por efecto Joule = $W = ZI^2$ (medidas en Watts)
donde:

Z es la impedancia total del circuito (medida en ohms)

I es la corriente (medida en amperes)

Como sabemos, a la frecuencia comercial de 60 CPS, la componente más significativa del valor de la impedancia (medida en ohms) es la resistencia eléctrica cuyo valor depende directamente del metal conductor, de la temperatura de funcionamiento del cable, de la forma de la sección transversal del conductor, de su proximidad con otros conductores vecinos corriendo en trayectorias paralelas y de la frecuencia del sistema, aunque como se verá más adelante, los parámetros más significativos son la resistividad del metal y la temperatura de funcionamiento del sistema.

1.1.1.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA

Resistencia de un conductor

Como es conocido, la resistencia de un conductor está dada por la fórmula fundamental:

$$R_{20} = \rho_{20} \frac{l}{A} \quad \text{--- (1)}$$

Donde: ρ_{20} = Resistividad del conductor en ohms cm^2/km
(Para el cobre, a 20 °C, $\rho_{20} = 17.24$ ohms cm^2/km .)
 l = Longitud del conductor en km.
 A = Sección transversal del conductor en cm^2

Aumento de resistencia con la temperatura

Para temperaturas superiores a 20 °C, la resistencia varía de acuerdo con la siguiente expresión:

$$R_T = R_{20} [1 + \alpha_{20} (T - 20)] \quad \text{--- (2)}$$

Donde: R_T = Resistencia en ohms a la temperatura T
 α_{20} = Coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura.
(Para el cobre, $\alpha_{20} = 0.0039$)

Resistencia óhmica de un cable a la C.B.

En las fórmulas 1 y 2 y tomando en cuenta que si el conductor es un cable formado por varios hilos, obtendremos:

$$R_{CB_T} = \frac{\rho_{20}}{A_R} [1 + \alpha_{20} (T - 20)] (1 + K_c) \quad \text{--- (3)}$$

Donde: A_R = Sección real del conductor que corresponde a la suma de las secciones de los hilos elementales que lo constituyen (en cm^2)
 K_c = Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de calentamiento y que varía de 0.015 para cuerdas rígidas -- hasta 0.04 para cuerdas flexibles.

Sustituyendo en la ec. (3) el valor numérico de ρ_{20} y considerando que aproximadamente $\alpha_{20} = 0.004$, obtendremos la fórmula práctica (para conductores de cobre) de:

$$R_{CB_T} = \frac{17.24}{A_R} \left[1 + 0.02 \left(\frac{T - 20}{5} \right) \right] (1 + K_c) \quad \text{--- (4)}$$

NOTA

En esta fórmula estamos considerando que la conductividad del cobre es del 100%. En caso de utilizar materiales con otro valor de conductividad, el valor de ρ_{20} se debe modificar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\rho_{20} = 17.24 \frac{100}{\text{Conductividad real}}$$

Resistencia óhmica de un cable a la corriente alterna

La resistencia que ofrece un conductor al paso de la corriente alterna es mayor que la que ofrece al paso de la corriente directa. Este aumento de resistencia es debido a dos causas:

a).- El efecto piel, que consiste en un adensamiento de la corriente hacia la superficie externa del conductor debido al campo electromagnético que se establece en torno al eje del conductor mismo.

b).- El efecto de proximidad, que consiste en un adensamiento de la corriente en la parte del conductor vecina a otro conductor que transporta corriente en sentido contrario, debido a la sobreposición de los campos magnéticos existentes en torno a cada uno de los dos conductores considerados.

EFECTO PIEL

El incremento de resistencia debido al efecto piel está dado por

$$\Delta R_o = R_{CB} \cdot F(x_o) \quad \text{--- (5)}$$

Donde: $F(x_o)$ es el valor de la función $F(x)$ para el caso que $x = x_o$, siendo

$$x_o = 0.05034 \sqrt{\frac{f \cdot K_c}{R_{CB}}} \quad \text{--- (6)}$$

f = frecuencia, en CPS

k_1 = coeficiente que depende de la construcción del reactor (ver tabla 2).

Como el cálculo de $f(x)$ implica funciones de Bessel y resulta impráctico efectuarlo cada vez, ya se han calculado ciertos valores que se reportan en la TABLA 1.

EFEECTO DE PROXIMIDAD

El efecto de proximidad puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$\Delta R = R_{\text{cal}} \cdot f(x_1) \cdot \left(\frac{d_c}{A}\right)^2 \cdot \left[\frac{1.18}{f(x_1) + 0.27} + 0.212 \left(\frac{d_c}{A}\right)^2 \right]$$

Donde: $f(x_1)$ = valor de $f(x)$ para $x = x_1$

d_c = Diámetro del conductor

A = Distancia interaxial entre conductores (Distancia media geométrica)

$$x_1 = 0.0504 \sqrt{\frac{f \cdot k_1}{R_{\text{cal}}}}$$

(ver tabla 2 para el valor de k_1)

TABLA 1 VALORES DE LA FUNCIÓN $f(x)$

x	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75
$f(x)$	0.0000	0.0000	0.0003	0.0017	0.0052	0.0126	0.0258	0.0470
x	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75
$f(x)$	0.0792	0.1207	0.1754	0.2417	0.3181	0.4124	0.4920	0.5545
x	4.00	4.25	4.50	5.00				
$f(x)$	0.6779	0.7700	0.8428	1.0427				

Para valores de x mayores de 5, tendremos que:

$$f(x) = \frac{x}{x \sqrt{2}} \left(1 + \frac{3}{8x^2}\right) - \frac{3}{4}$$

TABLA 2 VALORES DE k_0 Y k_1

TIPO DE CONDUCTOR	k_0	k_1
Cuerda redonda normal	1.0	0.8
Cuerda redonda compacta	1.0	0.6
Cuerda redonda segmental (4 segmentos)	0.435	0.37
Cuerda sectoral compacta	1.0	ver nota

NOTA:

Considerar un efecto de proximidad igual a 1/2 del que resulte para un conductor a cuerda redonda compacta de igual sección.

TABLA 3 DIÁMETROS DE LOS CONDUCTORES

ALAMBRES

Calibre AWG ó NCM	Diámetro s/cobre (mm)	Sección de cobre (mm ²)	Diámetro sobre aislamiento (mm)	
			Td y Td'	Ti:2
14	1.63	2.08	3.25	2.74
12	2.05	3.31	3.68	3.17
10	2.59	5.26	4.22	3.96
8	3.26	8.37	5.72	5.19

CABLES

14	1.84	2.08	3.43	2.96
12	2.32	3.31	3.96	3.44
10	2.95	5.26	4.57	4.32
8	3.71	8.37	6.15	5.64
6	3.91	11.30	7.92	6.60
4	5.89	21.15	9.14	8.38
2	7.42	31.63	10.67	9.91
1/0	9.47	51.48	13.54	12.54
2/0	10.64	67.43	14.70	13.71
1/0	11.94	85.03	16.00	15.00
4/0	13.41	107.20	17.48	16.40
250	14.61	126.70	19.50	18.24
300	16.00	152.20	20.90	19.63
400	18.49	202.60	23.40	22.12
500	20.65	251.10	25.60	24.28

EJEMPLO

Calcular la resistencia ómica de un conductor de cobre cuerda redonda normal calibre 2/0 AWG, forro Td para 600 V a 60 °C

con una longitud de 250 m. y arreglado en un circuito trifásico a tres hilos, balanceado, instalado en tubo conduit.

$$R_{20} = \rho \frac{L}{A}$$

Donde: $R_{20} = 17.24$

$L = 0.25$

$A = 69.43 \text{ mm}^2$ (Tabla 3)

Sustituyendo:

$R_{20} = 0.0659 \text{ ohms}$

Corrigiendo por aumento de temperatura:

$R_{25} = 0.0659 [1 + 0.0039 (60 - 20)]$

Haciendo operaciones:

$R_{25} = 0.0759$

Tomando en cuenta el valor de K_2 (ec. 4) para cuerdas rígidas = 0.015, tendremos que el valor corregido de R_{20} será:

Efecto piel:

$\alpha_p = 0.0004 \sqrt{\frac{60 \times 10^3}{0.075}} = 1.425$

De la tabla 1, $f(x_2) = 0.006$

Por lo tanto: $\Delta R_p = 0.075 \times 1.425 \times 0.006 = 0.00045 \text{ ohms}$

Efecto de proximidad:

$\alpha_p = 0.0004 \sqrt{\frac{60 \times 10^3}{0.075}} = 1.2\%$

de la Tabla 1, $f(x_2) = 0.02$

$d = 10.64 \text{ mm}$ $D = \sqrt[3]{(16.7)^3} = 14.7 \text{ mm}$

De donde: $\Delta R_i = 0.075 \times 0.02 \left[\frac{10.64}{14.7} \right]^2 \left[\frac{1.18}{0.001027} + 0.012 \left(\frac{10.64}{14.7} \right)^2 \right]$

Haciendo operaciones:

$\Delta R_i = 0.0033 \text{ ohms}$

Por lo anterior, el valor de la resistencia en las condiciones de operación descritas en el problema será de:

$R_{\text{real}} = 0.0759 + 0.00045 + 0.0033 = 0.0796 \text{ ohms}$

Como se aprecia de este ejemplo, el aumento de resistencia por efecto piel y por efecto de proximidad (mismos que son funcio-

nes dependientes de la frecuencia) puede ser despreciado para fines prácticos, debido a que la frecuencia de operación de los sistemas de potencia, que es de 60 CPS, no influye de manera decisiva en la modificación de éste parámetro.

Pérdidas relacionadas con la tensión de servicio y el gradiente dieléctrico del aislamiento

Estas pérdidas solamente son apreciables en cables que operan a tensiones mayores de 5 KV, sobre todo aquellos que están provistos de una pantalla electrostática metálica continua y aterrizada en ambos extremos del propio cable.

La potencia activa disipada en el dieléctrico, en forma de calor, vale:

$W_d = w.c. (KV)^2 \cot \phi \times 10^{-3} \frac{\text{watts}}{\text{m}}$

Donde: $w = 2\pi f$

$C =$ Capacidad en $\mu F/\text{km}$

$KV =$ Kilovolts de ejercicio entre conductor y pantalla

$= KV$ entre fases $/\sqrt{3}$ si el sistema es trifásico

$\cot \phi =$ Factor de potencia del dieléctrico

1.2.- DIELECTRICOS

Para fines prácticos, los parámetros que nos importa tener bajo control en un dieléctrico son:

- a.- La rigidez dieléctrica
- b.- La clasificación térmica

Desde el punto de vista de la rigidez dieléctrica, debemos de considerar para tensiones de servicio en fuerza y alumbrado, que por regla general son del orden de 220/127 V. y más escasamente de 440/257 V., que basta con la selección de conductores cuya clasificación dieléctrica sea de 600 V, lo cual nos ha de garantizar una operación satisfactoria siempre y cuando se haya tenido cuidado de no deteriorar los aislamientos durante la instalación de los conductores.

Para tensiones de distribución, superiores a 5KV y hasta 34.5 KV, es importante después de instalar los cables hacer las

pruebas de recepción recomendadas por el fabricante.

Desde el punto de vista térmico, debemos tomar en cuenta que a mayor densidad de corriente sobre una línea determinada, mayor será la temperatura de operación de esa línea debido al efecto de las pérdidas comentado con anterioridad.

En este caso, para selección de aislamiento se presenta un compromiso entre la calidad del aislamiento y la sección transversal de cobre del conductor, pues a una sección dada de cobre le corresponderá mayor temperatura de funcionamiento cuando se le aplique mayor corriente, fenómeno que exigirá el uso de aislamientos de mayor calidad térmica.

Por otro lado, si a misma corriente se utilizan conductores de sección diferente, el de mayor sección operará mas frío y por lo tanto requerirá de un aislamiento de menor clasificación térmica y por lo tanto de costo menor.

Por las razones anteriores, para cada caso será necesario establecer un estudio comparativo que nos permita seleccionar la solución de costo menor.

Colaborando a elevar la temperatura de funcionamiento, aparte de las pérdidas, se encuentra el agrupamiento excesivo de cables, la temperatura ambiente reinante y el método escogido para la instalación de los conductores, pues a mayor libertad de disipación de calor en las tuberías u otros medios de soporte, se podrá hacer un mejor aprovechamiento del cobre.

1.3.- ELEMENTOS DE SOPORTE Y PROTECCIÓN:

Los elementos de soporte y protección de los conductores eléctricos influyen decisivamente en la vida de una canalización eléctrica, tanto por razones de seguridad mecánica como por razones de incremento de temperatura en los conductores conforme se comentó en el párrafo anterior. Por ser motivo de exposición en la 6a. sesión del curso, no se ampliarán los comentarios sobre estos elementos.

CIRCUITOS DERIVADOS Y CIRCUITOS ALIMENTADOS

La diferencia entre circuitos alimentadores y derivados solamente puede establecerse en un diagrama unifilar según sea la posición relativa del circuito dentro del diagrama, lo importante es tener en cuenta que a ambos tipos de circuito se les debe dar un tratamiento similar tanto en su cálculo como en su construcción, con la única diferencia que las densidades de corriente y por lo tanto los calibres o secciones transversales de cobre serán mayores en los circuitos alimentadores que en los circuitos derivados.

Otro punto importante entre circuitos alimentadores y derivados, lo constituye el correcto encadenamiento de protecciones eléctricas, que será motivo de exposición en otra sesión del curso.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORES: CONDICIONES DE DISEÑO

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

FEBRERO, 1982

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 ($R I^2$) 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.

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. 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 70° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	508	4595	20.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0347	13256
1000	AA	37	500	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15600	0.0347	13180
900	B-A	61	458	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14376	0.0385	12630
900	AA	37	458	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14182	0.0385	11856
800	B-A	61	405	3676	26.22	1130	0.0451	17605	0.0449	12812	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	25.30	1090	0.0481	15693	0.0479	12021	0.0463	9942
750	AA	37	380	3448	25.32	1090	0.0481	15150	0.0479	11802	0.0463	9679
700	B-A	61	354.2	3218	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11279	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	10283	0.0534	8509
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10728	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	278.8	2528	21.87	895	0.0658	11701	0.0653	9765	0.0631	7734
550	A-AA	37	278.8	2528	20.65	895	0.0658	11204	0.0653	8759	0.0631	7049
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	840	0.0721	10211	0.0710	7961	0.0594	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	840	0.0721	9957	0.0718	7655	0.0594	6501
450	B-A	37	228.0	2068	19.61	780	0.0802	9276	0.0798	7212	0.0771	5933
450	AA	19	228.0	2068	19.59	780	0.0802	8959	0.0798	7022	0.0771	5933
400	B	37	202.8	1838	18.49	730	0.0902	8310	0.0898	6414	0.0868	5271
400	A-AA	19	202.8	1838	18.44	730	0.0902	8079	0.0898	6328	0.0868	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	4613
350	AA	12	177.2	1609	18.03	670	0.103	6868	0.103	5461	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	3954
250	B	37	128.8	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	4061	0.139	3479
250	A	19	128.8	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3295
250	AA	12	128.8	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3362	0.164	2989
4/0	A-AA	7	107.2	972.2	13.26	480	0.170	4152	0.170	3297	0.164	2789
3/0	B	19	85.0	771.3	11.94	420	0.214	3492	0.214	2708	0.207	2301
3/0	A-AA	7	85.0	771.3	11.78	420	0.214	3341	0.214	2626	0.207	2212
2/0	B	19	67.43	611.4	10.64	360	0.270	2791	0.270	2162	0.261	1825
2/0	A-AA	7	67.43	611.4	10.50	360	0.270	2688	0.270	2105	0.261	1755
1/0	B	19	53.48	484.9	9.45	310	0.340	2222	0.340	1726	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1690	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1768	0.429	1379	0.415	1148
1	A	7	42.41	383.0	8.56	270	0.429	1725	0.429	1342	0.415	1148
1	AA	3	42.41	383.0	9.14	270	0.424	1642	0.424	1306	0.414	1148
2	B-A	7	33.82	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.520	910
2	AA	3	33.82	304.0	8.13	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.87	240.7	6.60	200	0.682	1104	0.682	855	0.657	722
3	AA	3	26.87	240.7	7.26	200	0.682	1070	0.682	832	0.657	722
4	B-A	7	21.15	190.8	5.89	180	0.856	879	0.856	687	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	665	0.825	550
5	B	7	16.78	162.1	5.23	150	1.060	681	1.06	539	1.05	454
5	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	431	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	442	1.73	347	1.67	286
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.180	353	2.18	277	2.10	226
9	B	7	6.78	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10	B	7	5.26	47.73	2.95	65	3.460	223	3.46	176	3.34	142

Las capacidades de los cables están calculadas para 75°C en el conductor, 25°C Temperatura ambiente, 0.5 factor de emisión (cobre opaco), y un viento de 0.6 mts./seg. en dirección 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	
	mms.	pulg.	mms. cuadrados	ms. 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	211,600	953.0	.16552	3693.665	.15467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4098	85.03	167,800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.268	.3648	67.43	133,100	589.0	.26317	2503.418	.36182	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	1672.076	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66,370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.894
3	5.827	.2294	27.67	52,840	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	368.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16,510	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13,090	59.0	2.7028	299.920	2.6897	233.241	2.5988	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	148.589	4.1340	112.496
12	2.053	.08081	3.309	6,530	29.4	5.4202	152.863	5.3806	118.661	5.2102	89.58
13	1.828	.07198	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	56.337
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	28.091
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	24.453	26.4153	17.667
20	.8118	.03198	.5176	1,022	4.60	34.6473	24.530	34.4505	20.2059	33.3021	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404	15.1132	41.9908	11.1132
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7926	12.8134	52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978	10.9899	66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433	9.7561	84.2232	5.7561
25	.4647	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806	8.5677	106.2059	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238	7.3210	133.8956	3.6210
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804	6.2718	168.8730	2.6718
28	.3211	.01264	.08098	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863	5.2775	212.9369	2.2775
29	.2859	.01128	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694	4.577	268.5173	1.857
30	.2546	.01026	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108	4.0220	338.5992	1.4220
31	.2268	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226	3.6581	426.8581	1.1258
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138	3.2006	538.4121	.9006
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621	2.7142	678.6383	.7142
34	.1601	.006305	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419	2.3654	1079.4490	.5654



Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando esta 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 o recocidos.

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

Características Eléctricas
Alambre y Cable Desnudos de Cobre Duro 97.6% Conductividad IACS Unidades Métricas

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Óhmica por Conductor por Kilómetro				Radio Geométrico Medio	Reactancia p.c. Conductor por Km. 60 cps 306 mm. de separación §
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	50°C	20°C	50°C		Inductiva X _L

Sólido

10	1	3.381	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	1.4851	1.330	1.4851	1.6032	0.3957
4	1	0.8363	0.9339	0.8363	0.9339	2.0208	0.3782
3	1	0.6629	0.7407	0.6629	0.7407	2.2708	0.3694
2	1	0.5259	0.5872	0.5261	0.5884	2.5481	0.3610
1	1	0.4169	0.4542	0.4171	0.4545	2.8521	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3582	0.3310	0.3586	3.2128	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3345
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2088	0.2325	4.0508	0.3258
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1656	0.1847	4.5567	0.3170

Cableado

4	7	0.6624	0.9492	0.6524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1888	0.3722
3	7	0.6760	0.7656	0.6766	0.7662	2.3957	0.3654
3	3	0.8898	0.7481	0.8098	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5387	0.5990	0.5382	0.5996	2.6914	0.3586
2	3	0.6310	0.5934	0.5312	0.6947	2.7554	0.3548
1	7	0.4283	0.4753	0.4266	0.4760	3.0208	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3781	0.3377	0.3765	3.5682	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3781	0.3377	0.3765	3.7706	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3768	0.3377	0.3765	3.9833	0.3273
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2387	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8100	0.3304
3/0	13	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	16	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.6902	0.3081
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3340	0.3060
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8168	0.3127
250	19	0.1423	0.1691	0.1432	0.1697	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1691	0.1432	0.1697	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0350	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3368	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5727	0.2899
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8660	0.2861
400	19	0.08697	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.08085	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08085	7.4066	0.2803
500	37	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.9248	0.2752
500	19	0.07120	0.07954	0.07282	0.08096	7.8029	0.2763
550	37	0.06474	0.07214	0.06640	0.07413	8.3210	0.2716
600	37	0.05932	0.06624	0.06120	0.06804	8.8868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05608	0.06333	9.5226	0.2651
700	61	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.4388	0.2619
700	37	0.05085	0.05568	0.05310	0.05919	9.3878	0.2624
750	61	0.04748	0.05280	0.04988	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04748	0.05290	0.04988	0.05558	9.7201	0.2607
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0191	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0279	0.2574
850	37	0.04188	0.04668	0.04456	0.04967	10.3637	0.2560
900	61	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.7290	0.2523
900	37	0.03955	0.04408	0.04237	0.04724	10.6375	0.2530
1000	61	0.03560	0.03968	0.03809	0.04313	11.3031	0.2484
1000	37	0.03560	0.03968	0.03809	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03276	0.03896	12.6157	0.2401
500	61	0.02439	0.02719	0.02786	0.03106	13.8399	0.2332
1750	91	0.02091	0.02331	0.02478	0.02782	14.9500	0.2271
2000	91	0.01830	0.02039	0.02266	0.02515	16.0325	0.2220

* Los valores de resistencia son para dimensiones nominales, conductividad 97.6% 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 normales de manufactura.

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

TABLA I

CABLES DE ALUMINIO (AAC)

Código Mundial	Calibre			Cableado	Diametro Total mm.	Tensión de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km	Peso Kg / Km	Amperes *
	AWG — CM	mm ²	Equie en Cobre	Numero de Alambres y Diametro					
Peachbell	6	13,287	8	7 x 1,554	4 673	252	2 2211	36 4	100
Rose Iris	4	21,156	6	7 x 1 960	5 892	397	1 3949	58 0	140
Pansy	2	33,604	4	7 x 2 473	7 416	606	0 87823	92 7	180
Poppy	1	42,376	3	7 x 2 776	8 131	737	0 69653	116 2	200
Asier	1/0	53,470	2	7 x 3 119	9 347	894	0 55193	146 6	230
Phlox	2/0	67,402	1	7 x 3 502	10 515	1125	0 43786	184 8	270
Osip	3/0	85,011	1/0	7 x 3 931	11 785	1363	0 34716	233 1	300
Snazewort	4/0	107,199	2/0	7 x 4 417	13 258	1719	0 27532	293 9	340
Valerian	250,000	126,678	157,200	7 x 4 800	14 401	2032	0 23298	347 3	450
Daisy	250,000	126,678	157,200	19 x 2 913	14 579	2045	0 23298	347 3	450
Laurel	266,800	135,127	3/0	7 x 4 950	14 884	2165	0 21841	370 5	460
	266,800	135,127	3/0	19 x 3 009	15 062	2177	0 21841	370 5	460
Peony	300,000	151,962	188,700	19 x 3 192	15 976	2404	0 19420	416 7	490
Tulip	336,000	170,409	4/0	19 x 3 380	16 916	2694	0 17319	467 3	530
Daffodil	350,000	177,310	220,000	19 x 3 446	17 246	2803	0 16644	486 3	545
Camaz	397,500	201,369	250,000	19 x 3 675	18 389	3120	0 14656	551 1	590
Goldenfult	450,000	227,943	283,000	19 x 3 909	19 558	3460	0 12947	625 1	640
Comos	477,000	241,617	300,000	19 x 4 023	20 142	3669	0 12214	662 7	670
Yringa	477,000	241,617	300,000	37 x 2 882	20 193	3900	0 12214	662 7	670
Junca	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 2 951	20 650	4086	0 11651	694 7	690
Datura	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
Meadowswar	600,000	303,924	377,000	37 x 3 233	22 631	4808	0 09710	831 5	750
Orchid	636,000	322,177	400,000	37 x 3 329	23 317	5098	0 09160	883 5	750
Heutheza	650,000	329,272	409,000	37 x 3 365	23 571	5211	0 08962	903 0	800
Yerbena	700,000	354,621	440,000	37 x 3 493	24 460	5611	0 08327	977 5	830
Flag	700,000	354,621	440,000	61 x 2 720	24 485	5833	0 08327	977 5	830
Violet	715,500	362,490	450,000	37 x 3 533	24 739	5733	0 08141	994	840
Nasturtium	715,500	362,490	450,000	61 x 2 750	24 765	5964	0 08141	994	840
Pelunha	750,000	379,506	472,000	37 x 3 616	25 323	5897	0 07768	1042	870
Cattail	750,000	379,506	472,000	61 x 2 816	25 349	6128	0 07768	1042	870
Arbutus	795,000	402,738	500,000	37 x 3 723	26 060	6246	0 07328	1104	900
Isiac	795,000	402,738	500,000	61 x 2 900	26 111	6500	0 07328	1104	900
Cockscomb	900,000	455,950	566,000	37 x 3 962	27 736	6926	0 06472	1250	970
Snapdragoh	900,000	455,950	566,000	61 x 3 086	27 787	7212	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
Marweed	1 000,000	506,586	629,000	37 x 4 175	29 235	7693	0 05825	1389	1040
Camelia	1 000,000	506,586	629,000	61 x 3 251	29 260	8051	0 05825	1389	1040
Bluebell	1 033,500	523,546	650,000	37 x 4 246	29 718	7951	0 05637	1435	1060
Larkspur	1 033,500	523,546	650,000	61 x 3 307	29 768	8282	0 05637	1435	1060
Marrigold	1 113,000	563,794	700,000	61 x 3 431	30 886	8917	0 05234	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	33 020	9979	0 04580	1765	1200
Columbine	1 251,500	684,990	850,000	61 x 3 782	34 036	10614	0 04308	1878	1250
Carnelian	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 3 992	35 997	11612	0 03857	2098	1340
Coleopsis	1 590,000	805,605	1 000,000	61 x 4 107	36 931	12247	0 03663	2207	1380
Jessamine	1 550,000	886,230	1 101,000	61 x 4 302	38 735	13471	0 03330	2431	1480
Cowslip	2 000,000	1 012,650	1 260,000	91 x 3 764	41 402	15694	0 02914	2776	1550
Sagebrush	2 250,000	1 139,070	1 415,000	91 x 3 992	43 916	17282	0 02590	3156	1650
Lupine	2 500,000	1 265,490	1 570,000	91 x 4 208	46 304	19232	0 02332	3504	1770
Bitterroot	2 750,000	1 391,910	1 730,000	91 x 4 414	48 564	21137	0 02120	3858	1900
Tillium	3 000,000	1 515,750	1 890,000	127 x 3 803	50 698	23042	0 01947	4198	1970
Bluebonnet	3 500,000	1 773,105	2 200,000	127 x 4 216	54 813	26943	0 01664	4958	2050

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

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.

Cálculo de la caída de potencia

Para circuitos trifásicos balanceados:

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

V_R = Caída de potencial 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

$$\text{En por ciento } \% V_R = \frac{R_k \times L / 1000 \times I^2}{V / \sqrt{3}} \times 100 = 0.1732 \frac{R_k \times L \times I^2}{V}$$

Para circuitos monofásicos

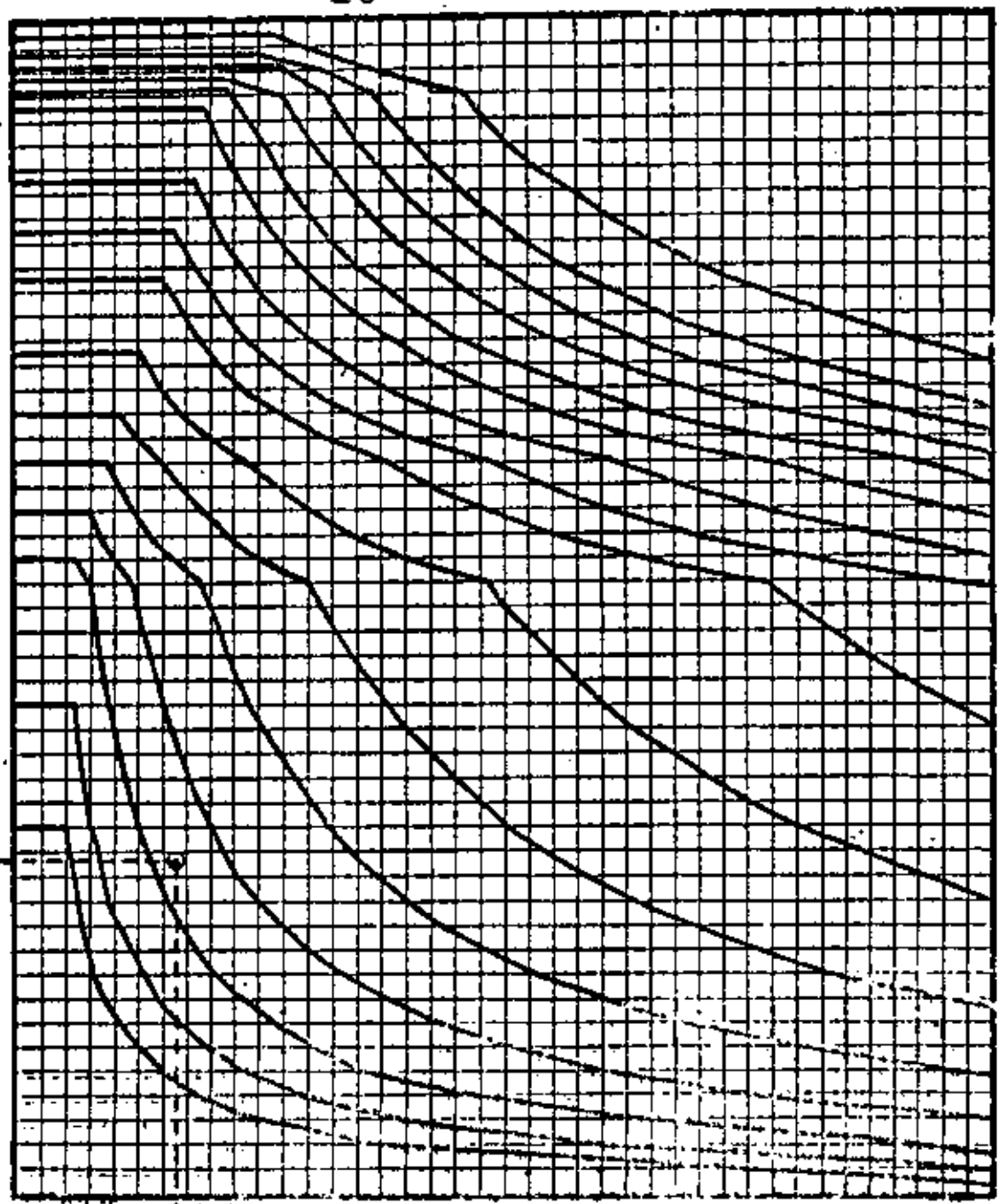
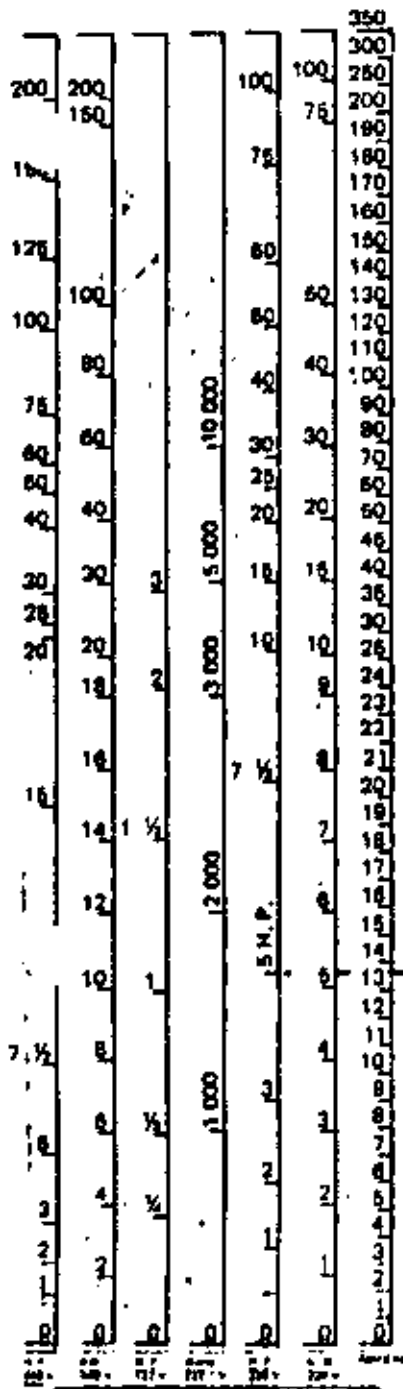
$$V_R = 2 R_k \times \frac{L}{1000} \times I^2$$

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

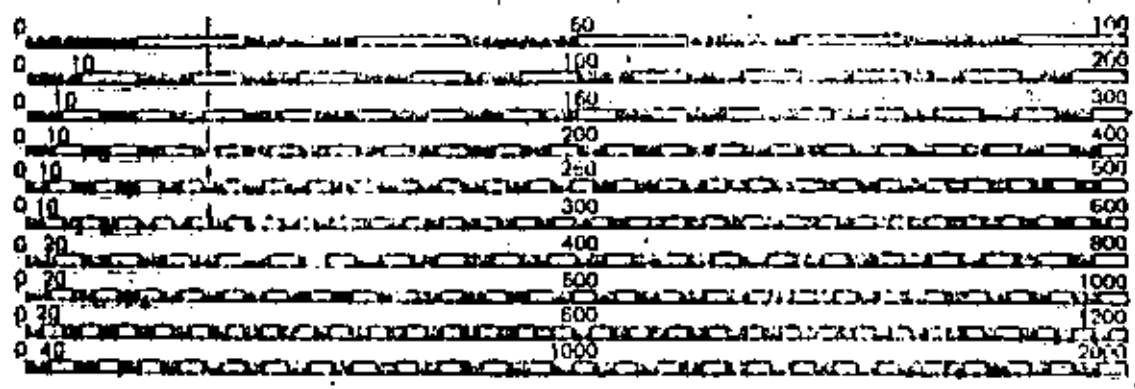
Existen tablas y gráficas que simplifican el cálculo de la caída de potencial

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)



1% 120V	2% 220V	3% 440V
3% 120V	1% 220V	
3% 120V	1.5% 220V	
4% 120V	2% 220V	1% 440V
8% 120V	3.5% 220V	1.5% 440V
	3% 220V	1.5% 440V
	4% 220V	2% 440V
	8% 220V	3.5% 440V
		2% 440V
		4% 440V



Ejemplo:

Para el cálculo del calibre de un conductor de una línea de 100 metros, que alimentara a un motor de 5 H.P. a 220 Volts, 3 Fases, con un 3% en pérdida de voltaje, se localizará en la columna correspondiente a H.P., y 220 Volts el valor de E, y en el cuadro correspondiente a 3 Fases, 3% y 220 Volts, se localizará la longitud de la línea de 100 metros. Se trazan las coordenadas y su punto de intersección se encontrará dentro del área que corresponde al calibre 8 AWG, que será el adecuado para estas necesidades.

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 80	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. ⊕

continúa

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.
			Polietileno		
			Polietileno Vulcanizado.		
			Estireno - Butadieno.		
			Butilo		
	Etileno - Propileno.				
	C (1000V)		Polietileno	No metálica, resistente a la humedad, a los aceites y retardadora de la flama.	
			Polietileno Vulcanizado		
			Butilo.		
	Etileno - Propileno.				
Cable Control y Potencia.	NYY 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 alumbrado en máquinas herramientas.
		90			Locales secos, alumbrado en máquinas herramientas.
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto.	No metálica retardadora de la flama.	Alambrado de tableros de distribución solar.
Termoplástico y malla de fibra.	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama.	Solo alambrado de tableros.
Sintético resistente al calor.	SIS	90	Goma resistente al calor	Ninguna	Solo alambrado de tableros.

continúa

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 retardadores 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 están 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).

1

Sección nominal en mm ²	Calibre AWG MCM	60°C		75°C		85°C		90°C		110°C		125°C		200°C	
		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos		Tipos	
		RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW, NMC		PILC, 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	65	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
26.67	3	80	120	100	145	105	155	105	155	120	180	130	195	145	210
33.62	2	95	140	115	170	120	180	120	180	135	210	145	225	165	240
42.41	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
107.20	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	---	---
162	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	645	---	---
203	400	280	455	335	545	360	575	360	575	420	665	450	710	---	---
283	500	320	515	380	620	405	660	405	660	470	765	500	815	---	---
304	600	355	575	420	690	455	740	455	740	525	855	545	910	---	---
365	700	385	630	460	755	490	815	490	815	580	940	600	1005	---	---
380	750	400	655	475	785	500	845	500	845	590	960	620	1045	---	---
405	800	410	680	490	815	515	880	515	880	600	1020	640	1085	---	---
458	900	435	730	520	870	555	940	555	940	---	---	---	---	---	---
507	1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000	680	1165	730	1240	---	---

	Gutita	Poliétileno Clorosulfonado	Etileno Propileno	Neopreno	Gule Natural	Poliuretano	Silicon
Resistividad Ohm/cm	10 ¹⁷	10 ¹⁴	10 ¹⁵ - 10 ¹⁷	10 ¹¹	10 ¹⁵ - 10 ¹⁷	10 ¹¹ - 10 ¹⁴	10 ¹¹ - 10 ¹⁷
Rigidez dieléctrica	600	500	900	150-600		350-625	100-653
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	176	35	211-283	175-211	175-283	29
Elongación %	400-800	700	200-400	800-900	750-850	200-600	200-800
Densidad	0.91	1.12-1.28	0.85	1.23-1.25	0.92-0.96	1.05-1.16	0.97
Temperatura de fragilidad °C	-60	-60	-70	-55	-60	-50/-65	-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	B	MB	B	R-B	P-R	P-B

⊕ E- Excelente, MB- Muy bueno, B- Bueno, R- Regular, P-Pobre, M-Malo.

⊕ Espesores de Aislamiento para Cables de Alta Tensión

Aislados con:

Etileno Propileno (EP), según Norma No. S-88-518 Polietileno Natural (Pe), según Norma IPCEA No. S-61-402

Poliétileno vulcanizado de cadena cruzada (XLP), según Norma S-86-524

Voltaje volts	Calibre AWG-MCM	Espesor de aislamiento				Prueba de corriente alterna	
		N/T		N/A		N/T	N/A
		mills	mm	mills	mm	KV	KV
2001 - 5000	8-1000	90	2.29	90	2.29	13	13
5001 - 8000	6-1000	115	2.92	140	3.58	18	22
8001 - 15000	2-1000 1-1000	175	4.45	215	5.48	27	33
15001 - 25000	1-1000	280	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 electroestática 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 formado 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 ó estañada aplicada helicoidalmente sobre el aislamiento, cubriéndolo completamente, ó una espiral abierta formada por alambres de cobre desnudo ó 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 tuberías 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 de 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.

1. Partes de un conductor y sus funciones:
CABLES DE ALTA TENSION

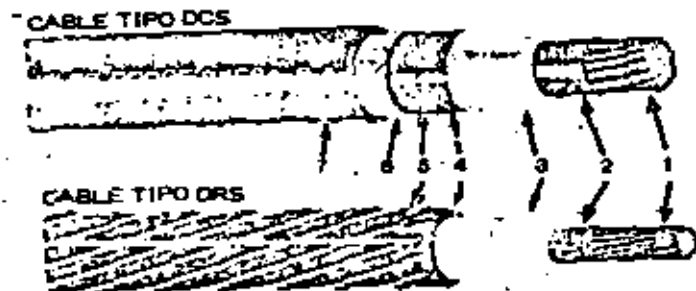


Fig. N° 1

1. Conductor:

- Se considera conductor eléctrico a la sustancia o material que

permita 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 compactada.

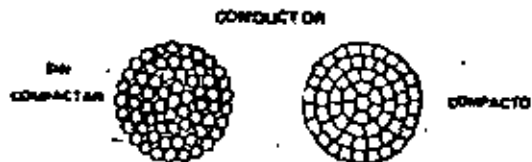


Fig. N° 2

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	8.96 g/cm ³	2.703 g/cm ³
Coefficiente de Temperatura por °C a 20°C	0.00383	0.00403
Conductividad Eléctrica	100%	60.97%
Conductividad Térmica	0.83 cal/cm ²	0.52 cal/cm ²
Temperatura de Fusión	1083°C	660°C
Coefficiente de Dilatación lineal por °C	16.77 x 10 ⁻⁶	23.0 x 10 ⁻⁶
Coef. de Expansión	0.0118 cal/gr°C	0.2259 cal/gr°C
Resistencia Volumétrica a 20°C	0.017241 ohm-cm ² /mm	0.03828 ohm-cm ² /mm
Resistencia Eléctrica sobre un 304.8m a 20°C	10.371 ohm	17.0 ohm
Densidad de Tensión, Tensión de Tracción	38.70 kg/cm ²	1020 kg/cm ²
Esfuerzo de Tensión, Tensión de Tracción	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	865 kg/cm ²
Resistencia al Retorcido	540 kg/cm ²	250 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 sustancia 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 a través de él.

3.2 Tipos de aislamiento:

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

ráneas de alta tensión, las instalaciones se efectuaban con conductores aislados con papel impregnados en aceite y formados 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, subyugando 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 variables 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

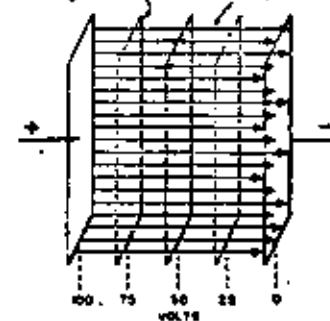


Fig. N° 5

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.

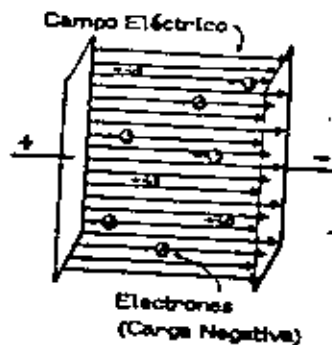


Fig. N° 6

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-volta que tengan, 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.

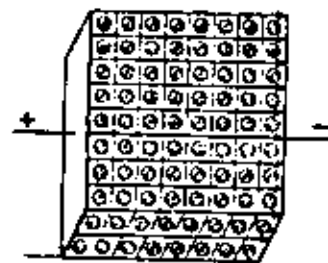


Fig. N° 7

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 pocas 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 óhmica 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.

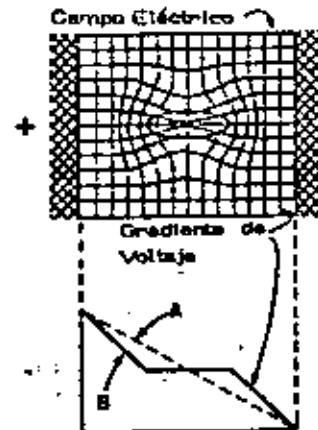


Fig. N° 9

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 débiles 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.

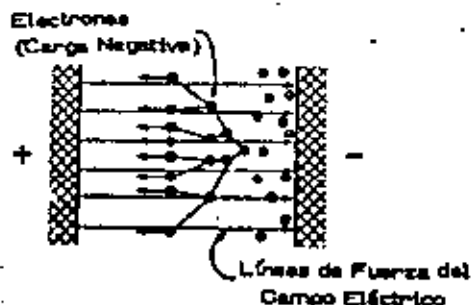


Fig. N° 9

3.4.1.2 Efecto de Polarización

Está asociado con la concentración de cargas en la molécula de los dieléctricos, y estas son debidas 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).

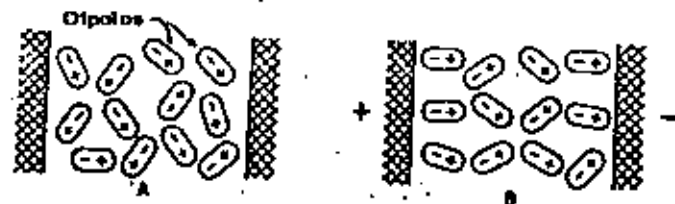


Fig. N° 10

Al poner un material dentro de un campo eléctrico, las moléculas tienden a orientarse siguiendo la dirección del campo eléctrico, esto funciona 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.

3.4.1.2.2 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 en corriente alterna, las moléculas son forzadas a oscilar. Esta oscilación está afectada directamente por la frecuencia.

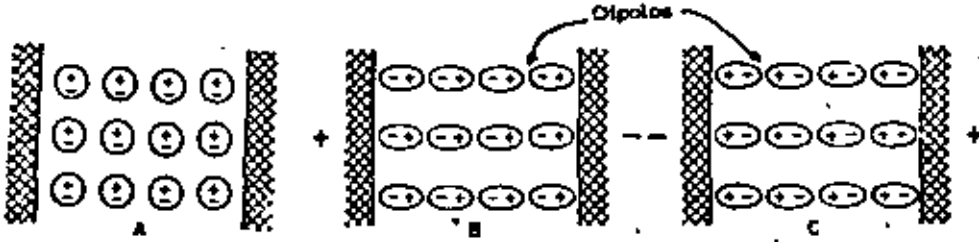


Fig. N° 11

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

Esté 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:

Este se manifiesta físicamente por presencia de descargas 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 eléctrica 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 entrada de contaminantes y poder mantener la integridad del aislamiento ó sea que un buen aislamiento se basa en: Escoger propiamente los materiales y un método de aplicación que logre una firmeza estructural.

4. Pantalla Semiconductora sobre el Aislamiento:

4.1 Función de la pantalla.

Esta forma semiconductor actúa como distribuidor del campo 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 semiconductor:

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 semiconductor puede tener dos funciones:

5.1.1 Como pantalla electrostática trabajando en contacto con la pantalla semiconductor y llevando el potencial de tierra a la superficie misma del cable logrando con esto que no haya gradientes de potencial peligrosos 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 multibarrizada: 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 empuje 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 pudiéramos 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.

8. 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 ductor 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 colo-

97

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 forman el cable, principalmente en su aislamiento y chequeta protectora.

SEMINARIO DE EMPALMES Y TERMINALES

TEORIA DE EMPALMES Y TERMINALES

ING. FERNANDO MONZON

GUADALAJARA, JAL.

NOVIEMBRE, 1977

TEORÍA DE EMPALMES Y TERMINALES

1. 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.

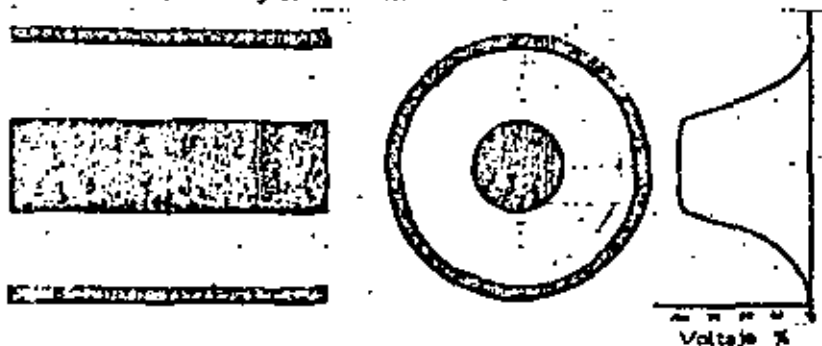


Fig. N° 1

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

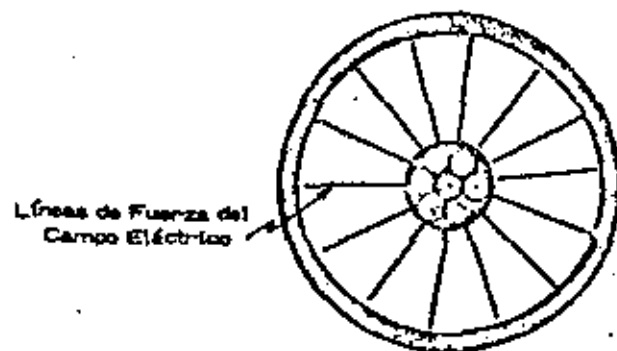


Fig. N° 2

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

8 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

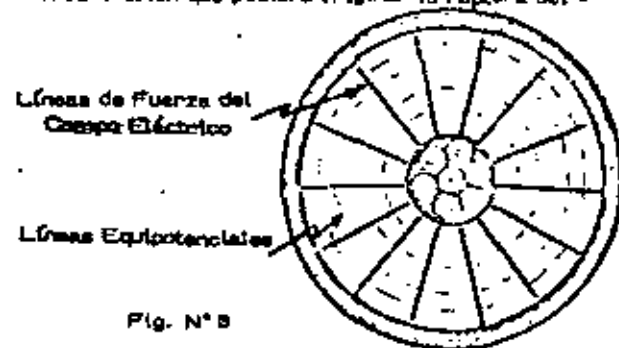


Fig. N° 3

Toda instalación de cable tiene dos extremos en los cuales se corta el conductor para unirlos a otros elementos. Al efectuar este corte es necesario retirar la pantalla electrostática para evitar un arco, 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.

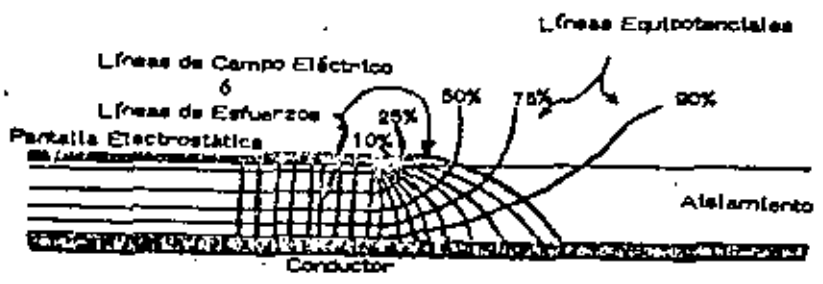


Fig. N° 4

2 Diferentes Técnicas para efectuar el Alivio de Esfuerzos

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

2.1.1 Teniendo cuidado de no doblar el cable más de lo permitido preséntalo 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 armario para sujetar los hilos del neutro y túnellos hasta formar un solo grupo.

2.1.3 Retire el fono 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 el conductor, limpiéndolo perfectamente.

2.1.5 Haga una punta de lápiz lijando el aislamiento para dejarlo terso 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 ó de material plástico metalizado con una sección parabólica que se inserta sobre el blindaje y se utiliza en terminales con resina.

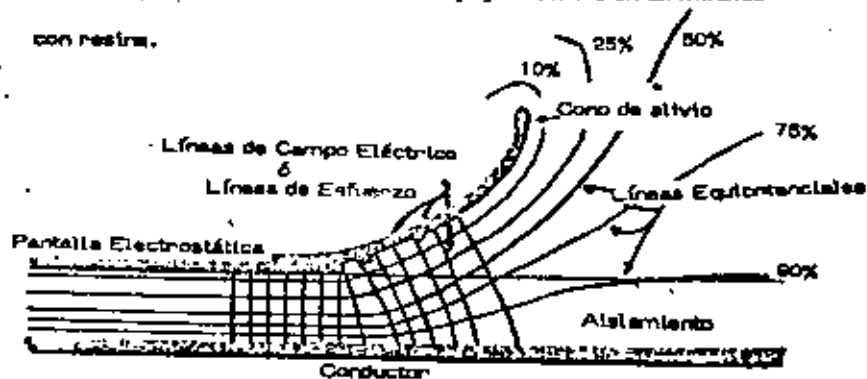


Fig. N° 5

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

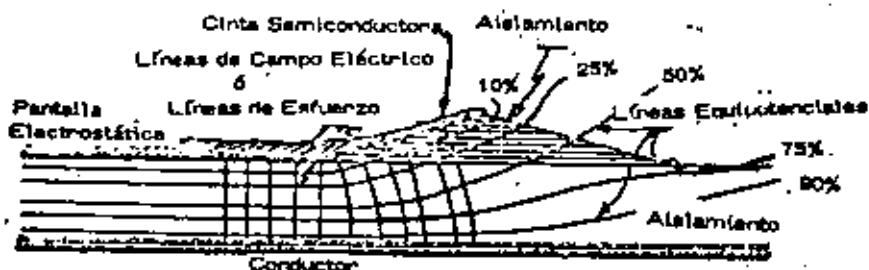


Fig. N° 6

2.2.3 Control del campo eléctrico através de materiales con diferencias 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.

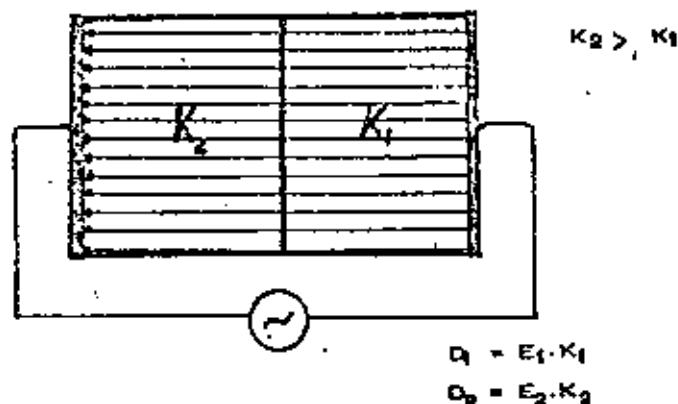


Fig. N° 7

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

$$D_1 = D_2$$

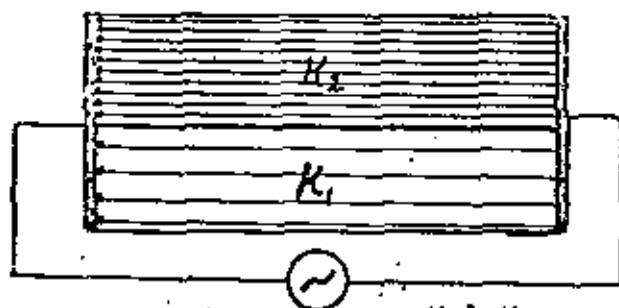
$$E_2 > E_1$$

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

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.



$$\begin{aligned} K_2 &> K_1 \\ D_1 &= E_1 \cdot K_1 \\ D_2 &= E_2 \cdot K_2 \end{aligned}$$

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.

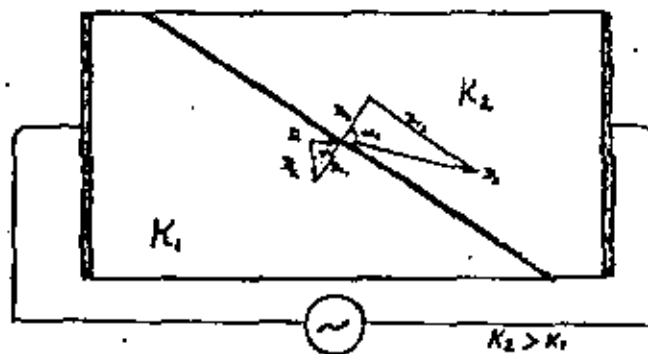


Fig. N° 9

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 el ángulo de refracción tenemos:

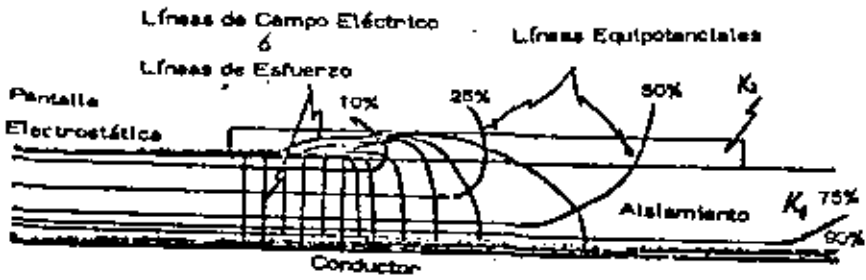
$$D_{n2} = D_{n1}$$

$$D_{t2} = D_{t1} \frac{K_2}{K_1}$$

resultando que:

$$\frac{T_2 \alpha_2}{T_1 \alpha_1} = \frac{K_2}{K_1}$$

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 perten 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 $DwE.K.$ 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 termocontráctiles.

6 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 ramal 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. Framoldeados: Estos elementos contienen ya prefabricados todos los elementos del cable. Thermoontráctiles: Cuando se utilizan materiales termocontráctiles para poner los elementos del cable. Rellenos: Cuando se utilizan moldes y estos son rellenados 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 cuenta 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

elaboren 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 puedan 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 incluso 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

SELECTING CABLE SIZE FROM PROTECTION TIME-CURRENT CURVES

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

FEBRERO, 1981

SLECTION 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-

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.

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

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 XHHW) and to conditions of use (in conduit, in cable, in open air, etc.). Then, even that ampacity might

2

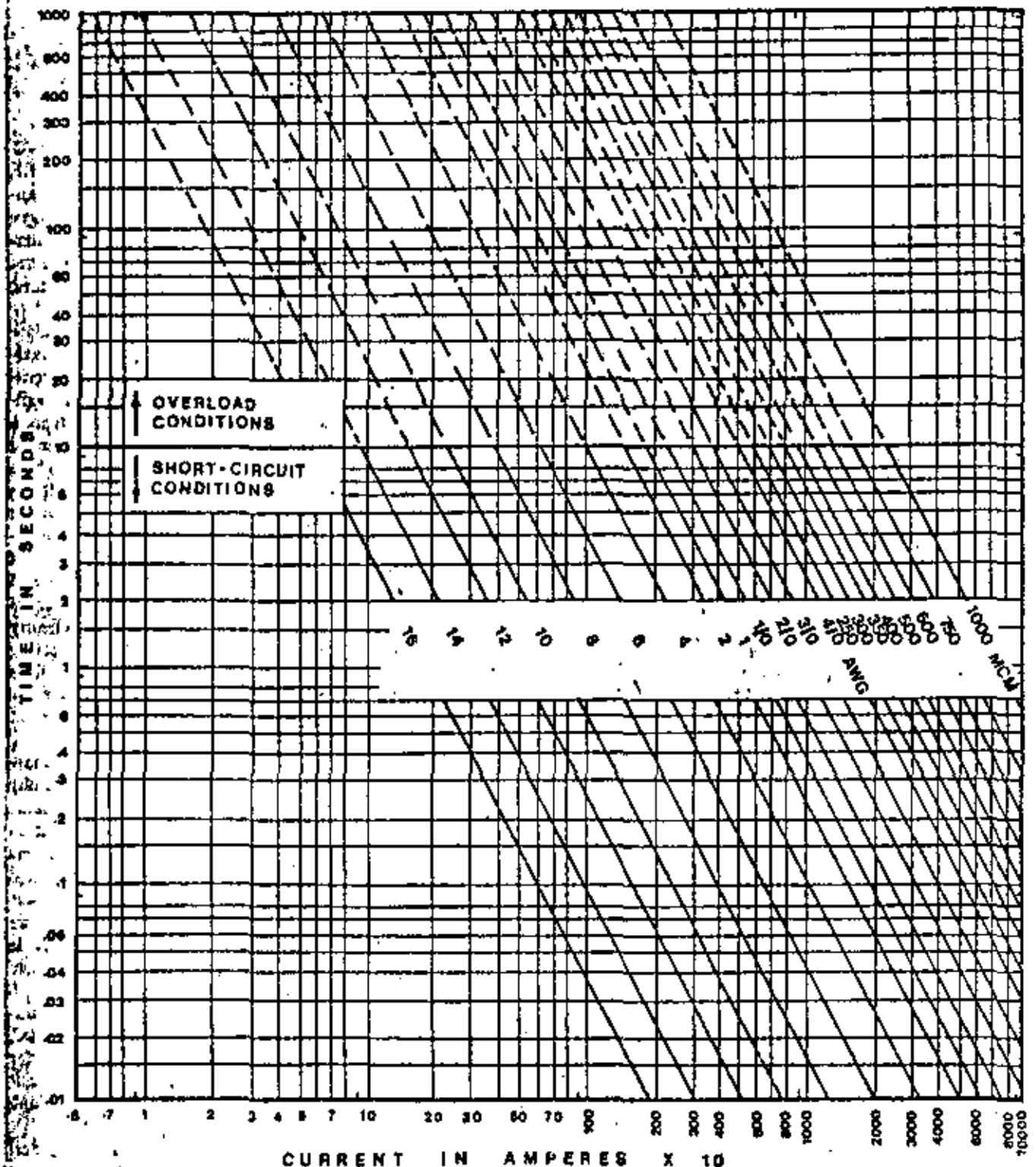


FIG. 1. Maximum short-circuit and overload curves for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

2

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 810-16/19). Then Section 220-10(b) 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 810-39 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 lines 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 top (horizontal) coordinate of 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-

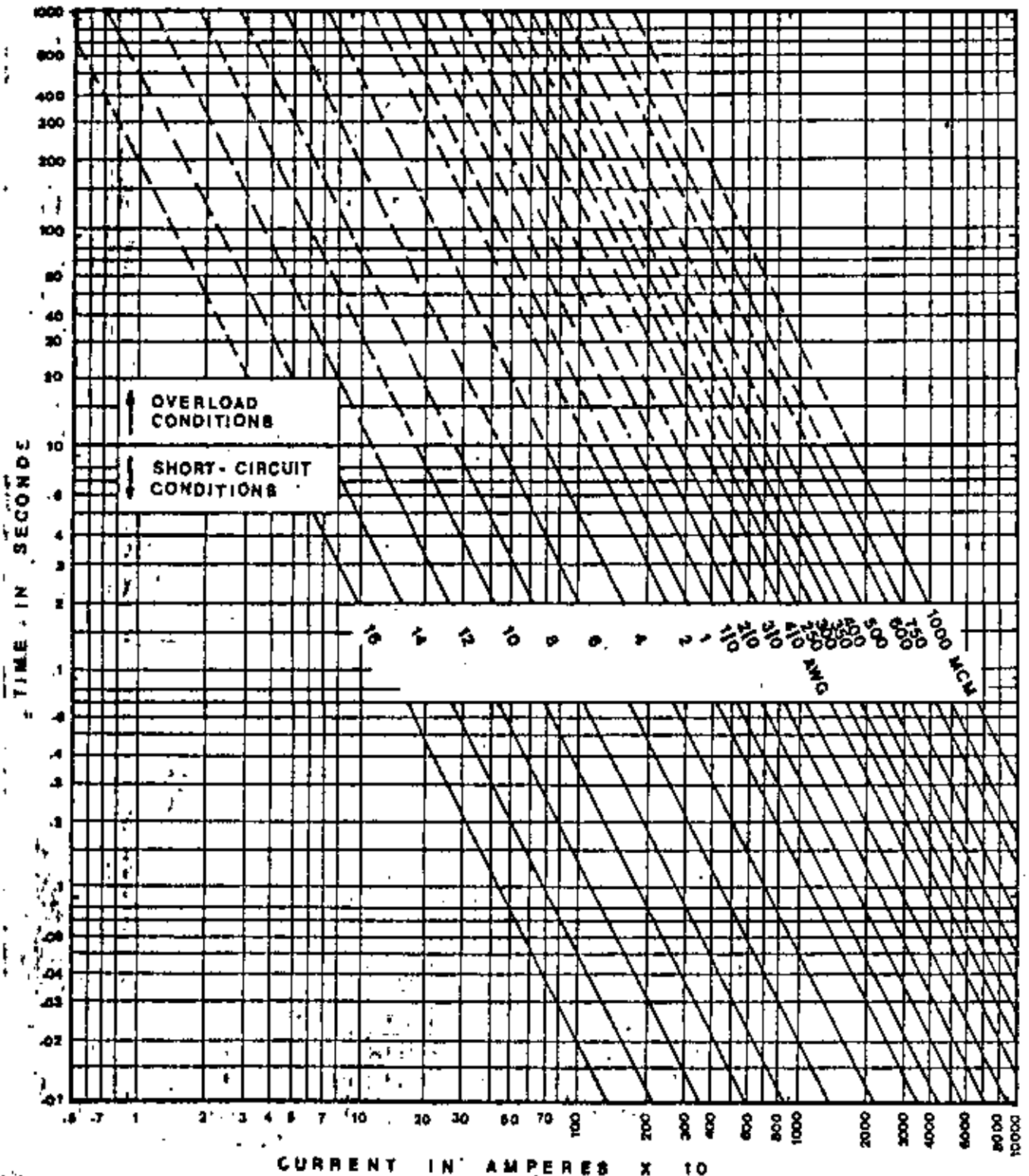


FIG. 2. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with copper conductors. Ambient temperature is 20C.

totic 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

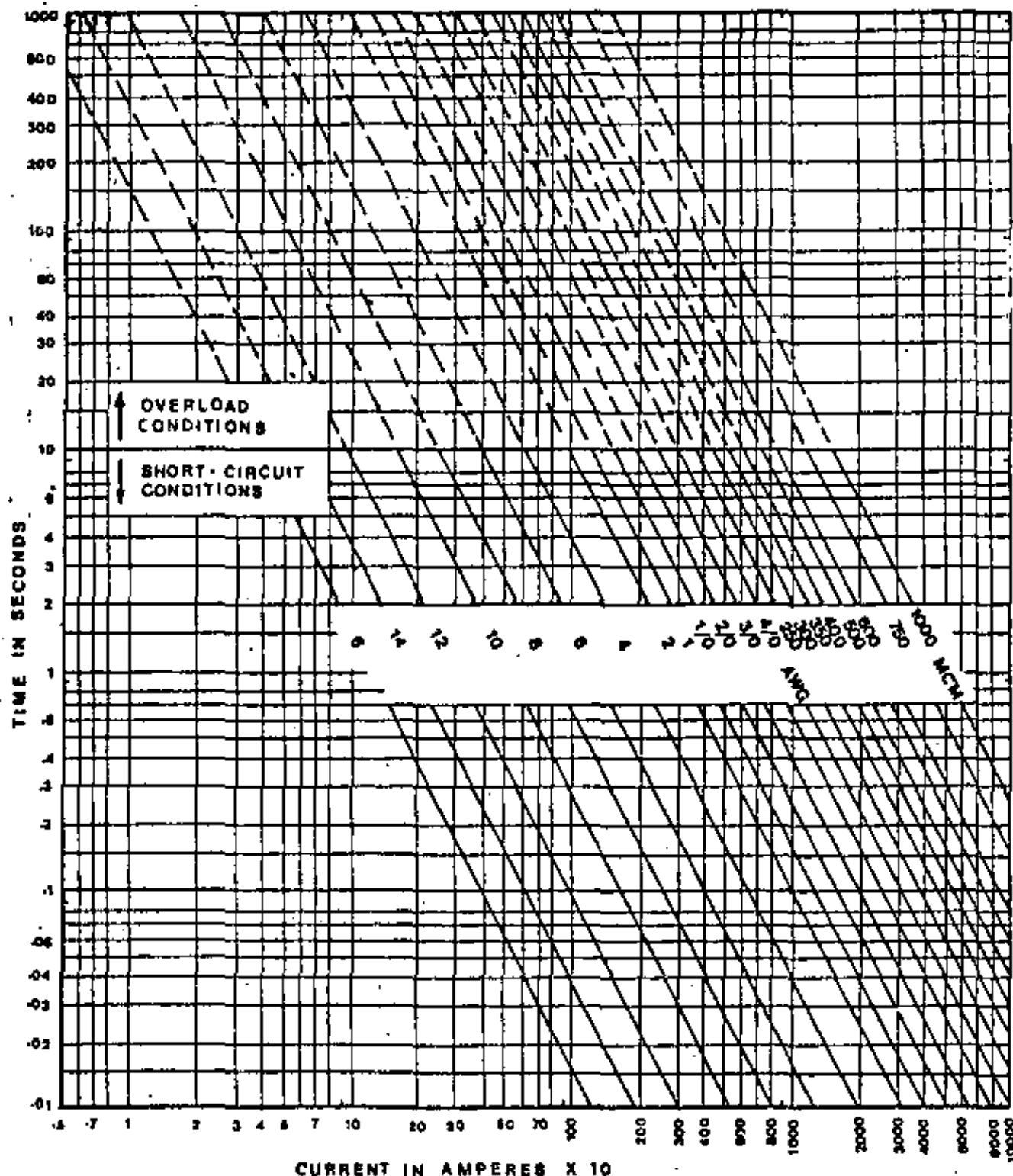


FIG. 3. Maximum short-circuit and overload current for cross-linked polyethylene insulation (XLPE) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

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 310-41 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

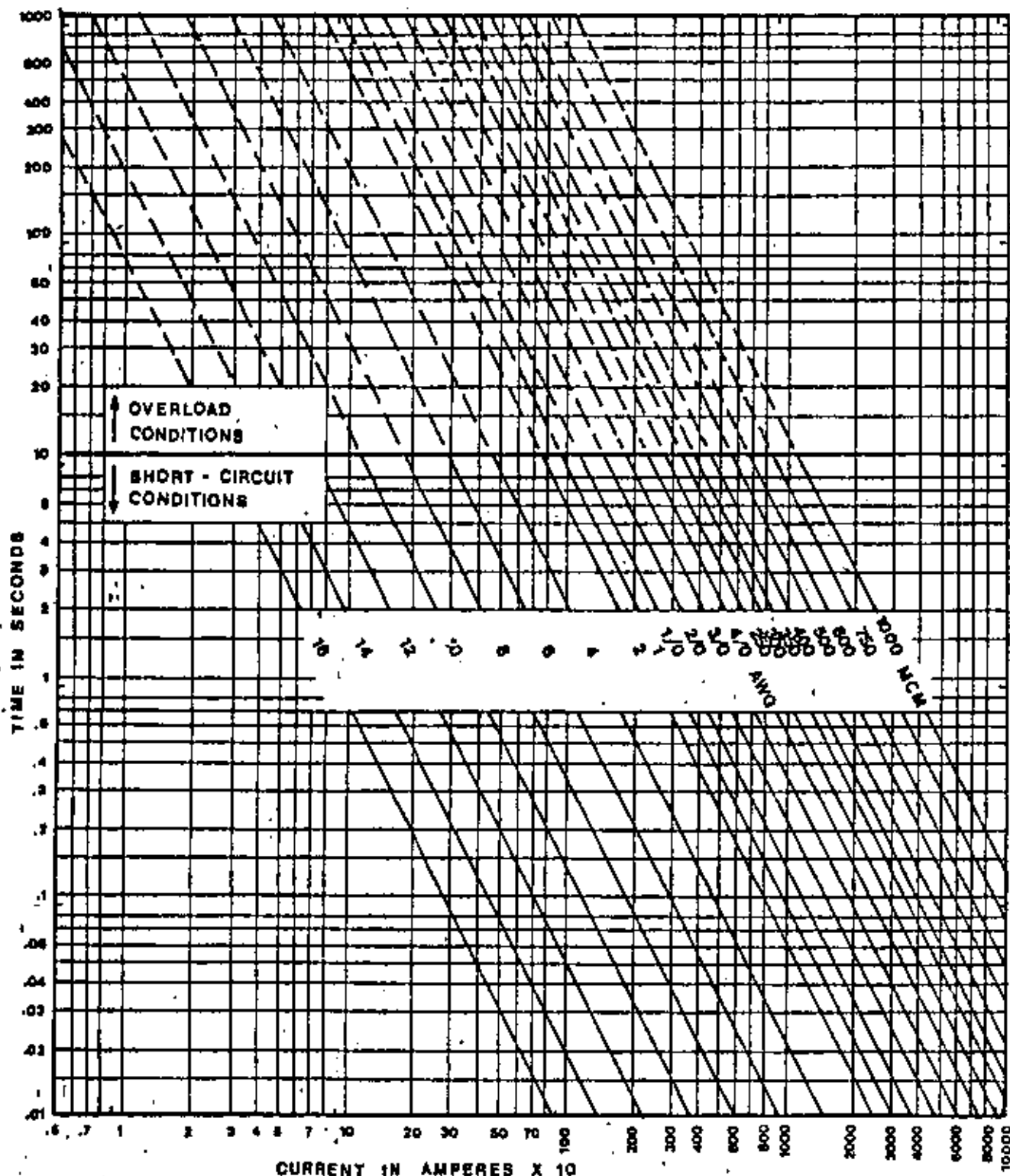


FIG. 4. Maximum short-circuit and overload current curves for thermoplastic polyvinyl chloride (PVC) cable with aluminum conductors. Ambient temperature is 20C.

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

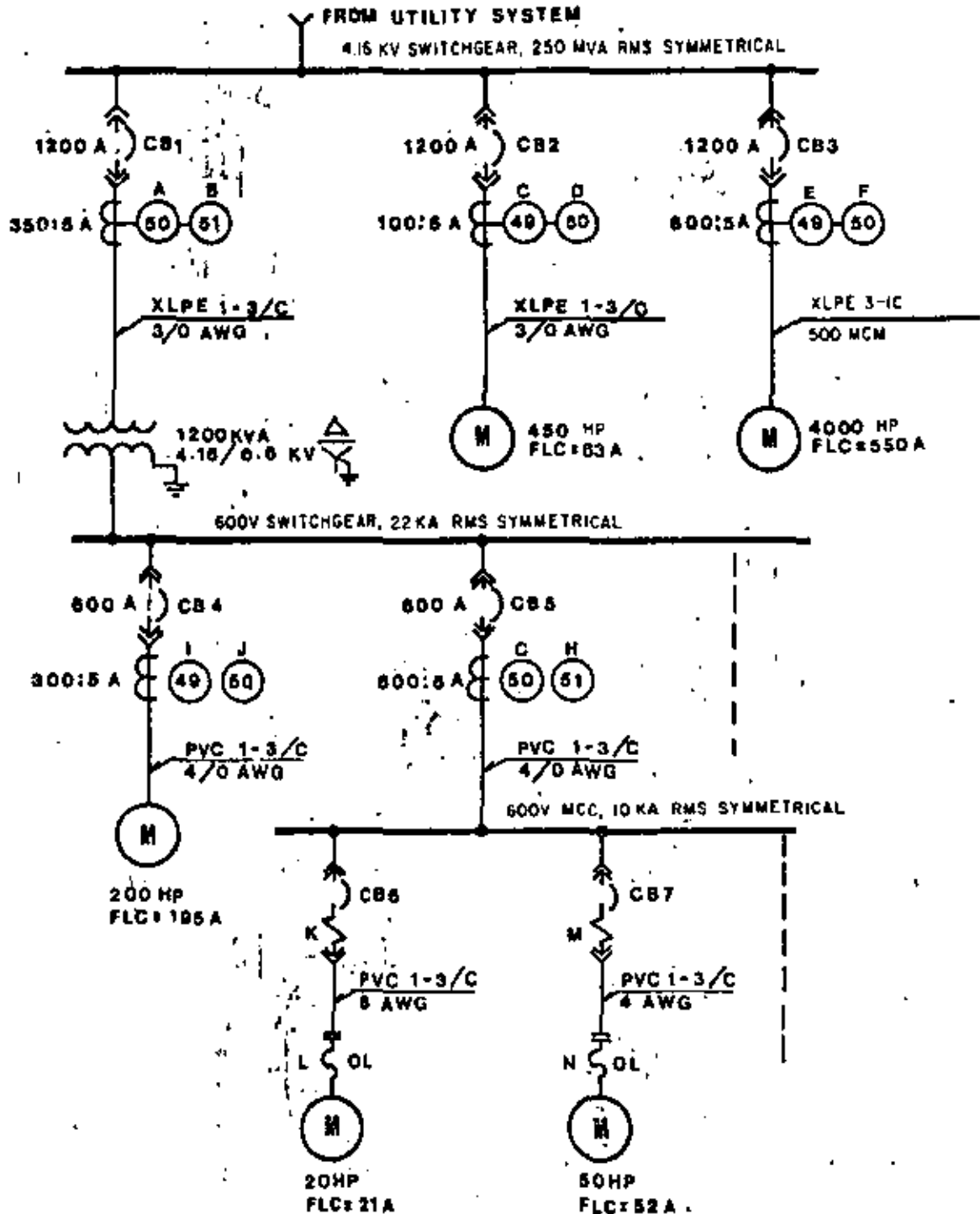


FIG. 5. One-line diagram of an electric system.

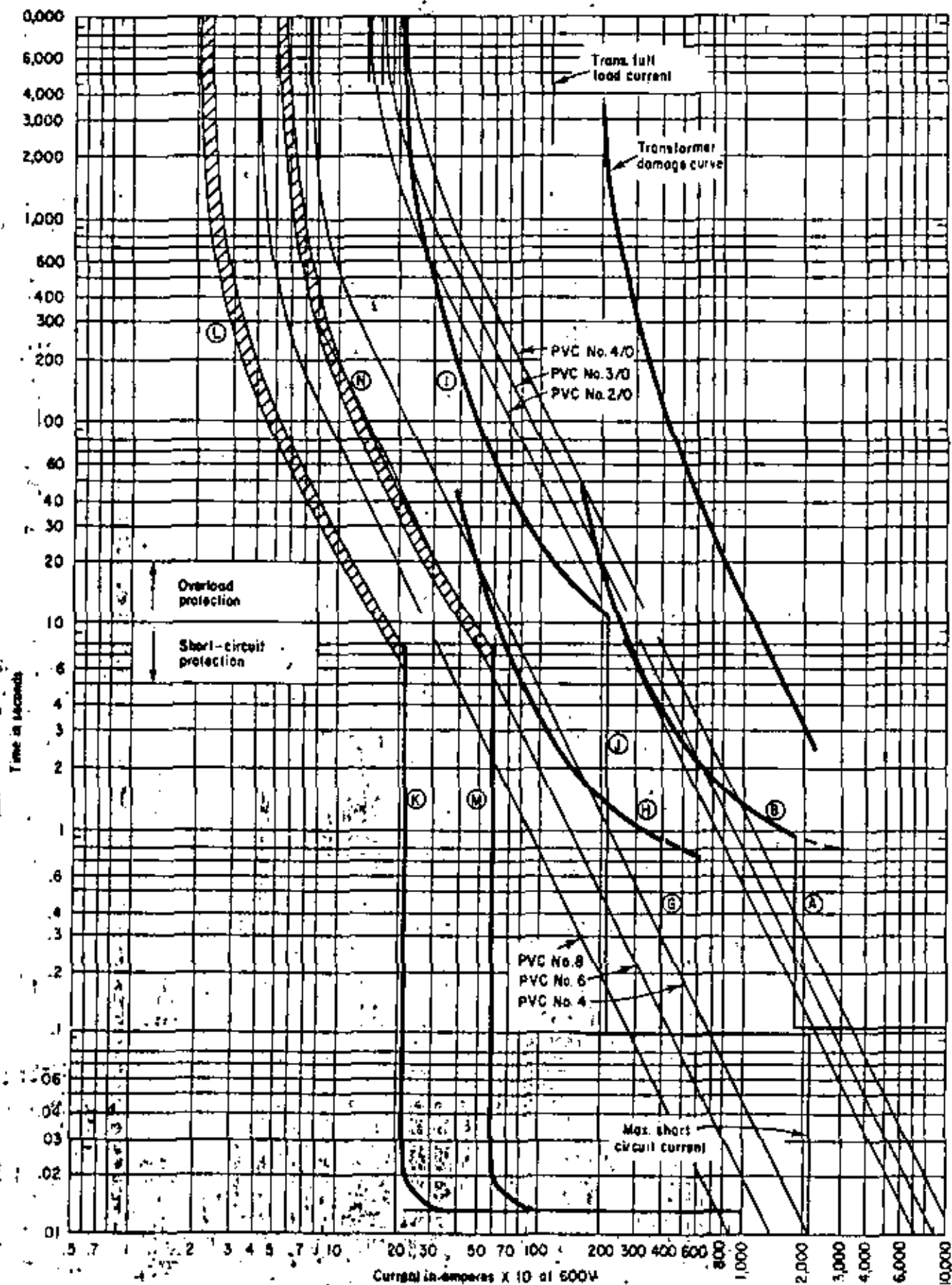


FIG. 4. Short-circuit and overload protection curves and selection of sub-volt PVC insulated cable with copper conductors.

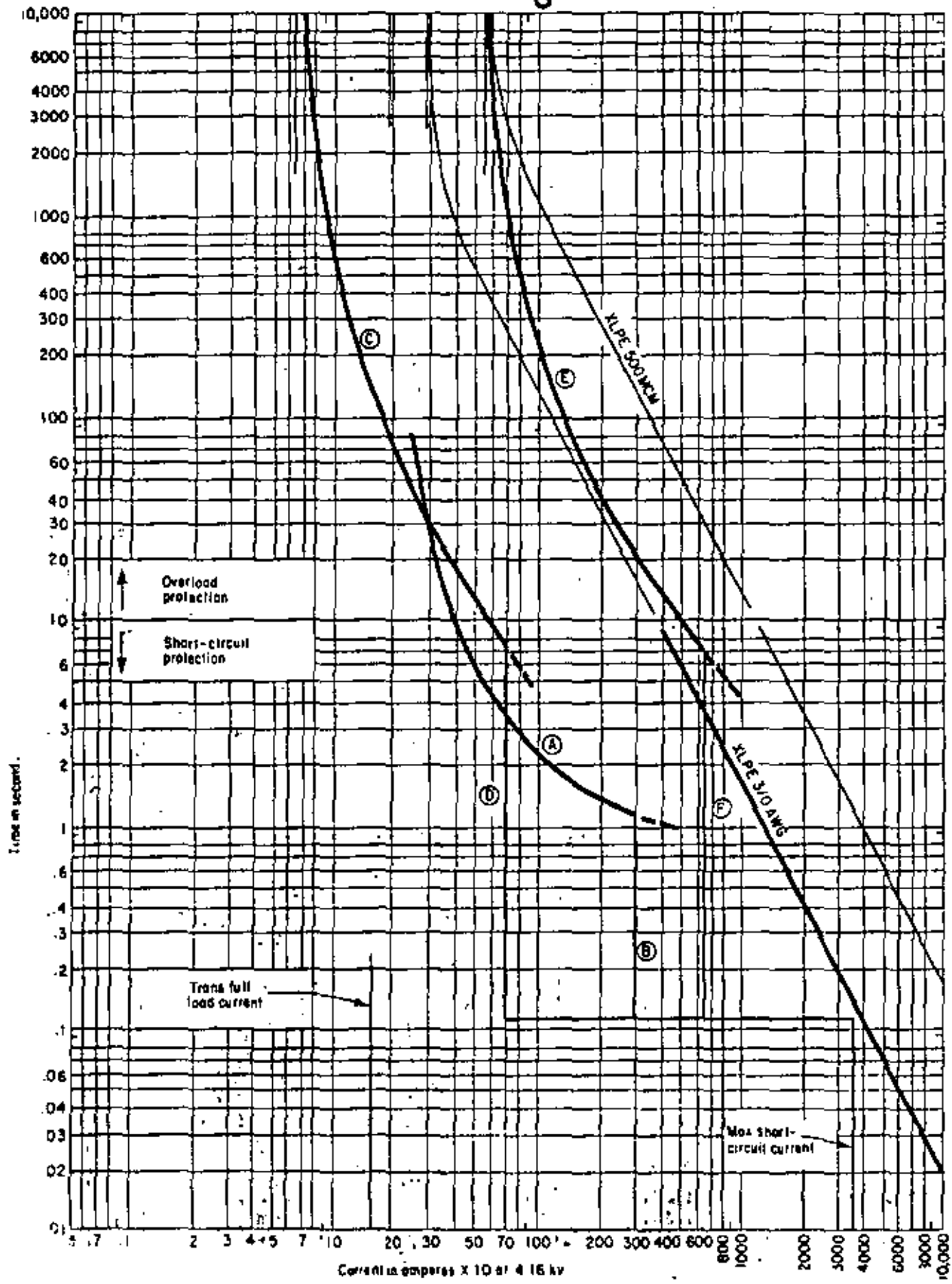


FIG. 7. Short-circuit and overload protection curves and selection of 4.16-kv XLPE insulation cable with copper conductors.



**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 GONZALEZ CASTILLO

FEBRERO, 1982

TEMA: MEDIOS DE CANALIZACION

- MEDIOS de SOPORTE Y PROTECCION DE LOS CONDUCTORES

CANALIZACION ELECTRICA :- (ROIE 2-1).

"CONDUCTORES o CABLES y TUBERIAS u OTROS DUCTOS - Y SUS ACCESORIOS, QUE CONSTITUYEN UNA RED DE UTILIZACION ELECTRICA... EN INTERIORES DE EDIFICIOS"...

ELEMENTOS INTEGRANTES DE UN MEDIO DE CANALIZACION :-

- CONDUCTORES
- MEDIOS de SOPORTE y PROTECCION Cond.
- MEDIOS o DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION ELECTRICA

¿PROTECCION? → Vs :-

- CORROSION
- DAÑO MECANICO

(ROIE 10-3)

PROTECCION vs CORROSION

- MATERIAL RESISTENTE (Ej. AL).
- RECUBRIMIENTO (INT y EXT) DE CAPA RESISTENTE (galv.)
- PINTURA → SOLO INTERIORES
→ NO { + CONDICIONES SEVERAS (Ej. PLANTAS QUIMICAS)
+ CERCA DE COSTA

PROTECCION vs DAÑO MECANICO

- SI EXISTE EXPOSICION:

- CUBIERTA
- RESGUARDO

CARACTERISTICAS GENERALES

MEDIOS de CANALIZACION

CONTINUIDAD ENTRE 2 SALIDAS o ACCESORIOS CONSECUTIVOS

PUEDE ALOJAR CONDUCTORES DE DIFERENTES SISTEMAS : A MAX. 600V -> NO COMUNICACION.

CANTIDAD DE CONDUCTORES DEBE PERMITIR:
FACILIDAD PARA COLOCARLOS
FACILIDAD PARA REMOVERLOS
FACILIDAD PARA DISIPAR CALOR

EVITAR CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE LA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS.

EVITAR CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE POR CARGA INDUCIDA

MAS de 150V A TIERRA
CONTINUIDAD ELECTRICA
CONEXION A TIERRA

REDUCIR PROPAGACION INCENDIOS

CANALIZACIONES EN R.O.I.E :-

CAP. III

- ART-12 LINEA ABIERTA
- ART-13 CABLE SIN FORRO METALICO SOBRE AISLADORES
- ART-14 CABLE VISIBLE CON FORRO DE PLOMO
- ART-15 MOLDURAS METALICAS SUPERFICIALES
- ART-16 CONDUIT FLEXIBLE o CABLE 1/2 CUBIERTA MET. FLEX
- ART-17 TUBO CONDUIT METALICO.
- ART-18 MOLDURAS NO METALICAS. (EXTENSIONES)
- ART-19 DUCTOS BAJO EL PISO
- ART-20 CANALES METALICAS.
- ART-21 DUCTOS </BARRAS.

CANALIZACIONES SIN REGLAMENTAR:-

- CHAROLAS
- TUBO CONDUIT NO METALICO
- INSTALACIONES ENTERRADAS
- ESTRUCTURALES
- CABLES CON PROTECCION INTEGRADA
- PREFABRICADAS (ARNESES)
- PROVISIONALES

LINEA ABIERTA

(2-1)

"UNO o VARIOS CONDUCTORES ...
 ... SEPARADOS ... o PARALELOS ...
 ... NO EN DUCTO."

NO

USO:-

EXPOSICION

- DAÑO MECANICO
- AMBIENTE CORROSIVO
- GASES, POLVOS, INFLAMABLES

VENTAJA :

- COSTO MATERIAL
INSTALACION
- AUMENTO CAPACIDAD
PERMISIBLE CONDUCTORES
(11-4)

TABLA NÚMERO 2

CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

Basada 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.M.C. • A.M.C.	Temperatura permisible y material del aislamiento	
	Sección Transversal en milímetros cua- drados.	60°C Hule, Termoplásti- co similar.
14	2.021	15
12	3.709	20
10	5.261	30
8	8.368	40
6	11.30	55
4	21.15	70
3	26.67	80
2	33.63	95
1	42.41	110
0	53.48	125
00	67.41	145
000	85.09	165
0000	107.22	195
250	126.78	215
300	152.01	240
350	177.35	260
400	202.69	280
500	253.36	320
600	304.03	355
700	354.70	385
750	380.04	430
800	405.37	410
900	456.04	435
1000	506.72	455
1250	651.39	495
1500	760.07	520
1750	886.75	545
2000	1013.43	570

TABLA NÚMERO 3

CORRIENTE MÁXIMA EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS EN LÍNEA ABIERTA

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

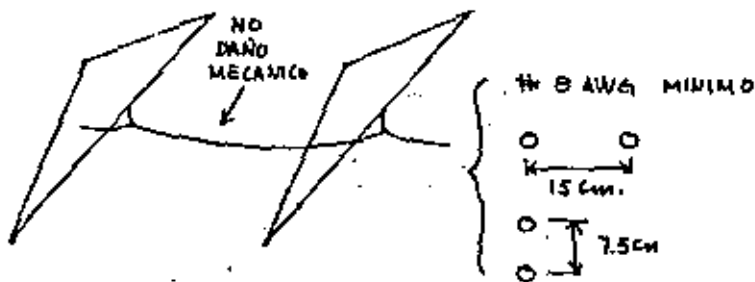
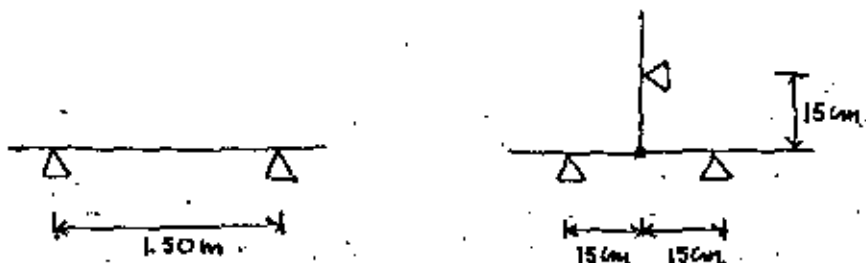
CONDUCTOR Calibre A.M.C. • A.M.C.	Temperatura permisible y material del aislamiento	
	Sección Transversal en milímetros cua- drados.	60°C Hule, Termoplásti- co similar.
14	2.021	15
12	3.709	20
10	5.261	30
8	8.368	40
6	11.30	55
4	21.15	70
3	26.67	80
2	33.63	95
1	42.41	110
0	53.48	125
00	67.41	145
000	85.09	165
0000	107.22	195
250	126.78	215
300	152.01	240
350	177.35	260
400	202.69	280
500	253.36	320
600	304.03	355
700	354.70	385
750	380.04	430
800	405.37	410
900	456.04	435
1000	506.72	455
1250	651.39	495
1500	760.07	520
1750	886.75	545
2000	1013.43	570

000.7

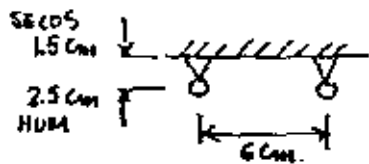
MONTAJE

JUL 8

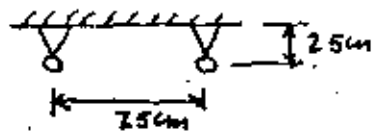
CONDICIONES MINIMAS



300 V



600 V



JUL 9

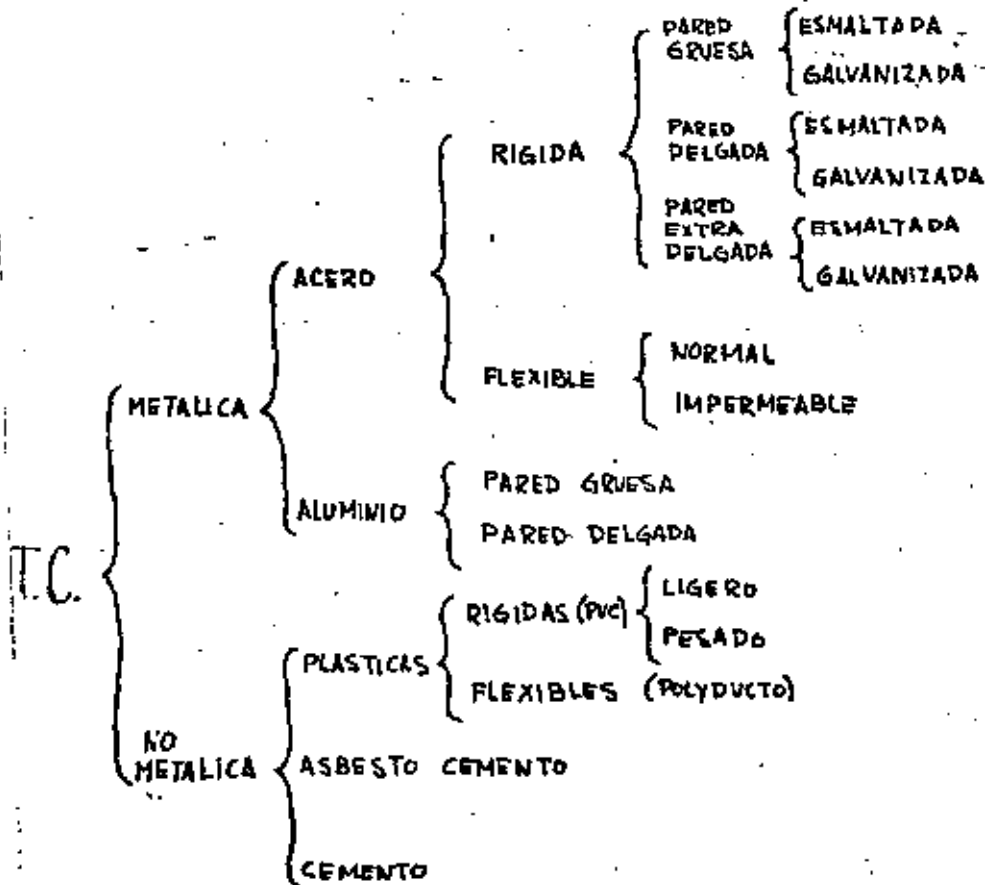
9

CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"CONDUIT" = TUBERIA DISEÑADA Y FABRICADA ESPECIALMENTE PARA ALOJAR CONDUCTORES.

- SUPERFICIE INTERIOR ADECUADA.
- PERMITE DOBLEZ.

TIPOS DE TUBERIA CONDUIT:



VENTAJAS del TUBO-CONDUIT METALICO

- PROTECCION vs CORROSION
- PROTECCION MECANICA
- CONTINUIDAD ELECTRICA
- ESTANQUEIDAD
- APARIENCIA

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS DE LAS DIVERSAS TUBERIAS CONDUIT METALICAS.

	ALUMINIO		ACERO					
	P.G.	P.D.	P.G.		P.D.		P.E.D.	
			GALV.	ESM.	GALV.	ESM.	GALV.	ESM.
PROTECCION vs CORROSION	1	2	3	6	4	7	5	8
PROTECCION MECANICA	2	4	1	1	3	3	5	5
CONTINUIDAD ELECTRICA	1	3	2	2	4	4	5	5
ESTANQUEIDAD	1	2	1	1	3	3	4	4
APARIENCIA	1	4	2	3	5	7	6	8

USOS TÍPICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR Y EXT. - APARENTE
- PARED GRUESA ESM.	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 IMPERN.	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.

TUBERIA PARED GRUESA

VS

TUBERIA PARED DELGADA

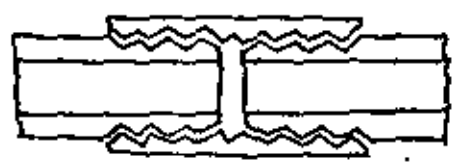
DIFERENCIA:-

P.G. se puede roscar.
 P.D. no se puede roscar



ACOPLAMIENTO

P.G.



P.D.



MAS RIGIDEZ
 MEJOR CONTINUIDAD.
 MEJOR ESTANQUEIDAD.

TUBERIA PLASTICA

(POLYDUCTO)

PROBLEMAS.

1) ES COMBUSTIBLE

└─ SÓLO USARLA
 EMPOTRADA

2) NO ES ELECTRICAMENTE CONTINUA

└─ USAR UN CONDUCTOR
 EXTRA (DESNUDO) DE
 PUESTA A TIERRA

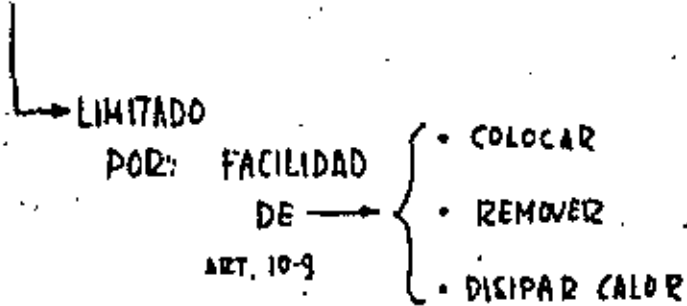
3) POCA RESISTENCIA MECANICA

└─ CUIDADO EXTRA.
 - PROTECCIONES.

CONDICIONES de DISEÑO:

•) DIAMETRO MINIMO : 13mm (1/2") ART. 17-4

•) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:

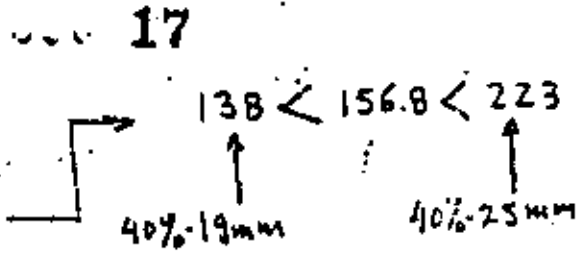


•) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

INSTALACION NUEVA.	{	1 CONDUCTOR ————— 55% de AREA INT		
		2 CONDUCTORES ————— 30%	✓	-
		3 o MAS CONDUCTORES — 40%	-	-
REPARACION	{	1 CONDUCTOR ————— 60%	✓	-
		2 CONDUCTORES ————— 40%	✓	✓
		3 o MAS CONDUCTORES — 50%	✓	✓

EJEMPLO :-

4 CONDUCTORES # 14 — 34.8 mm²
 2 CONDUCTORES # 8 — 79.0 mm²
 3 CONDUCTORES # 10 — 43.0 mm²
 9 COND. TOTAL = 156.8 mm²



FACTOR RELLENO = 40%

∴ DE 25 SER

25 mm

TABLA DE FACTOR DE RELLENO EN INSTALACIONES ELECTRICAS

TUBERIA CONDUIT JUPITER

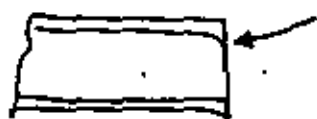
DIAMETRO NOMINAL EN mm.	DIAMETRO INTERIOR EN mm.	SECCION INTERIOR EN mm ²	SECC. UTIL EN INSTALACIONES NUEVAS				SECC. UTIL EN REPARACION		
			1 COND. 53% 53%	2 COND. 31% 31%	3 COND. 43% 43%	4 o MAS 40% 40%	1 COND. 60% 60%	2 COND. 47% 47%	3 o MAS 60% 60%
13	17.45	241.9	104	61	84	76	118	75	93
19	22.38	392.3	182	107	148	138	206	138	172
25	28.20	624.5	295	173	240	223	334	223	279
32	36.70	1057.7	511	299	415	386	578	382	482
38	42.60	1425.0	698	407	565	526	788	526	627
51	54.34	2319.1	1147	671	931	866	1299	866	1082
63	66.16	3437.5	1637	957	1328	1235	1853	1235	1544
76	82.06	5288.5	2527	1478	2057	1907	2861	1907	2384
102	106.70	8941.6	4353	2546	3532	3285	4928	3285	4107

SECCION DE CONDUCTORES CON FORRO TW

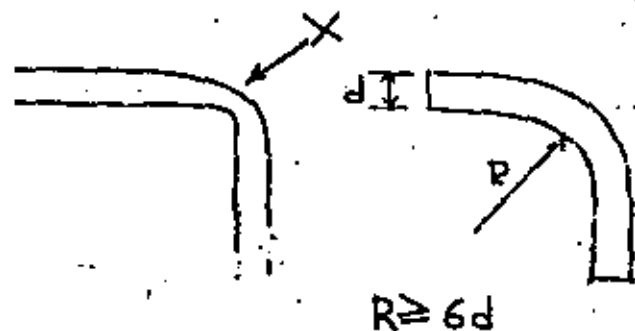
CALIBRE AWG O MC	DIAMETRO APROX. m.m.	SECCION APROXIMADA m.m ²	2 HILOS m.m ²	3 HILOS m.m ²	4 HILOS m.m ²	5 HILOS m.m ²	6 HILOS m.m ²	7 HILOS m.m ²	8 HILOS m.m ²
18	2.69	5.683	11.4	17.0	22.7	28.4	34.1	39.8	45.5
16	3.00	7.069	14.1	21.2	28.3	35.3	42.4	49.5	56.6
14	3.33	8.709	17.4	26.1	34.8	43.5	52.3	61.0	69.7
12	3.76	11.104	22.2	33.3	44.4	55.5	66.6	77.7	88.8
10	4.27	14.320	28.6	43.0	57.3	71.6	85.9	100.2	114.6
8	5.79	28.330	57.7	79.0	105.3	131.7	158.0	184.3	210.6
6	8.20	52.812	109.6	158.4	211.2	264.1	316.9	369.7	422.5
4	9.54	70.138	140.3	210.4	286.6	350.7	420.8	491.0	561.1
3	10.19	81.583	163.1	244.7	323.2	407.8	489.3	570.9	652.4
2	11.00	95.033	190.7	285.7	380.1	475.2	570.2	665.2	760.3
1	12.90	130.698	261.4	392.1	522.7	653.5	784.2	914.9	1045.6
0	13.04	152.621	305.2	457.9	610.9	753.1	915.7	1063.3	1221.0
00	15.11	179.316	358.5	537.9	717.3	896.6	1075.9	1255.2	1434.5
000	16.43	211.014	422.0	633.0	844.1	1055.1	1266.1	1477.1	1688.1
0000	17.91	251.931	503.6	756.8	1007.7	1259.7	1511.3	1773.5	2015.4
250,000	20.02	314.188	629.6	944.4	1259.2	1573.9	1888.7	2203.5	2518.3
300,000	21.42	360.017	720.0	1080.1	1440.1	1800.1	2160.1	2520.1	2880.1
350,000	22.73	405.778	811.6	1217.3	1623.1	2029.9	2434.7	2840.4	3346.4
400,000	23.93	449.754	899.5	1349.3	1799.0	2248.3	2698.5	3143.3	3598.0
500,000	26.14	530.062	1072.3	1610.0	2146.6	2683.3	3220.0	3753.6	4293.3
600,000	29.03	661.687	1323.8	1985.7	2647.5	3309.4	3971.3	4633.2	5295.1
700,000	30.49	729.629	1459.3	2180.0	2913.3	3648.3	4378.0	5149.8	5837.3
800,000	32.56	832.643	1665.3	2497.9	3330.6	4163.2	4995.0	5878.5	6661.1
900,000	34.16	916.186	1833.0	2749.5	3665.9	4532.0	5499.0	6415.0	7332.0
1,000,000	35.68	998.740	1997.0	2996.0	3995.0	4904.0	5902.0	6991.0	7990.0

CONDICIONES de MONTAJE 18

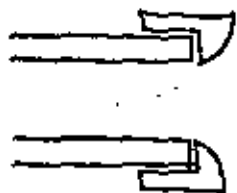
① ESCARIADO.



② DOBLADO.



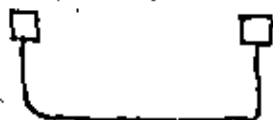
③ MONITORES:



④ CURVAS :-

→ RECOMENDABLE → 2 de 90°

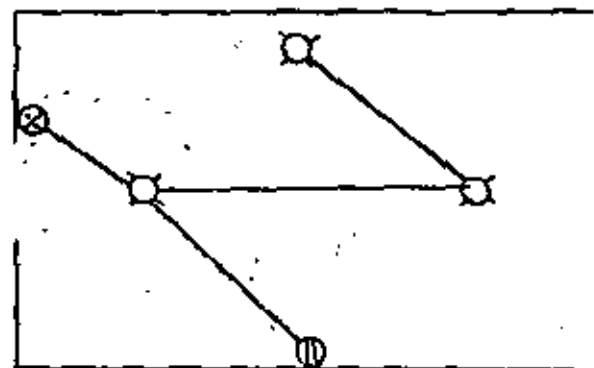
Nº MAXIMO



→ PERMITIDO → 4 de 90° (con RADIO AMPLIO).

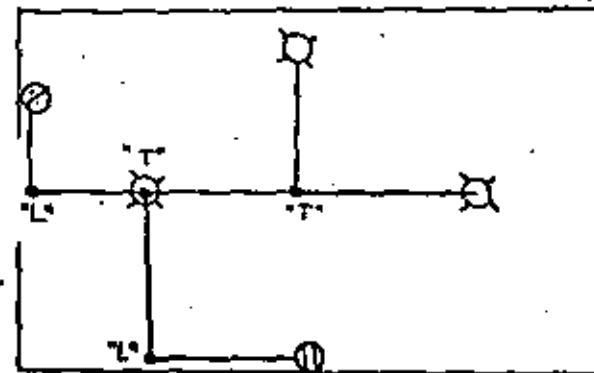
TRAYECTORIAS:

INSTALACION OCULTA:



TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE

INSTALACION APARENTE:



TRAYECTORIAS PARALELAS A Ejes ESTRUCTURALES

Nº CONDUCTORES EN CAJAS

70-166

NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 370-6(a)(1). Deep Boxes

Box Dimensions, Inches Trade Size	Cubic Inch Cap.	Maximum Number of Conductors			
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8
3 1/2 x 1 1/2 Octagonal	10.9	5	4	4	3
3 1/2 x 1 1/2 "	11.0	5	5	4	3
4 x 1 1/2 "	17.1	8	7	6	5
4 x 2 1/2 "	23.6	11	10	9	7
4 x 1 1/2 Square	22.6	11	10	9	7
4 x 2 1/2 "	31.9	15	14	12	10
4 11/16 x 1 1/2 Square	32.2	16	14	12	10
4 11/16 x 2 1/2 "	46.4	23	20	18	15
1 x 2 1/2 x 1 1/2 Device	7.9	3	3	3	2
1 x 2 x 2 "	10.7	5	4	4	3
3 x 2 x 2 1/4 "	11.3	5	5	4	3
3 x 2 x 2 1/2 "	13	6	5	5	4
3 x 2 x 2 3/4 "	14.6	7	6	5	4
3 x 2 x 3 1/4 "	18.3	9	8	7	6
4 x 2 1/2 x 1 1/2 "	11.1	5	4	4	3
4 x 2 1/2 x 1 7/8 "	13.9	6	6	5	4
4 x 2 1/2 x 2 1/8 "	15.6	7	6	6	5

See Section 370-18 where boxes are used as pull and junction boxes.

Table 370-6(a)(2). Shallow Boxes

Box Dimensions, Inches Trade Size	Maximum Number of Conductors		
	No. 14	No. 12	No. 10
3 1/2	4	4	3
4	6	6	4
3 1/2 x 4 Square	9	7	6
4 11/16	8	6	6

Any box less than 1 1/2-inch deep is considered to be a shallow box.

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

LIMITACIONES:-

-) INTERIORES
-) 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 especiales).

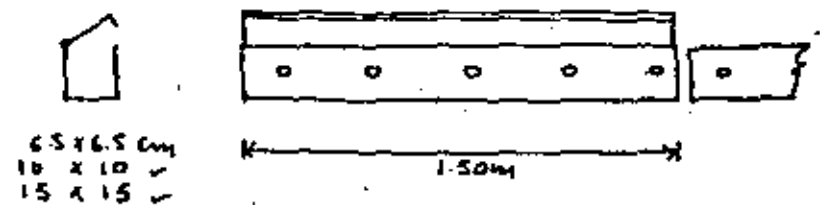


-) PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6).

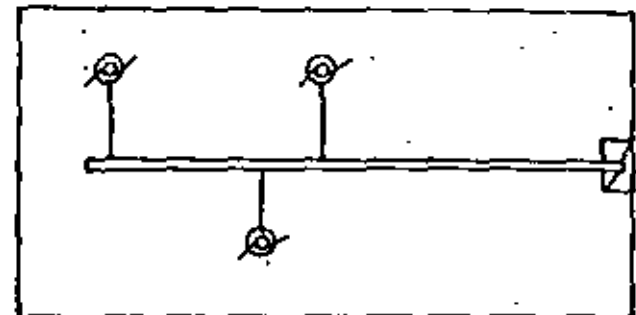
CANALIZACION ²² a BASE de DUCTOS METALICOS

-) DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In)
-) DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In)
-) DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In).

I) DUCTO EMBISAGRADO (ART. 20)..



USO:-



VENTAJAS:-

24

- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA.
(Fact. Relleno = 40%).

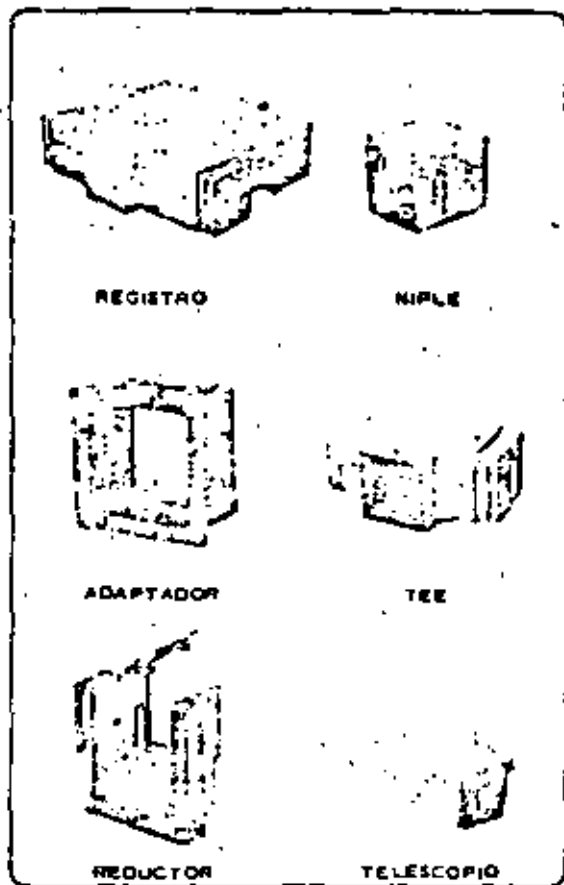
COSTO POR MM² UTILIZABLE :-

TUBO CONDUIT GELU	13mm.	AREA UTIL (mm ²)	COSTO (%)
✓	19 ✓	78	100
✓	25 ✓	156	83
✓	32 ✓	222	77
✓	38 ✓	330	66
✓	51 ✓	530	61
✓	64 ✓	870	47
✓	76 ✓	1240	66
✓	101 ✓	1580	64
DUCTO 6.5x6.5cm		3300	48
DUCTO 10x10cm		1690	84
DUCTO 15x15cm		4000	27
		9000	24

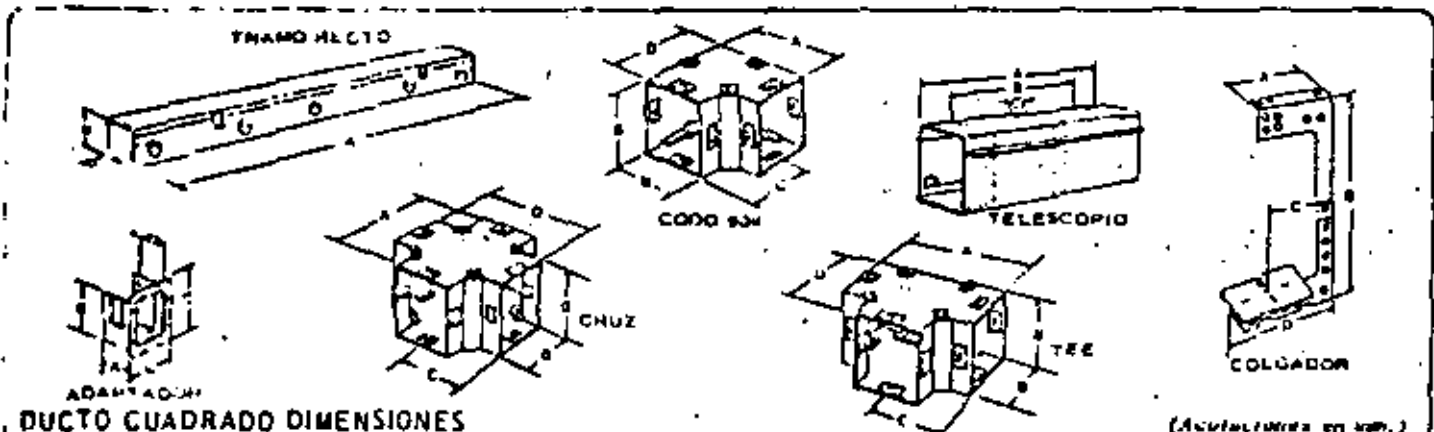
DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.
 No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta más de 10 conductores.

Calibre del Conductor	Área del cable con vaina en cm ² Tipo Tc.-TMC	No. Máximo de Conductores en Ducto 1		
		6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.107	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	321
8	0.212	40	103	236
6	0.271	29	74	173
4	0.350	21	53	125
3	0.455	15	38	90
2	0.596	10	26	63
1	0.787	7	18	45
00	1.034	5	12	30
000	1.387	4	9	23
0000	1.850	3	7	18
250000	2.421	3	8	19
300000	3.119	2	6	14
400000	4.174	2	5	12
500000	5.183	1	4	10
		1	3	6



1 R. REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS. Artículo 30 establece que el número de los que se pueden instalar en un ducto, a menos que los ductos en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor u otros solamente en el período de arranque.



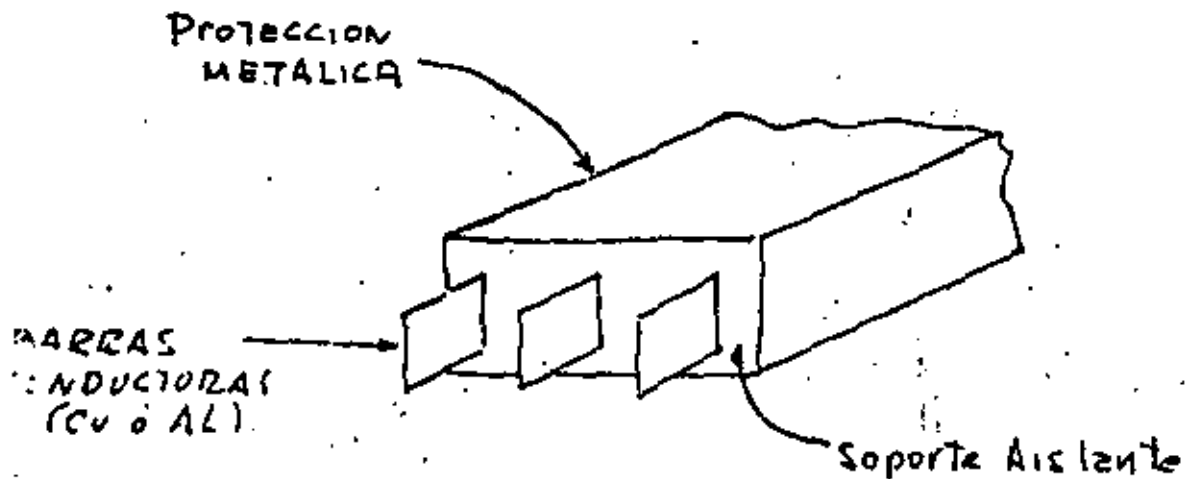
DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

DUCTO 6.5 x 6.5 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	104	94	86	—	LD41	104	105	115	—	LD61	304	185	155	—
LD22	119	94	86	—	LD42	409	105	115	—	LD62	609	185	155	—
LD23	132.4	94	86	—	LD43	1524	105	115	—	LD63	1824	185	155	—
LD230L	117	94	86	117	LD430L	157	106	116	117	LD630L	222	187	144	222
LD235L	75	94	—	73	LD435L	89	105	—	—	LD635L	127	96	—	127
LD236L	58	94	—	59	LD436L	67	105	—	—	LD636L	92	157	—	82
LD27	118	94	86	113	LD47	205	105	103	136	LD67	289	156	144	222
LD27	119	94	86	164	LD47	206	105	103	101	LD67	289	156	144	289
LD27F	187	212	—	—	LD47F	187	106	—	—	LD67F	500	194	—	500
LD27H	150	214	87	111	LD47H	181	212	93	—	LD67H	481	212	13	—
LD27A	82	87	—	—	LD47A	110	215	100	152	LD67A	138	431	149	200
					LD47A	82	105	130	—	LD67A	113	186	194	—



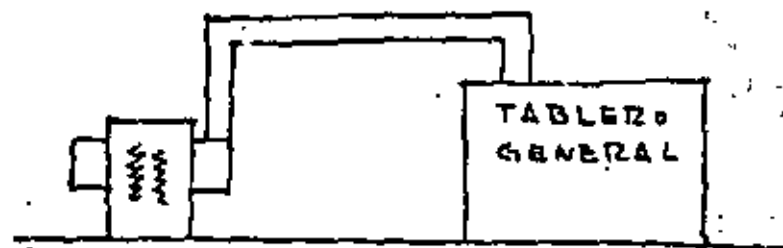
DUCTO ALIMENTADOR

26



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

ENT:-



VENTAJAS:-

-) BAJA IMPEDANCIA
-) RESISTENCIA MECANICA
-) RESISTENCIA a CTES C.C.
-) FACILIDAD de INSTALACION

DUCTO ALIMENTADOR - USO

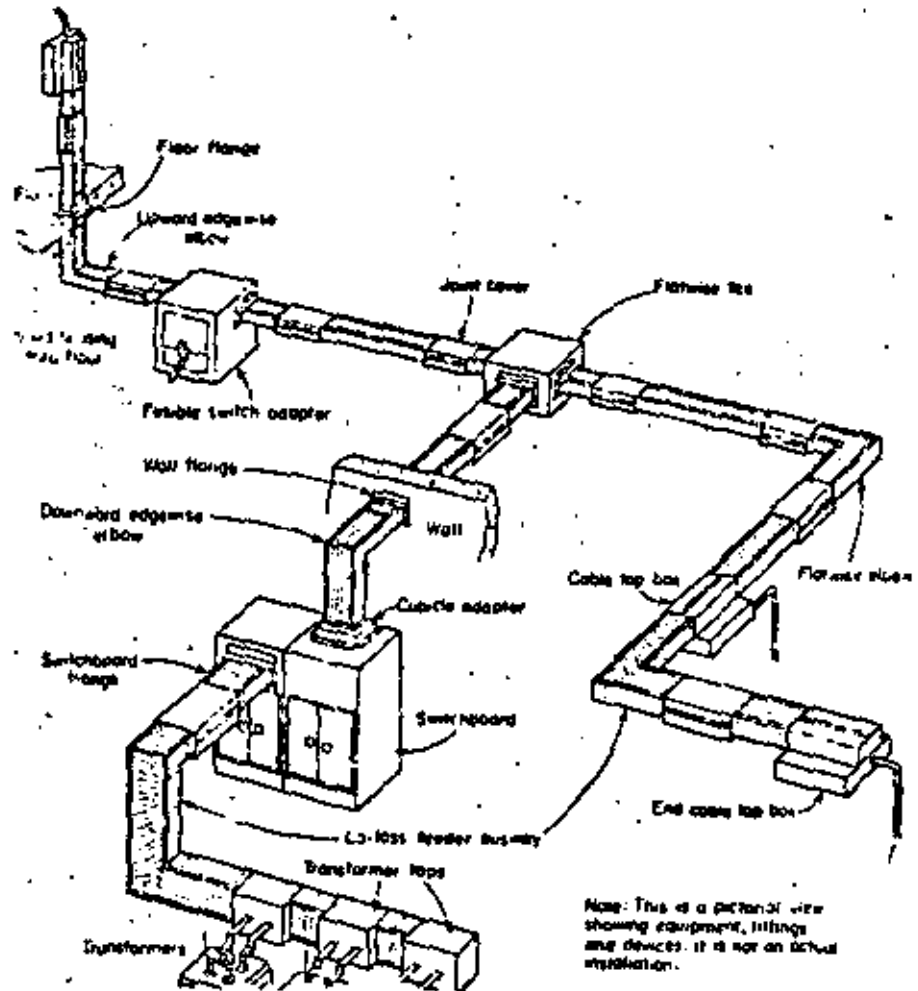


FIG. 192 Typical low-voltage-drop feeder busway system. (National Electric Div., H. K. Porter Co., Inc.)

ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

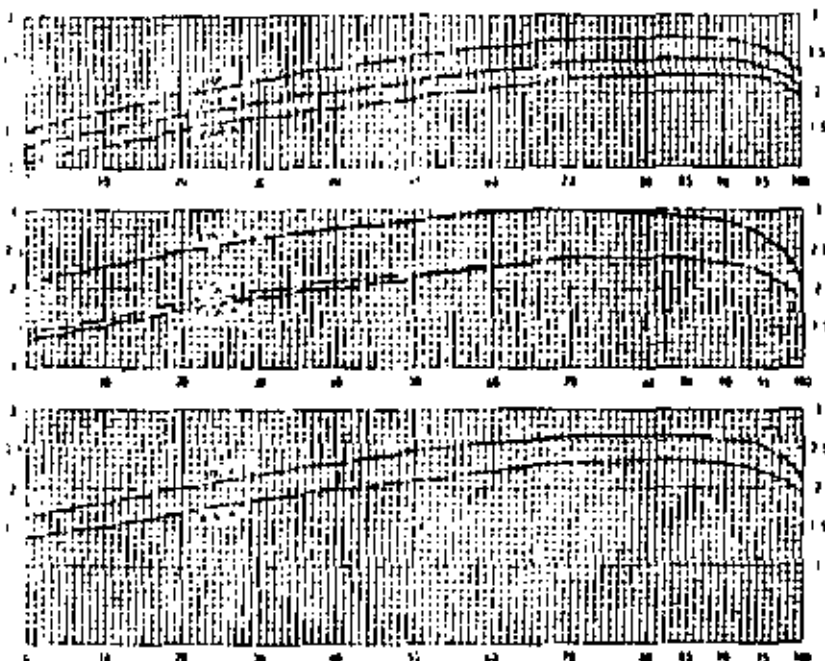
28

CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBIL. FEED-IN - 3 FOLIOS - 60KV.

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 Reactancia 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
800	0.204	0.0176	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.68	2.61	2.62	2.12
800	0.142	0.0126	1.33	1.52	1.69	1.85	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.28	1.84
1100	0.274	0.0234	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.38	2.32	2.23	1.87
1350	0.340	0.0289	2.06	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.98	2.94	2.86	2.72	2.17
1450	0.362	0.0310	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.23	1.91
2000	0.502	0.0413	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.96	2.06	2.15	2.21	2.24	2.21	2.17	1.91
2500	0.644	0.0510	1.30	1.50	1.69	1.86	2.02	2.17	2.29	2.38	2.44	2.45	2.44	2.38	2.08
3000	0.811	0.0610	1.56	1.77	1.98	2.18	2.35	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 40 % de F.P.

Caída de voltaje: $12 \times 1 \times (R \cos \theta) \times \sin \theta$
 $12 \times 1000 \times 0.00104 \times 0.50 \times 0.866$
 2.19 Volts - 100 pies

- Nota: 1- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 3 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

29

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, BBVC-3P (A, B, C) 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	61	70	70
900A	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
1250A	25-4X101	15-6X101	15-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1500A	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
3500A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
4000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
4500A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

1. Hileras dobles: en 3000A, son 2 de 3000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.
 2. Hileras expuestas: 26 mm. de alto con canto.

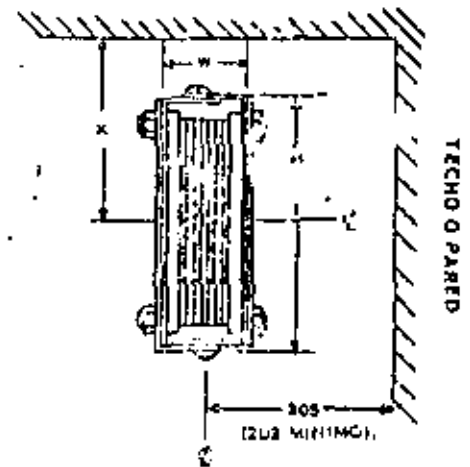
ACOMODO DE SOLERAS



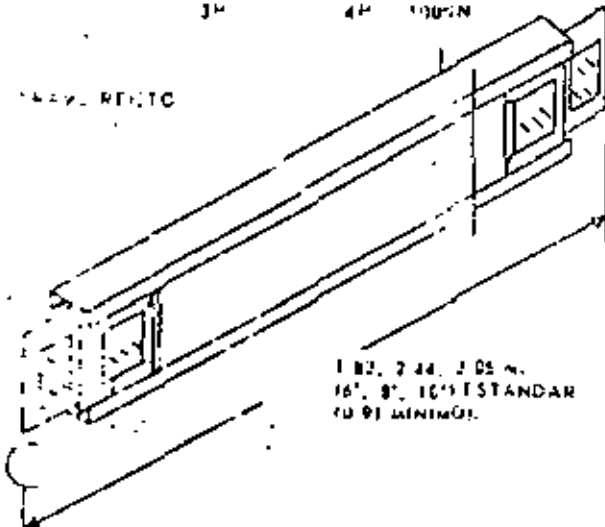
Espacio recomendado al techo o pared

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	260
1500-2000	254
2500-3000	305

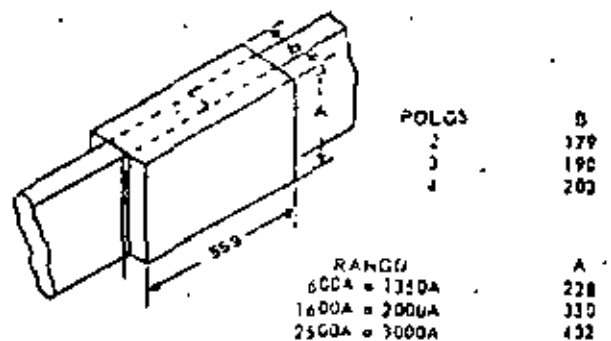
TECHO O PARED



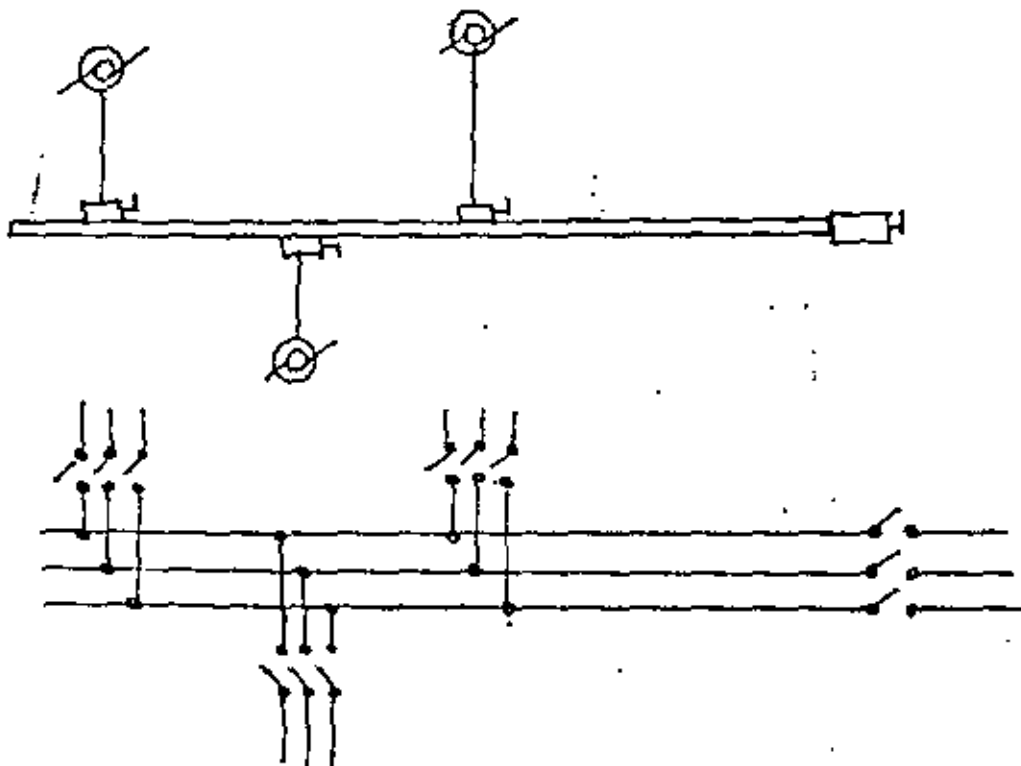
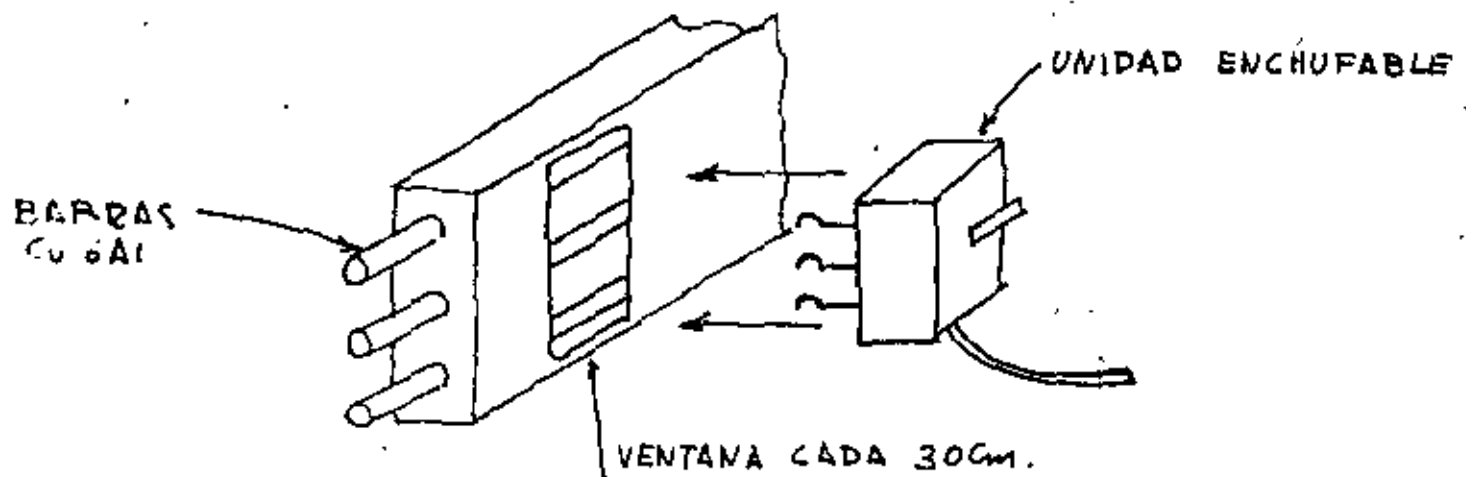
PAVIL RENTO



ENSAMBLE DE UNION



DUCTO DISTRIBUIDOR



EQUIVALE A UN TABLERO DE DISTRIBUCION DESARROLLADO SOBRE EL AREA DE TRABAJO.

VENTAJA PRINCIPAL:

-) MAXIMA FLEXIBILIDAD..
-) RAPIDEZ INSTALACION..

DUCTO DISTRIBUTOR

USO

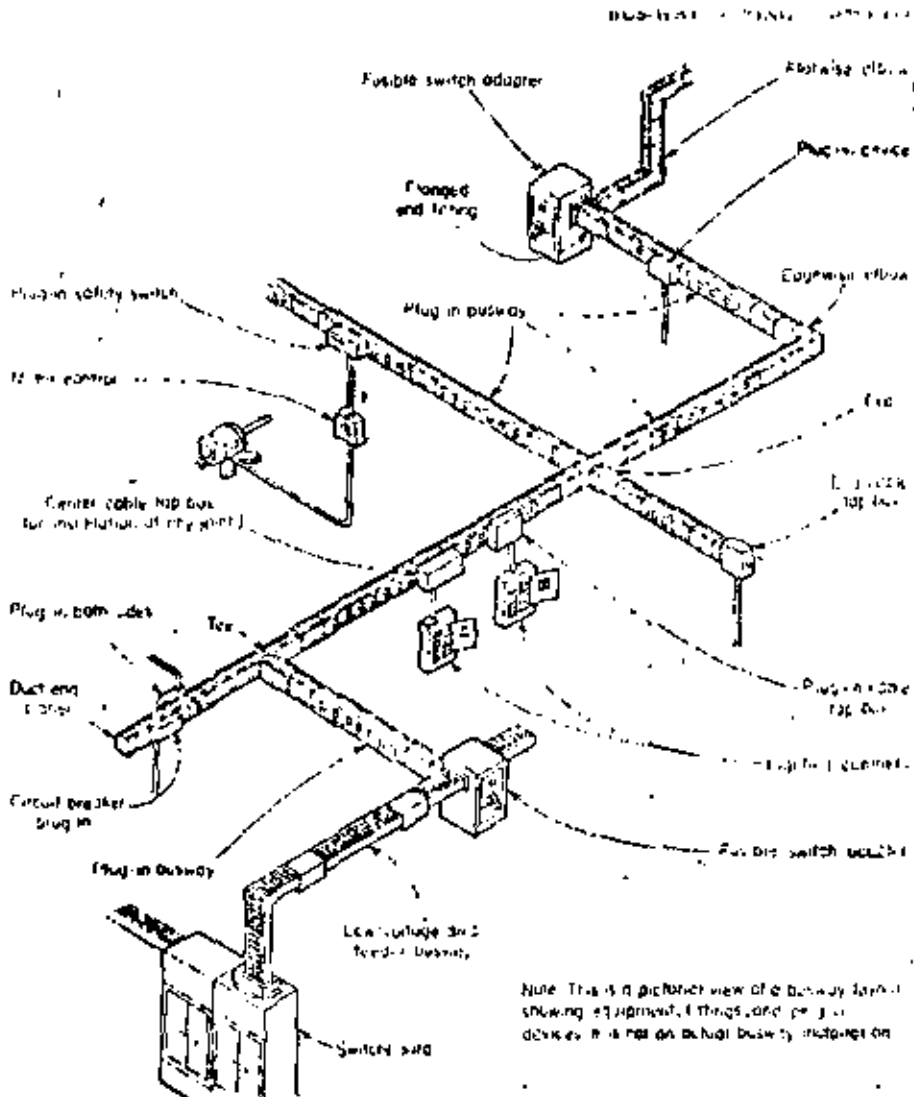
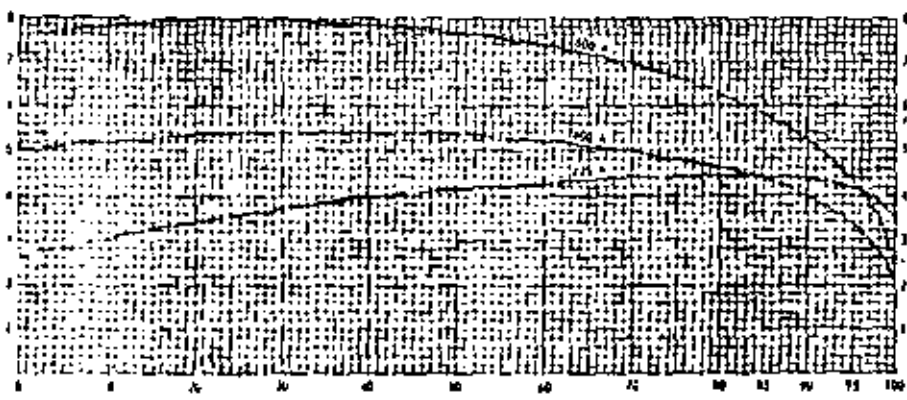
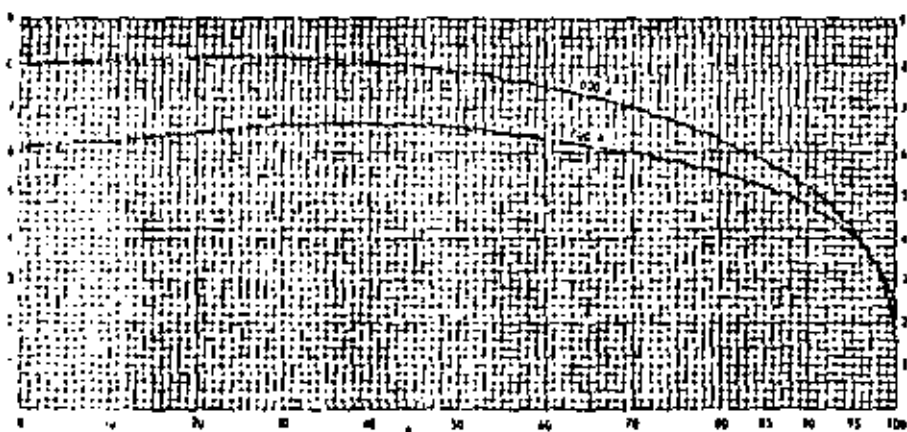


Fig. 101 Typical plug-in busway cover-top system National Electric Co. (H. K. Foster Co., Inc.)

CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de Cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.
 Promedio de caída de voltaje en voltos 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

Kilovoltios en volteros	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	90	100		
2.5	10.00	10.96	2.72	4.05	5.38	6.64	7.82	8.92	9.98	10.98	11.92	12.82	13.68	14.51	
4.0	16.14	17.20	4.38	6.54	8.70	10.86	12.98	15.08	17.12	19.18	21.22	23.22	25.18	27.04	
5.0	12.95	14.15	3.61	5.30	6.99	8.68	10.34	12.00	13.68	15.32	16.98	18.62	20.22	21.79	
6.0	11.70	12.99	3.28	4.83	6.46	8.09	9.72	11.32	12.92	14.52	16.12	17.72	19.28	20.82	
7.5	10.58	11.96	2.95	4.37	5.84	7.31	8.78	10.22	11.68	13.12	14.58	16.02	17.42	18.82	

1. Carga de línea: Factor de 1,410 Amper., con 50% de F. P.
 $R = 10.00 \times 1.15 = 11.5$ (Res. $R + X \text{ sen } \phi$)
 $X = 10.96 \times (0.0109 \times 1.30 \times 0.0458 \times 8.66)$
 $X = 15.15$ (x(0.0458)) = 7.81 Voltos / 100 pies.

- 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 los valores...

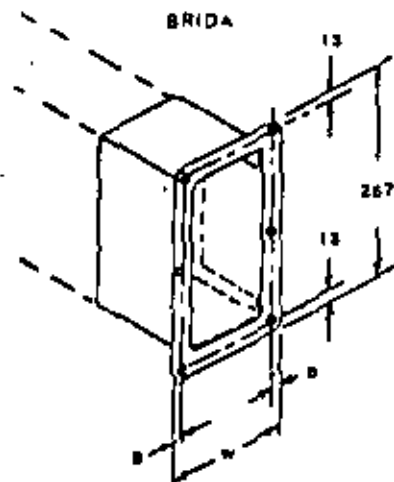
ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

33

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESOS APROXIMADOS

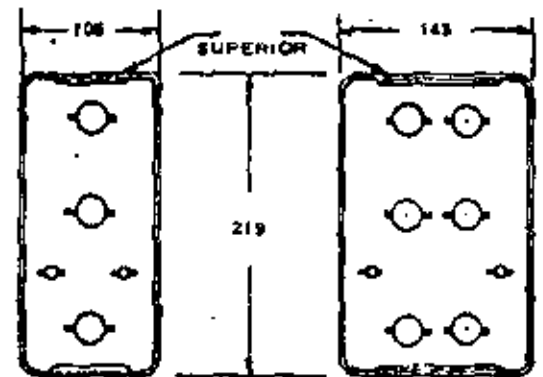
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES	NEUTRO	FASES	NEUTRO	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 P. 1 N.	2P.	3P.	3 P. 1 N.
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.3 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	17.5	13.1	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	19.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.7	23.6	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

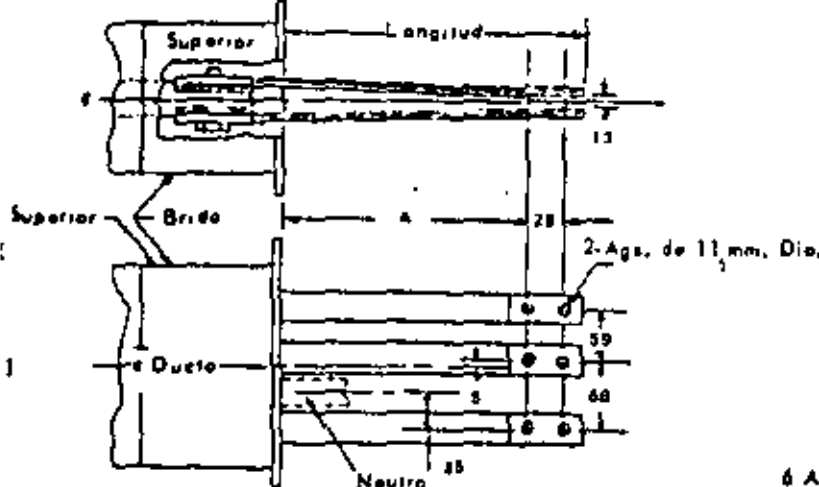
DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



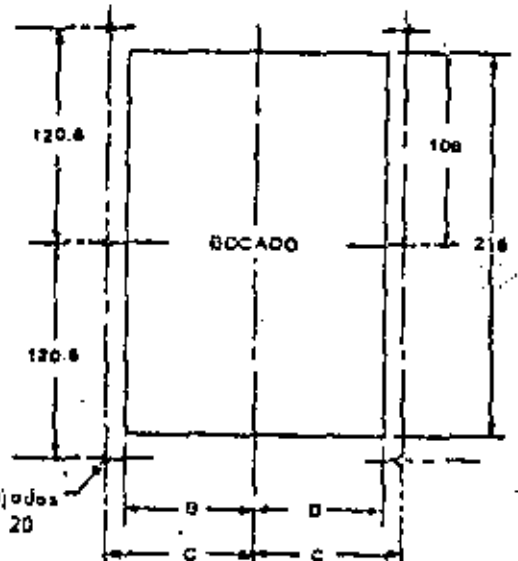
225A, 400A, 600A.

800A. Y 1000A.

EXTENSION DE BUIS CON CONECTORES FLEXIBLES



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



6 Ags. Torrijadas para 1/8" X 20

225A, 400A, 600A.

B=58, C=143.6

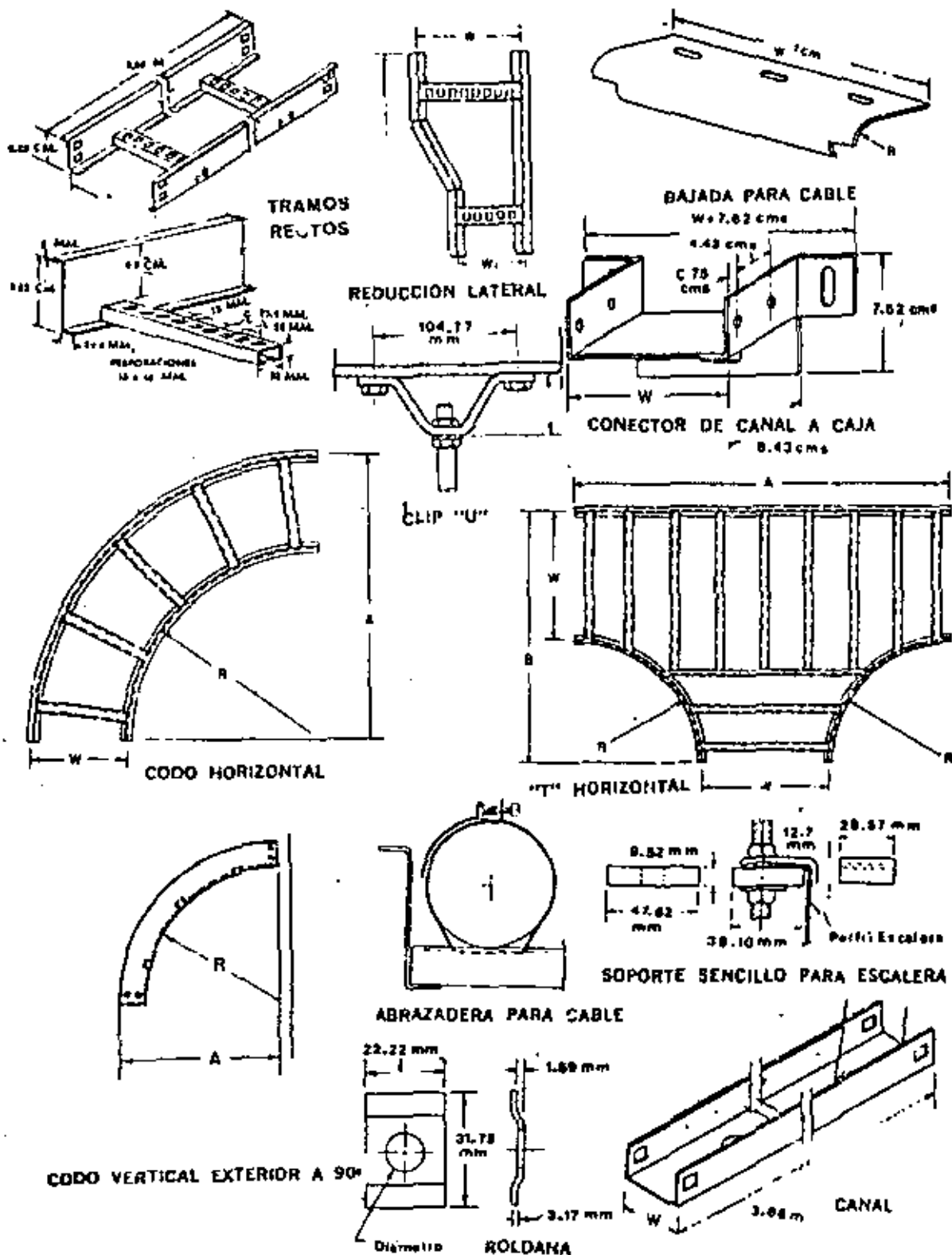
800A. Y 1000A.

B=73, C=171

LONGITUD		A
cm	PIES	
305	1	267
610	2	571
914	3	876

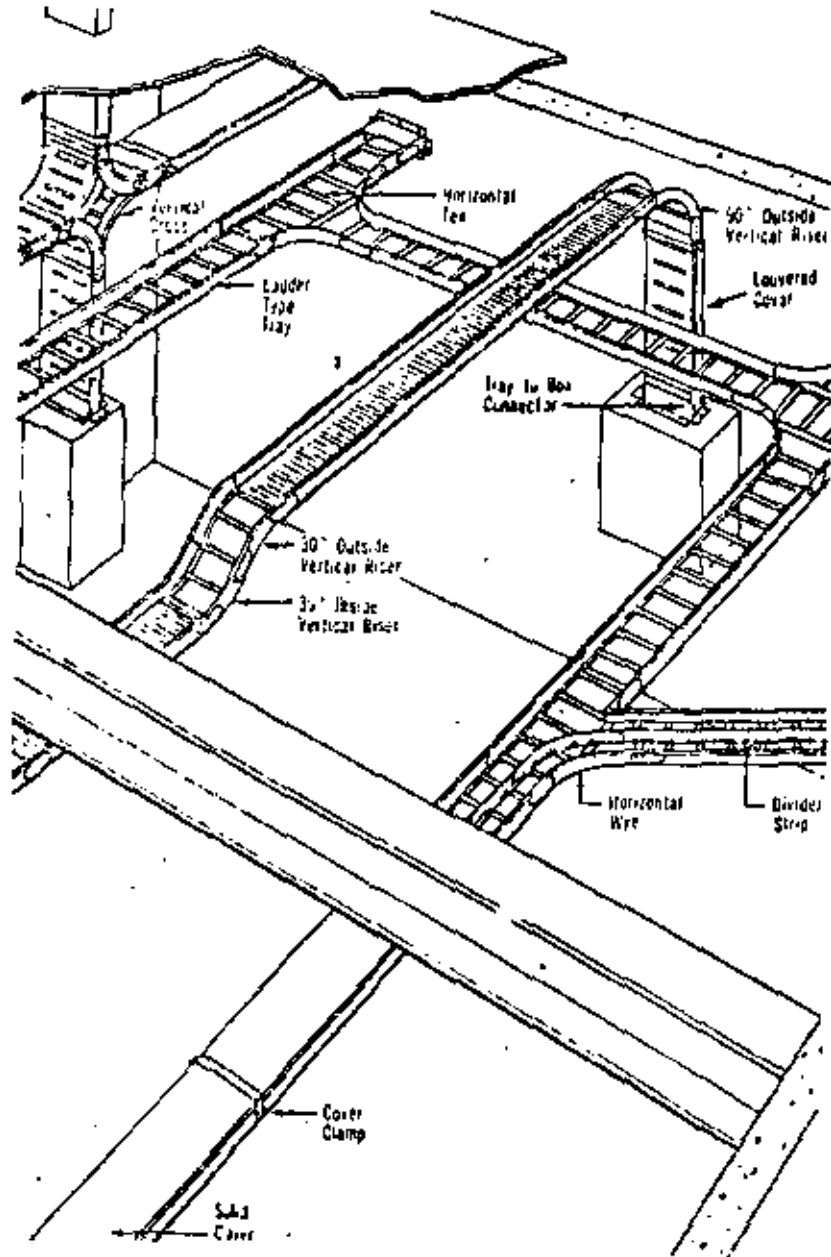
Acol. en mm.

SISTEMA de CHAROLAS: ESCALERAS



SISTEMA DE CHAROLAS. USO :

9-152 INTERIOR WIRING



USO :-

- GRANDES CANTIDADES
de CONDUCTORES
- CONDUCTORES de GRAN
SECCION
- NECESIDAD de GRAN
FLEXIBILIDAD

RESTRICCIONES (NEC)

-) DAÑO FISICO SEVERO
-) AREAS CON AMBIENTE FACILMENTE
COMBUSTIBLE
-) AREAS donde existen MONTACARGAS.

DIMENSIONES NORMALES.

AREA UTIL:-

<u>CHAROLAS</u>		<u>TUBO CONDUIT</u>		
<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 "	61.29 "	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.

<u>CHAROLA.</u>		<u>6 TUBO CONDUIT.</u>				
<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 DISEÑO -) CAPACIDAD CONDUCTORES

FACTORES DECREMENTALES POR AGRUPAMIENTO

DE CABLES EN CHAROLAS.

La capacidad de corriente de estos cables es la misma que los instalados en aire, reduciéndose esta capacidad según el agrupamiento adoptado.

A) Cables con separación mantenida de uno a dos diámetros.

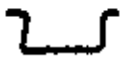



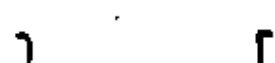

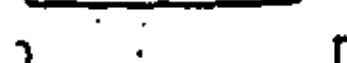
Número de Cables Verticales.	Número de Cables Horizontalmente.					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	0.82
2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	0.74
3	0.80	0.76	0.72	0.70	0.69	0.68
4	0.77	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65
5	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63
6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	0.61

B) Cables sin separación

Número Total		Número Total	
de Conductores	Factor	de Conductores	Factor
3	1.00	10-24 *	0.70
4-6	0.80	25-42 *	0.60
7-9	0.70	43 ó MAS *	0.50

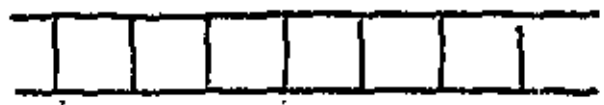
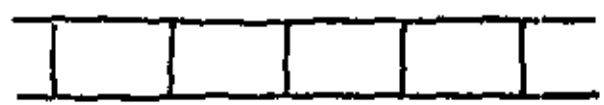
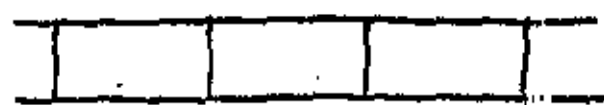
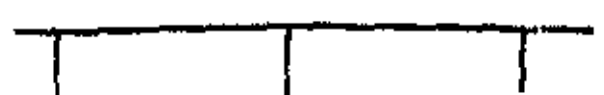
CONDICIONES de DISEÑO

→ ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO

15.2cm	
22.8cm	
30.48cm	
40.64cm	
45.72cm	
50.8cm	
60.96cm	

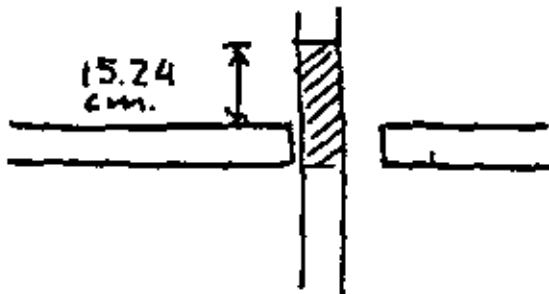
→ ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

└→ CALIBRE CONDUCTOR

15.24cm	
22.86cm	
30.48cm	
45.72cm	

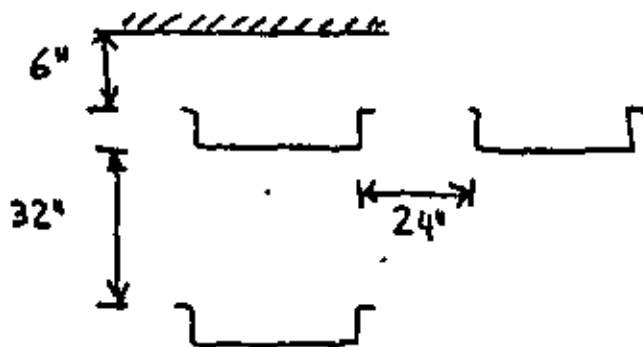
CONDICIONES de INSTALACION (NEC)

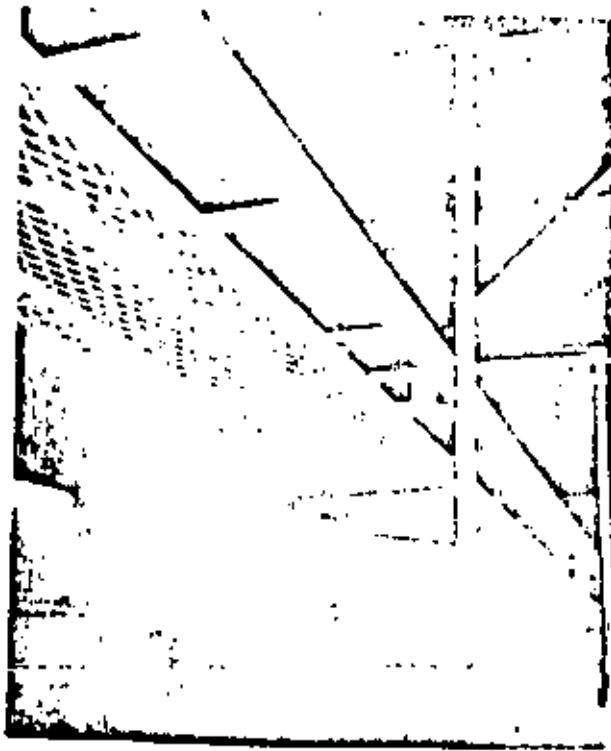
-) SISTEMA COMPLETO y CONTINUO
-) CABLEADO COMPLETO (CONEXIONES EN CAJAS)
-) CONEXION MECANICA a CAJAS o DISPOSITIVOS DE DONDE SALEN o TERMINAN los CABLES
-) PROTECCION al CRUZAR PISOS



•) CONEXION a TIERRA CONTINUA.

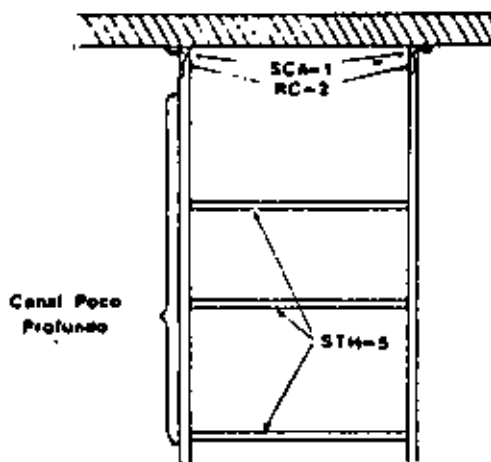
•) SEPARACIONES:-





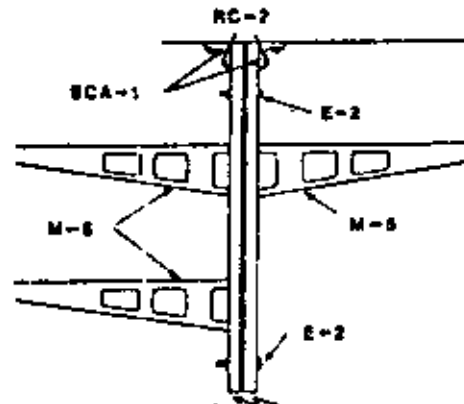
a) Sujeto a la estructura.

SOPORTE TIPO TRAPECIO

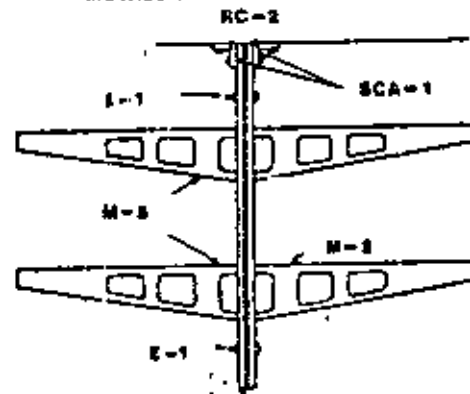


b) Empotrado en la loza.

MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



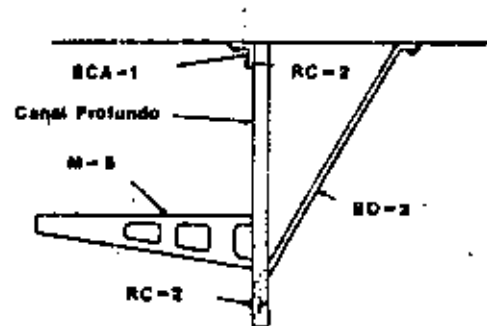
MONTAJE A CARGAS SIMETRICAS



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Cat. CP-3 CP-6

MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

COSTOS

MATERIAL

42

COMPARACION² VS T.CONDUIT P.G.G. (1971)

CHAROLAS

PRECIO POR NO. DE TUBOS.

Ancho cm	Acho Plg.	Precio [Tramo	5.08* (2")	6.35* (2½")	7.62* (3")	10.16* (4")
15.2	6	270.00	385.00	521.00	455.00	382.00
30.5	12	290.00	770.00	1042.00	910.00	764.00
45.7	18	315.00	1155.00	1563.00	1365.00	1164.00
60.9	24	343.00	1540.00	2084.00	1820.00	1528.00

INSTALACION

Charolas Tubo conduit pared gruesa - Fe. y Al.

Horas hombre por 30.4 mts.

Ancho	Horas	5.08 cm. ø (2" ø)		7.62 cm. ø (3" ø)		10.16 cm. ø (4" ø)	
x 30 mts.	Hombre	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	155.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

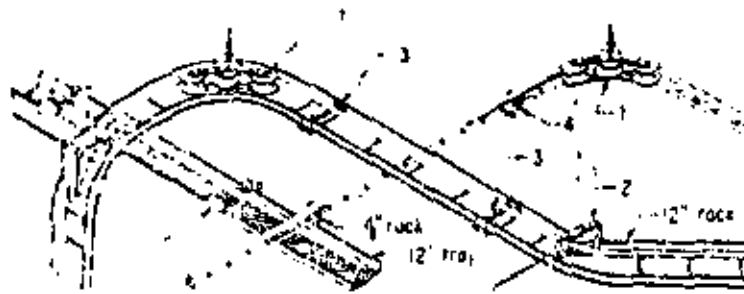
* Unidades de trabajo para las Asociaciones de Contratistas Eléctricos en E. E. U.U.

CABLEADO

43

-) LATERAL
-) JALADO

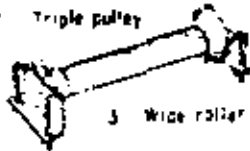
CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



Triple pulley



2 Single pulley



3 Wide roller



4 Narrow roller

Installation as available



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE CANALIZACION

A N E X O

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

FEBRERO, 1982



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

MEDIOS DE PROTECCION

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

FEBRERO, 1982

INGENIERO CARLOS MARTINEZ CALDERON.

MEIOS DE PROTECCION

- Sobrecorriente: orfiganas
- Sobrecarga
- Corto circuito
- Medios de proteccion contra sobrecorrientes
- Interruptores automaticos
- 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 interrupto res 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 e interrumpir.

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 - Origenes

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.

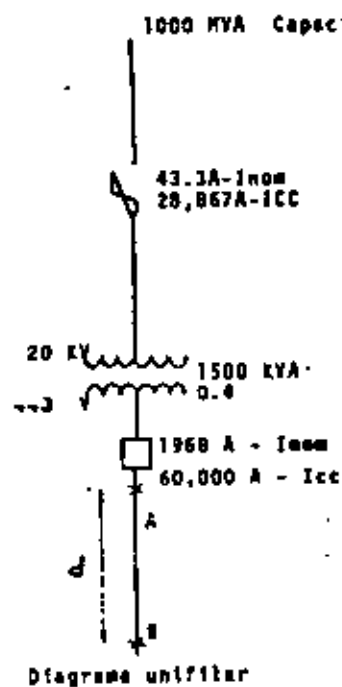
Los dispositivos que se usan para detectar sobrecorrientes son los fusibles, los relevadores y las bobinas de disparo de acción directa e instantánea.

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 rápidamente y de abrir la corriente de corto circuito de diseño.

CALCULO SIMPLIFICADO DE CORTO CIRCUITO



$$\text{Impedancia pu} = \frac{I_s 0/1}{\frac{KYA_b}{KYA_{cc}} \frac{1500}{1000,000}} = 0.0015$$

c.c. en el punto a

$$\text{Reactancia total} = 0.0015 + 0.04 = 0.0415$$

$$KYA_{cc} = \frac{1500}{0.0415} = 35,343 \text{ KYA}$$

$$I_{cc_a} = 7,427 \text{ A}$$

$$I_{cc_{B1}} = 1.25 \times 7,427 \text{ A} = 9,284 \text{ A}$$

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.

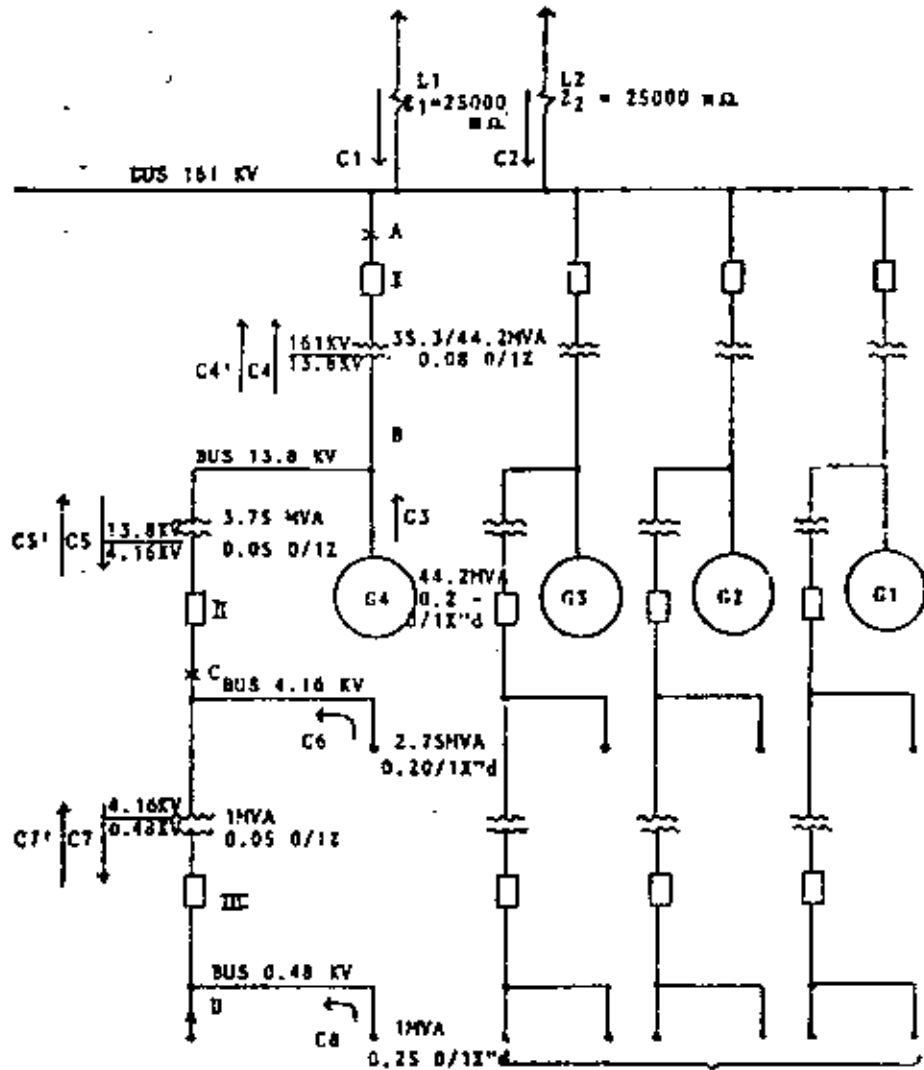
La intención del presente trabajo es presentar un sistema rápido, sencillo, claro y de exactitud suficiente para la mayoría de las aplicaciones, como son: selección de interruptores y cables, y determinación de esfuerzos electro mecánicos derivados de una corriente de falla.

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:

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.

DIAGRAMA UNIFILAR BASICO DE CALCULO



SISTEMAS IGUALES AL No. 4

Fig. No. 1

UNIDADES A EMPLEAR:

Por comodidad, haremos uso de las unidades siguientes:

Potencia nominal de generadores, transformadores y motores en MVA.

Potencia de corto circuito en MVA.

Impedancias y reactancias transitoria y subtransitoria en por unidad.

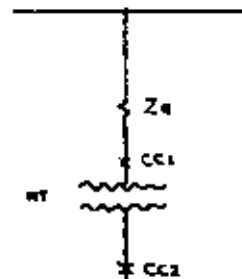
Impedancias de líneas en miliohms.

Tensiones en kilovolts.

DIFERENTES CONSTANTES DE CONTRIBUCION A UNA FALLA.

Cuando ocurre una falla de corto circuito en un sistema, existen diferentes fuentes de contribución y diferentes medios de limitación de tal contribución:

1.- RED ALIMENTADORA.



$$Z_0 = \frac{NT}{CC1}$$

$$CC2 = \frac{NT}{\frac{NT}{CC1} + ZT}$$

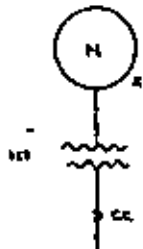
--- (1)

2.- EQUIPO ROTATORIO.



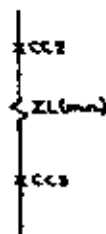
$$CC = \frac{N}{X} \quad \text{--- (2)}$$

3.- EQUIPO ROTATORIO A TRAVES DE UN TRANSFORMADOR.



$$CC = \frac{N}{\frac{N^2}{X} + ZT} = \frac{N}{\frac{N^2}{X} + ZT} \quad \text{--- (3)}$$

4.- LINEA SUMINISTRADORA O PASO POR REACTOR.



$$MVA = \frac{1000 KV^2}{ZL (en \Omega)}$$

$$CC3 = \frac{KV^2}{Z0 + ZL} = \frac{KV^2}{\frac{KV^2}{CC1} + ZL} = \frac{1}{\frac{1}{CC1} + \frac{ZL}{1000KV^2}} \quad \text{(4)}$$

CONSIDERACIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LA FALLA.

Para el cálculo de una falla de corto circuito en una red, es necesario saber que es lo que se va a calcular:

- 1.- Valores momentáneos.
- 2.- Valores de interrupción.

Para poder observar más gráficamente esto, a continuación incluimos una gráfica tiempo-corriente del comportamiento de una máquina bajo condiciones de circuito corto.



FIG. N° 2

En la cual podemos observar la corta influencia de la componente subtransitoria ($i''d$), la más prolongada influencia de la transitoria ($i'd$) y la presencia constante de la componente estática (i_d) determinadas cada una por las reactancias subtransitorias ($x''d$), transitoria ($x'd$) y síncrona (x_d) característica de cada máquina, todas de eje directo.

La gráfica anterior es cierta para máquinas síncronas, y para un motor de inducción debemos considerar una reactancia similar a la subtransitoria debido al flujo remanente pero no deben tomarse en cuenta la transitoria y síncrona ya que estos motores carecen de devanado de campo que las originen.

A modo de información mencionaremos que las reactancias síncronas son afectadas por el arreglo físico y dimensiones del acero en actividad como circuito magnético y cobre de rotor y estator; la reactancia transitoria es afectada en cierta proporción por las dimensiones de los polos del rotor; la reactancia subtransitoria y la de secuencia negativa son afectadas considerablemente por el arreglo físico del devanado amperiguador dentro del rotor; la reactancia de secuencia cero varía principalmente en función del paso de devanado empleado en el armadura y la reactancia síncrona lo hace principalmente en función de los factores de diseño de entrehierro y armadura.

Las reactancias de una máquina síncrona se calculan a partir de los parámetros de diseño de la misma y pueden ser probados empleando procedimientos de prueba aceptados. Generalmente se expresan en valores por ciento (%) o por unidad (0/1) basados en la capacidad nominal (N) de la máquina.

Podemos deducir, analizando las diferentes componentes de contribución que si necesitamos conocer los esfuerzos electromecánicos ocasionados por una falla es necesario tomar en cuenta las corrientes originadas por la reactancia subtransitoria subsecuentemente, si deseamos conocer un valor posterior para determinación de la capacidad interruptiva adecuada para un interruptor o fusible, es natural que entren en juego los conceptos de naturaleza de la máquina (si es generador, motor síncrono o de inducción) y la velocidad de apertura, para seleccionar el tipo de reactancia que se tendrá en consideración.

Para poder hacer una evaluación rápida de estos conceptos, incluimos a continuación una tabla que los agrupa, y que ha sido tomada de la página 99 de la publicación Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE No. 141).

Table 4.18
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	Machine Type	Machine Reactance in Use	
				Subtransient	Transient
Power Circuit Breakers E-804 type or above (general use) Five pole	Above 60 kV Above 600 v	Any place where subtransient short-circuit level is less than 200 MVA	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient
General case Low-voltage fuses	Above 600 v 480 v to 5 kV	Near generating station (X/R ratio less than 10)	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient
Medium-Voltage Fuses All types, including self-clearing types Non-self-clearing types only	Above 600 v 480 v to 15 kV	Anywhere in system Remote from generating station (X/R ratio less than 1)	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient
Medium-Voltage Fuses All types, including self-clearing types Non-self-clearing types only	200 v to 15 kV	Anywhere in system	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient
Circuit breaker or fuseless type	601 v to 5 kV	Anywhere in system	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient
Circuit breaker or fuseless type Circuit breaker or fuseless type	440 v to 2 kV 480 v to 5 kV	Anywhere in system Remote from generating station (X/R ratio less than 10)	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient
Appliances, 480 Volts and Above Low-voltage power fuses Low-voltage motor starters (with fuses or molded case breakers)	600 v or less 480 v	Anywhere in system Anywhere in system	Synchronous Motors	Subtransient	Transient
				Subtransient	Transient

* Machines in ASA C.12.10 have been prepared (References 6, 7). These machines represent the use of those multiplying factors in applying power circuit breakers.
 ** These factors are intended to be 1.1 and 1.2 respectively if the symmetrical fault level is above 500 amperes and the system is fed predominantly by generators in through circuit-breaker systems.
 † Fuses which operate in under 0.200 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 sincros, condensadores sincros y cambiadores de frecuencia, para cálculo de valores momentáneo o de interrupción.
- 2.- Lo anterior es aplicable para motores sincros 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 SINCRONS:		
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 SINCRONS:		
	0.24	0.37
CONVERTIDORES SINCRONS:		
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

$$Z = \frac{Z(\Delta) \times KVAB}{10KV^2} = \frac{100 \times KVAB}{1.73 \times Icc \times KV} \quad -100/1$$

$$Z(\Omega) = \frac{10(Icc) \times KV^2}{KVAB}$$

$$Z(\Omega)E_2 = \frac{E_1^2 \times ZE_1}{E_2^2}$$

$$Z(KVAB_2) = \frac{KVAB_2}{KVAB_1} \times Z(KVAB_1)$$

$$KVAcc = \frac{100 (KVAB)}{Icc} = \frac{1000 KV^2}{I(\Omega)} = 1.73 (KV) Icc$$

$$Icc = \frac{100 (KVAB)}{1.73 \times I(\Omega) \times KV} = \frac{E}{1.73 \times Z \text{ línea } (\Delta)}$$

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 CA si se 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.

$$C1 = C2 = \frac{1000 \text{ kv}^2}{ZL (\text{MVA})} = \frac{1000 \times 161^2}{25000} = 1036.84 \text{ MVA}$$

$$C3 = \frac{N}{x''d} = \frac{44.2}{0.2} = 221. \text{ MVA}$$

$$C4' = \frac{N}{\frac{N}{N} \cdot x''d + ZT \cdot 1/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{44.2} \times 0.2 + 0.08} = 157.86 \text{ MVA}$$

$$CCA = C1 + C2 + 4C4' = 2795.12 \text{ MVA}$$

$$CCA' = CCA - C4' = 2547.26 \text{ MVA} \text{ (falle CCA equivalente para } C4' \text{ cuyos derivados ya que } C4' \text{ no contribuye a su falla primaria)}$$

$$C4 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCA'} + ZT0/1} = \frac{44.2}{\frac{44.2}{2547.26} + 0.08} = 454.02 \text{ MVA}$$

$$C5' = \frac{N}{\frac{N}{N} \cdot x''d + ZT \cdot 0/1} = \frac{2.75}{\frac{2.75}{2.75} + 0.2 + 0.05} = 0.52 \text{ MVA}$$

$$CCB = C3 + C4 + C5' = 221 + 454.02 + 0.52 = 683.54 \text{ MVA}$$

$$CCB' = CCB - C5' = 675.02 \text{ MVA}$$

$$C5 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCB} + ZT0/1} = \frac{3.75}{\frac{3.75}{675.02} + 0.05} = 67.5 \text{ MVA}$$

$$C6 = \frac{N}{x''d} = \frac{2.75}{0.2} = 13.75 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{N}{\frac{N}{N} \cdot x''d + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{1} \times 0.25 + 0.05} = 3.33 \text{ MVA}$$

$$CCC = C5 + C6 + C7 = 67.5 + 13.75 + 3.33 = 84.58 \text{ MVA}$$

$$CCC' = CCC - C7 = 81.25 \text{ MVA}$$

$$C7 = \frac{NT}{\frac{NT}{CCC'} + ZT0/1} = \frac{1}{\frac{1}{81.25} + 0.05} = 16.05 \text{ MVA}$$

$$C8 = \frac{N}{x''d} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ MVA}$$

$$CCD = 16.05 + 4 = 20.05 \text{ MVA}$$

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 1, 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 $C6 + C7^1 = 17.08 \text{ MVA}$
 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 $4,16 \text{ KV}$ 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 los terminales; cuando se requiere calcular una falla a una distancia determinada, es necesario hacer uso de la fórmula número 7.

Pongamos por ejemplo, derivado del bus de 480 V , un circuito - como sigue:

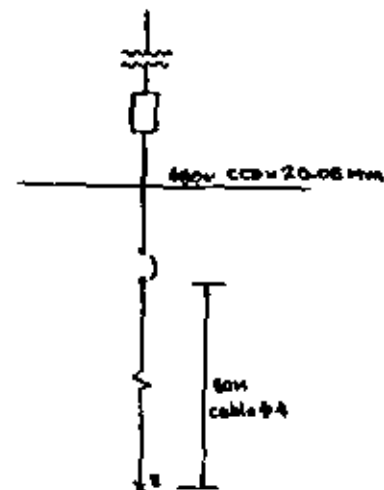


Fig. No. 3

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 necesario para obtención de la impedancia.

TABLA NUMERO 3

Distancia	14	12	10	8	6	4	2	1/2	7/6	3/6	4/6	750	300	150	100	500
Zc (en Ω)	0.97	5.43	3.85	2.14	1.39	0.867	.517	.347	.212	.132	.091	.079	.162	.144	.118	.151

Con la tabla anterior, podemos estimar la impedancia del cable de nuestro ejemplo:

$$ZL = 50 \times 0.867 = 43.35 \text{ m}\Omega$$

Y entonces el corto circuito se verá reducido a:

$$CCE = \frac{1}{\frac{1}{CCD} + \frac{ZL}{1000 \times KV^2}} = \frac{1}{\frac{1}{20.05} + \frac{43.35}{1000 \times .48^2}} = 4.202 \text{ MVA}$$

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:

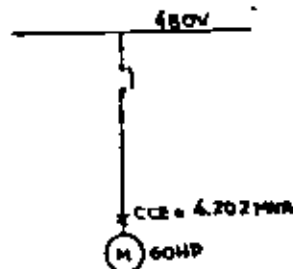


Fig. No. 4

La expresión para la estimación de la caída de tensión es:

$$\% \text{ CDT} = \frac{100 \times MVA_A}{MVA + CCA}$$

Donde MVA_A = Potencia de arranque en MVA.

Supongamos un motor con letra de código G (5.6 KVA/HP), entonces; $MVA_4 = 0.0056 \times 60 = 0.336$

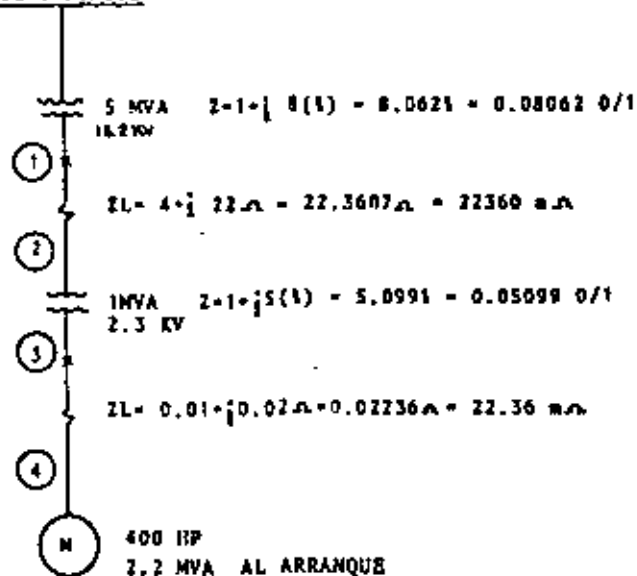
Substituyendo:

$$I_{CDT} = \frac{100 \times 0.336}{0.336 + 4.202} = 7.4$$

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:

$$1.- \text{CC1} = \frac{5}{0.08062 + \frac{5}{\infty}} = 62.02 \text{ MVA}$$

$$2.- \text{CC2} = \frac{1}{\frac{1}{62.02} + \frac{22360}{1000 \times 13.2^2}} = 6.923 \text{ MVA}$$

$$3.- \text{CC3} = \frac{1}{0.05099 + \frac{1}{6.923}} = 5.1167 \text{ MVA}$$

$$4.- \text{CC4} = \frac{1}{5.1167 + \frac{22.36}{1000 \times 2.3^2}} = 5.048 \text{ MVA}$$

$$5.- \text{CDT} = \frac{100 \times 2.2}{2.2 + 5.048} = 30.521$$



TABLA DE SELECCION PARA INTERRUPTORES EN AIRE
COMO INTERRUPTORES SECUNDARIOS PRINCIPALES

Capacidad del transformador KVA	440 V - Secundario			440 V - Secundario		
	Amps. Carga plena	Corto Max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO	Amps. Carga plena	Corto max. Amps. Asim.	Interruptor TIPO
225	625	15,650	25H-2			
300	715	20,900	25H-2			
450	1,050	31,300	25M-2			
600	1,400	41,700	50H-2	590	14,750	25H-2
750	1,750	52,000	50H-2	790	19,750	50H-2
1000	2,100	69,500	75H-2	985	24,600	50H-2
1500	2,100	104,000	100H-2	1,310	32,800	50H-2
2000				1,920	48,200	65H-2
3000				2,520	65,500	75H-2
4000				3,540	96,400	100H-2

NOTA: Las corrientes de corto circuito están basadas en un 5% de reactancia en los transformadores, y capacidad de suministro ilimitado en el primario. La capacidad promedio en las tres fases, de 1/25. Para encontrar valores de corriente de falla a 220 V multiplicar los valores a 440 V por 0.707.

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	1,309
	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	5,348	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	4,702
	2-250 MCM	8,132	8,105	8,078	8,064	7,969	7,820	7,534	6,691	5,633
	2-500 MCM	8,132	8,119	8,105	8,092	8,024	7,915	7,684	7,044	6,283
300	No. 4	10,866	10,716	10,608	10,281	9,248	7,561	5,304	2,720	1,423
	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	10,608	10,136	9,792	8,894	6,800	4,760
	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	7,616
500	No. 4	17,992	17,680	17,272	16,320	13,572	9,960	6,356	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	10,364
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	21,546	21,195	20,332	18,224	15,212	9,056	5,843
	2-250 MCM	22,249	22,236	21,964	21,760	21,216	20,128	18,098	15,572	9,928
	2-500 MCM	22,249	22,236	22,042	21,628	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	2,912	1,632
	No. 0	29,580	29,240	28,560	27,540	24,208	19,584	13,328	6,800	3,316
	250 MCM	29,580	29,324	28,848	28,220	26,248	22,984	18,724	10,864	6,352
	2-250 MCM	29,580	29,444	29,240	28,900	27,880	26,112	22,648	16,320	11,152
	2-500 MCM	29,580	29,552	29,376	29,104	28,220	26,792	24,344	18,768	13,600
1,500	No. 4	43,588	41,538	39,132	34,360	22,168	13,056	7,504	3,128	1,507
	No. 0	43,588	42,510	40,120	35,168	32,268	23,800	14,488	6,528	3,400
	250 MCM	43,588	42,640	41,888	40,520	36,176	30,260	22,168	12,568	6,528
	2-250 MCM	43,588	43,248	42,840	41,160	39,712	36,176	30,176	22,008	12,568
	2-500 MCM	43,588	43,384	42,640	42,432	40,520	37,536	35,448	23,104	15,616
2,000	No. 4	57,392	53,992	49,368	40,800	23,664	13,600	6,512	2,512	1,632
	No. 0	57,392	55,624	53,720	48,960	37,608	25,840	15,640	6,800	3,536
	250 MCM	57,392	56,168	54,498	51,816	44,744	35,360	23,496	12,376	6,800
	2-250 MCM	57,392	56,712	55,760	51,400	50,184	43,792	35,724	21,488	12,512
	2-500 MCM	57,392	57,120	56,168	55,216	51,816	46,512	39,164	25,656	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 4 1/2 % para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5 1/2 % para capacidades arriba de 500 KVA, e incluye la contribución por motores basada en una carga de 100 % 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
Amperes cuando se conocen los valores de fuerza (H.P.)	$H.P. \times 746$ $E \times o/o \text{ Ef}$	$H.P. \times 746$ $E \times o/o \text{ Ef} \times F.P.$	$H.P. \times 746$ $2 \times (E \times o/o \text{ Ef}) \times F.P.$	$H.P. \times 746$ $1.73 \times E \times o/o \text{ Ef} \times F.P.$
Amperes cuando se conoce en los K.W.	$K.W. \times 1000$ E	$K.W. \times 1000$ $E \times F.P.$	$K.W. \times 1000$ $2 \times E \times F.P.$	$K.W. \times 1000$ $1.73 \times E \times F.P.$
Amperes cuando se conocen los K.V.A.		$K.V.A. \times 1000$ E	$K.V.A. \times 1000$ $2 \times E$	$K.V.A. \times 1000$ $1.73 \times E$
Kilowatts	$I \times E$ 1000	$I \times E \times F.P.$ 1000	$I \times E \times 2 \times F.P.$ 1000	$I \times E \times 1.73 \times F.P.$ 1000
K.V.A.		$I \times E$ 1000	$I \times E \times 2$ 1000	$I \times E \times 1.73$ 1000
H.P. con la fecha del motor	$I \times E \times o/o \text{ Ef}$ 746	$I \times E \times o/o \text{ Ef} \times F.P.$ 746		$I \times E \times 1.73 \times o/o \text{ Ef} \times F.P.$ 746

I — Amperes. E — Volts. o/o Ef. — o/o de eficiencia F.P. — Factor de Potencia K.W. — Kilowatts K.V.A. — Kilo-Volt-Amperes. H.P. — Caballos de fuerza.

CALCULOS DE CORRIENTE DE FALLA PARA LA SELECCION DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN SISTEMAS DE BAJO VOLTAJE C. A.

Corriente de falla disponible (amperes simétricos rms) 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
300	No. 4	16,350	16,245	16,055	15,675	14,535	13,015	10,622	6,840	4,275
	No. 0	21,850	19,180	16,245	11,970	6,175	3,325	1,692	1,662	855
	250 MCM	21,850	20,520	19,190	16,625	13,252	7,600	3,760	3,182	1,662
	2-250 MCM	21,850	20,995	20,140	18,525	14,535	11,590	6,862	5,700	3,135
500	No. 4	21,850	21,612	21,327	20,615	18,575	15,960	12,502	7,505	4,322
	No. 0	36,290	29,260	22,800	14,630	6,555	3,325	1,692	760	380
	250 MCM	36,290	32,680	28,880	22,800	13,490	7,600	3,760	1,710	950
	2-250 MCM	36,290	32,200	32,110	27,930	19,095	12,920	7,520	3,230	1,710
750	No. 4	36,290	35,530	34,675	32,870	27,930	22,610	16,150	8,550	4,750
	No. 0	44,840	34,010	24,700	15,200	6,555	3,230	1,598	760	380
	250 MCM	44,840	39,805	34,485	25,935	14,060	7,600	3,854	1,710	950
	2-250 MCM	44,840	41,420	38,000	32,585	21,850	13,300	7,520	3,230	1,710
1,000	No. 4	44,840	43,605	42,085	38,000	30,115	21,660	13,536	6,080	3,325
	No. 0	59,565	40,850	27,045	16,150	7,410	3,515	1,692	665	380
	250 MCM	59,565	50,825	42,085	29,640	15,200	8,075	4,136	1,710	902
	2-250 MCM	59,565	53,770	48,450	39,900	24,700	15,115	8,272	3,230	1,776
1,500	No. 4	59,565	58,710	55,290	51,965	40,280	29,920	19,740	9,500	3,135
	No. 0	87,780	50,350	31,350	17,195	7,410	3,705	1,880	760	570
	250 MCM	87,780	69,825	54,150	34,675	16,910	8,740	4,324	1,900	950
	2-250 MCM	87,780	76,000	66,025	49,400	28,500	16,530	8,048	3,610	1,900
2,000	No. 4	87,780	83,600	78,850	70,300	54,150	36,100	22,372	10,450	5,700
	No. 0	115,710	55,100	32,110	17,290	6,840	3,610	1,692	570	760
	250 MCM	115,710	83,600	60,515	36,100	16,140	8,360	3,948	1,710	1,710
	2-250 MCM	115,710	95,190	79,610	57,000	29,450	16,150	7,990	3,040	3,325
2,000	2-250 MCM	115,710	105,260	95,475	78,850	47,500	28,500	1,598	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 rms máximos disponibles, basados en transformadores llenos de líquido, con impedancias nominales de 4 1/2 o/o para capacidades hasta 500 KVA inclusive, y 5-1/2 o/o para capacidades arriba de 500 KVA, e inclusive la contribución por motores basados en una carga de 100 o/o de motores.

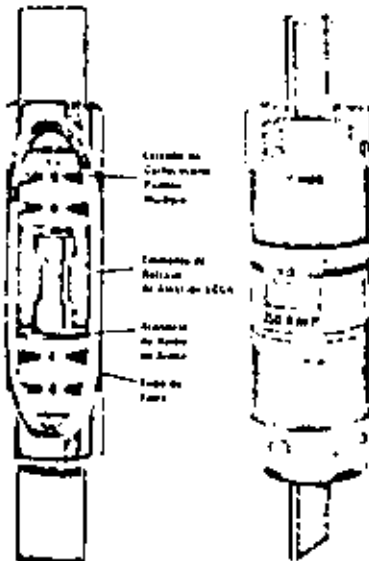
Fusibles de Baja Tensión

Fusibles de Cartucho de doble elemento - Están clasificados por UL según Clase K-9, para 100,000 amperes r.m.m., c.a., de capacidad interruptiva. Son fusibles limitadores de energía con una dilación de tiempo de por lo menos 10 segundos a 500 u/o de su capacidad. Cuando se usan 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 aplicaciones industriales de servicio general.

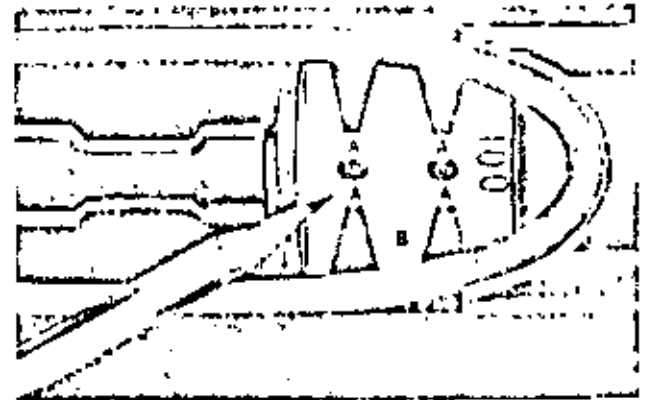
Amperes	250 VOLTS.			600 VOLTS.			
	Catálogo No.	Precio Unitario		Catálogo No.	Precio Unitario		
		PUBLICO	\$ 1000.00 y más	PUBLICO	\$ 1000.00 y más	Caja de	
1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12.5, 1.75, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 2.25, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.6, 6.25, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 17.5, 20, 25, 30	Símbolo del Catálogo "ECN" seguido por los amperes	11.00	8.50	10	25.00	21.00	10
35, 40, 45, 50, 60		15.00	18.00	10	40.50	37.00	10
70, 80, 90, 100		44.50	42.00	5	85.50	81.00	5
110, 125, 150, 175, 200		97.00	90.00	1	189.00	182.50	1
225, 250, 300, 330, 360		178.00	165.00	1	329.00	321.50	1
450, 500, 600		268.00	246.00	1		457.00	1

Tipo "Fusoria" (casquillo), 50 amp. y menos. Tipo de varilla, 65 amp. y mayores.

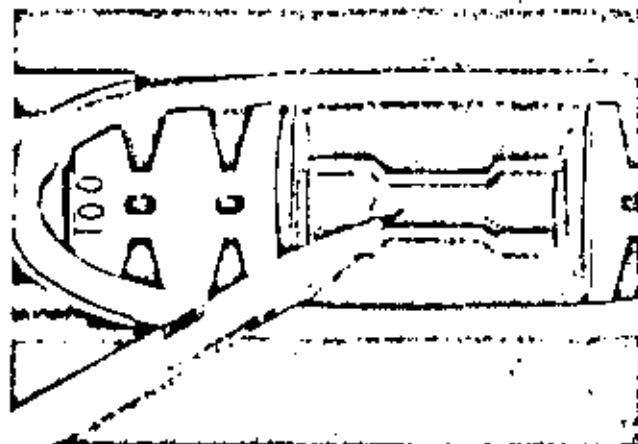
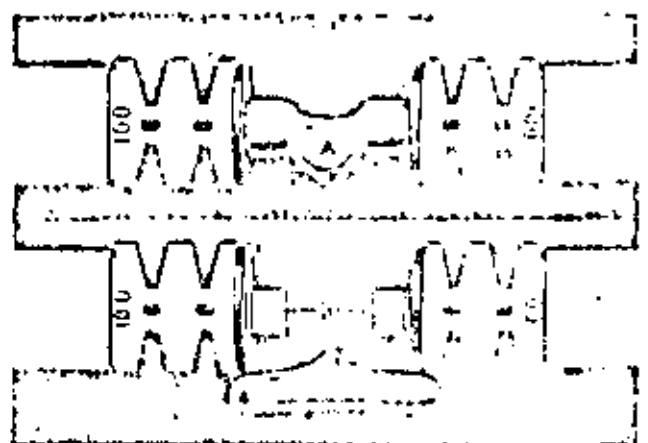
Para información detallada, solicítanos las hojas Descriptivas Clase 1330 en español.



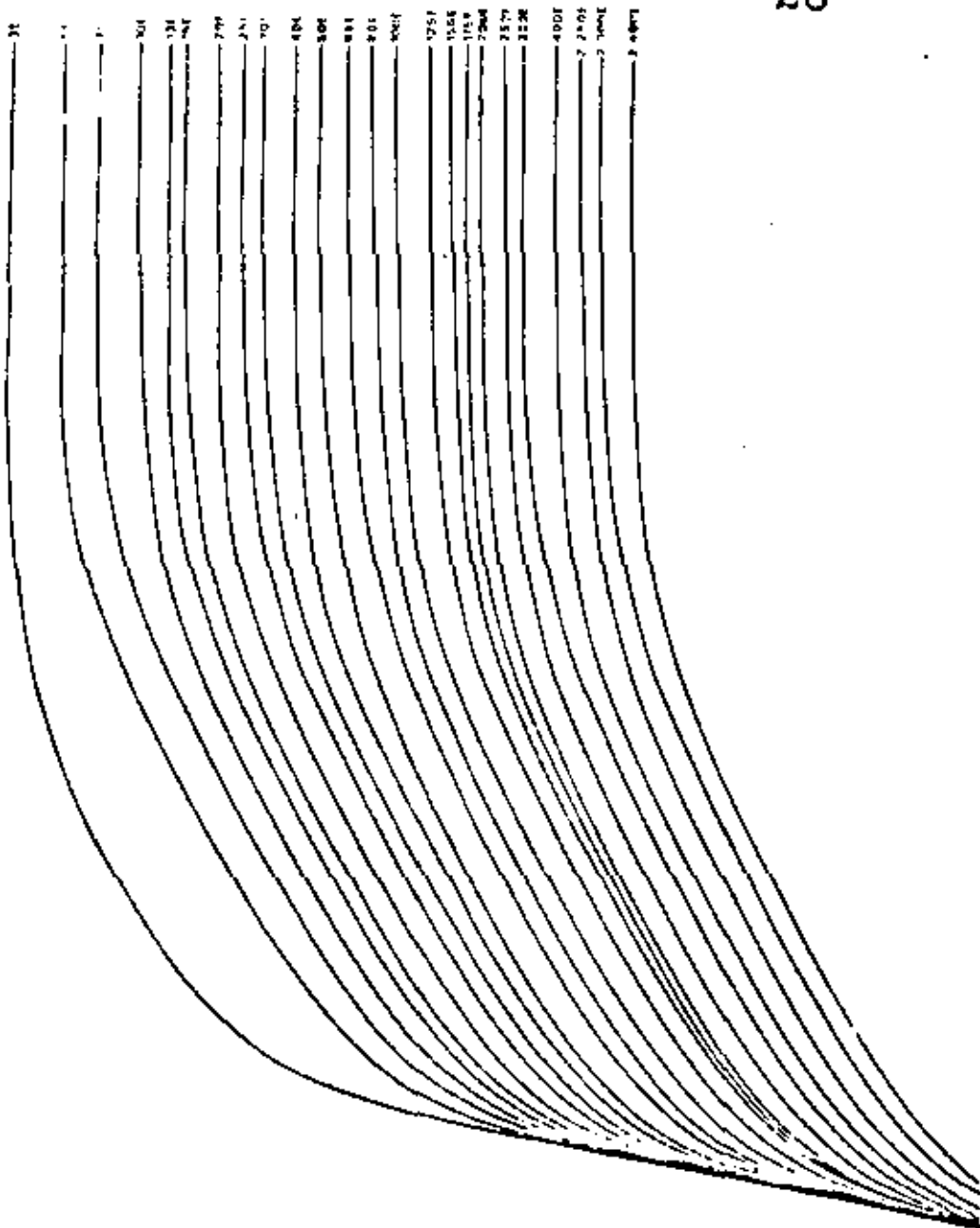
Acción instantánea en corto circuitos. Los estibones de cualquier extremo abren el circuito inmediatamente cuando se produce un "corto" perigroso. Las gárgantas (A) funden instantáneamente provocando la caída de las secciones más pesadas (B) interrumpiendo el circuito completamente.



Acción rápida y positiva en caso de sobrecarga peligrosa. Cuando la sobrecarga excede límites de calor y de tiempo que se determinan de antemano, la aleación ECon (A) cambia instantáneamente de sólido a líquido, interrumpiendo positivamente el circuito. ATENCIÓN: LA DISTANCIA (entre hierro) MUY GRANDE (B) PREVENCIÓN UN "CORTO SEGURO" DEL CIRCUITO... EVITA LA FORMACIÓN DE UN ARCO.



Retraso en sobrecargas momentáneas e inofensivas. El elemento térmico de la exclusiva aleación ECon absorbe sobrecargas inofensivas hasta 250 o/u. el retraso calibrado evita interrupciones innecesarias y evita tiempos perdidos.



TOTAL CLEARING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

NOTE: These units must be used in accordance with the instructions given in the SM Refill Unit Manual. Do not use these units for clearing more than one unit at a time. Do not use these units for clearing more than one unit at a time. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

CONSTRUCTION: These units are made of high quality steel and are designed to operate at a standard speed of 1000 RPM. They are designed to operate at a standard speed of 1000 RPM.

TOLERANCE: Units are made to standard specifications. All units are made to standard specifications.

APPLICATION: Units are used for clearing units. They are used for clearing units. They are used for clearing units.

RECOMMENDATION: These units should be used in accordance with the instructions given in the SM Refill Unit Manual. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

Any necessary repairs should be made. The instructions should be followed. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

1. When these units are used, they should be used in accordance with the instructions given in the SM Refill Unit Manual. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

2. When these units are used, they should be used in accordance with the instructions given in the SM Refill Unit Manual. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

The total time required for these units should be used in accordance with the instructions given in the SM Refill Unit Manual. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

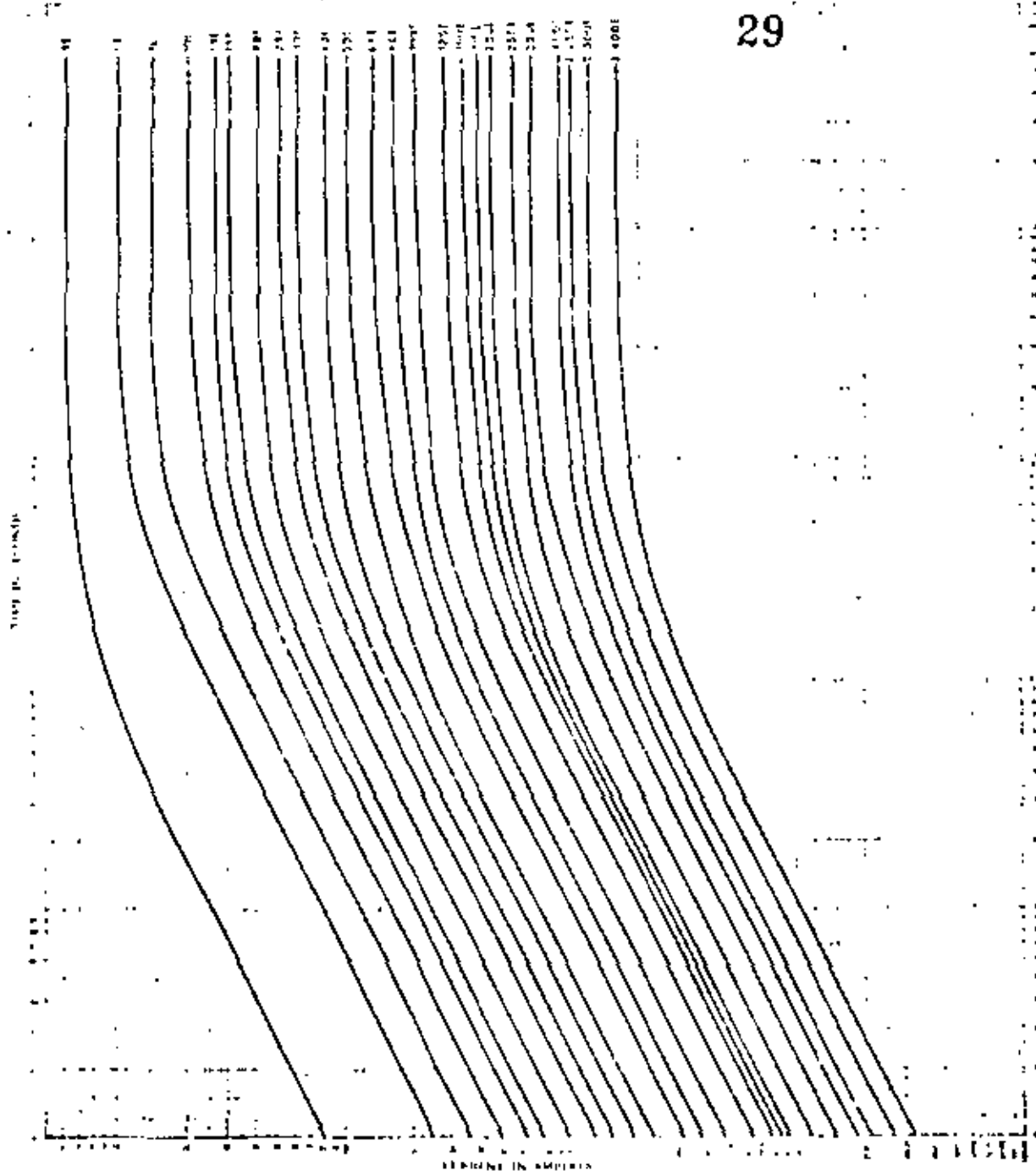
1. Do not use these units for clearing more than one unit at a time. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

2. Do not use these units for clearing more than one unit at a time. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

Do not use these units for clearing more than one unit at a time. Do not use these units for clearing more than one unit at a time.

SM REFILL UNITS AVAILABLE:

Label Unit	Standard Rating	Maximum Rating
SM 1	7.2 and 10.5	21 through 1000
SM 2	6.1 through 14.4	21 through 6000



MINIMUM MELTING TIME-CURRENT CHARACTERISTIC CURVES

SM REFILL UNITS - STANDARD SPEED

NOTE - These refill units are rated in accordance with the provisions of the National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Standard for Fuses, Type and Time-Current Characteristics, 1942, and 1947. It is assumed that these standards apply to all units as shown on this chart. The units are to be used at a maximum ambient temperature of 75°C. The maximum melting energy is not to exceed 200% of rated value unless stated.

CONSTRUCTION - Fuses are made of copper alloy wire or strip (except 25 ampere and 30 ampere units which are made of silver alloy wire or strip) and are protected by a ceramic or glass body. The body is made of a material which is resistant to fire and is capable of withstanding the heat of the arc.

TEMPERATURE - Curves are plotted to minimum ambient temperature. Maximum ambient temperature is shown on curves. For 100 ampere and 25 ampere units, the 20% test is required.

APPLICATION - These units are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit. They are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit. They are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit.

EQUATIONATION - Any preparing means, including the use of a fuse puller, may be used to remove a fuse from a circuit. The fuse puller should be used in such a manner as to avoid damage to the circuit. The fuse puller should be used in such a manner as to avoid damage to the circuit. The fuse puller should be used in such a manner as to avoid damage to the circuit.

These units are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit. They are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit. They are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit.

1. No fuse shall be used in a circuit where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit.
2. No fuse shall be used in a circuit where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit.

The ratings are based on the standard conditions of use. The ratings are based on the standard conditions of use. The ratings are based on the standard conditions of use.

These units are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit. They are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit.

Do not attempt to use a fuse in a circuit where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit. They are used in circuits where the maximum current is not to exceed the rated value of the unit.

REFILL UNITS AVAILABLE

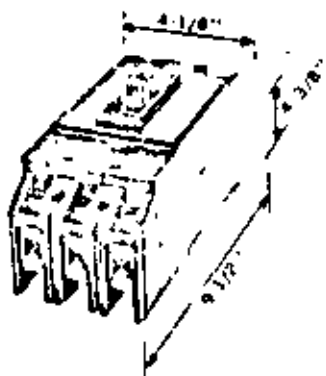
Rated Unit	By Weight Rating	Amperes Rating
SM-4	1 1/2 Through 5.0	15 Through 100
SM-5	4.0 Through 10.0	15 Through 100
SM-6	1 1/2 Through 10.0	15 Through 100



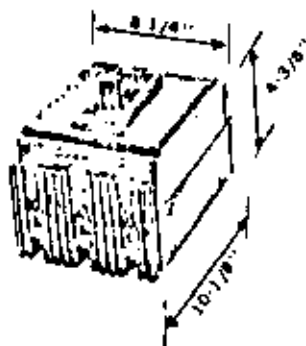
Tabla de Selección

Características de los Interrupedores Termomagnéticos

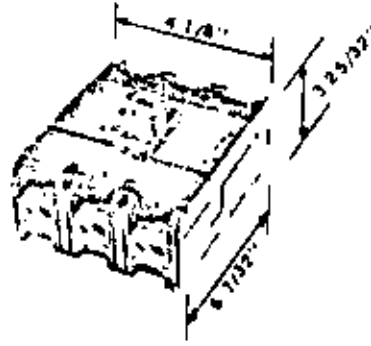
Marco	Amperes	TENSION MAXIMA		No. de Poles	CAPACIDAD INTERRUPTIVA AMPERES ASIMETRICOS RMC (AMPERES SIMETRICOS RMC) POR LOS UNDERWRITERS' LABORATORIES INC'				ZAPATAS DE COBRE/ALUMINIO		
		C. A.	C. C.		240V	480V	500V	C. C.	Rango	Calibre del Conductor	
										Min.	Max.
NEF-R	15-100	480	250	2,3	20M (18M)	15-M (14M)	—	10M	15-100	No. 14	No. 1/0
NFJ-R	70-225	600	250	2,3	25M (22M)	20M (18M)	15M (14M)	10M	70-225	No. 4	300MCM
NJL-R	70-500	600	250	2,3	50M (42M)	35 M (30M)	25 M (22M)	20M	70-225	No. 4	600MCM
									250-300	No. 4	600 MCM
									350-500	2 No. 2/0 No. 4	1 500 MCM 250 MCM
NM-R	125-1000	600	250	2,3	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	20M	125-350	No. 1	600-MCM
									400-600	2-No. 1/0	2-600MCM
									700-1000	3-250 MCM	1-500 MCM



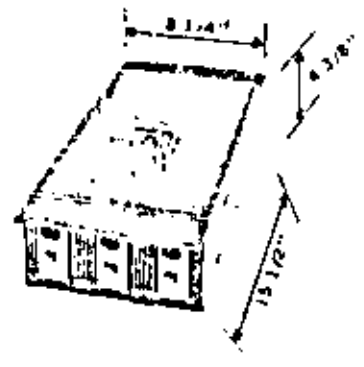
NEF-R



NEF-R



NJL-R

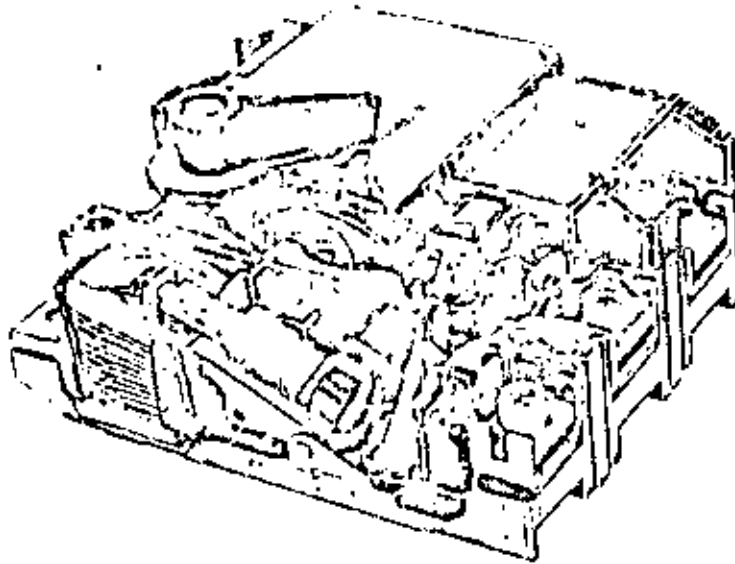


NM-R

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos normales y de alta capacidad interruptiva

Hoja descriptiva



Corte del interruptor
Nº. 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.

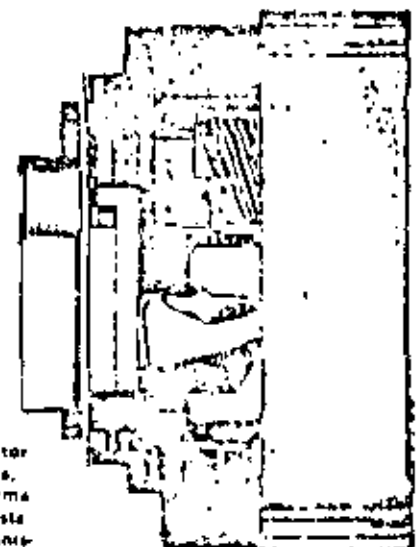
Las capacidades de corriente de los interruptores de la Línea de Alta Capacidad Interruptiva del Tipo Industrial de la Federal Pacific corresponden en general a las capacidades normales del Código Nacional Eléctrico de México y al NEC Americano, párrafo 240-7b. Véase la Tabla en la página 5.

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.



Corte 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 ionizante de la cámara de arco.

Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



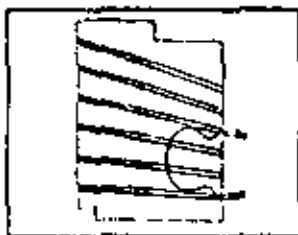
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



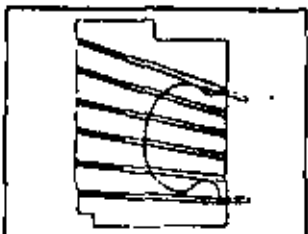
2. Contactos cerrados.



3. Contactos abriéndose - 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 corta-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, libres 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 plata 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 frente muerta; 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 al mismo tiempo protección 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 el 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" aun 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.

COINNETES RESISTENTES A LA CORROSION: Los coinnetes de diferentes metales proporcionan una operación suave, de baja fricción. El templeado 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 calibre, sella y prueba en sobrecargas para asegurar su operación adecuada y su capacidad eléctrica invariable. En los modelos NM y HM, 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 bimetales 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

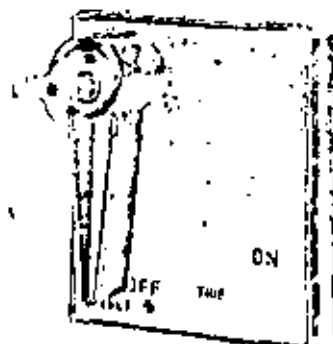
rapidez. La manija robusta de tamaño adecuado a la mano de un hombre, ofrece la ventaja de seguridad y la facilidad de ver sus diferentes posiciones a distancia.

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.

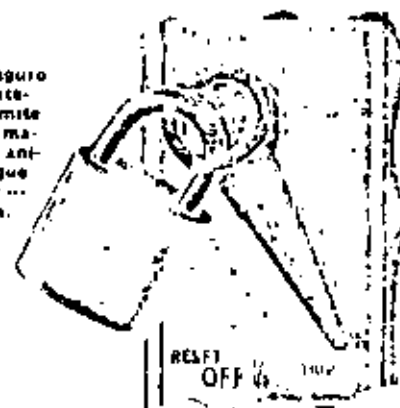
MANIJA INTEGRAL (TIPO ROTATORIO): La manija rotatoria forma parte del mecanismo del interruptor.

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 MECÁNICO 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 desliza 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 exclusión 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 un junta, una barra de enclavamiento, un tope inmovilizador y una placa de "puerta abierta"

TABLA I - DATOS PARA SELECCION

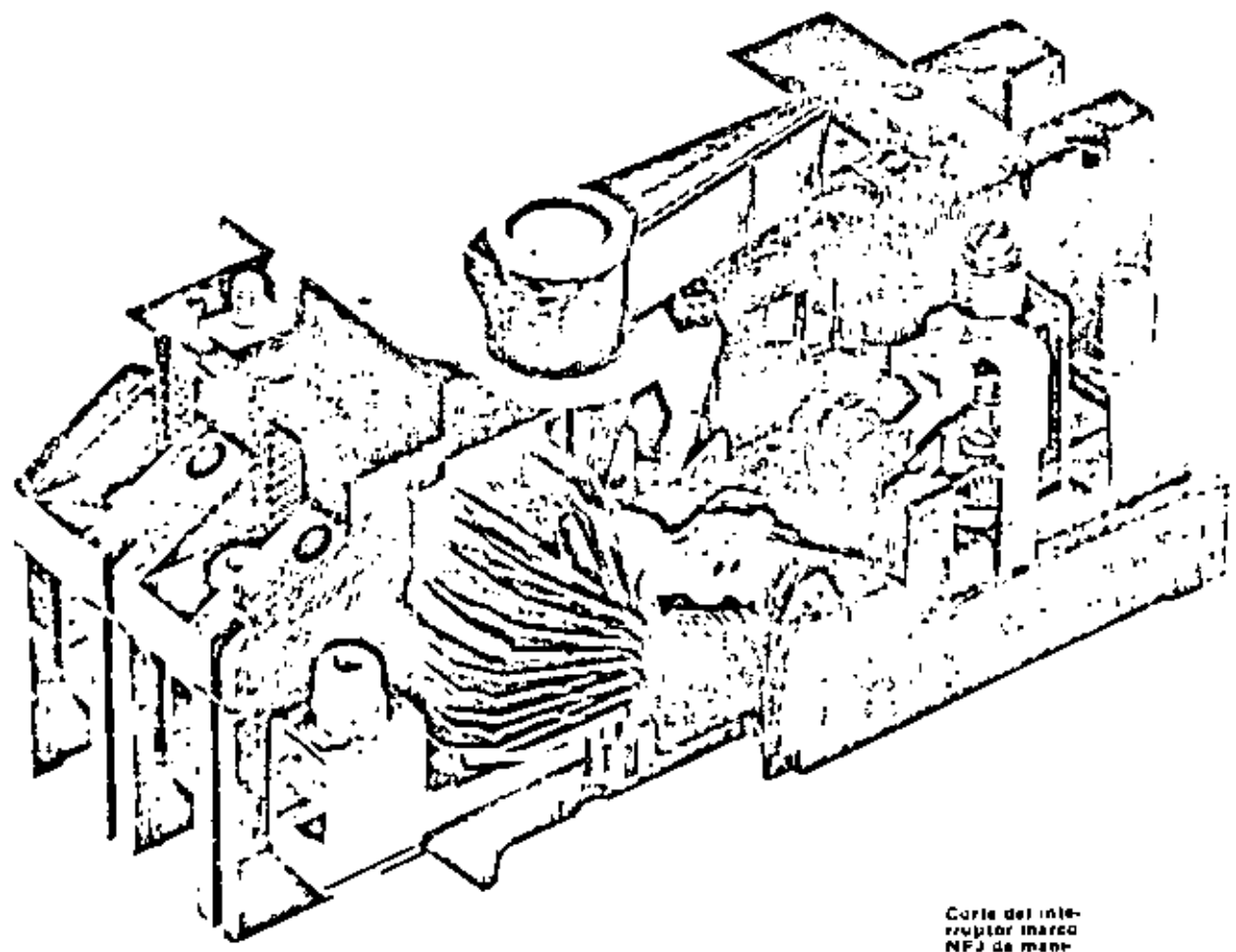
Tipo	Polos	Capacidad en amperes	TENSION (Volts)		U.L. CAPACIDADES INTERRUPTIVAS ASIMÉTRICAS-AMPERES RCM					Ajuste del disparo magnético	Unidad de disparo intercamb.
			C.A.	C.C.	U.L. Valores simétricos entre ()						
					C.A.				C.C.		
INTERRUPTORES NORMALES											
NB (NBH)	1	15-50	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	2	15-100	120/240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
	3	15-100	240	—	+5M(10M)	—	—	—	—	—	—
NEF	2	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	25M (14M)	—	10M	—	—
	3	10-100	480	125/250	—	20M (18M)	25M (14M)	—	10M	—	—
NFJ	2,3	70-225	600	250	—	25 (22)	30 (18)	15M (14M)	40M	Si	—
NJL	2,3	70-500	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	30M	Si	—
NM	2,3	125-1000	600	250	—	50M (42M)	35M (30M)	25M (22M)	30M	Si	Si
INTERRUPTORES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA											
HEF	2,3	15-100	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	—	—
HFJ	2,3	70-225	600	250	—	75M (65M)	30M (25M)	20M (18M)	10M	Si	—
HJL	2,3	70-500	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	30M (25M)	10M	Coordinar con la fábrica	—
HM	2,3	125-1000	600	250	—	75M (65M)	40M (35M)	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



Corte del interruptor marca NFJ 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-

rian, 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	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos	3-F	2-F 4 hilos			
1/8	3.2	1.6												
1/4	4.5	2.3												
1/2	7.4	3.7												
3/4	10.2	5.1												
1	13	6.4		4	4	2	2	1	1	.8	4.6	2.3	1.4	
1 1/2	18.4	9.2		5.6	6.4	2.8	2.4	1.4	1.2	1.1	6.6	3.3	1.8	
2	24	12		7	8	3.5	3.2	1.8	1.6	1.4	8.6	4.3	2.6	
3	34	17		10	11.2	5	4.4	2.5	2.2	2	11.4	5.7	3.4	
5	56	28		13		8	7.5	4	3.6	3.2	18.4	9.2	5	
7 1/2	80	40	21			15	13	7	6	5	24	12	8.3	
10	100	50	26			22	19	11	9	8	32	16	11	
15						27	24	14	11	10	43	20	14	
20						40	34	20	17	14	76	38	23	
30						52	45	26	21	18	117	58	31	
40						64	55	32	26	22	148	74	38	
50						76	67	39	34	27	184	92	46	
60						88	80	46	44	31	220	110	61	
75						125	108	63	62	43	292	146	75	
						150	129	75	75	50	360	180	90	
						185	158	93	93	60	430	215	111	
									74	63	536	268		

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 construidos 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 o 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.	Seleccione 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 sincrónicos, con arranque a voltaje pleno con resistencia o reactor:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	250	3
Todos los motores de C.A. del tipo de jaula de ardilla y sincrónicos de arranque con autotransformador:		
Letra de código A	150	1
Letras de código B a E	200	2
Letras de código F a V	200	2
Para motores que no están marcados con letra de código		
Monofásicos de todos los tipos.		
Motors tipo jaula de ardilla y sincrónicos (arranque a tensión plena con resistor y reactor)	250	3
Motors tipo jaula de ardilla y sincrónicos (arranque con autotransformador)	250	3
	200	2
Tipos jaula de ardilla de alta reactancia:		
No más de 30 amps	250	3
mas de 30 amps	200	2
Rotor Devanado	150	1
Corriente Directa	150	1

TABLA 4

CAPACIDADES MAXIMAS DE
INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

Corriente a plena carga del motor (Amp.)	Corriente máxima del interruptor del motor (Amperes)		
	Columna		
	150 a/o	200 a/o	250 a/o
1 a 6	15	15	15
7	15	15	20
8	15	20	20
9, 10	15	20	30
11, 12	20	30	30
13	20	30	40
14, 15	30	40	40
16	30	40	40
17 a 20	30	40	50
22, 24	40	50	70
26	40	70	70
28	50	70	70
30, 32	50	70	100
34	70	70	100
36 a 40	70	100	100
42 a 46	70	100	125
48, 50	100	100	125
52 a 60	100	125	150
62	100	125	175
64, 66	100	150	175
68, 70	125	150	175
72, 74	125	150	200
76 a 80	125	175	200
82	125	175	225
84, 86	150	175	225
88, 90	150	200	225
92 a 100	150	200	250
105, 110	175	225	300
115	175	250	300
120	200	250	300
125	200	250	350
130	200	300	350
135, 140	225	300	350
145, 150	225	300	400
155, 160	250	350	400
165	250	350	500
170, 175	300	350	500
180 a 200	300	400	500
210 a 230	350	400	600
240	400	500	600
250	400	500	
260	400	600	
270 a 300	500	600	
320	500		
340 a 400	600		

CALIBRE DE LAS 2 APATAS

Interruptor tipo.	Rango en Amperes.	Calibre máximo del conductor
NB	15-70	No. 14 - No. 4
	100	No. 6 - No. 1/0
NEF, NEF	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	600MCM
NUL	50v	1 250MCM
		1 500MCM
NM HM	125A-400A	1 600MCM
	500-600A	2-500MCM
	700-1000A	3 500 MCM

Las tolerancias anteriores se pueden aumentar hasta un 400 o/o de la corriente del motor de carga plena si se encuentra que no son satisfactorias para el arranque. A menudo se pueden usar valores más bajos, hasta llegar a un mínimo de 115 o/o de la carga plena del motor.

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 1-100, 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-

taños 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 pueda 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 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.

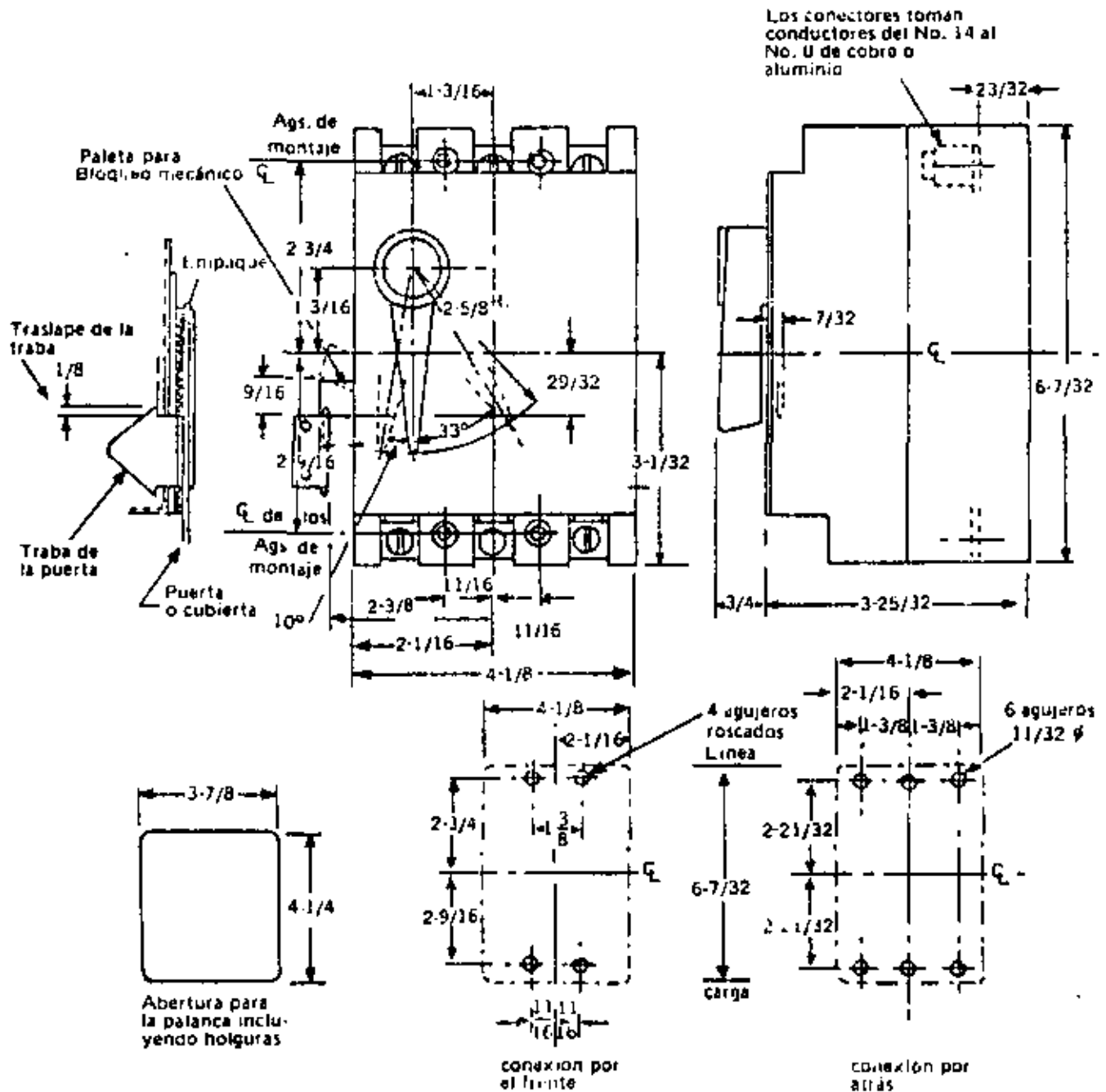
APLICACION EN CAPACITORES

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. 460-8 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



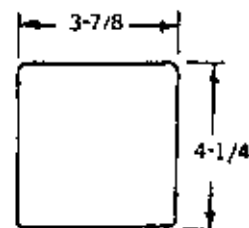
INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS EN CAJA MOLDEADA

Tipos NJL y HJL (Rotatorio), 2 y 3 Polos, 70-500 Amp. 600 V. C-A, 250 V. C-C

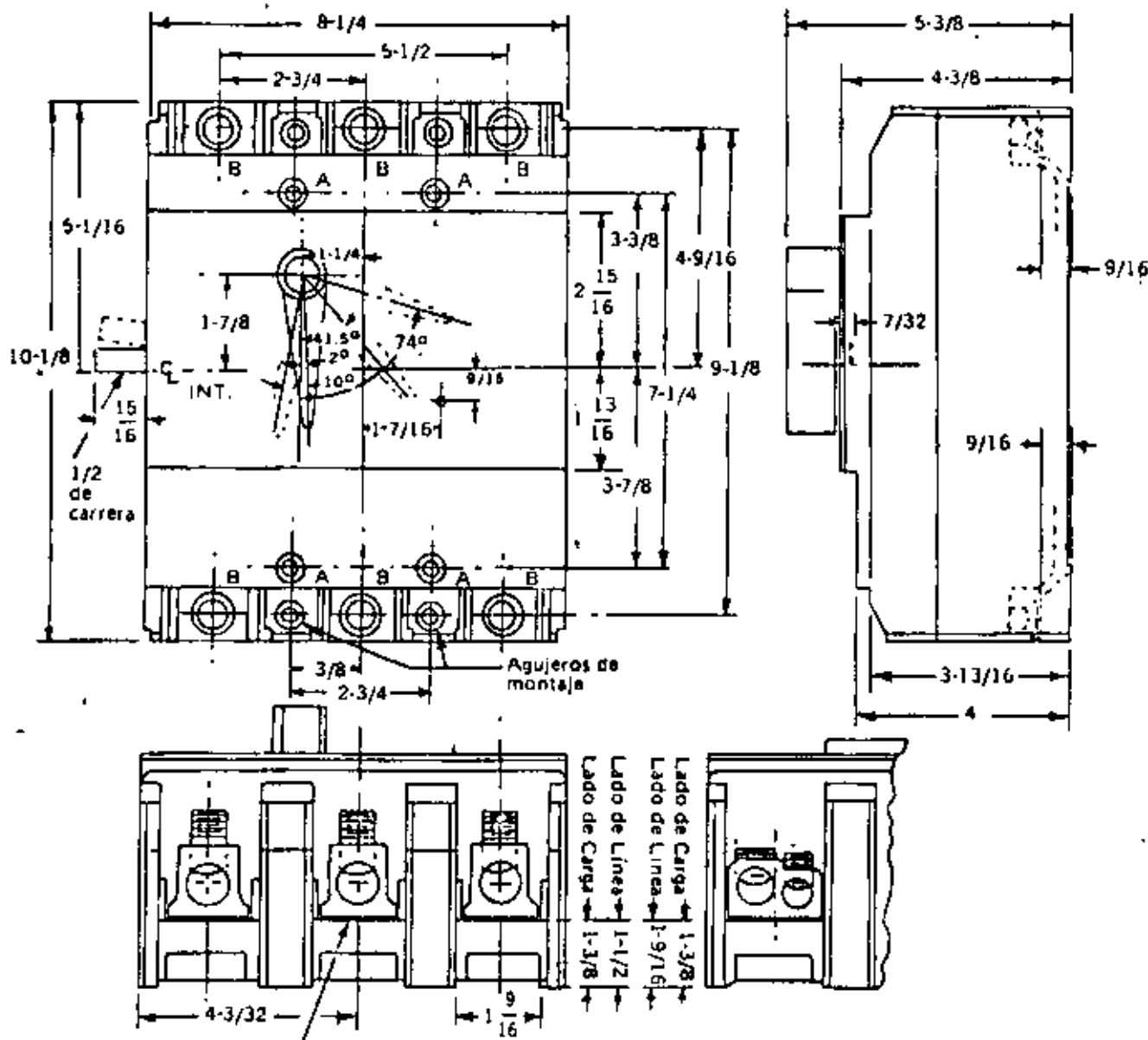
Hoja de Dimensiones

Para montajes del interruptor con conexión por el frente, taládrase 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, taládrase haciendo coincidir los agujeros con los marcados "B" 9/16" de diametro, para 70 a 225A y 13/16" de diametro para capacidades arriba de 225A.



Dimensiones de aberturas para la palanca incluyendo hojuras.



Dimensiones sujetas a cambio sin previo aviso.

1) EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Los efectos biológicos de la electricidad son principalmente 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 enfrenta 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, corozas, tierras, etc.) entre los que existe una diferencia de potencial mayor de 75 volts.

II) SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN

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 caso de retorno de la corriente de tierra, se ilustra en la Figura 1.

La Figura 1-a muestra un sistema monofásico 120/240 con el neutro del transformador conectado a tierra a través de un electrodo de tierra, al cual tiene una resistencia a tierra de 10 ohms. El tubo conduit está conectado a tierra a través de un electrodo de tierra separado, al 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.

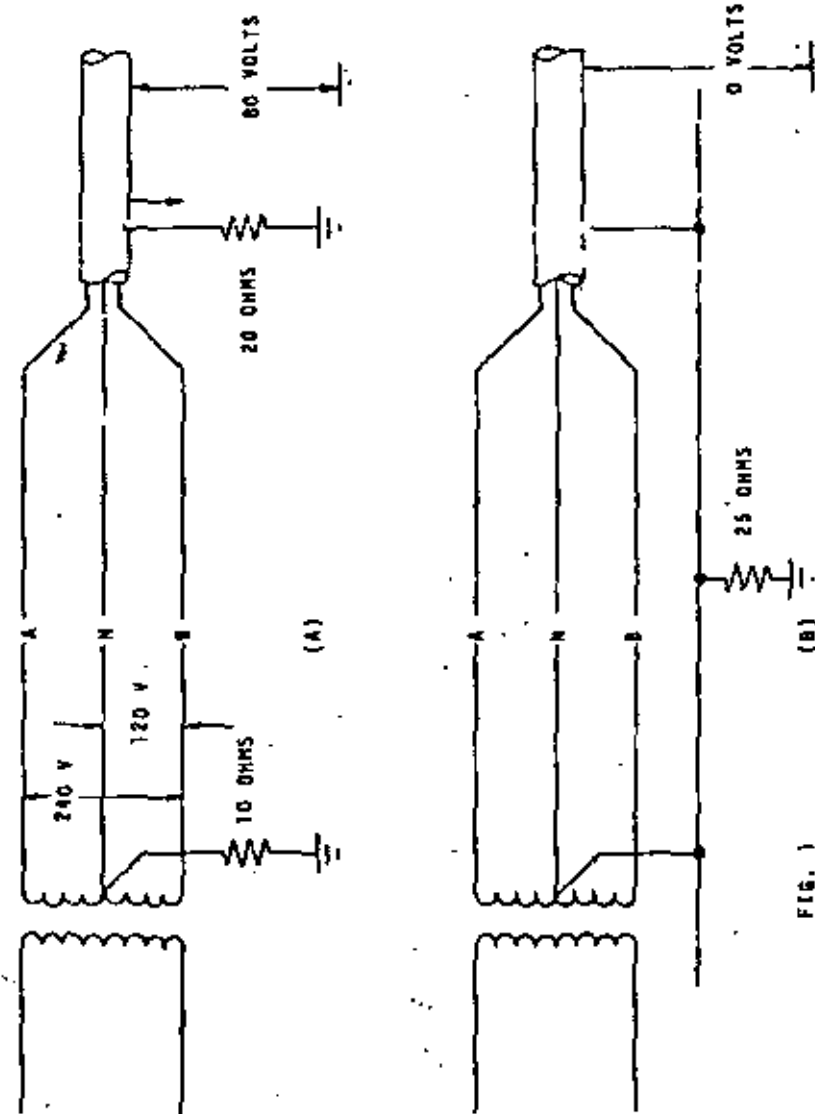


FIG. 1
Importancia del paso metálico continuo de tierra de baja impedancia.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SELECCION DE PROTECCION

- a) Protección de conductores
- b) Protección de cargas

MEDIOS DE CONTROL

- a) Dispositivos de control para alumbrado
- b) Circuitos alimentadores
- c) Dispositivos de control para fuerza

ING. NOE ARMAS MORALES

FEBRERO, 1982

ING. NOE ARNAS MORALES.

OCTAVA SESION.- Martes 18 de julio.

VI.- DISEÑO DE PROTECCION

1).- CAPITULO II - R.O.I.E - Proyecto y Protección de Canalizaciones Electricas (Conductores).

- 3.1.- Se consideran separadamente las disposiciones referentes a:
 - a) Línea de servicio para suministro de energía.
 - b) Conductores alimentadores de las canalizaciones.
 - c) Circuitos derivados.

Línea de servicio (P.1 RCIE).- 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 desconexión y protección contra sobre corriente de la instalación servida.

- 3.2.- 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.

- 3.3.- Circuito derivado.- Es la parte de conductor o canalización que se extiende después del último dispositivo de protección contra sobre corriente del lado de la carga que protege a esa parte.

Los arranquedores 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.

- 4.0.- Identificación de conductores conectados a tierra.
- 4.1.- Cuando una canalización tenga un conductor conectado a tierra, se identifique este con un color blanco o gris.
- 5.0.- Circuitos derivados.

- 5.1.- En 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.

- 5.2.- 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. deberán alimentarse por circuitos derivados individuales.

- 5.3.- Circuito derivado multifilar.- Dos ó 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.- Ejem.- 4 hilos, 3 fases.

- 5.4.- Colores normales de identificación.
 - Trifilar _ negro, blanco y rojo.
 - Tetrafilares _ negro, blanco, rojo y azul.
 - Pentafilares _ negro, blanco, rojo, azul y amarillo.

- 5.5.- 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 industriales hasta 300 volts a tierra en circuito de alumbrado que estén colocados a mas de 2.40 mts. de altura sobre el piso y que no tengan interruptores integrados.
- b) Sistemas ferroviarios se aplica 2-10.
- c) Calefacción industrias infrarroja se aplica 27-8.

- 5.6.- Circuitos derivados para distintas clases de carga.
 - a) Alumbrado y aparatos pequeños. Relojes, radios.
 - b) Aparatos de mas de 3 amps. Planchas, parrillas, refrigeradores.

- 5.7.- Calculo 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

area del piso.

LUMEN

CARGA WATTS POR METRO CUADRADO

Anfiteatros	10
Bancos	20
Bodegas ó almacenes	2
Casa habitación	20
Clubes	20
Edificaciones industriales	20
Oficinas	20
Escuelas	30
Locales comerciales chicos	5
Hospitales	20
Hoteles (sin aparatos electricos para cocinar)	20
Iglesias	5
Feluperias y salas de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

- b) Aparatos de mas de 3 amps.- Se considera carga no menor - 5 amps., si hay varios contactos en un solo cuarto que no se usen simultaneamente la carga se calcula de 3 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 maximo de la carga en el circui to.

5.8.- Conductores de circuitos derivados.

- a) Calibre suficiente para conducir la corriente del circuito derivado cumpliendo en (6-7, caída voltaje 3% alumbrado, - 4% aparatos y motores)

b) Sección minima.

Linea No. 14 circuito alumbrado y aparatos pequeños.

Minimo No. 12 circuito que alimentan aparatos de mas 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 cum pliendo con (11-5)

CIRCUITOS DERIVADOS

CORRIENTE MAXIMA

MINIMO 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

- 5.9.- 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 sólo 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 (5-8) se consideran protegidos por el dispositivo contra sobre corriente del circuito deriva do.

5.10.-Dispositivos de salida.

- a) Porta lamparas.- 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 este con 2 ó más salidas tengan las capacidades siguientes.

CAPACIDADES CIRCUITO	CAPACIDADES CONTACTO
15 amps.	no mayor de 15 amps.
20 amps.	20 amps.
30 amps.	20 ó 30 amps.
50 amps.	30 amps.

6.0.-

- 6.1.- Conductores alimentadores.- No deben ser de calibre mas delgado (11-4 tabla de la corriente permitida en los conductores) y cumplir con (6.3 cálculo de la carga)

6.2.- Caída de voltaje.

3% de alumbrado.

4% de motores y aparatos.

- 6.3.- Cálculo de la carga.- La carga para los conductores alimenta dores no deberá ser menor que la suma de todas las cargas de

TABLA NUMERO 2

5

CORRIENTE EN AMPERES PERMITIDA EN CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS DENTRO DE DUCTOS

Basada 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.G. • MCM.	Sección Transversal en milímetros cua- drados.	<i>Temperatura permisible y material del aislamiento</i>						
		60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplásti- co y asbesto. Cambrey barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.	
14	2.081	15	13	25	30	30	30	
12	3.309	20	20	30	35	40	40	
10	4.261	30	30	40	45	50	55	
8	8.366	40	45	50	60	65	70	
6	13.30	55	65	70	80	85	95	
4	21.15	70	85	90	105	115	120	
3	26.67	80	105	105	120	130	145	
2	33.63	95	115	120	135	145	165	
1	42.41	110	130	140	160	170	190	
0	53.48	125	150	155	190	200	225	
00	67.43	145	175	185	215	230	250	
000	85.01	165	200	210	245	265	285	
0000	107.22	195	230	235	275	310	340	
250	126.43	215	255	270	315	335		
300	152.01	240	285	300	345	360		
350	177.35	260	310	325	390	420		
400	203.69	280	335	350	420	450		
500	253.36	320	380	405	470	500		
600	304.03	355	420	455	525	545		
700	354.70	385	460	490	560	600		
750	380.01	400	475	500	580	620		
800	405.37	410	490	515	600	640		
900	456.04	435	520	555	640	730		
1000	506.71	455	545	585	680			
1250	613.30	495	590	645				
1500	700.07	520	615	700				
1750	886.75	545	650	735				
2000	1013.42	560	665	775				

FACTORES DE CORRECCION PARA TEMPERATURA AMBIENTE DE MAS DE 30°C.

Temperatura permisible y material del aislamiento

Temperatura Ambiente Grados Centígr- dos	<i>Temperatura permisible y material del aislamiento</i>						
	60°C Hule, Termoplástico o similar.	75°C Hule o similar.	85°C Papel, Termoplásti- co y asbesto. Cambrey barnizado y asbesto o similar.	110°C Cambrey barnizado y asbesto o similar.	125°C Asbesto impregnado o similar.	200°C Asbesto o similar.	
40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.95	....
45	0.71	0.83	0.85	0.90	0.92	....
50	0.58	0.75	0.80	0.87	0.89	....
55	0.41	0.67	0.74	0.83	0.86	....
60	....	0.58	0.67	0.79	0.83	0.91
70	....	0.35	0.53	0.71	0.76	0.87
75	....	....	0.43	0.66	0.72	0.86
80	....	....	0.30	0.61	0.69	0.84
90	....	....	....	0.50	0.61	0.80
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 ABIERTA

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 Cables AWG o MCM.	60°C Eula, Termoplástico en d. similar.		75°C Eula o similar.	90°C A prueba de intemperie.	100°C Papel, Termoplástico con y abeto. Cambrey barnizada y abeto o similar.	110°C Cambrey barnizada y abeto o similar.		125°C Abeto impregnado o similar.		200°C Abeto o similar.
	14	15				16	17	18	19		20	21
14	20	20	20	30	30	40	40	40	45	45
15	25	25	25	40	40	50	50	50	55	55
16	30	30	30	55	55	65	65	65	70	70
17	35	35	35	70	70	85	85	85	90	90
18	40	40	40	85	85	100	100	100	105	105
19	45	45	45	100	100	115	115	115	120	120
20	50	50	50	115	115	130	130	130	135	135
22	65	65	65	130	130	150	150	150	155	155
24	80	80	80	150	150	175	175	175	180	180
26	95	95	95	175	175	205	205	205	210	210
28	110	110	110	205	205	235	235	235	240	240
30	125	125	125	235	235	275	275	275	280	280
32	140	140	140	275	275	310	310	310	315	315
34	155	155	155	310	310	345	345	345	350	350
36	170	170	170	345	345	385	385	385	390	390
38	185	185	185	370	370	425	425	425	430	430
40	195	195	195	410	410	465	465	465	470	470
42	205	205	205	460	460	495	495	495	500	500
44	215	215	215	510	510	530	530	530	535	535
46	225	225	225	555	555	575	575	575	580	580
48	235	235	235	630	630	610	610	610	615	615
50	245	245	245	710	710	655	655	655	660	660
52	255	255	255	780	780	705	705	705	710	710
54	265	265	265	810	810	755	755	755	760	760
56	275	275	275	845	845	805	805	805	810	810
58	285	285	285	905	905	855	855	855	860	860
60	295	295	295	965	965	905	905	905	910	910
62	305	305	305	1025	1025	955	955	955	960	960
64	315	315	315	1085	1085	1005	1005	1005	1010	1010
66	325	325	325	1145	1145	1055	1055	1055	1060	1060
68	335	335	335	1205	1205	1105	1105	1105	1110	1110
70	345	345	345	1265	1265	1155	1155	1155	1160	1160
72	355	355	355	1325	1325	1205	1205	1205	1210	1210
74	365	365	365	1385	1385	1255	1255	1255	1260	1260
76	375	375	375	1445	1445	1305	1305	1305	1310	1310
78	385	385	385	1505	1505	1355	1355	1355	1360	1360
80	395	395	395	1565	1565	1405	1405	1405	1410	1410
82	405	405	405	1625	1625	1455	1455	1455	1460	1460
84	415	415	415	1685	1685	1505	1505	1505	1510	1510
86	425	425	425	1745	1745	1555	1555	1555	1560	1560
88	435	435	435	1805	1805	1605	1605	1605	1610	1610
90	445	445	445	1865	1865	1655	1655	1655	1660	1660
92	455	455	455	1925	1925	1705	1705	1705	1710	1710
94	465	465	465	1985	1985	1755	1755	1755	1760	1760
96	475	475	475	2045	2045	1805	1805	1805	1810	1810
98	485	485	485	2105	2105	1855	1855	1855	1860	1860
100	495	495	495	2165	2165	1905	1905	1905	1910	1910
102	505	505	505	2225	2225	1955	1955	1955	1960	1960
104	515	515	515	2285	2285	2005	2005	2005	2010	2010
106	525	525	525	2345	2345	2055	2055	2055	2060	2060
108	535	535	535	2405	2405	2105	2105	2105	2110	2110
110	545	545	545	2465	2465	2155	2155	2155	2160	2160
112	555	555	555	2525	2525	2205	2205	2205	2210	2210
114	565	565	565	2585	2585	2255	2255	2255	2260	2260
116	575	575	575	2645	2645	2305	2305	2305	2310	2310
118	585	585	585	2705	2705	2355	2355	2355	2360	2360
120	595	595	595	2765	2765	2405	2405	2405	2410	2410
122	605	605	605	2825	2825	2455	2455	2455	2460	2460
124	615	615	615	2885	2885	2505	2505	2505	2510	2510
126	625	625	625	2945	2945	2555	2555	2555	2560	2560
128	635	635	635	3005	3005	2605	2605	2605	2610	2610
130	645	645	645	3065	3065	2655	2655	2655	2660	2660
132	655	655	655	3125	3125	2705	2705	2705	2710	2710
134	665	665	665	3185	3185	2755	2755	2755	2760	2760
136	675	675	675	3245	3245	2805	2805	2805	2810	2810
138	685	685	685	3305	3305	2855	2855	2855	2860	2860
140	695	695	695	3365	3365	2905	2905	2905	2910	2910
142	705	705	705	3425	3425	2955	2955	2955	2960	2960
144	715	715	715	3485	3485	3005	3005	3005	3010	3010
146	725	725	725	3545	3545	3055	3055	3055	3060	3060
148	735	735	735	3605	3605	3105	3105	3105	3110	3110
150	745	745	745	3665	3665	3155	3155	3155	3160	3160
152	755	755	755	3725	3725	3205	3205	3205	3210	3210
154	765	765	765	3785	3785	3255	3255	3255	3260	3260
156	775	775	775	3845	3845	3305	3305	3305	3310	3310
158	785	785	785	3905	3905	3355	3355	3355	3360	3360
160	795	795	795	3965	3965	3405	3405	3405	3410	3410
162	805	805	805	4025	4025	3455	3455	3455	3460	3460
164	815	815	815	4085	4085	3505	3505	3505	3510	3510
166	825	825	825	4145	4145	3555	3555	3555	3560	3560
168	835	835	835	4205	4205	3605	3605	3605	3610	3610
170	845	845	845	4265	4265	3655	3655	3655	3660	3660
172	855	855	855	4325	4325	3705	3705	3705	3710	3710
174	865	865	865	4385	4385	3755	3755	3755	3760	3760
176	875	875	875	4445	4445	3805	3805	3805	3810	3810
178	885	885	885	4505	4505	3855	3855	3855	3860	3860
180	895	895	895	4565	4565	3905	3905	3905	3910	3910
182	905	905	905	4625	4625	3955	3955	3955	3960	3960
184	915	915	915	4685	4685	4005	4005	4005	4010	4010
186	925	925	925	4745	4745	4055	4055	4055	4060	4060
188	935	935	935	4805	4805	4105	4105	4105	4110	4110
190	945	945	945	4865	4865	4155	4155	4155	4160	4160
192	955	955	955	4925	4925	4205	4205	4205	4210	4210
194	965	965	965	4985	4985	4255	4255	4255	4260	4260
196	975	975	975	5045	5045	4305	4305	4305	4310	4310
198	985	985	985	5105	5105	4355	4355	4355	4360	4360
200	995	995	995	5165	5165	4405	4405	4405	4410	4410

los circuitos derivados abastecidos por dichos conductores - (5-7 cargas por metro cuadrado).

En los casos siguientes se podrá aplicar a la carga computada el factor de demanda siguientes:

- 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 con (28-10 y - 28-12)
- g) Cuando 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.

6.4.- Circuitos alimentadores con neutro común.- Se puede usar un hilo neutro para dos ó más circuitos alimentadores multifilares siempre que estos estén dentro de una misma canalización (10-14 inducción).

7.0.- Líneas de servicio.

7.9.- Medios de desconexión.

7.10.- Conexiones antes de los medios de desconexión.

7.11.- Apertura simultánea.

7.12.- Tipos permitidos.

7.13.- Indicación de posición.

7.14.- Accionamiento exterior.

7.15.- Capacidad de interruptores de servicio.

Voltaje-saperaje.

7.16.- Protección contra sobre corriente.

- a) Conductores no conectados a tierra. Capacidad según 11-4 tabla de corrientes.
- b) Motores 28-25, 28-32, 28-33.
- c) Fusibles ó interruptores automáticos 8-3
- d) La protección contra sobre corriente puede estar formado por uno ó varios interruptores automáticos ó juegos de - fusibles.

8.0.- Protección contra sobre corriente.

8.3.- Conductores - corriente permisible según 11-4.

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 circuitos 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.

c) Interruptores automáticos ajustables.- Deben ajustarse - para que no operen a más del 150% y debe tomarse en cuenta el ajuste por temperatura.

28.0.- Motores y controladores.

28.1.- Las disposiciones contenidas en las fracciones 28-2 a 28-8 - comprenden algunas disposiciones misceláneas para motores y controladores.

28.2.- Sobrecalentamiento por acumulación de polvo.

28.3.- Identificación de los motores.

28.4.- Identificación de los controladores.

Cuando un controlador esta construido como parte integrante de un motor ó de un motor generador, el controlador no necesita estar marcado separadamente, ya que los datos necesarios deben aparecer en la placa del motor.

28.5.- Identificación de terminales (motores y controladores).

28.6.- Espacio para conexiones en cubierta.

28.7.- Cubiertas.

28.8.- Ubicación de motores (mantenimiento).

28.9.- Calibre de conductores para circuitos de motores. Conductores capaces de conducir la corriente del motor, sin sobrecalentamiento y bajo condiciones que se especifiquen. Para caída de voltaje en el circuito véase 6-2.

28.10.- Motores individuales.

La corriente permisible de acuerdo a la tabla 11-4 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.

28.11.- Secundario del motor con rotor devanado. Los conductores que conectan 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. Para otro régimen de trabajo que no sea continuo se aplica el 28-10.

28.12.- Conductores que abastezcan 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 funcionan simultáneamente a carga plena, se aplicará el factor de demanda que corresponda al régimen de operación.

28.13.- 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 corresponde a la carga de motores.

28.14.- 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 sobrecarga de los motores.

28.15.- Motores para servicio continuo.

Cada motor deberá protegerse contra sobrecarga de la manera siguiente:

- a) De más de 1 caballo de potencia.- La protección deberá asegurarse haciendo uso de uno de los medios siguientes.
 - Un dispositivo de sobrecorriente 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 manualmente podrá considerarse protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecorriente que protege a los conductores del circuito derivado.

c) De 1 caballo de potencia ó menor, arrancado automáticamente. Deberá protegerse contra sobrecorriente 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.

28.16.- Servicio intermitente.- Un motor que lleve carga intermitente ó variable se considera protegido contra sobrecorriente por el dispositivo de sobrecorriente de circuito derivado, si esta se protege a no más de 400% de la corriente nominal a plena carga del motor como se indica en 28-25.

28.17.- Periodo de arranque.

Si es arrancado manualmente, la protección contra sobrecarga puede excluirse del circuito durante el periodo de arranque siempre que el dispositivo que lo excluya no pueda dejar de estar en la posición de arranque. El motor podrá considerarse protegido contra sobrecorriente, durante el arranque, si se colocan 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.

28.18.- Fusibles.

Si se usan fusibles para la protección de sobrecarga del motor deberán intercalarse en cada conductor no conectado a tierra.

28.19.- Dispositivos que no sean fusibles. La tabla siguiente señala en número mínimo de unidades de sobrecorriente, tales como bobinas de disparo, relevadores ó elementos térmicos, que se permiten y su colocación.

CLASE DE MOTOR	SIST. DE ABASTECIM.	NO. Y COLOCACION DE LAS UNIDADES DE SOBRECORRIENTE
Monofásico ó de C.D.	Bifilar, 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.

28.20.- Número de conductores desconectados por el dispositivo de sobrecorriente. Los dispositivos de sobrecarga del motor que no sean fusibles ó interruptores térmicos no polares, deberán desconectar simultáneamente todos los conductores no conectados a tierra.

28.21.- 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 de 28-19

28.22.- Protección contra corte circuito. El dispositivo que se usa 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.

28.23.- Motores en circuitos con lamparas ó contactos. Cumplir con el art. 5, 28-26a, 28-15, 28-22.

28.24.- Protección contra sobrecorriente de circuitos derivados para motores. Disposiciones modifican ó suplementan a las disposiciones del art. 8.

28.25.- 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 4 amps. de corriente de plena carga, que se consideran protegidos por un dispositivo de protección contra sobre corriente del circuito derivado de 15 amps.

28.26.- Varios motores en 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 amperes, se pueden conectar varios motores de no más de 1 caballo de potencia y de corriente nominal a carga plena que no exceda de 6 amperes. La protección individual contra sobrecarga no es necesaria para dichos motores, a menos que su arranque sea automático, como se indica en la fracción 28.15.

b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con su protección contra sobrecarga, pueden conectarse a un circuito derivado, siempre que se cumpla con todas las condiciones siguientes:

b) Dos ó más motores de cualquier potencia, cada uno con su protección contra sobrecarga, puedan 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 en la fracción 28-25 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 sobrecarga y cada controlador de motor necesario será apropiado para instalarse con la protección contra sobrecorriente del circuito derivado, de acuerdo con la fracción 28-22.
- 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 en los conductores que vayan al motor no sea menor que la de los conductores del circuito derivado, ó (2) que la longitud de los conductores de la derivación no exceda de 10 metros, y que su corriente permisible no sea menor que la requerida para el motor según la fracción 28.10, ni menor que un tercio de la corriente permisible en el circuito derivado.

28-27.—*Protección combinada contra sobrecorriente.* La protección contra sobrecorriente, tanto del circuito derivado como la de sobrecarga del motor, pueden combinarse en un solo dispositivo de sobrecorriente, si la capacidad o el ajuste del dispositivo proporciona la protección contra sobrecorriente especificada en la fracción 28-15.

28-28.—*Dispositivos de sobrecorriente. Conductores en los que se colocan.* Deberá instalarse un dispositivo de sobrecorriente en cada conductor no conectado a tierra, de acuerdo con lo dispuesto en la fracción 8-5.

28-29.—*Capacidad de los interruptores automáticos.* Los interruptores automáticos para la protección de circuitos derivados para motor, deberán tener capacidad para conducir continuamente no menos del 115 por ciento de la corriente nominal a carga plena de los motores.

28-30.—*Derivaciones en puntos inaccesibles.* Si el punto de conexión de un circuito derivado para motores, a los conductores alimentadores, no es accesible, el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado puede colocarse donde sea accesible, siempre que se cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

- a).—Que los conductores entre el punto de derivación y el dispositivo de sobrecorriente no sean más delgados que los alimentadores;
- b).—Que la longitud de los mismos conductores no sea mayor de 10 metros y su corriente permisible no sea menor de un tercio de la de los alimentadores.

Protección contra sobrecorriente de los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastecen motores

28-31.—*General.* Las disposiciones siguientes se refieren a los dispositivos de sobrecorriente destinados a proteger los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastecen motores, contra sobrecorrientes debidas a cortocircuitos o a tierra.

28-32.—*Capacidad o ajuste para cargas de motores solamente.* Los conductores alimentadores de circuitos derivados que abastezcan a varios motores deberán tener una protección contra sobrecorriente que no sea mayor que la capacidad o ajuste del dispositivo protector del circuito derivado que tenga la protección mayor, más la suma de las corrientes a carga plena de los motores en los demás circuitos derivados.

Si la capacidad obtenida de acuerdo con el párrafo anterior no corresponde a un fusible o dispositivo de capacidad normal, puede usarse el fusible o dispositivo de capacidad inmediata superior.

Si dos o más motores de un grupo necesitan arrancarse simultáneamente, puede ser necesario instalar conductores alimentadores de mayor sección y consecuentemente aumentar la capacidad o ajuste de la protección de sobrecorriente de los alimentadores.

28-33.—*Capacidad o ajuste para cargas de motores y de alumbrado o aparatos.* Si los conductores alimentadores abastecen cargas de motores y de alumbrado o aparatos, el dispositivo protector de sobrecorriente de los alimentadores no deberá exceder de la capacidad o ajuste suficiente para llevar la carga de alumbrado y/o aparatos, determinada de acuerdo con los artículos 5 y 6, más la capacidad que corresponda a los motores, de acuerdo con las fracciones 28-25 y 28-32, según se trate de un solo motor o de dos o más motores.

Circuitos de control a distancia

28-34.—*General.* Las modificaciones siguientes a los requisitos generales de este reglamento están destinadas a cubrir las condiciones peculiares que rigen a los circuitos de control a distancia.

28-35.—*Protección contra sobrecorriente.* Los conductores de control pueden considerarse protegidos contra sobrecorriente por dispositivos que no sean del tipo de acción retardada y que tengan capacidad o ajuste no mayor que el 500 por ciento de la corriente permitida en los conductores según la fracción 11-4. Estos conductores pueden considerarse también protegidos por los dispositivos de sobrecorriente del circuito derivado, si se cumple con cualquiera de las condiciones siguientes:

- a).—Que la capacidad o el ajuste del dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado no sea mayor que el 500 por ciento de la corriente permitida en los conductores del circuito de control;
- b).—Que el dispositivo controlado y el punto o puntos desde los cuales se controla (botones de arranque y parada, control de presión, de temperatura, etc.), se encuentren sobre la misma máquina, o bien, que la distancia entre el dispositivo controlado y el punto o puntos de control no sea mayor de 15 metros;
- c).—Que la apertura del circuito de control implique un peligro, como por ejemplo, el circuito de control de motores de bombas de incendia.

28-36.—*Protección mecánica de los conductores.* Donde un daño mecánico a un circuito de control a distancia constituya un peligro, todos los conductores de dicho circuito deberán instalarse dentro de ductos, o protegerse adecuadamente contra daño mecánico.

Se recomienda que los circuitos de control se dispongan de tal modo que una tierra accidental no origine el arranque del motor.

28-37.—*Desconexión.* Los circuitos de control deberán disponerse de tal modo que se desconecten de toda fuente de abastecimiento cuando el medio de desconexión a que se hace referencia en la fracción 28-47 esté en la posición de abierto, excepto cuando se use un interruptor separado para el circuito de control. Si se usa un transformador u otro dispositivo para obtener un voltaje reducido para los circuitos de control, dicho transformador o dispositivo deberá conectarse del lado de la carga de los medios de desconexión.

Arrancadores

28-38.—*General.* En general, todo motor de más de 10 caballos de potencia deberá estar provisto de un arrancador que reduzca su corriente de arranque, tal como un arrancador a voltaje reducido, o un controlador conectado al secundario del motor cuando éste sea del tipo de rotor devanado. Sin embargo, si porque los motores sean del tipo de baja corriente de arranque, o porque arranquen en vacío o con carga muy ligera y porque el sistema de alimentación lo permita, se encuentra que motores de más de 10 Hp. pueden arrancar a voltaje completo, sin producir trastornos o molestias para el propio sistema de alimentación ni para otros servicios suministrados del mismo sistema, podrán instalarse los motores para arranque directo a la línea, previo acuerdo entre el usuario y la empresa suministradora.

Cuando el arranque de motores a voltaje completo dé lugar a serios trastornos en la operación del sistema suministrador o en la calidad del servicio para otros usuarios (véase la fracción 2-18), motores de más de 2 Hp. podrán requerir un arrancador que reduzca la corriente de arranque.

En caso de desacuerdo entre el usuario y la empresa suministradora, se estará a lo que sobre el particular resuelva la Secretaría de Economía.

Para los efectos de este artículo, el término *arrancador* incluye a cualquier interruptor o dispositivo que se use normalmente para arrancar y parar un motor.

28-39.—*Capacidad.* Cada arrancador deberá ser capaz de arrancar y parar el motor que controla y, para un motor de corriente alterna, deberá ser capaz de interrumpir la corriente a rotor frenado:

a).—*Motor fijo de 1/2 de caballo de potencia o menos.* Para un motor fijo de 1/2 de caballo de potencia o menos, que normalmente se deje en marcha y que esté construido de tal modo que no pueda ser dañado por sobrecarga o falla en el arranque, como por ejemplo los motores de relojes y otros semejantes, puede servir como arrancador el dispositivo de sobrecorriente del circuito derivado:

b).—*Motor portátil de 1/2 de caballo de potencia o menos.* Para un motor portátil de 1/2 de caballo de potencia o menos, el arrancador puede ser una clavija y contacto;

c).—*Interruptor automático como arrancador.* Un interruptor automático puede usarse como arrancador. Cuando dicho interruptor automático se use también para protección contra sobrecorriente, deberá cumplir con las disposiciones de este artículo, referentes a la protección contra sobrecorriente.

28-40.—*No necesitan interrumpir todos los conductores.* Excepto cuando sirva también como medio de desconexión (véase la fracción 28-55), el arrancador no necesita interrumpir a todos los conductores conectados al motor.

28-41.—*En conductores conectados a tierra.* Un polo del arrancador puede colocarse en un conductor conectado a tierra permanentemente, siempre que este polo no pueda abrirse sin interrumpir simultáneamente a todos los conductores del circuito.

28-42.—*Ubicación del arrancador.* Cada motor y la maquinaria que impulse, deberán poderse ver desde la ubicación del arrancador, a menos que se cumpla con alguna de las condiciones siguientes:

a).—Que el medio de desconexión del arrancador pueda asegurarse en la posición de abierto;

b).—Que se coloque un interruptor accionable manualmente, que impida el arranque del motor, visible desde la ubicación de éste. Cuando se use control a distancia para el arranque del motor, el interruptor mencionado puede colocarse en el circuito de control a distancia.

Una distancia de más de 15 metros se considera equivalente a no estar visible.

28-43.—*Número de motores servidos por cada arrancador.* Cada motor deberá proveerse de un arrancador individual, excepto que para motores de 600 volts o menos, un solo arrancador puede servir a un grupo de motores, bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

a).—Si varios motores mueven una sola máquina o aparato, como máquinas para trabajar metales y maderas, grúas, montacargas y aparatos semejantes;

b).—Si un grupo de motores está bajo la protección de un dispositivo de sobrecorriente, de acuerdo con el inciso 28-26a);

c).—Si varios motores están colocados en un solo local y son visibles desde la ubicación del arrancador.

OC: 16

28-54.—*Interruptor de servicio como medio de desconexión.* Si una instalación consta de un solo motor, el interruptor del servicio puede servir como medio de desconexión, con tal de que cumpla con los requisitos de este artículo y que sea visible desde la ubicación del arrancador.

Una distancia de más de 15 metros se considera como no estar visible.

28-55.—*Ubicación del medio de desconexión.* El medio de desconexión deberá poderse ver desde la ubicación del arrancador, o deberá poderse asegurar en la posición de abierta.

28-56.—*Motores servidos por un solo medio de desconexión.* Cada motor deberá proveerse de un medio de desconexión individual, con las siguientes excepciones para motores de 600 volts o menos en que un solo medio de desconexión puede servir a un grupo de motores:

a).—Si varios motores mueven una sola máquina o aparato, como máquinas para trabajar metales o madera, grúas, montacargas, etc.;

b).—Si un grupo de motores se encuentra protegido por un juego de dispositivos de sobrecorriente, como lo permite el inciso 28-26a);

c).—Si varios motores están en un solo salón, visibles desde la ubicación del medio de desconexión.

El medio de desconexión que sirva a un grupo de motores, deberá tener capacidad para conducir continuamente por lo menos 115 por ciento de la suma de las corrientes nominales a plena carga de todos los motores del grupo.

28-57.—*Accesibilidad.* El medio de desconexión deberá colocarse donde sea fácilmente accesible.

(N. del E.—Véase grabado a la vuelta.)

Motores de más de 600 volts

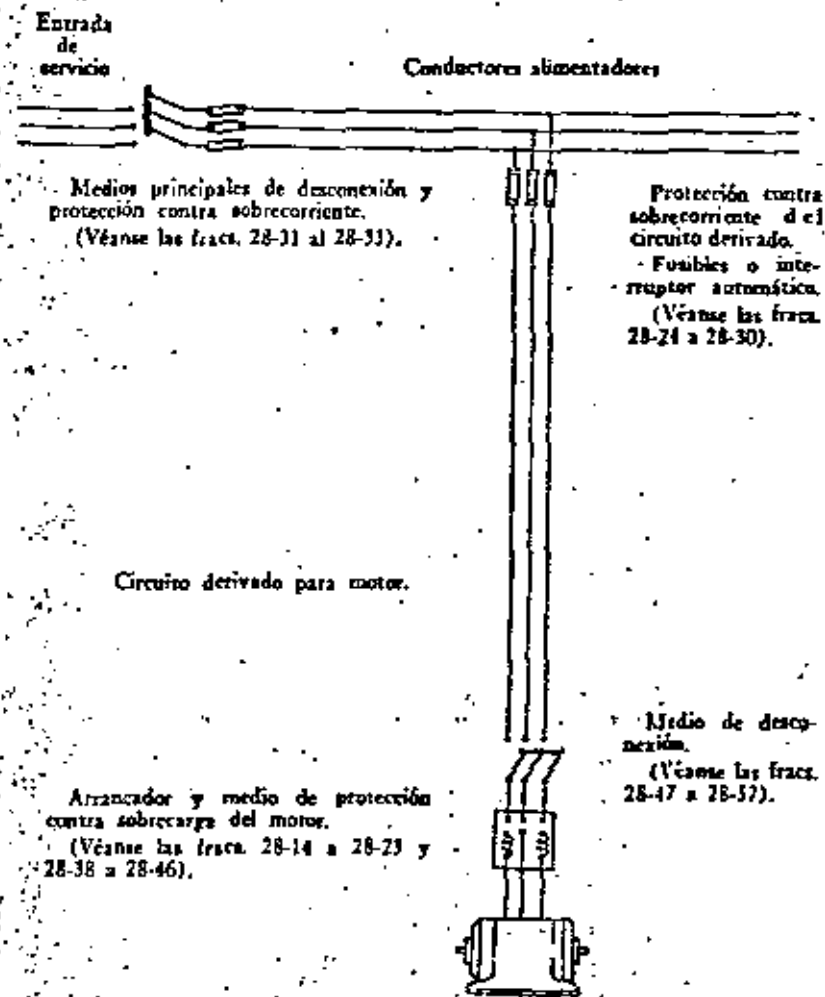
28-58.—*Requisitos para más de 600 volts.* Para motores de más de 600 volts entre conductores se aplicarán las disposiciones del presente artículo y las del capítulo X, en lo que les sea aplicable.

Conexión a tierra

28-59.—*Motores fijos.* Las armaduras de motores fijos deberán conectarse a tierra, si existe cualquiera de las condiciones siguientes:

DIAGRAMA ILUSTRATIVO DE LA FORMA MAS COMUN DE CONECTAR UN MOTOR

(Para otras formas permitidas en diversos casos, véase el artículo 28).



a).—Si están situados en un lugar húmedo y no están protegidos por distancia o por resguardos;

b).—Si están en un local peligroso, véase el artículo 30;

c).—Si el motor funciona con cualquier terminal a más de 150 volts a tierra.

28-60.—*Motores portátiles.* Las armazones de motores portátiles que funcionan a más de 150 volts a tierra deberán estar resguardadas o conectadas a tierra. Véanse las fracciones 9-19 y 9-25.

Se recomienda que las armazones de motores que funcionen a menos de 150 volts a tierra, se conecten a tierra.

28-61.—*Método de conexión a tierra.* Donde se requiere la conexión a tierra, ésta deberá hacerse en la forma especificada en el artículo 9.

DISEÑOS DE PROTECCIÓN7).- PROTECCIÓN DE CARGAS.

El sistema de distribución de energía eléctrica debe proporcionar lo siguiente:

1.- 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.

2.- Capacidad adecuada para suministrar energía en condiciones máximas de consumo.-

El sistema de distribución de energía eléctrica debe tener la capacidad necesaria para manejar la demanda máxima de la planta; por tanto, debe considerarse el incremento de la demanda debido a ampliaciones y cargas futuras.

3.- 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.

4.- 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.

5.- 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 parte vivas de los elementos del sistema.

6.- Protección automática a los circuitos para condiciones anormales de funcionamiento.-

Los dispositivos de protección de circuitos deben ser seleccionados de modo que interrumpan las sobrecargas ó cortos circuitos que pudieran presentarse.

PROPORCIONAR ENERGÍA ELÉCTRICA APROVECHABLE

Las compañías suministradoras, generalmente, entregan la energía al cliente industrial en la forma en que esta es más económica para transmitirse. Muy a menudo la tensión de transmisión es más elevada que la que el cliente puede usar. Una ventaja de la alta tensión de transmisión es que ocasiona pérdidas de transmisión mínimas. Además, la tensión de transmisión alta representa otra ventaja para la C.F.E. y Cía. de Luz así como para el cliente: reduce la variación de tensión en el punto de utilización (la diferencia entre la tensión cuando no hay carga y la tensión cuando hay carga plena en el sistema).

Cuando se conectan las cargas al sistema, la tensión del mismo "cae". El bajo voltaje ocasiona que los motores se sobrecalienten y, por esa razón, fallen prematuramente. También se causa de que los equipos electrónicos funcionen erráticamente y, así mismo, da lugar a una baja eficiencia del alumbrado.

Por otro lado, cuando se desconectan las cargas del sistema, la tensión sube. El sobrevoltaje causará mayores exigencias en el mantenimiento del equipo electrónico, así como una reducción en la vida útil de las lámparas. Al conectar y desconectar las cargas al sistema, habrá variación en el voltaje. Estas variaciones causan cambios molestos en el nivel de alumbrado, aumentan el porcentaje de rechazo en las etapas de producción, así como otros efectos indeseables en el control de los procesos. Por consiguiente, una de las características principales que la energía eléctrica debe tener para que sea aprovechable, es que sea suministrada con una estabilidad adecuada de su tensión.

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 prevverse 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.

e).- MEDIO DE CONTROL. 1) Dispositivos de control para alumbrado. Circuitos alimentadores.

IV.- PROPORCIONAR ENERGIA CUANDO SE REQUIERE.

La "valvula" 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 instantaneos 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 lamparas ó dispositivos electromagnéticos. Desde el punto de vista de operación, los incrementos momentaneos de corrientes, 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.-

Másicamente, 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 arco 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 tensión 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 clasifica con una capacidad de conducción continua de corrientes este no tiene clasificación ó especificación de corriente al cerrar ó al abrir las cuchilla. Los dispositivos que pueden abrir y cerrar con carga, se diseñan generalmente de modo que sus contactos abran ó cierren a una velocidad que es independiente de los movimientos del operario. Para lograr este efecto, 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 cual 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 contactos bajo carga eléctrica muchos miles de veces durante su vida útil. Este tipo de contactor debe soportar interrupciones de corriente que sean hasta seis veces la corriente normal de trabajo que es lo que ocurre cuando el motor que controla se sobrecarga ó se atora.

En el caso del interruptor de "contacto rápido" y apertura rápida, la velocidad de cierre y de apertura de los contactos 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 energía 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 se 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 corrientes.

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) Pongase toda las partes dentro de un gabinete metálico, el cual debe estar conectado a tierra.
- C) Pongase a tierra todas las carcasas 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.

VI.-

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.

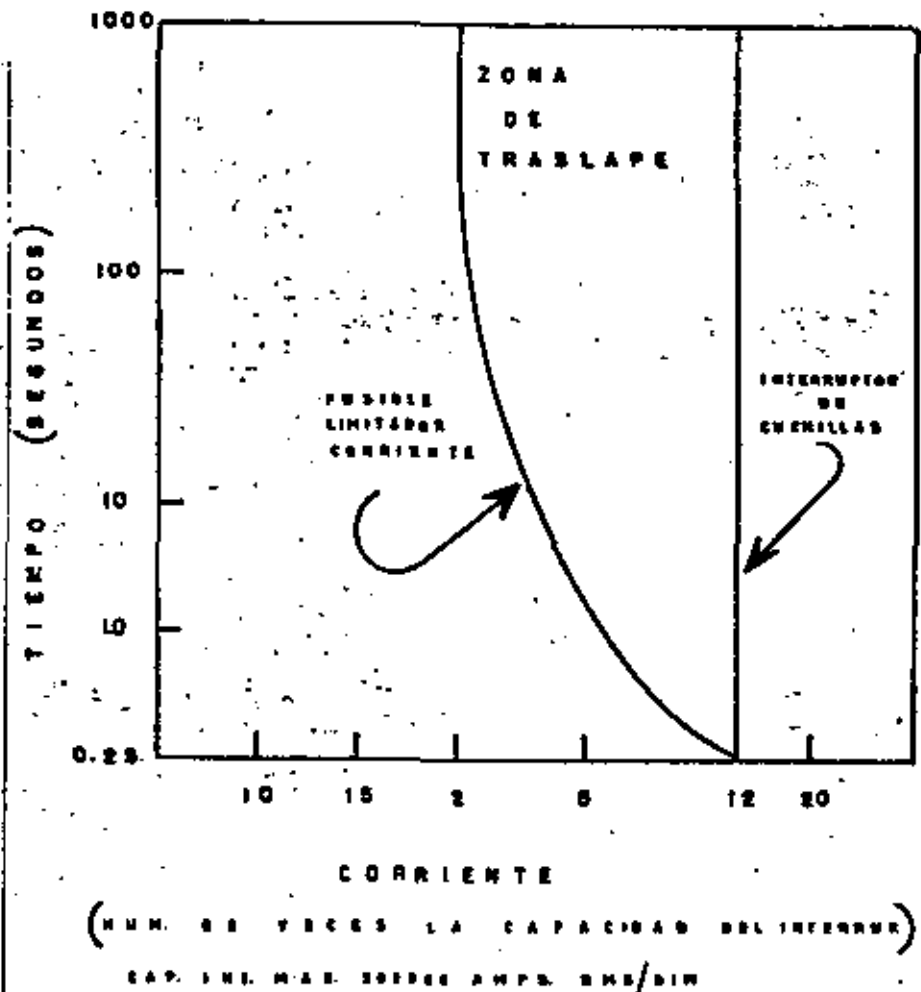
Un corto circuito se presenta cuando una falla de aislamiento entre conductores ó entre un conductor y tierra. Se ha mencionado que los interruptores se usan para conectar y desconectar la energía eléctrica a voluntad del operario. Los interruptores termomagnéticos se usan también para proteger automáticamente 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 pedruzcos 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.



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 coordinada con fusibles, con objeto de suministrar protección completa a bajo costo a aquellos sistemas que requieren una gran capacidad interruptiva. El interruptor termomagnético interrumpe cortos circuitos de pequeña cuantía, mientras que los fusibles se hacen cargo de los grandes cortos circuitos 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 cortos circuitos que puedan presentarse. Estos dispositivos tienen dos capacidades de corriente, debiendo verificarse ambas al ser seleccionados:

- A) Capacidad continúa de corriente. Esta determinada por la carga normal máxima.
- B) Capacidad interruptiva. Esta 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 gusto 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. En un sistema eléctrico de

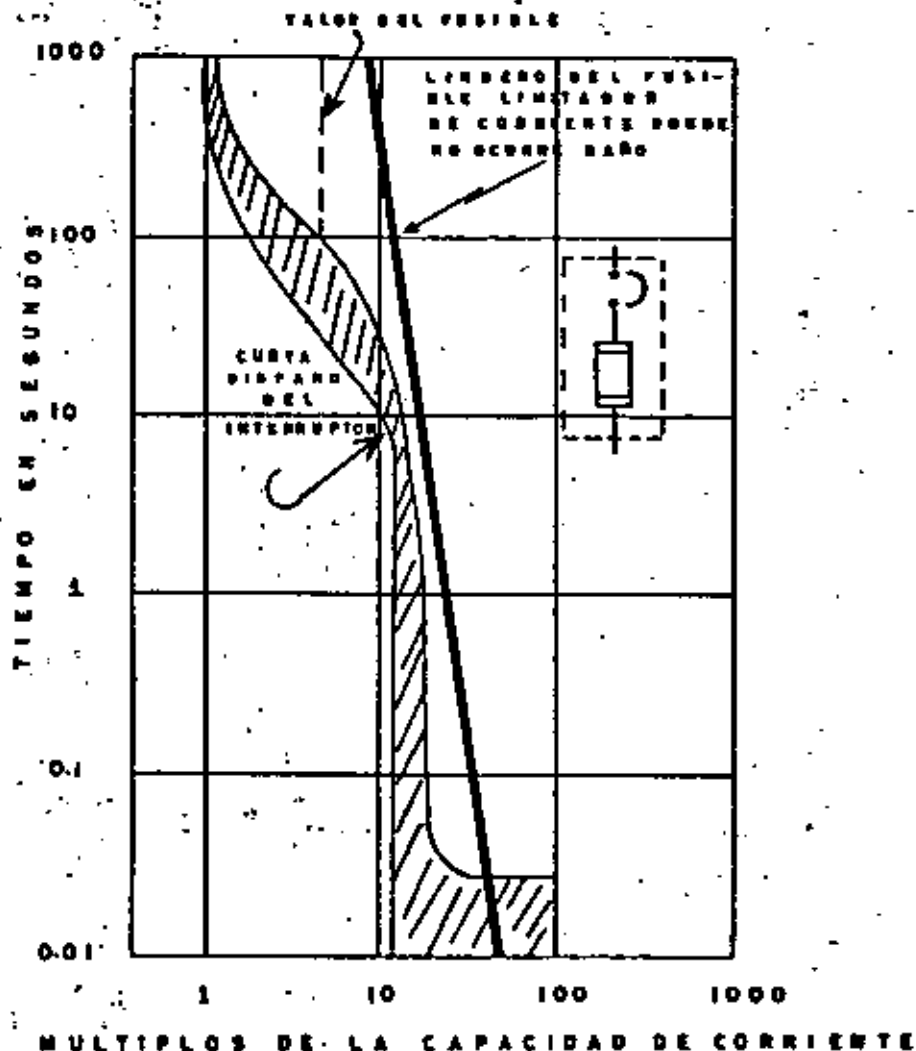
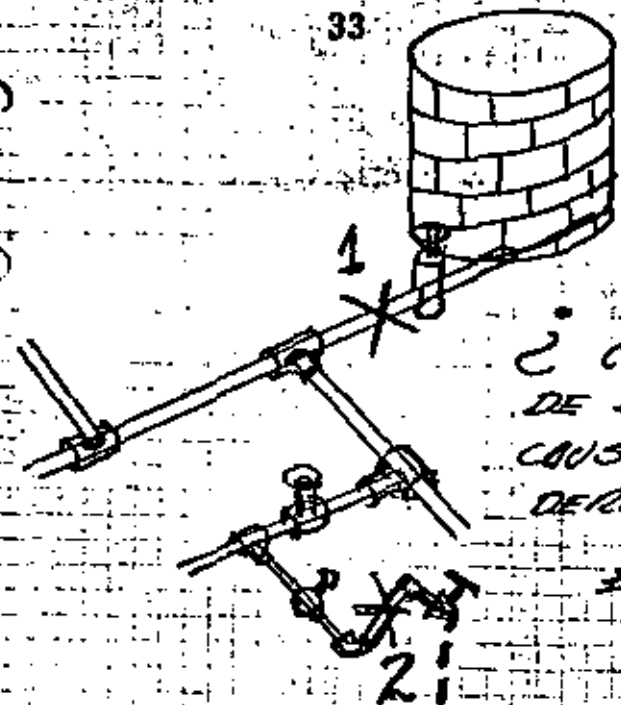


FIG. 2



¿ CUAL ROTURA
DE LA TUBERIA
CAUSARA EL MAYOR
DESEMPEÑO DE AGUA?
EN "1" O "2"?

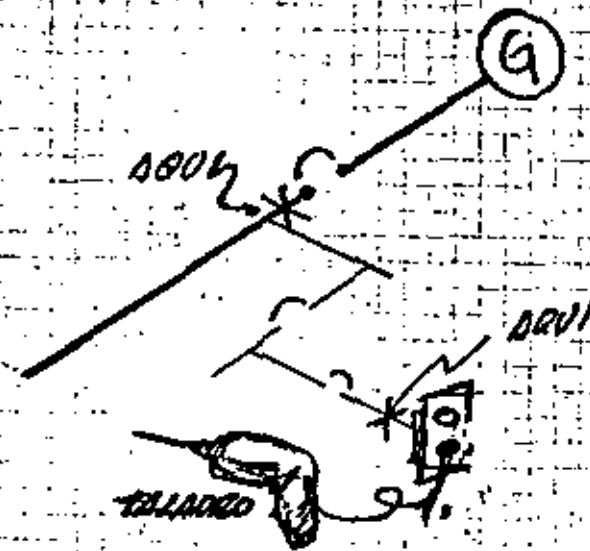


FIG. N° 3

distribución la magnitud posible de la corriente de corto circuito esta 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 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 instalado el dispositivo de protección del circuito.

Como un ejemplo sencillo, considerase la figura 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 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:

$20 / 0.1 = 200$ veces la corriente normal = 1000 Ampe.

A menos de que el interruptor "A" sea capaz de interrumpir 1000 Ampe., 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 toman en cuenta y que asimismo, 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.

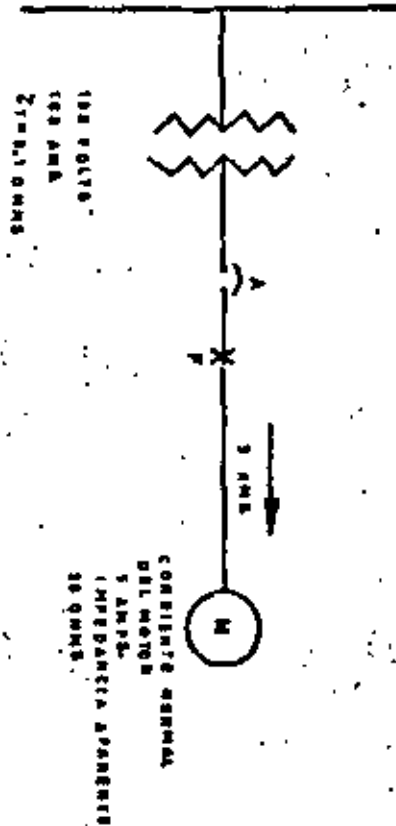
3.- Motores de inducción.

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 de 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 comúnmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobrecargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobrecarga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetalico. Cuando el motor sufre una sobrecarga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cual, al circular por los relevadores de sobrecarga, calienta el elemento bimetalico después 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 sobrecarga del motor sea efectiva, esto debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. En 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 no está limitada al valor máximo continuo del motor ó 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, ó aún si su período de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. Asimismo, los elementos del circuito que alimentan al motor se sobrecalientan, lo cual puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a cortos circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.

LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL CIRCUITO NORMAL SEDEBE SER 1000 A.C.T.
 $\frac{I}{I_n} = \frac{V}{V_n} = \frac{Z_n}{Z}$
 SI EL INTERRUPTOR DE LA CAPAS DE INTERRUPTOR SEA 1000 AMP. CONTIENE EL CIRCUITO Y UN CABLEADO PARA

FIG. No 4



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 de 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 corte de circuito. Sin embargo, se incluye comúnmente otro dispositivo de protección que evita que el equipo de utilización se dañe debido a sobrecargas. El arrancador de un motor, por ejemplo, lleva incorporados unos relevadores térmicos de sobrecarga, generalmente del tipo que tienen un elemento bimetalico. Cuando el motor sufre una sobrecarga, la corriente que toma aumenta excesivamente, la cuál, al circular por los relevadores de sobrecarga, calienta el elemento bimetalico después 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 sobrecarga del motor sea efectiva, este debe ocurrir antes de que el aislamiento del motor llegue a una temperatura que lo perjudique. En 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 no está limitada al valor máximo continuo del motor ó 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, ó aún si su período de aceleración resulta demasiado largo, a menos de que sean desconectados del sistema. Asimismo, los elementos del circuito que alimentan al motor se sobrecalientan, lo cuál puede ocasionar daños a los aislamientos, dando lugar a cortos circuitos e incendios a menos de que la carga sea desconectada.

38

Quando 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 conectarán demasiados aparatos domesticos 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 defensa", la cuál deberá operar en caso de que la protección primaria no funcione, ó 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 sobrecorriente del motor solamente en caso de que el relevador térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protección es la de que este no dispara innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios puede ser causado por 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 ambientales 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.

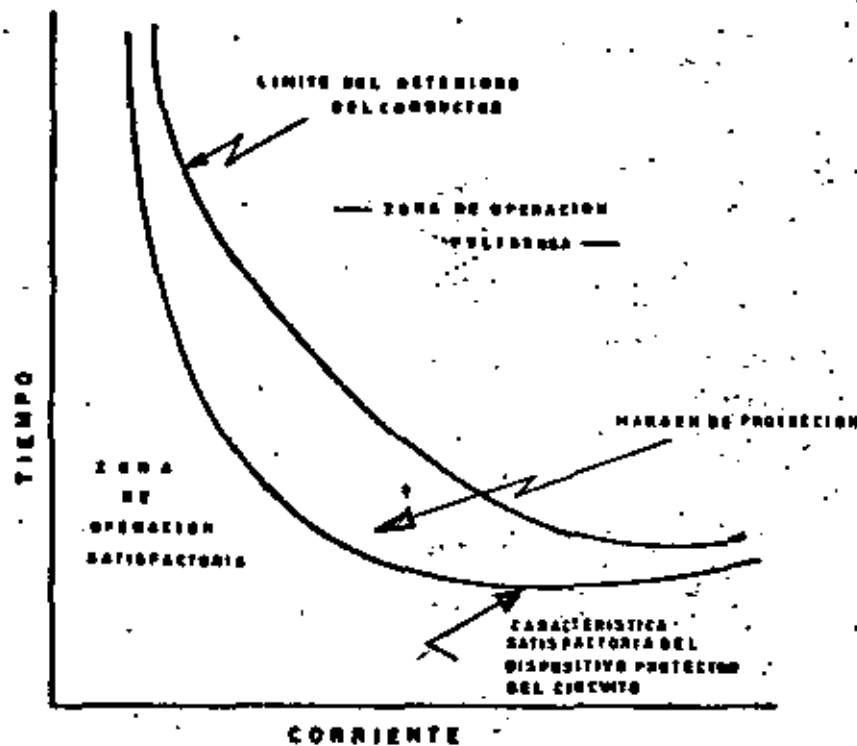


FIG. No 3

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 conectarán 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 3, 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 defensa", la cual deberá operar en caso de que la protección primaria no funcione, ó 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 sobrecorriente del motor solamente en caso de que el relé térmico de sobrecarga no funcione. Este tipo de protección es la de que este no dispare innecesariamente.

El hecho de que ocurran disparos innecesarios puede ser causado por 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 ambientales 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.

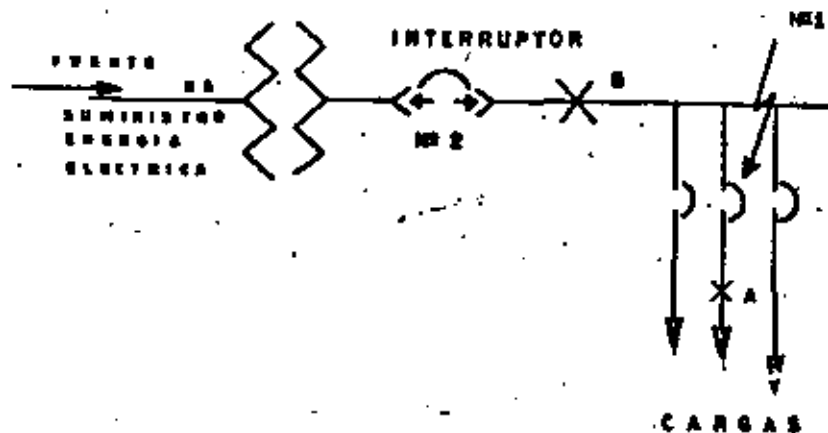


DIAGRAMA UNIFILAR DE
UN ALIMENTADOR Y SUS CIRCUITOS
DERIVADOS

En este último caso, tomase como ejemplo el arreglo de los interruptores mostrado en la fig. 6. El interruptor No. 1 se ha seleccionado con la capacidad suficiente para interrumpir una falla en "A". Por consiguiente, el interruptor No. 2 debe tener una característica tal que no abra 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 No. 2 debe interrumpirla. Cuando este interruptor abre como se explica en este ejemplo, se dice que es "selectivo" y por consiguiente, que esta coordinado con el interruptor No. 1.

La coordinación entre interruptores es más comprensible cuando las curvas características de tiempo y corriente, que pueden obtenerse de los fabricantes, se comparan gráficamente.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

En la figura 7 se muestran equipos y aparatos que comúnmente se usan en edificios comerciales y plantas industriales. A simple vista, puede solamente apreciarse una porción relativamente pequeña del total de las 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 tanto necesario para el Ingeniero el contar con algún esquema ó 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 describan con toda precisión a los sistemas eléctricos. Dicho "cuadro" da las respuestas a preguntas tales como, "¿Qué equipo será desenergizado cuando este interruptor se abra?" 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 él 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 través de un interruptor desconectador. Del secundario del transformador, un interruptor deslizador alimenta a cuatro interruptores en aire también 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 cuál se encuentran agrupados varios arrancadores magnético 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 través de un interruptor fusible y un transformador.

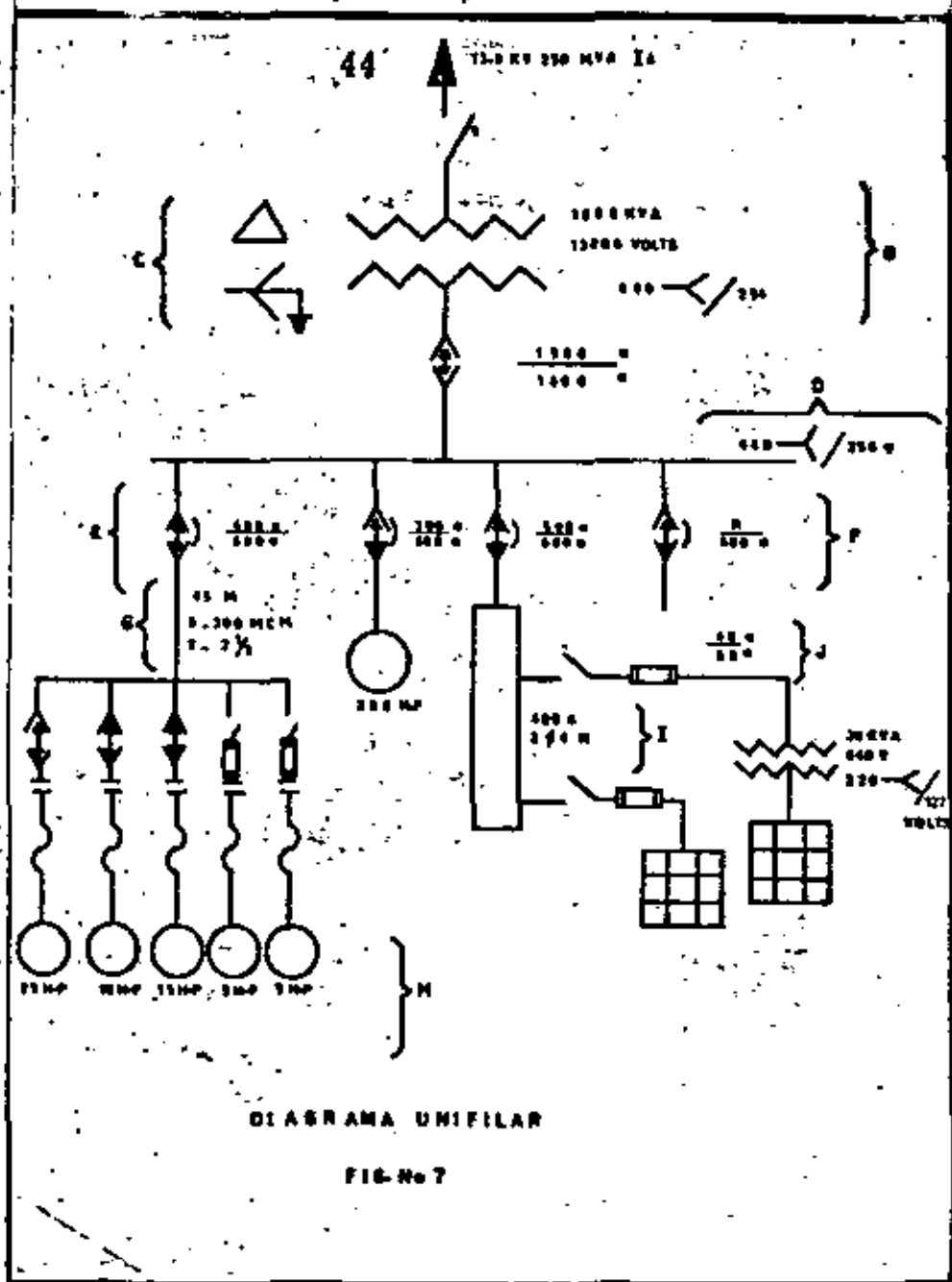


DIAGRAMA UNIFILAR

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 voltios) y que al ocurrir un corte circuito firmemente entre las tres fases del alimentador de 13.8 kv, se presentará una energía de corte circuito con valor de 250 mva (250,000 kva) disponible en el sistema de alimentación. Este valor corresponde 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 kva, 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 permanentemente a tierra.
- 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 de 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 han 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 pulgadas. El alimentador es de 45 MTH de largo.
- H.- Indica las capacidades de los motores.
- I.- Indica la capacidad del ducto la cual es de 400 amperios, tres fases, cuatro hilos.
- J.- Esta anotación de la capacidad del fusible (40 amps.) y la del interruptor es, normalmente, la inmediata superior estándar 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 MAGNÉTICO.

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 sobrecorriente que no sobrepase el valor de corriente a rotor bloqueado: 10 veces la corriente nominal.

Si al contactor se le adaptan portablemente y elementos térmicos de protección de sobrecarga a fin de interrumpir ó abrir los contactos cuando la corriente del motor sobrepasa 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, electrorivel, etc. Así mismo mediante una protección de sobrecarga, bajo voltaje, alto voltaje, relé direccional, de falla de fase, protección de tierra, etc a fin de proteger el circuito, el motor contra estos problemas.

Se pueden clasificar:

- A) Funcionamiento.- Manual, automático a tensión plena a voltaje reducido.
 - B) Forma de extinguir el arco.- En aire, aceite, gas a presión ó en vacío.
 - C) Finalidad.- De protección, accionar, 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 procederá a girar, pero hay que considerar los problemas que puede causar a la máquina por accionar, si está 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 HP, para considerarlo.

- 2.- Arrancadores manuales.- Adecuados para motores de hasta 7.5 HP, 3 fases, que operan continuamente ó tienen pocas interrupciones. No tiene protección de bajo voltaje y por lo tanto al sobrecalentamiento del motor por esta causa, no lo protegerá. Así mismo las interrupciones del suministro de la energía por parte de la Cia. de Luz al normalizarse arrancarán al motor y si es peligroso para el personal, reglamentar su operación ó evitarlo. Para ventiladores y equipos que conviene que operen continuamente es ideal.

3.- Arrancadores a voltaje reducido:

- A) De resistencias.- Se tiene pérdida 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 un 80%, 65 ó 50%.
- C) Devanado de partido.- Para cargas ligeras: la aceleración es suave.
- D) Estrella/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 de varios tipos:

- A) De aleación que al sobrecalentarse y fundirse, mueve un engrane que suelta el trinquete.
- B) Tipo de resistencia.
- C) Tipo de 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 1 capacitor 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 deberán instalarse del lado de la carga por el peligro que presenta - la variación de voltaje.

Ver figura No. 9

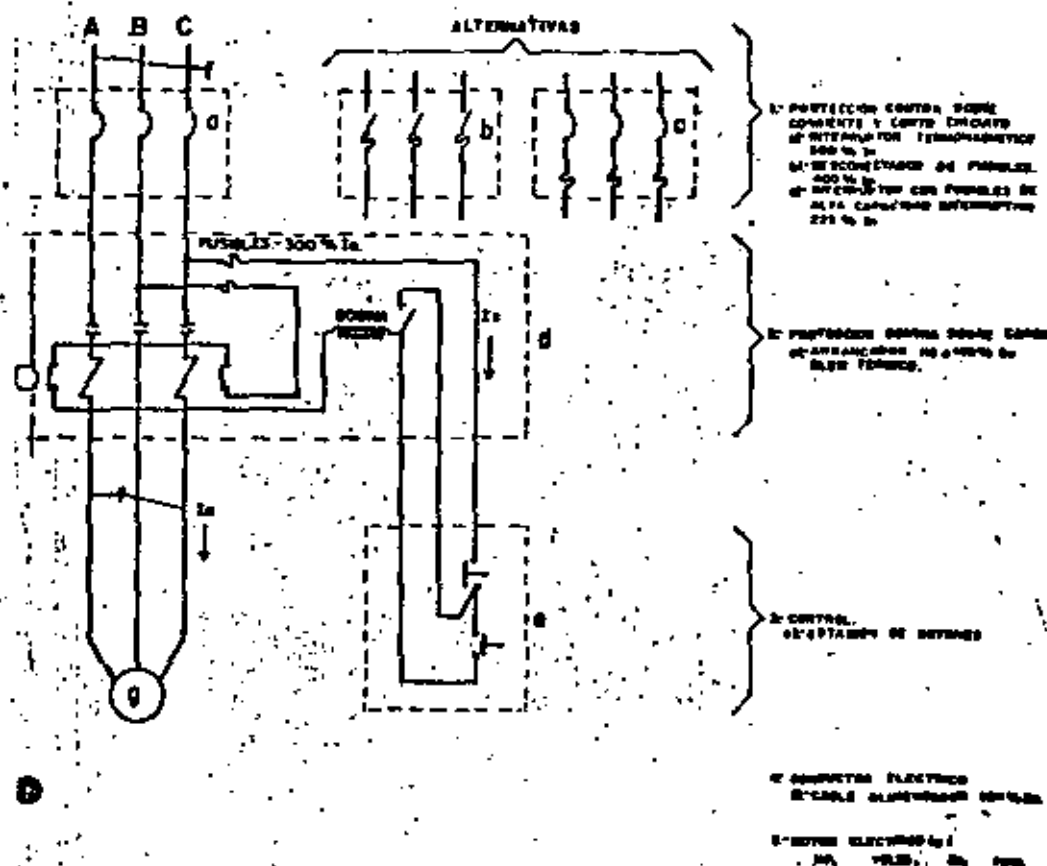


DIAGRAMA ELECTRICO FIG. No 9
 PROTECCION DE UN MOTOR ELECTRICO.
 CORTOCIRCUITO - SOBRECORRIENTE - SOBRECARGA.

DIAGRAMA DE CONEXION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO
CON UN ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION COMPLETA

Ver la figura No. 10

Secuencia de la operación .-

Si 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 (O.B.) quedando el motor conectado a la línea.

El motor quedará protegido por:

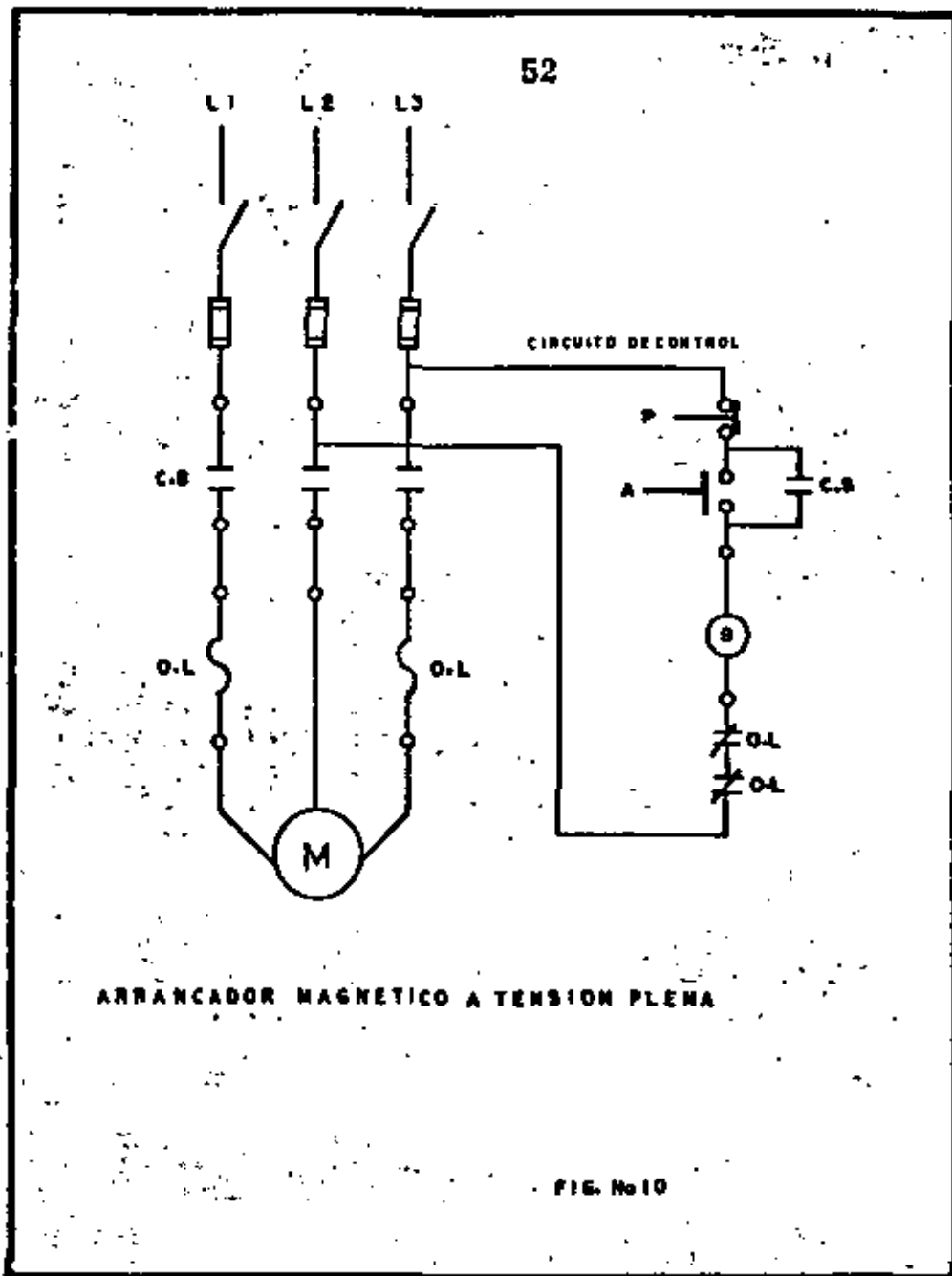
Elementos térmicos de los relavadores de sobrecarga — (OVER LOAD) (O.L).

DIAGRAMA DE CONEXION DE UN MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO
CON ARRANCADOR MAGNETICO A TENSION REDUCIDA

Ver la figura No. 11

Secuencia de la operación.-

Al oprisir 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 ó 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.



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 documentos 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.

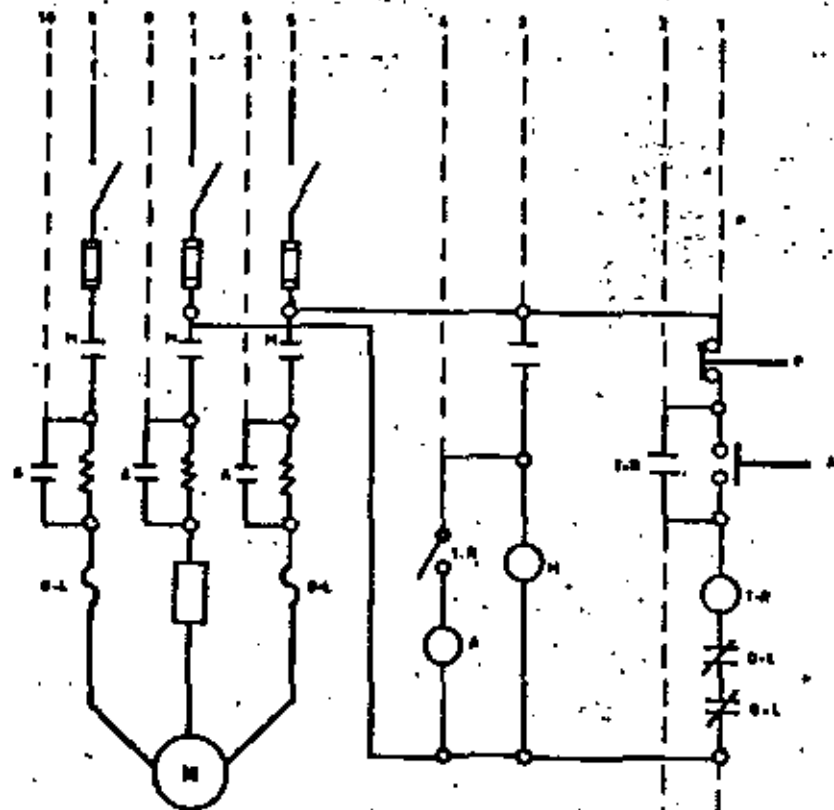
Supóngase que un cliente ha adquirido un motor de inducción de 20 caballos de potencia, el cuál deberá operar en 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos. Puesto que este motor deberá conectarse al sistema de distribución, deberán seleccionarse los conductores, la protección contra sobrecarga de motor y la protección para el circuito mismo.

En vista de que la selección apropiada de estos componentes 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 alumbrado y la protección de este circuito.

1.) CARACTERISTICAS DEL MOTOR

El primer paso consiste en determinar ciertas características del motor, las cuales se encuentran en su placa de datos.

- A) Potencia del motor: 20 Hp.
- B) Tensión del motor: 440 voltios, 3 fases, 60 ciclos.
- C) Diseño del motor: GE tipo K, diseño name B, par de arranque normal, corriente de arranque normal.
- D) Corriente a plena carga: 25.8 amps.



ARRANCADOR MAGNETICO
A TENSION REDUCIDA

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.) CALEBRE 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, en la fracción 28-10 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, al cual es de 0.82 para nuestro caso. Usando la columna No. 3 para conductores con aislamiento termoplástico seleccionamos un conductor de calibre No. 6 AWG.

Corriente permitida = 40 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

- A) El reglamento de obras e instalaciones eléctricas en su inciso 28-15, párrafo a-I 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. Esta misma cifra se menciona también en el nec, - artículo 430-32.

Capacidad de sobrecarga = $1.25 \times 25.8 = 32.2$ amp. (máximo).

5.) SELECCION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE-CORRIENTE PARA UN ALIMENTADOR QUE SUPLIMENTA A MOTORES.

- A) A partir de la fracción 28-24, el reglamento de obras e instalaciones eléctricas especifica la forma en que debe protegerse los circuitos que alimentan a varios motores. La fracción 28-25 se refiere a la capacidad ó ajuste del "dispositivo protector de sobrecorriente 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 sólo 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 430-145, en la línea de 26 amps. Y bajo la columna 4, la capacidad máxima del interruptor es 70 amps. El otro modo es por medio de la tabla 430-152 del mismo nec. Para motores con letra código P (la cuál aplica a 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 estándar 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 a la temperatura ambiente, y a que sus capacidades nominales son establecidas a una temperatura ambiente de 25°C, debe considerarse la temperatura ambiente a la cuál el interruptor estará sometido y también los efectos de la caja ó cubierta dentro de la cuál pueda hallarse instalado con objeto de evitar disparos innecesarios del interruptor.

VER FIGURA 8

CORRIENTE A PLENA CARGA:

ES LA CORRIENTE QUE CONSUME UN MOTOR CUANDO ESTA DESARROLLANDO SU POTENCIA NOMINAL A LA VELOCIDAD NOMINAL Y POR LO TANTO INFLUYEN LAS PERDIDAS MECANICAS POR FRICCION, LAS PERDIDAS MAGNETICAS POR HISTERESIS Y LAS PERDIDAS ELECTRICAS 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) PROTECCION DEL CIRCUITO DERIVADO.- LOS FUSIBLES E INTERRUPTORES AUTOMATICOS PARA PROTEGER EL CIRCUITO DERIVADO CONTRA CORTO CIRCUITO DEBEN RESISTIR LA CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR QUE ES VARIAS VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA. FUSIBLES 300%

INTERRUPTOR AUTOMATICO 250%

C) DESCONECTADOR DEL MOTOR.- ESTE SIRVE PARA DESCONECTAR EL MOTOR Y SU CONTROL, PARA REVISIONES O REPARACIONES Y DEBE ABRIRSE DESPUES DE QUE SE HAYA PARADO EL MOTOR. SU CAPACIDAD SE CALCULA TOMANDO 1.15 VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA.

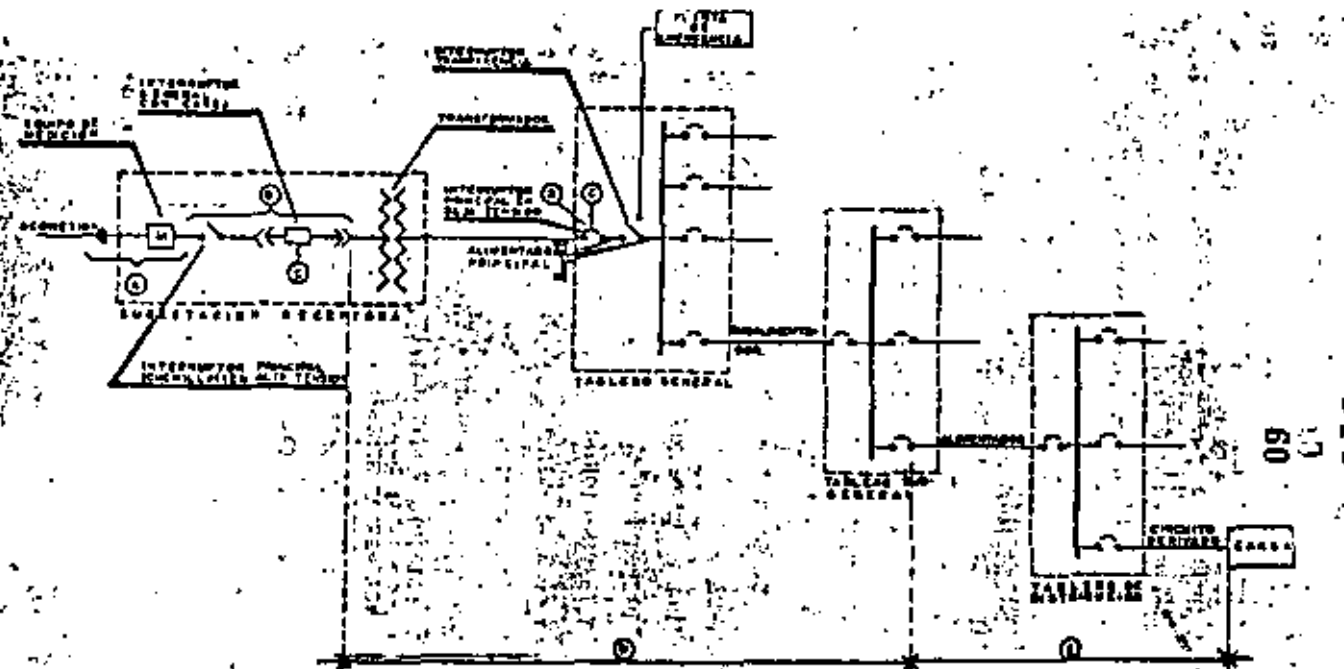
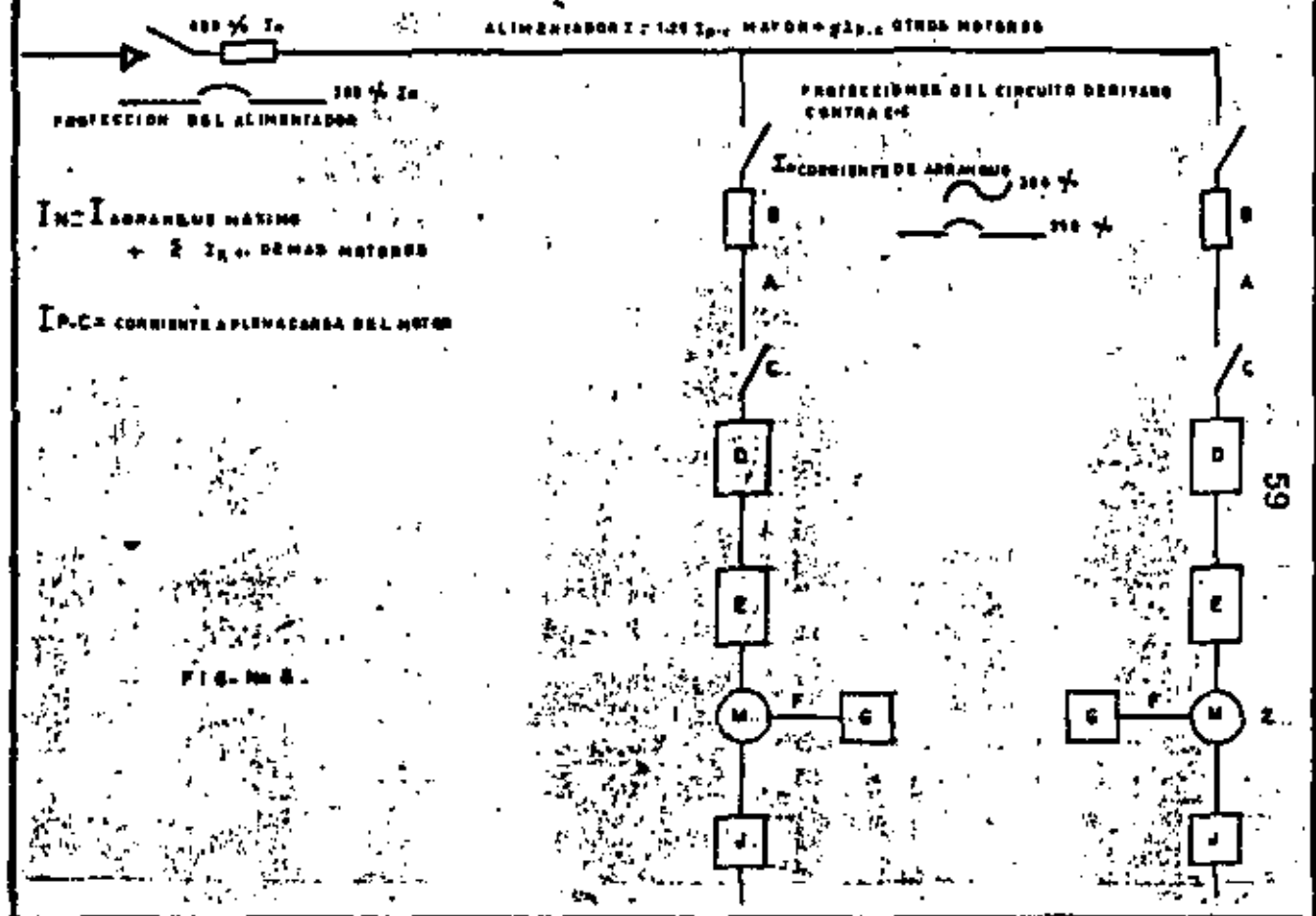
D) PROTECCION DEL MOTOR CONTRA SOBRECARGA.- LOS ELEMENTOS TERMICOS DE ACCION RETARDADA SE CALCULAN PARA UNA SOBRECARGA DEL 25% OSEA 1.25 VECES LA CORRIENTE A PLENA CARGA, SIENDO DE ACCION RETARDADA, RESISTEN LA CORRIENTE DE ARRANQUE MOMENTANEA DEL MOTOR.

E) CONTROL DEL MOTOR.- ESTE APARATO SIRVE PARA ARRANCAR Y PARAR EL MOTOR Y GENERALMENTE INCLUYE LOS ELEMENTOS TERMICOS. (D) PARA LA PROTECCION DEL MOTOR.

G) CONTROL REMOTO DEL MOTOR.- EL CONTROL (E) DEL MOTOR PUEDE OPERAR SE DESDE OTROS LUGARES POR MEDIO DE UNA ESTACION DE BOTONES (G) CONECTADO POR MEDIO DE LOS CONDUCTORES (F).

J) CONTROL SECUNDARIO.- PARA MOTORES CON ROTOR DESBANDADO Y ANILLOS DESLIZANTES, EL MOTOR SE CONTROLA POR MEDIO DE UN REOSTATO QUE PUEDE ESTAR CERCA O LEJOS DEL MOTOR, EL CUAL SIRVE PARA ARRANCAR Y VARIAR SU VELOCIDAD

INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES



- ① DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA.
- ② DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION.
- ③ DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION.
- ④ SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO.
- ⑤ SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO.

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DESDE EL PUNTO DE VISTA INTERNO.

A.- DISPOSITIVOS DE RECEPCIÓN DE LA 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 DESCONECCIÓN Y PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN SERVIDA. QUEDAN PUES FORMADAS POR LA "ACOMETIDA" Y POR EL "EQUIPO DE MEDICIÓN" DE LA CJA. DE LUZ.

B Y C.- DISPOSITIVOS DE DESCONECCIÓN Y PROTECCIÓN PRINCIPAL.

EL 2º. Y 3º. ELEMENTO NORMALMENTE ESTÁN INTEGRADOS EN UN SOLO DISPOSITIVO, DE ACUERDO CON LAS DISPOSICIONES DE LOS ARTÍCULOS 7-9 Y 7-16 DEL R. DE C. E. I. E. TODA ENTRADA DE SERVICIO DEBE DE TENER UN DISPOSITIVO QUE PERMITA DESCONECTAR A TODOS LOS CONDUCTORES DE LA INSTALACIÓN SERVIDA, ASÍ COMO UN MEDIO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.

D Y E.- SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

EL 4º. ELEMENTO, O SEA EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN SE ACOSTUMBRA DIVIDIR EN PRIMARIO Y SECUNDARIO, DE ACUERDO CON LA CONDICIÓN DE QUE EL VOLTAJE DE SUMINISTRO SE TRANSFORME O NO EN LA INSTALACIÓN SERVIDA O AUN DE ACUERDO CON LOS DIFERENTES PASOS QUE SE PLANEEEN EN LA DISTRIBUCIÓN. EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ESTÁ INTEGRADO POR:

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 R.O.E. y 75

a) TABLEROS PRINCIPALES:

Tienen por objeto alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica dentro del área, donde se genere o utilice.

Cuando un tablero este mejor diseñado a los usos a que se destine, se obtendrá un mejor aprovechamiento de la energía eléctrica, permitiendo economías 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, o bien, puede ocupar una área de varios metros cuadrados para grandes instalaciones industriales, donde se manejan muchas millones de watts.

Un tablero queda estar formado por una sección o 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 metálicas o blindaje que tienen por objeto: montar el equipo eléctrico, de conexión, desconexión, medición y control; conectar internamente ese equipo; protegerlo de la intemperie, del polvo o de golpes; proteger las

personas y a la propiedad de descargas eléctricas accidentales.

Los gabinetes se clasifican en dos tipos según la ruda a a que se someten 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, o cualesquiera otros agentes físicos que los perjudiquen. Se fabrican con lamina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

TIPO EXTERIOR O INTERPERIS: 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, juntas con empaque de hule y sin dejar expuestos los aparatos.

- **Barra.** Las barras son los elementos de conexión entre el interruptor principal o general y los derivados. En sistemas trifásicos se componen 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 operador 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 MI. IN. Y PULG.		3/4" 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 accionar y conectar uno al lado del otro, y por ser económicos dentro de un funcionamiento seguro y eficiente. Se fabrican de 1 a 3 polos hasta 100 A. y de 2y3 polos hasta 2500A. Universalmente se usan como interruptores derivados y en muchos casos, cuando la selectividad de disparo del interruptor, no es factor muy importante, se usan como interruptores principales o generales.

Los interruptores electromagnéticos son más resistentes, capaces de un número mayor de operaciones sin recalificaciones y susceptibles de

ajuste del tiempo de apertura para permitir que en sobrecargas severas o cortos circuitos se abran primero los interruptores derivados que alimentan al circuito donde está la falla. Estos interruptores son mucho más caros que los termomagnéticos.

Y se fabrican hasta capacidades de 6000 amps. y 100000 amps. asimétricos.

Los interruptores con fusibles de alta capacidad interruptiva son económicos, pueden abrir corto circuitos de 200000A., pero tienen la desventaja de no poder discriminar el circuito de falla, sin embargo, resuelven algunos casos, cuando los interruptores se colocan o derivan de fuentes o bloques de gran capacidad.

INSTRUMENTOS: Un tablero, para llevar su función, basta con tener los componentes descritos anteriormente: gabinetes, barras e interruptores. Sin embargo algunas veces para un mejor control o mantenimiento cuando las instalaciones son importantes o que generan la electricidad, conviene medir las características principales de la 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 50A., 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 (CK) aplicables para los amperímetros y los voltímetros.

Amperímetros, voltímetros, wattímetros, varímetros, frecuencímetros, medidor & watt-hourímetro.

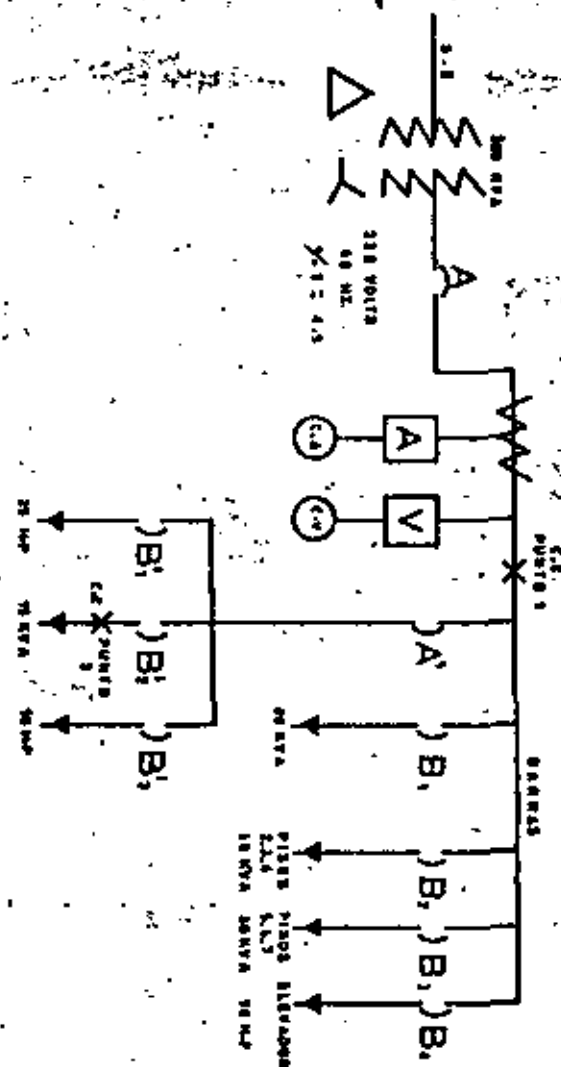


DIAGRAMA UNIPOLAR DE UN TABLERO

a) Hacer un diagrama unifilar, con los componentes del tablero, según las necesidades eléctricas del edificio.

b) Calcular las capacidades normales en amperes del interruptor general y de los derivados.

c) Calcular el corte circuito aproximado, en el punto 1 de la figura.

$$I_{co} = \frac{I_n(\text{transformador}) \times 100}{\%}$$

$$I_n = \frac{\text{KVA} \times 1000}{1.73 \times 220} = \frac{100 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790 \text{ amps.}$$

$$I_{co} = \frac{790 \times 100}{4.5} = 17,600 \text{ amps. de capacidad interruptiva.}$$

d) Calcular el corte circuito en el punto 2; aún es más desfavorable pues contribuyen a aumentar el corte circuito los motores que juntos suman 125 hp. (310 amps), que con una inercancia del 20% darían:

$$I_{co} = \frac{310 \times 100}{20} = 1550 \text{ amps.}$$

El corte circuito total para el punto 2 será de:

$$I_{co} = 17,600 + 1550 = 19150 \text{ amps.}$$

e) Los interruptores seleccionados serán:

INTERRUPTOR	CORR. NORMAL	TIPO	C.I. 240 V.	C.I. CALCULADO
M	1000	MFL	12,000	11,600
B ₁	300	MFL	25,000	17,600
B ₂	175	MFL	25,000	17,600
B ₃	175	MFL	25,000	17,600
B ₄	200	MFL	25,000	17,600
B ₁	200	MFL	25,000	19,150
B ₂	50	MFL	18,000	19,150
B ₃	300	MFL	22,000	19,150

A	300KVA	$\frac{300 \times 1000}{1.73 \times 220} = 790$	
A'	15.0 KVA		1000 amps.
	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	$\frac{96.9 \times 1000}{1.73 \times 220} = 254$
	SUMA	96.9 KVA	300 amps.
B ₁	60 KVA.	$\frac{60 \times 1000}{1.73 \times 220} =$	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 ardilla 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 ardilla 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 el que se le aplica directamente la tensión de la línea que este tome un 250% de la corriente normal. Con un arrancador a tensión reducida (TR) tome 200% de la tensión normal. Por último, para un motor con rotor devanado, con arrancador de resistencias se tendrá solo una corriente 150% de la normal.

GABINETE

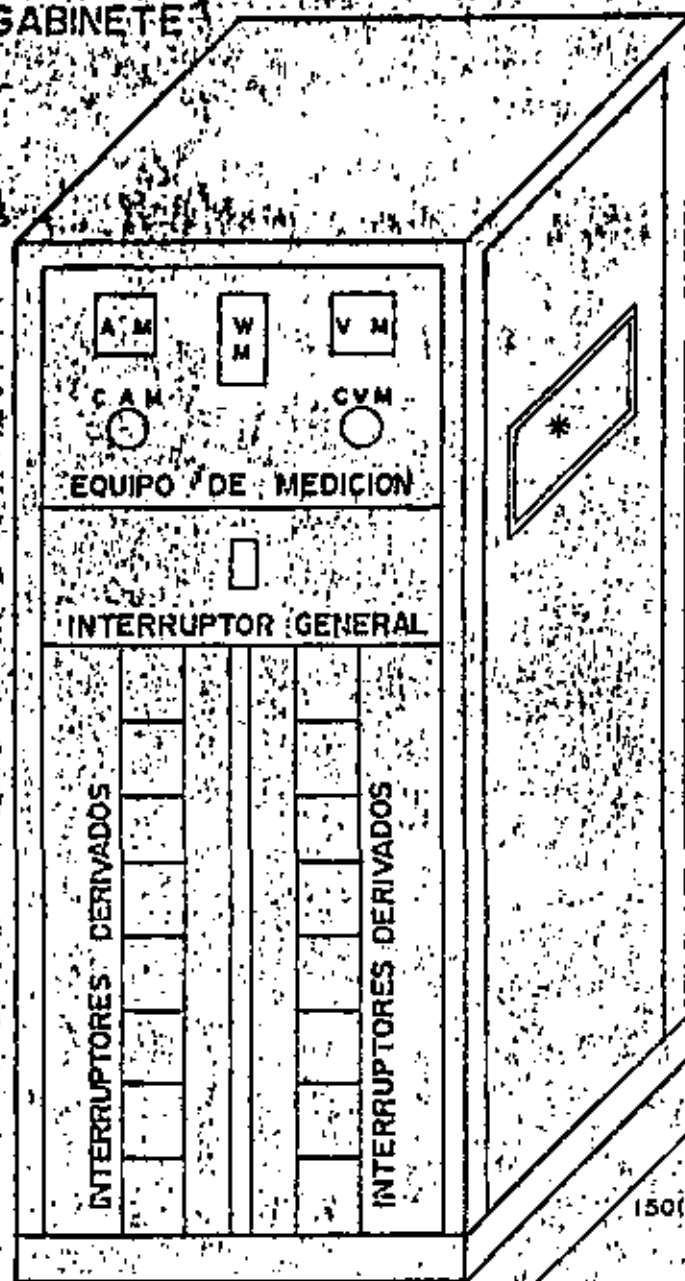
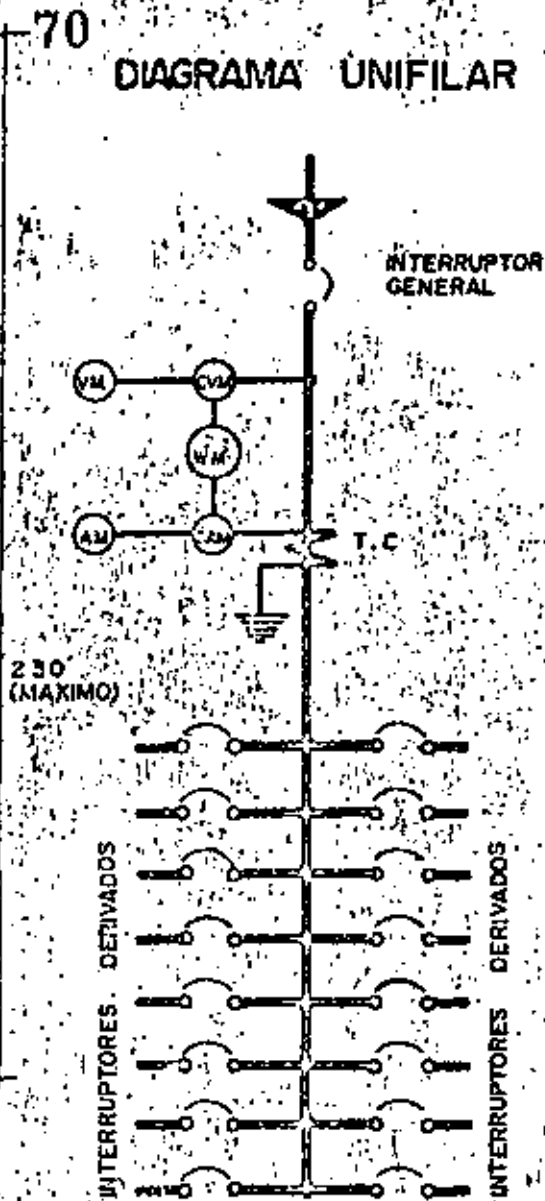


DIAGRAMA UNIFILAR



* GARGANTA DE ACOPLAMIENTO PARA CUANDO EL TABLERO VA ACOPLADO DIRECTAMENTE A LA TOLVA DEL TRANSFORMADOR

CLAVE

- VM VOLMETRO
- CVM CONMUTADOR DE FASES PARA VOLMETRO
- WM WATTMETRO (PUEDE SER TAMBIEN CUALQUIER OTRO APARATO O APARATOS DE MEDICION INDICADOR O INTEGRADOR)
- AM AMPERMETRO
- CAM CONMUTADOR DE FASES PARA AMPERMETRO
- T.C. TRANSFORMADORES DE CORRIENTE
- INTERRUPTOR

SUBESTACIONES UNITARIAS

71

Transformador trifásico en KVA y por ciento de impedancia	Corriente de corte circuito máxima en KVA disponible del sistema primario	Corriente normal de plena carga en amperes	Corriente total de corte circuito RMS amperes simétricas			Tamaño mínimo de interruptor electromagnético recomendado						
			Transformador solo	300% carga de motores	Combinado	Sistema de plena capacidad F		Sistema cascada		Sistema selectivo		
						M	F	M	CF	M'S	F	S

240 VOLTS-3 FASES

300 (4.8%)	50,000	722	14,300	2800	17,300	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		15,100		18,000							
	150,000		15,400		18,300							
	250,000		16,700		19,600							
	500,000		15,900		18,800							
Ilimitado	16,100	19,000										
500 (8.0%)	50,000	1203	20,100	4800	24,900	Marco 1600A	225A 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	225A 600A	Marco 1600A
	100,000		21,900		26,700							
	150,000		22,600		27,400							
	250,000		23,100		27,900							
	500,000		23,600		28,400							
Ilimitado	24,100	28,900										
750 (11.25%)	50,000	1804	24,900	7200	32,100	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 3000A	Marco 225A	Marco 3000A	Marco 600A	Marco 1600A
	100,000		27,600		33,000							
	150,000		28,900		34,100							
	250,000		29,600		37,000							
	500,000		30,600		37,800							
Ilimitado	31,400	38,600										
1000 (15.75%)	50,000	2405	31,100	9600	40,700	Marco 3000A	600A 1600A	Marco 3000A	225A 225A	Marco 3000A	600A 1600A	1600A 3000A
	100,000		33,700		43,300							
	150,000		37,500		47,100							
	250,000		39,100		48,700							
	500,000		40,500		50,100							
Ilimitado	41,900	51,500										
1800 (27.75%)	50,000	3409	41,300	14400	53,700	Marco 4000A	1600A 1600A	Marco 4000A	Marco 600A	Marco 4000A	1600A 3000A	3000A 4000A
	100,000		49,800		64,200							
	150,000		53,500		67,900							
	250,000		56,900		71,300							
	500,000		59,700		74,100							
Ilimitado	62,800	77,200										

480 VOLTS-3 FASES

300 (4.8%)	50,000	361	7,300	1400	8,400	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 600A	Marco 225A	Marco 225A
	100,000		7,600		8,900							
	150,000		7,800		9,200							
	250,000		7,840		9,240							
	500,000		7,900		9,400							
Ilimitado	8,000	9,450										
500 (8.0%)	50,000	601	10,000	2400	12,400	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	225A 225A
	100,000		10,900		13,300							
	150,000		11,300		13,700							
	250,000		11,600		14,000							
	500,000		11,800		14,200							
Ilimitado	12,000	14,400										
750 (11.25%)	50,000	902	12,500	3600	16,100	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 600A
	100,000		13,900		17,500							
	150,000		14,400		18,000							
	250,000		14,900		18,500							
	500,000		15,300		18,900							
Ilimitado	15,700	19,300										
1000 (15.75%)	50,000	1203	15,300	4800	20,300	Marco 1600A	225A 600A	Marco 1600A	Marco 225A	Marco 1600A	600A 1600A	225A 1600A
	100,000		17,800		22,800							
	150,000		18,800		23,800							
	250,000		19,400		24,400							
	500,000		20,200		25,000							
Ilimitado	20,900	25,700										
1800 (27.75%)	50,000	1804	20,600	7200	27,600	Marco 3000A	600A 1600A	Marco 3000A	225A	Marco 3000A	600A 1600A	Marco 1600A
	100,000		24,900		32,100							
	150,000		26,700		33,900							
	250,000		28,400		35,600							
	500,000		29,600		37,000							
Ilimitado	31,400	38,600										
3000 (45.75%)	50,000	3405	24,900	9600	34,500	Marco 3000A	1600A 1600A	Marco 3000A	225A 600A	Marco 3000A	1600A 3000A	1600A 3000A
	100,000		31,100		40,700							
	150,000		34,000		43,600							
	250,000		36,700		46,300							
	500,000		39,100		48,700							
Ilimitado	41,900	51,500										

DEBEN SER INTS. DE OPERACION ELECTRICA.



Los circuitos derivados necesitan una protección en su iniciación. Cuando salen varios circuitos de un mismo punto, al conjunto de elementos de protección se le llama "taller".

Normas generales para la selección de un tablero de circuitos de circuitos derivados.

- 1.- Se debe dar distribución a más 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 deberán instalarse en sitios de acceso fácil.
- 4.- Los tableros de circuitos derivados deberán 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, deberá usarse un interruptor de cuchillas provisto de fusibles o un disyuntor termomagnético.
- 6.- Para la localización de los tableros de circuitos derivados, deberá considerarse la menor longitud posible de los alimentadores y que estos tengan el mínimo de curvas en su recorrido.
- 7.- La capacidad de corriente mínima de los barras alimentadoras de los tableros de circuitos derivados, deberá ser igual o mayor a la mínima requerida por los cables alimentadores para abastecer la carga.

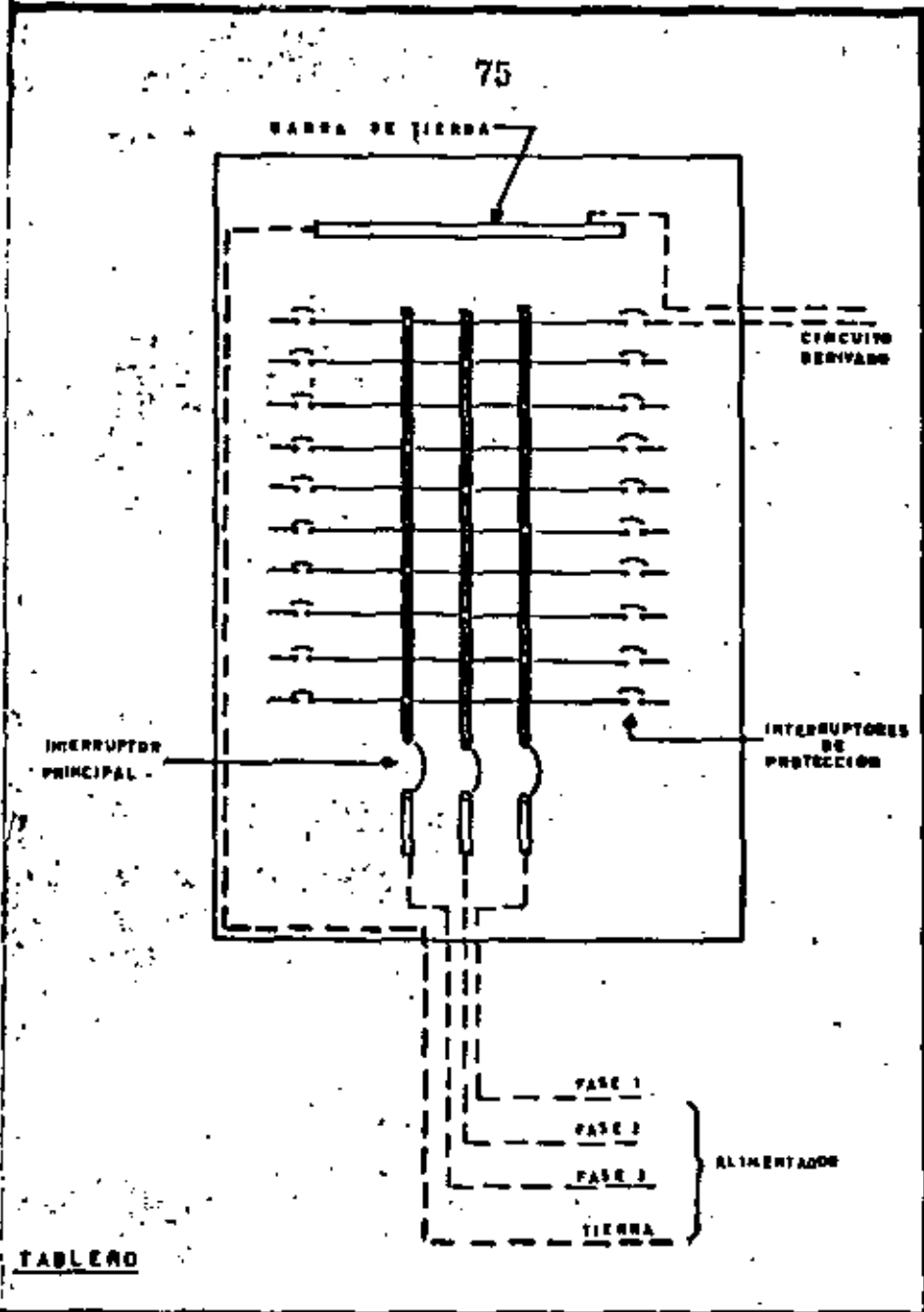
- 8.- Un tablero de circuitos derivados para alumbrado y aparatos que se alimenta con una línea protegida a más de 200 amperes, debe contar en su lado de abastecimiento con dispositivos de protección contra sobrecorriente con capacidad no mayor que la del tablero, sin exceder de 200 amperes.
- 9.- En 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 haya seleccionado los circuitos derivados para alumbrado y aparatos, así como el tamaño, tipo y localización de sus tableros deberá hacerse un plano 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

protección se provee con los interruptores automáticos "breakers" que se instalan en los tableros, o aun con los fusibles.

- 3) El tercer fin de los tableros de distribución, sobre todo en instalaciones de lugares públicos, es el control. Los interruptores de los tableros pueden usar para controlar y poner en operación la instalación eléctrica. Es conveniente en este caso que la especificación se cuide mediante interruptores de mayor resistencia para el uso constante, también en este caso los tableros pueden contar con un interruptor principal que permite la desconexión total de la zona servida.





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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

- a) Subestaciones receptoras
- b) Subestaciones derivadas

ING. NOE ARMAS MORALES

FEBRERO, 1982

VIII.- SUBESTACIONES USADAS EN LA TRANSMISIÓN PARA EDIFICIOS.

- a).- SUBESTACIONES RECTORAS.
- b).- SUBESTACIONES DERIVADAS.

En el campo de Energía Eléctrica ya sea para fines industriales, comerciales o de uso residencial interviene una gran cantidad de equipos y equipo eléctrico.

Un conjunto de equipo eléctrico es lo que se conoce con el nombre de "SUBESTACION ELECTRICA", Cumpliendo con todos los arts. del 65 al 76 del Cap. I que trata sobre Plantas generadoras y Subestaciones, REPTICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES. (R.O.I.E.)

Como se ha visto con anterioridad una subestación eléctrica no es mas que una de las partes que intervienen en el proceso de generación - consumo de energía eléctrica por lo cual podemos dar la siguiente definición.

DEFINICION.

Una subestación eléctrica no es mas que un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc), tipo C.A. a 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

Unidad 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 este situado a 1000 Km. de distancia será necesario elevar el voltaje de generación que su ordenamos de 13.8 kv. a otro de transmisión mas conveniente que subordenos de 110 kv. como se ilustra en la fig. 1.

Para poder elevar el voltaje de generación de 13.8 kv. a) 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 volta 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

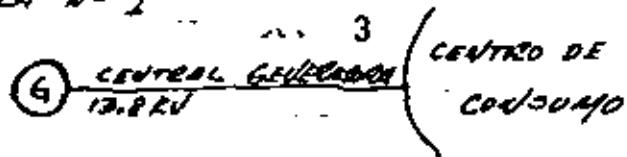


FIGURA N° 2

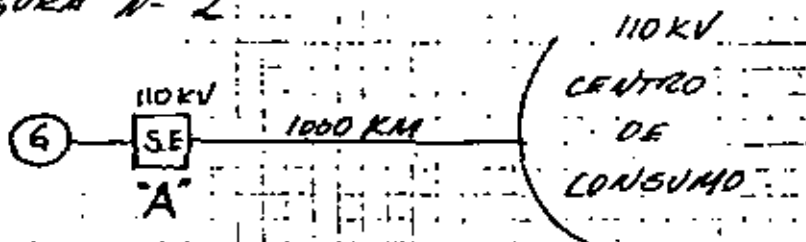
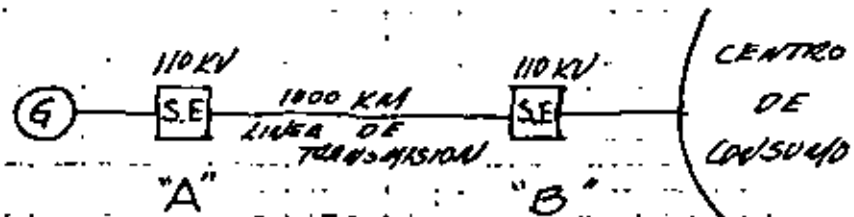


FIGURA N° 3



4

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
Receptores Reductores
De enlace o distribución
De Switcheo
Convertidores o
Rectificadores.
2.- Secundarias: Receptores: Reductores
Elevadores
Distribuidores
De enlace
Convertidores o
Rectificadores.
- c) POR SU CONSTRUCCION. 1.- Tipo Intemperie
2.- Tipo Interior
3.- Tipo Blindado.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION.

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

ELEMENTOS PRINCIPALES.

- 1.- Transformador.
- 2.- Interruptor de Potencia
- 3.- Restaurador
- 4.- Cuchillas fijas
- 5.- Cuchillas Desconectadoras y Cuchillas de Frenado
- 6.- Apartarroyos
- 7.- Tableros
- 8.- Condensadores
- 9.- Transformadores de Instrumentos

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 e interperie.

Las subestaciones eléctricas, tienen por objeto transformar la alta tensión que las compañías suministradoras de energía (C.F.E. y/o Cia 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, incómodo, ocupaban mucho espacio, eran peligrosas y reverberante 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 lleva una función: mide, protege, conecta o desconecta, transforma, etc. Los armarcos e equipos y sus conexiones se encierran o blindan en gabinetes metálicos de manera de proteger los propios operarios, la propiedad y las personas encargadas de su manejo.

Las diferentes partes que componen una subestación normal son:
ACUENTADA. En 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 Cia de Luz, se hace la medición del consumo.

VERIFICACION DE MEDIDORES.- SECCION DE VERIFICACION.- En la seccion que sirve para comprobar el buen funcionamiento de los medidores de la cia. suministradora. Esta seccion anteriormente, a la mexicanización de las compañías era obligatoria, por pedirlo así la Dirección General de Electricidad (de la S.C.). 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 célula 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 reglamento de obras e instalaciones en vigor nunca debe suministrarse esta cuchilla tripolar operación en grupo sin carga, llamada cuchilla de paso.

En una temporada fue usual suprimirla, pero cuando se desea 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 infractamente el reglamento (R.O.I.B.).

INTERRUPTORES.- Esta seccion 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 daños para los transformadores y el resto del equipo.

DESCONECTADORES.- Los desconectadores, son para abrir un circuito, con fines de repararlo o modificarlo. No tienen protección de sobrecarga ni corte 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: en una subestación con varios transformadores, se le puede colocar un interruptor general y derivado de este, 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, paraliza todo el sistema.

ESPACIOS LIRES.- Estos son gabinetes vacíos o que en algunas ocasiones se dejan instalados las barras alimentadoras. Se usan, cuando

dos o más transformadores grandes se montan atrás de los cabinets y hay que ampliar en espacios requeridos. En otras ocasiones son en reserva de algún otro equipo que en el futuro se desee 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 el 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 volts. 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 alambado. 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.F.M.) Es lo 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 Kilo voltamperos.

Pueden fabricarse transformadores con características diferentes de las normales anteriormente indicadas, pero resultan mucho más caras 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 las perjudiquen. Se fabrica en lámina de 2.1 mm. (1/16") de espesor.

EXTERIOR (O INTERIOR).- Para ser montadas a la intemperie, directamente sobre una plataforma de concreto y expuestas a la lluvia, el sol y golpes ocasionales. Se fabrica con lámina más gruesa, de

3.2 mm. (1/8"), con tensores inclinados, puestas con empaque de hule y sin dejar espacios abiertos o elementos de control.

FRECUENCIA.- En la República Mexicana tenemos 60 Hz. normalizadas.

TENSIONES.- Las tensiones a las que tienden a normalizar las subestaciones suministradoras son 13.2, 22.3 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.

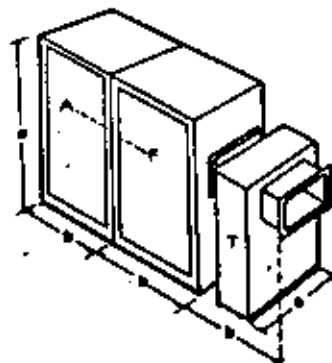
CAPACIDADES: Las capacidades de las subestaciones que fabricamos de una manera normal, son de 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750 y 1000 kva. Estas son con un solo transformador, sin embargo pueden combinarse varios transformadores en una sola subestación, haciéndola de capacidad mayor con el equipo estándar.

#

TABLA No. 1.—COMPONENTES NORMALES Y OPCIONALES DE UNA SUBESTACION COMPACTA.			
COMPONENTE.	ESPECIFICACIONES		GABINETE
	NORMAL	OPCIONAL	
ACOMETIDA.	Para Conexión y Medición de la Cta. de Luz.	Aparatos para Medición. Mufa Pasómetros.	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, abierto con carga. Fusibles de A.C.L. Operación manual.	Interruptor en Aceite. Operación Eléctrica. Operación por relevadores.	C
DESCONECTADORES.	Desconectados en aire, tripolar, operación manual.	Cuchillas desconectadoras, operación por pértiga.	D
FUSIBLES.	Fusibles de alta capacidad interruptiva (ACB). Operación manual por pértiga.	Fusibles de baja capacidad interruptiva. Operación por pértiga.	E
ESPACIO.	Gabinete que se deje libre para futura ampliación o permitir una adecuada separación de los transformadores.	Especificar el equipo.	F
TRANSFORMADOR.	Trifásico, enriamiento por aceite, 4 derivaciones de 2.5%, elevación de temperatura 35/40°C o 1000 M.S.N.M. Ductos laterales.	Tipos Secos. Contactos para señales. Ventilación forzada.	T

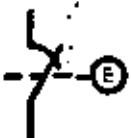
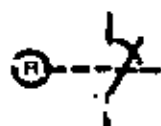




TABLA No. 2.—DIMENSIONES DE GABINETES Y TRANSFORMADORES.

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	110/210	120/230	260	200	200
B	240	130/250	120/150	260	150	200
C	240	130/250	120/150	260	150	200
D	240	110/250	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.	

Operación eléctrica	
Operación por relé	
DESCONECTOR O CUCHILLAS DESCONECTORAS.	
MEDICIONES	
Equipo de Medición de la Cla. de Lvs	
Wattmetro	
Watt-horímetro (Medidor)	



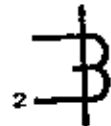
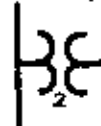

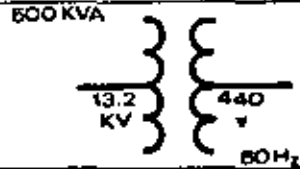
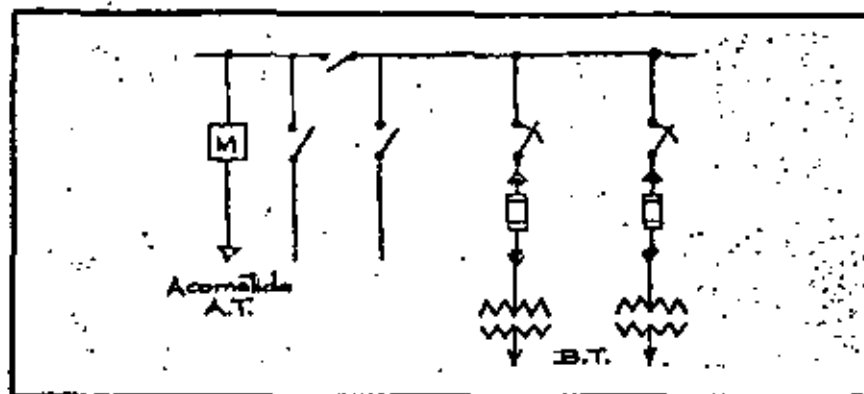
Ampérmetro	
Vóltmetro	
Transformador de Corriente (El número indica la cantidad de transformadores)	
Transformador de Potencial (El número indica la cantidad de transformadores)	
Conmutador.	
TRANSFORMACION.	
Transformador de Distribución de Potencia. (Los números indican sus principales características)	

Tabla No. 3.—CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTACIONES NORMALES.

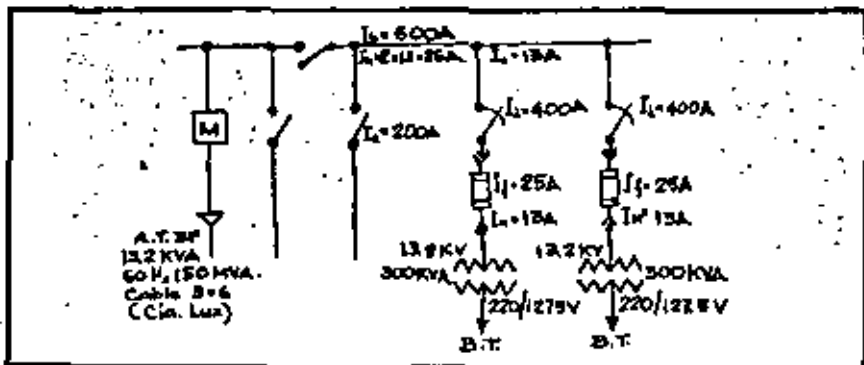
TRANSFORMADOR			INTERRUPTOR		BARRAS
KVA	KV	AMP.	MVA	AMP. FUS.	AMP.
50	2.4	13	100	25	400
	4.16	11	100	25	
	6	5	150	10	
	13.2	7	150	6	
	23	1	1000	4	
75	2.4	18	100	40	400
	4.16	10	100	25	
	6	7	150	16	
	13.2	3	150	6	
	23	2	1000	4	
112.5	2.4	27	100	63	400
	4.16	16	100	40	
	6	11	150	25	
	13.2	5	150	10	
	23	3	1000	4	
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
	13.2	33	150	63	
	23	19	1000	40	
1000	6	96	150	160	600
	13.2	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 C.E. de luz y los valores normales del equipo [Ver Tabla No. 3].

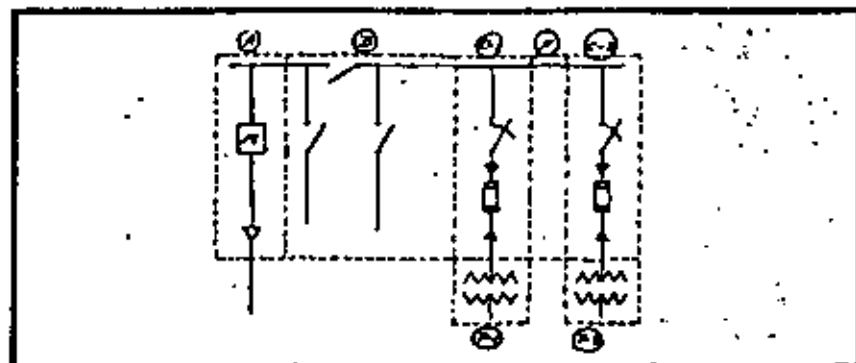


La capacidad de las cuchillas, de las barras y de los interruptores, son generalmente bastante más grandes que las corrientes normales, por lo seguro, según se comprueba (separación entre fases y aisladores, que los esfuerzos me-

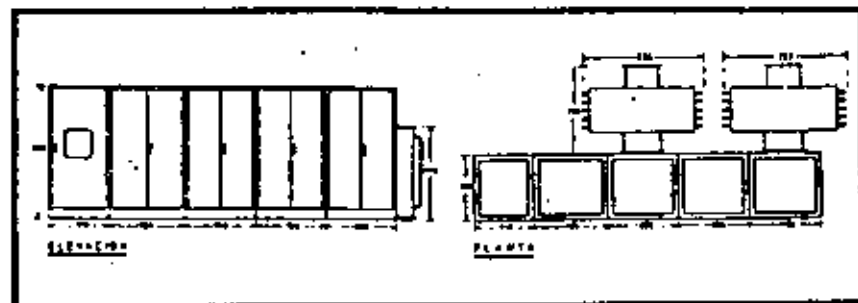
cánicos no serán perjudiciales en caso de cortes circuitos. La capacidad de los desconectores generalmente es de 200A, la de los interruptores de 400A, y de las barras de 400, 600 ó 1200A, según el tamaño de la subestación.

3'—Elija el gabinete normal para cada componente de la subestación, encerrando con recángulos cada grupo (Ver Tabla No. 1).

Póngase un letra y un número, si el más que equipo se repite. En nuestro ejemplo sería A, B, C-1, F, C-2, T-1, T-2.

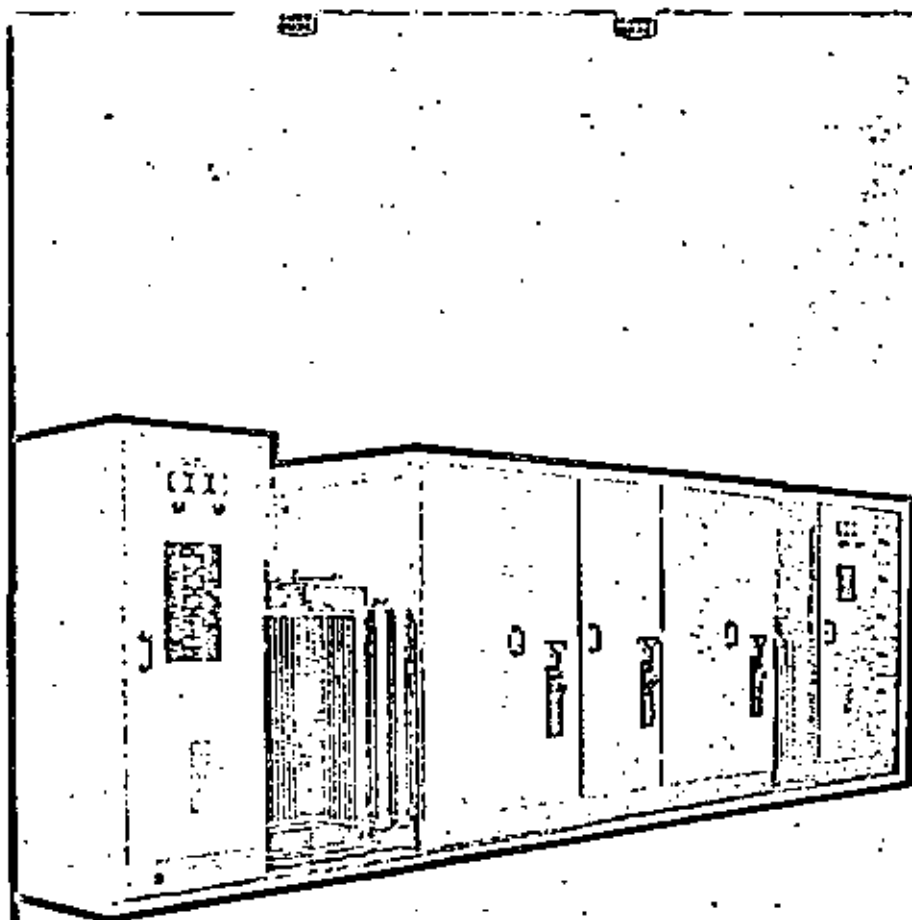


4'—Con los elementos anteriores pueden darse medidas a la subestación completa, según la Tabla No. 2.



5'—Hay componentes que son opcionales, que no son esenciales para el buen funcionamiento de la subestación, pero que es determinado caso 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 sólo en subestaciones o la industria, cuando

la Cia. de Luz se los pone en su parte de acometida. En la tabla No. 1, está el equipo opcional, correspondiendo a la sección de la subestación en que generalmente se instala. Cuando se instalan instrumentos de medición en la sección de Verificación de Medidores, lo normal es que ya se se pongan los tachales de prueba



DOS CATEGORÍAS DE TARIFAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA: LAS
 2ª Y 3ª EN SU INGENIERÍA O EN SU EDIFICIO.

21

I.- Las compañías suministradoras tienen dos tarifas: una a baja tensión; tarifa no. 2 Servicio general hasta 40 kw. de carga conectada a la tarifa no. 3 Para servicio general para más de 40 kw. de carga conectada.

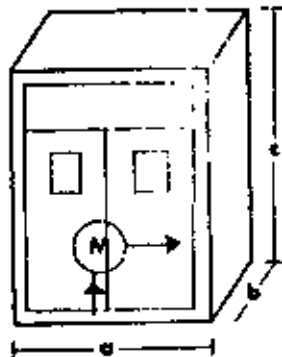
Y la otra a alta tensión que puede ser la tarifa no. 8 hasta 4500 kw. y la tarifa no. 12 para servicios de 5000 kw. o más a tensiones de 66 kv. o superiores.

II.- Manteniendo en sus instalaciones un factor de potencia igual o mayor de 85%.

Si este factor que mide mensualmente la compañía suministradora es menor, le cobrará al usuario un sobrecargo que resulta de dividir 85% entre el factor de potencia medido; el cociente aunque sea mayor de 7 como máximo será esta cantidad la que multiplique al costo de la factura. Para librarnos de este recargo se necesita instalar un banco de capacitores.

Las tarifas generales de las compañías suministradoras ya sea que las soliciten a las mismas o se adquieran el diario oficial del 15 de noviembre de 1976; también recomendamos al solicitar 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 regimen de cuotas que varía según las zonas del país (I, II, III) y la tarifa que se aplique al servicio.

SECCION I-MEDICION.-



GABINETE .-

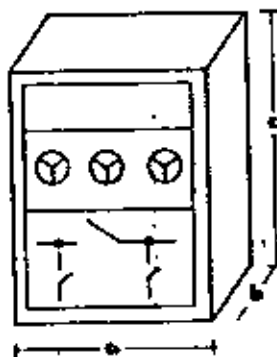
Esta sección denominada MEDICION, está destinada a alojar el equipo de medición en atención de la compañía suministradora de energía eléctrica. Esta sección es la que recibe la corriente y la tomamos como punto de partida para definir el SENTIDO de la subestación denominándose IZQUIERDAS ó DERECHAS cuando las subsecuentes secciones se vayan adosando al costado izquierdo de esta sección ó viceversa en el segundo caso.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	200	200	250
34.5	280	280	300

EQUIPO.-

Este gabinete se suministra vacío de fábrica con objeto de alojar el equipo de medición - indicando anteriormente y únicamente se proporcionan las zapatas en los buses de las fases y barra de tierra para poder efectuar las conexiones correspondientes.

SECCION II- VERIFICACIONES.-



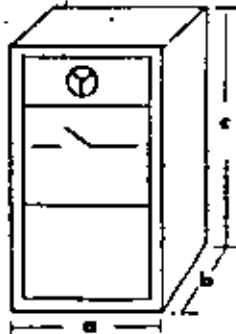
GABINETE.-

Esta sección denominada VERIFICACION, está destinada a alojar el equipo de verificación a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas de su equipo de medición sin tener necesidad de interrumpir el servicio al usuario.

61. 23

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	240
25	150	200	260
34,5	280	260	300

SECCION II-C.- 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.-

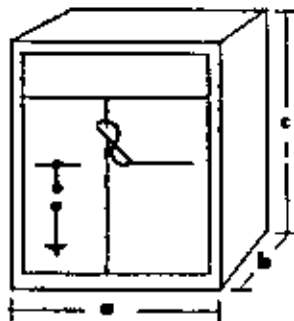
Esta sección denominada CUCHILLAS, está destinada a alojar el equipo de desconexión que permite a la compañía suministradora efectuar verificaciones ó pruebas a su equipo de medición pero no necesariamente con la interrupción del servicio.

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.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	50	150	240
25	50	200	260
34,5	150	280	300

SECCION III-S.- INTERRUPTOR



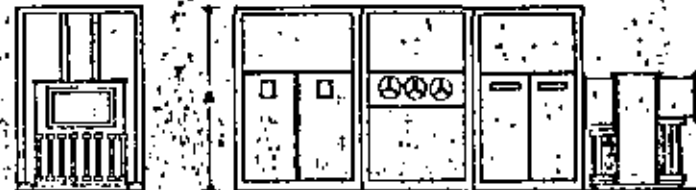
GABINETE.-

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.

GABINETES



PERFIL

CELDA I CELDA II CELDA III

FRETE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3NTLSI	ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA - DERECHA	COLINEAL

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	150	150	200
25	150	200	260
34.5	260	260	300

Tres apertureros tipo autoválvula 25
 Un Seccionador en aire bajo 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 HPSL.

SECCION III-D.- INTERRUPTOR

GABINETE.-

Esta sección es similar a la anterior variando únicamente al tipo de seccionador, las dimensiones del gabinete coinciden con las de la III-E.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar.

Tres apertureros tipo autoválvula

Un seccionador en aire bajo carga, tipo autoconúctico, 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 RFD ó similar.

SECCION III-W. 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-E.

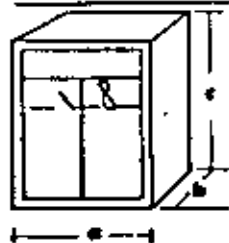
EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica con el siguiente equipo montado y conectado de acuerdo con el diagrama unifilar:

Tres apertureros tipo autoválvula

Un interruptor en volumen reducido de aceite montaje fijo, marca NEIBA, fabricado bajo licencia de MAGRINI N.B.M., tipo 20MG/750/800, con 750 MVA de capacidad interruptiva a voltaje nominal, 800 amperes con sendo 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 al 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	200
25	150	200	260
34.5	200	260	300

SECCION IV-D 26

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 ALI.

consultar a E.E.C.S.A.)

SECCION V-A.- ELECTRODUCTO AEREO



GABINETE.-

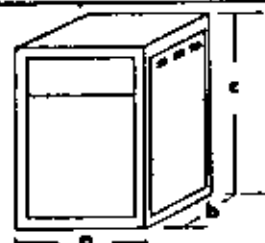
Esta sección denominada ELECTRODUCTO AEREO, está destinada a interconectar secciones que estén acopladas a otros equipos que por tener un ancho mayor que la sección impidan el acoplamiento directo.

EQUIPO.-

Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

KV	ACOTACIONES EN CENTIMETROS		
	a	b	c
15	X	85	45
25	X	100	50
34.5	X	150	100

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 autoportada y se fija 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	200
25	X	200	260
34.5	X	260	300

EQUIPO.-

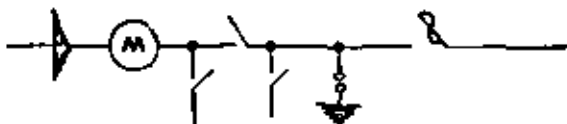
Esta sección se suministra de fábrica únicamente con sus correspondientes tramos de buses de las fases y barra de tierra.

COMBINACIONES USUALES DE LAS SECCIONES

Las Subestaciones marca UEGSA, estan formadas por la combinacion 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 combinacion de digitos y letras en la siguiente forma:

- ① Los primeros digitos indican el voltaje nominal de operacion de la subestacion por lo cual unicamente pueden ser: 15, 25 ó 34.5
- ② La siguiente letra nos indica el sentido de la subestacion, según vayan aumentando las precisiones a partir de la acometida, ya sea hacia la izquierda ó hacia la derecha, por lo cual esta letra unicamente puede ser I ó D respectivamente.
- ③ El (los) siguiente (s) digito (s) nos indica el número de secciones de las que se compone la subestacion.
- ④ La siguiente letra nos indica si la subestacion es NORMAL ó ESPECIAL, de MEDICION, VERIFICACION ó INTERRUPTOR, siendo la ESPECIAL la que constituye de por cualquier otra combinacion, por lo que esta letra unicamente puede ser N ó E



- ⑤ Las letras finales nos indican el tipo de servicio de la subestacion, que unicamente puede ser INTERIOR ó EXTERIOR, por lo que, éstas letras serán BI ó BE según el caso.

Como ejemplo ilustrativo de lo anteriormente descrito, vamos a identificar una subestacion normal para 25 KV, con 3 secciones, con sentido derecho para servicio exterior:

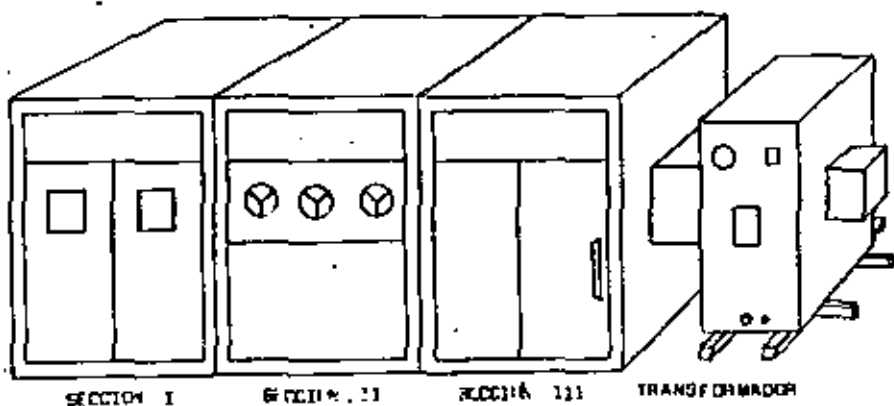
$\frac{25}{①}$
 $\frac{D}{②}$
 $\frac{3}{③}$
 $\frac{N}{④}$
 $\frac{E}{⑤}$

C.L.I.B. - Compañía Interactiva S.A. Interactiva de base celular de accion tipo 2000/750 mva. interiores, 500 amper. exteriores.

NOTAS:

- 1.- El accionador SIEMENS en líneas pertenecientes a subestaciones primarias, solo tres unidades con C.L.I.B. de 1000 MVA.
- 2.- El accionador DILEE (para tres pertenecientes a subestaciones primarias y tres unidades con C.L.I.B. de 500 MVA ó 1000 MVA).
- 3.- El interruptor en base celular de accion UEGSA, lleva dos ó tres celulas, primarias de subestaciones, se necesita fuel para 22 MVA de las primarias para un accionador.
- 4.- Los datos con una barra de apertura ó dentro de parentesis son de opcion de acuerdo con el tipo de accionador.
- 5.- Los datos con una barra de apertura ó dentro de parentesis son de opcion de acuerdo con el tipo de accionador.

SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		SECCIONADO CON FUSIBLES SIEMENS		
POTENCIA NOMINAL SUM-TOTAL	TENSION DE SERVICIO	CAPACIDAD DE TRABAJO EN TENSION DE SERVICIO	TENSION DE SERVICIO	DEPARTAMENTO INTERMUNICIPAL O VA SIEMENS	TENSION DE SERVICIO	DEPARTAMENTO INTERMUNICIPAL O VA SIEMENS	TENSION DE SERVICIO	DEPARTAMENTO INTERMUNICIPAL O VA SIEMENS	TENSION DE SERVICIO	DEPARTAMENTO INTERMUNICIPAL O VA SIEMENS	TENSION DE SERVICIO	DEPARTAMENTO INTERMUNICIPAL O VA SIEMENS	TENSION DE SERVICIO	DEPARTAMENTO INTERMUNICIPAL O VA SIEMENS
100	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
125	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
150	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
200	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
250	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
300	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
400	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
500	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
600	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
750	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
1000	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	
1500	15	1300	15	M.V.A.	1000	10/14	10	300	6-3/10	40	1000	5/10	5/10	



SUBSTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25Y345KV

JULIO DE 1969
HOJA 8 DE 26

G A B I N E T E S

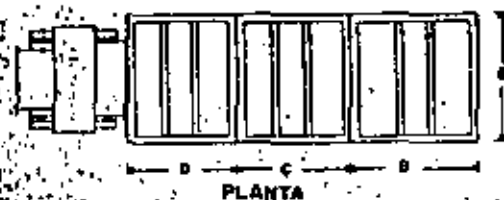
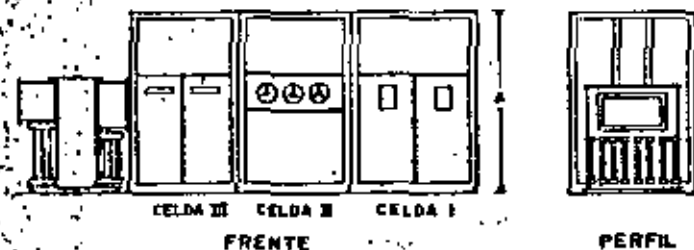
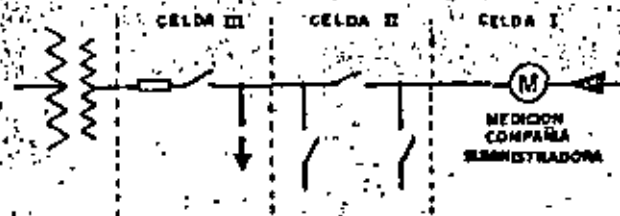


DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D3NTLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	COLINEAL

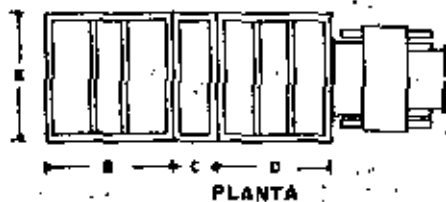
SUBESTACION COMPACTA MARCA JULIO DE 1989
 MECSA PARA 75,15,25 Y 34.5 KV. HOJA 9 DE 26

31
G A B I N E T E S



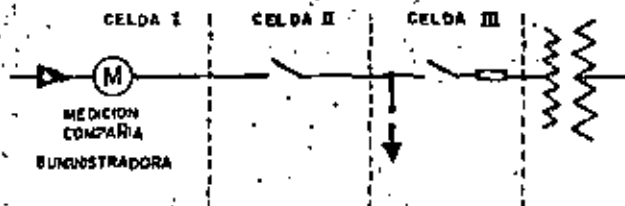
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3ETLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	COLINEAL

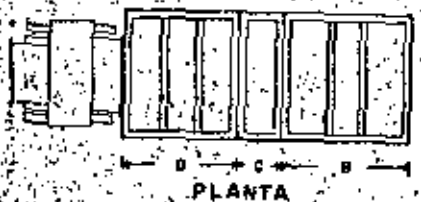
SUBESTACION COMPACTA MARCA JULIO DE 1989
 MECSA PARA 75,15,25 Y 34.5 KV. HOJA 10 DE 26

32
G A B I N E T E S



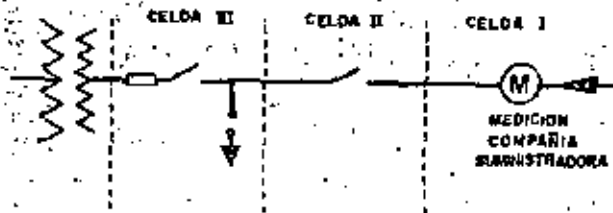
FRENTE

PERFIL



PLANTA

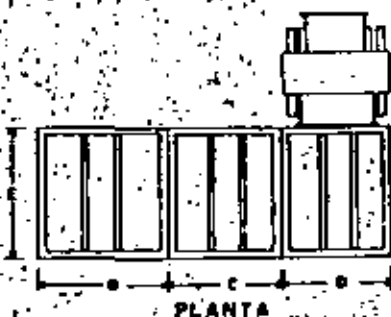
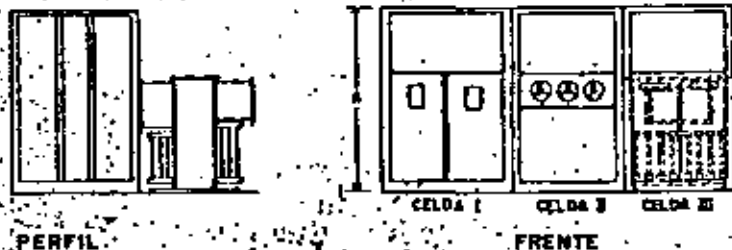
DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTARAN LOS KV NOMINALES

MODELO * D13ETLSI		ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	COLINEAL

33
GABINETES



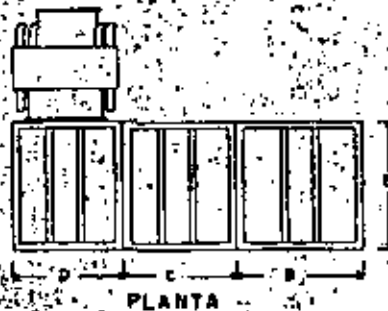
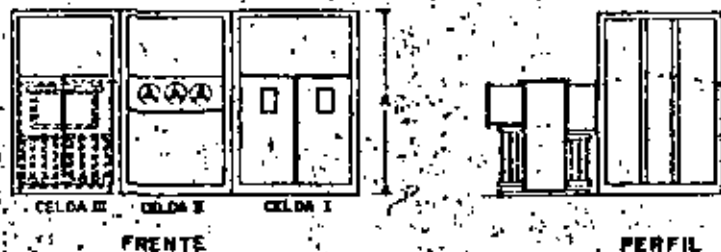
DIAGRAMA

UNIFILAR



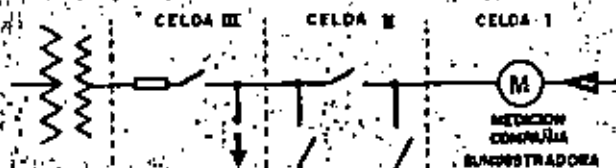
* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

34
GABINETES



DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

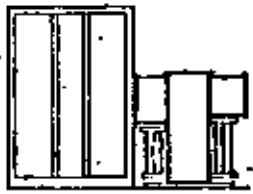
MODELO * IDNTPSI		ACOTACIONES EN HOJAS No. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

MODELO * DI2NTPSI		ACOTACIONES EN HOJAS No. 3 y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25 Y 34,5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 13 DE 26

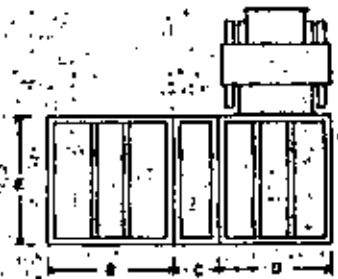
GABINETES



PERFIL



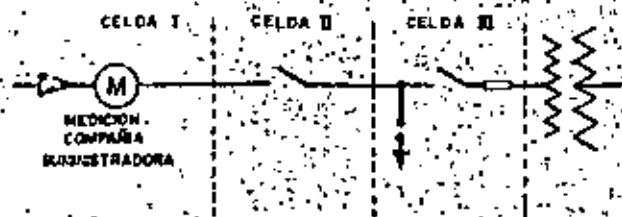
CELDA I CELDA II CELDA III
FRETE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE AUMENTAN LOS KV NOMINALES

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25 Y 34,5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 14 DE 26

36

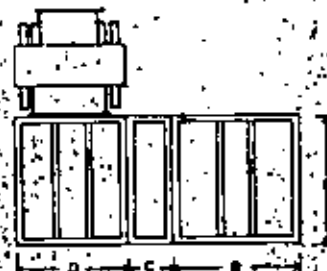
GABINETES



CELDA II CELDA I CELDA III
FRETE



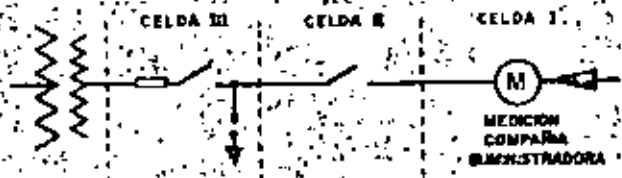
PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



* SE AUMENTAN LOS KV NOMINALES

MODELO 03ETPSI		ACCIONES EN HOJAS NROS 3 Y 4
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	IZQUIERDA - DERECHA	POSTERIOR

MODELO 03ETPSI	ACCIONES EN HOJAS NROS 3 Y 4	
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERIOR	DERECHA - IZQUIERDA	POSTERIOR

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 15 DE 26

GABINETES



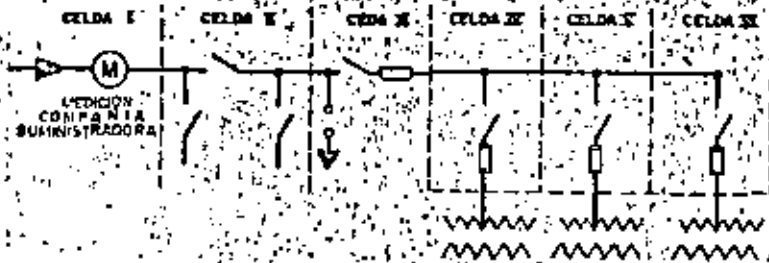
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

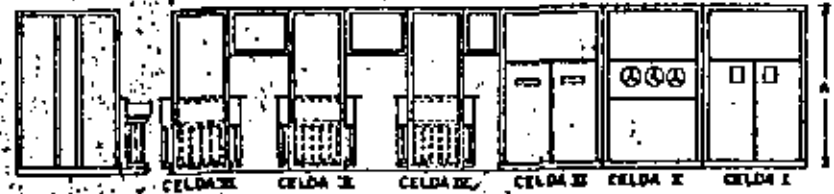


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 16 DE 26

GABINETES



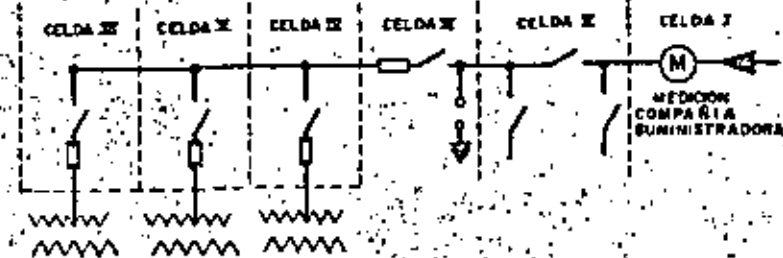
PERFIL

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO = ID3N3TLSI

ACCIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

MODELO = DI3N3TLSI

ACCIONES EN HOJAS Nos. 3, 4 y 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTERIOR

IZQUIERDA - DERECHA

COLINEALES

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTERIOR

DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES

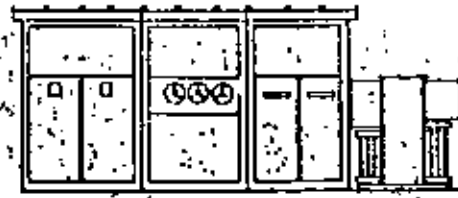
SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15.25 Y 34.5 KV.

JULIO DE 1969
HOJA 17 DE 26

39
GABINETES



PERFIL



CELDA I CELDA B CELDA III
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO	* ID3NTLSE	
ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4		
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	IZQUIERDA → DERECHA	COLINEAL

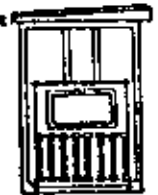
SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15.25 Y 34.5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 18 DE 26

40
GABINETES



CELDA III CELDA B CELDA I
FRENTE



PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO	* ID3NTLSE	
ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4		
SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	DERECHA → IZQUIERDA	COLINEAL

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25Y 34.5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 19 DE 26

41
GABINETES



PERFIL



CELCDA I CELDA II CELDA III

FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * ID3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS No. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INT EMPERIE

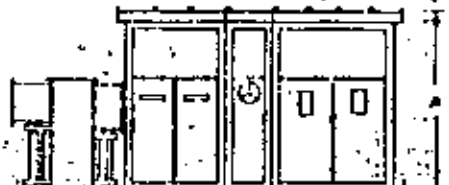
IZQUIERDA — DERECHA

COLINEAL

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25Y 34.5 KV

JULIO DE 1969
HOJA 20 DE 26

42
GABINETES



CELCDA III CELDA II CELDA I

FRENTE



PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO * DI3ETLSE

ACOTACIONES EN HOJAS No. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INT EMPERIE

DERECHA — IZQUIERDA

COLINEAL

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25 Y 34.5 KV.

JULIO DE 1980
HOJA 21 DE 26

G A B I N E T E S

43

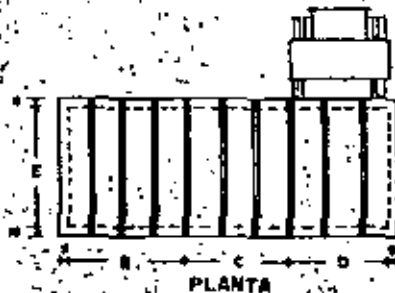


DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ADOPTAN LOS KV NOMINALES

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 75,15,25, 34.5 KV

JULIO DE 1980
HOJA 22 DE 26

G A B I N E T E S

44

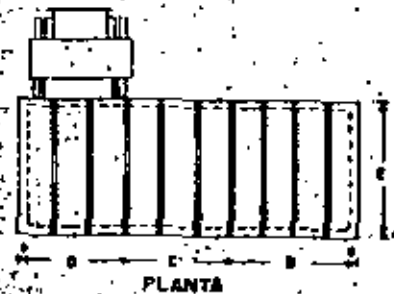
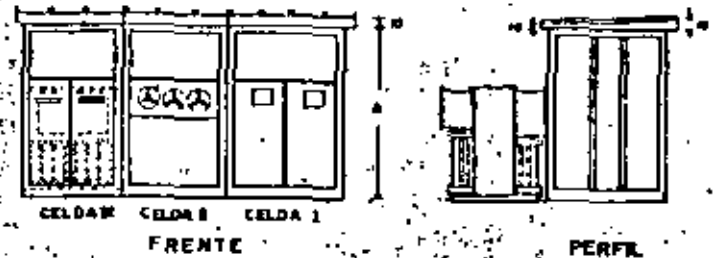
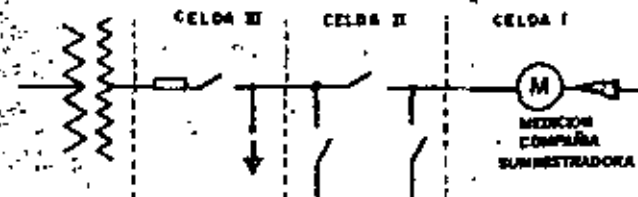


DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ADOPTAN LOS KV NOMINALES

MODELO ID3NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nº 3 Y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	IZQUIERDA — DERECHA	POSTERIOR

MODELO D13NTPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nº 3 Y 4

SERVICIO	SENTIDO	TRANSFORMADOR
INTERPERIE	DERECHA — IZQUIERDA	POSTERIOR

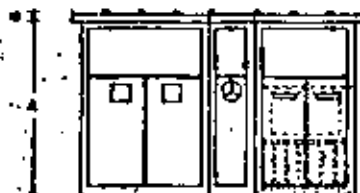
SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15.25 Y 34.5KV

JULIO DE 1969
HOJA 23 DE 26

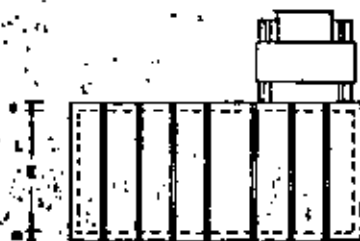
GABINETES 45



PERFIL



CELCDA I CELDA II CELDA III
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR

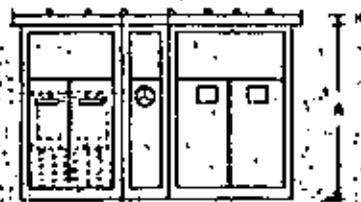


* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

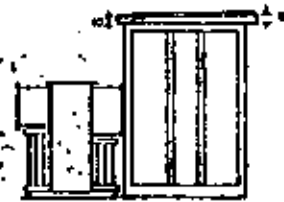
SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15.25 Y 34.5KV

JULIO DE 1969
HOJA 24 DE 26

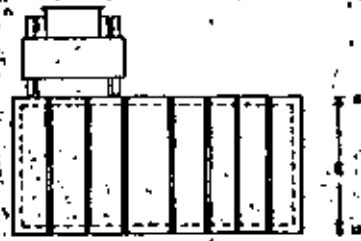
GABINETES 46



CELCDA III CELDA II CELDA I
FRENTE



PERFIL



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



* SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO **45** ID3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

IZQUIERDA — DERECHA

POSTERIOR

MODELO **46** DI3ETPSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 3 y 4

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

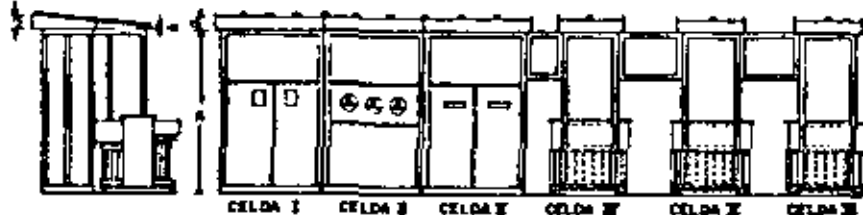
DERECHA — IZQUIERDA

POSTERIOR

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV

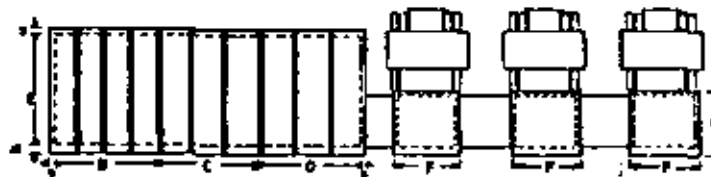
JULIO DE 1969
HOJA 25 DE 26

GABINETES
47



PERFIL

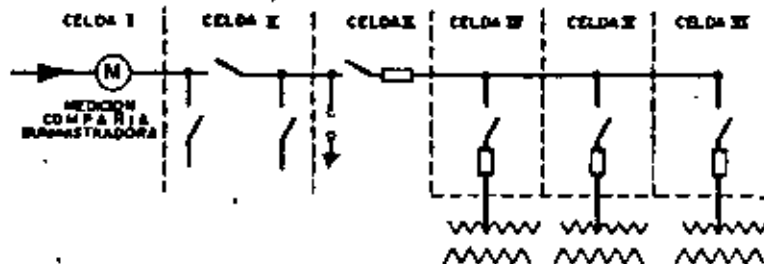
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



M SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO = ID3NTLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 2, 3, 4, 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTEMPERIE

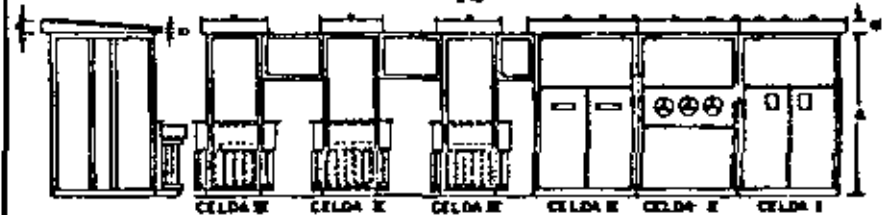
IZQUIERDA - DERECHA

COLINEALES

SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 7.5, 15, 25 Y 34.5 KV

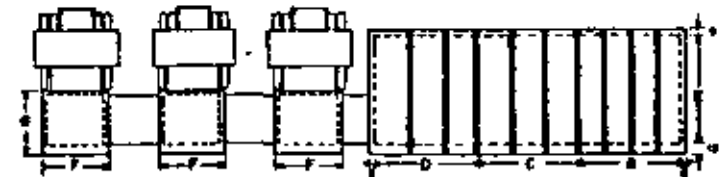
JULIO DE 1969
HOJA 26 DE 26

GABINETES
48



PERFIL

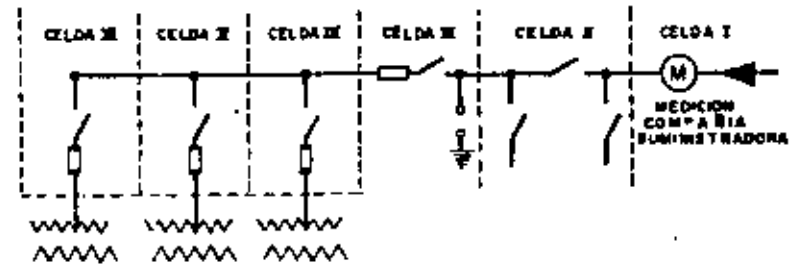
FRENTE



PLANTA

DIAGRAMA

UNIFILAR



M SE ANOTAN LOS KV NOMINALES

MODELO = DI3N3TLSE

ACOTACIONES EN HOJAS Nos. 2, 3, 4, 5

SERVICIO

SENTIDO

TRANSFORMADORES

INTEMPERIE

DERECHA - IZQUIERDA

COLINEALES



SUBESTACION COMPACTA MARCA
MECSA PARA 15 KV
49

ABRIL DE 1970
HOJA 4 DE 4

MEMORIA DESCRIPTIVA

GABINETE

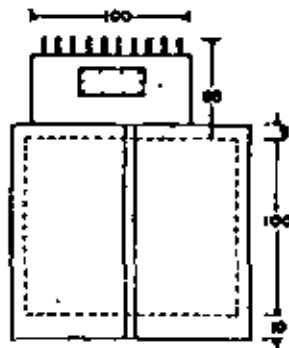
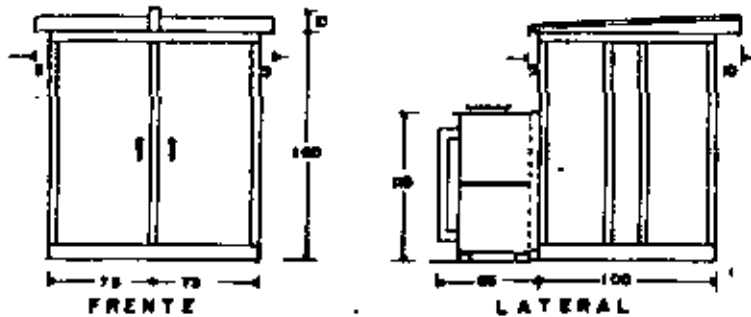
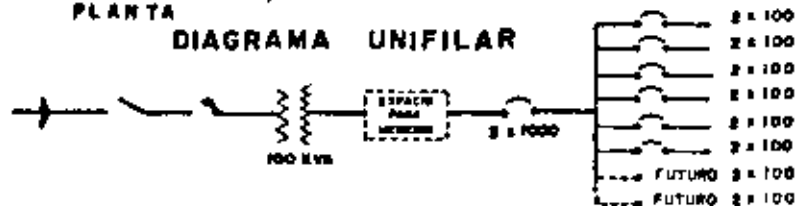


DIAGRAMA UNIFILAR



MODELO MECSAPAQ 100

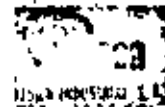
ACOTACIONES EN CENTIMETROS

SERVICIO

TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

POSTERIOR



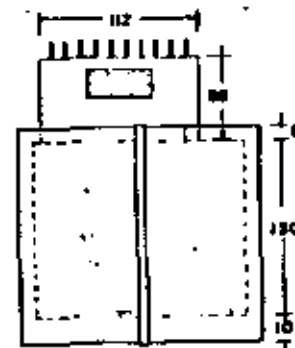
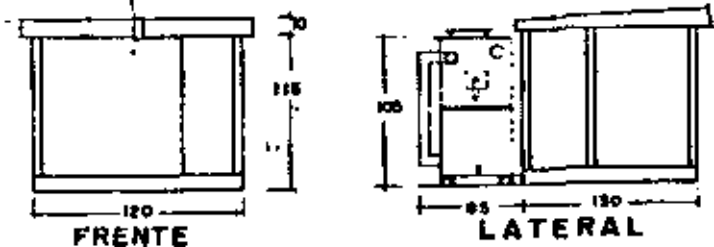
SUBESTACION MECSAPAQ-R PARA 15KV

JUNIO DE 1970

HOJA 3 DE 3

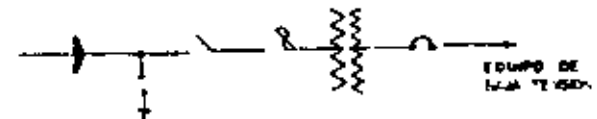
MEMORIA DESCRIPTIVA

50



PLANTA

DIAGRAMA UNIFILAR



MODELO MECSAPAQ

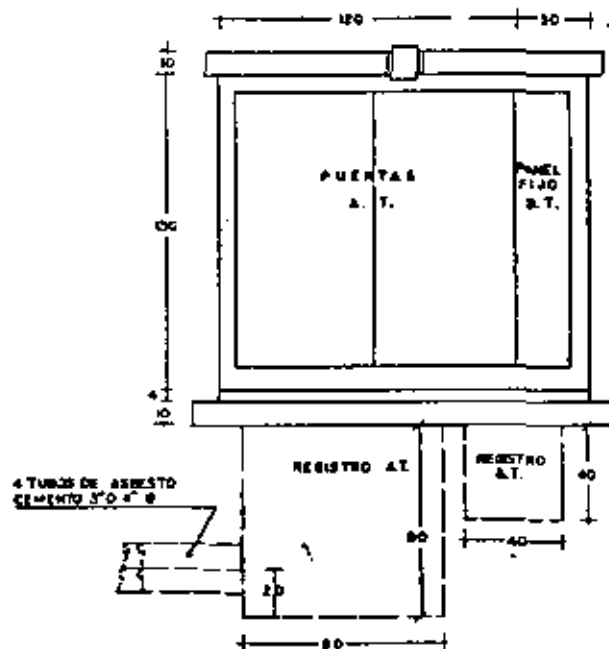
ACOTACIONES EN CENTIMETROS

SERVICIO

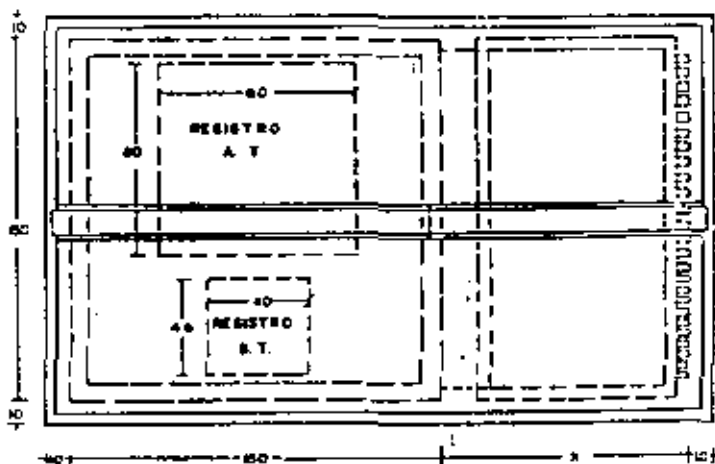
TRANSFORMADOR

INTEMPERIE

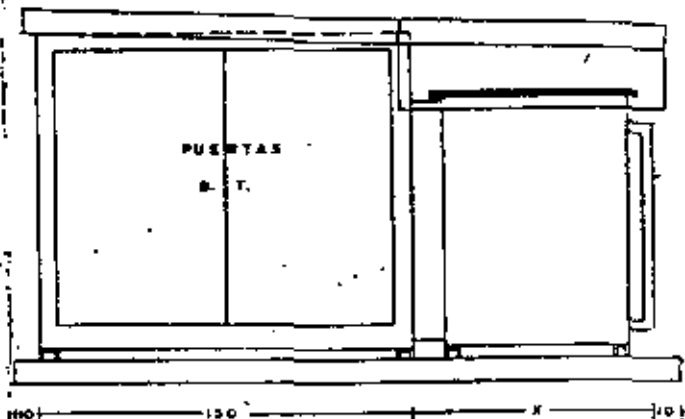
POSTERIOR



ELEVACION FRONTAL



PLANTA



ELEVACION LATERAL

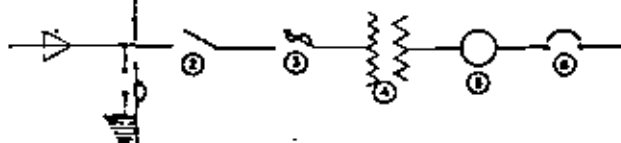


DIAGRAMA UNIFILAR

DIMENSIONES DE "X" Y CAPACIDAD DEL INTERRUPTOR - 100 TERMO MAGNETICO		
KVA	X	TERMO MAGNETICO
150	76	3x500A
75	69	3x300A
20	70	3x200A
40	69	3x200A
30	67	3x125A
ACOT. EN CM		

MATERIAL Y EQUIPO

1. APARTARRAYOS PARA 25 KV
2. JUEGO DE CUCHILLAS TRIPOLARES OPERACION EN GRUPO SIN CARGA 25 KV 400 AMPERES
3. FUSIBLES MARCA SIEMENS 20/23KV
4. TRANSFORMADOR MARCA MECSPA 20/23 KV 220/127 VOLTS.
5. EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION
6. TERMOMAGNETICO

MECSPA

SUBESTACION MECSPA Q
R - 25 KV

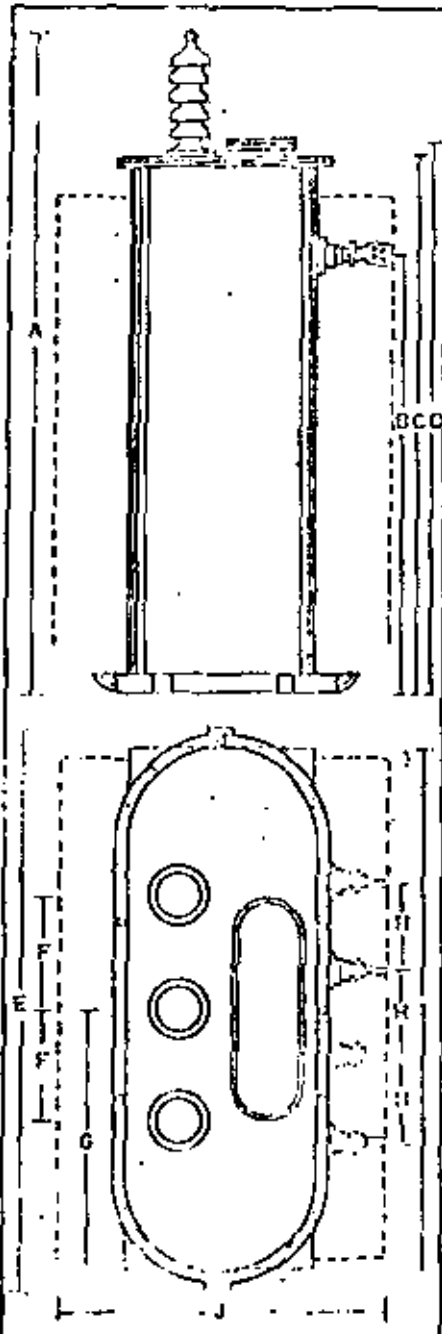
PG-170
 12/X/72

51
 51

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 Hz. TIPO TANQUE OVALADO

EA
MANUFACTURAS ELECTRICAS CAMARENA S. A.

KVA	ALTA TENSION			BAJA TENSION		DIMENSIONES APROXIMADAS EN CMS.										UTRO DE ACEITE	PE SO 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	39.5	68.5	72.5	67	19.5	28	8	58	47	50	200
10	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	102	40.5	67.5	71.5	75	20	32	8	64	51	70	250
15	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	108.5	67.5	76.5	80.5	78	23	33.5	8.5	87	52	90	300
20	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	108	66	75	77	83	23	36	9.5	72	53	95	320
25	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	115	68.5	76.5	80.5	84	23	36.5	8.5	72	54	110	350
30	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	110.5	68.5	75.5	79.5	88	23	36.5	8.5	77	58	120	370
45	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	123	70.5	77.5	81.5	95	23	40.5	8.5	81	58	120	400
50	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	117	74	82	86	100	23	43	10.5	88	53	130	450
60	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	107	24	46.5	10	81	61	140	500
75	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	124	81	89	93	113	23	43.5	10.5	87	61	190	600
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	220/127	ESTRELLA	145.3	94	103	107	133	34	43.5	10.5	37	68	200	900
100	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	85	93	97	120	23	47	11	74	63	231	700
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5/2.87%	440/220/127	ESTRELLA	134.9	93	107	113	130	33	52	12	104	7	219	1000
120	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	129	87	94	98	126	24	50	12	100	67	3	800
150	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	140	95	103	107	123	23	43.5	12	97	69	300	900
	23/20	DELTA	± 2 de 2.5 %	220/127	ESTRELLA	162.5	110	120	123	139	34	58.5	12	113	76	130	1330
200	132	DELTA	± 2 de 2.5 %	440/220/127	ESTRELLA	153	102	114	119	110	24	57	14.5	114	79	430	1300



58

DIMENSIONES DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS PARA 50/60 Hz CON GARGANTAS LATERALES EN AT. Y BT.

59

	150	200	250	300	400	500	750	1000
K.T.A.	150	200	250	300	400	500	750	1000
K.V.	150	200	250	300	400	500	750	1000
WAVE	150	200	250	300	400	500	750	1000
WAVE	150	200	250	300	400	500	750	1000
A	150	200	250	300	400	500	750	1000
B	150	200	250	300	400	500	750	1000
C	150	200	250	300	400	500	750	1000
D	150	200	250	300	400	500	750	1000
E	150	200	250	300	400	500	750	1000
F	150	200	250	300	400	500	750	1000
G	150	200	250	300	400	500	750	1000
H	150	200	250	300	400	500	750	1000
I	150	200	250	300	400	500	750	1000
J	150	200	250	300	400	500	750	1000
K	150	200	250	300	400	500	750	1000
L	150	200	250	300	400	500	750	1000
M	150	200	250	300	400	500	750	1000
N	150	200	250	300	400	500	750	1000
O	150	200	250	300	400	500	750	1000
P	150	200	250	300	400	500	750	1000
Q	150	200	250	300	400	500	750	1000
R	150	200	250	300	400	500	750	1000
S	150	200	250	300	400	500	750	1000
T	150	200	250	300	400	500	750	1000
U	150	200	250	300	400	500	750	1000
V	150	200	250	300	400	500	750	1000
W	150	200	250	300	400	500	750	1000
X	150	200	250	300	400	500	750	1000
Y	150	200	250	300	400	500	750	1000
Z	150	200	250	300	400	500	750	1000
AA	150	200	250	300	400	500	750	1000
AB	150	200	250	300	400	500	750	1000

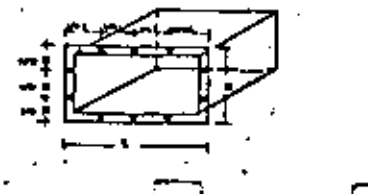
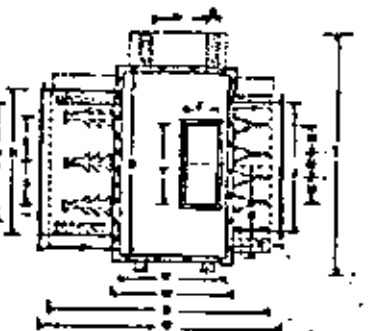
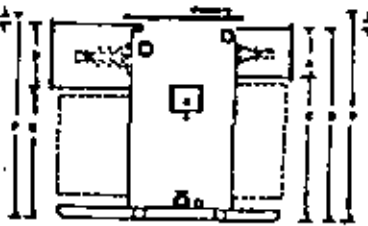


TABLA PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD MAXIMA EN AMPERES POR FASE A LA QUE DEBEN SUJETARSE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION PARA LIBERAR DE SOBRECARGAS EL CIRCUITO PRIMARIO DE BANCOS TRI-FASICOS DE TRANSFORMACION.

K.V.A. del BANCO	2 400 volts.		4 160 volts.		6, 900 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				
10	2.41	5	1.39	3	0.84	2	0.50	1	0.44	1	0.26	1	0.16	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	1.88	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	0.98	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	2.62	5
225	54.13	80	31.23	50	18.83	30	11.29	20	9.84	20	5.90	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	5.90	10
500			69.40	100	41.84	65	25.10	40	21.87	40	13.12	20	8.75	15	5.56	15
690					57.74	80	34.64	40	30.18	50	18.11	30	12.07	20	9.05	15
750					62.76	80	37.65	50	32.80	50	19.68	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.

NOI 2007 37



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PLANTAS ELECTROGENAS

- 1a. Su utilización
- 2a. Componentes
- 3a. Selección

ING. SERGIO ORDÓÑEZ LEZAMA

FEBRERO, 1982

I PLANTAS ELECTROGENAS

1.- 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 acuidad y esmero todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia está diseñada para operar durante períodos 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.

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.

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:

- CA - CD dependiente de batería (alumbrado de emergencia).
- Sistema de M - G con volante.
- Sistema M - G volante y motor primo.
- Conversión - Batería - Inversión.
- Generación Continua, con suministro Normal como Emergencia.

Posteriormente se analizan estos sistemas con más detalle.

2.- COMPONENTES

UNA PLANTA ELECTRICA, consta de las siguientes partes principales:

- Motor primo,

- Generador,
- Controles e Interruptor General,
- Interruptor de Transferencia o doble tiro (Planta de Emergencia) y
- Accesorios.

- El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideraremos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

- 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, comúnmente 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.

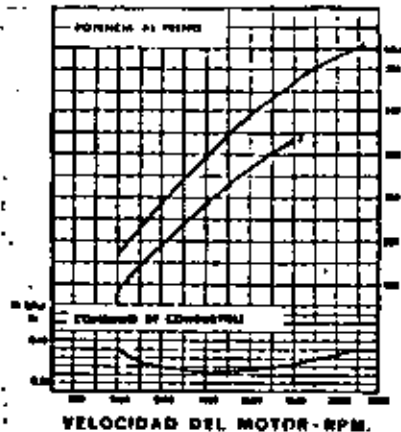
La potencia en este último caso, es relativamente alta.

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 más 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 es 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.

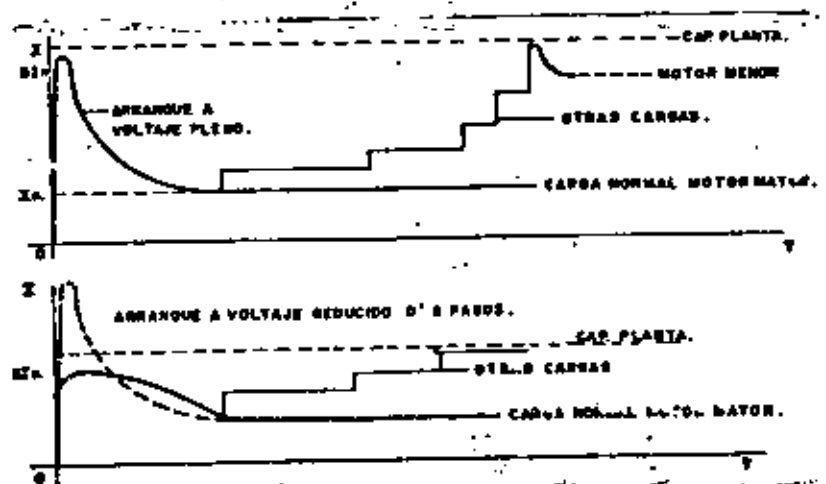
También cabe señalar que, a igualdad de velocidad, la potencia que se le pueda sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia o con cargas intermitentes, dado que, el calentamiento y desgaste por períodos prolongados, reduce considerablemente 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 esto, 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.

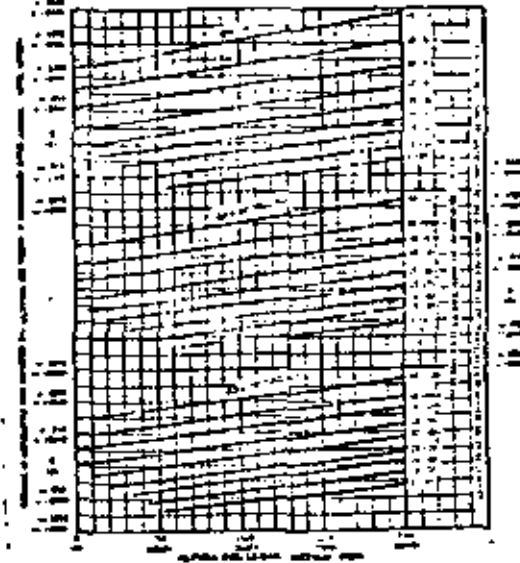
A esto deberán deducirse las pérdidas por altitud en el lugar de trabajo a razón de aproximadamente 1% por cada 100 m.s.n.m., si es de aspiración natural, o menos, si tiene la ayuda de un turboalimentador compensador, en cuyo caso puede reducirse esta pérdida, según su propio diseño.

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 tanto que recurriéndose a tablas de comportamiento para su ajuste.

GRAFICA QUE ILUSTRÁ LA CORRECCION PARA LA ALTURA 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	A	% Carga Eléctrica	% Efecto Joule
Normal	150	100	125	0.8	327.5	100	100
Bajo FP	150	100	200	0.5	524	180	<u>256</u>

Con 0.5 FP, siendo igual la potencia mecánica del motor (150 HP) la carga reactiva del generador provoca un calentamiento en sus devanados de 256% o sea, con peligro de quemar los devanados.

Claro está que un Interruptor adecuado limitaría esa carga anormal, pero debe tomarse el FP en cuenta y corregirse en su caso.

INTERRUPTOR

Desde luego, para evitar el problema de sobrecarga, el Interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima 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 limitaremos a tomar en cuenta lo recomendable.

Primeramente deben considerarse Voltmetro, Ampermetro 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 máquina, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: ménsula con sincronoscopio o luces de sincronización, voltímetros 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 al inicio de arranque cuando falla 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 esto puede hacerse en dos formas:

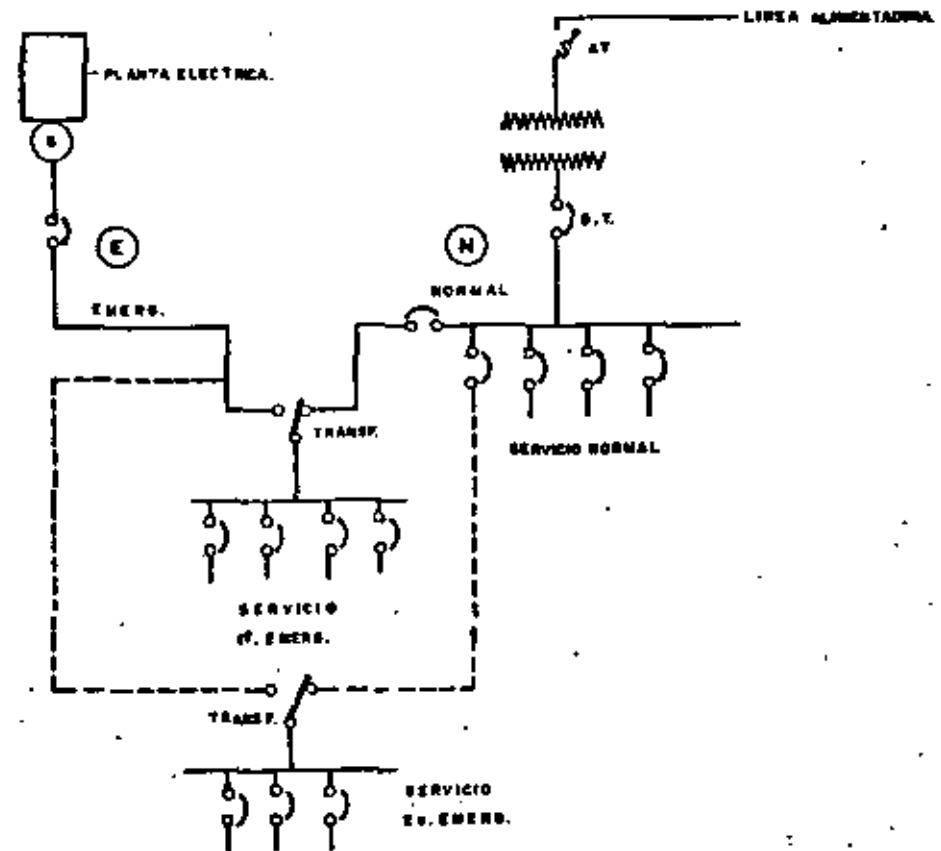
- 1a. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y para el momento de hacerlo.

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 - primero, 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 lineros 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,

14

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 (0.13 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 reduzca 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 trasiego.
- 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.

15

- 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.

*Imm.

Noviembre de 1980.

Ponencia: 3 de Noviembre de 1980.

Lugar: Centro de Educación Continua.

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 30% 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 PARTIAL. 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 EVA 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 EVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVIADO. Los EVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los IVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los EVA 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 EVA de arranque son de 30% o menos de los indicados en la tabla.

Tabla 1. POTENCIA FRASEL MOTOR MAYOR DE CADA APARATO EN CADA UNA DE LAS CATEGORIAS C DE VOLT

CATEGORIAS COMPACTAS	EVA	HP	5% DE CAIDA DE VOLTAJE						10% DE CAIDA DE VOLTAJE						20% DE CAIDA DE VOLTAJE					
			ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE DIRECTO		ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE DIRECTO		ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE DIRECTO		ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE DIRECTO			
			VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP	VOLTAJE	HP		
1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
2.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
3.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
4.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
5.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
6.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
7.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
10.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
15.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
20.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
25.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
30.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
40.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
50.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
75.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
100.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

Tabla 2. CORRIENTE Y POTENCIA APORADA POR LOS MOTORES EN EL MOMENTO DE ARRANQUE

POTENCIA A CARGA	AREA DURANTE EL TRABAJO				AREA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
	EVA		CORRIENTE		EVA		CORRIENTE	
	HP	IVA	HP	IVA	HP	IVA	HP	IVA
10	10	10	10	10	10	10	10	10
15	15	15	15	15	15	15	15	15
20	20	20	20	20	20	20	20	20
25	25	25	25	25	25	25	25	25
30	30	30	30	30	30	30	30	30
40	40	40	40	40	40	40	40	40
50	50	50	50	50	50	50	50	50
75	75	75	75	75	75	75	75	75
100	100	100	100	100	100	100	100	100

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA CADA FASE POR LOS APARATOS SEAN EL OMBE Y PARA 480V. SEAN LA UNIDAD DE LOS INDICADOS.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA I

CIA. DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO, S.A.

FEBRERO, 1982

INSTRUCCIONES DEPARTAMENTALES

1 GERENCIA COMERCIAL

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 ameritan 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 viabilidad, 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).

2

1.07 Planos de la ubicación de servicios de agua potable, aguas negras, escuela, centros comerciales y sociales, indicando zonas verdes y adoquinadas, esc. 1:1000 (1 maduro y 3 copias).

(Si no se indicaron en el punto 1.03).

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: las guarniciones, 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 fechas de terminación y entrega a los usuarios, para cada sección del conjunto habitacional o fraccionamiento.

Nota 1.- Los sistemas de distribución para fraccionamientos residenciales en el Distrito Federal y zona metropolitana serán de tipo subterráneo.

Nota 2.- El cliente deberá proporcionar interruptores, fotoceldas, luminarias, lámparas, etc. para las redes de alumbrado público además de circuitos convencionales.

Nota 3.- Las copias de los planos deberán venir dobladas a tamaño carta, a excepción del maduro que no deberá tener doblesces.

2.- COLONIAS, PUEBLOS Y BARRIOS

Los ubicados dentro de la zona considerada en el Plan Valle de México y de acuerdo con el programa que presente la Gerencia de Construcción, 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 ubicación de la colonia, zona postal, Delegación o Municipio correspondiente y entidad federativa.

2.02 Constancia de legalización de la colonia (boleta predial u otra de cumplimiento 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 contactos de cada uno, y número total de predios ocupados y lotes baldíos.

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).

3

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 en 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 - aéreas a red subterránea, o sobre las arterias principales de la ciudad (ver plano anexo).

4

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 al poderdante.

5.- SERVICIOS EN ALTA TENSIÓN 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 en 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, soldadores, mencionando su tipo, punteadores, etc.)

d) Número de contactos.

- 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 al poderdante.

Nota 2 - Los servicios con demanda de 700 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 15 x 15 m en instalaciones interiores, ni de 20 x 40 m en instalaciones exteriores.

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 poderdante.

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 acredita la propiedad sobre dicho predio.

DEPOSITO QUE DEBEN CONSTITUIR LOS SOLICITANTES DE SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA CUANDO SE REQUIERA LA ELABORACION DE UN PRESUPUESTO (C.F.)

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.

TIPO DE SOLICITUD	IMPORTE DEL DEPOSITO
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 determina que el servicio puede dar se 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 haberse 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 Periférica 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 reciban por correo, se citará al cliente para que constituya el depósito correspondiente y se le pedirá que envíe cheque o giro postal.

A partir del 1º de enero del 76 se establece el REGIMEN DE CUOTAS para los nuevos usuarios y aquellos que modifican su carga conectada, bajo las siguientes

NORMAS: 11

- 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 conexiones, de gastos 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 Atlixpán de Zaragoza, Coscalco, Cuautitlán, Ecatepec, Nauhcuipán de Juárez, Tlalnepantla, Tultitlán y Texcoco del Estado de México; los Municipios de Apaxtla, Garza García, General Escobedo, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza y Santa Catarina del Estado de Nuevo León y el Municipio de Guadaluajara 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 Jantepes, del Estado de Morelos; los Municipios de Cuautlancingo, 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 acordarán 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	Descripción	Cuotas para Zona Económica		
		No. 1	No. 2	No. 3
T- 2	Servicio General hasta 40 KW de Carga Conectada	12		
	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 Rixtamal		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 Agrícola		Sin Cuota	
T-10	Servicio en Alta Tensión para Reventa		Sin Cuota	
T-11	Servicio en Alta Tensión para Minas			
	Por cada KW de Carga Conecta	150	150	150
T-12	Servicio General para 5 000 KW ó más de Demanda 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 _____

_____, bb.
Je el entendido de que los ptes que realice estarán debida-
mente amparados por el correspondiente recibo de esa Compa-
ña.

Bufo Afno. B.S.

OTORGANTE

Nombre: _____

Razón Social: _____

ACEPTO EL PODER



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SUMINISTROS DE ENERGIA ELECTRICA II

CIA. DE LUZ Y FZA. DEL CENTRO, S.A.

FEBRERO, 1982

1
COMPañIA DE LUZ Y FUERZA DEL CENTRO, S. A.
GERENCIA DE DISTRIBUCION Y TRANSMISION

REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

ING. J. YEBRA
ING. R. ESPINOSA

JULIO 1978

2
CONTENIDO

1- REDES SUBTERRANEAS EN ZONAS DE ALTA DENSIDAD DE CARGA

- 1.1.- Introducción
- 1.2.- Red malleada
- 1.3.- Red Malleada 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.- Accesorio sencillo
- 2.3.- Accesorio 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 los 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 implementar 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 Mallada.
- 2- Red mallada limitada
- 3- Red en anillo abierto de operación radial

4- Red con alimentadores selectivos.

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 seguir 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.

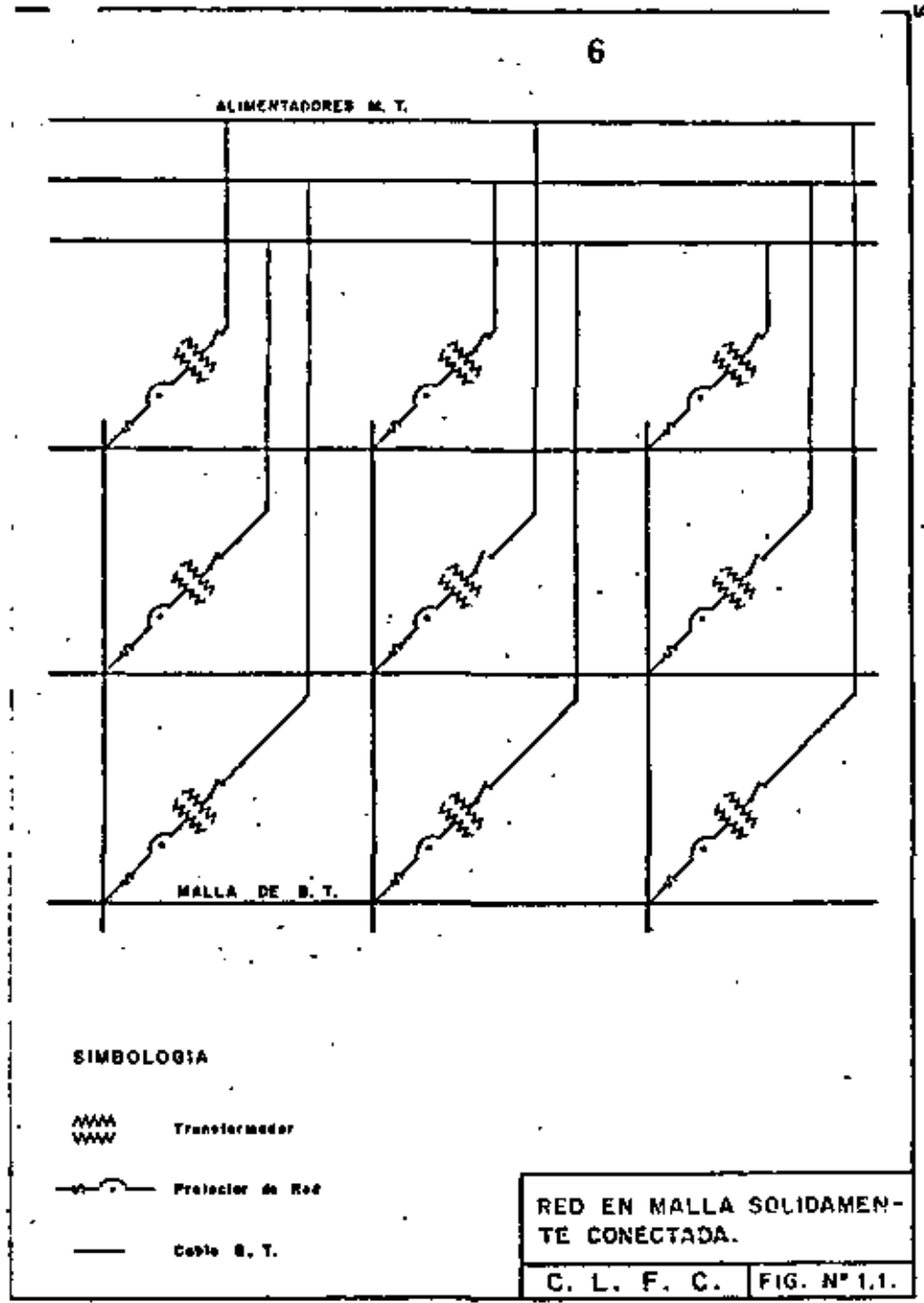
Esta red también se la conoce como Red Automática, debido a que dispone de un dispositivo automático de protección (org

teador de red), evaluado 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 rurales 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 estrictamente conectada.

La protección de cada alimentador le 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



de red desconectan las subestaciones MT-BT del lado de B.T. Bajo esta situación los alimentadores y las subestaciones restantes alimentan la totalidad de la carga aprovechando la integración de los alimentadores de baja tensión.

Cuando ocurre una falla en la red de baja tensión, ésta es alimentada por todas las subestaciones MT-BT, provocándose una corriente de corto circuito suficiente para vaporizar 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 interrupciones, a menos que la falla sea directamente en la acometida de un servicio.

Esta red es recomendable para zonas que requieran de una alta continuidad de servicio y cuya densidad de carga exceda 20 MVA/Km². Su mayor aplicación es en zonas que presentan cargas con demandas uniformes que pueden ser alimentadas en baja tensión desde una red malleada solidamente conectada o limitada.

1.3.- Red Malleada Limitada.

Esta es una variante de la red automática solidamente conectada, en este tipo de red la alineación de fallas se

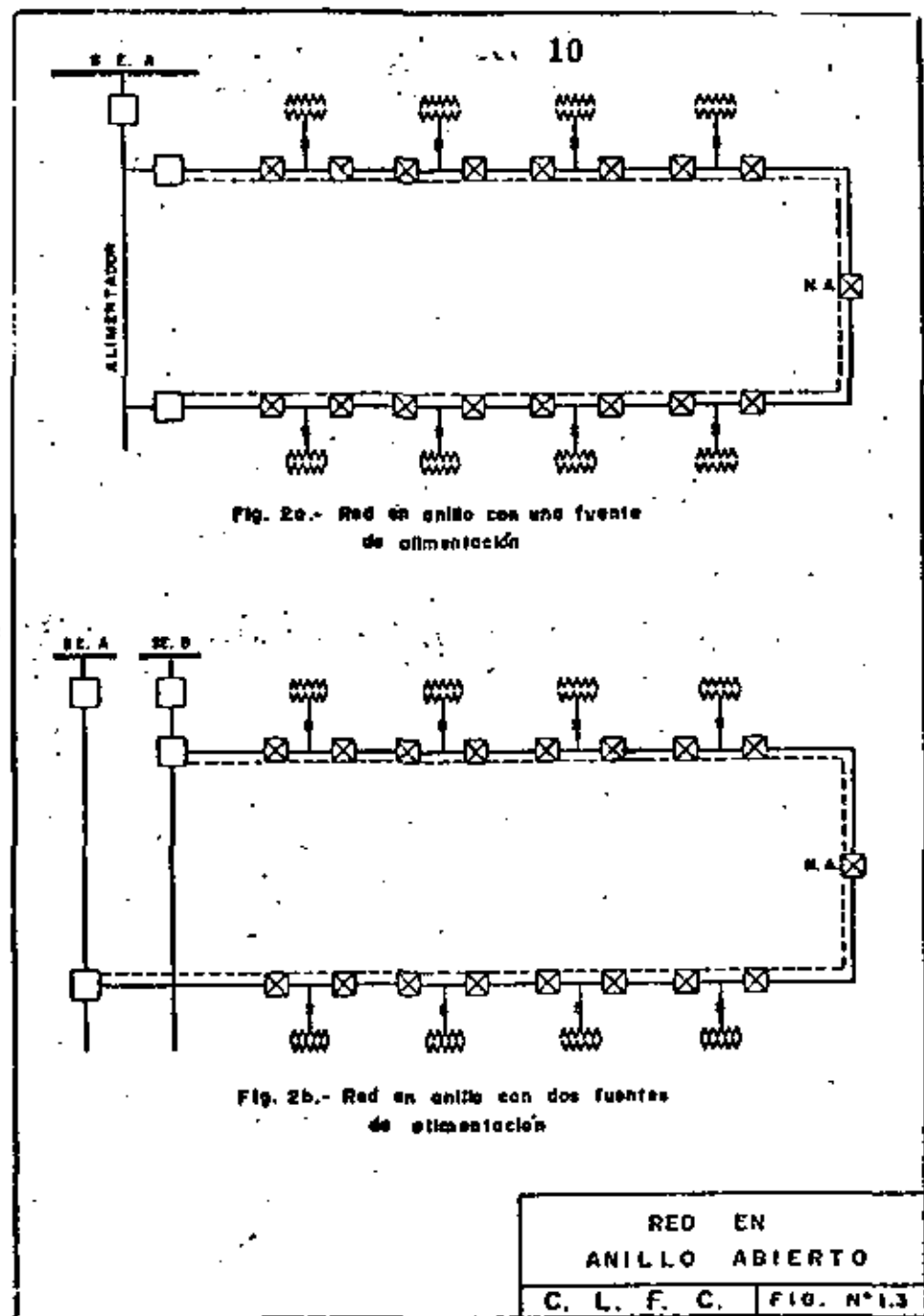
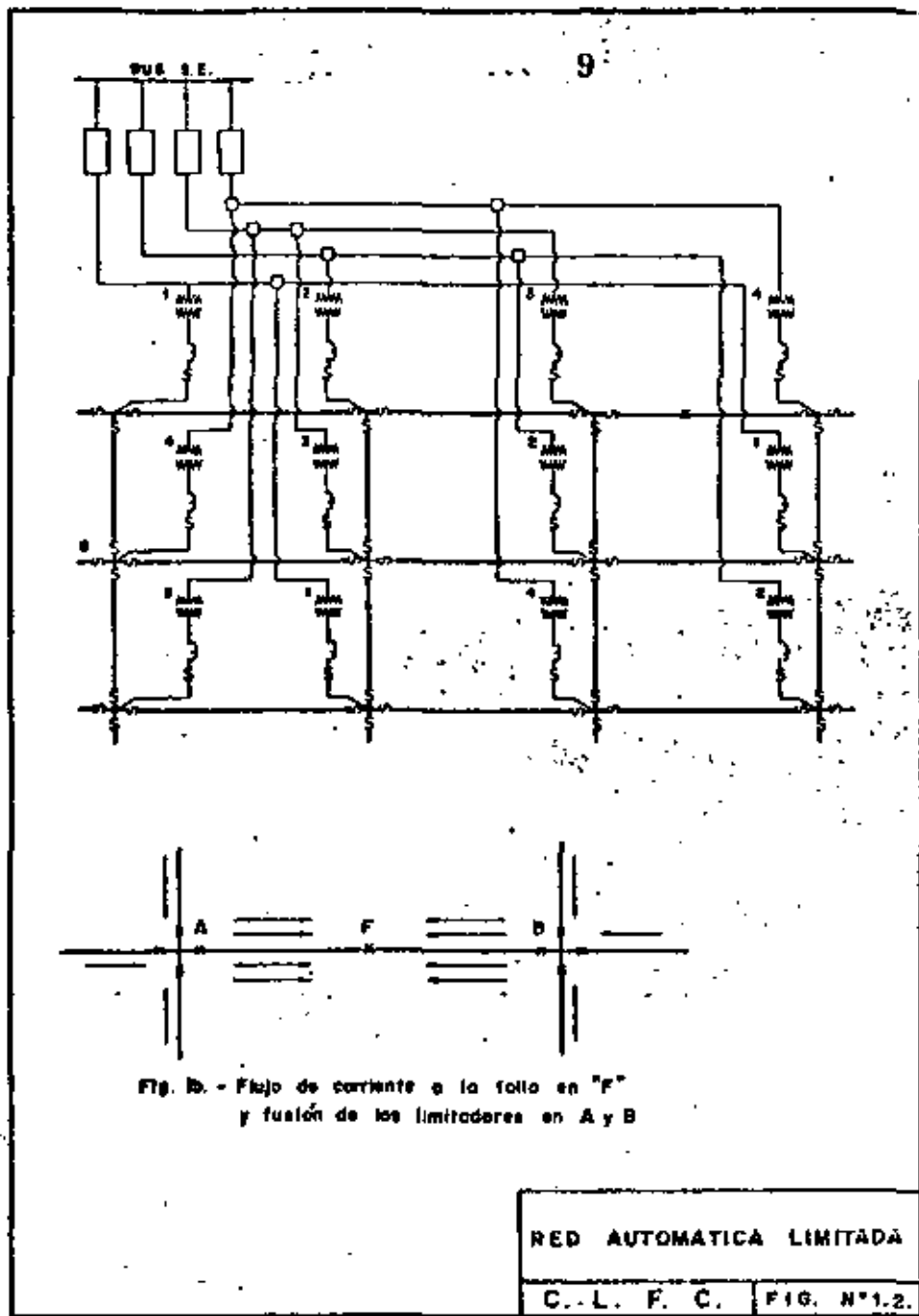
realiza por la operación de fusibles de alta capacidad interruptiva (conocidos como limitadores). La Figura 1.2 muestra de manera esquemática una red malleada limitada.

Desde el punto de vista de confiabilidad, la diferencia fundamental entre la red malleada solidamente conectada y la red malleada limitada, es que en el caso de la primera al nivel de continuidad desciende 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 afectado por la falla se desenergiza al fundirse los limitadores 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 alimentar desde una o más fuentes, mediante cables troncales. Dentro del anillo las subestaciones MT-BT, preferentemente se conectan en seccionamiento. Ver Figura 1.3.

Las redes en anillo operan normalmente abiertas en un punto



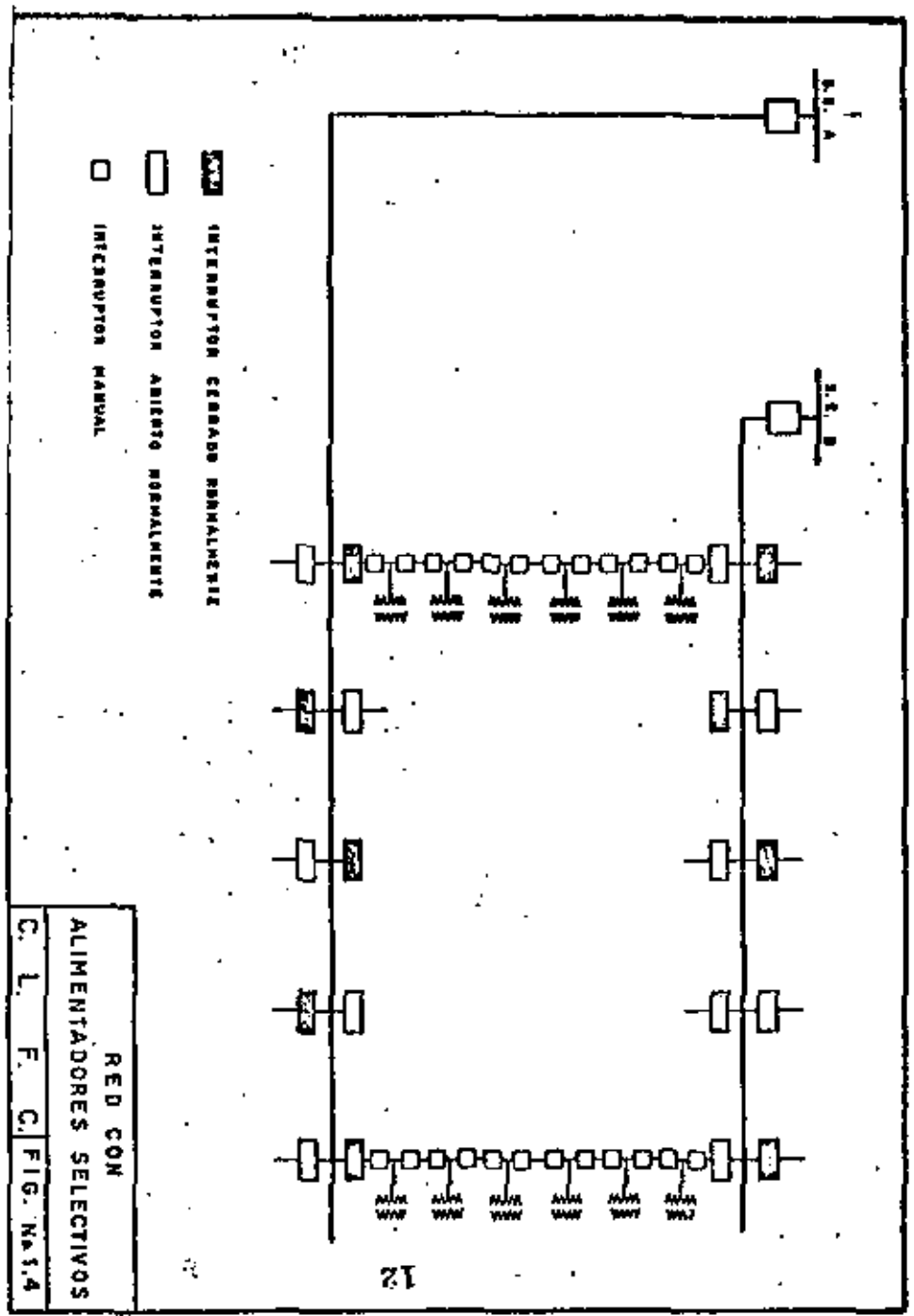
to, que generalmente es el punto medio, razón por la cual se las conoce como redes en anillo abierta. Al ocurrir una falla dentro de un anillo, se secciona al tramo fallado para proceder a la reparación, siguiendo una serie de maniobras con los elementos de desconexión instalados a lo largo de la subtraseal.

Este tipo de red es ampliamente empleado en zonas en las que el evento 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 uniéndolos siguiendo al principio de la doble alimentación. Las subestaciones MT-BT se reparten entre parajes de alimentadores quedando conectados en sección-origito. Ver figura 1.4.

La protección de esta red consiste de: interruptores instalados en la subestación de potencia a la salida de cada ali-



alimentador y cortacircuitos fusibles 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 MT-BT son alimentadas de las subtruncales con un punto normalmente abierto en la subtruncal. Cuando ocurre una falla en la subtruncal o en la trunca, los dispositivos de seccionamiento permiten efectuar los movientos 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 representan fuertes concentraciones de carga y requieren de un alto grado de confiabilidad.

1.5.- 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 sirven a constituir las acometidas.

Cada uno de los troncales es la encargada de llevar la energía desde una fuente de alimentación hasta los servicios. La alimentación a los servicios se realice por sendas líneas paralelas que lleguen generalmente a un dispositivo de transferencia automática de donde se derive la alimentación a las instalaciones del cliente. Ver figure - 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 corte-circuitos fusibles.

La operación se puede efectuar en dos formas diferentes:

Primera, haciendo trabajar el circuito emergente sin carga y la segunda en 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 las dos siguientes, que son muy importantes:

- 1.- El equipo de transferencia debe tener un mecanismo que permita 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 implementación 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.

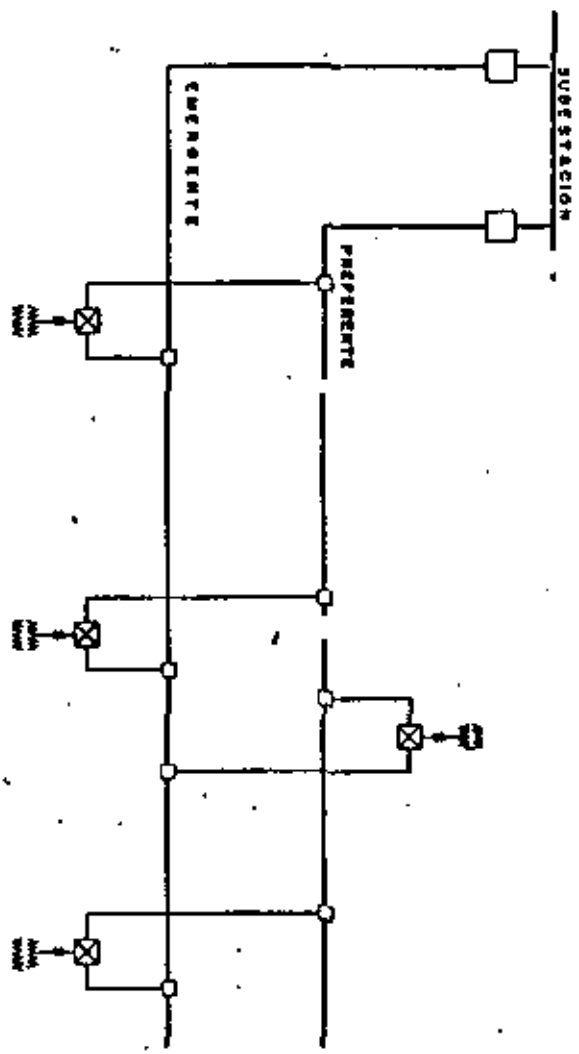
1.7 Red en Derivación Múltiple.

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 al 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 de 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 pro-

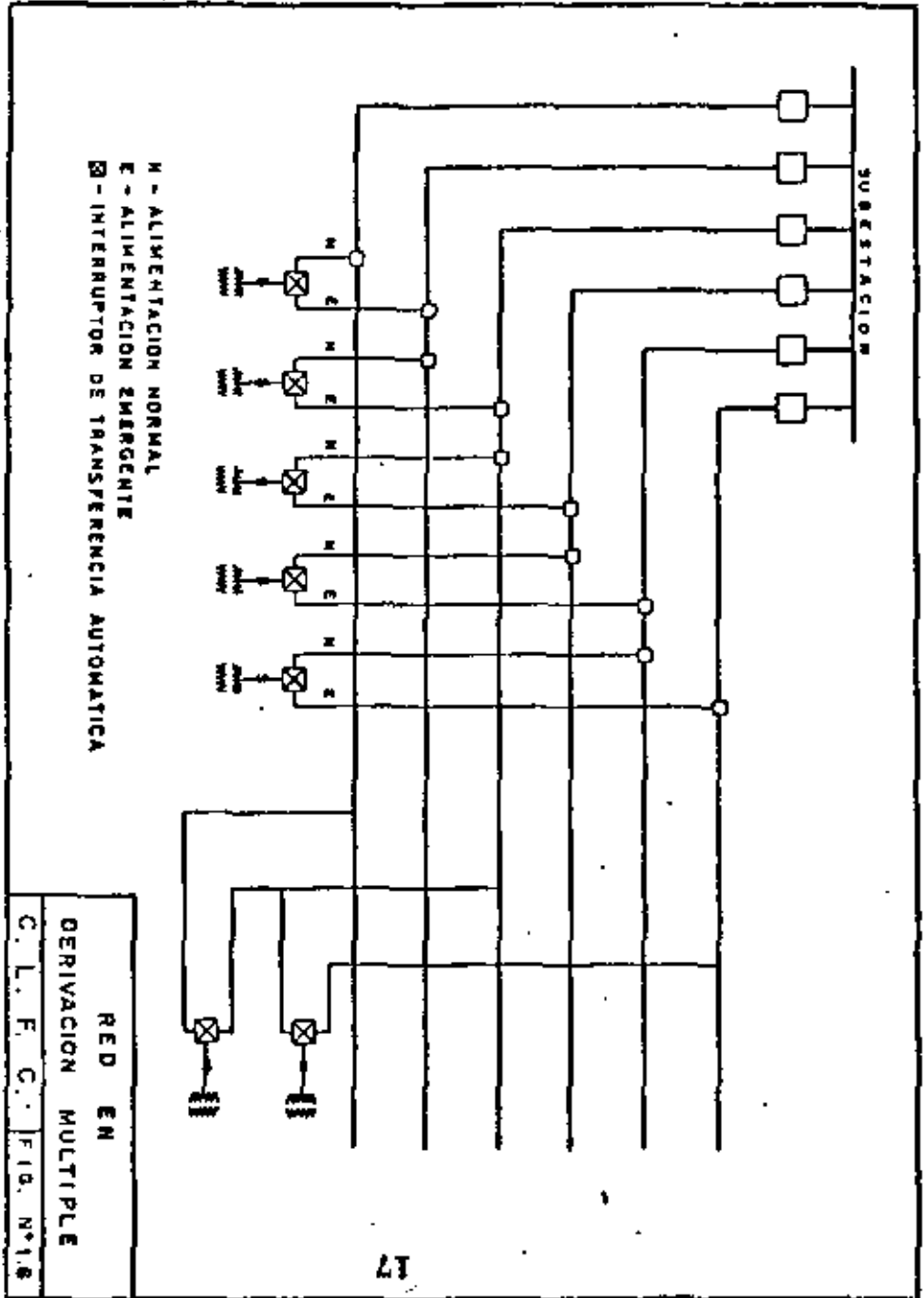
85 - INTERRUPTORES DE TRANSFERENCIA DE OPERACION MANUAL O AUTOMATICA



15

RED EN DOBLE DERIVACION
C. L. F. C. FIG. N° 18

portiones una alta continuidad a los servicios, tienen —
además la ventaja que permiten alimentar servicios en me-
diuna tensión y en baja tensión simultáneamente.



N - ALIMENTACION NORMAL
E - ALIMENTACION EMERGENTE
I - INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA AUTOMATICA

RED EN
DERIVACION MULTIPLE
C. L. F. C. FIG. N° 18

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 realice 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 está 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.

Por lo que la continuidad de servicio es el resultado de la planeación que realizan las empresas de suministro de energía y las provisiones que toma el mismo cliente.

En este capítulo se describen las diferentes técnicas que se siguen al proporcionar al suministro de energía eléctrica a los consumidores y las características más sobresalientes a cada uno 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 este alimentación son las Redes de Derivación Doble y en Derivación Múltiple, en éstas la acometida

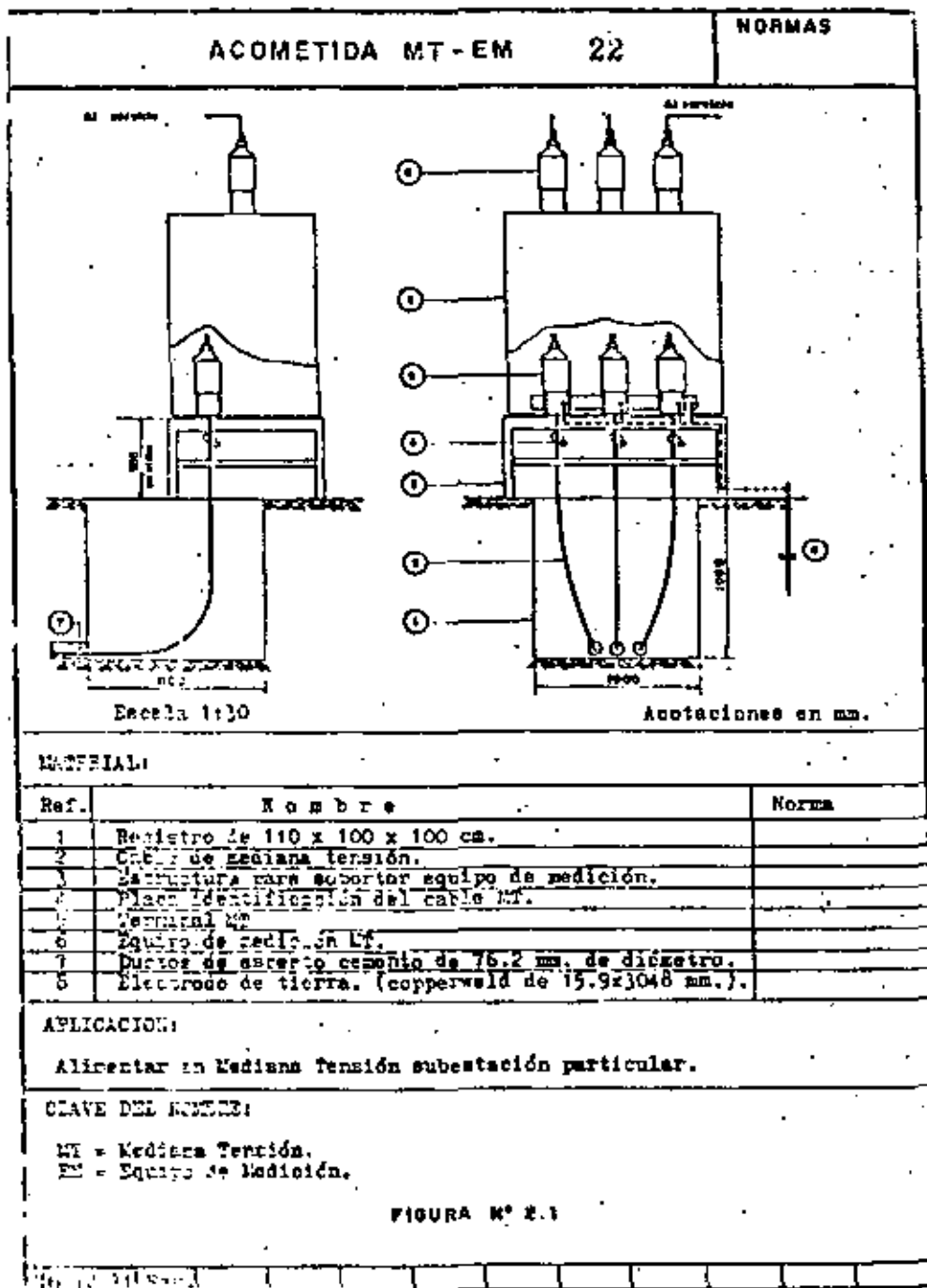
tida converge a un dispositivo de transferencia automática para realizar el cambio de alimentación entre fallas del alimentador preferente. Cuando se trata de Redes Aéreas, la doble acometida se realiza desde dos alimentadores diferentes, en los que los circuitos de la acometida, al igual que en las 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 equivoque más a los del tipo en aceite.

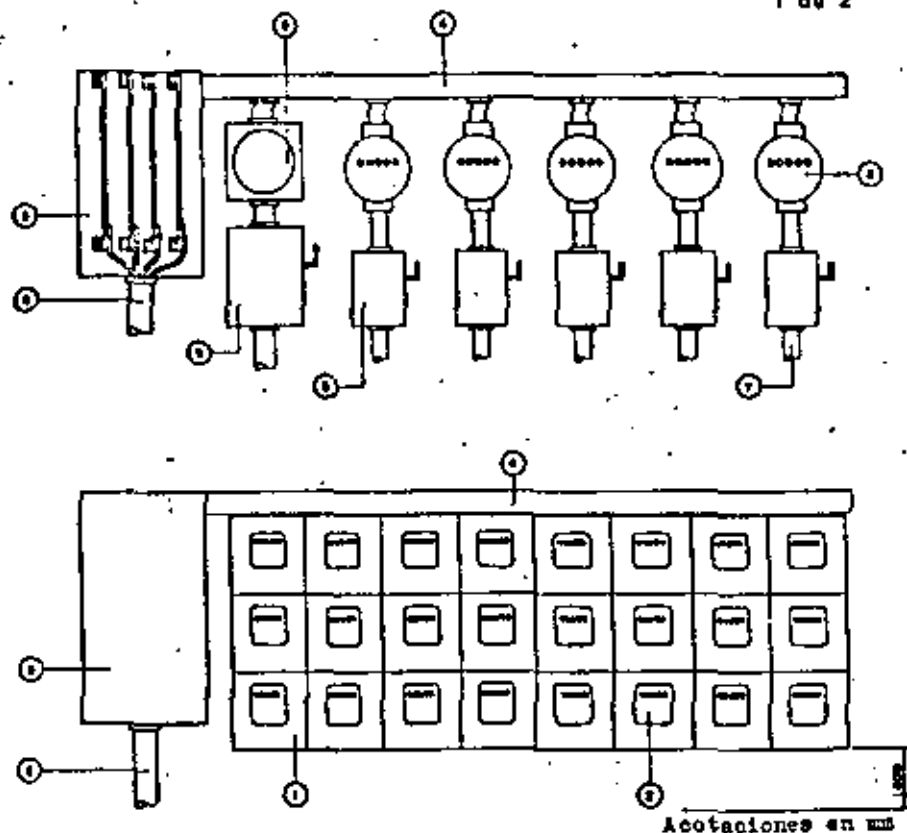
2.4.- Medición de energía.

La medición de energía eléctrica es la última operación que realiza la Compañía administradora 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 al equipo de medición.

El equipo de medición se puede reducir a un conjunto de wattímetros o a un equipo diseñado para efectuar mediciones en alta tensión, esta depende de la magnitud de la



1 de 2



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

2 de 2

MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Eje para watthorímetro.	
2	Watthorímetro monofásico.	
3	Gabinete conteniendo barras de cobre.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor de fusibles.	
6	Ducto para conexión a la concentración.	
7	Ducto de alimentación al consumidor.	
8	Watthorímetro trifásico.	
9	Interruptor tripolar.	

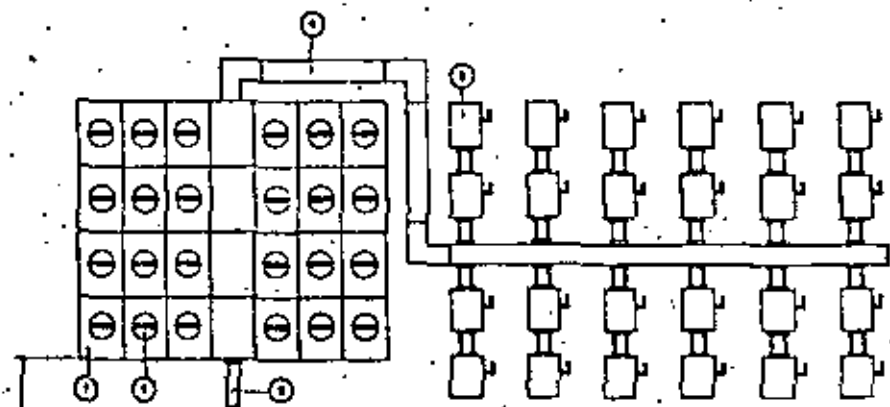
FIGURA N° 2.2

(CONTINUACION)

CONCENTRACION DE MEDIDORES - 2

2b

NORMAS



Anotaciones en mm.

MATERIAL:

Ref.	Nombre	Norma
1	Base para Watthorímetro.	
2	Watthorímetro mono fásico	
3	Ducto para acometida a la concentración.	
4	Electroducto de lámina.	
5	Interruptor con fusibles.	

APLICACION:

Alimentar servicios concentrados, monofásicos y/o trifásicos, en zonas de Distribución Residencial o Comercial Subterráneas.

CLAVE DEL NOMBRE:

2 = Opción No. 2.

FIGURA N° 2.3

carga y de la tensión de entrega de la energía. En las figuras 2.1, 2.2 y 2.3 se muestran ejemplos de acometidas y mediciones a diferentes tipos de servicios.

2.5.- Locales para subestaciones en interior de edificios.

Cuando se necesite instalar una subestación en interior de edificios, el local proporcionado por el cliente debe ser lo suficientemente amplio, de tal forma que la construcción y operación de la subestación se realice sin problemas de espacio, además que las vías de acceso permitan el libre paso de equipo eléctrico, para operaciones de mantenimiento y remplazo del equipo.

El local debe ser construido con materiales resistentes a -
 - incombustibles, exceto de humedad y protegido contra filtraciones de líquido, con la ventilación adecuada, siendo necesario que el local sea construido a prueba de explosiones. -
 - Los muros del local deben ser de un espesor tal que permita fijar las estructuras y accesorios que soporten el equipo y cables de energía. Las mismas condiciones debe llenar -
 - los techos. Por lo que se refiere a los pisos, éstos deben de ser capaces de soportar el peso del equipo eléctrico. -
 - Estas y otras consideraciones se deben de tomar en cuenta al proyectar las subestaciones en interior de edificios.

En las figuras 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9 se muestran al-

SEI-RAD 23 BT- 2x750 S2P 21

NORMAS LyF

DISTRIBUCION DE EQUIPO

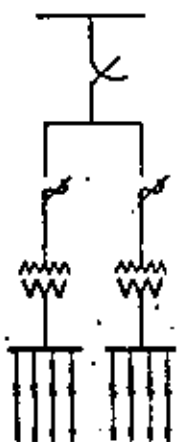
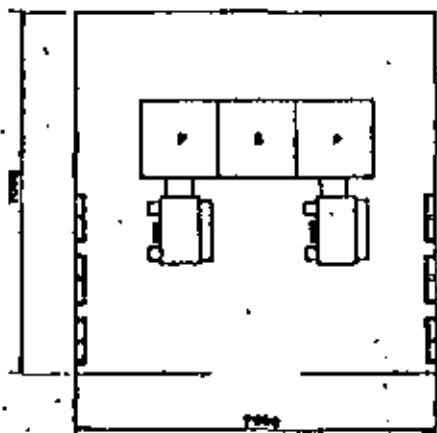


DIAGRAMA UNIFILAR



Escala: 1:100

Anotaciones en mm.

APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas 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

SEI-RAD-23BT- 1x750 TRANSFE 28

NORMAS LyF

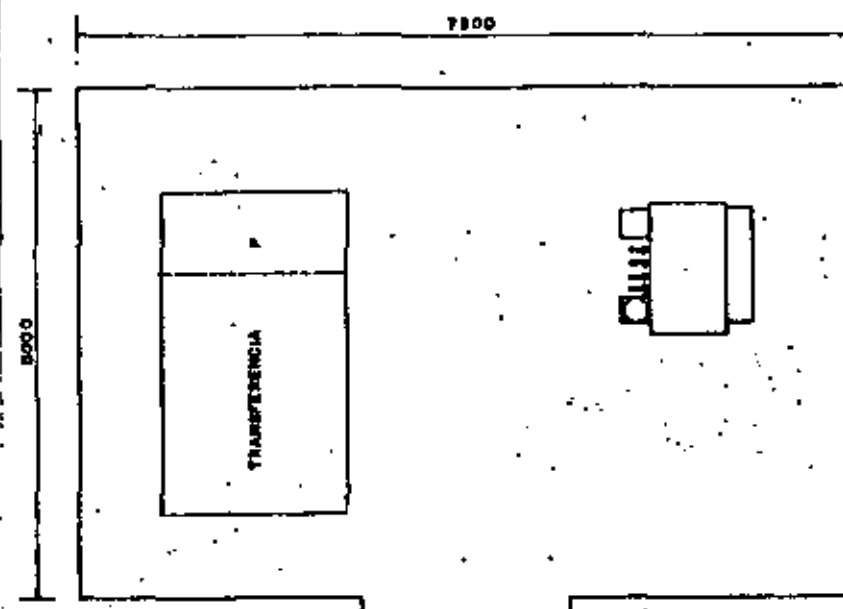


DIAGRAMA UNIFILAR

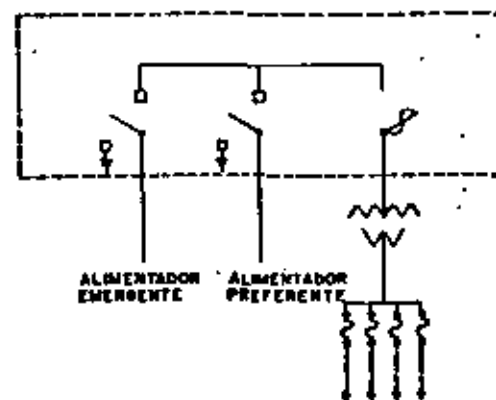


FIGURA 2.5

SEI-AUT-23BT 2x500, 2x750-A

NORMAS LyF

DISTRIBUCION DE EQUIPO

1 DE 2

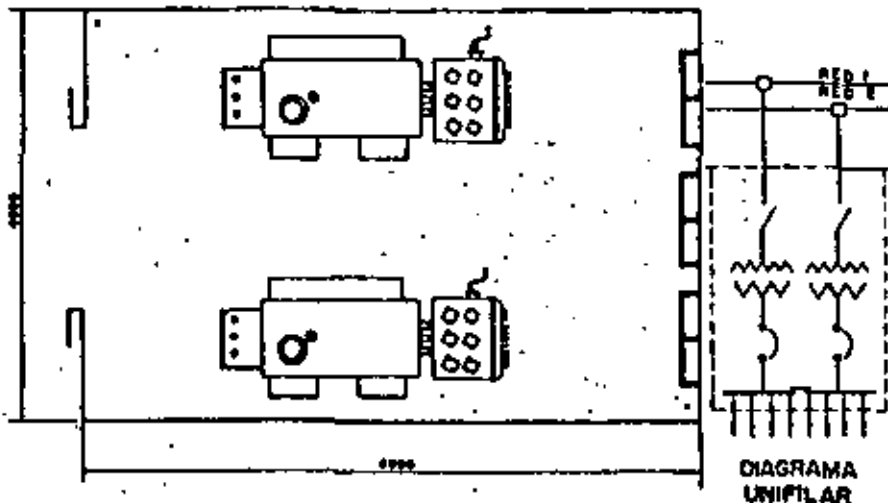
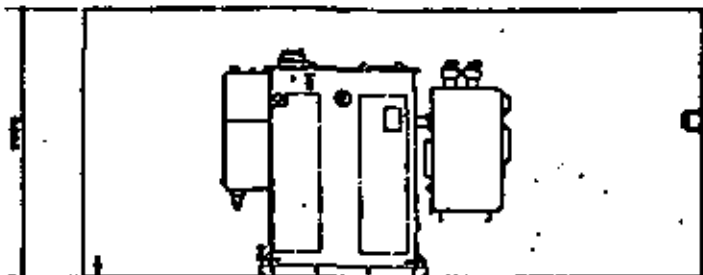


DIAGRAMA UNIFILAR



Eol. 1-30

Asociaciones de norm.

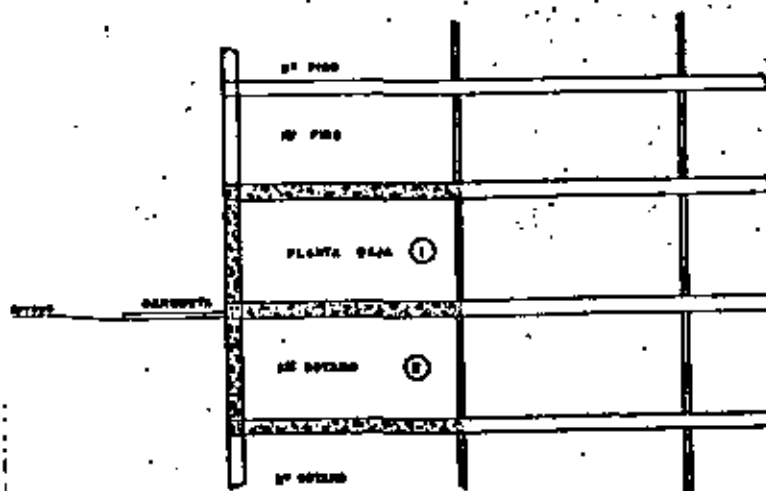
APLICACION: En el interior de edificios, localizados en zonas de red subterránea automática, en derivación simple a transformadores con seccionador y protector acoplados, permite alimentar servicios en B.T. del propio edificio y estores.

FIGURA 2.6

UBICACION DEL LOCAL DE LA SUBSTACION DENTRO DEL EDIFICIO

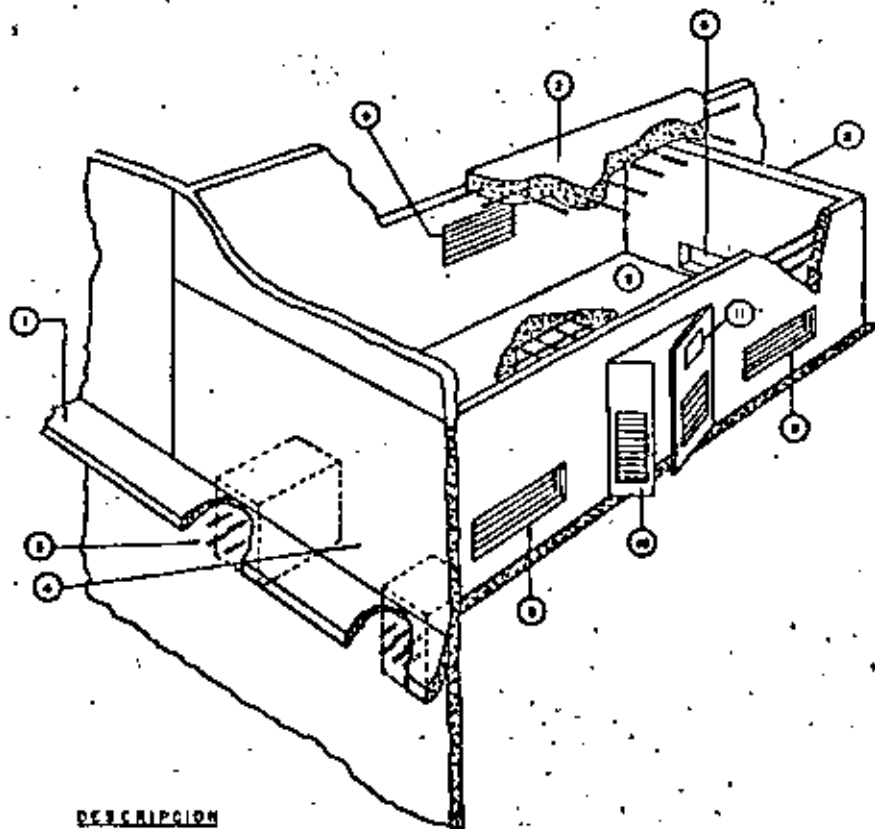
NORMAS LyF

30



- 1.- ALTERNATIVA 1, LOCALIZACION EN LA PLANTA BAJA DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.
 2.- ALTERNATIVA 2 LOCALIZACION EN EL 1ª SOYANO DEL EDIFICIO Y COLINDANTE CON EL PARAMENTO EXTERIOR.

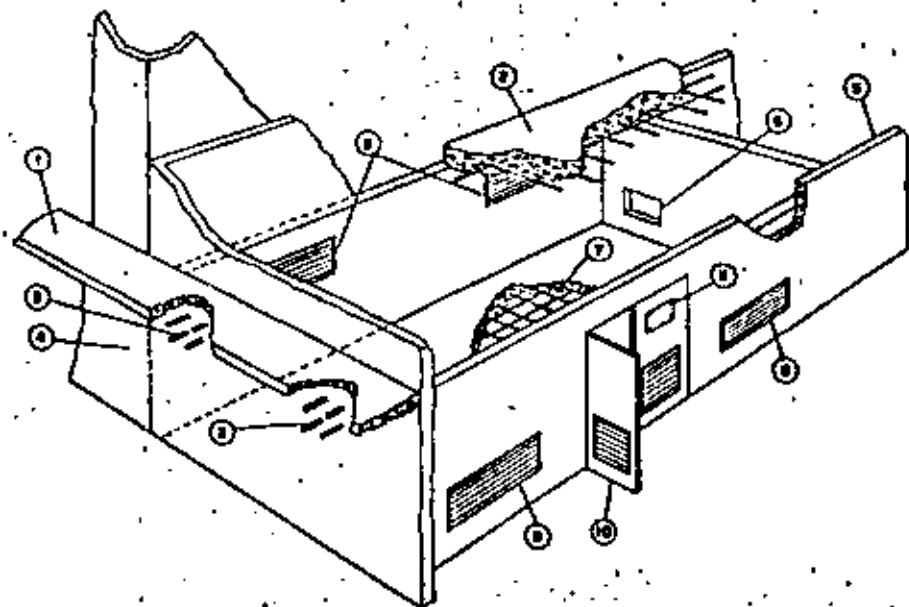
FIGURA 2.7



DESCRIPCION

- 1 BARRIETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PAVIMENTO EXTERNO
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PISO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA SUPERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LETRA (POLIUREA LYF)

FIGURA 2.8



DESCRIPCION

- 1 BARRIETA
- 2 LOSA SUPERIOR DE CONCRETO
- 3 DUCTOS
- 4 MURO DEL PAVIMENTO EXTERNO
- 5 MUROS DE CONCRETO ARMADO
- 6 VENTANA DE PISO
- 7 LOSA INFERIOR DE CONCRETO ARMADO
- 8 VENTANA SUPERIOR
- 9 VENTANA SUPERIOR
- 10 PUERTA DE ACCESO AL LOCAL
- 11 PLACA CON LETRA (POLIUREA LYF)

FIGURA 2.9



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

FEBRERO, 1982

INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

INTRODUCCION :

El fin último de toda obra que se proyecta y realiza, es prestar un servicio eficaz y eficiente. Estas metas solo 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, habrémos 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.

Cubriremos:

1.- Instalaciones de Comunicación:

- a) Telefónicas y de Intercomunicación
- b) Electroacusticas (sonorización)
- c) de Televisión en C. Cerrado
- d) de señalización

2.- Alarmas

- a) Contra Incendio
- b) Contra Robos.

1.- Instalaciones de Comunicación:

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 intercomunicación, y se diferencian solamente en que las primeras, tradicionalmente se han conceptualizado como instalaciones para comunicación externa al edificio o unidad física y las segundas como instalaciones solo para servicio interior.

La realidad es que en muchas ocasiones, ambos servicios pueden resolverse con un solo sistema.

En otras ocasiones, es indispensable mezclar o interconectar sistemas de intercomunicación interna con electroacústicos para voice, o con circuitos de televisión, etc.

En otras palabras, es cada día más cierto que los sistemas de comunicación, alarma y control deben ser diseñados y ejecutados íntegramente para cada caso específico y que en un futuro próximo deberemos tratar con sistemas centralizados y posiblemente 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 a -- torpecen con normas rígidas la posibilidad de mejores soluciones. Estas limitaciones solo 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 en esa forma, 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).

ÁREA	COMUNICACIONES				ALARMAS			Oscurec.
	Sup. M2.	Ext.	Inter.	Sonido	CCTV	Robo	Incand.	
1) Direc. Gral.	100	2I	1 VA	FM	Monit	si	si	
Secretaría	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. Téc.	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 esas 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 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 interseccionales, es indispensable que las tuberías sean de 25 mm. o de 32 mm.

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.

Los registros de muro y según sus dimensiones y aplicación, se clasifican como sigue, y deben ser robustos (lámina Núm. 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 PARES EN	
		PLINTOS	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

NOTA

No deben extenderse tuberías a más de 20 m. sin registros, ni debe hacer más de dos curvas entre registros.

Los registros de muro deben colocarse en áreas públicas a una 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

Estas 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 ductería, 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 capa de arena o lijar suave sin piedras de 5 cms. de espesor, previo apisonamiento del fondo de la cepa, para obtener un fondo 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 70 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 regalones 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 tope 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 ilustra en las gráficas 10, 11 y 12, pudiendo ser necesarios pozos de figura especial que en esencia se desarrollan con el mismo criterio.

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 operan 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 sí y ad-hoc al servicio que deben prestar.

Los tipos más usuales son:

- EKI** Con forro de PVC gris, para usos 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.
- EKI** 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 ilustra 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 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 puentear, en estos 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:

- 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 está 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 tabillas 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.

INSTALACIONES DE SONIDO O ELECTROACUSTICAS

Determinación del objetivo del sistema y fijación de necesidades.

Un sistema de sonido Comercial, es aquel que se aplica en 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 que 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 prever 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 conduciría 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 en circuitos razonables que terminados en tabillas 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 (Baffles), según su construcción y servicio:

Servicio Interior	{	Baffle sencillo (1 bocina)
	{	Columna Sonora (varias)
Servicio Exterior	{	Columna Sonora
	{	Trompeta Reentrante

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 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 acoplar una respuesta de frecuencias del orden de 160-9000 hertz, que no es apropiada para reproducciones musicales pero adecuada para voiceo.

La construcción de la caja acústica, independientemente del aspecto estético, debe ser robusta y con sus partes rígidamente unidas, de lo contrario se tendrán vibraciones indeseables.

Para el cálculo de potencia se deben considerar varios aspectos interdependientes que son:

- La Bocina propiamente dicha.
- El Baffle o Caja Acústica aplicada
- Nivel de Ruido Ambiente

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 aquí hechas, y del nivel del ruido ambiente, se han preparado las siguientes fórmulas empíricas aplicables, para obtener P_t "Potencia Nominal" en watts del total de bocinas necesarias.

Para Servicio Interior :

(Baffles convencionales o columnas sonoras).

$$P_t = \frac{KV}{100}$$

en que:

V = Volúmen del local en m³

K = Constante que vale:

- 5 para ruido ambiente bajo
- 8 para ruido ambiente medio
- 12 para ruido ambiente alto

Potencia por bocina: $\frac{Pt}{\text{Núm. de bocinas}}$

La distancia entre bocinas 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.

Para servicio exterior:

Usando Trompetas Reentrantes se tiene:

Pt60 = 0.4 D Trompeta con radiación a 60°

Pt30 = 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

$$N60 = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{y} \quad N30 = \frac{F}{0.54 D}$$

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 el nivel del auditorio, e inclinándola adecuadamente, con una tendencia a obtener una distancia uniforme con respecto a todo el auditorio. Esto es algo 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 grandes.

También es aplicable con niveles altos de ruido ambiente a corta distancia.

Cuando se aplican columnas sonoras.

Se tiene que:

$$Pt = 0.8 D$$

y

$$N = \frac{F}{2 D}$$

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 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.
- Acabado adecuado para el uso, especialmente para Interm-parie, en que debe soportar lluvias, polvo, etc.

Faseado de Bocinas:

Para aclarar este concepto, debemos considerar, que el sonido es una vibración que se transmite al medio ambiente y que como toda onda vibratoria tiene máximas y mínimas. Esto nos hace pensar en lo que sucedería si en un instante dado una bocina - emitiera un impulso positivo, en tanto que otra dentro del mismo local emitiera un impulso negativo. Obviamente se estarían contrarrestando y esto es totalmente indeseable, de aquí la necesidad de conectar todas las bocinas con idéntica polaridad. Esta operación se llama "Faseado de bocinas".

En otras ocasiones es por el contrario, deseable que operen en oposición, como cuando se han instalado frente a frente.

CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORES

Controles de Volumen:

En muchas 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 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 la calidad, tipo de alambre, robusto y con una buena solución mecánica, ya que es un dispositivo de uso continuo y darle en muchos casos.

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, habrá pérdidas enormes de energía endetrimento 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:

- Rp = Resistencia del potenciómetro en ohms.
- Np = 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 están constituidos básicamente de cámaras que generan las señales de video y las 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 en movimiento horizontal y vertical, rotario o de translación.

Todo lo anterior requiere una 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.

SEÑALIZACION E INFORMACION

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, mas 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 catálogos 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 este en capacidad de interpretar apropiadamente los proyectos del especialista y auxiliarlo en la solución física del sistema, es decir en definir 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 sinnúmero 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.

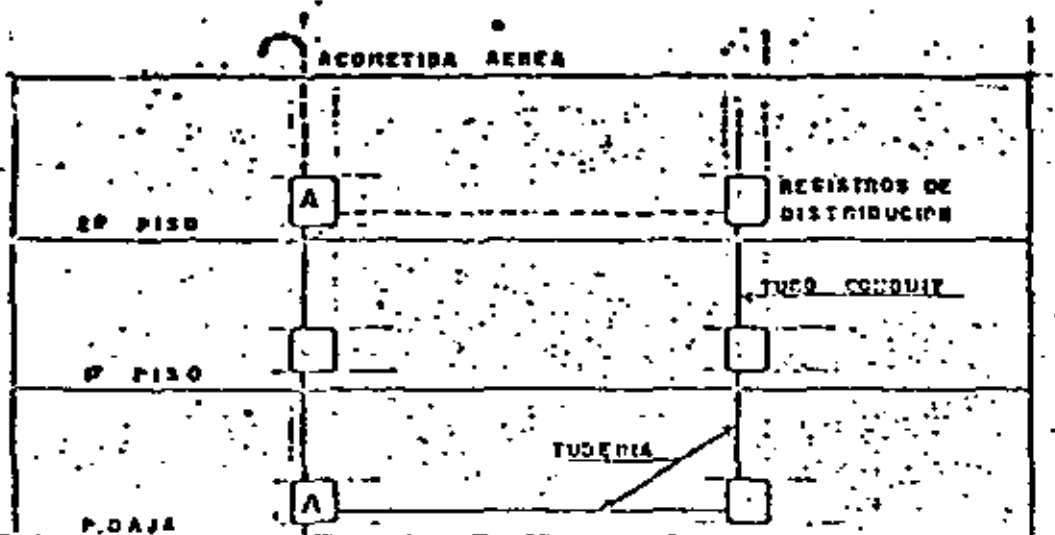
Los dispositivos detectores más usuales son:

Contra Robo:

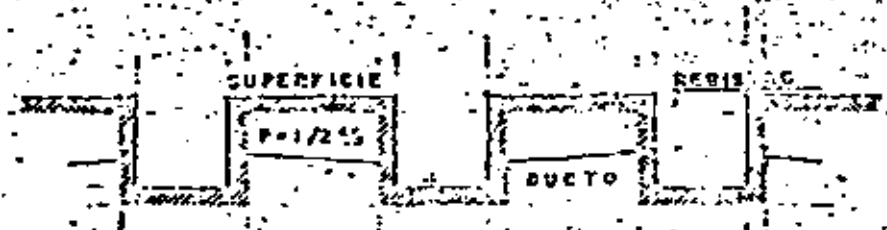
- Electromecánicos con interruptores que se instalan en puertas, ventanas, cercas etc.
- Fotoeléctricos que operan al interrumpirse en haz luminoso, simple o complejo, en luz visible o infrarroja, o bien por alteración de un campo luminoso.
- Ultrasónicos, que operan bajo el principio de que una onda 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 variaciones de temperatura.
- Por Ionización, que perciben los productos de la combustión.



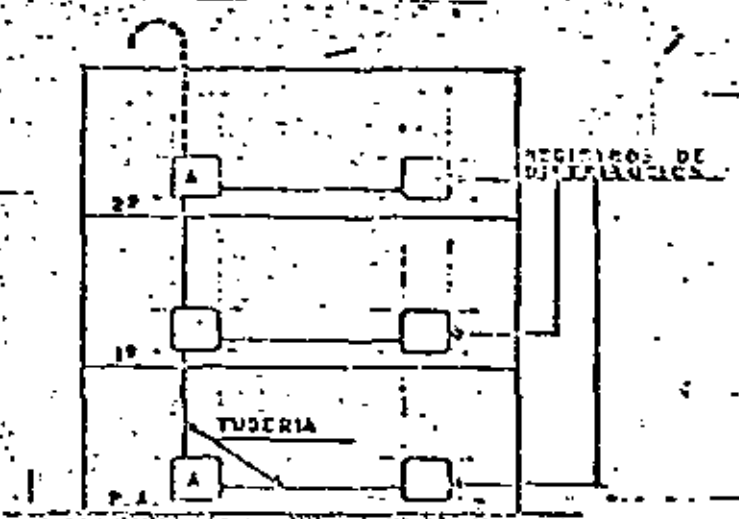
REG. (FIG. 1ET-2)
 DUCTO PARA ENLACE DE
 ACONCRETADA SUBTERRANEA



DISPOSICION CORRECTA DE LA PERENTE EN DUCTOS
 (FIG. 1ET-1)

CANALIZACIONES VERTICALES
 Nº de PARES DIAMETRO DE TUBERIA

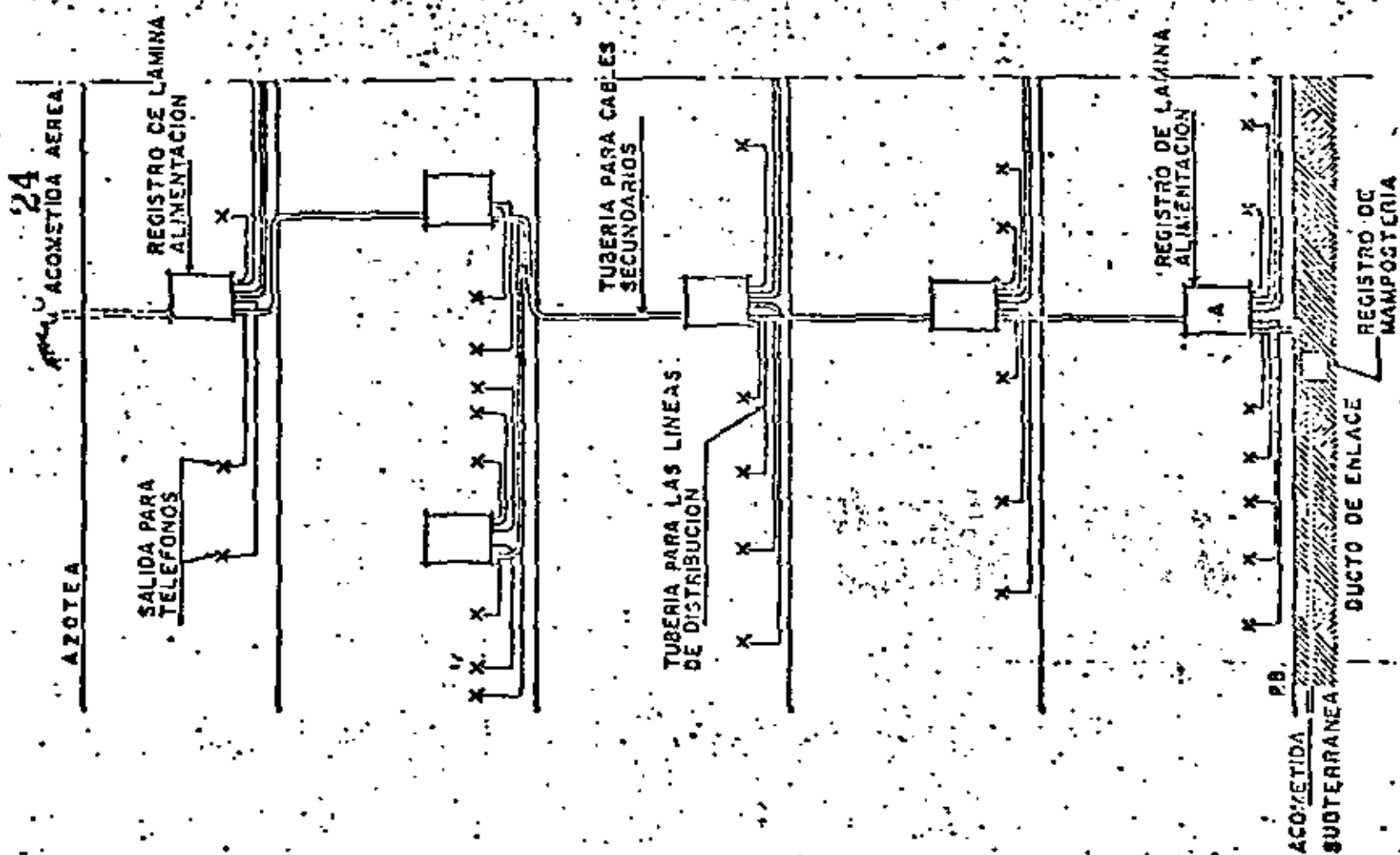
10 - 20	1 1/2"
20 - 30	2"
30 - 40	2 1/2"
40 - 50	3"
50 - 60	3 1/2"



(FIG. 1ET-3)

1 ET - 1, 2, 3
 9-1

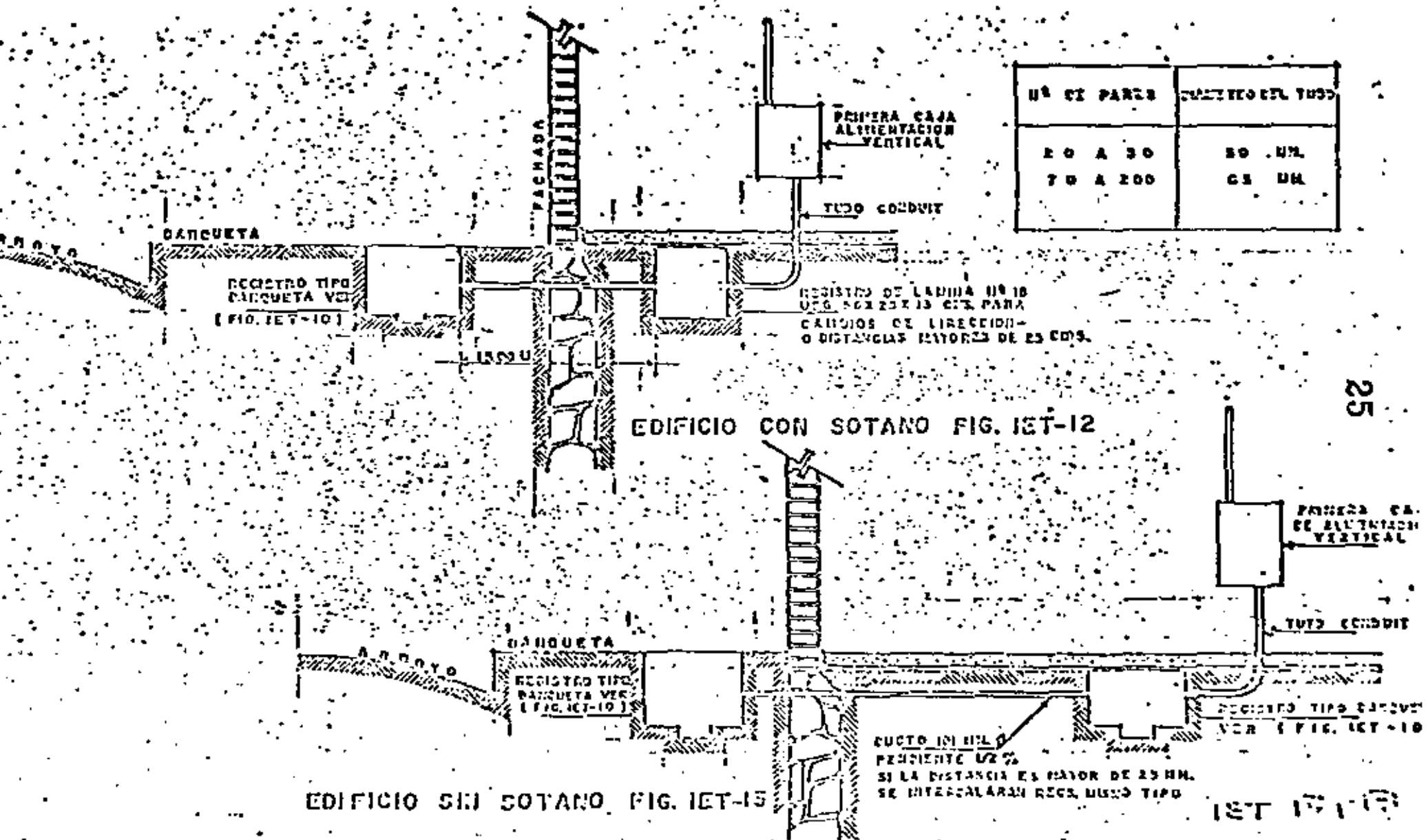
24



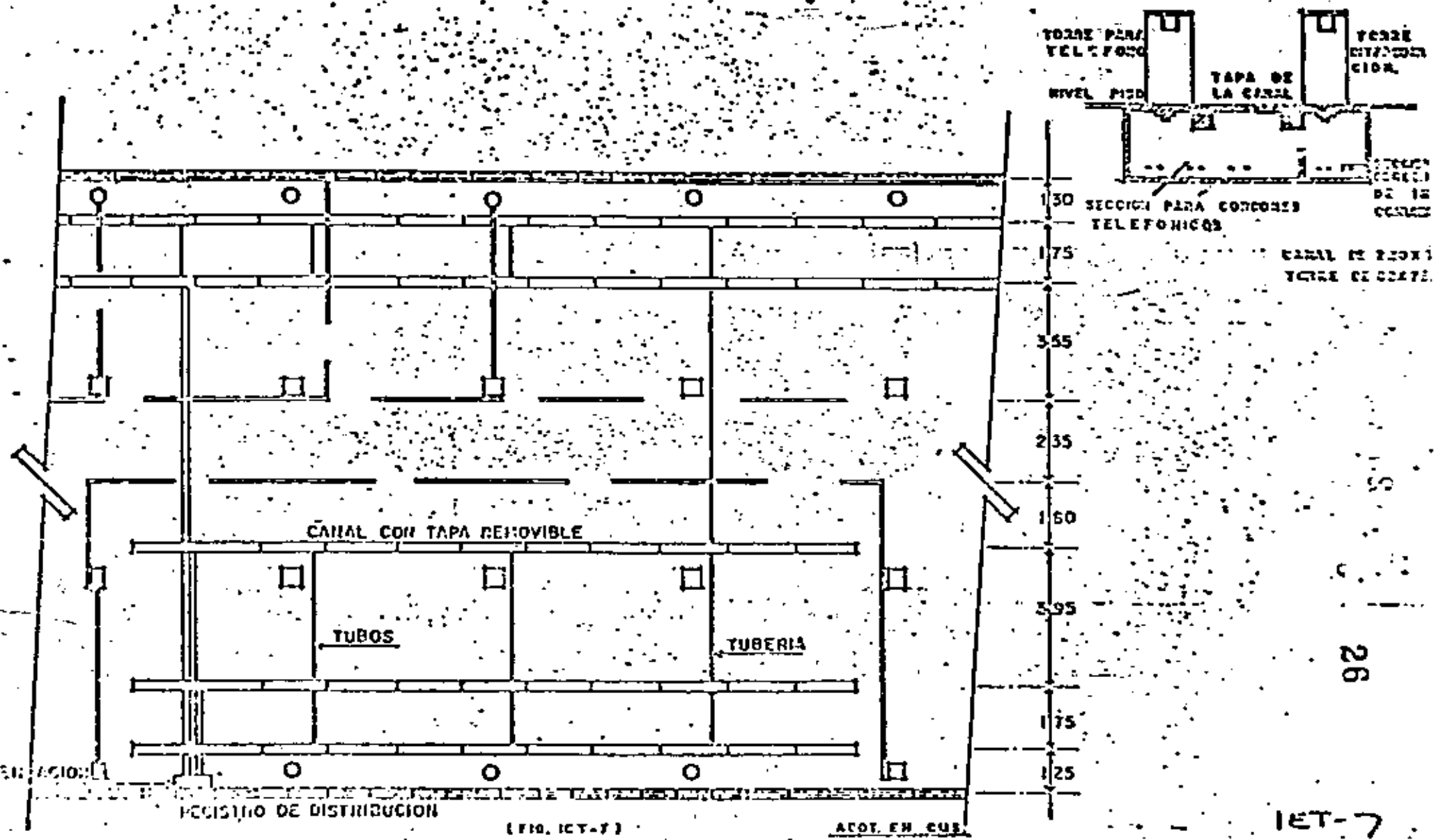
(FIG. IET-6)

G-2

IET-6

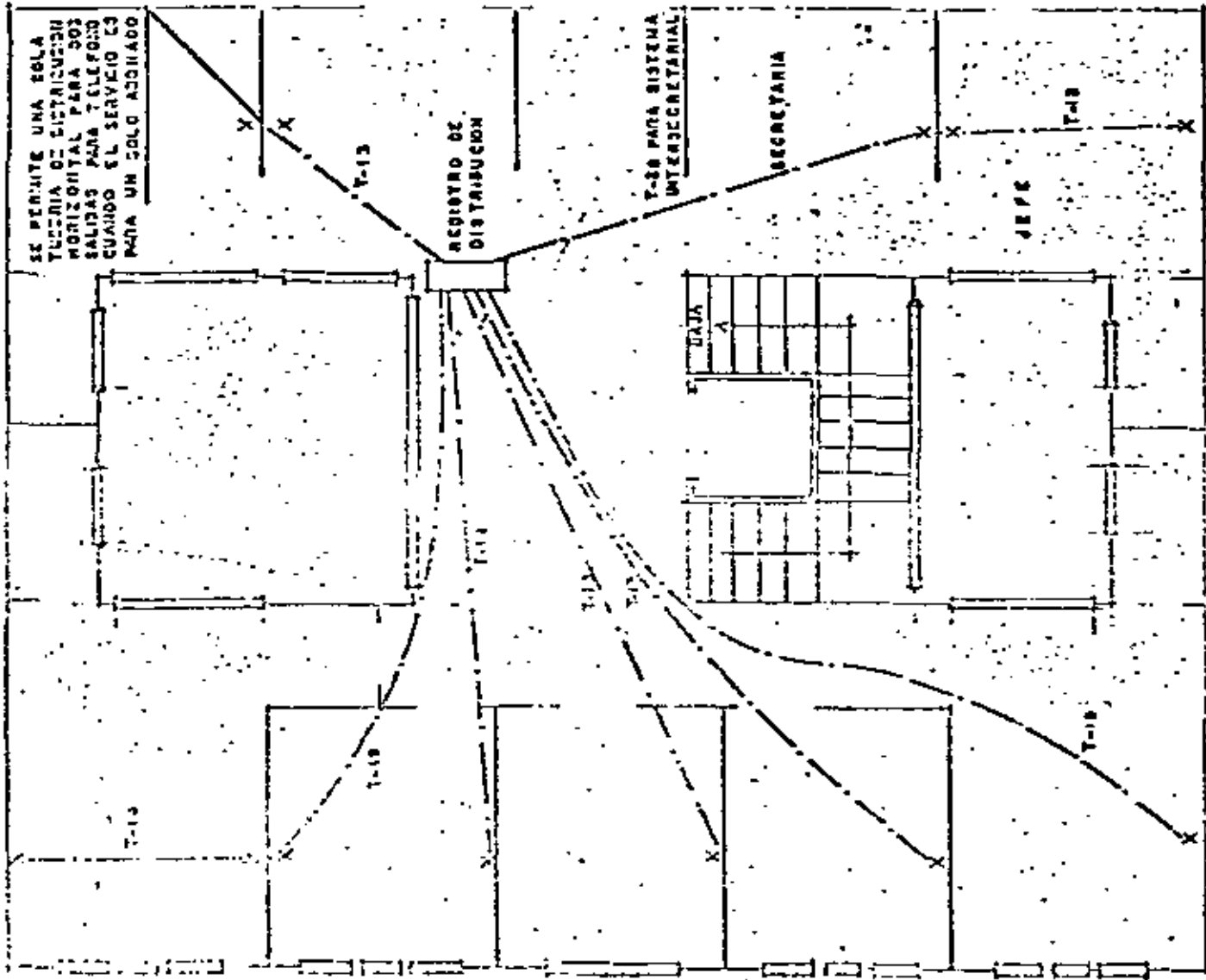


DETALLE DE ACOMETIDA TELEFONICA



SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL G-4

27



(FIG. 16 T-6)

CANALIZACIONES HORIZONTALES

Nº DE LINEAS DIAMETRO DE TUBO

1-2	1 1/2
3-6	2
7-9	3
9-10	3 1/2

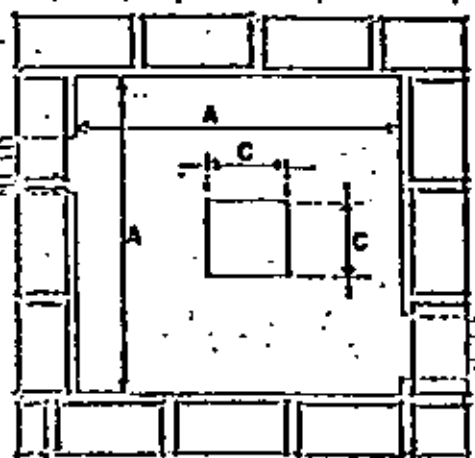
15 T. 5

ESQUEMA DE UN LINEA DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA

4-5

21

ALIMENTACION TELEFONICA



PLANTA

REGISTRO	A	B	C	D	SIMBOLO
CHICO	600	600	200	130	☒ 1
GRANDE	800	800	200	150	☒ 2

* LA PROFUNDIDAD "D" PUEDE SER MAYOR ESTABLECIENDO LA PENDIENTE DEL DUCTO DE ALIMENTACION

EL REGISTRO GRANDE ES PARA ACOMETIDA DE 200 PARES

APLANADO DE CEJUNTO

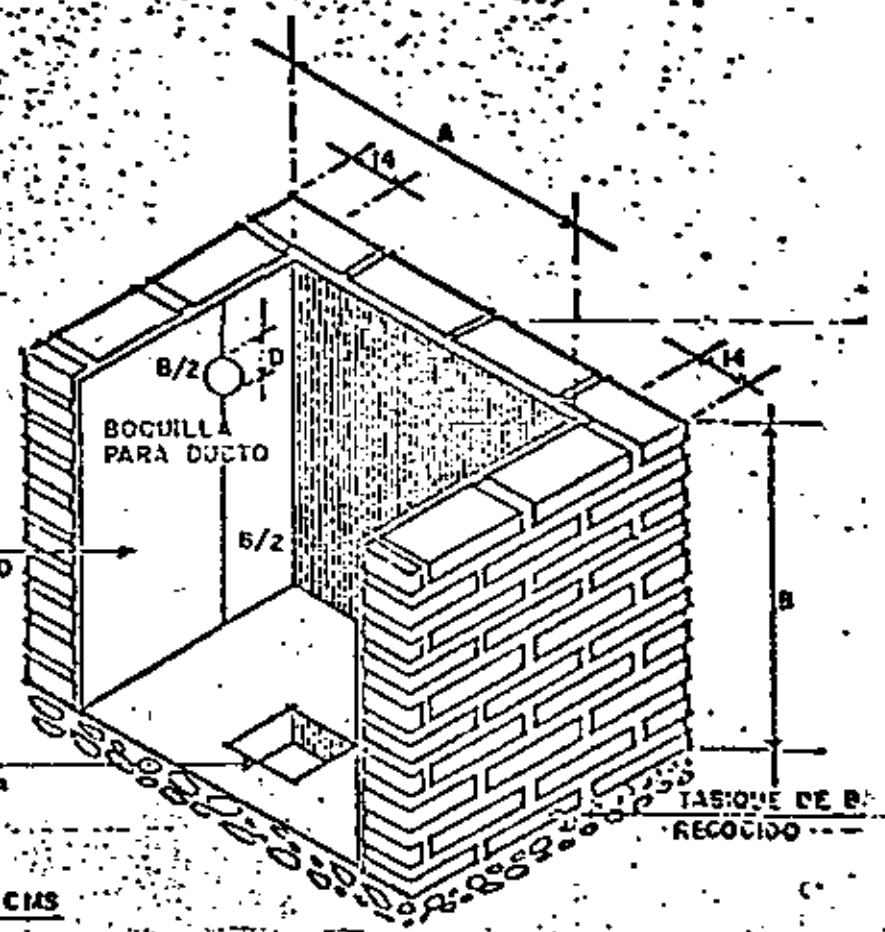
DUCTO PARA CABLE ACOMETIDA AL EDIFICIO

CARCANO 10x10x15 cm

ACOT. EN CMS

USAR LAS TAPAS INDICADAS EN FIG. IET-11

NOTA.- SE CONSTRUIRA A UNA DISTANCIA DE 30 CMS. DEL PARAMENTO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION



ISOMETRICO

TASIONE DE B. RECOCIDO

DETALLE DE REGISTRO DE MAPOSTERIA (DE BANQUETA) 6-6

Tubería de 19 cm. de diámetro

13 mm.

25 mm.

38 mm.

Tubería hacia arriba o hacia abajo.
La tubería se deberá indicar si es por
piso losa ó muro y de que material.

Ducto de P.V. chogado 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. 16USC
de 23 x 23 x 13 cm. con fondo de madera
1.5 cm.



Registro de lámina galvanizada No. J
SG. de 56 x 28 x 13 cm. con fondo de
madera 1.5 cm.

Registro de lámina galvanizada No. J
SG. 56x 56 x 13 cm. con fondo de máde
1.5 cm.

Registro de lámina galvanizada No. I
SG. de 70 x 55 x 22 cm. con fondo de
madera 1.5 cm. (100 pares).

Registro de lámina galvanizada No. I
SG. 100 x 70 x 22 cm. con fondo de m
dera 1.5 cm. (400 pares)

Registro de lámina galvanizada No. I
SG. 150 x 70 x 22 cm. con fondo de
dera 1.5 cm. (600 pares)

Registro de lámina galvanizada No. I
SG. de 80 x 70 x 22 cm. con fondo de
dera 1.5 cm. (300 pares)

Salida para teléfono directo en muro
piso.

TE_{mop}

Salida para teléfono extensión de conmutador en piso o muro

TS_{mop}

Salida para teléfono directo secretarial piloto en piso o muro.

TS_{2 mop}

Salida para teléfono directo secretarial suplementario en piso o muro.

TE_{mop}

Salida para teléfono de extensión en piso o muro.

TP_m

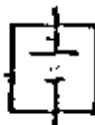
Salida para teléfono público en muro.

TCA

Computador automático telefónico tipo (x) y (y) extensiones.



Rectificador de corriente.



Banco de baterías.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS

LETRA DE LOS PARES EN EL GRUPO	CANTIDAD DE PARES	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








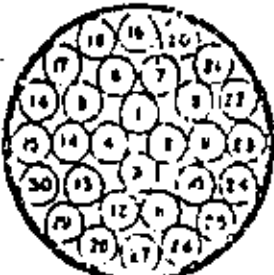

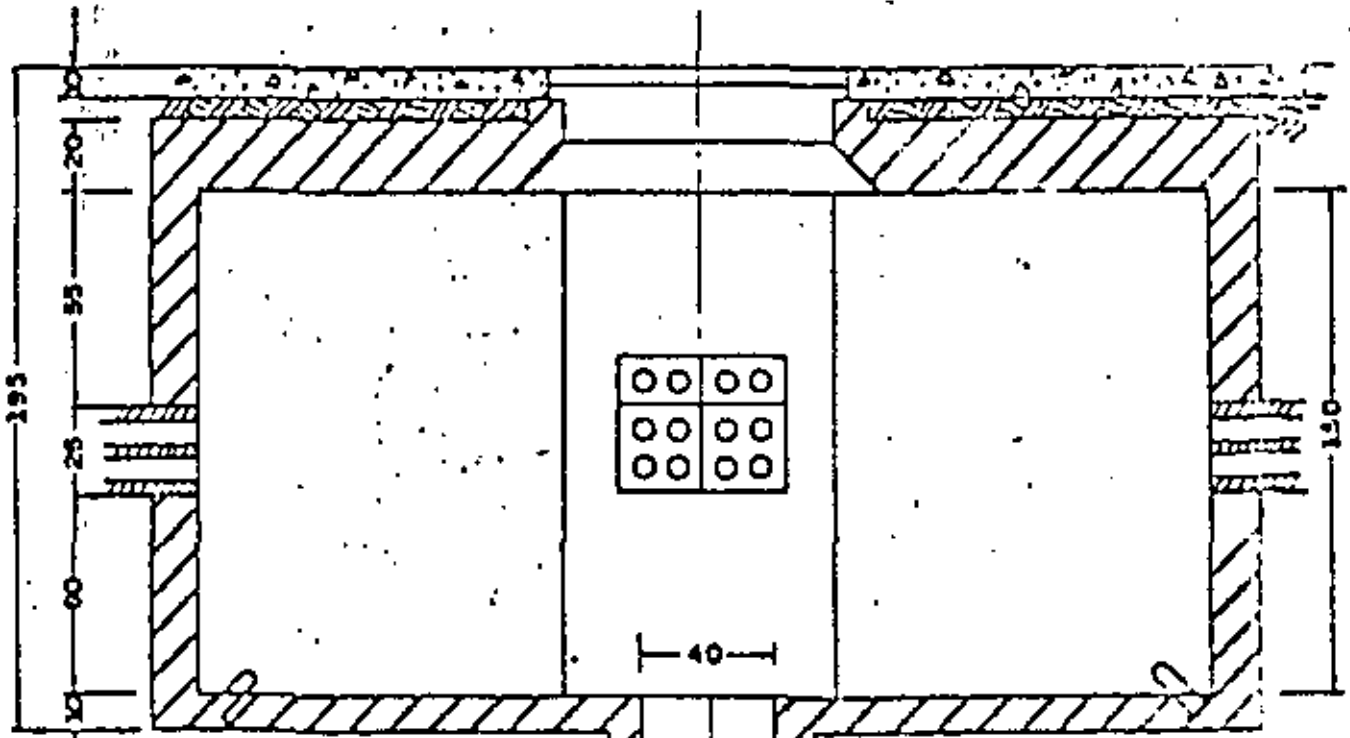
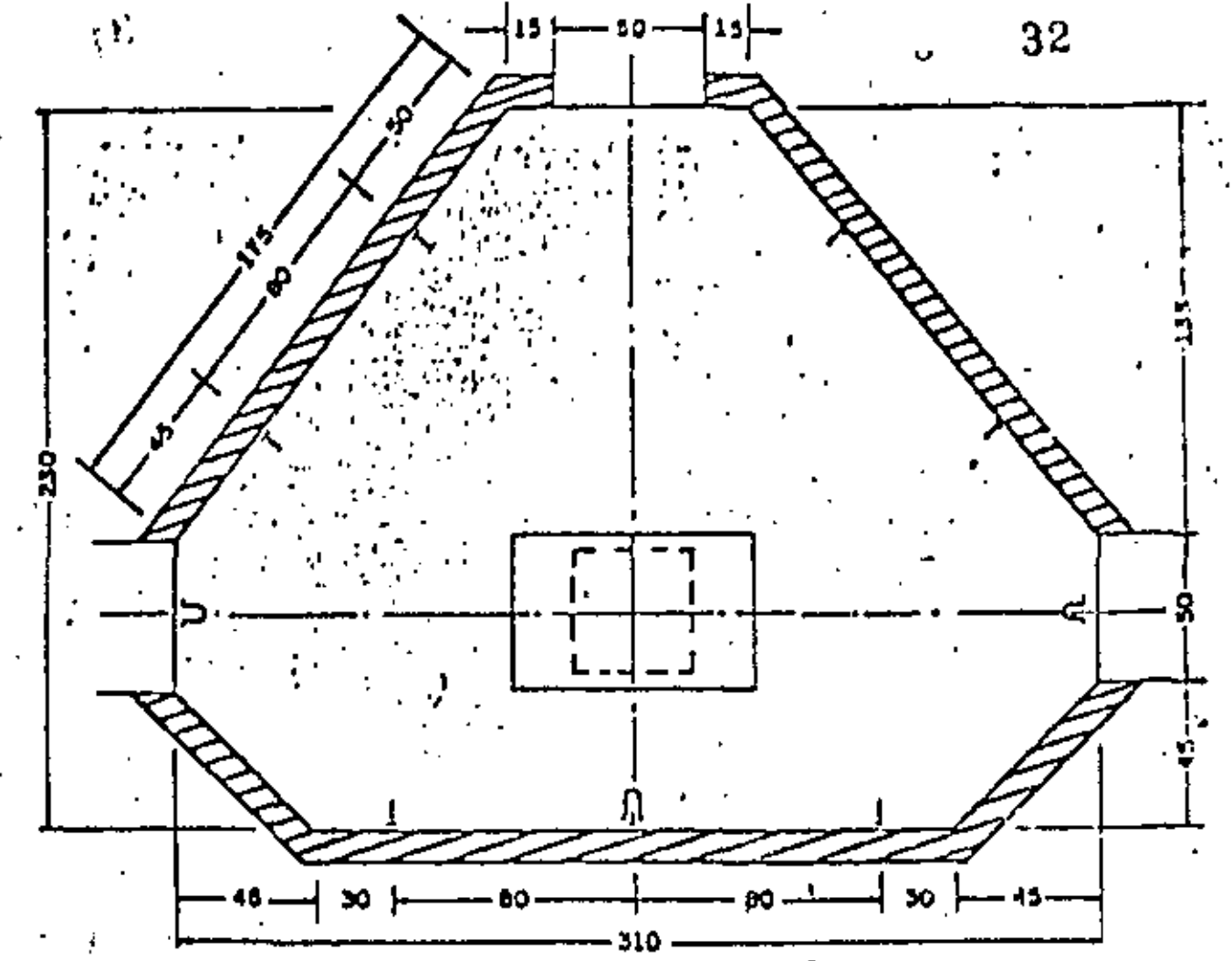
	
20 PARES 2 GRUPOS DE 10	30 PARES 3 GRUPOS DE 10
	
50 PARES 5 GRUPOS DE 10	70 PARES 7 GRUPOS DE 10
	
100 PARES 10 GRUPOS DE 10	150 PARES 15 GRUPOS DE 10
	
200 PARES 20 GRUPOS DE 10	300 PARES 30 GRUPOS DE 10

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





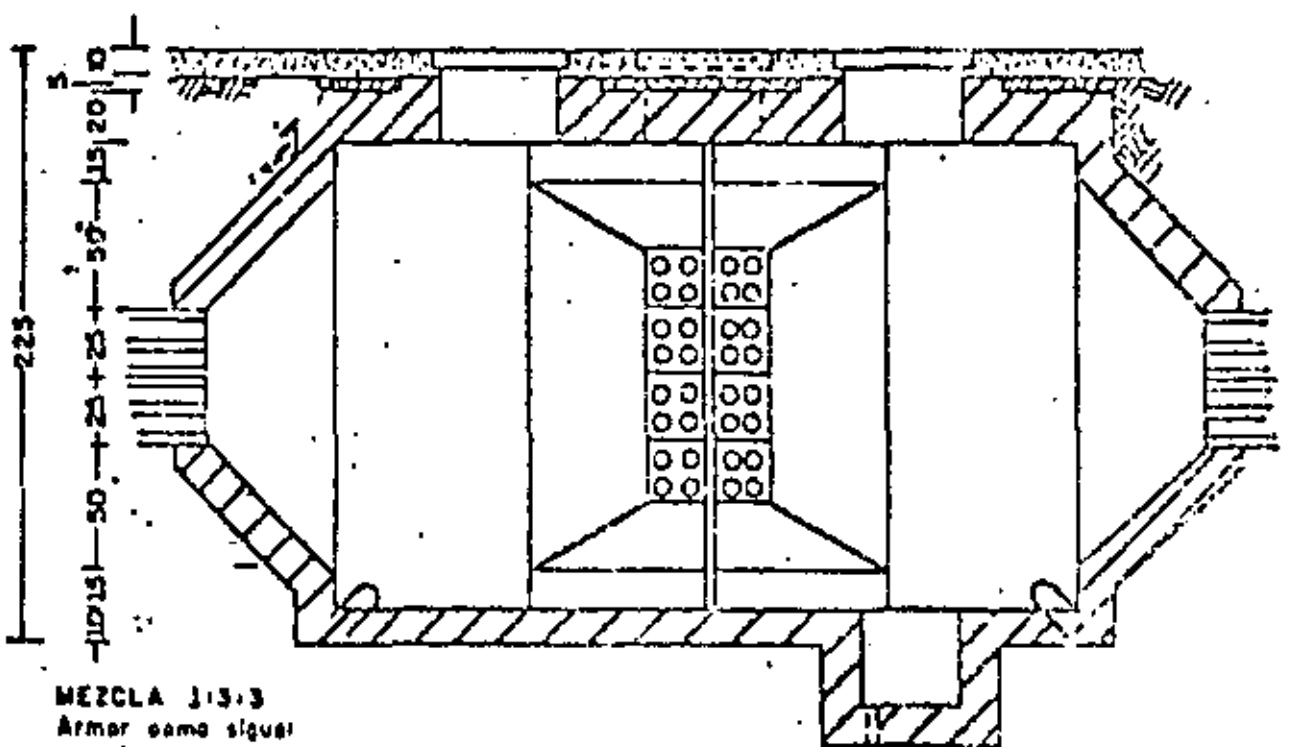
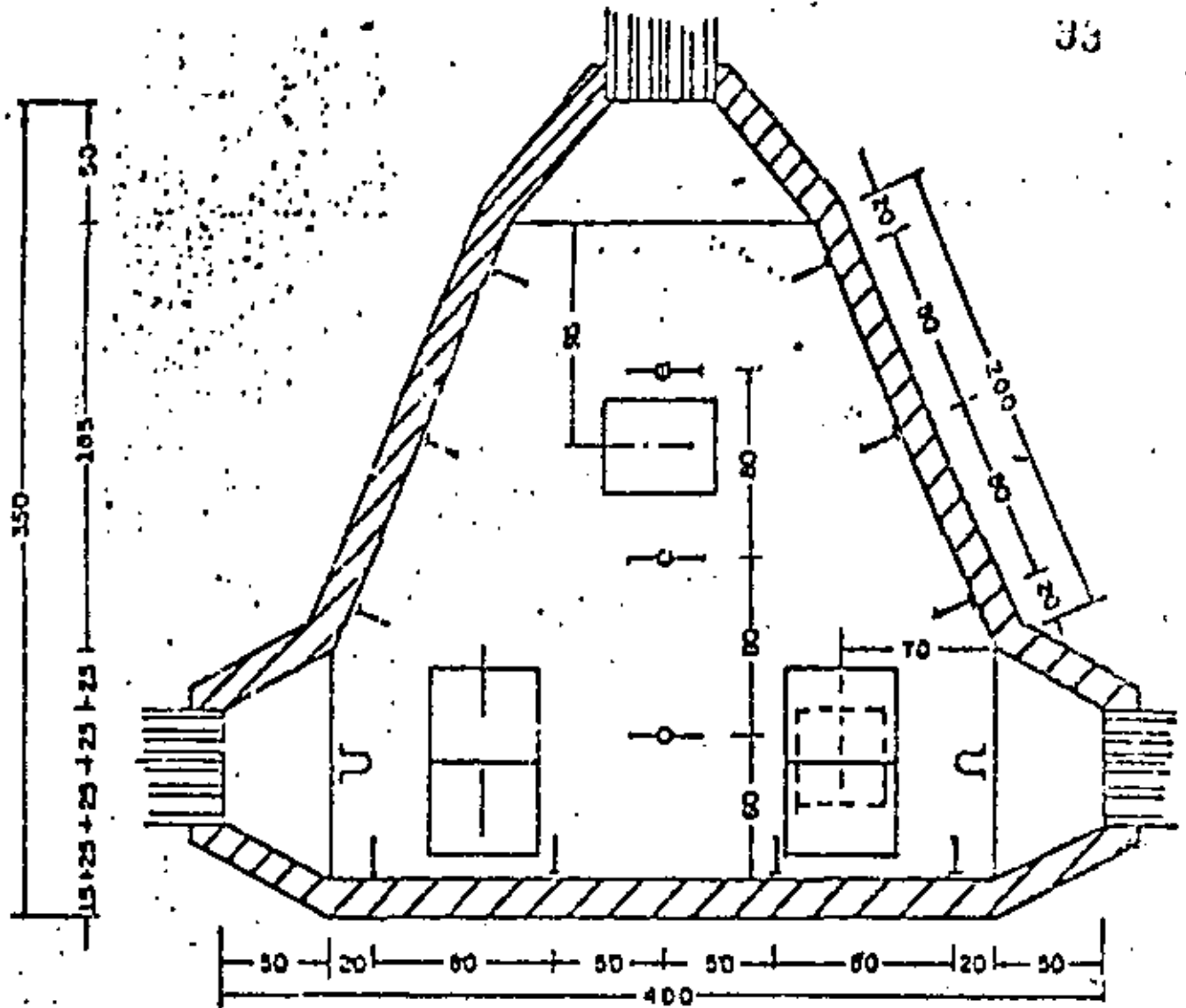
MEZCLA 1:3:3
 Armer como sigue:
 Dóvado 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.
 Paredes 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.
 Piso 20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

SÍMBOLOS
 LU Estoba
 Bastidor

Acotaciones en centímetros

FIG. 13

G-11



MEZCLA 1:1:3

Armar como sigue:

Bóveda 10x10 cm. con varilla 1.27 cm.

Pared .20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

Piso .20x20 cm. con varilla 1.27 cm.

Asesiones en centímetros.

SÍMBOLOS

U Estada

I Puerta

→ Tubo

G-12



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PARARRAYOS

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

FEBRERO, 1982

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICASEL 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 tempestades, o en períodos 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 (90%) 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 Cúmulos y los Cúmulos-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, excede 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 desplazamientos 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 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 débilmente luminosa.

Cuando 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 emisión de Luz (Relámpago). Esta suele después moderarse, tornándose en una corriente de mayor duración que termina con el remanente de cargas 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 afortunadamente muy pequeña, 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).

Ocurra frecuentemente que las diversas concentraciones de carga de una misma nube utilicen 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 algunos en los que se conocen hasta 47 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. #8) 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 PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

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.

Es del conocimiento de todos 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 más 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) Perdidas 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 van 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 concentran 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 25 y 50 descargas atmosféricas en un año, (SCNW y H.MT). N. M.

Tome 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 analizamos 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.

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 inofensiva 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 pues 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 1760, no se puede considerar como un absoluto; en 1767, Franklin escribió 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 Randeron (1879) afirman que no se puede justificar una determinada zona de protección para una barra, y finalmente F.W. Peek en 1929, 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 Peak, y tomando como promedio una altura de 1000 pies, un radio variable de 2 a 4. En 1945 esta cifra fue 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.

Un SISTEMA de pararrayos, está integrado por 3 elementos fundamentales: (Lam. #12)

- 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) CIRCUITO 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 Reactancia 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 electrodos y de esta manera lograr abatir la resistencia a tierra.

De acuerdo a la diferente organización de los elementos anteriores se conocen actualmente los siguientes tipos de pararrayos: -

Pararrayos de Franklin - Descubiertos por Benjamín 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 Electrónica de los E.U.A.), Underwriters Laboratories Inc. NFPA (National Fire Protection Association) y es 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 provee la ionización adicional. Su uso no está reglamentado en nuestro país.

Conclusion:

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 UL55A de Underwriters Laboratories, Inc., y en el Lightning Protection Code de National Fire Protection Association (NFPA N°78).

SISTEMAS DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

CRITERIOS DE DISEÑO

De la información que nos proporcionan las normas (N.F.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

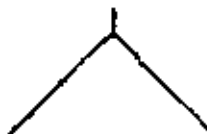
1.2-3) Pendiente Ligera: Con pendiente igual o menor a 1/8 en claro igual o menor de 12 Mts., o con pendiente igual o menor a 1/8 en claro mayor a 12 Mts.

1.3) Colocación de las Puntas:

1.3.1) En función de la forma del techo,

a) Techos Planos:

b) Techos Inclinaados:



c) Techos con Pendiente Ligera:



1.3-2) Espaciamentos:

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 superficies 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 máximo 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 (triple 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 1.60 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 al son 2.

- c) 30 Mts. de espaciamiento promedio más de 2.
- d) La condición 2.1-2 obliga la posición de bajadas en cambios de nivel.

3) 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:
 - a) Varillas (3 Mts. mínimo).
 - b) Rehilas (1.5 - 2 Mts. Profundidad).
 - c) Cable enterrado: mínimo: 3.5 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:
 - a) Debe medirse la resistencia del electrodo desconectado del Sistema, por lo que deben instalarse desconectores adecuados.
 - b) Deben probarse al instalarse, y una vez al año.
 - c) Valor suficiente de la resistencia: 50 Ohms.

4) CONEXIONES ADICIONALES

- 4.1) Para cuerpos metálicos que puedan recibir una descarga (Chimeneas, Respiraderos, Ductos, etc.)
- 4.2) Para cuerpos metálicos, en los que debido a su cercanía con el Sistema (máximo 1.00 Mts.) en ellos pueda INDUCIRSE una carga que origine una descarga lateral.
- 4.3) Tierra Común: De Sistemas que estén conectados a tierra (Eléctrico, Telefónico, Agua, Gas, etc.).

5) SISTEMAS DE INSTALACION

- 5.1) Aparente (preferible)
- 5.2) Oculto (en ductos NO metálicos)
- 5.3) Usando estructura metálica (siempre y cuando de la misma sea posible garantizar su conductividad presente y futura).

6) ESPECIFICACION DE MATERIALES

- 6.1) General: Deben ser diseñados y fabricados especialmente para Sistemas de Pararrayos dentro de las normas.
- 6.2) Tipos de Conductores:
 - a) Clase I, para edificios de 22.86 Mts. de altura máxima (ANPASA Cat. 32-S).
 - b) Clase II, para edificios de más de 22.86 Mts. de altura (ANPASA Cat. 40).

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 grilla del contorno protegido es 60 cms.
- 3). Los espaciamientos máximos entre puntas 7.6m para puntas de 60 cms. de altura ó mayores, y 6m para puntas más bajas).

II.- FIJACION DE LAS BASES

Usar algun elemento rígido adecuado al ambiente en que se instale, P.C. taquete de plástico 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 70 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, deberán interconectarse estas.
- 4). Si se requiere cambiar la ubicación proyectada, procurará que el espaciamiento entre bajadas continúe siendo uniforme, 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 tensado para garantizar trayectorias lo más rectas posible.

- 2).- El espaciamento 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.

V.- 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.

VI.- 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.

VII.- INSTALACION DE LOS ELECTRODOS

Varillas ó Bayonetas:

- 1). Deben clavarse totalmente (3a.) 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 90 cms. de profundidad.

Rehiletos.-

- 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 azotes, 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 originan una descarga lateral.
- 3). Es conveniente 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 siga 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 o 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.



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

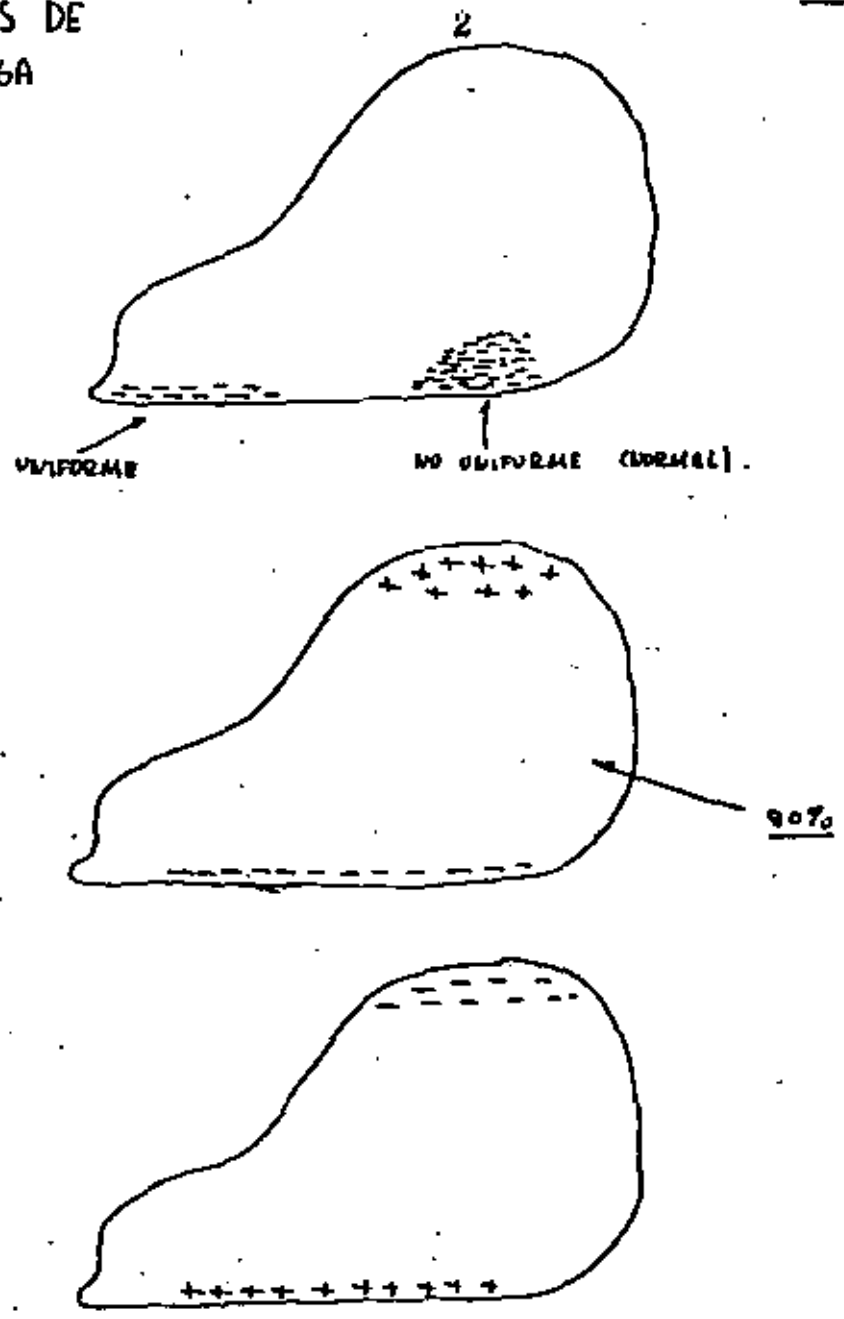
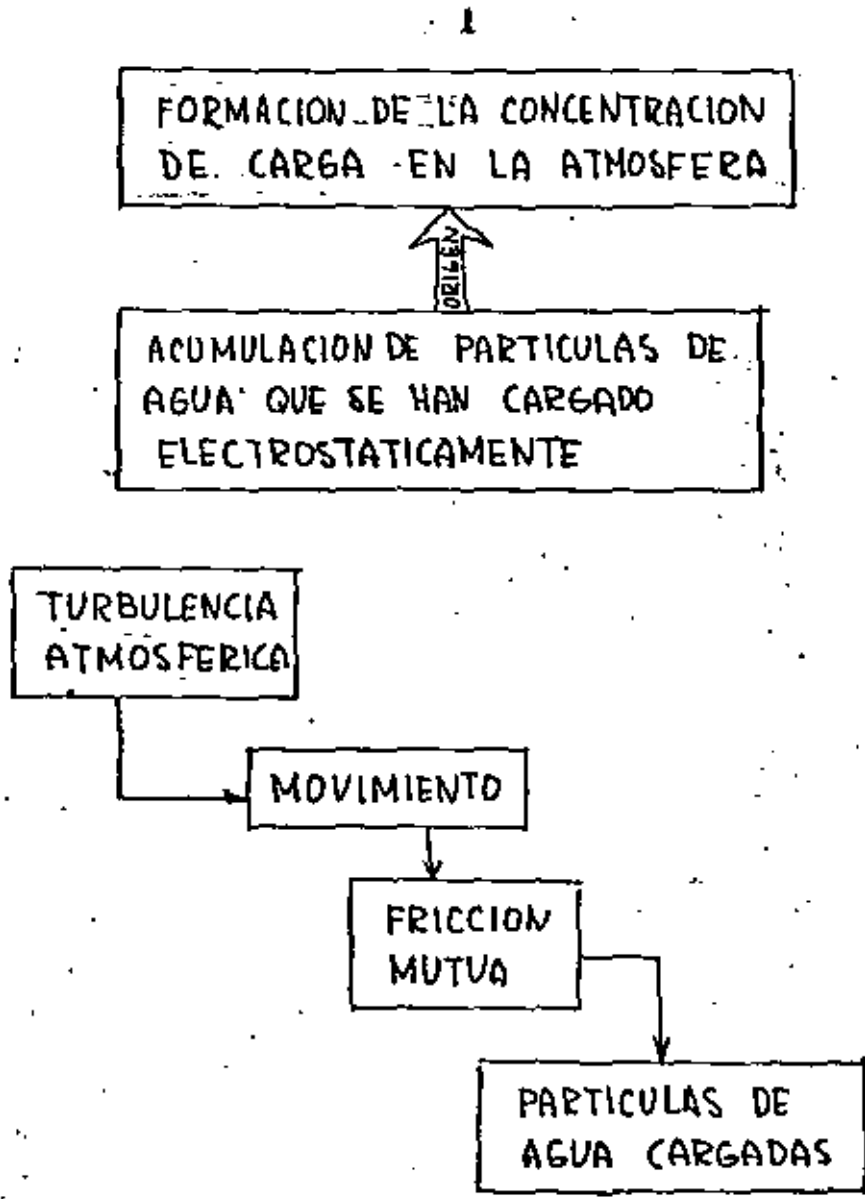
INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PROTECCION VS DESCARGAS ATMOSFERICAS

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

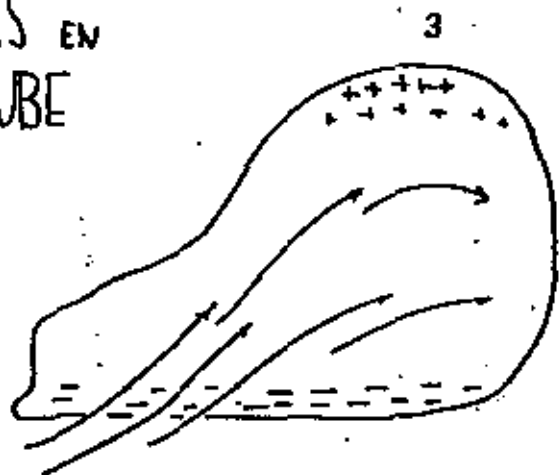
FEBRERO, 1982

LAM-1 TIPOS DE CARGA



CARGAS EN
UNA NUBE

LAM-3



1) EN LA
NUBE

LAM-4

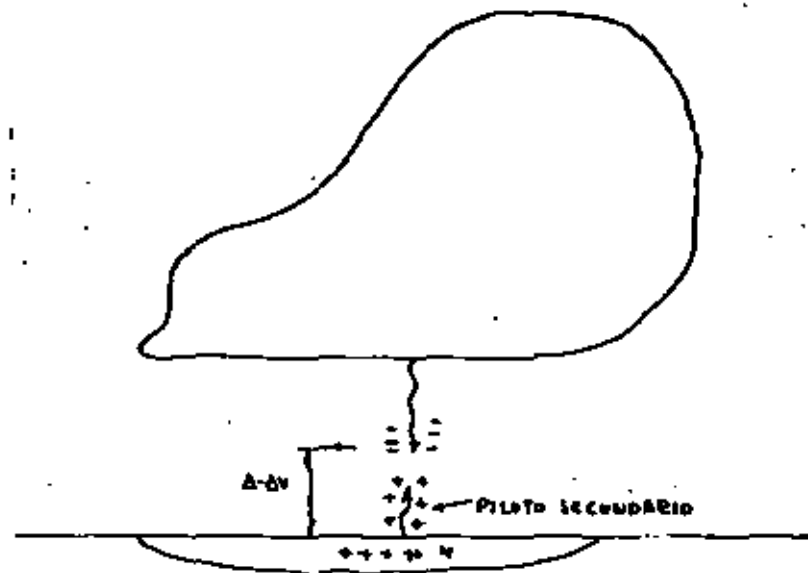
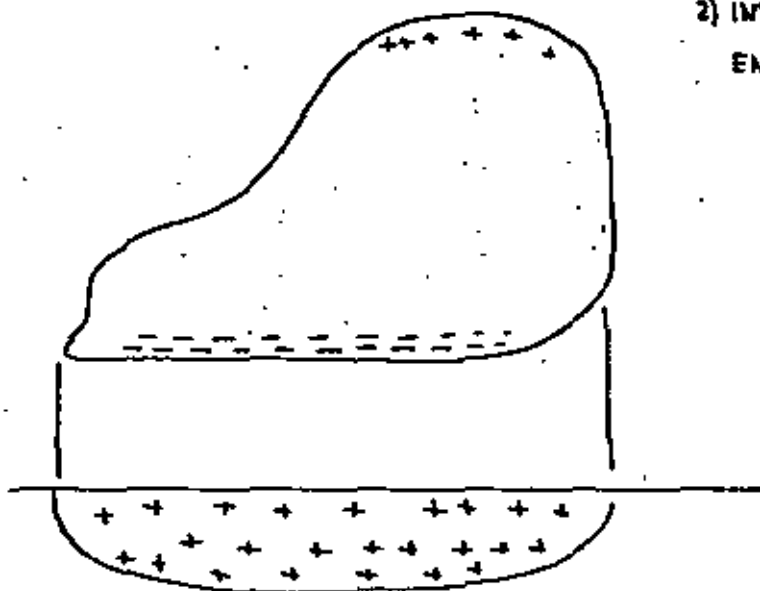


EN LA "PILOTO"
PRIMARIO

$V_{MAX} = 10000 \text{ cm/s} \rightarrow \text{PULSO}$
 $\nabla \approx 100-200 \text{ K/cm}$

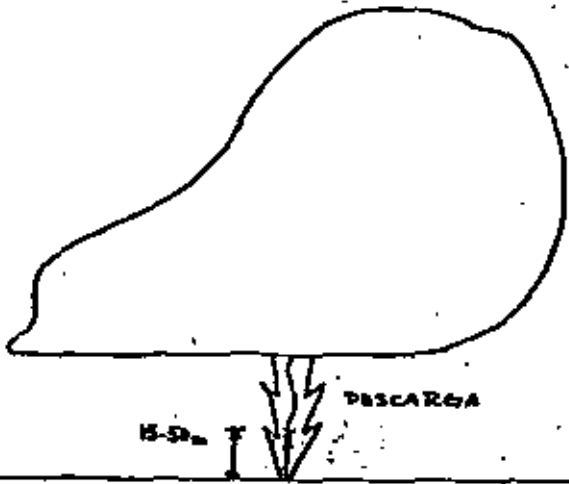
2) INDUCIDA
EN TIERRA

LAM-5



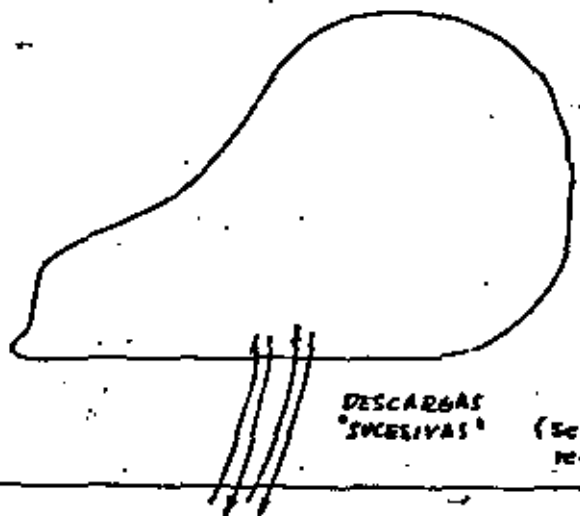
5

LAN'D.



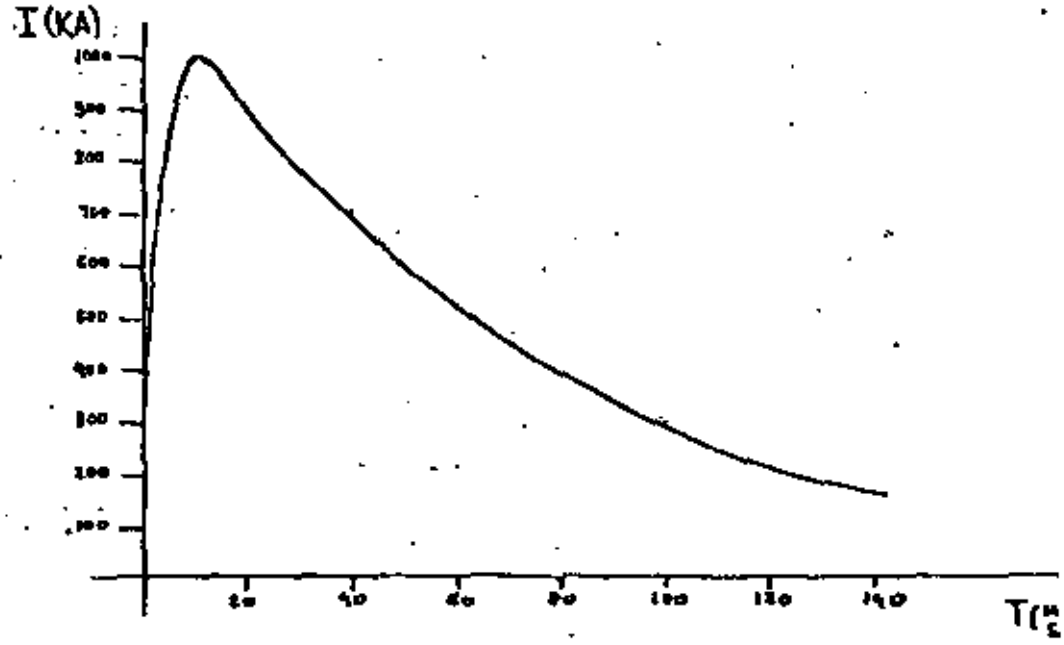
MAGNITUDES de UNA DESCARGA

- VARIABLES
- INTENSIDAD DE CORRIENTE → 10-20 KA
 - DIFERENCIA DE POTENCIAL → 100-600KV
 - DURACION Y NUMERO → FUNCION DE DECIMALES
50% - 1 sola, RARO > 10
 - ENERGIA
 - ↳ CAPA DESCARGA MAX. 100 COLUMBIOS
 - ↓
 - 20 KWH
 - ↓
 - COMO TRES CORTO
 - ↓
 - POTENCIA DE L
 - ORDEN DE 1000'S K.

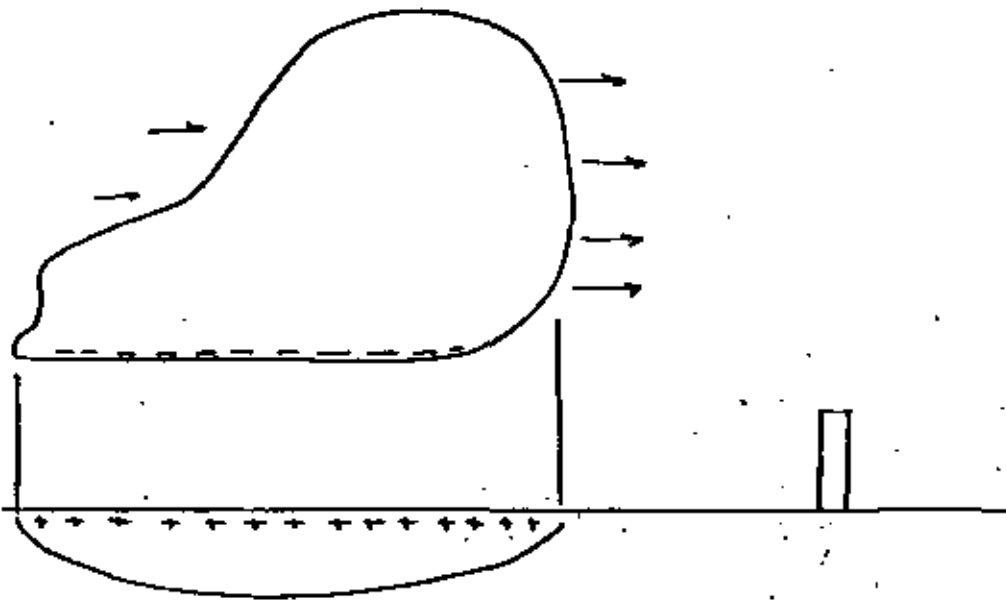


DESCARGAS SUCCESIVAS (Se han llegado a registrar 92).

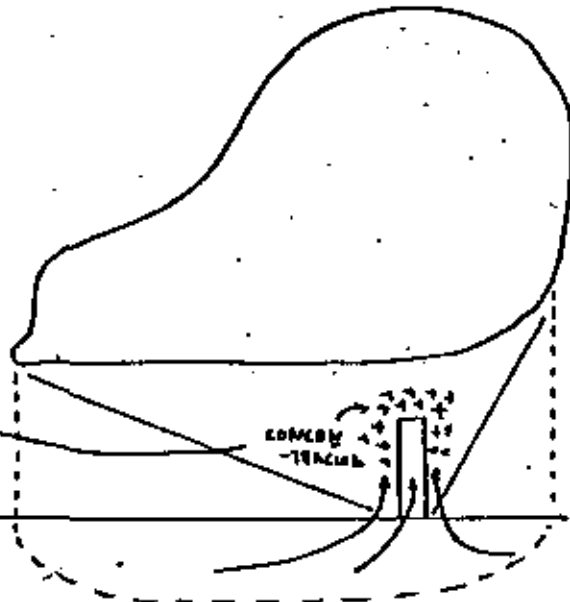
ONDA CONVENCIONAL



7



AUMENTA DV.
AUMENTA POTENCIAL
DESCARGA
DE AQUÍ PARTIRÁ
PILOTO SECUNDARIO

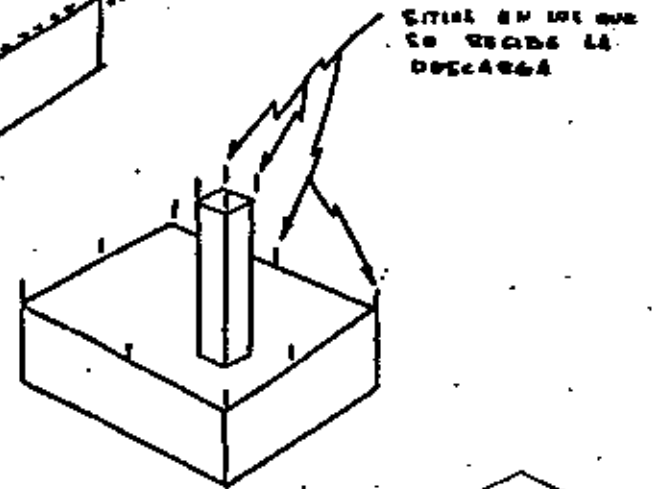
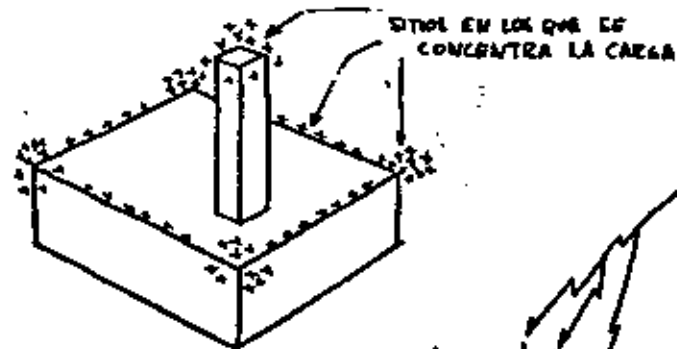


CONCENTRACION
-TENCIAL

SISTEMA FARADAY

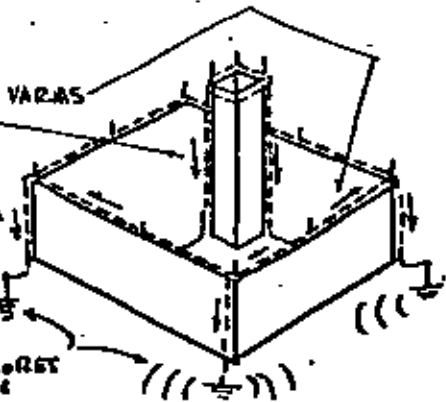
8

- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICA.
 - BLINDAJE ELECTROSTATICO



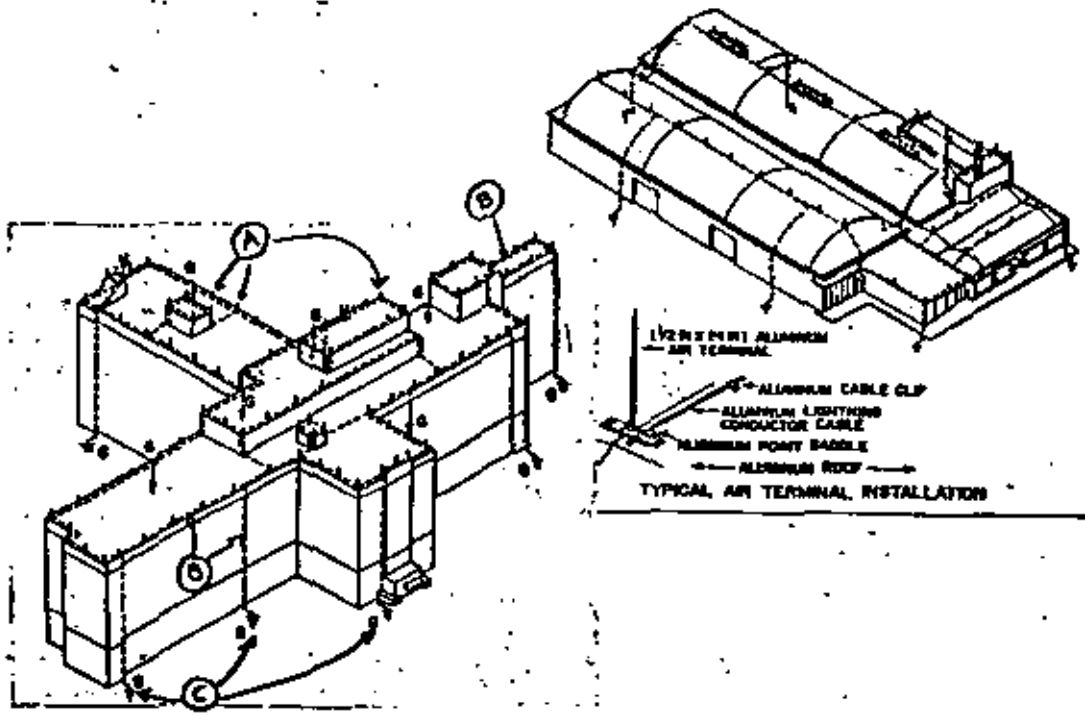
TRANSMISORES
A TIERRA

DISPOSITIVOS
VARIOS



SISTEMA FARADAY. EJEMPLOS

9



VENTAJAS-

- SEGURIDAD
- REGLAMENTADO — (1904)
- EXPERIMENTADO (1904-1975)
- VERBALIZADO
 - UNDERWRITERS' LABORATORIES
 - ↳ UL96A
 - NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
 - ↳ NFPA-78
- ANSI... -IEEE

LA 11

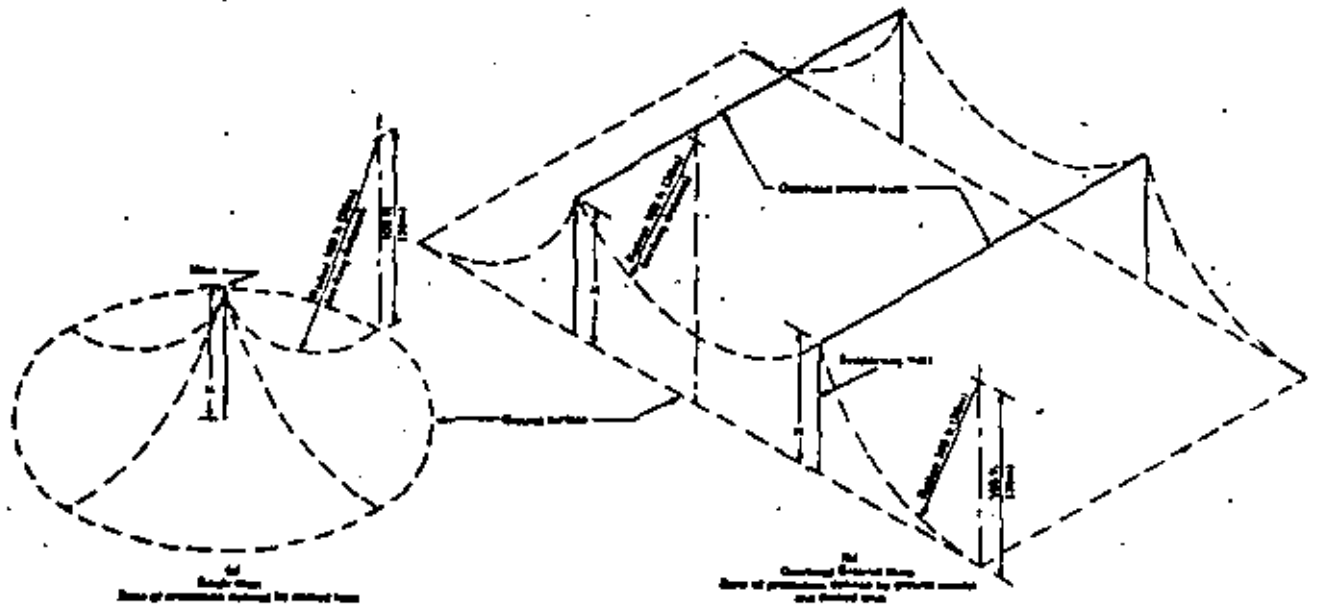
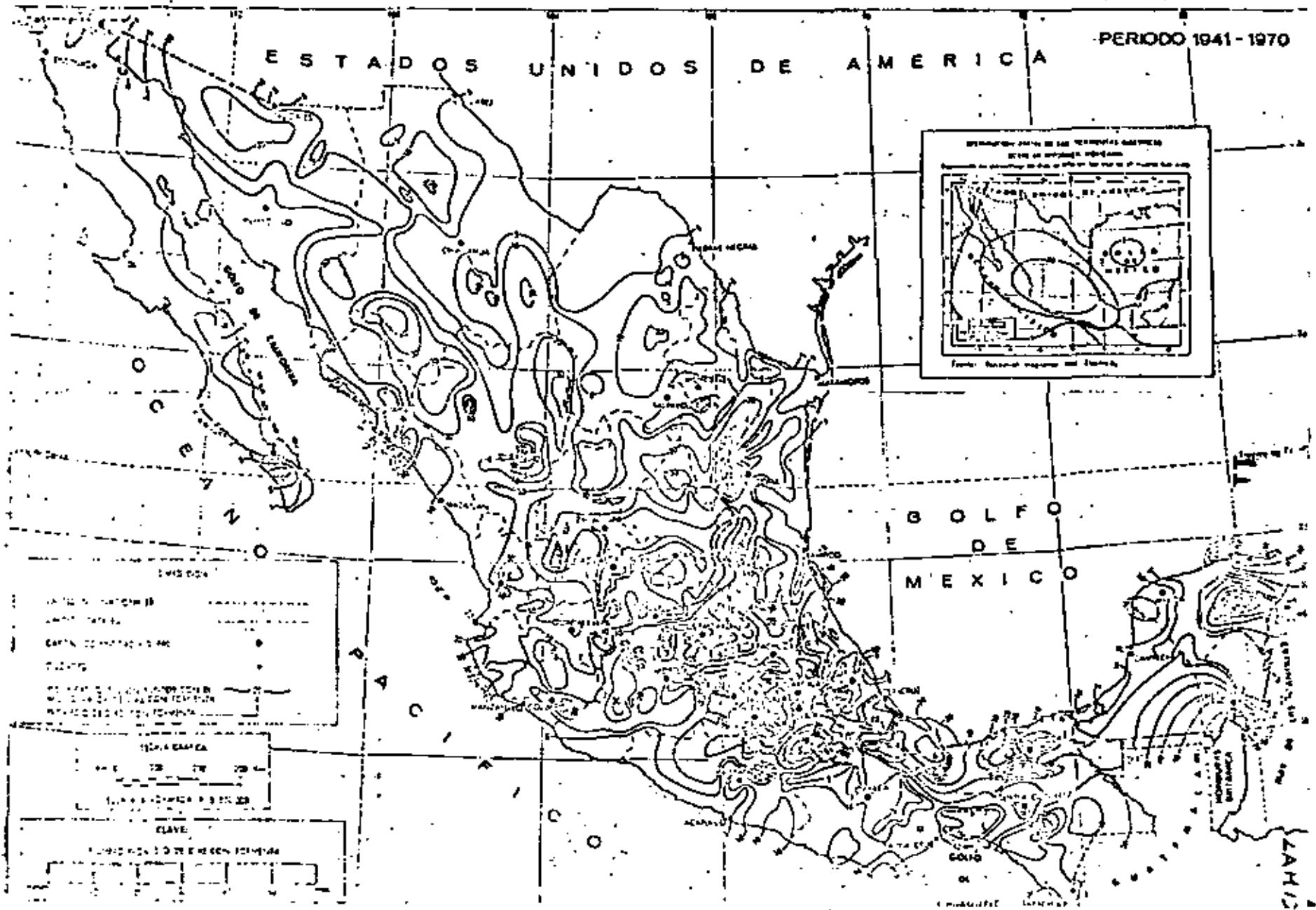


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).

166

-NUMERO DE DIAS AL AÑO CON TORMENTAS ELECTRICAS



FRECUENCIA TORMENTAS

•) REGISTRO ESTADISTICO CONFIABLE

L. 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:-

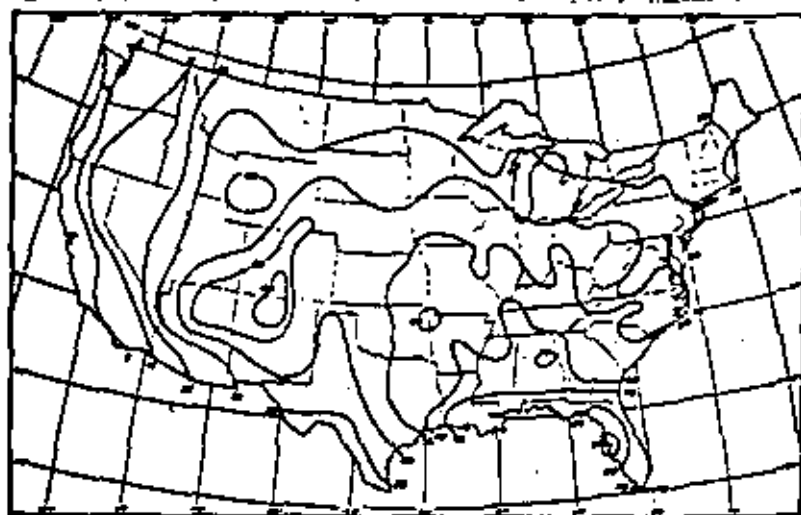


Fig. 2. US Weather Bureau's Map of the United States, with isoceraunic showing number of days per year having thunder storms. Locations between lines can be interpolated - for example, if you live in Hartford, Conn. you have about 26 thunderstorm days per year; Philadelphia, Pa., 25; Kansas City, Mo., 23; Dallas, Texas, 22, etc.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

FEBRERO, 1981

OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS.

I. - SISTEMAS DE UTILIZACION.

000 1

A). - Diagrama Unifilar.

- 1). - Identificación de tableros, alimentadores, máquinas y motores.
- 2). - Tipo y ajuste de protecciones de alimentadores, circuitos de rizados y centros de carga.
- 3). - Calibre de conductores de alimentadores y circuitos derivados.
- 4). - Factor de demanda (general o por alimentador).

B). - Vistas Fisicas.

- 1). - Localización e identificación de tableros y otros centros de carga.
- 2). - Trayectoria de alimentadores y circuitos derivados.
- 3). - Localización de puntos en donde se degradan conductores o canalizaciones.
- 4). - Tipo de canalización empleada.
- 5). - Número y calibre de conductores en cada tramo de canalización.
- 6). - Localización de los interruptores de circuitos derivados (en caso de alimentadores con carga distribuida).
- 7). - Tipo de aislamiento de los conductores.
- 8). - Delimitación de las áreas peligrosas.
- 9). - Localización y disposición del sistema de tierras, así como calibre de los conductores que lo forman.
- 10). - Identificación de las luminarias y contactos, haciendo referencia al tablero de que proceden.
- 11). - Disposición de los conductores en las charolas.

C). - Cuadros de Carga.

- 1). - Ajuste de la protección contra sobrecarga.
- 2). - Corriente nominal de máquinas y motores.
- 3). - Número de fases.
- 4). - Tipo del arrancador.
- 5). - Tipo de gabinetes y otros accesorios empleados en áreas especiales (exteriores, lugares húmedos, lugares peligrosos, etc.)

D). - Generales.

- 1). - Plano de conjunto de la instalación, a donde sean referidos los demás planos.
- 2). - Capacidad interruptiva de las protecciones principales.
- 3). - Escalas de dibujo empleadas.

DIAGRAMA UNIFILAR

① IDENTIFICACION DE TABLEROS, ALIMENTADORES, MAQUINAS Y MOTORES.

TAB - A



(TABLERO DE ALUMBLADO A)



S-6

(SOLDADORA 6)
TIPO Y

ALIM - 5

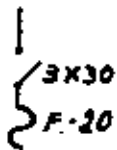
(ALIMENTADOR 5)



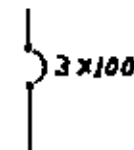
M-12

(MOTOR - 12)

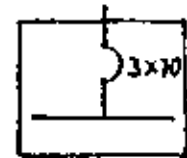
② AJUSTE DE PROTECCIONES DE ALIMENTADORES, CIRCUITOS DERIVADOS Y CENTROS DE CARGA



CIRCUITO DERIVADO



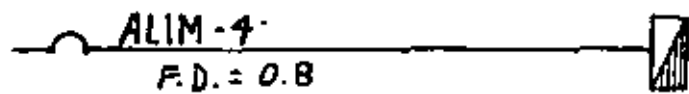
ALIMENTADOR



CENTRO DE CARGA

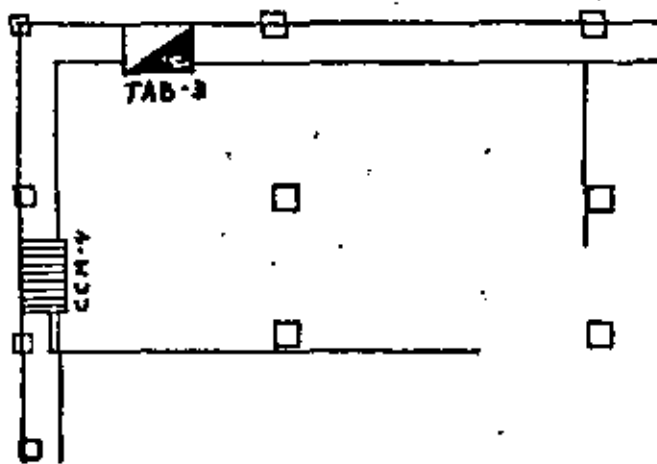
③ CALIBRE DE CONDUCTORES DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

④ FACTOR DE DEMANDA



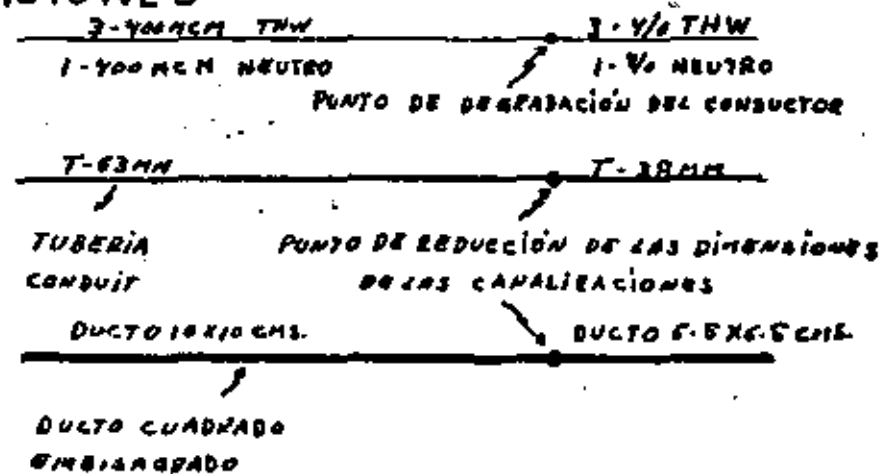
VISTAS FISICAS

① LOCALIZACION E IDENTIFICACION DE TABLEROS Y OTROS CENTROS DE CARGA

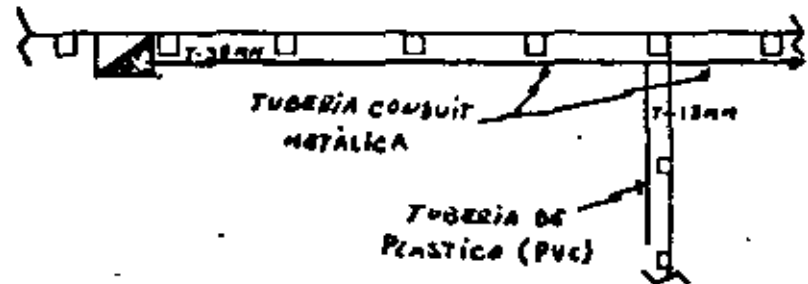


② TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS

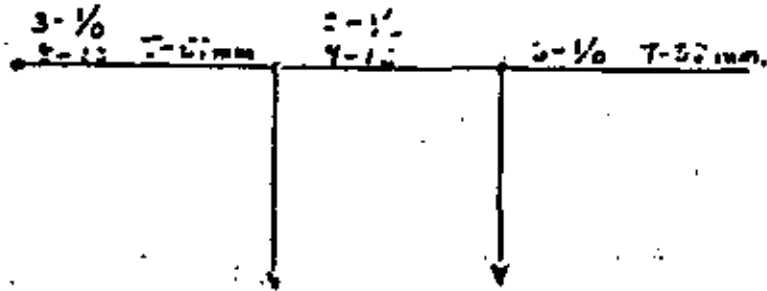
③ LOCALIZACION DE PUNTOS EN DONDE SE DEGRADAN CONDUCTORES O CANALIZACIONES



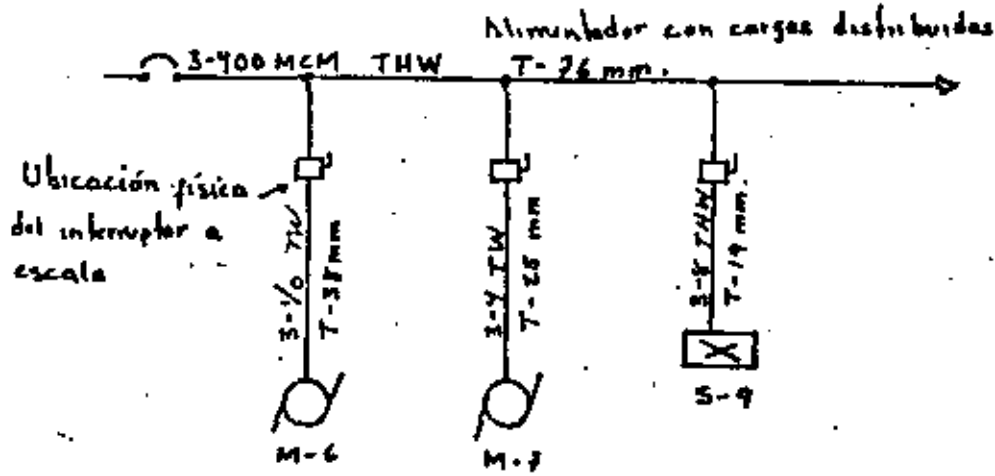
③ TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA



5).- Número y calibre de conductores en cada tramo de canalización



6).- Localización de Interruptores de Circuitos Derivados.



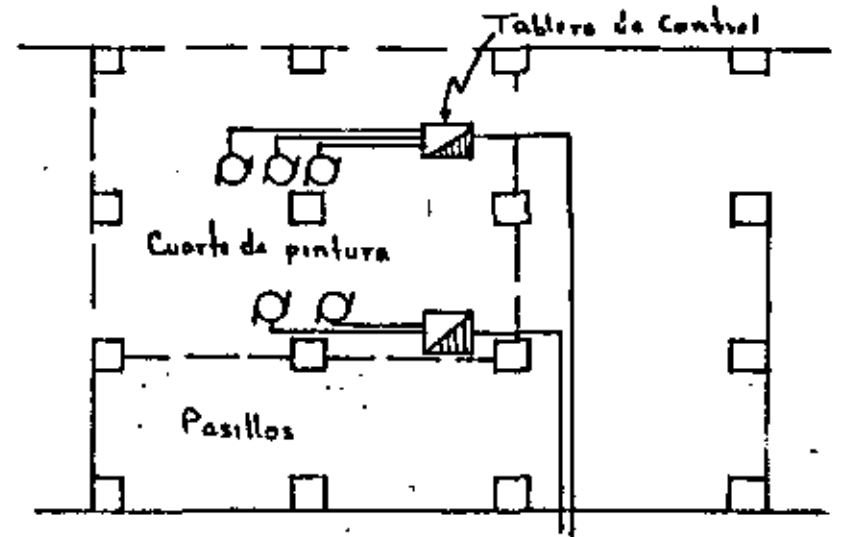
7).- Tipo de Aislamiento de los Conductores

- Cuadro de Materiales -

Conductores	THW, TW, Vinasil 900
-------------	----------------------

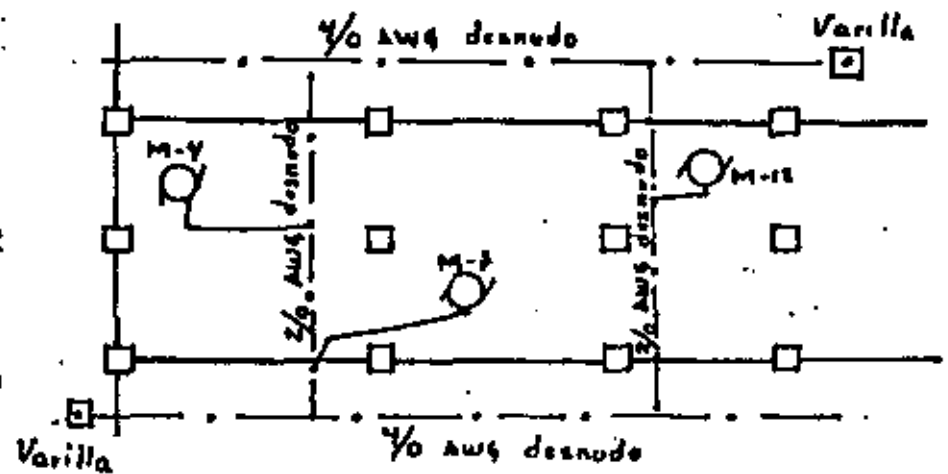
? En que partes se utilizó cada uno?

8).- Delimitación de Areas Peligrosas

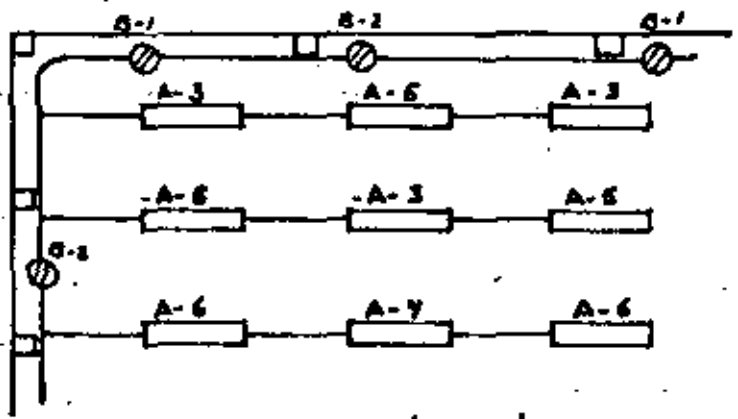


Línea punteada delimita area con ambiente peligroso

9).- Localización y Disposición del Sistema de Tierras.
Calibre de Conductores

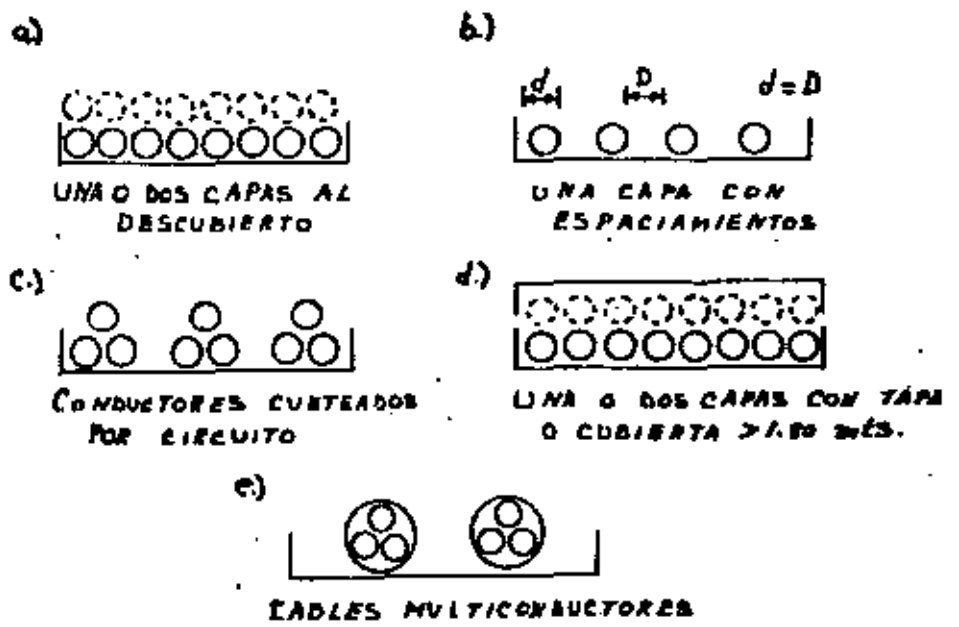


10).- Identificación de Luminarias y Contactos



Alumbrado procedente del tablero A.
Contactos procedentes del tablero B.

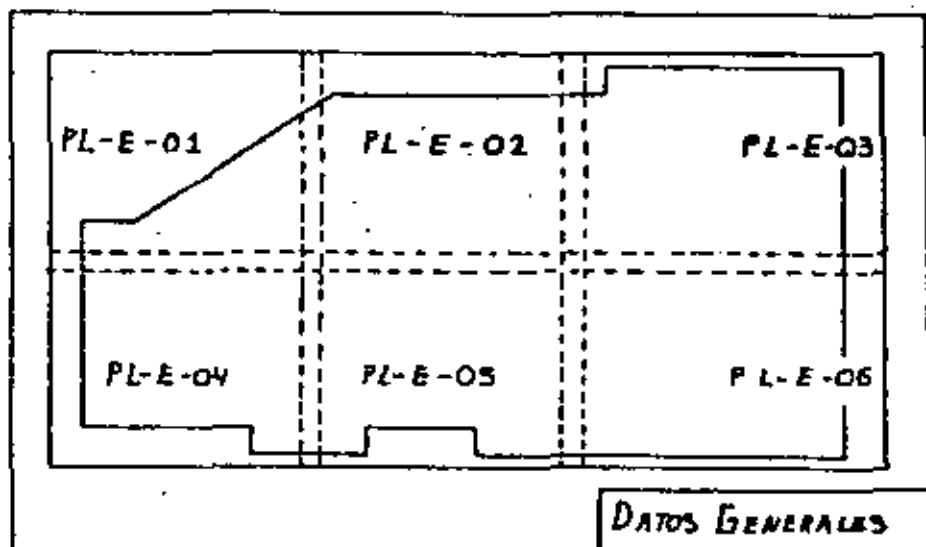
III) DISPOSICION DE CABLES EN CHAROLAS UNIF: 8



- a.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.75
- b.) AMPACIDAD - AL AIRE O LINEA ABIERTA
- c.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.75
- d.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.7
- e.) AMPACIDAD - TABLA DE TUBERIA

GENERALES

- ① PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA



- ② CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES
- ③ ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS
(INCLUIRLAS EN CADA PLANO, Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE)

- CUADROS DE CARGA -

PUNTO:

①, ②, ③
④, ⑤

# DE FASES	AMPERES CORRIENTE NOMINAL	AJUSTE REBILCO VS SOBRECARGA	ARMARIO TIPO	CABINETES TIPO NEMA
2	12.5	14.7	T.R.	1
3	6.8	3.5	T.P.	3R
1	4.2	5.5	T.P.	2

T.R. - TENSION REDUCIDA

T.P. - TENSION PLENA

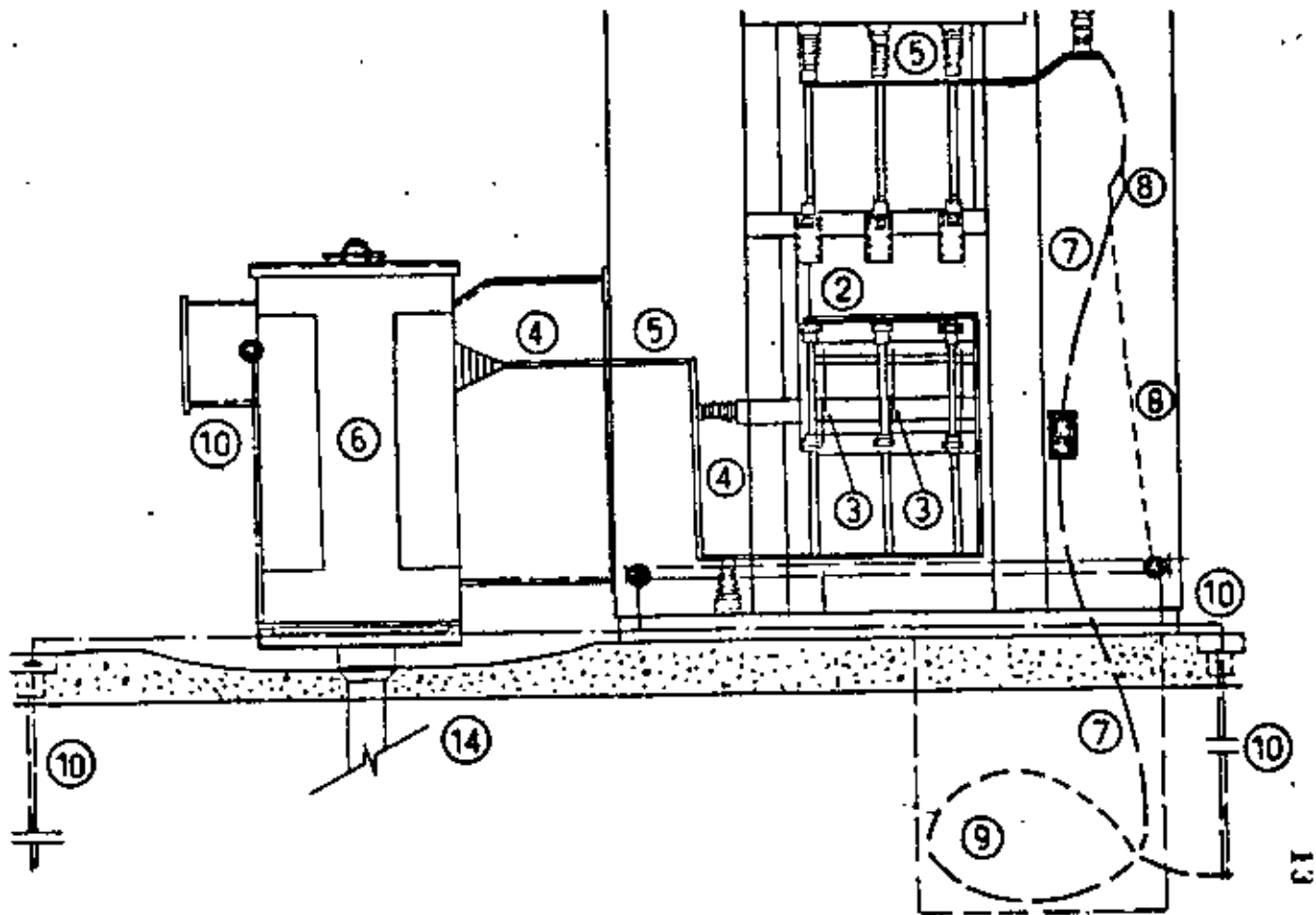
OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS.

II. - SUBESTACIONES.

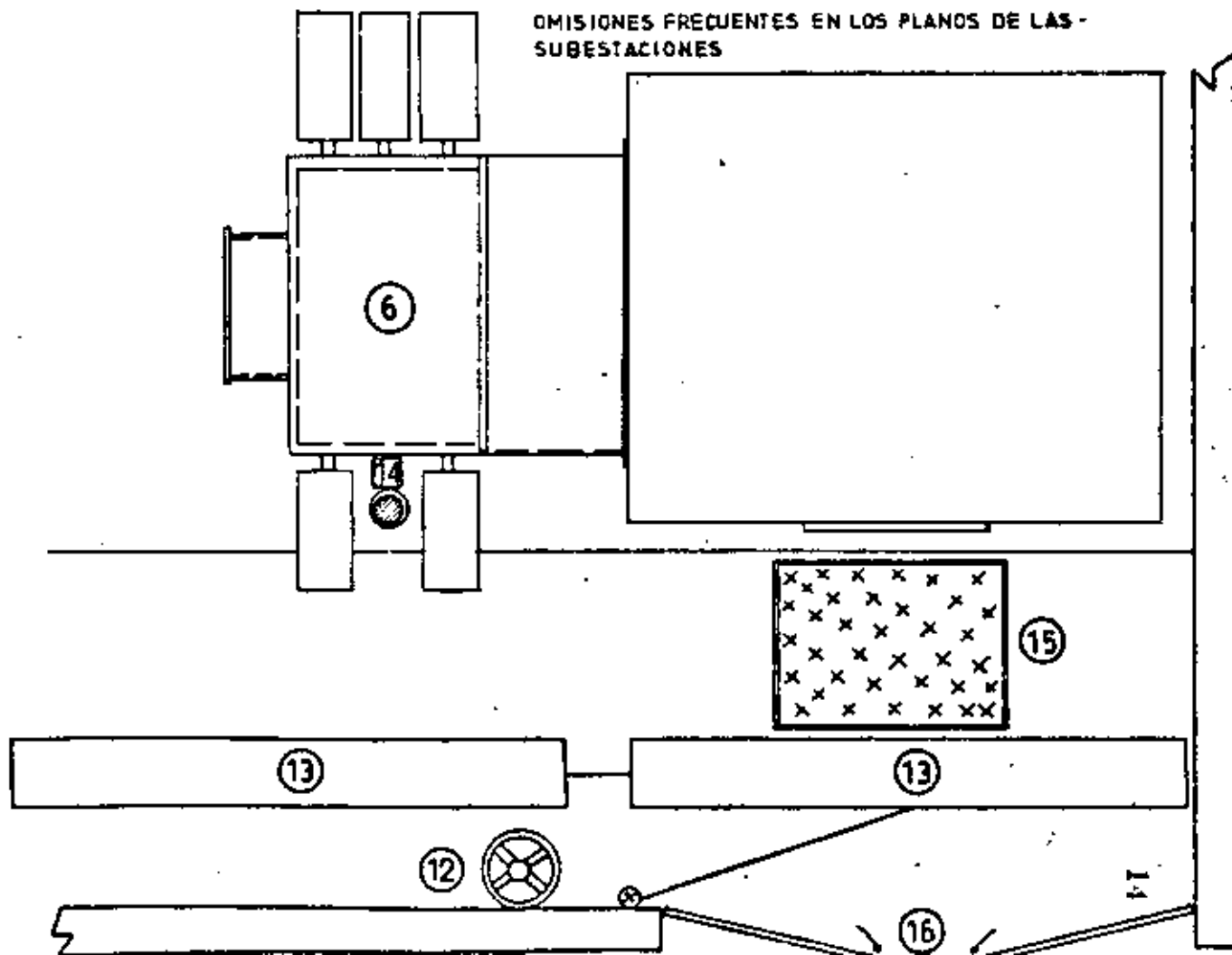
1. - Capacidad de conducción continua (en amperes), de las cuchillas de paso.
2. - Capacidad de conducción continua (en amperes), del interruptor.
3. - Tipo, valor nominal del fusible y capacidad interruptiva del mismo.
4. - Conexión del interruptor a las boquillas del primario del transformador (barra o cable).
5. - Capacidad de conducción continua (en amperes), de las barras. - Material de las mismas.
6. - Características del transformador tales como capacidad, tensiones primaria y secundaria, impedancia propia, etc.
7. - Características de los cables de alta tensión, tales como: tensión nominal, calibre, tipo de aislamiento, existencia o no de pantalla semiconductora, etc.
8. - Características de las terminales del cable: pantallas semiconductoras, conos de alivio y aterrizado.
9. - Disposición de los cables de alta tensión en los registros, radios de curvatura, sujeción de cables y características de la canalización donde se alojen.
10. - Características del sistema de tierra de gabinetes y partes metálicas, conectores empleados, material y dimensiones de los electrodos de tierra, etc.
11. - Mecanismo de seguridad que impide abrir los gabinetes cuando el interruptor este en la posición de cerrado.
12. - Tipo, capacidad y localización del extintor.
13. - Características y localización del alumbrado.
14. - Localización de la coladera para el drenaje de aceite.
15. - Material, dimensiones y características de construcción de tapias o tapetes aislantes.
16. - Ubicación de los accesos a la subestación, medio de acceso al nivel donde se localiza la subestación en caso de subestaciones en

azoteas; y dirección de abatimiento de puertas.

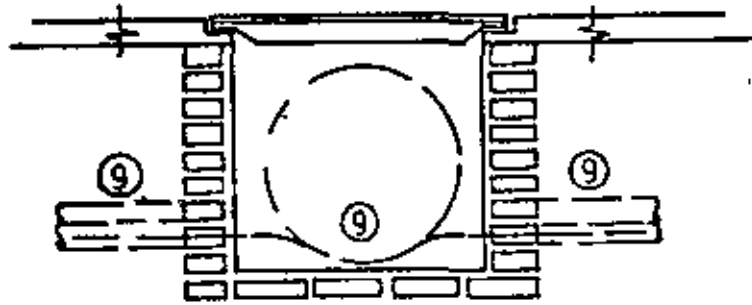
17. - Delimitación del área ocupada por la subestación (subestaciones abiertas).
18. - Espacios necesarios para poder trabajar (reposición y mantenimiento), con fusibles y apartarrayos (subestaciones abiertas).



OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS -
SUBESTACIONES

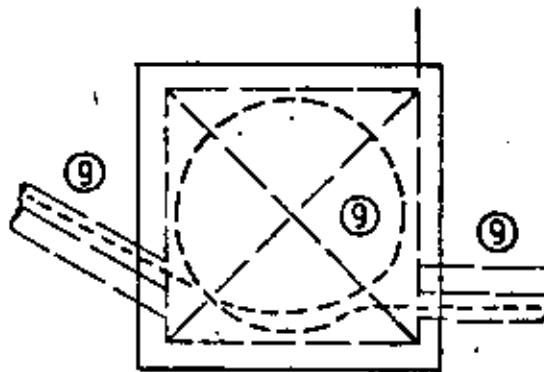


OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS SUBESTACIONES
DISPOSICION DE REGISTROS Y CABLES



15

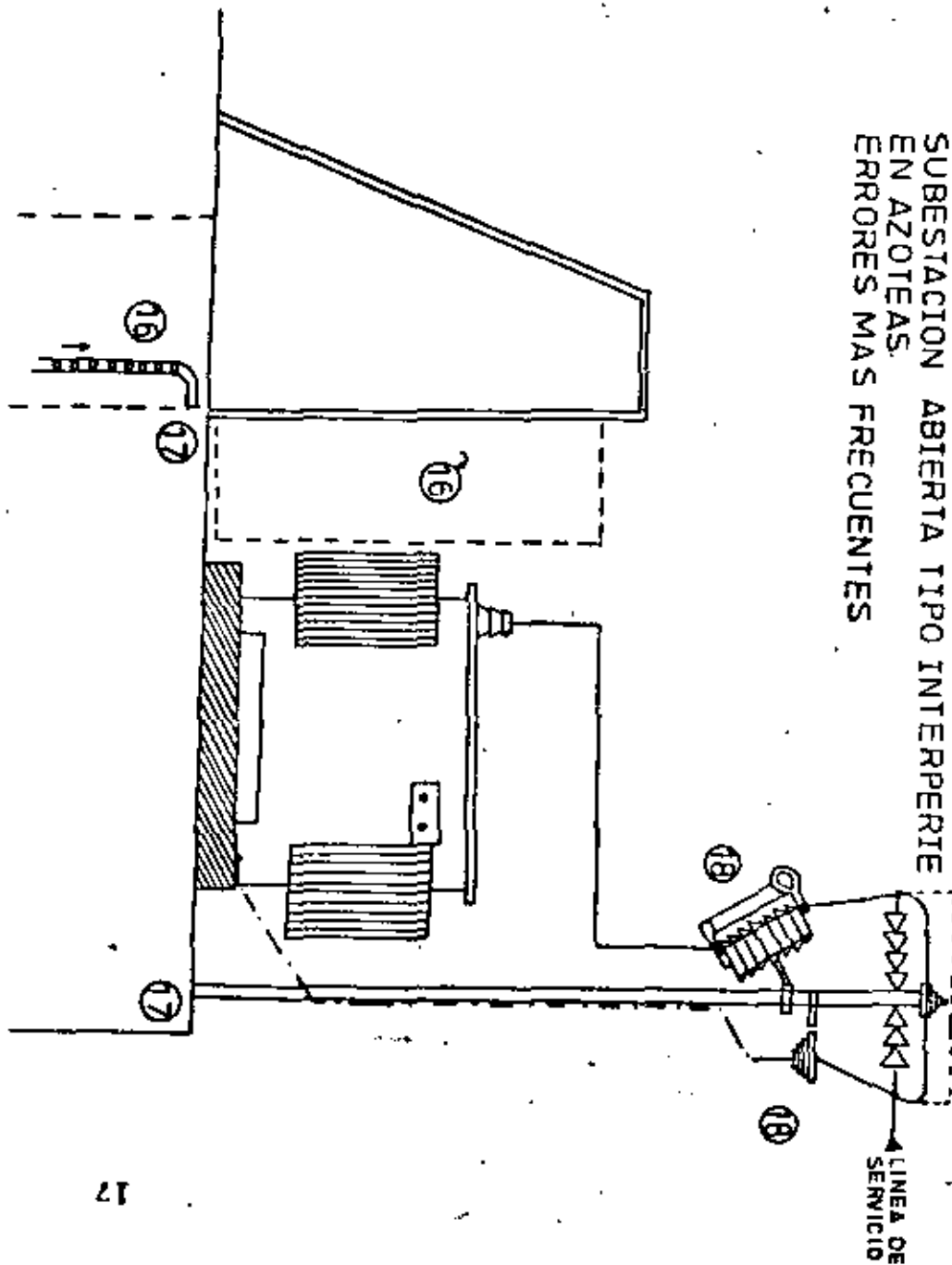
OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS SUBESTACIONES
DISPOSICION DE REGISTROS Y CABLES

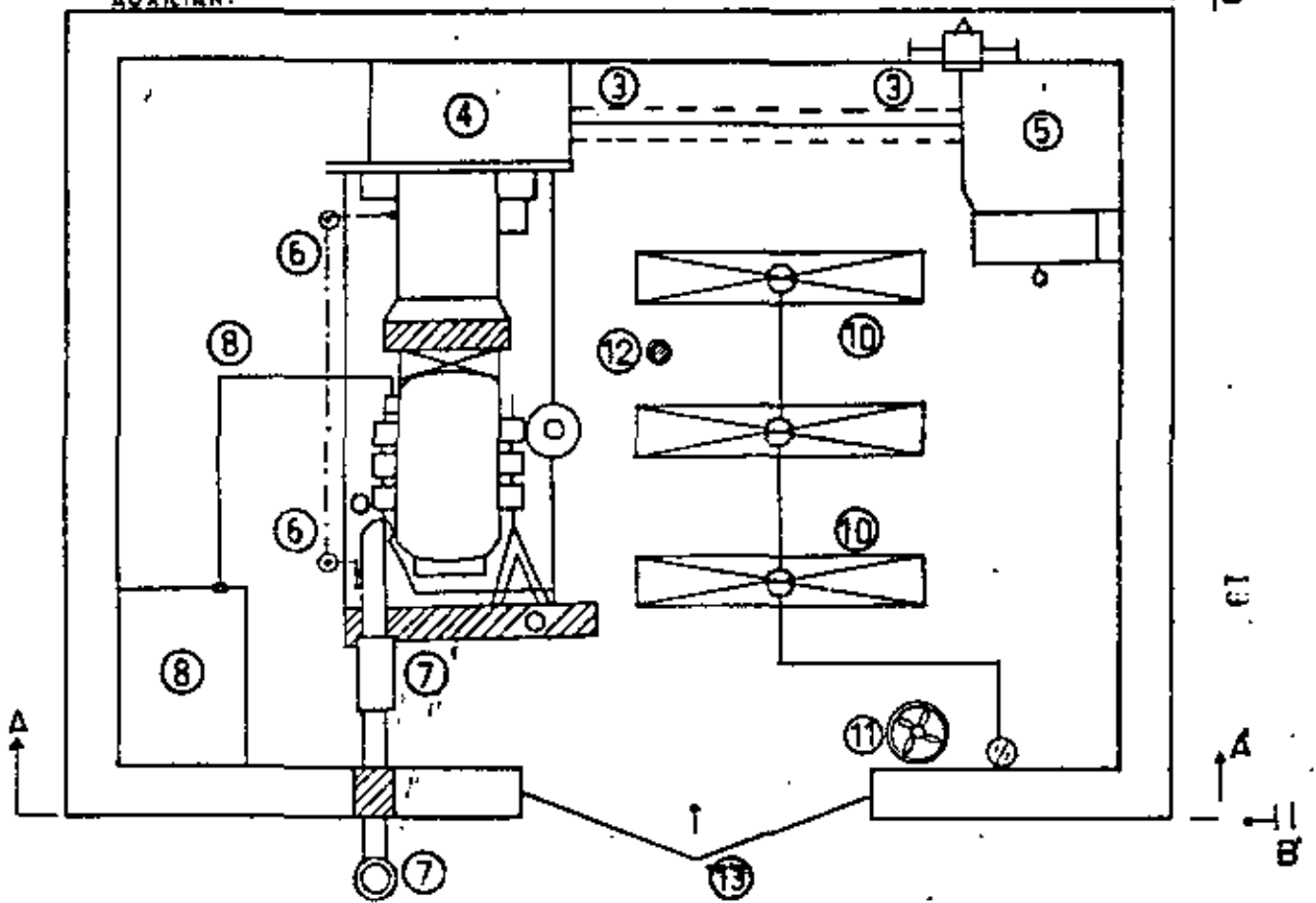


16

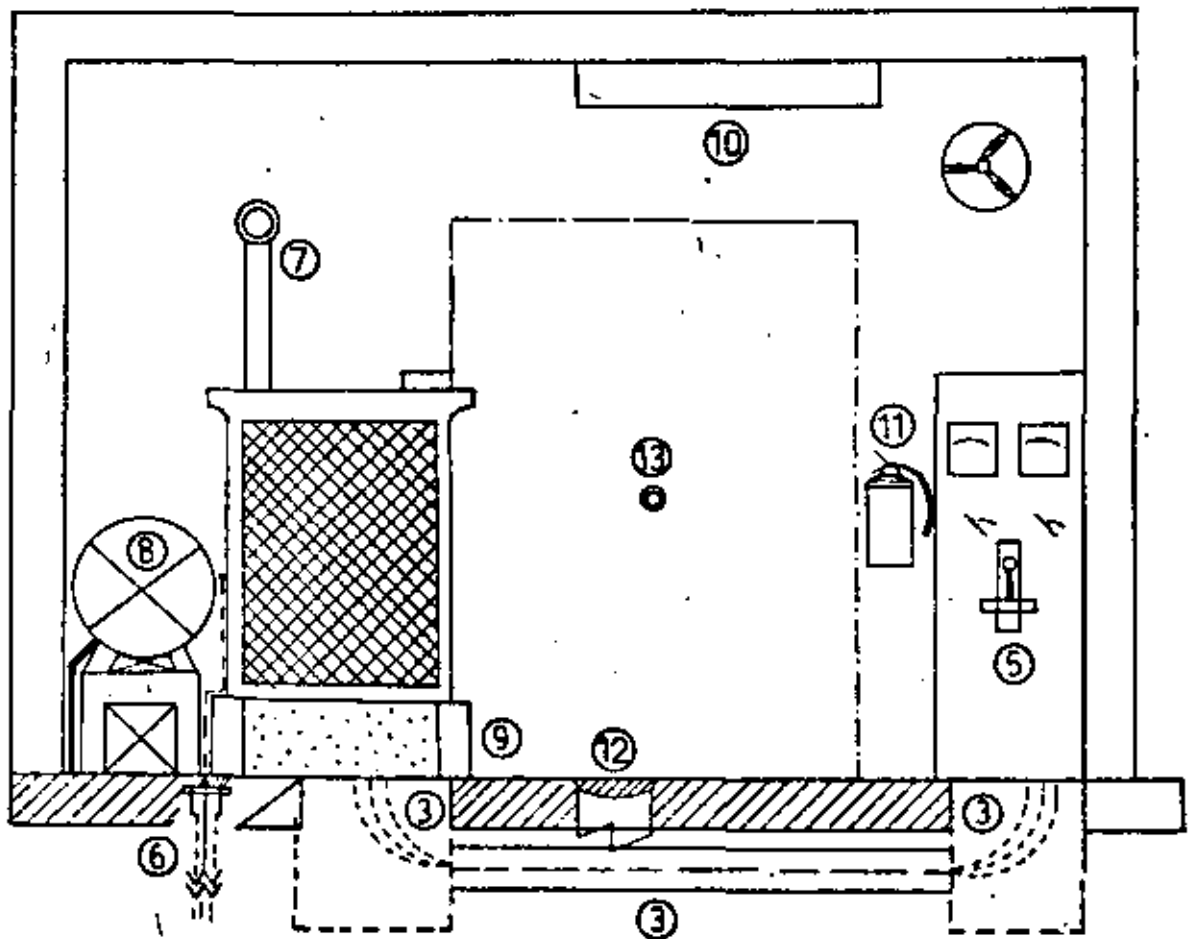
III. - PLANTAS GENERADORAS.

1. - Características generales de la planta tales como: tipo de servicio, potencia, tensión nominal, factor de potencia, peso total, tipo de arranque, etc.
2. - Diagrama unifilar (debe mostrar el circuito de generación, de transferencia y los circuitos de utilización de dicha fuente).
3. - Características de los conductores (calibre y tipo de alambrado) y de las canalizaciones (tipo y dimensiones), de la planta -- al interruptor de transferencia. Disposición física.
4. - Tipo y valor nominal de la protección principal contra sobrecorriente de la planta, así como la localización de su tablero de control.
5. - Tipo, capacidad y localización del interruptor de transferencia.
6. - Características generales y disposición física del sistema de tierras (mismos puntos que para las subestaciones).
7. - Características generales y disposición física del sistema de escape de gases de la combustión (dimensiones de tubos, materiales, silenciador, etc.)
8. - Características generales y disposición física del sistema de abastecimiento de combustible (material y dimensiones de tubería, capacidad de tanques, etc.)
9. - Tipo y características del montaje y cimentación de la planta.
10. - Características generales y disposición física del alumbrado.
11. - Tipo, capacidad y ubicación del extintor.
12. - Localización del drenaje.
13. - Ubicación de los accesos.

SUBESTACION ABIERTA TIPO INTERPERTE
EN AZOTEAS.
ERRORES MAS FRECUENTES



CORTE A-A DEL DIBUJO ANTERIOR



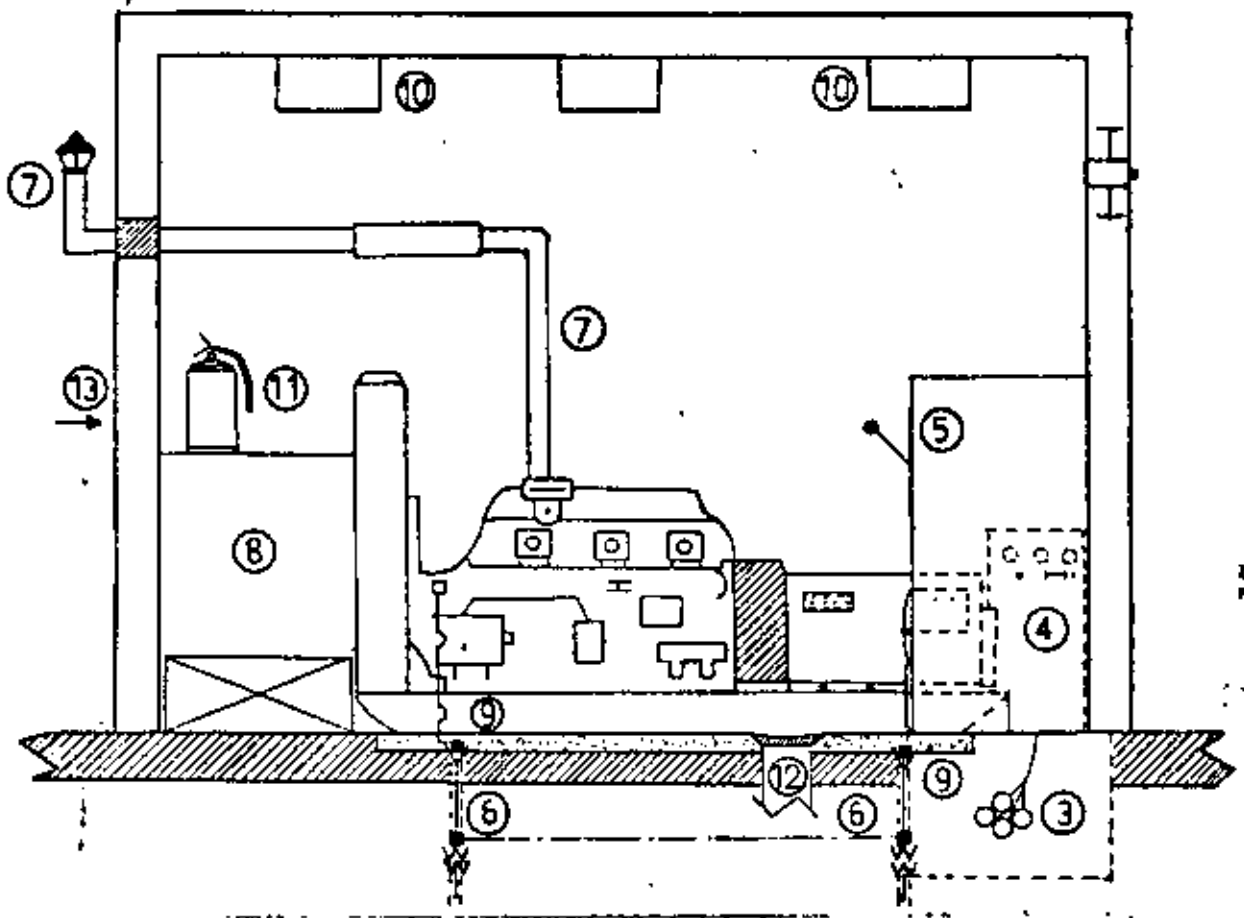
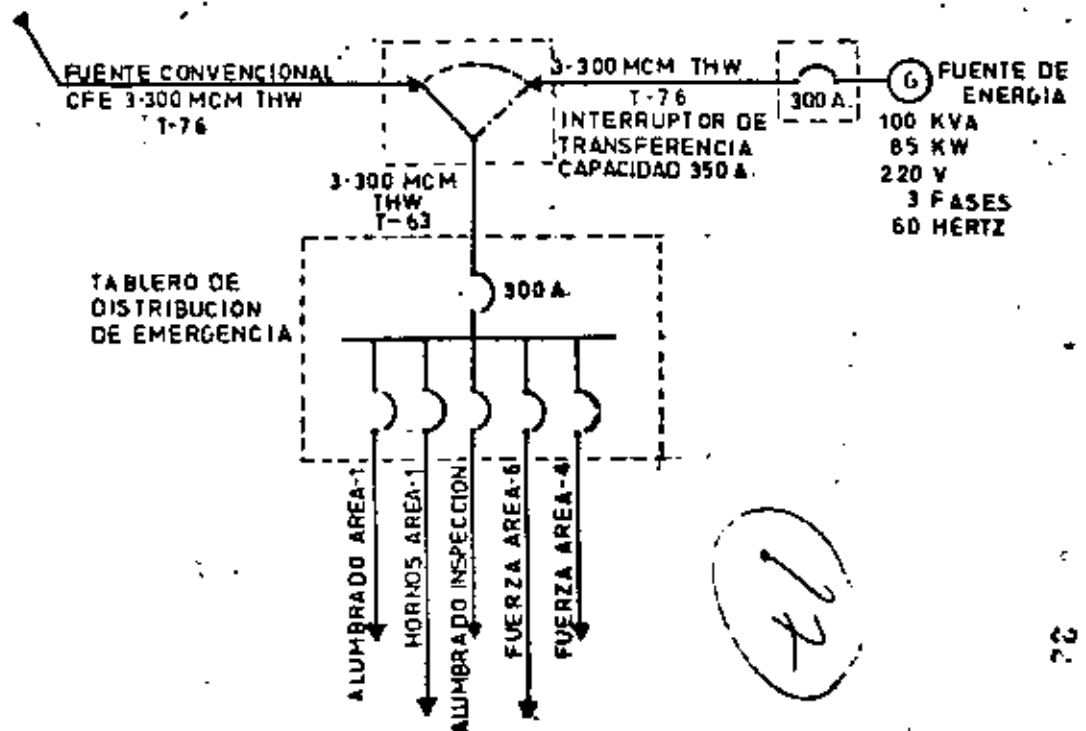


DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO DE UN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE EMERGENCIA





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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PROYECTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA EN SUS PARTES MAS IMPORTANTES

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

FEBRERO, 1982

PROYECTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA EN
SUS PARTES MAS IMPORTANTES.

Se va a diseñar una instalación eléctrica para una industria mediana. Para mayor visualización se incluye a continuación un diagrama unifilar que muestra las diferentes partes, tales como protecciones, canalizaciones, conductores, etc.; que deben dimensionarse.

En el primer punto se habla del circuito derivado para el motor. En el segundo, del alimentador que abastece a varios motores. En el tercero, de la alimentación y protección a un tablero de alumbrado y en el cuarto, de la selección de la capacidad de la subestación y el dimensionamiento de su protección principal.

I CIRCUITO DERIVADO PARA MOTOR

De los motores de la instalación que se está proyectando, uno es de 60 H.P., trifásico, trabaja a 440 volts, con una eficiencia del 90% y un factor de potencia de 0.85. Se requiere contestar lo siguiente.

I-1 Corriente a plena carga del motor-

$$I_{pc} = \frac{H.P. \times 0.746}{1 \times KV \times \sqrt{3} \times P.F.}$$

$$I_{pc} = \frac{60 \times 0.746}{1 \times 0.44 \times 0.9 \times 0.85}$$

$$I_{pc} = 76.7 \text{ amperes}$$

I-2 Calibre de los conductores utilizados (calculados por corriente y seleccionando el tipo de aislamiento), - si el motor es de servicio continuo, trabaja en el interior de un cuarto de secado y con una temperatura ambiente de 40°C.

El conductor deberá poseer un excedente de capacidad de conducción por encima de la corriente a plena carga que va a conducir, esto se debe a que en la etapa de arranque, el motor toma una corriente considerable mayor que su nominal. Se considera prudente un excedente de capacidad del orden del 25%, para un motor que preste servicio continuo.

$$I_{com} = 1.25 I_{pc}$$

$$I_{com} = 1.25 (76.7) = 95.9 \text{ amperes}$$

Debido a las condiciones en que trabaja el motor y a su capacidad que es elevada, se justifica el uso de aislamientos finos tal como el Vinanel 900 (o uno similar), que puede trabajar a una temperatura íntima hasta de 90°C.

De acuerdo con Icon, el calibre adecuado sería el número 2 AWG que tiene una capacidad de 120 amperes para el tipo de aislamiento escogido. Este valor es necesario afectarlo por el factor de corrección por temperatura que en este caso es de 0.9. No se considera factor de agrupamiento.

$$I_{\text{real de conducción}} = I_{\text{nom}} \times F.A. \times F.T.$$

$$I_{\text{real de conducción}} = 120 \times 1.0 \times 0.9$$

$$I_{\text{real de conducción}} = 108 \text{ amperes}$$

Por lo anterior, se observa que el conductor adecuado (por corriente), es el número 2 AWG.

I-3 Calibre de los conductores utilizados (por caída de tensión), si la longitud del circuito derivado es de 28 m y la máxima caída permisible es del 2.5%.

Calculando la sección transversal mínima

$$S = \frac{2 \times L \times I}{\Delta V \times 100} = \frac{2 \times 28 \times 75.7}{2.5 \times 100}$$

$$S = \frac{8397.2}{250} = 33.5888 \text{ mm}^2$$

$$S = 6.76 \text{ mm}^2$$

Correspondiendo a un calibre número 8 AWG como mínimo. De la comparación de los 2 resultados anteriores, se puede observar que el conductor a utilizar será el de calibre número 2 AWG pues cumple con ambos criterios de cálculo.

El conductor neutro de requerires, se calcularía en base a la carga que representen los dispositivos de control, medición y señalización, cumpliendo además con el límite máximo de la caída de tensión monofásica que la carga citada experimente.

I-4 Ajuste o valor de la protección contra sobrecarga

Para motores de servicio continuo, enfriamiento por aire y factor de servicio igual o mayor a 1.15, la protección contra sobrecarga deberá dimensionarse del orden del 125% de la corriente a plena carga del motor, pero no deberá ser mayor del 140% de dicha corriente. Por lo tanto:

$$I_{sc} = 1.25 \times 76.7 = 95.9 \text{ amperes}$$

Se recomienda el elemento térmico comercial inmediato inferior o superior a este valor.

$$I_{sc} \text{ máximo} = 1.4 \times 76.7 = 107.4$$

Se pondría como máximo, el elemento térmico comercial inmediato inferior a este valor.

I-5 Tipo, tamaño y capacidad del arrancador

Dado el tamaño del motor y las condiciones en las que trabaja, el arrancador a utilizar sería el magnético. Según la clasificación NEMA de los tamaños de arrancadores, le correspondería el tamaño 4, que está diseñado para interrumpir corrientes a rotar bloqueada de motores hasta 100 H.P. a 440 volts.

I-6 Valor de la protección contra sobrecorriente del motor que arranca con el total de su carga y su letra de código (NEMA) es "P" seleccionarse el tipo de protección.

Para seleccionarla podemos escoger entre 2 tipos de protecciones: interruptor de navajas con fusibles e interruptor termomagnético en caja soldada. En nuestro caso, se tomará el interruptor termomagnético por las siguientes razones:

- En la capacidad que se está manejando no existe gran diferencia de precios entre ambos.

- Como se verá mas adelante, el motor se controla desde un tablero de fuerza por lo que, para esto, es más adaptable el termomagnético.

- Requiere de menor espacio.

- Puede restablecer el servicio mas rápidamente pues - no requiere de elementos fusibles.

Sin embargo como ilustración se calculará la protección para ambos tipos:

Como lo indican las condiciones de arranque del motor, éste tomará una corriente total en su etapa de arranque, es decir, dicha corriente (en función de la letra de código Y, que nos indica 5.0 KVA por H.P. a rotor bloqueado), fluctuará entre $4\frac{1}{2}$ a $5\frac{1}{2}$ veces la corriente a plena carga.

Por lo anterior, la protección (a base de fusibles) será:

$$V \text{ prot} = 3.0 \times I_{pc} = 3.0 \times 76.7 = 230.1 \text{ amp.}$$

$$V \text{ prot} = 250 \text{ amp.}$$

Sin embargo, dicha protección no deberá exceder de:

$$V \text{ max prot} = 7 \times I_{pc} = 7 \times 76.7$$

$$V \text{ max prot} = 536.9 \text{ amperes}$$

Por lo que el máximo valor de la protección a utilizar será de 500 amperes.

La protección (a base de termomagnéticos), será:

$$V \text{ prot} = 2.5 \times I_{pc} = 2.5 \times 76.7 = 191.8$$

$$V \text{ prot} = 3 \times 200 \text{ ampa.}$$

Sin embargo, dicha protección no deberá exceder de:

$$V \text{ max prot} = 4 \times I_{pc} = 4 \times 76.7$$

$$V \text{ max prot} = 306.8 \text{ amperes}$$

Por lo que el máximo valor de la protección a utilizar será de 3×300 amperes.

I-7 Dimensiones de la canalización si además de los conductores activos, viaja un conductor neutro calibre número 4 AWG.

Se consideran las secciones transversales de los diferentes conductores alojados incluyendo su forro aislante. En nuestro caso será:

3 conductores del número 2 AWG. con aislamiento VIKANEL 900 (90°C)	264.5 mm ²
1 conductor del número 4 AWG con aislamiento indeterminado	64.5 mm ²
total.	<u>339.0 mm²</u>

La sección ocupada del tubo no deberá ser mayor del 40% de la sección total, por lo tanto la sección total no deberá ser menor de:

$$\begin{aligned}
 339 \text{ mm}^2 &= 40\% \\
 A &= 100\% \\
 A &= \frac{100 \times 339}{40} = 847.5 \text{ mm}^2 \\
 &40
 \end{aligned}$$

El diámetro nominal no deberá ser menor de:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 847.5}{3.1415}} = 32.85 \text{ mm}$$

Por lo anterior, el tubo elegido fue el de diámetro nominal de 38 mm. (1½").

I-3 Puesta a tierra del motor, calibre del conductor.

La carcasa o cubierta metálica del motor requiere conectarse a tierra pues la tensión nominal a tierra, excede de 150 volts.

El calibre del conductor de puesta a tierra es función del valor de la protección contra sobrecorriente, que en nuestro caso fluctúa desde 200 amperes hasta 500. Por lo tanto dicho calibre será de:

6 AWG si la protección es de 200 amps.

4 AWG si la protección es de 225, 250, 300, 350 o 400 amperes.

2 AWG si la protección es de 500 amps.

II ALIMENTADOR DE FUERZA.-

El motor del punto anterior, así como otros 8 motores con capacidad total de 75 H.P., se abastecen por medio de un alimentador trifásico, de 440 Volts entre fases, que llega hasta un tablero de fuerza desde donde se protegen los motores citados. Estos tienen una eficiencia del 90% y trabajan a un factor de potencia de 0.85. El motor mayor es el analizado en el punto anterior.

Conteste lo siguiente:

II - 1 Corriente en el alimentador si el factor de demanda es de 0.8

La corriente de los 8 motores adicionales será:

$$I = \frac{KW \times 0.746}{3 \times KV \times \eta \times PF} = \frac{75 \times 0.746}{3 \times 0.44 \times 0.9 \times 0.85}$$

$$I = 95.97 \text{ amp.}$$

$$I_{\text{tot.}} = I + I_{\text{motor mayor}} = 95.97 + 76.7 = 172.7 \text{ amp.}$$

$$I_{\text{alim.}} = I_{\text{tot.}} \times F.D. = 172.7 \times 0.8 = 138.2 \text{ amp.}$$

II-2 Calibre de los conductores (por corriente), así como el tipo de aislamiento, si el alimentador se localiza en el interior, sin condiciones ambientales especiales y si se alojan en la misma canalización 6 conductores activos pertenecientes a otros circuitos.

La capacidad de los conductores no deberá ser menor de:

$$A_{\text{con}} = 1.25 I_{\text{mayor}} + (\sum I_{\text{demás motores}}) F. D.$$

$$A_{\text{con}} = 1.25 (76.7) + 95.97 \times 0.8$$

$$A_{\text{con}} = 172.7 \text{ amp.}$$

Dada la importancia del alimentador y el calibre que se estima va a ser necesario, se decide instalar conductores con aislamiento THW aptos para soportar una temperatura interior de 75°C. Para este aislamiento el conductor a utilizar será el número

ro 2/0 AWG que soporta 175 amp.

Debido a que en la canalización se van a alojar 9 conductores activos (3 del alimentador y 6 de otros circuitos), el factor de agrupamiento es de 0.7 y el de temperatura no se considera, pues no existen condiciones de sobret temperatura.

$$A_{real} = A_{con} \times F.A. \times F.T.$$

$$A_{real} = 175 \times 0.7 \times 1.0$$

$$A_{real} = 122.5 \text{ amperes}$$

Como se observa este calibre no soporta la corriente del alimentador. Se prueba una 2a. alternativa:

Conductor de 250 MCM, aislamiento THW con

$$A_{con} = 255 \text{ amperes}$$

$$A_{real} = A_{con} \times F.A. \times F.T.$$

$$A_{real} = 255 \times 0.7 \times 1.0$$

$$A_{real} = 178.5 \text{ amp.}$$

De lo anterior, se observa que este conductor si es el adecuado. En este punto se tiene que decidir si el alimentador se diseña justo, o si se le da una capacidad de reserva para aplicaciones futuras. Dependiendo de dicha reserva, se podría especificar conductores de 300MCM (15% reserva), o de 400 MCM (36% reserva).

II - 3 Calibre de los conductores (por caída de tensión), si la longitud del alimentador es de 45m y la máxima caída de tensión permisible es del 1.5%

Se calcula la sección transversal mínima

$$B = \frac{2 \times L \times I}{\frac{E_n}{\%} \times 100} \quad \frac{2 \times 45 \times 138.2}{25 \times 1.5}$$

$$B = 32.64 \text{ cm}^2$$

que corresponde a un conductor de calibre número 2AWG.

Comparando los resultados anteriores, se elige el conductor de calibre 250MCM, aislamiento THW.

II - 4 Valor de la protección contra sobrecorriente del alimentador.

En este caso, se puede realizar las mismas consideraciones en relación al tipo de la protección.

Supongámonos ésta, constituida por un interruptor termomagnético.

El valor de la protección sera:

$$V_{prot. \text{ alim.}} = V_{prot. n_{mayor}} + \sum I_{demás \text{ motores}}$$

Suponiendo $V_{prot. n_{mayor}}$ como mínima (200 amp.)

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 200 + 95.97 = 295.97 \text{ amperes}$$

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 3 \times 300 \text{ amperes como mínimo}$$

Suponiendo $V_{prot. n_{mayor}}$ como máxima (300 amp.)

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 300 + 95.97 = 395.97 \text{ amperes}$$

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 3 \times 400 \text{ amperes}$$

Utilizando otro criterio de selección:

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 3I_{mot. \text{ mayor}} + I_{alim.}$$

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 3 \times 76.7 + 138.2 = 368.3 \text{ amperes}$$

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 3 \times 350 \text{ amperes}$$

Utilizando un tercer criterio de selección:

$$V_{prot. \text{ alim.}} = 1.5 \text{ Capacidad de los conductores}$$

###...

###...

$$V_{\text{prot. alim.}} = 1.5 \times 255 \text{ (para 250MCM)}$$

$$V_{\text{prot. Alim.}} = 382.5 \quad 3 \times 400 \text{ amperes.}$$

Cualquiera de los valores de las protecciones calculadas es adecuado para el alimentador.

II - 5 Dimensiones de la canalización, si además de los conductores del alimentador, se alojan 3 conductores del número 4 AWG, 3 del número 1/0 AWG y un conductor neutro del número 3/0 AWG que normalmente no conduce corriente.

Considerando el cobre y el aislamiento, la sección ocupada del tubo será:

3 Cond. de 250 MCM	-	824.7 mm. ²
3 Cond. del # 4AWG	-	193.4 mm. ²
3 Cond. del # 1/0AWG	-	424.8 mm. ²
1 Cond. del # 3/0	-	198.8 mm. ²
		T O T A L 1641.7 mm. ²

Como el área ocupada del tubo no deberá ser mayor del 40% de su área total. Dicha área no deberá ser menor de:

$$1641.7 \text{ mm.}^2 - 40\%$$

$$A - 100\%$$

$$A = \frac{100}{40} \times 1641.7 = 4104.3 \text{ mm.}^2$$

El diametro del tubo no deberá ser menor de:

$$D \geq \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 4104.3}{\pi}} = 72.3 \text{ mm.}$$

Correspondiendo a un tubo de diametro nominal de - - 76 mm. (3"). En este caso, puede resultar atractiva la instalación de ducto cuadrado embisagrado de 6.5 cms. por lado, cumpliendo con el factor de relleno del 40% :

$$\text{Area util ducto} = \frac{(6.5 \times 10) (6.5 \times 10) \times 40}{100}$$

$$\text{Area util ducto} = 1690 \text{ mm.}^2$$

La decisión entre las alternativas presentadas dependerá de factores de instalación, económicos, de medio ambiente, etc.

db'

###...

IV.- SUBESTACION

La instalación que se está proyectando cuenta con 3 - alimentadores de las siguientes características.

Alim - 1; 9 motores trifásicos de las características anunciadas en el punto II.

Alim - 2; 17 motores trifásicos con capacidad total - de 430 H.P. = 90% y FP = 0.85, a 440 volts F.D.=0.7

Alim - 3; 1 tablero de alumbrado y contactos de 26.2-KW de capacidad F.D.=0.75, alimentado mediante un - - transformador trifásico de 30 KVA, 440/220-127 volts.

Contestese lo siguiente:

IV.-1 Capacidad del transformador de la subestación - si se desea una reserva del 20% de la demanda máxima, para futuras ampliaciones.

Se calcula la carga conectada:

Alim 1 - $I_{alim} = \text{amps.}, F. D. = 0.8$
 carga total = $I_{alim} \times \sqrt{3} \times KV = 172.7 \times \sqrt{3} \times 0.44 = 131.6 \text{ KVA}$

Alim 2
 carga total = $\frac{H.P. \times 0.746}{\eta \times F.P.} = \frac{430 \times 0.746}{0.9 \times 0.85}$
 carga total = 419.3 KVA F.D.= 0.7

Alim - 3
 carga total = 26.2 KW 26.2 KVA debido a que F.P. = 1.0
 y F.D. = 0.75
 Carga total conectada:

Alim-1 + Alim-2 + Alim-3 = $131.6 + 419.3 + 26.2$

carga total conectada = 577.1 KVA

Demanda máxima = Alim-1 X F.D.1 + Alim-2 X F.D.2 + -
 Alim - 3 X F.D.3

Dem. máxima = $131.6 \times 0.8 + 419.3 \times 0.7 + 26.2 \times 0.75$

Dem. máxima = 418.4 KVA

Se considerará una reserva del 20% de la demanda máxima, es decir-

Reserva = Dem. máxima X 0.2 = 418.4×0.2

Reserva = 83.7 KVA

La capacidad del transformador será:

CAP TRANSF. = Dem. máxima + Reserva

CAP TRANSF. = $418.4 + 83.7 = 502.1 \approx 500 \text{ KVA}$

IV.-2 Corriente nominal primaria y secundaria del transformador si la tensión en el lado primario es de 23 KV y - en el secundario de 440 volts.

I en el lado primario = $\frac{KVA}{\sqrt{3} \times KV} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 23}$

I primaria = 12.55 amperes.

Corriente en el lado secundario

Isec = $\frac{KVA}{\sqrt{3} \times KV_s} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 0.44} = 656.1 \text{ amp.}$

IV.-3 Valor de la protección contra sobrecorriente en el lado primario.

Con este valor de corriente de corto circuito, debe especificarse el fusible.

Nota.- Los demás dispositivos de una subestación de esta capacidad tales como barras, seccionadores, apartarrayos, etc., suelen venir previamente calculados y comprobados, especialmente si la subestación es del tipo compacto como es el caso general para subestaciones de dicha capacidad.

Por lo anterior, no se incluyen los cálculos respectivos.

Para la capacidad del transformador que nos ocupa la solución más económica la representa un interruptor con fusibles para alta tensión. El valor del fusible dependerá de la capacidad del transformador, de la demanda máxima de la instalación y de la menor o mayor probabilidad de que el transformador se sobrecargue.

En nuestro caso el transformador solo está cargado al 84% de su capacidad, además suponemos que está protegido en el lado de baja tensión por un interruptor termomagnético de capacidad adecuada. Estas 2 razones hacen que la probabilidad de que el transformador se sobrecargue sea muy remota.

Por lo anterior el valor del fusible no deberá ser mayor de:

$$I_{\text{fusible}} \leq 2.5 I_{\text{Imprimaria}}$$

$$I_{\text{fusible}} \leq 2.5 I_{12.55} = 31.375 \text{ amp.}$$

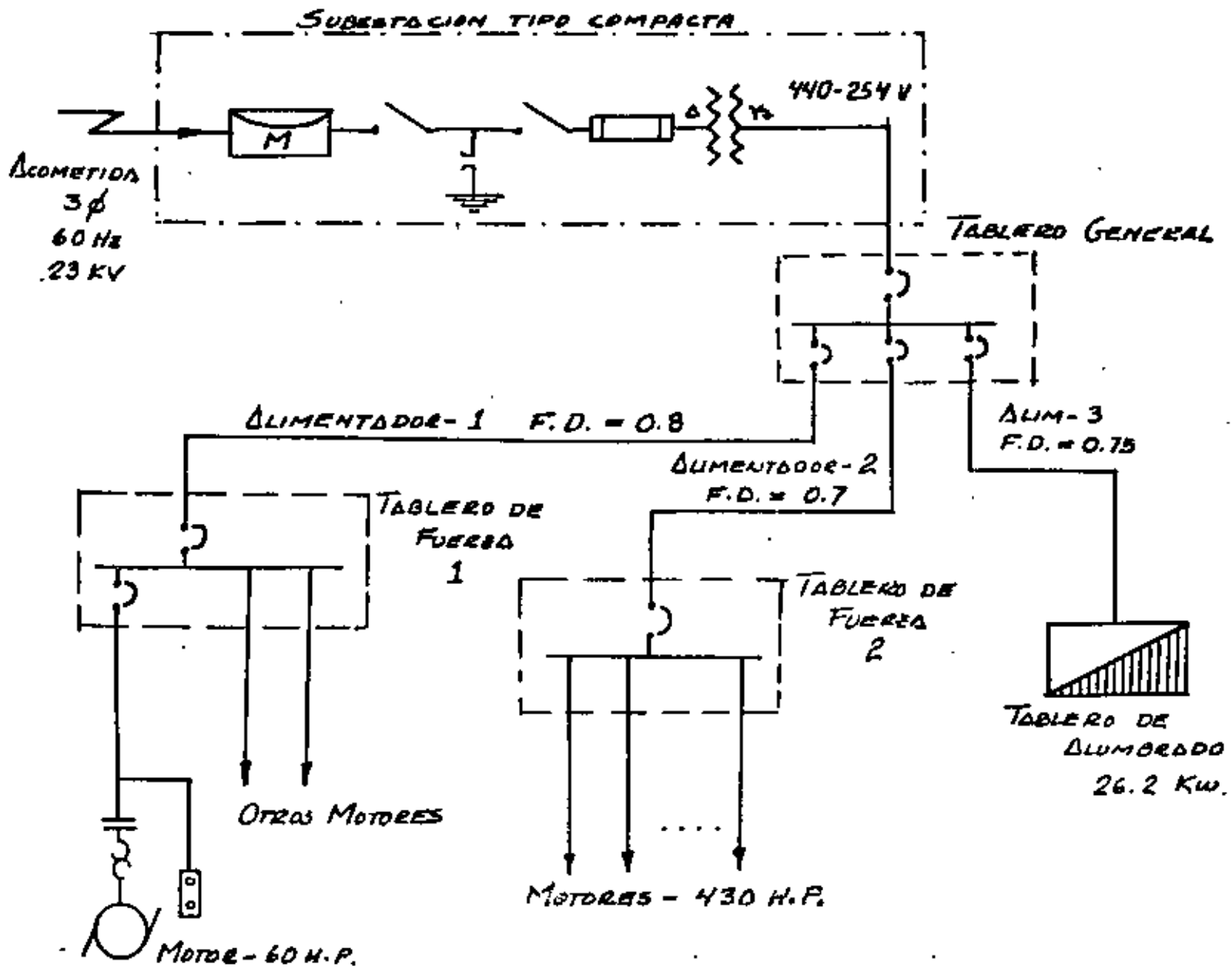
Lo que corresponde a un valor comercial de hasta 30 amperes como máximo. Si las condiciones en las que trabaja el transformador hacen más probable una sobrecarga peligrosa, se deberá escoger el valor de 25, de 20 o incluso de 15 amperes.

IV.-4 Corriente simétrica efectiva (rms) de corto circuito en el interruptor, si la capacidad de corto circuito dada por la Compañía Suministradora para el punto de conexión, es de 750 KVA.

Conversión:

$$I_{\text{cc}} = \frac{KV_{\text{Acc}}}{\sqrt{3} \cdot KV_p} = \frac{750 \text{ 000}}{\sqrt{3} \cdot 23}$$

$$I_{\text{cc}} = 18826.6 \text{ amperes rms-sym.}$$





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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PROYECTO DE UNA INSTALACION ELECTRICA

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

FEBRERO? 1982

A.- PROYECTO DE INSTALACION ELECTRICA.

Para efectuar una instalación eléctrica, es fundamental que se realice siguiendo los lineamientos del proyecto previamente aprobado, debido a que en éste se tomaron las medidas de seguridad adecuadas para la instalación.

Las principales fallas que se originan en las instalaciones eléctricas, son debidas principalmente a la poca importancia que se le da al proyecto eléctrico, ya que al no considerarse en éste todos los aspectos y características del medio ambiente en que operará el equipo, así como 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, obligando en a tomar en la etapa constructiva, soluciones que no son precisamente las más idóneas desde el punto de vista técnico y de seguridad.

Es necesario recordar que la labor más importante de ingeniería debe realizarse en el proyecto, y por lo tanto, no es aconsejable dejar subsiguientes y perdidos para resolver en la ejecución de la obra los problemas de diseño, pues es frecuente observar que la falta de funcionalidad, flexibilidad y eficiencia de una instalación eléctrica, se debe principalmente al hecho de que no fueron especificados en el proyecto todos los elementos constitutivos de la instalación, incluyendo los diferentes trabajos realizados por las diversas especialidades de ingeniería que intervienen en toda obra. Por ejemplo, no es aceptable que quien construye la obra civil haga una serie de concesiones en equipos, materiales, etc., y que por falta de previsión y coordinación con el proyectista de la instalación eléctrica, ésta resulte desproporcionadamente más costosa, o de la misma especie, no tiene sentido que un edificio con acabados de lujo sea totalmente antifuncional, debido a un sistema de distribución eléctrica deficiente por las razones expuestas.

Independientemente de los aspectos de flexibilidad, capacidad y funcionalidad, que deben ser tomados en cuenta al proyectarse una instalación eléctrica, es necesario considerar la seguridad, de tal forma que el diseño y la selección del equipo y material, garanticen que las instalaciones a realizar ofrezcan un alto grado de seguridad a las personas que las van a utilizar y a sus bienes.

Las condiciones de seguridad se establecen en la reglamentación de obras e instalaciones eléctricas y es importante señalar que éstas son las mínimas necesarias para obtener instalaciones seguras; pudiendo por lo tanto, aumentarse en función del nivel de la economía requerida.

El proyecto se constituye por planos y memorias técnicas descriptivas y ellas deben establecerse con lujo de detalles y explicaciones las obras que van a realizarse.

I. Planos:

a). Diagrama unifilar que represente la totalidad de la instalación eléctrica, mostrando la acometida, el arreglo de la subestación (si la hay), el o los tableros generales de distribución y sus protecciones principales, los alimentadores, los subalimentadores, los tableros de fuerza, de alumbrado, los centros de control de motores, etc.; y si es posible, mostrar los circuitos derivados indicando a que máquina o motor alimentan, así como las protecciones de los mismos. Será conveniente incluir además datos tales como: facturas de demanda y diversidad, tensión de trabajo, número de fases, valor de las protecciones de la instalación, calibre de conductores de alimentadores y circuitos derivados, diámetro y otras dimensiones de las canalizaciones, así como número de conductores que viajan por ellos.

b). Cuadro de Cargas de Motores y Máquinas en el que se concentre toda la información relativa a ellos y deberá contener la siguiente identificación y descripción del motor o máquina, tipo de servicio de instalación, capacidad en KW o H.P., y corriente nominal, número de fases, tipos y ajustes de las protecciones contra sobrecorrientes y sobrecarga, calibre de los conductores del circuito derivado que lo abastece, tipos de arranque y de arranque, capacidad de éste último y otros datos y características peculiares de cada máquina que sean necesarios.

c). Cuadro de Cargas de alumbrado, contactos y aparatos pequeños en el que se concentre toda la información relativa a ellos y deberá contener la siguiente identificación del tablero y de los circuitos, tipos de cargas que controla cada tablero, tensión de trabajo, número de fases, carga por circuito, protección principal y por circuito, calibre de conductores que abastece al tablero y a los circuitos derivados y caída de tensión de los circuitos.

d). Vistas físicas que deberán mostrar la localización de los equipos y sistemas de que consta la instalación y consistirán en vistas de planta que muestren la ubicación de la acometida, de la subestación (si la hay), del tablero o de los tableros generales de distribución, la trayectoria de alimentadores, subalimentadores y circuitos derivados, la ubicación de motores, arranqueadores, máquinas y otros aparatos, unidades de alumbrado, etc.; identificando cada parte de acuerdo a lo asentado en el diagrama unifilar y los cuadros de carga. Asimismo deberán indicarse los calibres de conductores, las características de las canalizaciones y el valor de las protecciones principales.

e). En caso de presentarse varios planos que en forma individual muestran parte del total de una instalación eléctrica, deberá incluirse un plano general de conjunto, en el que se indiquen la ubicación de la acometida o acometidas, tableros principales y derivados, rutas o trayectorias de las alimentaciones respectivas hasta los centros donde se encuentran las cargas. En este caso, deberá indicarse claramente la continuidad de un plano con respecto a otro e identificar debidamente el área o sección que representa cada plano.

de conjunto.

En instalaciones en edificios con más de un nivel deberán mostrar las trayectorias verticales, mediante cortes adecuados, y con la información citada anteriormente.

f). En caso de existir áreas con atmósferas peligrosas, con explosivos huédos o equipo que trabaje a más de 150 Volts a tierra, deberá incluirse planos que muestren las características y la localización del sistema de tierras especiales, debiendo incluirse la siguiente información: calibre de los conductores que componen la red, así como los de puesta a tierra del equipo, características de los electrodos empleados, materiales empleados, etc.; debiendo mostrar mapas de la conexión a tierra de carcavas, de gabinetes, de canalizaciones, etc.

Independientemente de los datos generales señalados, los planos deberán cubrir los aspectos particulares que se citan cuando se trata de:

I.1.- Subestaciones Eléctricas.

a). Mostrar vista de planta, elevación, perfil y cortes necesarios que identifiquen la disposición física de los componentes de la subestación.

b). Especificar las características eléctricas de los transformadores y sus protecciones contra sobrecorrientes, cuchillas desconectadoras y de pruebas en su caso, apartarreyas, transformadores de corriente y de potencial en su caso, equipos de medición, bancos de capacitores, interruptores, aisladores, y en general, los correspondientes a todos los equipos y materiales empleados.

c). Proporcionar el plano o el detalle del sistema de tierras, incluyendo de sus componentes, tales como conductores, electrodos y conectores, indicando su conexión a todas las partes metálicas de la instalación no destinadas a conducir energía eléctrica.

d). Localizar el drenaje para el escurrimiento del líquido de los transformadores e indicar los accesorios de seguridad con que debe contar la subestación, tales como pértiga, torres aisladas e implementos para escurrimiento, así como el equipo contra incendios.

e). Mostrar las características y dimensiones de registros, ductos, trincheras, local o cerca protectora de la subestación así como de la iluminación, ventilación en su caso y medio de acceso al local.

f). Acotar las distancias entre las partes conductoras y entre éstas y los gabinetes, estructuras o techos cercanos, así como los espacios libres para trabajar, en las subestaciones ocupadas comerciales no es necesario este punto.

I.2.- Plantas Generadoras de Energía Eléctrica Para caso de Emergencia.

a). Mostrar un diagrama unifilar en el cual se indiquen la unidad generadora, equipo de transferencia en su caso, protección contra sobrecorrientes de dicha unidad, tablero de control, equipo de medición, circuitos que interconectan la unidad generadora con la carga correspondiente, dispositivos eléctricos de control y protección, así como los circuitos que alimentan la planta, identificando todos los componentes mostrados en la lista de equipo y materiales.

b). Cuadro de características completas de la unidad generadora, tanto del primario como del generador excitatriz y del equipo auxiliar, tales como capacidad nominal, tamaño de trabajo, número de fases, etc.

c). Indicar los sistemas de alimentación de combustible, enfriamiento, regulación de gases de combustión, ventilación y alumbrado del local que sirve a la unidad generadora, así como el acceso a dicho local, el cual debe ser expedito y seguro.

d). Mostrar en vistas físicas la ubicación de la planta generadora, indicando dimensiones del local y de los espacios considerados como áreas de trabajo, incluyendo el resto del equipo eléctrico.

e). Representar el sistema de tierra, especificando el tipo y dimensiones de electrodos, conductores y accesorios.

I.3.- Líneas Aéreas.

a). Indicar los detalles de cruces, postes y estructuras, aisladores incluyendo sus dimensiones y características principales.

b). Especificar la distancia de las vías férreas y carreteras a caminos o postes o estructuras así como la altura de conductores sobre las vías, cuando existan trascendencias.

c). Acotar las distancias horizontales entre fases de una línea y en su caso las distancias verticales cuando se cruzan con otras.

d). Indicar el tipo y calibre de los conductores.

I.4.- Líneas subterráneas.

a). Mostrar cortes de los ductos existentes especificando la separación entre los ductos que conducen líneas de energía respecto a los que sirven líneas de comunicación, indicando el número y el calibre de conductores, tipos de aislamiento, etc.

- b). Mostrar el detalle de los apoyos de los cables en cada pozo de visita.
- c). Indicar la pendiente de los ductos, dimensiones de los pozos de visita, tipo de drenaje y características de sus tapas.
- d). En general, es necesario especificar todos aquellos detalles que permitan observar claramente este tipo de líneas.

I.5.- Redes de Distribución en Alta Tensión para Fraccionamientos.

- a). Mostrar un diagrama unifilar de la red, indicando todos los equipos eléctricos incluyendo sus dispositivos de protección.
- b). Representar en vistas físicas la ubicación de postes o estructuras, punto de entrega, herrajes, crucetas, aisladores, trayectoria de conductores, bancos de transformación y sus dispositivos de protección contra sobrecorrientes y sobre tensiones, incluyendo detalles de las vistas de planta y elevación de los bancos de transformación, postes o estructuras, retardas y curtos de dirección de conductores.
- c). Anotar las especificaciones y características completas de todo el equipo y material que integran estas redes.
- d). En la distribución subterránea, es necesario indicar además, registros y ductos incluyendo dimensiones y características, derivaciones o empalmes y detalles específicos sobre los tipos de subestación utilizados.

I.6.- Redes de Distribución en Fraccionamientos para Alumbrado y Servicios Domiciliarios.

- a). Representar en vistas físicas, postes, herrajes, crucetas, aisladores, conductores, acometidas, retardas, luminarias y sus dispositivos de control y protección por cada circuito.
- b). Mostrar un diagrama unifilar y cuadros de distribución de cargas por cada circuito, tanto para alumbrado público, como para servicio domiciliario.
- c). Anotar las especificaciones y características de todo el equipo y material que integran estas redes.
- d). En las redes subterráneas, es necesario incluir además, dimensiones y características de registros y ductos, así como su profundidad respecto al nivel del piso, pasos de arroyo; empalmes, derivaciones y acometidas; localización de combinaciones interruptor contacto y ubicación de reactores en su caso.

Los planos deberán juntarse además a los siguientes registros:

- a). Nombre, firma autógrafa, número de registro en la Subdirección General de Electricidad y domicilio del responsable del proyecto.
- b). Nombre, firma autógrafa, número de registro en la Subdirección General de Electricidad y domicilio del responsable de la construcción de la obra eléctrica y la anotación correspondiente que indique que se trata del responsable de construcción eléctrica.
- c). Croquis de localización de la obra eléctrica, especificando la población, colonia, calles, carreteras, caminos, etc.
- d). Relación de símbolos eléctricos, utilizando de preferencia aquellos que están normalizados.
- e). Número de autorización para su venta, distribución y utilización de los equipos, materiales y accesorios eléctricos a utilizar.
- f). Escala a la que se hacen los dibujos.

II.- MEMORIA TÉCNICO-DESCRIPTIVA.

La memoria técnico-descriptiva, es parte integrante del proyecto, y se constituye por los cálculos de diseño, métodos de construcción, especificaciones de materiales, equipos, dispositivos y accesorios de la instalación eléctrica, la que deberá contener los siguientes datos generales.

- a). Describir en términos generales la instalación eléctrica de que se trata, especificando las características del servicio requerido para energizarla, condiciones ambientales en las que operará, criterios fundamentales de los que se parte para su diseño, tomando en cuenta las cargas por abastecer, régimen o diversidad de trabajo, etc.
- b). Criterios para la selección y localización de dispositivos de control, protección, conductores, canalizaciones, métodos de desconexión, etc.
- c). Métodos de trabajo y precauciones para ejecutar la instalación eléctrica, especificando los equipos, dispositivos y accesorios requeridos, estableciendo las exigencias para su instalación.

d). Cálculos realizados para determinar protecciones por sobrecargas, — cortocircuito, calibres de conductores, correcciones por temperatura, caídas — de tensión, penalizaciones, etc.

Independientemente de los datos generales señalados, la memoria técnico-descriptiva, deberá cubrir los aspectos particulares que se citan cuando se trate de:

II.1.- Subestaciones Eléctricas.

a). Tensión nominal y nivel de cortocircuito del sistema suministrador y el de utilización, especificando los ajustes de liberación de fallas por sobrecargas y cortocircuito, estableciendo los medios de extinción de arcos y capacidad interruptiva.

b). Cálculos de la red del sistema de tierras, incluyendo los métodos de conexión y pruebas de resistencia.

c). Características de los conductores que enlazan el secundario del banco de transformación con la protección principal de la carga por servir, estableciendo que dichos conductores son capaces de conducir en forma adecuada corrientes de cortocircuito y la acción permitida según los alimentos de sobrecarga del lado de alta tensión, tomando en cuenta la relación de transformación.

d). Cuando se trate de bancos de transformación en poste, se precisa indicar los criterios y cálculos eléctricos y mecánicos para la determinación de — postes, estructuras, herrajes, sistemas de tierras, etc.

II.2.- Plantas Generadoras de Energía Eléctrica para Casos de Emergencia.

a). Describir los elementos del control de velocidad arranque y paro del primotor, sistema de enfriamiento y de lubricación, tipo de acoplamiento (bandas, flechas, etc.)

b). Especificaciones del generador, indicando las capacidades de generación de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar, incluyendo los cálculos — correspondientes para la selección de conductores alimentadores y su dispositivo general de protección contra sobrecorriente y escudo de transferencia de — carga.

c). Calcular el sistema de tierras e indicar el método de conexión al — equipo, incluyendo las características de conductores y electrodos utilizados. (El valor de la resistencia a tierra no debe ser mayor de 25 ohms).

II.3.- Líneas Aéreas.

a). Cálculos realizados para el diseño de estructuras y conductores, incluyendo las cargas verticales longitudinales y transversales con la presión —

del viento que le corresponda, según el área proyectada en superficies cilíndricas o planas, así como cambios de dirección de líneas, rotores, etc.

b). En los cálculos de la línea, deben considerarse: la caída de tensión, el efecto corona, gradiente de potencial, coeficientes de seguridad en la resistencia máxima de los conductores, las flechas de los conductores e — las temperaturas de K°C y F°C, etc.

c). De la misma manera, es necesario anotar la resistencia mecánica y — esfuerzos a los que se encuentran sometidos los herrajes, soportes y aisladores, así como los factores de seguridad correspondientes. En caso de utilizar métodos gráficos, deben anexarse los Abacos y procedimientos y consideraciones correspondientes.

II.4.- Líneas Subterráneas.

a). Esfuerzos mecánicos a que se someterá los ductos.

b). Cálculo de conductores, factores que entran en juego.

II.5.- Instalaciones Eléctricas Especiales.

a). Establecer las medidas tomadas para prevenir al calentamiento de — conductores por agrupamiento en edificios con más de un nivel.

b). En líneas abiertas, determinar la resistencia mecánica y esfuerzos a los que se someten los conductores, herrajes, soportes, aisladores, así como los factores de seguridad.

c). En instalaciones en ambiente inflamable, explosivo, corrosivo, húmedo o que se acumulen sobre el equipo polvos que impidan la disipación del calor, se establecerán las condiciones para prevenir las desventajas causadas — por esos medios: es decir, especificación del tipo de equipo a usar en relación con la atmósfera en la que va a operar.

II.6.- Redes de Distribución en Alta Tensión para Fraccionamientos.

a). Anotar claramente la localización del fraccionamiento.

b). Criterios del régimen de carga para el diseño de la red.

c). Anexar cálculos de conductores, bancos de transformación, esfuerzos mecánicos de los postes de estructuras, así como factores de seguridad, aisladores, crucetas, etc.

d). Cuando se trate de redes subterráneas, especificar las características de ductos, agrupamientos de conductores, registros, empalmes y sus aislamientos, etc.

a). Especificar de corto circuito del sistema del suministrador en el punto de entrega del servicio y cálculos correspondientes para determinar la selección de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes.

II.7.- Redes de Distribución en Fraccionamientos para Alumbrado Público y Servicios Auxiliares.

a). Establecer los criterios del régimen de carga para el diseño de la red, incluyendo las caídas de tensión.

b). En redes subterráneas indicar las condiciones para el trazado de ductos y registros, localización de empalmes y sus tipos de aislamiento.

c). Protección y control del alumbrado público y su localización.

Es importante hacer notar que los puntos señalados, no deben considerarse como la totalidad de los datos que deben contener los documentos requeridos, sino que se indican como guía general exclusivamente, debiendo incluirse en la memoria todos aquellos datos que sean necesarios para comprender el proyecto y para evitar puntos ambiguos y confusiones en las especificaciones de materiales, de equipos y sistemas.

O.- PERSONAS CAPACITADAS PARA PROYECTAR Y CONSTRUIR OBRAS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Con el objeto de cubrir los aspectos de seguridad reglamentaria en el proyecto, construcción, conservación y operación de las obras e instalaciones eléctricas, la Subdirección General de Electricidad, se apoya en un grupo de personas técnicamente capacitadas y con pleno conocimiento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sus Reglamentos y disposiciones relativas. Para lograr lo anterior y con base en lo que al respecto establece la Ley de la materia, la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, establece las reglas para facultar a las personas que forman el grupo de profesionales para desarrollar actividades en la industria eléctrica. El papel que deben desempeñar estos elementos es muy importante, por lo que además de tener la capacidad técnica que les da su especialidad y conocimientos mencionados, deben poseer un alto sentido de responsabilidad, honestidad y una gran integridad moral y ética profesional.

L.- CLASIFICACIÓN DE LAS PERSONAS TÉCNICAMENTE CAPACITADAS.

Se tienen tres categorías autorizadas de personal técnico capacitado para proyectar, ejecutar, conservar y operar obras e instalaciones eléctricas como sigue:

- A) Ingenieros
- B) Técnicos
- C) Obreros Calificados

De acuerdo con las etapas de proceso por las que pasa una instalación eléctrica, las personas capacitadas serán responsables en forma independiente de:

- a) Proyecto
- b) Construcción

Una persona podrá hacerse cargo de una o más de las dos etapas anteriores.

Se entiende como Responsable de proyecto, aquella persona que observe en el diseño de las instalaciones eléctricas, aspectos de seguridad, funcionalidad, continuidad, flexibilidad y los costos de las alternativas correspondientes, obteniendo de esa manera el proyecto óptimo.

La persona responsable de la ejecución de las obras eléctricas, es aquella que vigile que la construcción de dichas obras se ajuste al proyecto -

previamente aprobado, bajo estrictas pautas de ética profesional, empleando el material y equipo adecuado, fundamentalmente en áreas peligrosas, donde la instalación del equipo debe realizarse con mucho mayor cuidado, tomando en cuenta la rigurosidad de las disposiciones reglamentarias sobre esta particular. Por otra parte deberá informar a la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, de las modificaciones que pudieran surgir durante la instalación, tanto de proyecto como de programa de obras por cada una de las etapas de construcción, mediante una memoria técnica-descriptiva y de cálculos donde se manifiesten dichos cambios con su apropiada justificación técnica o un nuevo programa, según sea el caso. Asimismo debe estar pendiente de la práctica de inspecciones que en obras realice la Secretaría, con el objeto de que esté presente en el ejercicio de éstas para las indicaciones y aclaraciones o que hubiere lugar.

II.- RESPONSABILIDADES DE LAS PERSONAS TÉCNICAMENTE CAPACITADAS.

Cada categoría de persona capacitada tiene definidas limitaciones de su responsabilidad. Sin embargo, es necesario interpretar claramente las obligaciones que adquieren así como los derechos que la Secretaría les atribuye, las que se mencionan a continuación:

a). Conocer, interpretar y cumplir estrictamente los ordenamientos de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sus Reglamentos y disposiciones relativas.

b). Ejercer sus funciones dentro de los límites de su clasificación.

c). Atender los requerimientos oficiales que le haga la Subdirección General de Electricidad.

d). Realizar los proyectos apoyándose al Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas y las especificaciones que la Secretaría indique. Debiendo ser lo más explícita posible en la elaboración de planos y memorias a fin de poder ser interpretados correctamente.

e). Instalar solamente equipo y material eléctrico autorizado por la Secretaría y que ostente el No. de registro correspondiente.

f). Coordinar con el usuario y la Subdirección General de Electricidad las visitas de inspección a las obras en las que sea responsable y en las que debe estar presente.

g). Acatar las disposiciones y observaciones que en base a las disposiciones reglamentarias establecidas, la Secretaría le haga, en relación a la inspección practicada.

h). Asesorar en materia eléctrica a los usuarios, que contratan sus servicios profesionales, así como orientarlos sobre el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias.

C.- PRUEBAS A REALIZAR AL TÉRMINO DE UNA OBRA ELÉCTRICA.

La siguiente, es una lista de las pruebas que deben realizarse por el constructor (contratista de obra eléctrica), al término de la obra, y de preferencia en presencia de representantes del usuario de las instalaciones. El modo de realizar las pruebas deberá ajustarse a las normas mexicanas sobre la materia, y de no existir estas, conforme a las normas internacionales que reconoce la Secretaría. Deberá exhibirse una constancia escrita del resultado de las citadas pruebas.

I.- Prueba de Rigidez Dieléctrica (resistencia de aislamiento)

II.- Prueba de Continuidad de la Instalación.

III.- Prueba de Continuidad del Sistema de Tierras.

IV.- Prueba de la resistencia a tierra de electrodos.

V.- Pruebas de Operación:

V-1. Prueba de funcionamiento de protecciones controladoras rectificadoras e interruptores.

V-2.- Prueba de tensión nominal en todas las salidas (especialmente las más alejadas), es decir, comprobación de la caída de tensión.

V-3.- Prueba de intensidad de corriente en las fases (alimentadores generales), desbalanceo, intensidad de corriente en el neutro.

V-4.- Prueba de elevación de temperatura en alimentadores y circuitos derivados en condiciones normales.

V-5.- Prueba del nivel de ruido de equipos, sistemas y accesorios.

VI.- Pruebas de Operación de Emergencia.

VI-1. Prueba de funcionamiento del interruptor de transferencia y del sistema automático de arranque.

VI-2. Prueba de funcionamiento normal (eléctrico y mecánico), de las plantas de emergencia.

VI-3. Prueba de carga y descarga de baterías.

VI-4. Prueba de los sistemas de alumbrado de emergencia.

VI-5. Prueba de otros sistemas de emergencia (alarmas, equipo con-

tra incendio, detección de humos o vapores, bloques de seguridad, etc.)

VII.- Pruebas e ensayos.

VII-1. Transformadores

- a) Prueba de rigidez dieléctrica de aislamientos sólidos (coquillas) y de aislamientos líquidos (aceites, asfalten, aceites, etc.)
- b) Prueba en vacío (corriente de excitación y pérdidas).
- c) Prueba de elevación de temperatura en condiciones normales.
- d) Prueba del combinator de derivaciones y medición de tensión secundaria.

VII-2. Subestaciones

- a) Prueba de funcionamiento de accionadores e interruptores.
- b) Prueba de enlaces y bloques eléctricos o mecánicos.

VII-3. Motores:

Prueba de funcionamiento normal (arranque, plena carga, paro) y elevación de temperatura.

VII-4. Lámparas:

Prueba de funcionamiento normal; medición del nivel de iluminación.

VII-5. Soldadores, grúas, elevadores, montacargas y otros equipos especiales:

Pruebas de funcionamiento normal (arranque, plena carga, sobrecarga, paro, elevación de temperatura, etc.)



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORES
CONDICIONES DE DISEÑO

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON

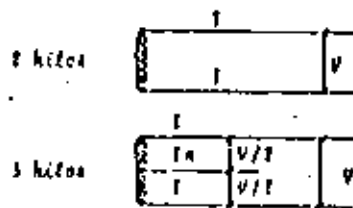
JULIO, 1982

PUBLICACION HT-23/EN

CONTENIDO

- 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

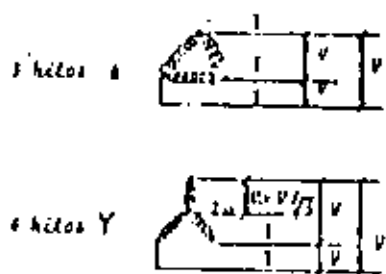
Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos



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

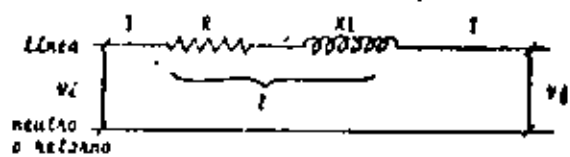
(V en voltos)

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos

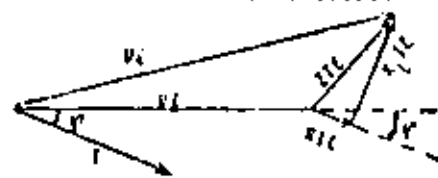


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} V} = \frac{1000 \text{ KW}}{\sqrt{3} V \times \text{p.f.}} = \frac{746 \text{ HP}}{\sqrt{3} V \times \text{efic.} \times \text{p.f.}}$$

Representación gráfica de una línea eléctrica (cable)



Representación vectorial de una línea eléctrica



Resistencia del conductor = oponeida al paso de la corriente

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

$\rho =$ resistividad del material = $17.24 \frac{\mu\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{km}}$
 a 20°C para el cobre
 = 28.24 para el aluminio

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

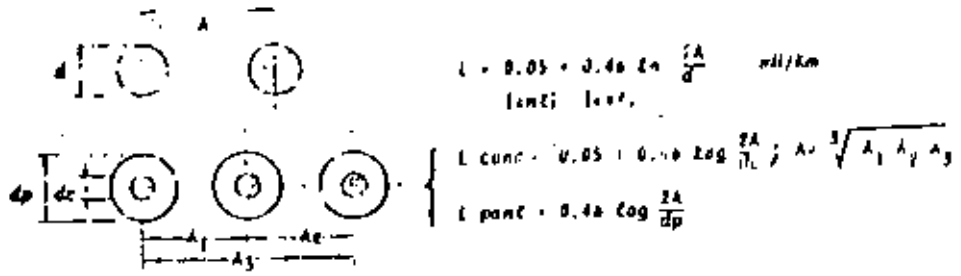
$\alpha = 0.004$ para cobre y aluminio
 $T =$ Temp. en °C
 $k_1 =$ factor de efecto piel
 $k_2 =$ factor de efecto superficial
 $k_1, k_2 = 1.07$ u 1.04

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

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 y externa más la mutual



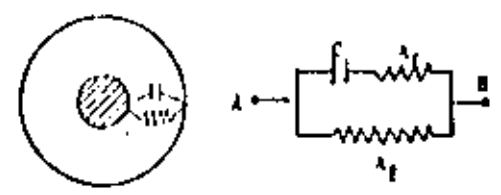
Reactancia Inductiva

oponeida al paso de la corriente por el flujo magnético cambiante

$$X_L = 2\pi f L$$

$f =$ frecuencia en ciclos/seg.

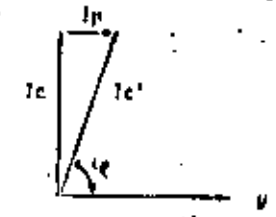
Representación gráfica del dieléctrico de un cable



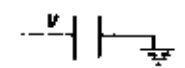
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo
 la primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico
 la segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

En un dieléctrico perfecto: $\alpha_1 = 0$ $\alpha_2 = \infty$

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



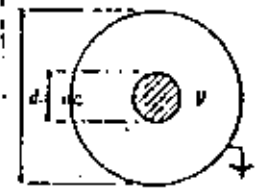
Capacitancia



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

$$C = \frac{0.022 \epsilon}{\log \frac{d_1}{d_2}}$$

$\epsilon =$ constante dieléctrica
 = relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico



$\epsilon = 3.6$ para papel 2.3 para polietileno
 6.8 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:

$$I_c = 2\pi f C V \cdot 10^{-4} \text{ amp/ftm}$$

V en volts (voltaje entre cond y tierra)
C en μftm

Factor de potencia del aislamiento.

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida I_p que sumada a la corriente capacitiva real I_c que resulta adelantada con respecto a V un ángulo ψ menor de 90°

$\cos \psi = \cos \phi$ se llama "Factor de Potencia"

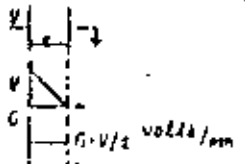
- 0.01 en aislam. de papel
- 0.0005 en polietileno
- 0.01 en PVC

Resistencia del aislamiento

$$R = \frac{A}{K} \log \frac{d_a}{d_c} \text{ M}\Omega\text{-ftm}$$

K = constante que depende del aislamiento = $\begin{cases} 1500 \text{ papel} \\ 8000 \text{ poliet} \\ 300 \text{ PVC} \end{cases}$

Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento



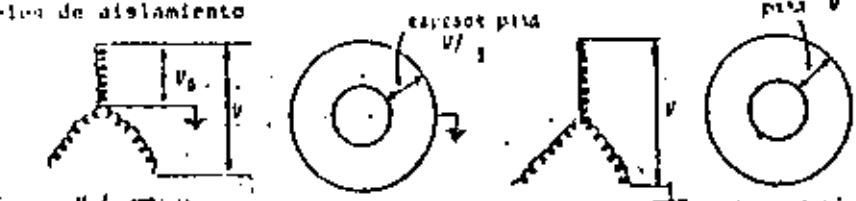
V = voltaje entre cond y tierra
 d_c = Diámetro cond (mm)
 d_a = Diámetro aislam (mm)
 $G_{max} = \frac{0.57 V}{d_c \log \frac{d_a}{d_c}}$
 $G_{min} = \frac{0.57 V}{d_a \log \frac{d_a}{d_c}}$

Rigidez dieléctrica

Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el 50% del gradiente de prueba de los cables y de 1 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 = $\begin{cases} 4 \text{ kV/cm} & \text{en papel impregnado tipo sólido} \\ 12 \text{ kV/cm} & \text{en papel impregnado tipo presión de aceite} \\ 3 \text{ kV/cm} & \text{en polietileno} \end{cases}$

Niveles de aislamiento



Nivel 100 Liberación
 falla a tierra en 1 min

Nivel 113 Intermedia
 falla a tierra en 1 hora

Nivel 133 Libra
 falla a tierra indefinida.

Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de $\begin{cases} \text{Pérdidas en conductos o conductores} \\ \text{Pérdidas en el dieléctrico} \\ \text{Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas} \end{cases}$

Pérdidas en el conductor

Según la ley de Joule

$W_c = R_c I^2 \cdot 10^{-3} \text{ watts/ftm}$ en cable unipolar
 $= n R_c I^2 \text{ watts/ftm}$ en cable de n conductores

R_c = Resistencia conductor en ohm/ftm
 I = Corriente que transporta cada conductor, en amp

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$$W_d = 2.775 \epsilon (kV)^2 \cos \phi \cdot 10^{-3} \text{ watts/ftm}$$

ϵ = capacitancia en μftm
 kV = kilovoltios aplicados entre cond y tierra
 $\cos \phi$ = factor de potencia del dieléctrico

Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas (en cable unipolar que permitan circulación de corriente en pantalla)

Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de R_p , como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

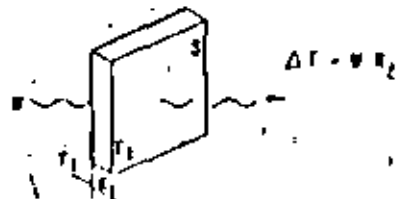
$$W_p = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3} \text{ w/ftm}$$

$$\Delta R = R_p \left[\frac{2.775 \epsilon I_p^2 / R_p^2}{1 + \frac{2.775 \epsilon I_p^2 / R_p^2}{1 + \frac{2.775 \epsilon I_p^2 / R_p^2}{1 + \dots}}} \right] \text{ ohm/ftm}$$

FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Inq. Francisco Hawley	5 22 cm
--------------	------------	-----------------------	---------------

FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Inq. Francisco Hawley	6 22 cm
--------------	------------	-----------------------	---------------

Ley de Ohm Térmica



$$\Delta T = W R_c$$

ΔT = caída de temp, °C
 W = cant. de calor, Watts
 R_c = resistencia térmica
 $= \rho \frac{L}{S} \frac{1 \text{ cm} \cdot \text{term}}{\text{cm}^2}$

Derivación de la fórmula básica para la corriente que puede llevar un cable



$$I_c - I_a = |R_c I|^2 \sum R_c \therefore I = \sqrt{\frac{I_c - I_a}{R_c \sum R_c}} \text{ amps}$$

$W_c = R_c I^2$
 (considerando solo pérdidas en el conductor)

$\sum R_c$ = sum resistencias térmicas del dieléctrico, cubierta, medio externo

Fórmula general para calcular la corriente de un cable (Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{I_c - I_a - \Delta T d}{n \left[R_c + \frac{R_{d1}}{n} + (R_c + \Delta T) \left(\frac{R_{d2}}{n} + R_{ext} \right) \right]}} \text{ amps}$$

I_c = temp cond en °C
 n = número de cond
 I_a = temp ambiente en °C
 R_c = res-ál. cond en ohm/m
 R_{d1}, R_{d2}, R_{ext} = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en $\frac{1}{m}$

$$\Delta T d = R_{d1} \left(W_c + \frac{W_d}{n} \right)$$

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior I_c es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

- $I_c = 90$ °C para aislam de EP o XLP
- $I_c = 75$ °C para polietileno
- $I_c = 85$ °C para papel

(consultarse las especificaciones de los cables)

Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima predecible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C
 Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dieléctrico: $R_{d1} = .0037 \left(\frac{d_1}{R_c} \log \frac{d_1}{R_c} \right)$
 Cubiertas: $R_{d2} = .0037 \left(\frac{d_2}{R_c} \log \frac{d_2}{R_c} \right)$
 Terreno: $R_{ext} = .0037 \left(\frac{d_3}{R_c} \log \frac{d_3}{R_c} \right)$

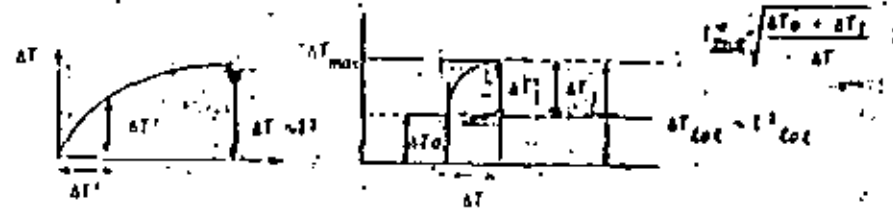
R_{d1} = $\left\{ \begin{array}{l} 600 \text{ para EP} \\ 800 \text{ para poliet} \\ 600 \text{ para papel} \\ 700 \text{ para PVC} \end{array} \right.$
 R_{d2} = 120 para concreto
 75 para cubierta húmeda
 100 para cubierta seca
 120 para suelo húmedo
 200 para suelo seco
 d_3 = profundidad del cable bajo tierra

Factores que afectan la corriente que puede 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 admitir corriente mayor

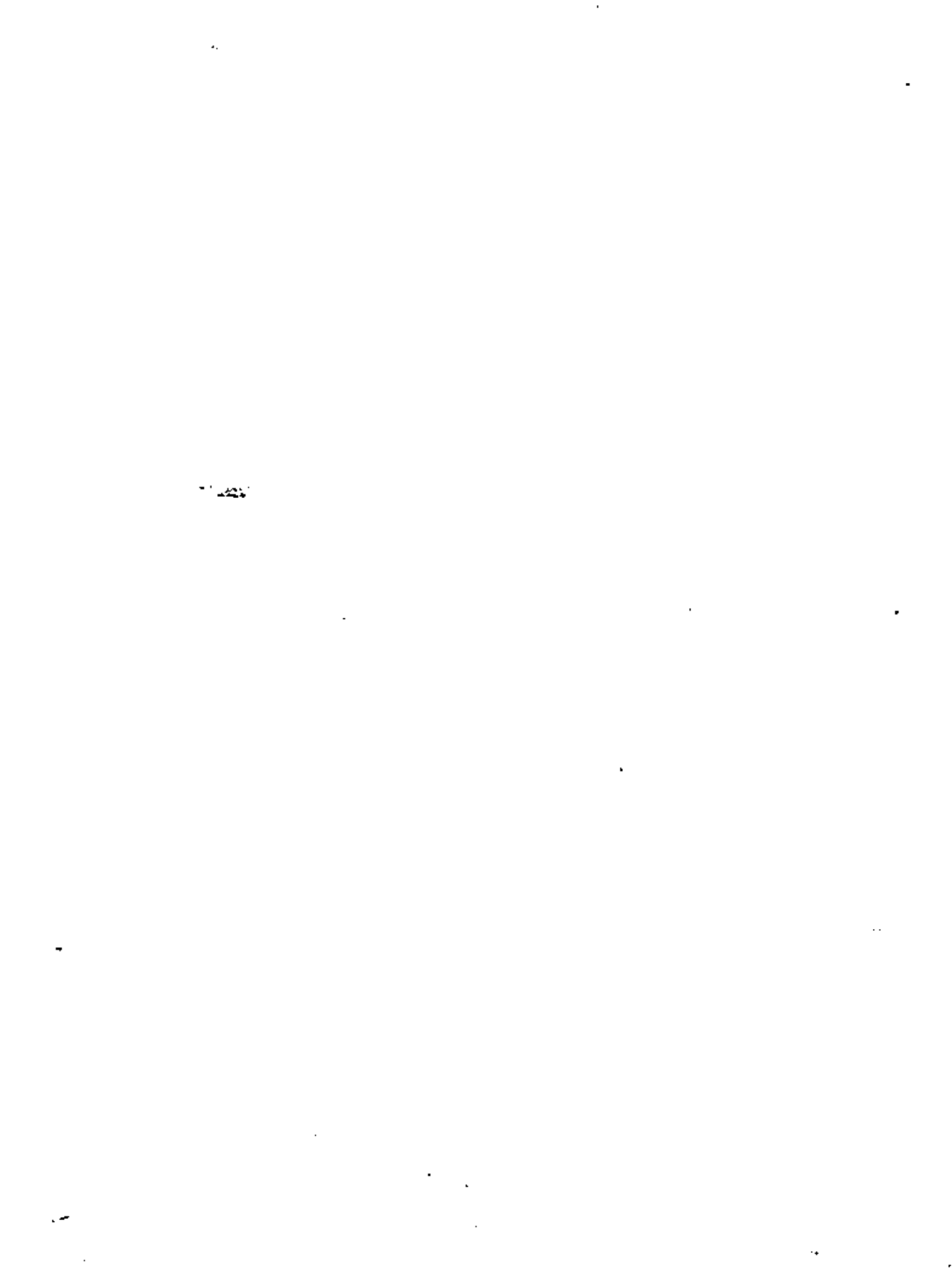
Sobrecargas

Considérese temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 120 °C



FECH: FEBRERO 1980	DISEÑADO: ABRIL 1979	PREPADO: Ing. Francis	REVISADO: o Hawley	ASISTENTE:	PAG: 7 DE: 22 UN: cmh
--------------------	----------------------	-----------------------	--------------------	------------	-----------------------------

FECH: FEBRERO 1980	DISEÑADO: ABRIL 1979	PREPADO: Ing. Francis	REVISADO: o Hawley	ASISTENTE:	PAG: 7 DE: 22 UN: cmh
--------------------	----------------------	-----------------------	--------------------	------------	-----------------------------





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 al cc (de 150 °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

$$\Delta V = 1.73 I (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

ΔV = caída de tensión en volts

l = longitud de la línea en Kms

$n = \sqrt{3}$ en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

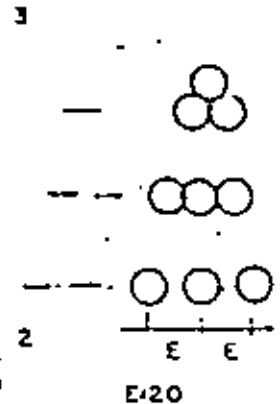
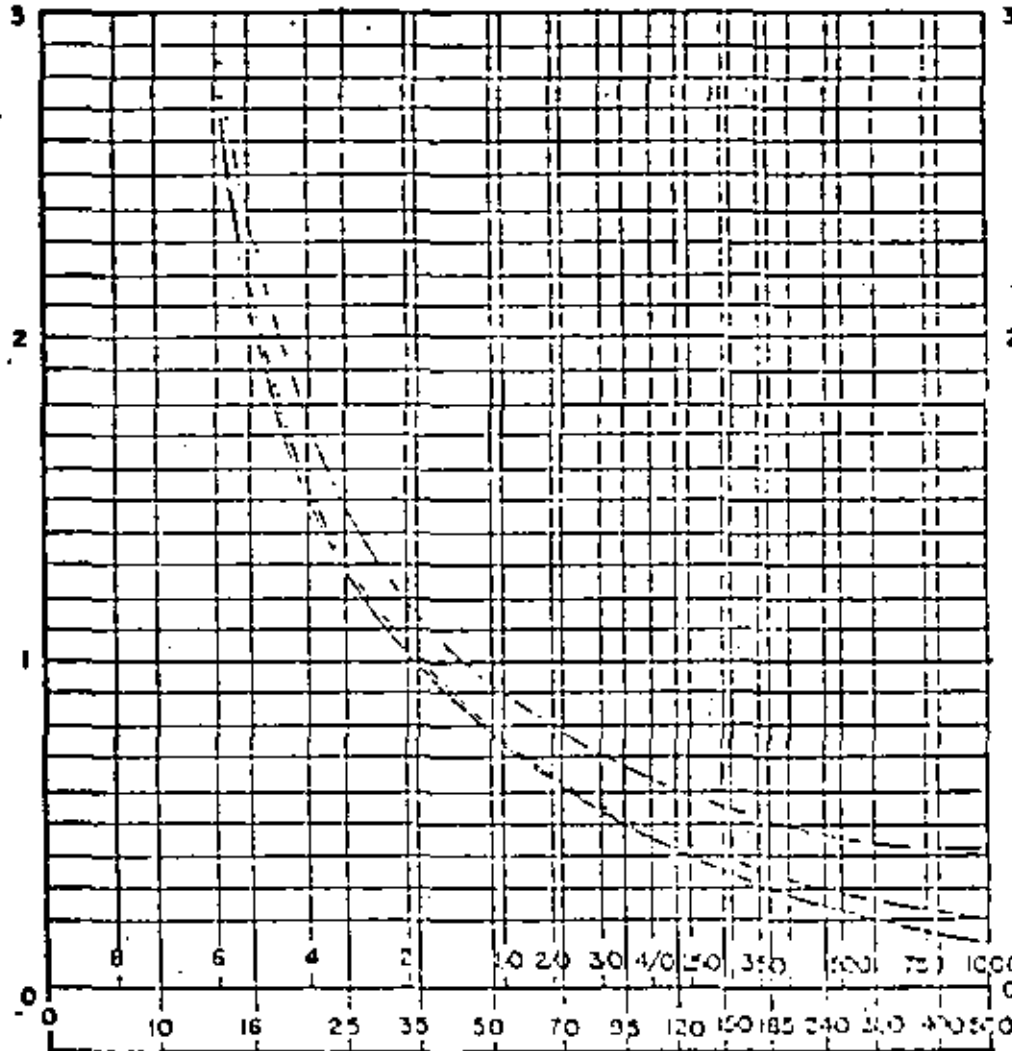
I = corriente transmitida por conductor en amps.

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, $2\pi f l$

Caída de
 Voltaje
 Ohm/Km



4/0 o 1CM
 cm²

Condiciones suministradas en la gráfica

Sistema trifásico ($n = \sqrt{3}$). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,73

Factor de potencia $\cos \phi = 0,8$

Frecuencia = 60 cps

Temperatura de conductor = 75°C

CALIBRE O SECCION CONDUCTOR

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.

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG.: 10 DE: 22
---------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------	---------	--------------------

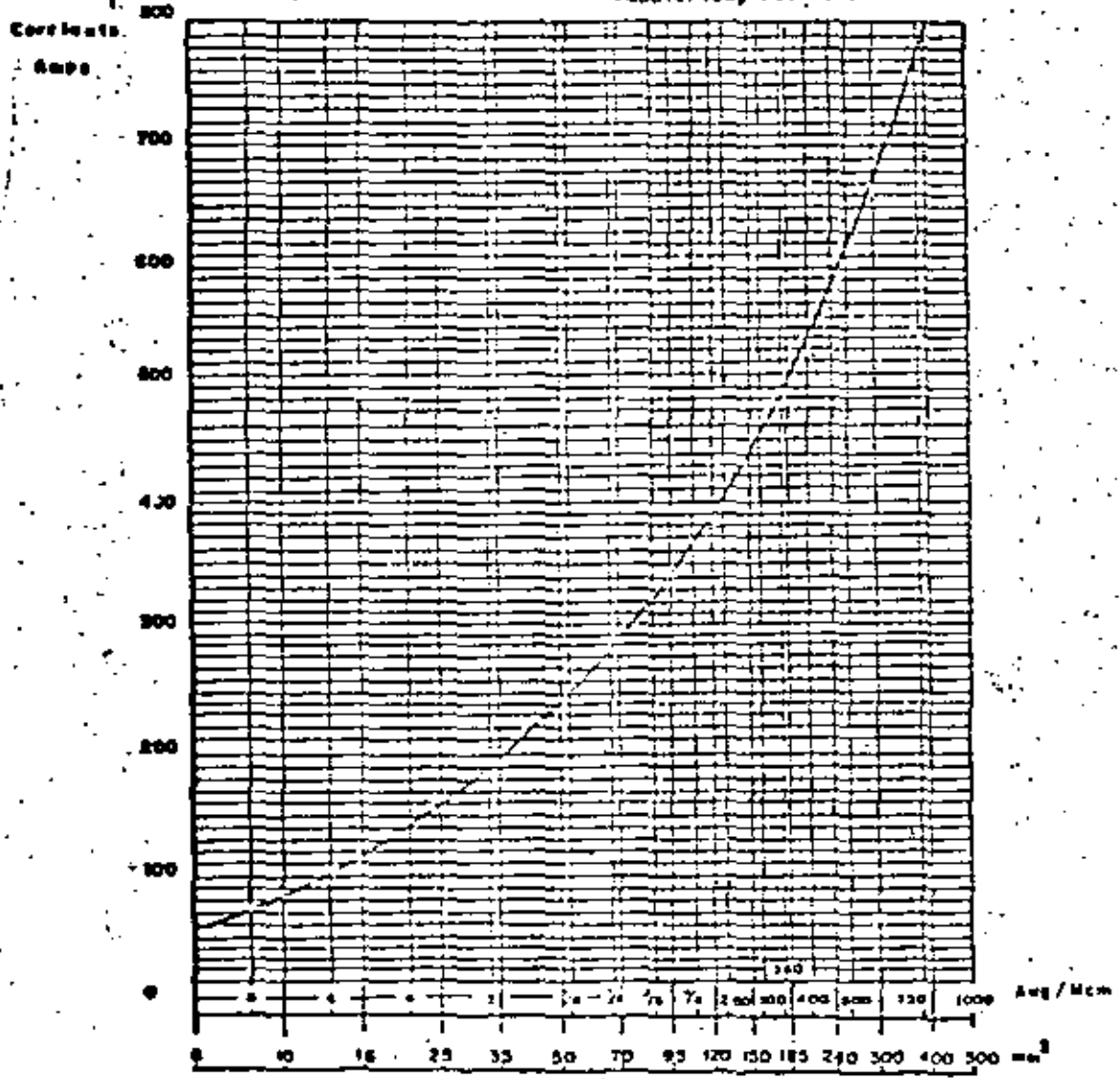
Notas Técnicas

- 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 al cable.
- b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que pueda 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 Física (Derivada de la Ley de Ohm Térmica)

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_0 + R_t}$$

T_c - Temperatura del conductor
 T_a - Temperatura ambiente

R_c - Resistencia eléctrica del conductor
 R_t - Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.



Condiciones sugeridas en la oficina

- a) Temperaturas En cables subterráneos $T_c = 75^\circ\text{C}$
 $T_a = 25^\circ\text{C}$
 $T_c - T_a = 50^\circ\text{C}$
 En cables aéreos $T_c = 75^\circ\text{C}$
 $T_a = 35^\circ\text{C}$
 $T_c - T_a = 40^\circ\text{C}$

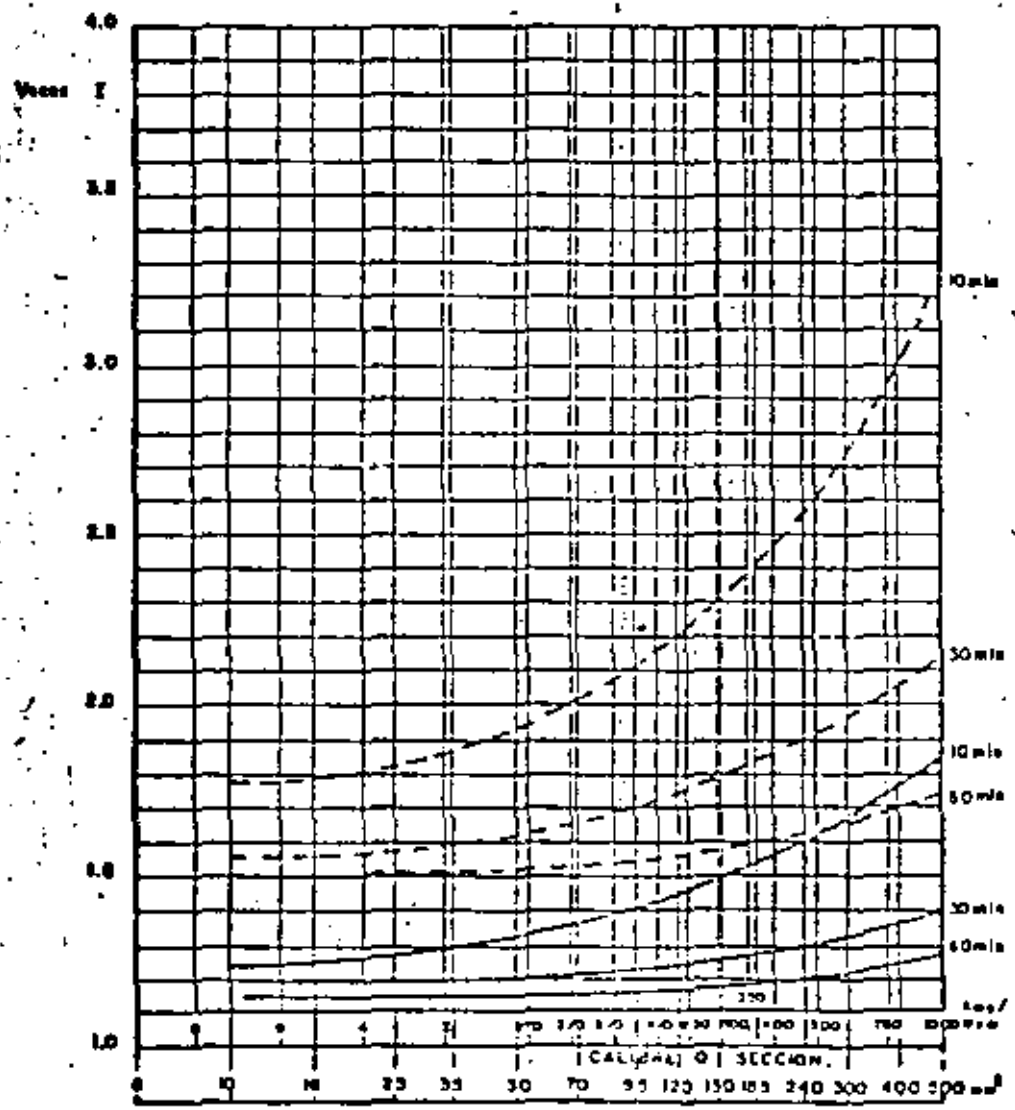
- b) Número de conductores 1
 c) Factor de carga 100%
 d) Instalación: Cables subterráneos: enterrados
 Cables aéreos: a la sombra

Cables a sección		Factores de corrección para condiciones diversas		
SI	$T_c - T_a = 60^\circ\text{C}$	Factor	1.31	
	+ 40°C		0.90	
	+ 30°C		0.80	
SI	$T_c - T_a = 50^\circ\text{C}$		1.12	
	+ 30°C		0.87	
	+ 20°C		0.70	
SI	3 conductores en contacto:	0.85	SI 3 conv. sep:	0.90
		6		0.80
		9		0.75
SI	en ductos,	Factor 0.75	SI al sol,	factor 0.70



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 este transitorio 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 si antes más frío se encuentra el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones sueltas 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)

SF T máx. = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.0 para cable caliente
 1.2 para cable frío

FECHA: FEBRERO 1980	SUSTITUYE A: ABRIL 1979	PREPARO: Ing. Francisco Hawley	REVISO:	APROBO:	PAG: 12 22 DE: 1 cmb
--------------------------------------------	------------------------------------------------	------------------------------------------	---------	---------	----------------------------------------------------

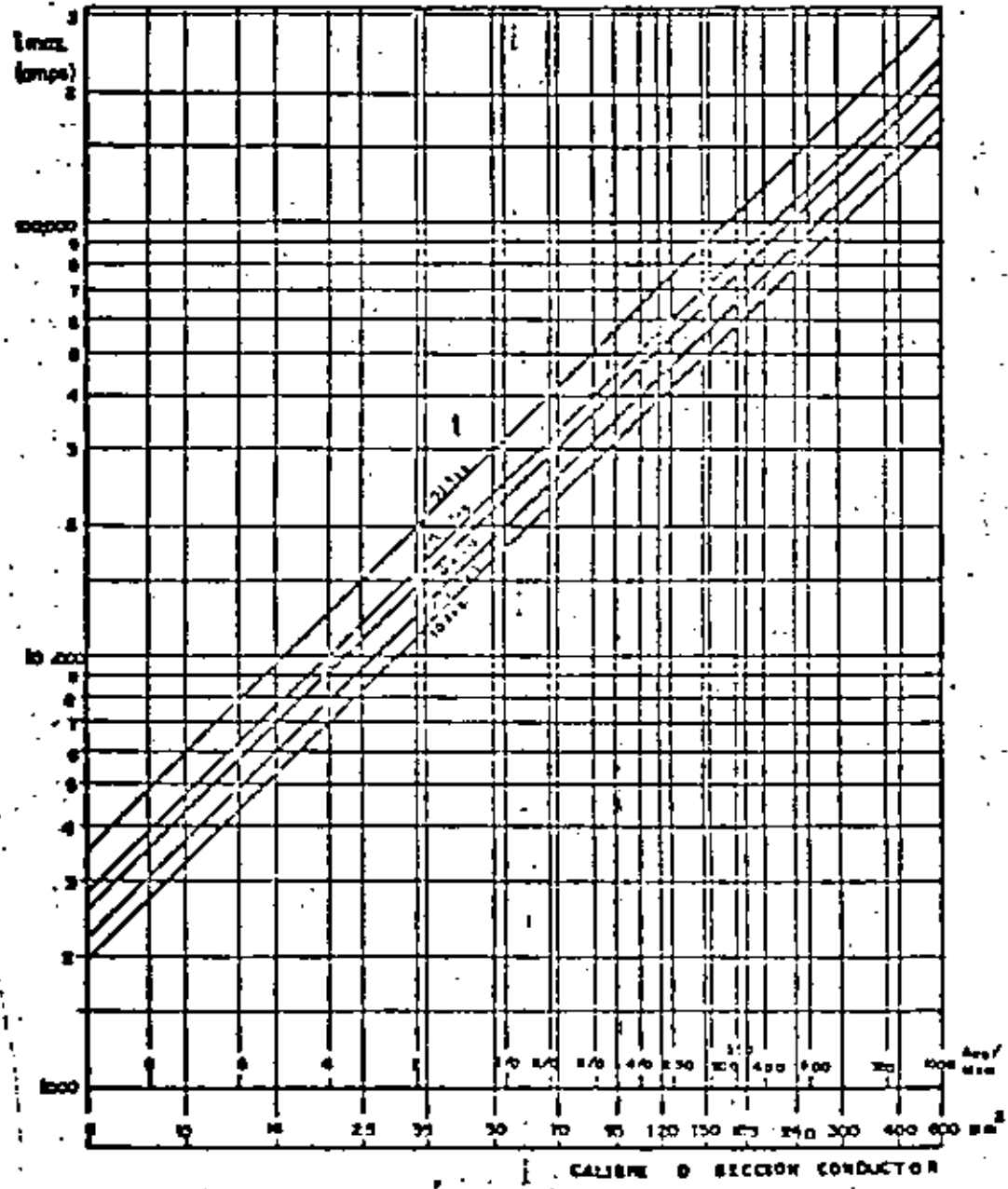
CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

Principio Básico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se absorbe en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Sección Básica
 $I_{cc} = \frac{331.5}{\sqrt{t}}$

$$\sqrt{\text{Log} \frac{T_2 + 274.5}{T_1 + 274.5}}$$

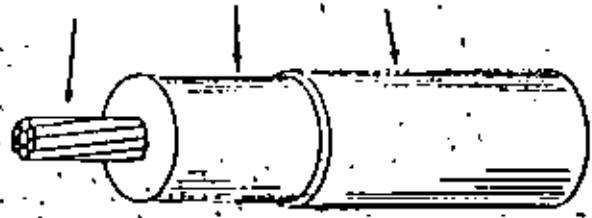
- I_{cc} = corriente efectiva del c.c. en amps.
- S = sección del conductor en mm²
- t = tiempo del c.c. en seg.
- T_2 = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en °C
- T_1 = temperatura del conductor antes del c.c.



Condiciones Supuestas en la Gráfica

- $T_2 = 160^\circ\text{C}$
- $T_1 = 85^\circ\text{C}$

Energía = Corriente x Voltaje x Tiempo



Conductor Aislamiento Cubierta

Elementos básicos de un cable unipolar

Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos

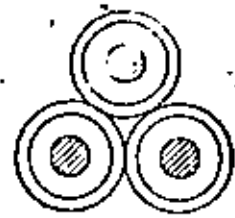
Cables unipolares



Ventajas: Ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas

Desventajas: campo electromagnético rodeando los cables interfiere con cables de comunicación, 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

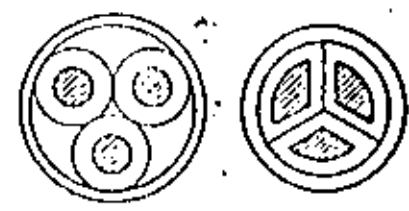
Cables triplex



Ventajas: Más flexible que cable trifásico, campo electromagnético balanceado, terminales sencillas

Desventajas: Costa ligeramente superior a tres unipolares, Mayor diámetro total que un tripolares limita longitudes de embarque

Cables tripolares



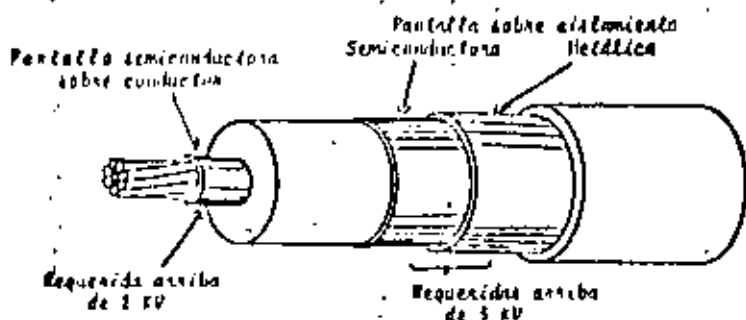
Ventajas: Pueden usar armaduras de metales magnéticos, campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales, se reduce diámetro y precio

Desventajas: Peso, terminales complicadas

FECHAS: FEBRERO 1980	REVISIÓN: ABRIL 1979	AUTORES: Ing. Francisco Hawley	OTROS: [Empty]	OTROS: [Empty]	PÁGINA: 16 22
-------------------------	-------------------------	-----------------------------------	-------------------	-------------------	---------------------

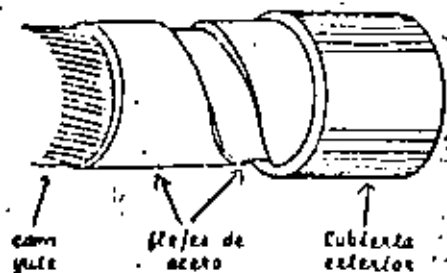
FECHA: FEBRERO 1980	REVISIÓN: ABRIL 1979	AUTORES: Ing. Francisco Hawley	OTROS: [Empty]	OTROS: [Empty]	PÁGINA: 15 22 [Empty]
------------------------	-------------------------	-----------------------------------	-------------------	-------------------	--------------------------------

Elementos adicionales empleados para control
del campo electrico

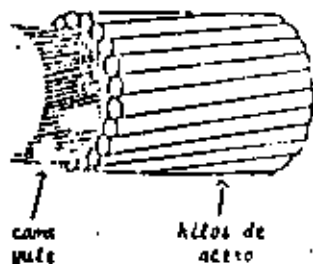


Armadura de protección empleadas en cables físicos

para protección mecánica



para protección mecánica y
resistencia longitudinal



Aspectos a considerar en la selección de conductores

- 1) **Material:**
 - Cobre: 100% conductividad 8900 kg/cm³ tracción
17.24 ohm-cm/ftm de resistividad
Densidad 8.9 g/cm³
 - Alum: 61% conductividad 2700 kg/cm³ tracción
28.26 resistividad 2.7 densidad
- 2) **Flexibilidad:**
 - Depende de número de hilos
 - Clase B cables energía normal
 - Clase C y D cables flexibles
 - Clase K y M conductores flexibles
- 3) **Forma:**
 - Redondo normal (33) espacios libres
 - Redondo compacto (33) 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:

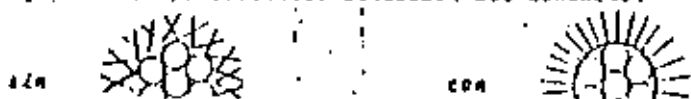
- 1) **Confiable:** El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha experiencia.
- 2) **Propiedades térmicas:** Los aislamientos elastoméricos (XIP o EP) trabajan a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen especificarse para temperaturas del orden de 75°C.
- 3) **Flexibilidad:** Los cables de papel con forro de plomo y los cables aislados con XIP tienen menos flexibilidad que los aislados con EP.
- 4) **Propiedades mecánicas:** El XIP 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 misma impermeabilidad y debe usarse cuando el aislante es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.
- 2) Propiedades mecánicas: XIP 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) Resistencia 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 semiconductora sobre el conductor

- 1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor



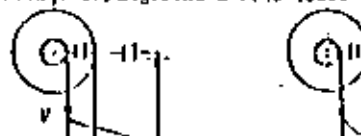
- 2) Evita queden espacios vacíos lanchables junto al conductor



- 3) Reduce energía destructiva al transferir al electrodos 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) Baja voltaje superficial a zero lado si se conecta a tierra



- 2) Confina campo eléctrico a interior del aislamiento y hace que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando esfuerzos tangenciales

- 3) Proporciona trayectoria fija para escape de corriente de carga $I_c = I_0$

- 4) Proporciona trayectoria para corriente de cc $I_{cc} = \frac{3305}{2} \dots \log \frac{110.3}{111.5}$

Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento



pantalla semiconductora

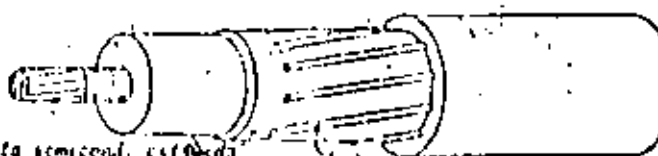
blindaje metálico (1961)



blindaje semiconductora

pantalla semicond.

blindaje metálico (Cu)



pantalla semicond. estanca

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 variable e induce un voltaje en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Siendo la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra $V = 1.2 \times 10^{-3} \text{ voltios/cm}$; siendo $V = 0.46 \log \frac{r_2}{r_1}$ $V = 1100$ I corriente cond amp. A dist media geom entre 3 cond del sistema trifásico

REVISOR	ELABORADO	REVISOR	APROBADO	AUTORIZADO	FECHA
	Ing. Fco.	lawley			18/11/79
					22

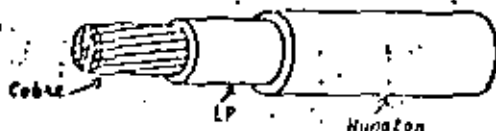
FECHA	REVISOR	ELABORADO	APROBADO	AUTORIZADO	FECHA
FEBRERO 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Lawley			19
					22



Construcciones especificas: 1) Cable de baja tension con aislamiento termoplastico



Construcciones especificas: 2) Cable de baja tension con aislamiento elastico



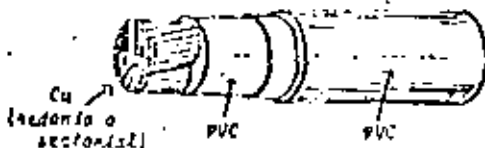
Construcciones especificas: 3) Cable unipolar de media tension con aislamiento abido (termoplastico o elastico)



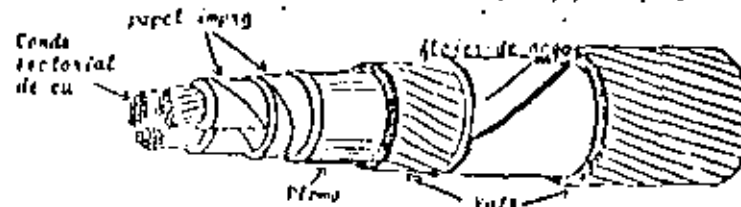
Construcciones especificas: 4) Cable unipolar de media tension con aislamiento de papel impregnado



Construcciones especificas: 5) Cable unipolar de baja tension con aislamiento termoplastico



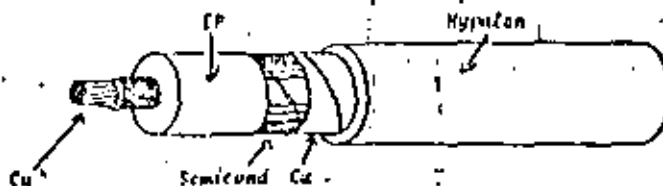
Construcciones especificas: 6) Cable triplex de baja tension con aislamiento de papel impregnado (tipo arado)



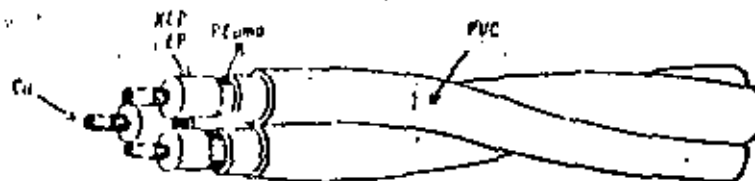
Construcciones especificas: 7) Cable triplex de media tension con aislamiento elastico laminado



Construcciones especificas: 8) Cable unipolar de media tension con aislamiento elastico para plantas generadoras



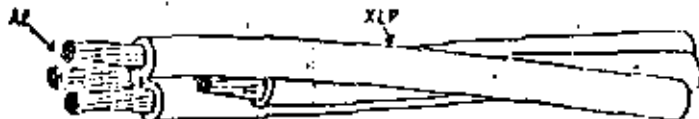
Construcciones especificas: 9) Cable triplex de media tension para la industria petroquimica



FECHA:	ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:	AUTORIZADO:	PÁGINA:
Enero 1980	ABRIL 1979	Ing. Francisco Rawley			21
	1979				22

FECHA:	ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:	AUTORIZADO:	PÁGINA:
ABRIL 1979	Ing. Francisco Rawley				21
10-1980					22

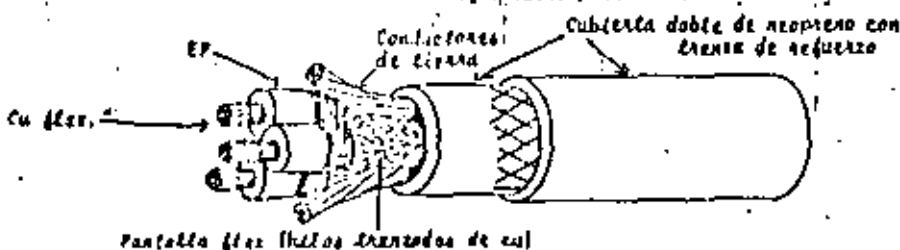
Construcciones especificas: I) Cable de baja tension para secundarios de redes subterranas residenciales



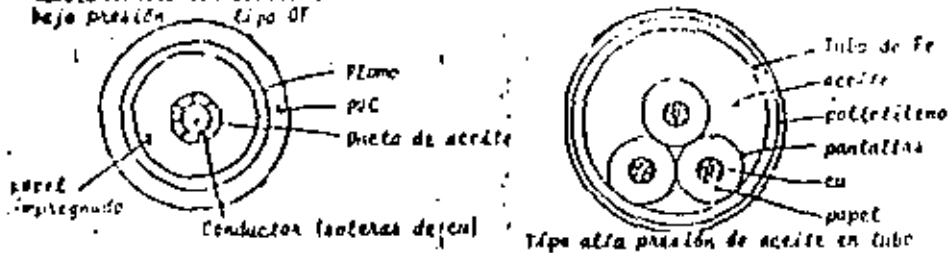
Construcciones especificas: II) Cable de media tension para primarios de redes subterranas residenciales



Construcciones especificas: III) Cable tripolar de media tension (flexible) para minas



Construcciones especificas: IV) Cables de alta tension con aceite autocontenido con aceite a baja presion Tipo OT



Tipo alta presion de aceite en tubo

$$R_1 = K \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right) \quad (1)$$

Donde:

R_1 = 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 Baja voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alta voltaje (Sintona)	750 a 20°C
Poliétileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Poliétileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (YC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

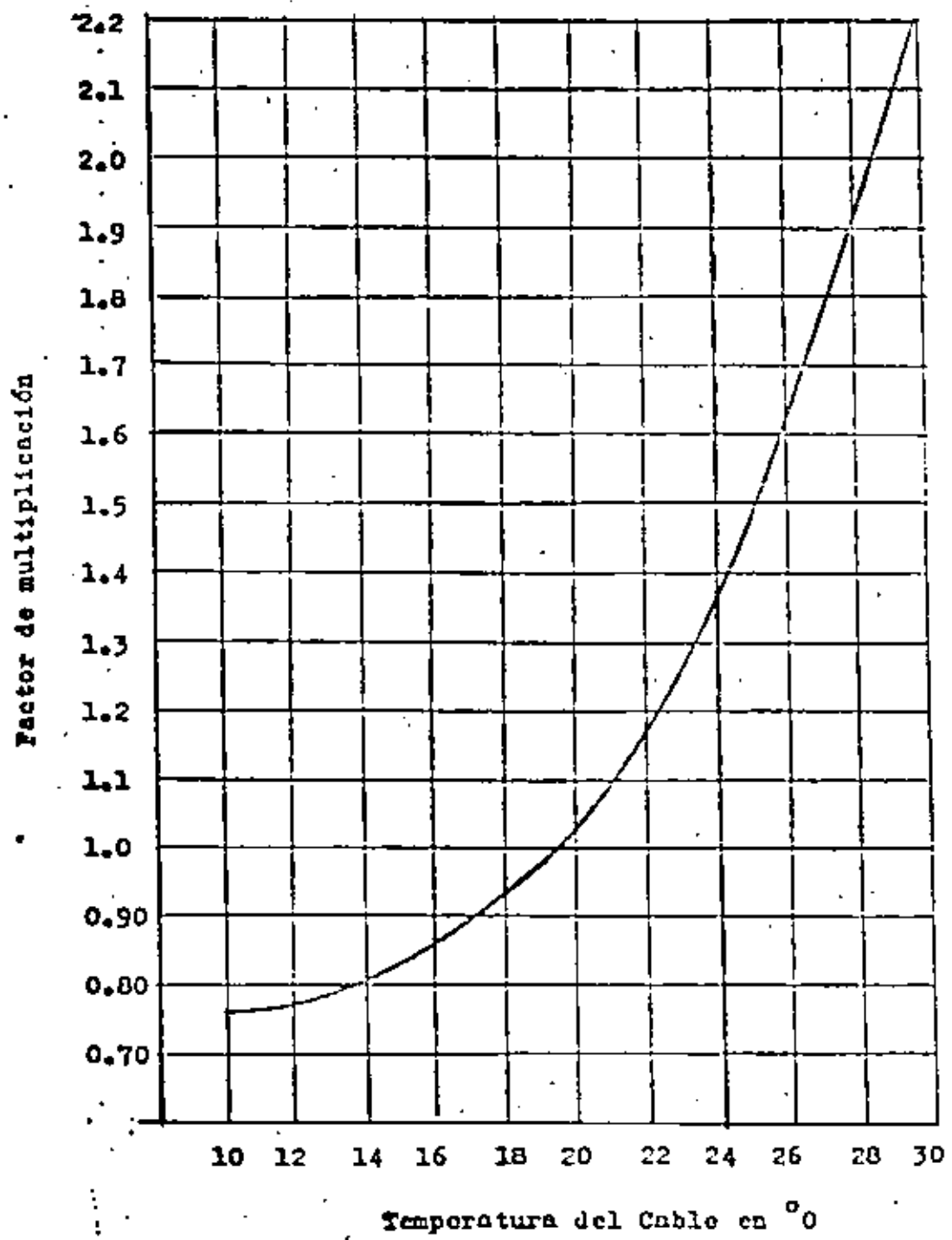
El valor de R_1 deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

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





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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

E J E M P L O

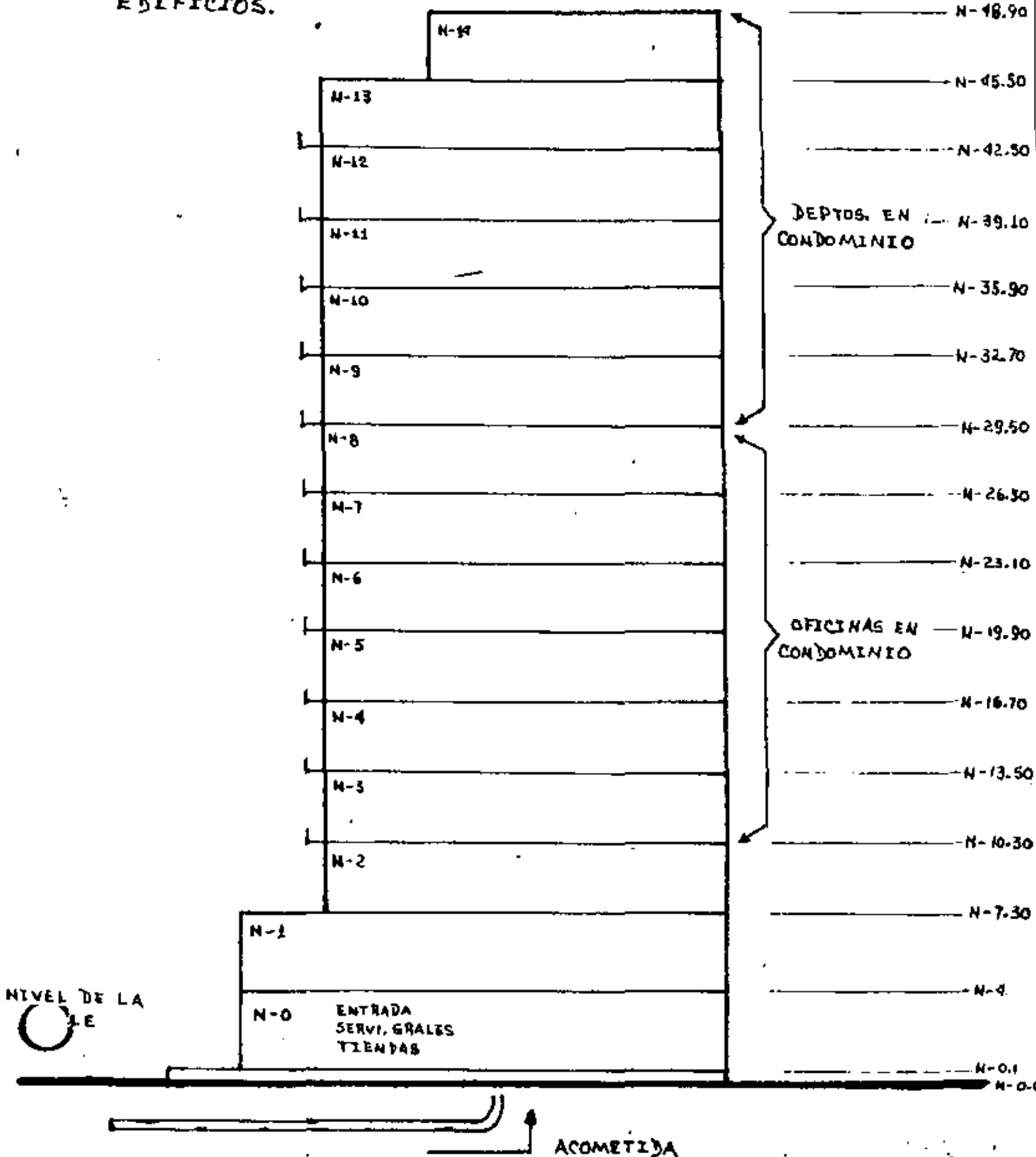
ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

JULIO, 1982



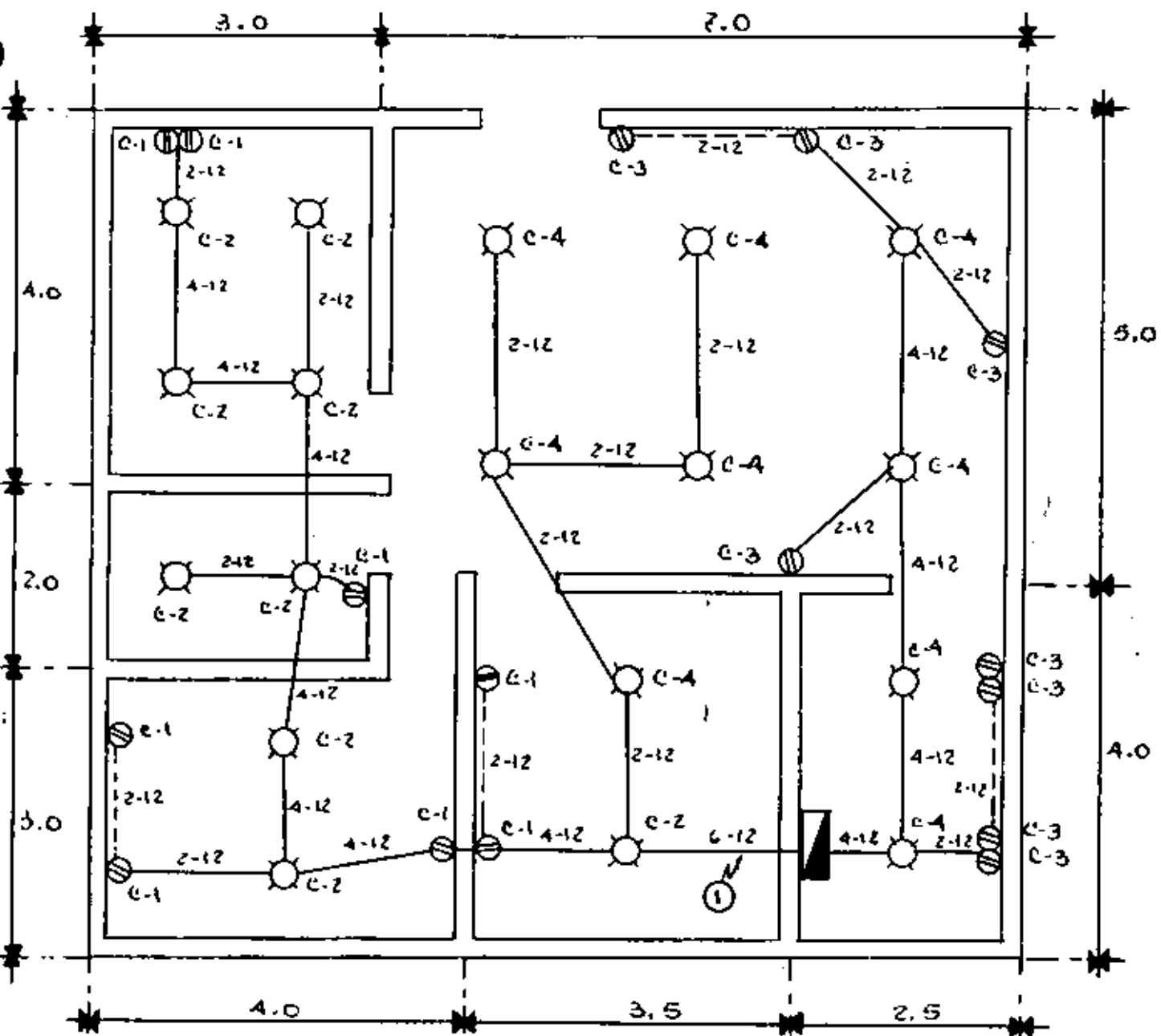
EJEMPLO:

● INSTALACION EN EDIFICIOS.





Δ).- DEPARTAMENTO EN CONDOMINIO



ASOCIACIONES: MTS.

CALCULO DE LA CARGA (NUE 204.2)

CIRCUITOS DERIVADOS:

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



CALCULO DE CONDUCTORES

CIRCUITO DE CONTACTOS, CARGA: 1440 W

- POR CAPACIDAD DE CONDUCCION:

$$I_{DOMINIAL} = \frac{\text{CARGA. W}}{\text{TENSION}} = \frac{1440}{127} = 11.3 \text{ AMP.}$$

CONDUCTOR NECESARIO No. 14 PARA 15 Amp.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMP. = 1.0 x 15 = 15

FACTOR DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO = 0.8 x 15 = 12

AMPACIDAD DISMINUIDA 12 Amp

- POR CAIDA DE TENSION

$$\% \leq 3 \quad (\text{NTIE 202.6})$$

$$\text{SI. } L = 18 \text{ mts}$$

$$S = \frac{4 L I}{\rho_n \%} = \frac{4 (18) (11.3)}{127 (3)} = 2.135 \text{ mm}^2$$

CALIBRE No. 12 AWG

CONCLUSION:

SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR No. 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 ó 20 Amp.

CAUDALIZACION :

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 CAUDALIZACION.

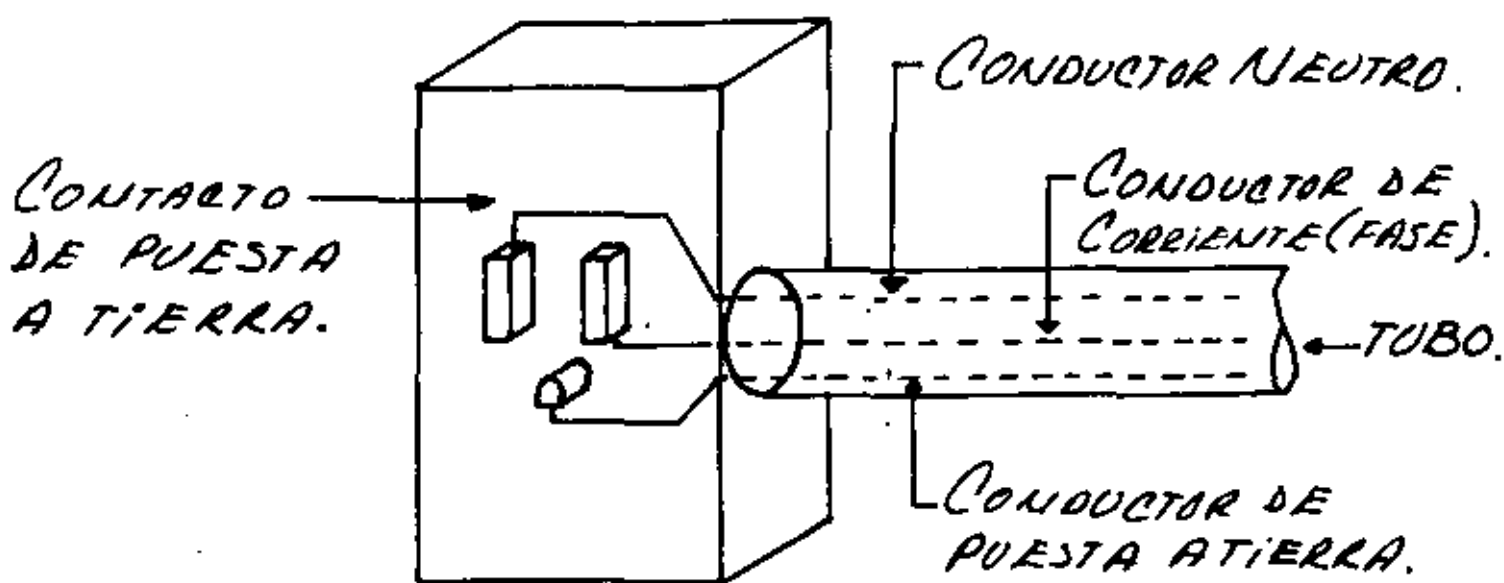
$$\begin{array}{rcl} 76.8 \text{ mm}^2 & \text{---} & 40 \% \\ \Delta & \text{---} & 100 \% \end{array} \quad \Delta = 192 \text{ mm}^2$$

CORRESPONDE A UN TUBO DE 13 mm.

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

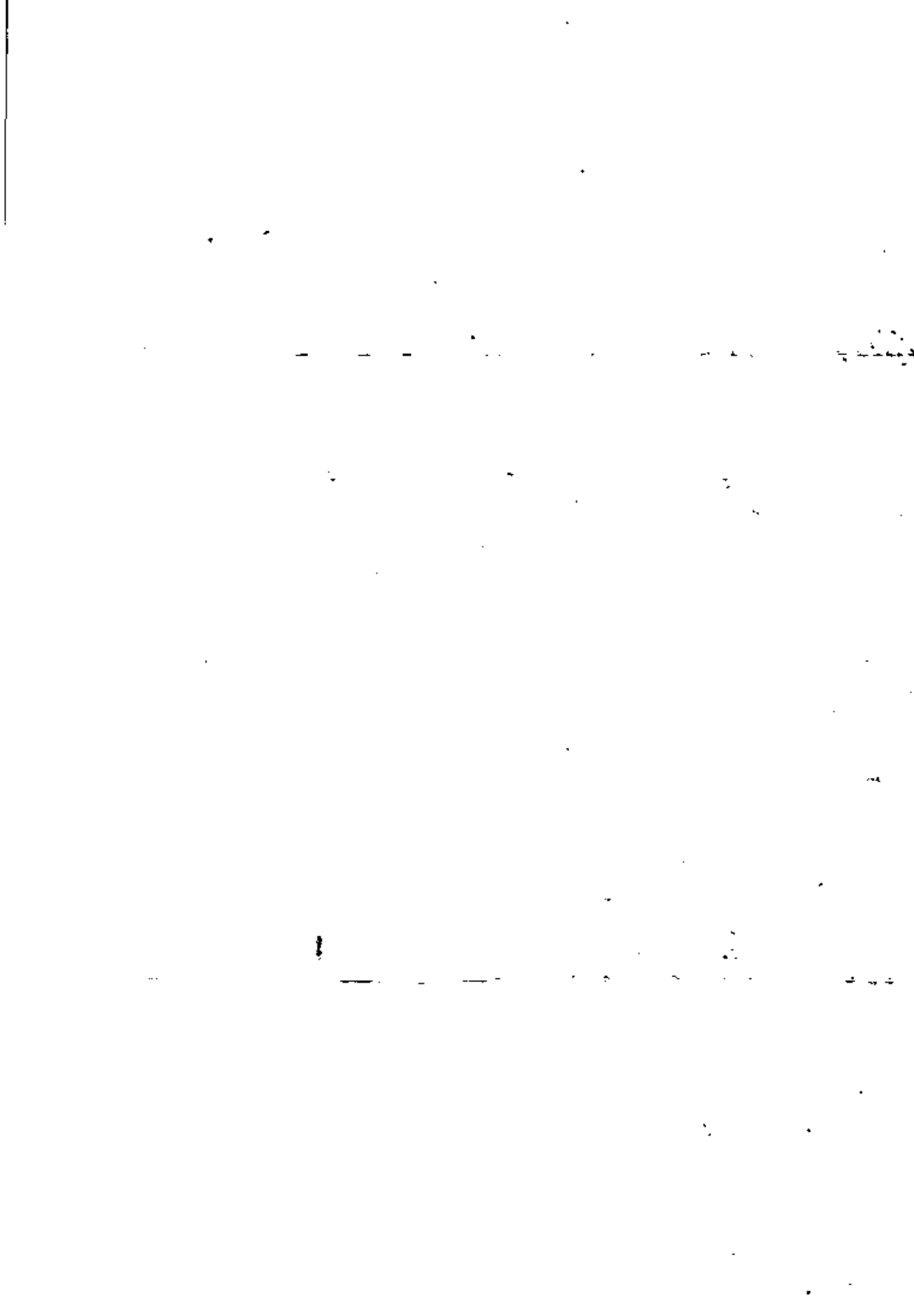


PUESTA A TIERRA DE PARTES METÁLICAS DE APARATOS QUE VAN A USARSE EN COCINAS Y BAÑOS MEDIANTE CONTACTOS DE PUESTA A TIERRAS.



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 WATT

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

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

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 $e\% \leq 2$ (NIE 203.3)

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

$11.57 \text{ mm}^2.$

CORRESPONDE A UN CALIBRE No 6 (TW).

CONCLUSIÓN:

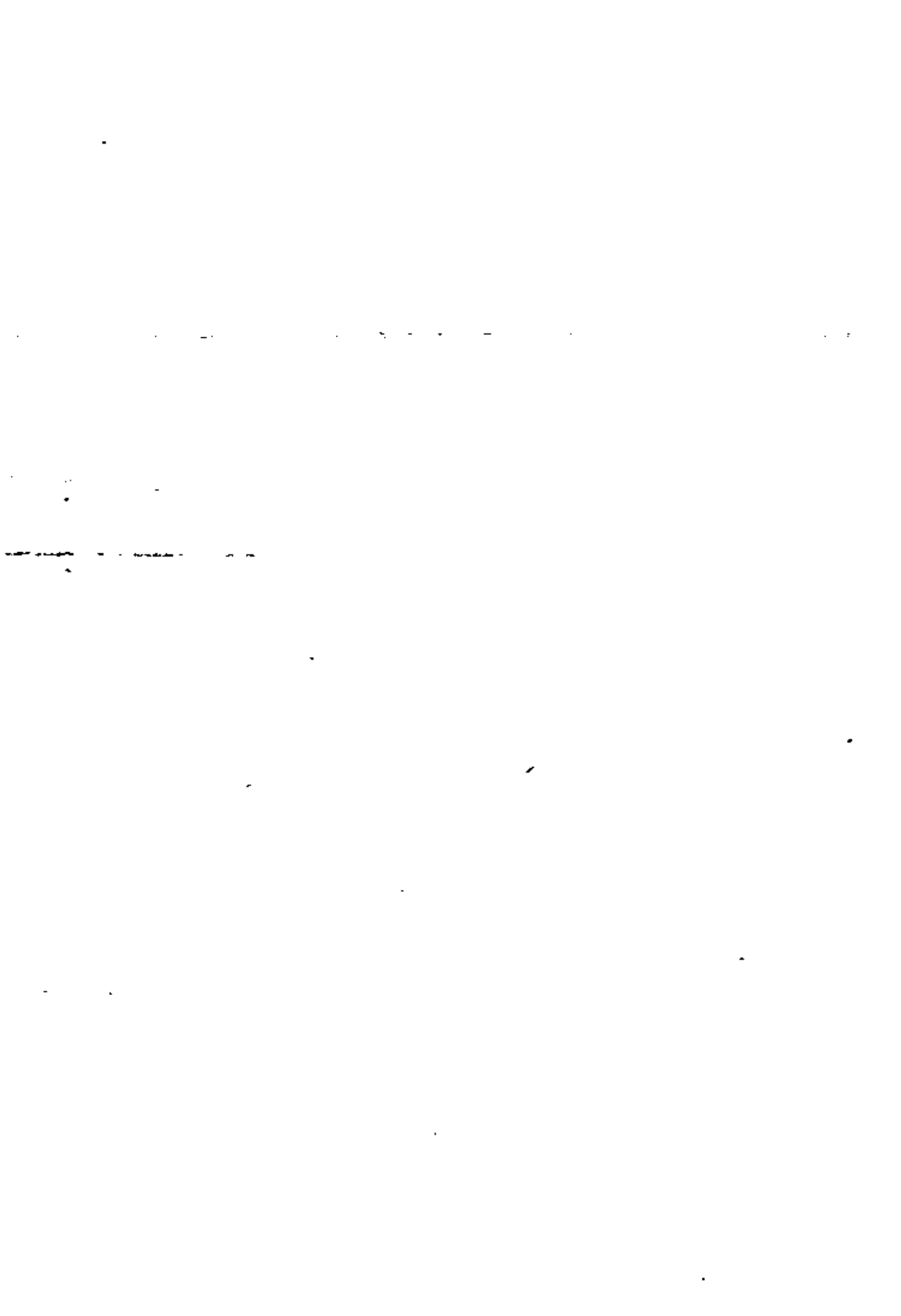
SELECCIONAMOS EL CONDUCTOR No 6
CUMPLE CON AMBOS CRITERIOS.

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 No 6 por CAÍDA DE TENSION.



PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE:

PROTECCIÓN DE ACUERDO CON LA CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE LOS CONDUCTORES.

CALIBRE N.º 6 SOPORTA 55 AMP. (T.W.)

PROTECCIÓN 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 N°6 ——— 158.7 mm².

1 " " " N°10 (TIERRA) ——— 16.8 mm²

175.5 mm²

175.5 mm² ——— 40%

A " ——— 100%

A = 438.8 mm².

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 :

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

- CONDUCTORES.

- POR CAPACIDAD DE CORRIENTE : !

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

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

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



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

$$I_{\text{REAL}} = I_{\text{NOM}} \times F.A. \times F.C.T. \\ = 90 \times 0.8 \times 1.0 = 72 \text{ AMP}$$

SE OBSERVA QUE EL CONDUCTOR SIGUE SIENDO EL N.º 4

- POR CAIDA DE TENSION :

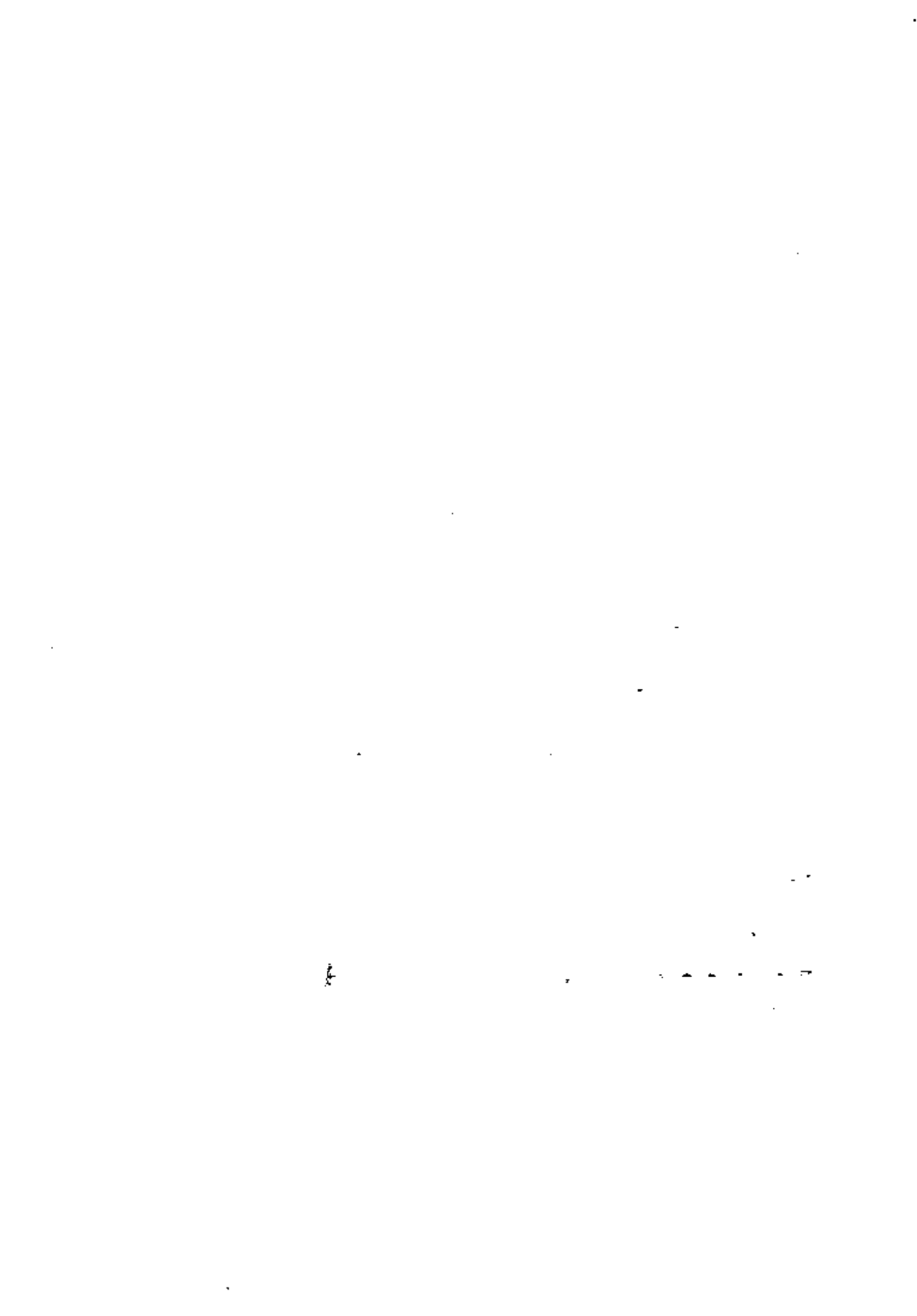
LA SECCION TRANSVERSAL MINIMA

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 N.º 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	1Ø, 127V	2Ø, 220V	No. POLOS	3Ø, 220V	3Ø, 440V.
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 100% DE LA I_{Npc} SEGUN NTIE 103.35

$$V_{PROT.} \leq 100\% I_{Npc} = 1(51.2) = 209.8$$

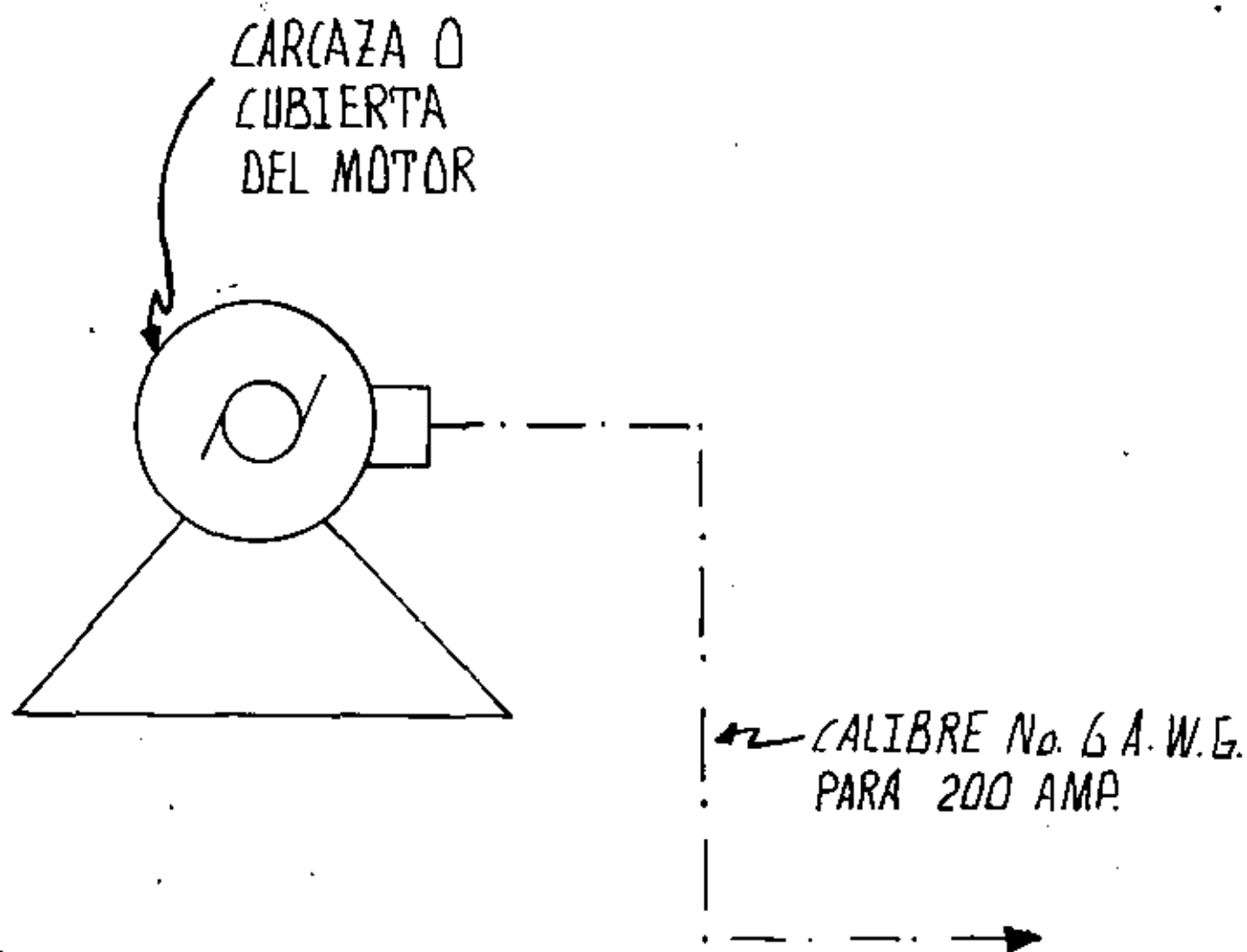
PUEDEN ESCOGERSE LAS PROTECCIONES DE:

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.)	C (W.)
TAB A	4250	3950	3800
TAB B	5350	5100	5200
TAB C	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

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

ALIMENTADORES

CALCULO DE LOS CONDUCTORES

CARGA TOTAL 99 650 W. 3Ø, 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:

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

$$\text{F.P.} = 0.85$$

CONDUCTOR NECESARIO 250 M.C.M. (THW) 75°C.

FACTOR DE CORRECCION POR TEMPERATURA Y AGRUPAMIENTO = 1

AMPACIDAD DEL CONDUCTOR 255 AMP.

—POR CAIDA DE TENSION:

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

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

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 DESBALANCEO, 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

1^{er} CRITERIO:

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

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

(I_{rase} - 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

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

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

VALOR ADECUADO 3X300 AMP.

CANALIZACION:

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

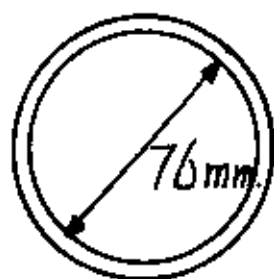
4 CONDUCTORES 250 M.C.M. 1258.4 mm²

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

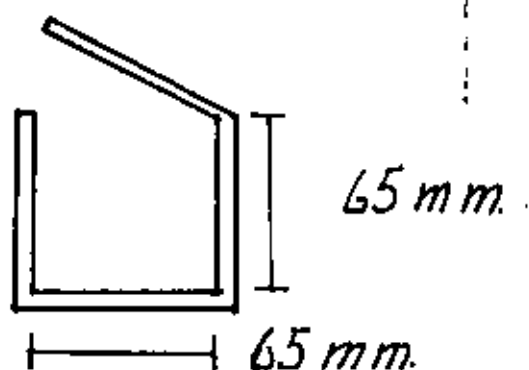
$$A \text{ --- } 100\%$$

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

CORRESPONDE A TUBO DE 76 mm \varnothing NOMINAL



A DUCTO CUADRADO DE 6.5 x 6.5 cm



SUBESTACION

- CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR.

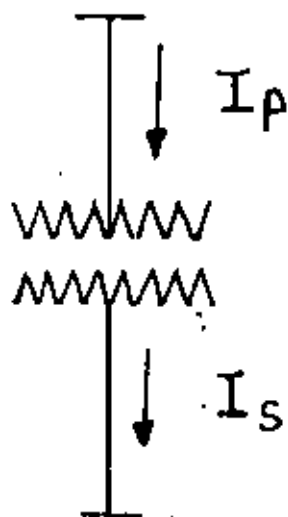
$$L = \frac{[\text{CARGA TOTAL CONECTADA} \times \text{F.D.}] + \text{RESERVA}}{\text{FACTOR DE POTENCIA ESPERADO}}$$

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

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

SE SELECCIONA EL TRANSFORMADOR COMERCIAL INMEDIATO = 112.5 KVA.

CORRIENTES NOMINALES.

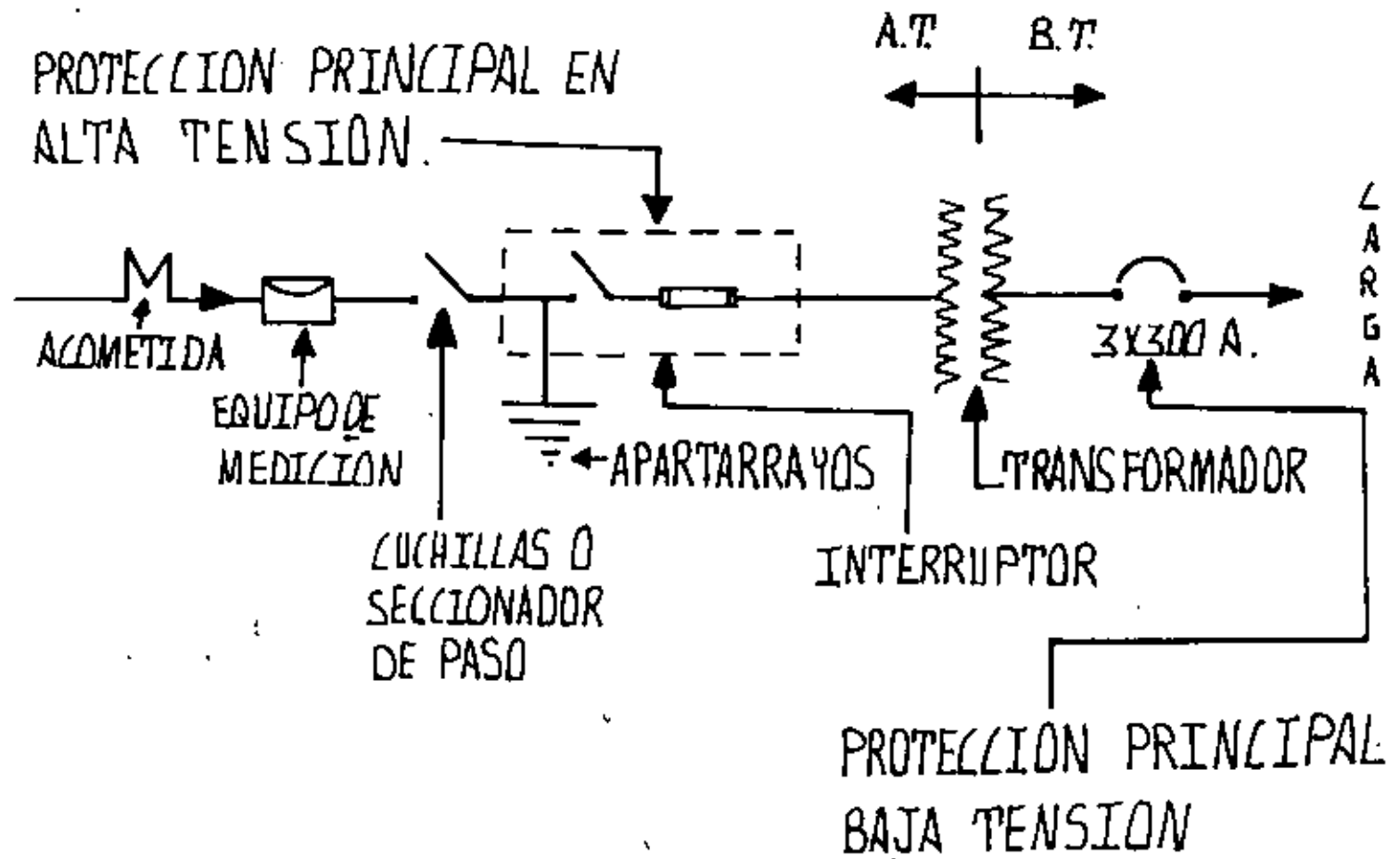


$$I_p = \frac{\text{KVA}_T}{\sqrt{3} \text{ KV}_p}$$

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

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

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



$$V_{\text{PROT}} \leq 200\% \cdot I_p \text{ (TRANSFORMADOR).}$$

$$V_{\text{PROT}} \leq 2(2.82) = 5.64 \text{ AMP.}$$

— PUEDE SELECCIONARSE EL FUSIBLE DE 3 AMP Ó EL DE 5 AMP. NOMINALES.

— PARA SUBESTACIONES COMPACTAS DEBE SER DEL TIPO DE NO-EXPULSION.

— DEBE TENER UNA CAPACIDAD INTERRUPTIVA \geq A LA POTENCIA DE CORTO CIRCUITO DEL SUMINISTRADOR NORMALMENTE DE 700, 800 O 1000 MVA SIMETRICOS EN EL SISTEMA DE CL Y FC

EL PROYECTO ELECTRICO.

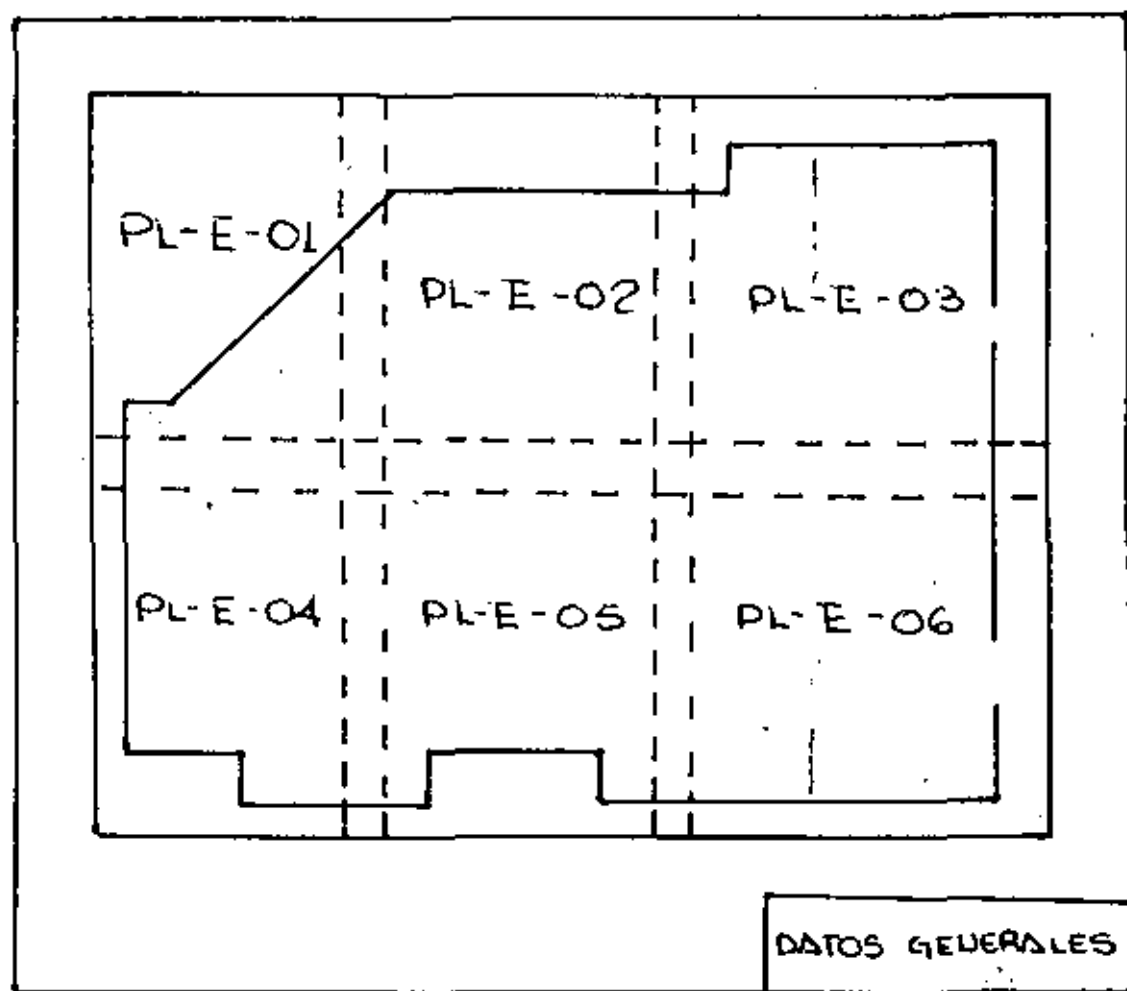
- IMPORTANCIA.
- DISCUSION DE CRITERIOS.
- ANALISIS Y ESTUDIOS DE CARGAS.
- CALCULOS.
 - ILUMINACION.
 - ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS.
 - TABLEROS Y PROTECCIONES.
 - SISTEMAS DE TIERRAS.
 - CAPACIDADES INTERRUPTIVAS.

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

- INTERVENCION DEL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

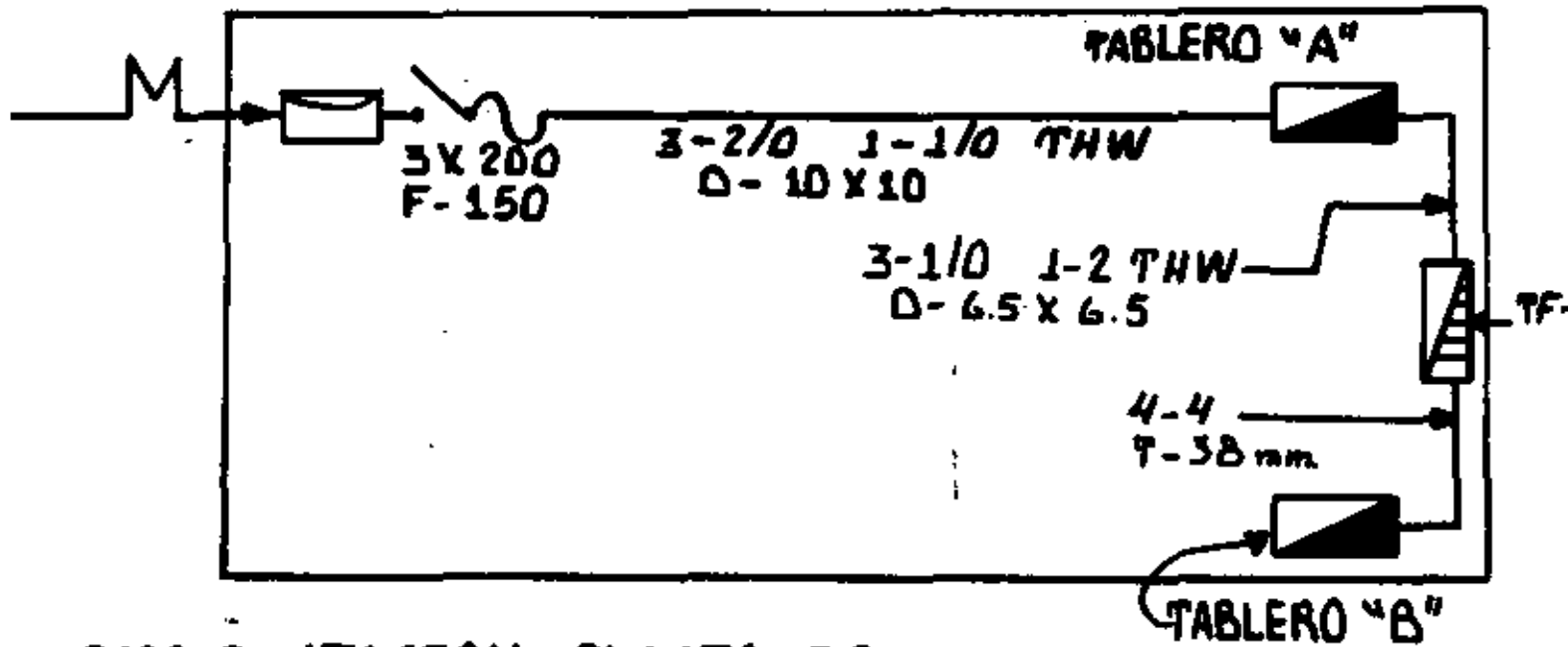
GENERALES.

PLANO DE CONJUNTO DE LA INSTALACION DE REFERENCIA.

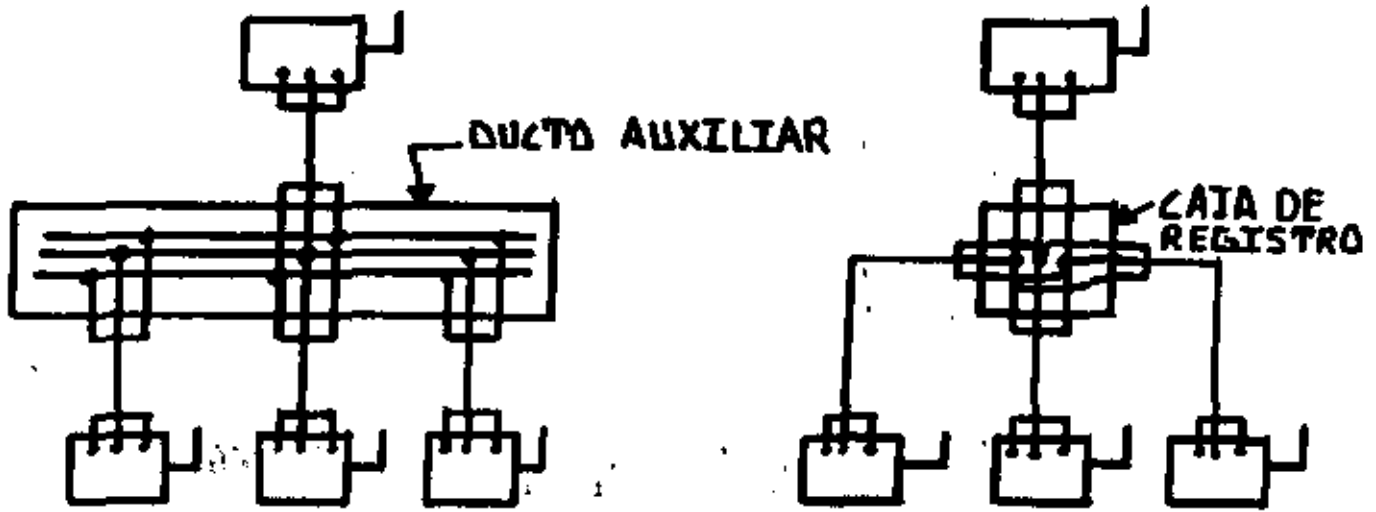


- CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE PROTECCIONES.
- ESCALAS DE DIBUJO EMPLEADAS.
(INCLUIRNAS EN CADA PLANO Y EN CADA UNO DE LOS DETALLES DE MONTAJE).

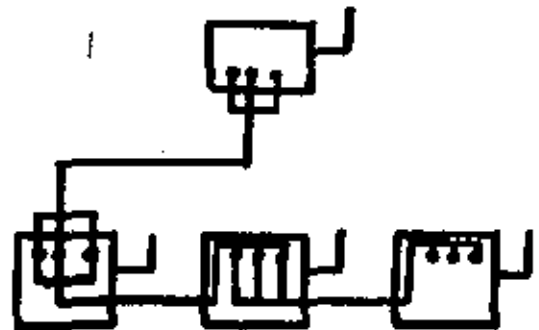
LOCALIZACIÓN DE ALCOMETIDA Y TRAYECTORIA DE ALIMENTADORES.



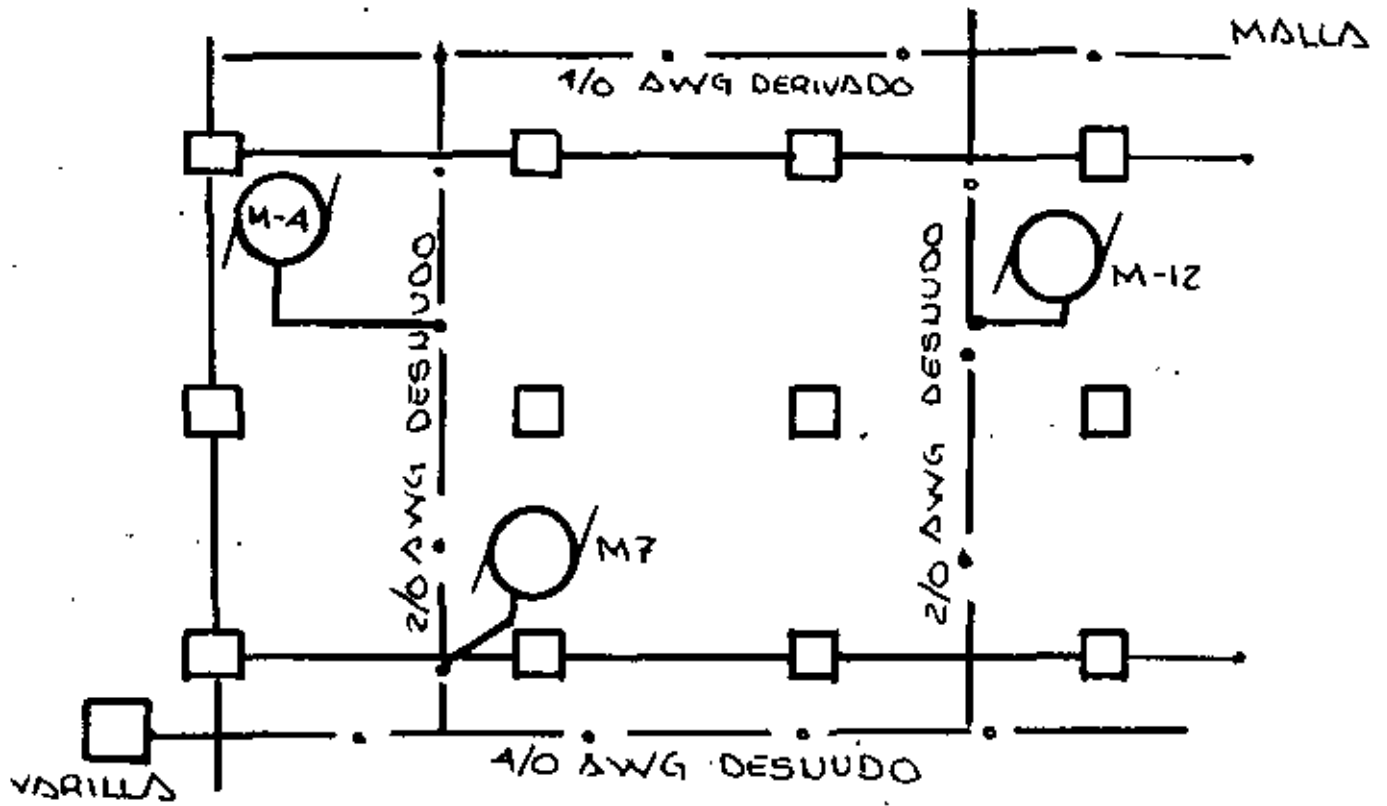
REPRESENTACION EXACTA DE CONCENTRACION DE INTERRUPTORES



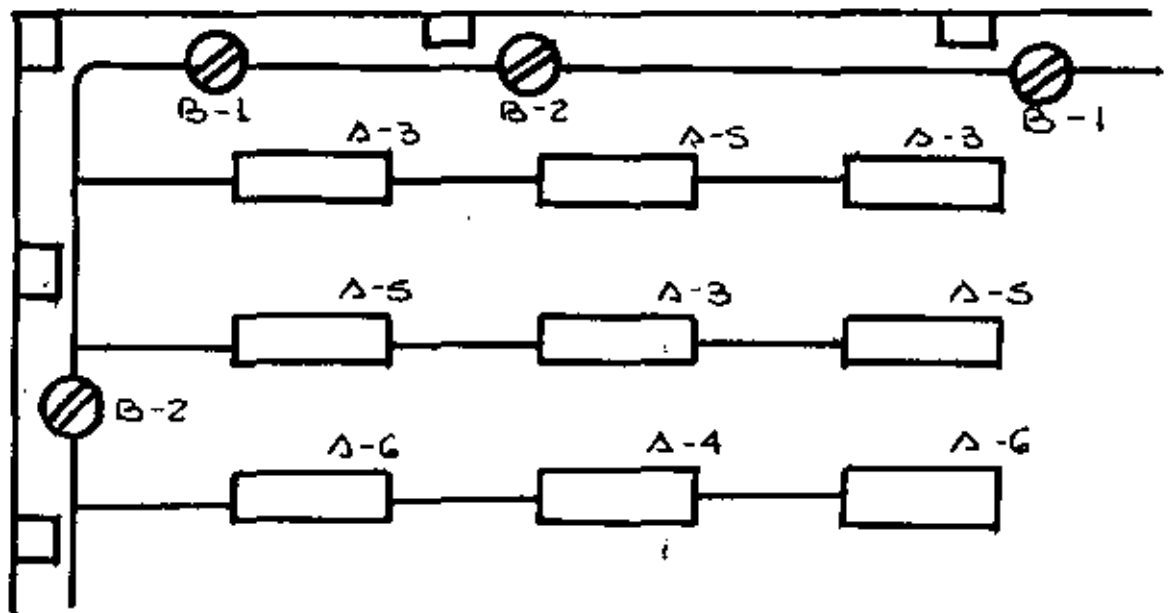
INDICAR CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES, CAJAS O CANALIZACIONES EMPLEADAS Y CONECTORES O EMPALMES.



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

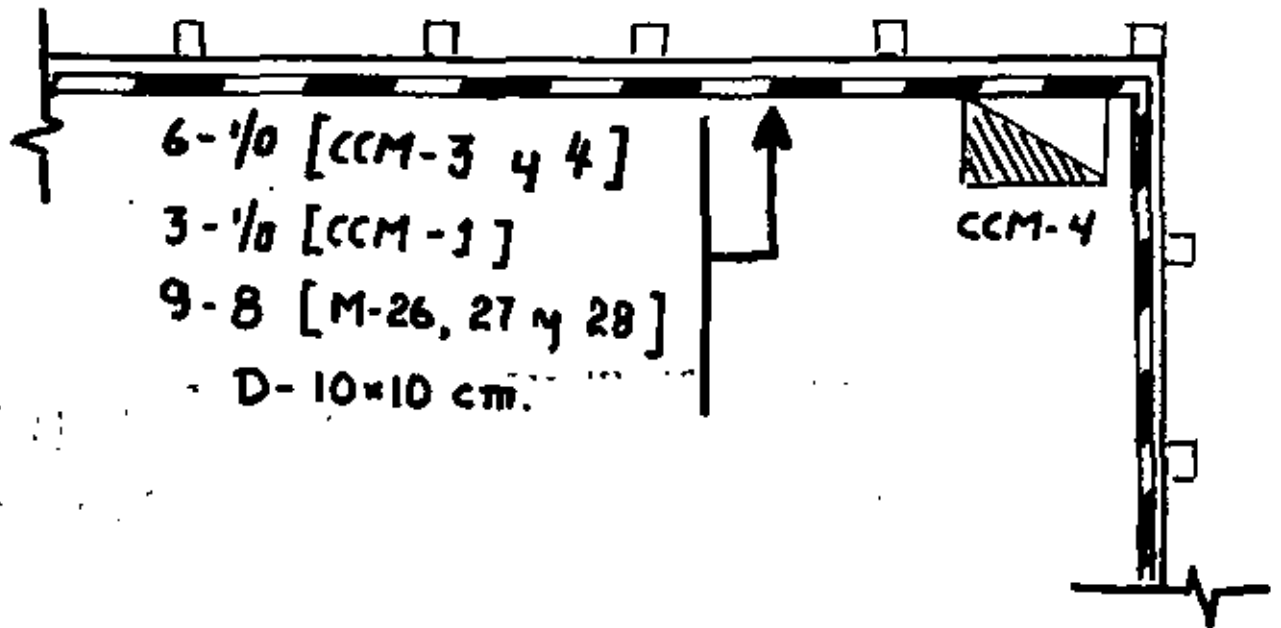


- IDENTIFICACION DE LUMINARIAS Y CONTACTOS.

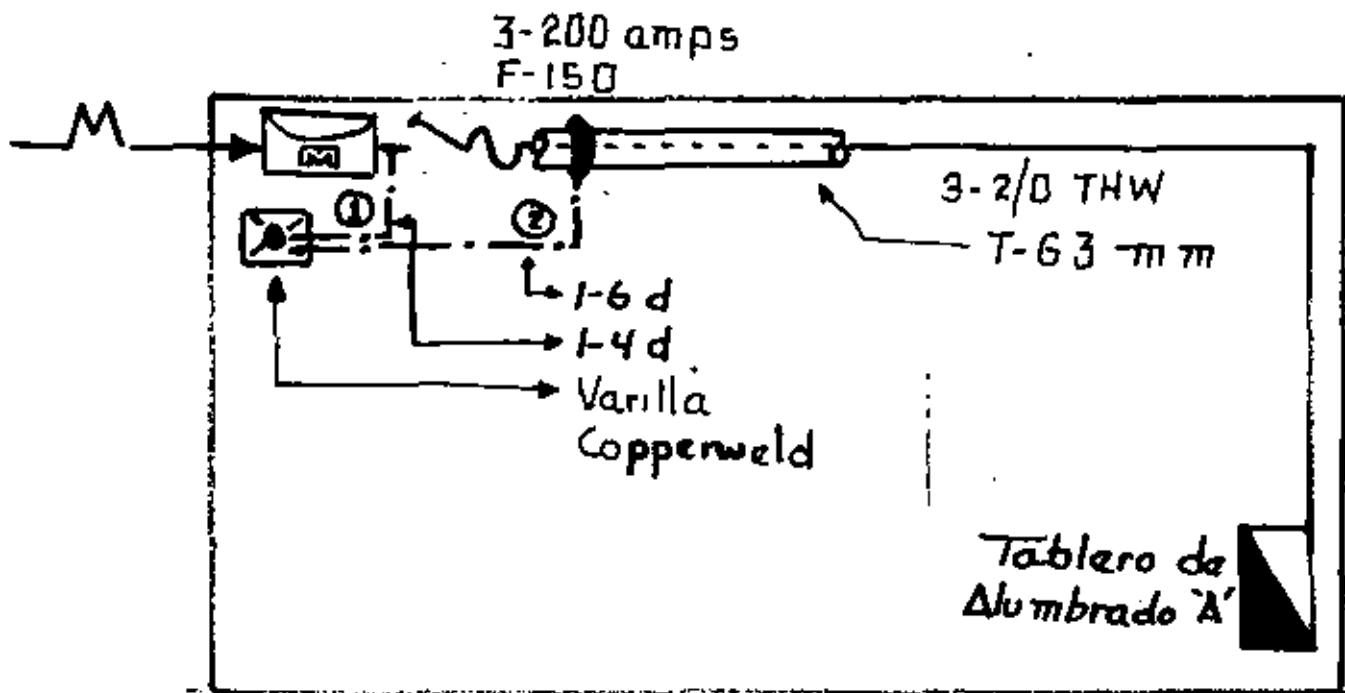


ALUMBRADO PROCEDENTE DEL TABLERO A.
CONTACTOS PROCEDENTES DEL TABLERO B.

IDENTIFICACION DE CIRCUITOS EN VISTAS FISICAS

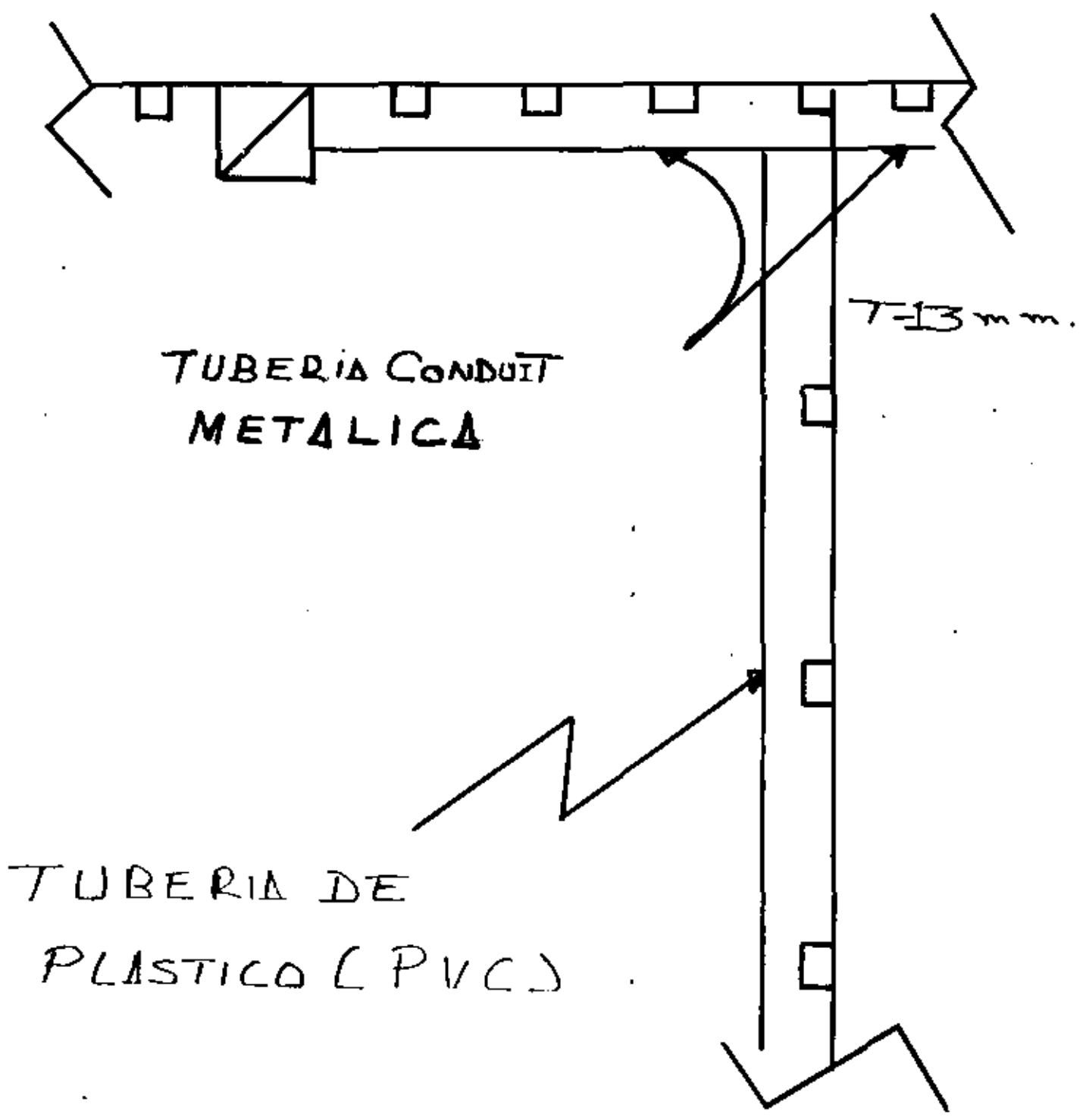


UBICACION DEL ELECTRODO Y LAS CONEXIONES A TIERRA



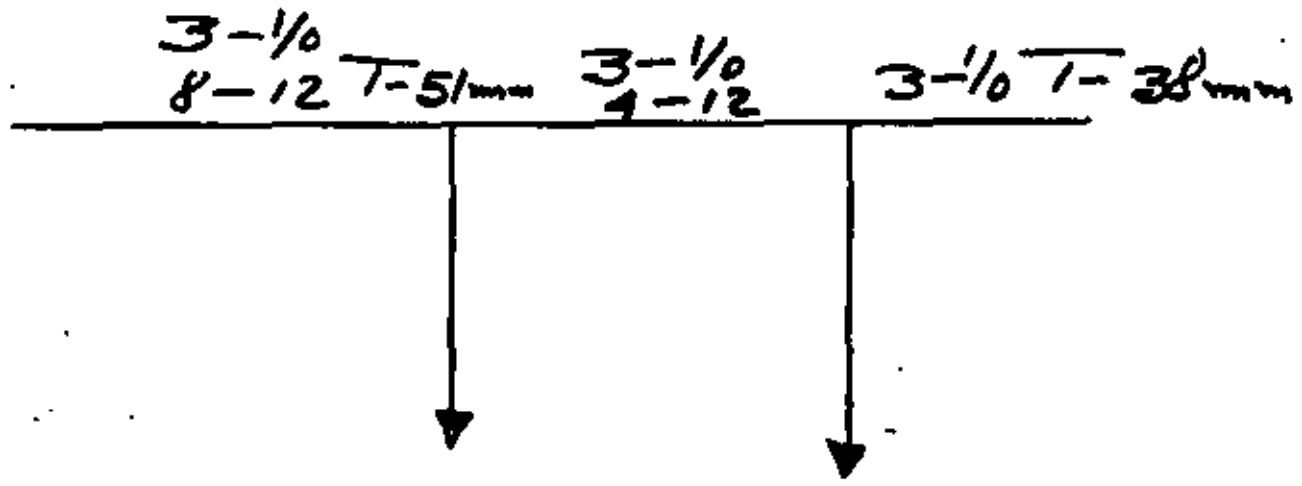
- ① CONEXION A TIERRA DEL SISTEMA
- ② PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS, TABLEROS, CARCAZAS Y CUBIERTAS DE EQUIPO ELECTROTECNICO

TIPO DE CANALIZACION EMPLEADA



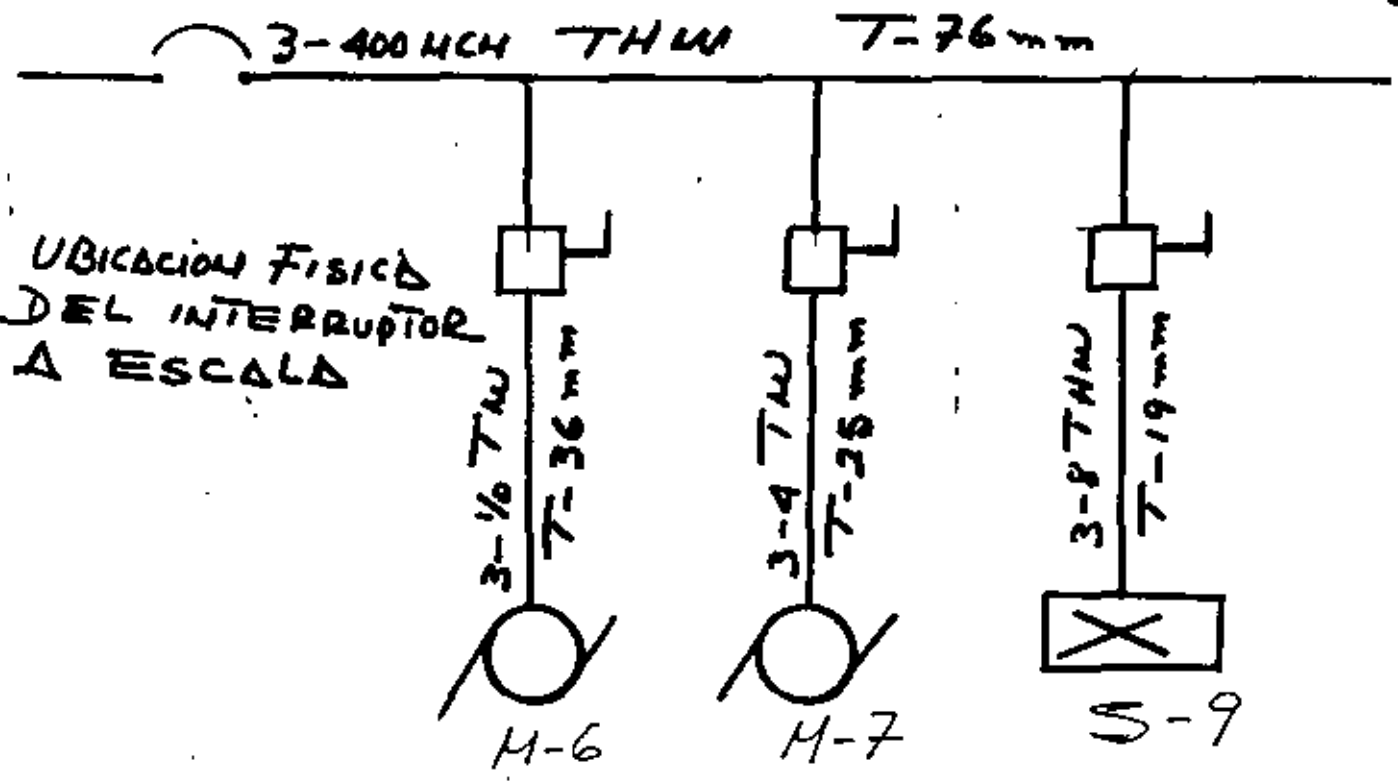


NUMERO Y CALBRE DE CONDUCTORES EN CADA TRAMO DE CANALIZACION.



LOCALIZACION DE INTERRUPTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS.

ALIMENTADOR CON CARGAS DISTRI-
BUIDAS



UBICACION FISICA
DEL INTERRUPTOR
A ESCALA

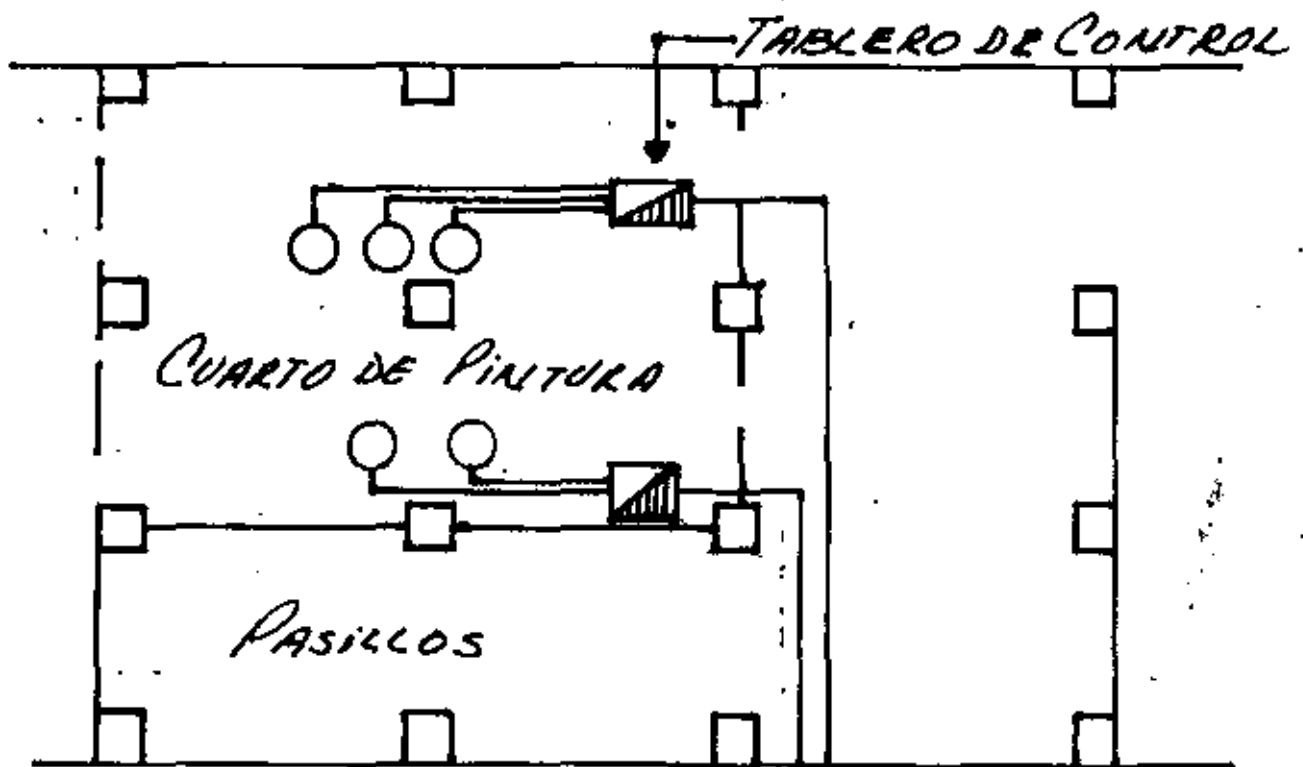
TIPO DE AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
ESPECIFICAR LUGAR DE EMPLEO

— CUADRO DE MATERIALES —

CONDUCTORES	THW, TW, VINANEEL 900
-------------	-----------------------

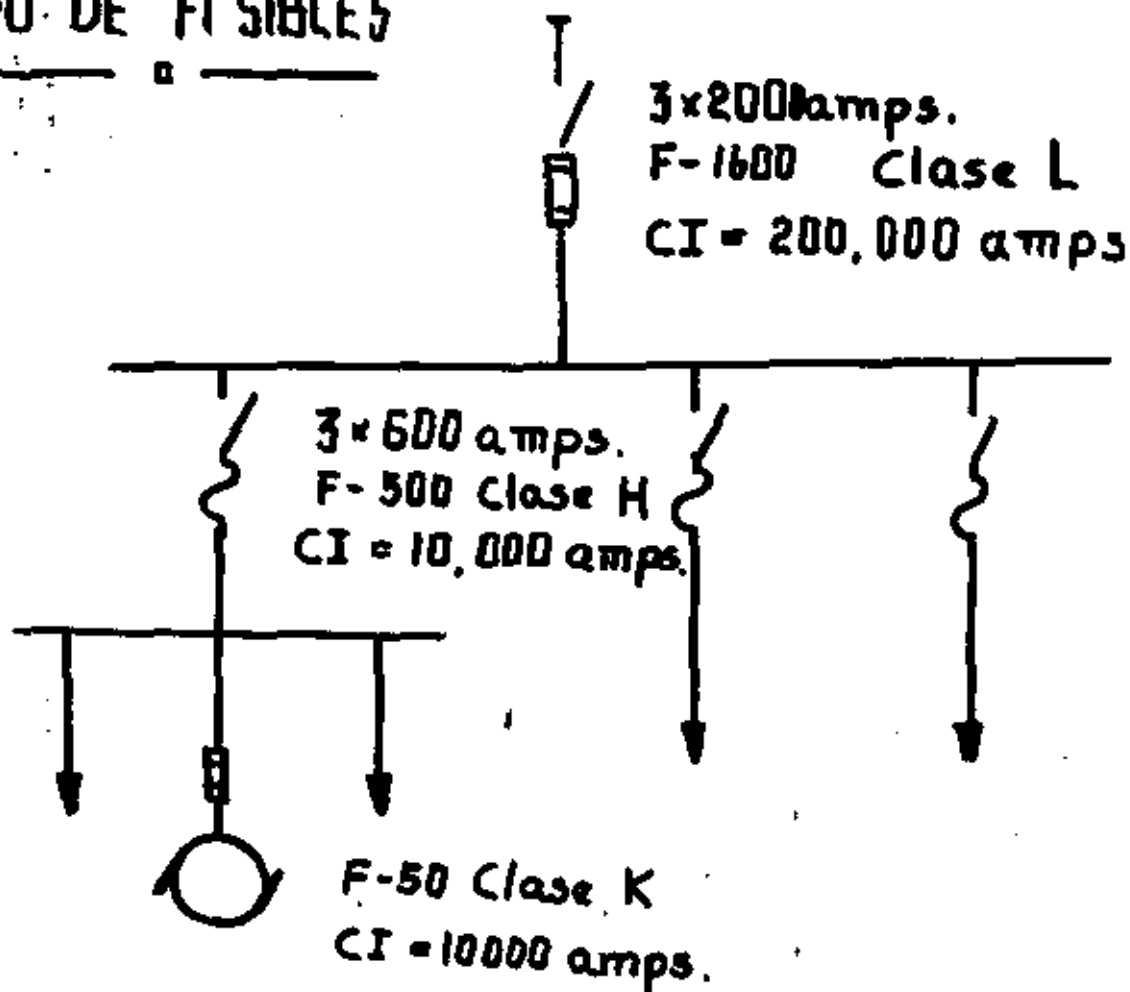
¿EN QUÉ PARTES SE UTILIZÓ CADA UNO?

DELIMITACIÓN DE ÁREAS PELIGROSAS



LÍNEA PUNTEADA DELIMITA ÁREA
CON AMBIENTE PELIGROSO.

TIPO DE FUSIBLES



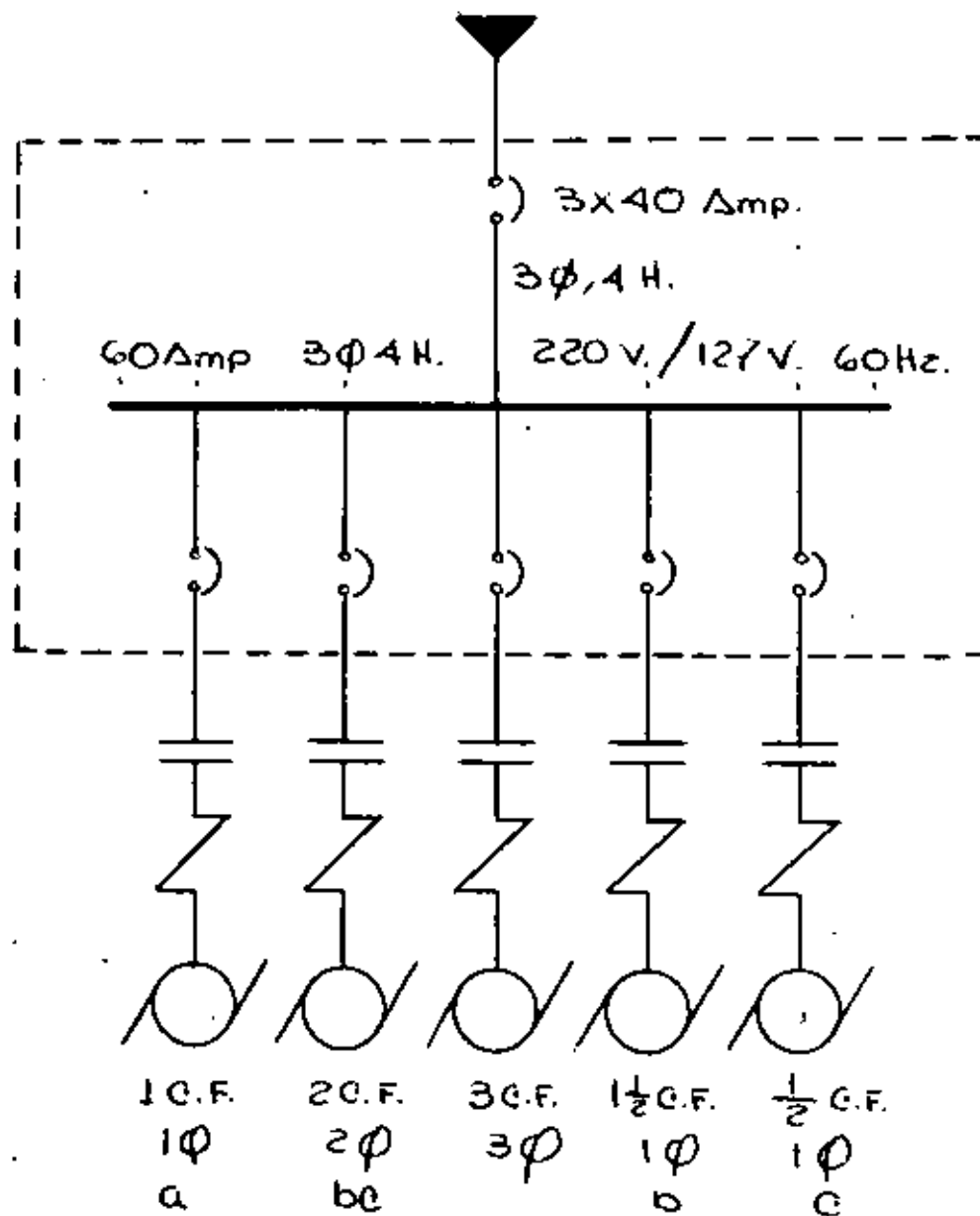
- Clase L - Fusibles limitadores de Corriente
- Clase H - Fusibles Convencionales
- Clase K - Fusibles con Retardo de tiempo

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.

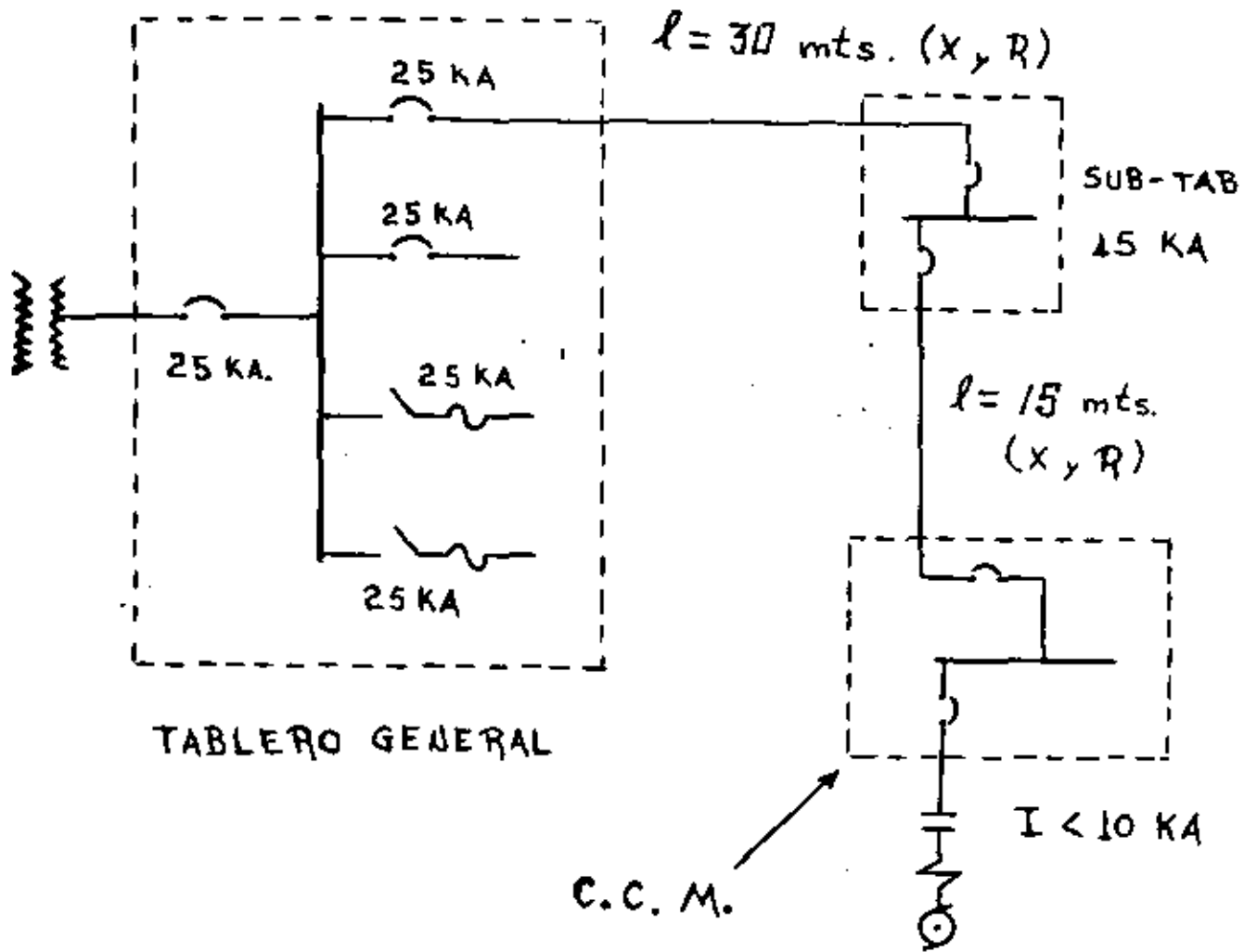
EJEMPLO :



OBJETIVOS :

- DIMENSIONAR ADECUADAMENTE EL NEUTRO.
- FACILITAR EL BALANCEO.





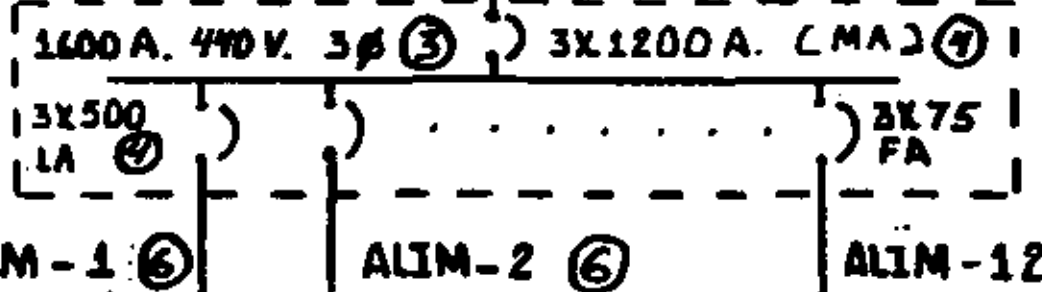
CAPACIDAD INTERRUPTIVA DE LAS DIFERENTES PROTECCIONES

DIAGRAMA INFILAR DE BAJA TENSION

TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCION (5)

800 KVA DA
6.5%
440/254 V.
BARRA 1600A. 440V. 3φ

(2)
6m.



- (7) 6-300 MCM THW
1-400 MCM N
- (8) CHAROLA - 40 CMS.

ALIM-1 (6)

ALIM-2 (6)

ALIM-12

- (7) 4-2 THW
- (8) T-51mm.

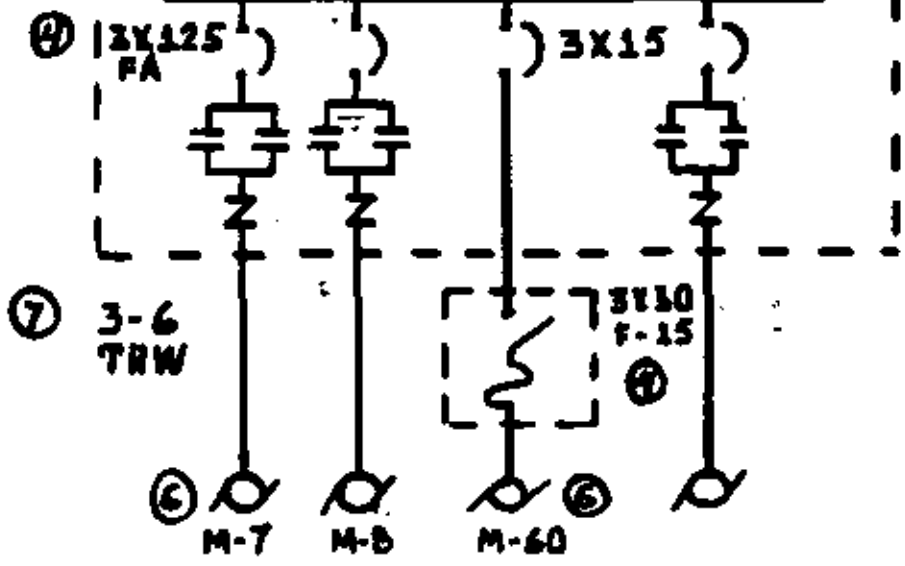
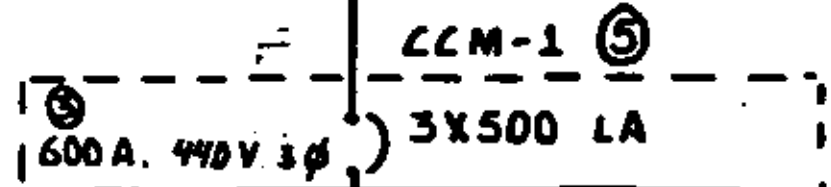
440 V.

(2) 45 KVA A
Z=3%
220/127 V.

- (7) 4-1/0 THW
- (8) D-65X6.5

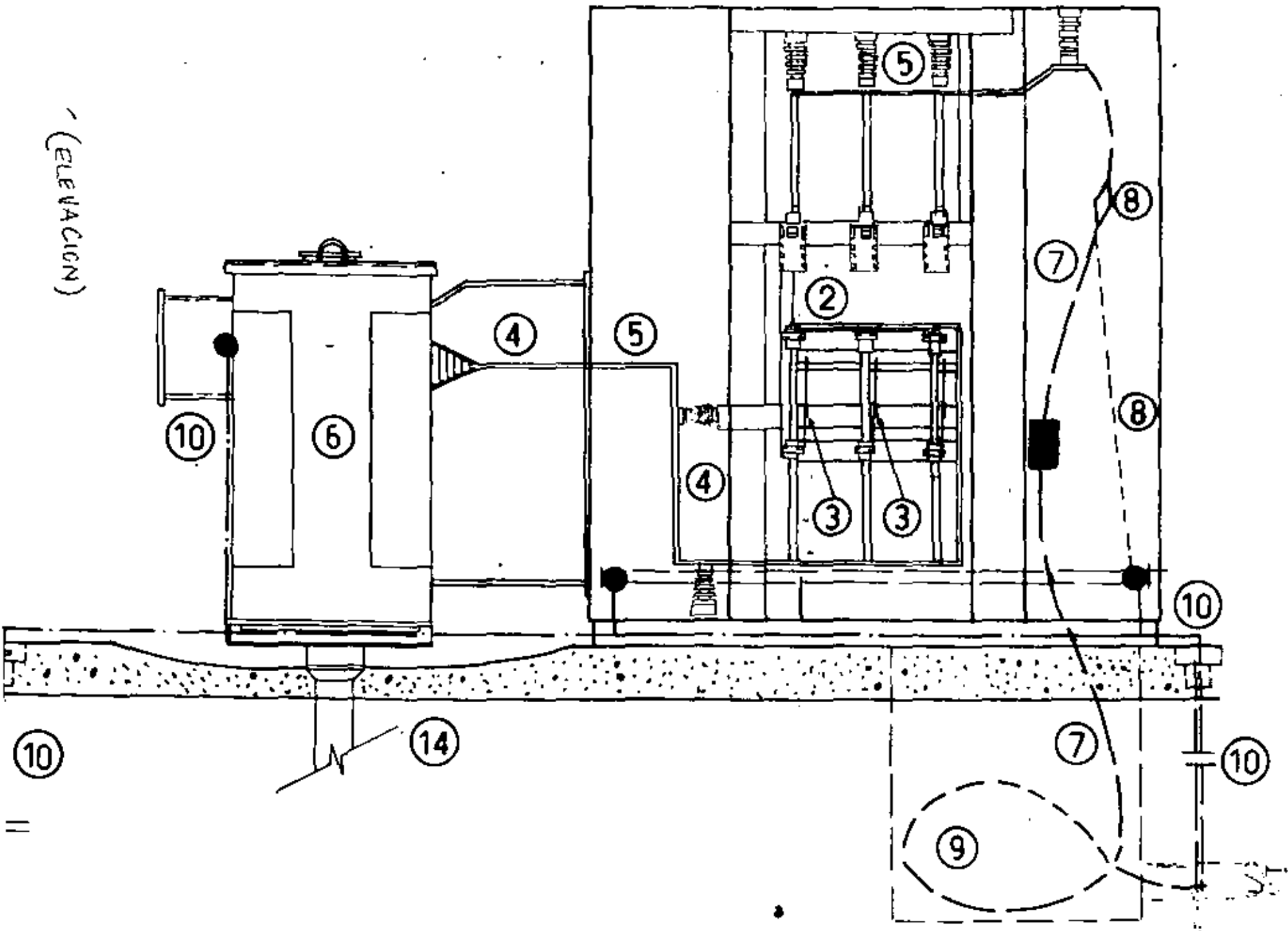


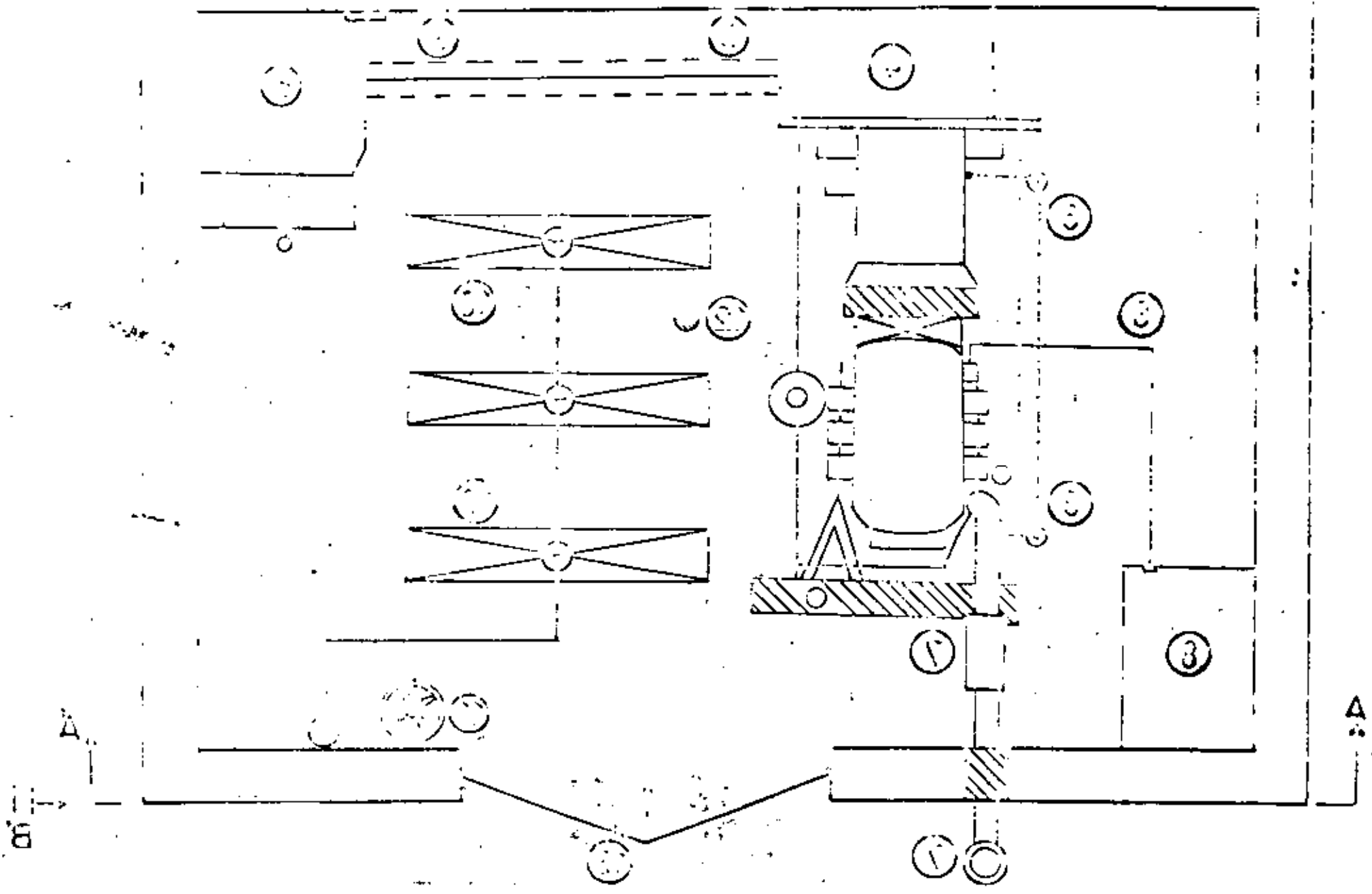
TABLERO DE ALUMBRADO "A"
(5)



OMISIONES FRECUENTES EN LOS PLANOS DE LAS SUBESTACIONES

(ELEVACION)





CORTE 8-9 DEL CUBO ANTERIOR

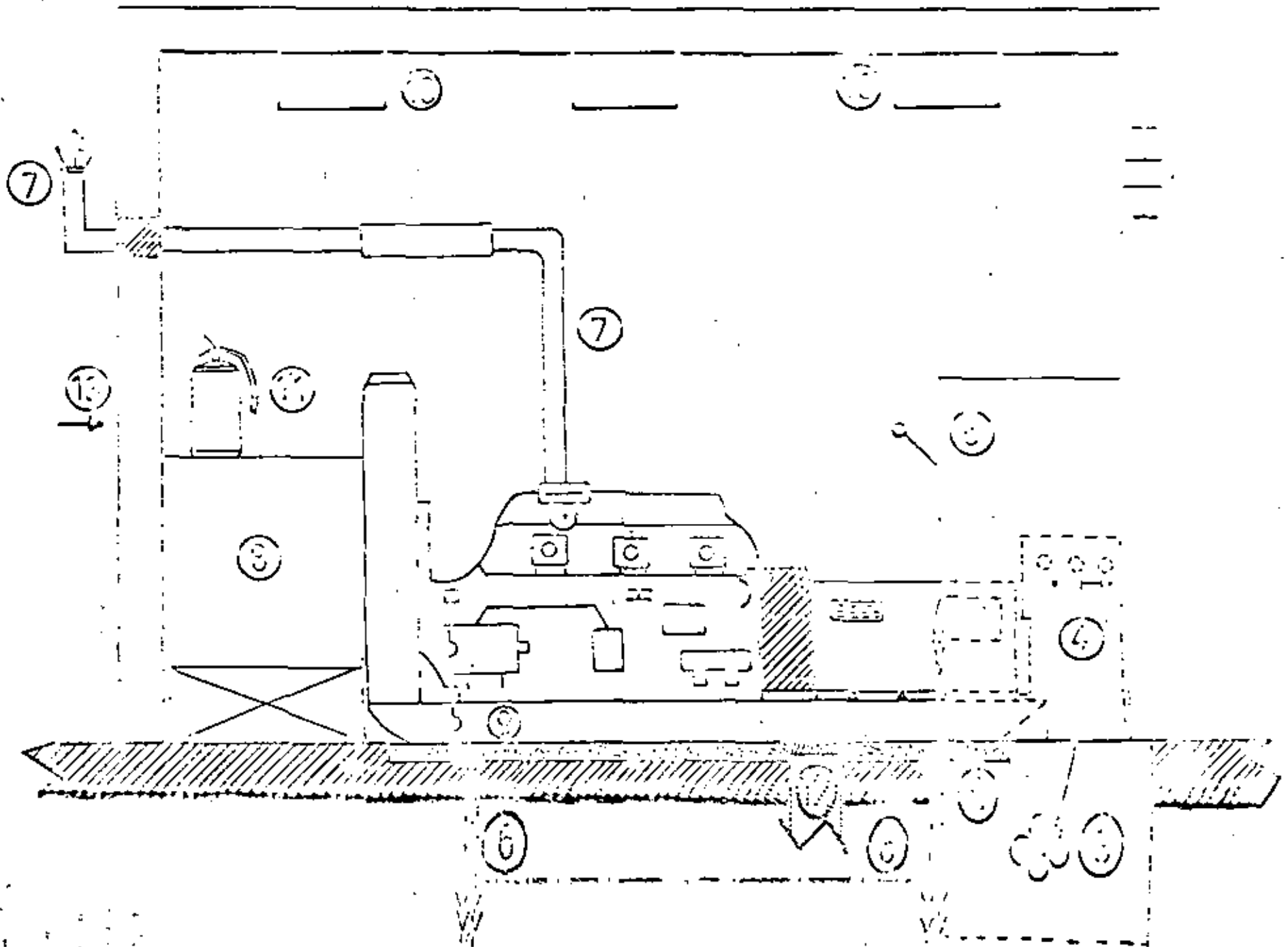
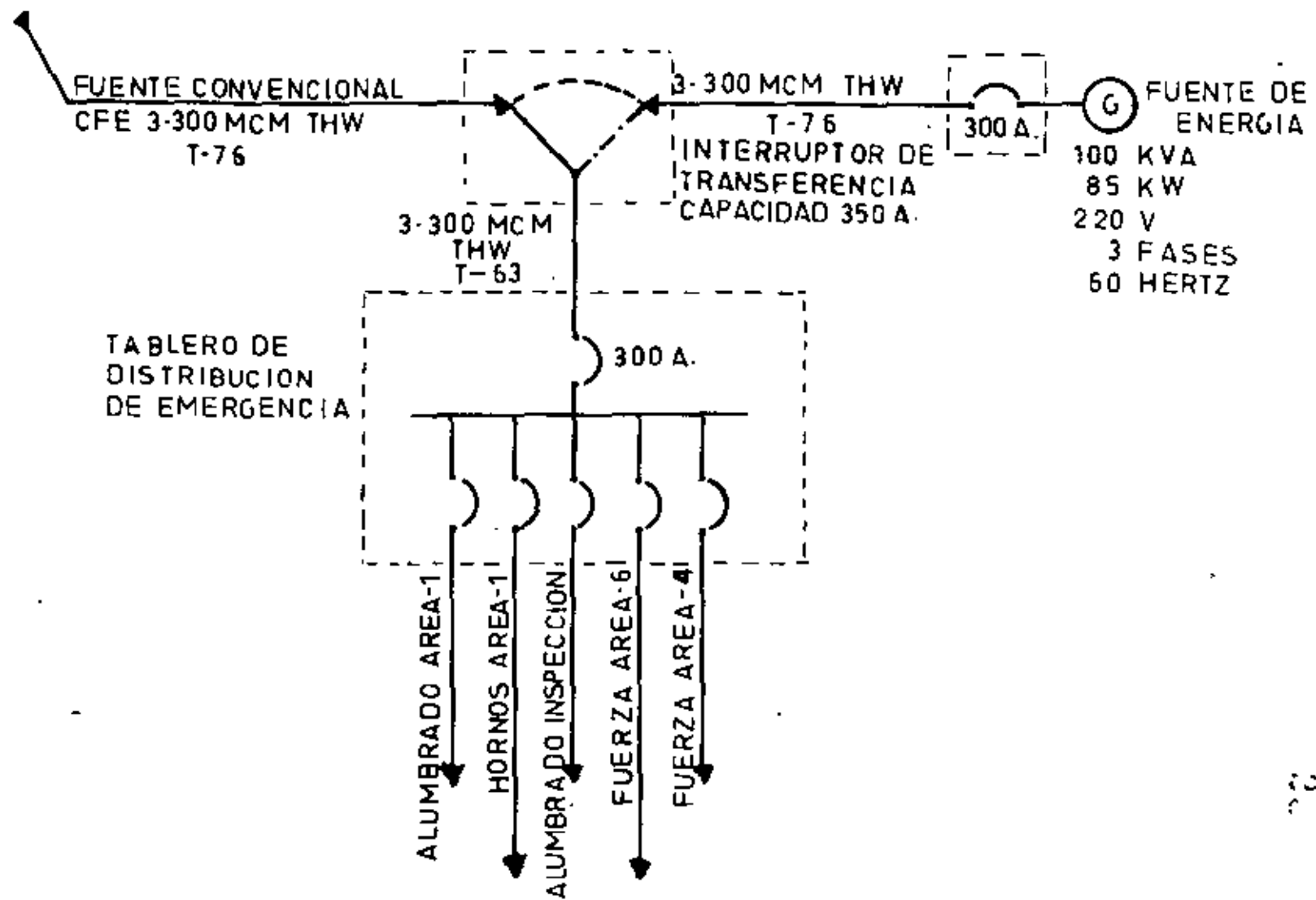


DIAGRAMA UNIFILAR TÍPICO DE UN SISTEMA DE ALIMENTACION DE EMERGENCIA



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.



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

EL PROYECTO ELECTRICO

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

JULIO, 1982

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 dá 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 SEPAFIN.
- 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 de ri va do s.
 - 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 contactos y unidades de alumbrado, incluyendo sus controladores.
- f). - Ubicación de registros.

Di 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 o 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 un tos, los registros y las vaults o cajas que los cables efectúan en su recorrido. También deberá indicarse la forma en que se aterrizan 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 apartarrazos utilizado y su tensión nominal de operación.

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

Cuando se utilicen fusibles, debe indicarse si son de expulsión ó no, si son limitadores de corriente ó son de potencia y si son del tipo indicador, así como el valor del elemento fusible y el valor de su capacidad interruptiva.

Debe anotarse adicionalmente la capacidad de corto circuito disponible en el punto de suministro, consultando para el efecto al Organismo Administrador.

Debe indicarse el tipo y dimensiones de los electrodos de tierra, el calibre de los conductores de la red de tierras, el calibre del conductor, o dimensiones de la barra utilizada para aterrizar las cubiertas u otras partes metálicas de la subestación y las características de los conectores empleados para regular las conexiones necesarias del sistema de tierras, incluyendo si son del tipo soldable o atornillado.

La marca y el número de registro del arreglo o paquete de la subestación.

- Debe señalarse la existencia de enclaves que impidan operar con carga los desconectadores y abrir las puertas de los gabinetes cuando existen partes energizadas.
- Indicar las características del conductor que interconecta al interruptor en alta tensión con el primario del transformador, incluyendo las correspondientes a soportes, medios de sujeción y terminales en su caso.
- Deben anotarse las características completas del o los transformadores.

A. 2.- Subestaciones abiertas.- Los planos de este tipo de subestaciones, bien sean exteriores o interiores, deberán contener los siguientes puntos:

a).- Vistas físicas:

Debe indicarse el arreglo de los elementos de la subestación indicando las distancias entre partes activas entre sí y partes activas y tierra; además de altura de montaje de cuchillas, interruptores, apartarrayos, postes, etc.

La vista de planta, elevación y detalles de la subestación, deben mostrar con claridad, la acomoda del servicio, subidas y bajadas de conductores, cruzamientos, entre líneas, cruces, instalación de aisladores de suspensión, de alfiler, de tensores y retanidas, etc.,

- Debe mostrarse la ubicación de electrodos y conductores tanto de puesta a tierra de cubiertas metálicas así como de las que componen la red de tierras.
- Deben indicarse las dimensiones y características del material de construcción de los locales, incluyendo su ventilación, medio de acceso, localización de drenaje, extintores y tarimas aislantes cuando se trate de subestaciones interiores. Cuando se instalan cercas metálicas en las subestaciones tipo exterior, deberá mostrarse la conexión al sistema de tierras.
- Debe indicarse la localización del alumbrado normal y de emergencia.

b).- Especificaciones:

- Deben tomarse en consideración los puntos enumerados para las subestaciones compactas, en este renglón de Especificaciones, excepto en lo referente a la Marca y Registro de la subestación y en lo relativo a unclavos de gabinetes.

Además, deben indicarse los siguientes puntos:

- Tipo y mecanismos de operación de desconectores e interruptores.
- Material, tipo y tensión de operación de los aisladores utilizados.
- Material y dimensiones de las barras o conductores de alta tensión.
- Características de capacitores y sus medios de desconexión y puesta a tierra.



5. - Condiciones Especiales.

Bajo este rubro quedan comprendidas todas aquellas instalaciones, aparatos o equipos eléctricos que a continuación se señalan:

5.1. - Canalizaciones: Conduit y cable flexible. Conduit metálico. Charolas. Electroductos.

5.2. - Equipos Especiales: Capacitores. Equipo Electrofónico. Equipo de Rayos X. Equipo de Procesamiento de Datos. Grúas y Montacargas. Motores y otras máquinas de corriente directa. Plantas Generadoras. Soldadoras. Transformadores de distribución en baja tensión.

5.3. - Lugares Especiales: Albercas y Fuentes. Gasolineras. Hangares. Hospitales y Clínicas. Instalaciones a la intemperie y en lugares húmedos o mojados. Centros de reunión Pública. Lugares peligrosos.

5.4. - Sistema de Tierras.

5.5. - Capacidad Interruptiva: Cálculos de circuito corto.

5.1. - Canalizaciones.

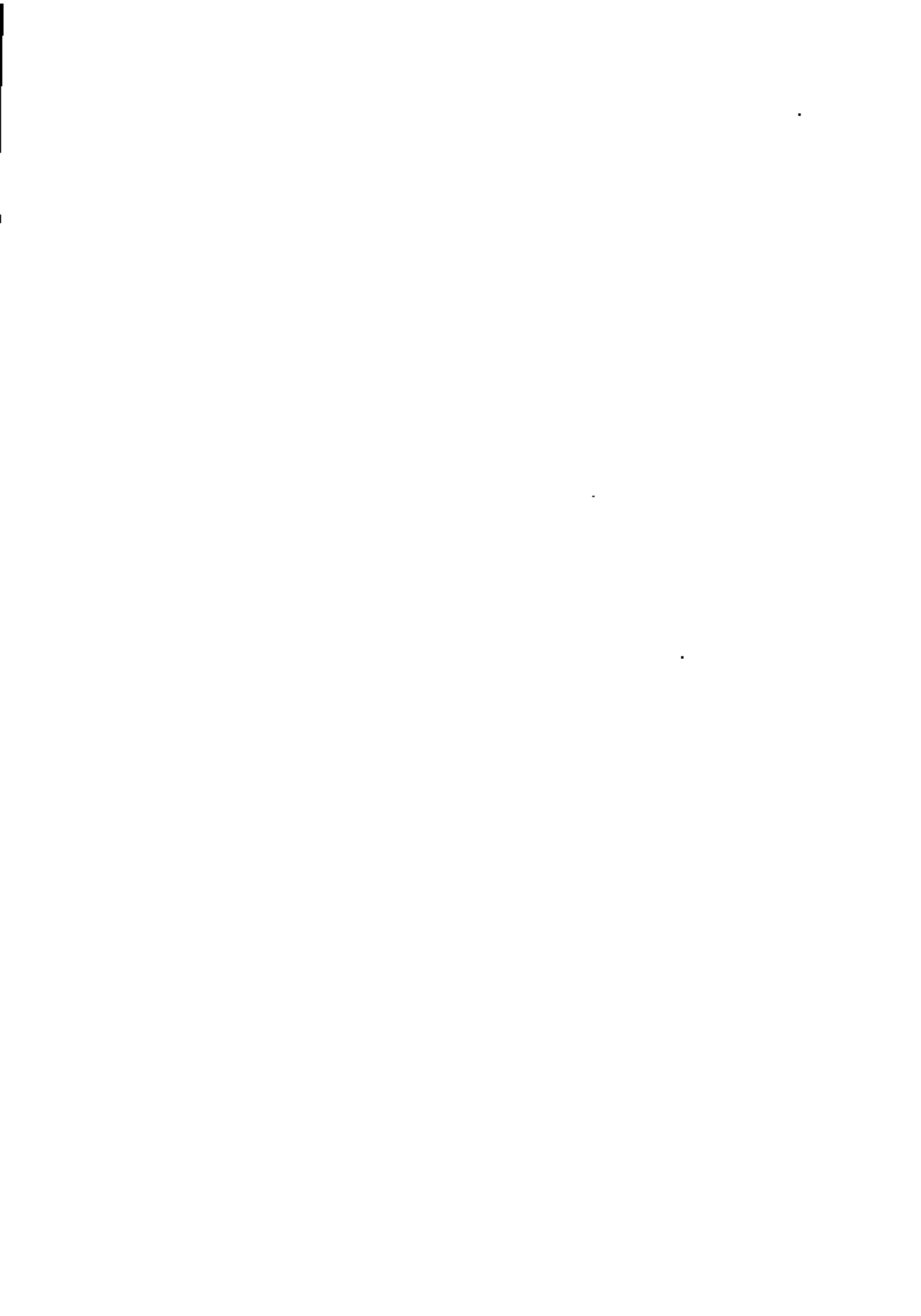
a). - Conduit Flexible.

En los locales en donde se utilice este tipo de canalizaciones es necesario indicar el uso al que dicho local está destinado; además, cuando la conexión a tierra se requiera y se utilice las características del puente de continuidad eléctrica así como las de los conectores empleados.

b). - Cable Flexible.

Cuando se usen cables o cordones flexibles deberán indicarse el tipo de aislamiento y forros.

c). - Conduit no metálico.



En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas, además deberá indicarse el calibre del conductor de continuidad eléctrica a tierra así como los tipos de conectores utilizados para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente de los aparatos eléctricos. Debe indicarse además el material en que el tubo de polietileno queda embutido o ahogado, mostrando adicionalmente un detalle de la instalación de este tipo de tubo o notas suficientemente claras sobre el particular.

d). - Charolas.

En los lugares donde se utilice esta canalización, se deberá indicar el uso al que se destinan dichas áreas; además, deberán mostrarse los detalles necesarios que ilustren los siguientes puntos o bien, deben existir notas aclaratorias sobre el particular.

- Las dimensiones y alturas de montaje de las charolas.
- La disposición de los conductores en la charola.
- El paso a través de muros o techos, así como las dimensiones, características y espaciamiento de soportes y cubiertas.

e). - Electroductos.

Es necesario indicar las áreas en donde se utilice esta canalización; precisando si se trata de atmósferas peligrosas o con polvo, húmedas, corrosivas, etc., además, deben mostrarse los detalles o notas que se consideren necesarias para ilustrar este punto.

- La instalación de los ductos: altura, dimensiones, características de soportes y cubiertas, así como tipo de los interruptores para las derivaciones que en su caso se realicen.
- Las extensiones a través de muros, pisos o techos.
- La interconexión con tableros, centros de control de motores y máquinas.
- Dimensiones y características de las reducciones de tamaño de dichos electroductos.
- Su capacidad nominal en amperes.

5. 2. - Equipos Especiales.

a). - Capacitores.

Quando se utilicen capacitores de potencia con objeto de corregir el factor de potencia de la instalación, deberán indicarse los siguientes datos:

- 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 / 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 Electrofítico.

Deben indicarse las características a las que opera el equipo electrofítico (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 opere; 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 gruas 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 de electrodos como lo marca el punto No. 4 "Sistema de Tierras".

h. - 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.

i. - 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

de notas convenientemente indicadas en los planos.

a). - Albercas o Fuentes.

Debe indicarse todo el equipo eléctrico instalado y tina -
cionado con las albercas o fuentes, tales como alumbrado te -
rior, alumbrado subacuático, contactos, bombas y otros apar -
tos eléctricos.

Debe indicarse el tipo de canalización empleada para ca -
da uno de los circuitos derivados, el calibre del conductor de --
puesta a tierra para las partes metálicas no conductoras de co --
rriente del equipo eléctrico y la forma de puesta a tierra de la --
parrilla, escaleras, trampolines metálicos de la alberca o fuen -
te.

Asimismo, deben detallarse la instalación de la unidad de
alumbrado y su gabinete dentro de albercas y fuentes, así como -
las características de los conductores que trabajaran sumergi --
dos.

b). - Gasolineras.

Los planos deberán mostrar en conjunto, la localización -
de todas las áreas que integran la instalación; además deberá mos -
trarse en detalle, la localización de las zonas donde se encuen -
tran los tanques de almacenamiento de las bombas así como la --
ubicación de drenaje y los surtidores.

Deberán indicarse las características de los equipos eléc -
tricos instalados, el tipo de cajas de conexión, la canalización em -
pleada y la localización de sellos y las características del sistema
de tierras.

c). - Hangares.

Los planos deberán mostrar en conjunto todas las instala -
ciones que intervienen en el hangar; además debe delimitarse cla -
ramente el área ocupada por el hangar, así como los pozos o de -
presiones del terreno. Deberán indicar asimismo, la altura mí -
nima con respecto al piso terminado, del equipo eléctrico y sali -
das (incluyendo cajas de conexiones); el tipo de conductores que -
alimentan equipo portátil; las características de los equipos eléc -
tricos ubicadas en el hangar, el tipo de cajas de conexión, la cana -
lización empleada, la localización de sellos y las características -
del sistema de tierras.

d). - Hospitales y Clínicas.

En hospitales y locales similares cuya finalidad sea la --



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

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**LEGISLACION VIGENTE
LEY DEL SERVICIO PUBLICO DE ENERGIA ELECTRICA**

ING. HECTOR SANCHEZ CEBALLOS

JULIO, 1982

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-OCT-1945.

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

ARTS. 93 AL 97. 101 Y 102.

CAPITULO XVIII.- INSPELION Y VIGILANCIA.

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

INSTALACIONES ELECTRICAS

ORGANISMO RECTOR:

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO
INDUSTRIAL (SEPAFIN)

DEPENDENCIAS:

SUBSECRETARIA DE ENERGIA Y MINAS

DIRECCION GENERAL DE ENERGIA

SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

_ DEPTO. DE SERVICIO AL PUBLICO.

_ DEPTO. DE PROYECTOS.

_ DEPTO. DE REGISTRO DE RESPONSABLES.

_ DEPTO. DE AUTOABASTECIMIENTO.

_ DEPTO. DE INSTALACIONES ELECTRICAS.

FUNCIONES Y FACULTADES DE LA SUBDIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

- _ VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS ELECTRICOS, SE APEGUEN A LA REGLAMENTACION VIGENTE -- (REVISION DE PROYECTOS).
- _ VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS SEAN -- SEGURAS (INSPECCION DE INSTALACIONES).
- _ REGISTRAR Y CONTROLAR A LOS PROFESIONALES -- RESPONSABLES DE PROYECTOS Y OBRAS ELECTRI-- (AS (CONTROL DE PERITOS).
- _ CONTROLAR Y OTORGAR LICENCIAS DE AUTOGENERA-- CION (PERMISOS DE AUTOABASTECIMIENTO).
- _ AUXILIAR EN LA ACTUALIZACION DE NORMAS -- Y REGLAMENTOS.
- _ DIRIMIR CONFLICTOS ENTRE USUARIOS Y EL DR-- GANISMO SUMINISTRADOR.

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 FUNCIO
NAMIENTO.
- MAYOR SEGURIDAD PARA EL USUARIO
- PROTECCION PARA EL CONTRATISTA.

PERITOS, RESPONSABLES

FUNCIONES:

- _ VERIFICAR QUE LOS PROYECTOS CUMPLAN CON LAS NORMAS DE SEGURIDAD.
- _ VERIFICAR QUE LAS OBRAS ELECTRICAS CUMPLAN CON LAS NDRMAS 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.

RESPONSABLES DE OBRAS Y PROYECTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

REGIDOS 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 — OPCION POTENCIA O UTILIZACION.

UNAM — ESPECIALIZACION ELECTRICIDAD.

ADEMAS:

UAM.

ITESM.

INSTITUTOS TECNOLÓGICOS REGIONALES.

UNIVERSIDADES PRIVADAS.

UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE PROVINCIA.

OTRAS INSTITUCIONES, UNIVERSIDADES, COLEGIOS DE ENSEÑANZA SUPERIOR, SIEMPRE QUE

EXISTA CONSTANCIA ESCRITA EXPLÍCITA DE

HABER CURSADO A NIVEL DE LICENCIATURA

LOS TEMAS DE:

— SUBESTACIONES.

— LINEAS DE TRANSMISION Y
DISTRIBUCION.

— INSTALACIONES ELECTRICAS DE
FUERZA Y ALUMBRADO.

GRUPO - II TÉCNICOS SUPERIORES

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

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

_ CENETI

_ INSTITUTOS TECNOLÓGICOS REGIONALES
(NIVEL TÉCNICO).

_ ESCUELA MEXICANA DE ELECTRICIDAD

_ OTRAS ESCUELAS O INSTITUCIONES PU--
BLICAS O PRIVADAS

- SIEMPRE QUE EXISTA CONSTANCIA ESCRI--
TA EXPLÍCITA DE HABER CURSADO A NI--
VEL TÉCNICO LOS TEMAS DE:

_ SUBESTACIONES.

_ LINEAS DE TRANSMISION Y DISTRI
BUCION.

_ INSTALACIONES ELECTRICAS DE --
FUERZA Y ALUMBRADO.

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

GRUPO III — TECNICOS MEDIOS (“OBREROS CALIFICADOS”)

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

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 SECRE
TARIA.

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 5. 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 PROCEDI-
MIENTO ES:

- SOLICITADO AL DEPTO. CITADO O A LA DELEGA-
CION ESTATAL O REGIONAL DE SEPAFIN SE PRO-
PORCIONA TEMARIO.
- 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 E -
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 SOLICITADO.

FUENTE → DEPTO. DE PROYECTOS
SEPAFIN

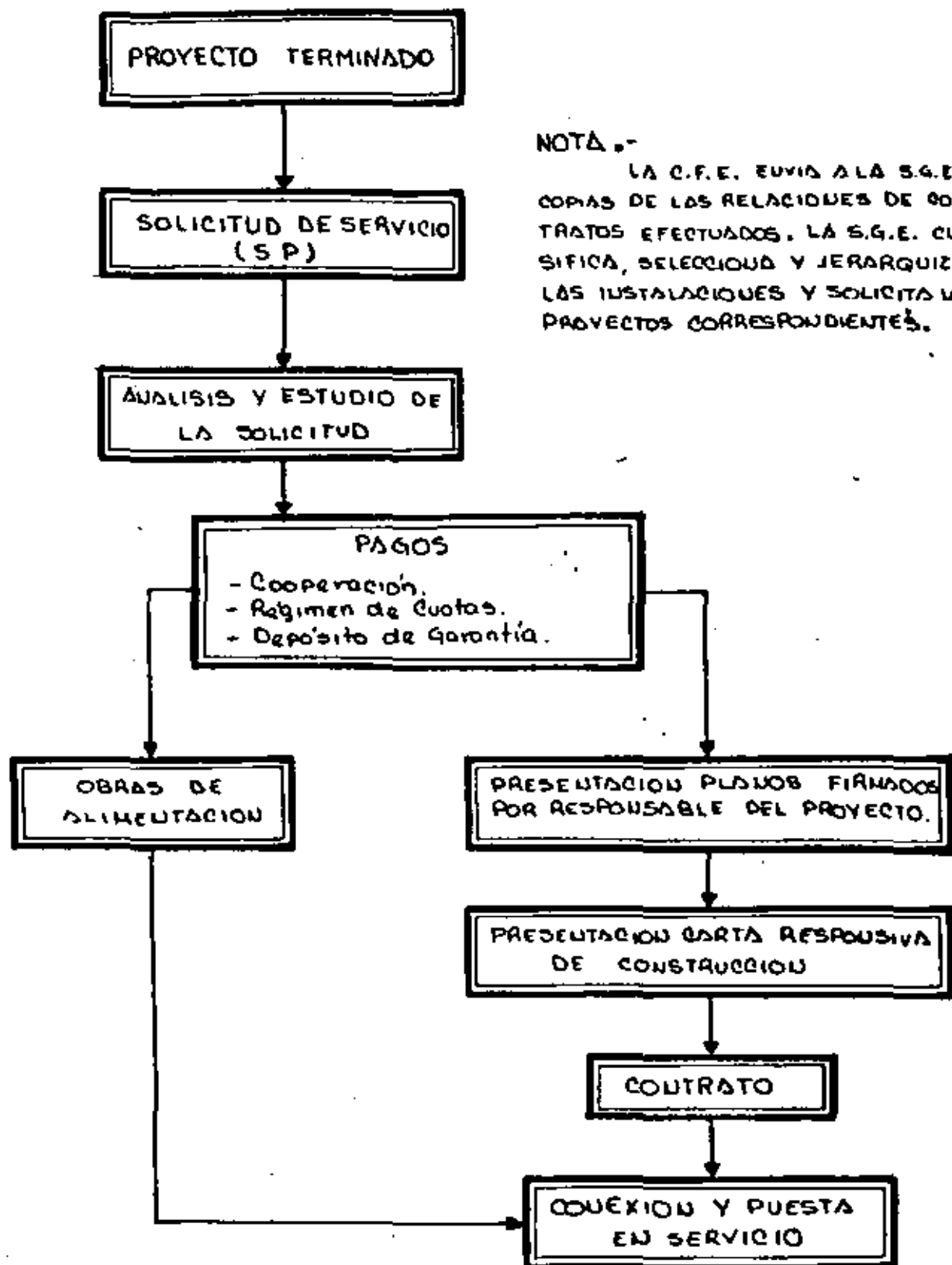
_SE ELABORA ESTADISTICA ANUAL DEL RESPONSABLE CONTENIENDO:

- NUMERO DE OBRAS Y PROYECTOS.
- DICTAMENES APROBATORIOS, APROBATORIOS CON OBSERVACIONES Y NO APROBATORIOS.
- CASOS DE REINCIDENCIAS EN FALTAS U -- OMISIONES.
- OTROS DATOS QUE SE JUZGUEN PERTINENTES.

1.
PUEDE QUEDAR SUJETO A SANCCIONES 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.
- _ EXEDER LOS LIMITES DE LAS CATEGORIAS DE RESPONSABLES.
- _ CONSTRUIR Y PROYECTAR INSTALACIONES CUYAS CARACTERISTICAS NO CUMPLAN CON LOS REQUISITOS DE SEGURIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NTIE.

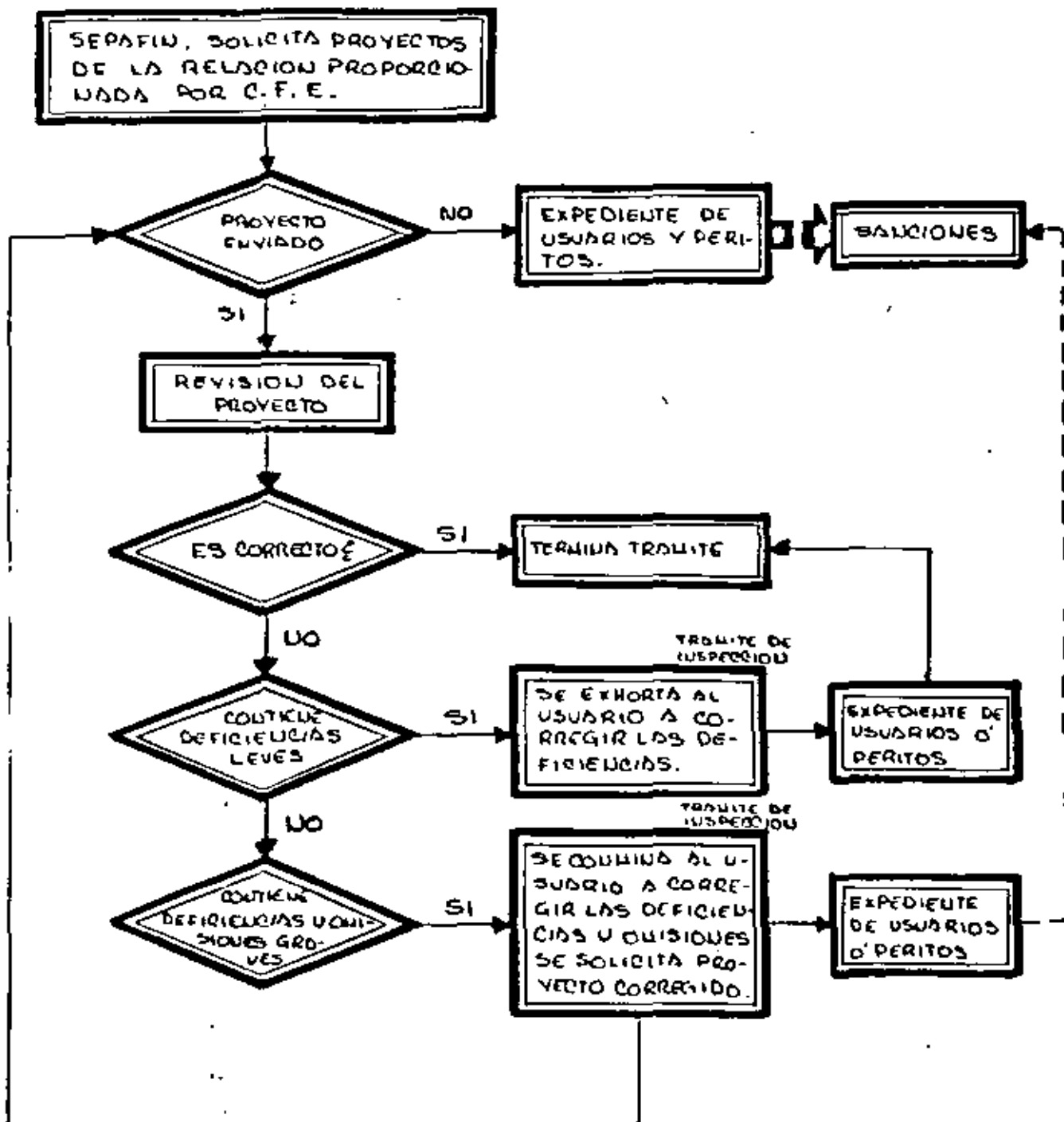
- TRAMITES ANTE C.F.E. -

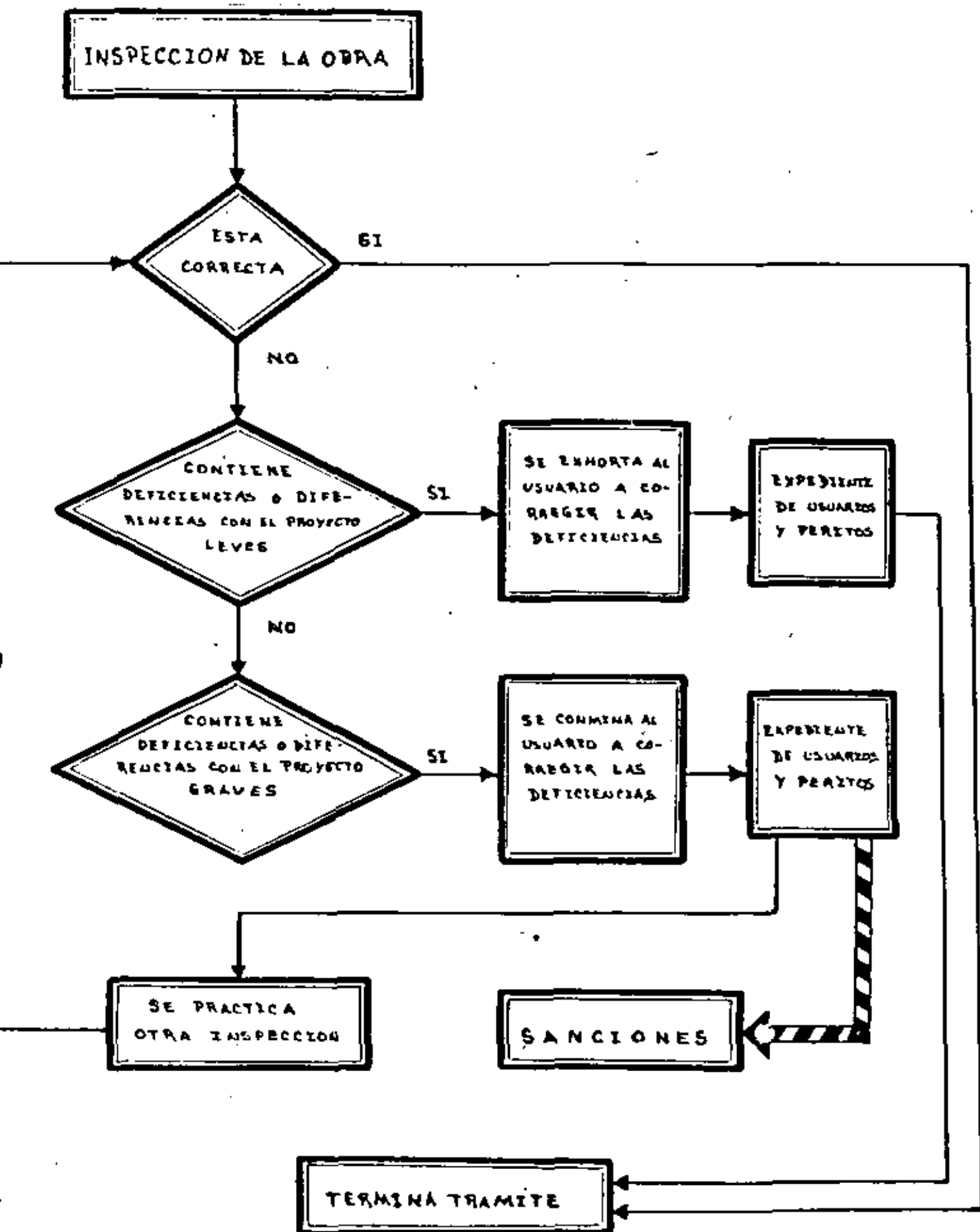


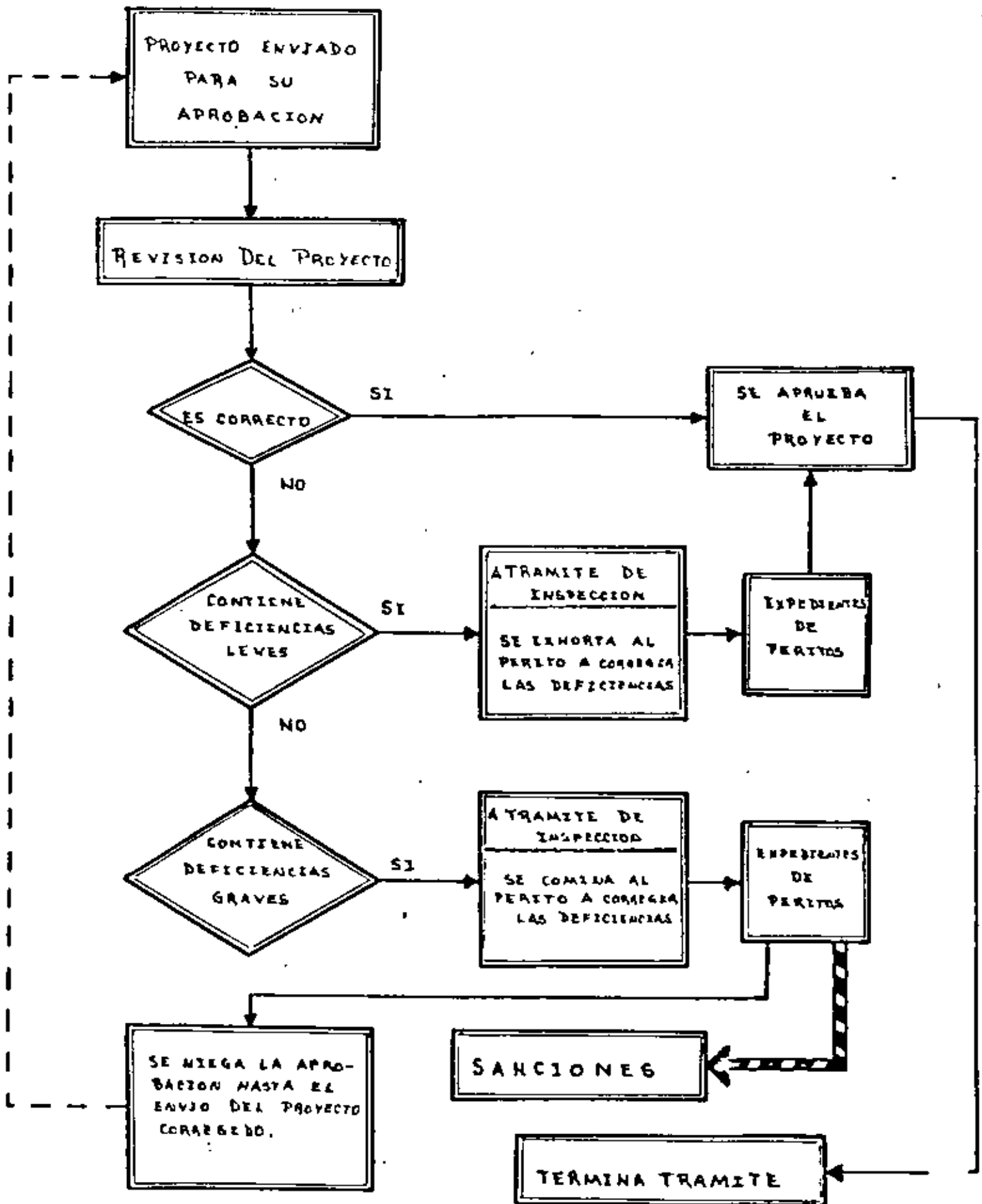
NOTA.-

LA C.F.E. ENVIA A LA S.G.E., COPIAS DE LAS RELACIONES DE CONTRATOS EFECTUADOS. LA S.G.E. CLASIFICA, SELECCIONA Y JERARQUIZA LAS INSTALACIONES Y SOLICITA LOS PROYECTOS CORRESPONDIENTES.

- TRAMITES DEL USUARIO ANTE S.G. E. -







NUEVA REGLAMENTACION

DEROGA 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 DEL 23 DE JUNIO DE 1981. ENTRA EN VIGOR EL 23 DE JULIO DE 1981.

- "DA ORIGEN A"

NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS PUBLICADAS POR LA SEPAFIN

ESTAN EN VIGOR EL 23 DE JULIO DE 1981.

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 SOBRE CORRIENTE.
- PUESTA A TIERRA.

CAPITULO 3.- METODOS DE INSTALACION

- CONDUCTORES.
- CANALIZACIONES.

CAPITULO 4.- EQUIPO ELECTRICO DIVERSO

- ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- MOTORES.
- TABLEROS.

CAPITULO 5.- INSTALACIONES ESPECIALES

- LUGARES PELIGROSOS.
- EMERGENCIA.
- ELEVADORES.
- PISCINAS.
- ANUNCIOS.
- SOLDADORAS.

CAPITULO 6.- SUBESTACIONES.

IMPORTANCIA DE LA REGlamentación

- REGULA ACTIVIDADES ELÉCTRICAS
- EVITA ANARQUÍA EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
- EVITA UN MAL DISEÑO QUE PUEDE PROVOCAR:
 - PELIGRO DE INCENDIO POR SOBRECALENTAMIENTO Y CORTO CIRCUITO.
 - PELIGRO DE ELECTROCUCIÓN O COMOCIÓN ELÉCTRICA.
 - DAÑOS IRREPARABLES O FALLECIMIENTO DE PERSONAS.
 - BAJO RENDIMIENTO DE EQUIPOS POR EXCESO DE CAIDA DE TENSION Y AUMENTO DE COSTO ANUAL POR PERDIDAS DE ENERGIA.
 - AUMENTO DEL COSTO INICIAL POR RECORRIDO EXCESIVO DE CONDUCTORES Y MAL APROVECHAMIENTO DE CANALIZACIONES.

PUNTOS PRINCIPALES NUEVAS NORMAS

CIRCUITOS DERIVADOS

202.3 SE CLASIFICAN EN CIRCUITOS DE 15, 20, 30, 40 Y 50 AMP.

202.7 CALIBRE MINIMO A EMPLEAR # 14 AWG (C) (CARGAS DEFINIDAS); CALIBRE # 12 AWG (C), (CARGAS INDEFINIDAS INCLUYE CIRCUITO DE CONTACTOS).

202.8 CARGAS MAXIMAS 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

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

Cargas de alumbrado general en
locales

Tipo de Local	Cargas en watts por metro cua- drado
Auditorios	10
Bancos	30
Bodegas o almacenes	2.5
* Casas habitación	20
Clubes o casinos	20
Edificios industriales	20
Edificios de oficinas	30
Escuelas	20
Estacionamientos comerciales	5
Hospitales	20
* Hoteles, moteles y departamentos amue- blados	20
Iglesias	10
Peluquerías y salones de belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

- * Todos los contactos para aparatos menores de 3 amperes en casas habitación y cuartos de hoteles, moteles o departamentos (sin disposiciones para el uso de aparatos eléctricos para cocinar) pueden considerarse como salidas para alumbrado general y no es necesario incluir carga adicional alguna para ellos.

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Termoplástico resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon	THWN	60	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	Nylon	Locales con grasas, aceite y gasoleno
		75			Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro)	DF(*)	75	Termoplástico, resistente a la humedad	No metálica, resistente a la humedad retardadora de la flama	Locales secos y húmedos Hasta 1000 V.
Termoplástico resistente a la humedad y a la corrosión (cable plano bipolar o tripolar)	NMC(*)	90	Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad, a los hongos, a la corrosión y retardadora de la flama	Locales secos y húmedos
Termoplástico resistente a la humedad, para alumbrado industrial	NMC-ASP(*)	60	Termoplástico resistente a la humedad y retardador de la flama	No metálica, resistente a la humedad y retardadora de la flama	Alumbrado industrial
Poliétileno vulcanizado resistente a la humedad y al calor	XHHW	75	Poliétileno vulcanizado	No metálica, resistente a la humedad	Locales húmedos y directamente enterrados
		90		Ninguna	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 alumbrado en máquinas herramientas
		90			Locales secos, alumbrado en máquinas herramientas

Tabla 200.8 a)
Factores de demanda para el
cálculo de la carga de alumbrado general en alimentadores

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	100 %
	Exceso sobre 3000 watts	35 %
(**) Hoteles	Primeros 20 000 watts o menos	50 %
	Exceso sobre 20 000 - watts	40 %
(**) Hospitales	Primeros 50 000 watts o menos	40 %
	Exceso sobre 50 000 - watts	20 %
Edificios de oficinas. Escuelas	Primeros 20 000 watts o menos	100 %
	Exceso sobre 20 000 - watts	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.

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
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	Sólo alambrado de tableros
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Sólo alambrado de tableros
Aislante mineral cubierta metálica	MI	85	Oxido de magnesio	Cobre	Locales húmedas y secos
		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 húmedas, secas y directamente enterrados

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
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	Alambros 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. Limitada a 300 V.
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitada a 300 V.
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitada a 300 V.
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas o con permiso especial.

Nota. - Los casos marcados con (*) corresponden a cables multiconductores cuya designación se refiere a las características de la cubierta o forro del cable y no a la del aislamiento del conductor.

Tabla 302.3

Aplicación de conductores aislados

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	RUH	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 alumbrado por descarga eléctrica, limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos.

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.

TABLA 302.4 (Hoja 2.)
 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	
1	160	245	170	265	190	240
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).

CONDUCTORES DE USO GENERAL

ART.

302.3 DIFERENTES TIPOS DE AISLAMIENTO Y APLICACION [TABLA 302.3]

302.4 INDICA AMPACIDAD DE CONDUCTORES POR CALIBRES [TABLA 302.4]

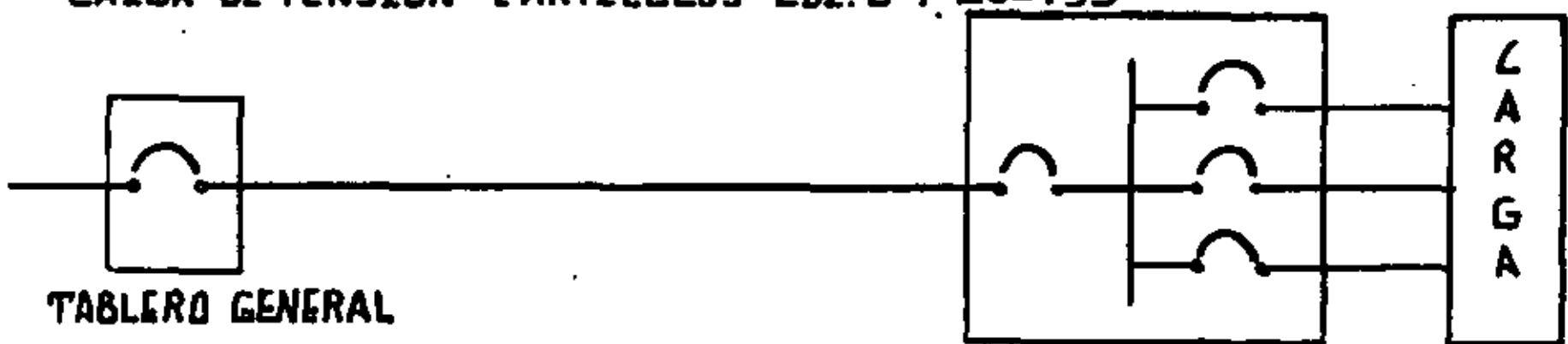
SEÑALA FACTORES DE CORRECCION PARA:

- MAS DE 3 CONDUCTORES EN UNA CANALIZACION CERRADA (TABLA 302.4a) - FACTOR DE AGRUPAMIENTO
- TEMPERATURA POR ENCIMA DE LOS $31^{\circ}C$ (TABLA 302.4b) - FACTOR DE TEMPERATURA.

NOTAS

- Nota 1. Los valores de la Tabla 302.4 se aplican al caso en que se tienen 3 conductores como máximo alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor. Para un número mayor de conductores en la canalización o cable, deben aplicarse los factores de corrección de la Tabla 302.4 a), salvo que se indique otra cosa en casos específicos considerados en otras secciones de este capítulo.
- Nota 2. Los valores de la Tabla 302.4 deben corregirse para valores de temperatura ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) de -40°C o más, de acuerdo con la Tabla 302.4 b).
- Nota 3. Los valores de la columna "Al aire" se refieren al caso de conductores instalados sobre aisladores, o bien sobre charolas ventiladas. En la columna "En tubería o cable" se incluyen los demás métodos de instalación autorizados.
- Nota 4. Cuando los conductores desnudos se usan como conductores de puesta a tierra y se encuentran instalados junto a conductores aislados, sus capacidades de corriente deben limitarse a las permitidas para los conductores aislados del mismo calibre.
- Nota 5. Cuando en un grupo de conductores se tengan aislamientos para temperaturas máximas diferentes, la temperatura límite del grupo debe determinarse por la menor de ellas.

CAIDA DE TENSION (ARTICULOS 202.6 Y 203.3)

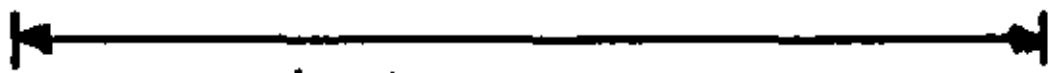


TABLERO GENERAL

TABLERO DE FUERZA,
ALUMBRADO O MIXTO

C
A
R
G
A

CIRCUITO ALIMENTADOR



$$2\% \leq 3$$

CIRCUITO DERIVADO



$$2\% \leq 3$$

PERO DEBE CUIDARSE QUE :

ALIMENTADOR + DERIVADO



$$2\% \leq 5$$

LA CAIDA DE TENSION REPRESENTA PERDIDAS DE ENERGIA EN
LOS CONDUCTORES

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.

Quando 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	-	0.58	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

PUESTA A TIERRA DE CIRCUITOS Y SISTEMAS.

ELECTRODOS NATURALES.

- TUBERIA DE AGUA FRIA - DEBE SER LA MISMA CANTIDAD SUBTERRANEA, NO MENOR DE 3 MTS.
- PUNTO DE MET. DE UN EDIFICIO SE DEBE RECIBIVAMENTE PUESTO A TIERRA.
- TUBERIA METALICA DE REVESTIMIENTO DE UN POZO PROFUNDO.

ELECTRODOS ARTIFICIALES.

- ELECTRODO DE PLACA.
- ELECTRODO DE TUBO.
- ELECTRODO DE BARRA.

CANALIZACIONES

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

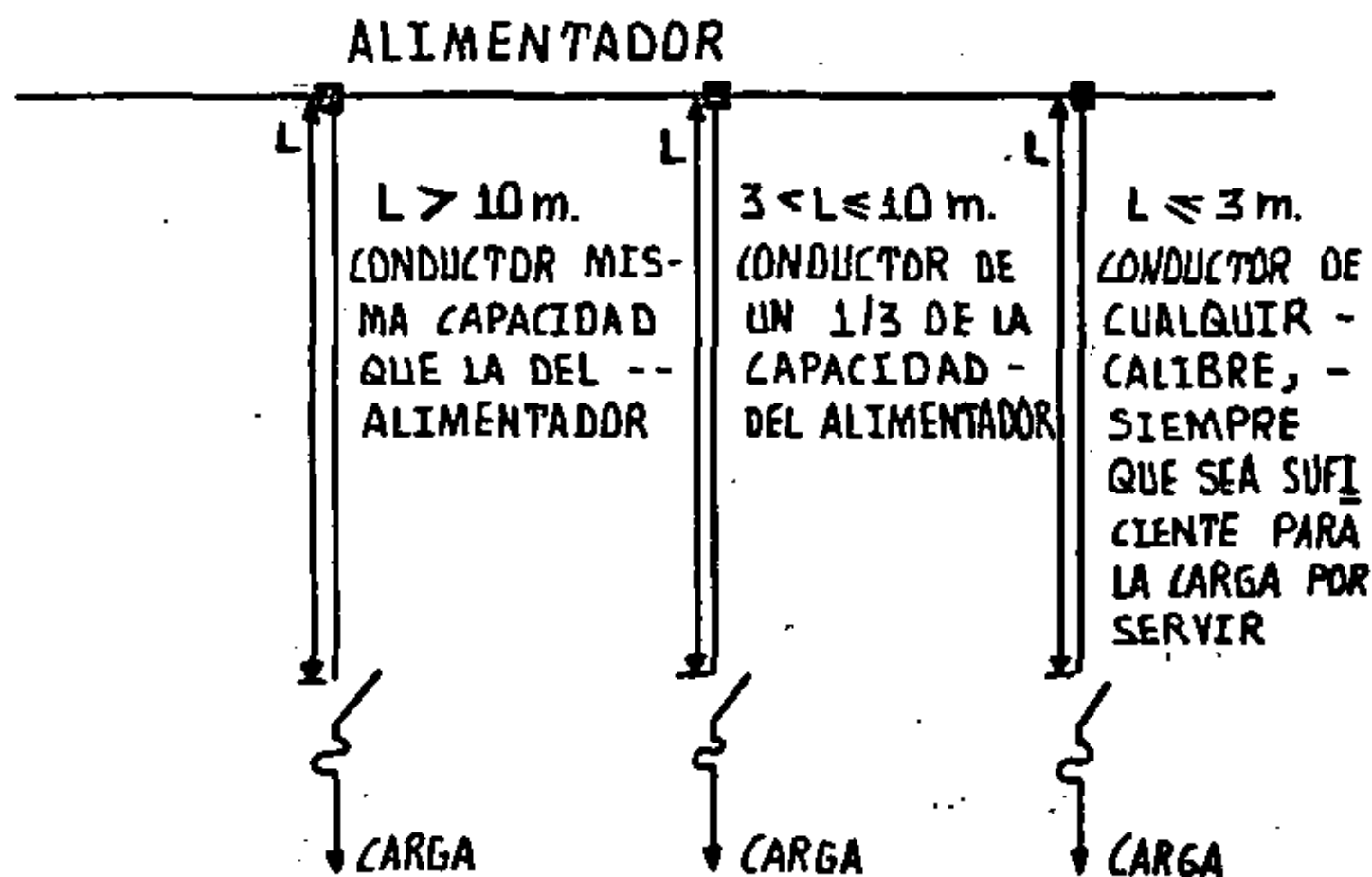
— CHAROLAS

CIRCUITO ALIMENTADOR

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



LAS DERIVACIONES DEBEN TERMINAR SIEMPRE EN UN DISPOSITIVO DE PROTECCION

MOTORES

REGLAS NUEVAS O ADICIONES PARA :

403.3 - IDENTIFICACION [PLACA DE DATOS]

403.14 - SELECCION DE CONDUCTORES PARA
UN SOLO MOTOR — TIPOS DE SERVICIO Y RE-
GIMEN 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 CAUSEN DISTURBIOS
CUANDO EXISTA SUBESTACION
DEL USUARIO

INSTALACIONES EN LUGARES PELIGROSOS

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.



SECRETARIA

DE

INDUSTRIAS Y COMERCIO

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.

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, THVN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW (*)	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable	Ai aire	En tubería o cable(*)	Ai 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.

PUESTA A TIERRA

DET.

206.5 SISTEMAS DE :

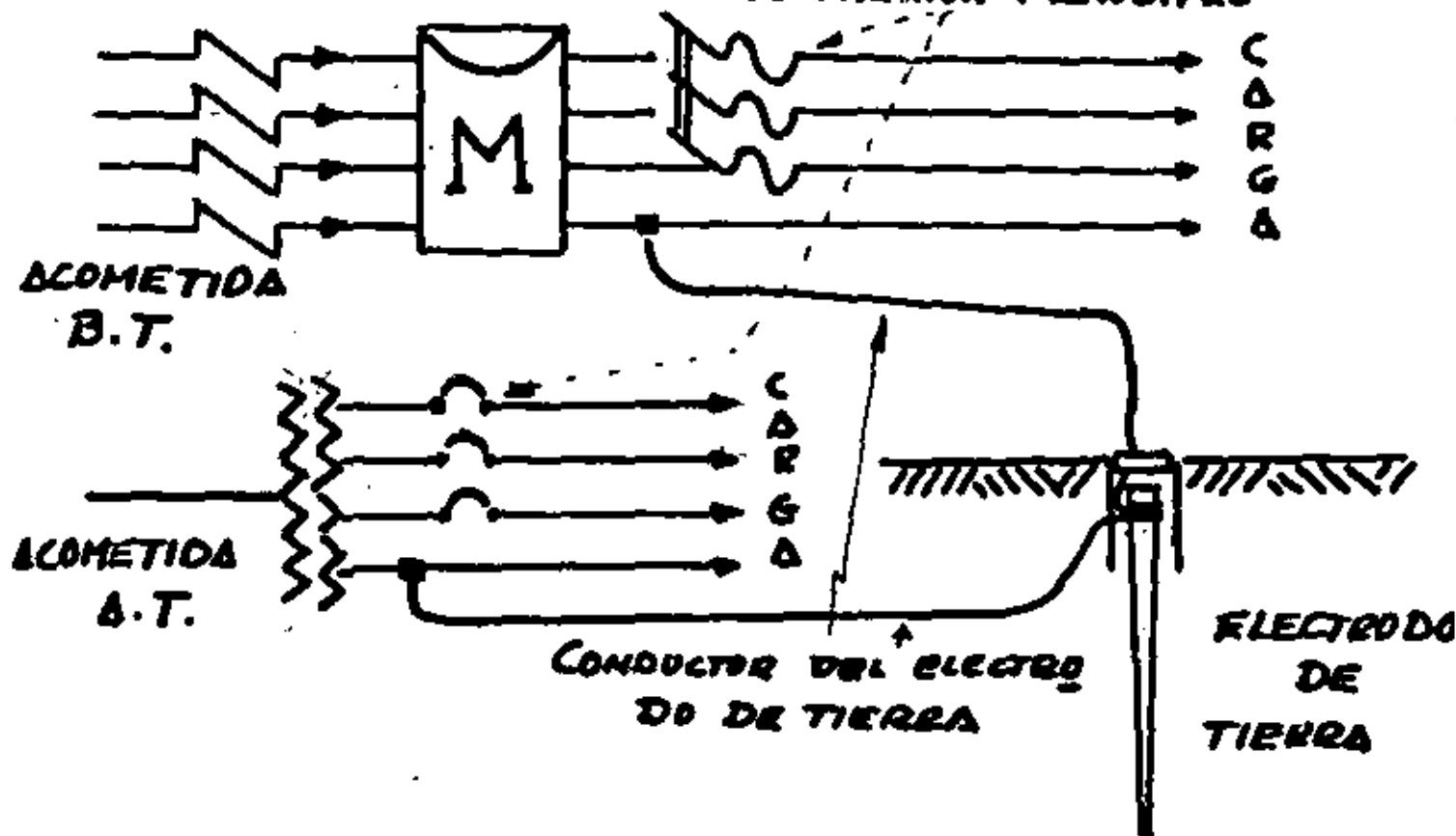
1 ϕ , 2H, 127 V ; 2 ϕ , 3H, 220/127 V

3 ϕ , 4H, 220/127 V ; 3 ϕ , 4H, 440/254 V

3 ϕ , 4H, 480/277 V ; 1 ϕ , 3H, 240/120 V

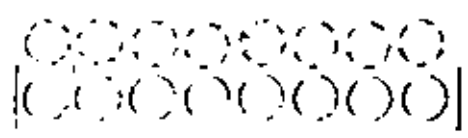
DEBEN CONECTARSE A TIERRA [NEUTRO SISTEMA]

206.13 LOCALIZACION DE LA CONEXION A TIERRA
MEDIO DE DESCONEXION PRINCIPAL



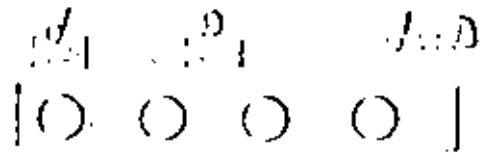
[III] DISPOSICION DE CABLES EN CANALIZACIONES

a)



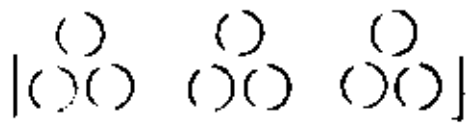
UNA O DOS CAPAS AL
DESCUBIERTO

b)



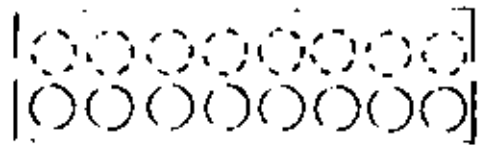
UNA CAPA CON
ESPACIAMIENTOS

c)



CON CABLES CUBIERTOS
POR SEPARADO

d)



UNA O DOS CAPAS CON UNA
O CUBIERTA > 1.50 mts.

e)



CABLES MULTICONDUCTORES

- a.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.75
- b.) AMPACIDAD - AL AIRE O LINEA ABIERTA
- c.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.75
- d.) AMPACIDAD - AL AIRE x 0.7
- e.) AMPACIDAD - TABLA DE TUBERIA

AMPACIDAD DE CONDUCTORES

TIPO DE SERVICIO.	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL A PLENA CARGA PERMISIBLE PARA UN CONDUCTOR QUE SE UTILIZA EN UN DUCTO QUE LO ALIMENTA EN REGIMEN DE TRABAJO DE SENSO DEL MOTOR.			
	5 MINUTOS	15 MIN.	30 y 60 MIN.	1 hora
DE CORTO TIEMPO	110	120	150	---
INTERMITENTE	85	85	95	100
PERIÓDICO	85	90	95	100
CONTINUO	110	120	150	100

puesta a tierra:

ART.

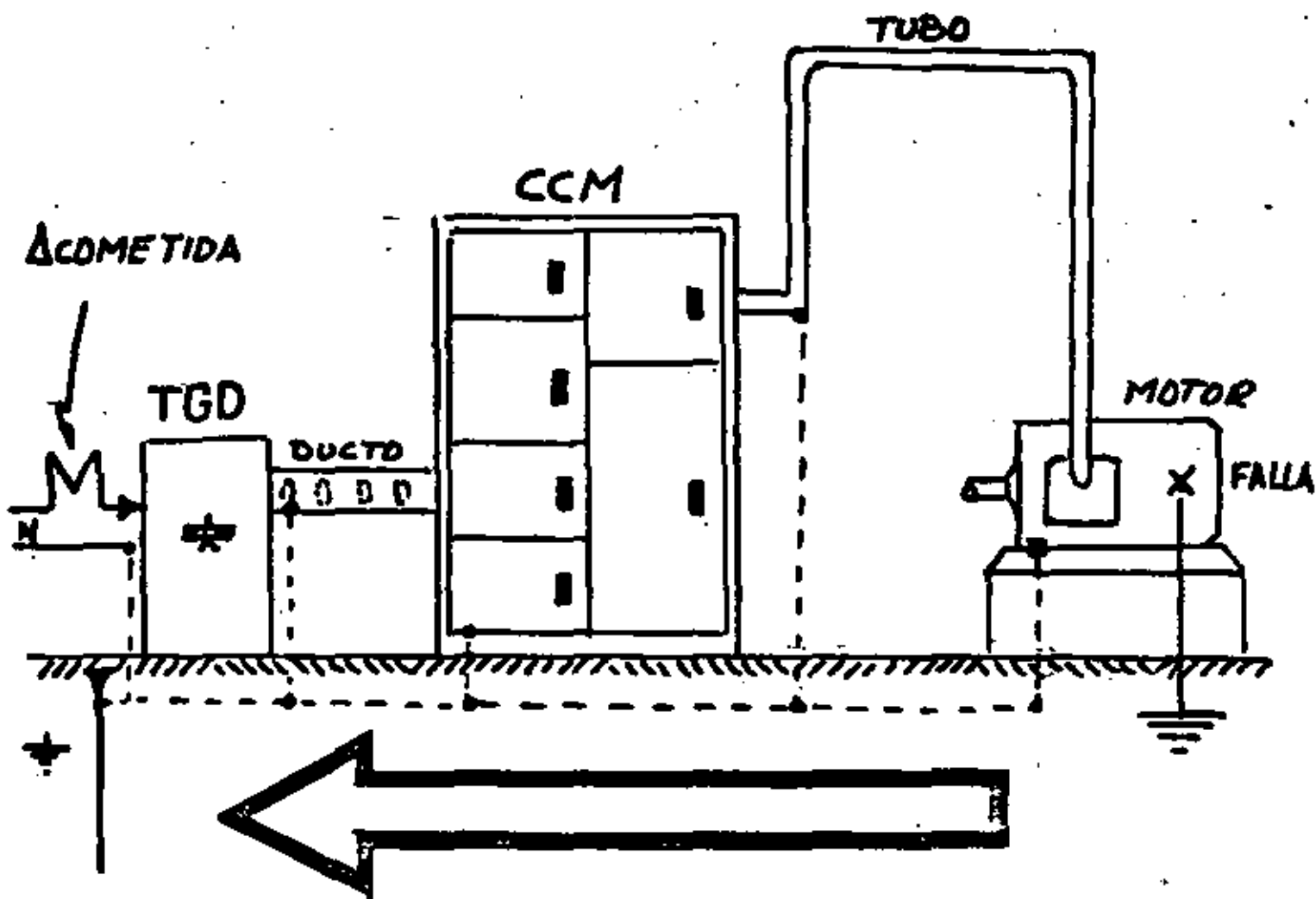
206.21 PUESTA A TIERRA DE CANALIZACIONES METALICAS

- 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
- ARMAZONES DE GENERADORES
- TABLEROS DE PISO Y PARED
- ANUNCIOS LUMINOSOS
- CUBIERTAS, RESGUARDOS O DIVISIONES METALICAS.

INSTALACION PUESTA A TIERRA



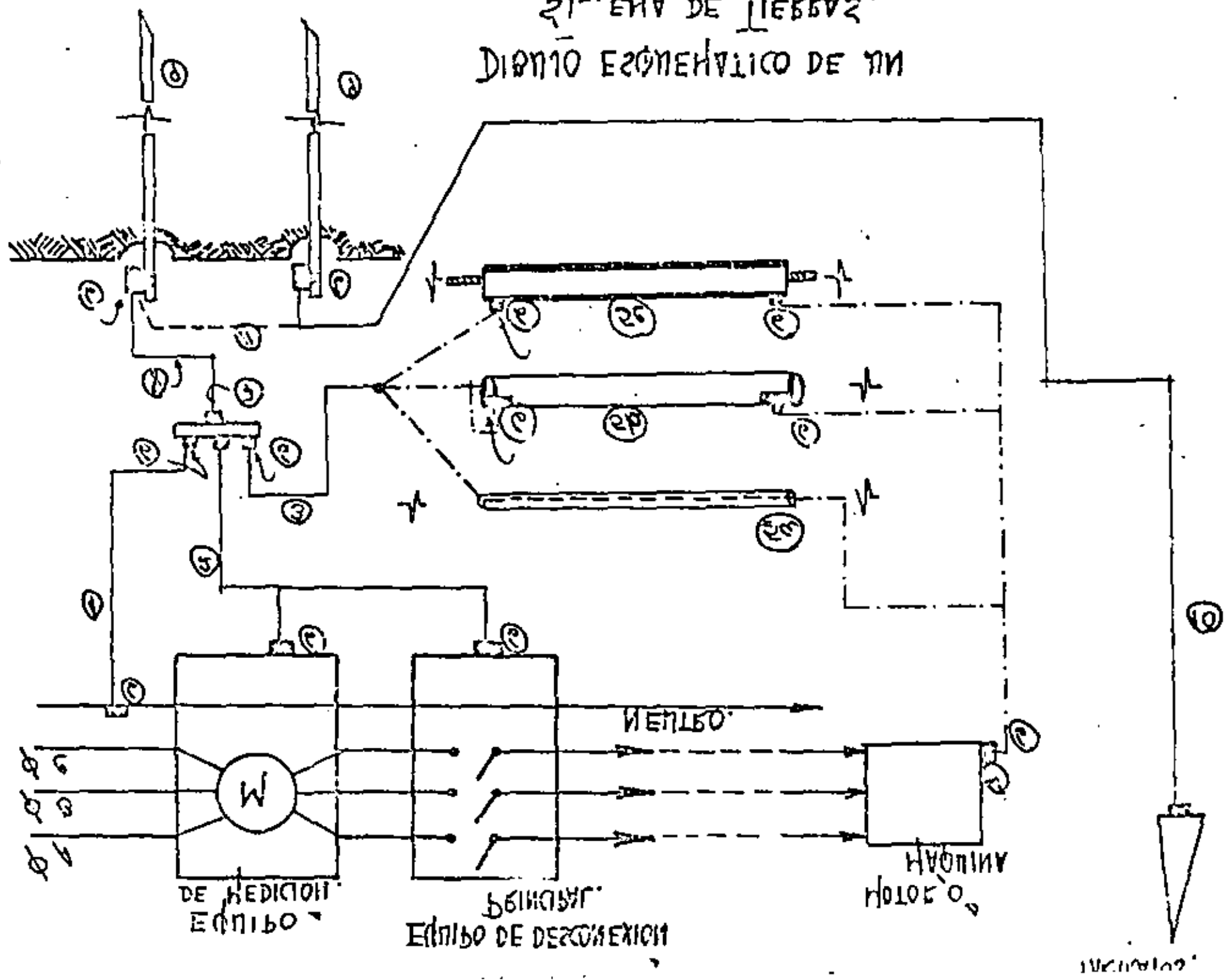
CORRIENTE DE FUGA A TIERRA GRANDE
PROTECCIONES OPERAN

- NO SE DESPERDICIA ENERGIA -

Calibre de los conductores para puesta a tierra
de equipos y canalizaciones interiores

Capacidad nominal o ajuste del dispositivo de protec- ción contra sobrecorriente ubicado antes del equipo, - conductor, etc.	Calibre del conductor de pue- sto a tierra (AWG o MCM)	
	Cobre	Aluminio
No mayor de (amperes)		
15	14	12
20	14	12
30	12	10
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
400	4	2
600	2	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250 MCM
1600	4/0	350 "
2000	250 MCM	400 "
2500	350 "	500 "
3000	400 "	600 "
4000	500 "	800 "
5000	700 "	1000 "
6000	800 "	1200 "

ΣΧΗΜΑ DE ΠΕΡΒΑΣ
 ΔΙΑΡΤΩ ΕΣΦΗΡΑΤΙΚΟ DE ΠΑ



DE ΜΕΔΙΣΤΩΝ
 ΕΣΦΕΡΟ

ΕΣΦΕΡΟ DE ΔΕΣΦΗΜΕΣΙΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ
 ΜΟΤΟΡ

ΠΕΡΒΑΣ

ΜΕΤΡΩΤΗΣ

- 1) CONDUCTOR DE CONEXIÓN A TIERRA DEL SISTEMA.
- 2) CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO DE MEDICIÓN Y EQUIPO DE DESCONEXIÓN PRINCIPAL.
- 3) CONDUCTORES PRINCIPALES DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO.
- 4) CARCASA O PARTES METÁLICAS NO CONDUCTORAS DE CORRIENTE, DEL EQUIPO QUE DEBA SER CONECTADO A TIERRA.
- 5) CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA DEL EQUIPO QUE PUEDEN SER :
 - a) UN CONDUCTOR AISLADO O DESNUDO QUE TIENDA DENTRO DE LA CANALIZACIÓN O FUERA DE ELLA.
 - b) TUBO METÁLICO O RÍGIDO O DUCTOS METÁLICOS.
 - c) CUBIERTA METÁLICA DE CABLE ARJADO.
- 6) ACCESORIOS DE SUJECIÓN (ABRAZADERAS, UNIONES, ETC).
- 7) PUENTE DE UNIÓN PRINCIPAL.
- 8) CONDUCTOR DEL ELECTRODO DE TIERRA.
- 9) ELECTRODO DE TIERRA, QUE PUEDEN SER :
 - NATURAL : TUBERIA METÁLICA DE AGUA, DRENAJE, REVES-TIMIENTO ETC.
 - ARTIFICIAL : BARRA, TUBO, PLACA. ETC.

⑩ CONDUCTOR "DE BAJADA" DEL PARARRAYOS.

⑪ CONEXION DEL PARARRAYOS AL ELECTRODO DE TIERRA DEL SISTEMA Y DEL EQUIPO (NO EN TODOS LOS CASOS ES POSIBLE).

puesta a tierra.....

ART.

206.29 PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS CONECTADOS MEDIANTE CORDON Y CLAVIJA :

- Refrigeradores, Aire acondicionado, Congeladores, lavadoras, maquinas lavaplatos, etc.
- herramientas y aparatos portátiles de sujeción manual.

206.37 MEDIO DE PUESTA A TIERRA. PUEDE EMPLEARSE :

- LA CANALIZACION METALICA
- CONDUCTOR ADICIONAL (TABLA 206.58)

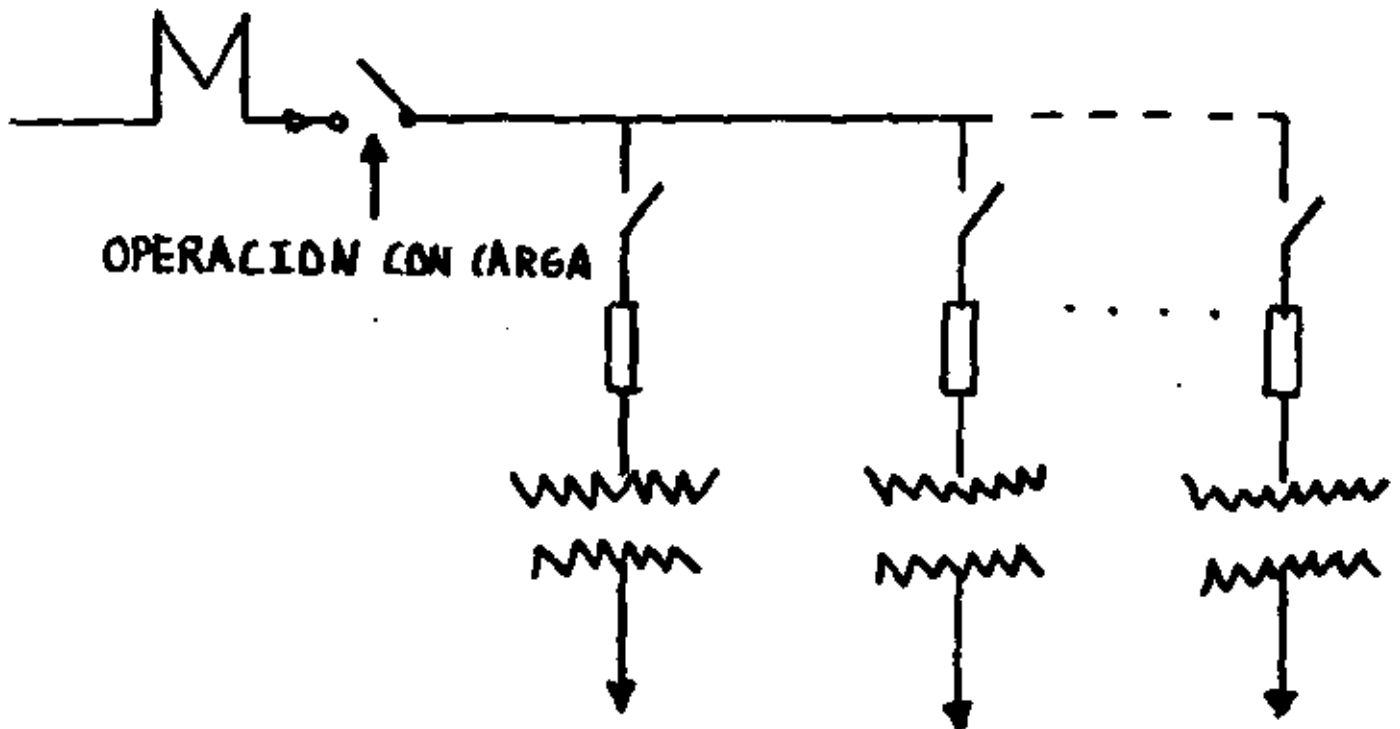
206.46, 206.47, 206.48 ELECTRODOS DE TIERRA

- TUBERIA SUBTERRANEA DE AGUA FRIA
- ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO
- ELECTRODOS DE PLACA, TUBO O BARRA

206.49 RESISTENCIA A TIERRA DE ELECTRODOS $\leq 25 \Omega$

SUBESTACION

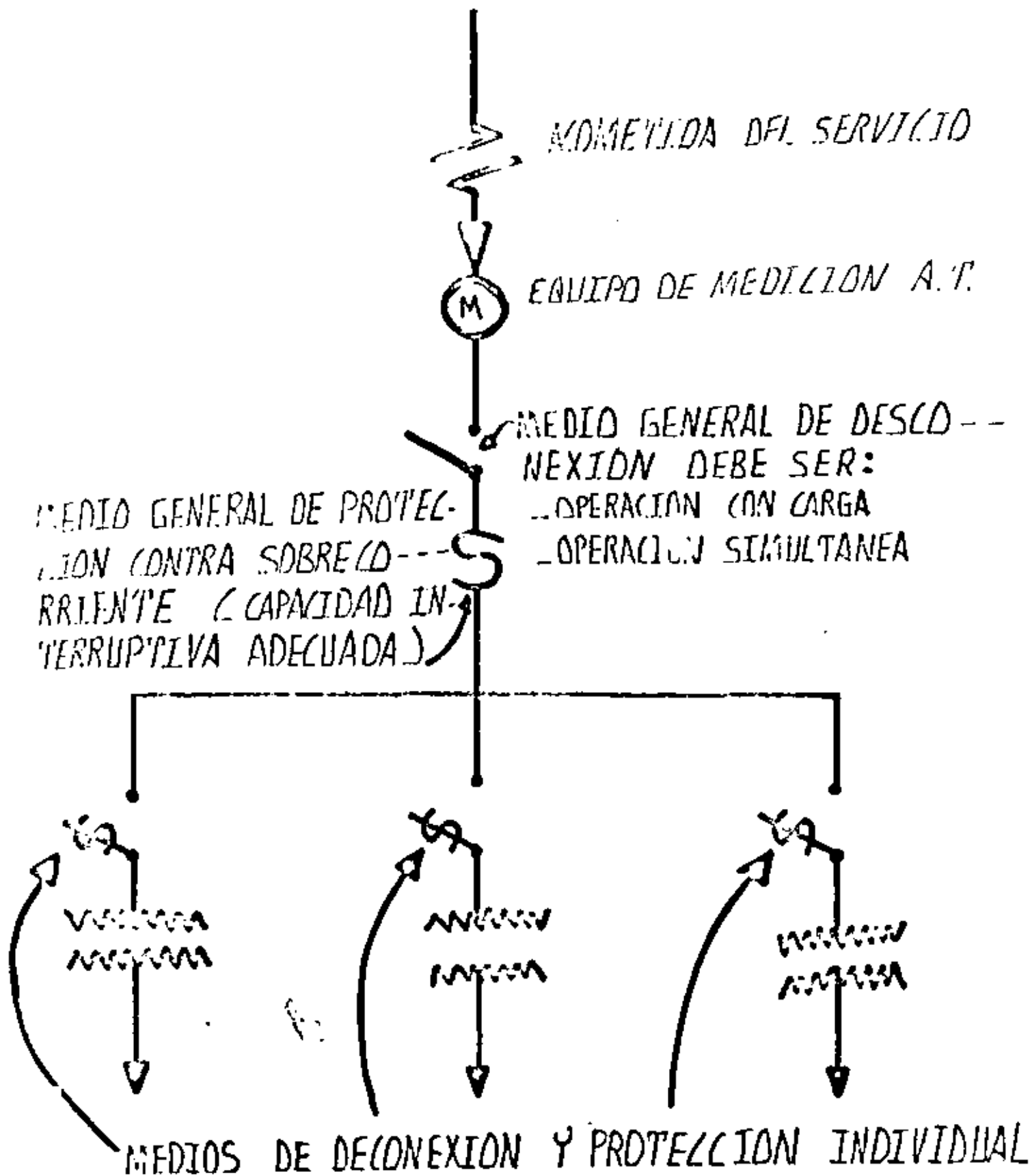
601.5 MEDIO DE DESCONEXION GENERAL
DEBE SER DE OPERACION CON CARGA



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 6(2.3a))

MEDIO DE DESCONEXION GENERAL:



SECCION 603. SISTEMA DE TIERRAS

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.

100

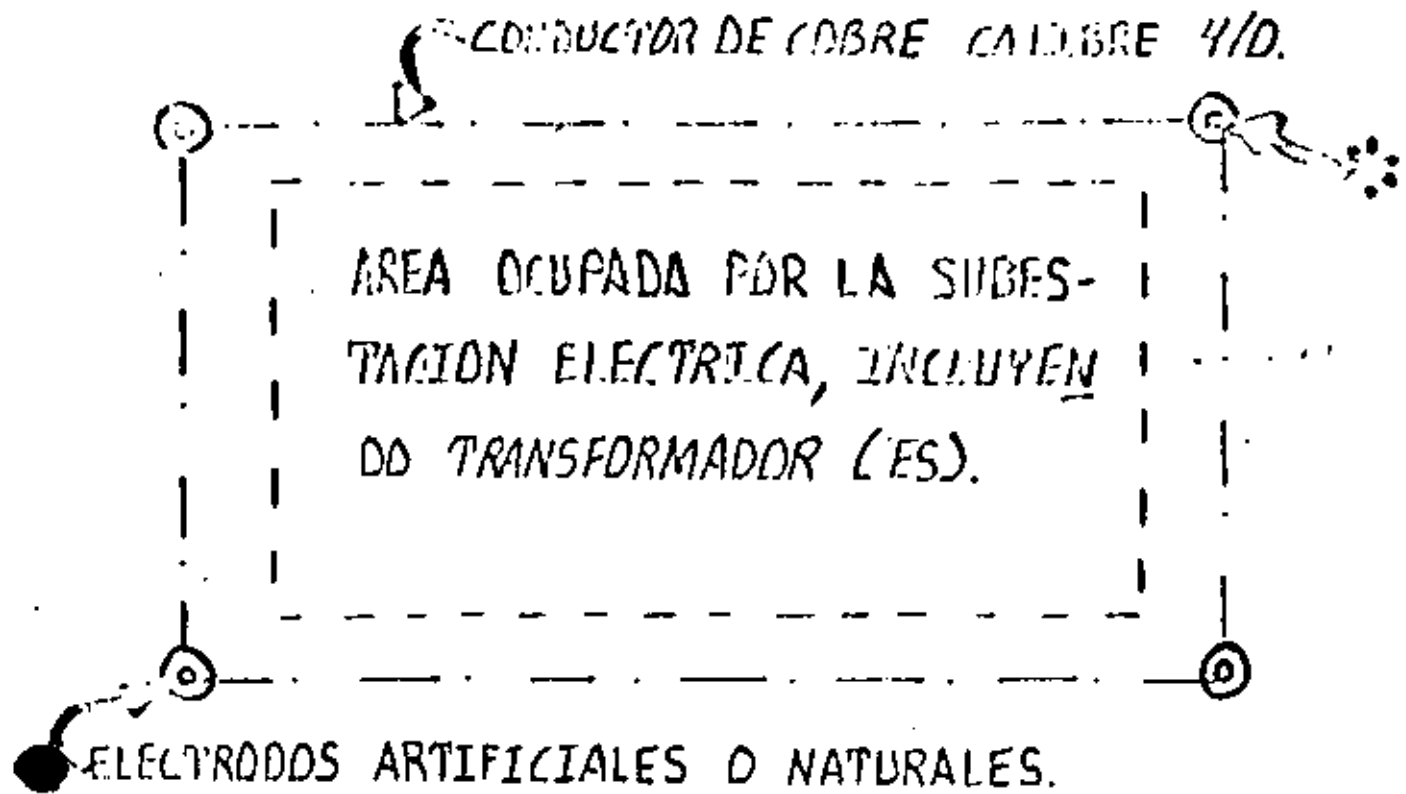
100

100

100

100

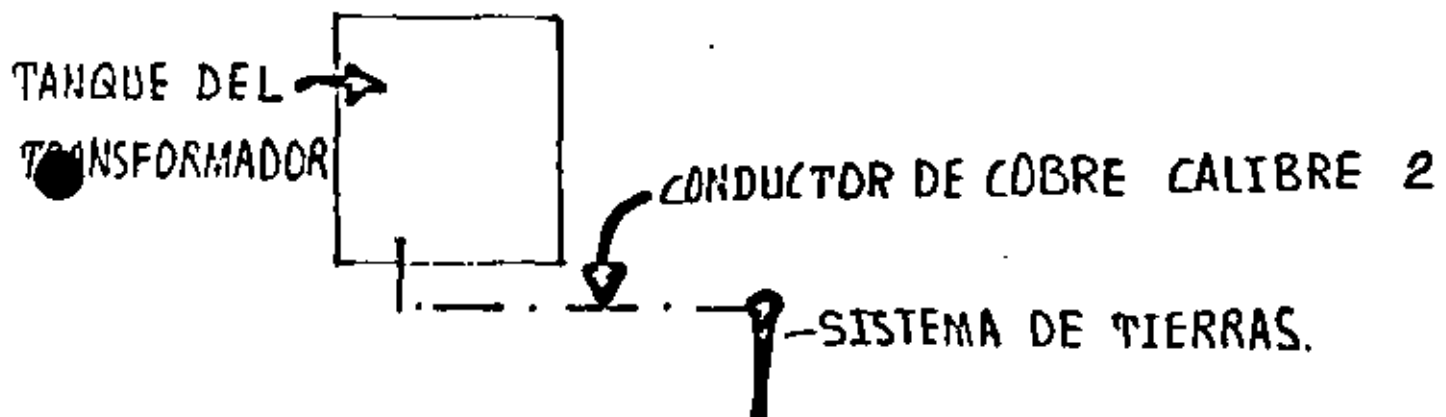
RED O MALLA DE TIERRAS EN SUBESTACIONES.

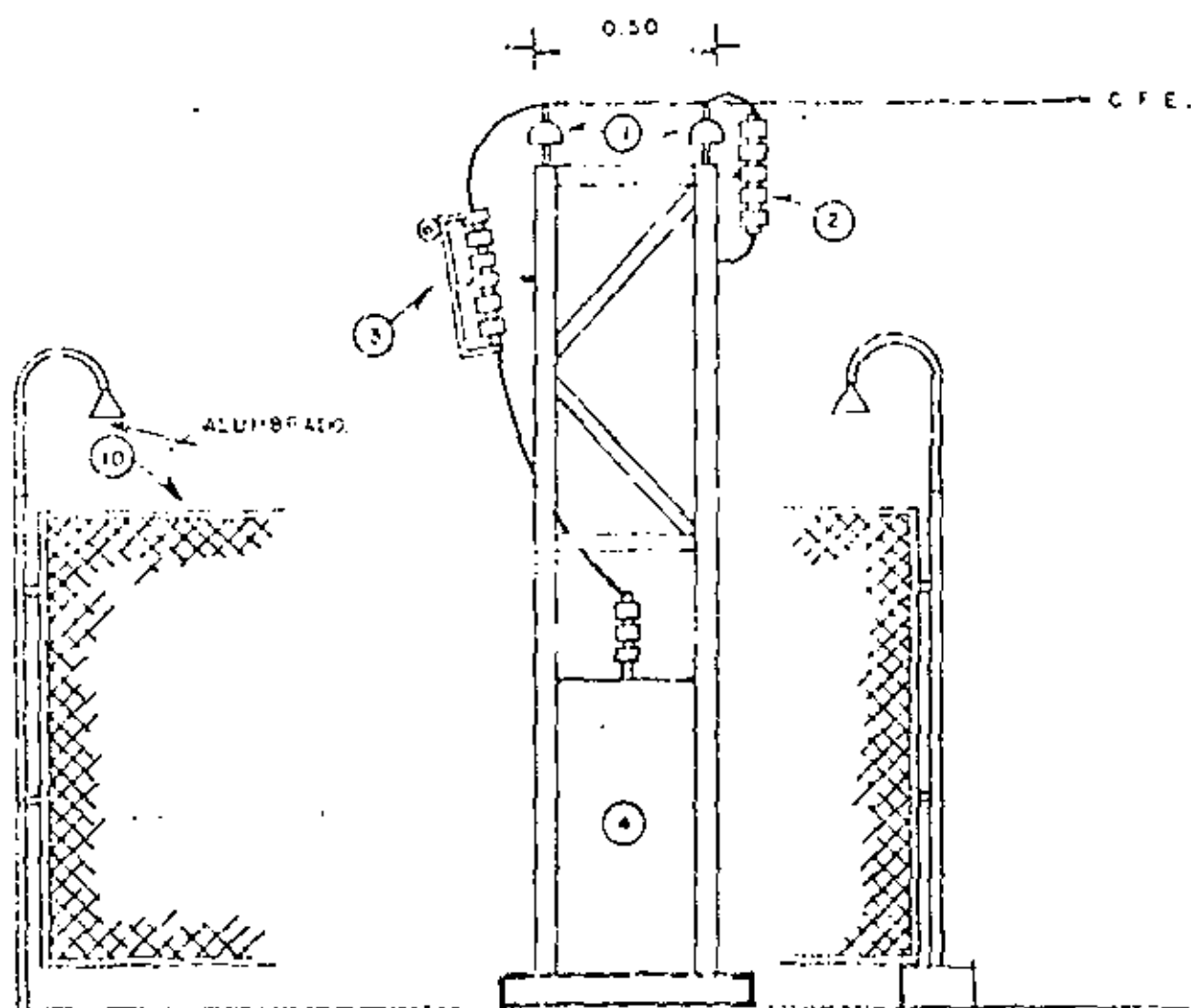


SISTEMA DE TIERRAS: RED O MALLA. CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPO Y ELECTRODOS.

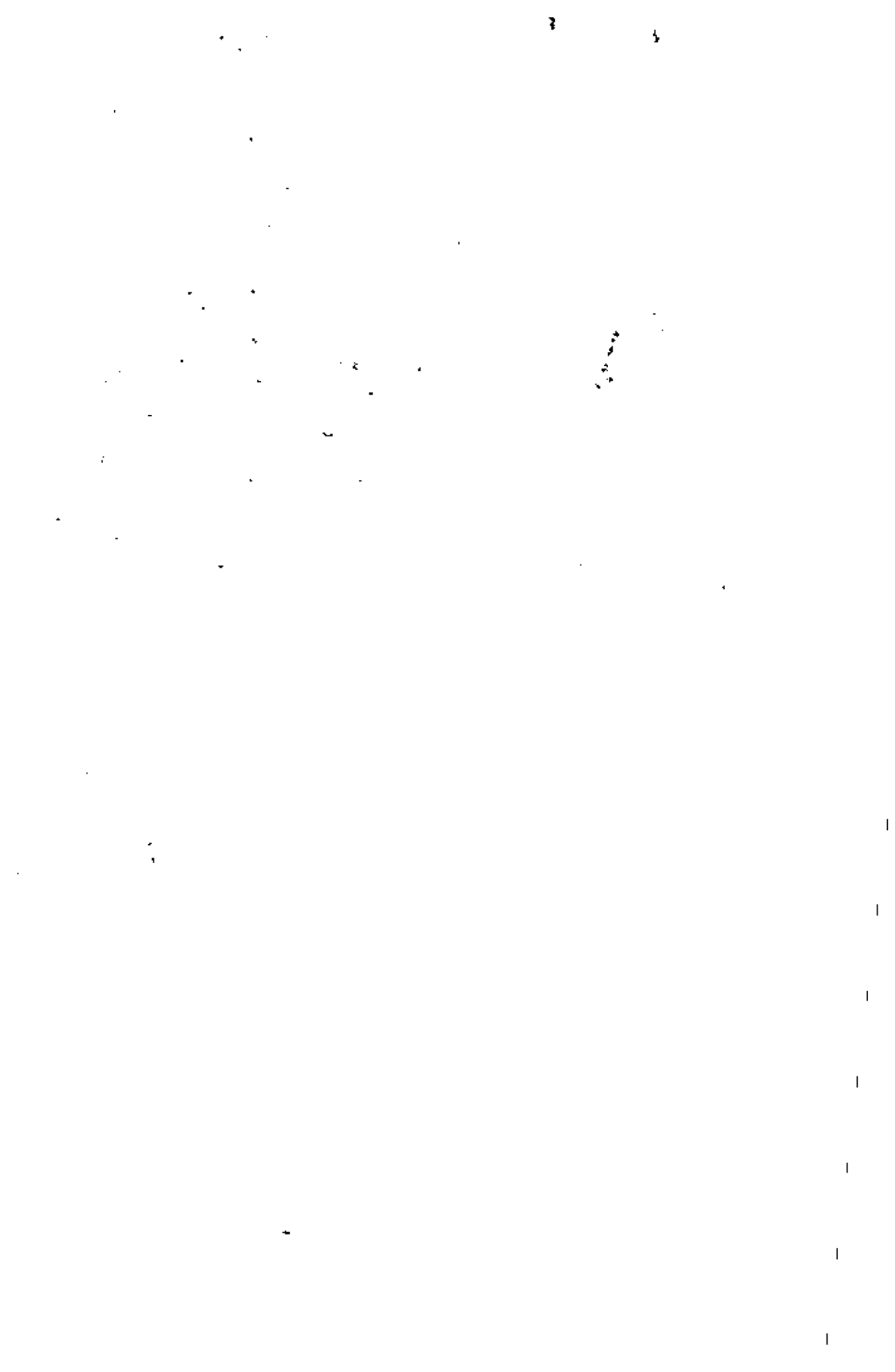
RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA DE SISTEMA DE TIERRAS : 10Ω .

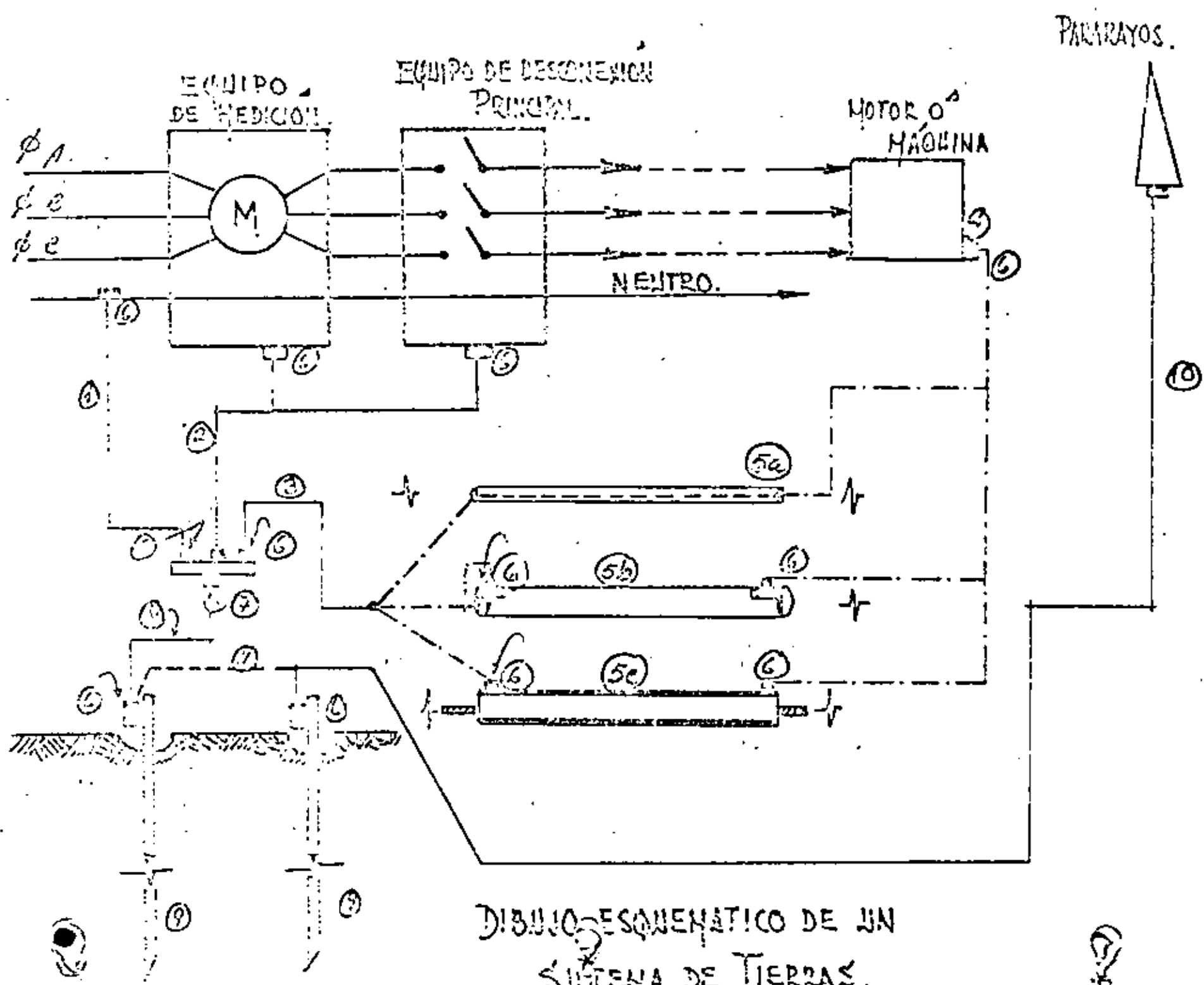
* ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD DE 0.50 A 1 m.





- MEDIO DE ACCESO.
- NO UTILIZAR ESCALERAS DEL TIPO MARINO.
- SISTEMA DE TIERRAS.
- CAPACIDAD DEL ELEMENTO FUSIBLE, DEL DESCONNECTADOR FUSIBLE.
- SI EL TRANSFORMADOR ES MAYOR DE 500 KVA, DEBE INSTALARSE UN INTERRUPTOR.
- SI SE TRATA DE OTRO TIPO DE SUBESTACION ELECTRICA (COMPACTA, INTERIOR-ABIERTA DE CUALQUIER CAPACIDAD), DEBE INSTALARSE UN INTERRUPTOR.





STATE OF CALIFORNIA
COUNTY OF [illegible]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]