



DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
CURSOS ABIERTOS



CURSO: Módulo II: Instalaciones Electricas para Edificios

FECHA: del 9 al 23 de octubre de 1995.

EVALUACIÓN DEL PERSONAL DOCENTE

(ESCALA DE EVALUACIÓN: 1 A 10)

CONFERENCISTA	DOMINIO DEL TEMA	USO DE AYUDAS AUDIOVISUALES	COMUNICACIÓN CON EL ASISTENTE	PUNTUALIDAD
Ing. Ignacio González Castillo				
Ing. Guillermo Aguilar Campuzano				
Ing. Pablo Zapiáin Lechuga				
Ing. Lázaro Ponce Díaz				
Ing. Carlos Martínez Calderón				
Ing. Antonio Macías				
Ing. Sergio Ordóñez Lezama				

Promedio _____

EVALUACIÓN DE LA ENSEÑANZA

CONCEPTO	CALIF.
ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO DEL CURSO	
GRADO DE PROFUNDIDAD DEL CURSO	
ACTUALIZACIÓN DEL CURSO	
APLICACIÓN PRACTICA DEL CURSO	

Promedio _____

EVALUACIÓN DEL CURSO

CONCEPTO	CALIF.
CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DEL CURSO	
CONTINUIDAD EN LOS TEMAS	
CALIDAD DEL MATERIAL DIDÁCTICO UTILIZADO	

Promedio _____

Evaluación total del curso _____

Continúa...2

1. ¿Le agradó su estancia en la División de Educación Continua?

SI

☐

NO

☐

Si indica que "NO" diga porqué:

2. Medio a través del cual se enteró del curso:

Periódico <i>Excelsior</i>	☐
Periódico <i>La Jornada</i>	☐
Folleto anual	☐
Folleto del curso	☐
Gaceta UNAM	☐
Revistas técnicas	☐
Otro medio (Indique cuál)	☐

3. ¿Qué cambios sugeriría al curso para mejorarlo?

4. ¿Recomendaría el curso a otra(s) persona(s) ?

SI

☐

NO

☐

5. ¿Qué cursos sugiere que imparta la División de Educación Continua?

6. Otras sugerencias:



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

CURSOS ABIERTOS

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES
ELECTRICAS INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

**MODULO II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA
EDIFICIOS.**

INTRODUCCION

1901-1902
1903-1904

1904-1905
1905-1906

1906-1907
1907-1908

1908-1909
1909-1910

1910-1911
1911-1912

1912-1913
1913-1914

1914-1915
1915-1916

1916-1917
1917-1918

1918-1919
1919-1920
1920-1921
1921-1922

1922-1923
1923-1924

1924-1925
1925-1926

1926-1927
1927-1928
1928-1929
1929-1930

1930-1931
1931-1932

1932-1933
1933-1934

1934-1935
1935-1936

1936-1937
1937-1938

1938-1939
1939-1940

1940-1941
1941-1942

1942-1943
1943-1944
1944-1945
1945-1946

1946-1947
1947-1948

1948-1949
1949-1950

1950-1951
1951-1952

1952-1953
1953-1954

1954-1955
1955-1956

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS 9 AL 23 DE OCTUBRE DE 1995

- A) Fecha: 9 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Ignacio González Castillo.
Tema:

INTRODUCCION.

Descripción del curso.
Presentación de los temas.

CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION ELECTRICA.

Definición de una instalación eléctrica.
Diferentes puntos de vista del concepto "Instalación Eléctrica"
Interno.
Externo.
Punto de vista externo: elementos generales.
Punto de vista interno: elementos generales.

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UNA INSTALACION ELECTRICA.

Conveniencia.
Capacidad
Regulación.
Accesibilidad.
Flexibilidad
Seguridad.

REGLAMENTACION COMO INSTRUMENTO DE SEGURIDAD.

Reglamentación existente en México.

- B) Fecha: 10 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Guillermo Aguilar Campuzano.
Tema:

ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA.

Diagrama General.
Diversos elementos que la componen.

ANALISIS DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS.

Cargas.
Definición.
Determinación de una carga.
Clasificación de las cargas: normal y emergencia.
Carga de alumbrado. Determinación de la cantidad de lámparas en función del uso.
Método de lumens promedio.
Método de punto por punto.
Carga de aparatos criterio para determinar cargas

Cargas de fuerza. Parámetros necesarios para su determinación

- C) Fecha: 11 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Pablo Zapiaín Lechuga.
Tema:

SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

Elementos que integran los sistemas de distribución.

Conductores.

Medio de soporte.

Protección.

Conductores. Clasificación según su uso.

Circuito derivado.

Circuito alimentador.

Circuitos derivados: definición y clasificación.

Circuito derivado de uso general: capacidad y restricción.

Circuito derivado para 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 mixtas. Diferentes sistemas

- D) Fecha: 13. Octubre. 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Lázaro Ponce Díaz.
Tema:

CONDUCTORES. CONDICIONES DE DISEÑO.

Características de un conductor.

Capacidad permisible.

Carga de caída de potencia.

Aislamientos.

Resistencia mecánica.

- E) Fecha: 16 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Carlos Martínez Calderón.
Tema:

MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Medio de soporte y protección de los conductores.

Diferentes medios según reglamentación existente.

Tubo conduit.

Ductos metálicos.

Charolas

- F) Fecha: 17 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.

Profesor Ing. Antonio Macias.
Tema:

MEDIOS DE PROTECCION.

Medios de protección.
Sobrecorriente, orígenes.
Sobrecarga.
Corto circuito.
Medio de protección vs. sobrecorriente.
Fusibles.
Interruptores automáticos

G) Fecha: 17-18 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor Ing. Antonio Macias.
Tema:

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.

H) Fecha: 18 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor Ing. Antonio Macias.
Tema:

SUBESTACIONES USADAS EN INSTALACIONES PARA EDIFICIOS.

Subestaciones receptoras.
Subestaciones derivadas.

I) Fecha: 19 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor Ing. Sergio Ordóñez Lezama.
Tema:

SISTEMAS DE GENERACION.

Usos de emergencia.
Usos continuos.
Plantas de emergencia: selección y determinación de la
capacidad.
Sistemas de corriente directa: reglamentación.
Características generales.

J) Fecha 20 Octubre 1995
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Pablo Zapiain-Lechuga...
Tema:

INSTALACIONES ESPECIALES.

Sistema de centralización y alarmas.
Sistemas de comunicación: telefonos.
Sistemas de sonido.

K) Fecha: 23 Octubre 1995.
Duración: 17 a 21 horas.
Profesor: Ing. Ignacio González Castillo.
Tema:

SISTEMAS DE PARARRAYOS.



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

CURSOS ABIERTOS

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS
INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

**MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA
EDIFICIOS**

**TEMA: CARACTERISTICAS GENERALES DE UNA INSTALACION
ELECTRICA.**

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO.

INTRODUCCION

INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

OBJETIVO

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

METODOLOGIA

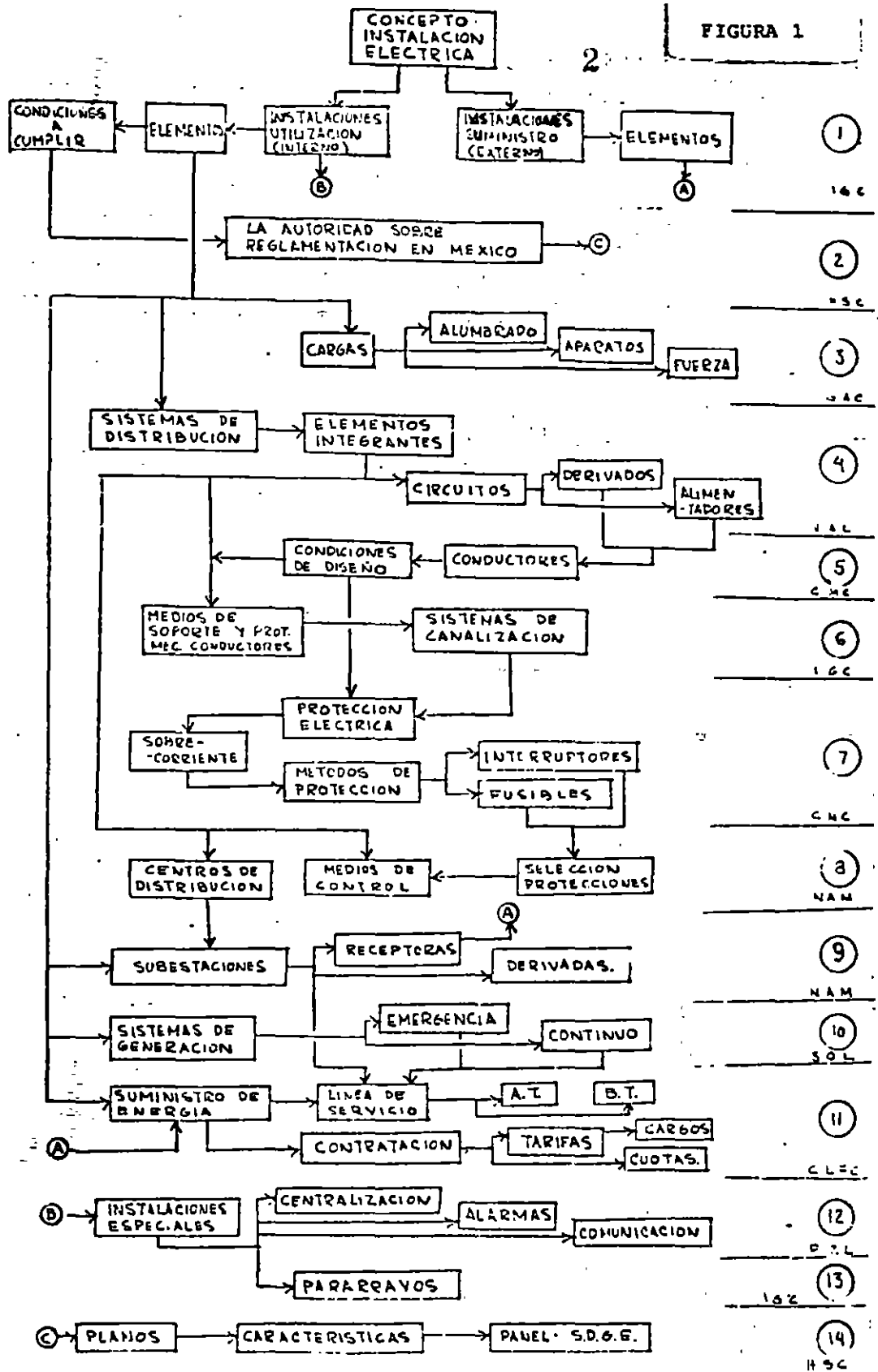
ANALIZAR UN PANORAMA GENERAL DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES QUE INTERVIENEN EN:

- . 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

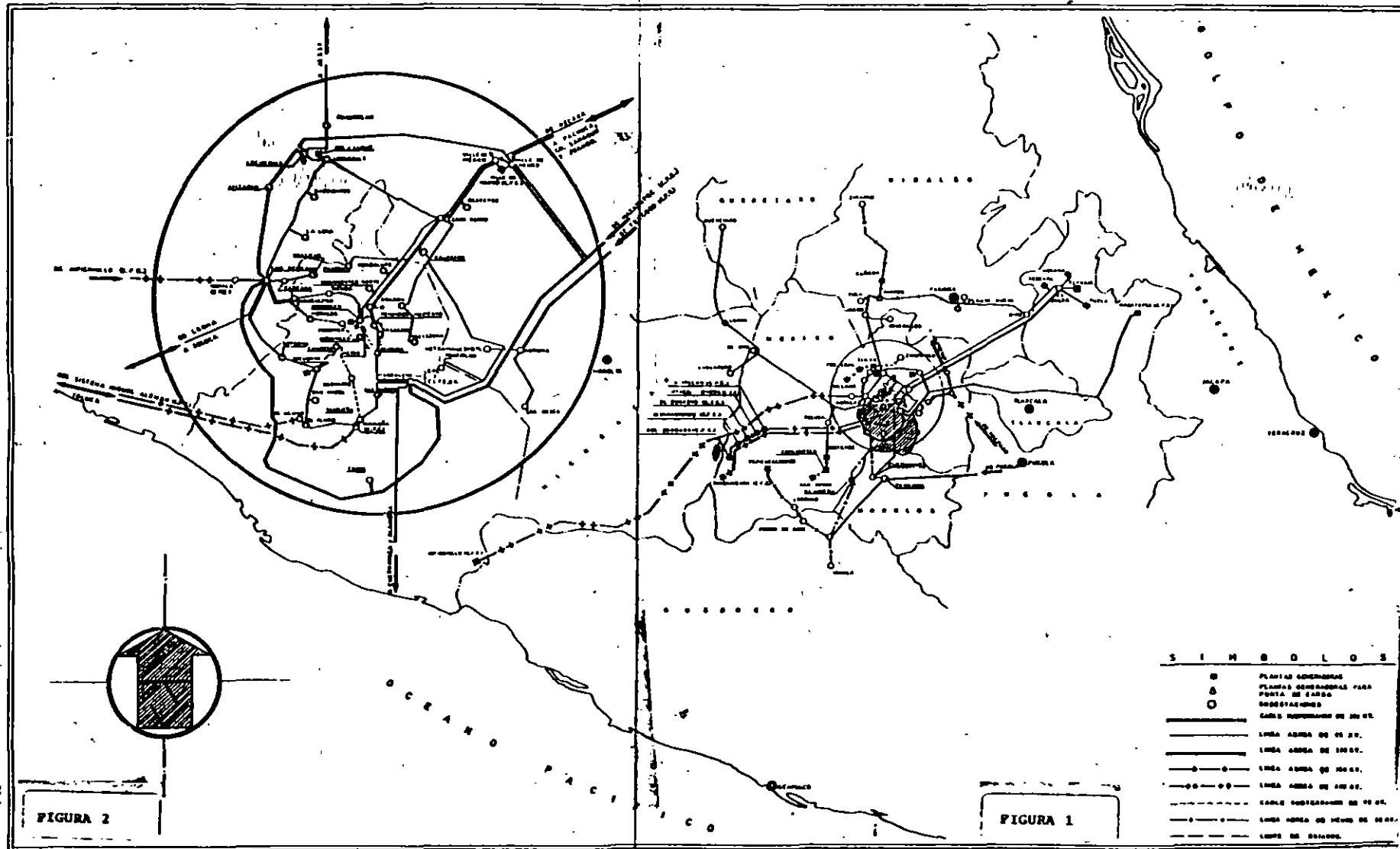
DESDE EL PUNTO DE VISTA EXTERNO, SE DEBEN CONSIDERAR LOS SIGUIENTES ELEMENTOS, GENERALMENTE FORMADOS POR INSTALACIONES DE LAS COMPAÑIAS SUMINISTRADORAS DEL SERVICIO DE ENERGIA (CIA. DE LUZ, CFE):

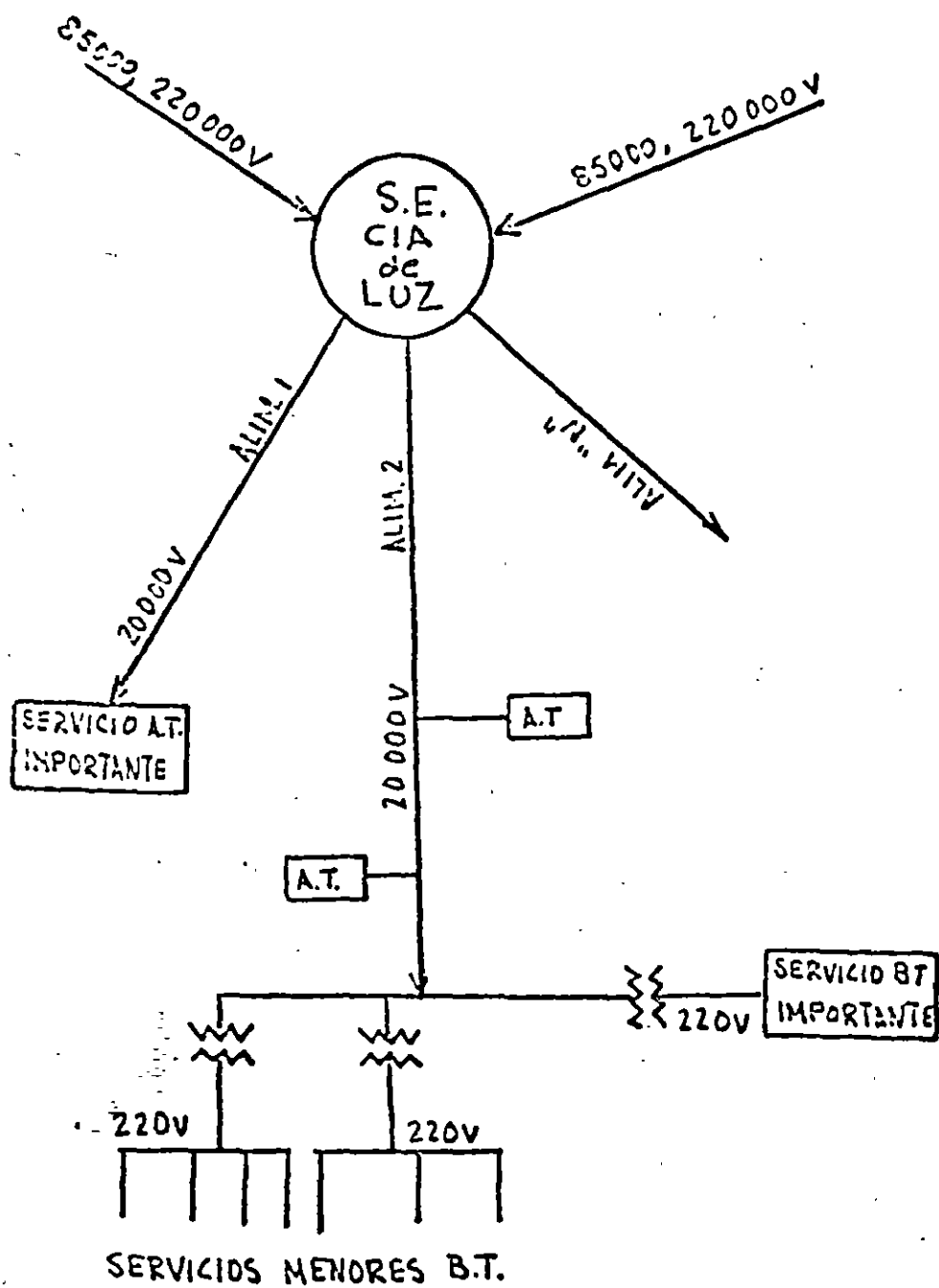
FUENTE DE ENERGIA
EQUIPO DE GENERACION
SISTEMA DE TRANSMISION
SISTEMA DE DISTRIBUCION

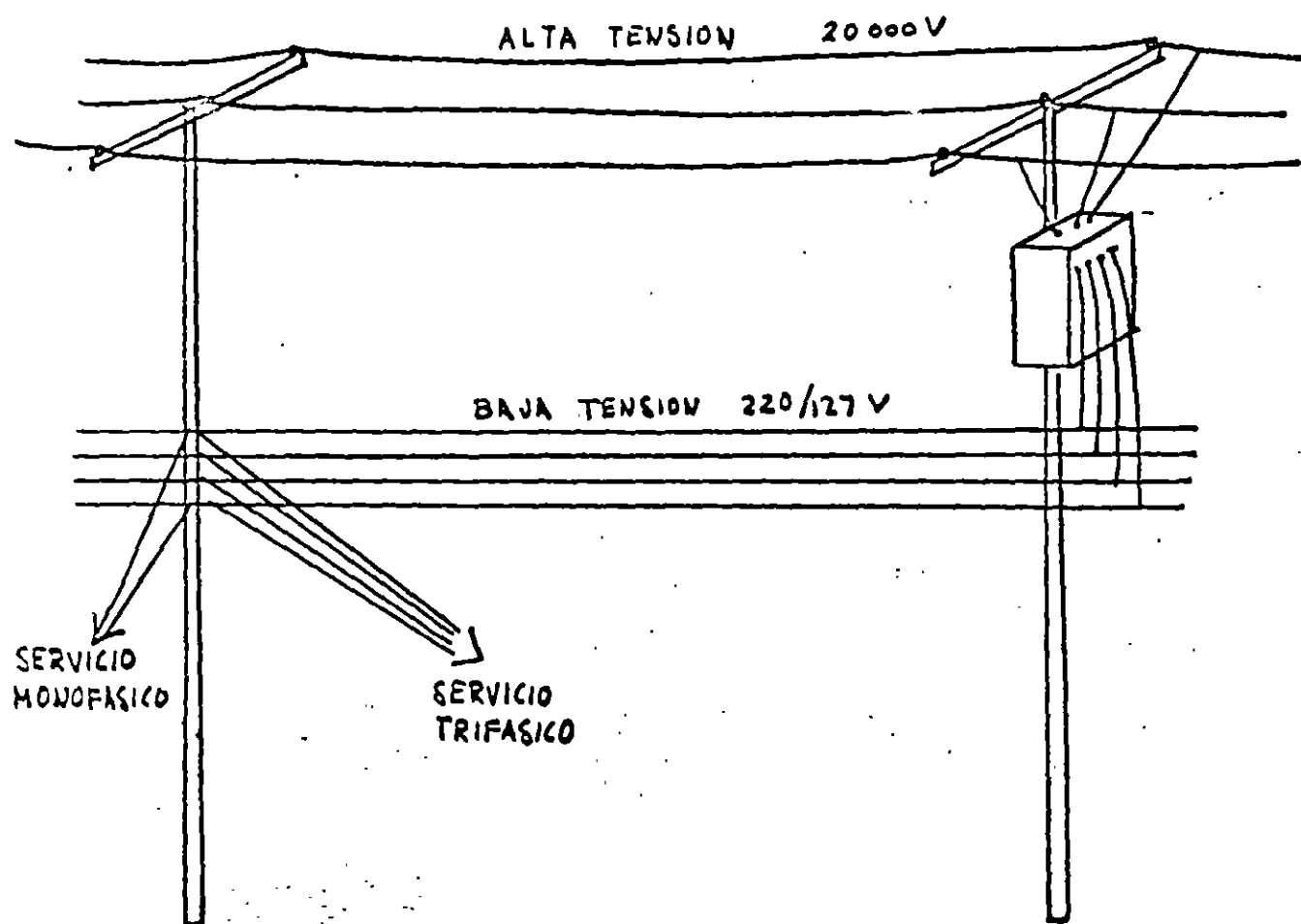
LOS ELEMENTOS INTEGRANTES DE UNA INSTALACION ELECTRICA DESDE ESTE PUNTO DE VISTA, PARA EL CASO DEL SISTEMA CENTRAL DE LA RED DE LA CFE PUEDEN OBSERVARSE EN LAS FIGURAS 1, 2, 3 y 4

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

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







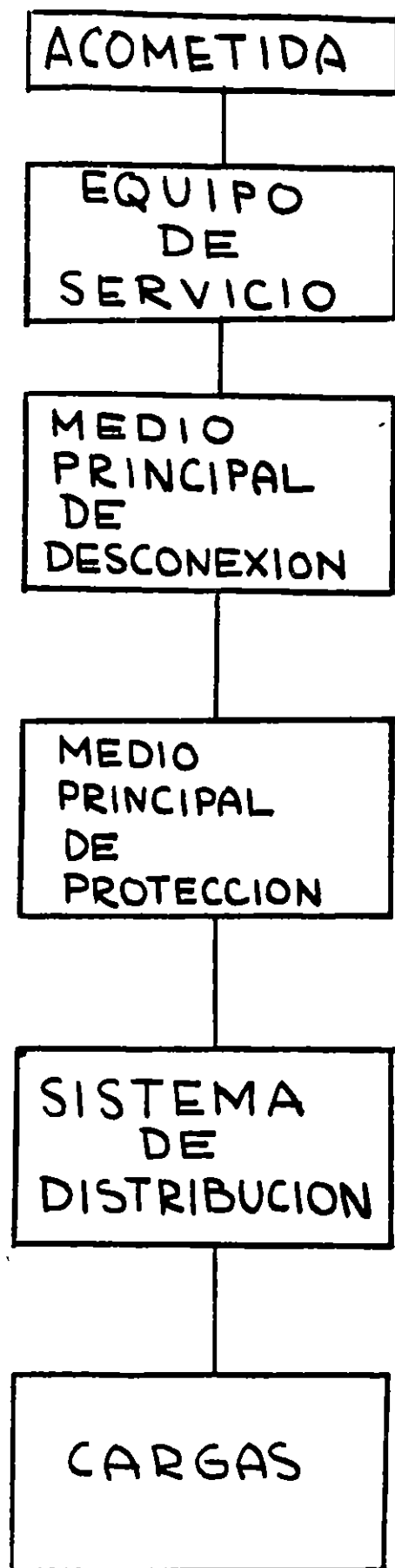


FIGURA 5

8

ACOMETIDA (LINEA de SERVICIO)

LOS CONDUCTORES QUE LIGAN
LA RED DE DISTRIBUCION, DEL
SISTEMA DE SUMINISTRO, CON EL
PUNTO EN QUE SE CONECTA EL
SERVICIO A LA INSTALACION DEL
USUARIO.

(NTIE-81-101).

ACOMETIDA

CARACTERISTICAS

(NTIE-81-201-2)

- UNA SOLA POR INMUEBLE
(Caso General)



EXCEPCION:

- ACUERDO CON
- SEPAFIN
- CFE

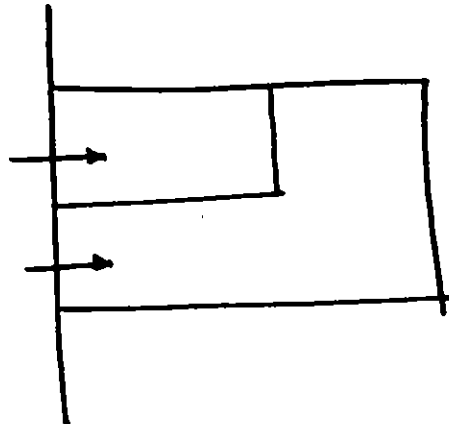
- CANALIZACION EXCLUSIVA

- NO PASAR POR OTRO INMUEBLE

- ZONAS INDEPENDIENTES

(sin comunicacion)

(NTIE-81-201-3)

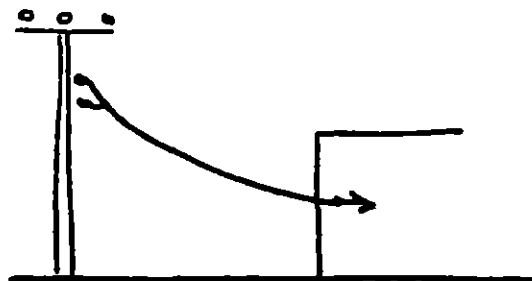


ACOMETIDA

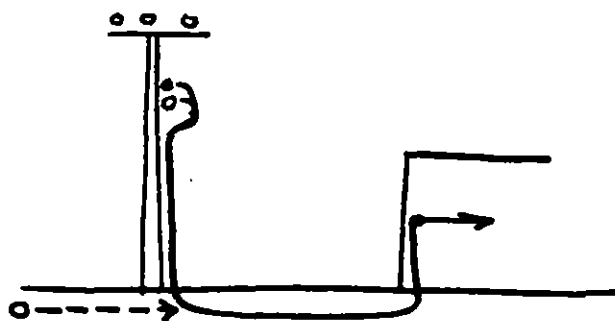
CLASIFICACION

- DE ACUERDO
AL TIPO DE
LINEA

• AEREA



• SUBTERRANEA



- DE ACUERDO
A LA TENSION

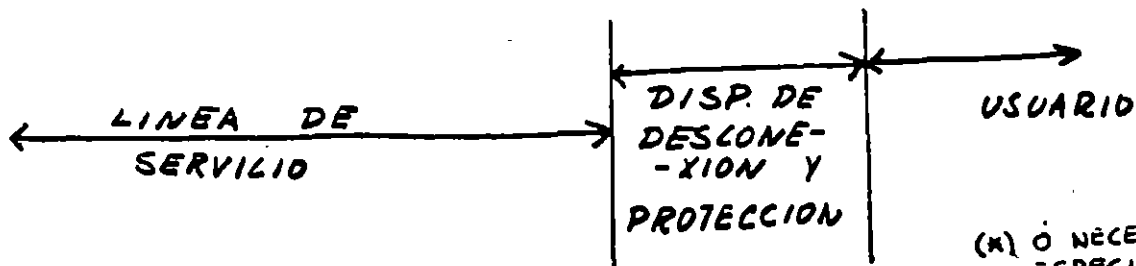
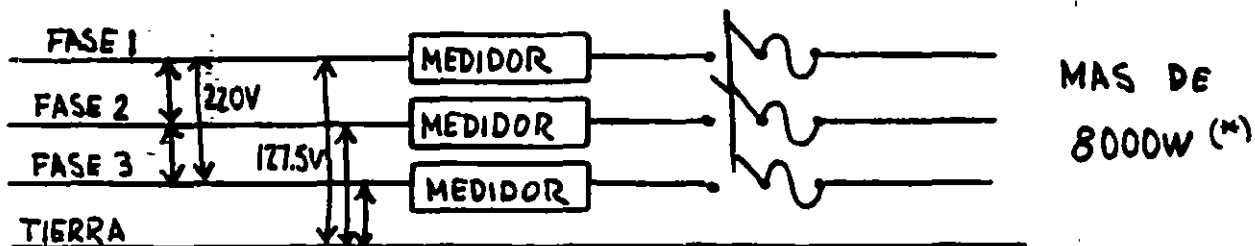
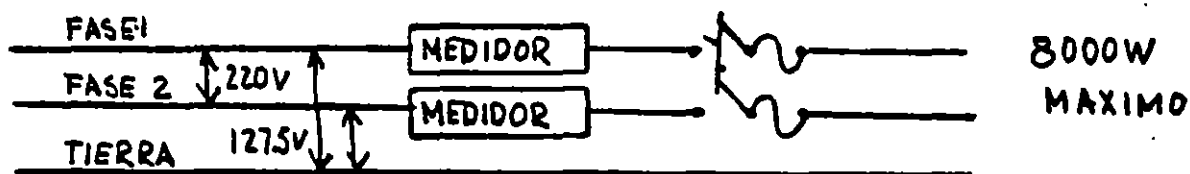
• BAJA TENSION

- 1 HC
- 2 HC
- 3 HC

• ALTA TENSION

- SERV. AT
- SERV. BT

LINEA DE SERVICIO EN BAJA TENSION

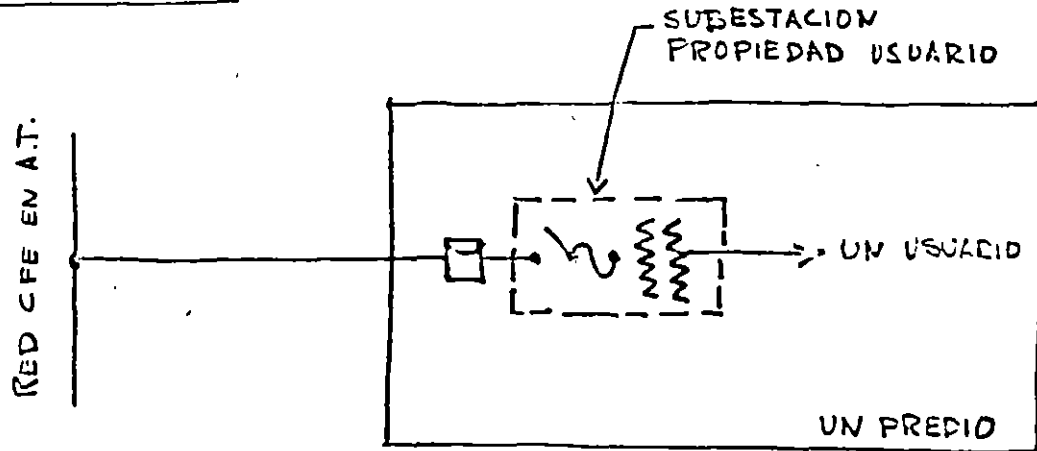


(*) O NECESIDAD ESPECIFICA DE LA CARGA.

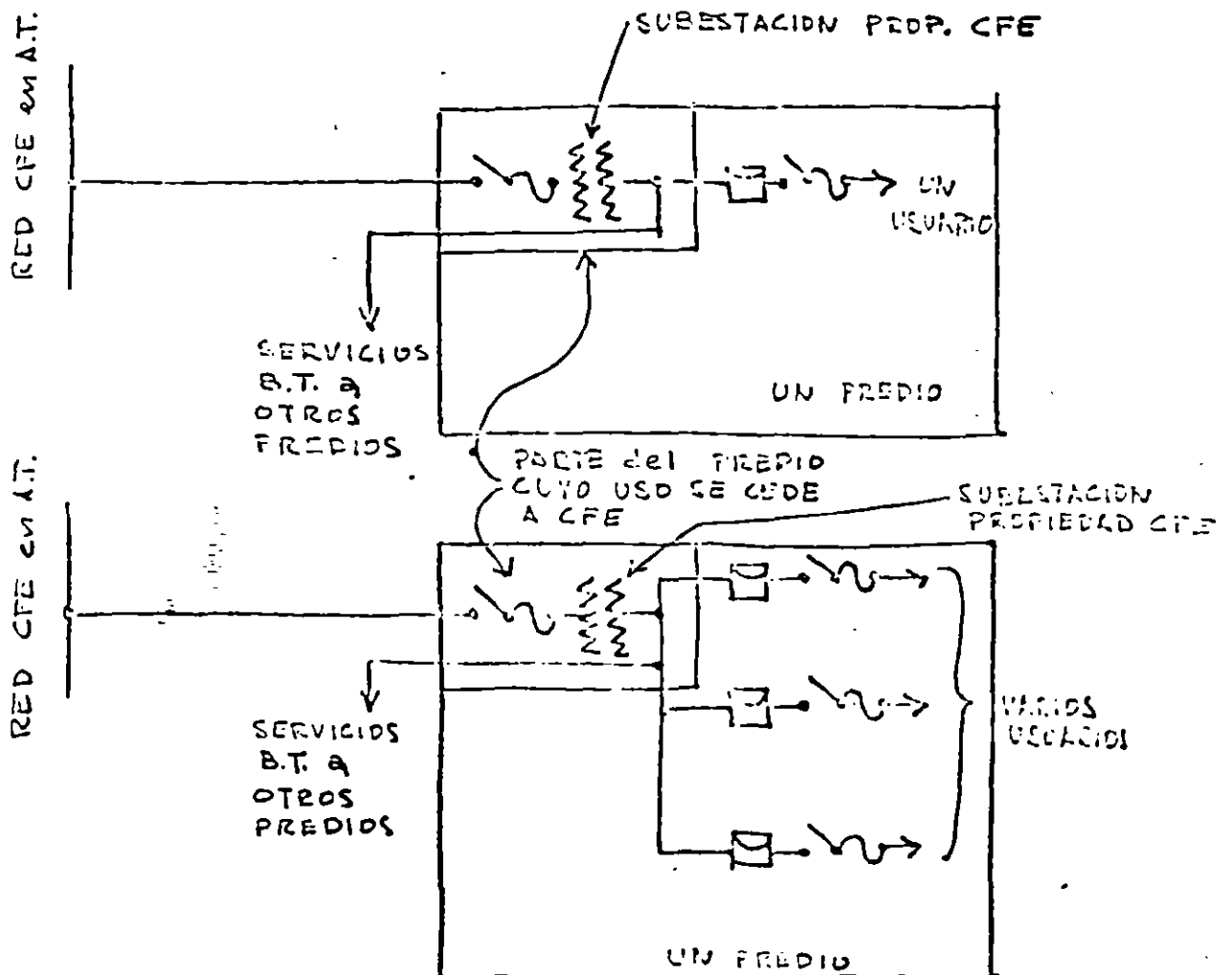
LINEA DE SERVICIO en A.T.

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

1) SERVICIO en A.T.:-



2) SERVICIO en B.T.



EQUIPO DE SERVICIO

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

(NTIE-81-101)

EQUIPO DEL SERVICIO

CARACTERISTICAS:

(NTIE-81-201-

• DEL LOCAL:

- FACIL ACCESO A PERSONAL CFE
- LIBRE DE MATERIAL FACILMENTE INFLAMABLE
- DIMENSIONES QUE PERMITAN
 - INSTALAR
 - OPERAR
 - MANTENER
 - RETIRAR

CON "FACILIDAD
Y
SEGURIDAD"

• DEL EQUIPO

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

DISPOSITIVO DE DESCONEXION PRINCIPAL

NTIE-81-201-8

OBJETIVO:

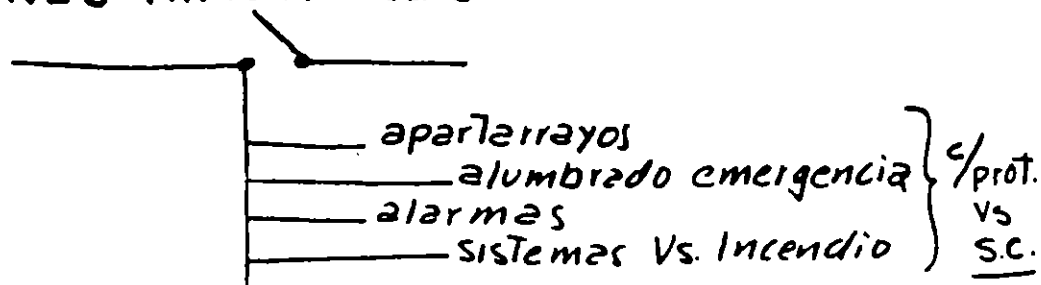
PODER INDEPENDIZAR

TOTALMENTE

A LA INSTALACION SERVIDA

CARACTERISTICAS:

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



DISPOSITIVO DE PROTECCION PRINCIPAL (VS SOBRECORRIENTE)

NTIE-81-201-9

OBJETIVO

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

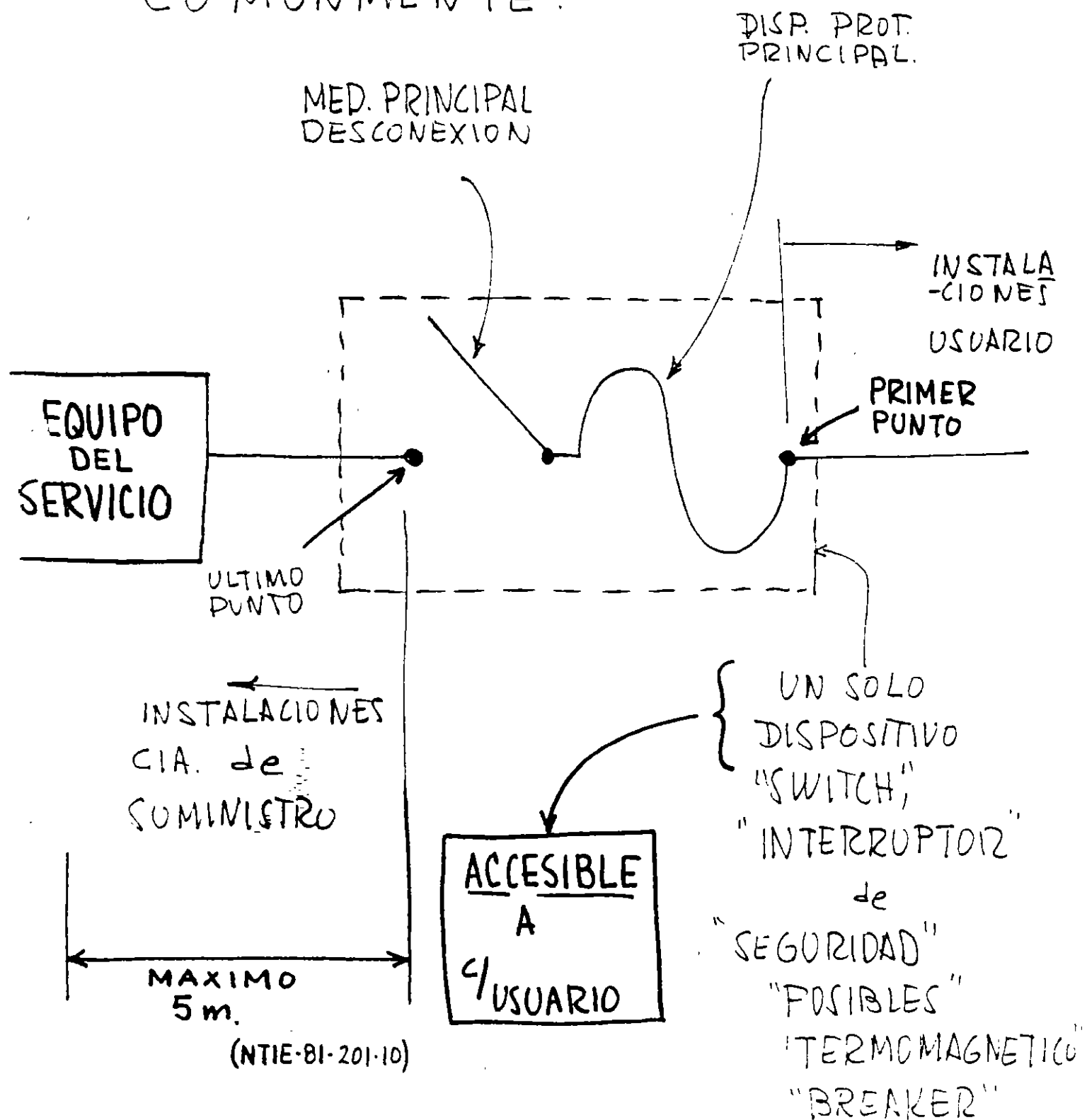
SOBRECORRIENTE :

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

CAPACIDAD INTERRUPTIVA

→ ADECUADA AL CORTO CIRCUITO MAXIMO
POSIBLE

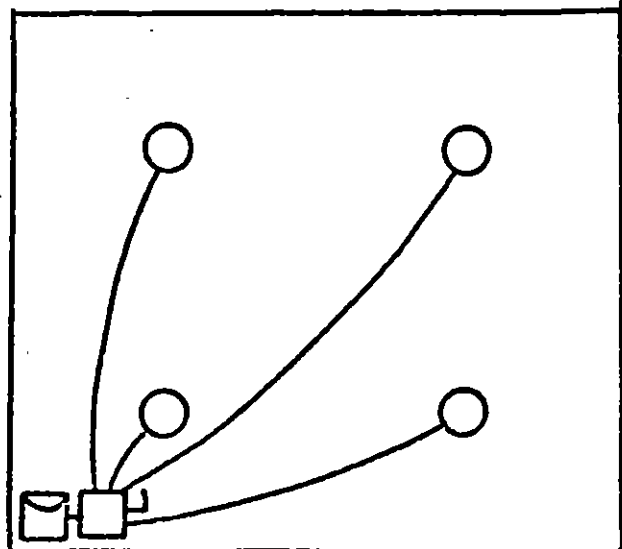
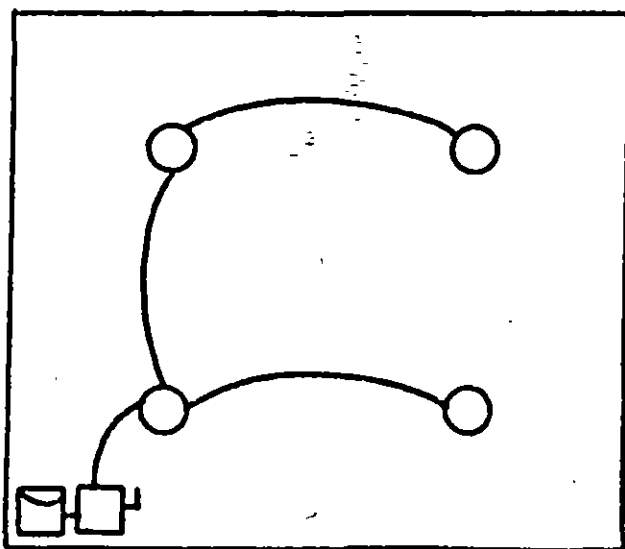
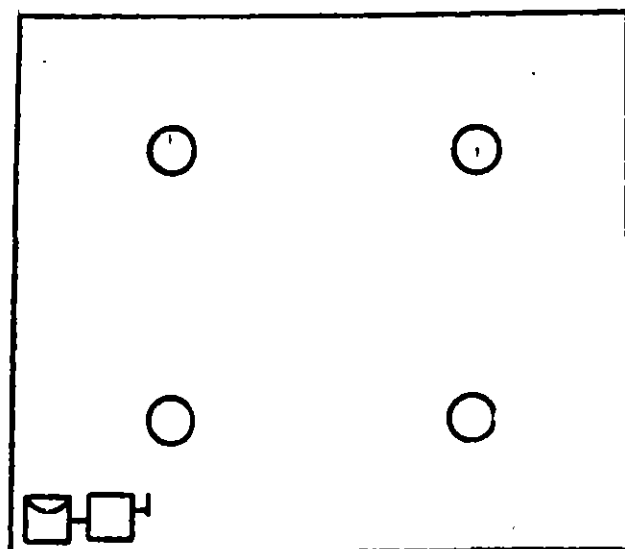
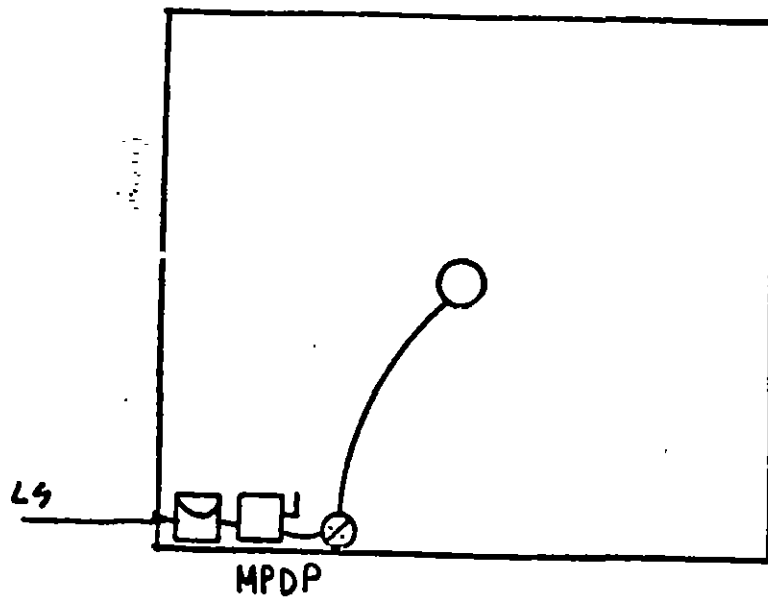
COMUNMENTE :

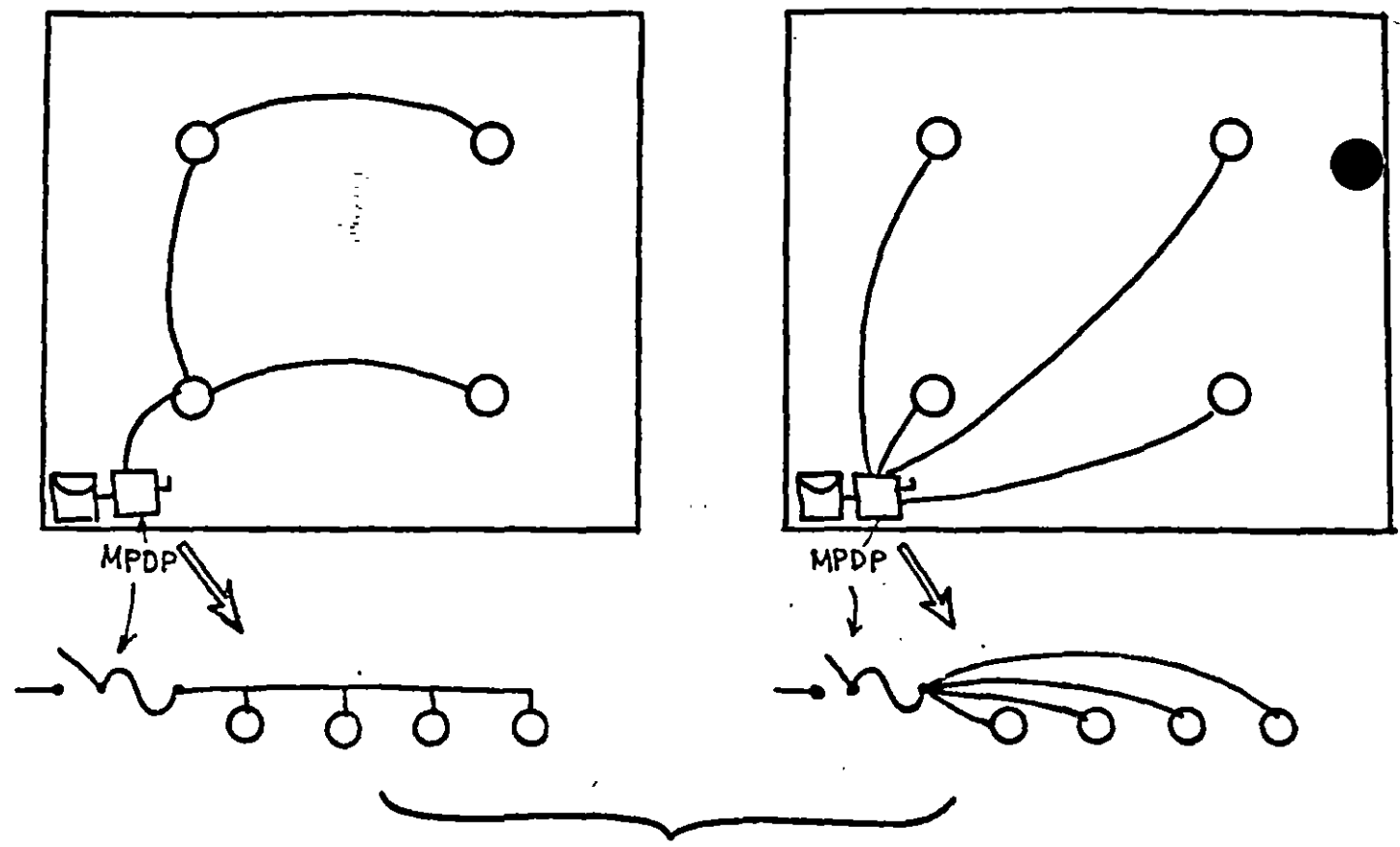


SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:-

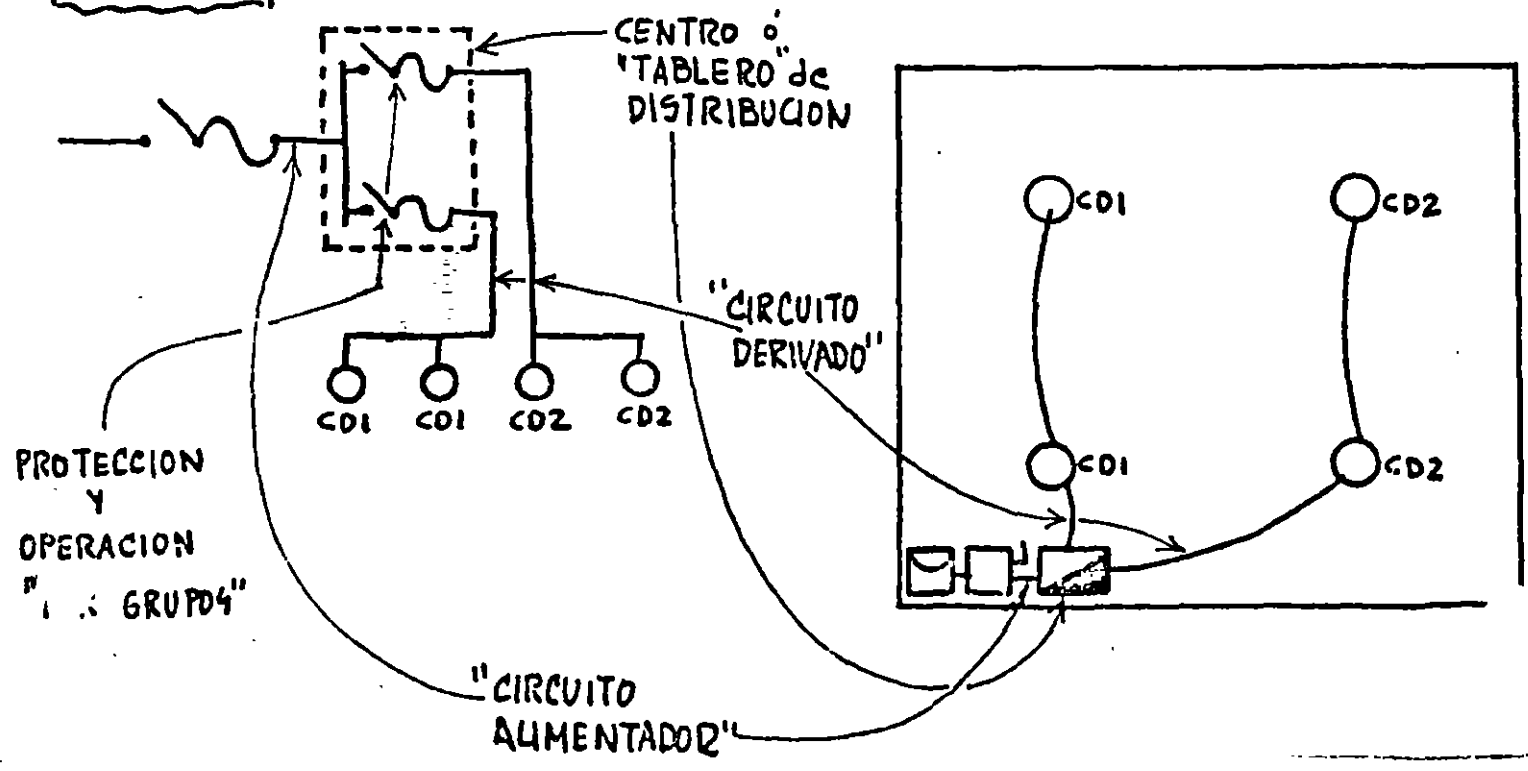
- CIRCUITOS ALIMENTADORES.
- CENTROS de DISTRIBUCION.
(TABLEROS.
- CIRCUITOS DERIVADOS. -

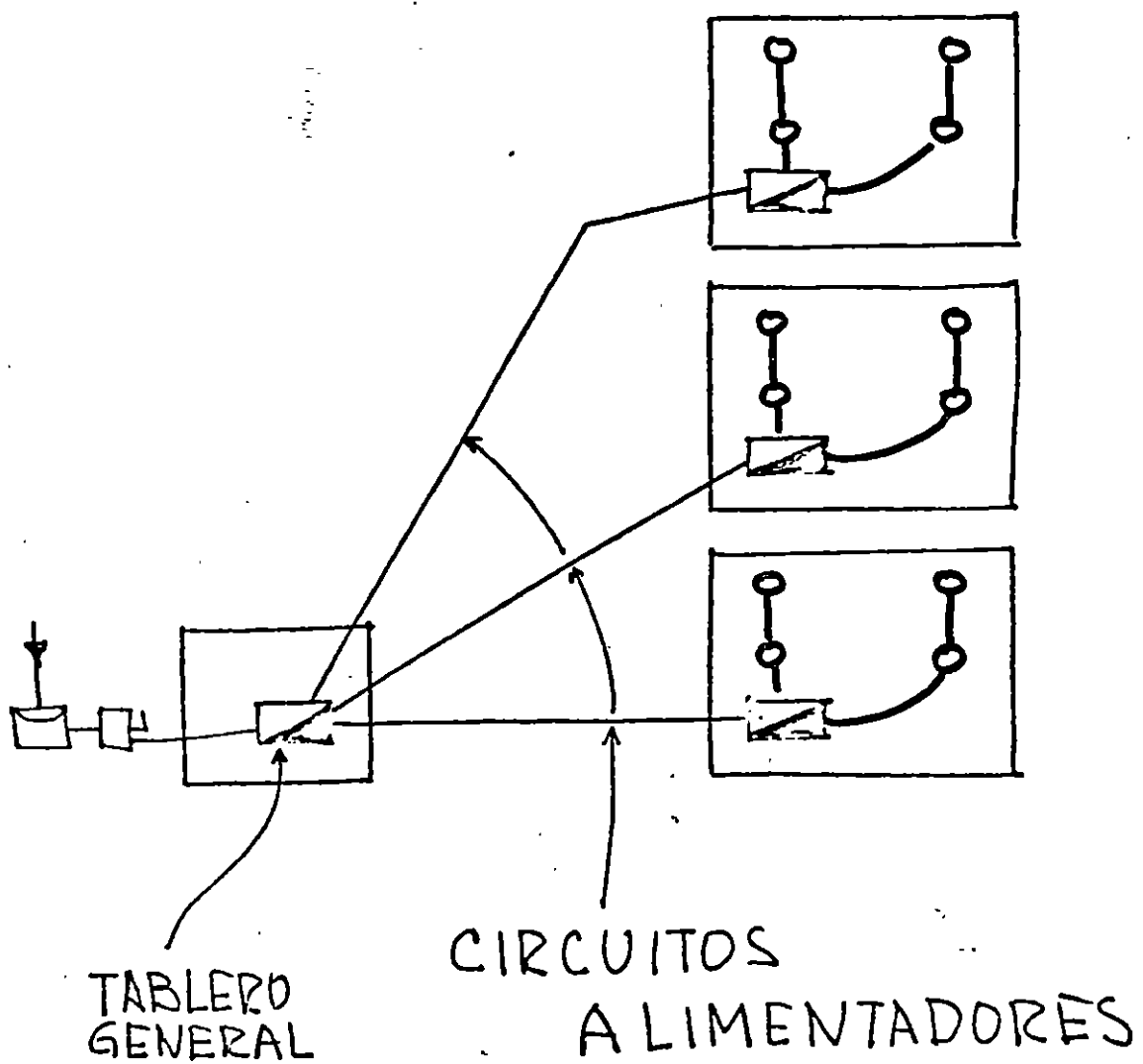


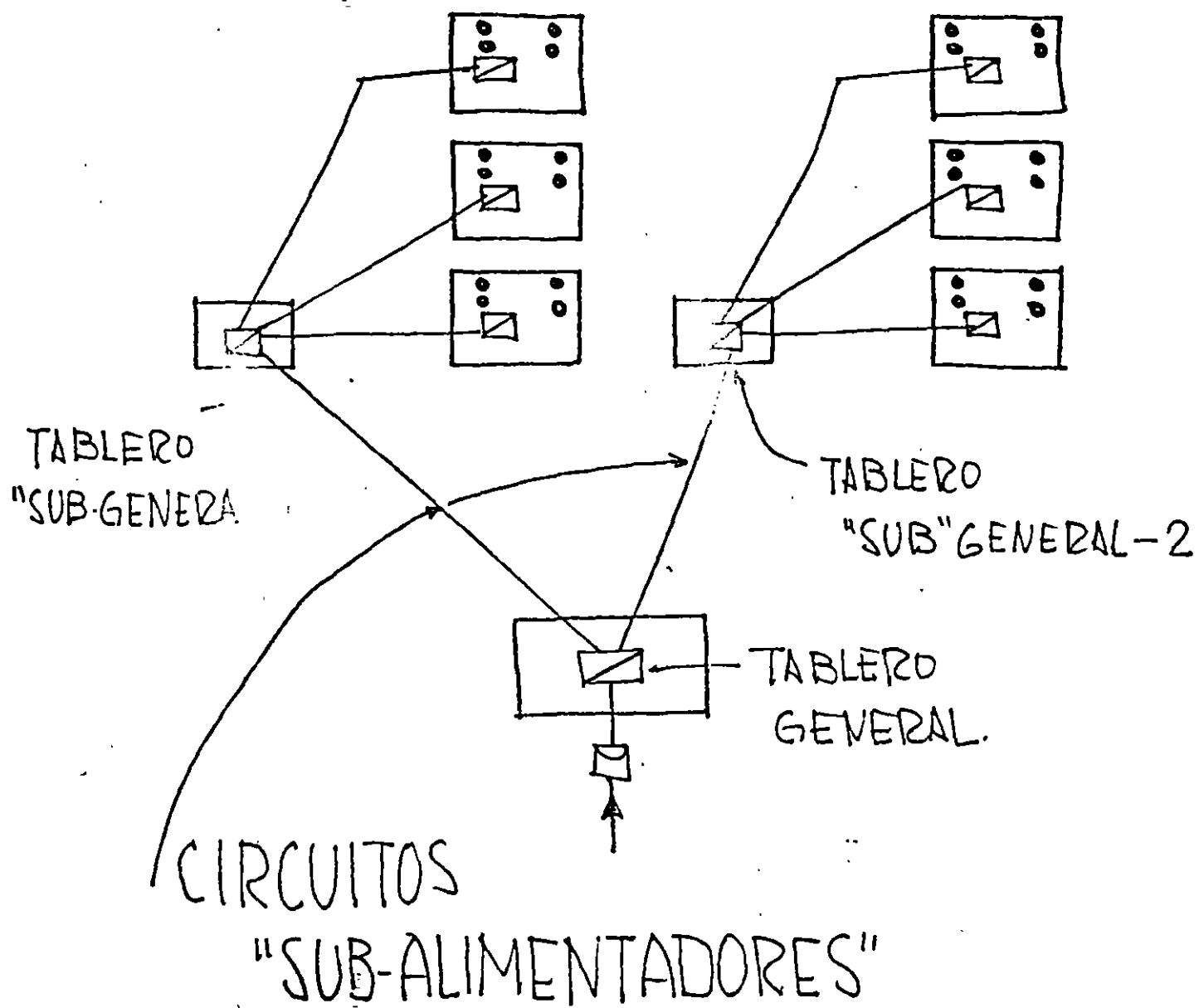


FALLA ———→
POSIIBILIDAD
OPERACION ———→ } TOTAL

SOLUCION:

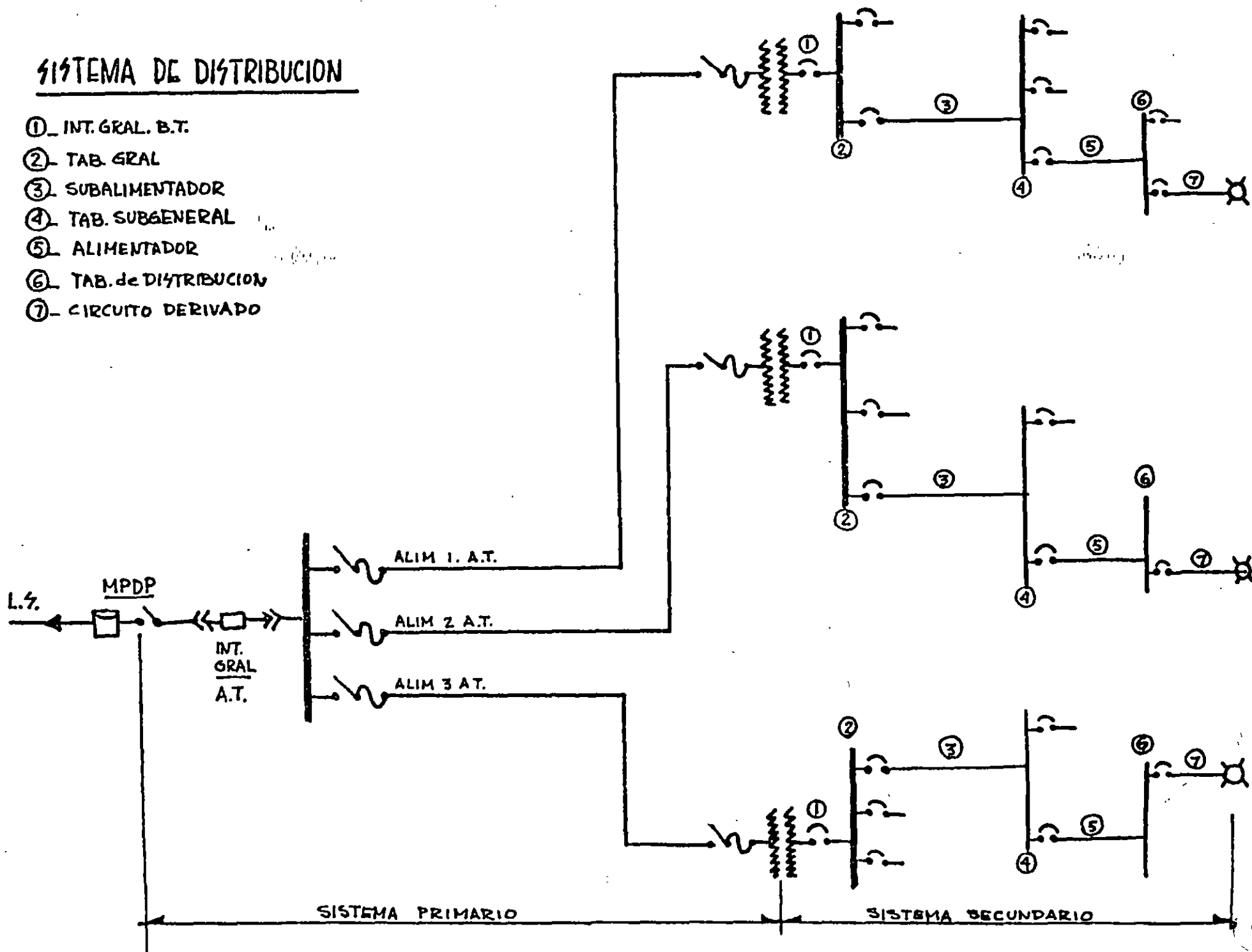






SISTEMA DE DISTRIBUCION

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



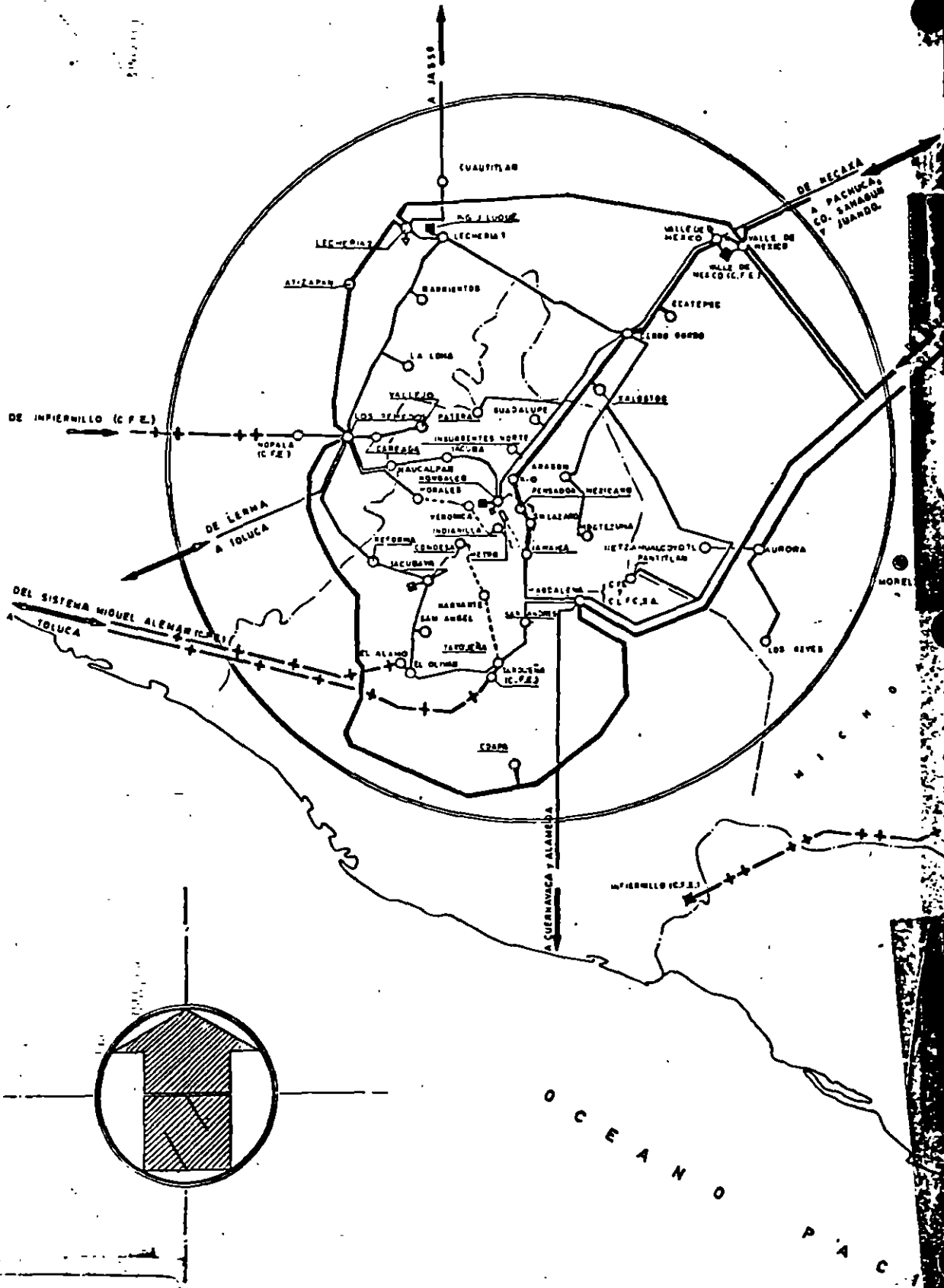
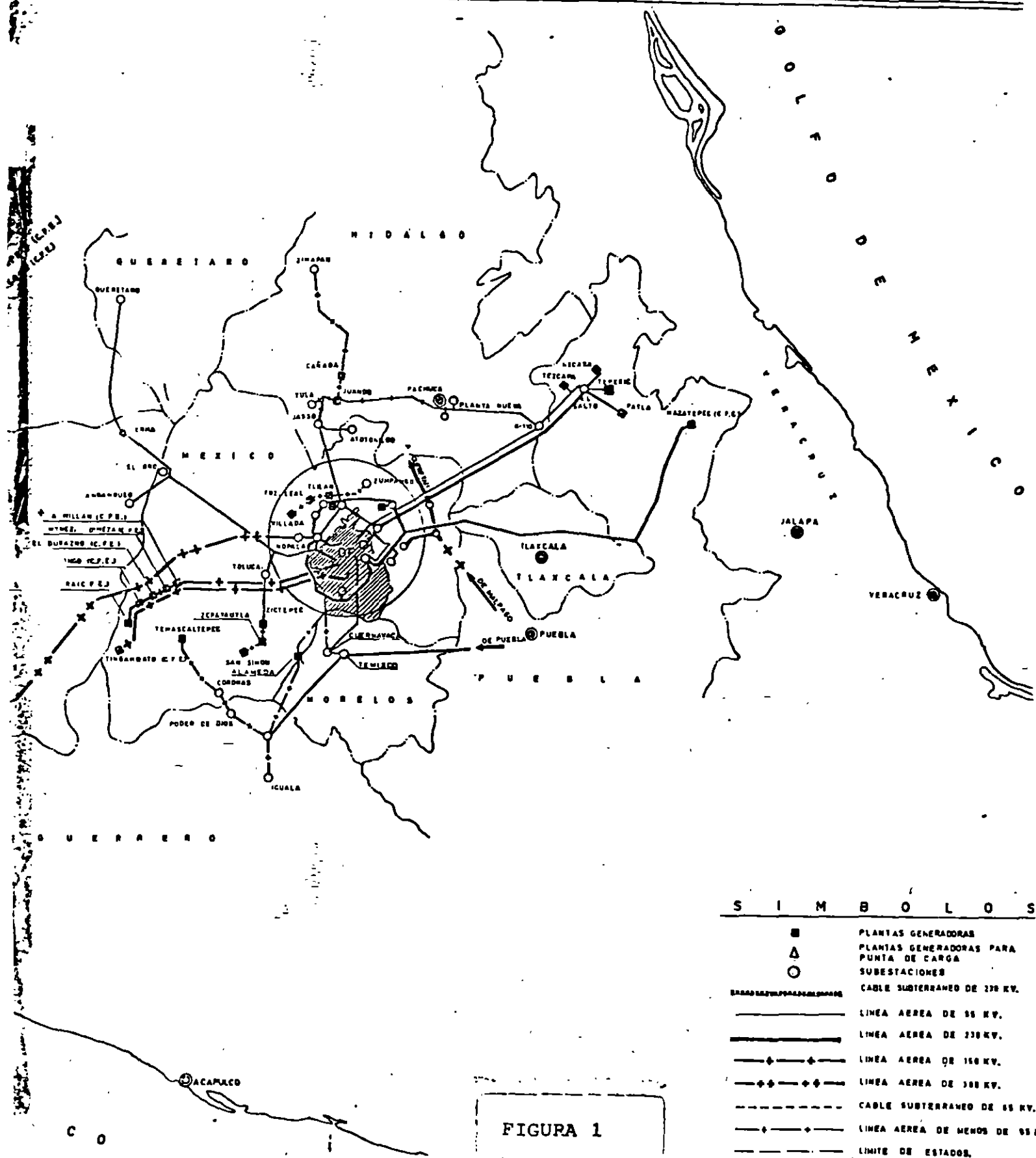


FIGURA 2



CARGA

NTIE-101: "POTENCIA QUE DEMANDA UN APARATO O MAQUINA O UN CONJUNTO DE APARATOS DE UTILIZACION..."

"UNA CARGA" $\Rightarrow$ - DISPOSITIVO ADECUADO PARA ABSORBER O TRANSFORMAR LA ENERGIA ELECTRICA A OTRAS FORMAS DE ENERGIA, PARA SU UTILIZACION

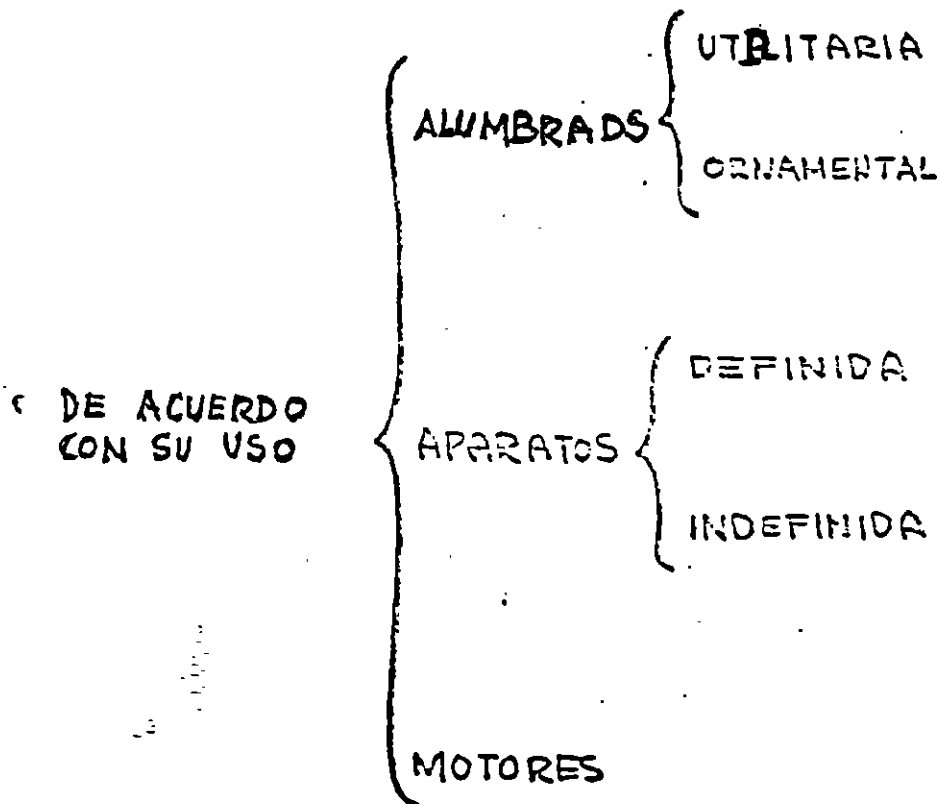
- LUMINOSA $\longrightarrow$ LAMPARAS
- MECANICA $\longrightarrow$ MOTORES
- TERMICA $\longrightarrow$ CALEFACTORES

"DETERMINACION" DE UNA CARGA: CONOCIMIENTO O DEFINICION DE SUS CARACTERISTICAS: -

CARACTERISTICAS DE UNA CARGA:

- ① PARAMETROS ELECTRICOS:
 - POTENCIA
 - TENSION
 - CORRIENTE DEMANDADA
 - NOMINAL
 - DE ARRANQUE
 - A ROTOR BLOQUEADO
 - F.P.
 - FRECUENCIA
- ② LOCALIZACION:
 - DE LA CARGA
 - DE SU CONTROL
 - DE SUS PROTECCIONES
- ③ OPERACION:
 - REGIMEN DE CARGA
 - TIPO DE SERVICIO.

• CLASIFICACION DE LAS CARGAS:





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

CURSOS ABIERTOS

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS
INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**TEMA: ELEMENTOS PRINCIPALES CONSTITUTIVOS DE UNA
INSTALACION ELECTRICA ANALISIS DE LOS ELE-
MENTOS CONSTITUTIVOS.**

ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO

TERCERA SESION.-

V.- Elementos principales constitutivos de una instalación eléctrica.

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

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

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

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

El 2o. y 3o. elementos están normalmente integrados en un solo dispositivo, ya que de acuerdo con las normas técnicas indica que la entrada de servicio debe tener un elemento que permita desconectar a todos los conductores de la instalación alimenu

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 (lámparas), energía mecánica (motores), energía térmica (calefacto--

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

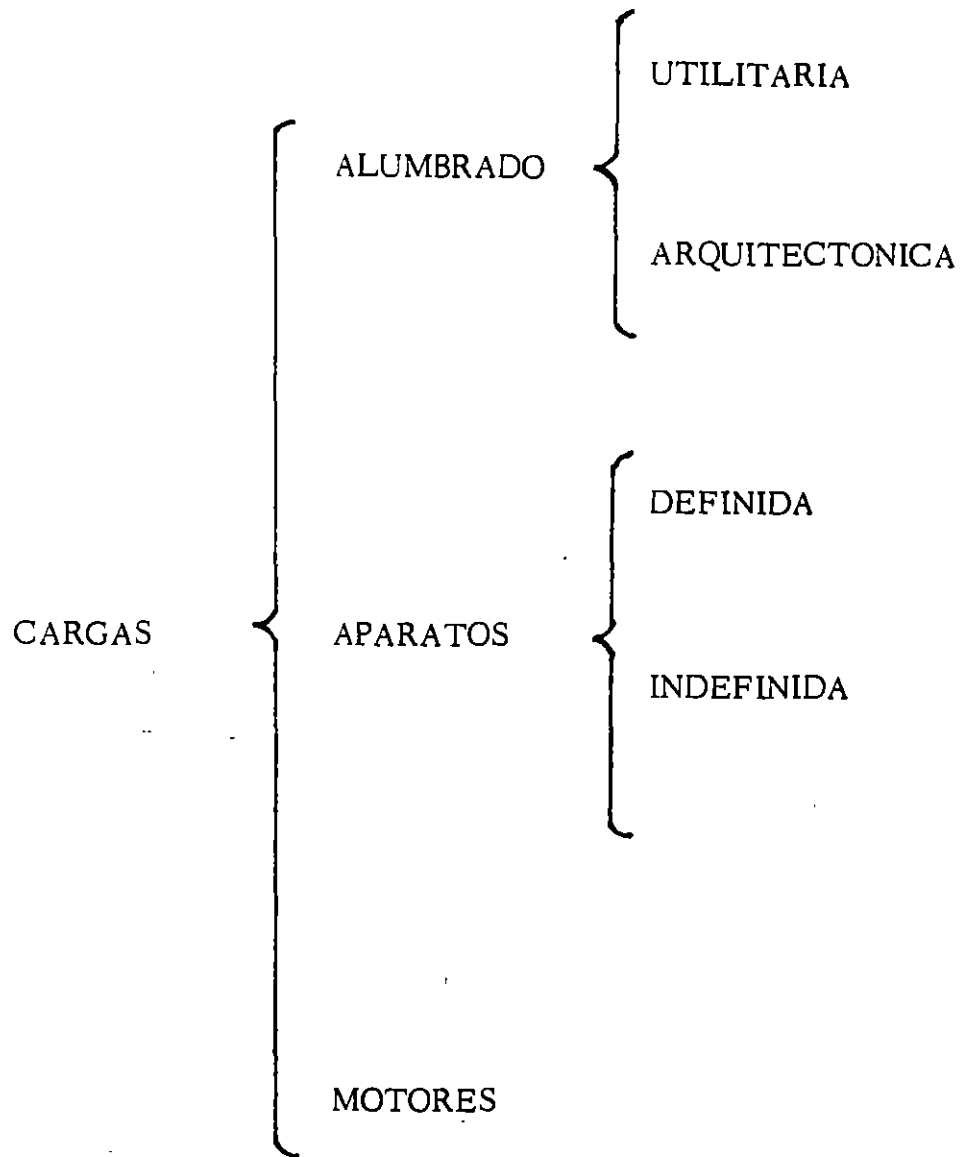
Las cargas de acuerdo a su fuente de alimentación se clasifican como sigue:

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

La primera de ellas nos indica que los dispositivos de utilización o --cargas están conectados al sistema de alimentación de la compañía suministradora 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 parte 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 falla mencionada.

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

- 1.- Cargas de alumbrado.
 - ° Utilitaria.



- ° Arquitectónica.

2.- Cargas de aparatos.

- ° Definida.

- ° Indefinida.

3.- Cargas de motores.

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

Cargas de alumbrado utilitarias.

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

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

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

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

Los valores dados por estas tablas son considerados como el nivel luminoso mínimo recomendado para cualquier punto sobre el sitio de trabajo y en cualquier momento. Esto significa que una instalación debe ser proyectada de tal manera, que ni la 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 --

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

8

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Auditorios.		Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta	500
Reunión o asamblea	150	Sala de fracturas:	
Exposición y exhibiciones	300	General	500
Bancos.		Mesa de operaciones	2000
Vestíbulos:		Laboratorios:	
General	500	Salas de ensayo	300
Áreas de trabajo	700	Mesas de trabajo	500
Correspondencia, claves, etc.	1500	Trabajos delicados	1000
Bomberos (ver Servicios del Municipio).		Bibliotecas	700
Correos (Oficinas de).		Salas de armarios	200
Mesas del vestíbulo	300	Vestíbulos y pasillos	300
Clasificación, fichero, etc.	1000	Archivo de protocolos médicos	1000
Escuelas.		Salas de enfermeras:	
Lectura de textos impresos	300	General	200
Lectura de textos a lápiz	700	Pupitres y diagramas	500
Lectura de textos en papel de copias:		Despacho de medicinas	1000
Buenas	300	Salas de trabajo de enfermeras	300
Malas	1000	Casas cunas:	
Salas de dibujo y bancos de trabajo	1000	General	100
Pizarras	1500	Mesa de reconocimiento	700
Salón de costura	1500	Pediatría y sala de juegos	300
Estaciones, cocheras y terminales.		Obstetricia:	
Salas de espera y salas para fumadores	300	Salas de esterilización	300
Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores	1000	Salas de consulta	200
Facturación de equipajes	500	Sala de partos, general	1000
Andenes y almacenes	200	Mesa de partos	250
Servicios y lavabos	300	Farmacias:	
Galerías de arte.		General	300
General	300	Mesas de trabajo	1000
Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)	300*	Almacén de productos	300
Para esculturas y demás objetos de arte	1000**	Habitaciones y salas*	
Hospitales		General	100
Cuartos de anestesia y preparación	300	Lectura	300
Autopsia y depósito de cadáveres:		Locales para pacientes mentales	100
Sala de autopsias	1000	Trabajo con radioisótopos:	
Mesa de autopsias	25000	Laboratorio radioquímico	300
Depósito general	200	Salón de medidas	200
Central esterilizadora:		Mesas de trabajo	500
General	300	Solariums	200
Afilado de agujas	1500	Almacenes:	
Departamento odontológico:		General	150
General	700	Oficinas	700
Vitrina de instrumental	1500	Cirugía:	
Sillón dental	10000	Salas de instrumentos y esterilización	300
Laboratorio, bancos	1000	Salas de limpieza (instrumentos)	1000
Sala de recuperación	50	Salas de operaciones, general	1000
Sala de emergencia:		Mesas de operaciones	25000
General	1000	Salas de recuperación	300
Local	20000	Radioterapia:	
Sala de reconocimiento y tratamiento:		Física	200
General	500	Aplicada	300
Mesa de reconocimiento	1000	Lavabos	100
Salidas (nivel luminoso en el suelo)	50	Otros locales	200
Ojos, nariz, oído y garganta:		Salas de espera:	
Sala oscura	100	General	150
		Lectura	300
		Rayos X:	
		Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura	
		Radioterapia profunda y superficial	1
		Examen de pruebas	300
		Archivos, películas reveladas	300
		Almacén, películas sin revelar	100

* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 5 veces este nivel.

** A veces se requiere muchos más.

* De enfermos o heridos.

Hoteles.

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

Marquesina:

Alrededores oscuros	300
Alrededores claros	500
Despensas	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

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

Contabilidad, audición, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada

Cartografía, estudios, dibujo detallado

Corredores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas

Policía (ver Servicios del Municipio).

Residencias.

Tareas visuales concretas:

Juegos de mesa	300
----------------------	-----

Cocinas:

Pilas de cenc, fregaderos	700
Hornillos y superficies de trabajo	500

Lavadoras, esteros de ropa, planchas y tablas de planchar

Salones de lectura, escritura y estudio:

Libros, revistas, periódicos	300
------------------------------------	-----

† Para exámenes meticulosos 500 lux

Escritura a mano, reproducciones, copias malas ...	700
Pupitres de estudio	700
Lectura de partituras musicales:	
Partituras sencillas	300
Partituras completas	700**

Cuartos de costura:

Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes

Trabajos intermitentes, telas finas

Trabajo continuo, telas ligeras o medias

Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste

Tocadores, maquillajes, afeitados (emplazado sobre los espejos y rostros)

Taller, bancos de trabajo

Alumbrado general:

Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos

Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos

Cocina, lavandería, cuartos de baño

Restaurantes, cafeterías y bares.

Comedores:

De tipo íntimo:

Con alrededores oscuros

Con alrededores claros

Para realizar el trabajo de limpieza

De tipo general:

Con alrededores oscuros

Con alrededores claros

De autoservicio:

Alrededores normales

Alrededores muy iluminados

Cajas

Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de

Cocinas:

Inspección, verificación, precios

Otras áreas

Tiendas.

Escaparates:

Alumbrado de día:

General

Detalle o pormenor

Alumbrado de noche:

Distritos poco concurridos o pequeñas ciudades:

General

Detalle

Distritos principales o de mucha competencia:

General

Detalle

Interior de las tiendas:

Zonas de circulación

Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:

Con servicio normal

Con autoservicio

Vitrinas y estanterías:

Con servicio normal

Con autoservicio

Exposición de detalles:

Con servicio normal

Con autoservicio

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

	Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)		Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)
Aceru (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	300
Trabajo basto de difícil visión	500	Selección	500
Trabajo medio	1000	Cartón (Fábricas de cajas de): Area 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	Molido, prensas de filtro	300
Activos de mucho movimiento:		Moldeado, lavado y prensado	300
Embalaje tosco	100	Color y vidriado trabajo duro; esmaltado	1000
Embalaje medio	200	Color y vidriado, trabajo fino	3000
Embalaje fino	500		
Arcilla (ver Cementos).		Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.	
Automóviles (Fábricas de).		Auxiliares, habitaciones de baterías, bombas de ali-	
Ajuste del bastidor	500	mentación de calderas, tanques, compresores y cua-	
Línea de montaje y ajuste de chasis	1000	dro de instrumentos	200
Montaje final e inspección de línea	2000	Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas	
Fabricación de la carrocería:		de circulación o de bombas	100
Piezas	700	Plataforma de quemadores	200
Acabado e inspección	2000	Condensadores: áreas de desaeradoras evaporadores	
Aviación. Fábricas de aviones.		y calentadores	100
Naves:		Habitaciones de control:	
De producción	1000	Panel de interruptores (frente vertical):	
De inspección	2000	Secciones sencillas o dobles frente al operador:	
Fabricación de piezas:		Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de	
Remachar, soldar y taladrar	700	gran tamaño. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo ...	500
Cabinas de pintura	1000	Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1.70	
Preparación planchas de aluminio y trabajo de tem-		metros sobre el suelo	300
plado; formación y pulido de las partes pequeñas del		Sección de "duplex" frente al operador	300
fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores ...	1000	Pupitres de trabajo (nivel horizontal)	500
Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje,		Áreas interiores de los paneles de interruptores para	
secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes ...	1000	"duplex"	100
Montaje final e inspección	1000	Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel	
Reparación de herramientas	1000	vertical)	10
Aviación. Hangares (solamente servicio de repara-		Alumbrado de emergencia para todas las áreas.	30
ciones	1000	Laboratorio de química	500
Azúcar (Industrias del).		Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y	
Departamento de chocolates:		equipos telefónicos	200
Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar,		Túneles o galerías, tuberías.	100
refinar	500	Zona de turbinas bajo el pavimento	200
Limpieza y selección de granos, inmersión, envase,		Habitación de turbinas	300
empaquetado, etc	500		
Molienda	1000	Conservas (Fábricas de).	
Elaboración de la crema, mezclado, cocido y mol-		Clasificación inicial de materias crudas	500
deado	500	Tomates	1000
Gelatina y jalea	500	Selección de color (cortado)	2000
Decoración a mano	1000	Preparación:	
Departamento de caramelos:		Selección preliminar:	
Mezclar, cocer, moldear	500	Albaricoques y melocotones	500
Cortar y seleccionar	1000	Tomates	1000
Envasar y empaquetar	1000	Aceitunas	1500
Azúcar (Refinerías de).		Cortado y selección final	1000
Dosificación	500	Conservado	
Inspección del color	2000	Enlatado continuo en cadena	1000
		Empaquetado a mano	500
		Aceitunas	1000
		Examen de envasados	2000
		Corte y confección.	
		Inspección de paños	20000
		Cortado y prensado	3000
		Cosido	5000
		Electricidad (ver Centrales eléctricas).	
		Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).	
		Impregnación	500
		Aislado, pintado de conductores	1000
		Ensayos	1000

Encuadernación.	
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 apaciamiento:	
Entrada	500
Pistas y rampas	100
Aparcamiento	50
Goma (Mecanizado de artículos de).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado	300
Preparación del tejido, corte y telares	500
Moideado 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).	
Molido, cernido, refinado	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, pletinas, barras calientes y planchas calientes	300
Laminación en frío, barras y Planchas	300
Tubos, varillas redondas, alambres	500
Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío	500

Sala de máquinas y motores	300
Inspección:	
Chapas oscuras, changote, cascajo	1000
Hojalata y otras superficies brillantes	1000

Imprentas.	
Fundición de tipos:	
Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación	500
Fabricación de matrices, rectificado de tipos	1000
Plantas de impresión:	
Inspección de color y valoración	2000
Composición a máquina, salas de composición.	1000
Prensas	700
Lectura de pruebas y revisión de planchas	1500
Electrotipia:	
Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación	1000
Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado	500
Fotografado:	
Grabado al aguafuerte, planchas	500
Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado 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 tonelería ..	500
Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado	1000

Manipulado de materiales.	
Empaquetado, embalaje y etiqueta	500
Clasificación y distribución	300
Carga y colocación en camiones	200
Interior de camiones y coches de transporte	100

Metal. Trabajo en metales laminados.	
Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco	500
Inspección de estañado y galvanizado; trazado	2000

Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de).	
Preparación de la materia prima:	
Alambrado, emplastecido y fresado	300
Preparación de productos: cortado, construcción de bordes	500
Máquinas de hacer tubo	500
Fabricas de neumáticos:	
Bandajes sólidos	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 más condiciones de contraste favorables.

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

Neumáticos y tubos de (continuación)

Neumáticos	500
Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos	700
Inspección final: Tubos, neumáticos	2000

Papel (Fábricas de).

Triturado, molido y prensado	300
Acabado, cortado, aparejado y máquinas de hacer papel	500
Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar	700
Bobinas de papel, inspección y laboratorios	1000
Rebobinado	1500

Piel (Fabricación de artículos de).

Prensado, enrollado y glaseado	2000
Clasificación, cortado, acoplado y cosido	3000

Piel (Industrias de la). Cueros.

Depósitos de limpieza, curtido y estirado	300
Cortado, descarnado y estopado	500
Acabado y cosido	1000

Piedras. Triturado y cribado.

Correas transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de receptáculos	100
Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos	100
Cribas	200

Pinturas (Fabricación de).

General	300
Mezclas comparativas y normales	2000

Pintura (Talleres de).

Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano	500
Trabajos finos de pintura a mano y acabado	1000
Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)	3000
Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).	

Productos lácteos: Industrias de la leche.

Habitación de hervido y almacén de botellas	300
Clasificación de botellas	500
Limpiado de botellas	
Lavado de bidones y equipos de frío	300
Rellenado, inspección	1000
Indicadores, aneles y termómetros (parte vista) ..	500
Laboratorios	1000
Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores ...	300
Tanques depósitos:	
Interiores claros	200
Interiores oscuros	1000

Pulido y bruñido	1000
------------------------	------

Química (Trabajos de).

Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros	300
Tanques, cristalizadores, extractores, coladores ...	300

Servicio (Áreas de).

Escaleras, pasillos, ascensores	200
Lavabos y Tocadores	300

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

Soldadura (Talleres de) (continuación)

Iluminación general	5
Soldadura manual de arco. Gran precisión	1000

Sombreros (Fábricas de).

Tinte, enderezado, acordonado, limpieza y refinado	1000
Dar forma, tamaño, perforado, rebordeado, acabado y planchado	2000
Cosido e inspección	5000

Tablado (Manipulado del).

Secado, limpieza general	300
Clasificación y apartado	2000

Tahonas.

Cuarto 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
Rellenado y otros ingredientes	500
Decorado y azucarado:	
Mecánico	500
A mano	1000

Talleres de forja (ver Forja).

Talleres mecánicos.

Trabajos bastos de banco y máquina	500
Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio	1000
Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino	5000
Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino	10000

Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).

Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).

Textiles (Fábricas). Algodón.

Abrir, mezclar y picar	300
Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir	500
Confección de piezas de tela:	
Artículos grises	500
Mezclilla	1500
Inspección:	
Artículos grises (girado a mano)	1000
Mezclilla (movimiento rápido)	5000
Estirado automático	1500
Hilado a mano	2000
Tejido	1000

Textiles (Fábricas). Lana y estambre.

Clasificación	1000
Hilado (en bastidor o máquina) blanco	500
Hilado (en bastidor o a máquina) coloreado	1000
Trenzado o urdido: blanco	500
Urdido en peine: blanco	1000
Urdido: color	1000
Urdido en peine: color	3000
Trenzado: blanco	300
Trenzado: color	500
Tejido: blanco	1000
Tejido: color	2000

Textiles (Fábricas) (continuación).

Locales para géneros grises:

Borra	1500
Hilos	3000
Telas	700
Acabado, completado, pegado, tratado y secado ...	500
Tintes	1000
Acabado en seco:	
Preparado, acondicionado, prensado y tejido	700
Corte	1000
Inspección	20000

Textiles (Fábricas). Seda y rayón.

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

Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.

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

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

Vidrio (Fábricas de).

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

Zapaterías. Trabajo en goma.

Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho	300
Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas.	500
Laminado de suelas, forrado y 287, proceso de fabricación y acabado	1000

Zapaterías. Trabajo en material.

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

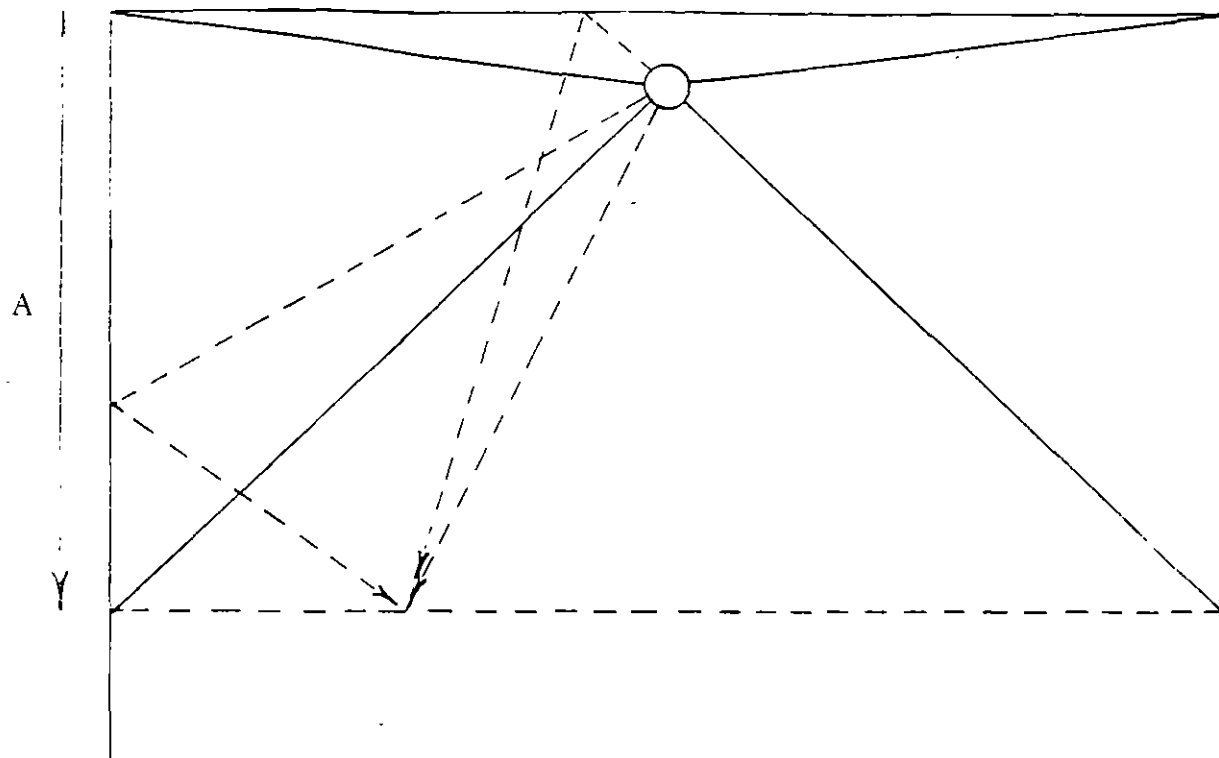
uno de los factores utilizados en estas expresiones debe ser valorado adecuadamente para la obtención de resultados exactos.

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

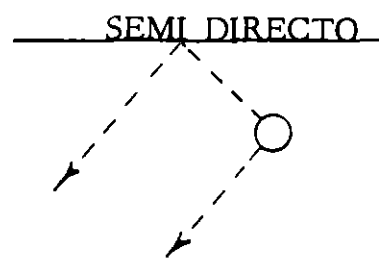
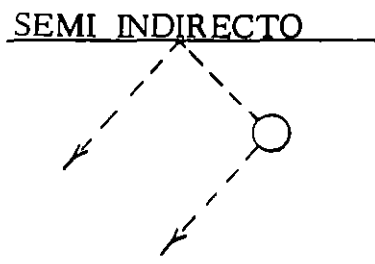
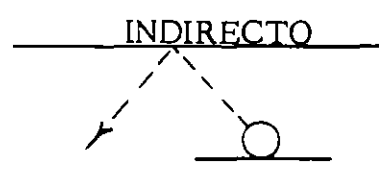
Método de los lúmenes.

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

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



Plano de trabajo.



° semi-indirecto

° indirecto.

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

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

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

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

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

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

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

Para luminarias semi-indirectas e indirectas:

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

donde:

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

Cada índice del local representa un valor de la relación -

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto													
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20
		Altura de montaje sobre el suelo en metros Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso													
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.25	3.65	3.95	4.55	5.20	5.80	7.00	8.25	10.05	13.10
2.45	3.05	H	I	J	J	J	J	J							
	3.65	H	I	J	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
	4.87	G	H	I	J	J	J	J							
	5.48	G	H	I	J	J	J	J							
	6.10	G	H	I	J	J	J	J							
	7.30	G	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
3.05	15.25	F	G	H	I	J	J	J							
	18.30	F	G	H	I	J	J	J							
	21.35	F	G	H	I	J	J	J							
	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							
	6.10	G	H	I	J	J	J	J							
	7.30	G	H	I	J	J	J	J							
3.65	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
	15.25	F	G	H	I	J	J	J							
	18.30	F	G	H	I	J	J	J							
	21.35	F	G	H	I	J	J	J							
	24.40	F	G	H	I	J	J	J							
	30.50	F	G	H	I	J	J	J							
	3.65	H	I	J	J	J	J	J							
	4.26	G	H	I	J	J	J	J							
4.25	4.87	G	H	I	J	J	J	J							
	5.48	G	H	I	J	J	J	J							
	6.10	G	H	I	J	J	J	J							
	7.30	G	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
	15.25	F	G	H	I	J	J	J							
	18.30	F	G	H	I	J	J	J							
	21.35	F	G	H	I	J	J	J							
4.85	24.40	F	G	H	I	J	J	J							
	30.50	F	G	H	I	J	J	J							
	4.87	G	H	I	J	J	J	J							
	5.48	G	H	I	J	J	J	J							
	6.10	G	H	I	J	J	J	J							
	7.30	G	H	I	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							
	12.20	F	G	H	I	J	J	J							
	15.25	F	G	H	I	J	J	J							
5.50	18.30	F	G	H	I	J	J	J							
	21.35	F	G	H	I	J	J	J							
	24.40	F	G	H	I	J	J	J							
	30.50	F	G	H	I	J	J	J							
	36.60	F	G	H	I	J	J	J							
	5.48	H	I	J	J	J	J	J							
	6.10	H	I	J	J	J	J	J							
	7.30	H	I	J	J	J	J	J							
	9.15	F	G	H	I	J	J	J							
	10.65	F	G	H	I	J	J	J							

(Clasificación de locales de acuerdo con sus dimensiones)

Ancho del local (m.)	Largo del local (m.)	Altura de techo en metros															
		Para alumbrado Semi-Indirecto e Indirecto															
		2.75	3.20	3.65	4.10	4.55	5.00	5.50	6.40	7.30	8.25	10.05	11.90	14.65	19.20	23.75	28.35
		Altura de montaje sobre el suelo en metros															
Para alumbrado Directo, Semi-Directo, Directo-Indirecto y General Difuso																	
		2.15	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95	4.55	5.20	5.30	7.00	8.25	10.05	13.10	16.15	19.20
6.10	6.10	E	E	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	7.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	9.15	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
7.30	7.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	9.15	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
9.15	9.15	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	10.65	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	30.50	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
10.65	10.65	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	12.20	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	30.50	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	36.60	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
12.20	12.20	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	15.25	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	30.50	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	36.60	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	42.70	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
15.25	15.25	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	30.50	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	36.60	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	42.70	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	51.80	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
18.30	18.30	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	21.35	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	30.50	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	36.60	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	42.70	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	51.80	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	60.95	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
24.40	24.40	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	42.70	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	60.95	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
30.50	30.50	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	45.70	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	60.95	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
36.60	36.60	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	48.80	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J
	60.95	O	O	F	G	G	H	H	I	J	J	J	J	J	J	J	J

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

VALOR DE LAS RELACIONES DEL LOCAL

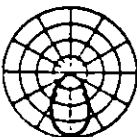
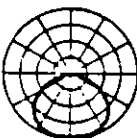
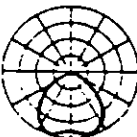
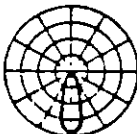
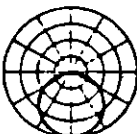
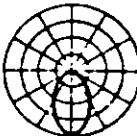
Relación del local		
Indice del local	Valor	Punto central
J	Menos de 0.7	0.60
I	0.7 a 0.9	0.80
H	1.9 a 1.12	1.00
G	1.12 a 1.38	1.25
F	1.38 a 1.75	1.50
E	1.75 a 2.25	2.00
D	2.25 a 2.75	2.50
C	2.75 a 3.50	3.00
B	3.50 a 4.50	4.00
A	Más de 4.50	5.00

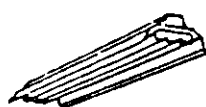
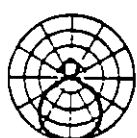
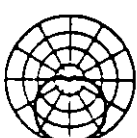
La tabla de coeficiente de utilización aplicable a una luminaria determinada se seleccionará entre las que se anexan, sobre la base de similitud de distribución de flujo luminoso y de eficiencia. El coeficiente de utilización puede determinarse por el índice del local y por la reflectancia adecuada en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

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

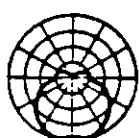
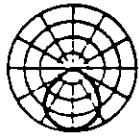
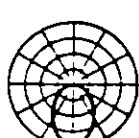
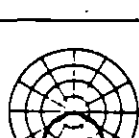
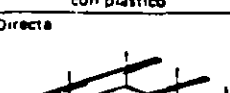
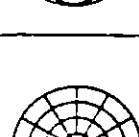
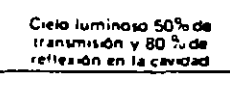
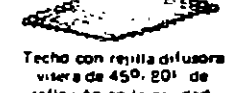
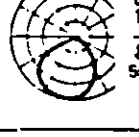
⊗ Coeficientes de Utilización

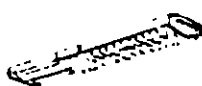
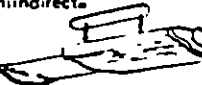
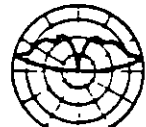
Tipo	Unidad de alumbrado Directa	Distribución	Distancia entre lámparas mínimas	Factor de mantenimiento	Reflexiones							
					Techo		70%		50%		30%	
					Paredes		50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Índice local		Coeficiente de utilización					
Incandescentes	Directa  Reflector de cúpula RLM		1.3 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.33 0.28 0.25 0.40 0.36 0.33 0.47 0.43 0.39 0.54 0.49 0.45 0.59 0.54 0.50 0.65 0.61 0.57 0.69 0.65 0.62 0.72 0.68 0.65 0.76 0.73 0.70 0.78 0.75 0.73	0.32 0.28 0.25 0.40 0.36 0.33 0.47 0.42 0.39 0.53 0.48 0.45 0.58 0.53 0.50 0.64 0.60 0.57 0.68 0.64 0.62 0.70 0.67 0.65 0.74 0.72 0.63 0.76 0.74 0.72	0.28 0.25 0.36 0.33 0.42 0.39 0.48 0.45 0.53 0.50 0.59 0.57 0.63 0.61 0.66 0.64 0.70 0.69	0.28 0.25 0.36 0.33 0.42 0.39 0.48 0.45 0.53 0.50 0.59 0.57 0.63 0.61 0.66 0.64 0.70 0.69	0.28 0.25 0.36 0.33 0.42 0.39 0.48 0.45 0.53 0.50 0.59 0.57 0.63 0.61 0.66 0.64 0.70 0.69	0.28 0.25 0.36 0.33 0.42 0.39 0.48 0.45 0.53 0.50 0.59 0.57 0.63 0.61 0.66 0.64 0.70 0.69	
	Directa  Intemperie dura Haz medio.		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.43 0.40 0.38 0.50 0.47 0.45 0.55 0.52 0.50 0.59 0.56 0.54 0.61 0.59 0.57 0.65 0.62 0.61 0.67 0.65 0.63 0.68 0.66 0.65 0.70 0.68 0.67 0.71 0.70 0.69	0.43 0.40 0.38 0.50 0.47 0.45 0.55 0.52 0.50 0.58 0.55 0.53 0.61 0.58 0.56 0.64 0.62 0.60 0.66 0.64 0.62 0.67 0.66 0.64 0.69 0.68 0.66 0.70 0.69 0.68	0.38 0.35 0.45 0.42 0.50 0.48 0.55 0.53 0.58 0.56 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	0.38 0.35 0.45 0.42 0.50 0.48 0.55 0.53 0.58 0.56 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	0.38 0.35 0.45 0.42 0.50 0.48 0.55 0.53 0.58 0.56 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	0.38 0.35 0.45 0.42 0.50 0.48 0.55 0.53 0.58 0.56 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	
	Directa  Intemperie dura Haz estrecho.		0.9 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.80 Medio 0.77 Malo 0.73 1000-1500 W Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.45 0.42 0.40 0.53 0.50 0.48 0.57 0.54 0.52 0.61 0.58 0.56 0.64 0.61 0.59 0.67 0.64 0.62 0.69 0.67 0.65 0.70 0.68 0.67 0.72 0.70 0.69 0.73 0.71 0.70	0.45 0.42 0.40 0.52 0.50 0.48 0.56 0.54 0.52 0.60 0.58 0.56 0.63 0.61 0.59 0.66 0.64 0.62 0.68 0.66 0.65 0.69 0.67 0.66 0.71 0.69 0.68 0.71 0.70 0.69	0.40 0.38 0.48 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.59 0.57 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	0.40 0.38 0.48 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.59 0.57 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	0.40 0.38 0.48 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.59 0.57 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	0.40 0.38 0.48 0.45 0.52 0.50 0.56 0.54 0.59 0.57 0.62 0.60 0.64 0.62 0.66 0.64 0.68 0.66 0.69 0.68	
	Directa  Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w		1.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J I H G F E D C B A	0.50 0.45 0.40 0.62 0.57 0.53 0.70 0.65 0.62 0.77 0.72 0.69 0.82 0.77 0.74 0.88 0.84 0.81 0.92 0.88 0.85 0.94 0.91 0.88 0.97 0.94 0.92 0.99 0.97 0.94	0.49 0.45 0.41 0.61 0.57 0.53 0.69 0.65 0.62 0.76 0.72 0.68 0.81 0.77 0.73 0.87 0.83 0.80 0.90 0.87 0.84 0.92 0.89 0.87 0.95 0.93 0.91 0.97 0.95 0.93	0.41 0.38 0.53 0.50 0.62 0.59 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.87 0.85 0.90 0.88 0.93 0.91	0.41 0.38 0.53 0.50 0.62 0.59 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.87 0.85 0.90 0.88 0.93 0.91	0.41 0.38 0.53 0.50 0.62 0.59 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.87 0.85 0.90 0.88 0.93 0.91	0.41 0.38 0.53 0.50 0.62 0.59 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.87 0.85 0.90 0.88 0.93 0.91	
	Directa  Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.78 Malo 0.75	J I H G F E D C B A	0.66 0.62 0.60 0.75 0.71 0.68 0.80 0.76 0.73 0.85 0.81 0.80 0.88 0.85 0.82 0.93 0.90 0.88 0.96 0.93 0.91 0.98 0.95 0.93 1.00 0.98 0.96 1.01 1.00 0.98	0.65 0.62 0.59 0.74 0.71 0.68 0.79 0.76 0.73 0.84 0.81 0.78 0.88 0.84 0.82 0.92 0.89 0.87 0.96 0.93 0.91 0.98 0.95 0.93 1.00 0.98 0.96 1.00 0.98 0.97	0.59 0.56 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.88 0.85 0.93 0.90 0.96 0.93 0.98 0.95 0.99 0.97	0.59 0.56 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.88 0.85 0.93 0.90 0.96 0.93 0.98 0.95 0.99 0.97	0.59 0.56 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.88 0.85 0.93 0.90 0.96 0.93 0.98 0.95 0.99 0.97	0.59 0.56 0.68 0.65 0.73 0.70 0.78 0.75 0.84 0.81 0.88 0.85 0.93 0.90 0.96 0.93 0.98 0.95 0.99 0.97	
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz ancho. 400 w H33-1-CD		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.38 0.34 0.32 0.47 0.43 0.40 0.53 0.49 0.46 0.59 0.55 0.52 0.63 0.59 0.56 0.68 0.64 0.62 0.71 0.67 0.65 0.72 0.70 0.67 0.75 0.73 0.71 0.77 0.75 0.73	0.38 0.34 0.32 0.46 0.43 0.40 0.52 0.49 0.46 0.58 0.54 0.52 0.62 0.58 0.56 0.67 0.64 0.61 0.69 0.67 0.65 0.71 0.69 0.67 0.74 0.72 0.70 0.75 0.73 0.72	0.34 0.32 0.43 0.40 0.48 0.46 0.54 0.51 0.58 0.56 0.63 0.61 0.65 0.64 0.67 0.66 0.70 0.68 0.73 0.71	0.34 0.32 0.43 0.40 0.48 0.46 0.54 0.51 0.58 0.56 0.63 0.61 0.65 0.64 0.67 0.66 0.70 0.68 0.73 0.71	0.34 0.32 0.43 0.40 0.48 0.46 0.54 0.51 0.58 0.56 0.63 0.61 0.65 0.64 0.67 0.66 0.70 0.68 0.73 0.71	0.34 0.32 0.43 0.40 0.48 0.46 0.54 0.51 0.58 0.56 0.63 0.61 0.65 0.64 0.67 0.66 0.70 0.68 0.73 0.71	
	Directa  Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz medio. 400 w H33-1-CD		0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.46 0.43 0.41 0.54 0.51 0.49 0.59 0.56 0.53 0.63 0.60 0.57 0.66 0.63 0.60 0.69 0.67 0.65 0.71 0.69 0.67 0.73 0.71 0.69 0.75 0.73 0.71 0.76 0.75 0.73	0.46 0.43 0.41 0.53 0.51 0.48 0.58 0.55 0.53 0.62 0.59 0.57 0.65 0.62 0.60 0.68 0.66 0.64 0.70 0.68 0.67 0.72 0.70 0.68 0.73 0.72 0.71 0.75 0.73 0.72	0.41 0.41 0.48 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.60 0.58 0.64 0.62 0.67 0.65 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71	0.41 0.41 0.48 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.60 0.58 0.64 0.62 0.67 0.65 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71	0.41 0.41 0.48 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.60 0.58 0.64 0.62 0.67 0.65 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71	0.41 0.41 0.48 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.60 0.58 0.64 0.62 0.67 0.65 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71	
	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho. 400 w. H33-1-GL/C		0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.51 0.48 0.46 0.58 0.55 0.53 0.62 0.59 0.57 0.66 0.63 0.61 0.69 0.66 0.64 0.72 0.70 0.68 0.74 0.72 0.70 0.75 0.74 0.72 0.77 0.76 0.74 0.78 0.77 0.75	0.51 0.48 0.46 0.57 0.55 0.53 0.61 0.59 0.57 0.65 0.63 0.61 0.68 0.66 0.64 0.71 0.69 0.68 0.73 0.71 0.70 0.74 0.73 0.71 0.76 0.75 0.73 0.77 0.75 0.74	0.46 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71 0.75 0.73 0.77 0.75	0.46 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71 0.75 0.73 0.77 0.75	0.46 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71 0.75 0.73 0.77 0.75	0.46 0.46 0.53 0.51 0.57 0.55 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.71 0.69 0.73 0.71 0.75 0.73 0.77 0.75	
	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz ancho. 700 ó 1000 w. Vap. merc. color Corr.		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J I H G F E D C B A	0.39 0.36 0.33 0.48 0.44 0.41 0.53 0.50 0.47 0.59 0.55 0.52 0.63 0.60 0.56 0.67 0.64 0.61 0.70 0.67 0.65 0.72 0.70 0.67 0.75 0.73 0.71 0.77 0.75 0.73	0.39 0.36 0.33 0.47 0.44 0.41 0.53 0.49 0.47 0.58 0.54 0.52 0.62 0.58 0.56 0.66 0.63 0.61 0.69 0.66 0.64 0.71 0.69 0.67 0.74 0.72 0.70 0.75 0.73 0.72	0.36 0.33 0.44 0.41 0.49 0.47 0.54 0.52 0.58 0.56 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.72 0.70 0.74 0.73	0.36 0.33 0.44 0.41 0.49 0.47 0.54 0.52 0.58 0.56 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.72 0.70 0.74 0.73	0.36 0.33 0.44 0.41 0.49 0.47 0.54 0.52 0.58 0.56 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.72 0.70 0.74 0.73	0.36 0.33 0.44 0.41 0.49 0.47 0.54 0.52 0.58 0.56 0.63 0.61 0.66 0.64 0.69 0.67 0.72 0.70 0.74 0.73	

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores a	Factor de mantenimiento	Reflexiones								
					Techo	70%			50%			30%	
					Paredes	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%
					Índice local	Coeficiente de utilización							
Vapor de mercurio	Directa  Ventilada de aluminio grandes alturas. Haz estrecho, 700 ó 1000 w. Vap. merc. color corr.	 0 ↓ 79	0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.68 Medio 0.63 Malo 0.58	J I H G F E D C B A	0.50 0.57 0.62 0.68 0.69 0.73 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 0.78	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.70 0.72 0.74 0.77	0.50 0.57 0.62 0.68 0.69 0.72 0.74 0.76 0.77 0.78	0.47 0.54 0.59 0.63 0.67 0.70 0.72 0.74 0.76 0.77	0.45 0.52 0.57 0.61 0.64 0.68 0.69 0.72 0.74 0.77		
	Directa  Aluminio grandes alturas con cristal, 700 ó 1000 w. Vapor mercurio, color corregido	 0 ↓ 89	0.9 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.45 0.51 0.55 0.59 0.61 0.64 0.66 0.67 0.69 0.70	0.42 0.48 0.53 0.56 0.59 0.62 0.64 0.65 0.68 0.69	0.40 0.47 0.51 0.54 0.57 0.60 0.63 0.65 0.67 0.68	0.44 0.50 0.55 0.58 0.61 0.63 0.65 0.66 0.68 0.69	0.42 0.48 0.51 0.54 0.57 0.60 0.63 0.65 0.67 0.68	0.40 0.46 0.50 0.54 0.57 0.60 0.63 0.65 0.67 0.68		
	Directa  Ventilada para bajas alturas 400 w H33-1-GL/C	 0 ↓ 76	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.35 0.43 0.49 0.55 0.59 0.64 0.67 0.69 0.73 0.74	0.32 0.39 0.45 0.51 0.55 0.60 0.64 0.66 0.70 0.72	0.29 0.37 0.42 0.48 0.52 0.58 0.63 0.66 0.69 0.71	0.35 0.43 0.49 0.54 0.58 0.63 0.66 0.68 0.71 0.73	0.31 0.37 0.42 0.47 0.51 0.57 0.61 0.63 0.67 0.69	0.29 0.37 0.42 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.67 0.69		
	Directa  Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w H33-1-DN/C	 0 ↓ 84	1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.73 Medio 0.68 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.34 0.44 0.50 0.57 0.62 0.69 0.73 0.76 0.79 0.81	0.30 0.39 0.46 0.52 0.57 0.64 0.69 0.72 0.75 0.79	0.27 0.35 0.42 0.48 0.53 0.60 0.66 0.69 0.73 0.76	0.34 0.43 0.50 0.56 0.61 0.67 0.71 0.74 0.78 0.80	0.30 0.38 0.45 0.51 0.56 0.63 0.67 0.70 0.74 0.77	0.27 0.35 0.42 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.67 0.70		
	Directa  Intemperie dura. Haz ancho. 400 w H33-1-CD	 0 ↓ 64	1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.32 0.40 0.45 0.49 0.52 0.56 0.59 0.61 0.63 0.64	0.29 0.37 0.42 0.46 0.50 0.54 0.57 0.58 0.61 0.62	0.27 0.34 0.39 0.43 0.47 0.51 0.54 0.56 0.59 0.60	0.32 0.39 0.44 0.49 0.52 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63	0.29 0.36 0.41 0.46 0.49 0.53 0.55 0.57 0.59 0.60	0.27 0.34 0.39 0.43 0.47 0.51 0.54 0.56 0.58 0.59		
	Directa  Intemperie dura Haz estrecho. 400 w H33-1-CD	 0 ↓ 62	0.5 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.72 Malo 0.68	J I H G F E D C B A	0.42 0.48 0.50 0.54 0.56 0.58 0.60 0.61 0.62 0.63	0.40 0.45 0.48 0.52 0.54 0.56 0.58 0.59 0.60 0.61	0.39 0.44 0.47 0.51 0.53 0.55 0.57 0.58 0.59 0.60	0.42 0.47 0.50 0.53 0.55 0.57 0.59 0.60 0.61 0.62	0.40 0.45 0.48 0.51 0.53 0.55 0.57 0.58 0.59 0.60	0.39 0.44 0.47 0.51 0.53 0.55 0.57 0.58 0.59 0.60		
	Directa  Intemperie dura Haz medio 1000 w H34-12GV, H36-15GV	 0 ↓ 61	0.7 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.67 Malo 0.63	J I H G F E D C B A	0.34 0.40 0.45 0.49 0.52 0.55 0.57 0.58 0.60 0.62	0.31 0.38 0.42 0.46 0.49 0.53 0.55 0.56 0.59 0.60	0.29 0.35 0.40 0.44 0.47 0.51 0.53 0.54 0.57 0.58	0.34 0.40 0.44 0.48 0.51 0.54 0.56 0.58 0.59 0.60	0.31 0.37 0.42 0.46 0.49 0.53 0.55 0.57 0.58 0.59	0.29 0.35 0.40 0.44 0.47 0.51 0.53 0.54 0.57 0.58		
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz ancho. 400 w H33-1-FY	 0 ↓ 96	1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J I H G F E D C B A	0.38 0.48 0.56 0.63 0.69 0.76 0.81 0.85 0.90 0.93	0.33 0.42 0.49 0.57 0.62 0.71 0.76 0.80 0.86 0.89	0.29 0.38 0.45 0.52 0.57 0.66 0.70 0.75 0.82 0.85	0.38 0.47 0.54 0.61 0.67 0.75 0.79 0.83 0.87 0.90	0.33 0.41 0.44 0.51 0.57 0.65 0.70 0.75 0.81 0.84	0.29 0.38 0.44 0.50 0.56 0.64 0.69 0.73 0.79 0.82		
	Directa  Lámpara reflectora R-57. Haz medio 400 w H33-1-HS	 0 ↓ 92	0.8 x Altura de montaje	Bueno 0.80 Medio 0.75 Malo 0.70	J I H G F E D C B A	0.49 0.58 0.65 0.72 0.76 0.82 0.86 0.89 0.92 0.95	0.44 0.53 0.60 0.66 0.71 0.77 0.82 0.85 0.89 0.92	0.41 0.50 0.56 0.62 0.67 0.74 0.78 0.83 0.87 0.89	0.48 0.57 0.64 0.70 0.75 0.80 0.83 0.86 0.89 0.91	0.44 0.52 0.56 0.62 0.66 0.73 0.77 0.80 0.84 0.87	0.41 0.49 0.56 0.61 0.66 0.72 0.76 0.80 0.83 0.86		

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	70%			50%			30%		
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	30%	10%	
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirecta  2 lámparas T-12	12' ↑ ↓ 75'		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.39 0.46 0.54 0.58 0.65 0.70 0.73 0.77 0.80	0.25 0.34 0.41 0.48 0.53 0.60 0.65 0.69 0.73 0.77	0.22 0.30 0.37 0.44 0.49 0.56 0.63 0.66 0.70 0.74	0.29 0.38 0.45 0.52 0.56 0.62 0.66 0.70 0.73 0.76	0.25 0.33 0.40 0.47 0.52 0.58 0.63 0.66 0.70 0.74	0.22 0.30 0.36 0.43 0.48 0.54 0.60 0.63 0.68 0.71	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.56 0.60 0.63 0.67 0.70	
	Semidirecta  3 lámparas 40 w y "Slimline"	11' ↑ ↓ 74'		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.30 0.33 0.46 0.53 0.58 0.65 0.69 0.72 0.76 0.78	0.25 0.34 0.41 0.48 0.53 0.60 0.64 0.68 0.72 0.76	0.22 0.31 0.37 0.44 0.49 0.56 0.62 0.66 0.70 0.73	0.30 0.34 0.40 0.47 0.52 0.58 0.62 0.66 0.70 0.75	0.25 0.33 0.37 0.43 0.48 0.55 0.59 0.63 0.67 0.71	0.22 0.30 0.36 0.42 0.46 0.54 0.58 0.63 0.67 0.70	0.25 0.33 0.39 0.45 0.50 0.56 0.60 0.63 0.67 0.70	
	Semidirecta  2 lámparas T-12 con rejilla difusora de 23°	18' ↑ ↓ 60'		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.35 0.41 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.67 0.69	0.23 0.30 0.36 0.42 0.46 0.53 0.57 0.60 0.64 0.66	0.20 0.27 0.33 0.39 0.43 0.49 0.53 0.56 0.61 0.64	0.26 0.33 0.39 0.45 0.49 0.54 0.57 0.59 0.62 0.64	0.22 0.30 0.37 0.43 0.48 0.54 0.58 0.61 0.65 0.68	0.20 0.27 0.32 0.37 0.41 0.45 0.49 0.51 0.54 0.58	0.22 0.29 0.34 0.39 0.43 0.47 0.51 0.53 0.56 0.57	
	Semidirecta  2 lámparas de Alta Emisión de 1.5 amps.	18' ↑ ↓ 64'		1.3 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.28 0.36 0.43 0.49 0.54 0.60 0.64 0.67 0.70 0.73	0.23 0.32 0.38 0.44 0.49 0.55 0.60 0.63 0.67 0.70	0.20 0.28 0.34 0.40 0.45 0.51 0.57 0.60 0.64 0.68	0.27 0.35 0.41 0.47 0.51 0.57 0.60 0.63 0.66 0.68	0.23 0.31 0.37 0.43 0.48 0.54 0.57 0.60 0.63 0.66	0.20 0.27 0.33 0.39 0.44 0.49 0.54 0.57 0.60 0.64	0.23 0.30 0.36 0.42 0.46 0.51 0.54 0.57 0.60 0.62	
	Semidirecta  Lámpara Baja Temper. de 100 w. con plástico exterior	10' ↑ ↓ 62'		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.70 Malo 0.65	J I H G F E D C B A	0.24 0.31 0.36 0.42 0.46 0.51 0.54 0.57 0.60 0.63	0.19 0.26 0.31 0.38 0.40 0.46 0.50 0.53 0.57 0.60	0.15 0.21 0.26 0.32 0.36 0.41 0.44 0.47 0.51 0.54	0.23 0.29 0.34 0.40 0.44 0.48 0.51 0.54 0.57 0.59	0.13 0.21 0.26 0.32 0.37 0.41 0.44 0.47 0.51 0.54	0.15 0.21 0.26 0.32 0.37 0.41 0.44 0.47 0.51 0.54	0.18 0.23 0.28 0.33 0.38 0.43 0.47 0.50 0.53 0.55	

Tipo	Unidad de alumbrado	— Distribución	Distancia entre lámparas inferior a	Factor de mantenimiento	Reflexiones									
					Techo	80%			70%			50%		
					Parades	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%
					Índice local	Coeficiente de utilización								
Incandescentes	Directa		1.5 x 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
	 Empotrada con lente primática.	0' ↑ ↓ 63			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	0.39	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	0.55	0.53			
		C	0.60	0.58	0.56	0.59	0.57	0.55	0.58	0.56	0.55			
		B	0.62	0.60	0.58	0.61	0.59	0.58	0.60	0.58	0.57			
		A	0.63	0.62	0.60	0.62	0.61	0.60	0.61	0.60	0.59			
Fluorescentes	Semidirecta		1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.30	0.24	0.21	0.29	0.24	0.21	0.28	0.24	0.21
	 2 lámparas de 40 w y "Slimline" Sin visera	18' ↑ ↓ 68			I	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.28	0.38	0.31	0.28
		H	0.45	0.39	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	0.55	0.50	0.45	0.52	0.48	0.44			
		E	0.64	0.58	0.53	0.62	0.57	0.53	0.58	0.54	0.51			
		D	0.68	0.63	0.58	0.66	0.61	0.57	0.62	0.58	0.55			
		C	0.71	0.67	0.63	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	0.69	0.66	0.63			
		A	0.78	0.75	0.72	0.76	0.73	0.70	0.71	0.69	0.67			
	Semidirecta		1.3 x Altura de montaje	Buena 0.70 Medio 0.60 Mala 0.50	J	0.29	0.24	0.22	0.29	0.24	0.22	0.28	0.24	0.21
	 2 lámparas de 40 w y "Slimline" Con visera	18' ↑ ↓ 63			I	0.38	0.33	0.29	0.37	0.32	0.29	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	0.40	0.47	0.42	0.39			
		F	0.55	0.49	0.45	0.53	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	0.49			
		D	0.67	0.60	0.57	0.63	0.59	0.56	0.60	0.56	0.53			
		C	0.68	0.64	0.60	0.66	0.62	0.59	0.62	0.59	0.56			
		B	0.72	0.69	0.65	0.70	0.66	0.64	0.65	0.63	0.61			
		A	0.74	0.71	0.68	0.72	0.69	0.67	0.67	0.65	0.63			

Tipo	Unidad de alumbrado	Distribución	Distancia entre lámparas inferiores	Factor de mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80%			70%			50%		
					Paredes			50%			30%			10%		
					Índice local			Coeficiente de utilización								
Fluorescentes	Semidirrecta  2 lámparas de 1.20 o 2.40 m. Montaje de superficie	20° ↓ 73° 	1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.75 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.43 0.36 0.30 0.49 0.42 0.37 0.55 0.47 0.42 0.62 0.55 0.50 0.67 0.61 0.56 0.71 0.65 0.60 0.76 0.71 0.66 0.81 0.76 0.71	0.27 0.21 0.17 0.35 0.30 0.24 0.41 0.35 0.31 0.49 0.42 0.36 0.53 0.47 0.41 0.60 0.53 0.49 0.66 0.60 0.55 0.70 0.63 0.59 0.74 0.69 0.65 0.78 0.74 0.70	0.22 0.20 0.17 0.34 0.28 0.24 0.40 0.34 0.30 0.46 0.40 0.36 0.50 0.44 0.40 0.57 0.52 0.47 0.62 0.57 0.52 0.65 0.61 0.56 0.69 0.65 0.62 0.73 0.69 0.67								
	Directa  2 lámparas empotradas con vidrio plano estriado	0° ↓ 53° 	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.28 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.44 0.41 0.49 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.52 0.50 0.48 0.53 0.52 0.50	0.25 0.22 0.20 0.32 0.29 0.26 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.43 0.40 0.37 0.46 0.43 0.41 0.48 0.46 0.44 0.49 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48 0.52 0.51 0.50	0.25 0.22 0.20 0.31 0.28 0.26 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.42 0.39 0.37 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47 0.51 0.50 0.49								
	Directa  2 lámparas empotradas con rejilla difusora de plástico de 45°	0° ↓ 52° 	1.0 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.35 0.32 0.41 0.38 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.44 0.50 0.48 0.46 0.51 0.50 0.48	0.24 0.21 0.19 0.30 0.27 0.24 0.34 0.31 0.28 0.38 0.34 0.32 0.40 0.37 0.35 0.44 0.41 0.39 0.46 0.44 0.41 0.48 0.45 0.43 0.49 0.48 0.46 0.51 0.49 0.48	0.24 0.21 0.18 0.29 0.26 0.24 0.33 0.30 0.29 0.37 0.34 0.32 0.39 0.37 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.43 0.41 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47								
	Directa  4 lámparas empotradas con rejilla difusora metálica de 30°	0° ↓ 59° 	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27 0.23 0.20 0.34 0.30 0.27 0.39 0.35 0.32 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.47 0.44 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.57 0.54 0.52 0.58 0.56 0.55	0.27 0.23 0.20 0.33 0.30 0.27 0.38 0.34 0.31 0.43 0.39 0.36 0.46 0.42 0.39 0.50 0.46 0.44 0.52 0.49 0.47 0.54 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54	0.26 0.23 0.20 0.33 0.29 0.27 0.37 0.34 0.31 0.42 0.38 0.36 0.45 0.42 0.39 0.48 0.46 0.43 0.51 0.49 0.47 0.53 0.50 0.49 0.55 0.53 0.51 0.56 0.55 0.54								
	Directa  8 lámparas empotradas con plástico	1° ↓ 61° 	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.27 0.22 0.20 0.33 0.29 0.26 0.38 0.34 0.30 0.43 0.38 0.35 0.46 0.42 0.38 0.50 0.47 0.43 0.53 0.50 0.47 0.55 0.52 0.50 0.59 0.55 0.53 0.60 0.57 0.55	0.26 0.22 0.19 0.33 0.29 0.25 0.38 0.33 0.30 0.42 0.38 0.34 0.46 0.41 0.38 0.50 0.36 0.43 0.53 0.49 0.47 0.54 0.52 0.49 0.58 0.55 0.53 0.59 0.57 0.55	0.25 0.22 0.19 0.32 0.28 0.25 0.37 0.33 0.30 0.41 0.33 0.34 0.44 0.41 0.38 0.48 0.46 0.43 0.51 0.48 0.46 0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54								
	Directa  Cielo luminoso 50% de transmisión y 80 % de reflexión en la cavidad	0° ↓ 69° 		Bueno 0.65 Medio 0.55 Malo 0.45	J I H G F E D C B A	0.27 0.18 0.15 0.30 0.25 0.22 0.36 0.31 0.27 0.42 0.37 0.33 0.46 0.41 0.37 0.52 0.48 0.44 0.57 0.53 0.49 0.60 0.56 0.53 0.63 0.60 0.57 0.66 0.63 0.61	0.27 0.18 0.15 0.31 0.25 0.22 0.37 0.32 0.28 0.44 0.39 0.34 0.50 0.43 0.39 0.57 0.51 0.46 0.62 0.57 0.52 0.66 0.61 0.57 0.71 0.67 0.63 0.74 0.71 0.67	0.25 0.22 0.19 0.32 0.28 0.25 0.37 0.33 0.30 0.41 0.33 0.34 0.44 0.41 0.38 0.48 0.46 0.43 0.51 0.48 0.46 0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54								
	Directa  Techo con rejilla difusora visera de 45°, 80° de reflexión en la cavidad	0° ↓ 65° 		Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.23 0.19 0.16 0.30 0.26 0.23 0.36 0.31 0.28 0.41 0.36 0.33 0.44 0.40 0.37 0.49 0.46 0.43 0.52 0.49 0.47 0.55 0.52 0.49 0.58 0.55 0.53 0.60 0.58 0.56	0.26 0.23 0.21 0.33 0.30 0.28 0.37 0.34 0.32 0.40 0.39 0.36 0.43 0.41 0.39 0.46 0.44 0.43 0.48 0.47 0.45 0.50 0.48 0.47 0.51 0.50 0.49 0.53 0.52 0.51	0.25 0.22 0.21 0.32 0.28 0.25 0.37 0.33 0.30 0.41 0.33 0.34 0.44 0.41 0.38 0.48 0.46 0.43 0.51 0.48 0.46 0.53 0.51 0.49 0.56 0.54 0.52 0.57 0.56 0.54								
	Directa  3 lámparas con rejilla difusora de plástico de 45° Montaje de superficie	1° ↓ 51° 	1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.46 0.43 0.40 0.47 0.45 0.43 0.49 0.47 0.45 0.51 0.49 0.48	0.22 0.19 0.17 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.36 0.33 0.31 0.39 0.36 0.34 0.43 0.40 0.38 0.45 0.42 0.40 0.47 0.44 0.42 0.49 0.47 0.45 0.50 0.49 0.47	0.22 0.19 0.17 0.27 0.25 0.23 0.31 0.28 0.27 0.35 0.32 0.30 0.38 0.35 0.33 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.40 0.46 0.44 0.42 0.48 0.46 0.45 0.49 0.48 0.47								
	Directa  3 lámparas con plástico. Montaje de superficie	1° ↓ 50° 	1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.29 0.25 0.23 0.33 0.29 0.27 0.36 0.33 0.30 0.40 0.37 0.34 0.42 0.39 0.37 0.44 0.42 0.39 0.47 0.44 0.42 0.49 0.46 0.45	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.39 0.36 0.34 0.41 0.39 0.37 0.43 0.41 0.39 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.44	0.19 0.16 0.14 0.24 0.21 0.19 0.28 0.25 0.23 0.32 0.29 0.27 0.35 0.32 0.30 0.38 0.36 0.34 0.41 0.39 0.37 0.43 0.41 0.39 0.45 0.43 0.41 0.47 0.45 0.44								

Tipo	Unidad de Alumbrado	Distribución	Distancia entre Lámparas inferior a	Factor de Mantenimiento	Reflexiones											
					Techo			80%			70%			50%		
					Paredes			50%			30%			10%		
					Índice local	Coeficiente de utilización										
Fluorescente	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.31 0.37 0.42 0.46 0.50 0.54 0.56 0.58 0.61 0.62	0.27 0.33 0.37 0.42 0.45 0.48 0.52 0.55 0.59 0.57	0.24 0.30 0.34 0.38 0.42 0.47 0.50 0.52 0.56 0.58	0.30 0.37 0.41 0.45 0.48 0.53 0.55 0.57 0.59 0.61	0.26 0.33 0.37 0.41 0.44 0.49 0.52 0.54 0.57 0.59	0.23 0.29 0.34 0.38 0.41 0.46 0.49 0.52 0.55 0.57	0.29 0.36 0.40 0.43 0.46 0.50 0.53 0.54 0.57 0.58	0.26 0.32 0.35 0.40 0.43 0.47 0.50 0.52 0.55 0.56			
	Directa  4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie		1.1 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.28 0.34 0.39 0.41 0.44 0.47 0.50 0.51 0.53 0.55	0.24 0.30 0.34 0.37 0.40 0.44 0.47 0.49 0.51 0.53	0.22 0.27 0.31 0.35 0.38 0.42 0.44 0.46 0.49 0.51	0.28 0.33 0.37 0.40 0.43 0.47 0.50 0.52 0.54 0.55	0.24 0.30 0.34 0.37 0.40 0.44 0.46 0.48 0.50 0.52	0.27 0.32 0.36 0.39 0.42 0.45 0.47 0.48 0.50 0.51	0.24 0.29 0.33 0.36 0.39 0.43 0.45 0.46 0.49 0.50				
	Directa  2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lado de plástico montaje de superficie		1.2 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.27 0.33 0.37 0.41 0.44 0.48 0.51 0.53 0.56 0.57	0.23 0.29 0.33 0.36 0.40 0.44 0.47 0.50 0.53 0.55	0.20 0.26 0.29 0.33 0.36 0.40 0.44 0.47 0.50 0.52	0.27 0.32 0.36 0.40 0.43 0.47 0.50 0.52 0.54 0.56	0.23 0.29 0.33 0.36 0.39 0.43 0.46 0.48 0.50 0.52	0.20 0.25 0.29 0.32 0.35 0.38 0.41 0.44 0.47 0.49	0.26 0.32 0.35 0.39 0.42 0.45 0.48 0.50 0.52 0.54				
	General Difusa  2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 35° x 45° suspendida y con lados de plástico		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.32 0.38 0.44 0.49 0.56 0.60 0.64 0.68 0.71	0.26 0.32 0.37 0.42 0.46 0.52 0.56 0.59 0.63 0.66	0.19 0.25 0.31 0.37 0.41 0.48 0.51 0.55 0.59 0.62	0.24 0.31 0.36 0.42 0.46 0.52 0.56 0.59 0.63 0.66	0.19 0.25 0.31 0.37 0.41 0.48 0.51 0.55 0.59 0.62	0.16 0.22 0.28 0.33 0.38 0.44 0.48 0.51 0.55 0.58	0.22 0.28 0.33 0.37 0.41 0.46 0.51 0.54 0.58 0.61				
	Semidirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico		1.4 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.65 Malo 0.60	J I H G F E D C B A	0.24 0.30 0.36 0.41 0.46 0.52 0.57 0.60 0.64 0.67	0.19 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.51 0.55 0.60 0.63	0.16 0.21 0.26 0.31 0.36 0.41 0.47 0.51 0.56 0.60	0.23 0.29 0.34 0.39 0.43 0.48 0.52 0.56 0.59 0.61	0.18 0.24 0.29 0.33 0.38 0.43 0.48 0.51 0.55 0.58	0.17 0.22 0.26 0.31 0.36 0.41 0.46 0.51 0.54 0.57	0.21 0.26 0.30 0.34 0.39 0.44 0.48 0.51 0.54 0.57				
	Semindirecta  4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y fondo de plástico		1.5 x Altura de montaje	Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.50	J I H G F E D C B A	0.16 0.21 0.26 0.32 0.36 0.42 0.46 0.50 0.54 0.57	0.11 0.15 0.20 0.25 0.30 0.36 0.41 0.44 0.48 0.51	0.07 0.12 0.16 0.20 0.24 0.28 0.33 0.36 0.40 0.44	0.15 0.19 0.23 0.28 0.33 0.37 0.41 0.44 0.48 0.51	0.10 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.35 0.38 0.41 0.44	0.06 0.11 0.15 0.19 0.23 0.27 0.31 0.34 0.37 0.40	0.12 0.16 0.19 0.23 0.27 0.31 0.34 0.37 0.40 0.43				
	Indirecta  Moldura sin reflector	Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores las lámparas fluorescentes aumentan el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100.		Bueno 0.60 Medio 0.50 Malo 0.40	J I H G F E D C B A	0.11 0.15 0.18 0.22 0.25 0.29 0.33 0.35 0.36 0.39	0.09 0.13 0.16 0.20 0.21 0.25 0.28 0.31 0.32 0.33	0.07 0.10 0.13 0.16 0.17 0.20 0.22 0.24 0.26 0.28	0.09 0.13 0.16 0.20 0.21 0.25 0.28 0.31 0.32 0.33	0.07 0.10 0.13 0.16 0.17 0.20 0.22 0.24 0.26 0.28	0.05 0.07 0.09 0.11 0.13 0.15 0.17 0.19 0.21 0.22					
	Directa  Con lámpara PAR 38,150 w, difusora, Visera de 45° emisión luminosa total, 1730 lúmenes		0.7 x Altura de montaje	En todas las condiciones 0.75	J I H G F E D C B A	0.53 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66 0.68	0.51 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66	0.49 0.53 0.55 0.57 0.59 0.60 0.61 0.63 0.64 0.65	0.53 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66 0.68	0.51 0.54 0.56 0.58 0.60 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66	0.49 0.53 0.55 0.57 0.59 0.60 0.61 0.63 0.64 0.65	0.52 0.56 0.57 0.61 0.62 0.63 0.64 0.65 0.66 0.68				
	Indirecta  Watts lúmenes 300 5360 500 9300 750 14600 Aro concentrador con lámpara de empuja plateada		1.5 x Altura de montaje	300-750 W Bueno 0.70 Medio 0.60 Malo 0.55	J I H G F E D C B A	0.13 0.18 0.23 0.28 0.33 0.40 0.45 0.49 0.54 0.58	0.07 0.11 0.15 0.20 0.25 0.32 0.38 0.42 0.47 0.53	0.04 0.07 0.10 0.15 0.19 0.26 0.33 0.37 0.43 0.48	0.12 0.16 0.20 0.25 0.29 0.35 0.41 0.47 0.53 0.59	0.07 0.10 0.14 0.18 0.22 0.28 0.33 0.37 0.43 0.48	0.04 0.06 0.09 0.13 0.17 0.23 0.28 0.32 0.38 0.43	0.10 0.13 0.16 0.20 0.24 0.30 0.35 0.40 0.46 0.52				

REFLEXIONES RECOMENDADAS EN %

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

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

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

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

se proporcionan para lámparas y luminarias han sido calculadas para tres condiciones definidas, que son las 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.

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

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

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

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

donde:

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

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

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

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

Ejemplo:

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

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

- i. - De acuerdo con la tabla de niveles de iluminación 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. int.	Media	100	C-9	1000	265	---
40	T-19	Blanco	Media	112	C-9	1350	420	---
60	T-19	Blanco	Media	112	CC-6	1350	785	---
75	T-19	Blanco	Media	112	CC-8	1350	1085	---
100	T-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-6	1000	1500	---
200							3500	---
300							5000	---
150	T-21	Blanco	Media	160	CC-6	1350	2380	---
200	A-25	Mat. int.	Media	176	CC-6	750	3800	3500
		Claro						
300	PS-30	Mat. int. o Claro	Media	204	C-8	750	6300	5550
500	PS-40		Mogul	247	C-8	1000	10750	9650
750	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	16700	15500
1000	PS-52		Mogul	332	2CC-8	1000	23000	21000
1500	PS-52		Mogul	332	C-7 A	1000	33300	27000

⊗ Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

Watts	Bulbo	Base	Longitud máxima total (mm.)	(1) Apertura aproximada del haz (grados)	(1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes)	Flujo luminoso inicial total (lúmenes)	(2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas)	Distribución
Proyectoras (3)								
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	465	750	4800	Intensiva
75	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	600	750	1500	Extensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	30	1100	1730	10500	Intensiva
150	PAR-38	M. Ens. (5)	135	60	1350	1730	3400	Extensiva
200	PAR-46	M. Contac.	102	17x23	1200	2350	33000	Estrecha
200	PAR-46	A. Lat. (6)	102	20x40	1300	2350	12000	Media
300	PAR-56	Mogul con	127	15x20	1800	3720	70000	Estrecha
300	PAR-56	tacto ame.	127	20x35	2000	3720	22000	Media
300	PAR-56	final (7)	127	30x60	2100	3720	10000	Ancha
Reflectoras								
30	R-20	Media	100	90	160	210	245	Extensiva
75	R-30	Media	132	50	410	820	1840	Intensiva
75	R-30	Media	132	130	700	820	430	Extensiva
150	R-40	Media	165	40	860	1890	7000	Intensiva
150	(4)R-40	Media	165	110	1600	1890	1300	Extensiva
300	(4)R-40	Media	165	35	1800	3700	13500	Intensiva
300	(4)R-40	Media	165	115	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 roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.

(1) Tipo de Lámpara	32 Base	Características de Servicio		Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes) (3)		Flujo Luminoso medio (Lúmenes) (4)	
		Intensidad (Amperes)	Tensión (volts)		Blanca Fría	Blanca y Blanca Cálida	Blanca Fría	Blanca y Blanca
Precalentamiento								
4-W T-5 6"	Miniat. Biclav.	0.135	32	110	115	125	80	90
6-W T-5 9"	Miniat. Biclav.	0.145	47	110	250	260	195	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	176	740	765	590	610
14-W T-12 15"	Media Biclav.	0.385	39	110	580	600	475	490
15-W T-8 18"	Media Biclav.	0.300	55	110	760	785	640	665
15-W T-12 18"	Media Biclav.	0.330	46	110	680	705	590	615
20-W T-12 24"	Media Biclav.	0.380	56	110	1080	1120	940	990
25-W T-12 33"	Media Biclav.	0.490	57	110	1650	1700	1430	1470
30-W T-8 36"	Media Biclav.	0.355	98	176	1930	2000	1600	1660
90-W T-17 60"(5)	Mogul Biclav.	1.550	63	132	5560	5640	4600	4740
Precal.- Arranque Rápido								
40-W T-12 48"(5) (6)	Media Biclav.	0.430	101	3100	3250	2800	2800	2930
Arranque Rápido								
30-W T-13 36"	Media Biclav.	0.430	75	250	1900	1970	1670	1730
Alta Emisión(7)								
24" T-12 30-W	Retr. D.C.(11)	0.800	41	225	1500	1550	1270	1310
48" T-12 60-W	Retr. D.C.	0.800	75	256	3850	3950	3160	3340
72" T-12 85-W	Retr. D.C.	0.800	113	395	6100	6300	5150	5320
96" T-12 110-W	Retr. D.C.	0.800	150	465	8500	8800	7180	7440
Muy Alta Emisión (Super HI)(7) (8)								
48" T-12 110-W	Retr. D.C.	1.500	86	250	6900	—	5800	—
72" T-12 160-W	Retr. D.C.	1.500	128	350	10900	—	9100	—
96" T-12 215-W	Retr. D.C.	1.500	172	470	15000	—	12600	—
Circular(7)								
22-W T-9 8 1/4" OD	Cuatro Clav.	0.380	60	185	1020	1060	765	—
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"	Mogul Biclav.	0.425	107	385	2700	2750	2430	2480
"Slimline"(10)								
42" T-6 25-W	Monoclavillo.	0.200	150	405	1625	1675	1370	1410
64" T-6 37-W	Monoclavillo.	0.200	233	540	2600	2700	2180	2240
72" T-8 37.5-W	Monoclavillo.	0.200	218	540	2650	2740	2280	2360
96" T-8 50-W	Monoclavillo.	0.200	290	675	3700	3800	3250	3300
48" T-12 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	3761
96" T-12 73.5-W (5)	Monoclavillo.	0.425	197	565	5800	5950	5200	5320

(1) 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).

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

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

suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

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

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 86 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

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

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

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

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

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

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

(11) Abreviaturas de "Retractable 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
Precalentamiento							
48" T-12 40W (2)	FC-4	10	—	16	10	—	16
60" T-17 90W	FC-85	21	—	30	—	—	40
Arranque rapido	Corriente						
48" T-12 40W (2)	430 mA	54 (3)	94 (3)	—	54 (3)	94 (3)	—
"Slimline"							
48" T-12 38.5W	425 mA	20	32	28	20	28	28
72" T-12 56W	425 mA	22	27	32	22	27	31
96" T-12 73.5W	425 mA	27	27	32	25	27	31
Alta Emisión							
48" T-12 60W	800 mA	85 (3)	145 (3)	—	85 (3)	147 (3)	—
72" T-12 85W	800 mA	118 (3)	205 (3)	—	118 (3)	205 (3)	—
96" T-12 110W	800 mA	138 (3)	245 (3)	—	138 (3)	245 (3)	—
Muy Alta Emisión							
48" T-12 110W	1,5 amps.	145 (3)	260 (3)	—	145 (3)	240 (3)	—
72" T-12 160W	1,5 amps.	235 (3)	360 (3)	—	235 (3)	360 (3)	—
96" T-12 215W	1,5 amps.	235 (3)	460 (3)	—	230 (3)	460 (3)	—

(1) Reactancias de alto factor de potencia

(2) Con lámparas de Precalentamiento-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	Antigua Designación Westinghouse	Bulbo	Acabado	Longitud de Arco (mm)	Longitud Máxima (mm)	Distancia Base Foco (mm)	Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes a las 100 h.)	(1) Flujo Lum. (L)
100 Watts								
H38-4 GS	C-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Intensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 JM	E-H4-LG	PAR-38	Clara, Reflector Extensivo	—	138	—	2400	1440
H38-4 HT	L-H4-LG	BT-25	Clara	28	187	127	3650	2960
H38-4 JA/C	M-H4-LG	BT-25	Blanca Normal	28	187	127	3350	2580
H38-4 JA/W	M-H4/SW-LG	BT-25	Blanca de Alta Emisión	28	187	127	4000	2840
175 Watts								
H39-22 KB	A-H22-LG	BT-28	Clara	51	211	127	7800	6700
H39-22 KC/C	B-H22-LG	BT-28	Blanca Normal	51	211	127	7500	6350
H39-22 KC/W	B-H22/SW-LG	BT-28	Blanca de Alta Emisión	51	211	127	8050	6500
250 Watts								
H37-5 KB	C-H5-LG	BT-28	Clara	54	211	127	12000	10300
H37-5 KC/C	D-H5-LG	BT-28	Blanca Normal	54	211	127	11500	9650
H37-5 KC/W	D-H5/SW-LG	BT-28	Blanca de Alta Emisión	54	211	127	13000	10300
H37-5 KC/X	D-H5/X-LG	BT-28	Blanca de Lujo	54	211	127	8600	6950
400 Watts (2)								
H33-1 CD	E-H1-LG	BT-37	Clara	70	292	177	21500	18900
H33-1 GL/C	J-H1-LG	BT-37	Blanca Normal	70	292	177	2100	18200
H33-1 GL/W	J-H1/SW-LG	BT-37	Blanca de Alta Emisión	70	292	177	24000	19700
H33-1 GL/X	J-H1/X-LG	BT-37	Blanca de Lujo	70	292	177	15000	12700
H33-1 GL/Y	J-H1/Y-LG	BT-37	Amarilla	70	292	177	11500	9550
H33-1 FY	K-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Ancho	—	324	—	18500	16400
H33-1 HC	L-H1-LG	R-57	Mat. Int. Refl. Haz Medio	—	324	—	17500	15200
H33-1 DN/C	P-H1-LG	R-57	Blanca Normal Semi Reflectora	70	324	217	21000	19000
H33-1 DN/W	P-H1/SW-LG	R-57	Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora	70	324	217	24000	20100
H33-1 DN/X	P-H1/X-LG	R-57	Blanca de Lujo Semi Reflect.	70	324	217	15000	13000
H33-1 LN	—	R-60	Blanca Normal Haz Abierto	—	276	—	17200	15000
H33-1 FS/C	—	R-60	Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	—	276	—	15000	13200
H33-1 FS/X	—	R-60	Blanca de Lujo Alta Emisión	—	276	—	11000	9500
425 Watts								
H40-17 MA	A-H17-LG	BT-37	Clara	89	292	177	21500	18900
H40-17 GL/C	B-H17-LG	BT-37	Blanca Normal	89	292	177	21000	18200
H40-17 GL/W	B-H17/SW-LG	BT-37	Blanca de Alta Emisión	89	292	177	24000	19700
H40-17 DN/C	C-H17-LG	R-57	Blanca Normal Semi Reflectora	89	324	217	21000	19000
H40-17 DN/W	C-H17/SW-LG	R-57	Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora	89	324	217	24000	20100
430 Watts 6,6 Amperes								
H41-24 CD	A-H24-LG	BT-37	Clara	65	292	177	20000	15600
H41-24 GL/C	B-H24-LG	BT-37	Blanca Normal	65	292	177	18500	14100
H41-24 GL/W	B-H24/SW-LG	BT-37	Blanca de Alta Emisión	65	292	177	22000	16000
700 Watts								
H35-18 NA	A-H18-LG	BT-46	Clara	127	368	241	37000	31800
H35-18 ND/C	B-H18-LG	BT-46	Blanca Normal	127	368	241	36000	30600
H35-18 ND/W	B-H18/SW-LG	BT-46	Blanca de Alta Emisión	127	368	241	41000	33200
1000 Watts								
H34-12 GV	A-H12-LG	BT-56	Clara	127	390	241	55000	44500
H34-12 GW/C	C-H12-LG	BT-56	Blanca Normal	127	390	241	52000	41300
H34-12 GW/W	C-H12/SW-LG	BT-56	Blanca de Alta Emisión	127	390	241	60000	45600
H34-12 GW/X	C-H12/X-LG	BT-56	Blanca de Lujo	127	390	241	40000	30600
H34-12 KY/C	D-H12-LG	BT-56	Blanca Normal Semi Reflectora	127	390	241	53500	42500
H34-12 KY/W	D-H12/SW-LG	BT-56	Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora	127	390	241	57000	44700
H36-15 GV	A-H15-LG	BT-56	Clara	152	390	241	57000	46000
H36-15 GW/C	B-H15-LG	BT-56	Blanca Normal	152	390	241	54000	43000
H36-15 GW/W	B-H15/SW-LG	BT-56	Blanca de Alta Emisión	152	390	241	62000	47100
H36-15 GW/X	B-H15/X-LG	BT-56	Blanca de Lujo	152	390	241	42000	32100
H36-15 KY/C	D-H15-LG	BT-56	Blanca Normal Semi Reflectora	152	390	241	55000	43700
H36-15 KY/W	D-H15/SW-LG	BT-56	Blanca Normal Emisión Semi Reflectora	152	390	241	59000	46300
H36-15 FB	—	R-80	Blanca Normal Haz Abierto	—	352	—	45500	34100
H36-15 FA/C	—	R-80	Blanca de Alta Emisión Haz Abierto	—	352	—	40000	30000
300 Watts								
H9 X-1	A-H9	T-9 1/2	Clara (De un sólo bulbo)	1220	1398	—	13200	108'

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFEGUARD 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 las dimensiones físicas lo permitan, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirse.

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

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

v.- Sustituyendo los valores anteriores en la expresión co--
 rrespondiente para el cálculo del número de luminarias --
 y de acuerdo con las características de una lámpara fluo--
 rescente de 40 watts, la que tiene 2900 lúmenes, obtene--
 mos:

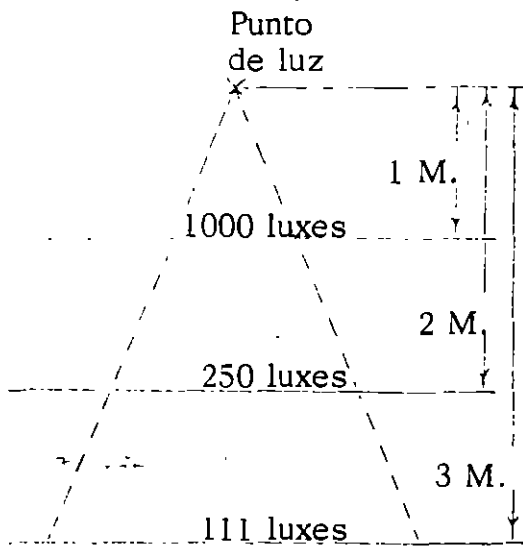
$$\text{Número de luminarias} = \frac{1000 \times 18.30 \times 30.50}{4 \times 2900 \times 0.67 \times 0.70} = 102$$

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

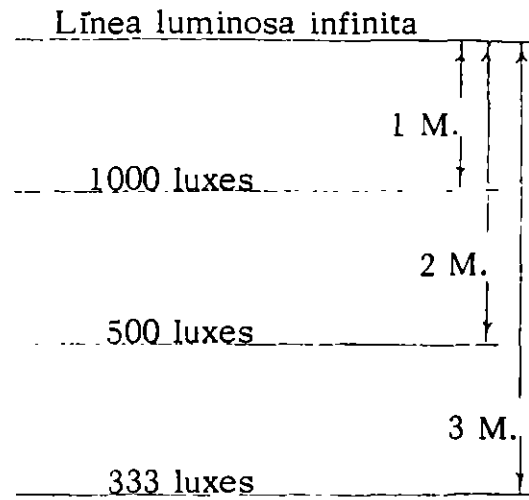
Método de punto por punto.

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

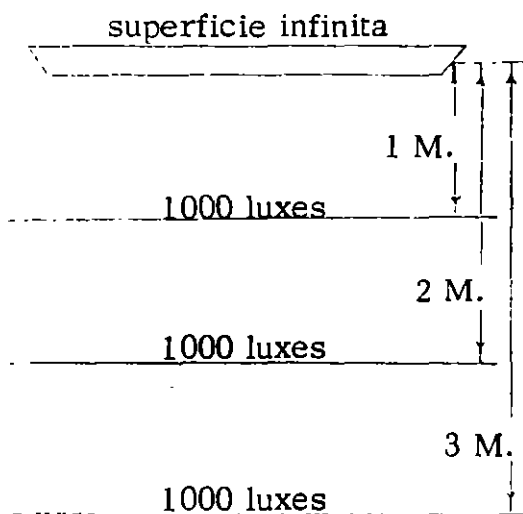
- i. - Fuentes puntiformes. - La iluminación es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. Una lámpara incandescente sola o en un globo cerrado, puede generalmente ser tratada como una fuente de luz puntiforme.
- ii. - Fuentes lineales de longitud infinita. - La iluminación es inversamente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



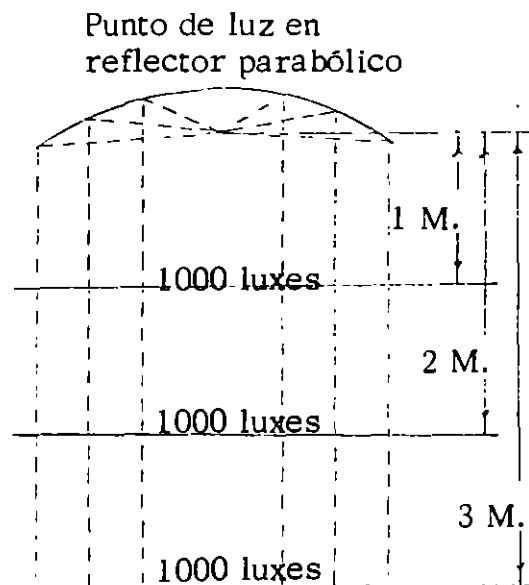
i. - Fuentes puntiformes



ii. - Fuentes lineales de longitud infinita.



iii - Fuente superficial de área infinita.



iv - Haz paralelo de luz.

tes, la iluminación no cambiará mucho con la distancia.

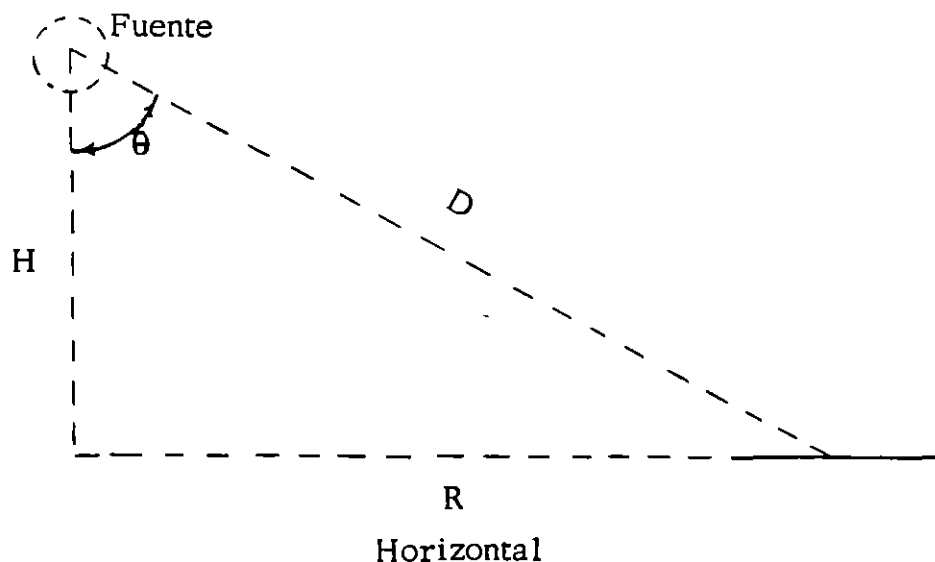
- iv.- Haz paralelo de luz.- La iluminación no cambia con la distancia. Una fuente verdaderamente puntiforme en un reflector perfectamente parabólico, produciría un haz de rayos paralelos, sin embargo como cualquier fuente de luz tiene dimensiones finitas, nunca se alcanzará un haz paralelo completo.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

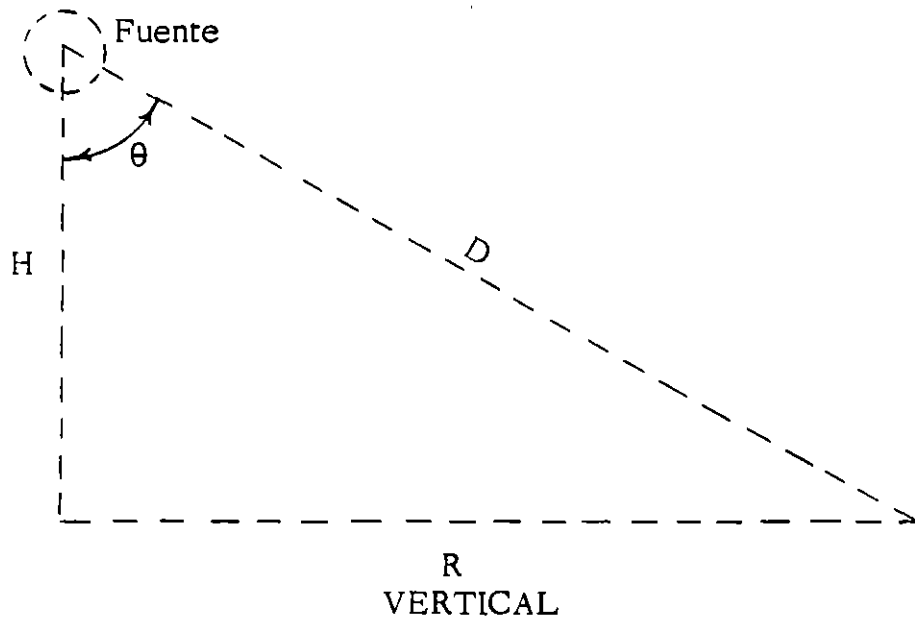
podría usar en todo caso para cualquier fuente de luz, a condición de que la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea suficientemente grande con respecto al tamaño de la fuente. Con fuentes difusoras de luz, se acepta generalmente como distancia mínima, para poder calcular con exactitud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

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



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



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

00042

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

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95
	LUX POR CADA 100 CANDELAS													
0.60	0° 250.00	27° 178.50	45° 88.50	56° 42.75	61° 22.45	66° 12.98	71° 8.02	76° 5.28	78° 3.55	79° 2.55	80° 1.90	81° 1.42	81° 1.13	81° 0.90
0.90	0° 111.10	18° 95.00	34° 64.00	45° 39.33	51° 24.00	56° 15.22	61° 10.00	66° 6.80	67° 4.77	68° 3.56	69° 2.84	70° 2.05	71° 1.61	72° 1.26
1.20	0° 62.50	14° 57.87	27° 44.72	37° 32.00	43° 22.10	49° 15.24	55° 10.66	61° 7.64	61° 5.59	62° 4.19	63° 3.20	64° 2.49	65° 1.98	66° 1.56
1.50	0° 40.00	11° 37.21	22° 32.02	31° 23.22	37° 19.04	43° 14.14	49° 10.30	55° 7.85	55° 5.95	56° 4.58	57° 3.58	58° 2.81	59° 2.28	60° 1.85
1.80	0° 27.78	9° 26.73	18° 21.72	27° 19.87	33° 16.00	40° 12.60	47° 9.82	53° 7.84	53° 6.00	54° 4.74	55° 3.78	56° 3.05	57° 2.49	58° 2.03
2.10	0° 20.41	7° 19.80	14° 18.14	21° 15.83	27° 11.34	34° 8.00	41° 6.93	47° 5.22	47° 4.21	48° 3.47	49° 2.85	50° 2.36	51° 1.91	52° 1.48
2.45	0° 15.63	5° 15.27	11° 14.27	17° 12.83	23° 11.18	30° 9.53	37° 8.00	43° 6.72	43° 5.52	44° 4.58	45° 3.81	46° 3.16	47° 2.61	48° 2.18
2.75	0° 12.35	4° 12.12	9° 11.48	14° 10.54	20° 9.43	27° 8.25	34° 7.11	40° 6.07	40° 5.13	41° 4.37	42° 3.70	43° 3.14	44° 2.67	45° 2.28
3.05	0° 10.00	3° 9.43	7° 9.43	12° 8.79	17° 8.01	24° 7.16	31° 6.31	37° 5.50	37° 4.76	38° 4.11	39° 3.54	40° 3.05	41° 2.61	42° 2.27
3.35	0° 8.26	3° 8.16	7° 8.16	11° 7.42	16° 6.86	23° 6.23	30° 5.59	36° 4.96	36° 4.37	37° 3.83	38° 3.35	39° 2.92	40° 2.55	41° 2.23
3.65	0° 6.94	2° 6.84	6° 6.84	10° 6.34	15° 5.93	22° 5.46	29° 4.97	35° 4.48	35° 4.00	36° 3.56	37° 3.15	38° 2.78	39° 2.46	40° 2.17
3.95	0° 5.92	2° 5.82	5° 5.71	9° 5.47	14° 5.17	21° 4.81	28° 4.47	34° 4.04	34° 3.66	35° 3.29	36° 2.95	37° 2.61	38° 2.35	39° 2.09
4.25	0° 5.10	2° 5.06	4° 4.95	8° 4.77	13° 4.54	20° 4.26	27° 3.96	33° 3.63	33° 3.34	34° 3.04	35° 2.75	36° 2.48	37° 2.21	38° 2.01
4.55	0° 4.44	1° 4.42	4° 4.33	7° 4.19	12° 4.01	19° 3.80	26° 3.56	32° 3.31	32° 3.05	33° 2.80	34° 2.56	35° 2.31	36° 2.12	37° 1.92
4.90	0° 3.81	1° 3.81	3° 3.82	6° 3.71	11° 3.57	18° 3.39	25° 3.21	31° 3.00	31° 2.80	32° 2.56	33° 2.38	34° 2.19	35° 2.00	36° 1.81
5.20	0° 3.46	1° 3.44	3° 3.44	6° 3.31	11° 3.19	18° 3.06	25° 2.90	31° 2.74	31° 2.56	32° 2.34	33° 2.18	34° 2.05	35° 1.88	36° 1.74
5.50	0° 3.11	1° 3.11	3° 3.11	6° 3.02	11° 2.92	18° 2.76	25° 2.64	31° 2.50	31° 2.34	32° 2.14	33° 2.01	34° 1.92	35° 1.78	36° 1.65
5.80	0° 2.77	1° 2.76	3° 2.73	6° 2.67	11° 2.60	18° 2.51	25° 2.40	31° 2.29	31° 2.17	32° 2.05	33° 1.97	34° 1.80	35° 1.67	36° 1.56
6.10	0° 2.50	2° 2.49	3° 2.46	6° 2.42	11° 2.36	18° 2.28	25° 2.19	31° 2.10	31° 2.00	32° 1.90	33° 1.79	34° 1.68	35° 1.58	36° 1.47

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	0	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.45	2.75	3.05	3.35	3.65	3.95
	LUX POR CADA 100 000 CANDELAS													
6.40	0° 1.50	2° 1.44	4° 1.37	6° 1.30	8° 1.23	11° 1.16	13° 1.10	16° 1.04	18° 1.00	21° 0.95	24° 0.90	27° 0.85	30° 0.81	32° 0.78
6.70	0° 1.36	2° 1.30	4° 1.23	6° 1.16	8° 1.10	11° 1.04	13° 0.98	16° 0.93	18° 0.89	21° 0.85	24° 0.81	27° 0.77	30° 0.73	32° 0.70
7.00	0° 1.24	2° 1.18	4° 1.11	6° 1.04	8° 0.98	11° 0.93	13° 0.87	16° 0.82	18° 0.78	21° 0.74	24° 0.70	27° 0.66	30° 0.62	32° 0.59
7.30	0° 1.14	2° 1.08	4° 1.01	6° 0.94	8° 0.88	11° 0.83	13° 0.77	16° 0.72	18° 0.68	21° 0.64	24° 0.60	27° 0.56	30° 0.52	32° 0.49
7.60	0° 1.06	2° 1.00	4° 0.93	6° 0.86	8° 0.80	11° 0.75	13° 0.69	16° 0.64	18° 0.60	21° 0.56	24° 0.52	27° 0.48	30° 0.44	32° 0.41
8.25	0° 0.92	2° 0.86	4° 0.79	6° 0.72	8° 0.66	11° 0.61	13° 0.55	16° 0.50	18° 0.46	21° 0.42	24° 0.38	27° 0.34	30° 0.30	32° 0.27
9.15	0° 0.81	2° 0.75	4° 0.68	6° 0.61	8° 0.55	11° 0.50	13° 0.44	16° 0.39	18° 0.35	21° 0.31	24° 0.27	27° 0.23	30° 0.19	32° 0.16
10.05	0° 0.72	2° 0.66	4° 0.59	6° 0.52	8° 0.46	11° 0.41	13° 0.35	16° 0.30	18° 0.26	21° 0.22	24° 0.18	27° 0.14	30° 0.10	32° 0.07
11.00	0° 0.64	2° 0.58	4° 0.51	6° 0.44	8° 0.38	11° 0.33	13° 0.27	16° 0.22	18° 0.18	21° 0.14	24° 0.10	27° 0.06	30° 0.02	32° 0.00
12.20	0° 0.56	2° 0.50	4° 0.43	6° 0.36	8° 0.30	11° 0.25	13° 0.19	16° 0.14	18° 0.10	21° 0.06	24° 0.02	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
13.70	0° 0.49	2° 0.43	4° 0.36	6° 0.29	8° 0.23	11° 0.18	13° 0.12	16° 0.07	18° 0.03	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
15.25	0° 0.43	2° 0.37	4° 0.30	6° 0.23	8° 0.17	11° 0.12	13° 0.06	16° 0.01	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
16.75	0° 0.38	2° 0.32	4° 0.25	6° 0.18	8° 0.12	11° 0.07	13° 0.01	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
18.30	0° 0.33	2° 0.27	4° 0.20	6° 0.13	8° 0.07	11° 0.02	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
21.35	0° 0.28	2° 0.22	4° 0.15	6° 0.08	8° 0.02	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
24.40	0° 0.24	2° 0.18	4° 0.11	6° 0.04	8° 0.00	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
30.50	0° 0.19	2° 0.13	4° 0.06	6° 0.00	8° 0.00	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
38.10	0° 0.15	2° 0.09	4° 0.02	6° 0.00	8° 0.00	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
45.70	0° 0.12	2° 0.06	4° 0.00	6° 0.00	8° 0.00	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
53.35	0° 0.10	2° 0.04	4° 0.00	6° 0.00	8° 0.00	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00
60.95	0° 0.08	2° 0.02	4° 0.00	6° 0.00	8° 0.00	11° 0.00	13° 0.00	16° 0.00	18° 0.00	21° 0.00	24° 0.00	27° 0.00	30° 0.00	32° 0.00

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 leerá sobre la escala de distancias horizontales, etc.

TABLA DE CALCULO DE NIVELES LUMINOSOS POR EL SISTEMA "PUNTO POR PUNTO" (Continuación)
 Números superiores: Angulo 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.

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	3.95	4.25	4.55	4.85	5.50	6.10	6.70	7.30	7.90	8.55	9.15	10.65	12.20	15.25
	LUX POR CADA 100 Candelas													
0.60	81° 0.90	82° 0.70	83° 0.58	84° 0.48	85° 0.38	86° 0.29	87° 0.20	88° 0.15	89° 0.11	90° 0.08	91° 0.07	92° 0.06	93° 0.05	94° 0.04
0.90	77° 1.26	78° 1.00	79° 0.84	80° 0.70	81° 0.58	82° 0.46	83° 0.37	84° 0.29	85° 0.21	86° 0.16	87° 0.12	88° 0.09	89° 0.07	90° 0.05
1.20	73° 1.59	74° 1.30	75° 1.07	76° 0.90	77° 0.74	78° 0.62	79° 0.51	80° 0.41	81° 0.32	82° 0.24	83° 0.18	84° 0.14	85° 0.11	86° 0.08
1.50	69° 1.83	70° 1.52	71° 1.26	72° 1.06	73° 0.87	74° 0.72	75° 0.59	76° 0.48	77° 0.39	78° 0.30	79° 0.22	80° 0.17	81° 0.13	82° 0.10
1.80	65° 2.05	66° 1.70	67° 1.42	68° 1.20	69° 0.98	70° 0.82	71° 0.68	72° 0.56	73° 0.45	74° 0.36	75° 0.28	76° 0.21	77° 0.16	78° 0.12
2.10	61° 2.18	62° 1.83	63° 1.54	64° 1.31	65° 1.07	66° 0.90	67° 0.74	68° 0.61	69° 0.50	70° 0.40	71° 0.32	72° 0.24	73° 0.18	74° 0.14
2.45	57° 2.25	58° 1.91	59° 1.61	60° 1.40	61° 1.15	62° 0.96	63° 0.80	64° 0.67	65° 0.55	66° 0.45	67° 0.36	68° 0.28	69° 0.21	70° 0.16
2.75	53° 2.28	54° 1.96	55° 1.67	56° 1.46	57° 1.19	58° 1.00	59° 0.83	60° 0.69	61° 0.57	62° 0.46	63° 0.37	64° 0.29	65° 0.22	66° 0.17
3.05	50° 2.27	51° 1.96	52° 1.71	53° 1.49	54° 1.21	55° 1.01	56° 0.84	57° 0.70	58° 0.58	59° 0.47	60° 0.38	61° 0.30	62° 0.23	63° 0.18
3.35	47° 2.21	48° 1.91	49° 1.71	50° 1.50	51° 1.22	52° 1.02	53° 0.85	54° 0.71	55° 0.59	56° 0.48	57° 0.39	58° 0.31	59° 0.24	60° 0.19
3.65	44° 2.12	45° 1.91	46° 1.69	47° 1.50	48° 1.22	49° 1.02	50° 0.85	51° 0.71	52° 0.59	53° 0.48	54° 0.39	55° 0.31	56° 0.24	57° 0.19
3.95	41° 2.06	42° 1.87	43° 1.66	44° 1.48	45° 1.19	46° 1.00	47° 0.83	48° 0.69	49° 0.57	50° 0.46	51° 0.37	52° 0.29	53° 0.22	54° 0.17
4.25	38° 2.01	39° 1.80	40° 1.62	41° 1.46	42° 1.16	43° 0.96	44° 0.80	45° 0.67	46° 0.55	47° 0.44	48° 0.35	49° 0.27	50° 0.21	51° 0.16
4.55	35° 1.92	36° 1.74	37° 1.57	38° 1.42	39° 1.12	40° 0.92	41° 0.76	42° 0.63	43° 0.51	44° 0.40	45° 0.32	46° 0.24	47° 0.18	48° 0.14
4.90	32° 1.85	33° 1.67	34° 1.52	35° 1.38	36° 1.15	37° 0.95	38° 0.80	39° 0.67	40° 0.56	41° 0.45	42° 0.36	43° 0.28	44° 0.21	45° 0.16
5.20	29° 1.74	30° 1.59	31° 1.46	32° 1.34	33° 1.12	34° 0.94	35° 0.79	36° 0.67	37° 0.56	38° 0.45	39° 0.36	40° 0.28	41° 0.21	42° 0.16
5.50	26° 1.65	27° 1.52	28° 1.40	29° 1.29	30° 1.09	31° 0.92	32° 0.77	33° 0.65	34° 0.54	35° 0.44	36° 0.35	37° 0.27	38° 0.21	39° 0.16
5.80	23° 1.56	24° 1.45	25° 1.34	26° 1.25	27° 1.06	28° 0.90	29° 0.77	30° 0.65	31° 0.54	32° 0.44	33° 0.35	34° 0.27	35° 0.21	36° 0.16
6.10	20° 1.47	21° 1.37	22° 1.28	23° 1.19	24° 1.01	25° 0.85	26° 0.73	27° 0.61	28° 0.51	29° 0.42	30° 0.33	31° 0.25	32° 0.19	33° 0.14

6-36

MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

Altura de la fuente luminosa sobre la superficie, en metros	DISTANCIA HORIZONTAL AL EJE DE LA FUENTE LUMINOSA (m)													
	6.40	6.70	7.00	7.30	7.60	8.25	9.15	10.05	11.00	12.20	13.70	15.25	16.75	18.30
	LUX POR CADA 100 000 Candelas													
24.40	158.00	149.30	142.20	137.30	134.90	124.70	114.30	107.10	101.60	94.60	87.60	79.60	72.60	65.60
30.50	97.61	92.12	86.60	82.30	79.30	71.30	64.30	59.30	55.30	50.30	45.30	40.30	35.30	30.30
38.10	62.97	58.86	54.82	51.50	48.50	42.50	37.50	34.50	31.50	28.50	25.50	22.50	19.50	16.50
45.70	41.95	38.80	35.82	33.50	31.50	27.50	24.50	22.50	20.50	18.50	16.50	14.50	12.50	10.50
53.35	32.18	29.50	27.00	25.00	23.00	20.00	17.50	15.50	13.50	11.50	9.50	7.50	5.50	3.50
60.95	24.84	22.82	20.70	18.70	16.70	14.70	12.70	10.70	8.70	6.70	4.70	2.70	0.70	0.70

6-37

DISEÑO DE ALUMBRADO DE INTERIORES

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

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:

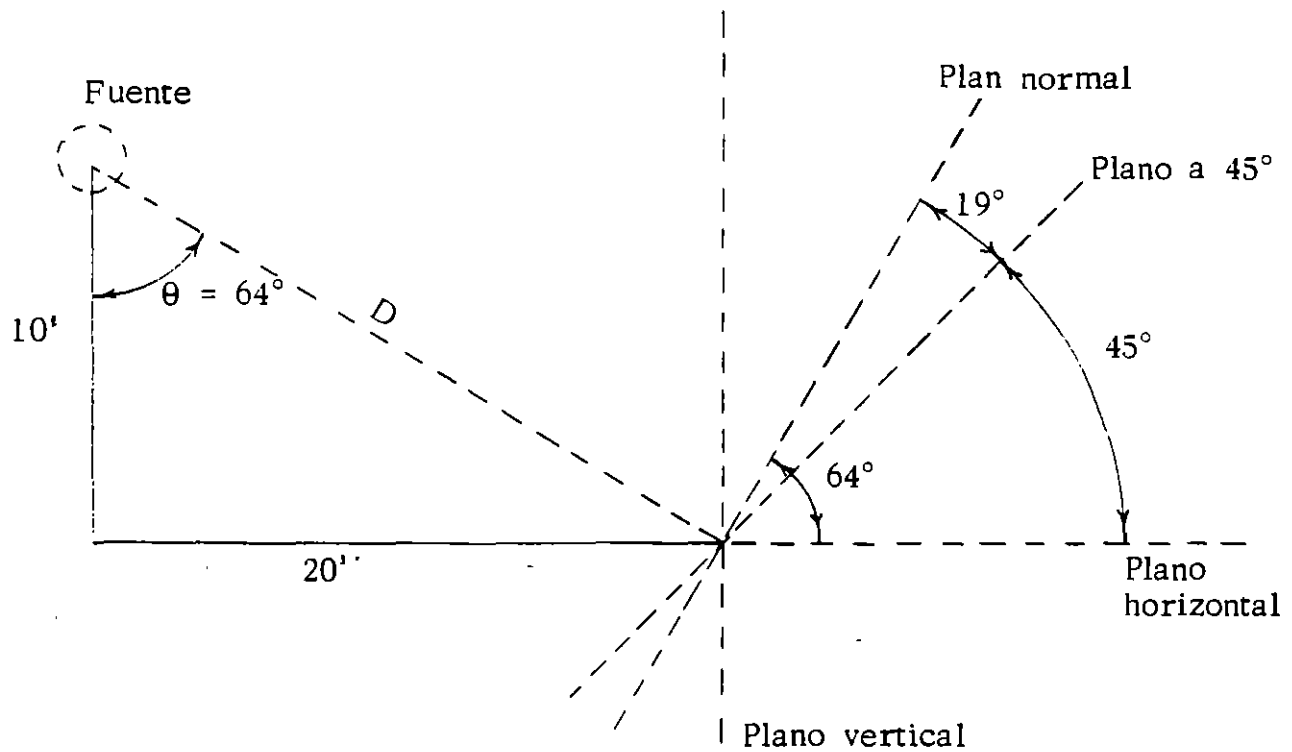
Un punto se encuentra 10 pies abajo y 20 pies a la derecha de -- una fuente luminosa cuya potencia uniforme distribuida es de 1000 candelas. Determínese la iluminación producida por ese punto en los planos siguientes:

Plano normal;

Plano horizontal;

Plano vertical;

Plano a 45 grados con referencia al plano horizontal.



Cálculos:

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

$$\theta = 64^\circ$$

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

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

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

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

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

Cargas de alumbrado arquitectónica.

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

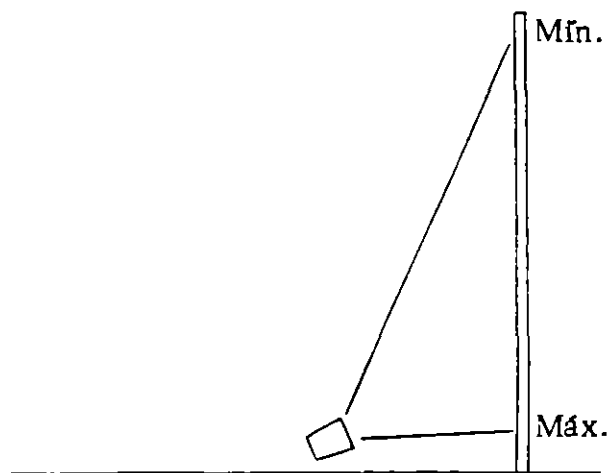
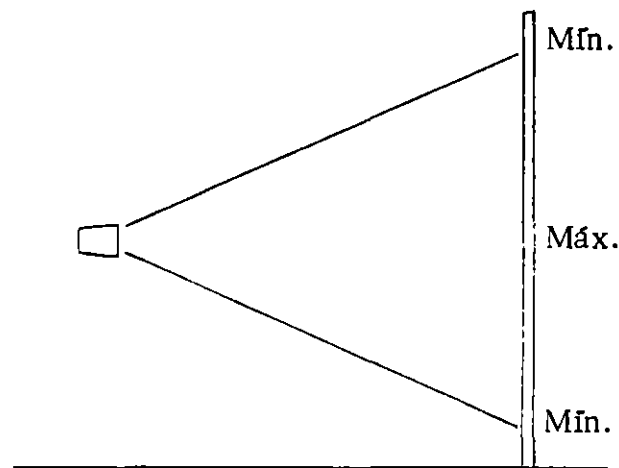
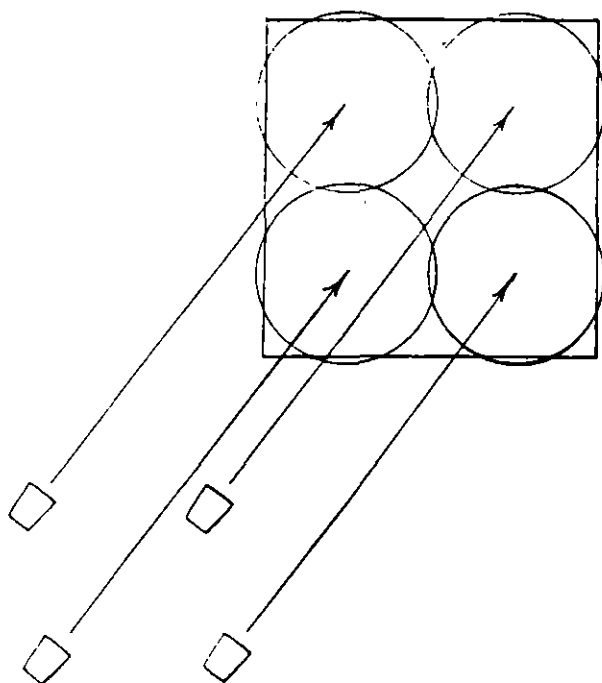
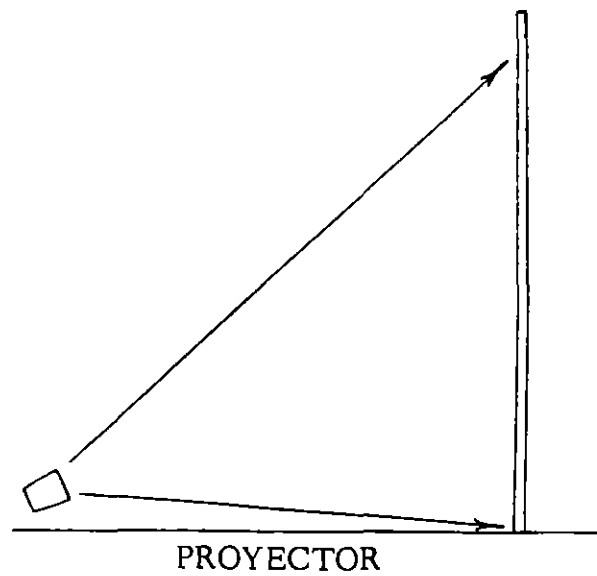
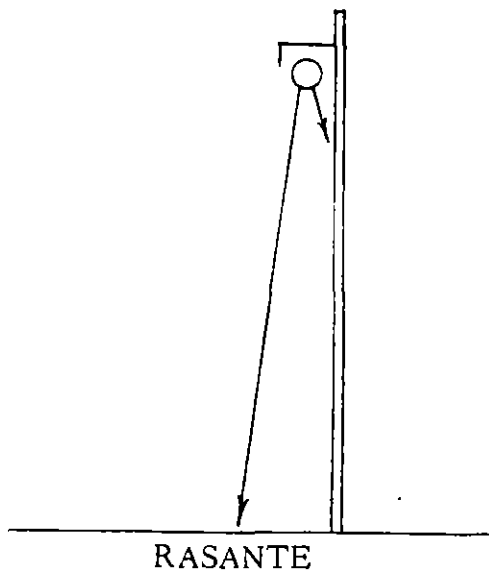
Estas cargas podemos clasificarlas en la forma siguiente:

- ° Con proyectores.
- ° Rasante.

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

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

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



Las cargas de aparatos pueden ser:

- ° Definidas
- ° Indefinidas

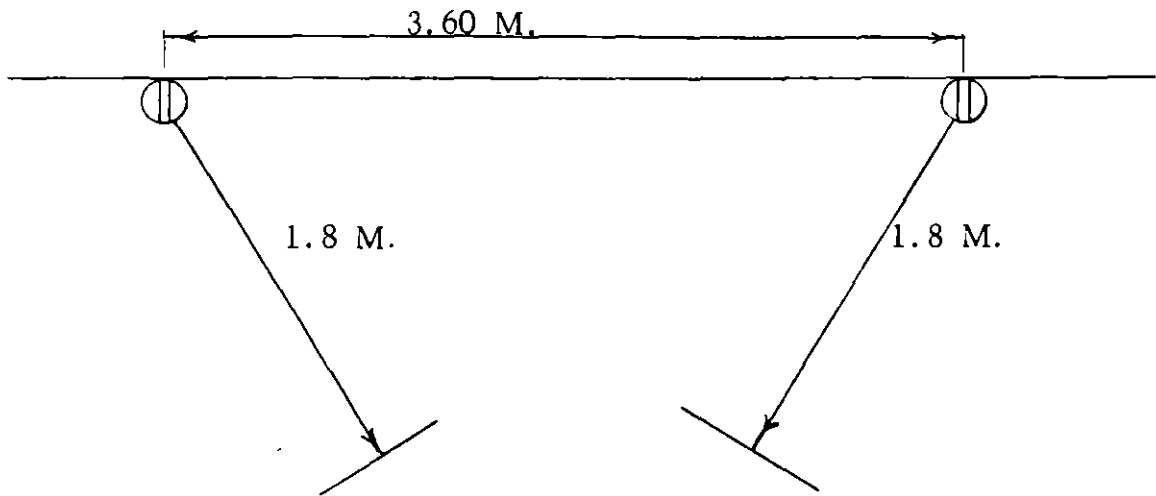
Carga definida.- Las cargas definidas son por ejemplo: calefactores, acondicionadores de aire, aparatos domésticos, equipos telefónicos, equipos de sonido, alarmas, rayos x, etc.

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

Las cargas de aparatos domésticos son las siguientes:

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

00049



$S < 40 \text{ M}^2$: 1 contacto / 3 M.

$S > 40 \text{ M}^2$: 8 contactos + 3 contactos cada 40 M^2

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

Carga indefinida. - Esta provee el uso de aparatos pequeños o de alumbrado suplementario en una zona determinada. Su uso implica utilizar elementos de conexión, conocidos con el nombre de 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 espaciamiento máximo puede ser de 3.60 metros. De acuerdo a donde se vayan a instalar estos contactos se tienen las siguientes recomendaciones:

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

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

Escuelas.- Un contacto por cada muro.

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

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

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

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

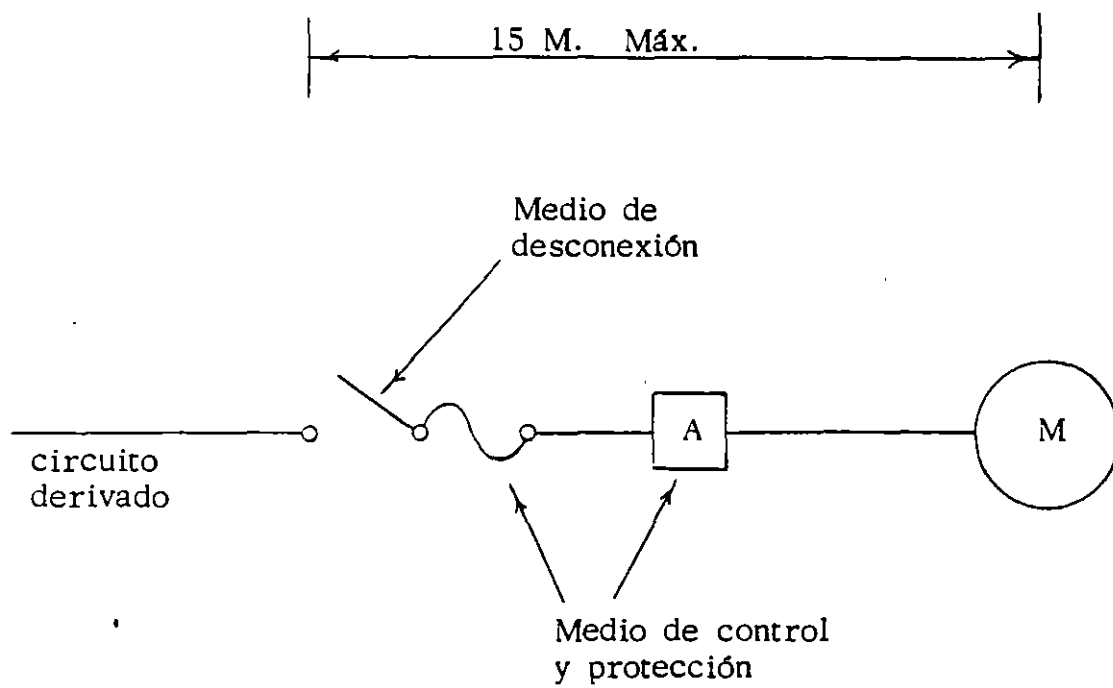
El circuito básico de las mismas contempla los siguientes elementos indispensables para su operación.

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

Tanto los medios de control y protección como los de desconexión deberán estar visibles desde el motor, con objeto de tener una -- mayor seguridad. Al considerarse la carga de un motor se debe--rá 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 arranca--dores con voltaje reducido.

00053



CIRCUITO ELEMENTAL
DE UN MOTOR.



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

**CURSOS ABIERTOS
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS, INDUSTRIALES
Y PARA EDIFICIOS**

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

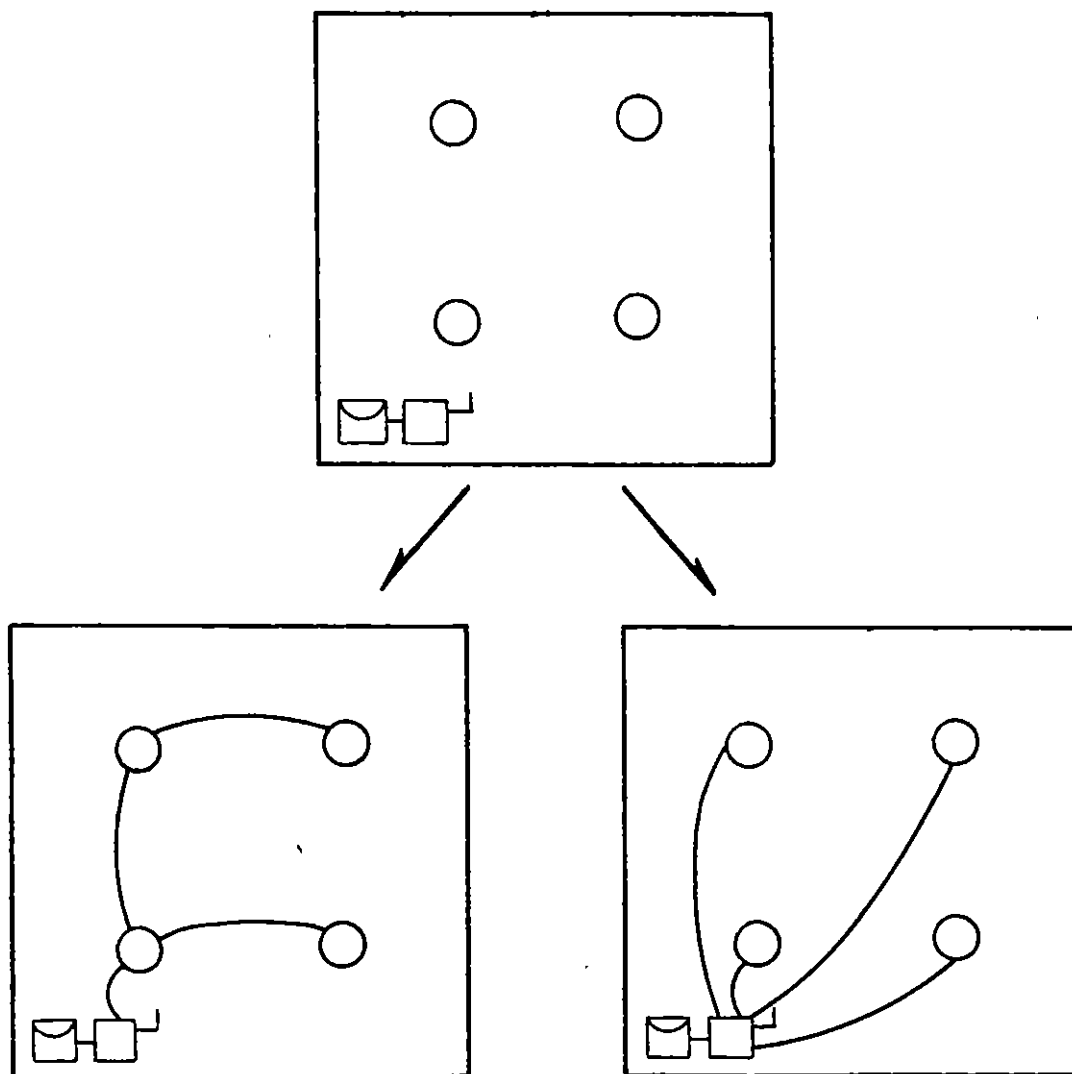
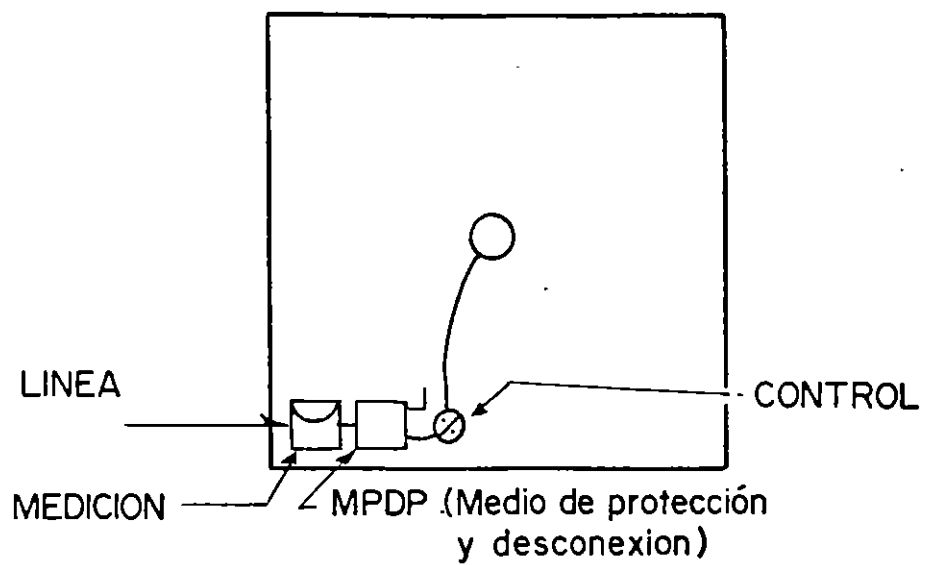
**SISTEMAS DE DISTRIBUCION
CIRCUITOS ALIMENTADORES
CENTRO DE DISTRIBUCION
CIRCUITOS DERIVADOS**

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

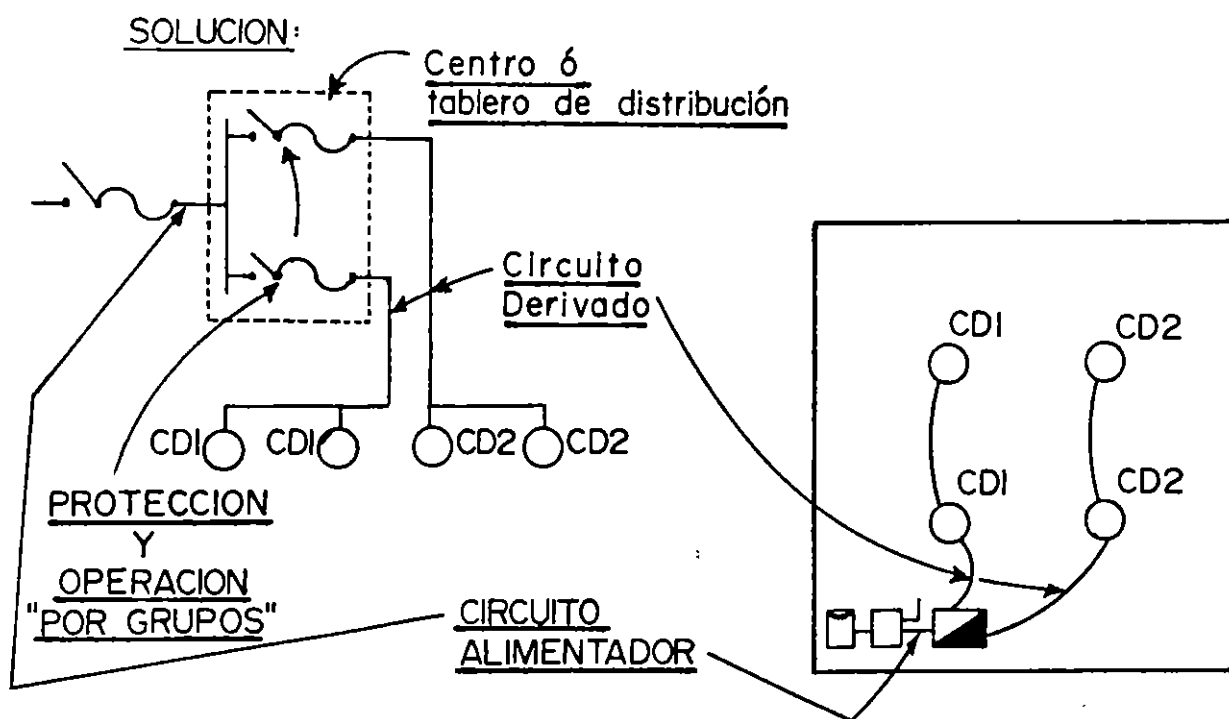
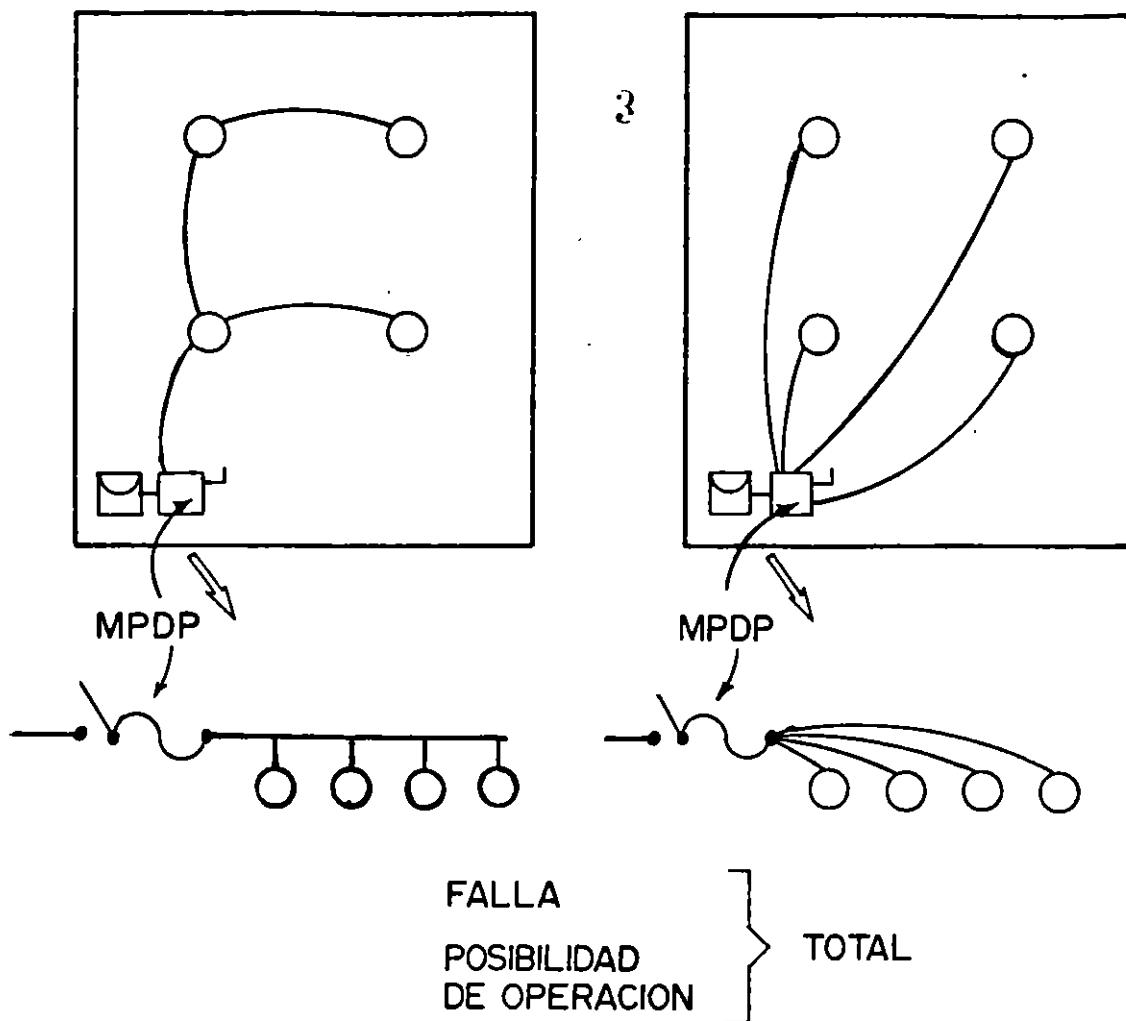
SISTEMA DE DISTRIBUCION

FORMADO POR:

- ① CIRCUITOS ALIMENTADORES
- ② CENTROS DE DISTRIBUCION
(TABLEROS)
- ③ CIRCUITOS DERIVADOS



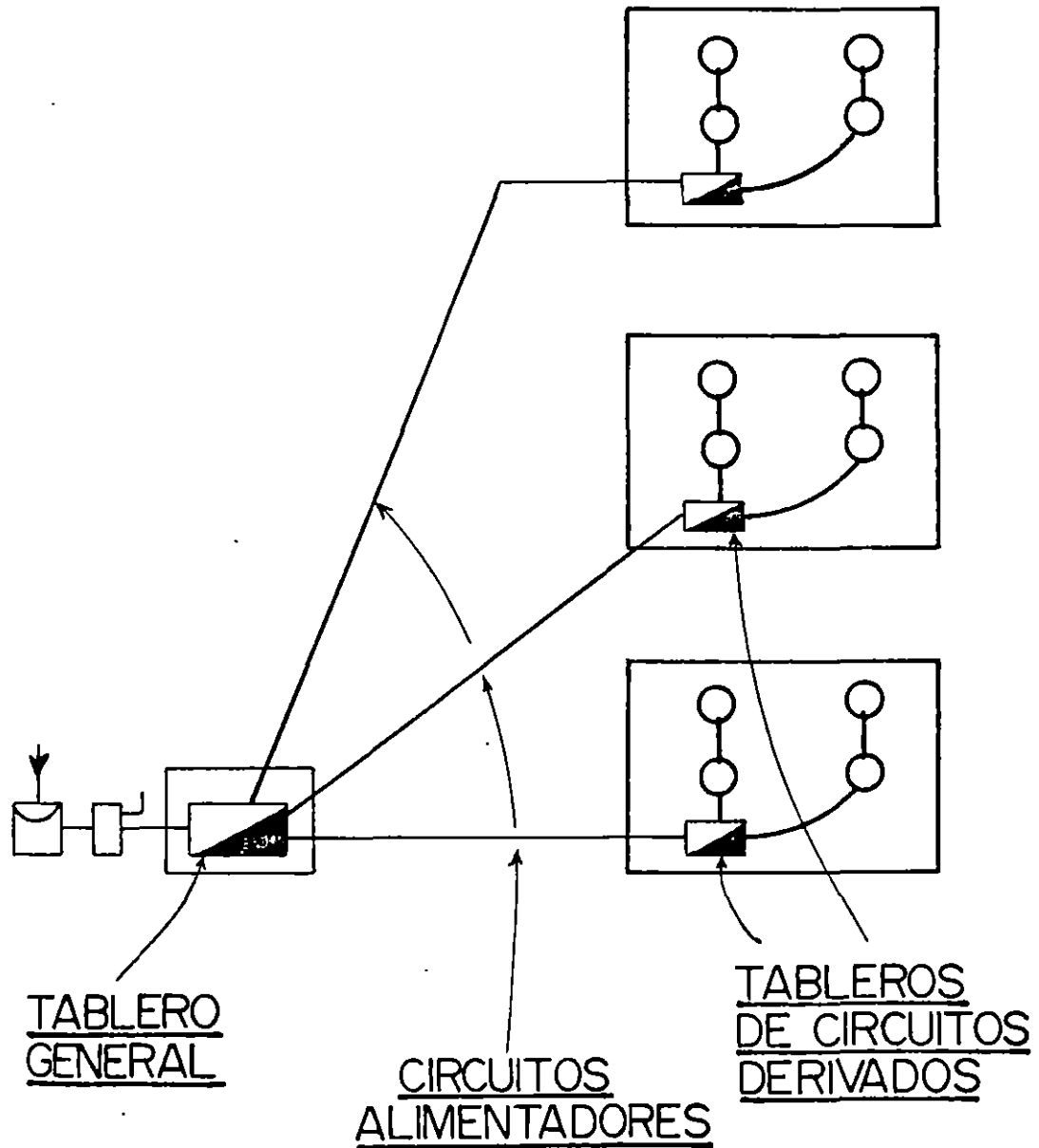
HAY SIEMPRE OPCIONES PARA DISTRIBUIR

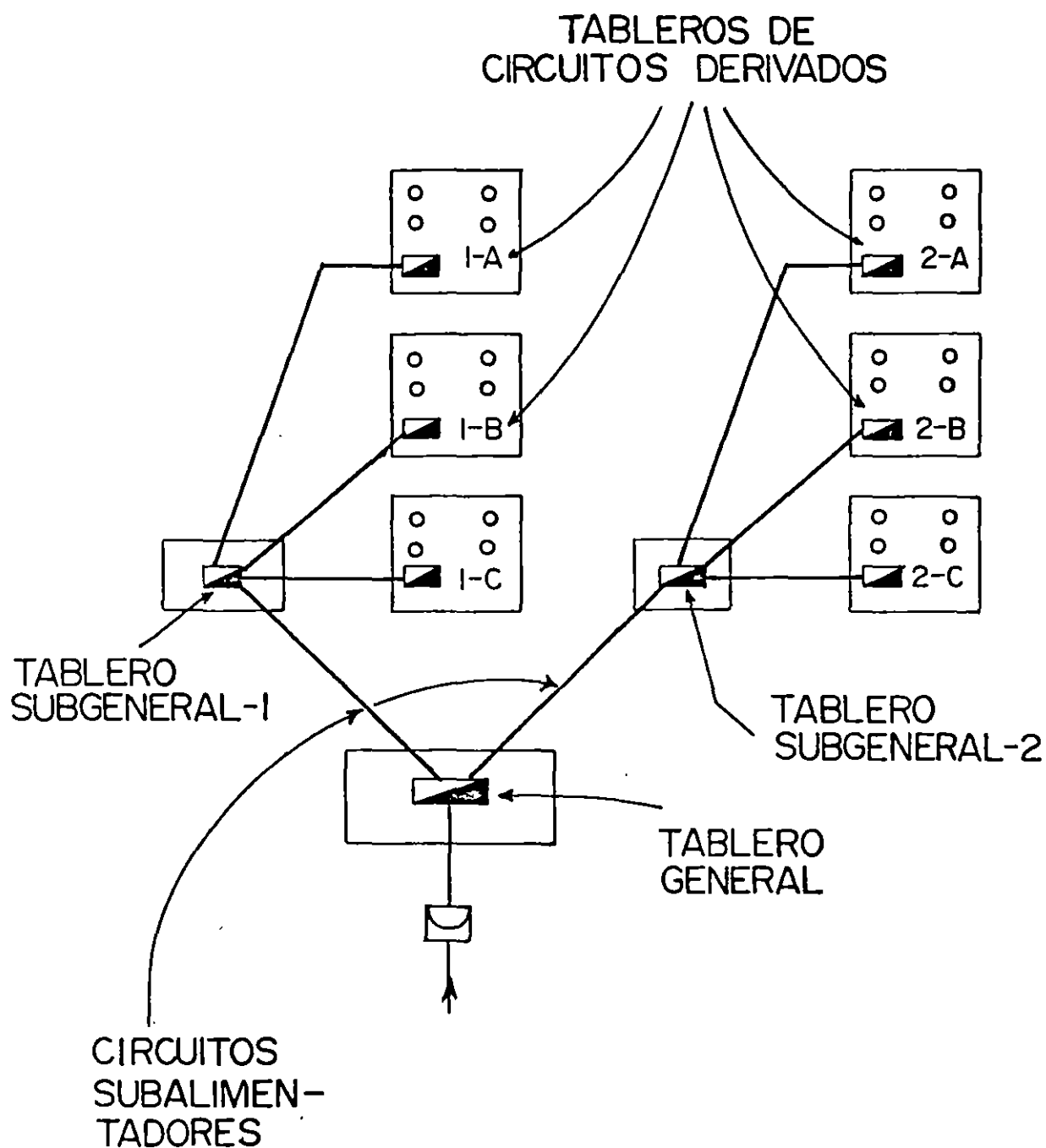


DIVERSOS EJEMPLOS DE DISTRIBUCION

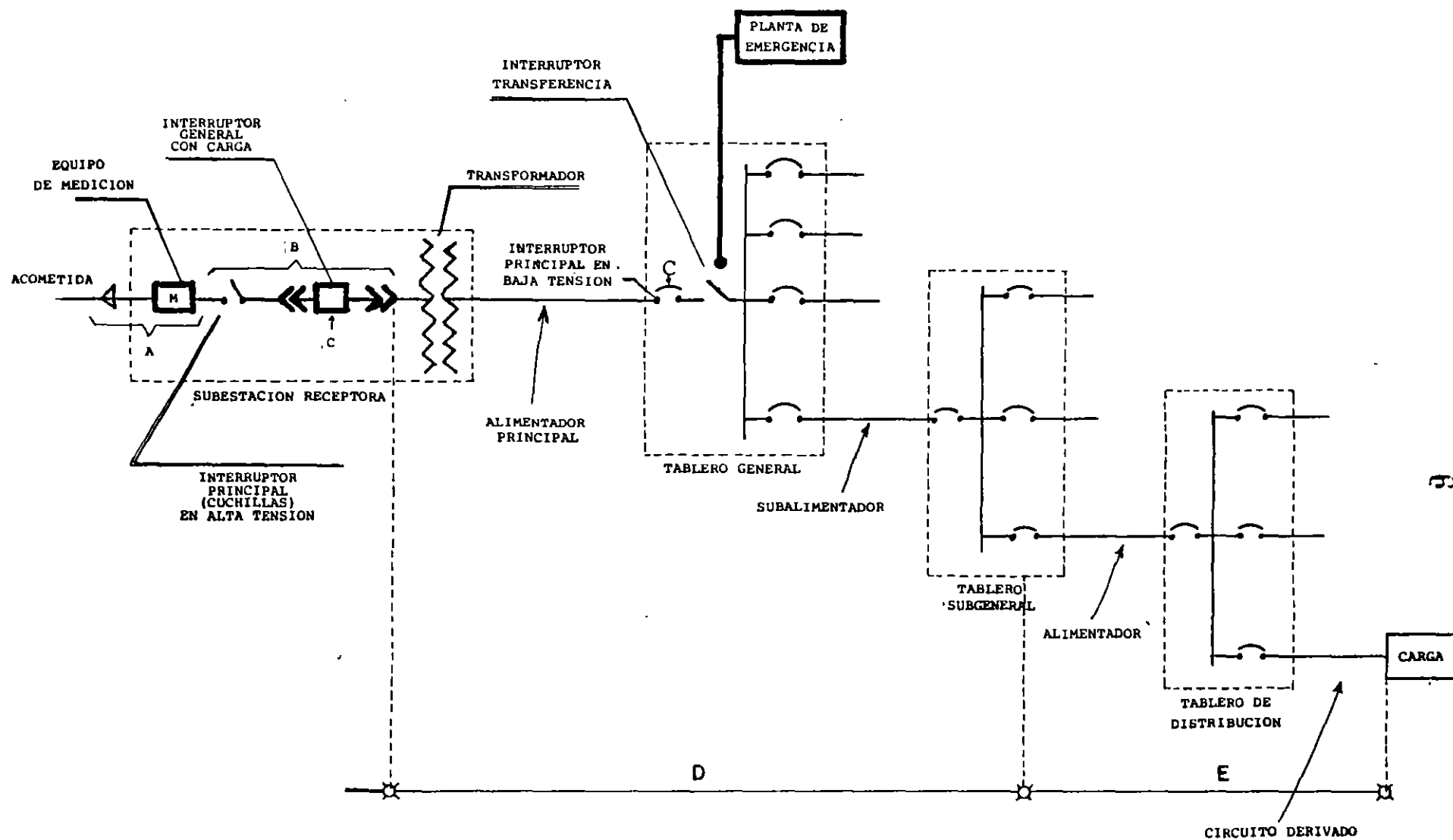
Buscando siempre resolver adecuadamente la protección y la operación del sistema.

EJEMPLO No. I





EJEMPLO No. 3

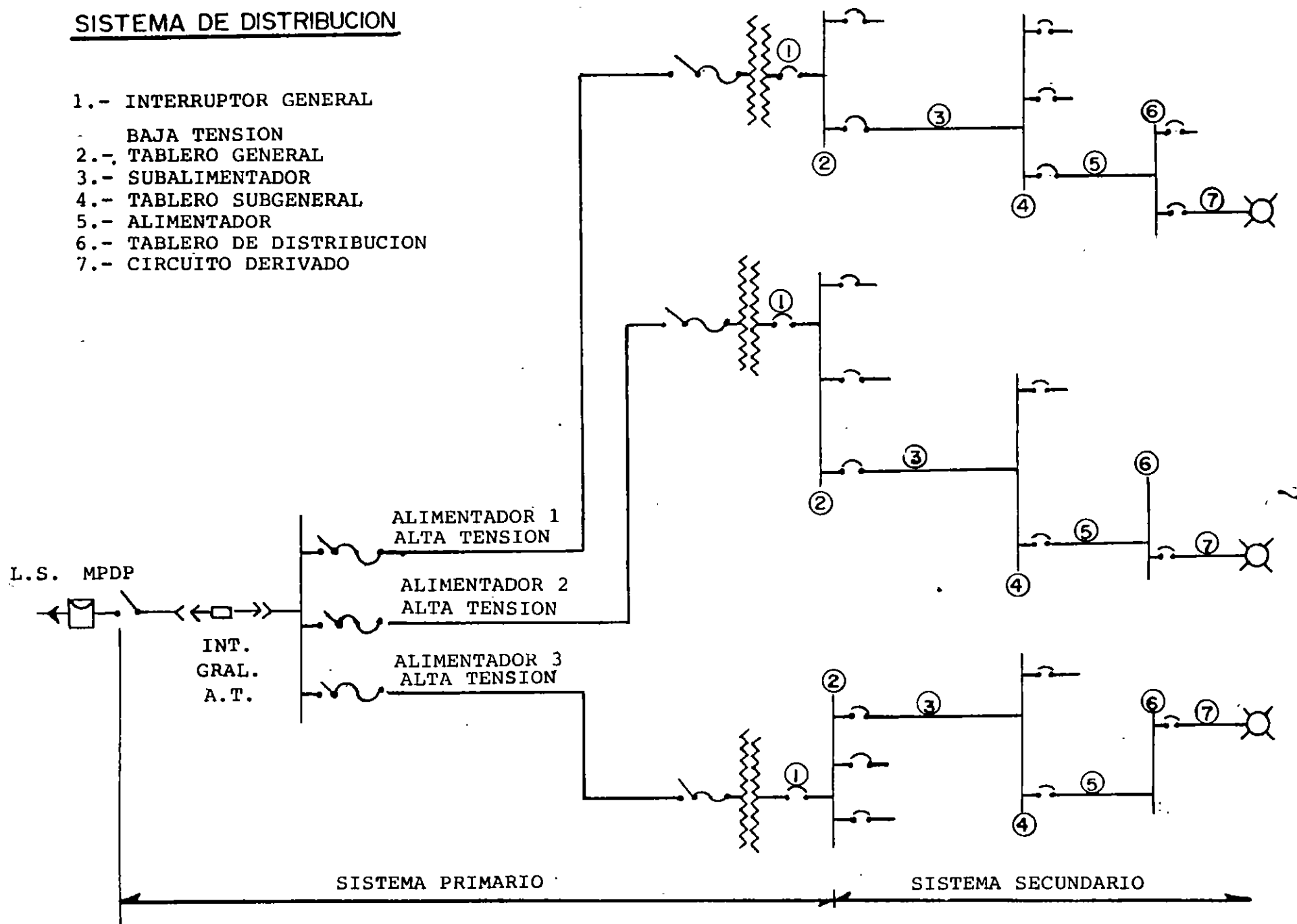


- A DISPOSITIVOS DE RECEPCION DE LA ENERGIA
- B DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE DESCONEXION
- C DISPOSITIVOS PRINCIPALES DE PROTECCION
- D SISTEMA DE DISTRIBUCION PRIMARIO
- E SISTEMA DE DISTRIBUCION SECUNDARIO

EJEMPLO No. 4

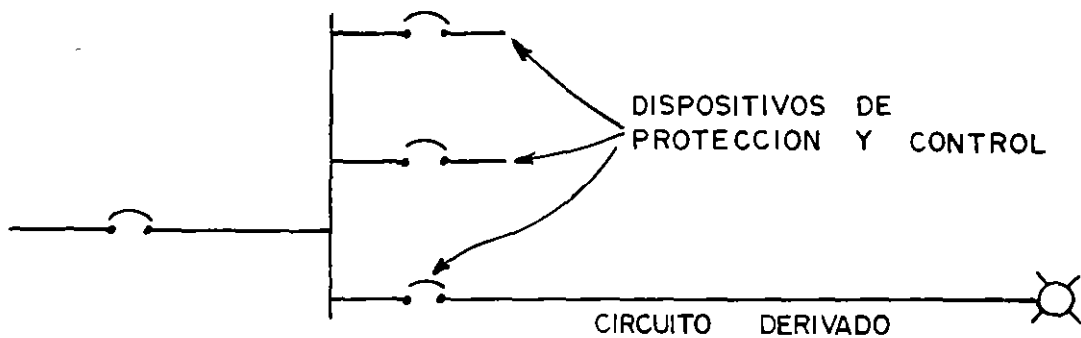
SISTEMA DE DISTRIBUCION

- 1.- INTERRUPTOR GENERAL
- 2.- BAJA TENSION
- 3.- TABLERO GENERAL
- 4.- SUBALIMENTADOR
- 5.- TABLERO SUBGENERAL
- 6.- ALIMENTADOR
- 7.- TABLERO DE DISTRIBUCION
- 7.- CIRCUITO DERIVADO

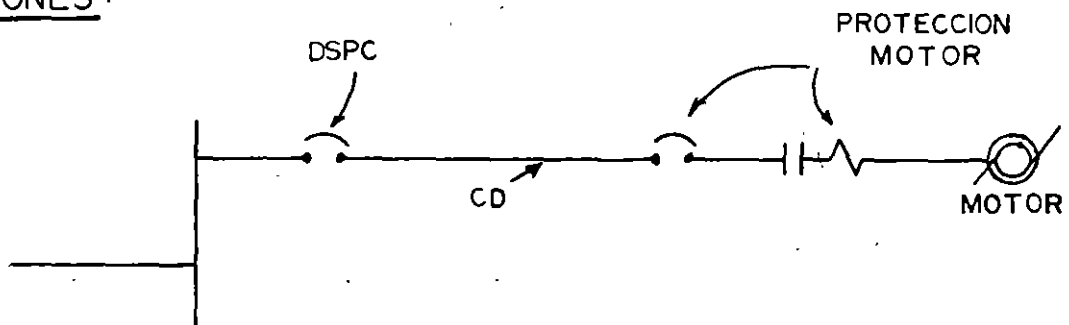


CIRCUITO DERIVADO

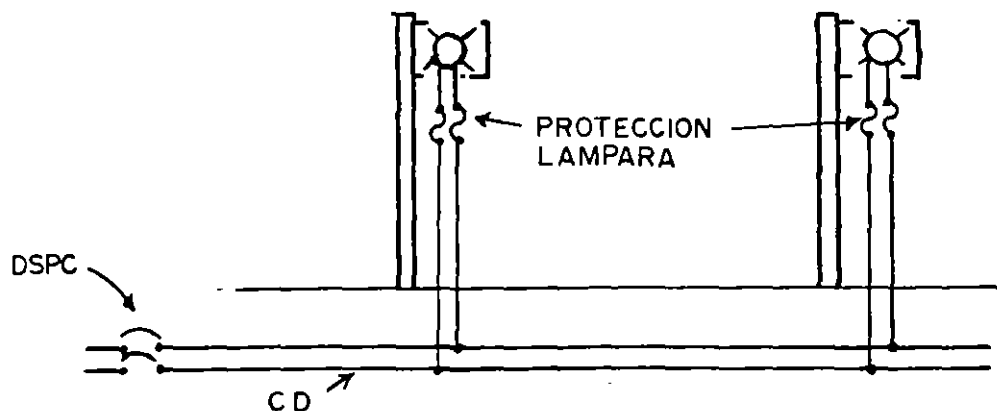
"CONJUNTO DE CONDUCTORES Y DEMAS ELEMENTOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LOS ULTIMOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION HACIA LAS CARGAS."



EXCEPCIONES :



ALUMBRADO PUBLICO



NTIE - 81
TABLA 403.14

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

Tipo de servicio que requiere la carga	Por ciento de la corriente nominal indicada en la placa de datos.			
	Régimen de trabajo para el cual fue diseñado el motor.			
	5 Minutos	15 Minutos	30 y 60 Minutos	Continuo
DE CORTO TIEMPO: Accionamiento de válvulas, elevación o descenso de rodillos, etc.	110	120	150	-----
INTERMITENTES: Ascensores y montacargas máquinas-herramientas, - bombas, puentes levadizos o giratorios, plataformas giratorias, etc. (para sol- dadoras de arco veáse el artículo 518.12)	85	85	90	140
PERIODICO: Rodillos, máquinas para - manipulación de mineral, etc.	85	90	95	140
VARIABLE:	110	120	150	200

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

CORTO TIEMPO.-Funcionamiento de una carga sustancialmente constante por un tiempo corto definido.

INTERMITENTE.-Funcionamiento por períodos alternados:

- 1).-Con carga y sin carga
- 2).-Con carga y desconectado
- 3).-Con carga, sin carga y desconectado

PERIODICO.-Intermitente con condiciones de carga recurrentes.

VARIABLE.-La carga y sus intervalos de duración sujetos a variaciones considerables.

CONTINUO.-Carga sustancialmente constante por un tiempo largo indefinido.

CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS

9

1- De acuerdo con su conexión eléctrica.

2- De acuerdo con su uso.

1- De acuerdo con su conexión eléctrica

1.1.) En función del tipo de circuito eléctrico

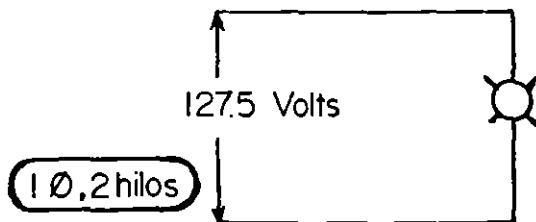
1.1.) Circuito SERIE ($I = \text{cte}$)

1.2.) Circuito PARALELO ($V = \text{cte}$)

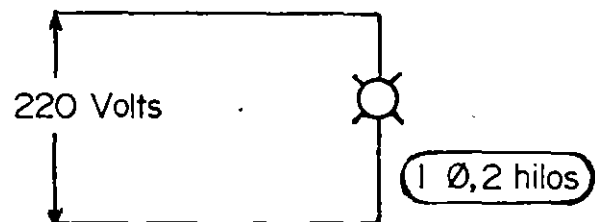
} Con respecto
a la carga

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

(1.2.1)



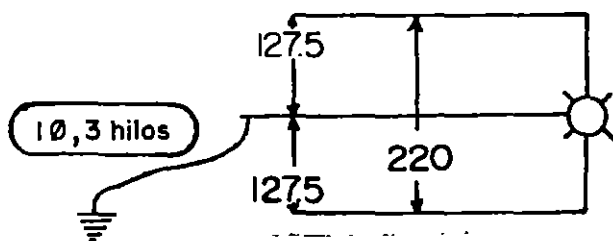
(1.2.2)



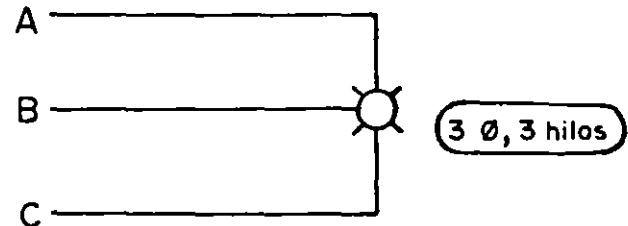
CIRCUITO DERIVADO MULTIFILAR

NTIE - 81 - 101

(1.2.3)

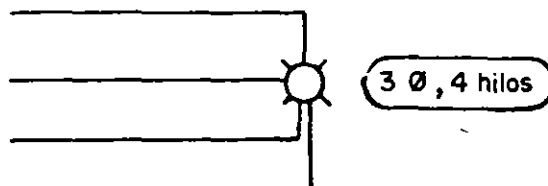


(1.2.4)



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

(1.2.5)



2).- DE ACUERDO CON SU USO (NO EN NTIE)

2.1).- USO GENERAL { CIRCUITO DE ALUMBRADO
CIRCUITO DE CONTACTOS

2.2).- USO PARA APARATOS

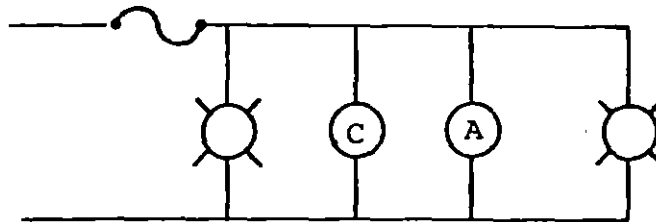
2.3).- USO PARA CARGAS INDIVIDUALES

CARGAS INDIVIDUALES
MAYORES DE 50 A DE-
BEN ABASTECERSE POR
C.D. INDIVIDUAL
-NTIE-202-10-c
CUALQUIER CARGA IN-
DIVIDUAL EN CUALQUIER
LOCAL -NTIE-203-10-b

2.4).- USO PARA MOTORES

2.1).- USO GENERAL

* PARA CARGAS DE ALUMBRADO Y APARATOS INDISTINTAMENTE
NO RECOMENDADO PARA APARATOS QUE TOMEN MAS DE 3 AMP
COMO PLANCHAS, PARRILLAS REFRIGERADORES, LAVADORAS,
NTIE-202-10



¿CUANTAS LAMPARAS, CONTACTOS, APARATOS, ETC., SE DEBEN CONECTAR?

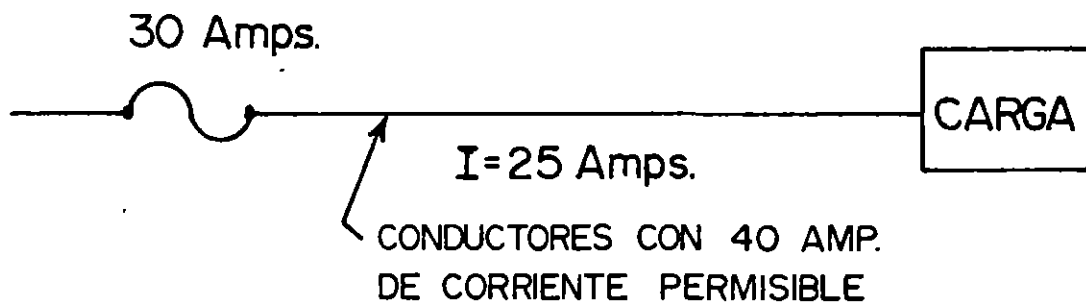
ESTO DEPENDE DE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO

¿QUE ESTABLECE LA CLASIFICACION DEL CIRCUITO?

↓
LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO

LA CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DERIVADO
ES IGUAL A
LA CAPACIDAD DE SU PROTECCION

EJEMPLO:



LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO
DERIVADO ES : 30 AMP.

CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS

CAPACIDAD COMERCIAL DE LOS MEDIOS DE PROTECCION

-NTIE-81-202-

15 Amps.

20 Amps.

30 Amps.

40 Amps.

50 Amps.

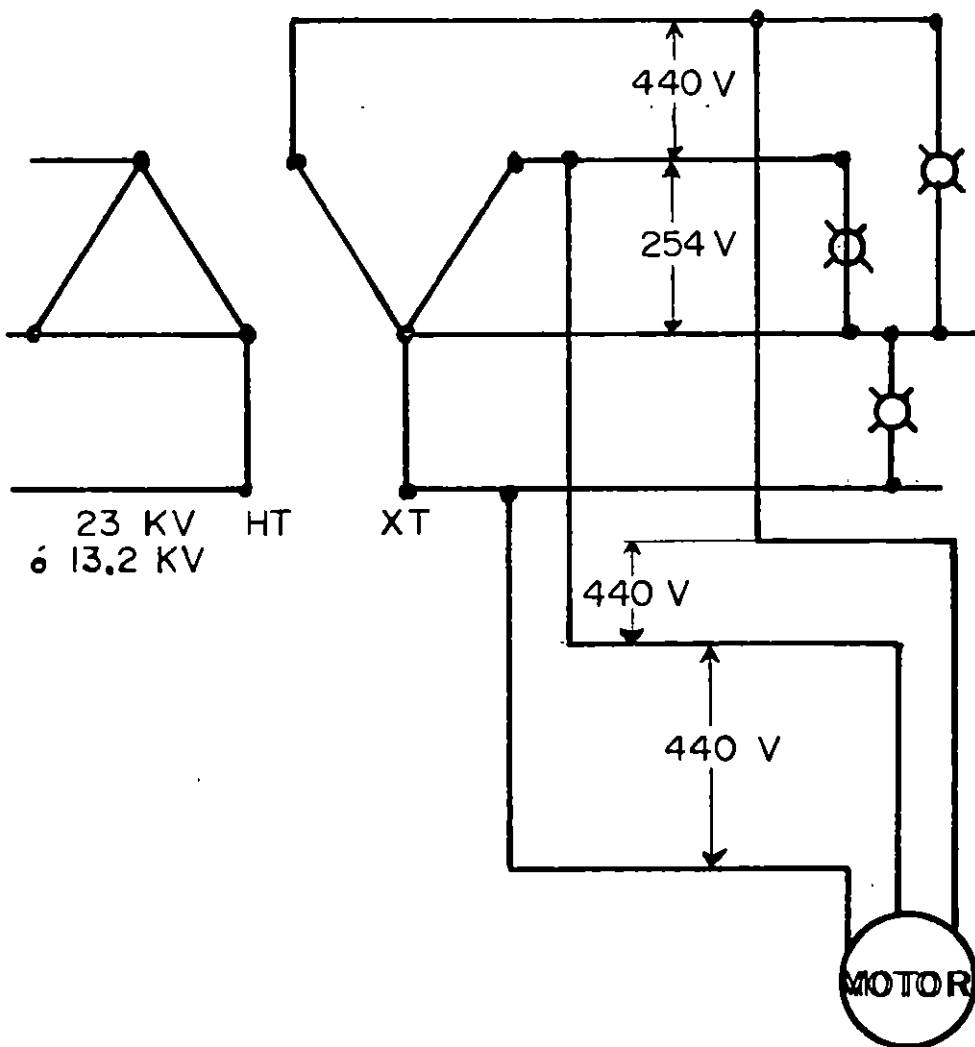
Limitaciones del circuito de uso general

1.- EN TENSION :

1.1) VOLTAJE AL NEUTRO <150 Volts -----NTIE-81-202.5-a

EXCEPCIONES :

- a).- EDIFICIOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES (hasta 300 V)
- * que tenga mantenimiento responsable
 - * que tenga unicamente carga de alumbrado
 - * que tenga altura mayor de 2.40 m a las cargas y /ADEMAS SIN INTERRUPTOR INTEGRAL/ y
 - * portalámparas tipo MOGUL



Voltaje > 150 volts



Peligro para la
personas pero :



CON VOLTAJE DE 220
VOLTS EL MOTOR CON-
SUME "I" Y CON VOL-
TAJE DE 440 VOLTS
EL CONSUMO ES DE
"I/2"

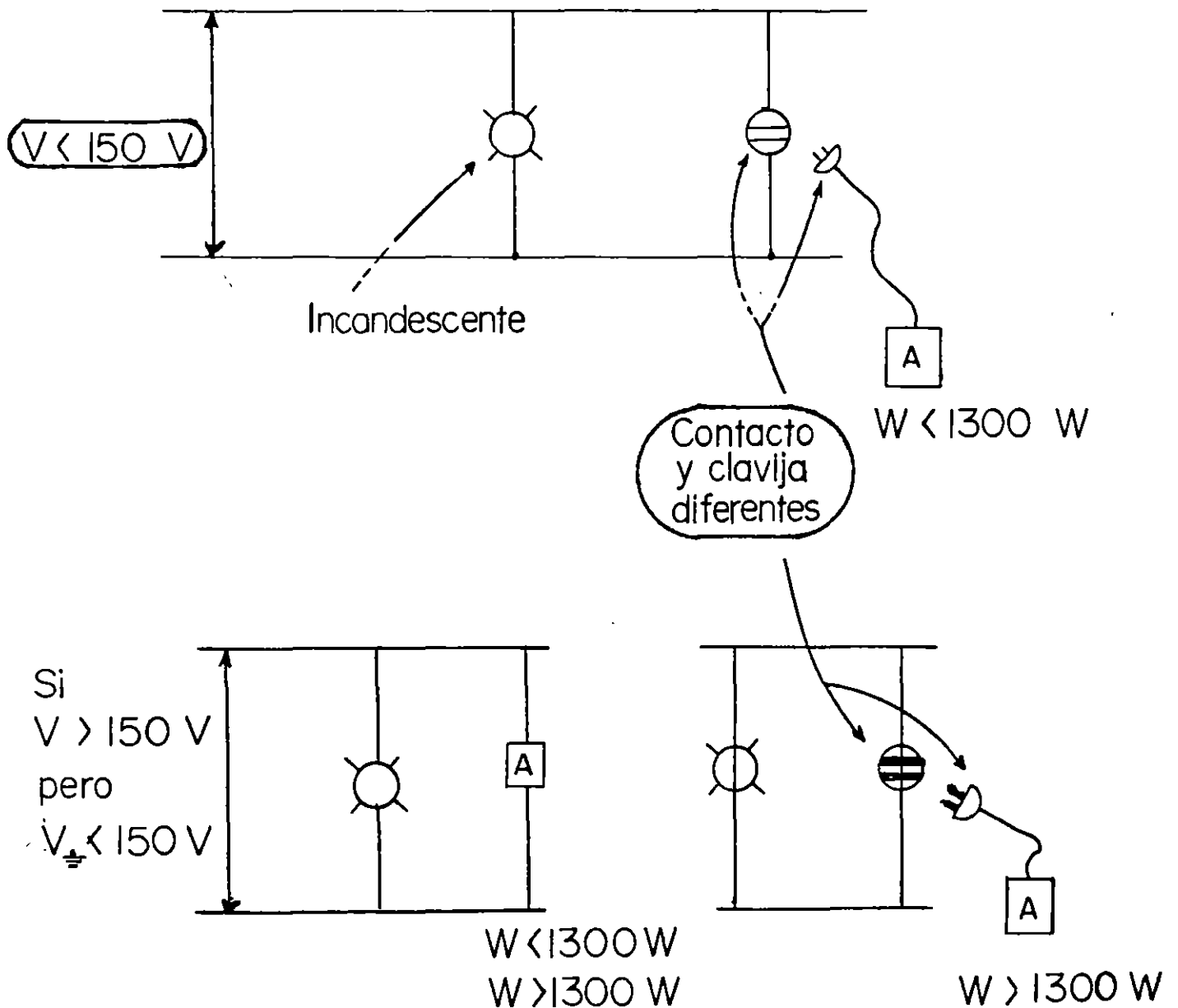
I.2 TENSION ENTRE CONDUCTORES

En: • CASAS HABITACION

• HOTELES ó

• LOCALES SIMILARES

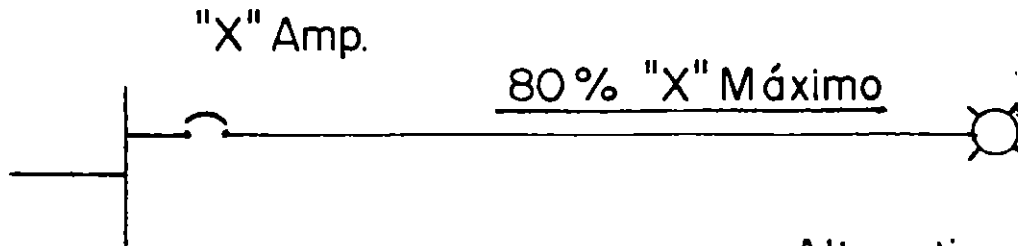
NTIE-202-5-b



2.- CIRCUITOS CON "CARGA CONSTANTE"

(3 Hrs. continuas)

NTIE 202-8



Alternativa: Disminución
no necesaria si se usa
factor de agrupamiento
en diseño

3.- RESIDENCIAS

NTIE 202-10-a2

MAXIMO=20 Amps. 2550 W

$I \times V \times f.p.$

4.- PORTALAMPARAS "SENCILLO"

NTIE 202-11-a

Capacidad menor de 600 W :

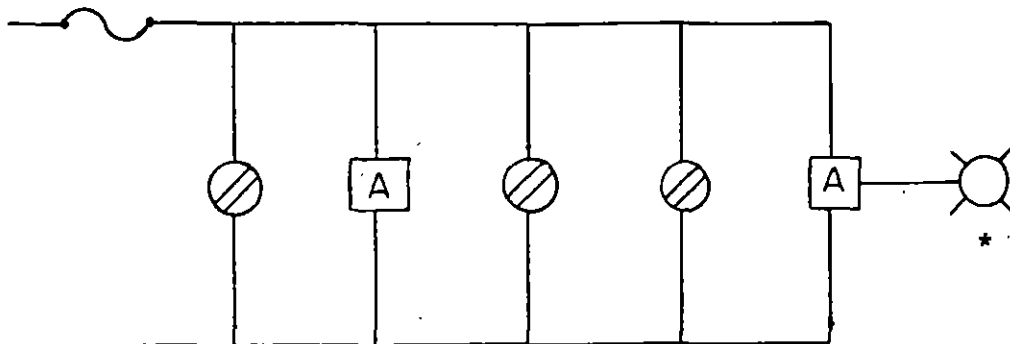
Soquets

Base FL.

Base SL.

MAXIMO=20 Amps. 2550 W =BASE MOGUL

CIRCUITO PARA APARATOS



□ A Aparatos

⊗ Carga definida

⊘ Contactos

* Alumbrado integral

a) - Para cargas definidas (aparatos, no motor)

b).- Para cargas indefinidas

LA CAPACIDAD DEL CIRCUITO QUEDA DEFINIDA POR
LA CAPACIDAD DEL DISPOSITIVO DE PROTECCION

Especificaciones de la capacidad de los circuitos :

- * Circuito de 15 Amps.
- * Circuito de 20 Amps.
- * Circuito de 30 Amps.
- * Circuito de 40 Amps.
- * Circuito de 50 Amps.

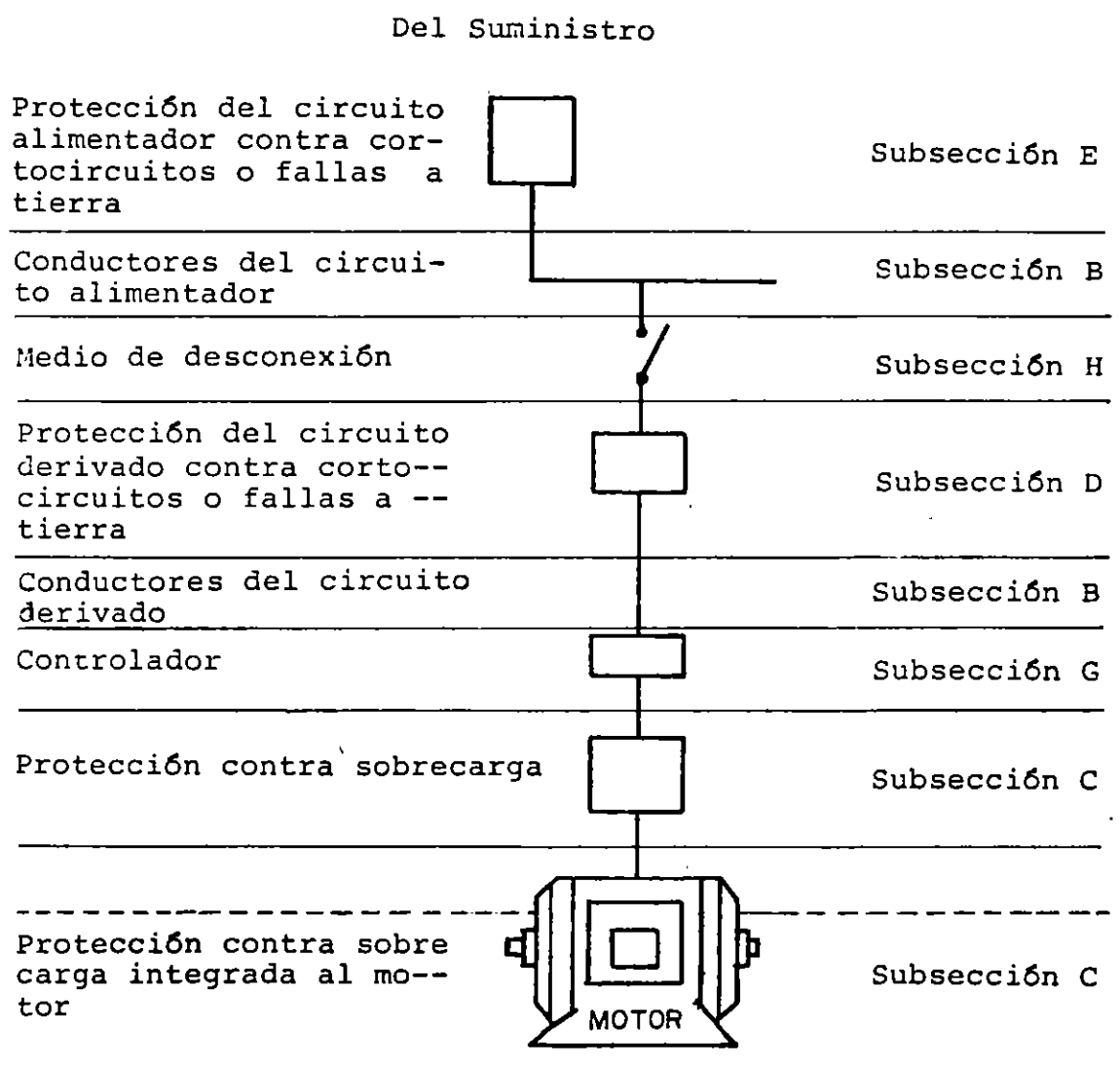
LIMITACION EN TENSION :

SE APLICA TAMBIEN NTIE-202-5-b (1.2-Circuito general)

ELEMENTOS INTEGRANTES :

Figura 403.1

Diagrama que muestra la forma en que está
dividida la Sección 403



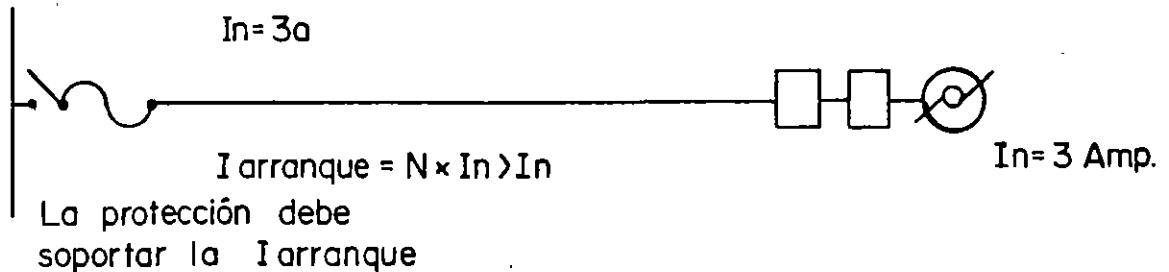
Otras subsecciones que aparecen en esta sección:

Generalidades	Subsección A
Circuitos de control de motores	Subsección F
Requisitos para tensiones mayores de 1,000 Volts. .	Subsección I
Conexión a tierra	Subsección J

CAPACIDAD DE UN CIRCUITO DE FUERZA

CAPACIDAD DEL CIRCUITO $\neq$ CAPACIDAD DEL MEDIO DE PROTECCION DEL CIRCUITO

$$\underline{\text{CAPACIDAD}} = \underline{\text{CAPACIDAD PERMISIBLE DE SUS CONDUCTORES}}$$



La capacidad permisible de los conductores que abastecen a un motor es 125 % de la corriente nominal a plena carga del motor. (NTIE 403.14)

EXCEPCIONES: S/NTIE: Cuando el servicio sea:

De "corto tiempo" — Intermitente — Periódico — Variable en lugar del 125 % usar factores de la tabla siguiente:

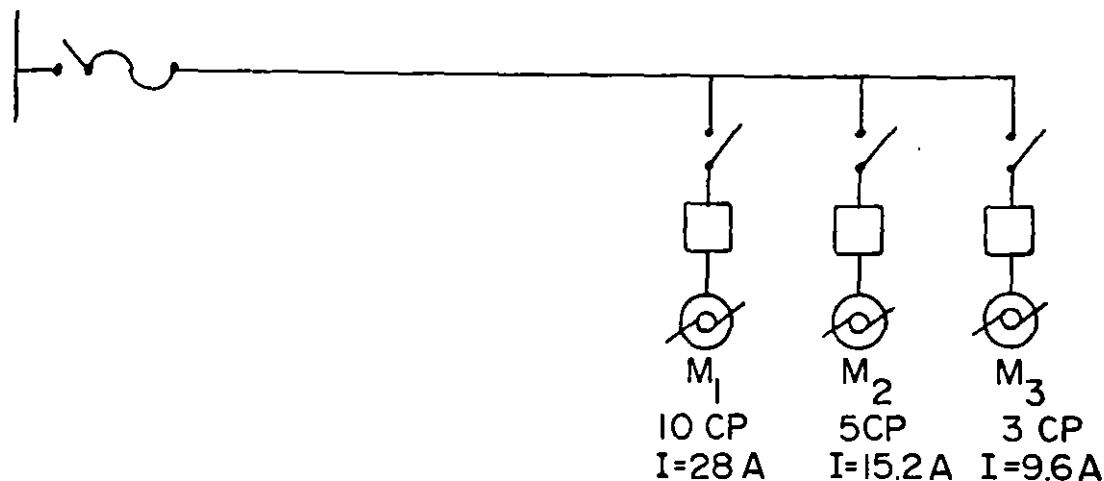
ARTICLE 430—MOTOR CIRCUITS, CONTROLLERS 70-295

Table 430-22(a) Exception. Duty-Cycle Service

Classification of Service	Percentages of Nameplate Current Rating			
	5-Minute Rated Motor	15-Minute Rated Motor	30 & 60 Minute Rated Motor	Continuous Rated Motor
Short-Time Duty Operating valves, raising or lowering rolls, etc.	110	120	150	...
Intermittent Duty Freight and passenger elevators, tool heads, pumps, drawbridges, turntables, etc. For arc welders, see Section 630-21	85	85	90	140
Periodic Duty Rolls, ore and coal-handling machines, etc.	85	90	95	140
Varying Duty	110	120	150	200

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

$$\text{Capacidad permisible} = 1.25 I_{\text{Mayor}} + \sum I_i$$



Ejemplo: $1.25 \times 28 + 15.2 + 9.6 = 59.8$

70-258

NATIONAL ELECTRICAL CODE

Table 430-148. Full-Load Currents in Amperes

Single-Phase Alternating-Current Motors

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

To obtain full-load currents of 208- and 200-volt motors, increase corresponding 230-volt motor full-load currents by 10 and 15 percent, respectively.

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

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

NTIE-81

Tabla 403.94

MOTORES MONOFASICOS DE CORRIENTE ALTERNA
CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES DE .

LOS SIGUIENTES VALORES DE CORRIENTE A PLENA CARGA SON PARA MOTORES QUE FUNCIONEN A VELOCIDADES NORMALES Y CON CARACTERISTICAS DE PAR TAMBIEN NORMALES. LOS MOTORES DE VELOCIDAD ESPECIALMENTE BAJA O DE ALTO PAR MOTOR PUEDEN TENER CORRIENTES A PLENA CARGA MAYORES Y LOS DE VELOCIDADES MULTIPLES TENDRAN UNA CORRIENTE A PLENA CARGA QUE VARIA CON LA VELOCIDAD; EN ESTOS CASOS DEBE USARSE LA CORRIENTE A PLENA CARGA INDICADA EN LA PLACA DE DATOS.

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

21 TABLA 403.93

CORRIENTE A PLENA CARGA EN AMPERES, DE MOTORES
DE CORRIENTE DIRECTA

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

LOS VALORES DADOS EN ESTA TABLA SON PARA MOTORES
FUNCIONANDO A SU VELOCIDAD NORMAL.

CIRCUITOS DERIVADOS - REQUERIDOSANALIZAR:

- 1- Cantidad suficiente para alimentar a toda la carga definida.
- 2- Las limitaciones de cada tipo de circuito.
- 3- La posición relativa de salidas y de los tableros, y su influencia en la caída de tensión en los circuitos derivados y alimentadores.
- 4- Establecer una distribución UNIFORME de la carga.
- 5- Se recomienda:

INDEPENDIZAR los circuitos de alumbrado
de los circuitos de mas de 3 Amp. C/U.
(para planchas, parrillas, refrigeradores, etc.)

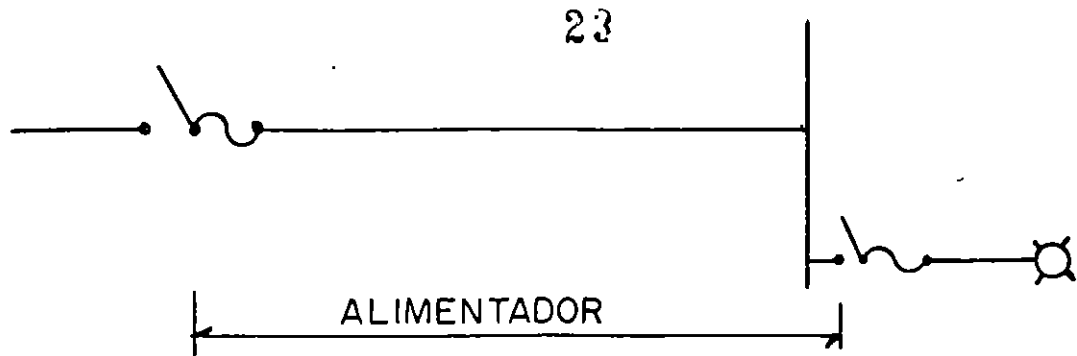
6- En residencias

NTIE - 204.3b :

2 circuitos de 20 Amp., independientes, para contactos de :

- COCINA
- LAVADO
- SALA
- COMEDOR

CIRCUITOS ALIMENTADORES



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

CALIBRE

DEBE TENER UNA CAPACIDAD NO MENOR A LA DEMANDA MAXIMA DETERMINADA.

NTIE.203-2,204-7

Calibre mínimo : # 10 AWG (5.26 mm²) NTIE-203-2

DEMANDA MAXIMA: es :

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

FACTOR DE DEMANDA

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

DETERMINACION DE FACTORES DE DEMANDA

PARA:

ALUMBRADO
GENERAL

_____ SEGUN NTIE 204.8 a (PAG.PROX.)

CONTACTOS

CARGA INDEFINIDA :
ESTIMAR 180 W/Ø
Y APLICAR
NTIE 204.8 a

APARATOS

UN [A]/Ø F.D.=100 %

DOS O MAS [A]/Ø
F.D.= 75 %

[A] CALEFACCION
F.D.= 100 %

MOTORES

SE CONSIDERA NORMA :
CIRCUITO PARA DOS O
MÁS MOTORES
NTIE 403.16

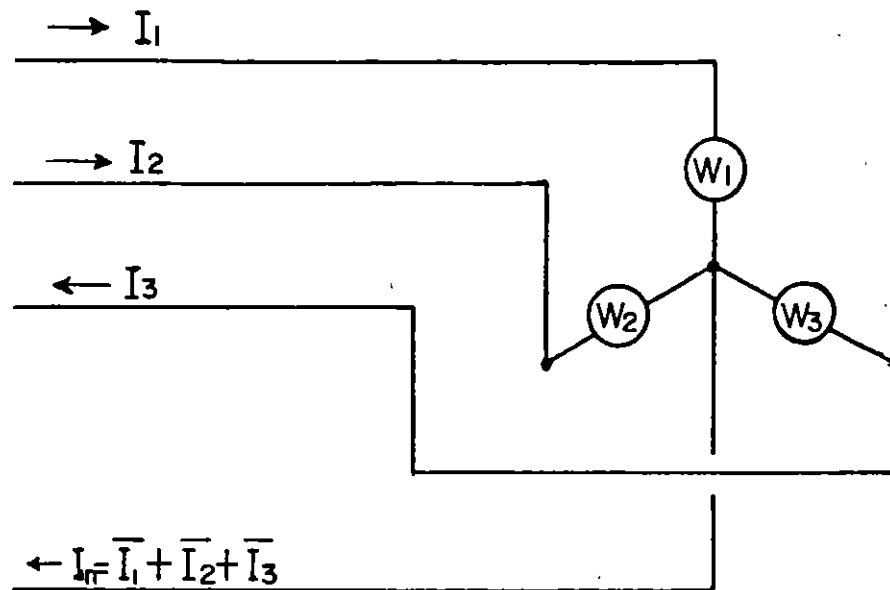
NTIE-8I
TABLA 204.8 a

Factores de demanda para el cálculo de alumbrado
general en alimentadores.

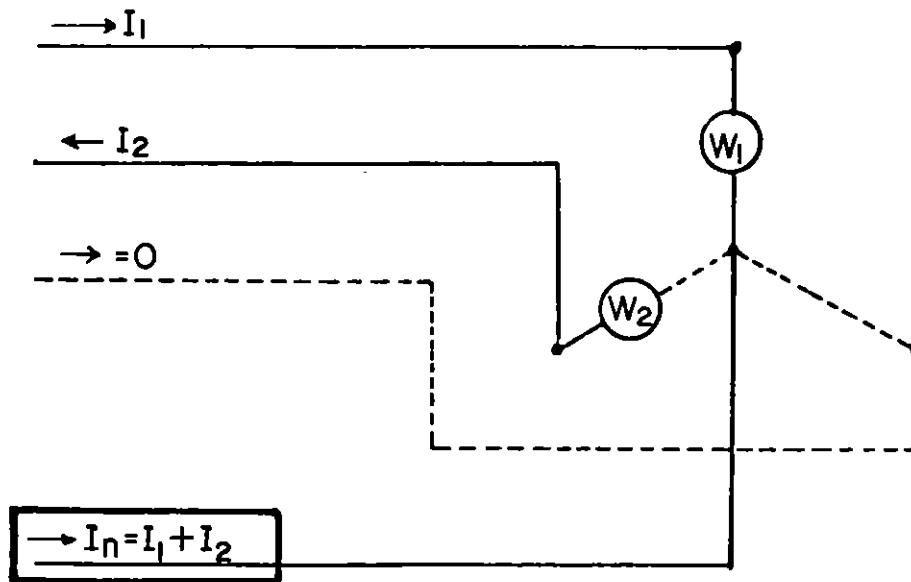
Tipo de local	Parte de la carga de alumbrado general a que se aplica el factor de demanda	Factor de demanda en el alimentador
Casas habitación	Primeros 3,000 Watts o menos Exceso sobre 3,000 Watts	100 % 35 %
** Hoteles	Primeros 20,000 Watt o menos Exceso sobre 20,000 Watts	50 % 40 %
** Hospitales	Primeros 50,000 Watts o menos Exceso sobre 50,000 Watts	40 % 20 %
Edificios de Oficinas. Escuelas	Primeros 20,000 Watts o menos Exceso sobre 20,000 Watts	100 % 70 %
Otros locales	Carga total de alumbrado general	100 %

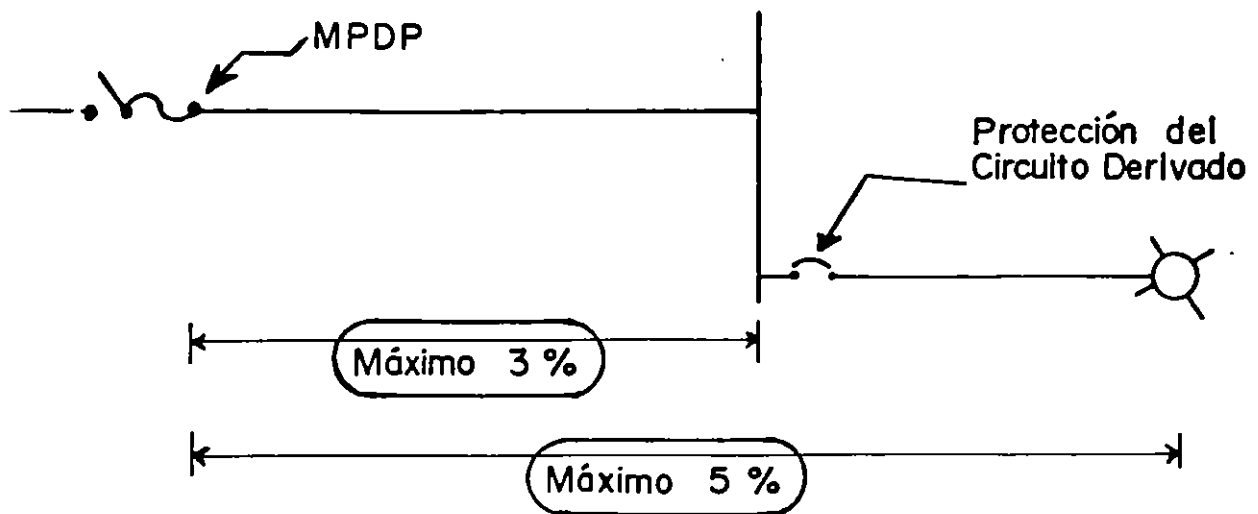
* Factor de demanda: relación entre la demanda máxima del circuito y la carga conectada al mismo

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



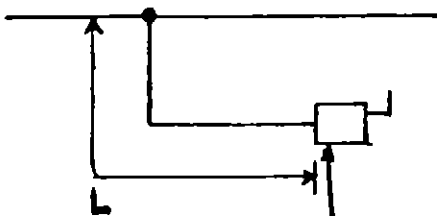
SÍ $W_1 > W_2 > W_3 \rightarrow$ CONSIDERAR "DESEQUILIBRIO MAXIMO"





DERIVACIONES

NTIE-203-7

 $L > 10 \text{ m} :$

- DERIVACION MISMA CAPACIDAD DE ALIMENTADOR.

 $L \leq 10 \text{ m} :$

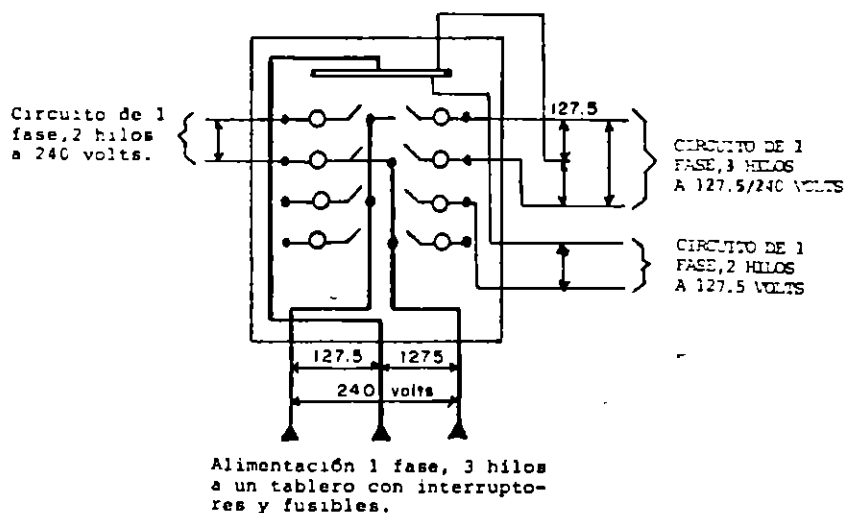
- DERIVACION PUEDE TENER $1/3$ DE LA CAPACIDAD DEL ALIMENTADOR, PERO CON SUFICIENTE CAPACIDAD PARA LA CARGA.*
- TERMINAR EN UN DISPOSITIVO DE SOBRECORRIENTE DE LA MISMA CAPACIDAD DE LA DERIVACION.

* NO SI $L \leq 3 \text{ m}$.

OBJETIVOS:

- ① DISTRIBUIR LA ENERGIA ELECTRICA, POR GRUPOS O ZONAS DE UTILIZACION, DERIVANDO DE EL LOS CIRCUITOS.
- ② PROTEGER A LOS CIRCUITOS DERIVADOS
- ③ CENTRO DE OPERACION DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

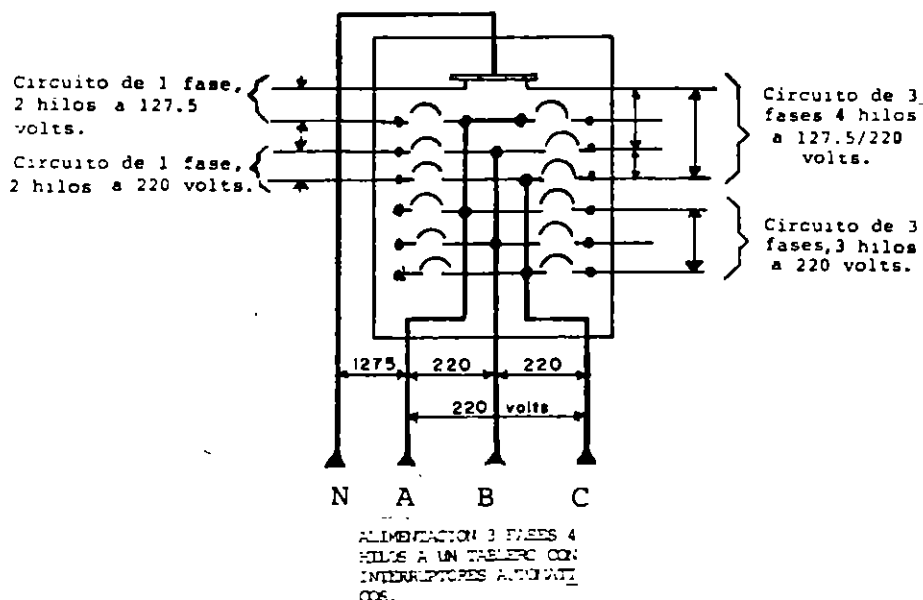
CARACTERISTICAS PRINCIPALES:



LOS TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

Contienen:

- 1.- Barras alimentadoras de corriente y neutra.
- 2.- Interrupción.
 - a).- Interruptores
 - b).- Interruptores automáticos
 - c).- Ninguno
- 3.- Protección del circuito.
 - a).- Fusibles
 - b).- Interruptores automáticos



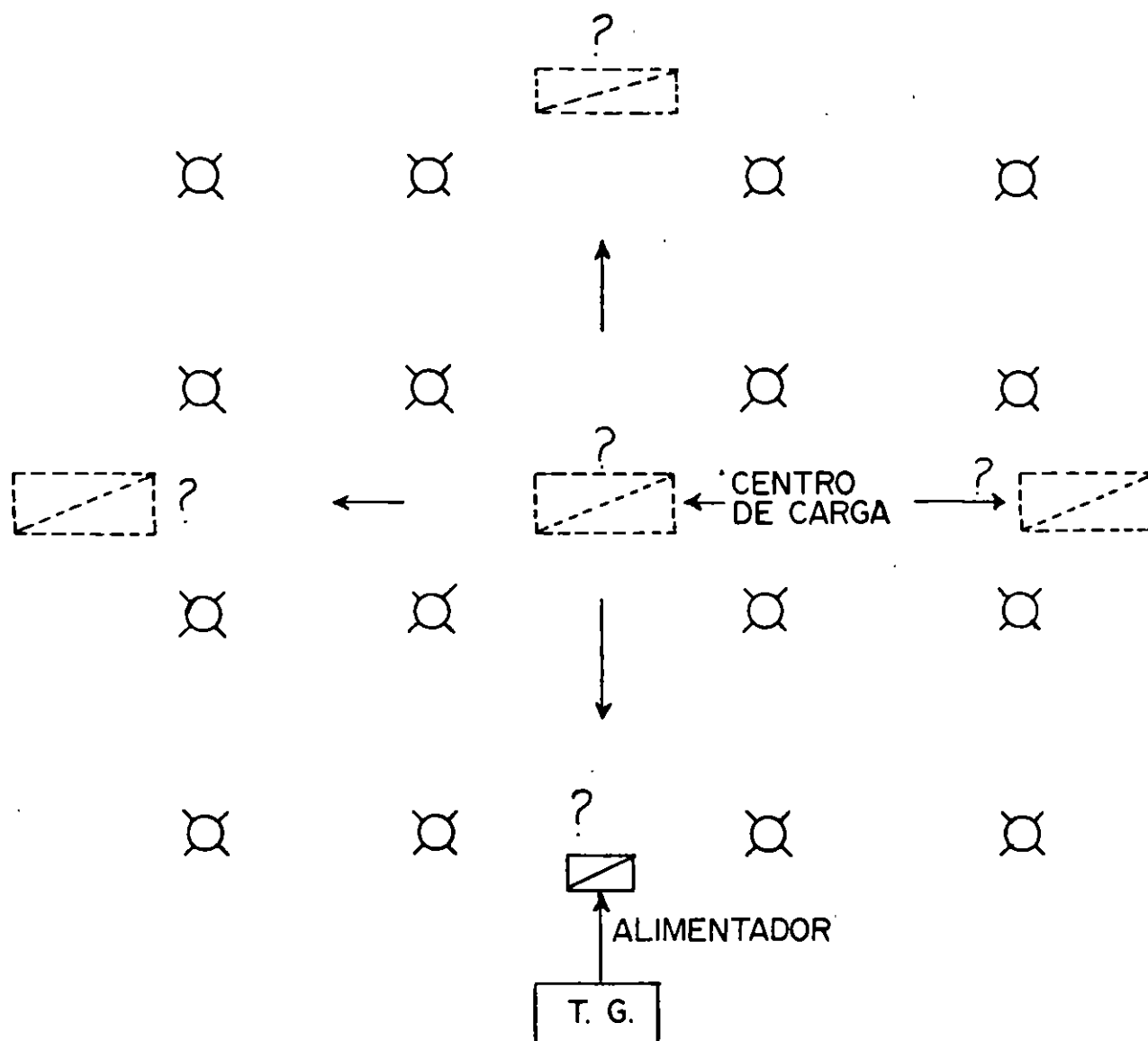
TABLEROS DE DISTRIBUCION

USOS:

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

PRINCIPALES CONDICIONES A ANALIZAR RELATIVAS A LOS TABLEROS

- 1).- CANTIDAD DE CIRCUITOS (MAX 42)
- 2).- USO
- 3).- LOCALIZACION RELATIVA A LAS CARGAS QUE CONTROLA. (CENTRO DE CARGA).
- 4).- LOCALIZACION RELATIVA A LA TRAYECTORIA DE SU ALIMENTADOR.
- 5).- ACCESIBILIDAD



¿ CUAL ES LA UBICACION CORRECTA DEL CENTRO DE CARGA ?

TABLEROS DE CIRCUITOS DERIVADOS

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

NORMAS GENERALES PARA LA SELECCION DE UN TABLERO DE CIRCUITOS DERIVADOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
Y PARA EDIFICIOS

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

CONDUCTORS, CONDICIONES DE DISEÑO

ING. LAZARO PONCE DIAZ

CONCEPTOS BASICOS SOBRE CONDUCTORES ELECTRICOS

- 1.0 DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES
- 2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
- 3.0 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES
- 4.0 SELECCION DE LOS CONDUCTORES

ING. LAZARO PONCE DIAZ

/

1.0 DESCRIPCION DE LOS CONDUCTORES

1.1 DEFINICION

Son conductores eléctricos aquellos materiales que permiten el paso continuo de la corriente eléctrica, a través de ellos, con poca resistencia.

1.2 MATERIALES

Los materiales más usados para la fabricación conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

CARACTERISTICAS	COBRE	ALUMINIO
Peso específico (g/cm ³)	8.9	2.7
Conductividad eléctrica (%)	100	61
Resistividad a 20 °C (ohm-m/mm ²)	0.0172	0.03
Tensión de ruptura (kg/cm ²)	31	18

1.3 CONFIGURACION FISICA

ALAMBRE	Formado por un hilo sólido de sección circular.
CABLE	Formado por varios hilos reunidos en formación geométrica.
CORDON	Formado por varios hilos reunidos al azar.
SOLEF	Formado por una barra o lámina de sección rectangular.

Los conductores se fabrican desnudos o aislados. Los primeros se usan en líneas aéreas en el exterior de los edificios o enterrados para sistemas de tierras.

Los conductores aislados se usan, comúnmente, en el interior de los edificios.

1.4 TAMANO DE LOS CONDUCTORES

El tamaño de los conductores se define por el área de su sección transversal en mm².

También se define en:

- Calibre AWG, nomenclatura de la American Wire Gauge
- CM (circular mills), cuando el área transversal tiene un diámetro de una milésima de pulgada (1 mm²=1960 CM)

2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

El aislamiento sirve para confinar la corriente y el campo eléctrico en la masa del conductor.

La selección de los aislamientos se hace en función de los diferentes factores que puedan influir en su uso y aplicación, tales como: tensión, temperatura ambiente, temperatura de operación, condiciones mecánicas de instalación, medio ambiente (humedad, intemperismo, solventes, aceites, etc.).

Los materiales aislantes, usuales actualmente, en la elaboración de conductores, son los siguientes:

		Tensión de operación
Elastómeros,	Butilo, EP (etileno propileno)	0.8 a 48 kV
Termoplásticos	PVC (policloruro de vinilo)	0.8 a 15 kV
Termofijos	XLP (polietileno de cadena cruzada)	0.8 a 69 kV
Papel impregnado		2 a 69 kV

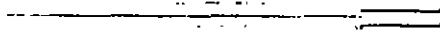
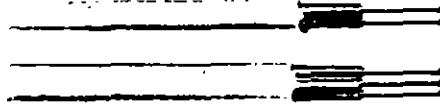
Las tensiones de operación en edificios son menores de 800 V, excepto, las acometidas a subestaciones interiores de 15 o de 23 kV.

En las siguientes hojas se muestran algunos de los conductores aislados fabricados por CONDUMEX, S.A., otros fabricantes (CONDUCTORES MONTERREY, CONELEC) ofrecen productos similares.



CONDUMEX

ALAMBRES Y CABLES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
205.1 .3 Alambres TW 600 volts		Alambre de cobre suave. Aislamiento de PVC de 60°C.	Uso general para instalaciones en interior de locales con ambiente seco o húmedo.
205.2 Alambres TWD		Dos alambres de cobre suave con aislamiento de PVC 60°C con identificación longitudinal.	Instalaciones fijas, visibles, directamente situadas sobre muros y en instalaciones provisionales.
205.1 .3 Cables TW 600 volts		Cable concéntrico de cobre suave con aislamiento de PVC de 60°C.	Uso general para instalaciones en interior de locales con ambiente seco o húmedo.
210.1 .3 Alambres Vinanel 900 600 volts (Tipo THW)		Alambre de cobre suave. Aislamiento de PVC de 75/90°C.	Uso general en industrias, hoteles, edificios públicos, bodegas, etc. Instalación en locales con ambiente seco o húmedo.
210.2AB Alambres Vinanel Planos Bipolar o Tripolar 600 volts (Tipo NMC)		Dos o tres alambres de cobre suave aislados individualmente con PVC-90°C y con cubierta común de PVC.	Es ideal para la industria pequeña y el hogar en circuitos de alumbrado y alimentación de motores y aparatos domésticos.
210.1 .3 Cables Vinanel 900 600 volts (Tipo THW)		Cables de cobre suave concéntrico aislado con PVC de 90°C.	Uso general en industrias, edificios públicos, hoteles, bodegas, etc. Instalación en locales con ambiente seco o húmedo.
210.4 Cables Vinanel Trifásicos 600 volts (Tipo MTW)		Tres cables de cobre suave, individualmente aislados con PVC de 90°C, torcidos y con cubierta de PVC.	Instalaciones industriales de bajo voltaje. Alimentación de máquinas y herramientas.



CONDUMEX

ALAMBRES Y CABLES PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION



Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
210.5 .6 Alambres y Cables Vinanel Nylon 600 volts (Tipos THWN/THHN)		Alambre y cable de cobre suave, aislamiento de PVC 75/90°C y forro exterior de nylon.	Uso general en industrias, edificios, hoteles, bodegas y donde, se requiera gran resistencia a los aceites y gasolina.
245.3 Cables para alumbrado neón		Cable concéntrico de cobre suave con aislamiento de polietileno de 75°C y cubierta de PVC.	Alimentación a anuncios luminosos de gas neón.
905.1 Alambres y Cables Vulcanel XLP 600 volts (Tipo XHHW)		Conductor de cobre suave con aislamiento de polietileno vulcanizado 75//90°C.	Uso general para instalaciones en el interior de locales con ambiente seco o, húmedo.
930.1 Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv		Conductor de cobre suave, Pantalla semiconductor extruida. Aislamiento de polietileno vulcanizado. Cubierta de PVC.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.
930.1 Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv Con neutro concéntrico		Conductor de cobre suave. Pantalla semiconductor. Aislamiento de polietileno vulcanizado. Cubierta semiconductor. Hilos de tierra.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.
930.1 Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv		Conductor de cobre suave estañado. Aislamiento EP cubierta de Neopreno.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.
930.1 Cables para Alumbrado de pistas de Aeropuertos 5 Kv Con neutro concéntrico		Conductor de cobre suave. Aislamiento de Sinterax o de polietileno vulcanizado. Blindaje/armadura de hilos de cobre y cubierta de PVC.	Cables especiales para conexión de circuitos de alumbrado en serie de pistas de aterrizaje y rodamiento de aviones. Especiales para enterrarse directamente.



CONDUMEX

CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
235.1 .2 .3	Cables con céntricos para acometidas, 600 Volts.		Cable de dos conductores concéntricos de cobre o alu- minio. El conductor externo puede ser trenzado o enro- llado en hélice. Aislamiento de PVC y cubierta de polie- tileno.	Acometidas aéreas en baja tensión. Su diseño evita frau- des por derivaciones toma- das antes de la llegada al medidor.
240 1 2	Polanel, Alambre y Cable.		Conductor de cobre sólido o cableado provisto de un fo- rro de polietileno resistente a la intemperie.	Sistemas de distribución aé- rea primaria y secundaria en zonas arboladas y plantas in- dustriales con ambiente co- rrosivo.
240 3 4 915.1 2	Cables Neutranel de Cobre y Aluminio.		Uno, dos o tres conductores de cobre o aluminio con ais- lamiento de polietileno, reu- nidos con un conductor des- nudo que constituye al neu- tro.	Sistemas de distribución aé- rea en baja tensión. Su ins- talación es mas económica que la tradicional línea abier- ta.
280.1	Sintenax, un conductor, 1000 Volts.		Conductor de cobre suave, aislamiento de Sintenax y cubierta exterior vinilica ne- gra.	Sistemas de distribución en bajo voltaje e instalaciones eléctricas en general.
280 2 .3 .4	Sintenax, un conductor, 6, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre, aisla- miento de Sintenax, cintas semiconductoras y pantalla metálica en 15 y 23 KV. Cu- bierta exterior roja.	Sistemas de distribución de energía eléctrica en 6, 15 y 23 KV entre fases. Pueden ser instalados en ductos o charolas.



CONDUMEX

CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
285.1 .5 .6	Sintenax tripolares, 1000 Volts.		Tres conductores sectoriales de cobre, aislamiento de Sintenax en colores. Cubierta exterior vinilica (puede llevar armadura de flejes de acero o conductor neutro concéntrico).	Sistemas de distribución de energía eléctrica en bajo voltaje. El cable armado puede enterrarse directamente.
285.2 .3	Sintenax tripolares, 6 y 15 KV.		Tres conductores redondos de cobre, aislamiento de Sintenax, semiconductora y pantalla metálica en 15 KV, cinta reunidora de cobre en 6 KV o armadura de flejes de acero y cubierta exterior vinilica roja.	Sistemas de distribución de energía eléctrica en 6 y 15 KV. Puede ser instalado en charolas, ductos subterráneos o directamente enterrado cuando el cable sea armado.
285.4	Sintenax triplex, 23,000 Volts.		Tres conductores redondos de cobre, semiconductora sobre conductor, aislamiento de Sintenax, pantalla electrostática sobre aislamiento y cubierta exterior vinilica roja.	Acometidas industriales en alta tensión. Pueden ser instalados en charolas y en ductos aéreos o subterráneos.
605.1	Cables tripolares tipo BPT, 1,000 Volts.		Tres conductores de cobre (redondos o sectoriales), aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de baja tensión. Instalación en ductos subterráneos.
605.2 .3	Cables Monopolares tipo PT, 6 y 23 KV.		Conductor redondo de cobre, pantalla semiconductora sobre conductor, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática en 23 KV, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 6 y 23 KV. Instalación en ductos subterráneos.



CONDUMEX

CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
610.5 640.1 650.1 670.1	Cables tripolares, 1000 Volts.		Tres conductores sectorales de cobre o aluminio, aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo, protección exterior de polietileno o PVC, o armado con flejes de acero con una capa de yute asfaltado.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de baja tensión. Pueden ser instalados en charolas, ductos o enterrarse directamente cuando el cable sea armado.
610.6	Cables tripolares 6, 15 y 20 KV.		Tres conductores de cobre redondos o sectorales, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática en 15 y 20 KV, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno o PVC, o armadura de flejes con una capa de yute asfaltado.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 6, 15 y 20 KV entre fases. Los cables armados pueden enterrarse directamente.
610.8	Cables de energía tres plomos, 15 y 23 KV.		Tres conductores redondos de cobre, pantalla semiconductora, aislamiento de papel impregnado, pantalla electrostática, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno o PVC.	Distribución de energía eléctrica en sistemas de 15 y 23 KV entre fases. Puede instalarse en charolas o en ductos.
615.3	Cables bipolares, 8,000 Volts.		Dos conductores de cobre dispuestos uno al lado del otro, cintas semiconductoras, aislamiento de papel impregnado, cubierta de plomo y protección exterior de polietileno negro.	Sistemas de alumbrado público.



CONDUMEX

CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
620.1 .2	Cables monopola- res, tipo Pirelli, 69 KV. y 115 KV.		Conductor hueco, pantalla semiconductora sobre con- ductor, aislamiento de papel impregnado en aceite, pan- talla electrostática, forro de plomo, refuerzos y cubierta externa de PVC.	Distribución de energía eléc- trica en sistemas de alta ten- sión.
630.1 .2	Cable tipo entubado, 115 KV. y 230 KV.		Conductor redondo o seg- mental de cobre, aislamiento de papel impregnado en aceite, pantalla electrostáti- ca sobre el aislamiento y alambres de deslizamiento.	Distribución de energía eléc- trica en sistemas de alta ten- sión. Las tres fases se ins- talan dentro de un tubo de acero con aceite a alta pre- sión (200 psi).
905.2-5	Cables de energía Vul- canel XLP, 5, 8, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre o alumi- nio, pantalla semiconducto- ra sobre conductor, aisla- miento de polietileno de ca- dena cruzada, pantalla elec- trostática y cubierta de PVC.	Está diseñado para usarse en todos los tipos de circuitos de distribución de potencia.
905.6 10	Cables de Energía Vul- canel EP, 5, 8, 15, 23 y 35 KV.		Conductor de cobre o alumi- nio, pantalla semiconducto- ra sobre conductor, aisla- miento de etileno-propileno, pantalla electrostática y cu- bierta de PVC.	Está diseñado para usarse en todo tipo de circuitos de distribución de potencia.
905.11 14	Cables Vul- canel XLP para plantas químicas, 15 y 23 KV.		Conductor de cobre suave, pantalla semiconductora so- bre conductor, aislamiento de polietileno de cadena cruzada, pantalla electro- stática de plomo y cubierta de PVC.	Distribución de energía eléc- trica en refinerías de petró- leo y plantas petroquímicas.



CONDUMEX

CABLES DE ENERGIA

Producto No	Tipo o nombre Comercial	DISEÑO	DESCRIPCION	APLICACIONES
925.1	Cable de energía Vulcanel EP-DRS, 15 y 23 KV.		Conductor de aluminio, pantalla semiconductora sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, cubierta semiconductora sobre aislamiento y conductor neutro de cobre estañado.	Distribución de energía eléctrica en circuitos primarios monofásicos subterráneos en zonas residenciales. Se instalan directamente enterrados.
925.2	Cable de energía Vulcanel EP-DCS, 15 y 23 KV.		Conductor de aluminio, pantalla semiconductora sobre conductor, aislamiento de etileno-propileno, pantalla electrostática y cubierta de PVC.	Distribución de energía eléctrica en todo tipo de circuitos de distribución comercial subterránea (DCS). Instalación en bancos de ductos.
925.3	Cable de energía Vulcanel XLP-DRS, 600 Volts.		Conductor de cobre suave o aluminio y aislamiento de polietileno vulcanizado.	Distribución de energía eléctrica en circuitos secundarios en zonas residenciales. Se instalan directamente enterrados.

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

11

Calibre MCM AWG	Torcido Clase	No. de Hilos	Area mm ²	Peso Aprox. Kg/Km	Diámetro Exterior Aprox. mm	Amps.	DURO		SEMI-DURO		SUA.	
							Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos	Resistencia 20° C y CC Ohms/Km	Carga de Ruptura Kilos
1000	B-A	61	506	4595	29.31	1300	0.0361	21788	0.0359	15898	0.0347	13256
1000	AA	37	506	4595	30.05	1300	0.0361	19880	0.0359	15600	0.0347	13180
900	B-A	61	456	4135	27.81	1220	0.0401	19731	0.0399	14376	0.0385	12630
900	AA	37	456	4135	28.02	1220	0.0401	19226	0.0399	14183	0.0385	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	11862	0.0463	9879
700	B-A	61	354.2	3216	24.52	1040	0.0516	14745	0.0513	11278	0.0496	9333
700	AA	37	354.2	3216	24.48	1040	0.0516	14139	0.0513	11072	0.0496	9226
650	B-A	61	329.1	2988	23.63	990	0.0555	13700	0.0552	10511	0.0534	8690
650	AA	37	329.1	2988	23.60	990	0.0555	13213	0.0552	10283	0.0534	8569
600	B	61	304.0	2757	22.73	940	0.0602	12447	0.0598	10788	0.0578	8080
600	A-AA	37	304.0	2757	22.63	940	0.0602	12256	0.0598	9553	0.0578	7911
550	B	61	278.6	2528	21.67	895	0.0656	11701	0.0653	9065	0.0631	7234
550	A-AA	37	278.6	2528	20.65	895	0.0656	11204	0.0653	8759	0.0631	7049
500	B-A	37	253.2	2298	20.70	840	0.0721	10211	0.0718	7961	0.0694	6591
500	AA	19	253.2	2298	20.60	840	0.0721	9957	0.0718	7856	0.0694	6591
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		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	
350	A	19	177.2	1609	17.22	670	0.103	7072	0.103	5334	0.0991	
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	126.6	1149	14.60	540	0.144	5244	0.144	4061	0.139	3429
250	A	19	126.6	1149	14.58	540	0.144	5153	0.144	4008	0.139	3295
250	AA	12	126.6	1149	15.24	540	0.144	5049	0.144	3954	0.139	3295
4/0	B	19	107.2	972.2	13.41	480	0.170	4362	0.170	3392	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	2636	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	1725	0.329	1447
1/0	A-AA	7	53.48	484.9	9.35	310	0.340	2155	0.340	1680	0.329	1391
1	B	19	42.41	383.0	8.66	270	0.429	1768	0.429	1378	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	33.62	304.0	7.42	230	0.539	1381	0.539	1071	0.520	910
2	AA	3	33.62	304.0	8.13	240	0.539	1321	0.539	1043	0.520	875
3	B-A	7	26.67	240.7	6.60	200	0.682	1104	0.682	855	0.657	722
3	AA	3	26.67	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	663	0.825	572
4	AA	3	21.15	190.8	6.45	180	0.856	852	0.856	663	0.825	550
5	B	7	16.76	152.1	5.23	150	1.850	681	1.85	531	1.05	454
6	B	7	13.30	119.9	4.67	130	1.310	550	1.31	424	1.32	360
7	B	7	10.55	95.68	4.16	112	1.730	443	1.73	347	1.67	
8	B	7	8.37	75.68	3.71	92	2.180	353	2.18	277	2.10	
9	B	7	6.76	60.16	3.30	85	2.740	280	2.74	221	2.65	180
10	Ⓢ	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	
	mm.	pulg.	mm. cuadrados	mm. circulares		Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínima	Resistencia Máxima OHMS por Km. 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en Kilos Mínima	Resistencia en OHMS por km. a 20°C y CC	Carga de Ruptura a la Tensión en kilos Mínim.
4/0	11.684	.4600	107.20	211.600	953.0	.16552	3693.665	.16467	3166.128	.16080	2713.888
3/0	10.404	.4096	85.03	167.800	756.0	.20870	3049.099	.20765	2570.551	.20276	2152.332
2/0	9.266	.3648	67.43	133.100	599.0	.26317	2503.418	.26182	2086.106	.25568	1706.897
1/0	8.251	.3249	53.48	105.500	475.0	.33171	2048.911	.33006	1691.928	.32242	1353.542
1	7.348	.2893	42.41	83.690	377.0	.42292	1672.876	.42062	1371.686	.40651	1103.155
2	6.544	.2576	33.63	66.370	299.0	.53316	1362.160	.53053	1111.320	.51282	874.994
3	5.827	.2294	27.67	52.640	237.1	.67227	1106.330	.66866	899.942	.64635	694.000
4	5.189	.2043	21.15	41.740	188.0	.84781	893.592	.84321	718.502	.81532	550.200
5	4.621	.1819	16.77	33.100	149.0	1.0689	721.677	1.0633	573.350	1.0279	436.317
6	4.115	.1620	13.30	26.250	118.0	1.3478	580.608	1.3409	458.136	1.2963	346.051
7	3.665	.1443	10.55	20.820	93.8	1.6998	467.208	1.6910	365.873	1.6345	274.428
8	3.264	.1285	8.366	16.510	74.4	2.1434	374.673	2.1323	292.073	2.0611	217.637
9	2.906	.1144	6.634	13.090	59.0	2.7028	299.920	2.6887	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	148.599	4.1340	112.496
12	2.053	.08081	3.309	6.530	29.4	5.4202	152.863	5.3906	118.661	5.2102	89.580
	1.828	.07196	2.624	5.178	23.3	6.8343	121.565	6.7982	94.711	6.5718	71.033
	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	0.8108	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		26.4153	17.667
20	.8118	.03196	.5176	1.022	4.60	34.6473	24.530	34.4505		33.3021	14.011
21	.7229	.02846	.4105	810.1	3.65	43.6701	19.4365	43.4404		41.9968	11.1132
22	.6438	.02535	.3255	642.4	2.89	55.0879	15.5403	54.7926		52.9553	8.8134
23	.5733	.02257	.2582	509.5	2.30	69.4587	12.3401	69.0978		66.8011	6.9899
24	.5106	.02010	.2047	404.0	1.82	87.5698	9.8295	87.1433		84.2232	5.7561
25	.4547	.01790	.1624	320.4	1.44	110.4384	7.8291	109.8806		106.2059	4.5677
26	.4049	.01594	.1288	254.1	1.14	139.2456	6.2279	138.5238		133.8956	3.6210
27	.3606	.01420	.1021	201.5	.908	175.5991	4.9533	174.6804		168.8730	2.8718
28	.3211	.01264	.08098	159.8	.720	221.4347	3.9454	220.2863		212.9369	2.2775
29	.2859	.01126	.06422	126.7	.571	279.2131	3.1380	277.7694		268.5170	1.8057
30	.2546	.01025	.05093	100.5	.453	352.0513	2.4957	350.4108		338.5992	1.4320
31	.2268	.008928	.04039	79.70	.359	443.9193	1.9849	441.6226		426.8581	1.1358
32	.2019	.007950	.03203	63.21	.285	559.7386	1.5807	557.1138		538.4121	.9006
33	.1798	.007080	.02540	50.13	.226	706.0712	1.25737	702.4621		678.8389	.71442
34	.1601	.006305	.02014	39.75	.179	890.1353	0.99973	885.5419		1079.4490	.56654

Carga de ruptura:— La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta 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 97.5% Conductividad IACS Unidades Métricas

Calibre Conductor	Número de Hilos	Resistencia Ohmica por Conductor por Kilómetro				Radio Geométrico Medio	Reactancia p.c. Conductor por Km. 60 cps 305 mm. de separación ²
		Corriente Continua		Corriente Alterna 60 cps			
		20°C	50°C	20°C	50°C		Inductiv
AWG o MCM		ohms.	ohms	ohms	ohms	mm.	ohms.

Sólido

10	1	3.361	3.7424	3.361	3.7424	1.0089	0.4306
8	1	2.114	2.3612	2.114	2.3612	1.2710	0.4132
6	1	1.330	1.4851	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	0.4642	0.4171	0.4645	2.8621	0.3520
1/0	1	0.3307	0.3682	0.3310	0.3686	3.2126	0.3433
2/0	1	0.2634	0.2923	0.2639	0.2929	3.6088	0.3346
3/0	1	0.2080	0.2318	0.2086	0.2325	4.0608	0.3258
4/0	1	0.1649	0.1838	0.1656	0.1847	4.5507	0.3170

Cableado

4	7	0.8524	0.9492	0.8524	0.9492	2.1397	0.3739
4	3	0.8444	0.9432	0.8444	0.9432	2.1885	0.3722
3	7	0.6760	0.7556	0.6766	0.7562	2.3957	0.3654
3	3	0.6698	0.7481	0.6698	0.7481	2.4628	0.3633
2	7	0.5362	0.5990	0.5362	0.5996	2.6914	0.3566
2	3	0.5310	0.5934	0.5312	0.5947	2.7554	0.3548
1	7	0.4253	0.4753	0.4256	0.4760	3.0236	0.3479
1	3	0.4211	0.4704	0.4214	0.4705	3.1090	0.3457
1/0	19	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.5662	0.3354
1/0	12	0.3374	0.3761	0.3377	0.3765	3.7795	0.3310
1/0	7	0.3374	0.3766	0.3377	0.3765	3.3833	0.3393
2/0	12	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	4.2367	0.3224
2/0	7	0.2674	0.2981	0.2678	0.2986	3.8100	0.3304
3/0	12	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.7549	0.3137
3/0	7	0.2121	0.2367	0.2127	0.2374	4.2672	0.3219
4/0	19	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.0902	0.3086
4/0	12	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	5.3340	0.3050
4/0	7	0.1682	0.1877	0.1689	0.1883	4.8158	0.3127
250	19	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.5169	0.3025
250	12	0.1423	0.1591	0.1432	0.1597	5.7912	0.2988
300	19	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.0350	0.2957
300	12	0.1187	0.1324	0.1196	0.1336	6.3398	0.2920
350	19	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.5227	0.2899
350	12	0.1017	0.1136	0.1026	0.1146	6.8580	0.2861
400	19	0.08897	0.09942	0.09028	0.1006	6.9799	0.2848
450	37	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	7.5286	0.2791
450	19	0.07909	0.08817	0.08058	0.08985	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	0.06648	0.07413	8.3210	0.2715
600	37	0.05932	0.06624	0.06126	0.06804	8.6868	0.2683
650	37	0.05476	0.06104	0.05686	0.06333	9.0526	0.2651
700	61	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.4488	0.2619
700	37	0.05085	0.05668	0.05310	0.05919	9.3878	0.2624
750	61	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7841	0.2593
750	37	0.04746	0.05290	0.04985	0.05558	9.7231	0.2597
800	61	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0194	0.2568
800	37	0.04449	0.04960	0.04703	0.05201	10.0279	0.2574
850	37	0.04188	0.04668	0.04456	0.04967	10.3632	0.2550
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	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.3031	0.2484
1000	37	0.03559	0.03968	0.03869	0.04313	11.2166	0.2490
1250	61	0.02928	0.03263	0.03226	0.03696	12.6187	0.2401
1500	61	0.02439	0.02719	0.02786	0.03106	13.8379	0.2332
1750	91	0.02091	0.02331	0.02478	0.02762	14.9962	0.2271
2000	91	0.01830	0.02039	0.02256	0.02515	16.0325	0.2220

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

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura

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

TABLA I
CABLES DE ALUMINIO (AAC)

14

Código Mundial	Calibre			Cableado		Diametro Total mm	Tension de Ruptura Kg	Resistencia a 25° C 60 Ohms/Km	Peso Kg /Km	Amperes *
	AWG — CM	mm²	Equiv 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	4	21.156	6	7 x 1.960	5 892	397	1 3949	58 0	140	
Iris	2	33.604	4	7 x 2.473	7 416	606	0 87823	92 2	180	
Pansy	1	42.376	3	7 x 2.776	8 331	737	0 69653	116 2	200	
Poppy	1/0	53.470	2	7 x 3.119	9 347	894	0 55193	146 6	230	
Asier	2/0	67.402	1	7 x 3.502	10 515	1125	0 43786	184 8	270	
Phlox	3/0	85.011	1/0	7 x 3.931	11 785	1363	0 34716	233 1	300	
Orlip	4/0	107.199	2/0	7 x 4.417	13 258	1719	0 27532	293 9	340	
Sneezewort	250.000	126.678	157.200	7 x 4.800	14.401	2032	0 23298	347 3	450	
Valerian	250.000	126.678	157.200	19 x 2.913	14 579	2045	0 23298	347 3	450	
Daisy	266.800	135.127	3/0	7 x 4.960	14 884	2165	0 21841	370 5	460	
Laurel	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	
Dallodil	350.000	177.310	220.000	19 x 3.446	17 246	2803	0 16644	486 3	545	
Canna	397.500	201.369	250.000	19 x 3.675	18 389	3120	0 14656	551 3	590	
Goldenturf	450.000	227.943	283.000	19 x 3.909	19 558	3460	0 12947	625 1	640	
Cosmos	477.000	241.617	300.000	19 x 4.023	20 142	3669	0 12214	662 7	670	
Syringa	477.000	241.617	300.000	37 x 2.882	20 193	3900	0 12214	662 7	670	
Zinnia	500.000	253.291	314.000	19 x 4.119	20 599	3846	0 11651	694 7	690	
Hyacinth	500.000	253.291	314.000	37 x 2.951	20 650	4086	0 11651	694 7	690	
Dahlia	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	
Meadowsweet	600.000	303.924	377.000	37 x 3.233	22 631	4808	0 09710	833 5	750	
Orchid	636.000	322.177	400.000	37 x 3.329	23 317	5098	0 09160	883 5	780	
Heuchera	650.000	329.272	409.000	37 x 3.365	23 571	5211	0 08962	903 0	800	
Verbena	700.000	354.621	440.000	37 x 3.493	24 460	5611	0 08322	972 5	830	
Flag	700.000	354.621	440.000	61 x 2.720	24 485	5833	0 08322	972 5	830	
Violet	715.500	362.490	450.000	37 x 3.533	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	
Petunia	750.000	379.905	472.000	37 x 3.616	25 323	5892	0 07768	1042	870	
Cattail	750.000	379.905	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	
Lilac	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	
Snapdragon	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	
Hawkweed	1 000.000	506.586	629.000	37 x 4.175	29 235	7693	0 05825	1389	1040	
Camellia	1 000.000	506.586	629.000	61 x 3.251	29 260	8051	0 05825	1389	1040	
Bluebell	1 033.500	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	
Marigold	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	1 351.500	684.990	850.000	61 x 3.782	34 036	10614	0 04308	1878	1250	
Carnation	1 431.000	724.980	900.000	61 x 3.891	35 026	11022	0 04070	1987	1300	
Gladiolus	1 510.500	764.970	950.000	61 x 3.997	35.991	11612	0 03857	2098	1340	
Coreopsis	1 590.000	805.605	1 000.000	61 x 4.102	36.931	12247	0 03663	2209	1380	
Jessamine	1 750.000	886.230	1 101.000	61 x 4.302	38 735	13471	0 03330	2431	1450	
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	
Trillium	3 000.000	1 515.750	1 890.000	127 x 3.903	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.

3.6.3 pruebas a cable terminado

En cables terminados se efectúan dos tipos de pruebas: Pruebas de Aceptación y Pruebas de Calificación.

a. PRUEBAS DE ACEPTACION

Prueba de Tensión.— Se emplean tensiones de prueba en corriente alterna (5 min.) y en corriente directa (15 min.), cuyos valores se dan más adelante.

Resistencia de Aislamiento.— Deberán tener una resistencia de aislamiento a 15.6°C no menor de la que resulte de calcularla con una constante $K = 6100$ (en Megohm-Km).

Descargas Parciales.— La descarga parcial máxima en pico-coulombs (pC) no debe exceder los valores dados por la ecuación:

$$pC = 5 + \left(\frac{V_T}{V_{RG}} - 1.5 \right) \times 30$$

donde:

V_T = tensión de prueba.

V_{RG} = tensión nominal de fase a tierra.

La fórmula es aplicable cuando la cantidad entre paréntesis no es menor que cero.

PRUEBA DE DESCARGAS PARCIALES

RELACION V_T/V_{RG}		1.5	2.0	2.5	3.0
TENSION NOM. DEL CABLE EN KV	TENSION A TIERRA (V_{RG}) EN KV	PRUEBA DE TENSION (V_T) EN KV CORRESPONDIENTE A V_T/V_{RG}			
5	2.9	4.3	5.8	7.2	8.6
8	4.6	6.9	9.2	11.5	13.8
15	8.7	13.0	17.3	21.6	26.0
25	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2*
28	16.2	24.2	32.3	40.4	48.4*
35	20.2	30.3	40.4	50.5	60.6*
46	26.5	39.8	53.1	66.3	•
69	40.0	60	80	•	—
Descarga máxima permisible en pico coulombs		5	20	35	50

Los cables deben probarse en las tensiones correspondientes a las cuatro relaciones de tensión V_T/V_{RG} .

*La tensión de prueba V_T no debe exceder de la tensión de prueba en corriente alterna especificada para los diferentes espesores de aislamiento.

Adherencia entre el Aislamiento y la Pantalla Semiconductora Extruída sobre el Aislamiento.— La fuerza necesaria para retirar la capa semiconductora del aislamiento debe estar dentro de los límites indicados en la tabla siguiente:

TIPO DE PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO	CABLES DE 5 A 35 KV		CABLES DE 46 A 69 KV
	TENSION EN Kgf		TENSION EN Kgf
	MINIMA	MAXIMA	MINIMA
Termoplástica	1.8	9.1	5.5
Termofija	1.8	12.7	5.5

Estabilidad Estructural.— Debe hacerse sobre muestras de cable con tensiones nominales de 15KV y mayores.

Estabilidad Dimensional.— La proyección axial del conductor fuera del aislamiento no debe exceder de 4.1 mm. en ninguno de los extremos para cables de 5 a 35KV. Los valores medidos en cables de 46 a 69 KV se registran como información únicamente.

Cavidades y Contaminantes en el Aislamiento e Irregularidades en la Pantalla sobre el Conductor.— Las muestras cortadas en rodajas no deben tener los siguientes defectos:

— Cavidades mayores de 0.125 mm. El número de cavidades de 0.05 mm y mayores no debe exceder de 2 por cm^3 .

— Cualquier contaminante mayor de 0.25 mm. El número de contaminante no debe exceder de 11 por cm^3 .

— Cualquier material translúcido que sea mayor de 1.25 mm en su proyección sobre un vector radial.

— Cualquier proyección o irregularidad que salga más de 0.25 mm de la superficie de la pantalla extruída sobre el conductor.

Basado en Norma CCONNIE 10.2-4, 1971.

b.- PRUEBAS DE CALIFICACION

Estas se efectúan para comprobar que el fabricante es capaz de proporcionar cables con la totalidad de características de funcionamiento deseadas.

Las pruebas de cables de 5 a 15 KV se efectúan en cables de 15 KV con espesor de aislamiento de 4.4 a 3.6 mm.

Las pruebas de cables de 5 a 35 KV se efectúan en cables de 35 KV con el espesor de aislamiento indicado en la Tabla No. 3.6.4 b (Espesor de aislamiento, tensiones de prueba y calibres de conductor).

Para pruebas de 46 KV se prueba una muestra con espesor de aislamiento de 11.3 ó 14.7 mm.

PRUEBA DE ALTA TENSION LARGA DURACION

Esta se realiza en muestras de cables de 15 KV y mayores.

Para cumplir los requisitos mínimos de calificación, la muestra del cable debe soportar 4 horas a 8 KV/mm y la primera hora a 12 KV/mm.

PRUEBA DE TENSION DE IMPULSO A LA RUPTURA

Para efectos de esta especificación, los valores de tensión de NBA, o valores de impulso que deben soportar los cables son los siguientes:

TENSION NOMINAL DEL CABLE KV	TENSION NBA KV
5	60
8	95
15	110
25	150
28	150
35	200
46	250
69	350

PRUEBA DE ENVEJECIMIENTO CICLICO

Esta prueba se efectúa a muestras de cables para 15 KV y mayores, al final del primer día y en cada período de 7 días se miden y registran las descargas parciales en picocoulombs a la temperatura de prueba especificada; asimismo, se registra el factor de disipación a la tensión nominal a tierra.

PRUEBA DE ESTABILIDAD DE LA RESISTENCIA DE LAS PANTALLAS SEMI-CONDUCTORAS EXTRUIDAS

Pantalla sobre el conductor: La estabilidad de la resistencia no debe exceder de 100,000 ohms-cm en ninguna lectura.

Pantalla-cubierta sobre el aislamiento: La resistividad de las pantallas o cubiertas semi-conductoras sobre el aislamiento no debe exceder de 50,000 ohms-cm en ninguna lectura.

c.- PRUEBAS EN EL CAMPO

— En cualquier momento durante la instalación se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 75% de lo indicado en la Tabla 3.6.4.b, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

— Después de la instalación y antes de que el cable sea puesto en servicio normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 80% del indicado en la misma tabla, aplicado directamente durante 15 minutos consecutivos.

— Después de que el cable ha sido puesto en operación normal, se puede efectuar una prueba de tensión a corriente directa a un valor que no exceda al 65% del indicado en la misma tabla, aplicado durante 5 minutos consecutivos.

Basado en Norma CCONNIE 10.2.- 4.1971.

3.0 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES (TENSION HASTA 600 V)

Todas las instalaciones eléctricas de la República Mexicana deben cumplir con los requisitos mínimos que marcan las "NORMAS TECNICAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS" (NTIE 81), editadas por la SCOFI a través de la Dirección General de Normas.

La Sección 302 de dichas normas, referente a los conductores eléctricos, se reproduce en las siguientes páginas.

Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3. En edificios se utilizan principalmente los tipos TW (60°C), THW y THWN (75°C)

La capacidad de corriente de los conductores de cobre aislado, para una temperatura ambiente de 30°C, se muestran en la Tabla 302.4.

Los factores de corrección por agrupamiento de conductores y por temperatura ambiente se muestran en las Tablas 302.4a y 302.4b, respectivamente.

SECCION 302 – CONDUCTORES DE USO GENERAL

302.1 Aplicación.

Esta sección trata de los conductores de mayor uso en instalaciones de utilización; sus requisitos se refieren principalmente a conductores aislados y establecen, en general, la forma en que éstos se designan, su capacidad de corriente, sus modos de uso y la forma en que deben estar marcados.

Estos requisitos no se aplican a los conductores que formen parte integrante de equipos tales como motores, arrancadores de motores y equipos similares.

302.2 Uso de conductores desnudos.

En instalaciones de utilización, pueden usarse conductores desnudos en los siguientes casos:

- Para conductor de puesta a tierra, dentro de la misma canalización de los conductores aislados del circuito o bien llevando en forma independiente, como se indica en la Sección 206.
- En líneas aéreas, en el exterior de edificios.

302.3 Uso de conductores aislados.

Los conductores que se empleen en instalaciones de utilización deben estar aislados, de acuerdo con su tensión de servicio y condiciones de operación, excepto en los casos que se mencionan en el artículo 302.2 anterior.

La Tabla 302.3 muestra los tipos de conductores aislados más comunes, para tensiones hasta de 600 volts, y las características de su aislamiento. Estos conductores deben usarse de manera que no sobrepasen la temperatura máxima de operación indicada en la misma Tabla 302.3 para el tipo de aislamiento de que se trate.

302.4 Capacidad de corriente en conductores aislados.

La Tabla 302.4 indica los valores de capacidad de corriente para conductores de cobre aislados, de acuerdo con el tipo de aislamiento y la forma de instalación. Los valores de esta tabla deben corregirse, como se indica a continuación, por un mayor agrupamiento de los conductores o por un aumento en la temperatura ambiente.

- Factores de corrección por agrupamiento. La Tabla 302.4 a) muestra los factores de corrección que deben aplicarse cuando el número de conductores alojados en una misma canalización o en un cable multiconductor, es mayor de 3.
- Factores de corrección por temperatura ambiente. La Tabla 302.4 b) muestra los factores de corrección que deben aplicarse para condiciones de temperatura ambiente (del local o del lugar en que se encuentren los conductores) de 31°C o mayor.

302.5 Aplicaciones de conductores aislados

- Las aplicaciones de los distintos tipos de conductores aislados se muestran en la Tabla 302.3.
- Locales o lugares mojados. Los conductores aislados que se usen en locales o lugares mojados o donde haya condensación o acumulación de humedad dentro de las canalizaciones, deben tener aislamiento resistente a la humedad o bien una cubierta exterior de tipo aprobado para estas condiciones de trabajo.
Dichos conductores no son adecuados para enterrarse directamente, a menos que se trate de un tipo específicamente aprobado para este uso.
- Conductores subterráneos. Los conductores que se instalen enterrados directamente o en canalizaciones subterráneas, deben ser del tipo adecuado y aprobados para tal uso. Cuando sea necesario, deben protegerse contra

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
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
Termoplástico y asbesto	TA	90	Termoplástico y asbesto	No metálica retardadora de la flama	Alumbrado de tableros de distribución solamente
Termoplástico y malla de fibra	TBS	90	Termoplástico	No metálica retardadora de la flama	Sólo alumbrado de tableros

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Sintético resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Sólo alumbrado de tableros
Aislante mineral cubierta metálica	MI	85	Óxido de magnesio	Cobre	Locales húmedos 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 húmedos y 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

Tabla 302.3

Aplicación de conductores aislados

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Hule Resistente al calor	RH RIH	75 90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule Resistente al calor y a la humedad	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales húmedos y secos
Hule látex, resistente al calor	RUH	75	90% Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la flama	Locales secos
Hule látex, resistente a la humedad	RUW	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

Continúa Tabla 302.3

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
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
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 gasolina
		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 1 000 V.

• Tipos mas usados en edificios

NOMBRE COMERCIAL	TIPO	TEMP. MAX. °C	MATERIAL AISLANTE	CUBIERTA EXTERIOR	UTILIZACION
Cambray Barnizado	V	85	Asbesto y Cambray Barnizado	No metálica	Locales secos
				Forro de plomo	Locales húmedos y secos
Asbesto y Cambray Barnizado	AVB	90	Asbesto impregnado y Cambray Barnizado	Malla de algodón retardadora de flama	Alambrado de tableros en locales secos
	AVL	110		Forro de plomo	Locales húmedos y secos
	AVA	110		Malla de asbesto o vidrio	Locales secos
Asbesto	AIA	125	Asbesto impregnado	Con malla de asbesto o vidrio	Locales secos únicamente, instalaciones a la vista. En instalaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior.
	AI	125	Asbesto impregnado	Sin malla de asbesto	Locales secos únicamente. En instalaciones para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V.
	A	200	Asbesto	Sin malla de asbesto	
	AA	200	Asbesto	Con malla de asbesto o vidrio	
Papel	PILC	85	Papel impregnado	Forro de plomo	Para conductores de acometidas subterráneas o con permiso especial

* Estos tipos 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 302.4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre (mm) 2 AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
2 14	15	20	15	20	25	30	25	30
3 12	20	25	20	25	30	40	30	40
5 10	30	40	30	40	40	55	40	55
8 8	40	55	45	65	50	70	50	70
13 6	55	80	65	95	70	100	70	100
21 4	70	105	85	125	90	135	90	135
3 3	80	120	100	145	105	155	105	155
34 2	95	140	115	170	120	180	120	180
1 1	110	165	130	195	140	210	140	210
54 0	125	195	150	230	155	245	155	245
67 00	145	225	175	265	185	285	185	285
85 000	165	260	200	310	210	330	210	330
107 0000	195	300	230	360	235	385	235	385
127 250	215	340	255	405	270	425	270	425

Continúa TABLA 302.1
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DE, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM (mm ²)	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
152 300	240	375	285	445	300	480	300	480
178 350	260	420	310	505	325	530	325	530
203 400	280	455	335	545	360	575	360	575
253 500	320	515	380	620	405	660	405	660
304 600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
380 750	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
506 1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

Continúa TABLA 302.4
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, FEPE	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	30	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530	—	—
300	345	555	380	590	—	—

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
350	390	610	420	655	—	—
400	420	665	450	710	—	—
500	470	765	500	815	—	—
600	525	855	545	910	—	—
700	560	940	600	1 005	—	—
750	580	980	620	1 045	—	—
800	600	1 020	640	1 085	—	—
900	—	—	—	—	—	—
1 000	680	1 165	730	1 240	—	—

(Véanse las notas de esta tabla en la siguiente página).

N314: B31

Nuissances de la Table 302.6

Nota 1. Los valores de la Tabla A02-4 son aplicables cuando se tienen 3 conductores (como máximo) alojados en una canalización o en un cable multicable. Para un número mayor de conductores, deben aplicarse los siguientes factores de corrección (excepto en casos especiales en que se indique lo contrario):

Tabla 302-4a Factores de confusión por agrupamiento

Número de conductores	Por ciento del valor indicado En la Tabla 302.4
4 a 0	80
7 a 21	70
25 a 42	60
Más de 42	50

22

Cuando se instalan 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 calentado.

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.

Nota 2
Los valores de la Tabla 3B-2 deben corregirse para temperaturas ambiente (del total o del lugar en que se encuentran los conductores) mayores de 30°C, de acuerdo con la siguiente Tabla:

Tabla 102.8b). Factores de corrección por temperatura ambiente

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el adyacente, °C							
	60	75	85	90	110	125	200	
31-40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	-	
41-45	0.71	0.82	0.85	0.87	0.90	0.92	-	
46-50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89	-	
51-55	0.41	0.67	0.74	0.76	0.83	0.86	-	
56-60	-	0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91	
61-70	-	0.35	0.52	0.58	0.71	0.76	0.87	
71-80	-	-	0.30	0.41	0.61	0.68	0.81	
81-90	-	-	-	-	0.50	0.61	0.80	
91-100	-	-	-	-	-	0.51	0.77	
101-120	-	-	-	-	-	-	0.69	
121-140	-	-	-	-	-	-	0.59	

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.

(Continúa de pág. 69)

daño mecánico por medios tales como placas metálicas, losas de concreto, ductos, etc.

d) Corrosión. Los conductores expuestos a vapores, aceites, grasas, gases, humos y otras sustancias que puedan deteriorar al conductor o a su aislamiento, deben ser del tipo aprobado para este propósito.

e) Calibre mínimo. Los alambres y cables de instalaciones de utilización no deben ser menores que el No. 14 AWG (2.08 mm^2), salvo los casos de excepción que consideran algunas secciones de estas Normas Técnicas. No se incluyen en esta disposición los conductores usados en circuitos de comunicaciones, control y señalización.

f) Cables. Los conductores No. 8 AWG (8.37 mm^2) o mayores, instalados en canalizaciones, deben ser cables (o sea, formados por varios hilos trenzados), excepto cuando se usen como barras colectoras.

g) Conductores en paralelo. Cuando se usen conductores en paralelo, deben tener las mismas características físicas, o sea, igual longitud, igual tipo de aislamiento, el mismo material del conductor, con la misma sección transversal; así como unirse firmemente en sus extremos para asegurar una distribución uniforme de corriente entre los mismos conductores.

302.6 Identificación de conductores.

Todos los conductores deben marcarse con la siguiente información:

a) La máxima tensión de operación para la cual ha sido aprobado el conductor.

b) La letra o letras que indican el tipo o clase de ^{aislamiento} ~~alambre o cable~~ como se ha especificado en la Tabla 302.3.

c) El nombre del fabricante, industria u otra marca distintiva de la organización responsable del producto, que se identifique fácilmente.

d) El calibre AWG o el área en MCM, y en mm^2 .

e) Número de autorización de la Secretaría para su venta y uso.

302.7 Método de marcado.

a) Rotulado. Los siguientes conductores deben llevar marcas durables sobre la superficie a intervalos que no excedan de 30 centímetros:

Conductores con aislamiento de hule o termoplástico.

Cables multiconductores con cubierta exterior no metálica.

b) Cinta de identificación. Los cables multiconductores con cubierta metálica pueden llevar una cinta de identificación en el interior y en toda su longitud.

c) Etiquetado. Los siguientes conductores pueden marcarse por medio de etiquetas impresas fijadas al rollo, carrete o caja de empaque:

Cordón flexible.

Alambre para tableros.

Cable de un solo conductor con cubierta metálica.

Conductor con superficie exterior de asbesto.

4.0 PASOS PARA SELECCIONAR LA SECCION O CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

Los pasos que deben seguirse son los siguientes:

- Paso 1) Corriente de la carga.
- Paso 2) Factores de corrección.
- Paso 3) Capacidad de conducción del conductor.
- Paso 4) Revisión por caída de tensión.
- Paso 5) Revisión por corriente de circuito corto.
- Paso 6) Cálculo del calibre económico.

PASO 1. CORRIENTE DE LA CARGA

Puede obtenerse por medio de fórmulas, en la placa de datos de los equipos que conformen la carga o en tablas elaboradas por los fabricantes. La Tabla "Intensidad de Corriente a Plena Carga de Motores" contiene datos publicados en las NTIE.

Fórmulas usuales:

a) Una fase, dos hilos:

$$I = VA / V = W / (V \times f_p) = (746 \times hp) / (V \times f_p \times e)$$

b) Tres fases, tres hilos:

$$I = VA / (1.732 \times V) = W / (1.732 \times V \times f_p) = (746 \times hp) / (1.732 \times V \times f_p \times e)$$

Donde:

- I Corriente en amperes (A)
- V Tensión entre líneas en volts.
- hp Potencia en caballos.
- W Potencia en watts.
- VA Potencia en volt-amperes
- f_p Factor de potencia.
- e Eficiencia

PASO 2. FACTORES DE CORRECCION

La corriente que circulará por los conductores, debe afectarse por los factores de corrección que correspondan de las tablas 302.4a y 302.4b.

PASO 3. CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR

En la tabla 302.4 se selecciona el tamaño del conductor que pueda conducir la corriente calculada en el Paso 2.

PASO 4. REVISION POR CAIDA DE TENSION

El Art. 203.3 (NTIE) establece la máxima caída de tensión que deben tener los conductores, ésta previsión es con el fin de evitar daños a los equipos conectados.

La caída total, en circuitos alimentadores mas derivados no debe exceder del 3%, sin exceder en ninguno de ellos del 3%.

La caída de tensión es función de las siguientes variables:

- a) corriente que fluye por el conductor
- b) tensión de operación
- c) longitud, sección transversal y material del conductor.

En las siguientes páginas se reproducen fórmulas, tablas y gráficas para calcularla.

PASO 5. REVISION POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.

Los conductores aislados deben soportar la corriente de circuito corto del sistema sin dañarse, esto puede verificarse con tablas o con la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = (930 S \sqrt{t}) \sqrt{\log((234.5+T_f) / (234.5+T_i))}$$

donde:

- I_{cc} = corriente de circuito corto en amperes
 S = sección transversal del conductor en mm²
 t = duración del c.c. en segundos
 T_f = temperatura máx. del conductor durante el c.c.
150°C para aislamientos termoplásticos
250°C para elastoméricos
 T_i = temperatura inicial del conductor en °C

PASO 6. CALCULO DEL CALIBRE ECONOMICO.

La capacidad de conducción de los conductores aislados está en función de la temperatura que puedan soportar sus aislamientos sin dañarse.

Por ejemplo: la capacidad de corriente de un conductor aislado de 21mm² (4AWG) puede ser de 60,75 u 80A si la temperatura máxima de operación de los aislamientos son, respectivamente, 60,75 o 90 °C.

Al aumentar la capacidad de conducción puede reducirse el costo inicial de las instalaciones; pero, es necesario considerar que el costo de operación se incrementa al disiparse mayor cantidad de energía en forma de calor (Ley de Joule: $W=I^2R$).

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HASTA
DE 600 V.

CALCULO DE CAIDA DE TENSION (e%)

Circuito	Fórmulas para calcular caída de tensión en %
1Ø, 127 V	$e\% = \frac{2 R}{127 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$
1Ø, 220 V	$e\% = \frac{2 R}{220 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$
3Ø, 220 V	$e\% = \frac{1.73 R}{220 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$
3Ø, 440 V	$e\% = \frac{1.73 R}{440 S} \cdot 100 \cdot L \cdot I.$

donde: S = sección del conductor en mm²

R = resistividad del conductor (cobre 0.0172 ohm-m/mm²)

L = longitud en un solo sentido en m

I = corriente a plena carga en A

Para facilitar las operaciones de estas fórmulas pueden usarse las siguientes constantes:

Dichas constantes se multiplicarán por (I) y por (L).

CONDUCTOR		3Ø, 440V	3Ø, 220V	1Ø, 220V	1Ø, 127V
mm ²	AWG ó MCM				
2	14	0.00 344	0.00 688	0.00 790	0.01 376
3	12	0.00 216	0.00 422	0.00 496	0.00 864
5	10	0.00 136	0.00 272	0.00 313	0.00 544
8	8	0.00 085	0.00 170	0.00 195	0.00 340
13	6	0.00 050	0.00 100	0.00 115	0.00 200
21	4	0.00 034	0.00 068	0.00 078	0.00 136
34	2	0.00 021	0.00 042	0.00 042	0.00 084
54	1/0	0.00 013	0.00 026	0.00 030	0.00 052
67	2/0	0.00 010	0.00 020	0.00 023	0.00 040
85	3/0	0.00 008	0.00 016	0.00 018	0.00 032
107	4/0	0.00 007	0.00 014	0.00 016	0.00 028
127	250	0.00 006	0.00 012	0.00 014	0.00 016
152	300	0.00 005	0.00 010	0.00 011	0.00 020
178	350	0.00 004	0.00 008	0.00 009	0.00 016
253	500	0.00 003	0.00 006	0.00 007	0.00 012

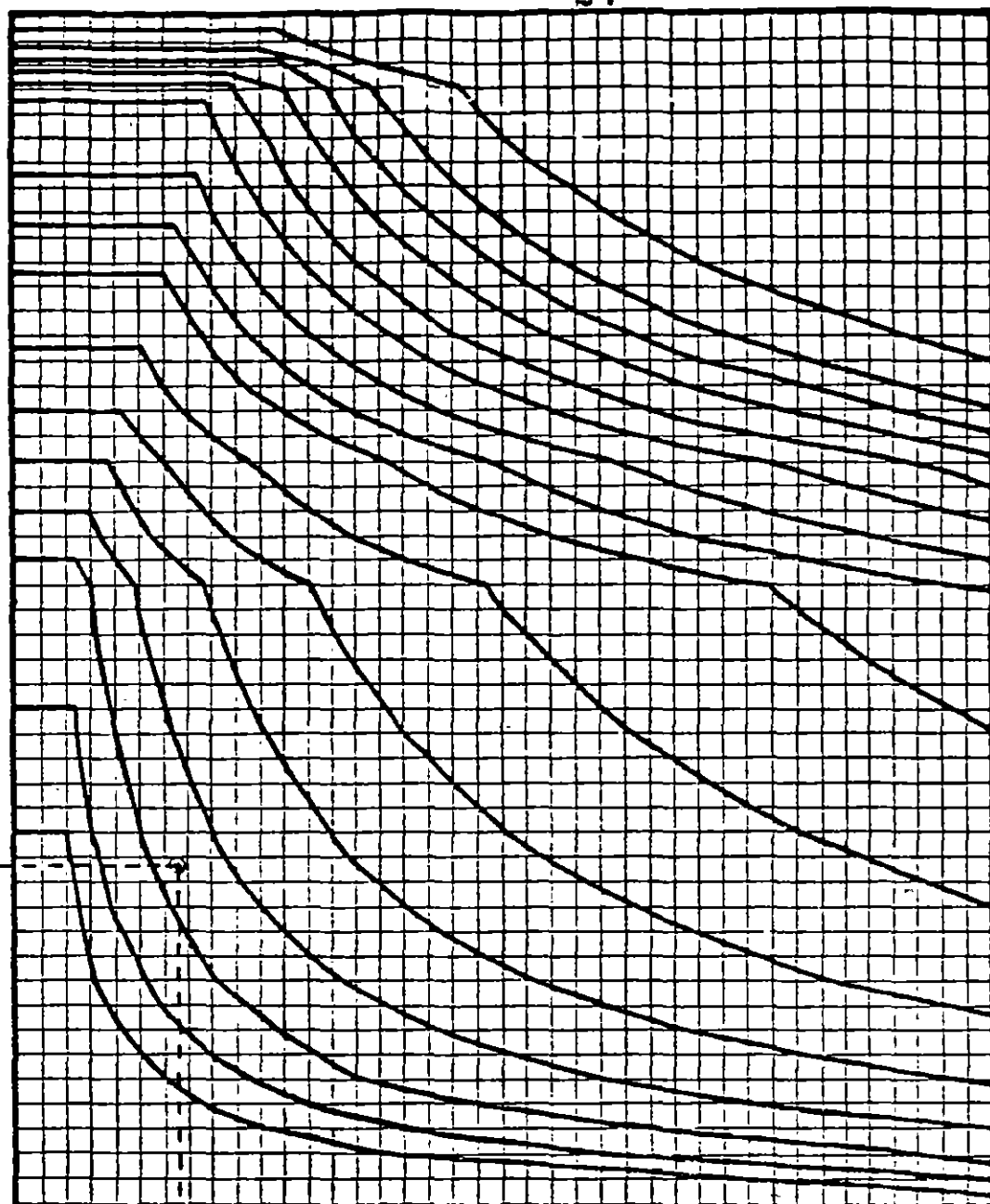
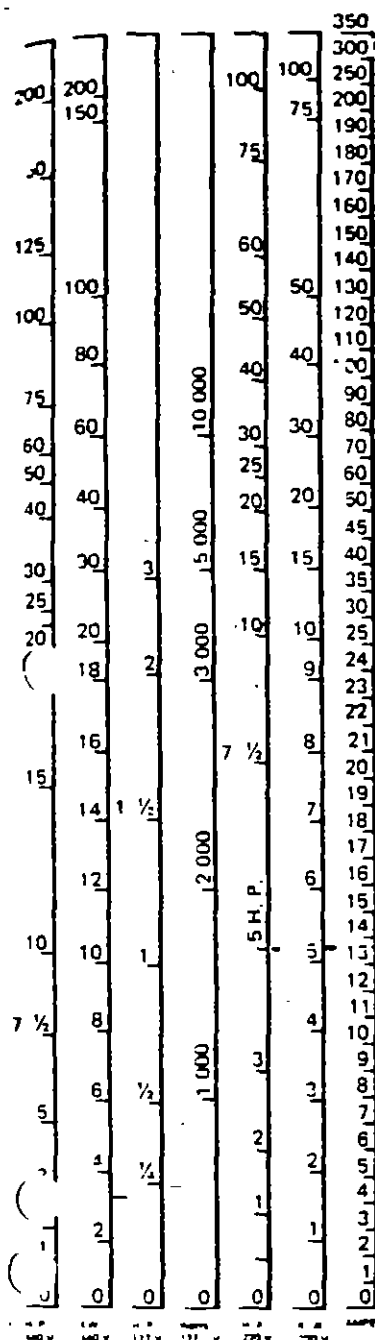
PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HASTA
DE 600 V.DISTANCIA EN METROS PARA CIRCUITOS TRIFASICOS A 440V CON
CAIDA DE TENSION DE 3%

Intensi- dad de corrien- te.	Sección del Conductor en mm ² (Calibre AWG ó MCM)													
	A	2 (14)	3 (12)	5 (10)	8 (8)	13 (6)	21 (4)	34 (2)	54 (1/0)	67 (2/0)	85 (3/0)	107 (4/0)	127 (250)	152 (300)
3		290	460	720	1180									
6		145	230	370	590	1000	1470							
15		50	90	140	235	400	590	950						
20		40	70	110	176	300	440	710	1150					
25			55	90	140	200	350	500	800					
35				63	100	150	250	350	660	860	1070			
50					70	120	180	250	460	600	750	860	1000	
70						85	130	200	330	430	540	610	700	850
80						75	110	180	290	380	470	530	620	750
90						65	100	150	260	330	410	475	550	660
100							90	140	230	300	375	430	500	600
125							70	110	180	240	300	340	400	480
150								95	150	200	250	285	330	400
175								80	130	170	215	245	280	340
225									110	130	160	190	220	260
250										120	150	170	200	240
275											135	150	180	210

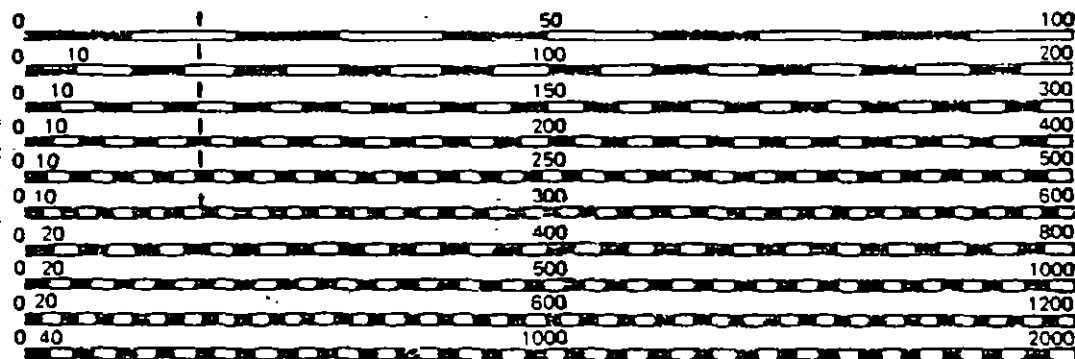
Para otras tensiones multiplicar los valores de la Tabla por:

0.5 para 220 V. 30
 0.435 " 220 V. 10
 0.25 " 127 V. 10

27



1F 2W	2F 3W	3F 3W
1 % 127V		
2 % 127V	1 % 220V	
3 % 127V	1.5 % 220V	
4 % 127V	2 % 220V	1 % 440V
5 % 127V	2.5 % 220V	1.25 % 440V
	3 % 220V	1.5 % 440V
	4 % 220V	2 % 440V
	5 % 220V	2.5 % 440V
		3 % 440V
		5 % 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 5, 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.

Cortesía de Hubert y Bourlon Contratistas, S. A.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HAS-
TA DE 600 V. EJEMPLOTABLA PARA LA SELECCION DE CONDUCTORES Y DE TUBERIAS PARA ALIMENTAR
MOTORES

Motor hp	Cond. AWG mm ² o (MCM)	Tubo Ø mm	Longitud máxima m	Cond. (THW) AWG ó MCM	Tubo Ø mm	Longitud máxima m
5	3 (12)	19	220	10	19	360
7.5	3 (12)	19	150	10	19	250
10	3 (12)	19	120	10	19	200
15	5 (10)	19	130	8	25	210
20	8 (8)	25	160	6	25	260
25	13 (6)	25	210	4	31	340
30	13 (6)	25	180	4	31	290
40	21 (4)	31	220	2	31	360
50	34 (2)	31	290			
60	34 (2)	31	240			
75	54 (1/0)	51	310			
100	85 (3/0)	51	380			
125	108 (4/0)	63	380			
150	152 (300)	63	460			
200	253 (500)	76	500			
	2-85 (2-3/0)*	2-51	390			
250	380 (750)	101	500			
	2-107 (2-4/0)*	2-63				

* Preferible instalar dos conductores por fase

APLICACION.-

Instalaciones aéreas en interiores o en exteriores, donde la temperatura ambiente (media diaria sea de 45°C ó menor y la temperatura máxima sea de 60°C ó menor).

CONSIDERACIONES DE DISEÑO.-

- a).- Temperatura ambiente 45°C
- b).- Caída de tensión máxima 4%
- c).- Tensión de distribución 480 V, 3 Ø

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS HAS-
TA DE 600 V. EJEMPLO

- d) Conductores de cobre cableados, con aislamiento termoplástico para 600 V y temperatura de operación de 75°C, tipo THW. (Tabla 302.4)*
- e) Corriente a plena carga de motores de inducción jaula de ardilla (hasta 6 polos, par normal) o de rotor devanado, de 3 fases, 440 V, 60 Hz, (Tabla 403.95)*
- f) Corriente corregida $I_c = \frac{1.25 \cdot I_{pc}}{0.82}$
donde:
1.25 I_{pc} es la ampacidad mínima del conductor (Art.403.14)*
0.82 es el factor de corrección por temperatura ambiente (Tabla 302.4b)* 45°C.
- g) Tubería metálica rígida según norma de calidad DGN-J-16, grado B tipo 2. Area transversal ocupada por conductores: 35% máximo. Dimensionada para que tres conductores de control de 2 mm² (14 AWG) y tres conductores de fuerza; hasta de 21 mm² (4AWG) inclusive, se alojen en la misma tubería; los conductores de fuerza de 34 mm² (2 AWG) ó mayores se consideran alojados en tuberías independientes de las de control.

* Referencia NTIE 81

PROCEDIMIENTO PARA CALCULO DE ALIMENTADORES ELECTRICOS
HASTA DE 600 V.

INTENSIDAD DE CORRIENTE A PLENA CARGA DE MOTORES

POLENCIA		C D		C A (Mono fásico)		Motores de Inducción jau- la de ardilla y rotor de- vanado. C A (Trifásico)			
kW	HP	120V	240V	115V	230V	115V	230V	460V	2300
0.12	1/6	---	---	4.4	2.2	---	---	---	---
0.19	1/4	3.1	1.6	5.8	2.9	---	---	---	---
0.25	1/3	4.1	2.0	7.2	3.6	---	---	---	---
0.37	1/2	5.4	2.7	9.8	4.9	4	2	1	---
0.56	3/4	7.6	3.8	13.8	6.9	5.6	2.8	1.4	---
0.74	1	9.5	4.7	16	8	7.2	3.6	1.8	---
1.12	1.5	13.2	6.6	20	10	10.4	5.2	2.6	---
1.50	2	17	8.5	24	12	13.6	6.8	3.4	---
2.24	3	25	12.2	34	17	---	9.6	4.8	---
3.73	5	40	20	56	28	---	15.2	7.6	---
5.60	7.5	58	29	80	40	---	22	11	---
7.46	10	76	38	100	50	---	28	14	---
11.20	15	---	55	---	---	---	42	21	---
14.92	20	---	72	---	---	---	54	27	---
18.65	25	---	89	---	---	---	68	34	---
22.40	30	---	106	---	---	---	80	40	---
29.85	40	---	140	---	---	---	104	52	---
37.30	50	---	173	---	---	---	130	65	---
44.80	60	---	206	---	---	---	154	77	16
56.85	75	---	255	---	---	---	192	96	20
74.60	100	---	341	---	---	---	248	124	26
93.25	125	---	425	---	---	---	312	156	31
112.00	150	---	506	---	---	---	360	180	37
150.00	200	---	675	---	---	---	480	240	49

Notas:

- a).- Los valores dados de intensidad de corriente a plena carga son para motores que giran a velocidades nomiales, con características nomiales de par resistente. Para motores construídos con características especiales de velocidad o par resistente, ver datos de placa.



CONDUMEX, S.A.

Carretera 140 km 720
Apdo. 15, d. l. 027-0030

CONCEPTOS BASICOS SOBRE
CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

31

PUBLICACION MT-23/EN

C O N T E N I D O

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

FECHA:

FEBRERO
1980

SUSTITUYE A:

ABRIL
1979

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG: 1
22
DE:

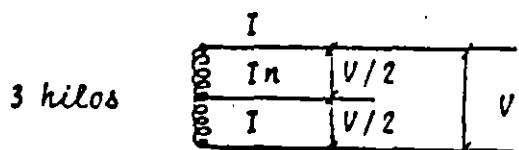
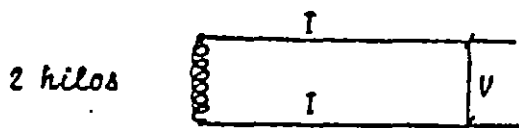


CONDUMEX, S.A.
Presidencia 148 del 770
 Avenida 14 y 15 - Edificio 20

APUNTES SOBRE CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD APLICABLES A CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
 DIVISION
 POTENCIA 34

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Monofásicos

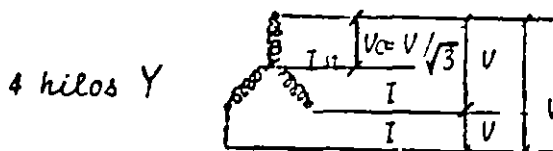
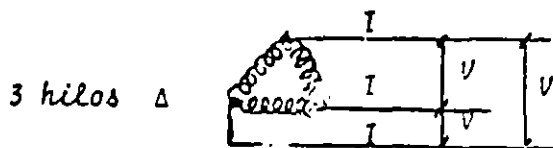


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{V} = \frac{1000 \text{ KW}}{V \times \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{V \times \text{e.f.c.} \times \text{d.p.}}$$

(ampé)

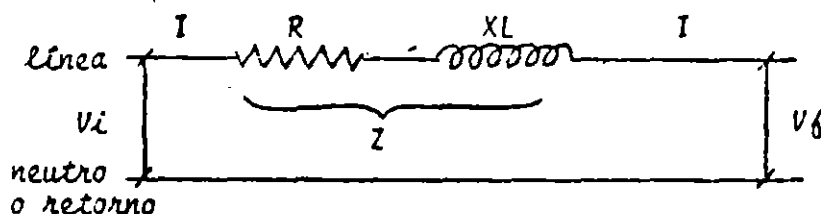
(V en volts)

Relaciones Corriente, Voltaje, Potencia en Sistemas Trifásicos

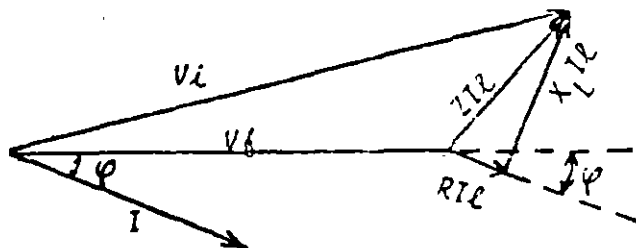


$$I = \frac{1000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} V} = \frac{1000 \text{ KW}}{\sqrt{3} V \cdot \text{e.f.c.}} = \frac{746 \text{ HP}}{\sqrt{3} V \cdot \text{e.f.c.} \cdot \text{d.p.}}$$

Representación gráfica de una línea eléctrica (corta)



Representación vectorial de una línea eléctrica



FECHA:

FEBRERO
1980

SUBSTITUYA:

ABRIL
1979

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBADO:

2

PAG:

DE: 22

*cmh



Resistencia del conductor = oposición al paso de la corriente

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

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

a 20°C para el
cobre

= 28.26 para el
aluminio

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

$\alpha = 0.004$ para cobre y aluminio

T = Temp. en °C

k_1 = Factor de efecto piel

k_2 = Factor de efecto superficial

$k_1 \cdot k_2 \approx 1.02$ a 1.04

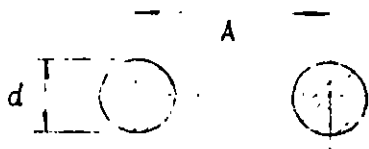
$$R_{\text{CA}} = R_{\text{CD}} \cdot k_1 \cdot k_2$$

INDUCTANCIA

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

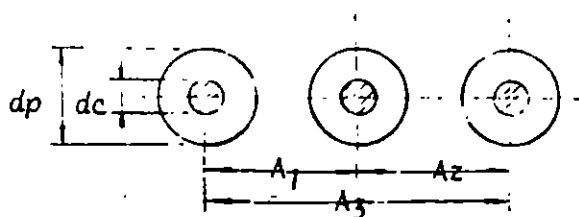
$$L = \frac{\Phi}{I}$$

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



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

(int) (ext)



$$\left\{ \begin{array}{l} L_{\text{cond}} = 0.05 + 0.46 \log \frac{2A}{d_c} ; A = \sqrt[3]{A_1 A_2 A_3} \\ L_{\text{pant}} = 0.46 \log \frac{2A}{dp} \end{array} \right.$$

Reactancia inductiva

oposición al paso de la corriente por el flujo magnético cambiante

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

f = frecuencia en ciclos/seg.

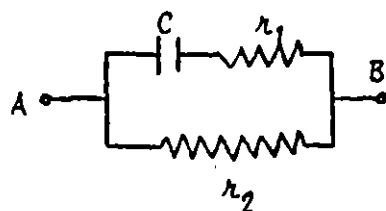
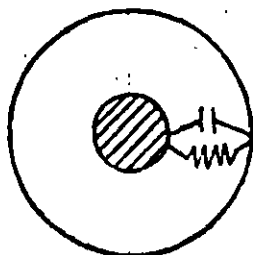


CONDUMEX, S.A.
ESTABLECIMIENTO 140 km. 770
 ESTADO DE C. 147500

APUNTES SOBRE CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD APLICABLES A CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
 DIVISION 34
 POTENCIA

Representacion gráfica del dieléctrico de un cable



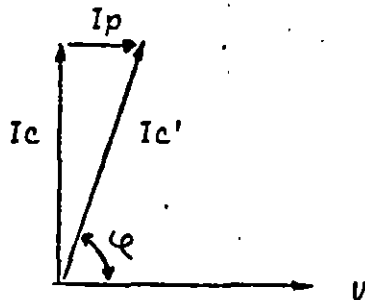
Circuito A - B consta de dos ramas en paralelo

La primera representa la capacitancia y las pérdidas del dieléctrico

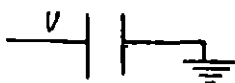
La segunda representa la componente de fuga (resistencia de aislamiento)

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

Representación vectorial del dieléctrico de un cable



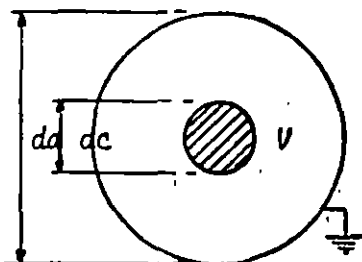
Capacitancia



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

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

E = constante dieléctrica
 = relación capacitancia condensadores con un dieléctrico dado o con vacío como dieléctrico



$E = 3.6$ para papel 2.3 para polietileno
 6.0 para PVC

FECHA:

FEBRERO
 1980

SUSTITUYE A:

ABRIL
 1979

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG.: 4-
 DE: 22
 *cmb

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:

$$I_c = 2\pi f C V \cdot 10^{-6} \text{ amp/Km}$$

V en volts (voltaje entre cond y tierra)

C en $\mu\text{F/Km}$

Factor de potencia del aislamiento

Lo expresado en el párrafo anterior no se verifica exactamente en la práctica porque existe una corriente de pérdida I_p que sumada a la corriente capacitiva real I'_c que resulta adelantada con respecto a V un ángulo ϕ menor de 90° .

$\cos \phi \approx \cot \phi$ se llama "Factor de Potencia"

= 0.01 en aislam. de papel

= 0.0005 en polietileno

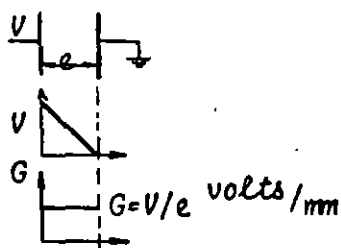
= 0.08 en PVC

Resistencia del aislamiento

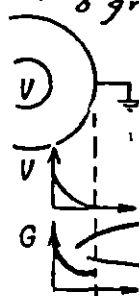
$$R \text{ de } A = K \log \frac{d_a}{d_c} \text{ M}\Omega\text{-Km}$$

K = constante que depende del aislamiento = $\begin{cases} 1500 \text{ papel} \\ 6000 \text{ poliet} \\ 300 \text{ PVC} \end{cases}$

Distribución de voltajes y esfuerzos eléctricos en el aislamiento



Rigidez dieléctrica



V = voltaje entre cond y tierra

d_c = Diámetro cond (mm)

d_a = Diámetro aislam (mm)

$$G_{\max} = \frac{0.87 V}{d_c \log \frac{d_a}{d_c}}$$

$$G_{\min} = \frac{0.87 V}{d_a \log \frac{d_a}{d_c}}$$

Es el gradiente o esfuerzo de ruptura del aislamiento. Normalmente es como el doble del gradiente de prueba de los cables y de 4 a 5 veces mayor que el gradiente de operación normal, que es el que se usa para seleccionar el espesor de aislamiento usando las fórmulas anteriores.

G de diseño = 4 Kv/mm en papel impregnado tipo sólido

12 Kv/mm en papel impregnado tipo presión de aceite

3 Kv/mm en polietileno



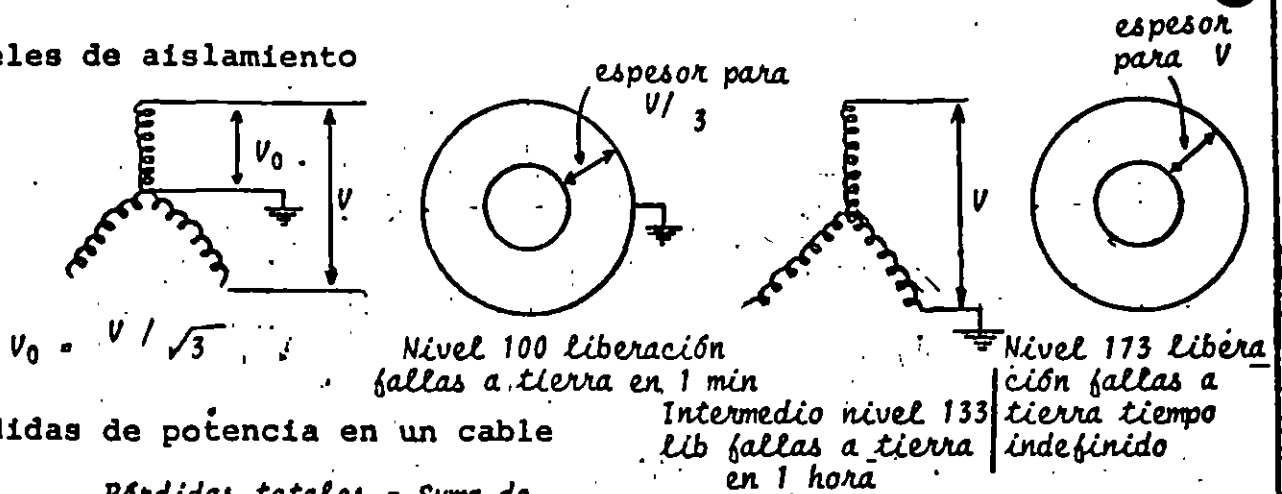
CONSUMEX, S.A.
 Av. 140 No. 720
 Ciudad de México, D.F.

APUNTES SOBRE CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD APLICABLES A CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
 DIVISION
 POTENCIA

36

Niveles de aislamiento



Pérdidas de potencia en un cable

Pérdidas totales = Suma de

Pérdidas en conductor o conductores.
 Pérdidas en el dieléctrico
 Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas

Pérdidas en el conductor

Según la ley de Joule

$$W_c = R_c I^2 \cdot 10^{-3} \text{ watts/m} \quad \text{en cable unipolar}$$

$$= n R_c I^2 \text{ watts/m} \quad \text{en cable de } n \text{ conductores}$$

R_c = Resistencia conductor en ohms/Km

I = Corriente que transporta cada conductor, en amps

Pérdidas en el aislamiento o dieléctrico

$$W_d = 2\pi f c (KV)^2 \cot \phi \cdot 10^{-3} \text{ watts/m}$$

c = capacitancia en $\mu F/Km$

KV = kilovolts aplicados entre cond. y tierra

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

Pérdidas en las pantallas y cubiertas metálicas (en cables unipolares que permitan circulación de corriente en pantallas)

Como suelen ser el resultado de corrientes inducidas por la corriente que circula por el conductor suelen calcularse en función de ésta, como si se produjera un aumento aparente en la resistencia del conductor:

$$W_p = \Delta R \cdot I^2 \cdot 10^{-3} \text{ w/m}$$

$$\Delta R = R_p \frac{(2\pi f L_p / R_p)^2}{1 + (2\pi f L_p / R_p)^2} \text{ ohm/Km}$$

FECHA:

SUSTITUYA:

PREPARO:

REVISOR:

APROBADO:

6

22

FEBRERO
1980

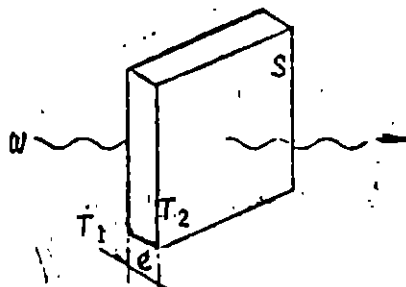
ABRIL
1979

Ing. Francisco Hawley

*cmb



Ley de Ohm Térmica



$$\Delta T = W R_t$$

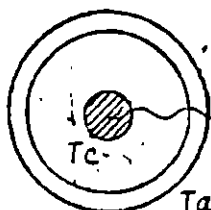
ΔT = caída de temp, °C

W = cant. de calor, Watts

R_t = resistencia térmica

$$= \rho_t \frac{e}{S} \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} \text{ m (ohm-term)}$$

Derivación de la fórmula básica para la corriente que puede llevar un cable



$$T_c - T_a = (R_c I^2) \sum R_t \therefore I = \sqrt{\frac{T_c - T_a}{R_c \sum R_t}} \text{ amps}$$

$W_c = R_c I^2$
(considerando sólo
pérdidas en el
conductor)

$\sum R_t$ = suma resistencias
térmicas del
dieléctrico cubierta
medio externo

Fórmula general para calcular la corriente de un cable

(Considerando pérdidas totales en cable de n conductores)

$$I = \sqrt{\frac{T_c - T_a - \Delta T_d}{n [R_c + R_{td} + (R_c + \Delta R) (R_{t_{cub}} + R_{t_{ext}})]}} \text{ amp}$$

T_c = temp cond en °C

n = número de cond

T_a = temp ambiente en °C

R_c = resist. cond en ohm/Km

$R_{td}, R_{t_{cub}}, R_{t_{ext}}$ = resistencias térmicas dieléctrico, cubierta, ext. en $\frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} \text{ m}$

$$\Delta T_d = R_{td} (W_c + \frac{W_d}{2})$$

Temperatura del conductor

En la fórmula anterior T_c es la temperatura máxima a la que puede trabajar el conductor sin afectar las propiedades del aislamiento

$T_c = 90^\circ\text{C}$ para aislam de EP. o XLP

$= 75^\circ\text{C}$ para polietileno

$= 85^\circ\text{C}$ para papel

(consultense las especificaciones
de los cables)

FECHA:

FEBRERO
1980

SUSCRIBIÓ:

ABRIL
1979

PREPARÓ:

Ing. Francisco Hawley

REVISÓ:

APROBÓ:

PAG: 7
22
DE: *cmb



CONEYME, S.A.
Cableado 100 y 75
Cableado 100 y 75

APUNTES SOBRE CONCEPTOS BASICOS DE ELECTRICIDAD APLICABLES A CABLES DE ENERGIA

DIRECCION.
DIVISION
POTENCIA

38

Temperatura ambiente

En la fórmula anterior se considera la temperatura máxima previsible del ambiente que rodea a los cables

Aire = 35 a 40 °C

Terreno = 20 a 25 °C

Resistencias Térmicas

Dielectrico: $R_{td} = .0037 \rho_{td} \log \frac{da}{dc}$

$$\rho_{td} = \begin{cases} 400 & \text{para EP} \\ 400 & \text{para poliet} \\ 600 & \text{para papel} \\ 700 & \text{para PVC} \end{cases}$$

Cubierta: $R_{t_{cub}} = .0037 \rho_{t_{cub}} \log \frac{d_{ext\ cub}}{d_{int\ cub}}$

Terreno: $R_{t_{terr}} = .0037 \rho_{t_{terr}} \log \frac{4P}{d_{ext\ cable}}$

$$\rho_{t_{terr}} = \begin{cases} 110 & \text{para concreto} \\ 75 & \text{arena compacta húmeda} \\ 100 & \text{arena compacta seca} \\ 120 & \text{arena suelta húmeda} \\ 200 & \text{arena suelta seca} \end{cases}$$

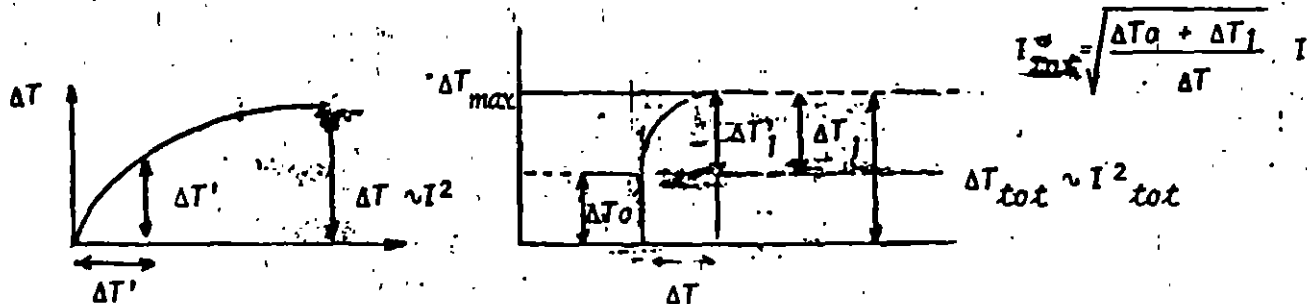
P = profundidad del cable
bajo tierra

Factores que afectan la corriente que pueda llevar un cable

- 1) Presencia de otros cables.- Tiene el efecto de aumentar la temperatura del ambiente por el calor que generan
- 2) Factor de carga.- En cables subterráneos, si la carga es variable, el terreno no tiene tiempo de calentarse y puede admitirse corriente mayor

Sobrecargas

Considerar temperatura máxima de sobrecarga que fijan las normas de cables = 110 - 130 °C



FECHA:

FEBRERO
1980

EXISTENTE A:

ABRIL
1979

FECHA:

Ing. Francisco Hawley

FECHA:

FECHA:

8

22

* cmb



CONDUMEX, S.A.

Cableado 140 mm² 1700
Cableado 140 mm² 1700APUNTES SOBRE CONCEPTOS BASICOS
DE ELECTRICIDAD APLICABLES A
CABLES DE ENERGIADIRECCION
DIVISION 39
POTENCIA

Corto circuitos

Considerar que en el brevísimo tiempo del corto circuito el calor producido no tiene tiempo de disiparse:

Calor producido = Calor absorbido

$$dq = w dt$$

$$dq = c V dt$$

↑
↑ 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 T_2 = Temp. max. del cond durante al cc (de 160 °C a 250 °C dependiendo del aislamiento) T_1 = Temp inicial del cond en °C

FECHA:

FEBRERO
1980

SUSCRIBIÓ:

ABRIL
1979

FIRMAS:

Ing. Francisco Hawley

SERIES:

APROBADO:

PAG. 9

DE 22

Cmb



CONSUMEX, S.A.

CALLE 140 No. 120
MEXICO D.F. 06700GRAFICAS DE APLICACION DE LOS
CONCEPTOS ANTERIORES

CAIDA DE TENSION

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

40

Principio Básico

La caída de tensión en una línea de cables depende del calibre de los conductores, de la separación entre los alambres, de la longitud de la línea y de la corriente conducida.

Ecuación Básica

$$\Delta V = I k l (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

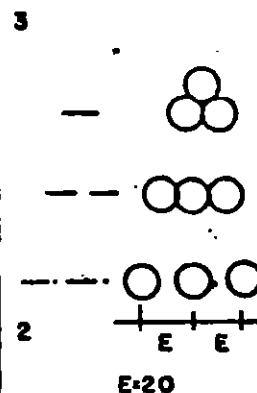
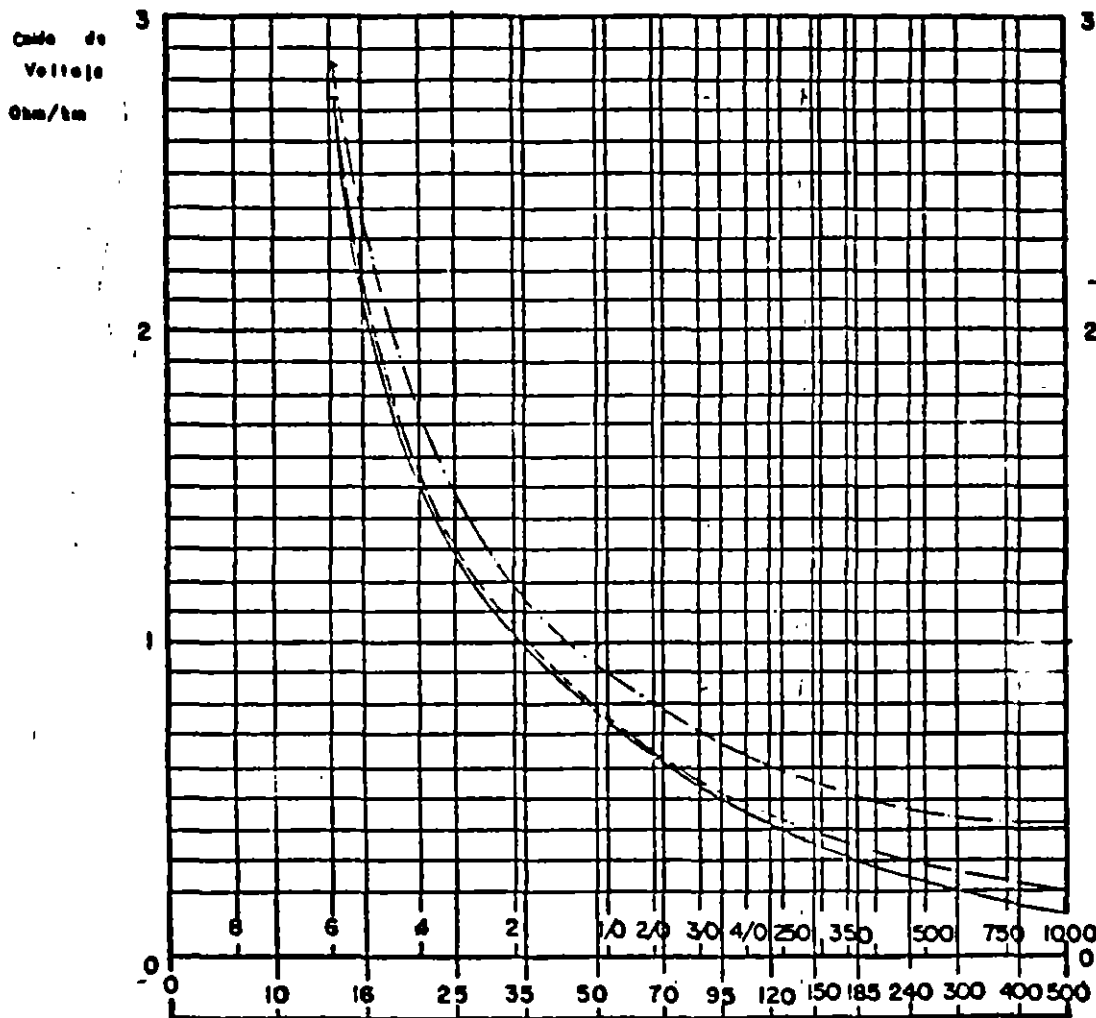
 ΔV = caída de tensión en volts

l = longitud de la línea en Kms

k = $\sqrt{3}$ en sistema trifásico, 2 en sistema monofásico

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, $2\pi f l$ Condiciones supuestas en la gráficaSistema trifásico ($k = \sqrt{3}$). Para sistema monofásico multiplíquese por 1,15Factor de potencia $\cos \phi = 0,8$

Frecuencia = 60 cps

Temperatura de conductor = 75°C

Cómo usar la gráfica

Para obtener la caída de voltaje en volts, multiplíquese el valor tomado de la gráfica por la longitud de la línea en kms y la corriente por conductor en amps.

CALIBRE O SECCION CONDUCTOR

FECHA:
FEBRERO
1980SUSTITUYE A:
ABRIL
1979

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG.: 10
DE: 22
'cmb



CONSUMEX, S.A.

 CABLES 140 mm² 170
 1970 16 0 1 147 15 32

 GRAFICAS DE APLICACION DE LOS
 CONCEITOS ANTERIORES

CORRIENTE DE OPERACION NORMAL

 DIRECCION
 DIVISION
 POTENCIA

41

Principios Básicos

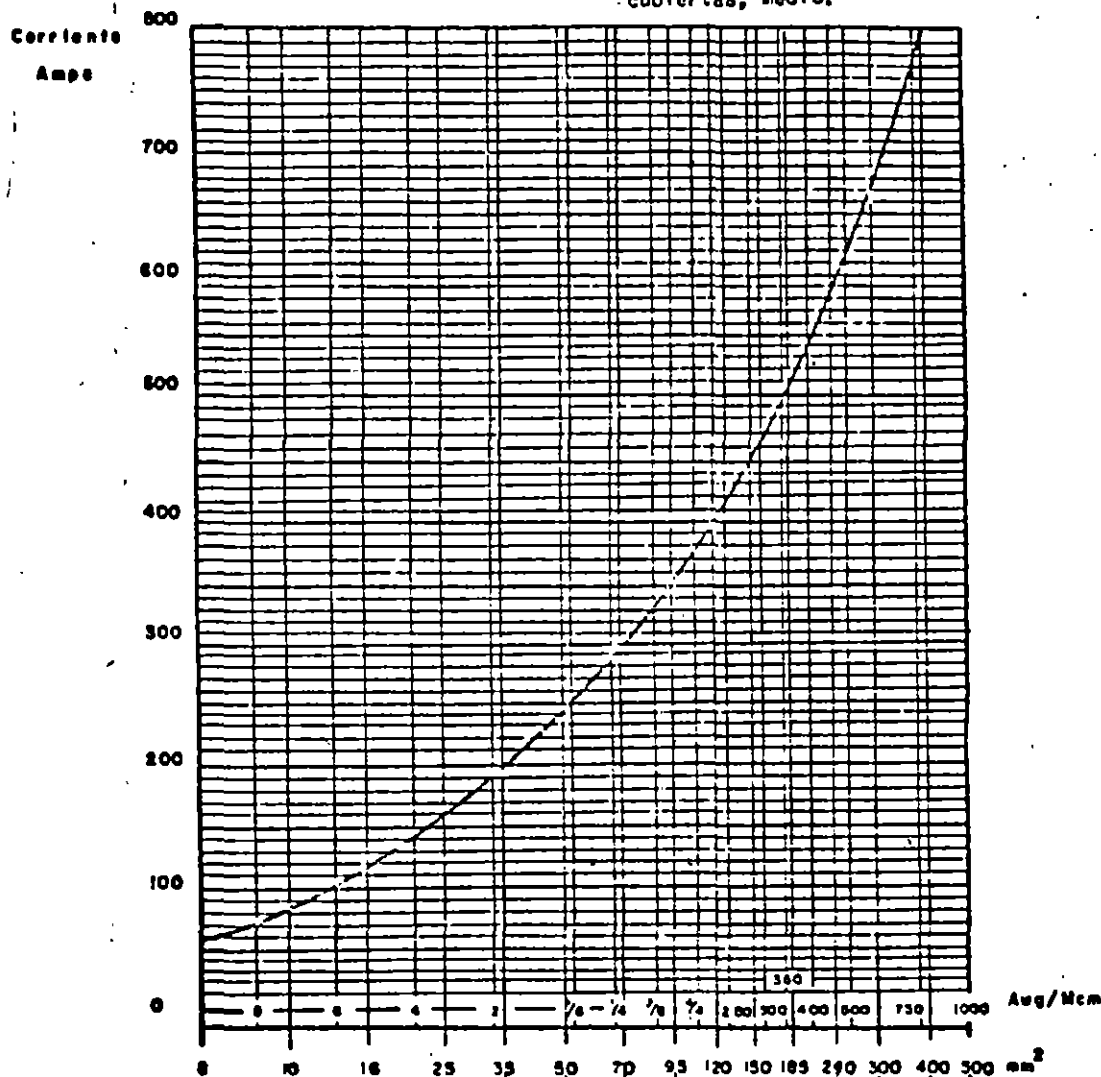
- a) El calor generado por efecto Joule en el conductor debe disiparse al exterior del cable venciendo las resistencias térmicas que presentan el aislamiento, la cubierta y el medio que rodea al cable.
- b) Varios cables juntos ejercen un calentamiento mutuo y limitan la corriente que puede llevar cada cable.
- c) En cables subterráneos el terreno no se calienta a la misma velocidad que el cable por lo que el cable puede admitir corrientes mayores si la carga es variable.

Ecuación Básica (Derivada de la Ley de Ohm Térmica)

$$I = \frac{T_c - T_a}{R_c + R_t}$$

T_c = Temperatura del conductor
 T_a = Temperatura ambiente

R_c = Resistencia eléctrica del conductor
 R_t = Suma resistencias térmicas aislamiento, cubiertas, medio.



Condiciones supuestas en la gráfica

- 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 1c) Factor de carga 100%
 d) Instalación: Cables subterráneos : enterrados
 Cables aéreos : a la sombra

Cable o sección

Factores de corrección para condiciones diversas

SI	$T_c - T_a = 60^\circ\text{C}$	factor	1.10
	$= 40^\circ\text{C}$		0.90
	$= 30^\circ\text{C}$		0.80
SI	$T_c - T_a = 50^\circ\text{C}$		1.12
	$= 30^\circ\text{C}$		0.87
	$= 20^\circ\text{C}$		0.70
SI	3 conductores en contacto:	0.85	SI 3 cables sep: 0.90
	"	"	" 6 " 0.90
	"	"	" 9 " 0.75
SI	en ductos,	factor 0.35	SI al sol, factor 0.70

FECHA:

 FEBRERO
 1980

SUSTITUYE A:

 ABRIL
 1970

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG. 11

DE: 22

cmh



CONDUMEX, S.A.

Caracas 108 m. 720
Teléfono 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

GRAFICAS DE APLICACION DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES

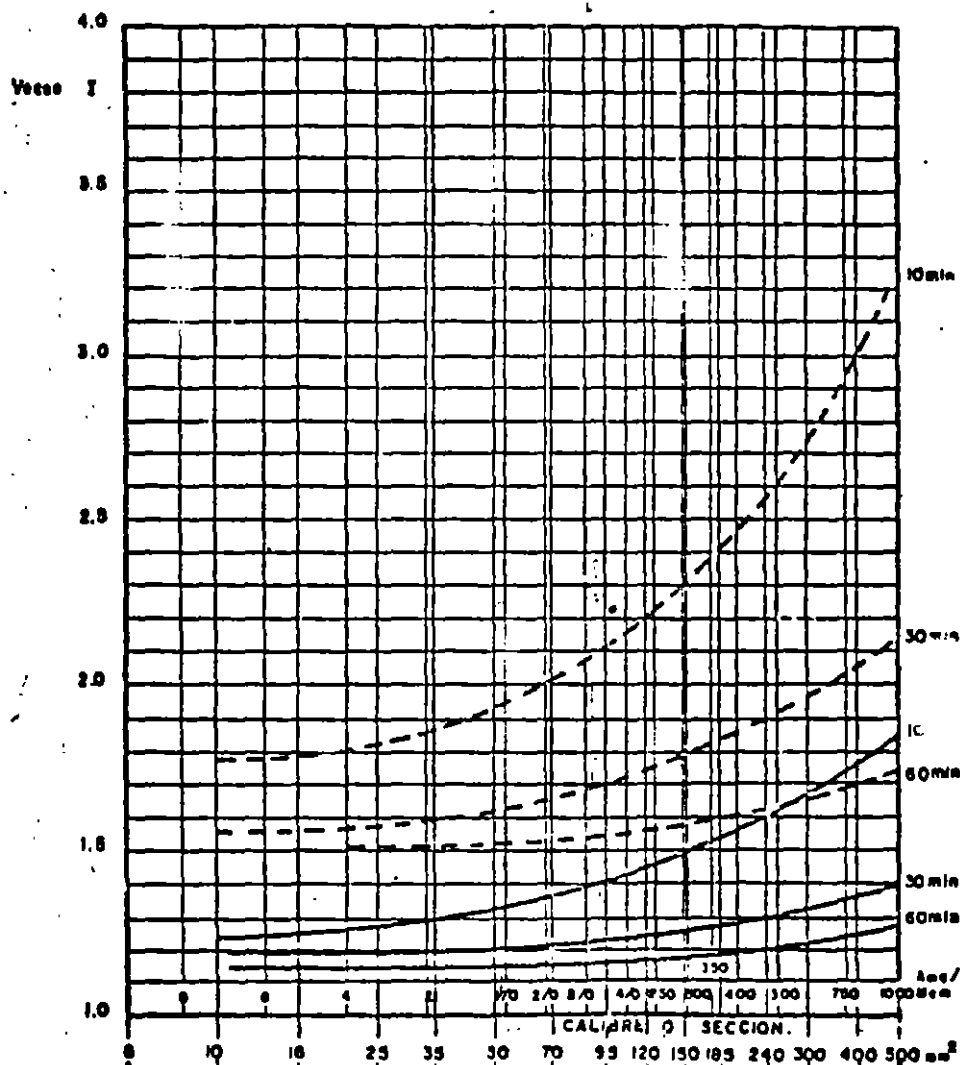
CORRIENTE DE SOBRECARGA

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

42

Principios Básicos

- 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.
- La corriente de sobrecarga depende de la temperatura máxima de sobrecarga que se fija para cada tipo de cable y será mayor mientras más frío se encuentre el cable antes de iniciarse la sobrecarga.



Condiciones asumidas en la grafica

- Cable caliente antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 75°C)
- - - - - Cable frío antes de la sobrecarga (Temp. Cond. = 35°C)

Cable aéreo (sobrecarga puede ser 20% mayor en el cable subterráneo)

Temperatura máxima de sobrecarga 90°C (aislamiento termoplástico)

SI T máx. = 130°C (aislamiento elastomérico) factor 1.8 para cable caliente
1.2 para cable frío

FECHA:
FEBRERO
1980

SUSTITUYE A:
ABRIL
1979

PREPARO:
Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG.: 12
DE: 22
cmb



CONSUMEX, S.A.

SECCION 140 de 170
MAYO 1977 10/10/77

GRAFICAS DE APLICACION DE LOS CONCEPTOS ANTERIORES

CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

43

Principio Físico Por brevísima duración del cortocircuito, calor generado en el conductor se absorbe en el mismo conductor sin pasar a las otras partes del cable.

Ecuación Básica $\frac{330 S}{\sqrt{t}} \sqrt{\log \frac{T2 + 274.5}{T1 + 274.5}}$
Icc =

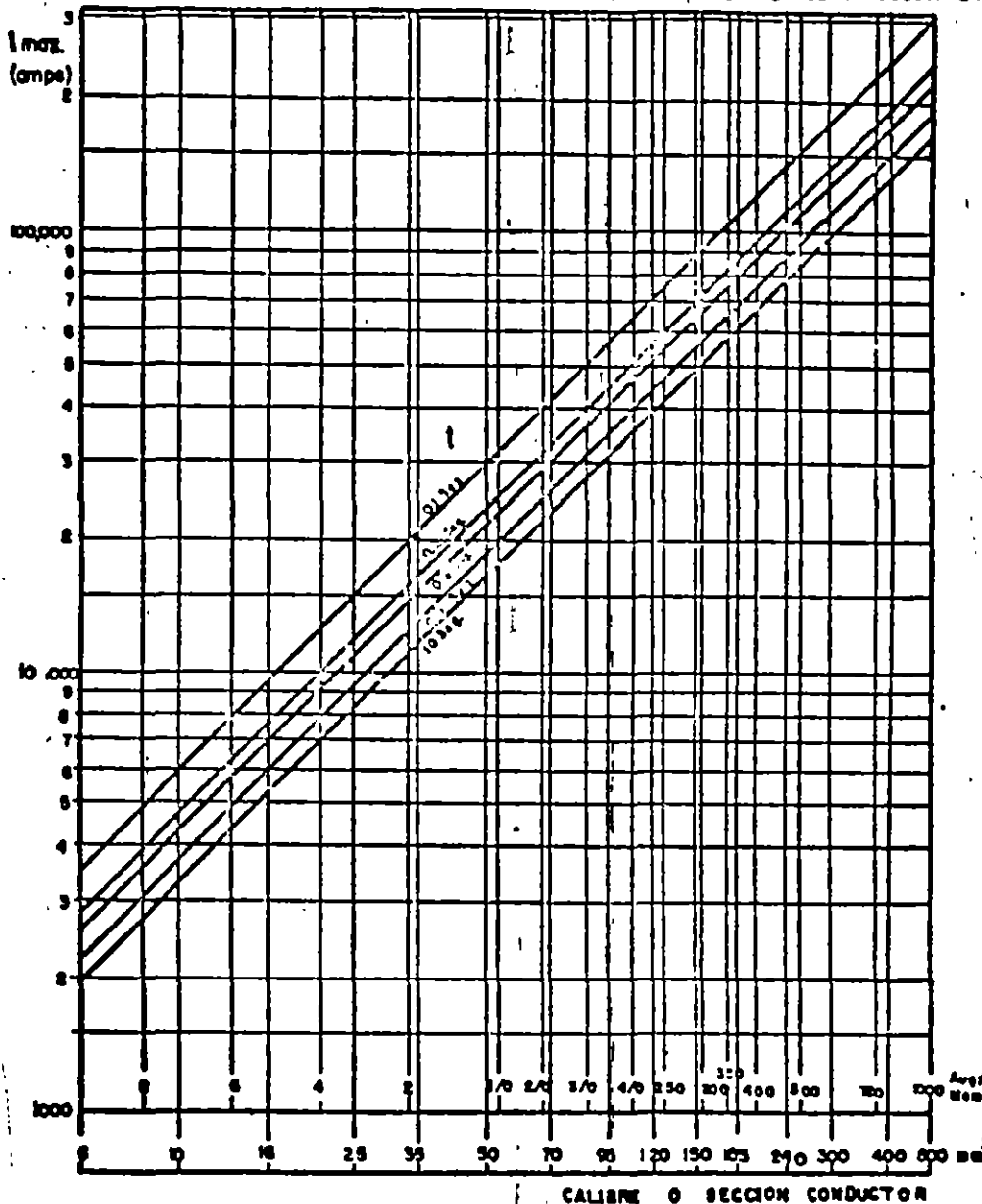
Icc = corriente efectiva del c.c. en amps.

S = sección del conductor en mm²

t = tiempo del c.c. en seg.

T2 = temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. en °C

T1 = temperatura del conductor antes del c.c.



Condiciones Supuestas en la Gráfica

T2 = 160°C

T1 = 85°C

FECHA:

FEBRERO
1980

SUSTITUYE A:

ABRIL
1979

PREPARO:

Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

PAG. 13

DE 22

DE:



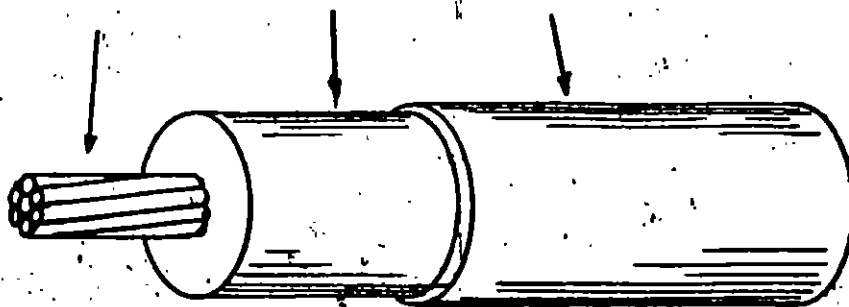
COMPAÑIA, S. A.
CALLE 100 No. 100
CALLE 100 No. 100

APUNTES SOBRE ELEMENTOS
CONSTRUCTIVOS DE LOS
CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

44

Energia = Corriente x Voltaje x Tiempo



Conductor

Aislamiento

Cubierta

Elementos básicos de un cable unipolar

FECHA:
FEBRERO
1980

ABRIL
1979

Ing. Francisco Hawley

14
22

*cmb

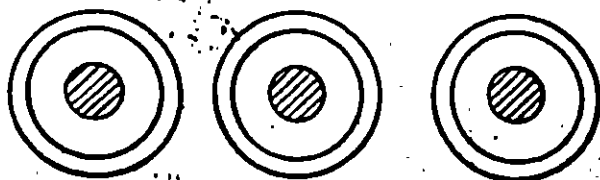


Tipos de cables empleados en Sistemas Trifásicos

Cables unipolares

Ventajas: Ligeros, fáciles de instalar, terminales sencillas

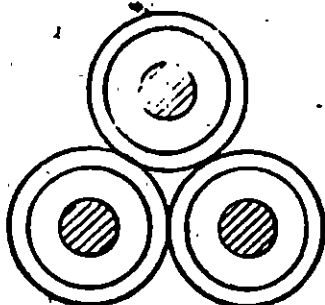
Desventajas: campos electromagnéticos rodeando los cables interfieren con cables de comunicaciones, aumentan pérdidas, impiden el uso de armaduras magnéticas, dan lugar a corrientes circulantes en pantallas, reparto no uniforme de corrientes al usar varios cables en paralelo



Cable triplex

Ventajas: Más flexible que cable trifásico. Campo electromagnético balanceado, terminales sencillas.

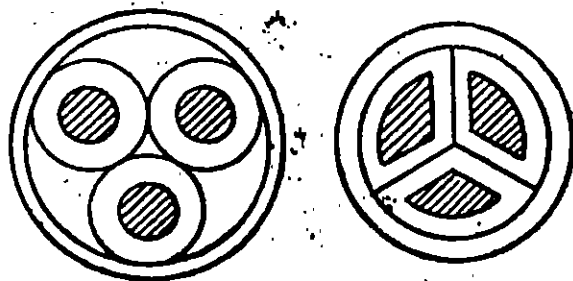
Desventajas: Costo ligeramente superior a tres unipolares. Mayor diámetro total que un tripolar limita longitudes de embarque



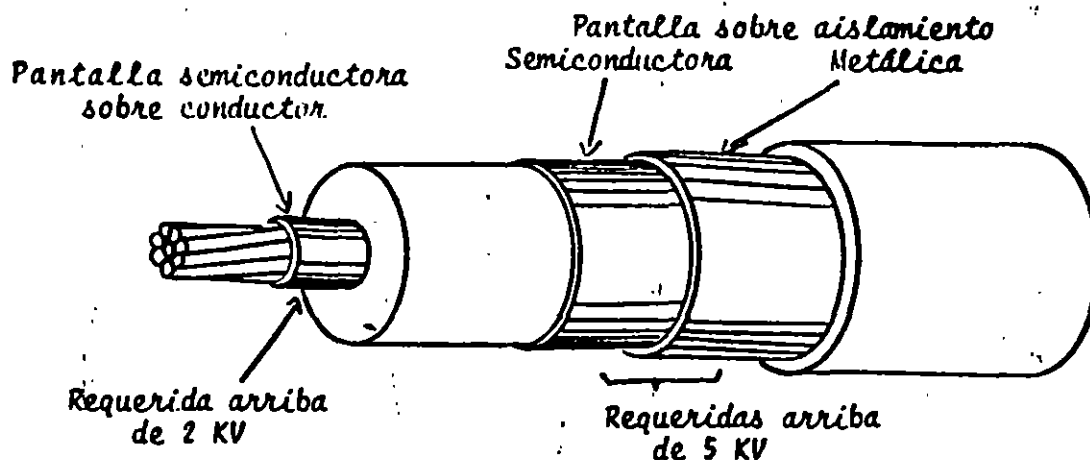
Cables tripolares

Ventajas: Pueden usar armaduras de metales magnéticos. Campo electromagnético balanceado. Si se usan conductores sectoriales (der.) se reduce diámetro y precio

Desventajas: Peso. Terminales complicadas

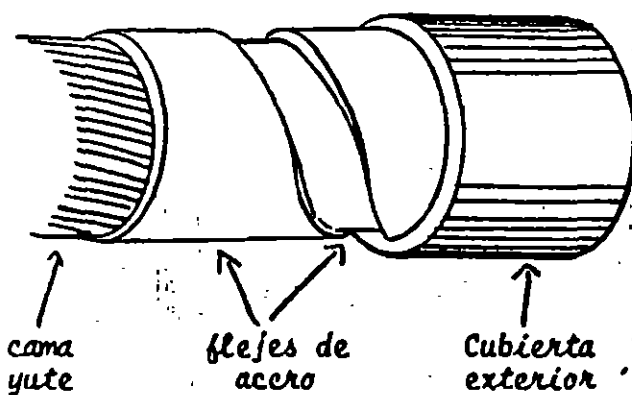


Elementos adicionales empleados para control
del campo eléctrico

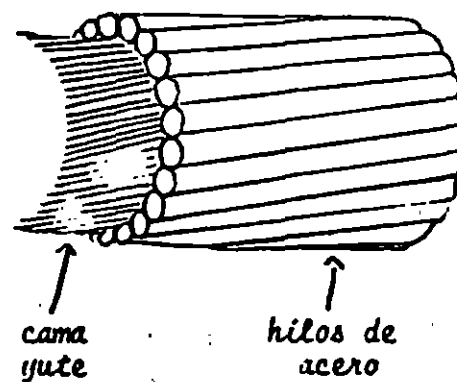


Armadura de protección empleadas en cables trifásicos

para protección mecánica



para protección mecánica y
esfuerzo longitudinal



SUSTITUYE A:	ELABORO:	REVISO:	APROBO:	AUTORIZO:	Página Núm.:
ABRIL 1979					16
FECHA ELAB.:	Ing. Francisco Hawley				De:
FEB. 1980					22



CONSUMER, S.A.

Carretera 100 km 720
Calle 10, d. l. 102-00 20

APUNTES SOBRE ELEMENTOS
CONSTRUCTIVOS DE LOS
CABLES DE ENERGIA

DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

47

Aspectos a considerar en la selección de conductores

- 1) Materiales: Cobre 100% conductividad 2600 Kg/cm² tracción
17.24 ohm·mm²/Km de resistividad
Densidad 8.9 gr/cm³
Alum 61% conductividad 1100 Kg/cm² tracción
28.26 resistividad 2.7 densidad
- 2) Flexibilidad: Depende de número de hilos
Clase B cables energía normales
Clase C poco más flexibles
Clase G y H cables portátiles
Clase K y M cordones flexibles
- 3) Forma: Redondo normal (33% espacios libres)
Redondo compacto (10% espacios libres)
Sectorial (triángulos)
- 4) Dimensiones: Calibre se determina en función de capacidad de
conducción de corriente y en función de caída de
tensión

Aspectos a considerar en la selección de aislamientos:

- 1) Confiabilidad: El aislamiento de papel impregnado ha demostrado su
confiabilidad a través de muchos años de uso. Sobre
otros aislamientos más nuevos no se tiene aún mucha
experiencia
- 2) Propiedades
térmicas : Los aislamientos elastoméricos (XLP o EP) trabajan
a 90°C. El papel y los termoplásticos suelen
especificarse para temperaturas del orden de 75°C
- 3) Flexibilidad: Los cables de papel con forro de plomo y los
cables aislados con XLP tienen menos flexibilidad
que los aislados con EP
- 4) Propiedades
mecánicas: El XLP tiene mejor resistencia a la abrasión
que el EP y en baja tensión puede usarse sin
cubierta adicional

FECHA:

FEBRERO
1980

SUSTITUYE A:

ABRIL
1979

PREPARED:

Ing. Francisco Hawley

REVISADO:

APROBADO:

PAG. 17
22
*cmb

Aspectos a considerar en la selección de cubiertas:

- 1) Confiabilidad: El tubo de plomo ofrece la máxima impermeabilidad y debe usarse cuando el aislamiento es de papel o cuando se quiere proteger al cable contra la penetración de líquidos corrosivos.
- 2) Propiedades mecánicas: XLP y Hypalon gran resistencia a la abrasión, Neopreno bastante buena Plomo mala.
- 3) Flexibilidad: Hypalon y Neopreno excelentes.
- 4) Resistencia a la intemperie: Plásticos y elastómeros solo buena en color negro, conteniendo negro de humo.
- 5) Resistente a agentes químicos: Plomo excelente PVC y polietileno buena. Neopreno y Hypalon regular.
- 6) Peso: Polietileno es el más ligero. Plomo muy pesado.

Función de la pantalla semiconductora sobre el conductor

- 1) Uniformiza campo eléctrico alrededor del conductor

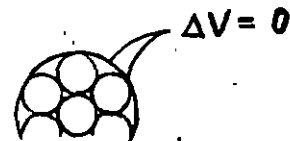
sín



con



- 2) Evita queden espacios vacíos ionizables junto al conductor

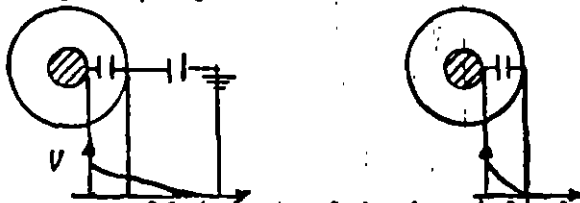


- 3) Reduce energía destructiva al transferir el electrodo de mayor esfuerzo eléctrico de un metal con alta función de trabajo a un metal con baja función de trabajo.
- 4) Amortigua corrientes de impulso que tienden a viajar por la superficie del conductor



Funciones de la pantalla sobre aislamiento

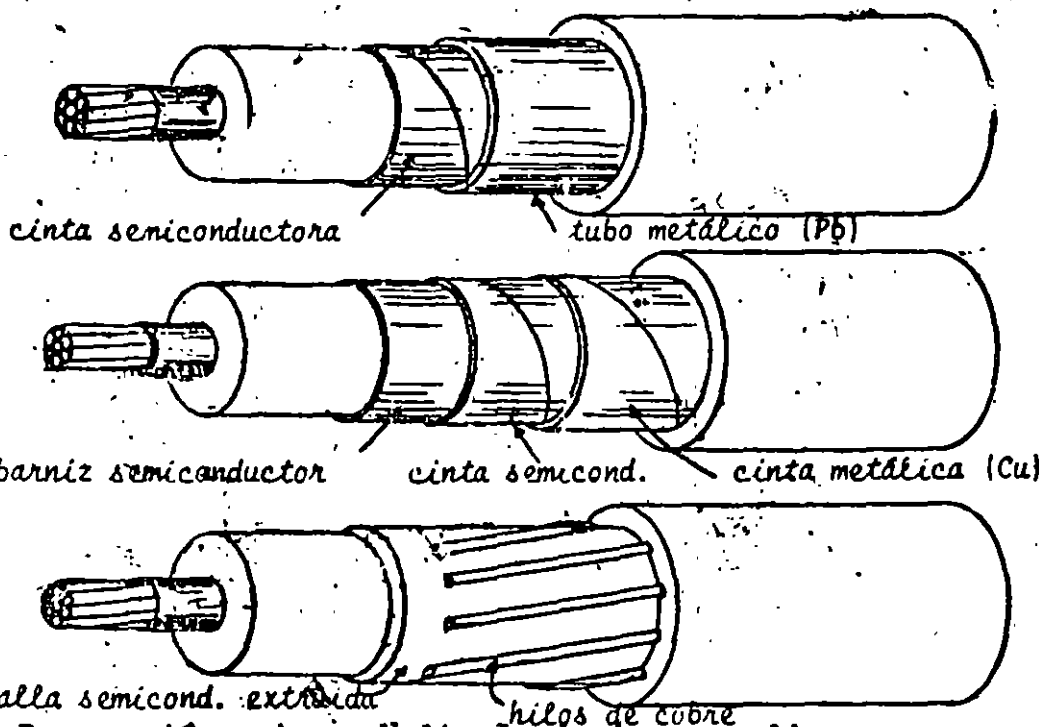
- 1) Bajar voltaje superficial a cero (sólo si se conecta a tierra)



- 2) Confinar campo eléctrico a interior del aislamiento y hacer que trabaje en forma radial y uniforme, eliminando esfuerzos tangenciales
- 3) Proporcionar trayectoria fija para escape de corriente de carga
 $I_c = 2 \text{ } \mu\text{c}$

- 4) Proporcionar trayectoria para corriente de cc $I_{cc} = \frac{3305}{L} \log \frac{234.5 + L_2}{234.5 + L_1}$

Variantes en el diseño de la pantalla sobre aislamiento



Precaución sobre el diseño de la pantalla

En cables unipolares la pantalla o cubierta metálica actúa como el secundario de un transformador. La corriente alterna que fluye por el conductor crea un campo magnético cambiante e induce una corriente en la pantalla, que será mayor mientras menor sea la resistencia de la misma pantalla. Estando la pantalla en circuito abierto, se podrá medir en su extremo el voltaje a tierra $E_o = I \cdot 2 \cdot L \times 10^{-3} \text{ volts/Km}$; siendo $L = 0.46 \log \frac{2A}{d}$ mH/Km. I = corriente cond amps, A = dist media geom entre 3 conds del sistema trifásico



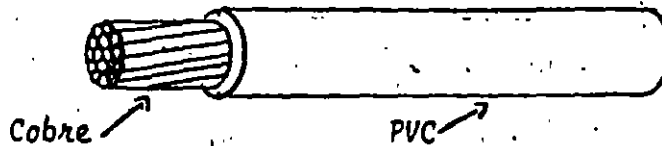
CONSTRUCCIONES, S. A.
CALLE 140 No. 725
CAROLINA, P.R. 00981

APUNTES SOBRE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LOS CABLES DE ENERGIA

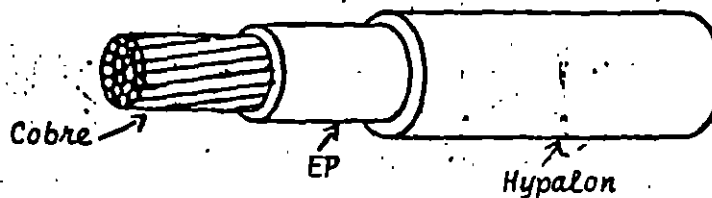
DIRECCION
DIVISION
POTENCIA

50

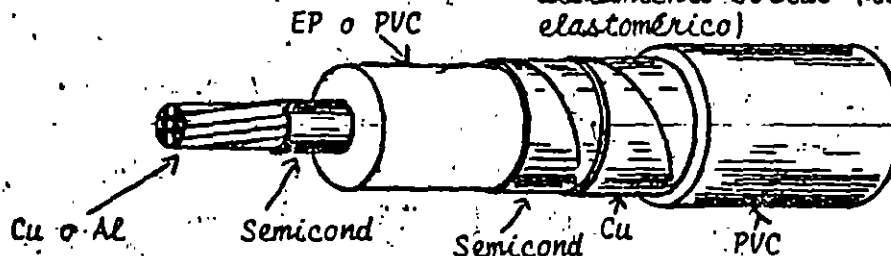
Construcciones específicas: 1) Cable de baja tensión con aislamiento termoplástico



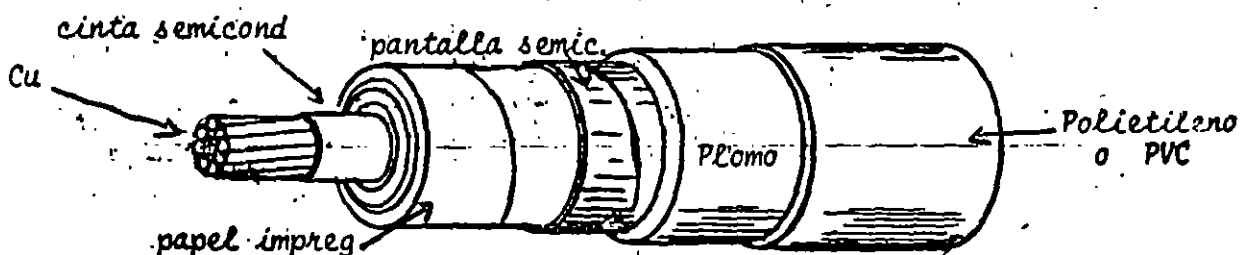
Construcciones específicas: 2) Cable de baja tensión con aislamiento elastomérico



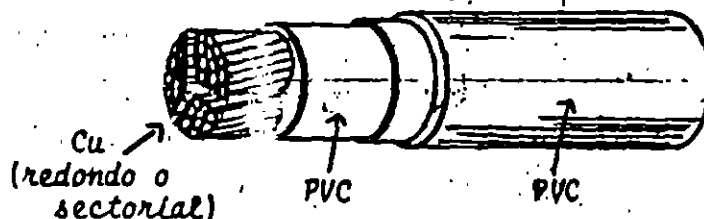
Construcciones específicas: 3) Cable unipolar de media tensión con aislamiento sólido (termoplástico o elastomérico)



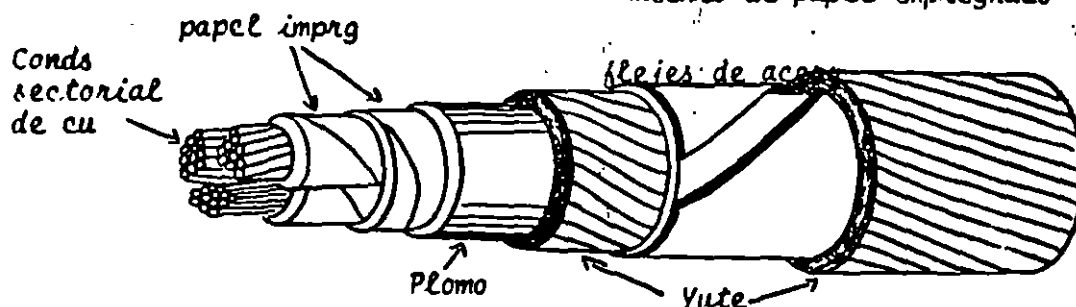
Construcciones específicas: 4) Cable unipolar de media tensión con aislamiento de papel impregnado



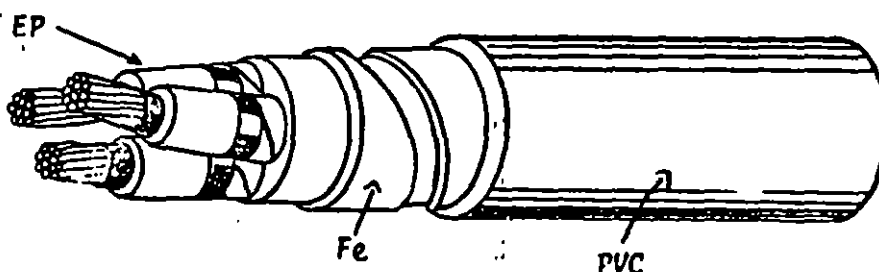
Construcciones específicas: 5) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento termoplástico



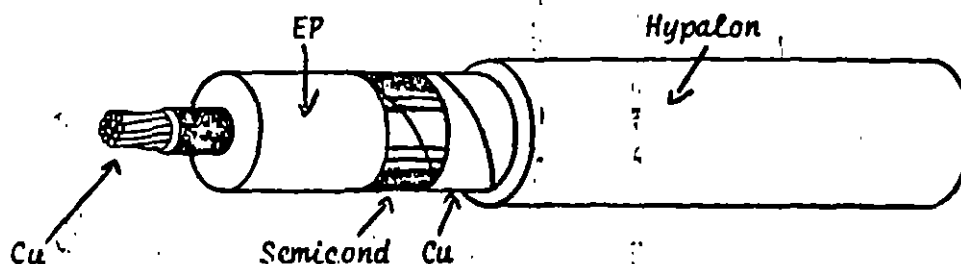
Construcciones específicas: 6) Cable tripolar de baja tensión con aislamiento de papel impregnado (tipo armado)



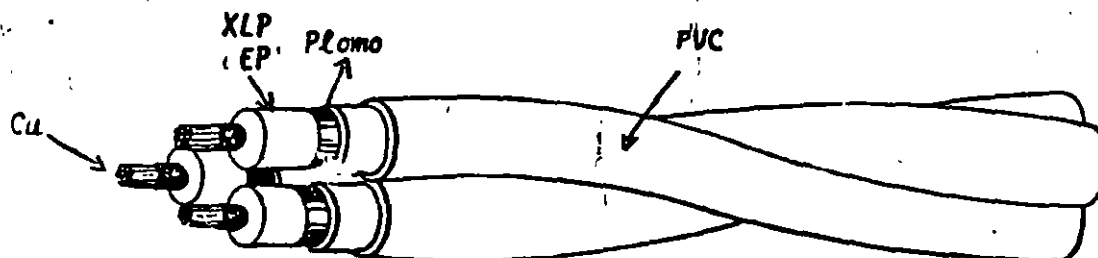
Construcciones específicas: 7) Cable tripolar de media tensión con aislamiento elastomérico (armado)



Construcciones específicas: 8) Cable unipolar de media tensión con aislamiento elastomérico para plantas generadoras



Construcciones específicas: 9) Cable triplex de media tensión para la industria petroquímica



SUSTITUYE A:
ABRIL 1979
FECHA ELABORACIÓN:
FEB 1980

ELABORÓ:
Ing. Francisco Hawley

REVISÓ:

APROBÓ:

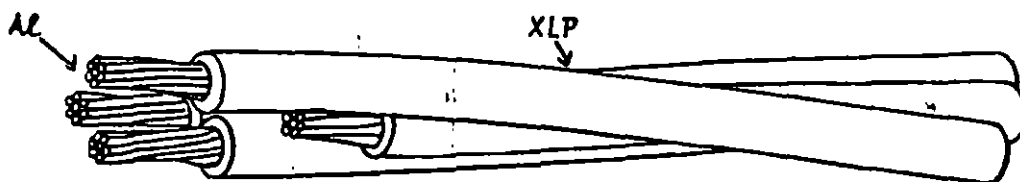
AUTORIZÓ:

Página Núm.:

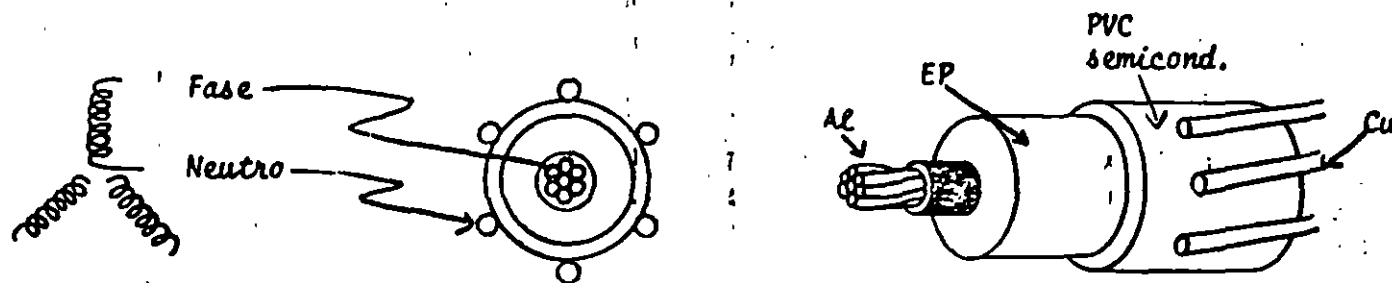
21

De: 22

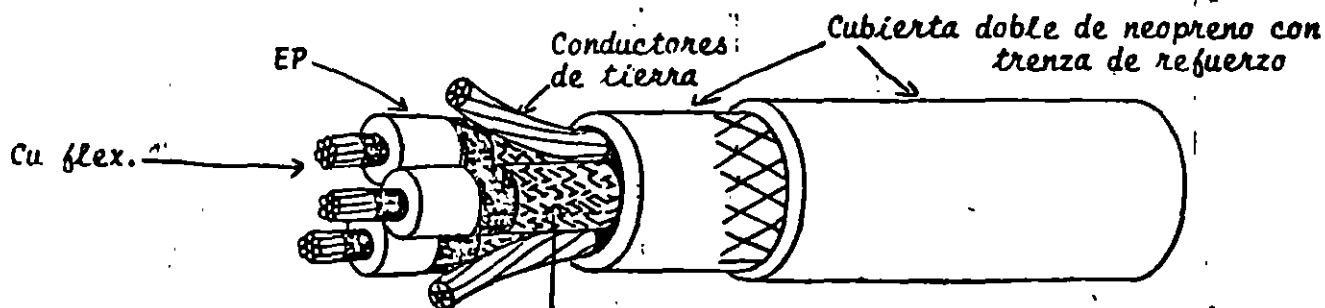
Construcciones específicas: 10) Cable de baja tensión para secundarios de redes subterráneas residenciales



Construcciones específicas: 11) Cable de media tensión para primarios de redes subterráneas residenciales

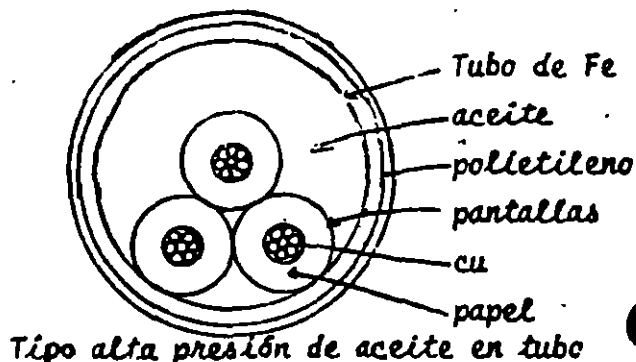
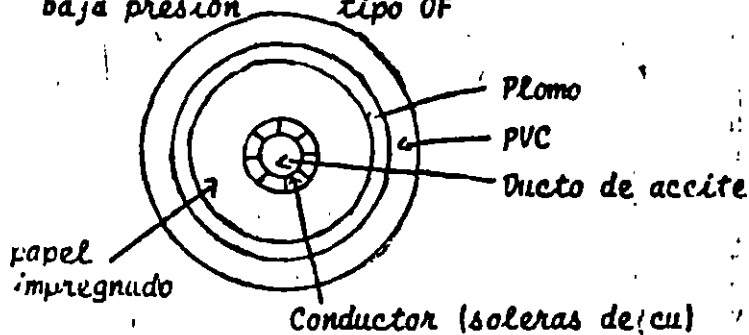


Construcciones específicas: 12) Cable tripolar de media tensión (flexible) para minas



Pantalla flex (hilos trenzados de cu)

Construcciones específicas: 13) Cables de alta tensión con aceite a presión
Autocontenido con aceite a baja presión tipo OF



SUSTITUYE A:
ABRIL 1979
FECHA ELAB.:
FEB 1980

ELABORO:
Ing. Francisco Hawley

REVISO:

APROBO:

AUTORIZO:

Página Núm.:
22
De:
22

$$R_i = K \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right) \quad (1)$$

Donde:

R_i = Resistencia de aislamiento en Megohms x Km

K = Constante de resistencia de aislamiento
(ver Tabla 1)

$\log_{10}$ = Logaritmo decimal

D = Diámetro sobre aislamiento en milímetros

d = Diámetro bajo aislamiento en milímetros

T A B L A 1

CONSTANTE DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO

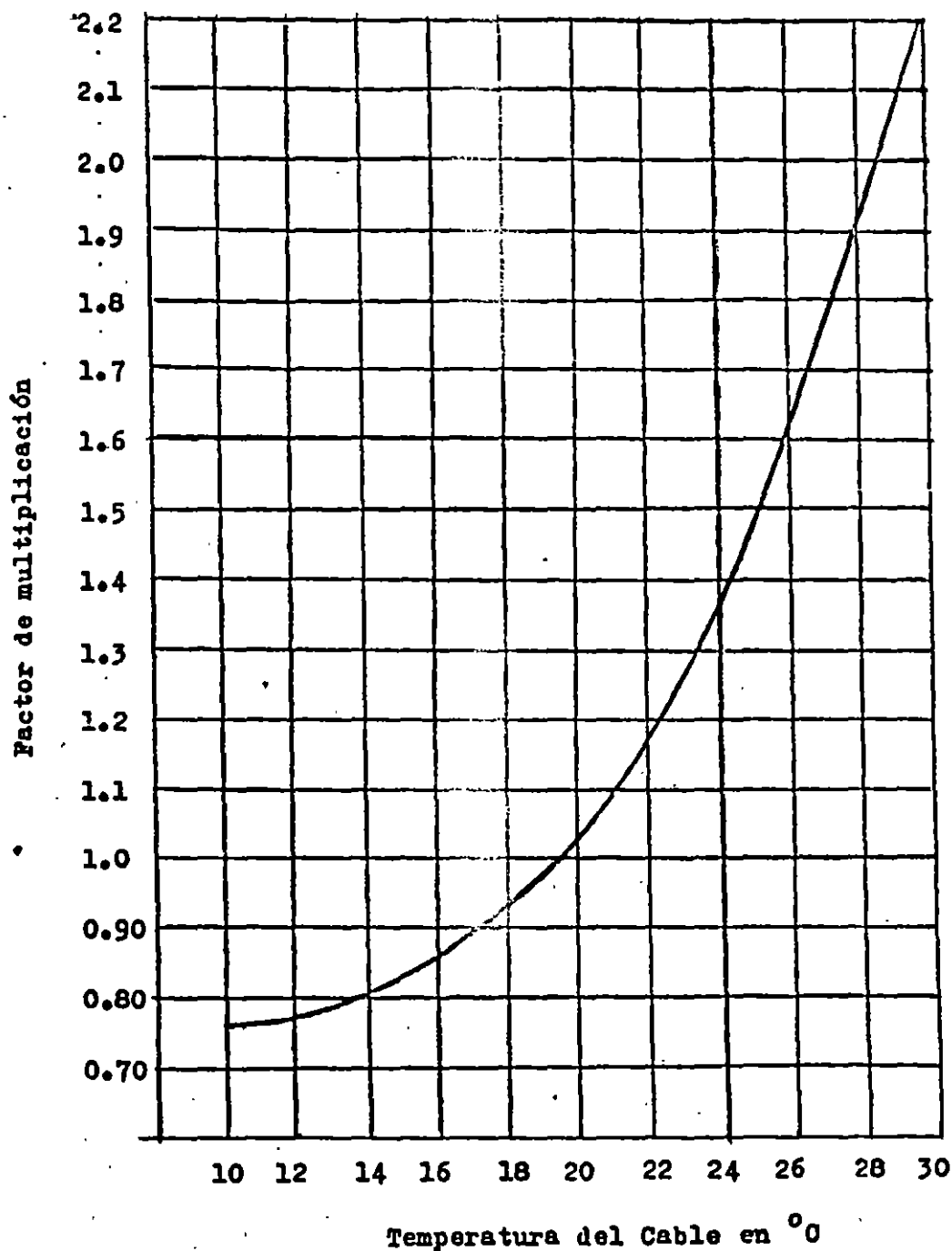
Aislamiento	K (M x Km)
Papel impregnado	3,000 a 20°C
PVC Bajo voltaje	150 a 15.6°C
PVC Alto voltaje (Sintenax)	750 a 20°C
Polietileno (normal)	15,250 a 15.6°C
Polietileno vulcanizado (XLP)	6,100 a 15.6°C
Cambray barnizado (VC)	1,000 a 15.6°C
Etileno propileno (EP)	6,100 a 15.6°C

El valor de R_i deberá corregirse por temperatura y por longitud como se ilustra en el ejemplo 1.

Enseguida se procede a probar el cable usando para ello un megger (manual ó con motor de preferencia, como se muestra en la figura 1). El borne positivo del aparato se conecta al conductor y el negativo a la pantalla ó cubierta metálica del cable, que también deberán estar conectados a tierra. Dado que

TABLA VIII

Factores de corrección por temperatura para resistencia de aislamiento en cables Sintenax



SUSTITUYE A:
SEPTIEMBRE 1979

Página Número
22

De:
41

ELABORO:

ING. ANTULIO BETANCOURT

REVISO:

AUTORIZO:

Fecha de Elaboración:

FEBRERO 1980



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
Y PARA EDIFICIOS

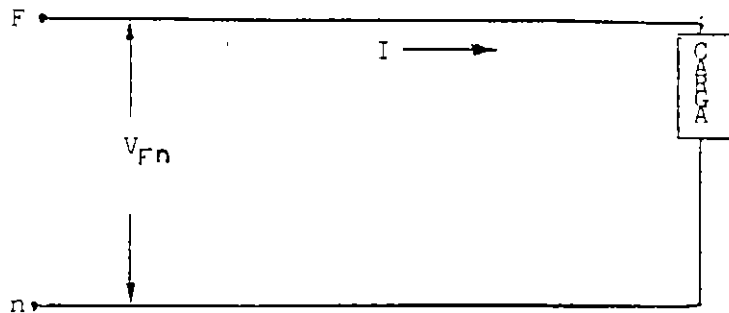
MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

C O N D U C T O R E S

ING. LAZARO PONCE DIAZ

CAIDA DE TENSION EN UN

SISTEMA MONOFASICO A DOS HILOS



$$e = 2 Z I \quad (1) \quad e \% = \frac{e \times 100 \%}{V_{Fn}} \quad (2)$$

SUST 1 en ec. 2

$$e \% = \frac{2 Z I \times 100}{V_{F.n}}$$

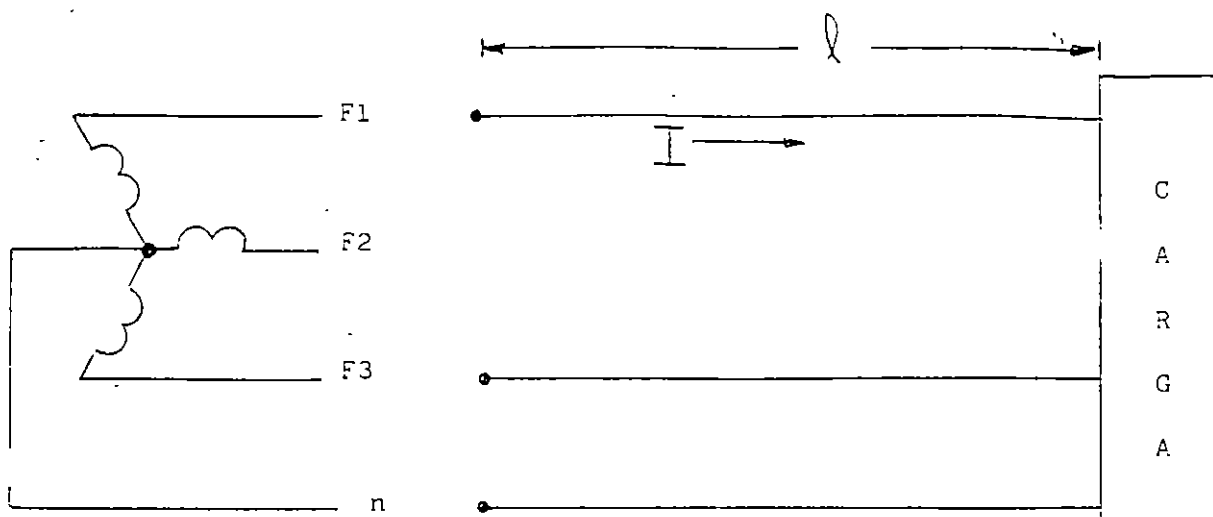
$$\text{SUST. } Z = R \cos \phi + X_L \text{ SEN } \phi$$

$$e \% = \frac{200 I \cdot (R \cos \phi + X_L \text{ sen } \phi)}{V_{fn}}$$

CAIDA DE TENSION EN UN

8

+ SISTEMA MONOFASICO A 3 HILOS.



$$e = Z I l \quad \text{--- (1)} \quad e \% = \frac{e}{V_{fn}} \times 100 \quad \text{--- (2)}$$

SUST. (1) en ec (2)

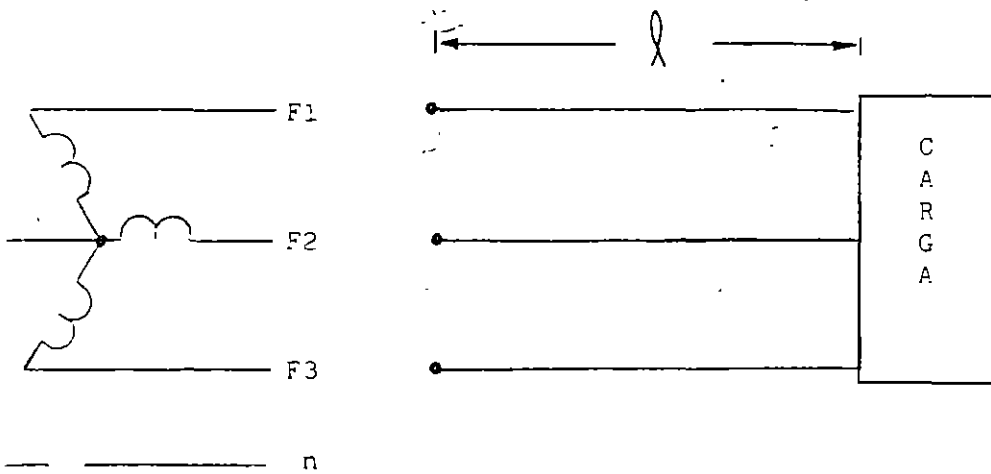
$$e \% = \frac{Z I l}{V_{fn}} \times 100$$

SUST. $Z = R \cos \phi + XL \text{ SEN } \phi$

$$e \% = \frac{100 I l (R \cos \phi + XL \text{ SEN } \phi)}{V_{fn}}$$

* CAIDA DE TENSION EN UN

+ SISTEMA TRIFASICO A 3 HILOS.



$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot Z \quad (1) \quad e \% = \frac{e}{V_{FF}} \times 100 \% \quad (2)$$

SUST (1) en (2)

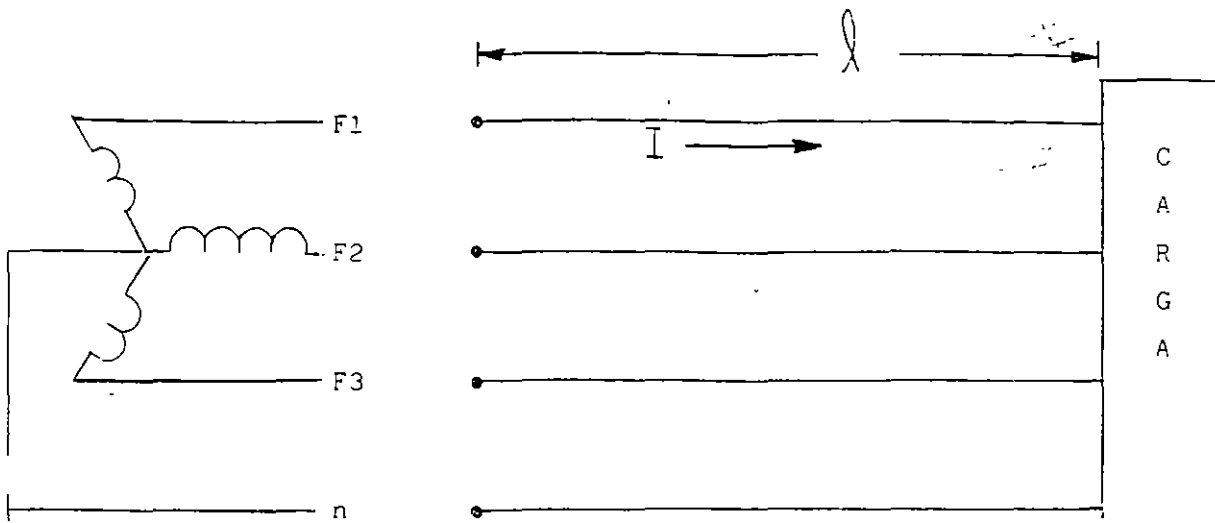
$$e \% = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot Z \times 100}{V_{FF}}$$

$$SUST \quad Z = (R \cos \phi + X_L \sin \phi)$$

$$e \% = \frac{173 \cdot I \cdot l \cdot (R \cos \phi + X_L \sin \phi)}{V_{FF}}$$

* CAIDA DE TENSION EN UN

+ SISTEMA TRIFASICO A CUATRO HILOS.



$$e = Z I L \text{ (1)} \quad e \% = \frac{e}{V_{Fn}} \times 100 \text{ (2)}$$

SI SUST (1) en (2)

$$e \% = \frac{Z I l}{V_{Fn}} \times 100$$

$$\text{SUST } Z = R \cos \phi + XL \sin \phi$$

$$e \% = \frac{100 \cdot I \cdot l \cdot (R \cos \phi + XL \sin \phi)}{V_{Fn}}$$

* CALCULO DE CONDUCTORES PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS

PARA SELECCIONAR EL CONDUCTOR DE UN CIRCUITO DE ALUMBRADO O DE CONTACTOS SE PROCEDE DE LA SIGUIENTE MANERA:

A) POR CAPACIDAD DE CORRIENTE

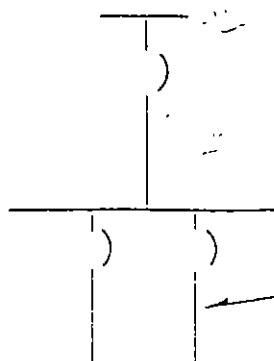
1. SE CALCULA LA CORRIENTE EN AMPERES, A PARTIR DE LA LEY DE WATT .
2. A LA CORRIENTE CALCULADA, SE LE APLICA EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO, - EL CUAL SE CONSULTA EN LA TABLA 302.4a (NORMAS)
3. A LA NUEVA CORRIENTE, SE LE APLICA EL FACTOR DE TEMPERATURA, EL CUAL SE CONSULTA EN LA TABLA 302.4b (NORMAS)
4. A LA CORRIENTE RESULTANTE, DESPUES DE APLICAR LOS FACTORES SE LE LLA-
MA I_c (CORRIENTE CORREGIDA)
5. CON LA I_c , SE CONSULTAN LAS TABLAS 302.4 SELECCIONANDO EL CALIBRE DEL CONDUCTOR ADECUADO.

B) POR CAIDA DE TENSION.

6. TOMANDO LA CORRIENTE BASE QUE CIRCULA POR LOS CONDUCTORES, LA CAIDA - DE TENSION SE CALCULA SEGUN EL TIPO DE CIRCUITO Y LA LONGITUD, CONSI- DERANDO LA RESISTENCIA Y REACTANCIA DEL CABLE.

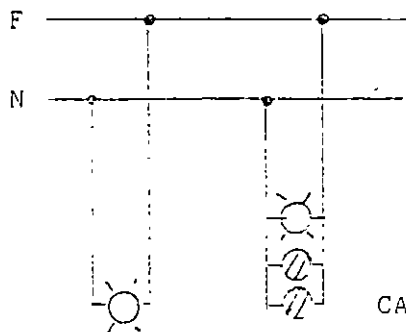
ART. 202.7 CONDUCTORES DE CIRCUITOS DERIVADOS

- CAPACIDAD DE CORRIENTE.



$I \text{ CONDUCTOR} \geq \text{CAPACIDAD NOMINAL DEL CIRCUITO.}$

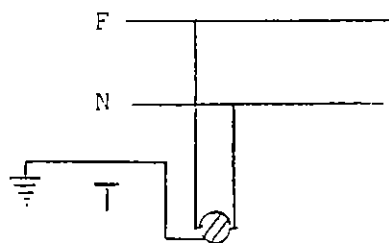
- CALIBRE MINIMO



$\text{CONDUCTOR} \geq \text{CALIBRE No. 14 awg.}$

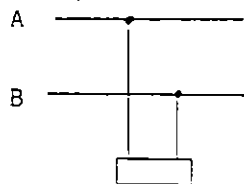
CALEFACCION

- CARGAS INDEFINIDAS - CONTACTOS



$\text{CONDUCTOR} \geq \text{CALIBRE No. 12 awg.}$

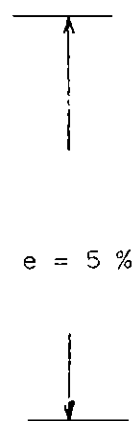
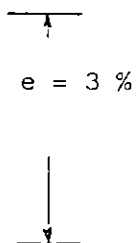
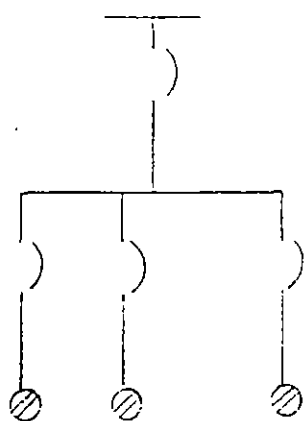
202.8 EQUIPOS DE ILUMINACION QUE UTILICE BALASTROS, TRANSFORMADORES O AUTOTRANSFORMADORES SE DEBE CONSIDERAR LA CORRIENTE TOTAL.



$$I_c = 1.25 \times I_n$$

2 X 78 W

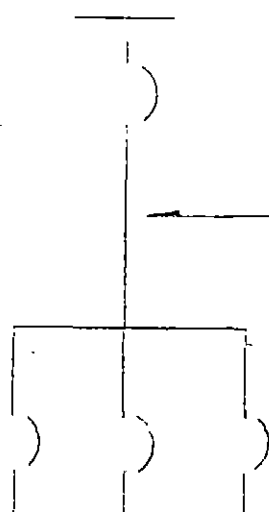
202. CAIDA DE TENSION.



SECCION 203

CTOS. ALIMENTADORES

203.2 CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

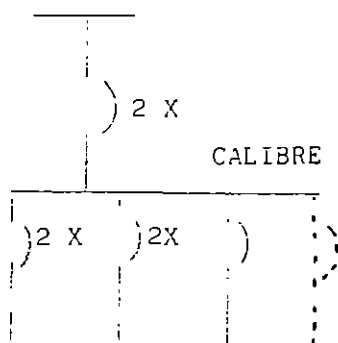


CTO. ALIMENTADOR

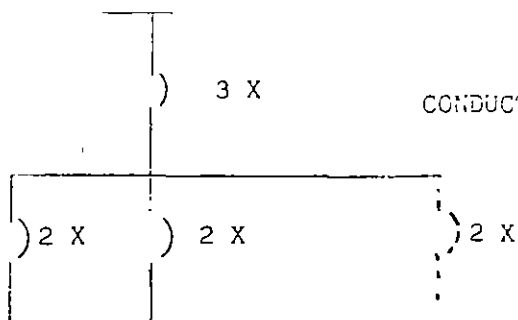
CONDUCTOR CAPACIDAD
DE $> I$ CARGA POR SERVIR
CORRIENTE

DERIVADO

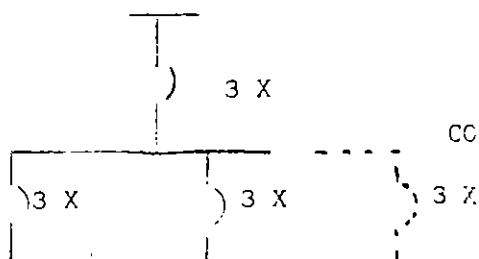
CTO. BIFILIAR



CALIBRE CONDUCTOR $\geq$ CALIBRE No.10 awg.



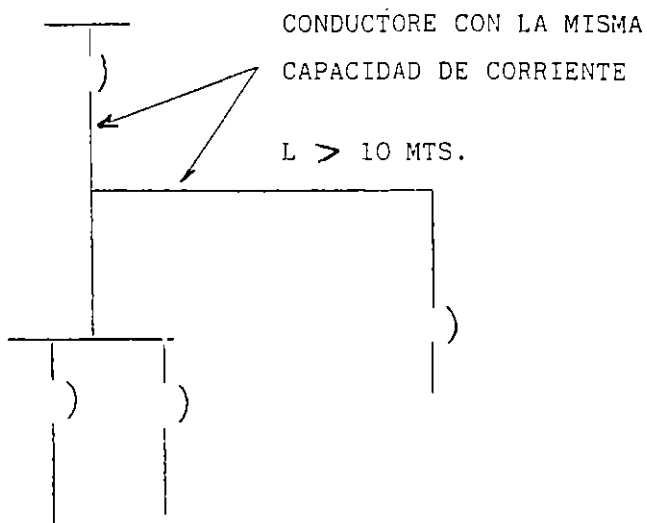
CONDUCTOR $\geq$ CALIBRE No. 10 awg.



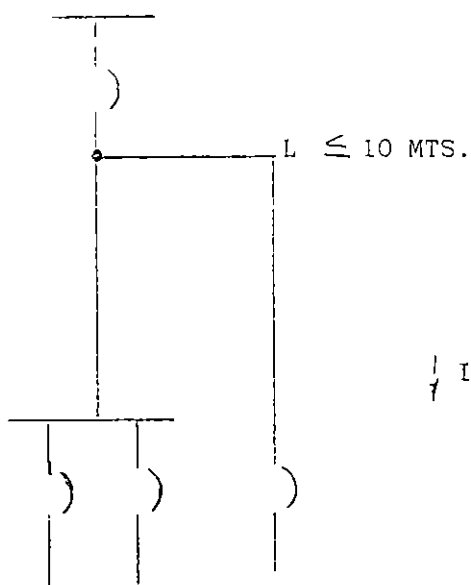
CONDUCTOR $\geq$ CALIBRE No. 10 awg.

203.7 DERIVACIONES. A PARTIR DE UN CIRCUITO ALIMENTADOR

a)



b) $L \leq 3$ MTS. NO NECESITA CUMPLIR ESTE REQUISITO



CALIBRE MENOR QUE EL
ALIMENTADOR, SUFICIENTE
PARA ALIMENTAR LA CARGA.

$$\frac{1}{3} I = \frac{1}{3} I \text{ ALIMENTADOR}$$

LA DERIVACION DEBE TERMINAR EN UN SOLO
DISP. DE PROTECCION.

302.4 CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AISLADOS

Copia pag. 69, pag. 79 TABLA 302.1 TUBERIA Y CHAROLA

DUCTO

303.9 CAPACIDAD DE CORRIENTE DEL CORDON O CABLE

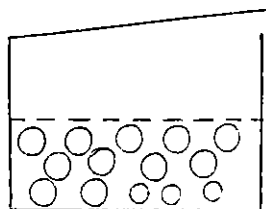
TABLA 303.9

CABLES FLEXIBLES $\leq$ 3 CONDUCTORES q' TRANSPORTA CORRIENTE

CABLES FLEXIBLES $\leq$ 6 CONDUCTORES q' TRANSPORTA CORRIENTE
DEBE USARSE UN FACTOR DE REDUCCIONES DE 0.80

SECCION 308 pag. 102

308.4 TODOS LOS CONDUCTORES PORTADORES O NO DE CORRIENTE.
NO DEBEN OCUPAR MAS DEL 40% DE LA SECCION TRANSVER
SAL INTERIOR DEL DUCTO.



40 % DE SECCION

EXCEPCION: CUANDO OCUPEN EL 20 % O MENOS DE LA SECCION TRANSVERSAL DEL
DUCTO, NO SE REQUIERE APLICAR FACTORES POR AGRUPAMIENTO.

SECCION 311 CHAROLAS PARA CABLES.

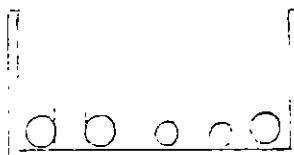
311.10 CAPACIDAD DE CORRIENTE

a) CABLES MULTICONDUCTOR: DEBE COLOCARSE EN UNA SOLA CAPA.

LA CORRIENTE, PERMISIBLE, SON LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 302.4
COLUMNA PARA " TUBERIA O CABLE".

b) CABLES DE UN SOLO CONDUCTOR

b.1

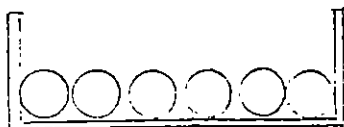


$d \geq$ DIAMETRO DEL CABLE DE SECCION MAYOR

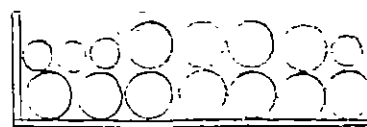
- CORRIENTE PERMISIBLE, IGUAL A LOS VALORES DE LA TABLA 302.4
DE LA COLUMNA AL AIRE.

b.2

UNA CAPA



DOS CAPAS



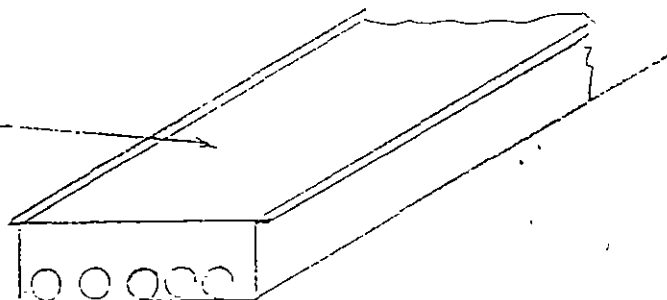
- CABLES SIN SEPARACION

- I PERMISIBLE 75 % DE LOS VALORES DE LA TABLA 302.4
DE LA COLUMNA TITULADO "AL AIRE"

- SI LA CHAROLA ESTA CUBIERTA EN MAS DE $L = 1.80$ MTS:

LOS VALORES DE I PERMISIBLE ≤ 70 % DE LOS VALORES DE LA
TABLA 302.4 DE LA -
COLUMNA TITULADA AL "AIRE"

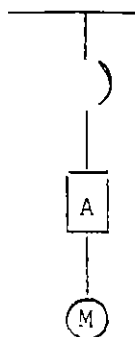
TAPA



SECCION 403 MOTORES

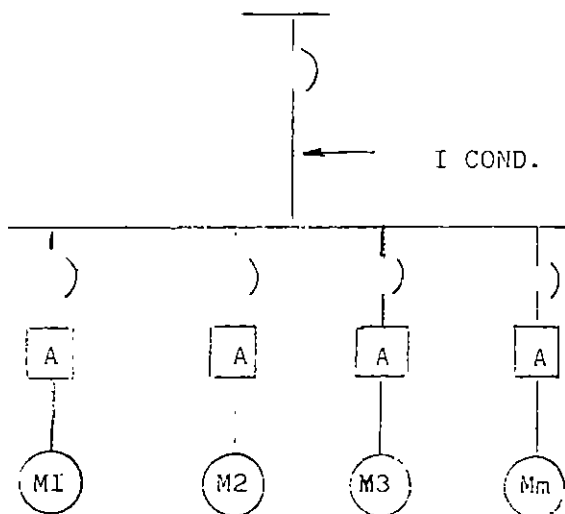
B) CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DE MOTORES.

403.14 CONDUCTORES QUE ALIMENTAN UN SOLO MOTOR.



$$I_{COND} \geq 125 \% I_{MOTOR A} \text{ PLENA CARGA}$$

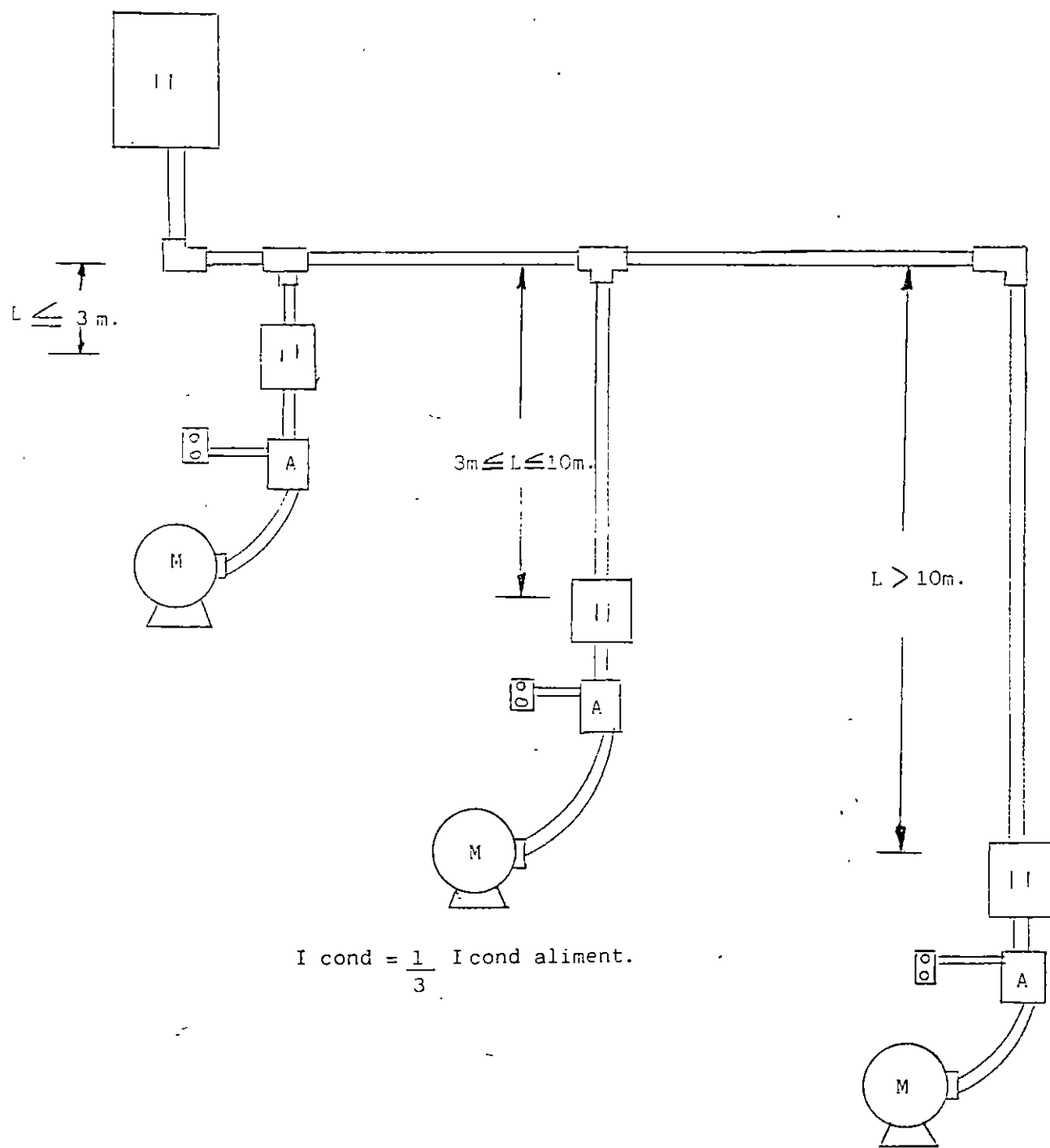
403.16 CONDUCTORES QUE ALIMENTEN VARIOS MOTORES.



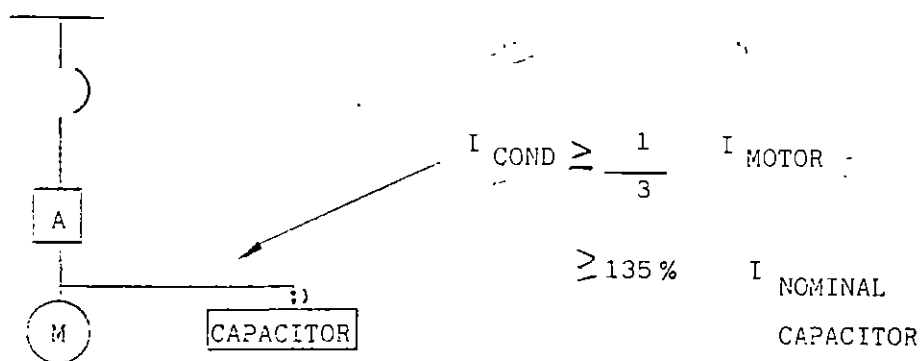
$$I_{COND} = I_{M1} + I_{M2} + I_{M3} + 1.25 I_{MOTOR \text{ MAYOR.}}$$

ART. 403.18

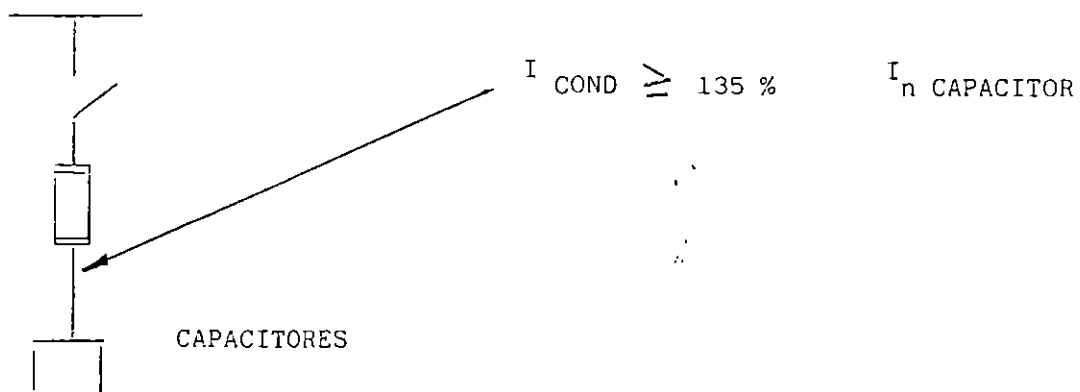
DERIVACIONES DESDE UN ALIMENTADOR

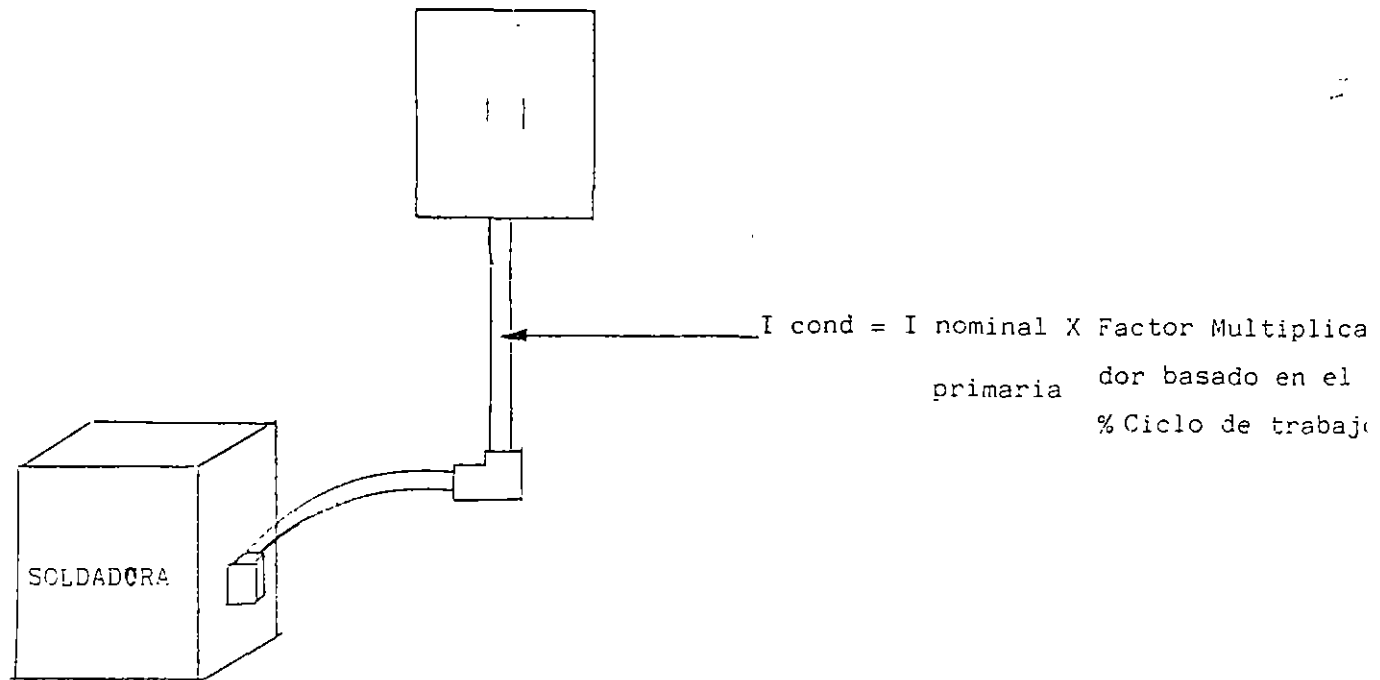


403.19



406.7 CAPACITORES



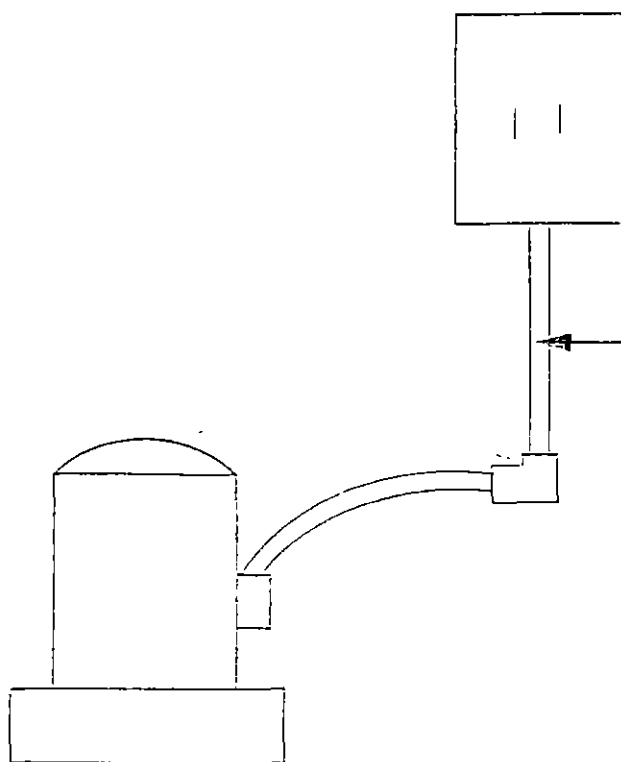


518.12

SOLDADORAS INDIVIDUALES

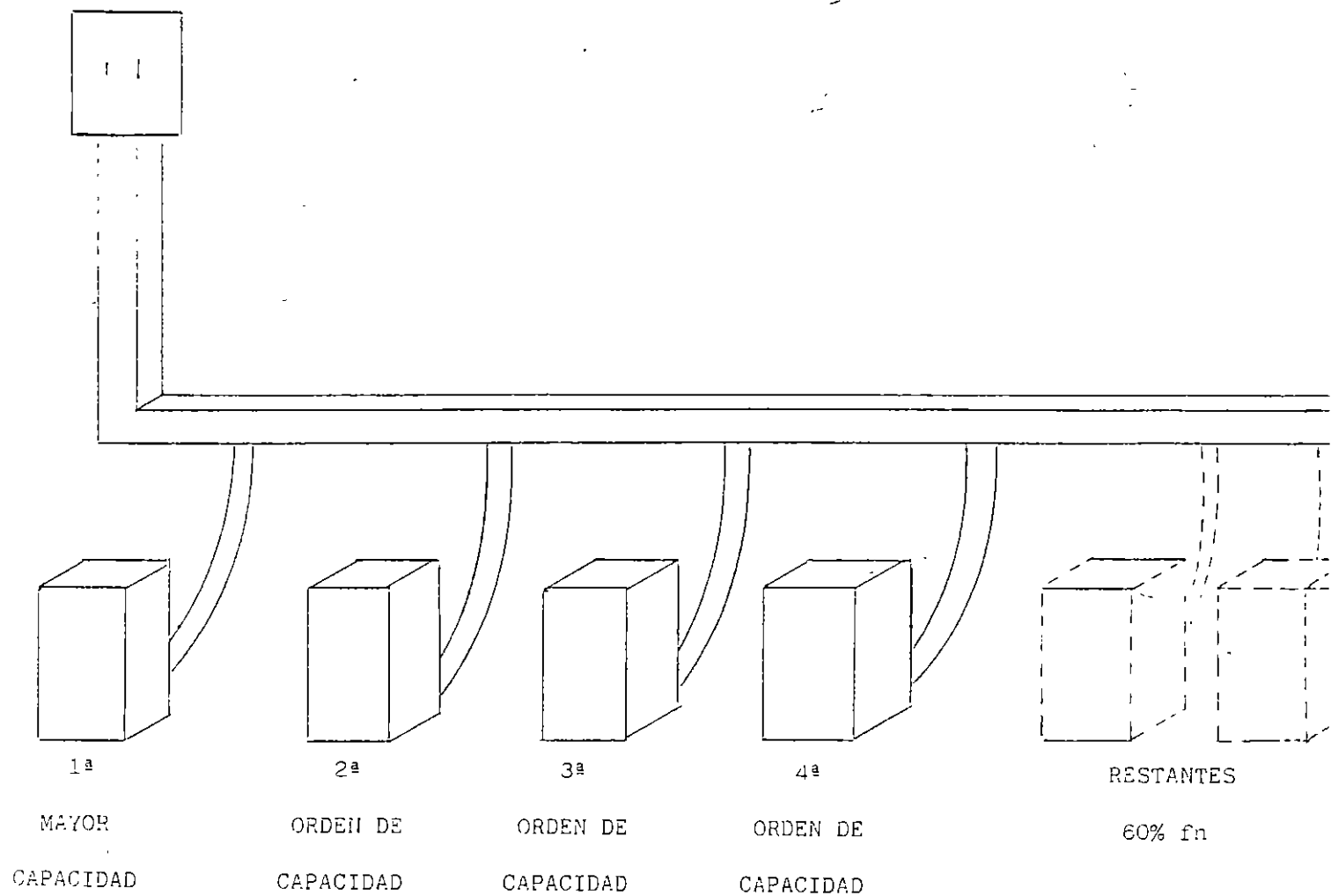
GRUPO

MOTOR - GENERADOR



$I_{cond} = I_{nominal} \times \text{Factor Multiplicador}$
primaria Basado en el
% Ciclo de Trabajo

518.5 b) GRUPO DE SOLDADORAS



$$I_{cond} = 100\% I_n + 100\% I_n + 85\% I_n + 70\% I_n + 60\% I_n (\text{RESTANTES})$$

518.19 A) SOLDADURAS INDIVIDUALES SOLDADURAS POR RESISTENCIA

A.1) SOLDADORA VARIABLE

- SOLDADORA DE COSTURA Y DE AVANCE AUTOMATICO

$I_{\text{conductor}} \geq 70 \% I_{\text{nominal primaria}}$

- SOLDADORAS MANUALES NO AUTOMATICAS

$I_{\text{conductor}} 50 \% \geq I_{\text{nominal primaria}}$

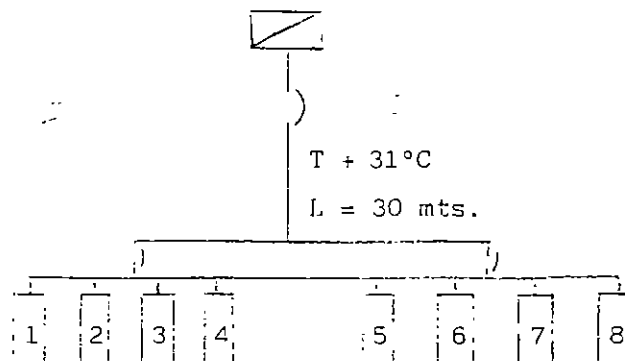
518.19 a2) FUNCIONAMIENTO ESPECIFICO

$I_{\text{conductor}} \geq I_{\text{nominal primaria}} \times \text{factor multiplicador}$

basado en el % del ciclo
de trabajo.

EJEMPLO 1

CALCULAR EL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE UN CIRCUITO DE ALUMBRADO QUE TIENE
8 LUMINARIOS DE 2 X 74 WATTS, A 127 VÓLTOS F.P. = 1.



+ LA TUBERIA ALOJA EN TOTAL 6 CONDUCTORES

1 SE CALCULA LA CARGA DE LOS LUMINARIOS

1 LUMINARIO DE 2 X 74 W = 148 WATTS.

148 W X 125 % (PERDIDAS P/BALASTRO) = 185 WATTS.

8 LUMINARIOS X 185 W = 1480 W

A) POR CAPACIDAD

$$a) \quad I_n = \frac{1480 \text{ W}}{127 \text{ V}} = 11.65 \text{ Amp.}$$

b) APLICANDO EL FACTOR DE AGRUPAMIENTO, SE CONSULTA LA TABLA 302.4a PARA
6 CONDUCTORES EN UNA TUBERIA, LA CAPACIDAD SE AFECTA AL 80 %

$$\therefore \frac{11.8}{0.8} = 14.56 \text{ Amp.}$$

c) APLICANDO EL FACTOR DE TEMPERATURA, SE CONSULTA LA TABLA 302.4b Y UTILIZANDO UN CONDUCTOR CON AISLAMIENTO PROPIO PARA 75°C (THW)

$$\text{FACTOR} = 0.88 \quad \frac{14.56}{0.88} = 16.54 \text{ Amp.}$$



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

**CURSOS ABIERTOS
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS
INDUSTRIAS Y PARA EDIFICIOS**

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**MEDIOS DE SOPORTE
PROTECCION DE LOS CONDUCTORES**

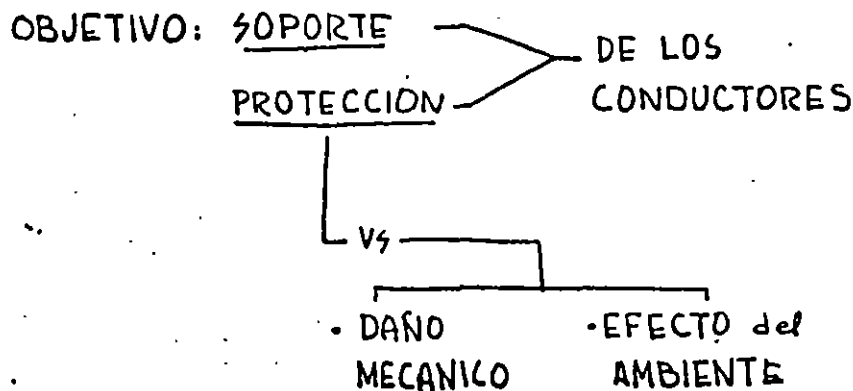
**AUTOR: ING. IGNACIO GONZALEZ C.
EXPOSITOR: ING. CARLOS MARTINEZ C.**

MEDIOS DE CANALIZACION

CANALIZACION: - "MEDIO o MEDIOS QUE SE USAN PARA ALOJAR A LOS CONDUCTORES DE UNA I.E. Y QUE SON:

- DISEÑADOS
- CONSTRUIDOS
- UTILIZADOS

.... PARA TAL FIN".
(NTIE-81-101)



PROTECCION vs DAÑO MECANICO

• UBICACION PROPIA

(DE CONDUCTORES - NTIE-81-304-4)

• CUBIERTAS ADECUADAS

PROTECCION vs EFECTOS DEL AMBIENTE

(NTIE-81-301-3)

• SI ES DE MAT. NO RESISTENTE a CORROSION:

- GALVANIZADO INTERIOR y EXTERIOR
- PINTURA, BARNIZ, Rec. PLÁSTICO

↳ SOLO INTERIORES

• DEBEN TENER PROTECCION

• "ADECUADA al MEDIO":

- EN {
- "CONDICIONES CORROSIVAS"
 - COLADAS en CONCRETO
 - ENTERRADAS

LUGAR "HUMEDO" (101)
(MODERADO GRADO DE HUMEDAD POR CONDENS. SOTANOS, GRANEROS.)

LUGAR "MOJADO" (101)
(CONDICION EXTREMA DE HUMEDAD: INTEMPERIE, LAVADO, ENTERRADAS.)

ZONA COSTERA (101)
(50 KM TIERRA ADETRÁS)

PRESENCIA GASES, VAPORES, o POLVOS de PROD. QUÍMICOS.

• EN LUGARES "HUMEDOS o MOJADOS":

- NO EN CONTACTO DIRECTO CON LA SUPERFICIE.

MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES

• DEBEN TENER CONTINUIDAD :

• ELECTRICA:

METALICA SIEMPRE CONECTADA A TIERRA
(NTIE-81-301-5, 206-2)

• MECANICA:

- REMATADAS (FINAS) A CADA CAJA O ACCESORIO
- SI CAMBIA EL TIPO DE CANALIZACION CAJA ADECUADA

• NO DEBE ALOJAR CONDUCTORES DE SISTEMAS DIFERENTES: EJ:

- 220/127.5 vs 440V.
- C.D.
- FRECUENCIA DIFERENTE
- COMUNICACION. etc.

SIST. NORMAL
VS
SIST. EMERG.

EXCEPCI - CONTROL CON CIRCUITO DE FZA → SI → MISMO AISLAMIENTO

CTO Balastro y CTO Alumbrado.

• CANTIDAD DE CONDUCTORES:

DEBE PERMITIR FACILIDAD PARA

- COLOCARLOS
- REMOVERLOS
- DISIPAR CALOR

(NTIE-81-301-10)

MEDIOS DE CANALIZACION

CARACTERISTICAS GENERALES

(2)

• DEBE EVITARSE :

- LA CIRCULACION DE AIRE ENTRE PARTES DE UNA CANALIZACION EXPUESTAS A DIFERENTES TEMPERATURAS. (301-13)

- LA CIRCULACION DE CUALQUIER CORRIENTE INDUCIDA EN UNA CANALIZACION METALICA. (301-14)

- INSTALAR UNA CANALIZACION EN DUCTOS DE EXTRACCION DE POLVOS, VAPORES O BASURA (SI EN DUCTOS de AA → TUBERIA METALICA) (301-16)

• CANALIZACION PARA DIVERSOS USUARIOS:-

(301-17)

- PUEDE OCUPAR MISMA CANALIZACION (EN AREAS COMUNES)
- EN CONDOMINIOS → CANALIZACIONES SEPARADAS

METODOS DE CANALIZACION REGLAMENTADOS

• TUBO CONDUIT

• METALICO RIGIDO

- PESADO
- SEMIPESADO
- LIGERO

• METALICO FLEXIBLE

• NO METALICO

- PVC
- POLIETILENO

• DUCTOS METALICOS CON TAPA

• DUCTOS METALICOS CON BARRAS

• DUCTOS PARA PISO

• CHAROLAS

• INSTALACION VISIBLE SOBRE AISLADORES

• EXTENSIONES CORTAS VISIBLES

INSTALACION VISIBLE

SOBRE AISLADORES

(NTIE-81-312)

CARACTERISTICAS:-

CONDUCTORES

- UNIPOLARES
- AISLADOS
- SOPORTE → AISLADORES.

USO

- INTERIORES y EXTERIORES
- LUGARES SECOS y HUMEDOS

EXCLUSIONES:

- ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES
- SALAS de REUNION (CINES, TEATROS, etc.).
- ESTUDIOS de CINE
- CUBOS de ELEVADOR
- AREAS "PELIGROSAS" →

{ PELIGRO POR
LA EXISTENCIA Y
CONCENTRACION EN
LA ATMS DE GASES,
VAPORES, LIQ VOLATILES,
POLVOS O PELUCAS
COMBUSTIBLES O INFL.

VENTAJAS:-

- MENOR COSTO: → { MATERIAL
INSTALACION

- AUMENTO CAPACIDAD DE CORRIENTE
DE LOS CONDUCTORES AL MONTARSE
"AL AIRE" → NTIE Tabla 302-4.

T/ 4 4
Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	55	95	70	100	70	100
4	70	105	75	125	90	135	90	135
3	80	120	90	145	105	155	105	155
2	95	140	105	170	120	180	120	180
1	110	165	120	195	140	210	140	210
0	125	195	135	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

NTIE-81

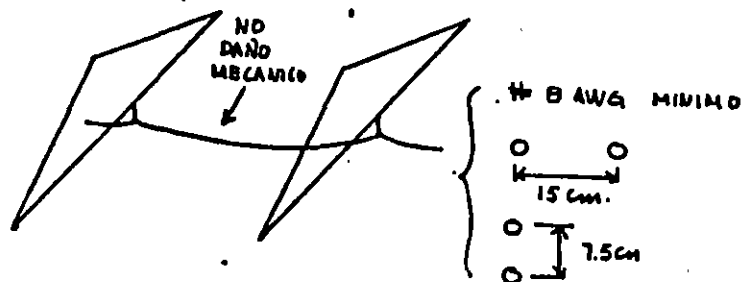
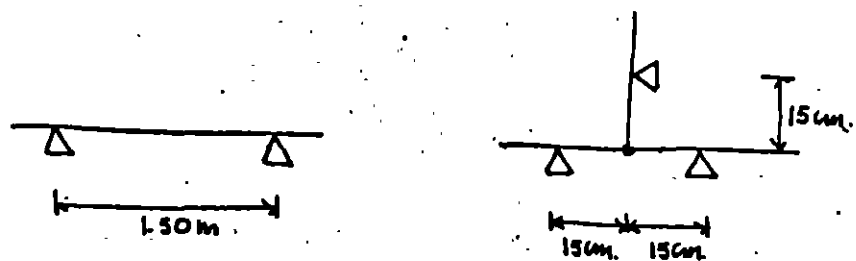
Continúa TABLA 302.4
Capacidad de conductores de cobre aislados (amperes)

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RUW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RUH, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB SIS, FEP, THW RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
250	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
1 000	455	780	545	935	585	1 000	585	1 000

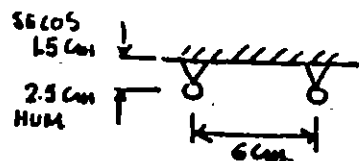
* Los tipos EP y XHHW pueden ser directamente enterrados. (Véanse notas de esta tabla al final de la misma).

MONTAJE

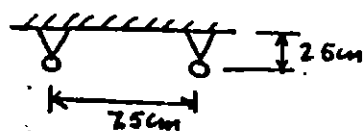
CONDICIONES MINIMAS



300V



600V

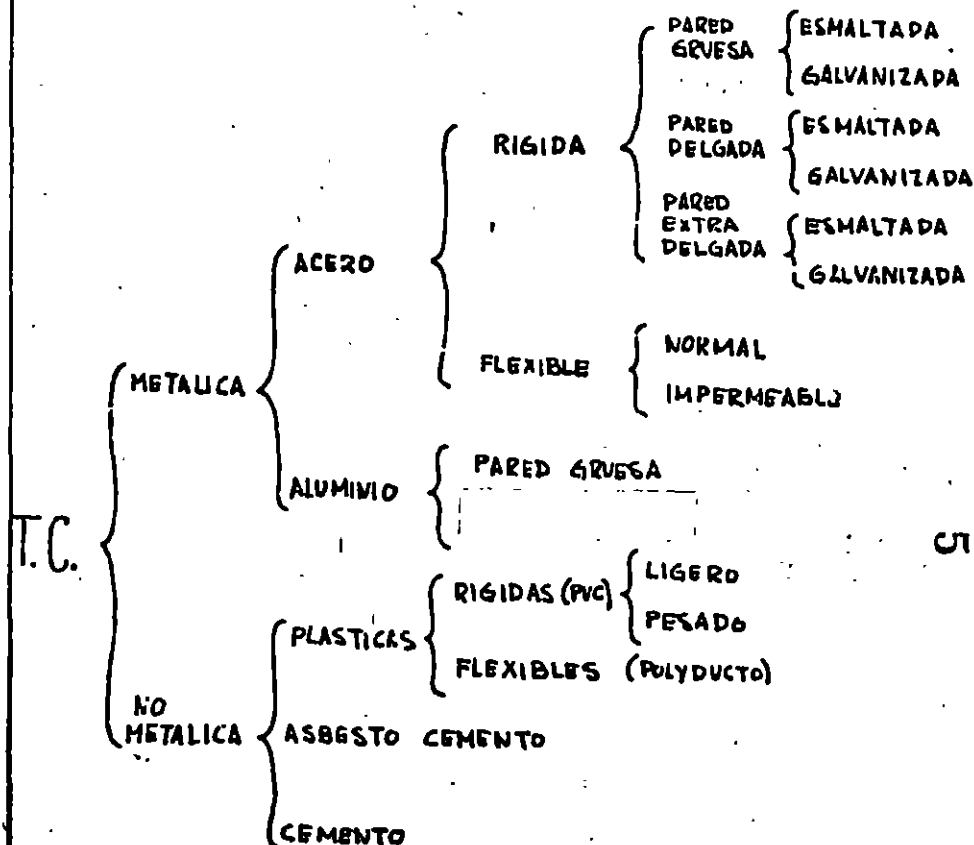


CANALIZACION CON TUBERIA "CONDUIT"

"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		A C E R O					
	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

TUBERIA PARED GRUESA

VS

TUBERIA PARED DELGADA

DIFERENCIA:-

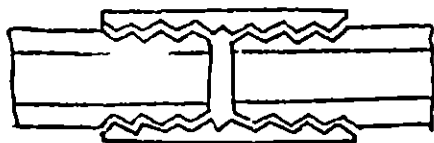
P.G. se puede roscar.

P.D. no se puede roscar



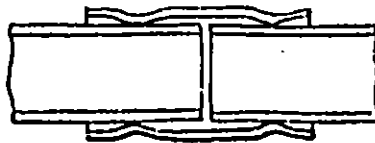
ACOPLAMIENTO

P.G.



MAS RIGIDEZ
MEJOR CONTINUIDAD.
MEJOR ESTANQUEIDAD.

P.D.



TUBO NO METALICO

CARACTERISTICAS GENERALES:-

• $\phi_{\text{MINIMO}} = 13 \text{ mm}$

- ACCESORIOS: DEBEN SER APROBADOS
ESPECIFICAMENTE PARA
EL USO



- UNION ENTRE TUBOS
- UNION A CAJA
- BOQUILLAS

- CAJAS: RECOMENDABLE → MISMO MATERIAL
METALICAS → DEBEN CONECTARSE A TIERRA

- CONEXION a TIERRA (CONTINUIDAD):
DEBE INSTALARSE SIEMPRE UN
CONDUCTOR ADICIONAL DE PUESTA
A TIERRA.

TUBO DE POLIETILENO

(NTIE 81-306-23)

(POLYDUCTO NARANJA)

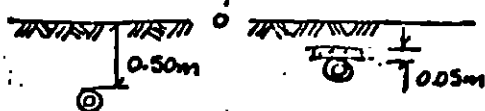
CARACTERISTICAS

DEBE SER RESISTENTE A:

- HUMEDAD
- AGENTES QUIMICOS ESPECIFICOS
- RESISTENCIA MECANICA "ADECUADA"
 - PROT CONDUCTORES
 - TRATO "RUDO" EN INSTALACION

Uso:

- EN TENSION MAXIMA DE 150V a TIERRA.
- EMBEBIDO EN MUROS, PISOS o TECHOS.
- ENTERRADO:



EXCLUSIONES:

- OCULTO POR PLAFONES en TECHOS
- OCULTO EN CUBOS
- EN INSTALACIONES VISIBLES

TUBO RIGIDO DE PVC

(NTIE-81-306-14)

CARACTERISTICAS:-

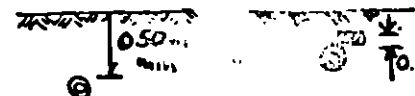
DEBE SER:

- AUTOEXTINGUIBLE
- RESISTENTE A
 - APLASTAMIENTO
 - AGENTES QUIMICOS
 - HUMEDAD

Uso:-

- INSTALACIONES OCULTAS
- INSTALACIONES VISIBLES
 - NO EXPUESTAS a DAÑO MECANICO
- SITIOS EXPUESTOS a AGENTES QUIMICOS
 - DEBE RESISTIR
- LOCALES "HUMEDOS" o "MOJADOS"

• ENTERRADO:



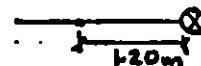
EXCLUSIONES:

- LOCALES "PELIGROSOS"
- TEATROS, CINES, etc (SALVO CUANDO NO PUEDE SER METALICA)
- COMO SOPORTE LUMINARIOS
- SI $t_a > 70^{\circ}C$

SOPORTES:

ESPACIAMIENTO MAXIMO:-

- | | | | |
|-----------------|----------|-----------|----------|
| ϕ 13-19 mm | → 1.20 m | 63-76 mm | → 1.80 m |
| ϕ 25-31 mm | → 1.50 m | 89-102 mm | → 2.0 m |



USOS TIPOICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- | | |
|--------------------------|---|
| - PARED GRUESA GALV. | INDUSTRIA - INTERIOR, EXT. - APARELLO |
| - 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 IMPERH. | CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS |
| - ALUMINIO P.B. | IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MED. ALTA |
| - 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 | ILUMBRADO PUBLICO |

COSTO . ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

[illegible]

USOS TIPIICOS de las TUBERIAS CONDUIT

- PARED GRUESA GALV.	INDUSTRIA - INTERIOR, 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 SECCOS
- FLEXIBLE IMPERH.	CONEXION EQUIPOS - POSIBLE MOV. LUGARES HUMEDOS
- ALUMINIO P.G.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO - RESIST. MECANICA
- ALUMINIO P.D.	IND. QUIMICA - AMB. CORROSIVO -
- PLASTICA RIG. PESADA	JARDINES - EXTERIORES
- PLASTICA RIG. LIGERA	INTERIOR - RESIDENCIAL
- PLASTICA FLEXIBLE	RESIDENCIAL ECONOMICA - EMPOTRADA
- ASBESTO CEMENTO	DIST. EXTERIOR - ENTERRADA
- CEMENTO	ALUMBRADO PUBLICO

COSTO - ANALISIS COMPARATIVO TUBERIA CONDUIT

mm (in.)	13 (1/2)	19 (3/4)	25 (1)	32 (1 1/4)	38 (1 1/2)	51 (2)	63 (2 1/2)	76 (3)	102 (4)
P.G. ESM.	100	125	190	250	325	445	944	1,108	1,750
P.G. GALV.	112	142	221	284	369	505	1,057	1,345	1,952
P.D. ESM.	67	93	164	178	245	313			
P.D. GALV.	78	108	198	255	287	361			
PED. ESM.	46	63							
PED. GALV.	56	77							
FLEX. NORM.	76	110	145	227	278	536	615	650	1,417
FLEX. IMP.	202.4	293	410	630	813	1,368	4,229	5,913	8,376
ALUM. P.G.	1,248	1,594	2,333	3,205	3,815	5,117	8,271	10,824	15,169
PL. RIG. LIG.	38	50	65	108	132	191			
PL. RIG. PES.	57	76	96	128	158	239	333	415	559
PL. FLEX. (POLYD.)	10	19	30	45	52	73		191	
ASB. CEMENTO							235	270	357
CEMENTO									195

CONDICIONES de DISEÑO:

-) DIAMETRO MINIMO : 13mm (1/2")
 (EXCEPTO TUBO FLEXIBLE → 9.5mm 3/8")

NTIE
 [304-3]
 [305-2]
 [306-3]

-) NUMERO PERMITIDO de CONDUCTORES:
 (310-10)

↓
 → LIMITADO

POR: FACILIDAD
 DE →

- COLOCAR
- REMOVER
- DISIPAR CALOR

-) AREA UTIL (FACTOR de RELLENO).

1 CONDUCTOR	55%	de AREA INT		
2 CONDUCTORES	30%		✓	✓
3 o MAS CONDUCTORES	40%		✓	✓

Tabla 1.2
Dimensiones de conductores con aislamiento de hule y termoplástico¹

Calibre AWG, MCM	Tipos T, TW y THW RIIW y RIII (sin cubierta exterior)		Tipos RIIW y RIII (con cubierta exterior)		Tipos THWN y THHN	
	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²	Diámetro mm	Área mm ²
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7
A						
L 14	3.3	8.7	—	—	2.7	5.9
A 14	4.1*	13.3*	5.2	21.1	—	—
M 12	3.8	11.1	—	—	3.2	7.9
D 12	4.5*	16.2*	5.6	24.7	—	—
R 10	4.3	14.3	—	—	4.0	12.3
E 10	5.0*	20.1*	6.1	29.7	—	—
S						
	14	3.6	9.9	—	3.0	6.9
	14	4.3*	14.8*	5.4	23.0	—
	12	4.0	12.8	—	3.4	9.3
		4.8*	18.4*	5.9	27.3	—
		4.6	16.8	—	—	14.7
		5.4*	23.0*	6.5	33.3	—
	8	6.2	30.4	—	5.6	25.0
	8	7.0*	38.6	8.3	54.5	—
A						
B	6	8.2	52.9	10.1	79.8	6.6
	4	9.4	70.1	11.5	103.5	8.4
	2	11.0	95.0	13.0	133.3	9.9
L	1/0	13.9	152.7	16.0	200.5	12.5
	2/0	15.1	179.4	17.1	230.9	13.7
E	3/0	16.4	212.1	18.5	269.3	15.0
	4/0	17.9	251.8	19.9	312.2	16.4
S						
	250	20.0	314.6	22.0	381.8	18.2
	300	21.4	360.1	23.7	441.1	19.6
	350	22.7	405.9	25.0	491.6	—
	400	23.9	449.6	26.2	539.6	22.1
	500	26.1	536.5	28.4	634.4	24.3
	600	29.0	662.0	31.3	770.3	—
	750	31.7	790.4	34.0	908.4	—
	1 000	35.7	998.8	37.9	1 130.9	—
	1 250	40.1	1 260.1	42.6	1 423.3	—
	1 500	43.2	1 467.8	45.7	1 643.5	—

Tabla 1.1

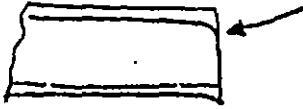
Dimensiones de tubo conduit y área disponible para los conductores

Diámetro nominal		Diámetro Interior (mm)	Área interior total (mm ²)	Área disponible para conductores (mm ²)	
mm	pulg.			40% (para 3 conductores o más)	30% (para 2 conductores)
13	$\frac{1}{2}$	15.81*	196	78	59
19	$\frac{3}{4}$	21.30*	356	142	107
25	1	26.50*	552	221	166
32	$1\frac{1}{4}$	35.31*	979	392	294
38	$1\frac{1}{2}$	41.16*	1 331	532	399
51	2	52.76*	2 106	874	656
63	$2\frac{1}{2}$	62.71**	3 088	1 235	926
76	3	77.93**	4 769	1 908	1 431
89	$3\frac{1}{2}$	90.12**	6 378	2 551	1 913
102	4	102.26**	8 213	3 285	2 464

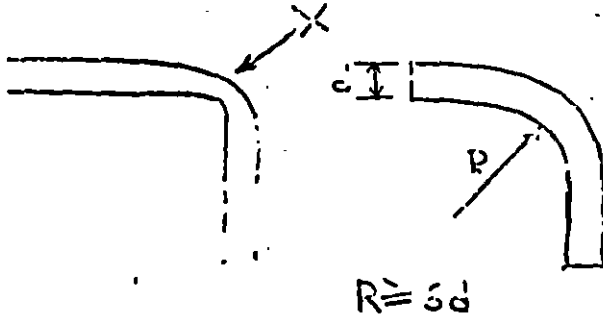
* Corresponde al tubo metálico tipo ligero.
 ** Corresponde al tubo metálico tipo pesado.
 Los valores de esta tabla sirven de base para determinar el número máximo de conductores que pueden alojarse en un tubo conduit. Desde el punto de vista práctico estos valores pueden aplicarse en cualquier caso, aun cuando las dimensiones interiores de los distintos tipos de tubos conduit son ligeramente diferentes entre sí.

CONDICIONES de MONTAJE:

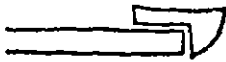
① ESCARIADO



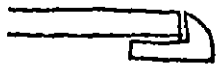
② DOBLADO



③ MONITORES:



④ CURVAS :-



•) RECOMENDABLE → 2 de 90°

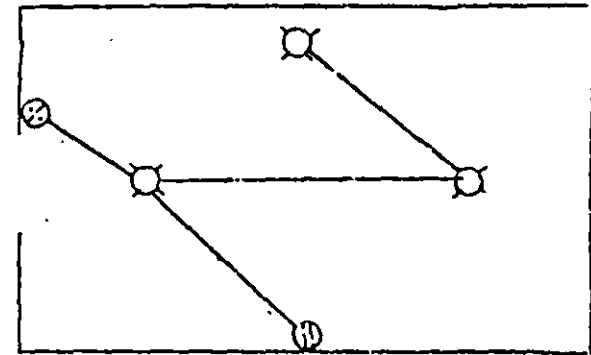
Nº MAXIMO



•) PERMITIDO → 4 de 90° (CON RADIO AMPLIO).

TRAYECTORIAS:

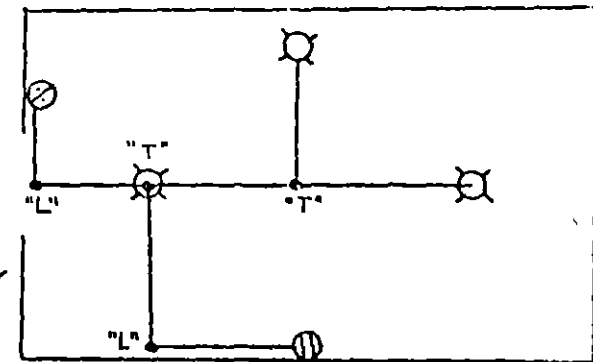
INSTALACION OCULTA:



TRAYECTORIAS LO MAS CORTAS POSIBLE

13

INSTALACION APARENTE:



TRAYECTORIAS PARALELAS A EJES ESTRUCTURALES

CAJAS de CONEXIONES

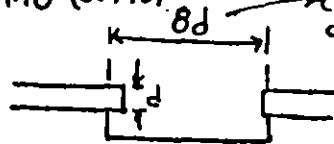
• LOS CONDUCTORES DEBEN SER CONTINUOS EN EL INTERIOR DE LAS TUBERIAS

- FIN CAJAS:
- CONEXION a UTILIZACION
- CONEXIONES de CABLES
- FACILIDAD PARA CABLEAR.

• DIMENSIONES CAJAS:-

PROFUNDIDAD MINIMA (307-15) → 35mm (1 3/8" EX.)

ANCHO MINIMO (307-18) → Cable #6 o MAYOR



• NUMERO MAXIMO de CONDUCTORES CONTENIDO:-

VOLUMEN OCUPADO POR CONDUCTORES EN LAS CONEXIONES ≤ 60% del Volumen interior o espacio Libre (307-9)

NUMERO DE CONDUCTORES EN CAJAS SEGUN NEC

ARTICLE 370-BOXES AND FITTINGS

70-211

Table 370-6(a). Metal Boxes

Box Dimensions in Trade Size or Type	Min. Cu. In. Cap.	Maximum Number of Conductors				
		No. 14	No. 12	No. 10	No. 8	No. 6
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	12.5	6	5	5	4	0
4 x 1 1/2 Round or Octagonal	15.5	7	6	6	5	0
4 x 2 1/2 Round or Octagonal	21.5	10	9	8	7	0
4 x 1 1/2 Square	18.0	9	8	7	6	0
4 x 1 1/2 Square	21.0	10	9	8	7	0
4 x 2 1/2 Square	30.3	15	13	12	10	6*
4 11/16 x 1 1/2 Square	25.5	12	11	10	8	0
4 11/16 x 1 1/2 Square	29.5	14	13	11	9	0
4 11/16 x 2 1/2 Square	42.0	21	18	16	14	6
3 x 2 x 1 1/2 Device	7.5	3	3	3	2	0
3 x 2 x 2 Device	10.0	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	10.5	5	4	4	3	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	12.5	6	5	5	4	0
3 x 2 x 2 1/2 Device	14.0	7	6	5	4	0
3 x 2 x 3 1/2 Device	18.0	9	8	7	6	0
4 x 2 1/2 x 1 1/2 Device	10.3	5	4	4	3	0
4 x 2 1/2 x 1 1/2 Device	13.0	6	5	5	4	0
4 x 2 1/2 x 2 1/2 Device	14.5	7	6	5	4	0
3 1/2 x 2 x 2 1/2 Masonry Box/Gang	14.0	7	6	5	4	0
3 1/2 x 2 x 3 1/4 Masonry Box/Gang	21.0	10	9	8	7	0
FS—Minimum Internal Depth 1 1/2 Single Cover/Gang	13.5	6	6	5	4	0
FD—Minimum Internal Depth 2 1/2 Single Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	3
FS—Minimum Internal Depth 1 1/2 Multiple Cover/Gang	18.0	9	8	7	6	0
FD—Minimum Internal Depth 2 1/2 Multiple Cover/Gang	24.0	12	10	9	8	4

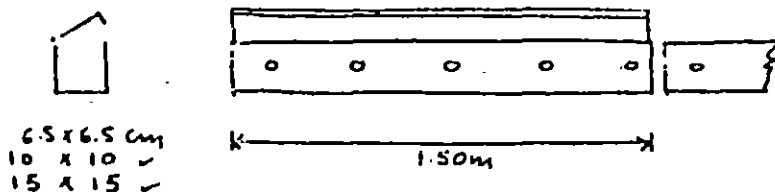
Table 370-6(b). Volume Required Per Conductor

Size of Conductor	Free Space Within Box for Each Conductor
No. 14	2.0 cubic inches
No. 12	2.25 cubic inches
No. 10	2.5 cubic inches
No. 8	3.0 cubic inches
No. 6	5.0 cubic inches

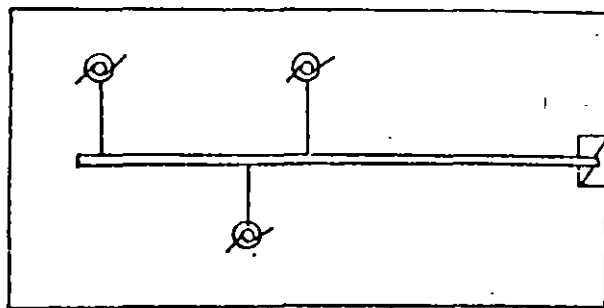
CANALIZACION a BASE de DUCTOS METALICOS

- DUCTO EMBISAGRADO (Lay-In) - CON TAPA (NTIE-308)
- DUCTO ALIMENTADOR (Feed-In) } CON BARRAS
- DUCTO DISTRIBUIDOR (Plug-In) } (NTIE-309)

I) DUCTO EMBISAGRADO (ART-308)



USO:-



VENTAJAS

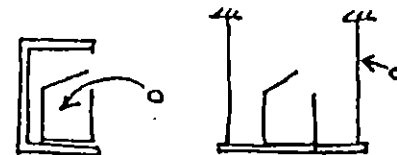
- INSTALACION RAPIDA
- CABLEADO SENCILLO
- GRAN FLEXIBILIDAD
- ECONOMIA vs SECCIONES EQUIVALENTES de TUBERIA. (Fact. Relleno = 40%).

COSTO POR m^2 UTILIZABLE :-

TUBO CONDUIT GALV	13mm.	AREA UTIL (mm^2)	costo (%)
✓	✓	78	100
✓	✓	136	83
✓	✓	222	77
✓	✓	390	66
✓	✓	530	61
✓	✓	870	47
✓	✓	1240	66
✓	✓	1590	64
✓	✓	3300	48
DUCTO 6.5x6.5cm		1690	54
DUCTO 10x10cm.		4000	27
DUCTO 15x15cm		9000	24

LIMITACIONES:-

- INTERIORES (EXTERIORES → PBA LLUVIA)
- APARENTES
- LUGARES SECOS
- NO EXPUESTO a DAÑO MECANICO
- NO EXPUESTO a GASES, VAPORES, etc.
- NO MAS de 30 CONDUCTORES (excepto control)
- SOPORTE CADA 1.5m. (3m → construcciones o grandes).



- PUEDEN EXISTIR CONEXIONES INTERIORES, CON UN FACTOR de RELLENO de 75%. (NEC-362-6). (NTIE-308-7).

DUCTO CUADRADO EMBISAGRADO

16

Número máximo de conductores de un mismo calibre que pueden ser alojados en los ductos.

No requiere degradación de la capacidad del conductor hasta máx. 30 conductores.

Calibre del Conductor	Area del cable con forro en cm. ² Tipo TW.-THW.	No. Máxima de Conductores en Ducto †		
		6.5 x 6.5 cm.	10 x 10 cm.	15 x 15 cm.
14	0.102	92	237	533
12	0.132	72	186	428
10	0.166	55	142	321
8	0.322	30	78	176
6	0.515	15	39	87
4	0.650	11	29	66
3	0.785	9	25	57
2	0.950	8	21	48
1	1.267	6	15	35
0	1.474	5	13	30
00	1.767	4	11	25
000	2.011	3	9	21
0000	2.405	3	8	18
250000	3.016	2	6	14
300000	3.496	2	5	12
400000	4.374	1	4	10
500000	5.183	1	3	8

† EL REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS, limita a 30 conductores el número de los que se pueden instalar en un ducto, a no ser que los alambres en exceso de 30, sean para circuitos de señales o de control para motor y se usen solamente en el período de arranque.



REGISTRO



NIPLE



ADAPTADOR



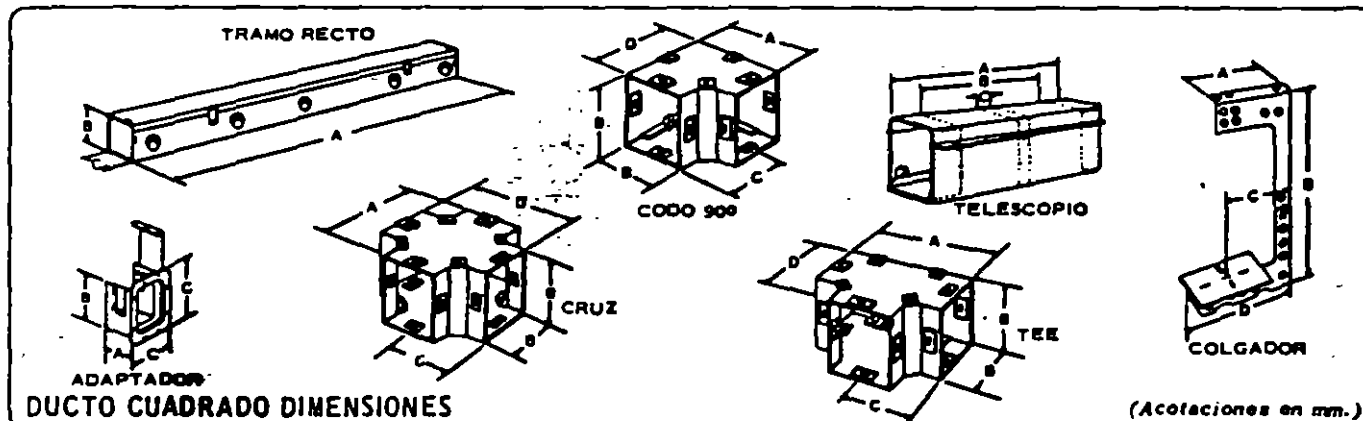
TEE



REDUCTOR



TELESCOPIO



DUCTO CUADRADO DIMENSIONES

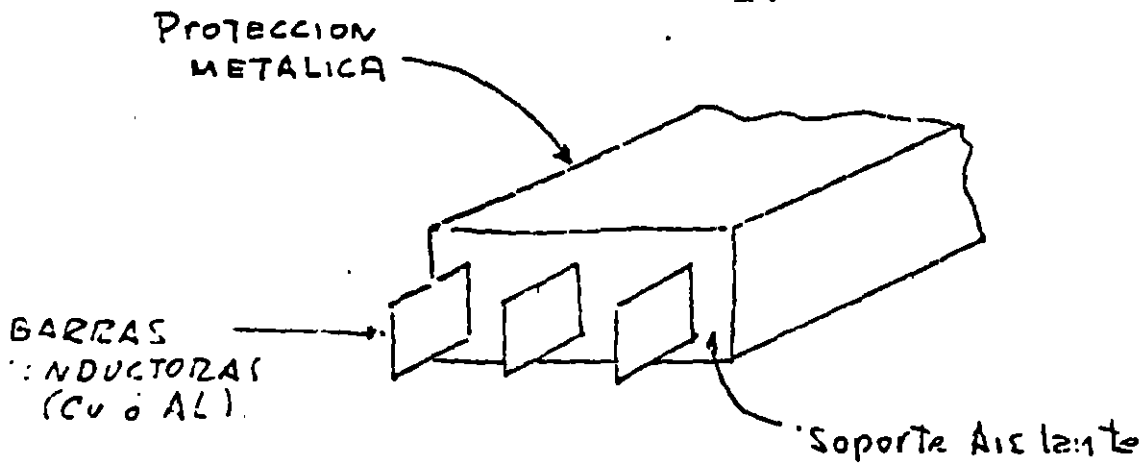
(Acolaciones en mm.)

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	304	66	66	—	LD41	304	105	105	—	LD61	304	155	155	—
LD22	609	66	66	—	LD42	609	105	105	—	LD62	609	155	155	—
LD25	1524	66	66	—	LD45	1524	105	105	—	LD65	1524	155	155	—
LD290L	157	66	84	117	LD490L	157	105	103	157	LD690L	222	157	144	222
LD245L	73	66	—	73	LD445L	89	105	—	89	LD645L	127	16	—	127
LD225L	59	66	—	59	LD425L	67	105	—	67	LD625L	92	157	—	92
LD2T	168	66	84	117	LD4T	205	105	103	156	LD6T	289	156	144	222
LD2J	168	66	84	168	LD4J	206	105	103	206	LD6J	289	156	144	289
—	—	—	—	—	LD4PD	367	105	—	367	LD6PB	500	156	—	500
LD2TF	381	292	13	—	LD4TF	381	292	13	—	LD6TF	381	292	13	—
LD2H	110	254	81	111	LD4H	110	295	100	152	LD6H	138	431	129	—
LD22A	82	47	92	—	LD44A	82	105	130	—	LD66A	113	156	194	—



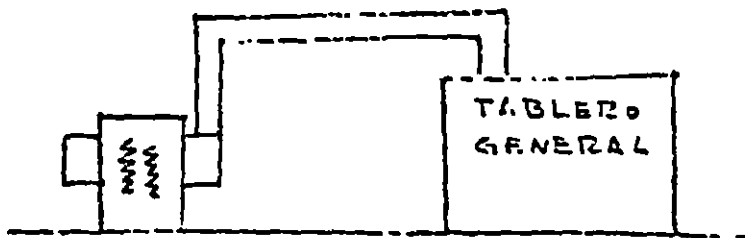
DUCTO ALIMENTADOR

17



USO :- ALIMENTAR GRANDES CARGAS

EN :-



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

DUCTO ALIMENTADOR - USG

18

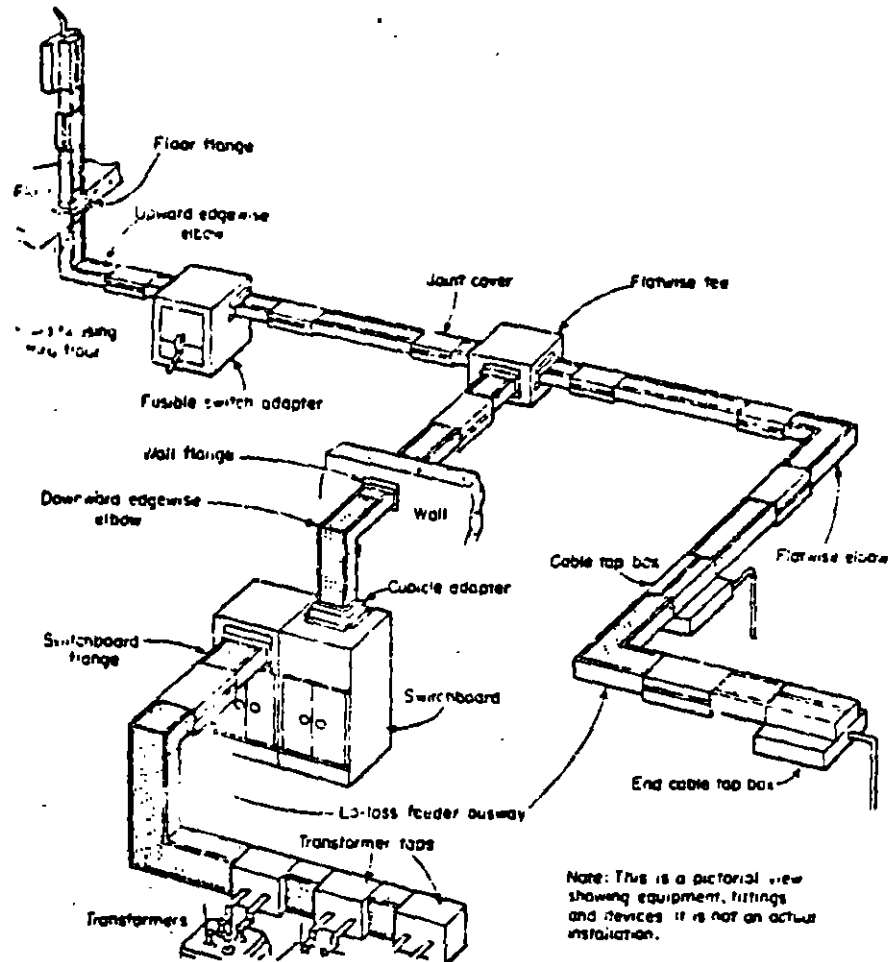


FIG. 162 Typical low-voltage-drop feeder busway system. (National Electric Die., H. K. Porter Co., Inc.)

ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

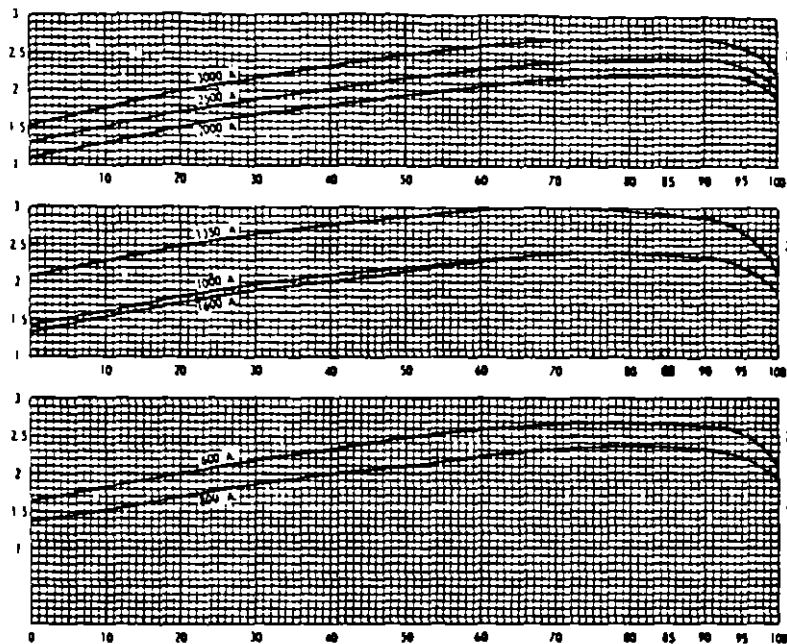
19

CURVAS DE CAIDA DE VOLTAJE

ELECTRODUCTO DE COBRE FEED-IN - 3 POLOS - 600V.

Promedio de caída de voltaje en volts de línea a línea por 100 pies de longitud, en sistema trifásico a la capacidad nominal, con carga trifásica balanceada al final de la trayectoria.

Promedio de caída de voltaje en volts por 100 pies de longitud.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA
TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Rango en amperes	R Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	X Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA												
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100
600	.00204	.00156	1.62	1.82	2.01	2.18	2.34	2.46	2.57	2.64	2.67	2.65	2.61	2.52	2.12
800	.00140	.00096	1.33	1.52	1.69	1.83	1.99	2.12	2.23	2.31	2.35	2.35	2.32	2.26	1.94
1000	.00108	.00084	1.46	1.64	1.80	1.95	2.08	2.19	2.29	2.35	2.38	2.38	2.32	2.23	1.87
1350	.00093	.00069	2.08	2.29	2.47	2.63	2.77	2.88	2.97	3.01	2.98	2.94	2.86	2.72	2.17
1600	.00069	.00050	1.39	1.57	1.74	1.89	2.03	2.16	2.25	2.33	2.36	2.35	2.32	2.25	1.91
2000	.00058	.00033	1.14	1.33	1.50	1.67	1.81	1.95	2.06	2.15	2.21	2.22	2.21	2.17	1.91
2500	.00046	.00030	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	.00043	.00030	1.56	1.77	1.98	2.16	2.32	2.47	2.59	2.68	2.72	2.72	2.70	2.62	2.24

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1000 Amps. con 50 % de F.P.

$$\begin{aligned}
 \text{Caída de voltaje} &= \sqrt{3} \times I \times (R \cos \phi + X \sin \phi) \\
 &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00108 \times .50 + .00084 \times .866) \\
 &= 2.19 \text{ Volts / 100 pies}
 \end{aligned}$$

- Notas: 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación $\frac{\text{long. real en pies}}{100 \text{ pies}}$
 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



ELECTRODUCTO ALIMENTADOR FEED-IN

20

CONTENIDO DE SOLERAS DE COBRE, PESO Y DIMENSIONES

RANGO EN AMPERES	CONTENIDO SOLERAS DE COBRE (mm.)			O POR METRO EN KG.				DIMENSIONES EN mm.				
	FASE "A" 2 y 3 POLOS	ØB-2P, ØByC-3P ØA, B, C y 100%N-4P.	50% NEUTR	3P.	50% N 1P.	100% N 4P.	H	W				
								2P.	3P.	50% N 4P.	100% N 4P.	
600A	25-3X51	15-6X51	15-3X51	25	30	31.5	33	219	54	67	70	73
800A	25-3X76	15-6X76	15-3X76	27.5	34.5	36	39	219	54	67	70	73
1000A	25-3X101	15-6X101	15-3X101	30.5	39	42	45	219	54	67	70	73
1350A	25-4X101	15-8X101	15-4X101	33.5	43	47	51	219	57	72	76	80
1600A	25-3X152	15-6X152	15-3X152	44	57	61	66	219	54	67	70	73
2000A	45-3X101	25-6X101	25-3X101	50	66	71	77	219	54	67	70	73
2500A	† 45-3X114	25-6X114	† 25-3X114	59	78	84	90	422	54	67	70	73
3000A	45-3X152	25-6X152	25-3X152	68	91	100	108	422	54	67	70	73
• 4000A	85-3X101	45-6X101	45-3X101	100	131	143	154	—	—	—	—	—
• 5000A	85-3X114	45-6X114	45-3X114	118	155	168	180	—	—	—	—	—
• 6000A	85-3X152	45-6X152	45-3X152	136	182	200	216	—	—	—	—	—

* Hileras dobles: en 4000A, son 2 de 2000A, en 5000A, son 2 de 2500A, en 6000A, son 2 de 3000A.

† Barras espaciadas 76 mm. (canto con canto).

ACOMODO DE SOLERAS



2P

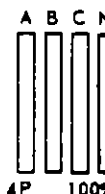


4P

50%N



3P



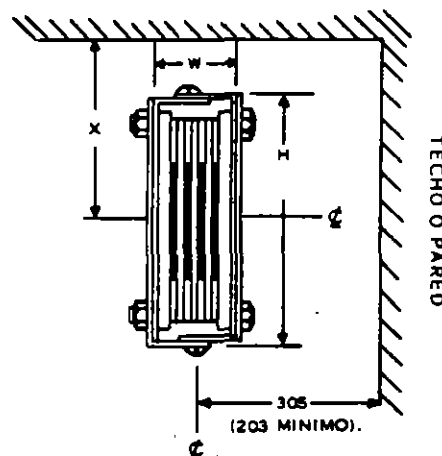
4P

100%N

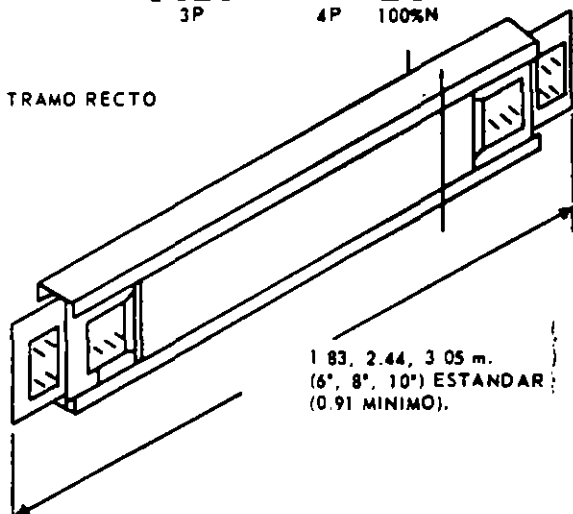
Espacio recomendado al techo o pared.

RANGO AMPERES	X (mm.)
600-1000	203
1350	203
1600-2000	254
2500-3000	305

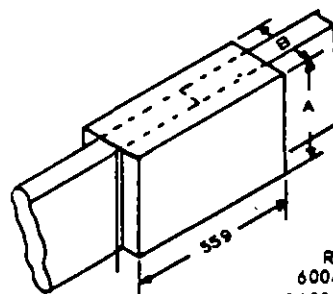
TECHO O PARED



TRAMO RECTO



ENSAMBLE DE UNION



POLOS
2
3
4

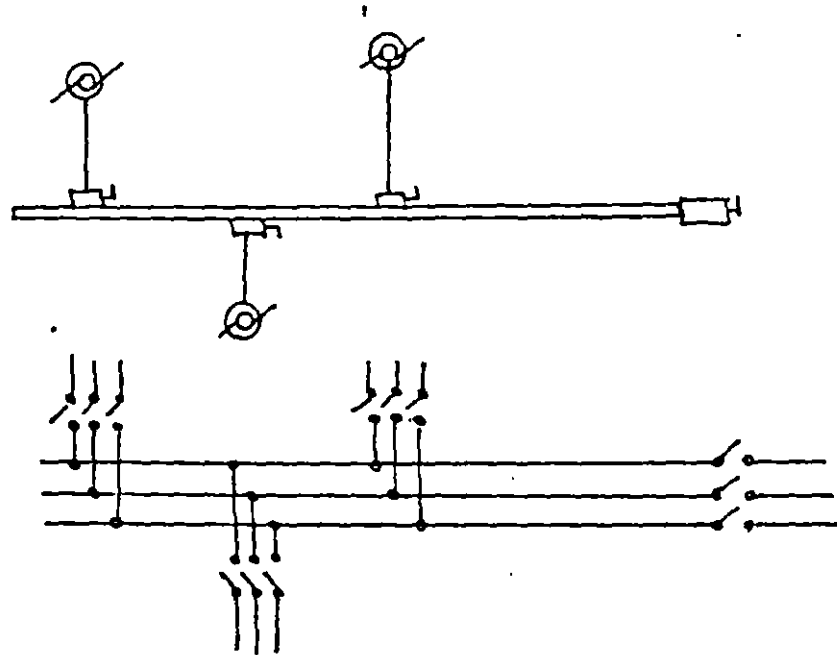
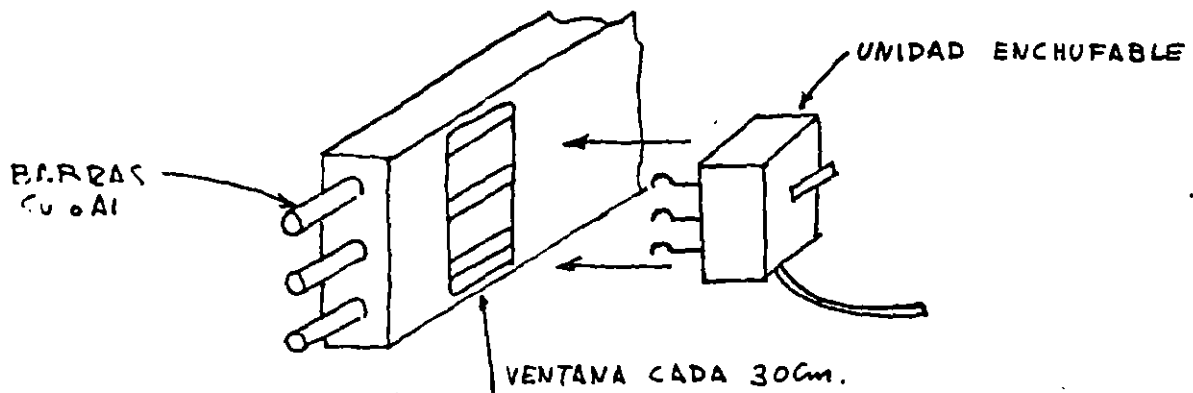
B
179
190
203

RANGO
600A a 1350A
1600A a 2000A
2500A a 3000A

A
228
330
432



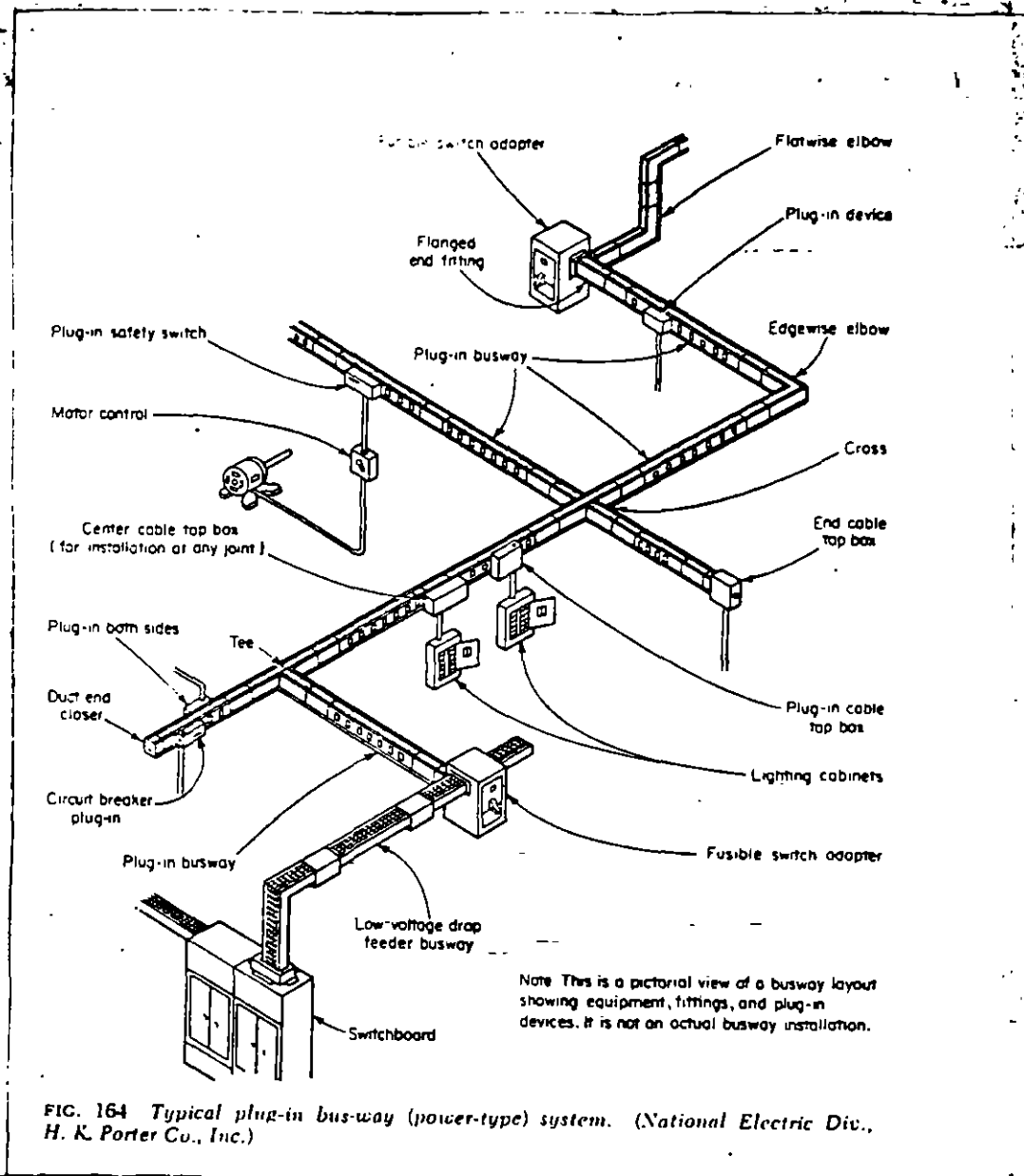
DUCTO DISTRIBUIDOR



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

VENTAJA PRINCIPAL:

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



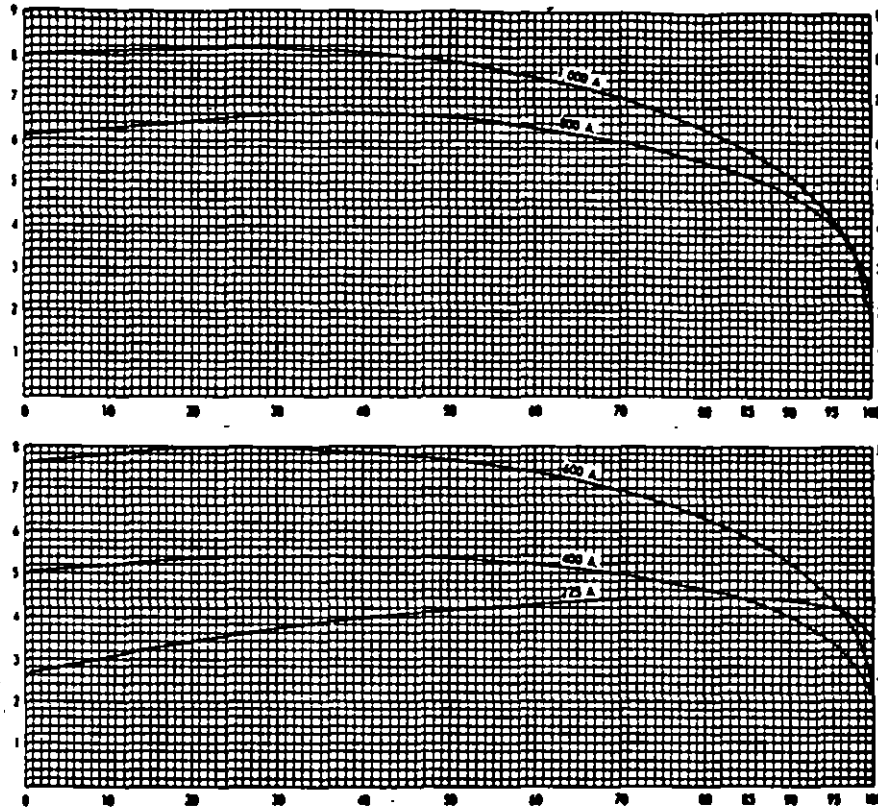
ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PL JG-IN

23

CURVAS Y TABLA DE CAIDA DE VOLTAJE

Electroducto de cobre Plug-in de 3 polos 600 Volts.
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 CAIDA DE VOLTAJE EN VOLTS POR 100 PIES DE LONGITUD.



FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA

Rango en amperes	Resistencia en OHMS por 100 pies línea a neutro	Reactancia en OHMS por 100 pies línea a neutro	FACTOR DE POTENCIA EN % DE LA CARGA TRIFASICA													
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100	
225	.00900	.00696	2.72	3.05	3.36	3.64	3.89	4.12	4.28	4.30	4.44	4.42	4.34	4.18	3.81	
400	.00294	.00720	4.98	5.16	5.30	5.36	5.38	5.34	5.21	4.98	4.62	4.36	4.01	3.48	2.04	
600	.00208	.00735	7.63	7.60	7.90	7.91	7.84	7.68	7.38	6.93	6.28	5.62	5.24	4.40	2.13	
800	.00170	.00439	6.08	6.30	6.43	6.50	6.53	6.45	6.30	5.98	5.53	5.22	4.77	4.12	2.36	
1000	.00109	.00458	7.95	8.07	8.14	8.13	8.03	7.81	7.46	6.95	6.23	5.77	5.14	4.26	1.89	

Ejemplo de cálculo para electroducto de 1,000 Amps., con 50% de F. P.

$$\begin{aligned} \text{caída de voltaje} &= \sqrt{3} I (R \cos \phi + X \sin \phi) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.00109 \times .50 + .00458 \times .866) \\ &= \sqrt{3} \times 1000 \times (.004511) = 7.81 \text{ Volts./100 pies.} \end{aligned}$$

- NOTAS:
- 1.- Para caída de voltaje línea a línea, carga trifásica balanceada de 4 hilos, usar los valores de las curvas o tabla.
 - 2.- Para caída de voltaje línea a neutro, carga trifásica balanceada, multiplíquense los valores por 0.577.
 - 3.- Para caída de voltaje en sistema monofásico, multiplíquense los valores por 1.15.
 - 4.- Para valores de corriente diferentes al nominal, multiplíquense los valores por la relación: $\frac{\text{corriente real}}{\text{corriente nominal}}$
 - 5.- Para diferentes longitudes, multiplíquense los valores por la relación: $\frac{\text{long., real en pies}}{100 \text{ pies}}$
 - 6.- Para caídas de voltaje al final de la trayectoria con carga uniformemente distribuida, usar la mitad de los valores.



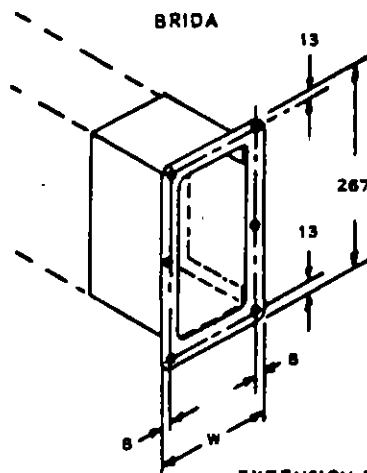
ELECTRODUCTO DE ENCHUFAR PLUG-IN

24

CONTENIDO DE ALUMINIO O COBRE Y PESO APROXIMADOS

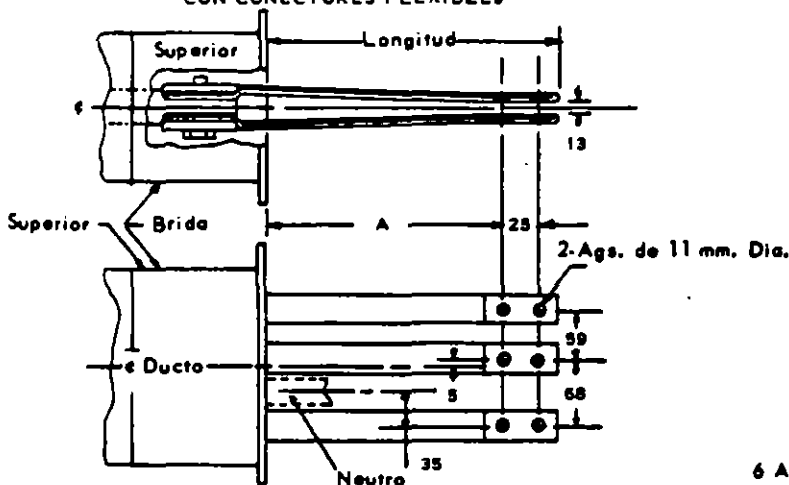
RANGO EN AMPERES	TUBO O BARRA DE ALUMINIO		TUBO O BARRA DE COBRE		PESO POR METRO EN KG					
	FASES •	NEUTRO •	FASES •	NEUTRO •	CON ALUMINIO			CON COBRE		
					2P.	3P.	3 1/4 P.	2P.	3P.	3 1/4 P.
225 A.	1-T 22 Dia. Ext. 1.5 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 1.5 Pared	1-T 22 Dia. Ext. 1.2 Pared	2-T 16 Dia. Ext. 0.8 Pared	12.0	12.3	12.6	12.5	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	15.0	17.8	19.8
600 A.	—	—	1-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	18.2	21.6	25.2
800 A.	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	2-T 22 Dia. Ext. 4.3 Pared	2-B 16 Dia.	16.2	18.4	19.4	21.0	25.4	27.4
1000 A.	—	—	2-B 22 Dia.	2-B 16 Dia.	—	—	—	26.0	33.0	35.0

• DIMENSIONES EN mm. DATOS POR FASE.



RANGO	W (mm.)
225A. 400A. 600A.	143
800A. 1000A.	181

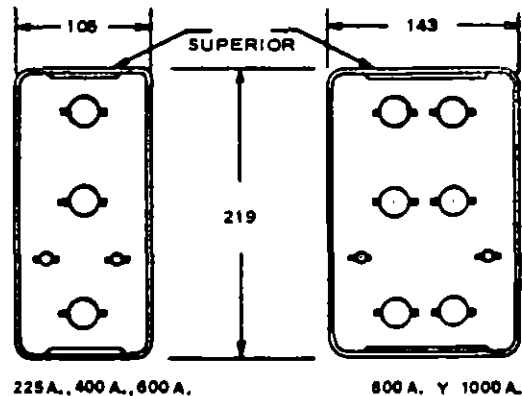
EXTENSION DE BUS
CON CONECTORES FLEXIBLES



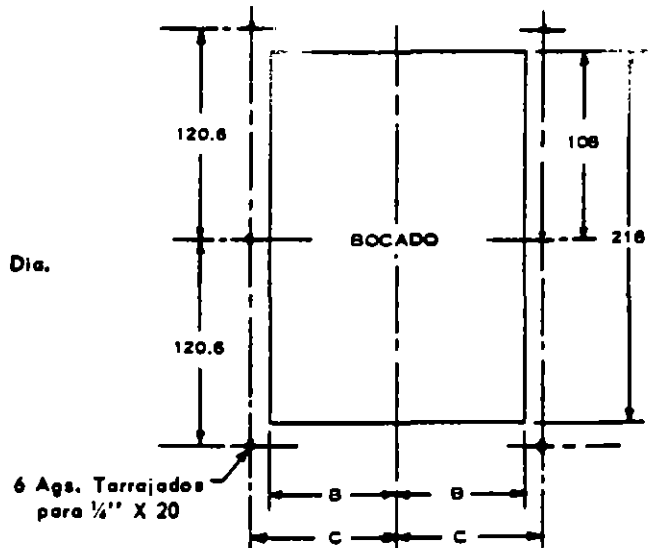
LONGITUD		A
mm.	PIES	
303	1	267
610	2	571
914	3	678

Acat. en mm.

DIMENSIONES SECCION TRANSVERSAL



BOCADO PARA MONTAJE DE BRIDA



225A., 400A., 600A.
B=54, C=63.5

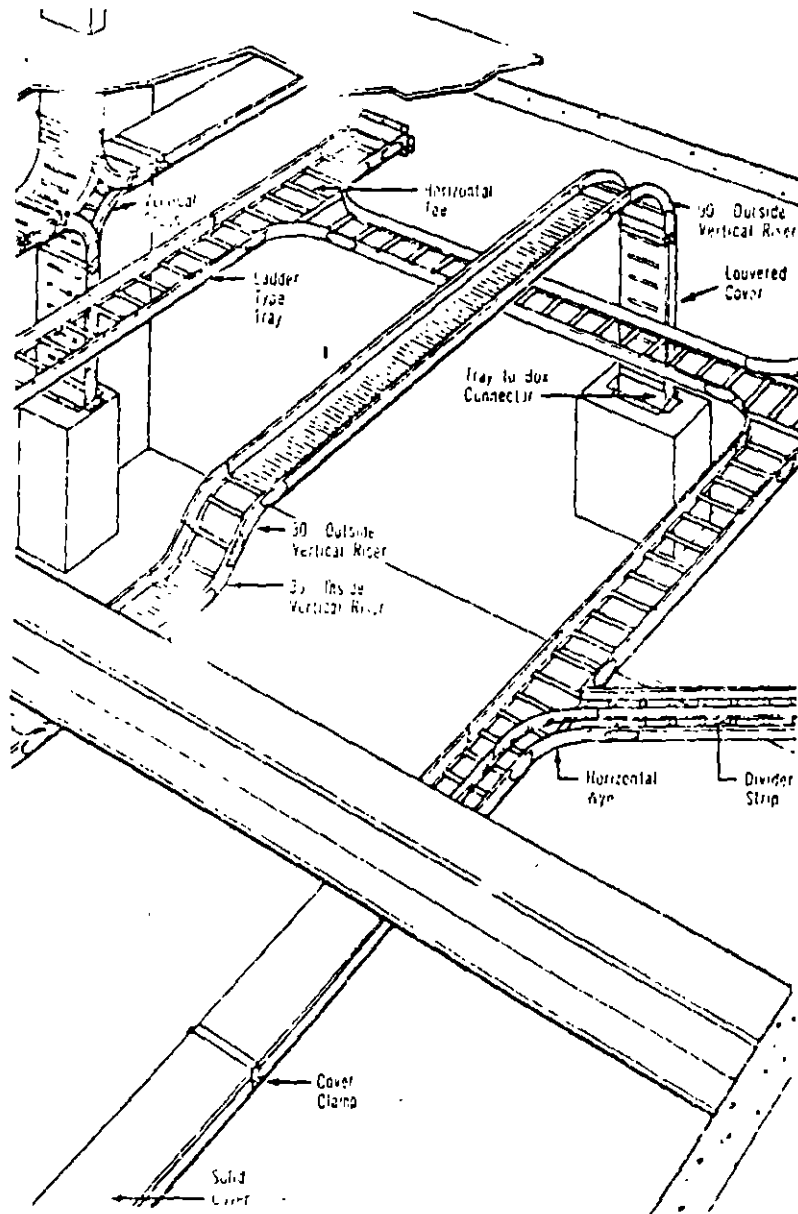
800A. Y 1000A.
B=73, C=82.5





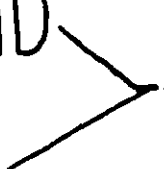
SISTEMA DE CHAROLAS. USO:

9-152 INTERIOR WIRING



NECESIDAD DE

GRAN CANTIDAD
GRAN SECCION



DE CONDUCTORES

GRAN FLEXIBILIDAD



DEBEN TENER
AISLAMIENTO Y
CUBIERTA APROBA
-DOS PARA ESTE
TIPO DE INSTALACION

SOLO EN LOCALES CONSTRUIDOS
CON MATERIALES INCOMBUSTIBLES
o RESISTENTES AL FUEGO.

USO ADICIONAL: SOPORTE DE
TUBERIAS U
OTRAS CANALI
-ZACIONES.

EXCLUSIONES:-

- CUBOS DE ELEVADOR.
- LUGARES "PELIGROSOS" (SALVO CABLES ESPECIALES)
- EXPUESTOS a DAÑO MECANICO.

CONDICIONES DE DISEÑO

28

-) NUMERO DE CONDUCTORES
-) CAPACIDAD DE CONDUCTORES
-) DIMENSIONES

· ANCHO

· ESPACIAMIENTO TRAVESANOS.

· NUMERO CONDUCTORES

MULTICONDUCTOR:

MAX. UNA CAPA



DE UN SOLO CONDUCTOR:

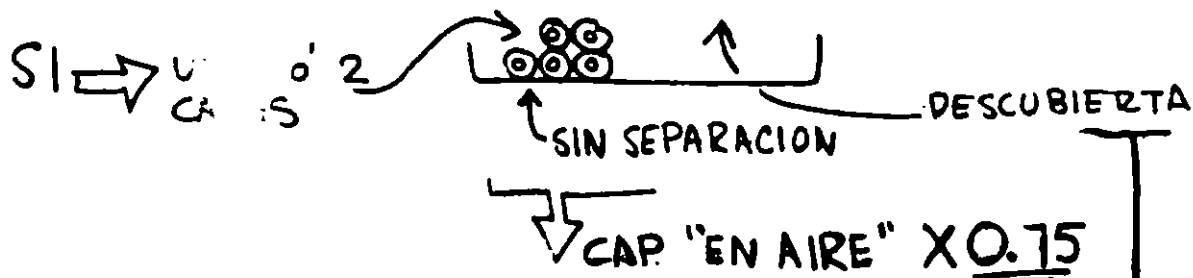
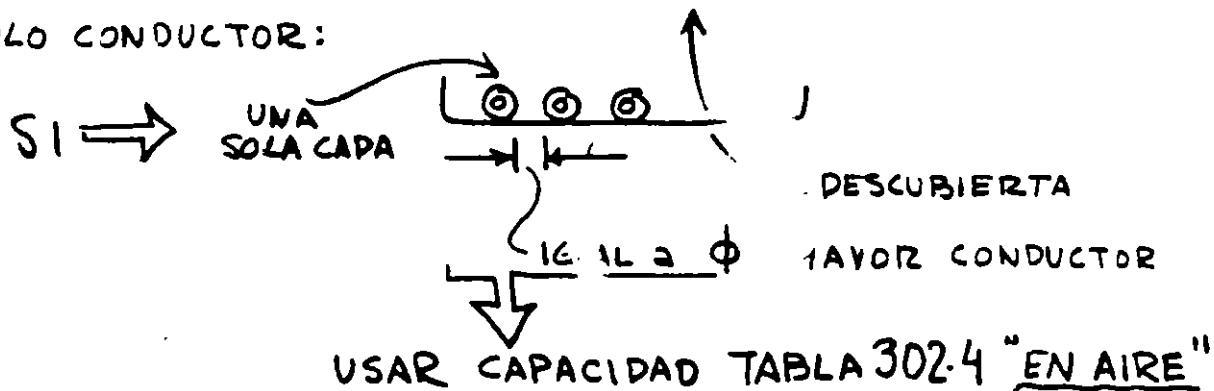
MAX. DOS CAPAS



· CAPACIDAD CONDUCTORES:

MULTICONDUCTOR: CAPACIDAD → TABLA 302.4 "EN TUBERIA"

DE UN SOLO CONDUCTOR:



SI SE CUBRE EN MAS de 1.80 = X 0.70 ←

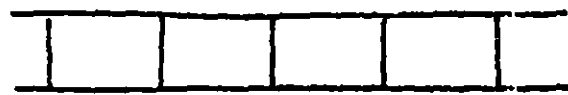
CONDICIONES de DISEÑO.

·) ANCHO CHAROLA → N° de CABLES → ESPACIAMIENTO

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

·) ESPACIAMIENTO TRAVESAÑOS

└→ CALIBRE CONDUCTOR

15.24cm	
22.86cm	
30.48cm.	
45.72cm.	

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 "	81.29 "	32.25 "

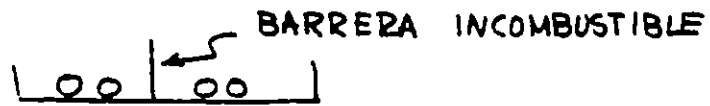
Por lo tanto el número de tubos conduit necesarios, para tener la misma área útil que se tiene en escaleras es el siguiente:

<u>CHAROLA.</u>			<u>NO. DE TUBOS.</u>			
<u>Ancho</u>		<u>Area</u>	<u>Ø TUBO CONDUIT.</u>			
cm.	Plg.	cm. ²	5.08 *	6.35 *	7.62 *	10.16 *
			2"	2½"	3"	4"
15.2	6	86.64	10.8	6.8	4.9	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	19.8	10.8

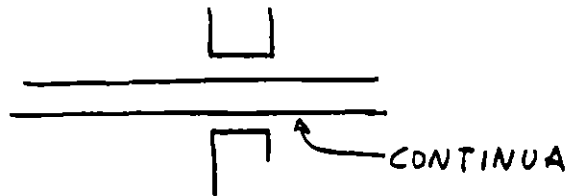
CONDICIONES DE INSTALACION

(311-6)

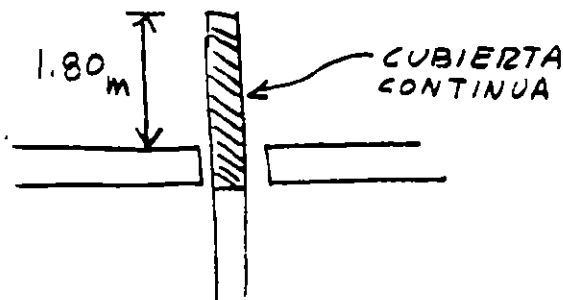
-) SISTEMA COMPLETO ANTES INSTALAR CONDUCTORES
-) PUEDE HABER CONEXIONES
-) RIESGO DAÑO → TAPAS
-) AL DERIVAR CABLES: NO ESFUERZO MECANICO
-) CIRCUITO DE DIF. TENSIONES:



-) PUEDE ATRAVESAR MUROS:-



-) PUEDE ATRAVESAR PISOS:-

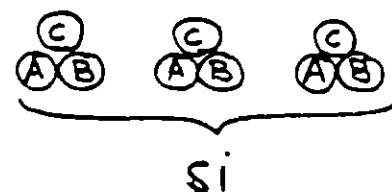
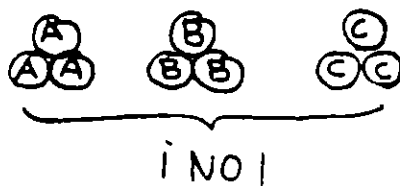


-) ESPACIO:

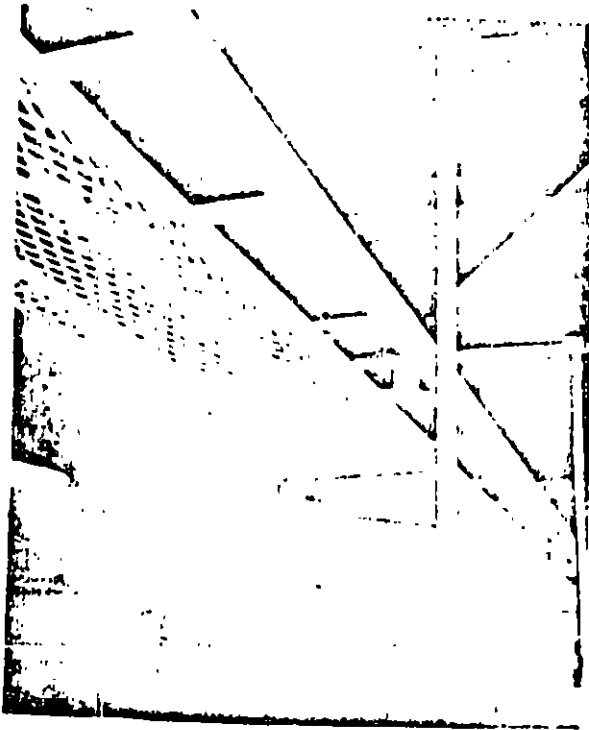


-) CIRCUITOS EN PARALELO:-

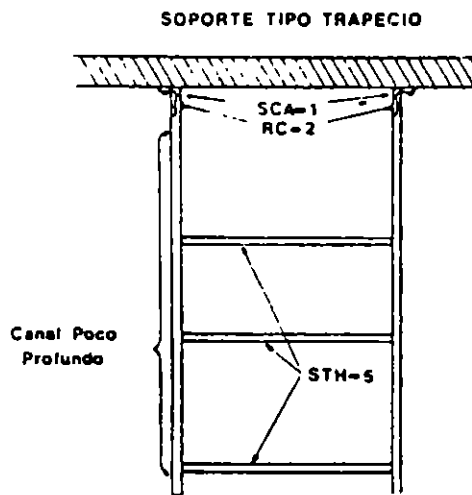
(311-8).



MONTAJE

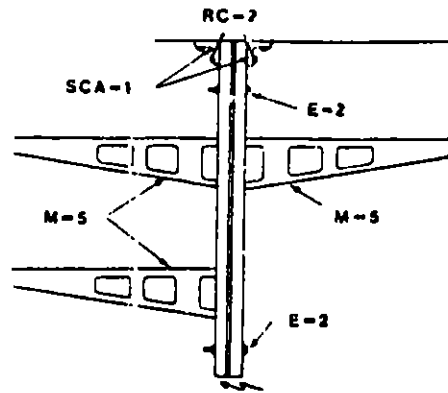


a) Sujeto a la estructura.

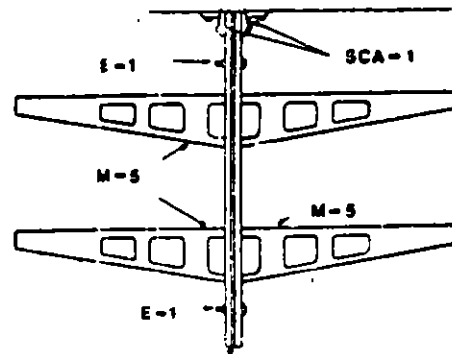


b) Empotrado en la loza.

MONTAJE CARGA DESBALANCEADA



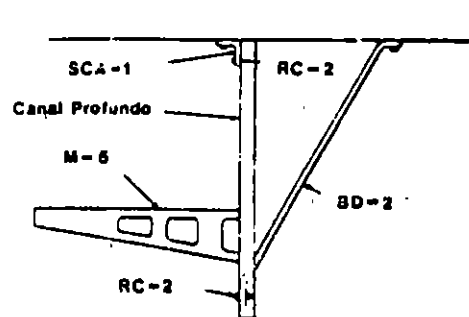
MONTAJE A CARGAS SIMETRICAS



Canal Poco Profundo Espalda a Espalda

Cat. CP-3 CP-6

MONTAJE CON BRAZO UNILATERAL



c) Anclado utilizando canal y ménsulas.

COSTOS

MATERIAL 33

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

<u>CHAROLAS</u>			<u>PRECIO POR NO. DE TUBOS. (%)</u>			
Ancho	Acho	Precio X	5.08*	6.35*	7.62*	10.16*
cm	Plg.	Tramo	(2")	(2½")	(3")	(4")
15.2	6	100 %	143	193	168	141
30.5	12	100 %	265	359	314	263
45.7	18	100 %	367	496	433	369
60.9	24	100 %	449	607	531	445

INSTALACION

Charolas Tubo conduit p ed gruesa -Fe. y Al.

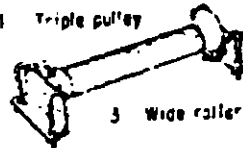
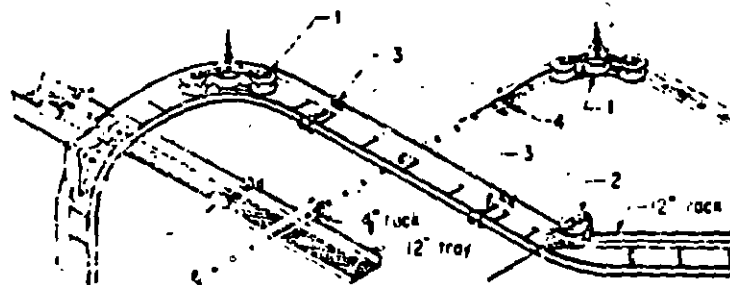
<u>Horas hombre por 30.4 mts.</u>							
Horas		5.08 cm. ∅		7.62 cm. ∅		10.16 cm. ∅	
Ancho	Hombre	(2" ∅)		(3" ∅)		(4" ∅)	
x 30 mts.		Fe.	Al.	Fe.	Al.	Fe.	Al
6"	12.0	53.0	34.0	40.3	26.0	42.0	22.0
15.2 cm.							
12"	13.25	106.0	67.0	78.0	49.0	73.0	43.0
30.4 cm.							
24"	16.75	212.0	135.0	156.0	98.0	146.0	83.0
60.9 cm.							

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

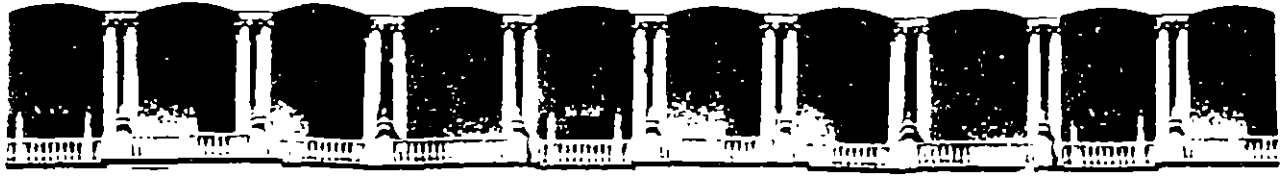
CABLEADO

• LATERAL
• JALADO

CONTINUOUS RIGID CABLE SUPPORTS 9-153



Installation aids available



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

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS Y
PARA EDIFICIOS**

MODULO II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

**CABLES
ANEXO**

ING. LAZARO PONCE DIAZ

CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE CONDUCTORES ELÉCTRICOS

CONTENIDO:

- 1.0 DESCRIPCIÓN DE LOS CONDUCTORES
- 2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES
- 3.0 USO Y APLICACIÓN DE LOS CONDUCTORES
- 4.0 SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES

ING. LAZARO PONCE DIAZ
OCTUBRE 1995

1.0 DESCRIPCIÓN DE LOS CONDUCTORES

1.1 DEFINICIÓN

CONDUCTORES ELÉCTRICOS SON AQUELLOS MATERIALES QUE PERMITEN EL PASO CONTINUO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA, A TRAVÉS DE ELLOS, CON POCA RESISTENCIA.

1.2 NORMA APLICABLE

LA SELECCIÓN Y LOS MÉTODOS DE INSTALACIÓN DE LOS CONDUCTORES DEBEN CUMPLIR CON LA NORMA OFICIAL MEXICANA **NOM-001-SEMP-1994**

1.3 MATERIALES

LOS MATERIALES MAS USADOS PARA LA FABRICACIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS SON EL COBRE Y EL ALUMINIO

<u>CARACTERÍSTICAS</u>	<u>COBRE</u>	<u>ALUMINIO</u>
PESO ESPECIFICO (g/cm ³)	8.9	2.7
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (%)	100	61
RESISTIVIDAD A 20 ° C (OHM-m/mm ²)	0.0172	0.03
TENSION DE RUPTURA (kg/mm ²)	31 (100 %)	16 (40 %)
TEMPERATURA DE FUSIÓN (°C)	1 083	660
COEF. DE DILATACIÓN LINEAL POR °C	16.22x10-6	23.0 x10-6

1.4 CONFIGURACIÓN FÍSICA

ALAMBRE	FORMADO POR UN HILO SÓLIDO DE SECCIÓN CIRCULAR
CABLE	FORMADO POR VARIOS HILOS REUNIDOS EN FORMACIÓN GEOMÉTRICA

CORDÓN	FORMADO POR VARIOS HILOS REUNIDOS AL AZAR
SOLERA	FORMADO POR UNA BARRA SÓLIDA DE SECCIÓN RECTANGULAR
DESNUDO	ES EL QUE NO TIENE CUBIERTA NI AISLAMIENTO ELÉCTRICO DE NINGUNA ESPECIE. NORMALMENTE SE UTILIZAN EN LÍNEAS AÉREAS O ENTERRADOS PARA SISTEMAS DE TIERRAS
AISLADO	ES EL QUE ESTA AISLADO CON UN MATERIAL DE COMPOSICIÓN Y ESPESOR ACEPTADO POR LA NOM-001-SEMP-1994. SE UTILIZAN PARA INSTALACIONES EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS
CUBIERTO	ES EL QUE ESTA CUBIERTO CON UN MATERIAL DE COMPOSICIÓN Y ESPESOR NO ACEPTADO COMO AISLAMIENTO ELÉCTRICO POR LA NOM

1.5 TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES

EL TAMAÑO DE LOS CONDUCTORES SE DEFINE POR EL AREA DE SU SECCIÓN TRANSVERSAL EN mm^2

TAMBIÉN SE DEFINE EN:

- a) CALIBRE AWG, NOMENCLATURA DE LA AMERICAN WIRE GAUGE
- b) CALIBRE EN CM (CIRCULAR MILLS), PARA DESIGNAR EL ÁREA TRANSVERSAL QUE TIENE UN CIRCULO CUYO DIÁMETRO SEA UNA MILÉSIMA DE PULGADA

$$0.001" = 0.0254 \text{ mm}$$

$$\text{CM} = 0.0005066 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = 1960 \text{ CM} \text{ O } 1.96 \text{ kCM}$$

2.0 AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

EL AISLAMIENTO SIRVE PARA CONFINAR LA CORRIENTE Y EL CAMPO ELECTRICO EN LA MASA DEL CONDUCTOR. DEBE SER UN MATERIAL DE MUY BAJA CONDUCTIVILIDAD

LOS PARAMETROS QUE CARACTERIZAN A LOS AISLAMIENTOS ELECTRICOS SON LOS SIGUIENTES:

MECANICOS:

- RESISTENCIA A LA TENSION Y ELONGACION
- DUREZA
- FLEXIBILIDAD

ELECTRICOS:

- RIGIDEZ DIELECTRICA. REPRESENTA LA CANTIDAD DE VOLT NECESARIOS PARA PERFORARLO. ES LA RELACIÓN ENTRE LA TENSION Y EL ESPESOR DEL AISLAMIENTO (kV/mm)
- RESISTENCIA DE AISLAMIENTO. ES LA RESISTENCIA MEDIA ENTRE EL CONDUCTOR Y UN ELECTRODO QUE SE ENCUENTRE ENVOLVIENDO LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL AISLAMIENTO.
- FACTOR DE POTENCIA O FACTOR DE PERDIDAS DE AISLAMIENTO. REPRESENTA LA RELACIÓN ENTRE LA POTENCIA ACTIVA DISIPADA EN EL AISLAMIENTO Y LA POTENCIA REACTIVA. AUMENTA CON LA PRESENCIA DE HUMEDAD Y CON LA ELEVACIÓN DE LA TEMPERATURA.
- CONSTANTE DIELECTRICA. ES LA RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD DE UN CONDENSADOR CUYO DIELECTRICO SEA EL AISLAMIENTO EN CUESTIÓN Y LA CAPACIDAD DEL MISMO CONDENSADOR QUE TENGA AIRE COMO DIELECTRICO. CONVIENE QUE TENGA VALORES BAJOS, ASÍ LAS PERDIDAS SERÁN MENORES.

OTROS ASPECTOS:

- RESISTENCIA A LA HUMEDAD
- RESISTENCIA AL CALOR

- RESISTENCIA A LA INTEMPERIE
- RESISTENCIA A LA LUZ SOLAR
- RESISTENCIA AL OZONO
- RESISTENCIA A LOS PRODUCTOS QUÍMICOS

LA SELECCIÓN DE LOS AISLAMIENTOS SE HACE EN FUNCIÓN DE LOS DIFERENTES FACTORES QUE PUEDAN INFLUIR EN SU APLICACIÓN, TALES COMO:

LA TENSION DE OPERACIÓN,
 LA TEMPERATURA AMBIENTE,
 LA TEMPERATURA DE OPERACIÓN,
 LAS CONDICIONES MECÁNICAS DE INSTALACIÓN,
 EL MEDIO AMBIENTE (HUMEDAD, INTEMPERISMO, LA PRESENCIA DE PRODUCTOS QUÍMICOS)

LOS MATERIALES AISLANTES MAS USADOS ACTUALMENTE PARA CONDUCTORES, SON LOS SIGUIENTES:

ELASTOMEROS	EP (ETILENO PROPILENO)	5 A 115 kV
TERMOFIJOS	XLP (POLIETILENO DE CADENA CRUZADA)	0.6 A 115 kV
TERMOPLÁSTICOS	PVC (POLICLORURO DE VINILO)	HASTA 1 kV

LAS TENSIONES DE OPERACIÓN UTILIZADAS EN EL INTERIOR DE LOS EDIFICIOS SON MENORES DE 600 V, EXCEPTO LAS ACOMETIDAS Y LOS ALIMENTADORES A SUBESTACIONES INTERIORES QUE NORMALMENTE SON DE 15 0 DE 23 kV

EN LAS SIGUIENTES HOJAS SE MUESTRAN ALGUNOS DE LOS CONDUCTORES FABRICADOS POR CONDUMEX, S.A.; OTROS FABRICANTES COMO CONDUCTORES MONTE-REY O CONELEC OFRECEN PRODUCTOS SIMILARES

3.0 USO Y APLICACION DE CONDUCTORES (HASTA 600 V)

TODAS LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA REPUBLICA MEXICANA DEBEN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS QUE MARCAN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994, EDITADAS POR LA SECRETARIA DE ENERGIA Y MINAS, ACTUALMENTE SECRETARIA DE ENERGIA

A CONTINUACION SE REPRODUCEN TABLAS DE APLICACION PARA CONDUCTORES DE 600 V O MENOS DE DICHAS NORMAS

Tabla 310 - 13 Conductores - Aislamientos y Usos

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Área de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior *	
Etileno Propileno Fluorado	FEP FEPB	90	Lugares secos o húmedos	Etileno Propileno Fluorado	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.51	Ninguna	
					8.367 - 33.620	0.76		
		200	Lugares secos - Aplicaciones especiales #	Etileno Propileno Fluorado	2.082 - 8.367 (14 - 8)	0.36	Malla de fibra de vidrio	
					13.300 - 33.620 (6 - 2)	0.36		Malla de material adecuado
Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama.	MTW ##	60	Alambrado de máquinas herramientas en lugares mojados (Véase Artículo 670)	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, al aceite y a la propagación de la flama.	0.32 - 3.307 (22 - 12)	(A) 0.76	(B) 0.38	
					5.26 (10)	0.76		(A) Ninguna.
					8.367 (8)	1.14		
		90	Alambrado de máquinas herramientas en lugares secos (Véase Artículo 670)		13.30 (6)	1.52	(B) Cubierta de nylon o equivalente.	
					21.5 - 33.62 (4 - 2)	1.52		
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03		
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41		
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79		

* Algunos aislamientos no requieren cubierta exterior

Cuando las condiciones ambientales requieren temperaturas máximas de operación mayores de 90°C.

Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido permite agregar a la denominación del Tipo el sufijo LS. (Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10)

Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 1)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Área de la sección transversal mm ² (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Polímero Sintético o de cadena cruzada resistente al calor	RHH ##	90	Lugares secos o húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor.	2.082 - 3.307 (14 - 12)	0.76 **	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. *
					5.26 (10)	1.14	
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.70	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	

* Algunos aislamientos no requieren cubierta exterior

** Para el Tipo RHH en áreas de secciones transversales de 2.082 a 3.307 mm² (14 - 12), el espesor nominal de aislamiento debe ser de 1.14 mm.

Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido permite agregar a la denominación del Tipo el sufijo LS. (Debe cumplir con las pruebas correspondientes de la Norma NOM - J - 10)

Tabla 3

Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 2)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad.	RHW ##	75	Lugares secos y húmedos (Para más de 2 000 V, el aislamiento debe ser resistente al ozono)	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad	2.082 - 5.260 (14 - 10)	1.14	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. *
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	
Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad	RHW - 2 ## ¶	90	Lugares secos y húmedos	Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y humedad	2.082 - 5.26 (14 - 10)	1.14	Cubierta no metálica resistente a la humedad y a la propagación de la flama. *
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304 - 506.8 (600 - 1 000)	2.79	
					633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	
*	Algunos aislamientos no requieren cubierta exterior						
##	Cuando el aislamiento y la cubierta exterior cubren los requerimientos de no propagación de incendio, de emisión reducida de humos y gas ácido permite agregar a la denominación del Tipo, el sufijo LS. (Debe cumplir con las pruebas correspondientes de la Norma NOM - J - 10)						
¶	Los Tipos designados con el sufijo "-2", por ejemplo THW-2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90° C, en ambiente mojado o seco.						

Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 3)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm ² (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Silicón-FV	SA	90	Lugares secos y húmedos	Hule Silicón	2.082 - 5.260 (14 - 10)	1.14	Malla de fibra de vidrio u otro material equivalente.
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	
Polímero sintético resistente al calor.	SIS ##	90	Alambrado de tableros	Polímero sintético de cadena cruzada resistente al calor.	633.3 - 1 013.6 (1 250 - 2 000)	3.18	Ninguna
					2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	
					8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
Termoplástico para tableros	TT	90	Alambrado de tableros	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio y de emisión reducida de humos y gas ácido.	0.5191 - 5.260 (20) - 10)	0.76	Ninguna.
Politetra - fluoroetileno.	TFE	250	Lugares secos. Solo para conexiones dentro de aparatos o en canalizaciones	Politetra - fluoroetileno.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.51	Ninguna.
					8.367 - 33.62 (8 - 2)	0.76	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	1.14	

Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 4)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio.	TW *	60	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad y a la propagación de incendio	2.082 - 5 280 (14 - 10)	0.78	Ninguna.
					8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	THW * &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	2.082 - 5 26 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
		90	Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1 000 V o menos en circuito abierto y a áreas de secc. transversales de 2.082 a 8.367 mm2 (14 - 8AWG)		8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7	2.79	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	THW - LS * &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido.	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
		90	Aplicaciones especiales dentro de equipo de alumbrado por descarga eléctrica. Restringido a 1 000 V o menos en circuito y a áreas de las secciones transversales de 2.082 a 8.367 mm2 (14 - 8)		8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	

* Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10.

& Los Tipos designados con el sufijo "- 2", por ejemplo THW - 2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90 °C, ambiente mojado o seco.

Tabla 310 - 13.-Conductores - Aislamientos y Usos (Continuación 5)

Nombre genérico	Tipo	Temperatura máxima de operación °C	Usos permitidos	Tipo de aislamiento	Area de la sección transversal mm2 (AWG-kCM)	Espesor nominal de aislamiento mm	Cubierta exterior
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	THHW &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio.	Termoplástico (14 - 10)	2.082 - 5.260	0.76 Ninguna.
		90	Locales secos		8.367 (8)	1.14	
					13.30 - 33.62 (6 - 2)	1.52	
					42.41 - 107.2 (1 - 4/0)	2.03	
					126.7 - 253.4 (250 - 500)	2.41	
					304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.79	
Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de	THHW-LS &	75	Lugares mojados	Termoplástico resistente a la humedad, al calor, a la propagación de	2.082 - 5.260 (14 - 10)	0.76	Ninguna.
90	Lugares secos	8.367 (8)	1.14				
		13.30 - 33.62	1.52				

incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido.			incendio, y de emisión reducida de humos y gas ácido		(6 - 2) 42.41 - 107.2 (1 - 4/0) 126.7 - 253.4 (250 - 500) 304.0 - 506.7 (600 - 1 000)	2.03 2.41 2.79	
Termoplástico con cubierta de nylon, resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama	THWN • &	75	Lugares secos y mojados	Termoplástico	2.082 - 3.307	0.38	Cubierta de nylon o equivalente.
				con cubierta de	(14 - 12)		
				nylon, resistente	5.26	0.51	
				a la humedad, al	(10)		
				calor y a la	8.337 - 13.30	0.76	
				propagación de	(8 - 6)		
				la flama	21.15 - 33.62	1.02	
					(4 - 2)		
					42.41 - 107.2	1.27	
					(1 - 4/0)		
					126.7 - 253.4	1.52	
					(250 - 500)		
					304.0 - 506.7	1.78	
					(600 - 1 000)		
* Debe cumplir con la Norma NOM - J - 10.							
& Los Tipos designados con el sufijo "- 2", por ejemplo THW - 2, se permite que sean usados a una temperatura de operación continua de 90 °C, ambiente mojado o seco							

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2 000 V 60°C a 90°C. No más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30°C.

Area de la sección transversal mm ² (AWG -kCM)	Temperaturas máximas de operación (Véase Tabla 310 - 13).					
	60°C TIPOS TW *	75°C TIPOS RHW *	90°C TIPOS SA, SIS, FEP *	60°C TIPOS TW *	75°C TIPOS RHW *	90°C TIPOS SA, SIS,
	UF *	THW *, THHW *	FEPB *	UF *	THW *, THHW *	RHH *, RHW-2
		THW-LS, THHW-LS	RHH *, RHW-2		THW-LS, THHW-LS	THW-2, THHW *
		THWN *, XHHW *	THW-2, THHW *		THWN *, XHHW *	THHW-LS
		USE *	THHW-LS, TT		USE *	THWN-2, THHN *
			THWN-2, THHN *			USE-2, XHHW *
			USE-2, XHHW *			XHHW-2
			XHHW-2			
	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE					
0.8235 (18)	.....	.....	14	.....	.....	.....
1 307 (16)	.....	.....	18	.....	.....	.....
2.082 (14)	20*	20*	25*	.....	.....	.....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8.367 (8)	40	50	55	30	40	45
13.30 (6)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42.41 (1)	110	130	150	85	100	115
53.48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67.43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85.01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107.2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126.7 (250)	215	255	290	170	205	230
152.0 (300)	240	285	320	190	230	255
177.3 (350)	260	310	350	210	250	280
202.7 (400)	280	335	380	225	270	305
253.4 (500)	320	380	430	260	310	350
304.0 (600)	355	420	475	285	340	385
380.0 (750)	400	475	535	320	385	435
506.7 (1 000)	455	545	615	375	445	500
FACTORES DE CORRECCION						
Temperatura ambiente °C	Para temperatura ambiente diferente de 30 °C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostradas arriba por el factor de corrección correspondiente en esta tabla.					
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56 - 60	.....	0.58	0.71	.....	0.58	0.71
61 - 70	.....	0.33	0.58	.....	0.33	0.58
71 - 80	.....	.....	0.41	.....	.....	0.41

* La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en Los Tipos marcados con un asterisco *, no debe exceder de:

15 A para 2.082 mm² (14), 20 A para 3.307 mm² (12) y 30 A para 5.260 mm² (10) para conductores de cobre.

15 A para 3.307 mm² (12), y 25 A para 5.260 mm² (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, después de que se han aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

Tabla 310-17 Capacidad de conducción de corriente en amperes de cables mono- conductores aislados 0 a 2 000 V, al aire libre y para una temperatura ambiente de 30 °C.

Area de la sección	Temperaturas máximas de operación (Véase Tabla 310 - 13).					
	60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C

transversal mm2 (AWG -kCM)	TIPOS TW *		TIPOS RHW *		TIPOS SA, SIS, FEP *		TIPOS TW *		TIPOS RHW *		TIPOS SA, SIS, RHH *, RHW-2	
	UF *	THW *, THHW *	THW-LS, THHW-LS	RHH *, RHW-2	FEPB *	THW-2, THHW *	THWN *, XHHW *	THHW-LS, TT	THWN-2, THHN *	THW-LS, THHW-LS	THW-2, THHW *	THWN *, XHHW *

* La protección contra sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en Los Tipos marcados con un asterisco *, no debe exceder de:

15 A para 2.082 mm2 (14), 20 A para 3.307 mm2 (12) y 30 A para 5.260 mm2 (10) para conductores de cobre.

15 A para 3.307 mm2 (12), y 25 A para 5.260 mm2 (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre.

NOTAS A LAS TABLAS 310-16 a 310-19 DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DE 0 A 200 V.

1.- Explicación de las tablas. Para la explicación de las letras de los tipos de cables y para las áreas de las secciones transversales de los conductores para los diversos aislamientos véase la Sección 310-13.

Para los requisitos de instalación véanse las Secciones 310-1 a la 310-10 y otros artículos de esta Norma.

Para cordones flexibles véanse las Tablas 400-4, 400-5(A) y 400-5(B).

3.- Acometidas y alimentadores monofásicos de 3 hilos, 127/220 V, para viviendas. Para unidades de vivienda se permite el empleo de los conductores de la tabla siguiente para ser utilizados en circuitos monofásicos: de 3 hilos 127/220 V, como conductores de acometida y alimentadores para abastecer la carga total de una vivienda, instalados en canalización o sin ella y con conductor de puesta a tierra. Se permite que el conductor de puesta a tierra sea de un área de sección transversal correspondiente a no menos de dos calibres que el de los conductores de fase, siempre y cuando se cumpla con las Secciones 215-2, 220-22 y 230-42.

TIPOS Y SECCIONES DE LOS CONDUCTORES**DE COBRE****THHW, THW, THW-LS, THHW-LS**

Área de la sección transversal mm ² (AWG-kCM)	Capacidad de conducción de corriente A
21.15 (4)	100
33.62 (2)	125
42.41 (1)	150
53.48 (1/0)	175
67.43 (2/0)	200
85.01 (3/0)	225
107.20 (4/0)	250
126.70 (250)	300
177.30 (350)	350
202.70 (400)	400

5.- Conductores desnudos. Cuando se emplean conductores desnudos junto con conductores aislados, la capacidad de corriente debe limitarse a la que se permite para los conductores aislados adyacentes.

6.- Cables con aislamiento mineral y cubierta metálica. Las limitaciones de temperatura que se toman como base para determinar la capacidad de corriente de los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica están determinadas por el material aislante que se usa en los sellos terminales. Los accesorios de terminación que incorporan materiales aislantes orgánicos no impregnados están limitados a operar a 90°C, como máximo.

8.- Factores de corrección por agrupamiento.

(a) Para cables o canalizaciones que tengan mas de tres conductores que lleven corriente. Cuando el número de conductores que llevan corriente en un cable o en una canalización exceda de tres, la capacidad de corriente obtenida de las tablas y ya corregida por temperatura debe ser reducida multiplicando por los factores de corrección por agrupamiento de la tabla siguiente:

Número de conductores que llevan corriente	Factores de corrección por agrupamiento
4 a 6	0.80
7 a 9	0.70
10 a 20	0.50
21 a 30	0.45
31 a 40	0.40
41 y más	0.35

Cuando se apilan o se tuercen entre si cables monoconductores o multiconductores en una longitud mayor a 0.6 m, sin mantenerlos espaciados, y cuando no están instalados en canalizaciones, la capacidad de corriente para cada conductor debe reducirse aplicando los factores de la tabla anterior.

Excepción No. 1: Cuando se tienen conductores de sistemas diferentes, en una misma canalización o en el mismo cable, como se indica en la Sección 300-3, los factores de corrección por agrupamiento se aplican solamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Véanse los Artículos 210, 215, 220 y 230).

Excepción No. 2: Para conductores instalados en charolas se aplica lo indicado en la Sección 318-11.

Excepción No. 3: Estos factores de corrección no se aplican a conductores en uniones de canalizaciones que tengan una longitud menor de 0.6 m.

Excepción No. 4: Los factores de corrección por agrupamiento no se aplican a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja si están protegidos por tubo conduit rígido metálico semipesado, tubo metálico ligero o tubo conduit rígido no metálico, cuya longitud no exceda de 3 m sobre el nivel de la zanja y número de conductores no exceda de 4.

Excepción No. 5: Para otras condiciones de carga, se permite calcular los factores de corrección y las capacidades de corriente como se indica en la Sección 310-15(b).

(b) Más de un tubo conduit, tubo o canalización. Debe mantenerse el espaciamiento entre tubos conduit, tubos y canalizaciones.

9.- Protección contra sobrecorriente. Si las capacidades de protección nominales o de ajuste de los dispositivos de sobrecorriente, no son las correspondientes a las permisibles para los conductores, se puede utilizar la capacidad de protección nominal o de ajuste inmediata superior.

Excepción: Las limitaciones indicadas en la Sección 240-3.

10.- Conductor neutro.

(a) Un conductor neutro que lleva solamente las corrientes de desbalance de los otros conductores en el mismo circuito, no se toma en cuenta para el número de conductores al aplicar la Nota: 8 anterior.

(b) En un circuito de 3 hilos, que contiene 2 de fase y un neutro de un sistema de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, el conductor común lleva aproximadamente la misma corriente que los otros conductores y en ese caso el neutro se debe tomar en cuenta para el número de conductores al aplicar la Nota: 8 anterior.

(c) Cuando la mayor parte de la carga en un circuito estrella de 3 fases, 4 hilos consiste de cargas no lineales como alumbrado por descarga eléctrica, equipo de procesamiento de datos, computadoras o equipo similar, se presentan corrientes armónicas en el conductor neutro, éste se considera como conductor activo.

11.- Conductores de puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra no se toman en cuenta al aplicar Nota: 8.

NOTAS A LAS TABLAS 310-69 a 310-84

1.- Temperaturas Ambientes no consideradas en las Tablas. Las capacidades de conducción de corriente que se requieran a temperaturas ambientes diferentes a las de las Tablas, pueden determinarse fácilmente a partir de la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \left(\frac{TC - TA_2 - \Delta T_D}{TC - TA_1 - \Delta T_D} \right)^{1/2} \quad (ne)$$

Donde :

I_1 = Capacidad de corriente de las tablas a la temperatura ambiente TA_1 .

I_2 = Capacidad de corriente a la temperatura ambiente deseada TA_2 .

TC = Temperatura del conductor $^{\circ}C$.

TA_1 = Temperatura del ambiente alrededor del cable $^{\circ}C$, según las tablas.

TA_2 = Temperatura ambiente en $^{\circ}C$, a la que se calculará la capacidad de corriente.

ΔT_D = Aumento de temperatura debido a las pérdidas en el dieléctrico.

2.- Pantallas puestas a tierra. Las capacidades de corriente mostradas en las Tablas 310-69, 310-70, 310-71 y 310-82, son para cables con las pantallas puestas a tierra en un solo punto. Cuando las pantallas se conectan a tierra en más de un punto, las capacidades de corriente deben corregirse para tomar en consideración el calentamiento debido a las corrientes en la pantalla.

3.- Configuración de los bancos de ductos. Las capacidades de corriente mostradas en las Tablas 310-73, 310-74, 310-75, 310-76, 310-77, 310-78, 310-79 y 310-80, se aplican solamente a los cables que están localizados en el ducto exterior del banco de ductos. Las capacidades de corriente de los cables colocados en los ductos interiores del banco de ductos deben determinarse por cálculos especiales.

4.- Profundidad de instalación en tierra de ductos o cables. Para aplicaciones donde las profundidades de instalación sean mayores que las que se dan en las tablas de capacidad de corriente, se pueden emplear los siguientes factores de disminución en la capacidad de corriente:

6% por cada 0.3 m de profundidad adicional para todos los valores de resistividad térmica. No se debe aplicar ningún factor de corrección, cuando la profundidad es menor que la indicada en las Tablas.

5.- Resistividad térmica. La resistividad térmica, tal como se usa en esta Norma, se refiere a la capacidad de transferencia de calor por conducción a través de una sustancia. Es el recíproco de la conductividad térmica, k .

designada como R_{ho} , y se expresa en las siguientes unidades $^{\circ}C \cdot cm / W$.

6.- Ductos eléctricos utilizados en la Figura 310-1. Cuando los ductos pasan de la instalación subterránea los gabinetes de equipos, se permite que el espaciamiento entre los ductos sea menor que los indicados en Figura 310-1. En estos casos no se reduce la capacidad de conducción de corriente de los cables contenidos en los ductos

Tabla 430.147 Corriente a plena carga en amperes, de motores de corriente directa

Tensión Nominal de armadura				
kW	(C.P.)	120 V.	240 V.	500 V.
0.186	(1/4)	3.1	1.6	
0.248	(1/3)	4.1	2.0	
0.373	(1/2)	5.4	2.7	
0.560	(3/4)	7.6	3.8	
0.746	(1)	9.5	4.7	
1.119	(1 1/2)	13.2	6.6	
1.49	(2)	17.0	8.5	13.6
2.23	(3)	25.0	12.2	18.0
3.73	(5)	40.0	20.0	27.0
5.60	(7 1/2)	58.0	29.0	34.0
7.46	(10)	76.0	38.0	43.0
11.19	(15)		55.0	51.0
14.92	(20)		72.0	67.0
18.65	(25)		89.0	83.0
22.38	(30)		106.0	99.0
29.84	(40)		140.0	123.0
37.3	(50)		173.0	164.0
44.76	(60)		206.0	205.0
55.95	(75)		255.0	246.0
74.60	(100)		341.0	330.0
93.25	(125)		425.0	
119.90	(150)			506.0
149.20	(200)		675.0	

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

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

Tabla 430.148.-Corriente a plena carga en amperes, de motores monofásicos de corriente alterna

W	C.P.	127 V.	220 V.
124.33	1/6	4.0	2.3
186.5	1/4	5.3	3.0
248.66	1/3	6.5	3.8
373	1/2	8.9	5.1
559.5	3/4	11.5	7.2
746	1	14.0	8.4
1119	1 1/2	18.0	10.0
1492	2	22.0	13.0
2238	3	31.0	18.0
3730	5	51.0	29.0
5595	7 1/2	72.0	42.0
7460	10	91.0	52.0

Tabla 430.150.-Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

kW	(C.P.)	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (A)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)		
		220 V.	440 V.	2 400 V.	220 V.	440 V.	2 400 V.
0.373	(1/2)	2.1	1.0				
0.560	(3/4)	2.9	1.5				
0.746	(1)	3.8	1.9				
1.119	(1 1/2)	5.4	2.7				
49	(2)	7.1	3.6				
3	(3)	10.0	5.0				
3.73	(5)	15.9	7.9				
5.60	(7 1/2)	23.0	11.0				
7.46	(10)	29.0	15.0				
11.19	(15)	44.0	22.0				
14.92	(20)	56.0	28.0				
18.65	(25)	71.0	36.0		54	27	
22.38	(30)	84.0	42.0		65	33	
29.84	(40)	109.0	54.0		86	43	
37.3	(50)	136.0	68.0		108	54	
44.76	(60)	161.0	80.0	15	128	64	11
55.95	(75)	201.0	100.0	19	161	81	14
74.60	(100)	259.0	130.0	25	211	106	19
93.25	(125)	326.0	163.0	30	264	132	24
119.90	(150)	376.0	188.0	35	-	158	29
149.20	(200)	502.0	251.0	47	-	210	38

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

4.0 PASOS PARA SELECCIONAR LA SECCION O CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

LOS PASOS QUE DEBEN SEGUIRSE SON LOS SIGUIENTES:

- PASO 1 CORRIENTE DE LA CARGA.
- PASO 2 FACTORES DE CORRECCION.
- PASO 3 CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR.
- PASO 4 REVISION POR CAIDA DE TENSION.
- PASO 5 REVISION POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.
- PASO 6 CALCULO DEL CALIBRE ECONOMICO.

- PASO 1 CORRIENTE DE LA CARGA.

PUEDE OBTENERSE POR MEDIO DE FORMULAS, DE LA PLACA DE DATOS DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMEN LA CARGA O DE TABLAS DE LOS FABRICANTES.

LAS TABLAS 430.147, 430.148 Y 430.150 CONTIENEN LAS CORRIENTES A PLENA CARGA PARA DIFERENTES MOTORES.

FORMULAS USUALES:

a) UNA FASE, DOS HILOS:

$$\begin{aligned} I &= VA / V \\ I &= W / (V \text{ fp}) \\ I &= (746 \text{ hp}) / (V \text{ fp } e) \end{aligned}$$

b) TRES FASE, TRES HILOS

$$\begin{aligned} I &= VA / (1.732 V) \\ I &= W / (1.732 V \text{ fp}) \\ I &= (746 \text{ hp}) / (1.732 V \text{ fp } e) \end{aligned}$$

DONDE:

I	CORRIENTE EN AMPERES (A)
V	TENSION ENTRE LINEAS EN VOLTS
hp	POTENCIA EN CABALLOS
W	POTENCIA EN WUATTS
VA	POTENCIA EN VOLT-AMPERES
fp	FACTOR DE POTENCIA
e	EFICIENCIA

PASO 2. FACTORES DE CORRECCION

LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE LOS CONDUCTORES, DEBE AFECTARSE POR LOS FACTORES DE CORRECCION POR TEMPEATURA INDICADOS EN LAS TABLAS 310-16 A 310-19 Y POR LOS FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO INDICADOS EN LAS NOTAS A LAS TABLAS ANTERIORES, PARRAFO 8.-

PASO 3. CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR

LOS CONDUCTORES DEBEN TENER CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE MAYOR QUE LA DEMANDADA POR LA CARGA SERVIDA, PARA EVITAR TEMPERATURAS DE OPERACION SUPERIORES A LA PERMITIDA POR EL AISLAMIENTO

LAS TABLAS 310-16 A 310-19 REFERENTES A LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DE CONDUCTORES AISLADOS DE 0 2 000 V, NOS SIRVEN PARA SELECCIONAR EL TAMAÑO DEL CONDUCTOR

PASO 4. REVISION POR CAIDA DE TENSION.

LAS SECCIONES 210-19 Y 215-2 ESTABLECEN LAS CAIDAS DE TENSION PERMISIBLES PARA CIRCUITOS PRINCIPALES Y DERIVADOS.

SI LA TENSION DE SUMINISTRO ES MENOR QUE LA TENSION DE UTILIZACION DE LOS APARATOS ELECTRICOS, ESTOS PUEDEN DAÑARSE Y NO OPERAR ADECUADAMENTE

LA CAIDA TOTAL, EN CIRCUITOS ALIMENTADORES MAS DERIVADO NO DEBE EXCEDER DEL 5%, SIN EXCEDER EN NINGUNO DE ELLOS DEL 3%.

LA CAIDA DE TENSION ES FUNCION DE LAS SIGUIENTES VARIABLES:

- a) CORRIENTE QUE FLUYE POR EL CONDUCTOR
- b) TENSION DE OPERACION
- c) LONGITUD, SECCION TRANSVERSAL Y MATERIAL DEL CONDUCTOR

PARA EL CALCULO DE LA CAIDA DE TENSION PUEDEN UTILIZARSE LAS SIGUIENTES FORMULAS:

SISTEMA	CAIDA e %
-----	-----
1 F, 2 H	$200 I L (R \cos \theta + X \sin \theta) / 1000 V_{fn}$
1 F, 3 H	$100 I L (R \cos \theta + X \sin \theta) / 1000 V_{fn}$
3 F, 4 H	$100 I L (R \cos \theta + X \sin \theta) / 1000 V_{fn}$
3 F, 3 H	$173 I L (R \cos \theta + X \sin \theta) / 1000 V_{ff}$

DONDE:

I	CORRIENTE A PLENA CARGA	A
L	LONGITUD DEL CONDUCTOR	km
R	RESISTENCIA	OHM/km
X	RESISTENCIA INDUCTIVA	OHM/km
θ	FACTOR DE POTENCIA	
V_{fn}	TENSION ENTRE FASE Y NEUTRO	V
V_{ff}	TENSION ENTRE FASES	V

EN LAS SIGUIENTES PAGINAS SE REPRODUCEN FORMULAS, TABLAS Y GRAFICAS
PARA CALCULAR LA CAIDA DE TENSION

PASO 5. REVISION POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.

LOS CONDUCTORES AISLADOS DEBEN SOPORTAR LA CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO DEL SISTEMA SIN DAÑARSE, ESTO PUEDE VERIFICARSE CON TABLAS O CON LA SIGUIENTE FORMULA:

$$I_{cc} = (330 S / \sqrt{t}) \sqrt{\log((234.5 + T_f) / (234.5 + T_i))}$$

DONDE:

I_{cc}	CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO (A)
S	SECCION TRANSVERSAL DEL CONDUCTOR (mm ²)
t	DURACION DEL CORTO CIRCUITO (s)
T_f	TEMPERATURA MAX. DEL CONDUCTOR DURANTE EL C.C. 150 °C PARA AISLAMIENTOS TERMOPLASTICOS (PVC) 250 °C PARA AISLAMIENTOS ELASTOMERICOS (EP, XLP)
T_i	TEMPERATURA INICIAL DEL CONDUCTOR (°C)

PASO 6. CALCULO DEL CALIBRE ECONOMICO

LA CAPACIDAD DE CONDUCCION DE LOS CONDUCTORES AISLADOS ESTA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA QUE PUEDA SOPORTAR SU AISLAMIENTO SIN DAÑARSE

POR EJEMPLO: LA CAPACIDAD DE CORRIENTE DE UN CONDUCTOR AISLADO DE 21 mm² (4 AWG) PUEDE SER DE 70, 85 O 95 A, SI LA TEMPERATURA DE OPERACION DEL AISLAMIENTO ES RESPECTIVAMENTE DE, 60, 75 O 90 °C

AL AUMENTAR LA CAPACIDAD DE CONDUCCION PUEDE REDUCIRSE EL COSTO INICIAL DE LAS INSTALACIONES; PERO, ES NECESARIO CONSIDERAR QUE EL COSTO DE OPERACION SE INCREMENTA AL DISIPARSE MAYOR CANTIDAD DE ENERGIA EN FORMA DE CALOR

LEY DE JOULE: $W = I^2 R$

LA SIGUIENTE FORMULA CONTIENE PARAMETROS QUE PUEDEN USARSE PARA CALCULAR EL CALIBRE MAS ECONOMICO, COMPARANDO LOS COSTOS MENSUALES DE INSTALACION Y DE OPERACION DURANTE UN DETERMINADO PERIODO DE VIDA

$$C_p = I \times L \times h \times d \times C_k \times (R_1 - R_2) / 1000$$

$$C_f = L \times i \times (M_2 - M_1)$$

SI $C_p > C_f$ CONVIENE INSTALAR EL CABLE DE MAYOR CALIBRE

DONDE:

C_p	DIFERENCIA DE COSTOS POR PERDIDAS (\$)
C_f	DIFERENCIA DE COSTOS FINANCIEROS (\$)
I	CORRIENTE (A)
h	HORAS DE OPERACION AL DIA
d	DIAS DE OPERACION AL MES
L	LONGITUD DEL CONDUCTOR (m)
C_k	COSTO DE LA ENERGIA (\$/kWh)
R_1	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 1 (OHM/m)
R_2	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR 2 (OHM/m)
M_1	COSTO DE MAT. E INSTALACION PARA CONDUCTOR 1 (\$/m)

M2 COSTO DE MAT. E INSTALACION PARA CONDUCTOR 2 (\$/m)
i INTERES FINANACIERO MENSUAL (DECIMAL)

SE CONSIDERA QUE EL CONDUCTOR 1 ES DE MENOR SECCION
TRANSVERSAL QUE EL CONDUCTOR 2

EJEMPLO DE CALCULO

DATOS:

MOTOR	10 hp
TENSION	220 V, 3 F, 60 Hz
F.P.	0.85
EFICIENCIA	0.8
FACTOR PARA MOTORES	1.25
CONDUCTOR THW.LS,	
TEMP. OPERACION	75 °C
DISTANCIA	100 m
TEMP. AMBIENTE	35 °C
CONDUCTORES/TUBO	3

PASO 1 CORRIENTE DE LA CARGA.
 CORRIENTE A PLENA CARGA = 28.79 A (APLICANDO LA FORMU
 CORRIENTE A PLENA CARGA = 29.00 A (EN TABLA
 CAPACIDAD DE CONDUCCION MINIMA:
 $1.25 \times 29 = 36.25 \text{ A}$

PASO 2. FACTORES DE CORRECCION
 FACTOR DE CORECCION POR TEMPERATURA (Ft):
 $F_t = 0.94$ PARA 35 °C (TABLA 310-16)
 $I \text{ corregida} = 36.25 / 0.94 = 38.56 \text{ A}$

PASO 3. CAPACIDAD DE CONDUCCION DEL CONDUCTOR
 EL CONDUCTOR DE 8.36 mm^2 (8 AWG) TIENE UNA CAPACIDAD DE
 CONDUCCION DE CORRIENTE DE: 50 A

PASO 4. REVISION POR CAIDA DE TENSION.

PARA: 3 F, 3 H, $e \% = 173 I L (R \cos \theta + X \sin \theta) / 1000 V_{ff}$

	CAL. 8 AWG	CAL. 6 AWG
I	29.00 A	29 A
L	100.00 m	100 m
R	2.559055 OHM/km	1.6076 OHM/km
X	0.213254 OHM/km	0.2559 OHM/km
COS θ	0.9	0.9
SEN θ	0.43589	0.43589
ANG θ	25.81 °	25.81 °
V ff	220 V	220 V

$e \% = 5.46 > 5$ $3.55 < 5$

SELECCIONAREMOS CABLE CAL. 6 AWG

PASO 5. REVISION POR CORRIENTE DE CIRCUITO CORTO.
 $I_{cc} = (330 S / \sqrt{t}) \sqrt{\log((234.5 + T_f) / (234.5 + T_i))}$

DONDE:
 S 13 mm² (6 AWG)

$t = 0.1 \text{ s}$
 $T_f = 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ PARA AISLAMIENTOS TERMOPLASTICOS (PVC)
 $T_i = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $I_{cc} = 5049.00 \text{ A}$

PASO 6. CALCULO DEL CALIBRE ECONOMICO

$$C_p = I \times L \times h \times d \times C_k \times (R_1 - R_2) / 1000 = 53.64$$

$$C_f = L \times i \times (M_2 - M_1) = 100.00$$

SI $C_p < C_f$ CONVIENE INSTALAR EL CABLE DE MENOR CALIBRE

DONDE:

C_p DIFERENCIA DE COSTOS POR PERDIDAS (\$)

C_f DIFERENCIA DE COSTOS FINANCIEROS (\$)

$I = 29.00$

$h = 24$

$d = 30$

$L = 100$

$C_k = 1.5$

$R_1 = 0.0016 \text{ (13.3 mm)}$

$R_2 = 0.0010 \text{ (21.5 mm)}$

$M_1 = 30$

$M_2 = 50$

$i = 0.05$

SE CONSIDERA QUE EL CONDUCTOR 1 ES DE MENOR SECCION TRANSVERSAL QUE EL CONDUCTOR 2



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

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y
PARA EDIFICIOS**

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE GENERACION

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA

SISTEMAS DE GENERACION ELECTRICA

1. INTRODUCCION
2. UTILIZACION
3. COMPONENTES
4. SELECCION
5. IMPORTANCA DE:

- UNA BUENA INSTALACION
- UNA BUENA OPERACION
- UN BUEN MANTENIMIENTO

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA

SISTEMA DE GENERACION ELECTRICA

1.- INTRODUCCION.

En toda instalación eléctrica se cuenta con:

- a) Fuente de suministro eléctrico
- b) Instalaciones propiamente
- c) Equipo que utiliza la energía

Si además toda instalación eléctrica debe ser flexible, confiable, segura, accesible etc., debemos analizar cuales son las características y las necesidades del equipo y circuitos alimentados y actuar en consecuencia desde el momento de hacer el proyecto.

Por ejemplo, si en un teatro existe el peligro de accidentes por aglomeraciones en caso de un apagón, será necesario proyectar un circuito especial separado del resto, para alumbrar pasillos, escaleras, puertas etc., mediante una alimentación eléctrica de emergencia ó equipos independientes que operen durante la falla.

Así podrán hacerse otras preguntas:

- ¿ Se cuenta con energía eléctrica adecuada y confiable en el lugar cercano a la instalación?
- ¿ Hay algún circuito que tenga que abastecer siempre, porque fallando la energía se tengan pérdidas considerables ?
- ¿ En caso de emergencia se pueden perder vidas ó causar se accidentes ?
- ¿ Se tendrá problemas por perderse información valiosa en computadoras, sincronía en rastreadoras de satélites ó detalles semejantes ?

Conforme esto, debemos estar concientes del tipo de carga-

que se tiene y dar la mejor solución técnico-económica a cada problema específico y, para ello, se hace necesario conocer las diversas alternativas de suministro eléctrico para poder escoger entre ellas.

Veremos entonces las diferentes formas de suministrar energía eléctrica y cuales son las aplicaciones específicas para poder:

Seleccionar
Adquirir
Instalar
Operar
Mantener

los equipos electrógenos adecuados.

Dentro de todos los equipos electrógenos, cabe hacer la distinción siguiente según su forma de operar y su utilización:

- A). Plantas Eléctricas de Servicio Continuo
- B). Plantas Eléctricas de Emergencia
- C). Sistemas de CD por batería
- C'). Sistemas de Potencia Ininterrumpible (SPI) (UPS en inglés).
- D). Sistemas de Generación combinados industriales.

En los incisos A) y B), podemos definir como Planta Eléctrica toda aquella máquina que nos proporcione energía eléctrica de ciertas características, mediante un generador impulsado por un motor primo que transforma un cierto energético en potencia mecánica.

En cuanto a los incisos C) y C'), se refieren a equipos que deben abastecer de inmediato la demanda de cargas críticas y para ello se cuenta con energía almacenada en baterías, efecto volante cinético (ya casi sin uso) u otros medios como equipos independientes conectados permanentemente en paralelo, que al presentarse la falla toman la carga correspondiente.

En estos equipos la importancia de la confiabilidad es básica según veremos más adelante.

Los Sistemas Industriales D) tienen varias formas de aprovechar su generación.

El comportamiento que se espera de los sistemas de suministro eléctrico usual incluyendo los incisos A), B), C) y C') mencionados antes, se describe en la tabla Fig. 1 anexa y en ella se observa tanto la confiabilidad de los sistemas citados como las posibilidades de falla y su duración.

2.- UTILIZACION.

Para analizar los sistemas de generación eléctrica descritos, comenzaremos por revisar sus características:

A) 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 ó éste es deficiente, insuficiente ó de diferentes características a las que se requieren.

Para las primeras que se citan, generalmente se requieren estudios y especificaciones 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 sólo 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 esbosan algunas características y estudios que para el primer caso sería necesario ampliar.

Una planta particular 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 ó energía mecánica, deben estudiarse en forma particular.

Aquí las características COSTO DE GENERACION / KILOWATT-HORA, tiene una influencia importante en la selección del equipo.

CARACTERISTICAS		DE	SUMINISTRO		ELECTRICO		USUAL		
SISTEMA	SERVICIO	CONFIABILIDAD TMEF (hs) (MTBF).	ORDEN DE TIEMPO DE INTERRUPT. (MTTR)	PERMANENCIA EN SERVICIO	ORDEN DE CAPA- CIDAD KW	EQUIPO			
						Hi	D	M	
A) Suministro Normal Gov. o Concesionaria	Continuo (Varias Plan- tas).	200/2000	Minutos/Horas	Años	Millones	Te	Tu	Eo	
						Gro	N		
B) Gen. Propia	Continuo (Respaldo otra unidad)	500/2000	Minutos/Horas	Años	100-10,000 ó más	Hi	D		
						Te	Tu		
C) Gen Propia	Emergencia	2000/10,000	3-5 seg. ó más (arranque)	Minutos	20 - 500 ó más	D			
						Ga			
D) Baterías (c.c) Bats. Ni Cd	Emergencia	9000/50,000 100,000/200,000	0.25 seg.	Minutos	0.1 - 10 (so- lo corr. Cont.)	Bat. Plomo Acido			
						Bat. Alcalina			
E) SPI*MGV*	Continuo	6000/8000	- 0 -	Sems.	30 - 75	MG con Volante			
						Planta de Respaldo.			
F) SPI* (Off Line)	Emergencia	8000/10,000	0.15	Meses 10-30 min.	0.25-1	Eq. Electrónico+			
						Batería.			
G) SPI* (On Line)	Continuo	15,000/50,000	- 0 -	Meses (Bat. 15 min.)	1-500	Equipo Electróni- co + Batería.(Respal-			
						do Planta).			
H) SPI* (On Line) Con redundancia	Continuo (Respaldo)	60,000/100,000 ó más	- 0 -	Meses Bat. 15 min.	1 - 500 (x2 ó x3)	Eq. Eléct. + Bat. (Res-			
						paldo, otros SPI + Planta).			
(*) Abreviaturas: SPI - Sistema de Potencia Ininterrumpible MGV = Moto Generador con Volante E= Electrónica									
TMEF- Tiempo Medio entre fallas (Hr) (MTBF)									
Hi - Hidráulico D - Diesel N - Nucleoeléctrico									
Te - Termoeléctrico Ga- Gasolina Eo- Eólica									
Geo - Geotérmica Tu- Turbina M - Maremotriz									

..5

Fig. 1

(*) Abreviaturas: SPI - Sistema de Potencia Ininterrumpible MGV = Moto Generador con Volante E= Electrónica
TMEF- Tiempo Medio entre fallas (Hr) (MTBF)

Hi - Hidráulico

D - Diesel

N - Nucleoeléctrico

Te - Termoeléctrico

Ga- Gasolina

Eo- Eólica

Geo - Geotérmica

Tu- Turbina

M - Maremotriz

Fig. 1

CORTESIA DE:



PROYECTOS INDUSTRIALES, S.A. de C.V.

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 todos estos, permite escoger aquel que dé las condiciones más económicas y funcionales.

Respecto al energético empleado, las plantas de servicio continuo se dividen como sigue:

DE COMBUSTIBLE:

Combustóleo	}	Caldera
Carbón		y
Leña		Turbina de Vapor
Gas Natural *		- Turbina de Gas
Gas Licuado		- Turbina y Motor Sist. Otto.
Turbocina		- Turbina de Gas
Diesel *		- Turbina de Gas ó Motor Sist. Diesel.
Gasolina		- Motor Sist. Otto.
Metanol		- Motor Sist. Otto.

* También hay motor Diesel con Combustible combinado y Turbina de Gas Sistema "Dual".

OTROS ENERGETICOS:

Hidráulico	- Represa/Turbina
Solar	- Celdas Foto-Volt. ó Turbina.
Eólico	- Aeromotor
Geotérmico	- Turbina Vapor
Nuclear	- Caldera/Turbina Vapor
Maremotriz	- Turbina
Otros como Aire Ca - liente.	- Varios

De los combustibles excepto el Metanol todos son NO RENOVABLES, los demas son RENOVABLES.

B) 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 ó dañe una producción determinada ó 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 sólo a la buena selección, adquisición e instalación de la misma, sino mantener con gran acuciosidad y esmero, todas las características que aseguren su buena operación.

Una planta de emergencia 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.

De no hacerse una buena selección, podemos cometer alguna LAMENTABLE omisión en algo que precisa de una verdadera meditación y aplicación de los conocimientos a nivel INGENIERIA con la consecuente RESPONSABILIDAD en ello.

Una planta eléctrica en buenas condiciones debe arrancar en aproximadamente 5 a 10 segs., incluyendo los movimientos del interruptor de transferencia.

Durante este lapso no hay energía en la carga. Si esto afecta, deben considerarse otras soluciones adicionales.

C) SISTEMA DE C.D.

CA-CD. Este es un sistema de almacenamiento en Corriente Directa mediante baterías, que permite la reposición del suministro eléctrico a lámparas incandescentes y para aparatos que aceptan esta corriente, mediante una pequeña interrupción (0.050 - 0.125 seg.) que generalmente es imperceptible para el ojo humano y se utiliza para iluminación de quirófanos en hospitales o de tiendas comerciales ó como indicación de salidas de emergencia, etc.

La reposición de la energía así consumida se hace al volver el suministro normal de CA, mediante rectificadores regulados automáticamente.

C') SISTEMAS DE SERVICIO DE POTENCIA

ININTERRUMPIBLE (SPI)

En los casos en que ciertas cargas críticas se ven afectadas por cualquier interrupción, aunque esta sea de una fracción de segundo, se utilizan los SPI cuyo objetivo principal es eliminar cualquier interrupción en momentos en que desaparezca el suministro normal.

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 y la aplicación principalmente.

a) Sistema de Motor Generador con volante (1ª Generación). Esto constituyó la primera generación de Sistema Ininterrumpible de Potencia (SPI) con la idea de que por algún momento, el volante acumularía la inercia suficiente durante 3 a 5 seg. para permitir que una Planta Eléctrica arrancará y así recuperar la alimentación faltante, sin embargo la pérdida de velocidad y por lo tanto de frecuencia eléctrica en la corriente alterna, constituyó el mayor inconveniente para equipos tan delicados como computadoras, que no toleran una caída de frecuencia de más de 1% y esto, siempre que la planta de emergencia arrancara con seguridad al primer intento.

b) Sistemas de motor-generador accionado por un motor de C.D. y un generador de CA pero que además de resul-

tar un equipo muy costoso, requería un mantenimiento delicado y una inestabilidad en la frecuencia al variar la carga.

c) Sistema Motor Generador con volante y motor primo.

En este caso se presentan dos soluciones:

I. Un motor Diesel está acoplado a la misma flecha del conjunto y, mediante un embrague, al faltarle la energía al motor eléctrico, el volante impulsa al motor diesel iniciando así su operación mecánica.

II. En otra versión el Grupo Moto-Generador-Volante, al haber una falla, impulsa eléctricamente la marcha de una planta de emergencia, sin esperar la secuencia de operación de los reles detectores y sin depender de una batería, reconectándose así el motor eléctrico.

En ambos casos, la confiabilidad de la operación depende del exacto funcionamiento del motor diesel y sus componentes y no hay un medio alternativo de suplir alguna falla. Además estas soluciones son más caras que los sistemas electrónicos y dependen más de un mantenimiento preventivo muy importante y su eficiencia es baja.

d) Unidad Electrónica Convertidor - Batería -Inversor.

En estas unidades hay también varias versiones que deben contemplarse antes de seleccionarla, de acuerdo con las necesidades.

Nos referimos a las más recientes 4ª y 5ª Generación.

Cabe hacer notar que entre los objetivos de estos equipos, está el suministrar.

- Tensión eléctrica limpia y constante .
- Frecuencia estable.
- Aislamientos de los transitorios que hay en la línea.
- Continuidad de la alimentación eléctrica durante falta de suministro.

Y esto se hace indispensable en cargas como:

- Procesamiento de datos en computación.
- Controles industriales.
- Centros hospitalarios (unidades de cuidado intensivo)
- Telecomunicaciones.

- Control de tráfico aéreo y terrestre.
- Señalización y alumbrado de emergencia.
- Varios Otros

Estas unidades están compuestas como se indica en la figura 2.

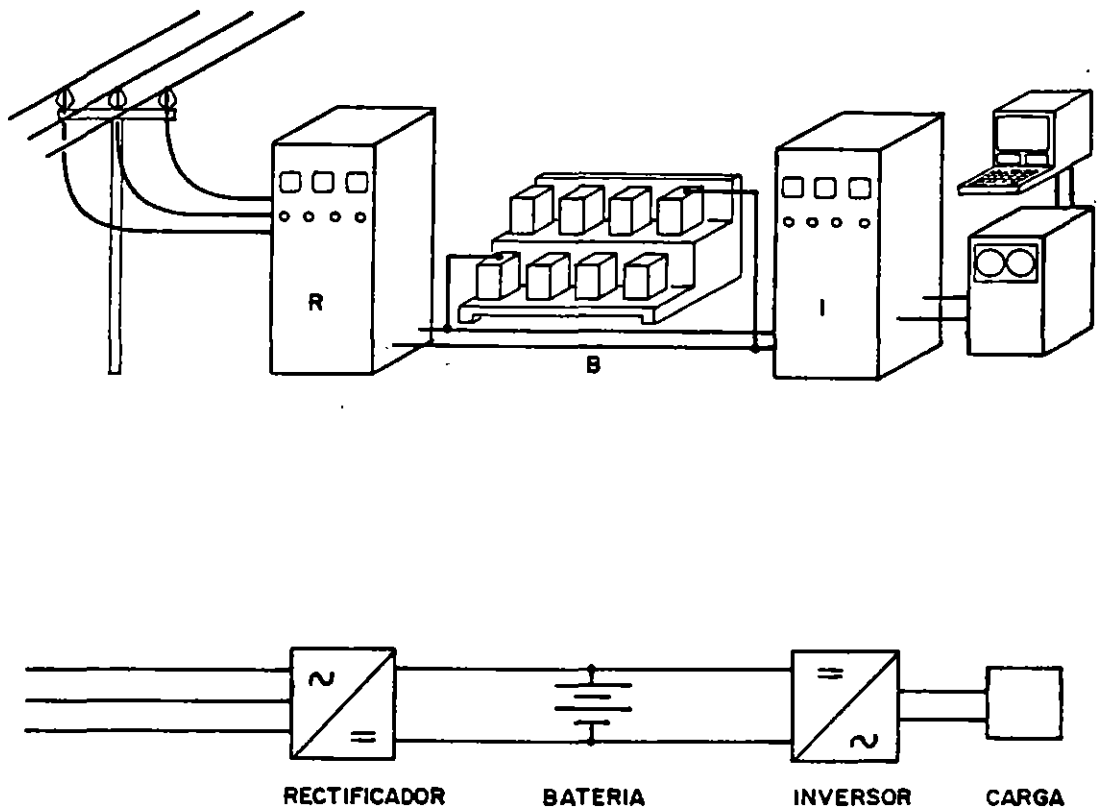


Fig. 2

La alimentación de C.A. sea monofásica o trifásica se transforma en CD mediante un RECTIFICADOR y esta energía se almacena en una batería de voltaje y capacidad adecuados que la mantiene saturada y con carga de flotación.

A su vez, la línea donde se conecta la batería, abastece a un INVERSOR que es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua en corriente alterna (CC-CA).

Este último dispositivo es el que ha venido modificandose para que la conversión de CC a CA sea lo más eficiente, confiable, y de forma de onda, lo más próxima a una senoide.

De los distintos diseños de inversor depende considerablemente la adecuada selección para diferentes aplicaciones.

Cabe hacer notar que las características de una alimentación eléctrica puede presentarse con irregularidades no admisibles para el equipo alimentado (Ver Fig. 3).

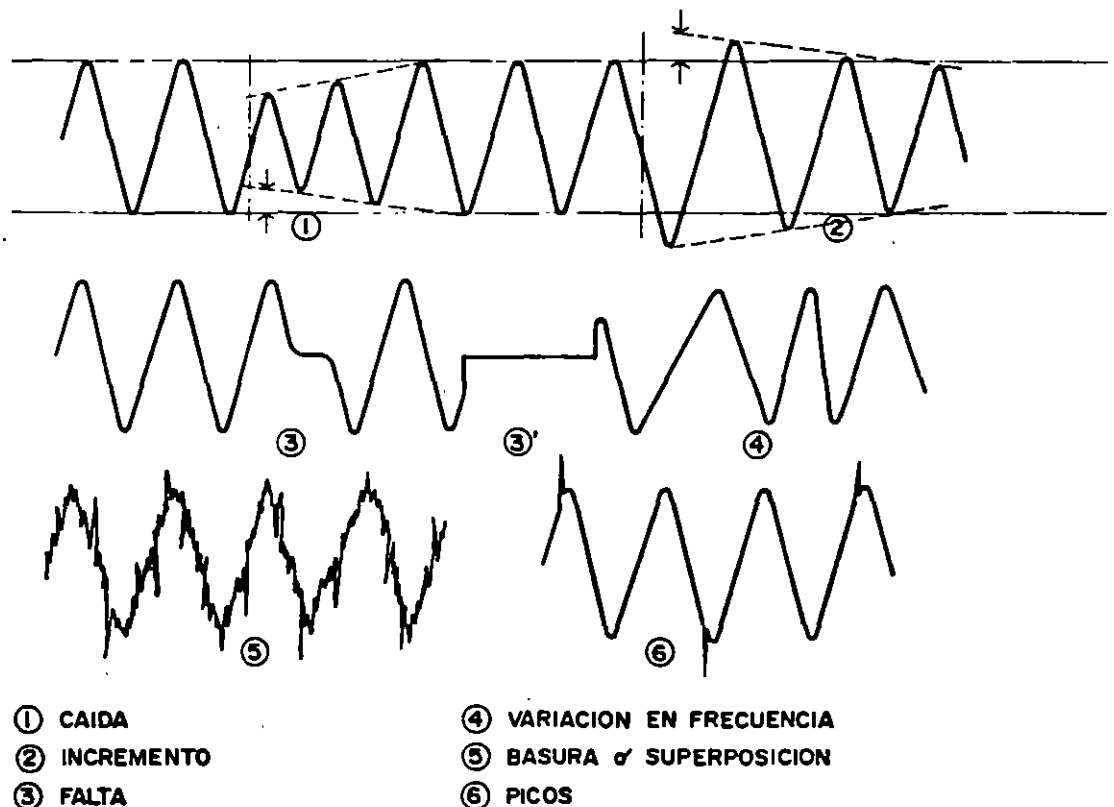


Fig. 3

El equipo que logra dar la mejor característica dentro de las tolerancias aceptables para una carga muy especial, logra calificar dentro de los recomendables para ese uso.

Es de recordarse que, si por ejemplo, en determinado momento se está pasando un programa de computación y este se interrumpe por fracciones de segundo ó considerando que las opera --

ciones dentro de la electrónica se hacen a velocidades de nona segs. ó sea millonésimas de segundos, pueden perderse datos ó introducirse errores que hechan a perder totalmente el programa.

Por esta razón es necesario conocer las características de los equipos confiables y dar las soluciones apropiadas.

Por otra parte, como los mismos equipos SPI son susceptibles de falla, se han previsto soluciones que permitan hacerlos confiables.

Un equipo SPI tiene una configuración como se indica, con sus respectivos interruptores de aislamiento y protección. (Ver Fig. 4)

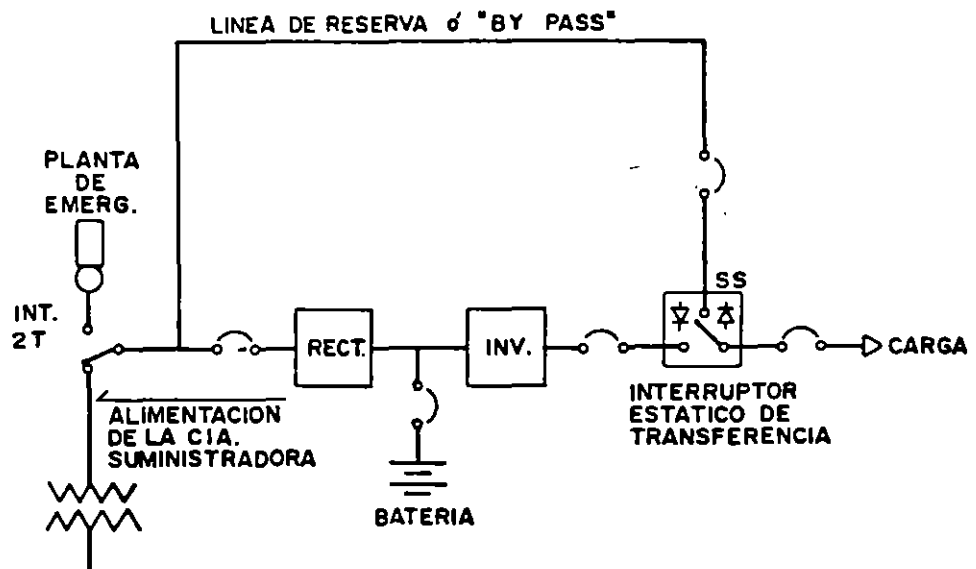


Fig. 4

La operación sobre la marcha permite que, en caso de fallar el equipo SPI ó que se requiera aislarlo para mantenimiento, el interruptor estático de transferencia (SS) permite que sin ninguna interrupción, la carga quede conectada a una línea de reserva o de puente desde el bus de alimentación.

Una configuración redundante que permita todavía una mayor -- protección sería la siguiente.

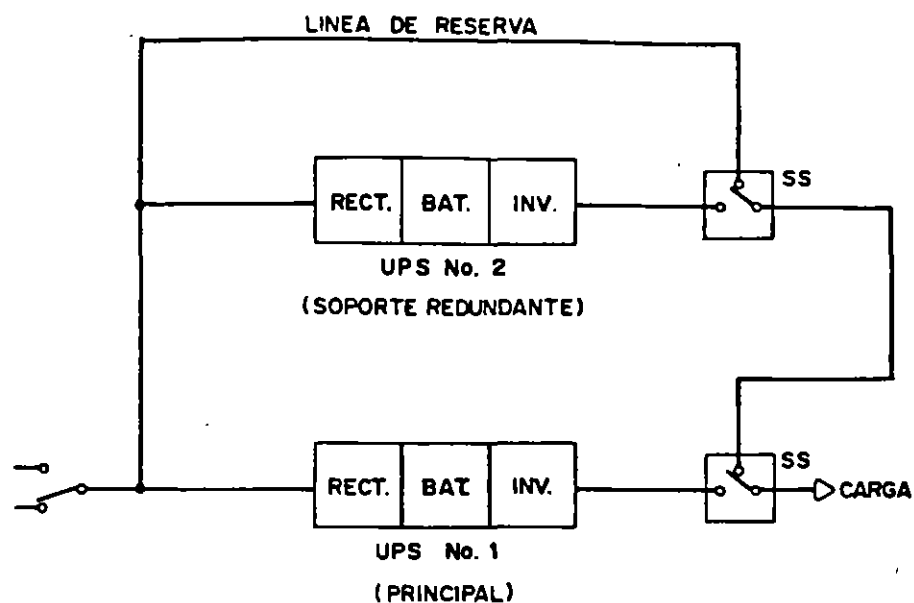


Fig. 5

Configuración 1 de 2

En caso de tenerse más unidades pueden usarse otras configuraciones como la que se indica.

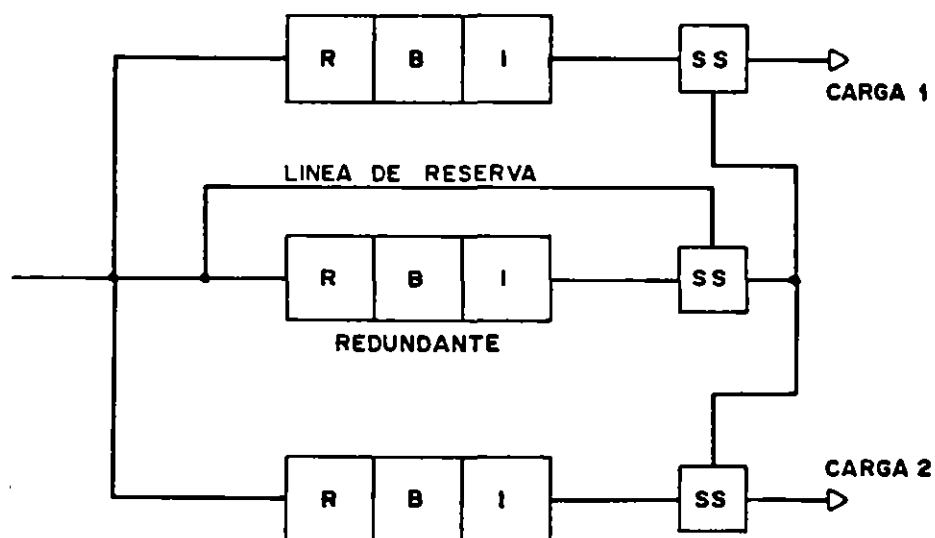


Fig. 6

Configuración 2 de 3

En estas condiciones, la confiabilidad del conjunto de equipos, (que pueden medirse en MTBF ó sea Tiempo Medio entre Fallas), se incrementa considerablemente.

Ejemplo:

			MTBF o TMEF	MTTR o TMDR
	sum	Suministrador	80/100	0.25
	Tr	Transformador	300 000	24
	R	Rectificador	75 000 (1Ø) 50 000 (3Ø)	1 2
	B	Batería	80 000/100 000	2
	I	Inversor	40 000 (1Ø) 25 000 (3Ø)	2 3
	IE	"Switch" Estático	100 000 (1Ø) 50 000 (3Ø)	2 3

TMEF = Tiempo medio entre fallas (h)

TMDR = Tiempo medio de reparación (h)

$$A = \text{Disponibilidad} = \frac{TMEF}{TMEF - TMDR}$$

$$\lambda = \text{Índice de falla} = \frac{1}{TMEF} \quad (1/h)$$

$$\rho = \frac{TMDR}{TMEF} \quad \text{Relación para redundancia}$$

El índice de falla de un conjunto SPI trifásico por ejemplo, es la suma de los índices e falla de sus componentes:

$$\lambda_T = \lambda_R + \lambda_B + \lambda_I + \lambda_{ss} =$$

$$\lambda_T = \frac{1}{50\ 000} + \frac{1}{100\ 000} + \frac{1}{25\ 000} + \frac{1}{50\ 000} =$$

$$\lambda_T = 10^{-6} (20 + 10 + 40 + 20) = 90 \times 10^{-6}$$

o sea que la probabilidades de falla en 1 hora son 90 millo
nésimos.

$$TMEM = \frac{1}{\lambda_T} = \frac{1}{90 \times 10^{-6}} = 11,111\ h$$

o sean 15.22 meses = 2.7 años

Esto nos da una idea de la confiabilidad de un equipo similar.

En el caso de varias unidades de SPI combinados la confiabilidad resulta muy alta y podría calcularse en base a las partes comunes y las propias del Sistema y la sola adición de la línea de reserva e interruptor estático aumenta más del doble dicha confiabilidad.

Por ejemplo, con línea de reserva del suministrador SUM. según la figura 7, calculandose el índice de confiabilidad del Sistema y del Suministro paralelo, le agregamos en serie el dispositivo común IE.

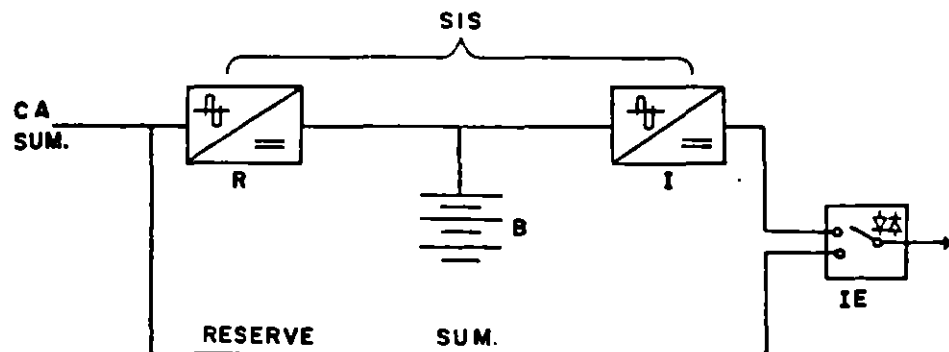


Fig. 7

$$\lambda_T = \left(\frac{1}{\lambda_{sis}} + \frac{1}{\lambda_{sum}} + \frac{1}{\lambda_{sis}} \cdot \frac{1}{\lambda_{sum}} \cdot \frac{1}{TMDR_{sis}} \right)^{-1} + \lambda_{IE}$$

Calculando		TMEF
TMEF para:	{ operación monofásica	50 000 h
	{ operación trifásica	36 000 h

Con dos unidades o sistemas redundantes y un Interruptor estático la confiabilidad nuevamente se incrementa.

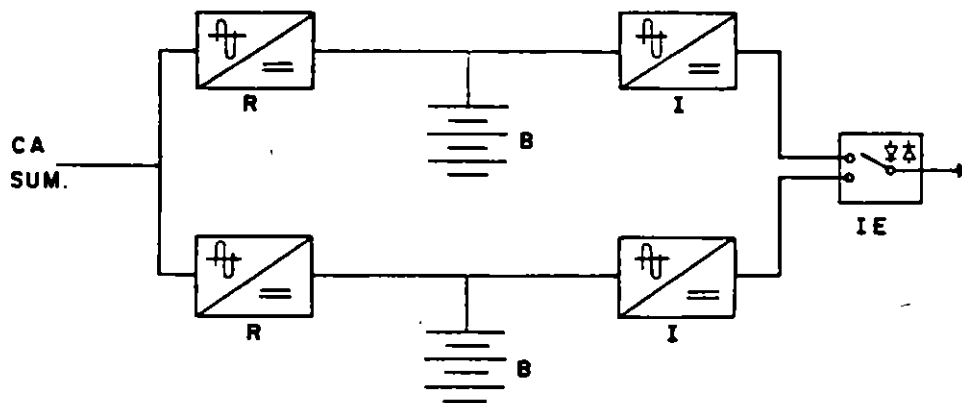


Fig. 8

$$\lambda_T = \left[\frac{2}{\lambda_{sis}} + \left(\frac{1}{\lambda_{sis}} \right)^2 \cdot \frac{1}{TMDR_{sis}} \right]^{-1} + \lambda_{IE}$$

Calculado		TMEF
TMEF para:	{ operación monofásica	99 500 h
	{ operación trifásica	36 000 h

Como se ve, para cargas muy críticas, debe uno buscar las soluciones adecuadas, de tal modo de correr los menores riesgos posibles.

Como ejemplos de casos muy críticos podemos mencionar el rastreo y control remoto de satélites o naves tripuladas, donde una interrupción de energía o una forma de onda anormal podrían introducir errores que llevarían a resultados fatales la misión planeada al salirse de órbita o perderse su control.

D) SISTEMAS DE COGENERACION, "TOTAL ENERGY" y "NO BREAK" INDUSTRIAL.

Estos sistemas buscan resolver problemas de generación eléctrica a nivel industrial, con fines económicos o de estabilidad y/o aseguramiento de la calidad del producto, etc.

Generalmente se busca generar energía eléctrica y tener algun subproducto adicional o viceversa: derivandose la producción de calor o vapor, etc., obtenerse adicionalmente energía eléctrica para uso propio.

Un caso comun se ilustra en la Fig. 9 en donde se puede ver como ejemplo, que una turbina de gas genera energía eléctrica y sus gases de escape se aprovechan para generar vapor o aire caliente para secado, etc.

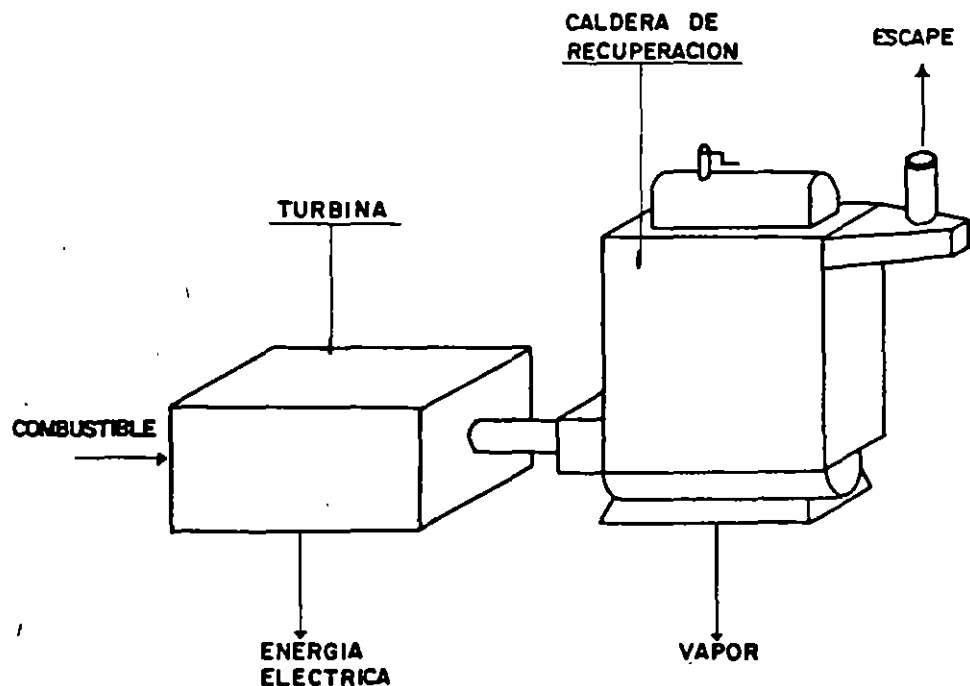


Fig. 9

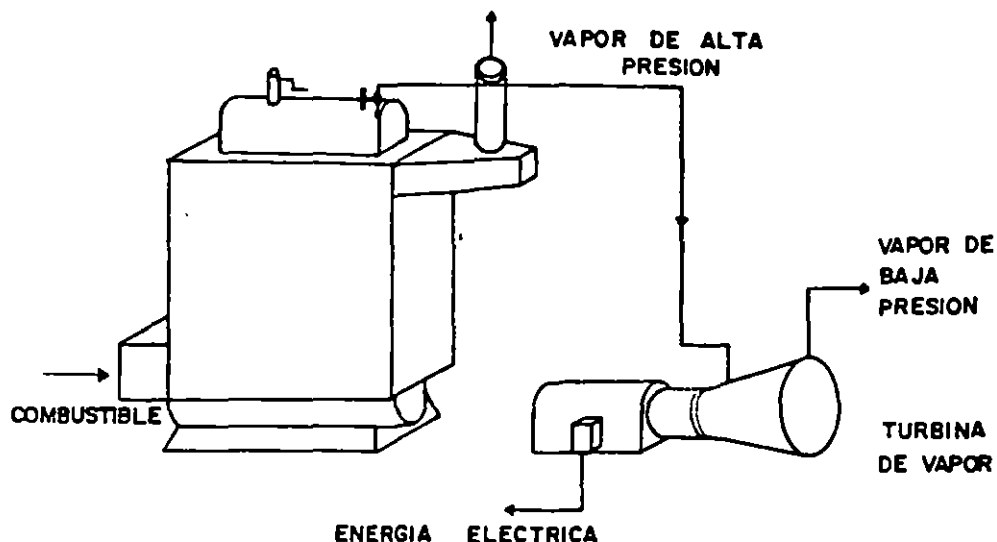


Fig. 10

En la Fig.10 es al revés . Por razones económicas generalmente se genera vapor de alta presión e intercalando una turbina de vapor, se genera energía eléctrica utilizable en los procesos, dejando como subproducto, vapor de baja presión sin necesidad de usar válvula reductora de presión.

El primer caso está aprovechandose cada vez más por la estabilidad en frecuencia y eficiencia total.

Dado que la generación eléctrica de vapor puede tener demandas diferentes en los procesos, generalmente se cuenta con un respaldo eléctrico parcial a través de la empresa pública y también se cuenta con caldera o quemadores adicionales para suplir la falla en vapor o calor, etc.

Ante estas condiciones se busca que los procesos más importantes tengan como alimentación principal la propia generación y como emergencia a la Cía. suministradora mediante circuitos de transferencia automáticos.

Esto daría una interrupción forzada mínima de aproximadamente 0.130 seg. pero, para contar con un Sistema - - "NO BREAK" INDUSTRIAL puede ser factible tener permanentemente conectada las dos alimentaciones (pública y propia) en paralelo. Esto, siempre y cuando se tengan, no solamente los dispositivos de protección como interruptores con reles de potencia inversa, sino al personal idóneo para verificar que las operaciones de sincronización y desconexión se hagan adecuadamente y sin causar perjuicio o variaciones a los demás usuarios del suministro público.
Ver Fig. 11.

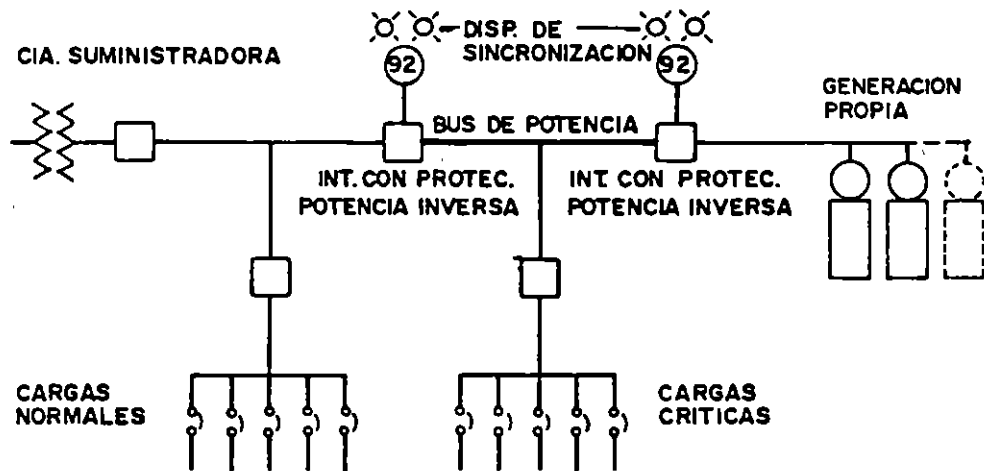


Fig. 11

Ante una situación como se describe la carga crítica puede funcionar sin interrupción como con un SPI ya que, al faltar energía en el suministro normal, este se desconecta automáticamente del Bus de potencia constante y lo mismo, - al fallar la generación propia se desconecta su interruptor dejando las cargas críticas alimentadas con la Cía. suministradora.

3.- COMPONENTES DE UNA PLANTA ELECTRICA.

Para conocer los equipos que vamos a seleccionar comenzaremos con las Plantas Eléctricas.

Una Planta Eléctrica, consta de las siguientes partes principales:

- a) Motor primo
- b) Generador
- c) Controles e interruptor general
- d) Interruptor de transferencia ó doble tiro (para Planta - de Emergencia)
- e) Accesorios

- a) El Motor Primo puede ser cualquier elemento que entregue energía mecánica adecuada al generador, pero entre los principales, para el presente trabajo, consideramos los siguientes con fines de emergencia:

Motor a gasolina

Motor diesel

Motor a gas

Turbina de gases

- b) El Generador Eléctrico es, generalmente, un alternador de 2, 4 ó 6 polos, dependiendo de la velocidad escogida para la mejor operación del motor primo.

En motores a gasolina, con potencias relativamente bajas, comunmente se usa una velocidad de operación de 3000 a 3600 RPM (50 ó 60 Hz, respectivamente), ó sea la velocidad síncrona correspondiente a un generador de 2 polos.

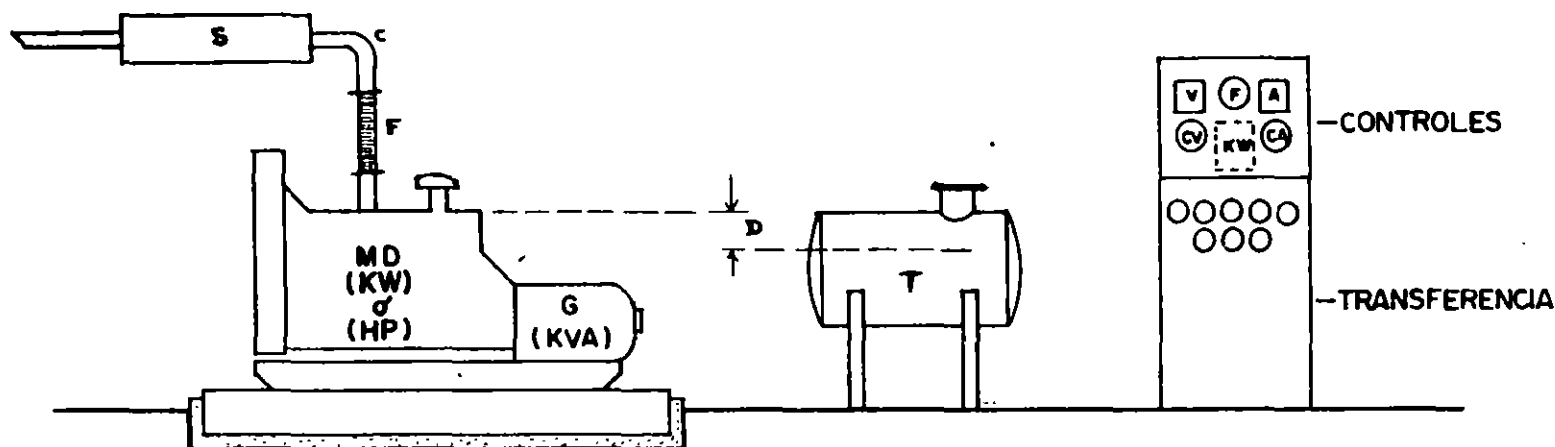
En el caso de turbinas de gases y, dada su alta velocidad de operación, también se usan generadores de 2 polos.

La potencia en este último caso, es relativamente alta.

En aplicación para equipos de aviación, generalmente se usa frecuencia de 400 Hz ó sean 24000 RPM con 2 polos, 12000 RPM con generadores de 4 polos, 8000 RPM con 6 polos. etc.

Esto permite el uso de equipo más compacto.

Para relacionar RPM con frecuencia y Nº de Polos Formula $N = 20 f/P$



		HP.	KW.	KVA.	FP.	I (Amp)	INT. (Amp)	Carga Elect%	Efecto Joule%
O-MSNM	NORMAL	112	75	93	0.8	245	250	100	100
	BAJO FP	112	75	114	0.66	296	300	121	147
	BAJO FP	112	75	136	0.55	349	350	142	203

2250-MSNM

86	60	75	196.5	200
Mismo Motor	Generador 75%			

CAPACIDAD EN SERVICIO CONTINUO • { 85 -
90% DE EMERGENCIA.

CAPACIDAD CON TURBO ≈ 10 a 25% MAS QUE CON ASPIRACION NATURAL,
Y PERDIDA POR ALTITUD MEJOR.

PISA

PROYECTOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.

CONCEPCION BEISTEGUI No 1402
C.P. 03020 MEXICO, D.F.
TELS 687-92-11 687-95-48

INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS -
FABRICACION DE TABLEROS - SUBESTACIONES
UNITARIAS - CONVERTIDORES DE FRECUENCIA -
CONTROLES Y PLANTAS ELECTRICAS

A.L.R.

821130

Ref. 840913

K-454-I

50

En aplicaciones de motor diesel, la velocidad común es de 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 1200 RPM ó 900 RPM respectivamente, para que el desgaste de sus elementos se reduzca en proporción y la vida útil de la máquina se prolongue. Esto, sin embargo, repercute en una pérdida casi linealmente proporcional de la potencia del motor, Ver gráfica de Pot. (Fig. 13).

CURVAS DE POTENCIA

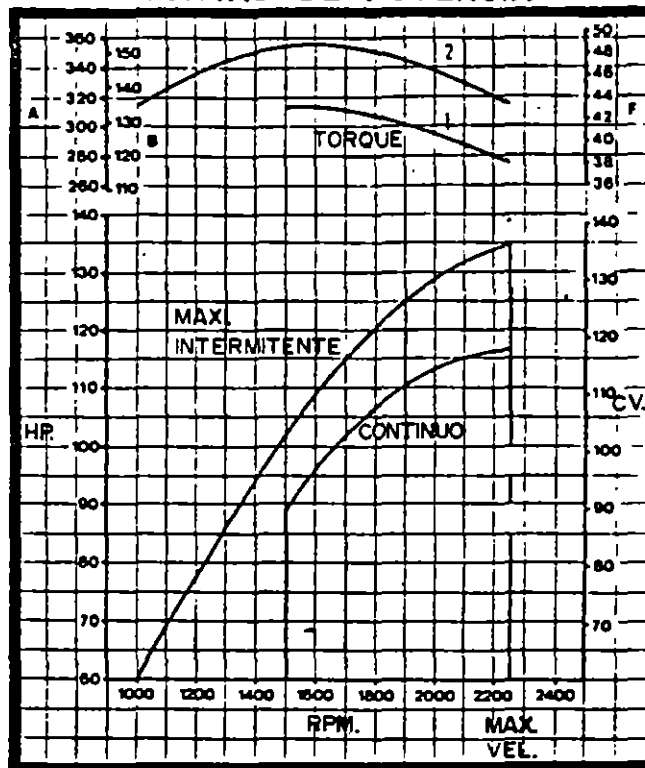


Fig. 13

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 puede sacar a una máquina en servicio continuo es entre 85% y 90% de la correspondiente a aplicaciones de emergencia ó 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.

4.- SELECCION DE PLANTAS

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 que necesitamos en una planta eléctrica, a su vez, es la suma de las cargas totales, más la correspondiente al arranque de motores, dependiendo ésto, del tipo de arrancador empleado.

Como ejemplo de lo anterior puede verse en la Fig. 14 la influencia del tipo de arranque en los motores.

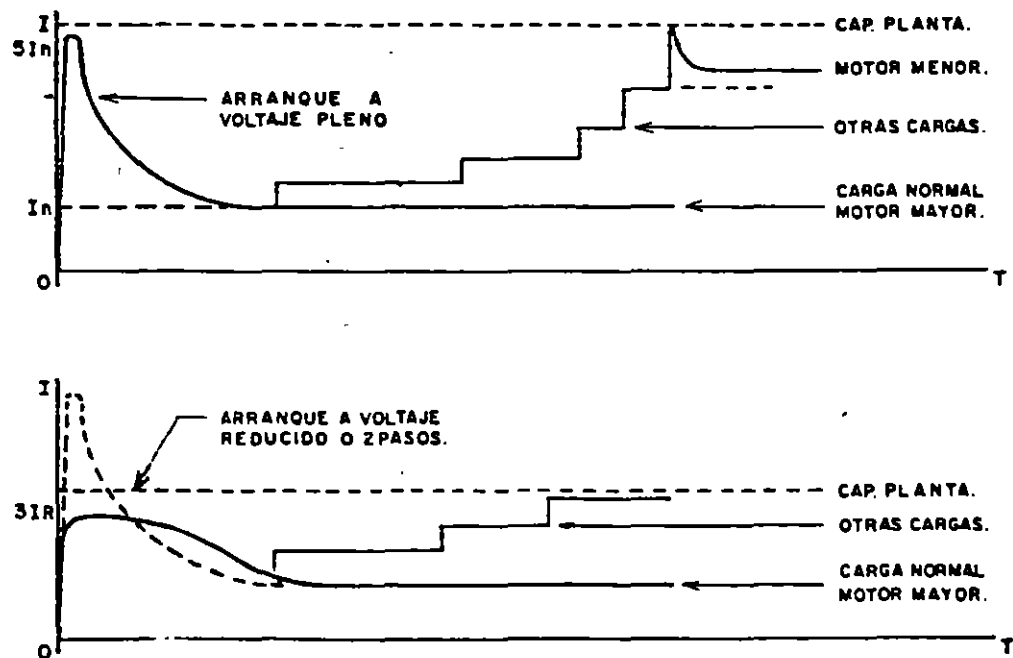


Fig. 14

Una vez analizado el valor en Kw totales y la secuencia de arranque de los motores más grandes, se verá cual es la potencia requerida en el generador y la que comercialmente se fabrica.

Para evaluar la potencia en la flecha del motor 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 efectiva requerida en la flecha del motor.

$$HP = \frac{KW}{0.85 \times 0.746} \quad \text{Aproximadamente } HPM = 1.5 \text{ KWG}$$

A su vez, la potencia en HP en la flecha del motor puede calcularse partiendo de las curvas de comportamiento del motor y 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.

Ejemplo: En la Cd. de México 2230 m.s.n.m., pérdida aproximada es 22%.

A esta potencia todavía deben hacerse deducciones por:

Consumo en HP del ventilador

Pérdidas en el escape

Pérdidas en bombas y ventiladores u otros equipos auxiliares, como: Radiador, intercambiador de calor, torre de enfriamiento, etc.

Pérdida por temperatura ambiente

Arriba de 15°C se pierden aproximadamente 1% por cada 6°C.

La humedad relativa del aire influye igualmente teniendo que recurrirse a tablas de comportamiento para su ajuste. Ver Fig. 15.

GRAFICA QUE ILUSTR LA CORRECCION PARA LA ALTURA EN EL LUGAR DE PRUEBA PARA OBTENER LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DEL AIRE DE ADMISION

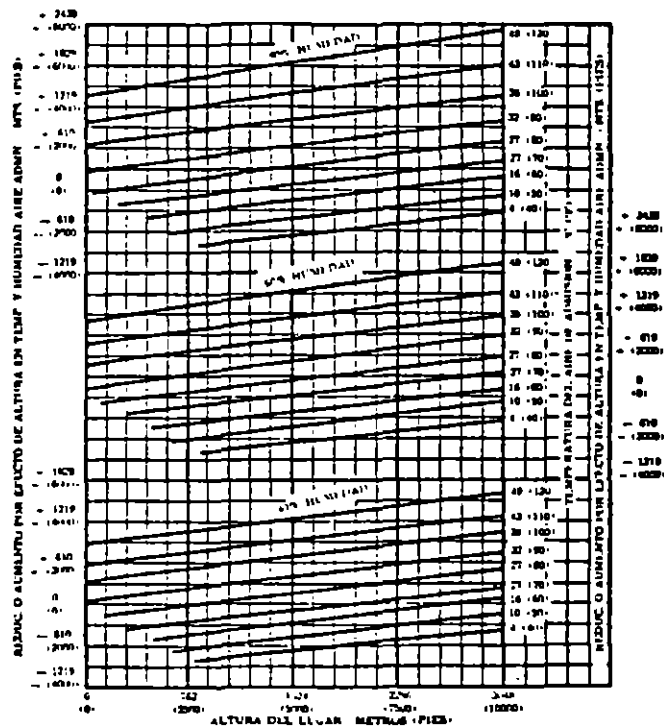


Fig. 15

GENERADOR

En cuanto al generador, el primer punto de partida es escoger la capacidad en KVA del generador, de acuerdo con la potencia en KW que debe entregar el motor y de acuerdo a la frecuencia necesaria y a la velocidad del motor de combustión interna.

Generalmente el factor de potencia es 0.8, que es el diseño normal ó sea $KW/KVA = 0.80$.

También es necesario conocer la altitud de trabajo, ya que a mayor altitud se pierde ventilación, ó sea la disipación del calor motivado por las pérdidas, y por lo tanto, la disponibilidad de potencia efectiva.

Cabe mencionar, que, con un factor de potencia menor de 0.8, puede sobrecargarse el generador sin que el motor primo se "siente" y por esto debe quedar protegido por el interruptor principal.

Ejemplo:

	HP	KW	KVA	FP	I (Amp)	INT	Carga Elect.	Efecto Joule %
Normal	112.	75	93	0.8	245	<u>250</u> <i>corr.</i>	100	100
Bajo FP	112	75	114	0.66	296	300 <i>incorr.</i>	121	147
Bajo FP	112	75	136	0.55	349	350 <i>incorr.</i>	142	203

Con FP bajo, siendo igual la potencia mecánica del motor (112 HP), la carga reactiva, provoca en el generador un calentamiento en sus devanados de 147% y 203% o sea un peligro inminente de quemarlos.

El FP bajo debe detectarse y corregirse en su caso pero individualmente en cada motor o carga que tenga bajo FP y no en conjunto, para que nunca se tenga un FP adelantado.

I N T E R R U P T O R

Desde luego, para evitar el problema de sobrecarga, el Interruptor debe ser escogido de acuerdo con la carga máxima justa del generador a $FP = 0.8$.

Aquí la protección contra circuito corto, debe revisarse únicamente para la capacidad interruptiva, de acuerdo con la importancia del sistema.

C O N T R O L E S

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 pueden 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 dos o más máquinas, se requiere además, una serie de dispositivos automáticos o manuales para sincronización como: Ménsula con sincronoscopio o luces de sincronización, voltmetros dobles, frecuencímetros dobles y de preferencia, control remoto de velocidad de motores diesel, de Reg. de Voltaje 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 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. Esto en máquinas automáticas es indispensable.

En máquinas de arranque y paro automático, particularmente Diesel además de lo anterior, es necesario un dispositivo programador de arranques diferidos 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 también es necesario contar con un relé de tiempo de 0 a 5 segs. para diferir el inicio de arranque, cuando falla el suministro eléctrico momentáneamente y vuelve normal rápidamente. Esto evita arranques en falso.

Entre 3 y 5 segundos es tiempo suficiente para cerciorarse de lo anterior, pero en casos especiales puede disminuirse o aumentarse.

El control que ordena el arranque de la planta de emergencia es un relé sensitivo de voltaje, preferentemente trifásico, con ajustes generalmente a 80% y 120% del voltaje normal.

Para el paro de la máquina, cuando el suministro normal ha regresado, se requiere también un relé de tiempo para diferir el retorno de la carga al servicio normal y ésto puede hacerse en dos formas:

- 1ª. Dejar que la máquina trabaje de 1 a 10 minutos antes de que transfiera la carga al servicio normal y pare al momento de hacerlo.

Esto, además asegura que en una operación corta, la batería alcance a recargarse, si es que no existe cargador adicional, sino únicamente mantenedor de carga.

- 2ª. Dejar que la máquina trabaje con carga los mismos 1 a 10 minutos aproximadamente, haga la transferencia de ésta y siga en vacío otros 3 ó 5 minutos para enfriar el motor primo, principalmente cuando la carga es de 60% o más de la capacidad, evitando así carbonización en los inyectores u otras fallas.

INTERRUPTOR DE TRANSFERENCIA O DOBLE TIRO

Cuando una carga eléctrica se alimenta alternadamente de un suministro Normal y de Emergencia, si falla el Normal, es indispensable contar con un medio de conexión fácil y con la secuencia de fases adecuada pero que al mismo tiempo, asegure que nunca se conecte la planta de emergencia al sistema alimentador, pues puede resultar altamente peligroso por varias razones, entre ellas, para los linieros cuando la línea de suministro este siendo reparada o para el equipo, por quedar en circuito corto o fuera de sincronía.

La forma de usar el o los interruptores de transferencia o doble tiro se ilustra en la Fig. 16.

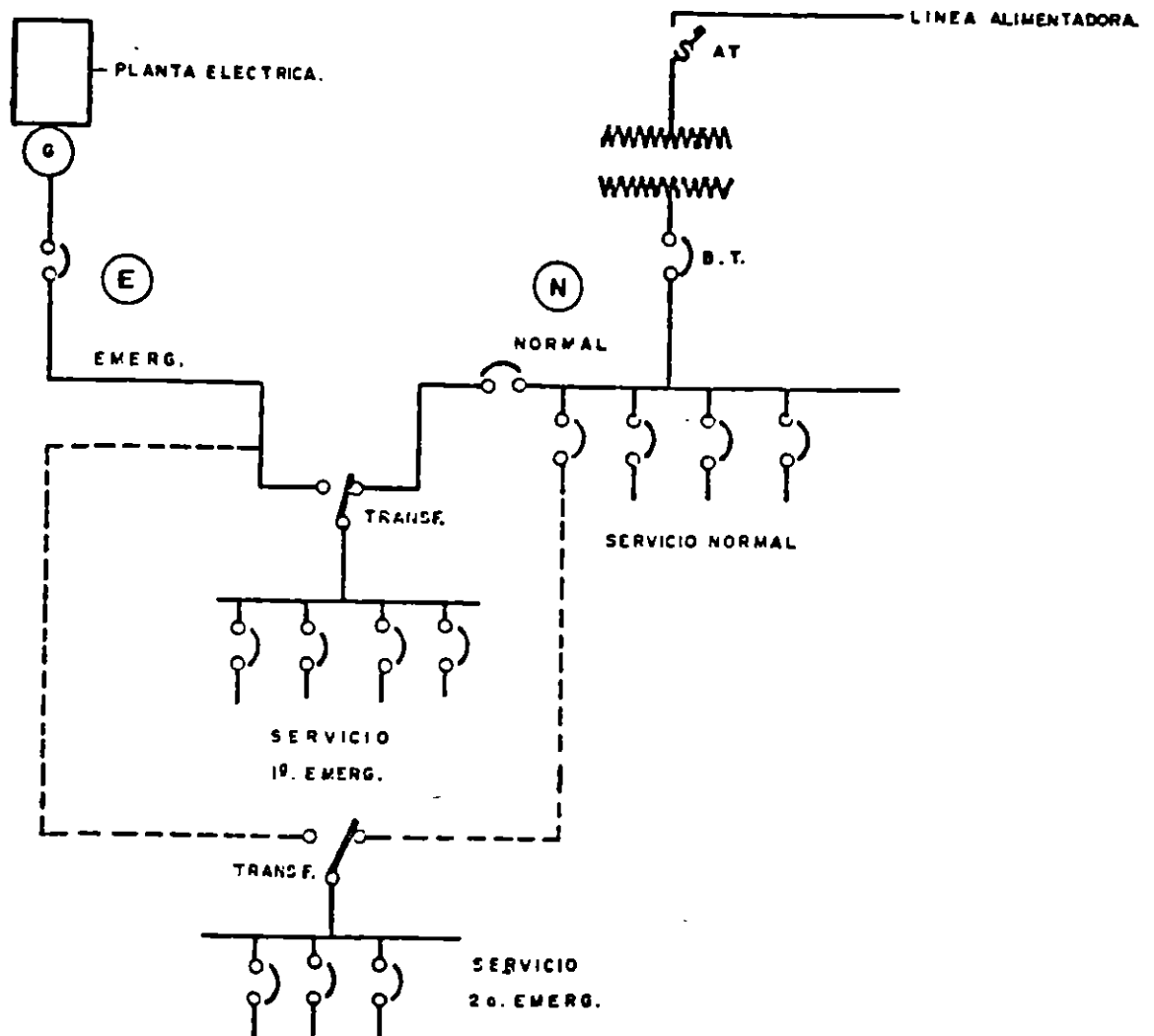


Fig. 16

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.

Similarmemente, si la planta es de operación manual no es necesario transferencia automática.

Existen muchos diseños de Interruptores de Transferencia, pero cabe señalar que es muy necesario escoger un equipo confiable y que requiera un mantenimiento mínimo, pues el 100% del tiempo permanece en uso, alimentado por servicio Normal o por Emergencia.

El tiempo de transferencia automática debe ser muy corto (alrededor de 0.5 segs.) pero no menor de 8 Hz (0.13 segs.) entre abrir un circuito y cerrar el otro, para evitar un circuito corto.

A C C E S O R I O S

Entre los accesorios se puede hablar de muchos equipos, pero - los principales son:

- Radiador o intercambiador de calor.
- Silenciador que absorba el máximo de ruido, pero que no resuene a la velocidad normal ni provoque una contrapresión (aproximadamente 4-6" agua máximo).
- Tubo flexible para absorber esfuerzos y las vibraciones entre la máquina y el silenciador. La máquina nunca debe cargar al silenciador ni recibir esfuerzos por la dilatación del calor.
- Tubo o codo de escape con protección contra lluvia. En caso de ser muy largo el escape deberá calcularse el diámetro adecuado para reducir pérdida de Potencia.
- Protección antichispa para lugares peligrosos.
- Bases flexibles para que no se transmitan las vibraciones al piso o estructura.
- Tanque de día de combustible con nivel, válvulas de paso y desfogue, respiración y válvula de flotador (en su caso) y un espacio donde se sedimenten agua y basuras, etc.
- Bomba de trasiego (cuando es necesaria).
- Batería y cables de capacidades adecuadas, limpias y bien conectadas.
- Cargador de batería o mantenedor, permanentes.

- Reloj programador para ejercitación semanal automática.
- Interruptores para ejercitación o simulación y mantenimiento, con o sin carga.
- Precalentadores de aire para lugares muy fríos.
- Calentador de agua para disminuir la viscosidad del aceite y facilitar el arranque.

4.- SELECCION.

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 los equipos electrógenos y las plantas son como un traje a la medida.

En cuanto a los otros equipos, particularmente los Sistemas de Potencia Ininterrumpible, requieren mayor atención y estudio para su selección en relación a la carga que alimentan y es conveniente recurrir a la asesoría de expertos

5.- IMPORTANCIA DE:

a) BUENA INSTALACION:

Los equipos descritos antes requieren de un lugar adecuado para su instalación.

No conviene que se dejen en lugares poco ventilados o de difícil acceso, que dificulte la revisión o reparación de los mismos.

Frecuentemente sucede que en edificaciones ya construídas, no se encuentra un lugar que satisfaga todos los requerimientos de una buena instalación y , entonces conviene buscar ciertas soluciones alternas.

- 1.- Si por ejemplo. para una planta eléctrica no se encuentra buena ventilación en el lugar seleccionado o el radiador no puede desalojar todo el aire necesario (succión y. descarga), puede emplearse un intercambiador de calor en la planta y llevarse el radiador a otro lado, instalándole ventilador eléctrico accionado por la misma planta o usarse una torre de enfriamiento.

- 2.- Otro ejemplo es que, cuando el ruido molesta demasiado, puede pensarse en confinar el equipo entre paredes, pero deben dejarse entradas y salidas adecuadas para ventilación en forma de laberinto, con tratamiento acústico para que no se salga el ruido por ellas. Igualmente cuando se tiene protecciones de intemperie, puede requerirse una solución semejante.
- 3.- En los casos de los SPI que utilizan baterías plomo-ácido, se requiere una ventilación muy especial ya que la gasificación de las mismas es peligrosa, pues se desprende Hidrógeno y Oxígeno en las proporciones precisas de una mezcla explosiva.
- 4.- Se recomienda que los conductores eléctricos sean los más cortos posibles para evitar caídas de voltaje y costo excesivo, de modo que deberá estudiarse la mejor localización tanto del equipo generador como de los interruptores de transferencia en el caso de plantas de emergencia.
- 5.- Los equipos pesados requieren de maniobras importantes por lo que deberá buscarse que, en esos casos, la instalación del equipo este en el mismo piso donde llegue el transporte y lo más cerca posible a ese lugar, sin sacrificar lo señalado en el punto anterior.

En general, la instalación de los equipos es algo que deberá estudiarse y solucionarse en cada caso.

b) OPERACION.

La operación de los equipos electrógenos en general requieren, de acuerdo con el Reglamento y Normas aplicables, de personal idóneo y capacitado para tal objetivo.

Deberán además dejarse instructivos entendibles y fáciles de localizar para aquellos casos en que, por emergencia, alguien más deba operar tal equipo, pues no se concibe que, siendo estos servicios de generación eléctrica para casos de emergencia o continuidad importante, una falla simple interrumpa el servicio.

Siendo obligación para los fabricantes proporcionar las instrucciones para operar adecuadamente un equipo, al adquirirlo deberá verificarse su entrega.

c) MANTENIMIENTO:

Si la operación de un equipo electrógeno requiere de personal idóneo, con mayor razón, es necesario contar con personal técnico capacitado y disponible para reparaciones, pero también, para mantenimiento preventivo que reduce las fallas de emergencia .

Es aconsejable recurrir a empresas responsables de servicio, que garanticen el suministro de refacciones y la atención a llamados en caso de emergencia preferentemente las 24 Hs. del día y los 365 días del año.

FALLAS FRECUENTES EN PLANTAS ELECTRICAS

1. Interruptor principal desconectado.
2. Sistema de arranque en posición manual o desconectado.
3. Acumulador con carga baja o en mal estado.
4. Arranque muy pesado, frío o suciedad.
5. Falta de combustible
o válvulas cerradas
o filtros sucios
o burbujas en el sistema.
6. Toma de aire obstruido o filtros sucios.
7. Falta de excitación o no genera el equipo.
8. Falta de agua.
9. Cables en mal estado
o conexiones flojas.
10. Dispositivos automáticos dañados o desconectados.

NOTA: Para selección de Plantas Eléctricas, ver Tabla e Instructivo en hoja 34 y 35.

Substituye a la(s) hoja(s) de fecha

...33

GENERADORES COMPACTOS.		TABLA 1. POTENCIA EN HP DEL MOTOR MAYOR QUE SE PUEDE ARRANCAR SIN EXCEDER UNA DETERMINADA												220V
		5% DE CAIDA DE VOLTAJE.				25% DE CAIDA DE VOLTAJE.				40% DE CAIDA DE VOLTAJE.				
		ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	ARRANQUE A PLENO VOLTAJE	ARRANQUE CON COMPENSADOR		ARRANQUE CON RESISTENCIA	
			80%	65%			80%	65%			80%	65%		
3.75	5	—	—	—	—	—	1	1.5	—	1	1.5	2	—	
6.25	8	—	—	—	1	1	2	2	1	2	2	3	1	
9.4	12	—	—	—	2	1.5	2	3	2	2	3	5	2	
12.5	15	—	—	—	2	1.5	3	3	2	3	5	7.5	2	
18.7	25	—	—	1	3	3	3	5	3	3	5	12.5	3	
26.0	35	—	—	1.5	5	3	5	10	5	5	10	15	5	
31.3	45	1	1.5	2	5	5	7.5	10	5	7.5	12.5	15	5	
37.5	55	1	1.5	2	7.5	5	10	15	7.5	10	15	20	7.5	
50	75	1.5	2	3	10	7.5	12.5	20	10	12.5	20	30	10	
62.5	100	2	3	3	12.5	10	15	25	12.5	15	25	30	12.5	
75	125	2	3	5	15	12.5	20	30	15	20	30	40	15	
93.8	150	3	3	5	20	15	20	30	20	25	30	50	20	
125	200	3	5	7.5	25	20	30	40	25	30	40	75	25	
156	250	5	7.5	10	30	25	40	60	30	40	60	75	30	
187	300	5	7.5	12.5	40	30	50	75	40	50	75	100	40	

TABLA 2. CORRIENTE Y POTENCIA APROX QUE TOMAN LOS MOTORES DE INDUCCION DE JAULA DE- ARDILLA.								
POTENCIA A ENCAP.	CARGA DURANTE EL TRABAJO.				CARGA EN EL ARRANQUE A VOLTAJE COMPLETO			
	KW A PLENA CARGA	KVA A PLENA CARGA	AMPERES A PLENA CARGA		MOTOR MONOFASICO TIPO DE REPULSION E INDUCCION		MOTOR TRIFASICO TIPO DE PAR DE ARRANQUE NORMAL EVA NORMALES DE ARRANQUE	
			MOTOR MONOFASICO	MOTOR TRIFASICO				
EVA.	AMPER.	EVA.	AMPER.					
1/2	.5	.8	3.5	2.1	2.8	12.5		
1	1.0	1.4	6.5	3.7	4.5	20	7.7	20
2	1.9	2.4	11.0	6.3	9.0	41	12.6	33
3	2.8	3.7	17.0	9.7	12.5	66	17.0	45
5	4.5	6.0	27	15.6	20.0	90	22.8	75
7 1/2	6.6	8.1	37	21	25.0	140	43	112
10	8.8	11.0	50	29	37.0	167	55	144
15	13.0	15.0		39			63	220
20	17.2	20.0		52			110	290
25	21.4	24.5		64			135	352
30	25.8	29.0		76			160	420
40	33.8	39.4		103			217	570
50	42.2	47.8		125			264	690
60	50.0	59.3		156			326	850
75	62.5	71.0		188			390	1020
100	83.0	93.0		244			511	1340

NOTA. LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA 2. SON PARA 220V. PARA 115V. LOS AMPERES AN
DOBLE Y PARA 440V. SERAN LA MITAD DE LOS INDICADOS

..34

FORMULO:

Ing. Ordóñez

Vo.Bo.

APROBO:

Ing. Sergio Ordóñez Lezama

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 1.

Cuando se desea una buena calidad del servicio eléctrico, la caída de tensión durante el arranque de motores debe restringirse a 5% o menos, más de 5%, principalmente en alumbrado incandescente, es un grave inconveniente, aunque sea poco frecuente.

En donde las fluctuaciones de luz no sean importantes puede tolerarse hasta un 25% de caída de voltaje durante el arranque de un motor, Más allá de este límite, cuando hay otros arrancadores y/o contactores magnéticos y relés de bajo voltaje, podrían desconectarse con menos del 75% del voltaje de suministro.

En donde el arranque de un motor grande es el único factor para tomarse en cuenta, puede tolerarse hasta 40% de caída de voltaje.

Los tamaños de motores en HP anotados en la tabla anterior, están basados en motores código F, que toman una corriente de arranque de 5.5 veces la corriente de trabajo a plena carga.

Al arrancar por medio de compensador, debe tomarse en cuenta que el par motor se reduce a 64% con la derivación de 80% y a 42% con la derivación de 64%. Asegúrese de que estos pares son suficientes para arrancar la carga.

La potencia en HP anotada en la columna de "Arranque con Resistencia" supone que posiblemente el motor no arranca hasta que toda la resistencia este fuera y que el voltaje del generador se ha restablecido antes de comenzar a girar el motor.

NOTAS SOBRE LA TABLA N° 2.

MOTORES DE FASE PARTIDA. Toman una corriente muy alta durante el arranque.

Multiplíquense por dos los valores de carga de arranque de Tabla dos.

MOTORES DE TIPO CAPACITOR. Auméntense en 25% los valores de KVA y corriente de arranque de la Tabla dos.

MOTORES TRIFASICOS. Para motores del tipo de Alto Par de Arranque, redúzcanse en 25% los valores de KVA y corriente de la Tabla dos.

MOTORES CON ROTOR DEVANADO. Los KVA de arranque son únicamente de 30 a 50% mayores que los KVA de trabajo normal.

Los valores de corriente y los KVA de arranque de la Tabla dos, son para arranque directo sobre la línea (Voltaje completo).

En donde se usa resistencia de arranque o compensador, los KVA de arranque son de 50% o menos de los indicados en la tabla.

..35

FORMULO:

Ing. Ordóñez

Vo Bo.



APROBO:

Ing. Sergio Ordóñez Lezama



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

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y
PARA EDIFICIOS**

MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

INSTALACIONES ESPECIALES

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

INSTALACIONES ELECTRICAS ESPECIALES

INTRODUCCION:

EL FIN ÚLTIMO DE TODA OBRA QUE SE PROYECTA Y REALIZA, ES PRESTAR UN SERVICIO EFICAZ Y EFICIENTE. ESTAS METAS SÓLO PUEDEN ALCANZARSE MEDIANTE EL EQUILIBRIO DE TODOS LOS COMPONENTES, SISTEMAS Y SUBSISTEMAS QUE INTEGRAN EL CONJUNTO Y LO HACEN FUNCIONAL Y ECONÓMICO A LO LARGO DE SU VIDA ÚTIL.

LOS SISTEMAS DE "COMUNICACIONES AUDIO VISUALES", (ASÍ DENOMINADOS EN FORMA GENÉRICA) FORMAN PARTE DE ESE CONJUNTO Y DEBEN PLANEARSE - OPORTUNAMENTE CON UNA ADECUADA VISIÓN DEL FUTURO, HABIDA CUENTA DE LA NATURAL VARIACIÓN Y EXPANSIÓN DE DEMANDAS Y NECESIDADES, Y DEL - ACELERADO PROGRESO TECNOLÓGICO QUE ESTAMOS VIVIENDO.

EN ESTA SESIÓN, HABREMOS DE CUBRIR LOS ASPECTOS BÁSICOS DE PLANEACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE ESTE TIPO, QUE CON MAYOR FRECUENCIA SE PRESENTAN EN LOS EDIFICIOS, CUYA IMPORTANCIA NO PUEDE SOSLAYARSE YA QUE CONSTITUYEN LOS "SENTIDOS" QUE PERMITEN LA OPERACIÓN EFICAZ DEL CONJUNTO.

LAS INSTALACIONES MÁS COMUNES EN EDIFICIOS SON:

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN:

- A) TELEFÓNICAS Y DE INTERCOMUNICACIÓN
EXTERNAS
INTERNAS
- B) ELECTROACÚSTICAS (SONORIZACIÓN)
- C) DE TELEVISIÓN
 - ANTENAS COMUNALES
 - CIRCUITO CERRADO
- D) DE SEÑALIZACIÓN.

2.- ALARMAS

- A) CONTRA INCENDIO
- B) CONTRA ROBOS Y ASALTOS

1.- INSTALACIONES DE COMUNICACION:

CONSIDERACIONES GENERALES

EN PRIMERA INSTANCIA Y DE ACUERDO CON LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO, DEBE PROCEDERSE A LA DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES - PRESENTES Y FUTURAS PARA TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIÓN QUE PUEDEN INTERVENIR, A FIN DE NO INCURRIR EN DUPLICIDADES U OMISIONES.

EN MUCHOS CASOS EL ESTUDIO INTEGRAL DE NECESIDADES, PUEDE MOSTRAR QUE ES POSIBLE RESOLVER CONJUNTAMENTE LAS INSTALACIONES DE TELÉFONOS E INTERCOMUNICACIÓN YA QUE AMBOS EN ESENCIA SON PARA COMUNICACIÓN, Y SE DIFERENCIAN SOLAMENTE EN QUE LAS PRIMERAS, TRADICIONALMENTE SE HAN CONCEPTUADO COMO INSTALACIONES PARA COMUNICACIÓN EXTERNA AL EDIFICIO O UNIDAD FÍSICA Y LAS SEGUNDAS COMO INSTALACIONES SÓLO PARA SERVICIO INTERIOR.

LA REALIDAD ES QUE EN MUCHAS OCASIONES, AMBOS SERVICIOS PUEDEN RESOLVERSE CON UN SÓLO SISTEMA.

EN OTRAS OCASIONES, ES INDISPENSABLE MEZCLAR O INTERCONECTAR SISTEMAS DE INTERCOMUNICACIÓN INTERNA CON ELECTROACÚSTICOS - PARA VOCEO, O CON CIRCUITOS DE TELEVISIÓN, ETC.

EN OTRAS PALABRAS, ES CADA DÍA MAS CIERTO QUE LOS SISTEMAS - DE COMUNICACIÓN, ALARMA Y CONTROL DEBEN SER DISEÑADOS Y EJECUTADOS INTEGRALMENTE PARA CADA CASO ESPECÍFICO Y QUE EN UN FUTURO PRÓXIMO DEBERÉMOS TRATAR CON SISTEMAS CENTRALIZADOS Y COMPUTARIZADOS.

EN NUESTRO MEDIO AÚN EXISTE UNA GRAN RESISTENCIA A ESTAS SOLUCIONES INTEGRALES, DEBIDO A LA INTERVENCIÓN CASI OBLIGADA

DE DIVERSAS EMPRESAS PROVEEDORAS, CONSTRUCTORAS, Y OPERADORAS DE LOS SISTEMAS QUE POR RAZONES DE CONVENIENCIA O LIMITACIÓN TÉCNICA NO FACILITAN LAS SOLUCIONES Y ENTORPECEN CON NORMAS RÍGIDAS LA POSIBILIDAD DE MEJORES SOLUCIONES. ESTAS LIMITACIONES SÓLO SE EVITAN CUANDO EL DIRECTOR DEL PROYECTO CUENTA CON CONOCIMIENTOS TÉCNICOS Y REGLAMENTARIOS SUFICIENTEMENTE AMPLIOS QUE LO REVISTAN DE LA CAPACIDAD NEGOCIADORA NECESARIA PARA LOGRAR LAS MEJORES SOLUCIONES.

DADO QUE SE TRATA DE RESOLVER INTEGRALMENTE, SE DEBEN DETERMINAR LAS NECESIDADES Y ALCANCES DE LOS SERVICIOS, PARA POSTERIORMENTE PROCEDER A ESTUDIAR LAS SOLUCIONES APLICABLES.

LA DETERMINACIÓN CORRECTA DE LAS NECESIDADES SIGNIFICA CONOCER: USO DEL EDIFICIO, USOS ESPECÍFICOS POR ÁREAS, DENSIDAD DE POBLACIÓN FIJA Y FLOTANTE, TIPO DE SERVICIO QUE PRESTARÁ CADA ÁREA O DEPENDENCIA, CONDICIONES RESTRICTIVAS Y DE SEGURIDAD, ÁREAS DE ALTO RIESGO, ETC.

CON ESE CONOCIMIENTO, Y EN FUNCIÓN DE LOS PROGRAMAS ARQUITECTÓNICOS DEFINIDOS, Y DEL ESQUEMA ORGÁNICO DE LA EMPRESA O ENTIDAD, SE PREPARA UN CUESTIONARIO O MATRIZ QUE PERMITA -- CONSIGNAR LAS NECESIDADES DE CADA ÁREA. (EJEMPLO).

A R E A	COMUNICACIONES			ALARMAS				
	SUP. m2	EXT.	INTER I	SONIDO S	CCTV TV	ROBO AR	INCENDIO AI	OBSERV.
1) DIREC.GRAL.	100	21	1 VA	FM	MONIT.	SI	SI	
SECRETARIA	30	25	- -	FM		--	--	
AUXILIAR	20	1E	1 VA	--		--	--	
2) OFNA.ADMVA.	50	1E	1 VA	FM	CAM.	--	--	
CAJA	20	1E1L	- -	--		SI	SI	
CONTAB.	200	5E1L	- -	--		SI	SI	
3) DEPTO.TÉCNICO	30	1L1E	1 VA	MIC	CAM.	--	--	
OF.A1	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF.A2	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	
OF.A3	150	1E	- -	FM-Voc.		--	--	

ESTA MATRIZ, DEBIDAMENTE DISEÑADA CON SUS CLAVES, SUS OBSERVACIONES Y NOTAS, PERMITIRÁ PASAR MEDIANTE DIAGRAMAS SIMPLES DE FLECHAS, BLOQUE, ETC., A LA SOLUCIÓN MÁS FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS.

DE ESTAS SOLUCIONES ESQUEMÁTICAS, SE PROCEDERÍA A PREPARAR PLANOS PRELIMINARES EN LOS QUE DEBEN UBICARSE CON LA SIMBOLOGÍA RESPECTIVA, TODOS LOS SERVICIOS REQUERIDOS, PROCEDIENDO A LA PROPOSICIÓN DE TRAYECTORIAS DE CANALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN MÁS FUNCIONALES, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES SIGUIENTES:

- 1.- LA DISTRIBUCIÓN DEBE HACERSE EN FORMA ESCALONADA Y RADIAL. CADA PUNTO EXTREMO DE DISTRIBUCIÓN, NO DEBE EXCEDER DE 10 SERVICIOS, EN EL CASO DE SERVICIOS TELEFÓNICOS.
- 2.- LA CANALIZACIÓN SE ORIGINA EN EL SITIO ELEGIDO PARA LA CONCENTRACIÓN DE LOS SERVICIOS, O SEA EN EL "DISTRIBUIDOR", Y DE AQUÍ SE RAMIFICA AL O LOS EDIFICIOS Y SALE HACIA EL EXTERIOR PARA HACER EL ENLACE CORRESPONDIENTE.
- 3.- PARA SERVICIOS TELEFÓNICOS, Y PREFERENTEMENTE EN TODOS LOS TIPOS DE INSTALACIONES, DEBEN EXISTIR SIEMPRE EN LAS INSTALACIONES PRIMARIAS DE DISTRIBUCIÓN DOBLE CAPACIDAD DE CANALIZACIÓN, DE MANERA TAL QUE SIEMPRE SEA POSIBLE Y EXPEDITA LA INTRODUCCIÓN DE CABLES PARA SUSTITUCIÓN DE OTROS DAÑADOS. DE HECHO EN ALGUNOS CASOS DEBE DEJARSE UNA DOBLE TUBERÍA.

CANALIZACIONES INTERIORES

LOS DIÁMETROS MÍNIMOS A EMPLEAR EN CANALIZACIONES DE TIPO TELEFÓNICO, SON:

EN TUBERÍAS PRIMARIAS VERTICALES U HORIZONTALES, CUYA FUNCIÓN ES INTERCONECTAR REGISTROS DE DISTRIBUCIÓN, LOS DIÁMETROS MÍNIMOS DEBEN SER:

10 - 30 PARES	- - - - -	25 MM
40 - 50 PARES	- - - - -	32 MM
70 - 80 PARES	- - - - -	38 MM
100 - 150 PARES	- - - - -	50 MM
200 - 300 PARES	- - - - -	76 MM

EN TUBERÍAS HORIZONTALES SECUNDARIAS:

1 A 2 PARES	- - - - -	13 MM
3 A 6 PARES	- - - - -	19 MM
7 A 10 PARES	- - - - -	25 MM

CUANDO SE ESTIME QUE EN ESTAS MISMAS CANALIZACIONES DEBERÁN INTRODUCIRSE LÍNEAS PARA SERVICIOS INTERSECRETARIALES, ES INDISPENSABLE QUE LAS TUBERÍAS SEAN DE 25 MM. O DE 32 MM.

LOS REGISTROS DE MURO Y SEGÚN SUS DIMENSIONES Y APLICACIÓN, SE CLASIFICAN COMO SIGUE, Y DEBEN SER ROBUSTOS (LÁMINA No. 18 USG) CON PUERTAS EMBISAGRADAS, CIERRE SENCILLO Y CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CMS. DE ESPESOR; PARA LA COLOCACIÓN DE TERMINALES.

DIMENSIONES (CMS)	USO EN LINEAS DE TIPO	NUM. DE 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 BANQUETAS	--	100
80 x 80 x 80		--	200

NO DEBEN EXTENDERSE TUBERÍAS A MÁS DE 20 M. SIN REGISTROS, NI DEBE HACER MÁS DE 2 CURVAS ENTRE REGISTROS.

LOS REGISTROS DE MURO DEBEN COLOCARSE EN ÁREAS PÚBLICAS A UN ALTURA ENTRE 20 Y 100 CMS. SOBRE EL NIVEL DE PISO TERMINADO, PARA FACILITAR SU ACCESO Y ATENCIÓN.

VER GRÁFICAS (1) AL (8) QUE ILUSTRAN SOLUCIONES TÍPICAS DE ALIMENTACIÓN Y DE DISTRIBUCIÓN, CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS Y LA SIMBOLOGÍA.

CANALIZACIONES DE RED EXTERIOR O URBANA.

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 DUCTERIA, DEBEN PROFUNDIZARSE LOS REGISTROS O POZOS CORRESPONDIENTES AL TRAMO Y BAJAR EL NIVEL DE TODO EL TRAMO UNIFORMEMENTE, RESPETANDO LA PENDIENTE YA INDICADA.

LA DISTANCIA NORMAL ENTRE POZOS ES DE 50 A 110 M, PERO NO DEBE EXCEDER ESTA ÚLTIMA.

LOS DUCTOS DEBEN ASENTARSE SOBRE UNA CAMA DE ARENA O TIERRA SUAVE SIN PIEDRAS DE 5 CMS. DE ESPESOR, PREVIO APISONAMIENTO DEL FONDO DE LA CEPA, PARA OBTENER UN TENDIDO UNIFORMEMENTE SOPORTADO Y PERFECTAMENTE ALINEADO TANTO HORIZONTAL COMO VERTICALMENTE. CON EL AUXILIO DEL HILO, SE HACEN VERIFICACIONES EN EL TRAMO MÁS LARGO POSIBLE, PERO NUNCA MENOR DE 20 M.

LOS DUCTOS DEBEN ESTAR LIMPIOS INTERIORMENTE Y SE COLOCAN PONIENDO UNA PEQUEÑA PLANTILLA DE MEZCLA EN LA JUNTA, POSTERIORMENTE SE JUNTEA LA UNIÓN CON MEZCLA DE CEMENTO.

LA CORRECTA ALINEACIÓN SE VERIFICA MEDIANTE LOS "BASTONES", CILINDROS DE MADERA CON REGATONES DE METAL DE 87 MM. DE DIÁMETRO Y 30 CMS. DE LONGITUD QUE TIENE UN BASTÓN DE MADERA DE 1.35 M. DE LARGO CON UN TOPOE QUE ASEGURA SU CENTRADO EN LA JUNTA. ÉSTOS "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 CONSTRUCTIVO.

LOS POZOS COMO SE INDICA EN LA GRÁFICA 10 PUEDEN SER DE TRES TAMAÑOS Y SU USO ES EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE VÍAS QUE RECIBE:

CHICO:	2 VÍAS
MEDIANO:	4 A 8 VÍAS
GRANDE:	MÁS DE 8 VÍAS

CABLEADOS TELEFONICOS:

ESTA CLASE DE CABLEADOS SE APLICAN TANTO EN LAS INSTALACIONES TELEFÓNICAS COMO EN UNA GRAN MAYORÍA DE LAS DE INTERCOMUNICACIÓN.

DE HECHO, DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO TODO SISTEMA QUE USE CONMUTACIÓN Y RECEPTORES TRANSMISORES QUE OPEREN BAJO PRINCIPIOS DE TELEFONÍA ES UN SISTEMA TELEFÓNICO. EXISTEN EN EL MERCADO NUMEROSOS EQUIPOS QUE INCORPORAN CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, COMO SON AMPLIFICADORES, FILTROS, BLOQUEADORES ETC., ESTOS TAMBIÉN SE ENLAZAN MEDIANTE CABLEADOS DEL TIPO TELEFÓNICO.

LOS CABLEADOS PUEDEN SER EXPUESTOS O VISIBLES O BIEN OCULTOS, POR TANTO SE CUENTA CON CABLES CUYA CONSTRUCCIÓN ES DIFERENTE ENTRE SI Y AD-HOC AL SERVICIO QUE DEBEN PRESTAR.

LOS TIPOS MÁS USUALES SON:

EKI CON FORRO DE PVC GRIS, PARA USO INTERIOR EN EDIFICIOS, EN CANALIZACIONES Y EVENTUALMENTE EXPUESTO, SU CONSTRUCCIÓN ES MULTIFILAR DE ALAMBRES AISLADOS CON PVC, ARREGLADOS EN PARES IDENTIFICABLES, EN CALIBRE 26 AWG (0.40 MM), EN 10,20,30,50,70 Y 100 PARES.

EKE CON FORROS DE POLIETILENO NEGRO, PARA USO EN EXTERIORES Y DE MISMAS CARACTERÍSTICAS DE CONSTRUCCIÓN ELÉCTRICAS QUE EL EKI, PERO TAMBIÉN SE CONSTRUYE EN CALIBRE 24 AWG (0.51 MM) EN 150, 200 Y 300 PARES.

EKD ES UN CABLE CON AISLAMIENTO DE PVC Y FORRO DE PLOMO PARA USOS ESPECIALES (ENTRE PLANTA Y DISTRIBUIDOR EN CENTRALES) Y SE FABRICA EN 100, 200 Y 300 PARES CALIBRE 26 AWG.

ASP ES UN CABLE SIMILAR AL EKE, CON UN CABLE DE ACERO INTEGRADO AL FORRO QUE SIRVE PARA SOPORTARLO EN LÍNEAS AÉREAS. SE CONSTRUYE EN CALIBRE 26 AWG DE 10 A 100 PARES, EN CALIBRE 24 DE 10 A 50 PARES Y EN CALIBRE 22 DE 10 A 50 PARES.

EL CÓDIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN, SE 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 SECCIÓN.

EN LA DISTRIBUCIÓN, SE USAN LOS CABLES MULTIPARES PARA LÍNEAS PRINCIPALES EN LAS QUE EL NÚMERO DE SERVICIOS A CONDUCIR LO JUSTIFICA, EN LA DISTRIBUCIÓN DE SERVICIOS A LOS APARATOS INDIVIDUALES, SE UTILIZA: UN CONDUCTOR TORZAL EN 2 Ó 3 HILOS CALIBRE 22 AWG DENOMINADO "JUMPER" PARA TUBERÍAS CONDUIT O BIEN UN CORDÓN PARALELO DE 2 Ó 3 HILOS CUANDO SE TRATA DE INSTALACIONES EXPUESTAS O MURALES.

EN LOS REGISTROS GENERALES A QUE YA HEMOS HECHO REFERENCIA, SE INSTALAN TABLILLAS TERMINALES DENOMINADAS PLINTOS QUE CUENTAN CON UNA PATA POSTERIOR PARA SOLDAR Y DOS TORNILLOS FRONTALES PARA PUNTEAR. EN 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.

11

- 1) DEBE ASEGURARSE LA PROTECCIÓN DEL CABLE O CONDUCTOR ALOJADO.
- 2) DEBE PERMITIR LA FÁCIL INTRODUCCIÓN O EXTRACCIÓN SIN QUE SUFRA DAÑOS.
- 3) DEBE SER ESTANCO A LA HUMEDAD, POLVO, ROEDORES, ETC.
- 4) LA INSTALACIÓN DEBE RESOLVERSE TOMANDO EN CUENTA LOS RIESGOS A QUE ESTA EXPUESTA LA CANALIZACIÓN, COMO SON CARGAS MECÁNICAS, GOLPES, INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA ETC.
- 5) CUANDO SE TIENE DUDA RAZONABLE DE LA COMPATIBILIDAD DE INSTALACIONES, O POR OTRA CAUSA, LA CONSULTA AL ESPECIALISTA ES INDISPENSABLE.
- 6) DEBEN EVITARSE LAS TRAYECTORIAS TORTUOSAS Y POCO CLARAS Y LOS REGISTROS DEBEN SER SÓLIDOS, AMPLIOS Y ACCESIBLES YA QUE TODAS LAS INSTALACIONES ESPECIALES REQUIEREN ALGÚN TIPO DE ACCESORIOS EN LOS REGISTROS ADEMÁS DE LAS TABLILLAS DE TERMINALES, COMO SON: DERIVADORES, AMPLIFICADORES, TRANSFORMADORES DE IMPEDANCIA, RELEVADORES AUXILIARES ETC.
- 7) EL DIMENSIONAMIENTO DEBE HACERSE CON EL CONOCIMIENTO DE LOS DIVERSOS TIPOS DE CABLES QUE SE EMPLEAN.

AUDICION AL AIRE LIBRE

LA POTENCIA ACÚSTICA DE LA VOZ HUMANA ES MUY PEQUEÑA EN UNA CONVERSIÓN NORMAL, LA VOZ MASCULINA TIENE UNA POTENCIA MEDIA DE 34 W Y LA FEMENINA DE 19 W. SI TODOS LOS HABITANTES DEL DISTRITO FEDERAL (10 MILLONES) HABLARÁN AL MISMO TIEMPO, PRODUCIRÍAN SOLO UNA POTENCIA ACÚSTICA DE UNOS 250 W. LO QUE EXPLICA QUE LA INTELEGIBILIDAD AL AIRE LIBRE SEA YA DEFECTUOSA A UNOS CUANTOS METROS DE DISTANCIA. EL SONIDO PROPORCIONADO POR EL SISTEMA DE SONIDO, DEBE ESTAR DIRIGIDO ADECUADAMENTE POR DOS RAZONES PRINCIPALES:

- A) EL MICRÓFONO O LOS MICRÓFONOS NO DEBEN CAPTAR EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, PUES DE LO CONTRARIO SE PROVOCA UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA.
PUEDE RESONAR TAMBIÉN A CIERTAS FRECUENCIAS O INCLUSO PUEDE OSCILAR TODO EL SISTEMA A UNA FRECUENCIA DETERMINADA EMITIENDO ENTONCES UN SILBIDO CONTINUO.
- B) EL SISTEMA DE SONIDO NO DEBE CAUSAR MOLESTIAS EN LAS ZONAS VECINAS. ESTO IMPONE TAMBIÉN UN LÍMITE A LA POTENCIA DE SALIDA.

AUDICIONES EN LOCALES GRANDES

EN UNA SALA DE GRANDES DIMENSIONES LA DEBILIDAD DE LA VOZ HUMANA - ES CAUSA DE LA MALA INTELEGIBILIDAD MAS ALLÁ DE CIERTAS DISTANCIAS, LO MISMO QUE CUANDO SE HABLA AL AIRE LIBRE, DEBE TENERSE EN CUENTA QUE LAS FRECUENCIAS ALTAS, QUE SON LAS QUE MAS CONTRIBUYEN A LA - INTELEGIBILIDAD, SUFREN UNA ABSORCIÓN CONSIDERABLEMENTE MAYOR QUE LAS NOTAS GRAVES QUE CONTRIBUYEN A LA POTENCIA SONORA, PERO NO A LA INTELEGIBILIDAD. CONSECUENTEMENTE A CIERTA DISTANCIA DEL ORADOR, EXISTE UN DESEQUILIBRIO CRECIENTE ENTRE LA PARTE ALTA Y BAJA DEL ESPECTRO SONORO, CON NOTABLE PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. LAS NOTAS GRAVES DARÁN LA SENSACIÓN DE QUE LA VOZ LLEGA CON INTEN-

SIDAD SUFICIENTE, PERO LA DEBILIDAD DE LAS NOTAS AGUDAS, HARÁN QUE LA VOZ SEA ININTELEGIBLE, DE AQUÍ, QUE LA FUNCIÓN DEL SISTEMA DE SONIDO NO ES SIMPLEMENTE AMPLIFICAR EL SONIDO, SINO TAMBIÉN, CONSERVAR LA RELACIÓN CORRECTA DEL ESPECTRO SONORO, EN LA ZONA OCUPADA POR EL AUDITORIO. EL SISTEMA DE ALTAVOCES DEBE TENER, POR LO TANTO, CARACTERÍSTICAS DIRECCIONALES ADECUADAS PARA HACER LLEGAR EL SONIDO A LOS LUGARES QUE LO NECESITAN Y TAMBIÉN, COMO HEMOS DICHO ANTERIORMENTE, PARA EVITAR QUE EL SONIDO LLEGUE A LOS MICRÓFONOS.

AUDICION EN LOCALES REVERBERANTES.

SE DICE QUE UN LOCAL REÚNE BUENAS CONDICIONES ACÚSTICAS, CUANDO LOS ASISTENTES A UNA CONFERENCIA, A UN CONCIERTO, O A UNA SESIÓN DE CINE SONORO, RECIBEN CON PERFECTA NITIDEZ LA PALABRA Y LA MÚSICA, O SI SE TRATA DE UNA MASA CORAL COMO MÚSICA DE ORGÁNO, CUANDO EL AUDITORIO SE SIENTE IMPRESIONADO POR LA PLÉNITUD DEL SONIDO Y POR LA MAJESTUOSIDAD DE SU CONJUNTO.

EL ÉCO Y LA RESONANCIA SE ORIGINAN DEL MISMO MODO, LAS ONDAS PROCEDENTES DE UN FOCO O MANANTIAL SONORO SE PROPAGAN EN LÍNEA RECTA EN TODAS DIRECCIONES, CON FRENTE ESFÉRICO Y EN EL MOMENTO EN QUE ALCANZAN A UNA PERSONA PRODUCEN EN SU OÍDO CIERTA SENSACIÓN. SI SE TRATA DE LOCALES CERRADOS, LAS ONDAS SONORAS LLEGAN NO SÓLO A LAS PERSONAS SINO TAMBIÉN A LAS PAREDES, TECHO Y PISO, LOS QUE LAS REFLEJAN Y LAS HACEN LLEGAR DE NUEVO AL AUDITORIO.

CUANDO ENTRE LA LLEGADA DE LA ONDA DIRECTA Y DE LA PRIMERA ONDA REFLEJADA, EXISTE UN INTERVÁLO DE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO O MÁS - - (50 MILISEGUNDOS), SE PERCIBEN DOS SENSACIONES SUCESIVAS COMO SI SE TRATARA DE DOS SONIDOS, ESTE FENÓMENO RECIBE EL NOMBRE DE ECO. EN CAMBIO, DEBIDO A LA ESTRUCTURA DEL OÍDO HUMANO, CUANDO ENTRE DOS ONDAS SUCESIVAS NO TRANSCURRE NI UN VEINTEAVO DE SEGUNDO, SE OYE COMO UN SÓLO SONIDO PROLONGADO, POR ESTA RAZÓN, SE DICE QUE UN VEINTEAVO DE SEGUNDO ES EL PODER DE SEPARACIÓN DEL OÍDO HUMANO.

EL CONJUNTO DE TODAS LAS SENSACIONES PERCIBIDAS POR EL OÍDO EN UN LOCAL CERRADO PROCEDENTES DE UNA ONDA DIRECTA Y ENTRE LAS CUALES NO HAYA UN INTERVALO MAYOR DE 50 MILISEGUNDOS, CONSTITUYE LA REVERBERACIÓN. ESTA SE MIDE POR SU DURACIÓN QUE ES EL "TIEMPO DE REVERBERACIÓN".

LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE ES DE APROX. 340 M, POR SEG., 50 MILISEGUNDOS CORRESPONDEN A 17 M APROXIMADAMENTE. PARA EVITAR LA FORMACIÓN DEL ECO, LAS DIMENSIONES DE LA SALA Y POR TANTO DEL CAMINO A RECORRER POR LAS ONDAS SONORAS HAN DE SER TALES QUE NO DEBE HABER MAS DE 17 M ENTRE FRENTE DE LA ONDA DIRECTA Y LA PRIMERA ONDA REFLEJADA. SI BIEN, LA REVERBERACIÓN ES DESEABLE PARA LA AUDICIÓN DE LA MÚSICA, RESULTA PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA, YA QUE EL SONIDO INDIRECTO O SONIDO REVERBERANTE TIENE UN NIVEL DE INTENSIDAD, PRÁCTICAMENTE IGUAL A TODOS LOS PUNTOS DE LA SALA. EN LA FIGURA A Y B SE REPRESENTA EL SONIDO REVERBERANTE POR LA RECTA HORIZONTAL. EL SONIDO INDIRECTO ES ININTELEGIBLE, EL SONIDO DIRECTO DE LA VOZ DEL ORADOR SE DEBILITA RÁPIDAMENTE CON LA DISTANCIA (LA CURVA PD) Y MÁS ALLÁ DE UNA CIERTA DISTANCIA ES YA INFERIOR AL INDIRECTO, EN LAS PRIMERAS FILAS DE LA SALA PUEDE ENTENDERSE PERFECTAMENTE LO QUE DICE EL ORADOR, NO ASÍ EN LAS FILAS DE MÁS ATRÁS. LOS ALTAVOCES DEL SISTEMA DE SONIDO DEBEN TENER UNA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL, DE MANERA QUE EL SONIDO VAYA HACIA LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA Y LO MENOS POSIBLE HACIA LAS SUPERFICIES REFLEJANTES (TECHO Y PAREDES). EL SONIDO DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO ES ABSORBIDO CASI TOTALMENTE POR EL PÚBLICO, LAS BUTACAS, ALFOMBRAS, ETC. DE ESTE MODO SE CONSIGUE QUE EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES REFUERZEN EL NIVEL ÚTIL EN LA PARTE DE ATRÁS DE LA SALA, SIN ELEVAR APRECIABLEMENTE EL NIVEL DE REVERBERACIÓN.

AUDICION EN UN AMBIENTE RUIDOSO.

LA INTELEGIBILIDAD DE LA PALABRA PUEDE SER AFECTADA EN GRAN MEDIDA POR EL NIVEL DE RUIDO, ESPECIALMENTE POR LAS COMPONENTES ESPECTRALES DEL RUIDO QUE CUBREN LA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA Y -

PARTICULARMENTE EN LAS NOTAS ALTAS QUE SON LAS QUE CONTRIBUYEN A LA INTELEGIBILIDAD. EL SISTEMA DE SONIDO DEBE POR TANTO, REFORZAR ESTA GAMA DE FRECUENCIAS DE LA PALABRA DE MODO QUE SUPEREN EL RUIDO AMBIENTE Y RESTAUREN LA INTELEGIBILIDAD.

SEGÚN LAS CONSIDERACIONES QUE PRECEDEN PODEMOS RESUMIR LOS REQUISITOS DE UN SISTEMA DE SONIDO COMO SIGUE:

- A) EL MICRÓFONO DEBE CAPTAR EL MÍNIMO POSIBLE DE SONIDO PROVENIENTE DE LOS ALTAVOCES Y DE SONIDO INTERFERENTE, REVERBERACIÓN Y RUIDO.
- B) LOS ALTAVOCES DEBEN DIRIGIR EL SONIDO HACIA LOS LUGARES DONDE SE NECESITA, Y EXCLUIRLO EN OTROS LUGARES, TALES COMO DONDE SE ENCUENTRA EL MICRÓFONO Y LAS SUPERFICIES DURAS, ALTAMENTE REFLEJANTES DEL SONIDO.
- C) LAS CARACTERÍSTICAS DE FRECUENCIA DEL SISTEMA DEBE ESTAR ADAPTADA A LAS CIRCUNSTANCIAS PARA OBTENER LOS MEJORES RESULTADOS. LA MAYORÍA DE LAS VECES SE REQUIERE LA ATENUACIÓN DE LAS NOTAS GRAVES QUE FAVORECEN LA REVERBERACIÓN. UNA RESPUESTA DE FRECUENCIA PLANA NO ES POR TANTO UNA CARACTERÍSTICA DE CALIDAD DE UN SISTEMA DE SONIDO.

EL ORADOR Y EL AUDITORIO.

EN EL CIRCUITO ORADOR-AUDITORIO, INTERVIENEN CUATRO ELEMENTOS PRINCIPALES:

- ORADOR
- EL MICRÓFONO
- EL AMPLIFICADOR
- LOS ALTAVOCES

EL ORADOR

LAS CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN ORADOR TOCANTES A LA INTELEGIBILIDAD SON: UNA BUENA ARTICULACIÓN, UN NIVEL MEDIO DE INTENSIDAD DE VOZ LO MAS CONSTANTE POSIBLE Y UN RITMO APROPIADO. EL SISTEMA DE SONIDO PUEDE ELEVAR EL NIVEL DE INTENSIDAD DE UN ORADOR CON POCA VOZ - Y MANTENERLO CONSTANTE DENTRO DE CIERTOS LÍMITES, PERO NO PUEDE MEJORAR LA ARTICULACIÓN NI EL RITMO DEL ORADOR, HAY QUE SUBRAYAR, - QUE EL SISTEMA DE SONIDO AYUDA AL ORADOR A HACERSE ENTENDER BAJO CIRCUNSTANCIAS DESFAVORABLES AJENAS A SU CONTROL, PERO NO ES PANACEA PARA LOS MALOS ORADORES, POR OTRA PARTE, HABLAR ANTE EL MICRÓFONO EXIGE UNA CIERTA DISCIPLINA DEL ORADOR, ESTE DEBE TENER EN CUENTA QUE LAS VARIACIONES DE LA DISTANCIA ENTRE ÉL Y EL MICRÓFONO A CAUSA DE SUS MOVIMIENTOS, PRODUCIRÁN VARIACIONES MUY MARCADAS EN EL NIVEL DE SALIDA. OTRO PUNTO IMPORTANTE ES QUE EL SISTEMA ESTÁ DISEÑADO E INSTALADO DE MODO QUE SÓLO ILEGUE AL MICRÓFONO LA VOZ - DEL ORADOR Y NO EL SONIDO DE LOS ALTAVOCES, EL ORADOR APENAS DEBERÁ OIRLOS PERO ESO NO DEBE DE INDUCIRLE A HABLAR DEMASIADO ALTO, - CANSANDOSE SIN NECESIDAD, E INCOMODANDO INCLUSO A LOS OYENTES. SI SE TRATA DE UN LOCUTOR QUE HABLA DENTRO DE UNA CABINA CERRADA, ÉSTA CABINA NO DEBE TENER UN AMORTIGUAMIENTO ACÚSTICO EXCESIVO, ES DECIR PAREDES DEMASIADO ABSORBENTES, EL LOCUTOR SE OIRÁ ASÍ MISMO DEBILMENTE Y DE MODO NATURAL TENDERÍA A HABLAR DEMASIADO FUERTE.

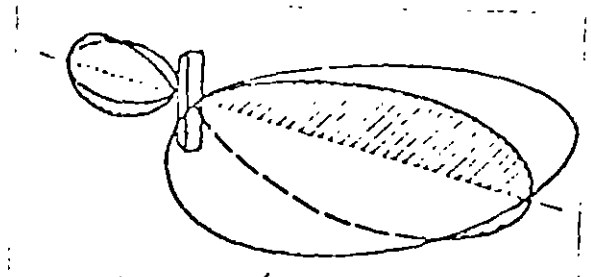
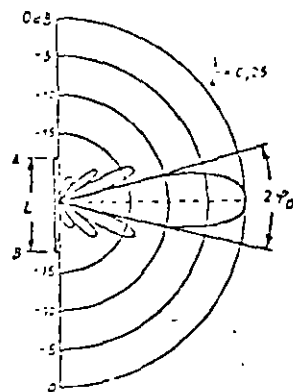
POR OTRA PARTE, UNA CABINA DEMASIADO REVERBERANTE ES MUY PERJUDICIAL PARA LA INTELEGIBILIDAD, PUES ESTA REVERBERACIÓN ES AMPLIFICADA EN UNIÓN CON LA SEÑAL Y ES DIRIGIDA POR LOS ALTAVOCES HACIA - LOS LUGARES DONDE ES MENOS DESEABLE, OTRO TANTO PUEDE DECIRSE DE LOS RUIDOS, LA CABINA DEBE ESTAR AISLADA CONTRA LOS RUIDOS DEL EXTERIOR.

EL MICROFONO

TODA VARIACIÓN DE LA DISTANCIA ENTRE LOCUTOR Y EL MICRÓFONO HACE VARIAR LA POTENCIA DE SALIDA DEL SISTEMA COMO LO INDICAMOS ANTERIO

MENTE, LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO PEQUEÑA SON MENOS IMPORTANTES, PUEDEN SER NEUTRALIZADOS POR UN LIMITADOR DE VOLUMEN EN EL AMPLIFICADOR, MÁS DIFÍCIL ES CONTRARESTAR LOS EFECTOS DE UNA DISTANCIA DEMASIADO GRANDE, ES POR ESO QUE EN LOS TEATROS CON UN ESCENARIO MUY GRANDE EN EL QUE LOS ACTORES HAN DE HABLAR A VECES MUY LEJOS DEL MICRÓFONO, PLANTEAN UNO DE LOS PROBLEMAS ELECTROACÚSTICOS MÁS DIFÍCILES, PORQUÉ ADEMÁS DE LA VOZ DEL LOCUTOR, EL MICRÓFONO CAPTA EL SONIDO REVERBERANTE (LO QUE IMPLICA SIEMPRE UNA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA) Y EL RUIDO AMBIENTE. LA RELACIÓN ENTRE EL SÓNIDO ÚTIL Y EL SONIDO REVERBERANTE DISMINUYE A MEDIDA QUE EL LOCUTOR SE ALEJA DEL MICRÓFONO, ADEMÁS, EL SONIDO PERJUDICIAL CAPTADO POR EL MICRÓFONO, ES AMPLIFICADO POR EL SISTEMA Y DIRIGIDO HACIA EL AUDITORIO, CON LO QUE AUMENTA EL EFECTO INTERFERENTE. TODO ESTO OBLIGA A USAR MICRÓFONOS DIRECCIONALES, LOS MÁS EFICACES SON LOS DE CARACTERÍSTICAS HIPERCARDIODE, SU SENSIBILIDAD EN LA DIRECCIÓN PRIVILEGIADA ES DE 6 DB MAYOR QUE LA SENSIBILIDAD MEDIA PARA EL SONIDO DIFUSO Y SU SENSIBILIDAD MEDIA ES DE 12 DB MAYOR EN EL SEMIESPACIO ANTERIOR (FRENTE) QUE EN EL POSTERIOR (AUDITORIO) SI SE DESEA UN EFECTO DIRECCIONAL MÁS PRONUNCIADO, HA DE EMPLEARSE UNA COLUMNA DE MICRÓFONO, ES DECIR, UN GRUPO DE MICRÓFONOS IGUALES ALINEADOS VERTICALMENTE. EN LA FIG. C SE REPRESENTA LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL TÍPICA DE UNA COLUMNA DE MICRÓFONOS EN EL PLANO DE SIMETRÍA LONGITUDINAL, ESTE DIAGRAMA ES TAMBIÉN VÁLIDO PARA UNA COLUMNA DE ALTAVOCES. COMO SE VE EXISTE UN LÓBULO PRINCIPAL EN DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LA COLUMNA, EL SEMI-ÁNGULO DE ABERTURA θ_1 DE ESTE LÓBULO ES TANTO MENOR CUANTO MÁS LARGA ES LA COLUMNA, Y CUANTO MENOR ES LA LONGITUD DE ONDA. EL DIAGRAMA DE LA FIGURA CORRESPONDE A UNA LONGITUD DE ONDA IGUAL A 0.25 DE LONGITUD DE LA COLUMNA, LA CARACTERÍSTICA DIRECCIONAL EN EL PLANO PERPENDICULAR A LA COLUMNA ES LA QUE CORRESPONDE A UN SÓLO MICRÓFONO, ASÍ PUES UNA FORMA DE AUMENTAR LA INMUNIDAD DEL SISTEMA DE SONIDO AL RUIDO Y A LA REVERBERACIÓN, ES EMPLEAR EN VEZ DE UN MICRÓFONO AISLADO UNA COLUMNA VERTICAL CUYO PLANO MEDIO SE HAYA A LA ALTURA DE LAS CABEZAS DE LOS ACTORES.

CUANDO SE HA DE HABLAR EN UN LOCAL MUY RUIDOSO, POR EJEMPLO UNA LA DE MÁQUINAS, PUEDE RECURRIRSE A OTRO ARTIFICIO. LOS MICRÓFONOS HIPERCARDIOIDES Y LOS DE TIPO DENOMINADO DE GRADIENTE DE PRESIÓN, TIENEN LA PROPIEDAD DE QUE SU SENSIBILIDAD PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS AUMENTA AL DISMINUIR LA DISTANCIA ENTRE EL MICRÓFONO Y LA FUENTE DE SONIDO. SI EL LOCUTOR HABLA MUY CERCA DEL MICRÓFONO Y MEDIANTE UN FILTRO ELÉCTRICO O ACÚSTICO, SE ASEGURA LA RESPUESTA PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS Y EL RESULTADO SERÁ UNA CURVA PLANA, PERO PARA EL RUIDO QUE PROCEDE DE DISTANCIAS MAYORES, LA CURVA CAERÁ BRUSCAMENTE EN LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE SON PRECISAMENTE LAS PREDOMINANTES EN EL RUIDO. LOS MICRÓFONOS BASADOS EN ESTE PRINCIPIO, SE LLAMAN SUPRESORES DE RUIDO Y PERMITEN OBTENER BUENA INTELEGIBILIDAD E INCLUSO CON UN NIVEL DE RUIDO DE 115 dB.



Patrones de radiación de una columna
y de un micrófono.

CURVA DE RESPUESTA

SE HA DICHO YA EN LA PRIMERA PARTE DE ESTAS NOTAS QUE LA CURVA DE RESPUESTA MÁS ADECUADA PARA UN SISTEMA DE SONIDO NO ES PRECISAMENTE LA PLANA, POR DIVERSAS RAZONES SE REQUIERE SIEMPRE UNA MAYOR O MENOR ATENUACIÓN DE LAS FRECUENCIAS BAJAS. UNA PRIMERA RAZÓN PARA HACERLO ASÍ, ES QUE LA INTELEGIBILIDAD DEPENDE PRINCIPALMENTE DE CIERTOS GRUPOS DE FRECUENCIAS ALTAS.

DE UNA MANERA CUANTITATIVA APROXIMADA PODEMOS DECIR QUE LA PARTE DEL ESPECTRO POR DEBAJO DE LOS 600 HZ PROPORCIONA SOLAMENTE UN 25% DE LA INTELEGIBILIDAD, AUNQUE CONTRIBUYE CON UN 70% A LA POTENCIA SONORA TOTAL.

QUE LA PARTE COMPRENDIDA ENTRE 600 Y 7000 HZ PROPORCIONA EL 75% DE LA INTELEGIBILIDAD AUNQUE SÓLO APORTA UN 30% DE LA POTENCIA. UNA SEGUNDA RAZÓN QUE YA HEMOS CITADO, ES QUE LAS FRECUENCIAS BAJAS SON MENOS ABSORVIDAS POR EL AIRE QUE LAS ALTAS, COMO RESULTADO, A MEDIDA QUE AUMENTA LA DISTANCIA ENTRE LOS OYENTES Y LOS ALTAVOCES, LAS FRECUENCIAS BAJAS VAN PREDOMINANDO SOBRE LAS ALTAS CON PERJUICIO DE LA INTELEGIBILIDAD. UNA TERCERA RAZÓN ES QUE LA REVERBERACIÓN ESTÁ INTEGRADA PRINCIPALMENTE POR FRECUENCIAS BAJAS, ESTO SE DEBE EN PARTE A LO QUE ACABAMOS DE DECIR SU MENOR ABSORCIÓN EN EL AIRE, PERO SOBRE TODO A QUE LAS PROPIEDADES DIRECCIONALES DE LOS ALTAVOCES, COLUMNAS, BOCINAS, ETC., SON MUCHO MENOS PRONUNCIADAS PARA LAS FRECUENCIAS BAJAS QUE PARA LAS ALTAS, POR CONSIGUIENTE LAS FRECUENCIAS ALTAS SON DIRIGIDAS CORRECTAMENTE HACIA EL AUDITORIO, PERO LAS BAJAS SON IRRADIADAS PRACTICAMENTE EN TODAS DIRECCIONES DANDO ASÍ LUGAR A LA REVERBERACIÓN.

ALTAVOCES.

UN REQUISITO INDISPENSABLE PARA QUE EL SISTEMA DE SONIDO DE BUENOS RESULTADOS, ES QUE EL PÚBLICO NO PUEDA LOCALIZAR ACÚSTICAMENTE LOS ALTAVOCES, ES DECIR, QUE EN CUALQUIER LUGAR DEL AUDITORIO SE TENGA LA SENSACIÓN DE QUE EL SONIDO PROCEDE DEL ESCENARIO, Y NO DEL TECHO U OTRO LUGAR DONDE SE HALLE UN ALTAVOZ CERCANO. SI LOS ALTAVOCES PUEDEN COLOCARSE CERCA DEL ORADOR LA DIFERENCIA DE DIRECCIÓN SERÁ IMPERCEPTIBLE PARA EL PÚBLICO O DICHO DE OTRO MODO PREDOMINARÁ LA IMPRESIÓN VISUAL QUE TIENDE A LOCALIZAR EL SONIDO EN EL ORADOR, PERO EL PELIGRO DE LA REALIMENTACIÓN ACÚSTICA IMPIDE COLOCAR EL ALTAVOZ DEMASIADO CERCA DEL MICRÓFONO A MENOS QUE SEA DE ESCASA POTENCIA. CUANDO UN ALTAVOZ ESTÁ SITUADO A DISTANCIA CONSIDERABLE DEL ORADOR ES NECESARIO, HACER IMPERCEPTIBLE SU PRESENCIA POR OTROS MEDIOS.

SE HA COMPROBADO QUE EL OÍDO ESTABLECE LA POSICIÓN DE UNA FUENTE SONORA POR EL PRIMER ESTIMULO QUE RECIBE, DICHO DE OTRO MODO, SI DESPUÉS DE UN PRIMER SONIDO EL OÍDO RECIBE OTROS SONIDOS IGUALES PROCEDENTES DE OTRAS DIRECCIONES, CONFUNDIRÁ ESTÁ SEGUNDA DIRECCIÓN CON LA PRIMERA, INCLUSO, CUANDO EL SONIDO ES POTENTE (AFECTO JAS), SIN EMBARGO ESTE FENÓMENO OCURRE SOLAMENTE ENTRE CIERTOS LÍMITES. SI EL SEGUNDO SONIDO SUPERA AL PRIMERO EN MÁS DE DIEZ FONOS EL OÍDO LO PERCIBIRÁ DISTINTAMENTE.

EXISTE UNA RELACIÓN ENTRE EL RETARDO Y LA INTENSIDAD PERMISIBLE, LA SITUACIÓN MAS FAVORABLE SE CONSIGUE CUANDO EL RETARDO ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE LOS 10 Y 25 MILISEGUNDOS, ENTONCES ES PERMISIBLE UNA DIFERENCIA DE INTENSIDAD DE HASTA 10 FONOS A FAVOR DEL SEGUNDO SONIDO.

ESTE RETARDO PUEDE OBTENERSE DE UN MODO NATURAL, POR LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEL SONIDO DEL ALTAVOZ Y POR LA VOZ DEL LOCUTOR. PARA LOGRAR EL RETARDO DE 10 O MÁS MILISEGUNDOS LA DIFERENCIA DE RECORRIDO DEBE DE SER DE 3.5 M O MÁS. ESTE SISTEMA ES FÁCIL Y CÓMODO CUANDO SÓLO SE EMPLEA UN ALTAVOZ O UNA COLUMNA.

SISTEMAS DE SONIDO

OBJETIVO DEL SISTEMA Y DETERMINACIÓN DE NECESIDADES.

UN SISTEMA DE SONIDO COMERCIAL, ES AQUÉL QUE SE APLICA A INSTITUCIONES COMO HOTELES, RESTAURANTES, BARES, HOSPITALES, EDIFICIOS DE OFICINAS, ETC., CUYOS OBJETIVOS PRIMORDIALES SON:

- I MÚSICA DE FONDO
- II LLAMADAS A PERSONAL (VOCEO)
- III AMBOS

DE LO ANTERIOR SE PUEDE CONCLUIR QUE EL SISTEMA NO REQUIERE FORZOSAMENTE ALTA FIDELIDAD, POR LO QUE ES MAS SUFICIENTE CONTAR CON UN EQUIPO CAPAZ DE REPRODUCIR AUDIO FRECUENCIAS DEL ORDEN DE 45 A 14000 HERTZ CON MENOS DE 1% DE DISTORSIÓN TOTAL, A UN NIVEL NORMAL DE OPERACIÓN.

UN EQUIPO COMERCIAL, DEBE SER SENCILLO DENTRO DE LO POSIBLE, PARA QUE SU OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SEAN RELATIVAMENTE SIMPLES EN FUNCIÓN - DEL PERSONAL DISPONIBLE, Y DEBE SER ROBUSTO YA QUE POR LO GENERAL - OPERA ENTRE 8 Y 16 HORAS DIARIAS CONTINUAS Y EVENTUALMENTE RECIBE TRATOS INCONVENIENTES.

POR LO GENERAL, LOS SISTEMAS NO SON TAN SIMPLES COMO EN OCASIONES PARECEN Y DEBEN RESOLVERSE EN FUNCIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN POR ZONAS COMO SON.

NO TODAS LAS ÁREAS REQUIEREN EL MISMO HORARIO DE SERVICIOS, POR LO QUE DEBEN PREVEERSE CANALES O INTERRUPTORES PARA MANEJARLOS INDEPENDIENTEMENTE.

ES POSIBLE QUE SE REQUIERAN PROGRAMAS MUSICALES O VOCEO DIFERENTE EN CADA ZONA, LO QUE OBLIGA A PREVEER AMPLIFICADORES SEPARADOS.

CUANDO EN CIERTA ÁREA SE REQUIEREN AMBOS SERVICIOS, ES IMPORTANTE DECIDIR SI EL VOCEO SE SUPERPONDRÁ A LA MÚSICA DE FONDO A UN NIVEL MAYOR, O SI AL EFECTUAR LLAMADAS, DEBERÁ CORTARSE LA MÚSICA DE FONDO PARA DAR MAYOR INTELIGIBILIDAD A LAS PALABRAS, EN ESTE ÚLTIMO CASO SE REQUERIRÁ UN DISPOSITIVO AUTOMÁTICO DE CORTE, ACTUADO MEDIANTE EL BOTÓN OPERADOR DEL MICRÓFONO DE VOCEO.

LA PRÁCTICA USUAL EN UN SISTEMA COMERCIAL CON MÁS DE 10 BOCINAS, (POR DECIR UNA CIFRA) ES DISTRIBUIR LA SALIDA DE AUDIO, MEDIANTE EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, (70 Ó 100 VOLTS.) SALIDA DE LA QUE ESTÁN DOTADOS LOS AMPLIFICADORES COMERCIALES. ESTO PERMITE - EVITAR COMPLICADAS CONEXIONES SERIE-PARALELO ENTRE LAS BOCINAS, - PARA IGUALAR IMPEDANCIAS ENTRE EL AMPLIFICADOR Y ESTAS.

EN EL SISTEMA DE VOLTAJE CONSTANTE, LA CONEXIÓN DE BOCINAS SE HACE EN PARALELO APLICANDO TRANSFORMADORES DE LÍNEA (PRIMARIO A - 70/100 V Y SECUNDARIO EN 4, 8 Ó 16 AHMS) Y ESTO SIMPLIFICA ENORMEMENTE LOS ALAMBRADOS.

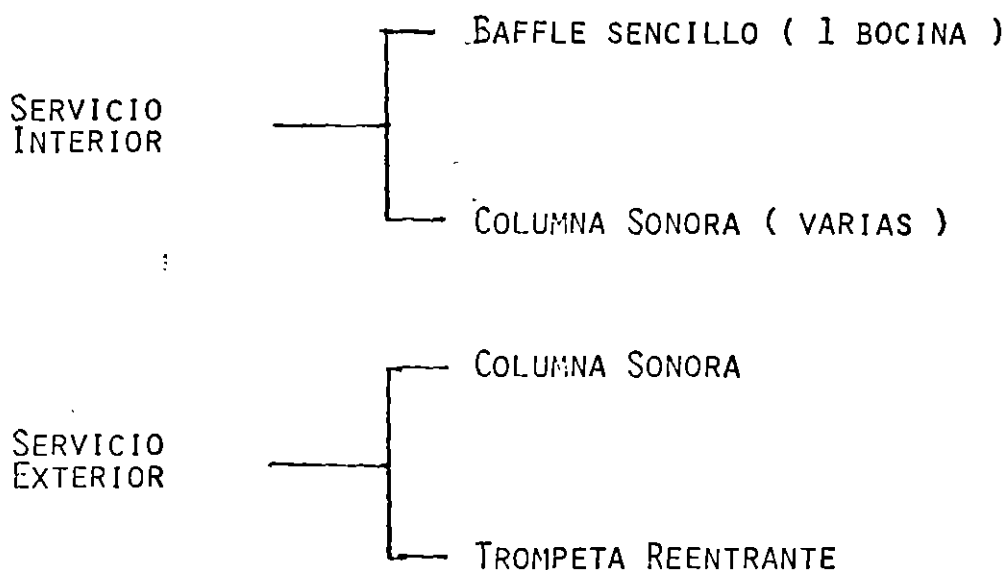
NO OBSTANTE SIEMPRE ES POSIBLE QUE UN TRANSFORMADOR O UN RAMAL DE LA LÍNEA PUEDA SUFRIR UN "CORTO CIRCUITO", ESTO CONDUCE A QUE GRAN PARTE DE LA ENERGÍA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR, SE PERDERÍA Y EL VOLUMEN DE TODAS LAS BOCINAS CONECTADAS A ÉSTE SE ANULARÍA. COMO ES DE COMPRENDERSE ES MUY DÍFICIL DETERMINAR CUAL TRANSFORMADOR SE PUSO EN "CORTO CIRCUITO" O A QUÉ RAMAL OCURRIÓ ESTE, POR ELLO ES DEFINITIVAMENTE NECESARIO DIVIDIR EL SISTEMA DE CIRCUITOS RAZONADOS QUE TERMINADOS EN TABLILLAS DE CONEXIÓN O EN UN TABLERO DE INTERRUPTORES, PERMITAN DETECTAR FÁCILMENTE LA FALLA Y AISLARLA SIN AFECTAR TODO EL SISTEMA.

ADICIONALMENTE EN LOCALES CUYAS CONDICIONES ACÚSTICAS SON CRÍTICAS, COMO SON, IGLESIAS, AUDITORIOS, GIMNASIOS, ETC., ES NECESARIO CONTA'

CON CIRCUITOS DE BOCINAS, ARREGLADOS EN TAL FORMA, QUE SEAN SUSCEPTIBLES DE PONER EN OPERACIÓN SOLAMENTE AQUELLAS BOCINAS QUE SIRVEN A LAS ZONAS OCUPADAS POR EL PÚBLICO, A FIN DE ELIMINAR AL MÁXIMO - LOS PROBLEMAS DE REVERBERACIÓN.

SELECCION DE EQUIPO

CLASIFICACIÓN DE BOCINAS Y CAJAS ACÚSTICAS (ALTAVOCES), SEGÚN SU CONSTRUCCIÓN Y SERVICIO:



SE INDICÓ QUE LA RESPUESTA IDEAL SERÍA ENTRE 45 Y 14000 HERTZ, ESTO DEPENDERÁ DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA BOCINA COMO SON DIÁMETRO DEL CONO, DIÁMETRO DE LA BOBINA DE VOZ, RELACIÓN ENTRE LOS ANTERIORES DIÁMETROS, DENSIDAD DEL FLUJO MAGNÉTICO DEL IMÁN PERMANENTE, ETC., EN REALIDAD DEPENDE DE APLICAR UNA BOCINA DE BUENA CALIDAD Y BUEN DISEÑO, LO QUE SE PODRÁ LOGRAR SI SE RECURRE A FABRICANTES DE PRESTIGIO Y SE REVISAN ESPECIFICACIONES MÍNIMAS.

DESDE LUEGO, ADICIONALMENTE A LA BOCINA EMPLEADA, ES DEFINITIVA LA INFLUENCIA DEL BAFFLE O CAJA ACÚSTICA, DESGRACIADAMENTE LOS BAFFLES MÁS EFICIENTES RESULTAN EXTREMADAMENTE VOLUMINOSOS Y NO SON APLICA-

CABLES EN LA GENERALIDAD DE LAS INSTALACIONES, ESTO OBLIGA A EMPLEAR BAFFLES DE DIMENSIONES LIMITADAS POR LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN LO QUE TIENE COMO CONSECUENCIA UNA REDUCCIÓN IMPORTANTE EN LA EFICIENCIA DEL CONJUNTO, Y SIGNIFICA QUE SE DEBERÁN USAR BOCINAS CON UNA POTENCIA DE SALIDA DE APROXIMADAMENTE 5 VECES MAYOR QUE LA POTENCIA ACÚSTICA NECESARIA.

EN EL CASO PARTICULAR DE EMPLEAR TROMPETAS REENTRANTES, POR SU CONSTRUCCIÓN SE DEBE ACEPTAR UNA RESPUESTA DE FRECUENCIAS DEL ORDEN - DE 160-9000 HERTZ, QUE NO ES APROPIADA PARA REPRODUCCIONES MUSICALES PERO ADECUADA PARA VOCEO.

LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ACÚSTICA, INDEPENDIENTEMENTE DEL ASPECTO ESTÉTICO, DEBE SER ROBUSTA Y CON SUS PARTES RÍGIDAMENTE UNIDAS, DE LO CONTRARIO SE TENDRÁN VIBRACIONES INDESEABLES Y MOLESTAS.

PARA EL CÁLCULO DE POTENCIA SE DEBEN CONSIDERAR VARIOS ASPECTOS INTERDEPENDIENTES QUE SON:

ALTAVOZ: ESTA COMPUESTO POR LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, POR LA CAJA ACÚSTICA Y ACCESORIOS.

----- NIVEL DE RUIDO AMBIENTE DEL LOCAL A SONORIZAR.

EN RELACIÓN CON LA BOCINA PROPIAMENTE DICHA, LA POTENCIA INDICADA POR EL FABRICANTE, ES LA POTENCIA NOMINAL, LO QUE SIGNIFICA POTENCIA NETA DE CONSUMO DE LA BOCINA, QUE SE DENOMINA "POTENCIA DE AUDIO" CUYA UNIDAD ES EL AUDIO-WATT.

COMO SE COMPRENDERÁ, NO TODA ESTA POTENCIA SE TRANSFORMARÁ EN "POTENCIA ACÚSTICA" QUE ES AQUELLA POTENCIA TRANSMITIDA AL AIRE A FRECUENCIAS AUDIBLES, YA QUE DEPENDERÁ DE LA EFICIENCIA DE LA BOCINA, QUE ES DEL ORDEN DE 5 A 15%.

ADICIONALMENTE SE DEBERÁ TOMAR EN CUENTA LA CAJA ACÚSTICA, QUE COMO SE MENCIONÓ ANTERIORMENTE TAMBIÉN ACARREA PÉRDIDAS.

A PARTIR DE LAS CONSIDERACIONES HECHAS, Y DEL NIVEL DEL RUIDO AMBIENTE, SE HAN PREPARADO LAS SIGUIENTES FÓRMULAS EMPÍRICAS PARA OBTENER PT = "POTENCIA NOMINAL" EN WATTS DEL TOTAL DE BOCINAS NECESARIAS.

SERVICIO INTERIOR: CON BAFFLES CONVENCIONALES O COLUMNAS SONORAS .

$$PT = \frac{KV}{100}$$

EN QUE:

V = VOLUMEN 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: $= \frac{PT}{\text{NUM. DE BOCINAS.}}$

CUANDO SE COLOCAN ALTOPARLANTES EN EL TECHO, EN EL CASO DE LOCALES DE NO MÁS DE 4 M. DE ALTURA, LA DISTANCIA ENTRE ALTOPARLANTES PARA LOGRAR LA MEJOR DISTRIBUCIÓN SE OBTIENE APROXIMADAMENTE COMO SIGUE:

$$D = 2.4 (H - 1.5)$$

EN QUE: D = SEPARACIÓN ENTRE BOCINAS EN M.

H = ALTURA DEL LOCAL EN M.

SERVICIO EXTERIOR:

USANDO TROMPETAS REENTRANTES SE TIENE:

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

$$N_{60} = \frac{F}{1.16 D} \quad \text{Y} \quad N_{30} = \frac{F}{0.54 D}$$

EN QUE:

F = FRENTE EN METROS QUE SE PRETENDE CUBRIR.

CUANDO SE USAN TROMPETAS, SE DEBE CONSIDERAR Y MUY ESPECIALMENTE CUANDO SE APLICAN CON RADIACIÓN A 30°, QUE DEBEN ESTAR A CIERTA DISTANCIA DEL OYENTE MÁS PRÓXIMO, PARA EVITAR QUE ESTE RECIBA DEMASIADA INTENSIDAD, ESTO SE RESUELVE ELEVANDO LA TROMPETA SOBRE EL NIVEL DEL AUDITORIO, E INCLINÁNDOLA ADECUADAMENTE, CON UNA TENDENCIA A OBTENER UNA DISTANCIA UNIFORME CON RESPECTO A TODO EL AUDITORIO. CASO MUY PARECIDO A LA FORMA EN QUE SE APLICA UN REFLECTOR DE ALUMBRADO.

LA TROMPETA REENTRANTE SE DEBE USAR CUANDO SE TRATA DE OBTENER GRAN PENETRACIÓN, O SEA LOGRAR ALCANCES PROFUNDOS.

TAMBIÉN ES APLICABLE PARA NIVELES DE ALTO RUIDO AMBIENTE.

EN EL CASO EN QUE SE APLICAN COLUMNAS SONORAS, TANTO EN INTERIORES COMO EXTERIORES,

SE TIENE QUE:

$$\begin{aligned} P_T &= 0.8 D \\ \text{Y} \quad N &= \frac{F}{2D} \end{aligned}$$

EL MONTAJE DE UNA COLUMNA, DEBE SER RELATIVAMENTE BAJO Y DIRIGIDO, YA QUE LA RADIACIÓN ES APROXIMADAMENTE DE 130° EN ÁNGULO HORIZONTAL Y 40° EN EL ÁNGULO VERTICAL.

ADICIONALMENTE, LA COLUMNA NO POSEE GRAN PENETRACIÓN, POR LO QUE NO SE RECOMIENDA PARA CUBRIR DISTANCIAS MAYORES DE 30 M.

AL SELECCIONAR UNA COLUMNA, SE DEBEN VERIFICAR CIERTAS CONDICIONES COMO SON:

- LAS BOCINAS QUE LA CONSTITUYEN DEBEN QUEDAR LO MÁS PRÓXIMAS POSIBLES ENTRE SÍ.
- GABINETE RÍGIDO QUE NO VIBRE POR LA PRESIÓN ACÚSTICA.
- ACABADO ADECUADO PARA EL USO, ESPECIALMENTE PARA LA INTemperie, EN QUE DEBE SOPORTAR LLUVIAS, POLVO, ETC.

FASEADO DE BOCINAS:

PARA ACLARAR ESTE CONCEPTO, DEBEMOS CONSIDERAR, QUE EL SONIDO ES UNA VIBRACIÓN QUE SE TRASMITTE AL MEDIO AMBIENTE Y QUE COMO TODA ONDA VIBRATORIA TIENE MÁXIMOS Y MÍNIMOS. SI EN UN MISMO INSTANTE UNA BOCINA EMITIERA UN IMPULSO POSITIVO, EN TANTO QUE OTRA DENTRO DEL MISMO LOCAL EMITIERA UN IMPULSO NEGATIVO. OBVIAMENTE SE ESTARÍAN CONTRARRESTANDO Y ESTO ES TOTALMENTE INDESEABLE, DE AQUI LA NECESIDAD DE CONECTAR TODAS LAS BOCINAS CON IDÉNTICA POLARIDAD. ESTA OPERACIÓN SE LLAMA "FASEADO DE BOCINAS", PARA OBTENER UN TRABAJO ADITIVO.

EN OTRAS OCASIONES ES POR EL CONTRARIO, NECESARIO QUE OPEREN EN OPOSICIÓN, COMO CUANDO SE INSTALAN FRENTE A FRENTE LOGRANDO ASÍ UN EFECTO ADITIVO.

CONTROLES DE VOLUMEN Y SELECTORES

CONTROLES DE VOLUMEN:

EN OCASIONES, ES NECESARIO CONTROLAR EL VOLUMEN DE SONIDO POR ÁREAS O LOCALES INDIVIDUALES, YA QUE LAS CARACTERÍSTICAS ENTRE ELLOS EN CUANTO A PERSONAL QUE LOS OCUPA, ACÚSTICA DEL LOCAL, ETC., PRESENTAN UN PANORAMA DEMASIADO HETEROGÉNEO PARA ADMITIR SÓLO UN CONTROL DE VOLUMEN CENTRAL. ESTO SE RESUELVE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CONTROLES DE VOLUMEN, QUE EN ESENCIA SON POTENCIÓMETROS QUE GOBIERNAN LA ENTRADA DE ENERGÍA A LA BOCINA.

LA FORMA DE APLICARLOS PUEDE SER VARIADA, Y EN OCASIONES SE TORNA COMPLEJA, POR LO QUE SOLAMENTE MENCIONARÉ APLICACIONES TÍPICAS.

EL CONTROL PUEDE INSTALARSE:

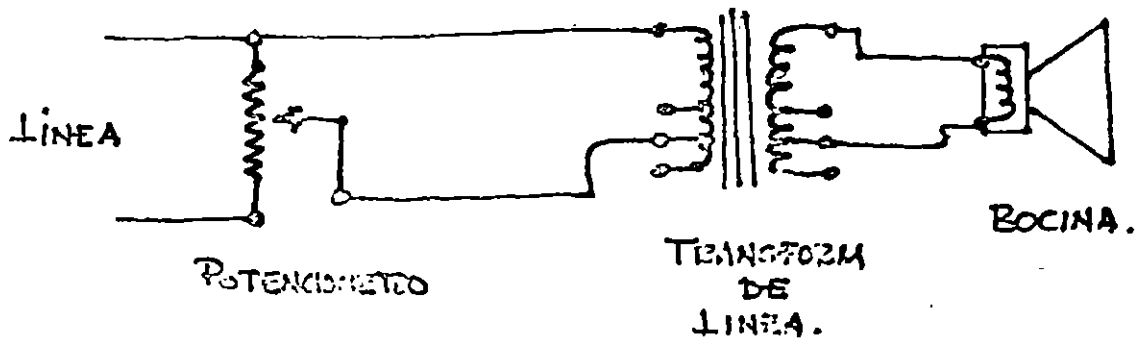
- A) EN LA CAJA ACÚSTICA MISMA CON OPERACIÓN INTERNA O EXTERNA EN FUNCIÓN DE SI EL AJUSTE QUE SE PRETENDE, ES EVENTUAL O CONTINUO.
- B) EN ALGÚN PUNTO DEL LOCAL PARA QUE EL USUARIO CONTROLE UNA O VARIAS BOCINAS A VOLUNTAD.
- C) VARIOS EN UN TABLERO DE CONTROL LOCALIZADO ESTRATÉGICAMENTE, PARA DESDE ESE PUNTO CONTROLAR VARIAS -- ÁREAS PÚBLICAS.

EL CONTROL DEBERÁ SER CAPAZ DE MANEJAR LA POTENCIA QUE DEMANDARÁN LAS BOCINAS CONTROLADAS. ÉSTA POTENCIA SE ESPECIFICA EN WATTS, PERO DEBE TOMARSE EN CUENTA QUE SE REFIERE A WATTS CONTINUOS O SEA VALOR RMS QUE ES EL CASO DEL AUDIO.

NORMALMENTE ES ACEPTABLE APLICAR UN POTENCIÓMETRO, POR EJEMPLO DE 4 WATTS PARA EL MANEJO DE 4 BOCINAS DE 5 WATTS SIN PROBLEMAS.

DE SER DE PRIMERA CALIDAD, TIPO DE ALAMBRE, ROBUSTO Y CON UNA BUENA SOLUCIÓN MECÁNICA, YA QUE ES UN DISPOSITIVO DE USO CONTINUO Y DIARIO EN MUCHOS CASOS.

CONEXION TIPICA:



RESISTENCIA OHMICA:

EL VALOR DEBE SELECCIONARSE A PARTIR DEL NÚMERO DE CONTROLES EN PARALELO CONECTADOS A UN MISMO AMPLIFICADOR, YA QUE SIGNIFICARÁN CARGA.

ESTE CÁLCULO ES DE VITAL IMPORTANCIA, YA QUE DE QUEDAR CORTO EL VALOR, HABRÁ PÉRDIDAS ENORMES DE ENERGÍA EN DETRIMENTO DEL AMPLIFICADOR Y DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA Y DE QUEDAR EXCEDIDO EN EL VALOR, NO SE TENDRÁ CONTROL SOBRE LAS BOCINAS.

EN CONCRETO, LO IDEAL SERÁ IGUALAR AL MÁXIMO LA IMPEDANCIA DEL CIRCUITO CON LA DEL AMPLIFICADOR QUE LO ALIMENTA.

PARA LOGRARLO ES NECESARIO EFECTUAR UN CÁLCULO DE CIRCUITOS EN PARALELO A PARTIR DE LA IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR.

EN SISTEMAS A VOLTAJE CONSTANTE (70 VOLTS Ó 100 VOLTS) ES APLICABLE LA SIGUIENTE FÓRMULA EMPÍRICA:

$$R_P = \frac{N P Z}{4}$$

EN QUE:

R_P = RESISTENCIA DEL POTENCIÓMETRO EN OHMS.

N_P = NÚMERO DE POTENCIÓMETROS.

Z = IMPEDANCIA DE SALIDA DEL AMPLIFICADOR EN OHMS.
(VARÍA ENTRE 90 Y 120 OHMS).

INSTALACIONES DE T.V. CIRCUITO CERRADO.

SU DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PUEDEN SER DE MUY VARIABLE COMPLEJIDAD EN FUNCIÓN DEL SERVICIO QUE SE PRETENDE DEBAN PRESTAR Y DE LA DIMENSIÓN DEL SISTEMA.

LAS APLICACIONES USUALES SON: VIGILANCIA, SUPERVISIÓN INDUSTRIAL, EDUCACIÓN, PUBLICIDAD, INFORMACIÓN ETC.

ESTOS SISTEMAS ESTAN CONSTITUIDOS BÁSICAMENTE DE CÁMARAS QUE GENERAN LAS SEÑALES DE VIDEO Y DE AUDIO QUE EN OCASIONES SE INCORPORAN, Y DE UNA UNIDAD RECEPTORA LIGADOS POR UN CABLE COAXIAL, DE NO MÁS DE 300 M. SI SE PRETENDIERA AUMENTAR LA DISTANCIA O BIEN INCREMENTAR LOS RECEPTORES O MONITORES, TENDRÍAN QUE USARSE AMPLIFICADORES PARA COMPENSAR LAS PÉRDIDAS EN LA SEÑAL.

PUEDEN TENERSE SISTEMAS COMPLEJOS CON VARIAS CÁMARAS Y RECEPTORES, CONMUTACIÓN, AUDIO Y VIDEO COMBINADOS ETC., SER BLANCO Y NEGRO O COLOR, Y DE MUY DIVERSAS CUALIDADES SEGÚN EL CASO.

TAMBIÉN ES COMÚN TENER ACCESORIOS ESPECIALES, COMO MONTAJE DE CONTROL REMOTO CON MOVIMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL, ROTARIO O DE TRANSLACIÓN.

TODO LO ANTERIOR REQUIERE DE CUIDADOSA PLANEACIÓN POR EL ESPECIALISTA Y DE ELLA HABRÁN DE DERIVARSE LAS PREPARACIONES QUE DEBEN DEJARSE EN EL EDIFICIO, CANALIZACIONES, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE CONTROL, APOYOS, TIERRAS, PROTECCIONES, CABINAS DE CONTROL ETC.

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, MÁS LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN AL PÚBLICO COMO SON LOS TABLEROS DE VUELOS.

INSTALACIONES DEPORTIVAS: EMPLEAN LOS SISTEMAS CITADOS, MÁS OTROS PARA CONTROL DE EVENTOS, COMO ES EL CRONÓMETRAJE.

COMO SE HA DICHO, EL OPORTUNO CONOCIMIENTO DE LAS NECESIDADES Y LA COORDINACIÓN CUIDADOSA CON LOS RESPONSABLES DE ESTAS ESPECIALIDADES, ES LA ÚNICA FORMA DE ASEGURAR INSTALACIONES O PREPARACIONES ADECUADAS QUE PERMITAN LA FÁCIL INSTALACIÓN DE CABLEADOS Y EQUIPOS Y SU CONSERVACIÓN.

NO ES POSIBLE ENTRAR EN EL DETALLE DE ESTAS INSTALACIONES, PERO BASTA CON DECIR QUE TODAS SE DESARROLLAN BAJO PRINCIPIOS MÁS O MENOS COMUNES Y QUE UTILIZAN AL IGUAL CANALIZACIONES QUE SE RIGEN CON NORMAS PARECIDAS A LAS YA CITADAS Y UTILIZAN CONDUCTORES CUYAS CARACTERÍSTICAS SE ENCUENTRAN EN LOS CARTÁLOGOS DE CABLES PARA TELECOMUNICACIONES, PARA ELECTRÓNICA Y PARA FUERZA, CON LO QUE ES POSIBLE DIMENSIONAR LAS CANALIZACIONES.

POR OTRA PARTE, LOS PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE ESTOS SISTEMAS DEBEN SER CONOCIDOS POR EL INSTALADOR A EFECTO DE QUE ESTÉ EN CAPACIDAD DE INTERPRETAR APROPIADAMENTE LOS PROYECTOS DEL ESPECIALISTA Y AUXILIARLO EN LA SOLUCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA, ES DECIR EN DETERMINAR TRAYECTORIAS, LOCALIZACIÓN DE REGISTROS Y CONTROLES, TOMANDO EN CUENTA LOS POSIBLES PROBLEMAS DE INTERFERENCIA O INCOMPATIBILIDAD CON LOS OTROS SISTEMAS QUE INTEGRAN EL EDIFICIO O CONJUNTO.

ALARMAS (INSTALACIONES DE SEGURIDAD)

LA FUNCIÓN DE UNA ALARMA, SEA CONTRA ROBO O INCENDIO U OTRA, ES DAR AVISO DE UNA ANOMALÍA Y EVENTUALMENTE PONER EN SERVICIO DISPOSITIVOS O SISTEMAS QUE LA SUPRIMAN.

PARA LOGRARLO, EXISTEN UN SINÚMERO DE ELEMENTOS DETECTORES DE ESA ANOMALÍA O FALLA, LOS QUE DEBIDAMENTE SELECCIONADOS Y LOCALIZADOS E INTERCONECTADOS ENVÍAN SEÑALES A UNO O MÁS TABLEROS RECEPTORES, EN LOS QUE DICHA SEÑAL SE INTERPRETA Y ACTIVA SEÑALES AUDIBLES Y VISUALES PARA INFORMAR DEL HECHO AL PERSONAL A CARGO, Y TAMBIÉN - COMO SE DIJO; PARA ACTIVAR LOS SISTEMAS RESTRICTORES. ESTOS SISTEMAS TAMBIÉN PUEDEN ACTUAR SOBRE CENTRALES EXTERNAS AL EDIFICIO.

LOS DISPOSITIVOS SE ENLAZAN A TRAVÉS DE CONDUCTORES CONVENCIONALES O ESPECIALES, DEBIDAMENTE PROTEGIDOS POR CANALIZACIONES QUE SIEMPRE SON INDEPENDIENTES DE OTROS SISTEMAS, Y LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DEBE OTORGARLE GRAN CONFIABILIDAD, TANTA QUE INCLUSIVE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN SON ESPECIALMENTE SELECCIONADAS Y A VECES DUPLICADAS Y CON SISTEMAS DE APOYO EN EMERGENCIA.

LOS DISPOSITIVOS DETECTORES MÁS USUALES SON:

CONTRA ROBO:

- ELECTROMÉCANICOS CON INTERRUPTORES QUE SE INSTALAN EN PUERTAS,

VENTANAS, CERCAS, ETC.

- FOTOELÉCTRICOS QUE OPERAN AL INTERRUMPIRSE EN HAZ LUMINOSO, SIMPLE O COMPLEJO, EN LUZ VISIBLE O INFRARROJA, O BIEN POR ALTERACIÓN DE UN CAMPO LUMINOSO.
- ULTRASÓNICOS, QUE OPERAN BAJO EL PRINCIPIO DE QUE UNA ONDA SÓNICA PERMANENTE, SE ALTERA CUANDO UN OBJETO SE MUEVE DENTRO DE SU CAMPO. (30 KHZ).
- DE MICROONDAS QUE OPERAN BAJO UN PRINCIPIO SIMILAR, CON LA ÚNICA DIFERENCIA DE QUE NO SE APOYA EN LA PRESIÓN CAUSADA POR LA ONDA SÓNICA, SINO EN LA DEFORMACIÓN DE LA MICROONDA (10,000 MHZ) POR EFECTO DOPPLER.
- DE PROXIMIDAD QUE DETECTAN A UNA PERSONA U OBJETO POR LA VARIACIÓN DEL CAMPO CAPACITIVO.
- Y LAS ALARMAS MANUALES.

CONTRA INCENDIO:

- MANUALES: POR OPERADOR
- TÉRMICOS, QUE PERCIBEN LOS PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN.

S I M B O L O G I A

 TUBERÍA DE 19 MM DE DIÁMETRO

 TUBERÍA DE 13 MM DE DIÁMETRO

 TUBERÍA DE 25 MM DE DIÁMETRO

 TUBERÍA DE 38 MM DE DIÁMETRO

 TUBERÍA HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO. LA TUBERÍA SE DEBERÁ INDICAR SI ES POR PISO, LOSA O MURO Y DE QUE MATERIAL.

 DUCTO DE P.V.C. AHOGADO EN CONCRETO.

 REGISTRO DE TABIQUE DE (X) DIMENSIONES CON POZO DE ABSORCIÓN AL FONDO.

 POZO DE VISITA DE CONCRETO ARMADO DE (X) DIMENSIONES.

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 28x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x28x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.20 USG DE 56x56x13 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM.

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 70x56x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (100 PARES).

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG 100x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM (400 PARES).

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.16 USG 150x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA 1.5 CM (600 PARES).

 REGISTRO DE LÁMINA GALVANIZADA No.18 USG DE 80x70x22 CM. CON FONDO DE MADERA DE 1.5 CM. (300 PARES)

 SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO EN MURO PISO

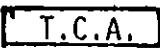
 SALIDA PARA TELÉFONO EXTENSIÓN DE CONMUTADOR EN PISO O MURO.

 SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL PILOTO EN PISO O MURO.

 SALIDA PARA TELÉFONO DIRECTO SECRETARIAL SUPEDITADO, EN PISO O MURO.

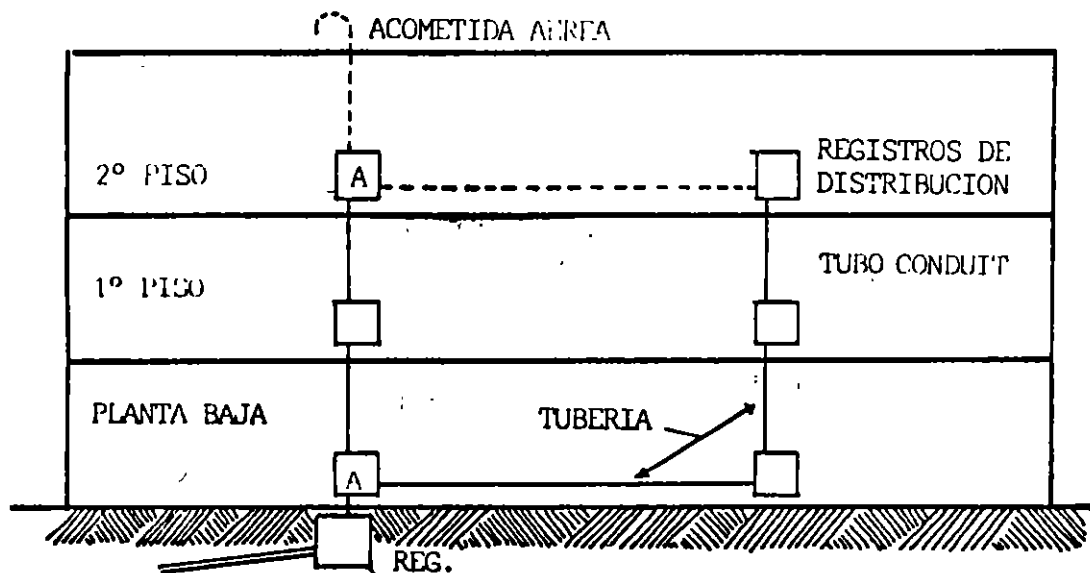
 SALIDA PARA TELÉFONO DE EXTENSIÓN EN PISO O MURO.

 SALIDA PARA TELÉFONO PÚBLICO EN MURO.

 CONMUTADOR AUTOMÁTICO TELEFÓNICO TIPO (X) Y (Y) EXTENSIONES.

 RECTIFICADOR DE CORRIENTE.

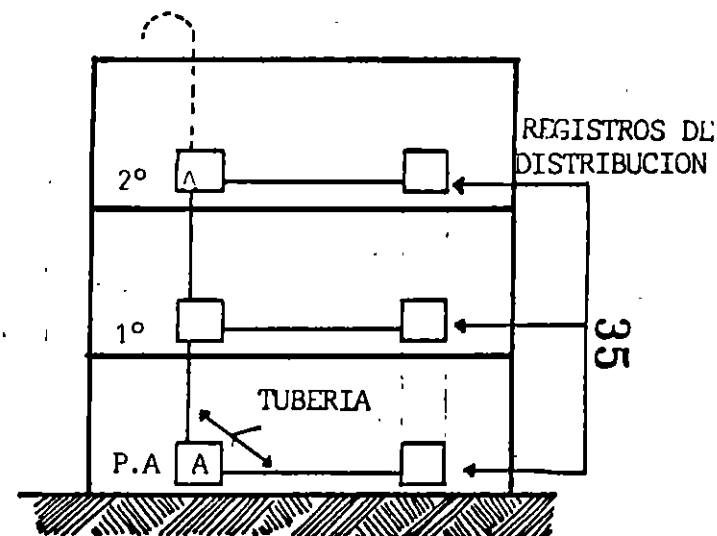
 BANCO DE BATERIAS.



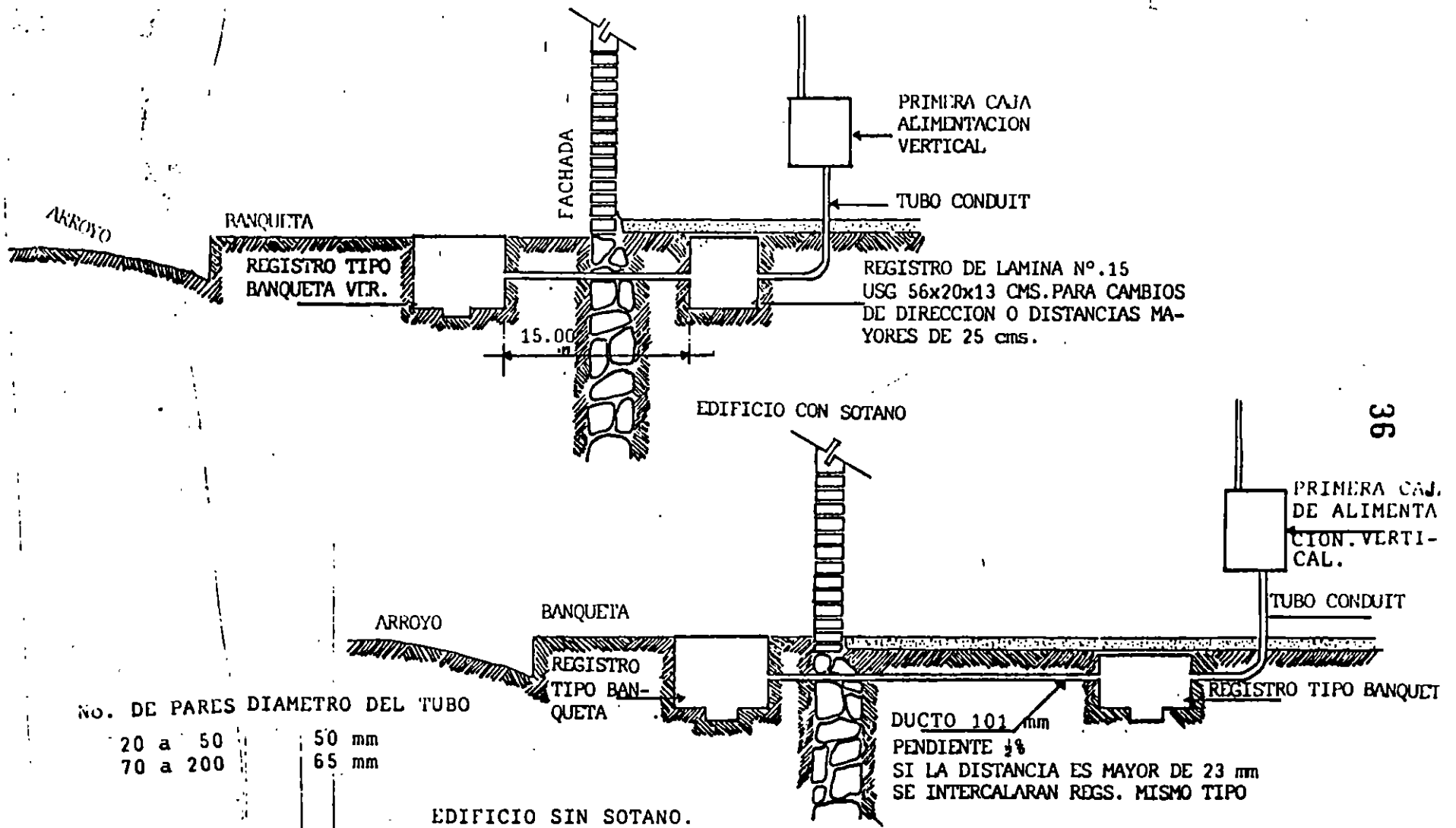
DUCTO PARA ENLACE
DE ACOMETIDA SUB-
TERRANEA.



CANALIZACIONES VERTICALES		
No. DE PARES	DIAMETRO DE TUBER	
10 - 30	25 mm	
40 - 50	32 "	
70 - 80	30 "	
100 - 150	50 "	
200 - 300	70 "	

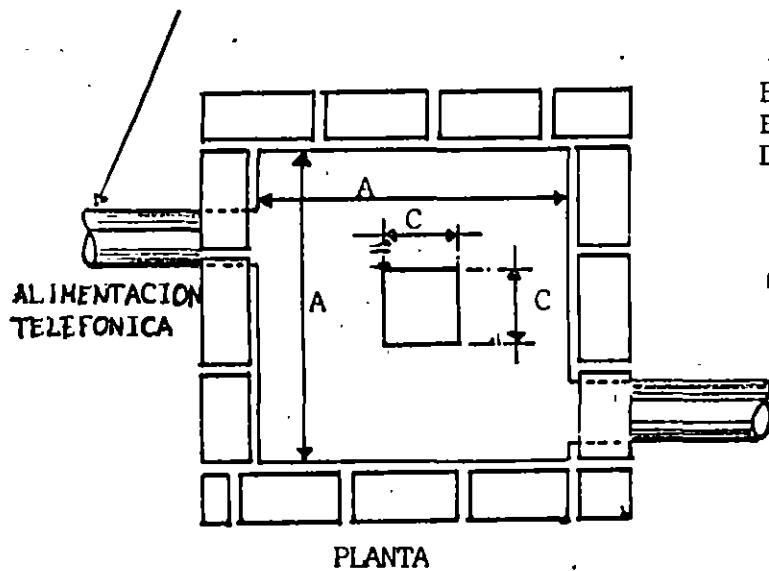


TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS - DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION



DETALLE DE ACOINETIDA TELEFONICA

NOTA. SE CONSTRUIRA UNA DISTANCIA DE 30 CM DEL PARAMETRO EXTERIOR DE LA CONSTRUCCION.



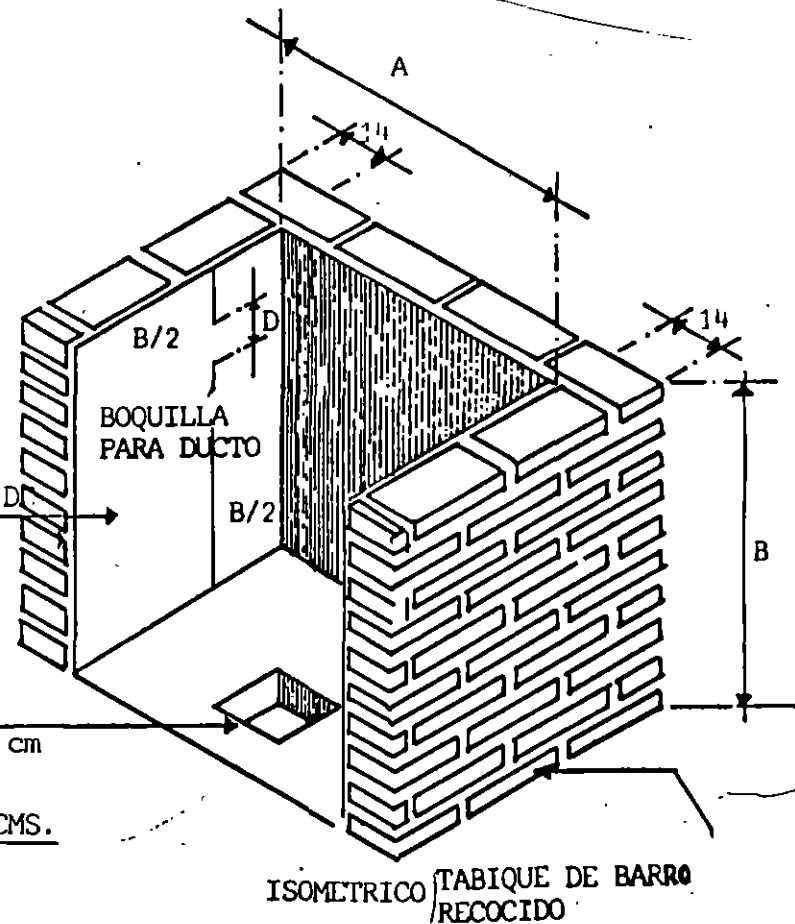
EL REGISTRO GRANDE ES PARA ACOMETIDA DE 200 PARES

APLANADO DE CEMENTO

DUCTO PARA CABLE ACOMETIDA AL EDIFICIO

CARCAMO 10x10x15 cm

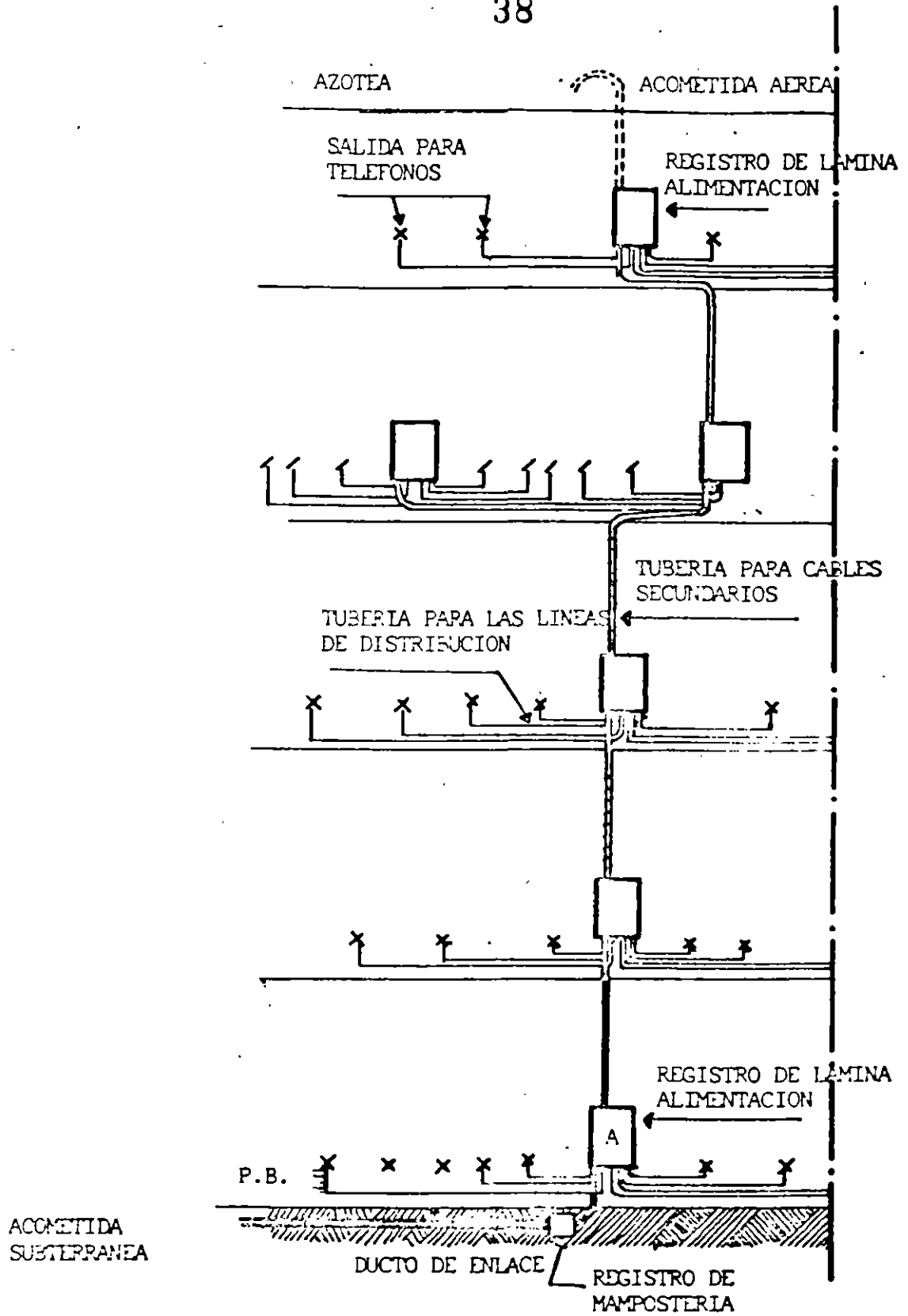
ACOT. EN CMS.



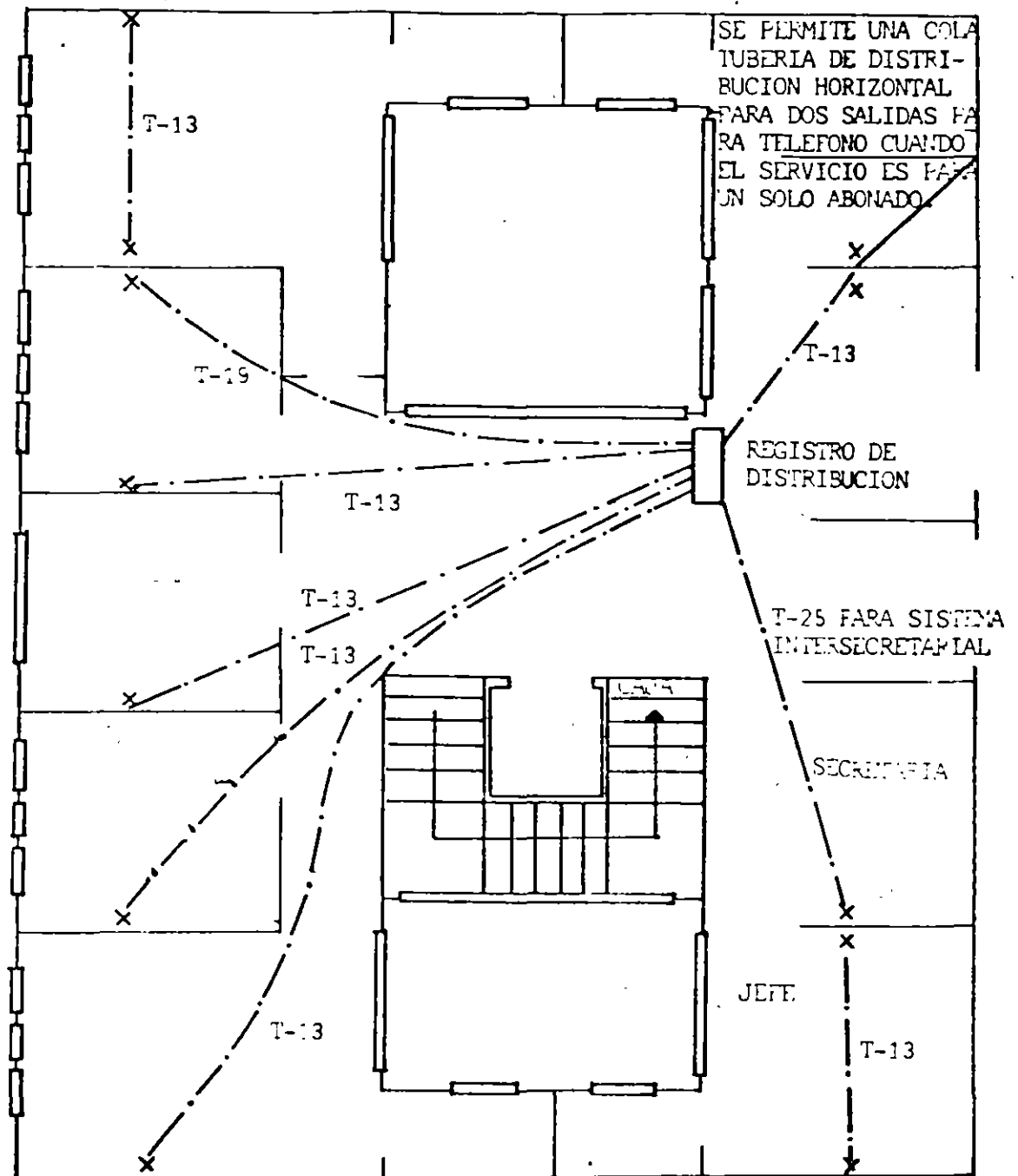
REGISTRO	A	B*	C	D	SIMBOLO
CHICO	600	600	200	130	1
GRANDE	800	800	200	150	2

* LA PROFUNDIDAD "B" PUEDE SER MAYOR DEPENDIENDO DE LA PENDIENTE DEL DUCTO DE ALIMENTACION.

DETALLE DE REGISTRO DE MAMPOSTERIA (DE BANQUETA)



TUBERIA Y REGISTROS PARA CABLES SECUNDARIOS

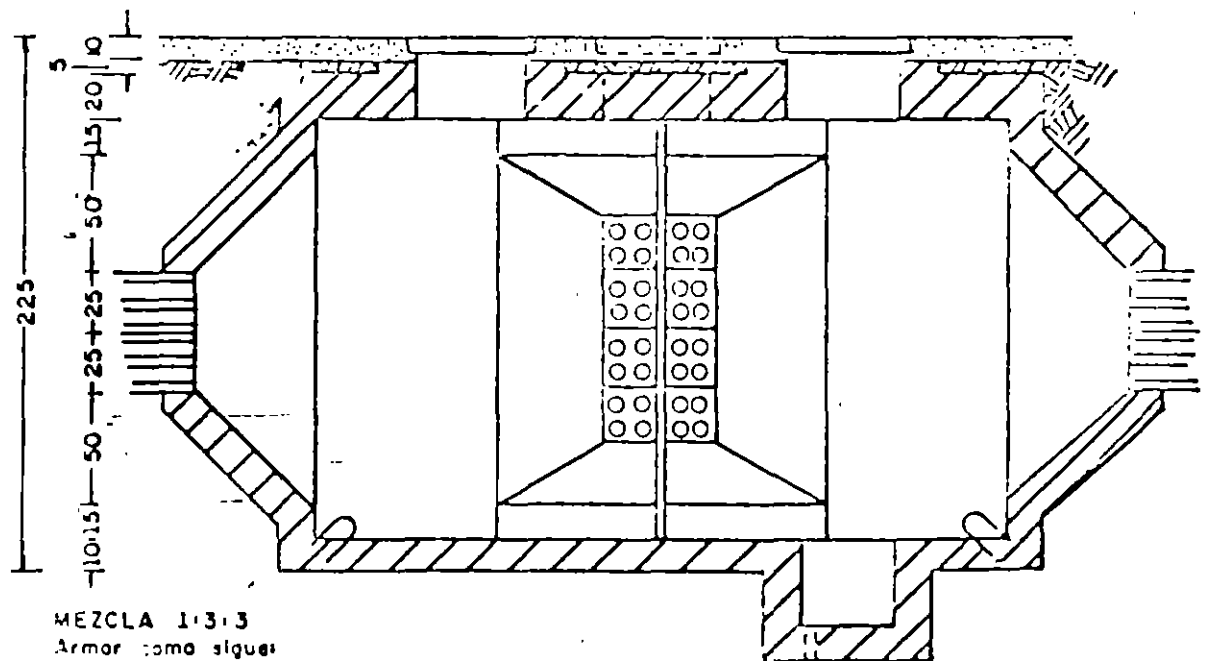
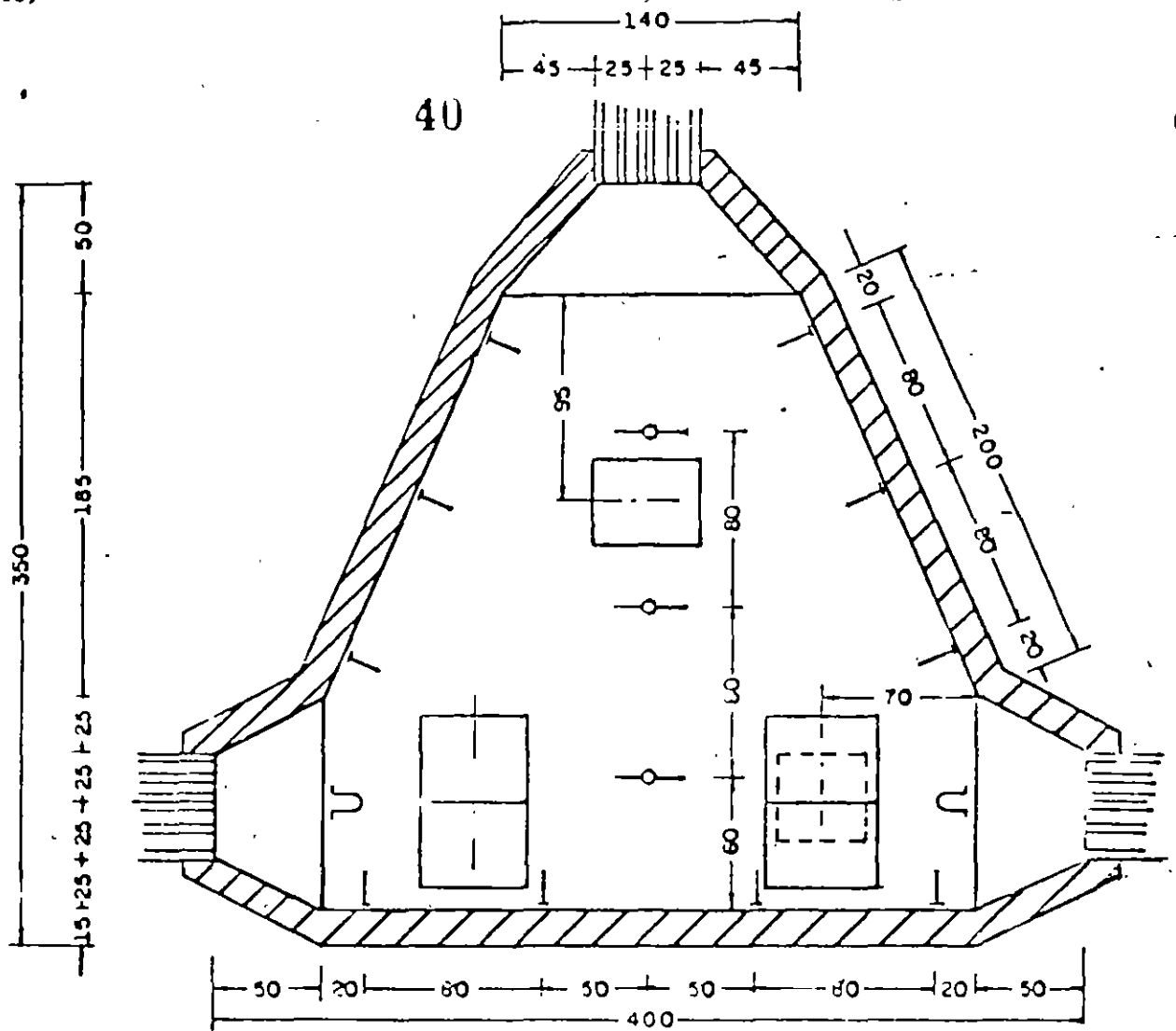


CANALIZACIONES HORIZONTALES

n² DE LINEAS DIAMETRO DE TUBO

1 - 2	13 mm
3 - 6	19 mm
7 - 8	25 mm
9 - 10	32 mm

TUBERIA PARA LINEAS DE DISTRIBUCION HORIZONTAL EN UNA SOLA PLANTA



MEZCLA 1:3:3

Armor 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.

Anotaciones en centímetros.

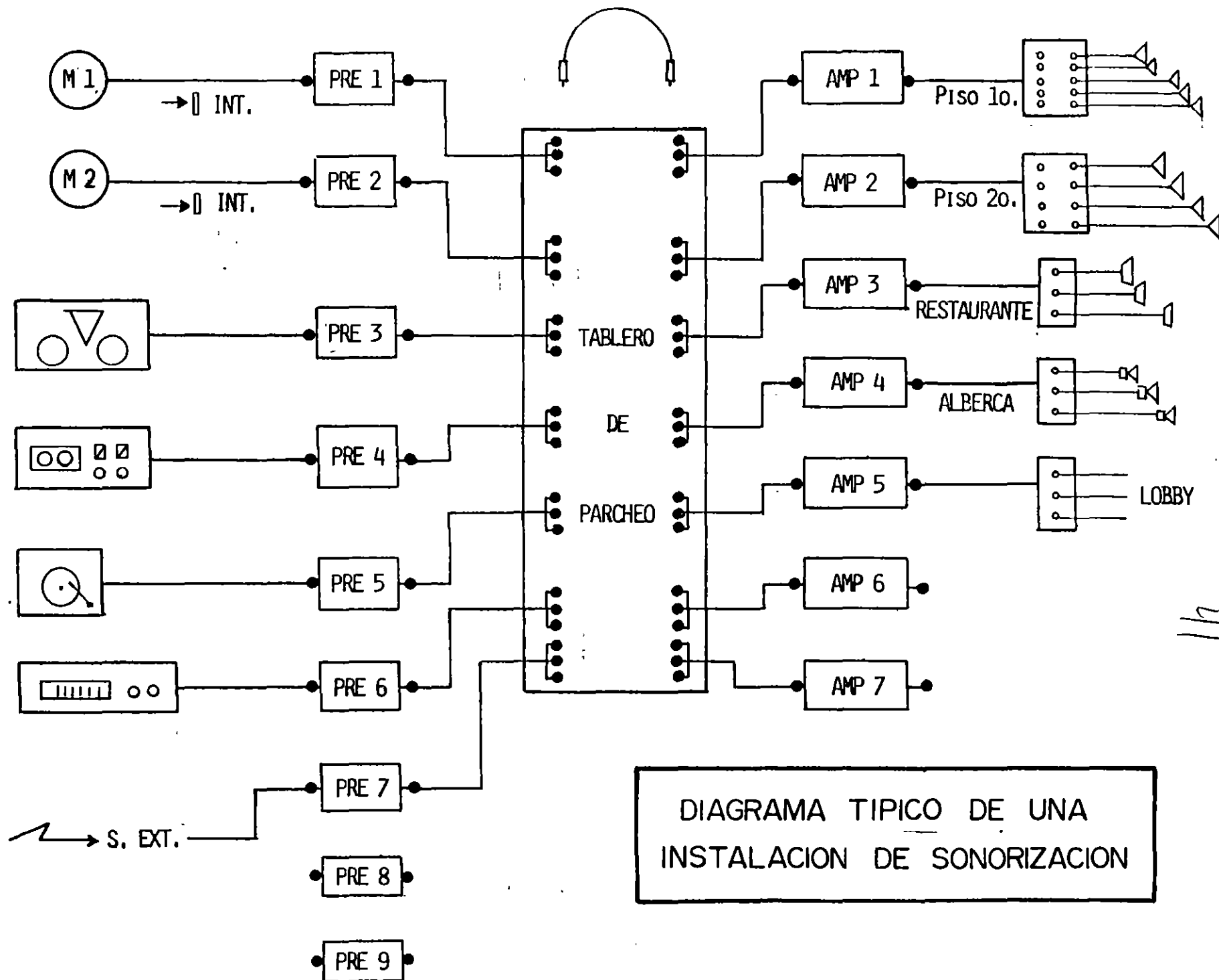
SÍMBOLOS

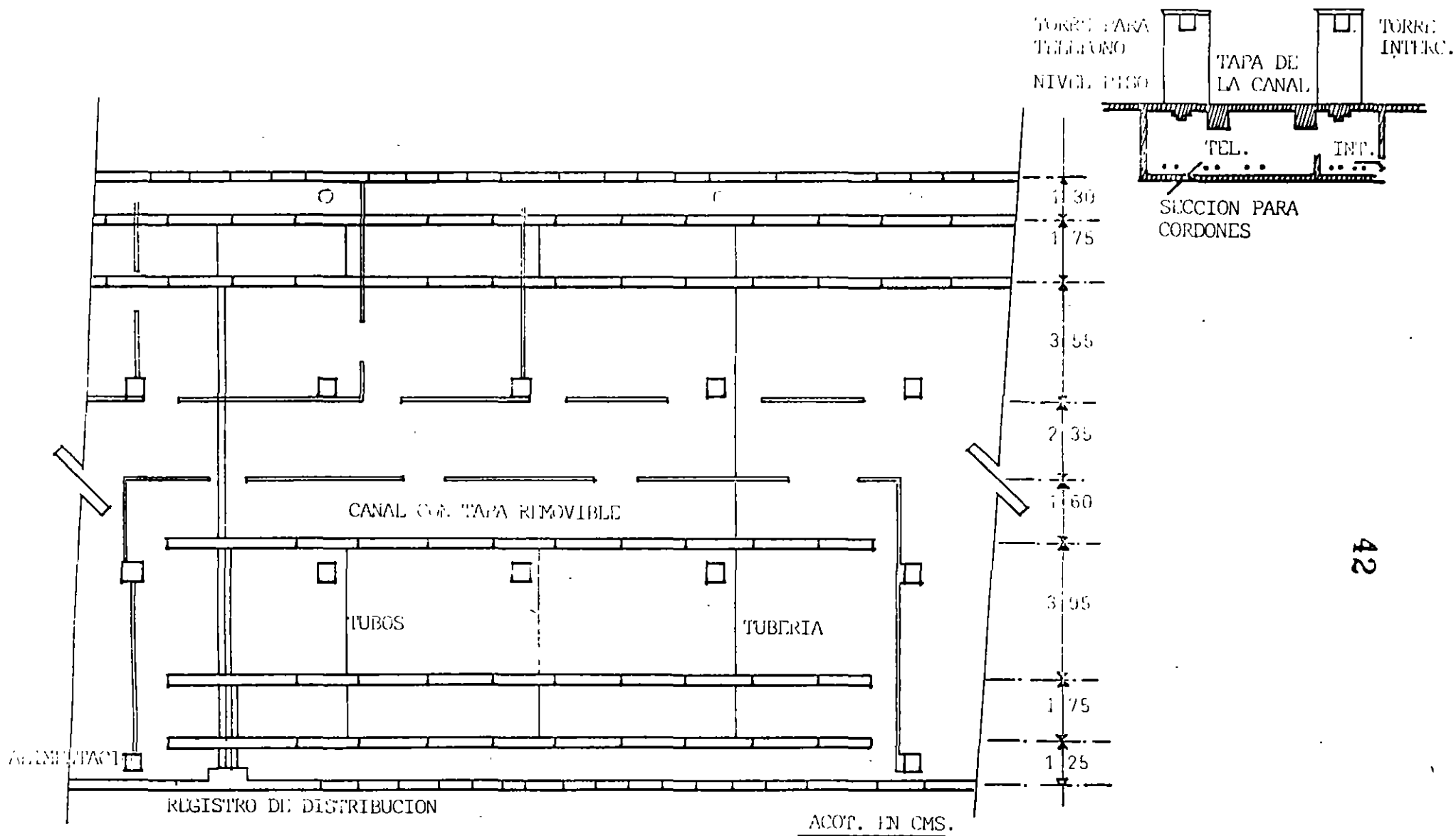
Estación

Boatilar

Fuente y aperturas

FIG. 14





SISTEMAS DE CANALES PARA DISTRIBUCION HORIZONTAL



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

C U R S O S A B I E R T O S

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES
ELECTRICAS INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

**MOD. II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA
EDIFICIOS**

**TEMA: MEDIO DE SOPORTE Y PROTECCION
DE LOS CONDUCTORES.**

A N E X O .

**EXPOSITOR:
ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON**

OCTUBRE DE 1995.

R

descripción y aplicación

electroducto es un sistema modular que permite el empleo de conductores rígidos y dispositivos para acomodo, con el objeto de distribuir energía eléctrica en naves industriales o construcciones comerciales.

Al comparar el electroducto con conductores convencionales en conduit, el electroducto resulta de instalación barata y rápida, con posibilidad de cambios en forma sencilla, más seguro en la operación y con mantenimiento simple.

Los sistemas para distribución de energía que utilizan electroducto, se forman con electroducto alimentador, electroducto de insertar, accesorios o dispositivos para acomodo al lugar de instalación (codos, tees, cruces, etc) y unidades para toma de energía.

El electroducto alimentador transporta grandes volúmenes de energía eléctrica en forma muy eficiente pero tiene acceso limitado al interior o al exterior para conexión eléctrica.

El electroducto de insertar, en cambio, permite conectar derivaciones con gran facilidad; con preparaciones para unidades desmontables a intervalos de 61cm., estos electroductos operan como tableros continuos sin ocupar espacio en el piso.

Los accesorios para acomodo permiten el ajuste a los arreglos arquitectónicos y hacen posible el que se disponga de tomas de energía en cualquier lugar que se requiera en las zonas de consumo. El sistema modular permite la rápida ejecución de cambios en las trayectorias de los electroductos, facilitándose la expansión de sistemas y la adaptación de éstos a los arreglos que por necesidades de empleo, requieren de cambios periódicos o bien, congruencia de funcionalidad con construcciones de tipo modular.

procedimiento para ordenar

Los métodos modernos de fabricación que se emplea para el electroducto, permiten producir sin dificultad las trayectorias más rígidas y de dimensiones exactas que requiere el usuario.

Sin embargo, con la orden el instalador o el proyectista, deberá de suministrar datos precisos para el arreglo de trayectoria, como son dimensiones y acomodo en el local de operación, que señale los lugares en que hay interferencia con elementos arquitectónicos de la construcción, así como la localización de los equipos eléctricos que se ligan al electroducto.

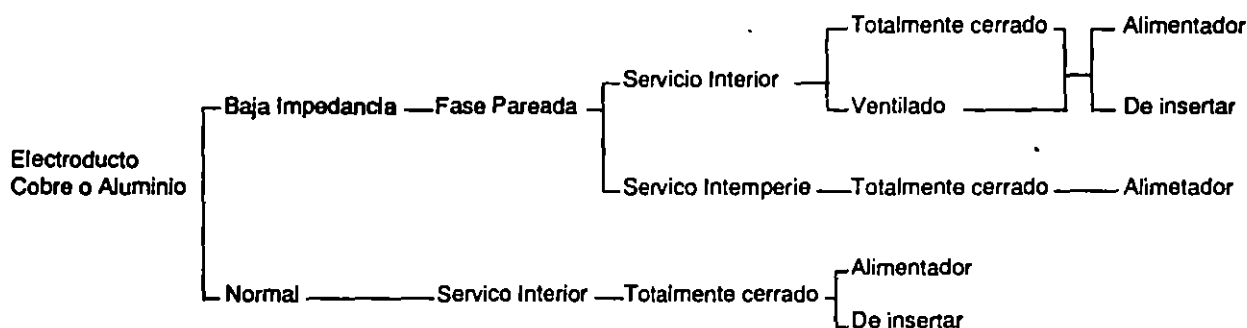
Previo a la fabricación, se proporciona para aprobación, dibujos que muestran en detalle las características y dimensiones de las trayectorias.

electroductos disponibles

Hay dos tipos de electroducto, el Normal y el de Baja Impedancia, ambos pueden aplicarse como alimentadores y también como de insertar.

El Normal solo se instala en interiores, el de Baja Impedancia puede suministrarse para servicio interior o para operar a la intemperie. Ambos se fabrican normalmente con barras conductoras de aluminio y optativamente con barras de cobre.

En el cuadro siguiente se ilustra qué posibilidades de selección ofrece Federal Pacific



glosario de terminos***barra conductora**

Solera de aluminio o cobre plano, que se emplea como conductor eléctrico.

caída de tensión

La diferencia de tensión en Volts que se presenta entre los extremos inicial y final de un electroducto, cuando circula la corriente.

Esta diferencia depende de la construcción y dimensiones del ducto.

electroducto

Conjunto de barras conductoras y aisladores que soportan y protege una envolvente de lámina de acero.

electroducto alimentador

El que se emplea para transportar energía entre la fuente de suministro y los centros de distribución, sin derivaciones o salidas.

electroducto de insertar

El que se utiliza principalmente para distribución de energía desde los centros de distribución y hasta las cargas.

Disponen de preparaciones para que se inserten, ya sea que se enchufen o se atornillen, los dispositivos para derivación.

fase pareada

Acomodo que se da dentro del ducto, a las barras conductoras, dando una separación mínima por pares, (excepto en empalmes) a barras que pertenecen a diferente fase para reducir el valor de la reactancia y de la impedancia en consecuencia.

Impedancia

El efecto neto que forman combinadas la resistencia y la reactancia dentro del electroducto, se opone al paso de la corriente, es causa de caída de tensión y elevación de temperatura.

totalmente cerrado

El electroducto que no tiene orificios para ventilación.

No se consideran los conceptos de protección contra el polvo o la lluvia.

trayectoria.

Conjunto de tramos rectos y de dispositivos de acomodo, integrados para unir mecánica y eléctricamente equipos que van interconectados en una instalación.

ventilado

Electroducto con orificios en la envolvente o con envolvente de lámina perforada, que permite la ventilación natural de las barras conductoras.

* Términos convencionales no normalizados.

criterio para cotizar

Para determinar el precio de trayectorias de electroducto se sigue una sencilla rutina que incluye datos de proyecto o bien que resultan de un levantamiento en el campo.

1. longitudes

de la trayectoria. Se toma la longitud del eje central o geométrico de la sección, ignorando el largo de barras y envolvente.

Para los cambios de dirección o de nivel, resulta útil hacer el isométrico con las dimensiones de todos los tramos rectos que forman la trayectoria, empleando solamente una línea que represente al eje geométrico.

2. tamaño

de electroducto en Amperes. Debe definirse para la trayectoria completa totalizando la longitud por cada tamaño corriente considerado.

3. cantidad y tipo de accesorios

Se hace un conteo por tipo y tamaño (en Amperes).

4. se hace un resumen

y se aplican los cargos siguientes:

- precio por metro por la longitud total de cada tamaño.
- precio por cada accesorio de acomodo el cual, se refiere solo a la mano de obra, ya que el material queda incluido en el cargo por longitud (del eje).

piezas sueltas de electroducto

Se surten también piezas sueltas completas de fabricación regular, para que el usuario las utilice a su propio criterio.

responsabilidad sobre dimensiones y ruta

El instalador debe responsabilizarse respecto a que la trayectoria de electroducto se ajuste al lugar en que va a operar, sin que interfiera con elementos de la construcción y adaptándose con precisión en los puntos de conexión con otros equipos. *Federal Pacific* requiere de dibujos aprobados por las personas responsables que designe el cliente, antes de proceder a la fabricación. Disponemos de personal especializado que puede acudir al campo a recoger información, en base a una tarifa razonable.

electroducto normal

El electroducto Normal es el más económico de los dos tipos que fábrica Federal Pacific.

Se adapta perfectamente a la alimentación de cargas pequeñas en distancias cortas dentro de naves industriales o edificios comerciales.

Se fabrica en tramos rectos de 3.05m. (10") de longitud.

Los soportes de las barras están diseñados para doble función, ya que además de soportar las barras permiten la conexión de éstas con el exterior mediante unidades enchufables

que sirven para derivación.

De esta forma es factible disponer de 10 salidas por tramo de 3.05m.

(5 por lado), lo que da múltiples posibilidades para la distribución de energía en las zonas que cubre cada trayectoria de electroducto.

A diferencia del electroducto de baja impedancia, el electroducto Normal tiene barras desnudas y emplea una barra por base.

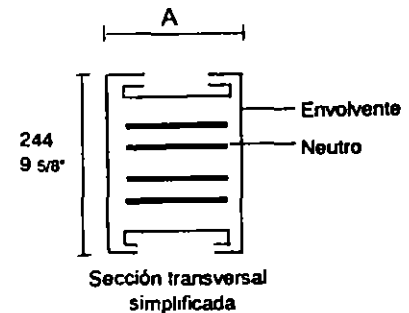
El aislamiento se logra por medio del adecuado espaciamiento de las partes vivas, las que a la vez quedan protegidas dentro de la envoltura metálica.

características constructivas

El electroducto Normal es totalmente cerrado, su envoltura metálica tiene gran resistencia estructural ya que está hecha con perfiles acanalados formados con lámina de acero.

Las preparaciones para salidas van cubiertas con tapas desmontables que solo se retiran para permitir la colocación de las unidades de inserción o de enchufar.

Las barras de aluminio o de cobre, son de sección rectangular con aristas redondeadas, tienen recubrimiento galvánico de estaño para evitar la corrosión y suministrar conductividad máxima en los empalmes y en las superficies de contacto con las terminales de unidades de enchufar. Mediante bayonetas o desviaciones en los extremos, las barras permiten el acoplamiento de tramos adyacentes sin problemas de alineación.



dimensiones de electroducto normal

Capacidad en Amperes		225	400	600	800	1000	1250
Sección de las Barras de fase en pulgadas	Aluminio	1/4x1"	1/4x2"	1/4x3"	1/4x4"	1/4x6"	---
	Cobre	3/16x1"	3/16x2"	1/4x2"	1/4x3"	1/4x4"	1/4x5"
Ancho exterior "A" para 3 ó 4 hilos, pulgadas	Aluminio	3 3/8"	4 3/8"	5 3/8"	6 3/8"	8 3/8"	---
	Cobre	3 3/8"	4 3/8"	4 3/8"	5 3/8"	6 3/8"	7 3/8"

R

características eléctricas

El electroducto Normal está disponible para capacidades de corriente de 225 a 1250 A, para servicio en sistema trifásico a 3 hilos 600V máximo, o para tres fases 4 hilos 277/480V máximo. Cuando conduce la corriente nominal su elevación de temperatura no excede de 55°C.

El electroducto de cuatro conductores, tiene iguales dimensiones exteriores que el de tres conductores, difieren en construcción solamente en que el cuarto conductor va instalado entre las barras superior y central. A este conductor se le emplea como neutro.

El conductor neutro también va aislado dentro de la envolvente y es accesible a través de un orificio circular adyacente al soporte- aislador de las

accesorios

A este grupo de dispositivos corresponden los codos, tees, cruces, zapatas, zetas, cajas para derivación con cable, reductores, bridas, barreras, juntas de expansión, juntas de transposición, soportes para montaje y cajas o tramos especiales para conectar por medio de barras a equipos como transformadores, tableros, motores, etc.

Todos estos accesorios se preparan en fábrica, con características prediseñadas.

Su empleo es necesario para definir con precisión la forma y dimensiones de las trayectorias, tanto en su posición original como en la que implica cambios por necesidades del usuario.

unidades de enchufar para toma de energía

A fin de alimentar cargas desde las barras del electroducto, se insertan en éste unidades que contienen un interruptor con las características requeridas.

La inserción de unidades se efectúa por enchufe, mediante el empleo de contactos de presión que se deslizan sobre las barras del ducto.

Esta característica facilita instalar o retirar las unidades sin necesidad de desconectar la energía.

Las unidades de enchufar tienen manija exterior sobre la tapa embisagrada, que permite la operación del interruptor mediante pértiga o cadena desde el piso.

unidades de enchufar con Interruptor termomagnético

Marco del Interruptor	Volts	Calibración en Amperes	3 fases 3 hilos Int. 3 polos No. Catálogo	3 fases 4 hilos Int. de 3 polos con neutro aislado No. Catálogo
NEF	480	15		
		20		
		30		
		40		
		50		
		70		
		100		
NFJ	480	70		
		100		
		125		
		150		
		175		
		200		
NJL	600	225		
		150		
		175		
		200		
		225		
		300		
		350		
		400		

CONSULTAR
PLANTA

unidades de enchufar con interruptor de fusibles

Calibración Max. Amperes	30	60	100	200
3 Fases, 3 Hilos				
Int. 3 Polos	240V No. Cat. ASP1332	ASP1632	ASP1132	ASP1232
	600V No. Cat. ASP1336	ASP1636	ASP1136	ASP1236
3 Fases, 4 Hilos, Int 3 Polos	127/220V No. Cat. ASP1332SN	ASP1632SN	ASP1132SN	ASP1232SN
con neutro aislado	347/600V No. Cat. ASP1336SN	ASP1636SN	ASP1136SN	ASP1236SN

No se incluyen los fusibles

electroducto de baja impedancia

características constructivas

R

Electroducto de baja impedancia

El electroducto de baja impedancia es del tipo denominado de fase pareada.

Este producto es el que encuentra mayor campo de aplicación para sistemas de distribución ya que opera con gran eficiencia, es adecuado para montaje horizontal o vertical y puede instalarse en interiores o a la intemperie.

También puede montarse de canto o por su parte plana.

Existen varios tipos de electroducto de fase pareada, lo que hace factible seleccionar el más adecuado a cada aplicación.

En base a su alta capacidad de conducción de corriente, como alimentador puede emplearse en trayectorias largas y si opera en interiores, el electroducto resulta económico y ligero cuando es del tipo ventilado.

Si no se emplea como alimentador, puede ordenarse con aperturas para inserción de unidades derivadoras. En servicio a la intemperie no admite aperturas y solo se usa como alimentador, se fabrica totalmente cerrado cuando se le da esta aplicación. Se fabrica en tramos rectos de 3.05m (10') de longitud y hay disponibles accesorios de acomodo (codos, tees, cruces, etc) requeridos para cualquier configuración de una trayectoria.

características constructivas

En el electroducto de fase pareada se emplean dos o cuatro barras por fase, soportadas en aisladores moldeados que los sujetan firmemente en cualquier dirección.

El bloque que forman las barras y aisladores se monta en una cubierta o envoltente de lámina de acero, la cual se ensambla con 4 piezas dobladas en forma acanalada para dar resistencia estructural al conjunto.

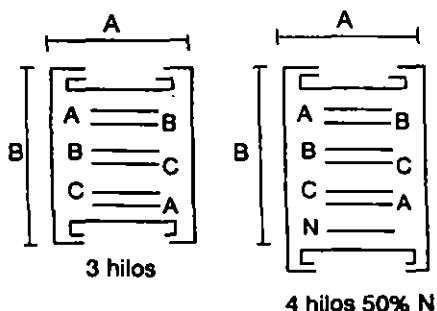
Las barras conductoras se forran para aislamiento en toda su longitud, excepto en empalmes, esta característica permite un espaciamiento mínimo entre barras paralelas de diferente fase para reducir el efecto del campo magnético que da origen a la impedancia.

Para la instalación de unidades derivadoras en electroductos de fase pareada se utilizan los empalmes entre tramos, los que ya están preparados para este uso.

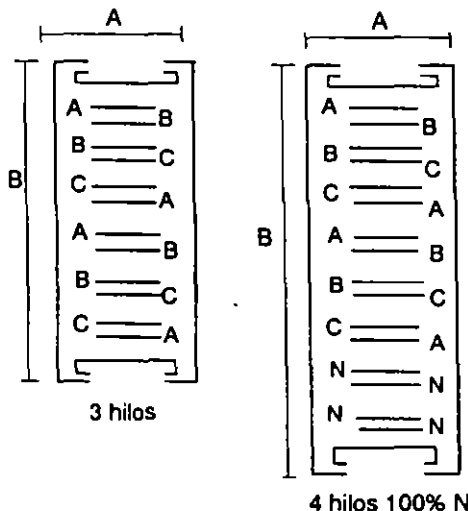
La instalación de unidades donde no hay empalmes deberá preverse al ordenar la fabricación del electroducto, o bien sustituyendo tramos regulares por otros preparados para recibir unidades de inserción, las que en este caso son del tipo de atornillar.

secciones transversales típicas servicio Interior

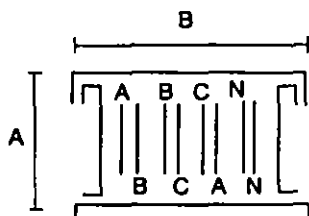
2 Barras por fase



4 Barras por fase



sección transversal para servicio intemperie



tablas de selección
electroducto de fase pareada-barras de aluminio

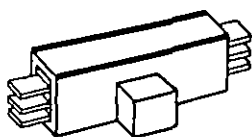
Corriente (A) Ventilado	Totalmente cerrado	Dimensiones en pulgadas Barras	Envoltorio B x A (1)	Peso kg/m
3 Fases, 4 hilos 50% Neutro				
400	400	2-1/4 x 1	14 1/8 x 3 3/8	16.4
600	600	2-1/4 x 1 1/2	14 1/8 x 3 7/8	19.3
800	800	2-1/4 x 2	14 1/8 x 4 3/8	22.3
1000	---	2-1/4 x 2 1/2	14 1/8 x 4 7/8	23.8
1350	1000	2-1/4 x 3	14 1/8 x 5 3/8	25.3
1600	1100	2-1/4 x 4	14 1/8 x 6 3/8	29.8
---	1350	2-1/4 x 5	14 1/8 x 7 3/8	35.7
2000	1700	2-1/4 x 6	14 1/8 x 8 3/8	43.2
2500	1700	4-1/4 x 3	22 3/8 x 5 3/8	47.6
3000	2000	4-1/4 x 4	22 3/8 x 6 3/8	53.6
---	2300	4-1/4 x 5	22 3/8 x 7 3/8	62.5
4000	2800	4-1/4 x 6	22 3/8 x 8 3/8	68.4
3 Fases, 3 hilos				
400	400	2-1/4 x 1	11 3/8 x 3 3/8	14.9
600	600	2-1/4 x 1 1/2	11 3/8 x 3 7/8	17.9
800	800	2-1/4 x 2	11 3/8 x 4 3/8	20.8
1000	---	2-1/4 x 2 1/2	11 3/8 x 4 7/8	22.3
1350	1000	2-1/4 x 3	11 3/8 x 5 3/8	23.8
1600	1100	2-1/4 x 4	11 3/8 x 6 3/8	26.8
---	1350	2-1/4 x 5	11 3/8 x 7 3/8	31.2
2000	1700	2-1/4 x 6	11 3/8 x 8 3/8	35.7
2500	1700	4-1/4 x 3	19 5/8 x 5 3/8	44.8
3000	2000	4-1/4 x 4	19 5/8 x 6 3/8	50.6
---	2300	4-1/4 x 5	19 5/8 x 7 3/8	58.0
4000	2800	4-1/4 x 6	19 5/8 x 8 3/8	65.5
3 Fases, 4 hilos 100% Neutro				
400	400	2-1/4 x 1	14 1/8 x 3 3/8	17.9
600	600	2-1/4 x 1	14 1/8 x 3 7/8	20.8
800	800	2-1/4 x 2	14 1/8 x 4 3/8	23.8
1000	---	2-1/4 x 2 1/2	14 1/8 x 4 7/8	25.3
1350	1000	2-1/4 x 3	14 1/8 x 5 3/8	26.8
1600	1100	2-1/4 x 4	14 1/8 x 6 3/8	32.7
---	1350	2-1/4 x 5	14 1/8 x 7 3/8	38.7
2000	1700	2-1/4 x 6	14 1/8 x 8 3/8	46.1
2500	1700	4-1/4 x 3	22 3/8 x 5 3/8	50.6
3000	2000	4-1/4 x 4	22 3/8 x 6 3/8	56.5
---	2300	4-1/4 x 5	22 3/8 x 7 3/8	65.5
4000	2800	4-1/4 x 6	22 3/8 x 8 3/8	71.4

1. Para envoltorio tipo intemperie agregar 3/8" a la dimensión A

electroducto de fase pareada - barras de cobre

Corriente (A) Ventilado	Totalmente cerrado	Dimensiones en pulgadas		Peso kg/m
		Barras	Envolvente B x A (1)	
3 Fases, 4 hilos 50% Neutro				
600	400	2-1/4 x 1	14 1/8 x 3 3/8	23.8
800	600	2-1/4 x 1 1/2	14 1/8 x 3 7/8	29.8
1000	800	2-1/4 x 2	14 1/8 x 4 3/8	35.7
1350	1000	2-1/4 x 2 1/2	14 1/8 x 4 7/8	41.7
1600	1350	2-1/4 x 3	14 1/8 x 5 3/8	46.1
2000	1600	2-1/4 x 4	14 1/8 x 6 3/8	59.5
2500	2000	2-1/4 x 5	14 3/8 x 7 3/8	71.4
3000	2250	2-1/4 x 6	14 3/8 x 8 3/8	86.3
3000	2250	4-1/4 x 3	22 3/8 x 5 3/8	86.3
4000	2640	4-1/4 x 4	22 3/8 x 6 3/8	113.1
5000	3300	4-1/4 x 5	22 3/8 x 7 3/8	136.9
6000	4000	4-1/4 x 6	22 3/8 x 8 3/8	160.7
3 Fases, 3 hilos				
600	400	2-1/4 x 1	11 3/8 x 3 3/8	20.8
800	600	2-1/4 x 1 1/2	11 3/8 x 3 7/8	26.8
1000	800	2-1/4 x 2	11 3/8 x 4 3/8	32.7
1350	1000	2-1/4 x 2 1/2	11 3/8 x 4 7/8	37.2
1600	1350	2-1/4 x 3	11 3/8 x 5 3/8	41.7
2000	1600	2-1/4 x 4	11 3/8 x 6 3/8	52.1
2500	2000	2-1/4 x 5	11 3/8 x 7 3/8	62.5
3000	2250	2-1/4 x 6	11 3/8 x 8 3/8	72.9
3000	2250	4-1/4 x 3	19 5/8 x 5 3/8	80.4
4000	2640	4-1/4 x 4	19 5/8 x 6 3/8	101.2
5000	3300	4-1/4 x 5	19 5/8 x 7 3/8	120.5
6000	4000	4-1/4 x 6	19 5/8 x 8 3/8	141.4
3 Fases, 4 hilos 100% Neutro				
600	400	2-1/4 x 1	14 1/8 x 3 3/8	25.3
800	600	2-1/4 x 1 1/2	14 1/8 x 3 7/8	32.7
1000	800	2-1/4 x 2	14 1/8 x 4 3/8	38.7
1350	1000	2-1/4 x 2 1/2	14 1/8 x 4 7/8	46.1
1600	1350	2-1/4 x 3	14 1/8 x 5 3/8	49.1
2000	1600	2-1/4 x 4	14 1/8 x 6 3/8	65.5
2500	2000	2-1/4 x 5	14 3/8 x 7 3/8	80.4
3000	2250	2-1/4 x 6	14 3/8 x 8 3/8	95.2
3000	2250	4-1/4 x 3	22 3/8 x 5 3/8	93.7
4000	2640	4-1/4 x 4	22 3/8 x 6 3/8	125.0
5000	3300	4-1/4 x 5	22 3/8 x 7 3/8	153.3
6000	4000	4-1/4 x 6	22 3/8 x 8 3/8	181.5

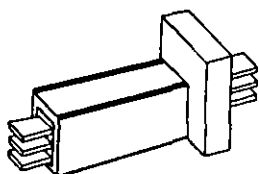
1. Para envolvente tipo Intemperie agregar 3/8" a la dimensión A



caja central para derivación con cable

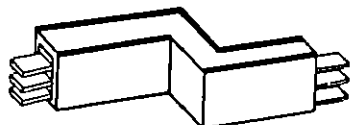
Esta caja central permite el acceso al electroducto por medio de cables. Se instalan en el empalme entre los tramos normales (corridas instaladas) o en aperturas preparadas (pedido inicial). Contienen zapatas para recibir cables con conectores de presión.

Barras por fase	Sistema	Altura (pulg)
2	3 hilos	20"
2	4 hilos	20"
4	3 hilos	24"
4	4 h. 50%N	24"
4	4 h. 100%N	28"



extremos bridados

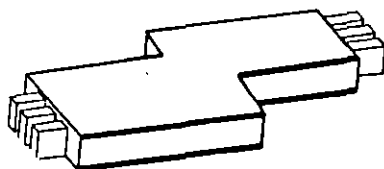
Los extremos con brida se usan en los extremos de ducto que conectan con equipos eléctricos. La extensión normal de las barras es de 5" entre la línea central de la conexión a la brida.



zetas

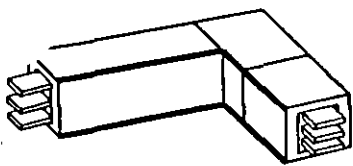
Se emplean para compensar las desviaciones que sufren los tramos rectos para librar obstáculos de la construcción.

Hay dos tipos de zetas disponibles:
■ para corridas con ducto montado de canto en las cuales se utilizan dos tramos rectos y un grupo de barras rectas sin soporte para formar doble codo, así como un lote de cubiertas de lámina que se prepara en la planta.



■ para corridas con electroducto montado en forma plana o de costado, la zeta completa deberá prepararse en la planta.

R

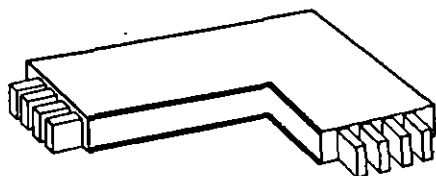


codos

Normalmente son de 90° y según la forma en que se quiera cambiar la dirección del electroducto (por el canto o por el costado) se requiere de dos tipos diferentes de codo:

- El codo de canto se forma sencillamente con dos tramos rectos y un lote de cubiertas que se preparan en planta y se entregan montadas en el extremo de un tramo recto.
- El codo de costado requiere ser ensamblado en planta y sus dimensiones normales se muestran en la tabla siguiente:

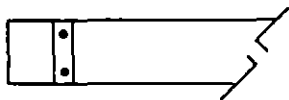
Barras por fase	Sistema	Pulgadas	
		A	B
2	3 hilos	15 3/8	20 3/8
	4 hilos	16 3/4	21 3/4
4	3 hilos	19 1/2	24 1/2
	4hilos 50%N	20 7/8	25 7/8
	4hilos 100%N	22 1/4	27 1/4



tapa final

Se usa para cubrir los extremos descubiertos de las barras al final de una corrida.

Se monta y desmonta fácilmente para acoplar extensiones a futuro.



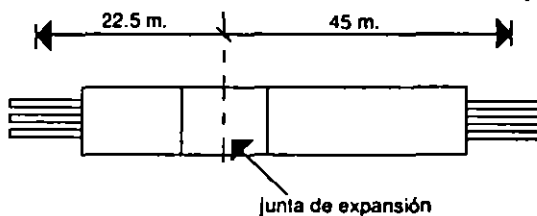
juntas de expansión

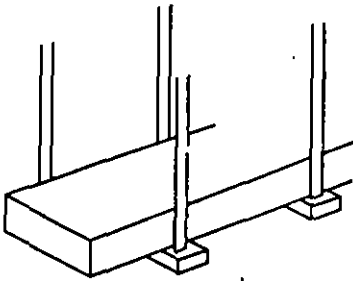
Se recomienda el empleo de juntas de expansión en las corridas rectas de gran longitud, para absorber los movimientos causados por dilatación térmica.

En tramos que requieren 2 o más juntas de expansión es recomendable localizar la primera junta a la mitad del espaciamento tabulado, ejemplo:

espaciamento de juntas de expansión

Corrida	Espaciamento	
	Cobre	Aluminio
Horizontal	45m (150')	30m (100')
Vertical	24m (80')	18m (60')

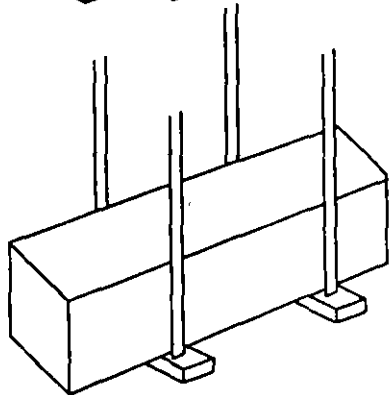




colgadores

El electroducto de fase pareada puede montarse en cualquier posición y para ese objeto se dispone de tres tipos básicos de colgador:

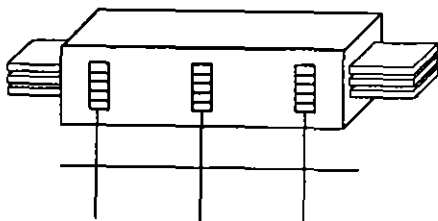
- para electroducto horizontal de canto.
- para electroducto horizontal de costado.
- para electroducto vertical.



El espaciamiento de colgadores no debe exceder de 3.05m (10')

Federal Pacific entrega colgadores del tipo básico como parte del lote de armado.

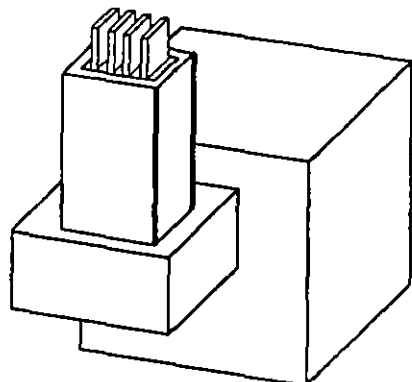
Los herrajes y varillas o piezas estructurales (ménsulas) son responsabilidad del cliente.



tramos rectos con aperturas para unidades derivadoras

Pueden ordenarse tramos rectos para recibir unidades para insertar.

El espaciamiento entre centros de aperturas es de 56cm (22") y la longitud de los tramos puede ser de 1.83m (6'), 2.44m (8') ó 3.05m (10'). Estas dimensiones permiten un máximo de 4 aperturas por lado en tramo 3.05m (10')



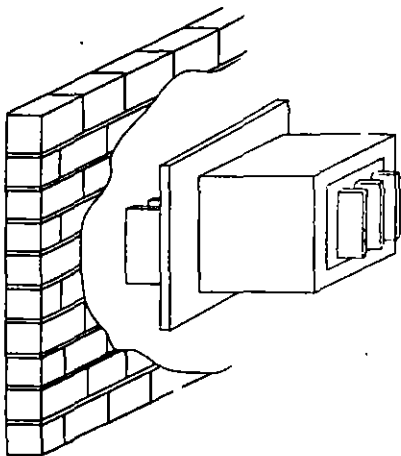
caja para conexión a transformador

Estos accesorios se emplean cuando se requiere que un electroducto se conecte directamente a la garganta de baja tensión de un transformador (normalmente a la intemperie).

FPE suministra conectores flexibles, barras de transposición y todos los herrajes necesarios para barras y cubiertas metálicas.

Es requisito indispensable que el cliente suministre dibujos detallados de la garganta del transformador.

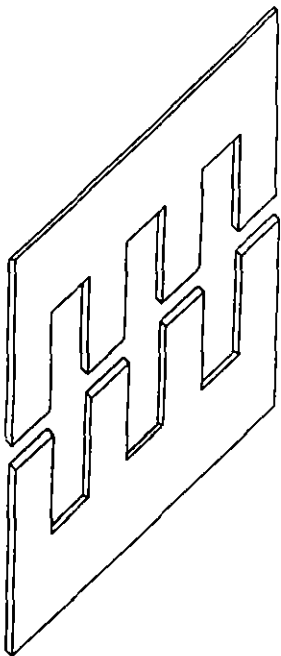
R



bridas para muros y para pisos

Los espacios que quedan entre los orificios de muro o piso y el electroducto que los cruza, deben cubrirse con bridas que se fijan en la envolvente del ducto.

En cruces de muro se emplean dos bridas y en cruces de piso regularmente se utiliza una en el piso (parte superior), algunas veces se ocupa como brida de piso un soporte de resortes (ver colgadores).



barreras interiores

Por reglamentación de instalaciones, deben emplearse barreras interiores cuando un electroducto comunica dos locales con ambientes diferentes como exterior-interior, frío-caliente, etc.

Hay disponibles barreras de vapor y barreras para fuego, las cuales se montan interiormente en los puntos donde el electroducto cruza muros o pisos.



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

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS,
INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

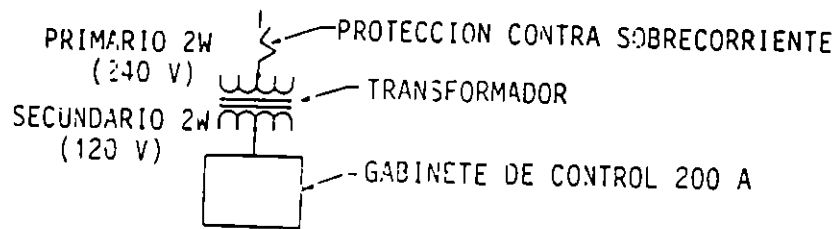
MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

PROTECCIONES

ING. ANTONIO MACIAS HERRERA

Palacio de Minería Calle de Tacuba 5 Primer piso Deleg. Cuauhtémoc 06000 México, D.F. APDO. Postal M-2285
Teléfonos: 512-8955 512-5121 521-7335 521-1987 Fax 510-0573 521-4020 AL 26

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

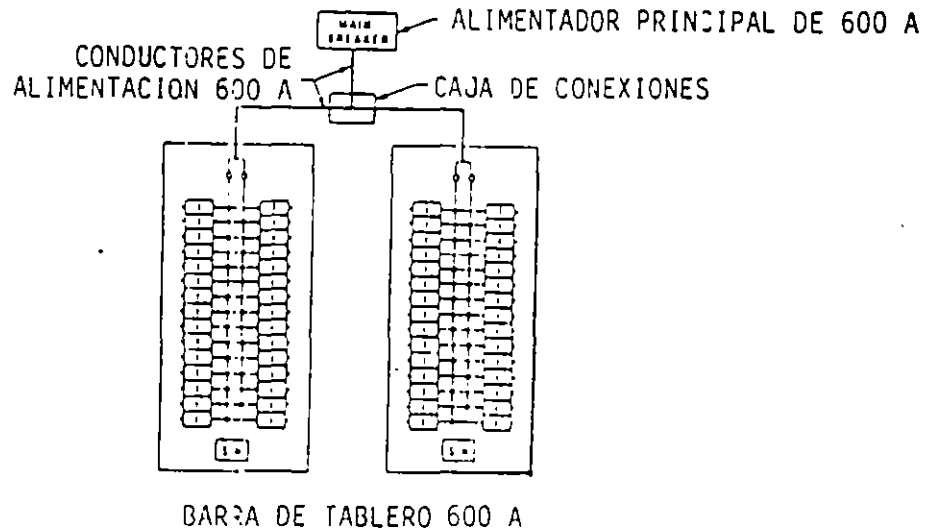


EJEMPLO.

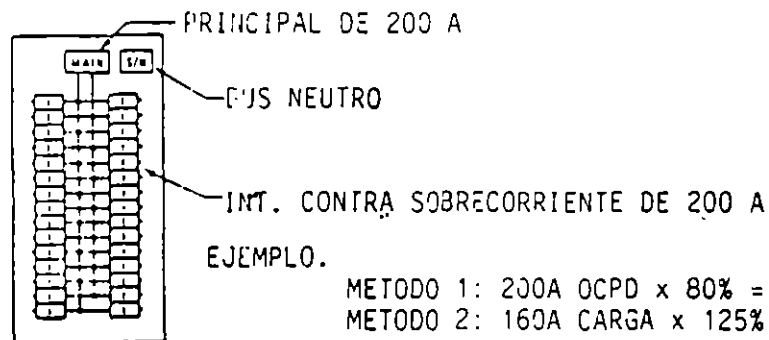
$$200 \text{ A} \times \frac{120 \text{ V}}{240 \text{ V}} = 100 \text{ A.}$$

240-3(i); 394-16(d), Ex.; 450-3(b)(1) SO

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



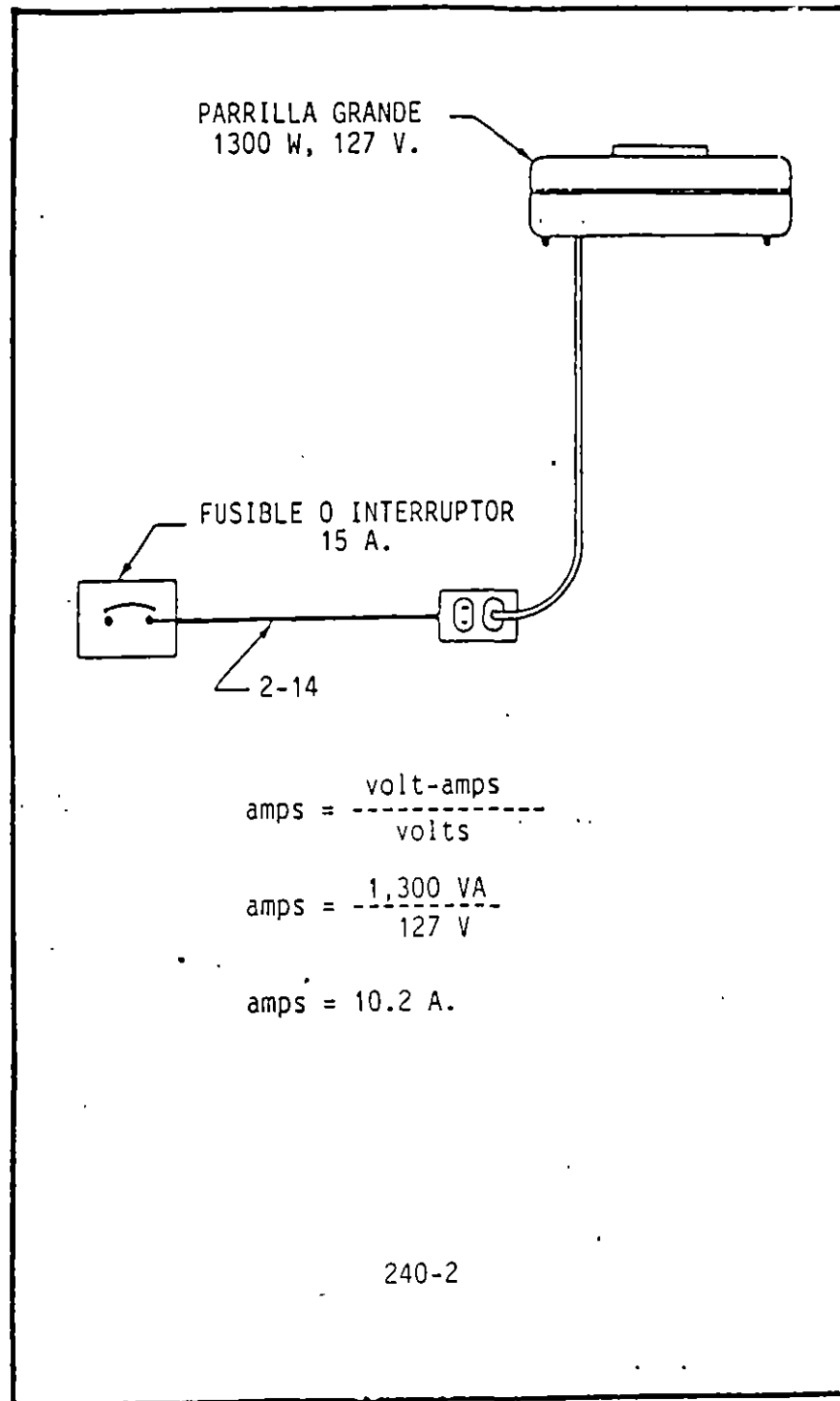
384-16(a), Ex. 1



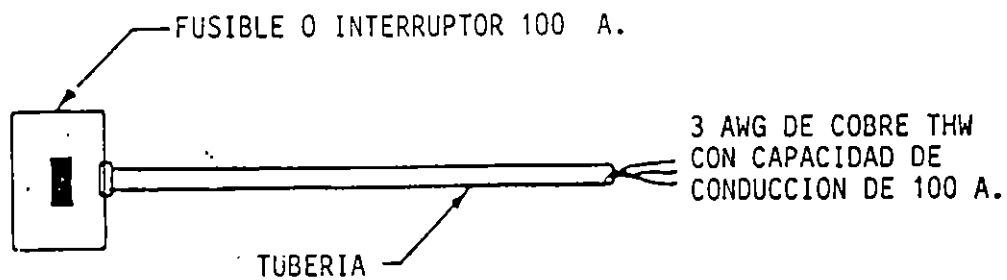
210-22(c); 220-3(a); 220-10(b); 334-16(c)

2

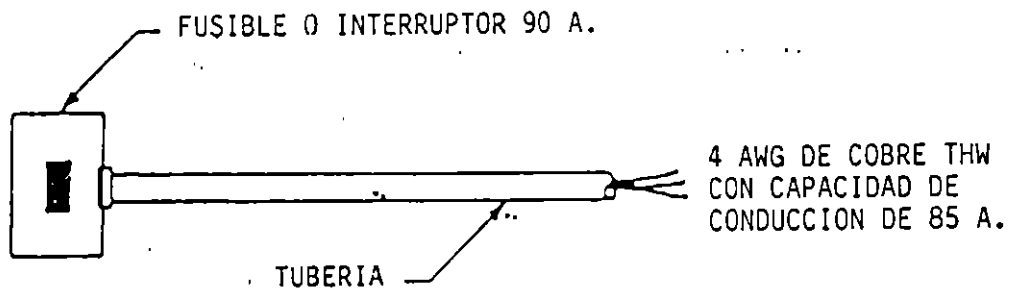
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

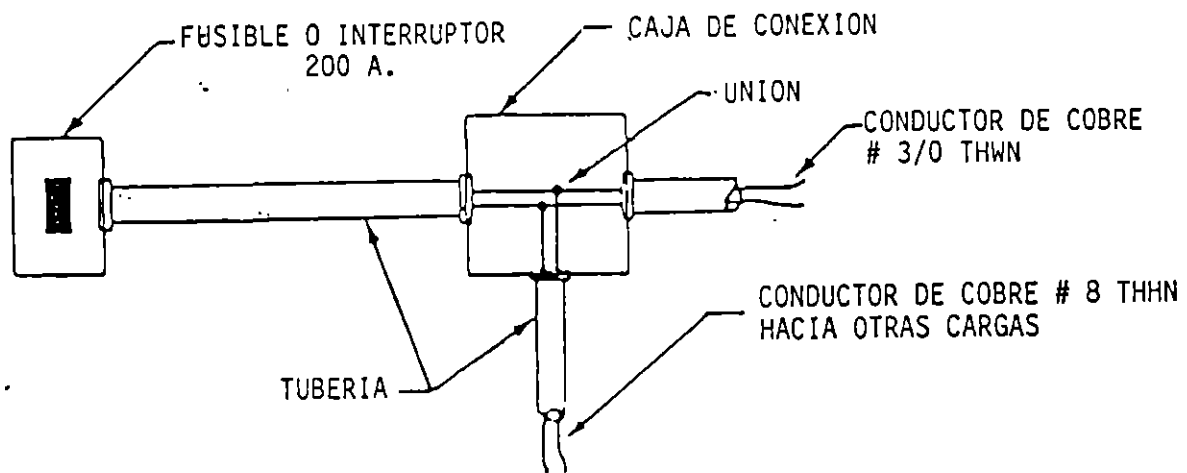


240-3



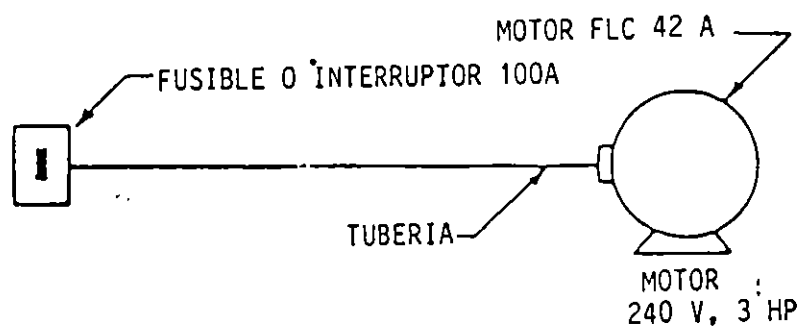
240-3(b)

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-3(d); 240-21(b)

59



$$42 \text{ A FLC} \times 600\% = 252 \text{ A}$$

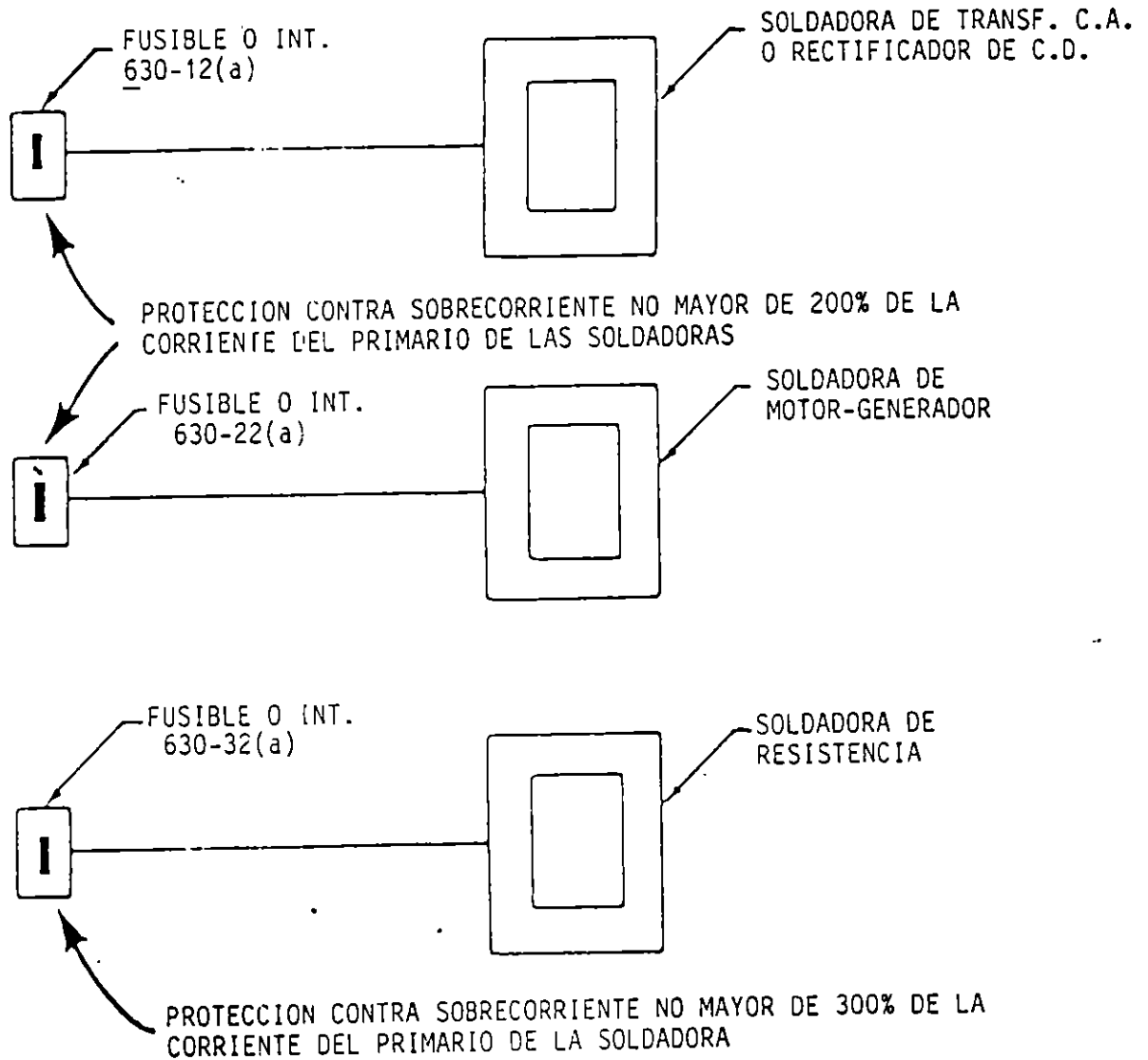
$$100 \text{ A CB} \times 3 = 300 \text{ A}$$

240-3(f); 430-52; TABLA 430-152

60

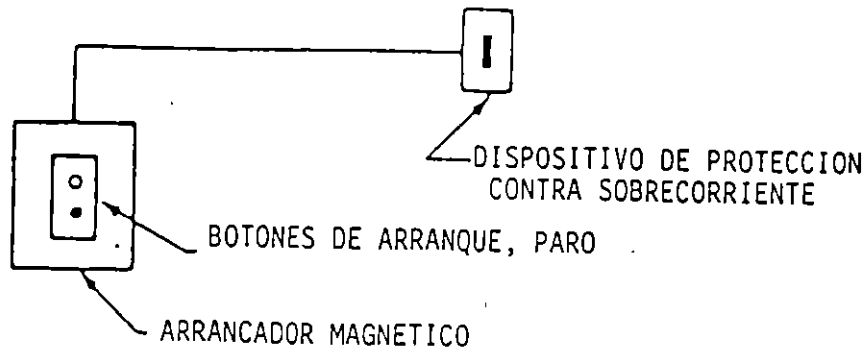
5

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

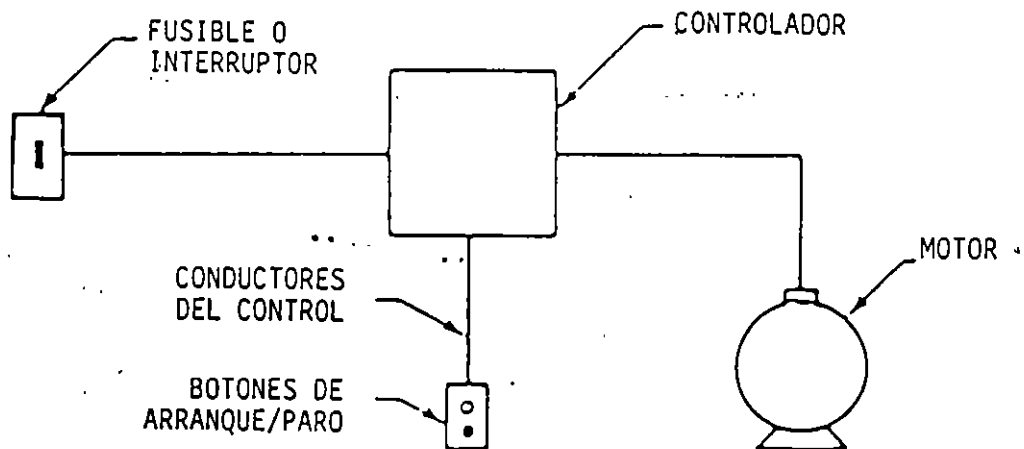


240-3(k)
630-22(a); 630-32(a)

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

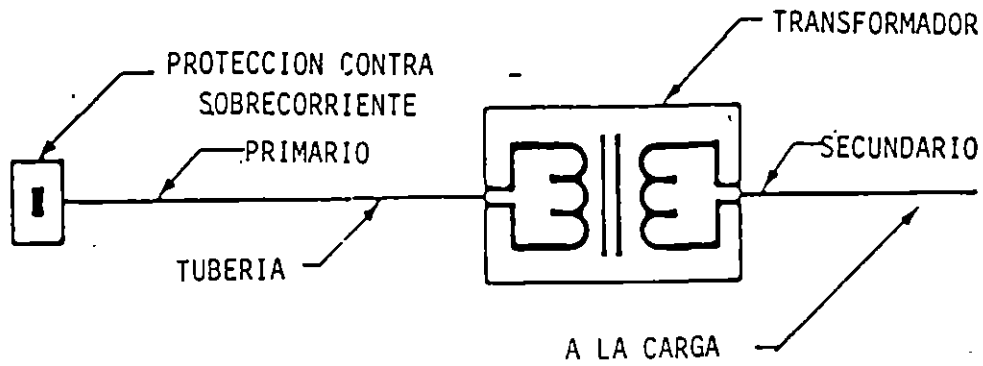


240-3(f)
430-72(b), Ex. 1



240-3(f)
430-72(b), Ex. 2
725-12, Ex. 3

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-3(i)
430-72(b), Ex. 3
725-12, Ex. 2

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

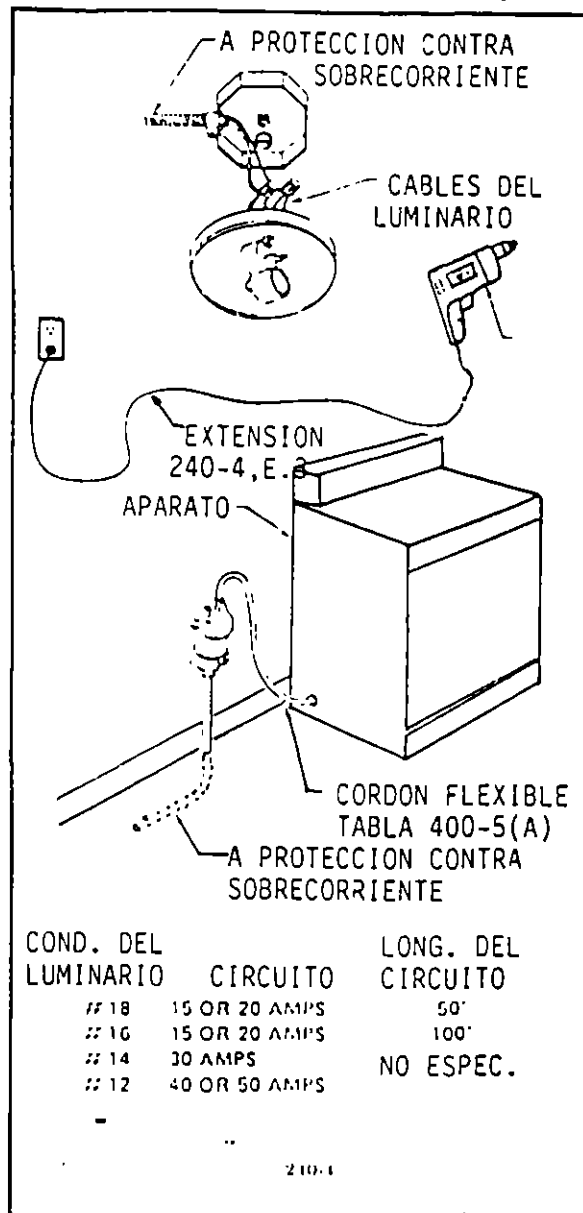


TABLA 402-5
240-4, Ex. 2

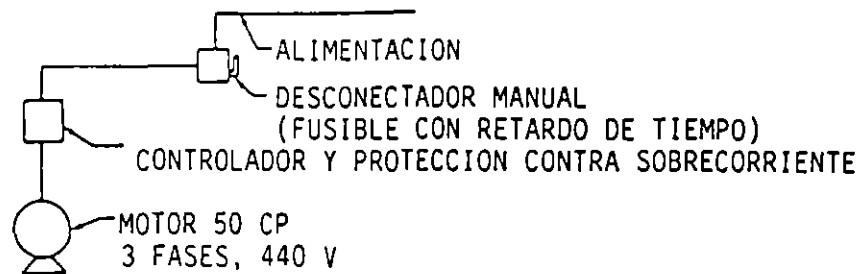
TALADRO

240-4, Ex. 1

RANGOS TÍPICOS DE FUSIBLES E INT. TERMOMAGNETICOS

15	100	500
20	110	600
25	125	700
30	150	800
35	175	1,000
40	200	1,200
45	225	1,400
50	250	2,000
60	300	2,500
70	350	3,000
80	400	4,000
90	450	5,000
		6,000

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-6; TABLA 430-150
TABLA 430-151; TABLA 430-152

PROBLEMA

Encuentre el valor que se requiere para un fusible con retardo de tiempo para un motor a rotor bloqueado, con arrancador con resistencia y código H.

PASO 1.

Tabla 430-150
50 CP, 3 F, 440 V, el motor tiene 48 A de corriente a plena carga.

PASO 2.

Tabla 430-152
no mayor de 175%
 $68 \text{ A} \times 175 \% = 119 \text{ A}$

PASO 3.

240-6
el valor comercial del fusible es 125 A.

PASO 4.

Tabla 430-151
La corriente a rotor bloqueado es 408 A
Ver Nota.
 $68 \text{ A} \times 6 = 408 \text{ A}$

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

PASO 5.

Multiplicar por 5 los amperes del fusible

$$125 \text{ A} \times 5 = 625 \text{ A}$$

la corriente a rotor bloqueado del motor es de 625 A.

PASO 6.

240-6

Puede usarse un valor más bajo del fusible.

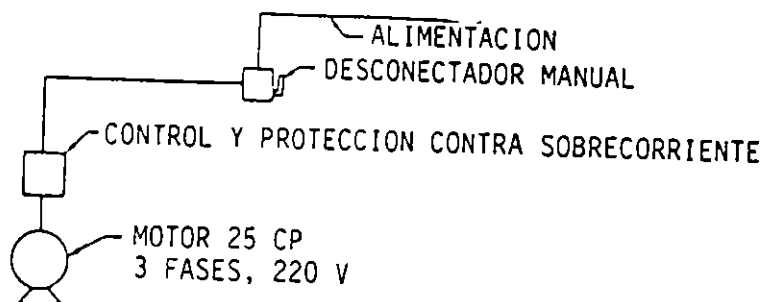
Por ejemplo:

$$100 \text{ A} \times 5 = 500 \text{ A}$$

RESPUESTA

El fusible de 100 A cumple.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-6; TABLA 430-150
TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el tamaño del dispositivo de protección contra sobrecorriente para este motor con arranque a tensión plena y código F.

PASO 1.

Tabla 430-150
Para 220 V, 25 HP se tiene una corriente a plena carga de 71 A.

PASO 2.

430-52(a), Ex 1, Tabla 430-152
no mayor de 300%

$$71 \text{ A} \times 300\% = 213 \text{ A}$$

PASO 3.

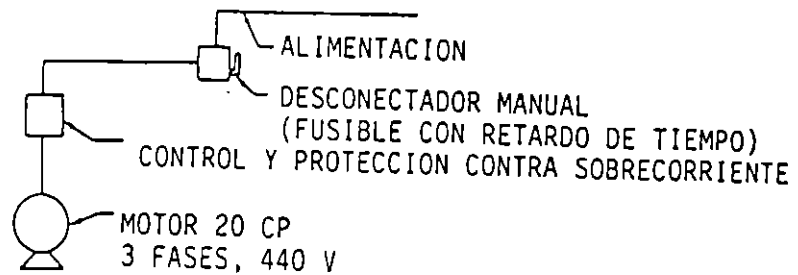
240-3(f), 240-6

RESPUESTA

El fusible necesario es de 225 A. El mínimo 200 A.

Nota: De acuerdo al 430-52(a) ex 2, puede ser el fusible de 250 A.

Marco Antonio Macías Herrera
Ingeniero



TAMAÑO MAXIMO DE LA OCPD
 $28 \text{ A} \times 225\% = 63 \text{ A}$

240-6; TABLA 430-150
TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el valor de la protección contra sobrecorriente requerido por el motor con arranque a tensión plena y código G.

PASO 1.

Tabla 430-150
Para un motor de 200 HP, 440 V, se tienen 28 A de corriente a plena carga.

PASO 2.

430-52(a), Ex 1, Tabla 430-152
no mayor de 175%

$$28 \text{ A} \times 175\% = 49 \text{ A}$$

PASO 3.

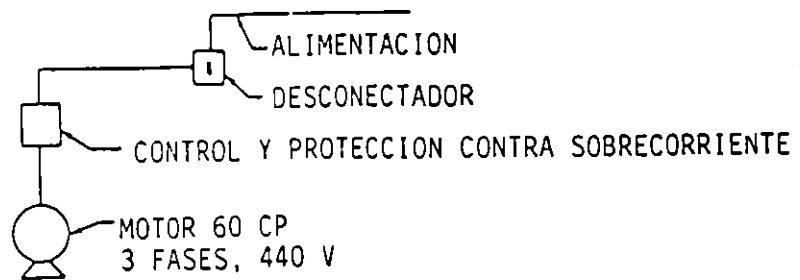
240-3(f), 240-6

RESPUESTA

El valor comercial más cercano del fusible será 50 A. El mínimo de 45 A.

Nota: Puede usarse un fusible de 60 A de acuerdo a 430-52(a), Ex 2b.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



TAMAÑO MAXIMO DE LA OCPD
 $80 \text{ A} \times 400\% = 320 \text{ A}$

240-6; TABLA 430-150
TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el tamaño que requiere el interruptor de tiempo inverso para este motor. Qué tiene un arrancador por autotransformador, con código

PASO 1.

Tabla 430-150
A 3F, 440 V, 60 CP, el motor tiene 80 A de corriente a plena carga.

PASO 2.

430-52(a), Ex 1, Tabla 430-152
no mayor del 200%

$$80 \text{ A} \times 200\% = 160 \text{ A}$$

PASO 3.

240-3(f), 240-6

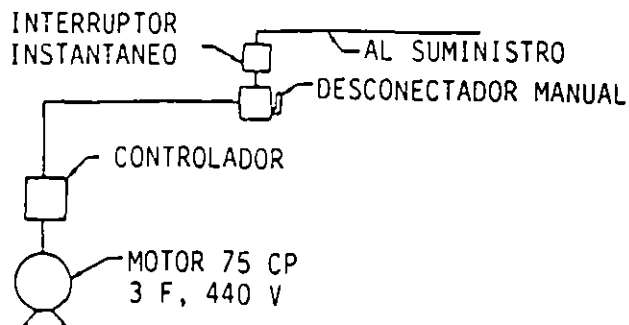
RESPUESTA

El valor comercial del interruptor es de 175 A. El valor mínimo es de 150 A.

Nota: Por 430-52(a), Ex 2c, el interruptor puede ser de 300 A.

14

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-6; TABLA 430-150
TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el tamaño del interruptor trifásico requerido para la corriente de arranque de este motor, sin código.

PASO 1

TABLA 430-150

Para 3F, 440V, 75HP, corriente a plena carga es 100 A.

PASO 2

430-52, EX 1; TABLA 430-152

No mayor de 700%

$$100 \times 700\% = 700A$$

PASO 3

240-3 (F); 240-6

RESPUESTA

Se requiere un interruptor de 700 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

PASO 5 MULTIPLICAR POR 3 EL VALOR DEL
 INTERRUPTOR.

$$100 \text{ A} \times 3 = 300 \text{ A.}$$

PASO 6 DEL 240-6

Un interruptor mas pequeño puede ser usado,
por ejemplo:

$$70 \text{ A} \times 3 = 216 \text{ A.}$$

RESPUESTA Se puede usar un interruptor de 70 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

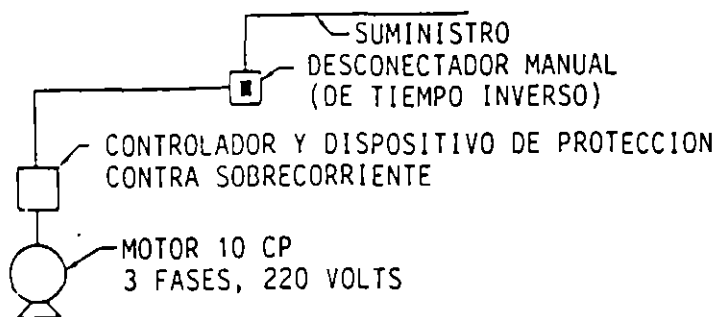


TABLA 430-150; 240-6
TABLA 430-151; TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el tamaño del interruptor de tiempo inverso con la corriente a rotor bloqueado de este motor.

PASO 1

TABLA 430-150

De 3F, 220V, 10 HP la corriente a plena carga es 29 A.

PASO 2

TABLA 430-152

No mayor de 250%
 $29 \text{ A} \times 250\% = 72.5 \text{ A}$.

PASO 3

240.6

Tamaño del interruptor 80 A.

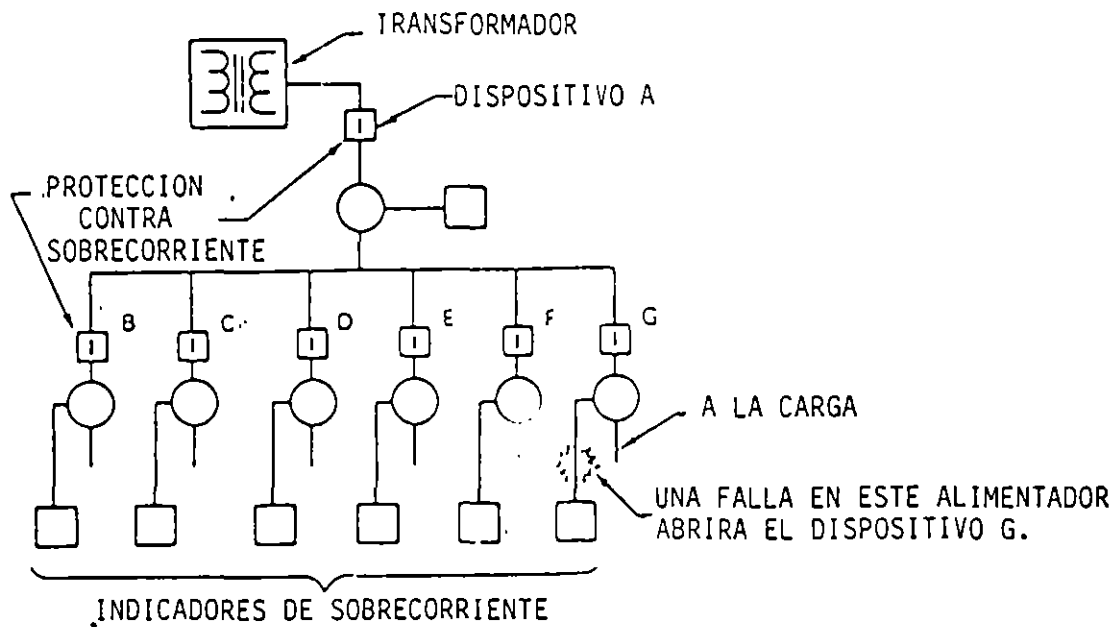
PASO 4

DE LA TABLA 480-151

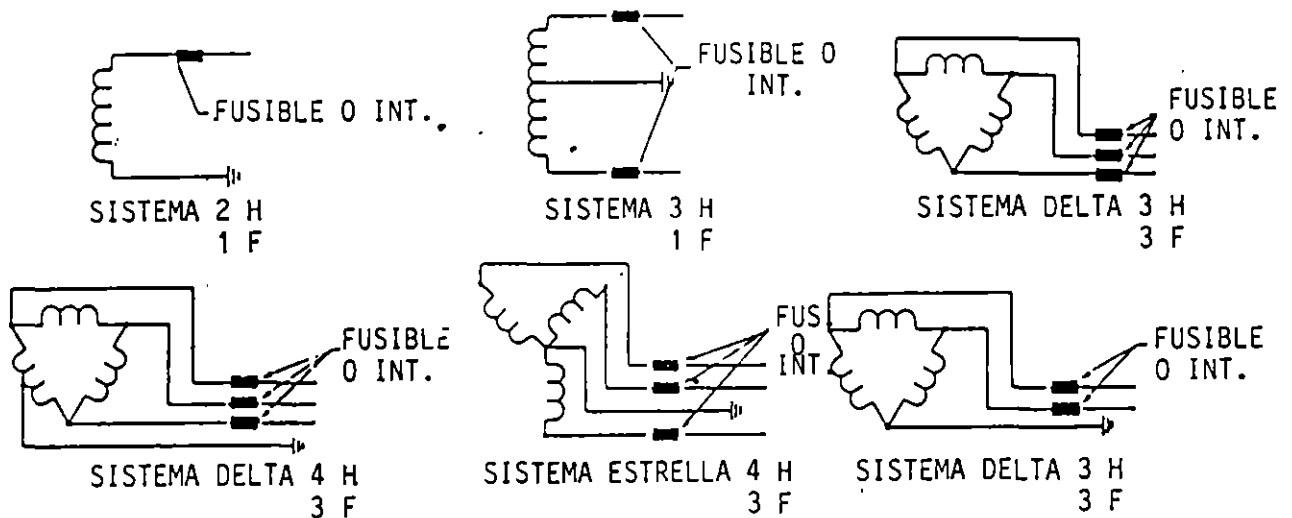
La corriente a rotor bloqueado es 176 A. ver nota con (*) de la tabla.
 $176 \text{ A} = 6 \times 29.3 \text{ A}$.

17

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

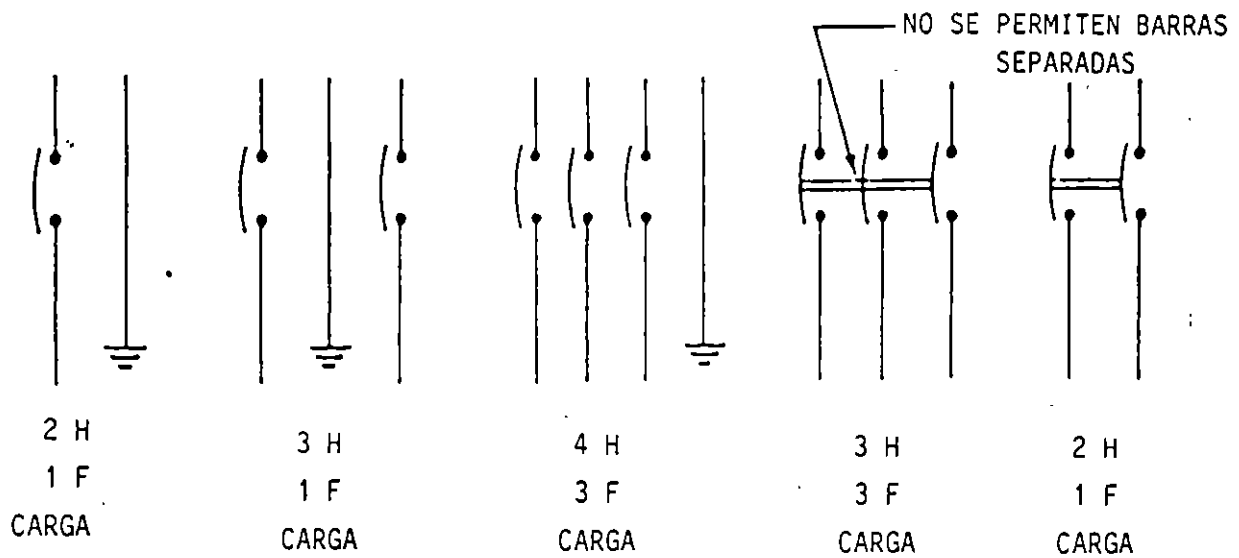


240-12



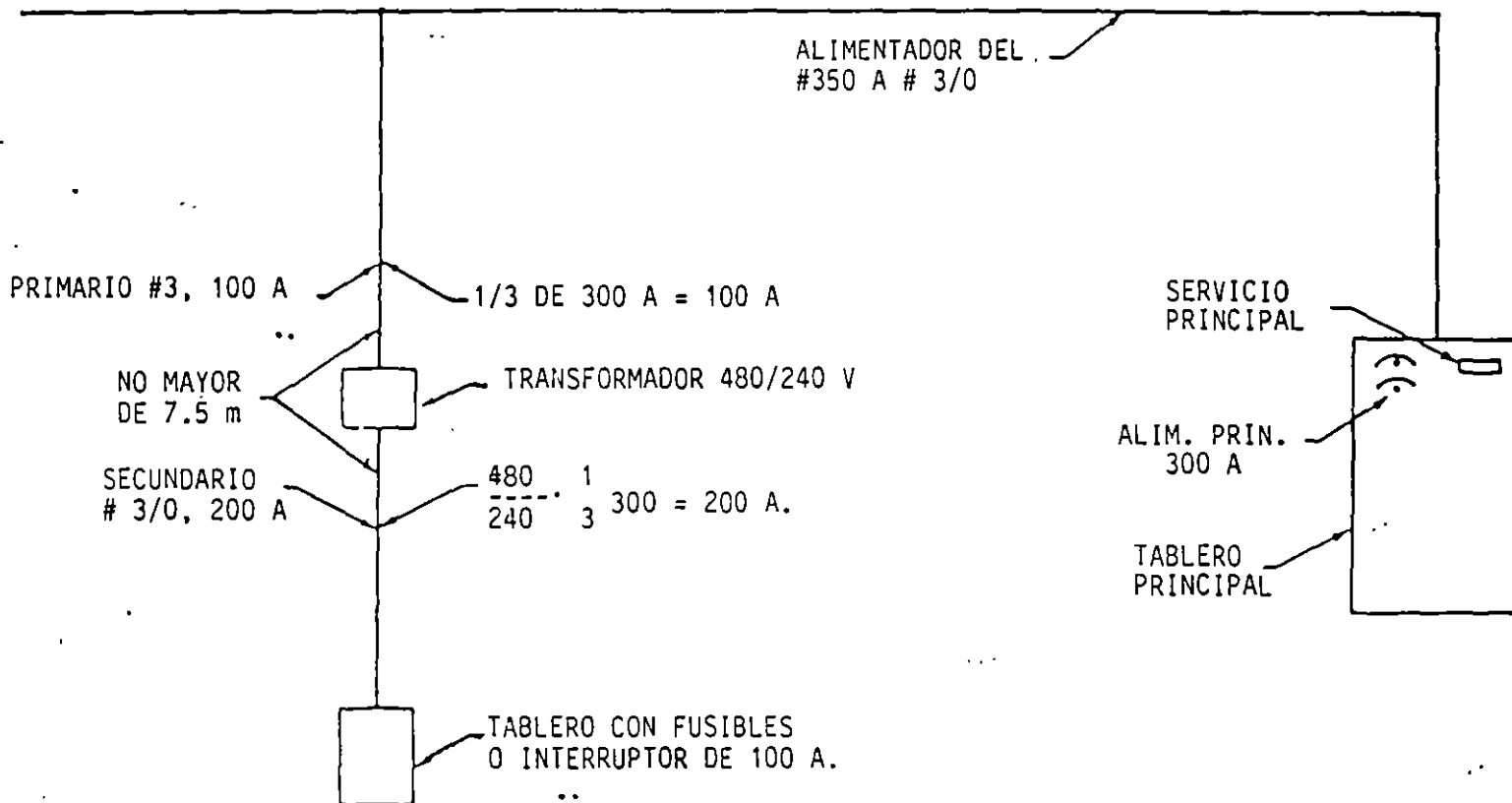
240-20(a)

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-20(b)

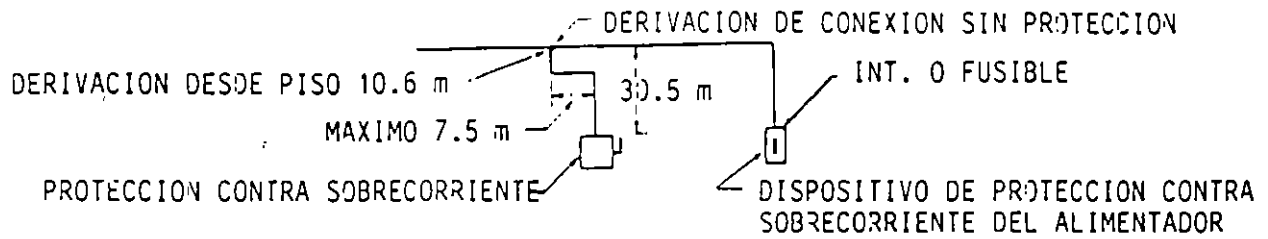
Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



(CONDUCT. DE COBRE THWN)

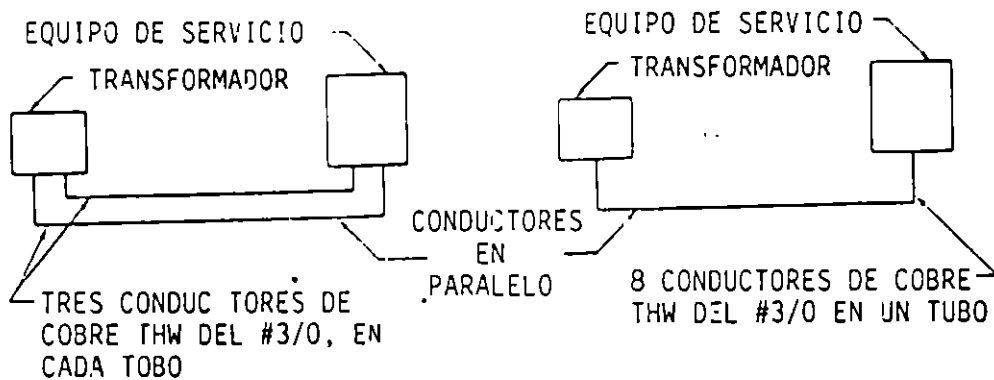
240-21(d)

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



66

240-21(e)



NO REQUIERE CORRECCION

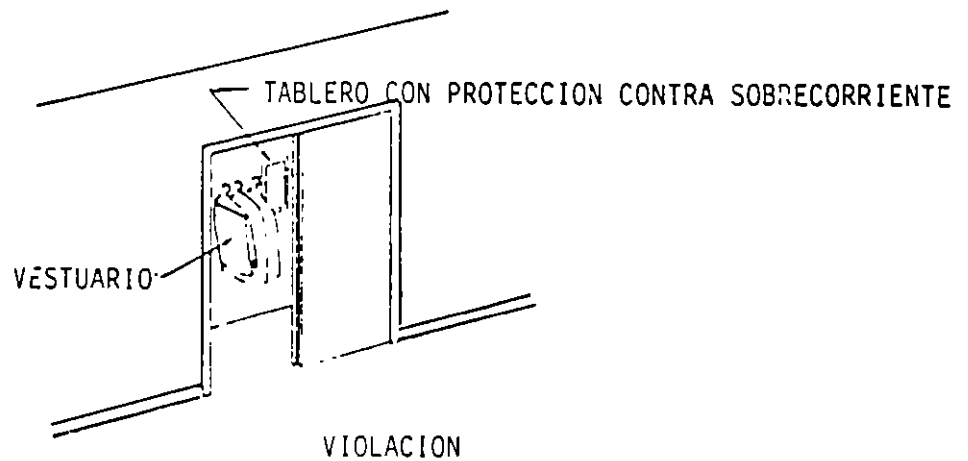
APLICAR FACTOR DE CORRECCION

72

310-4; NOTA 8(a) DE LAS NOTAS DE TABLA DE CONDUCCION
DE 0 A 2000 VOLTS

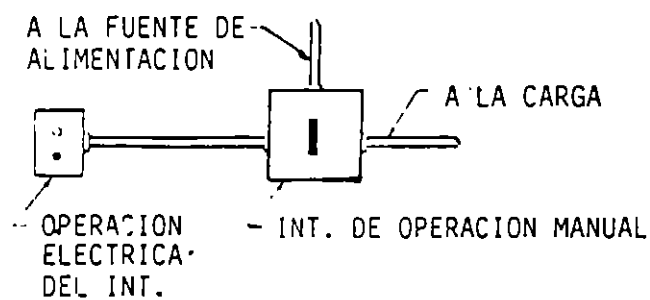
21

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



240-24(d)

68



240-80

70

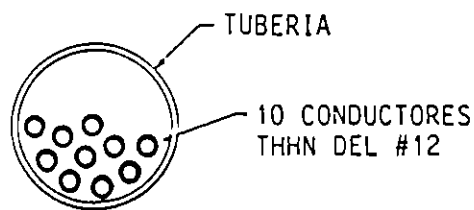


TABLA 310-16, NOTA 8(a) DE NOTAS DE TABLA DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE 0 A 2000 VOLTS

PROBLEMA

¿Cuál es la capacidad de conducción de 10 conductores THHN del No 12 instalados en tubo conduit.

PASO 1.

Tabla 310-16, columna 2.
La capacidad de conducción del cable THHN del No 12 es de 30 A.

PASO 2.

Nota 8(a) de las Notas de la Tabla de capacidad de conducción de 0 a 2000 V.

De 10 a 20 conductores requieren el 50%
Por lo tanto

$$30 \text{ A} \times 50\% = 15 \text{ A.}$$

RESPUESTA

La carga de cada conductor se limita a 15 A. Protegidos con interruptor o fusible de 15 A.

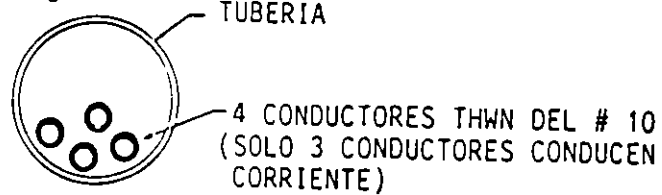


TABLA 310-16
FACTORES DE CORRECCION DE TABLA 310-16

PROBLEMA

¿Cuál es la capacidad de conducción de 4 conductores de cobre THWN del No 10, tres de los cuales llevan corriente, instalados en tubo conduit, en un medio cuya temperatura ambiente es de 45 °C. (127/220 V, un conductor por fase)

PASO 1.

Tabla 310-16, columna 3.

Se tiene una capacidad de conducción de corriente de 35 A.

PASO 2.

Utilizando los factores de corrección de la tabla 310-16

Para un conductor de cobre del No 10, con una temperatura ambiente de 45 °C se requiere el 82%

$$35 \text{ A} \times 82 \% = 28.7 \text{ A}$$

Nota: recuerde que solo dos conductores conducen corriente, por lo tanto no se aplica la nota 8 de la tabla.

RESPUESTA

La capacidad de conducción de cada uno de los tres conductores se limita a 28.7 A. Protegido con un interruptor o fusible de 30 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

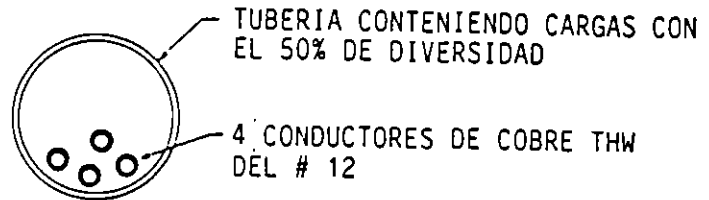


TABLA 310-16
NOTA 8(a) DE LAS TABLAS DE CAPACIDAD DE CONDUCCION DE
0 A 2000 VOLTS

PROBLEMA

¿Cuál es la capacidad de conducción de 4 conductores de cobre THW No 12 instalados en tubo conduit?

PASO 1.

Tabla 310-16, columna 2.

Un conductor del No 12 THW tiene una capacidad de conducción de 25 A.

PASO 2.

De la Nota 8(a) de la tabla de capacidad de conducción de 0a 2000 V.
De 4 a 6 conductore requieren del 80%, por lo tanto:

$$25 \text{ A} \times 80 \% = 20 \text{ A.}$$

RESPUESTA

La carga de los conductores se limita a 20 A cada uno. Protegido con un interruptor o fusible de 20 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

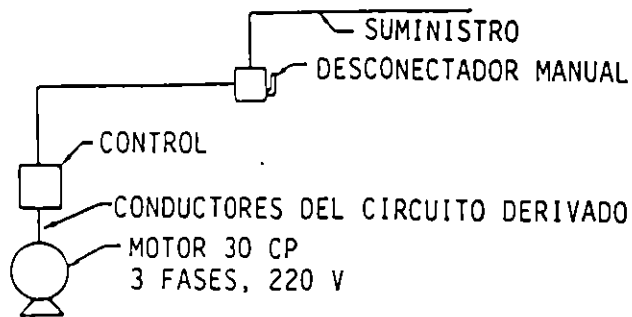


TABLA 310-16; 430-6; 430-22(a)
TABLA 430-150

PROBLEMA

Encontrar el tamaño del conductor THW de cobre que necesita para su suministro un motor.

PASO 1

TABLA 430-150

A 3F, 220V, 30HP, se tiene una corriente a plena carga de 84 A.

PASO 2

DE 430-22 (A)

$$82 \text{ A} \times 125\% = 105 \text{ A}$$

PASO 3

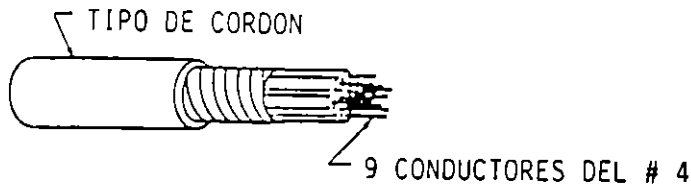
TABLA 310-16

RESPUESTA

Tamaño 2AWG de cobre, 75 C.

1/6

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



400-5
TABLA 400-5A

PROBLEMA

¿Cual es la capacidad de conducción de cada uno de los conductores?

PASO 1.

400-5

Para nueve conductores del No 4 se requiere un factor de 70%

PASO 2.

De la tabla 400-5(a)

Para conductor del No 4 la corriente es 60 A

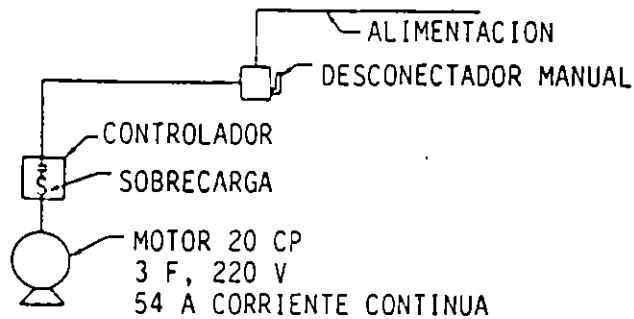
PASO 3.

$60 \text{ A} \times 70\% = 42 \text{ A}$

RESPUESTA

Para conductores del No 4 se tiene una corriente de 42 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



430-22

PROBLEMA

Encontrar el tamaño mínimo del relevador de sobrecarga del motor con un factor de servicio de 115.

PASO 1.

430-32

El maximo es 125%

$$54 \text{ A} \times 125\% = 67.5 \text{ A}$$

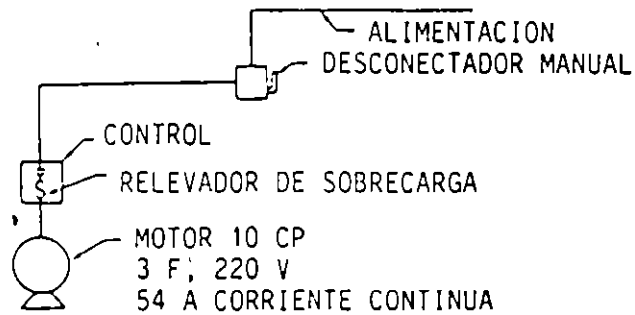
PASO 2.

430-32

RESPUESTA

El valor del relevador de sobrecarga es de 67.5 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



430-34

PROBLEMA

Encontrar el tamaño máximo del relevador de sobrecarga del motor a 40 C.

PASO 1

DEL 430-34

El maximo es 140%
 $54 \text{ A} \times 140\% = 75.6 \text{ A.}$

RESPUESTA

El tamaño del relevador de sobrecarga es 75.6A.

PROBLEMA

Encontrar el tamaño maximo del relevador de sobrecarga del motor a 50 C.

PASO 1

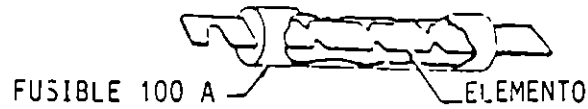
430-34

El maximo es 130%
 $54 \text{ A} \times 130\% = 70.2 \text{ A.}$

RESPUESTA

El tamaño de relevador de sobrecarga es de 70.2 a

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



$$100 \text{ A (DEL FUSIBLE)} \times 5 = 500 \text{ A.}$$

TABLA 430-152

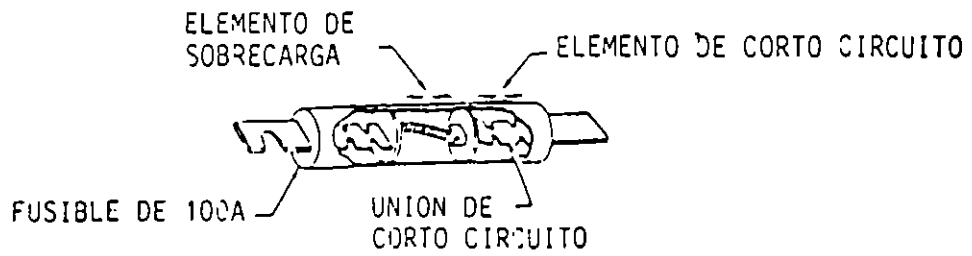


TABLA 430-152

INTERRUPTOR TRIFASICO

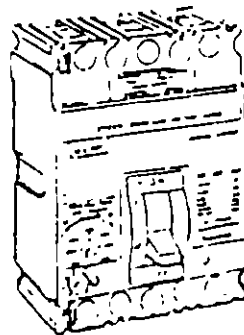
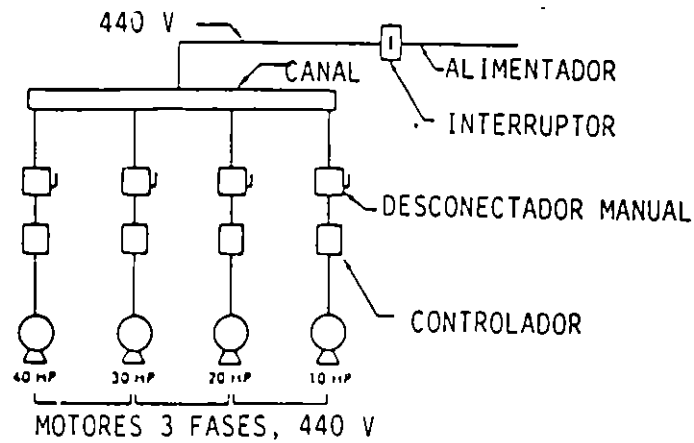


TABLA 430-152

36

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero



430-62; TABLA 430-150
TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el valor del interruptor que se requiere para estos motores.

PASO 1

TABLA 430-150

En capacidad de los motores son:

C.P	AMPERES
40	54
30	42
20	28
10	15

PASO 2

TABLA 430-152

No mayor del 50%

$$54 \times 250\% = 135A.$$

31

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

NOTA: 430-52(A), ex 1 se permite un interruptor de 150A

PASO 3 De 430-62(a)
Interruptor $125A + 42A + 27A + 15A = 209A$.

RESPUESTA El valor comercial mas bajo del interruptor es de
200 A.

Marco Antonio Macias Herrera
Ingeniero

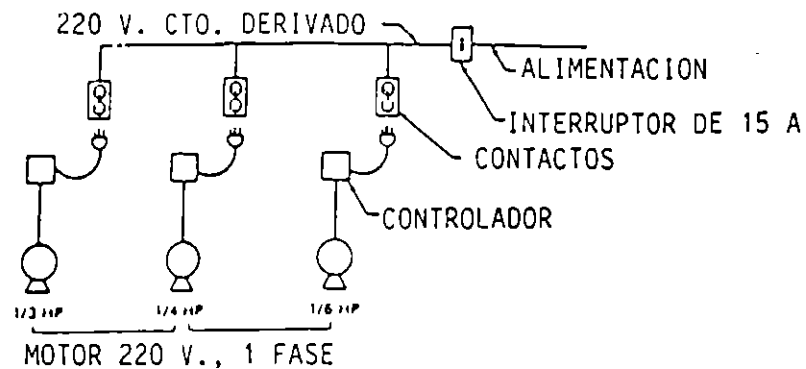


TABLA 430-148
TABLA 430-152

PROBLEMA

Encontrar el valor del interruptor que requieren estos motores.

PASO 1

Tabla 430-148

La capacidad de los motores es

C.P.	AMPARES
1/3	3.8
1/4	3.0
1/6	2.3

PASO 2

Tabla 430-152

No mayor de 250%

$$2.3A \times 250\% = 5.75 A$$

RESPUESTA

430-53 (b) permite un interruptor de 15A.

Tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente en amperes de conductores aislados de 0 a 2 000 V; 60 °C a 90 °C. No más de 3 conductores en un cable, en una canalización o directamente enterrados y para una temperatura ambiente de 30 °C.

Área de la sección transversal mm ² (AWG - ICM)	Temperaturas máximas de operación (Véase Tabla 310 - 13).					
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
	TIPOS TW * UF *	TIPOS RW * THW *, THHW * THW-LS, THHW-LS THWN *, XHHW * USE *	TIPOS SA, SIS, FEP * FEPB * RHH *, RHW-2 THW-2, THHW * THHW-LS, IT THWN-2, THHN * USE-2, XHHW * XHHW-2	TIPOS TW * UF *	TIPOS RW * THW *, THHW * THW-LS, THHW-LS THWN *, XHHW * USE *	TIPOS SA, SIS, RHH *, RHW-2 THW-2, THHW * THHW-LS THWN-2, THHN * USE-2, XHHW * XHHW-2
	C	D	B	R	E	ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE
0.2235 (18)	.....	.....	14	.....	.....	.....
1.307 (16)	.....	.....	18	.....	.....	.....
2.082 (14)	20*	20*	25*	.....	.....	.....
3.307 (12)	25*	25*	30*	20*	20*	25*
5.260 (10)	30	35*	40*	25*	30*	35*
8.367 (8)	40	50	55	30	40	45
13.30 (6)	55	65	75	40	50	60
21.15 (4)	70	85	95	55	65	75
33.62 (2)	95	115	130	75	90	100
42.41 (1)	110	130	150	85	100	115
53.48 (1/0)	125	150	170	100	120	135
67.43 (2/0)	145	175	195	115	135	150
85.01 (3/0)	165	200	225	130	155	175
107.2 (4/0)	195	230	260	150	180	205
126.7 (250)	215	255	290	170	205	230
152.0 (300)	240	285	320	190	230	255
177.3 (350)	260	310	350	210	250	280
222.7 (400)	290	335	380	225	270	305
253.4 (500)	320	380	430	260	310	350
304.0 (600)	355	420	475	285	340	385
380.0 (750)	420	475	535	320	385	435
506.7 (1 000)	455	545	615	375	445	500

FACTORES DE CORRECCIÓN

Temperatura ambiente °C.	Para temperatura ambiente diferente de 30 °C, multiplique las capacidades de corriente de la tabla mostradas arriba por el factor de corrección correspondiente en esta tabla.					
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.03	1.05	1.04
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96
36 - 40	0.82	0.83	0.91	0.82	0.83	0.91
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76
56 - 60	.....	0.56	0.71	.....	0.58	0.71
61 - 70	.....	0.33	0.58	.....	0.33	0.58
71 - 80	.....	.....	0.41	.....	.....	0.41

* La protección para sobrecorriente para conductores de cobre, aluminio o aluminio recubierto de cobre, en los tipos marcados con un asterisco *, no debe exceder de:
 15 A para 2.082 mm² (14), 20 A para 3.307 mm² (12) y 30 A para 5.260 mm² (10) para conductores de cobre.
 15 A para 3.307 mm² (12), y 25 A para 5.260 mm² (10) para conductores de aluminio o aluminio recubierto de cobre, después de que se han aplicado los factores de corrección por temperatura ambiente y agrupamiento de conductores.

Número de conductores que llevan corriente	Factores de corrección por agrupamiento
4 a 6	0.80
7 a 9	0.70
10 a 20	0.50
21 a 30	0.45
31 a 40	0.40
41 y mas	0.35

Quando se apilan o se fuerzan entre si cables monoconductores o multiconductores en una longitud mayor de 0.6 m, sin mantenerlos espaciados, y cuando no están instalados en canalizaciones, la capacidad de corriente para cada conductor debe reducirse aplicando los factores de la tabla anterior.

Excepción No. 1 Cuando se tienen conductores de sistemas diferentes, en una misma canalización o un mismo cable, como se indica en la Sección 300-3, los factores de corrección por agrupamiento se aplican solamente a los conductores de fuerza y alumbrado (Véanse los Artículos 210, 215, 220 y 230).

Excepción No. 2 Para conductores instalados en charolas se aplica lo indicado en la Sección 318-11.

Excepción No. 3 Estos factores de corrección no se aplican a conductores en uniones de canalizaciones que tengan una longitud menor de 0.6 m.

Excepción No. 4 Los factores de corrección por agrupamiento no se aplican a conductores subterráneos que entren o salgan de una zanja si están protegidos por tubo conduit rígido metálico semipesado, tubo conduit metálico ligero o tubo conduit rígido no metálico, cuya longitud no exceda de 3 m sobre el nivel del piso y el número de conductores no exceda de 4.

Excepción No. 5 Para otras condiciones de carga, se permite calcular los factores de corrección y las capacidades de corriente como se indica en la Sección 310-15(b).

(b) Mas de un tubo conduit, tubo o canalización. Debe mantenerse el espaciamiento entre tubos conduits, tubos y canalizaciones.

9.- Protección contra sobrecorriente. Si las capacidades de protección nominales o de ajuste de los dispositivos de sobrecorriente, no son las correspondientes a las permisibles para los conductores, se puede utilizar la capacidad de protección nominal o de ajuste inmediata superior.

Excepción. Las limitaciones indicadas en la Sección 240-3.

10.- Conductor neutro

(a) Un conductor neutro que lleva solamente las corrientes de desbalance de los otros conductores del mismo circuito, no se toma en cuenta para el número de conductores al aplicar la nota 8 anterior.

(b) En un circuito de 3 hilos, que contiene 2 de fase y un neutro de un sistema de 3 fases, 4 hilos conectado en estrella, el conductor común lleva aproximadamente la misma corriente que los otros conductores, y en ese caso el neutro se debe tomar en cuenta para el número de conductores al aplicar la nota 8 anterior.

(c) Cuando la mayor parte de la carga en un circuito estrella de 3 fases, 4 hilos consiste de cargas no lineales, como alumbrado por descarga eléctrica, equipo de procesamiento de datos, computadoras o equipo similar, se presentan corrientes armónicas en el conductor neutro, éste se considera como conductor activo.

11.- Conductores de puesta a tierra. Los conductores de puesta a tierra no se toman en cuenta al aplicar la nota 3.

NOTAS A LAS TABLAS 310-69 a 310-84

1.- Temperaturas Ambientales no consideradas en las Tablas. Las capacidades de conducción de corriente que se requieran a temperaturas ambientales diferentes a las de las Tablas, pueden determinarse fácilmente por medio de la siguiente fórmula:

$$I_2 = I_1 \left(\frac{TC - TA_2 - \Delta T_D}{TC - TA_1 - \Delta T_C} \right)^{1/2}$$

Tabla 430.148

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

W	C.P.	127 V.	220 V.
124 33	1/6	4 0	2 3
136 5	1/4	5 3	3 0
243 66	1/3	6 5	3 8
373	1/2	8 9	5 1
559 5	3/4	11 5	7 2
746	1	14 0	8 4
1119	1 1/2	18 0	10 0
1492	2	22 0	13 0
2238	3	31 0	18 0
3730	5	51 0	29 0
5595	7 1/2	72 0	42 0
7460	10	91 0	52 0

Tabla 430.150

Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

kW	(C.P.)	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (A)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (A)		
		220 V.	440 V.	2 400 V.	220 V.	440 V.	2 400 V.
373	(1/2)	2 1	1 0				
560	(3/4)	2 9	1 5				
746	(1)	3 8	1 9				
1 119	(1 1/2)	5 4	2 7				
1 49	(2)	7 1	3 6				
2 23	(3)	10 0	5 0				
3 73	(5)	15 9	7 9				
5 60	(7 1/2)	23 0	11 0				
7 46	(10)	29 0	15 0				
11 19	(15)	44 0	22 0				
14 92	(20)	56 0	28 0				
18 65	(25)	71 0	36 0		54	27	
22 38	(30)	84 0	42 0		65	33	
29 84	(40)	109 0	54 0		86	43	
37 3	(50)	136 0	68 0		108	54	
44 76	(60)	161 0	80 0	15	128	64	11
55 95	(75)	201 0	100 0	19	161	81	14
74 60	(100)	259 0	130 0	25	211	106	19
93 25	(125)	326 0	163 0	30	264	132	24
119 90	(150)	376 0	188 0	35	-	158	29
149 20	(200)	502 0	251 0	47	-	210	38

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

TABLA 430-151.

Tabla de conversión de corriente a rotor bloqueado para la selección controles y medios de desconexión de acuerdo con la tensión nominal y capacidad de potencia en kW.

Para ser utilizada solamente con las secciones 430-110, 440-12, 440-41, y 455-8(c)

Número Máximo de kW	Número Máximo de (CP)	MONOFASICO		DOS O TRES FASES		
		127V	220V	220V	230V	440V
37.3	(1.2)	63.3	28.1	12.5	12	6.3
56.0	(3.4)	97.9	39.6	17.6	16.8	8.8
74.6	(1)	113	46	22.6	21.6	11.3
112	(1 1/2)	142	57.4	32.6	31.2	16.3
149	(2)	170	69	42.7	40.8	21.3
223	(3)	240	97.6	60.6	58	30.3
373	(5)	397	161	95	91	47.6
560	(7 1/2)			138	132	69
746	(10)			176	168	88
1119	(15)			263	252	132
1492	(20)			339	324	170
1865	(25)			427	408	213
2233	(30)			502	480	251
2984	(40)			652	624	326
3730	(50)			815	780	408
4476	(60)			966	924	483
5595	(75)			1204	1152	602
7460	(100)			1556	1488	778
9325	(125)			1957	1872	978
11990	(150)			2258	2160	1130
14920	(200)			3011	2880	1506

(*) Estos valores de corriente a rotor bloqueado son aproximadamente seis veces los valores de corriente de plena carga dados en las Tablas 430-148 y 430-150

TABLA 430-152

Máximo rango o ajuste para el dispositivo de protección contra circuito corto y falla a tierra del circuito derivado del motor

Tipo de motor	Porcentaje de la corriente a plena carga			
	Fusible sin retardo de tiempo	Fusible de dos elementos (con retardo de tiempo)	Interruptor termomagnético instantáneo	Interruptor termomagnético de tiempo inverso*
Motores monofásicos de los tipos sin letra de Código	300	175	700	250
Todos los motores de CA monofásicos, polifásicos, de jaula de ardilla y sincros (+) de arranque a tensión plena con resistencias o reactores Sin letra de Código	300	175	700	250
Letra de Código				
F a V	300	175	700	250
B a E	250	175	700	200
A	50	150	700	150
Todos los motores de CA de jaula de ardilla y sincros con arranque por autotransformador (+): No mas de 30 A Sin letra de código	250	175	700	200
Mas de 30 A Sin letra de código	200	175	700	200
Letra de Código				
F a V	250	175	700	200
B a E	200	175	700	200
A	150	150	700	150
Motores de jaula de ardilla de alta reactancia: No mas de 30 A Sin letra de código	250	175	700	250
Mas de 30 A sin letra de código	200	175	700	200
Motores de rotor devanado, sin letra de código	150	150	700	150
Motores de CD (voltaje constante) No mayores de 37.3 kW (50 CP) sin letra de código	150	150	250	150
Mas de 37.3 kW (50 CP) sin letra de código	150	150	175	150

Para la explicación de las letras de código véase la tabla 430-7 (b).

Para ciertas excepciones a los valores especificados, véase las secciones 430-52 hasta 430-54.

Tabla 400-5(a). Capacidad de conducción de corriente permisible para cables y cordones flexibles
(Basada en una temperatura ambiente de 30 °C. Ver la sección 400-13 tabla 400-4).

Designación del conductor		Termofijo tipo TS	Termofijos tipo C, E, EO, PD, S, SJ, SJO, SJO, SO, SOO, SP-1, SP-2, SP-3, SRD, SV, SVO, SVOO		Tipos AFS, AFSJ, HPD, HPN, HS, HSJ, HSJO, HSO
Area de la sección transversal nominal mm²	Cal. AWG	Termoplásticos tipos TPT, TST	Termoplásticos tipo ET, ETLS, ETT, SE, SEO, SJE, SJO, SJO, SJO, SJO, SPE-1, SPE-2, SPE-3, ST, SRDE, SROT, STO, STOO, SVE, SVEO, SVT, SVTO, SVTOO		
0.102 4	27*	0.5	AG	BQ	--
0.519 1	20	-	5**	7**	--
0.823 S	18	-	7	10	10
1.040	17	-	--	12	--
1.307	16	-	10	13	15
1.651	15	-	--	--	17
2.082	14	-	15	18	20
3.307	12	-	20	25	30
5.260	10	-	25	30	35
8.367	8	-	35	40	--
3.30	6	-	45	55	--
21.15	4	-	60	70	--
33.62	2	-	80	95	--

* Cordon único.

** Solamente en cables para elevador.

Las corrientes permisibles bajo el Subtítulo A, se aplican a cordones de tres conductores y otros cordones multiconductores, conectados a equipo de utilización de tal forma que solamente se tienen tres conductores que conducen corriente. Las corrientes permisibles bajo el Subtítulo B, se aplican a cordones de dos conductores y otros cordones multiconductores conectados a equipos de utilización de tal forma que solamente se tienen dos conductores que conducen corriente.

Nota: Se propone que esta tabla se utilice junto con las normas de producto de uso final aplicables, para asegurar la selección del tipo y calibre apropiado.

(a) Transformadores de tensión nominal mayor a 600 V.

(1) Primario y secundario. Cada transformador de más 600 V nominales deberá tener dispositivos de protección para el primario y el secundario, de capacidad o ajuste para abrir o no más de los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(1).

Excepción No 1 Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor termomagnético no corresponda a la capacidad o ajuste standard, se permitirá usar el valor o ajuste standard proximo mas alto

Excepción No 2 Como se especifica en (a) (2) a continuacion

TABLA 450.3(a)(1)
Transformadores de más de 600 V

Máximo rango o ajuste para el dispositivo contra sobrecorriente					
Primario			Secundario		
mas de 600 V			mas de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor	rango del fusible	Ajuste del interruptor	rango del fusible	Ajuste del interruptor o rango del fusible
No más de 6%	600 %	300 %	300 %	250 %	125 %
Mas de 6 % y no mas de 10 %	400 %	300 %	250 %	225 %	125 %

(2) Instalaciones supervisadas. Cuando las condiciones de mantenimiento o supervisión aseguren que sólo personal calificado mantendrá y controlará la instalación del transformador, se permitirá protección de sobrecorriente como se especifica en (a) (2).

(a) Primario. Cada transformador de más de 600 V nominales deberá estar protegido por un dispositivo de corriente en el lado del primario. Cuando se usen fusibles, su capacidad de corriente continua no excederá el 250% de la corriente primaria nominal del transformador. Cuando se usan interruptores termomagnéticos deberán ajustarse a no más de 300% de la corriente primaria nominal del transformador.

Excepción No 1 Cuando la capacidad nominal del fusible requerido o el ajuste del interruptor termomagnético no corresponden a la capacidad o ajuste standard, se permitirá la capacidad o ajuste standard proximo mas alto

Excepción No 2. No se requiera un dispositivo individual de sobrecorriente cuando el dispositivo de corriente del circuito primario proporciona la protección especificada en esta Sección.

Excepción No 3 Como se indica en (a) (2) (b) siguientes.

(b) Primario y secundario. Un transformador con tensión mayor a 600 V, que tenga un dispositivo de sobrecorriente en el secundario, de capacidad o ajuste para abrir no mayor que los valores indicados en la Tabla 450-3 (a)(2) b, o un transformador equipado con una protección térmica contra sobrecarga coordinada dada por el fabricante no requiere tener un dispositivo de sobrecorriente en el primario, siempre que el dispositivo de sobrecorriente del alimentador este calibrado para abrir a un valor de corriente no mayor que los valores anotados en la Tabla 450-3 (a)(2) b.

TABLA 450.3(a)(2)b.

Transformadores de más de 600 V en lugares supervisados

Máximo rango o ajuste para el dispositivo sobre sobrecorriente					
Primario			Secundario		
mas de 600 V			mas de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor	rango del fusible	Ajuste del interruptor	rango del fusible	Ajuste del interruptor o rango del fusible
No mas de 6 %	600 %	300 %	300 %	250 %	250 %
Mas de 6 % y no mas de 10 %	400 %	300 %	250 %	225 %	250 %



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

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS,
INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

MODULO II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS

SISTEMAS DE PARARRAYOS

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

SISTEMAS de PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS

RAYO : DESCARGA ATMOSFERICA:-

DESCARGA de ELECTRICIDAD ESTATICA
QUE SE HA CONCENTRADO EN UNA
NUBE.

MANIFESTACIONES:-

LUMINOSA : RELAMPAGO

SONORA: TRUENO

EFFECTOS :-

DANOS a PERSONAS y COSAS

EFFECTOS TERMICOS

$$W = I^2 R$$

EFFECTOS DINAMICOS

(CAMPO MAGNETICO)

FORMACION DE LA CONCENTRACION
DE CARGA EN LA ATMOSFERA



ACUMULACION DE PARTICULAS DE
AGUA QUE SE HAN CARGADO
ELECTROSTATICAMENTE

TURBULENCIA
ATMOSFERICA

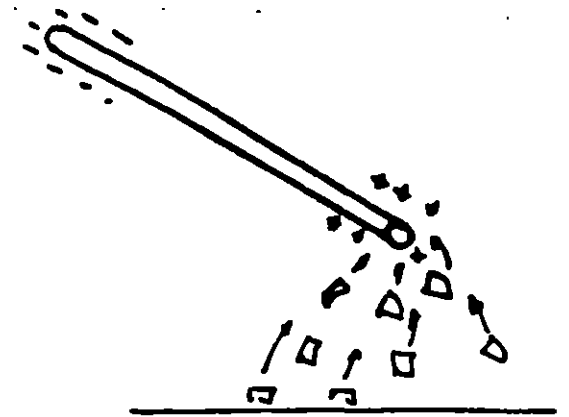
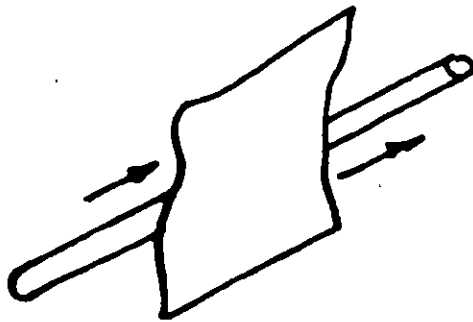
MOVIMIENTO

FRICCION
MUTUA

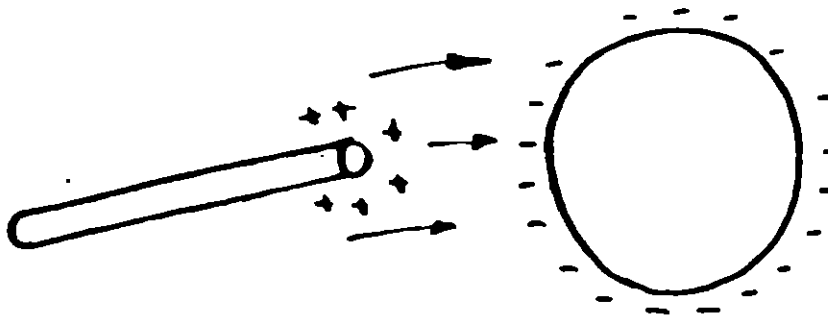
PARTICULAS DE
AGUA CARGADAS

MECANISMOS DE FORMACION DE CARGA ELECTROSTATICA:-

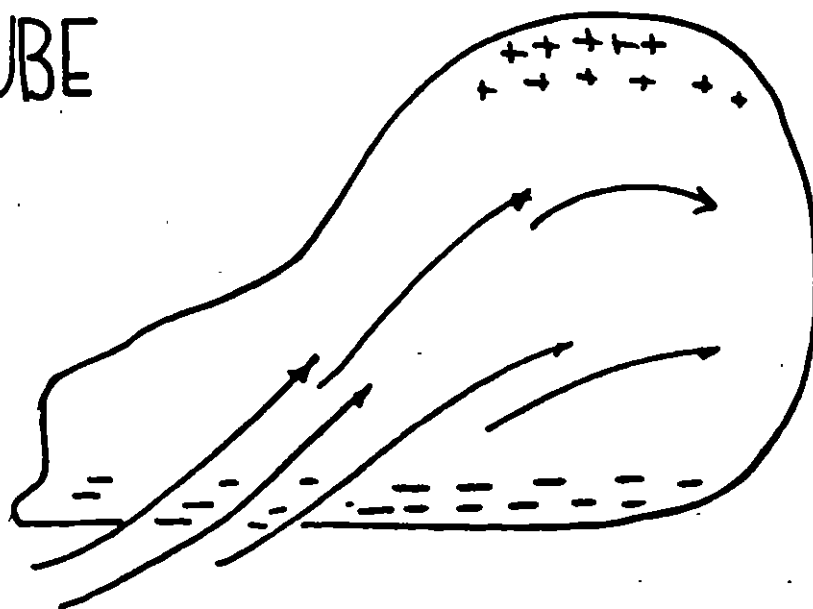
FRICCION :-



INDUCCION



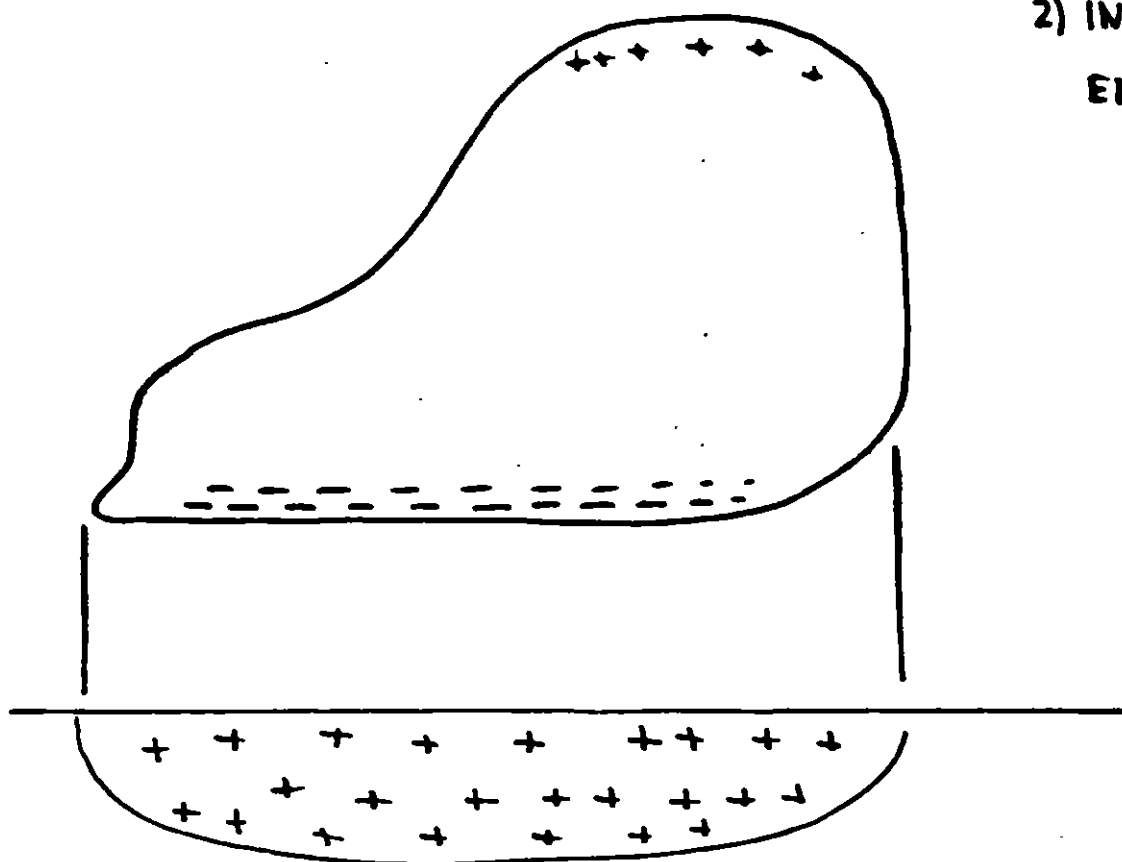
CARGAS EN UNA NUBE



1) EN LA
NUBE

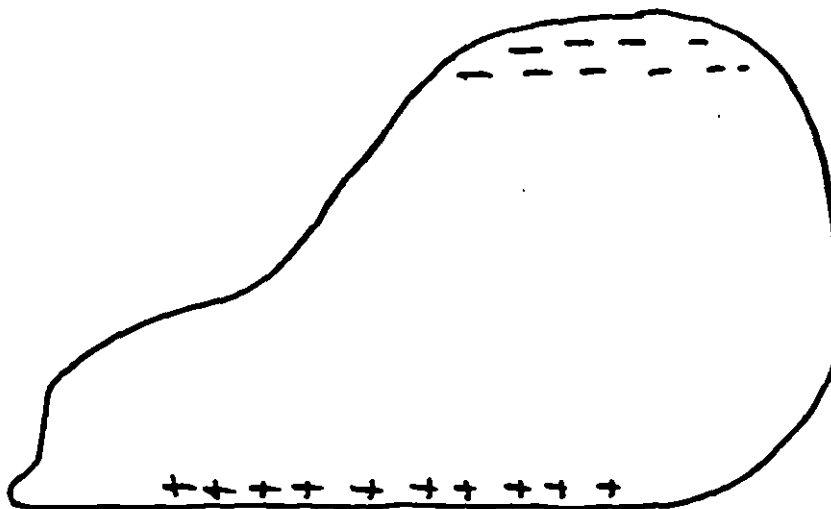
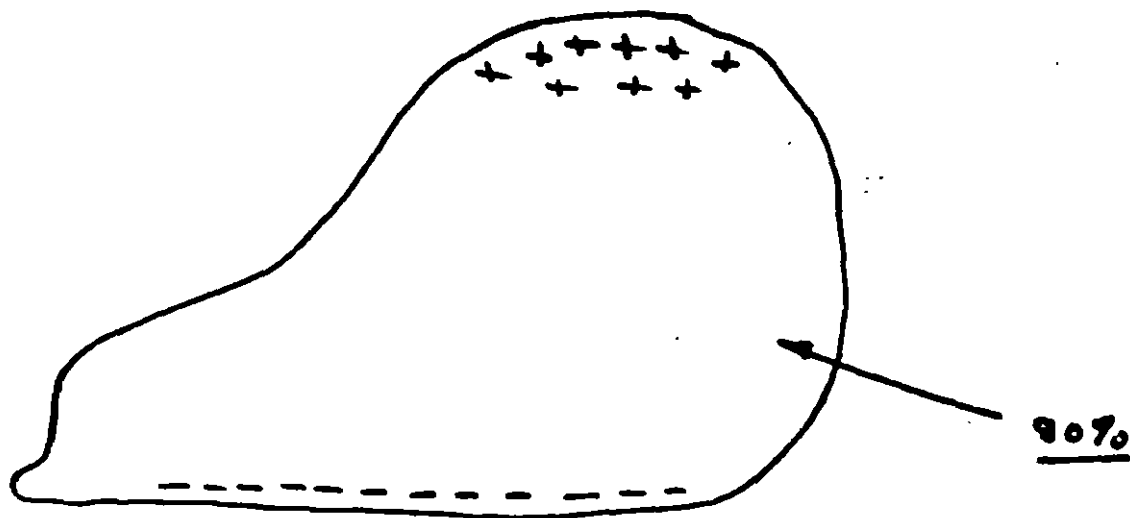
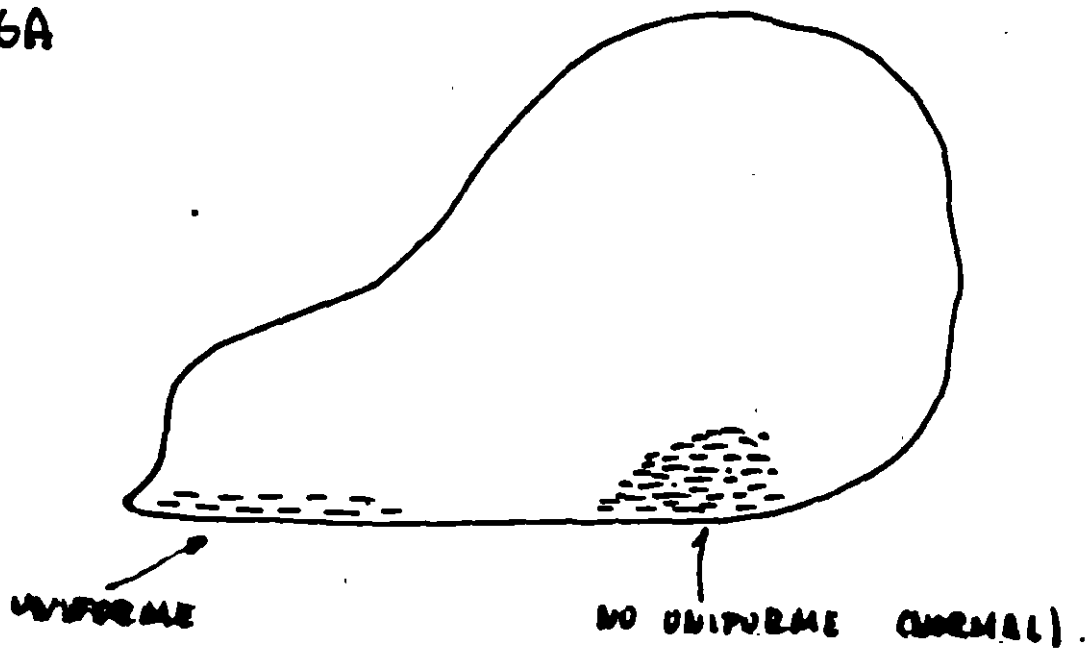


2) INDUCIDA
EN TIERRA



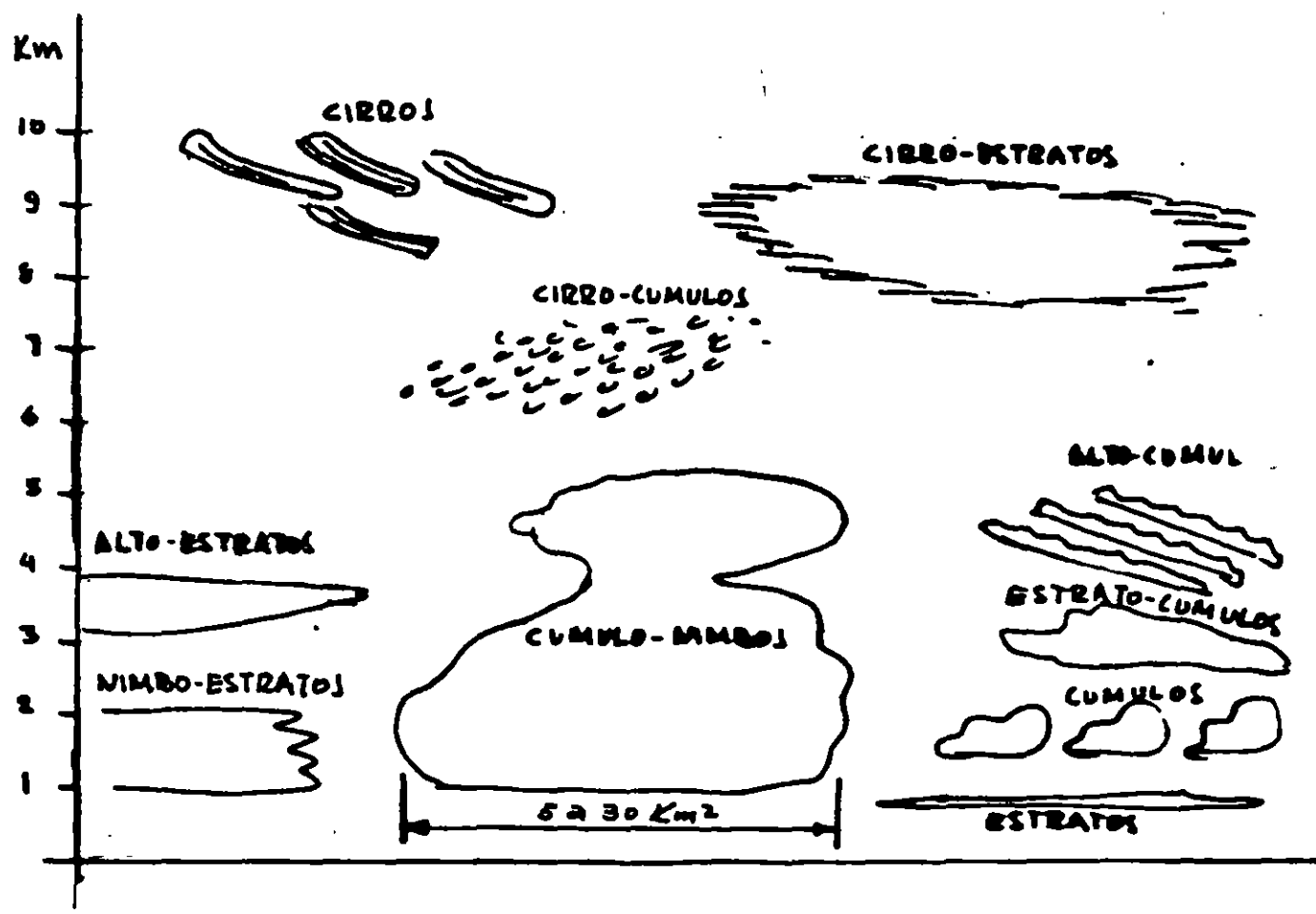
TIPOS DE CARGA

16C-5



NUBES QUE
ORIGINAN
DESCARGAS

- CUMULOS
- CUMULO-NIMBOS



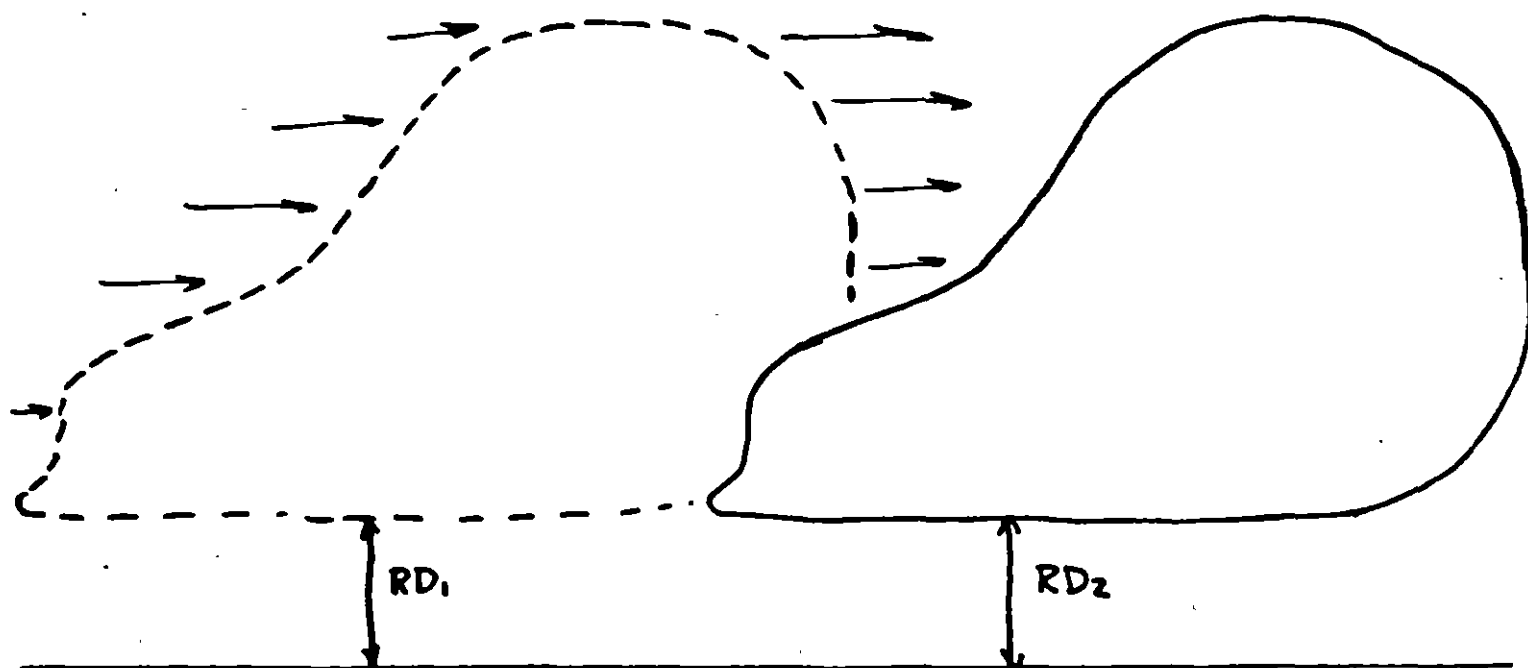
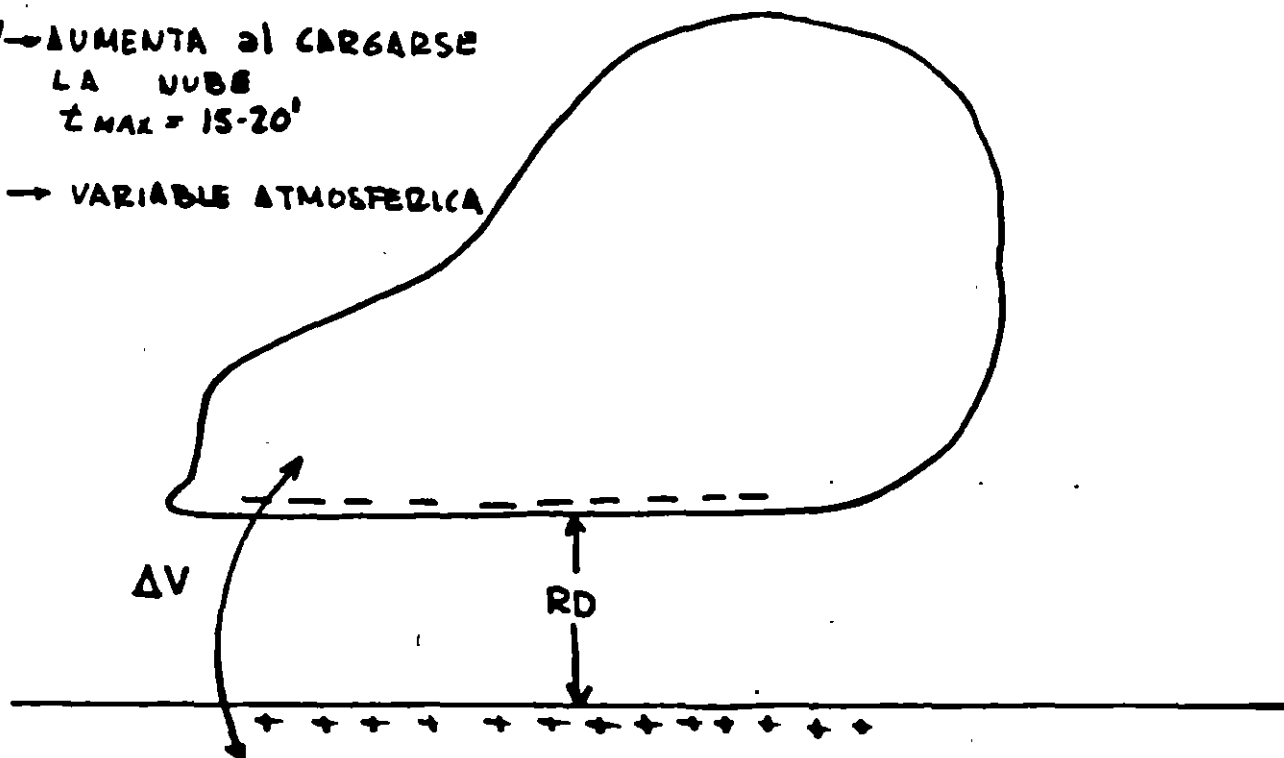
¿CUANDO OCURRE LA DESCARGA?

46c-7

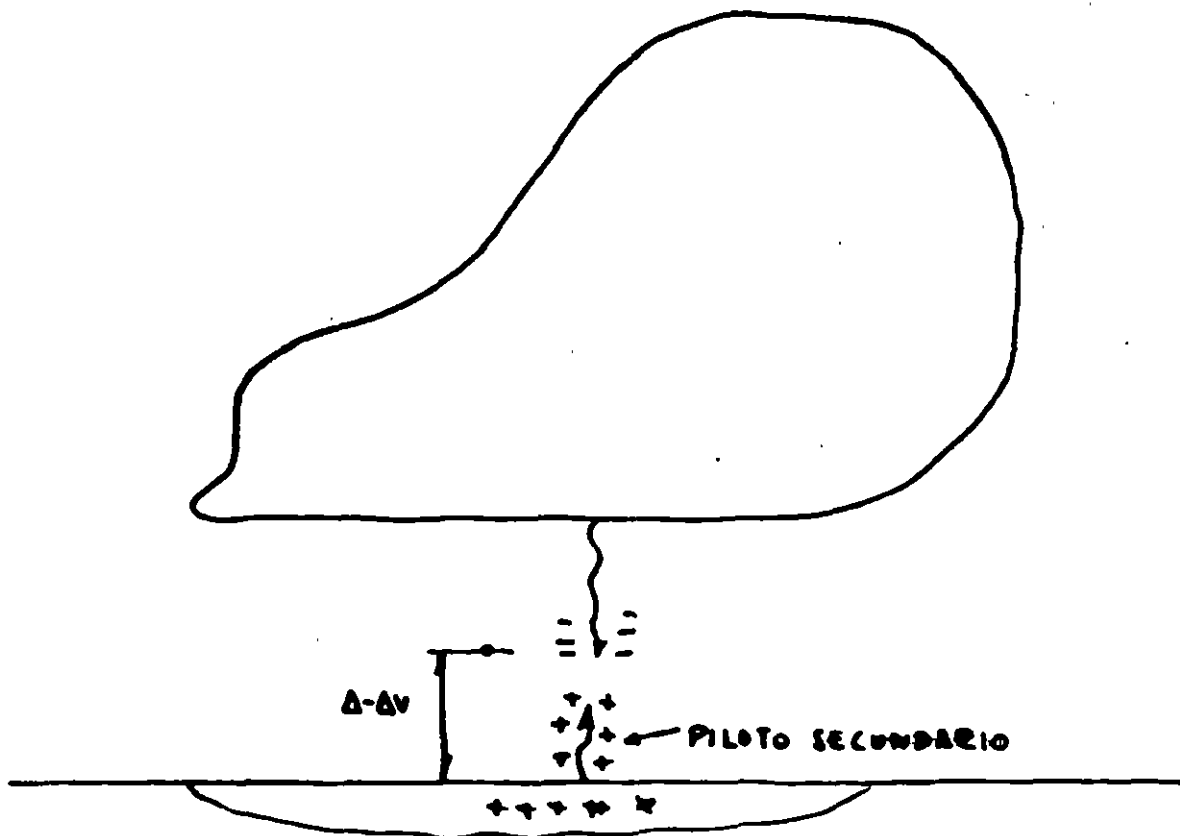
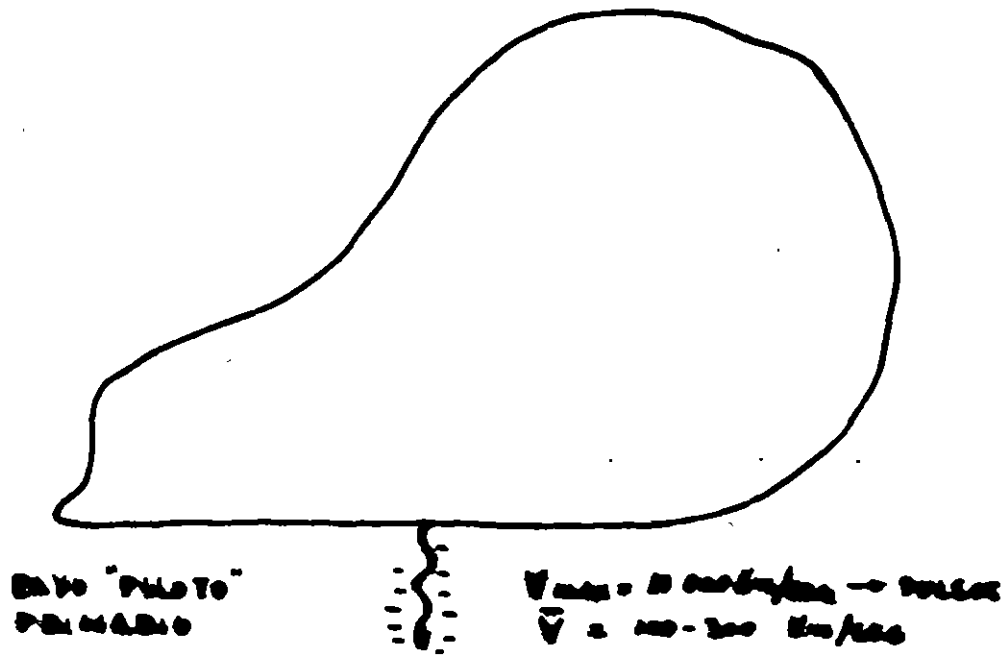
$RD < \Delta V \Rightarrow$ DESCARGA.

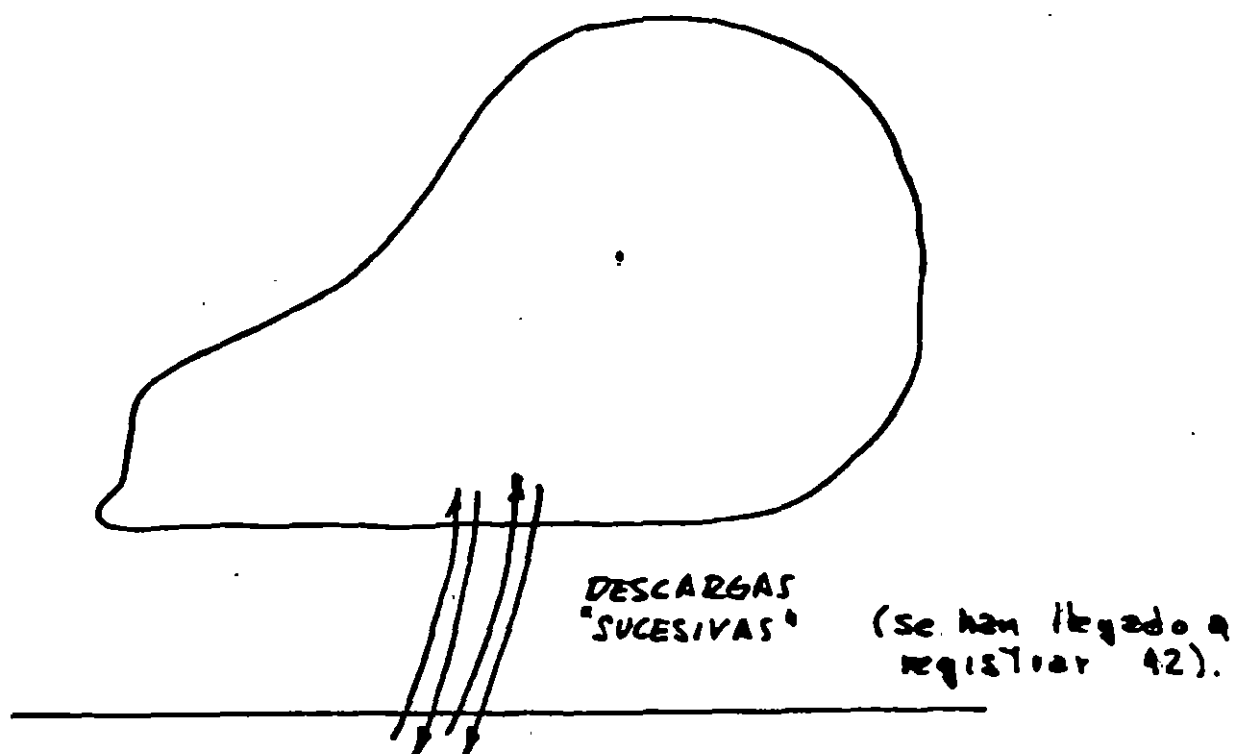
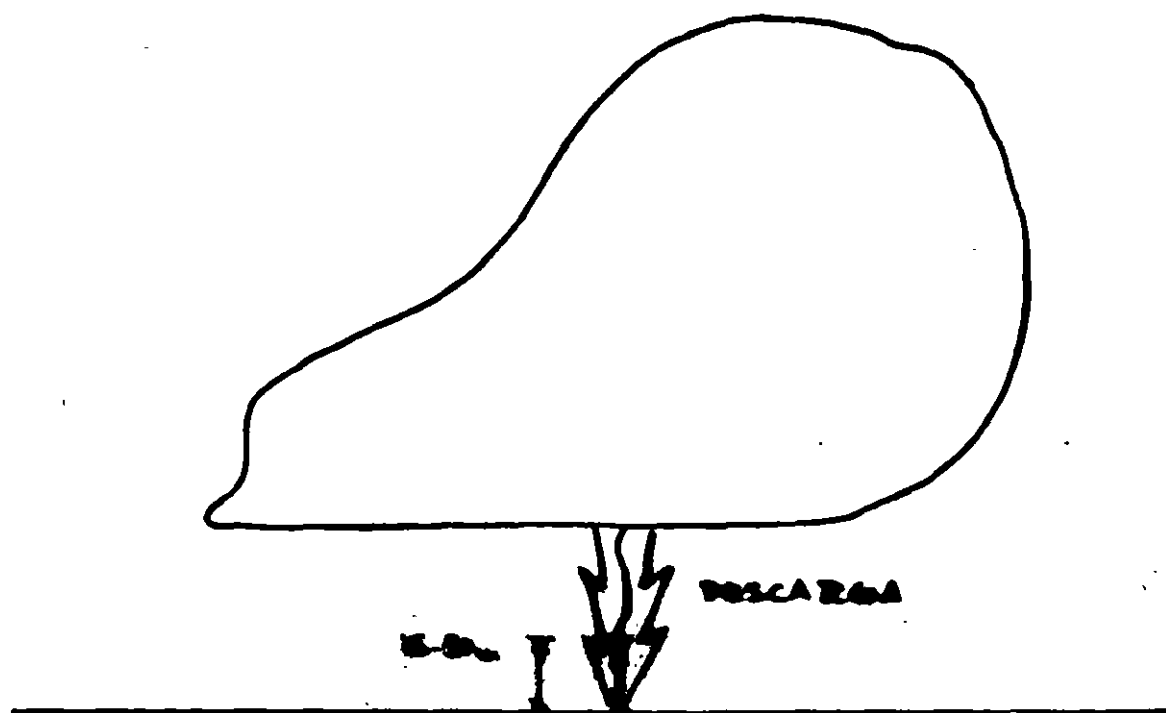
$\Delta V \rightarrow$ AUMENTA al CARGARSE
LA NUBE
 $t_{MAX} = 15-20'$

$RD \rightarrow$ VARIABLE ATMOSFERICA



$RD_1 \neq RD_2$





MAGNITUDES de UNA DESCARGA

VARIABLES

- INTENSIDAD DE CORRIENTE $\rightarrow$ 10-20 KA
- DIFERENCIA DE POTENCIAL $\rightarrow$ 100-600KV
- DURACION Y NUMERO $\rightarrow$ FUNCION N° DESCARGAS
50% - 1 sola, resto > 10
- ENERGIA

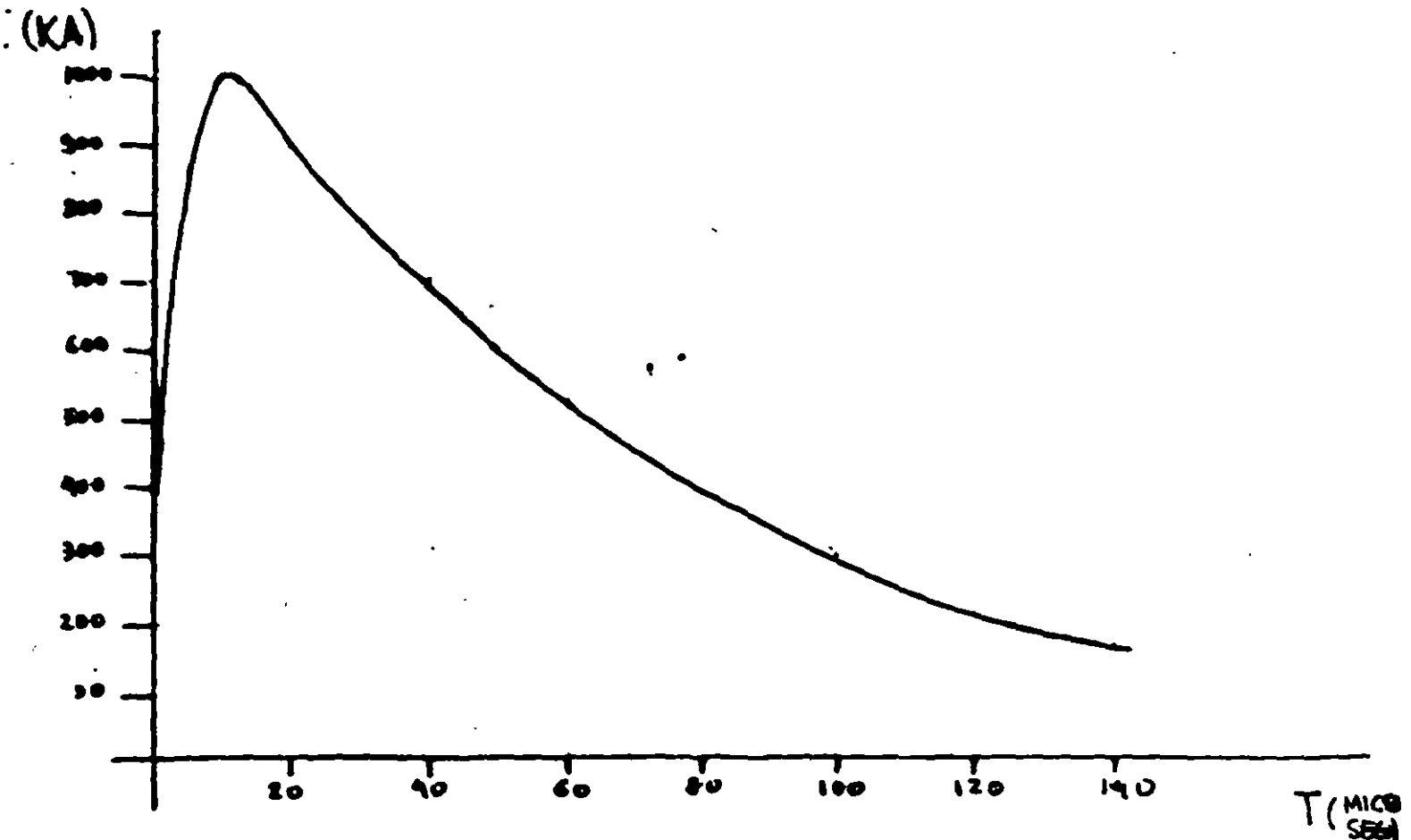
$\rightarrow$ CADA DESCARGA MAX. 100 COULOMBIOS

$\downarrow$
20 KWH

$\downarrow$
como t es corto

$\downarrow$
POTENCIA DE L
ORDEN DE 1000's Kw.

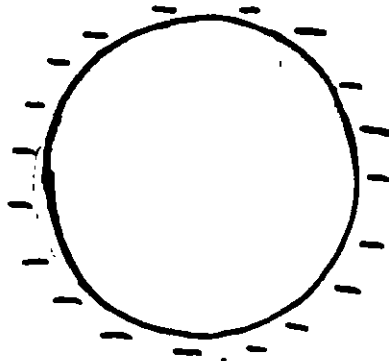
ONDA CONVENCIONAL



106-11

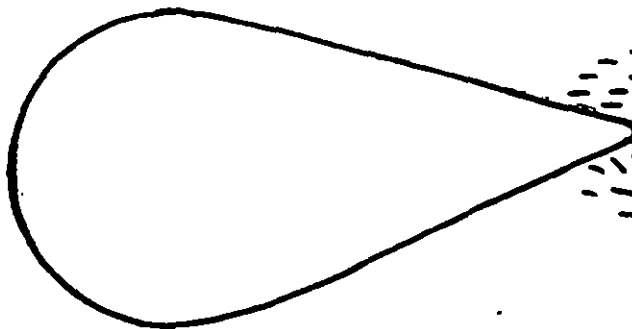
PROPIEDAD DE LAS CARGAS ELECTROSTATICAS :-

VOLUMEN
UNIFORME
SIN ARISTAS

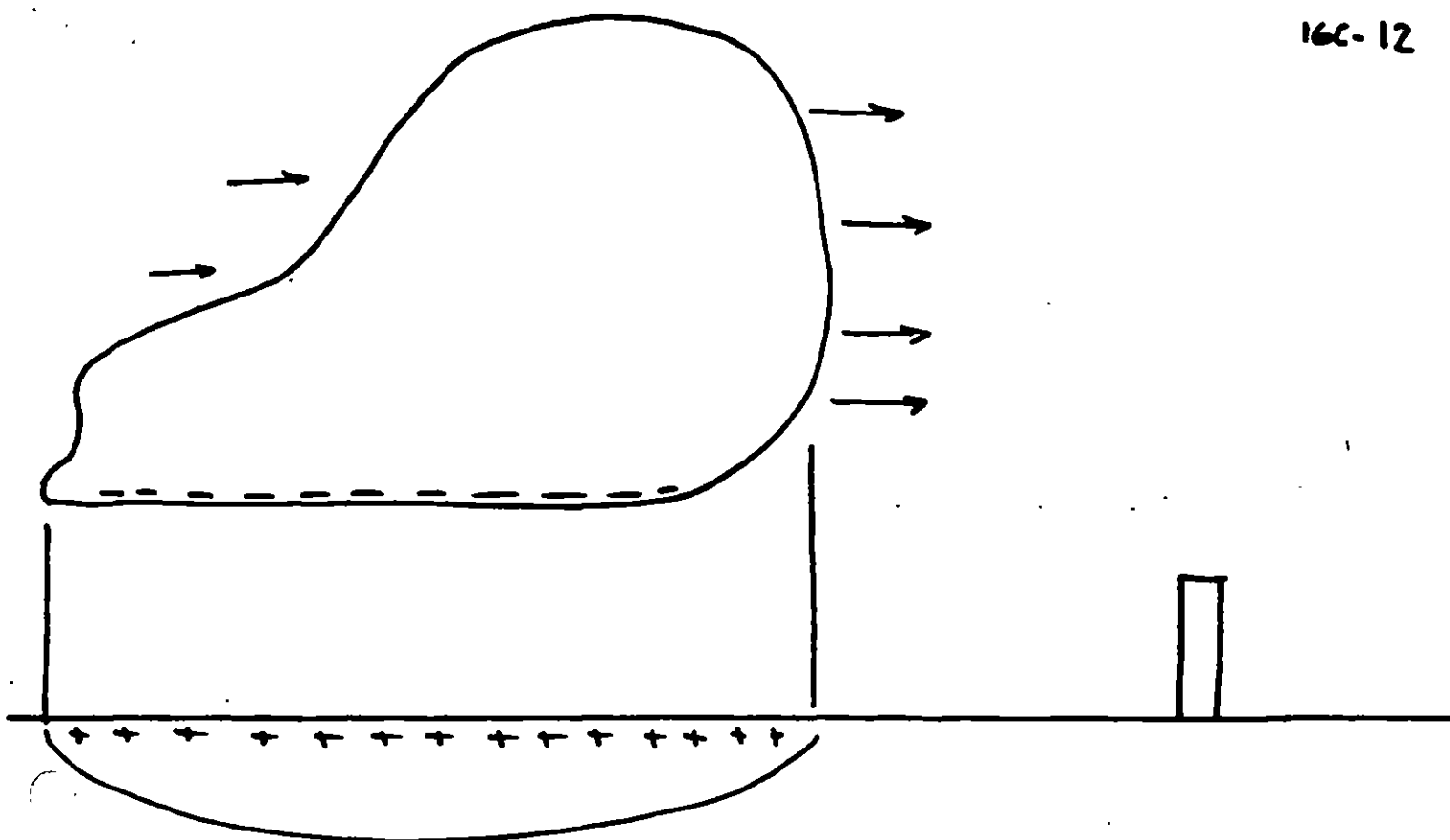


DISTRIBUCION
UNIFORME

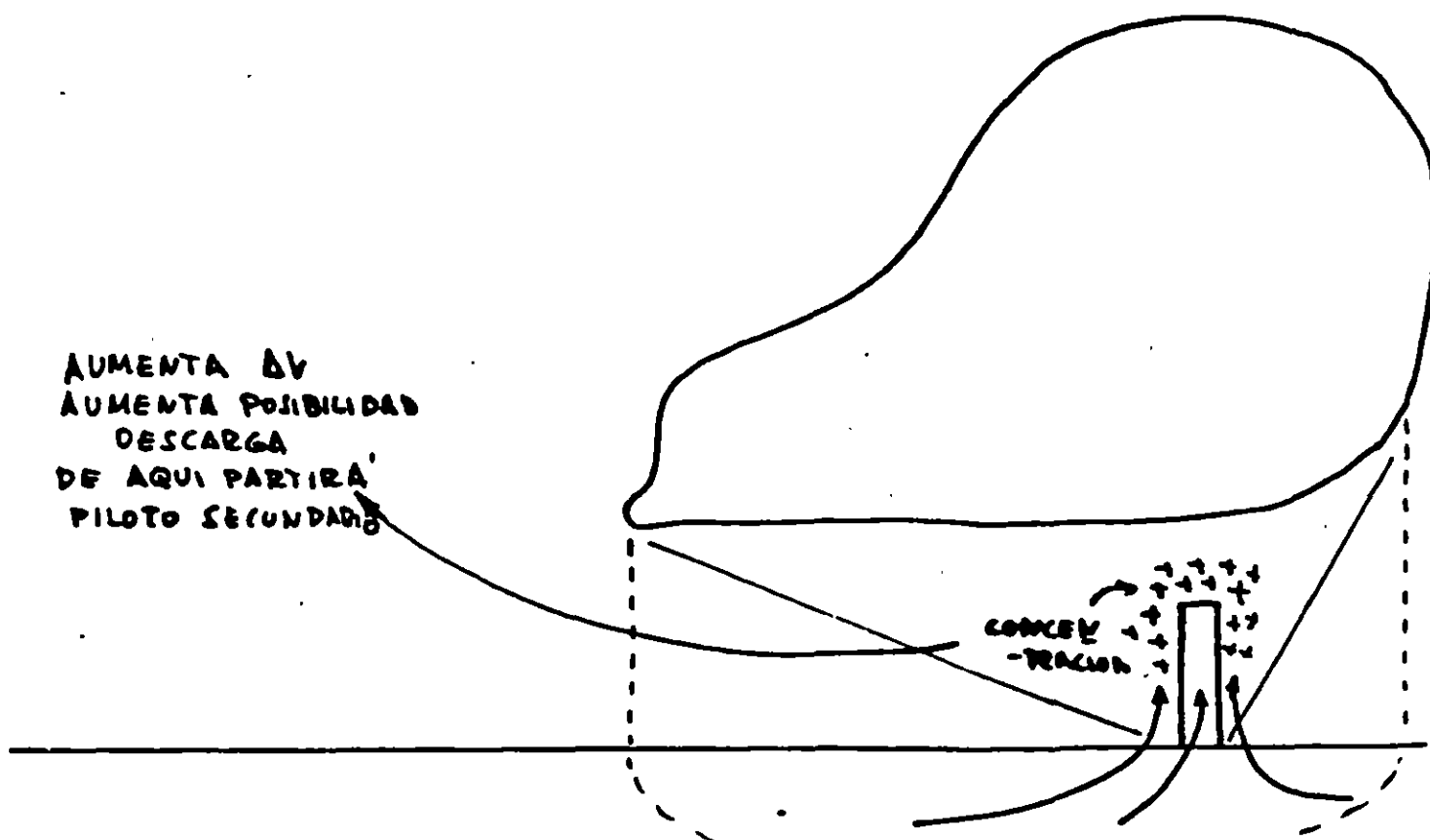
VOLUMEN
NO
UNIFORME

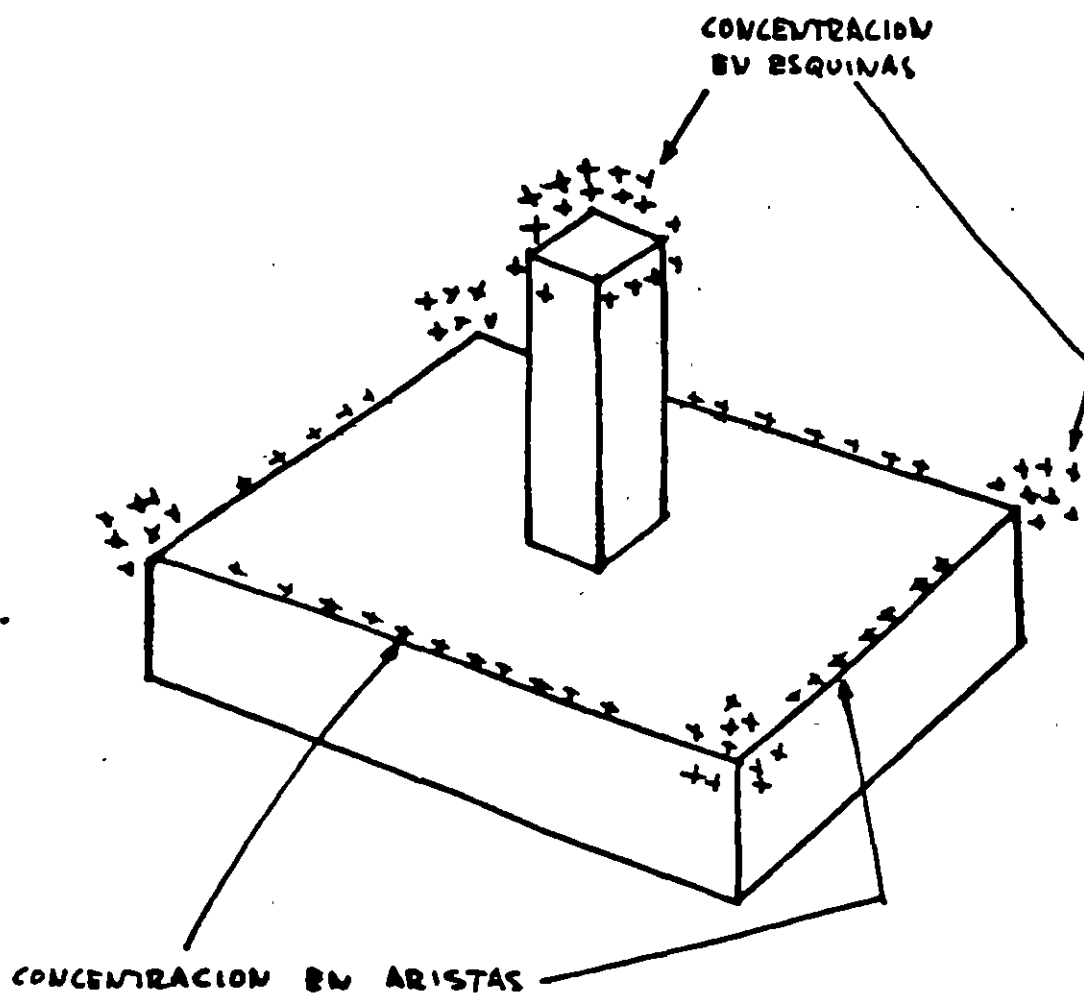


CONCENTRACION

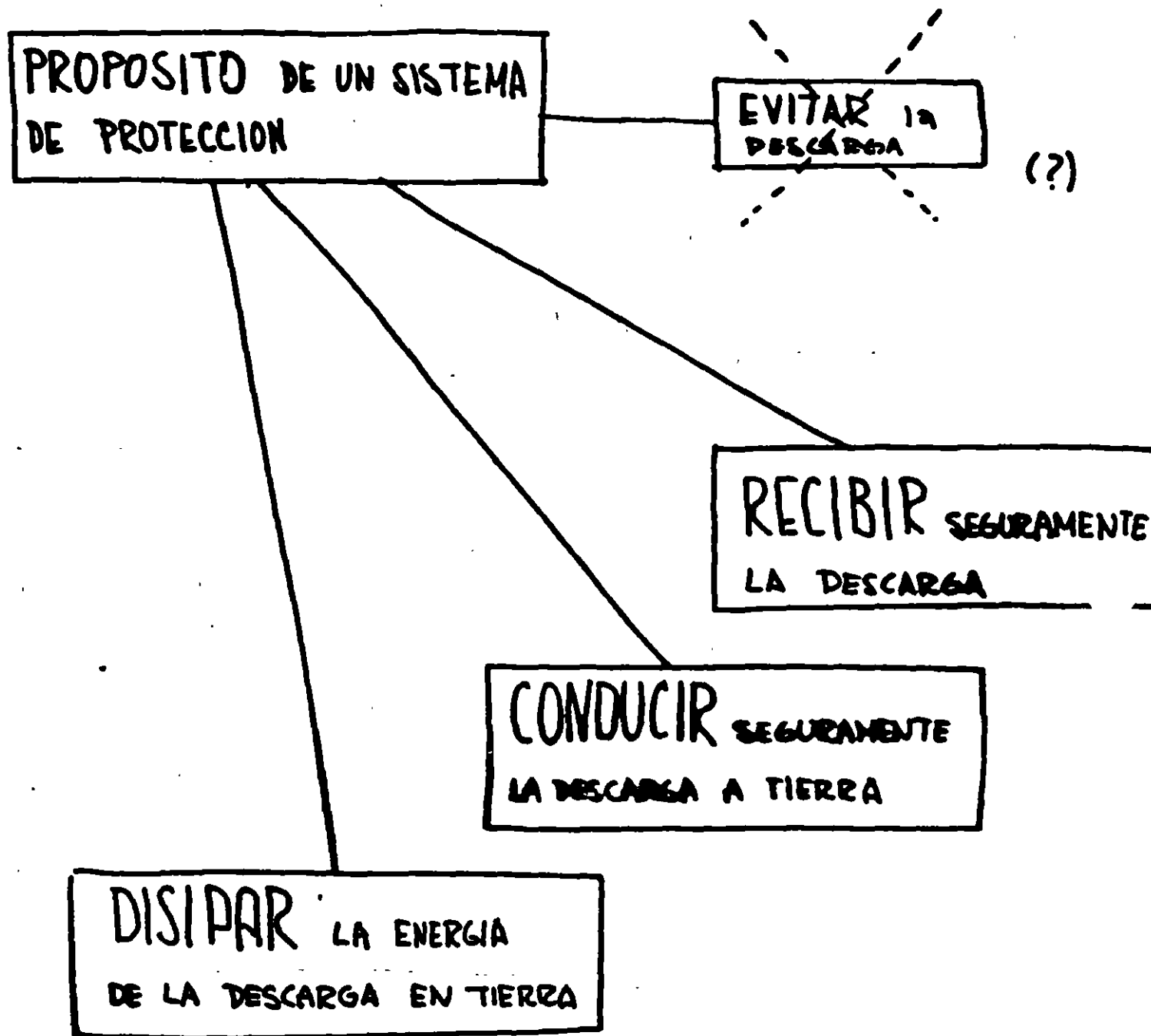


AUMENTA DV
AUMENTA POSIBILIDAD
DESCARGA
DE AQUI PARTIRA
PILOTO SECUNDARIO





ANALISIS DE LOS SISTEMAS

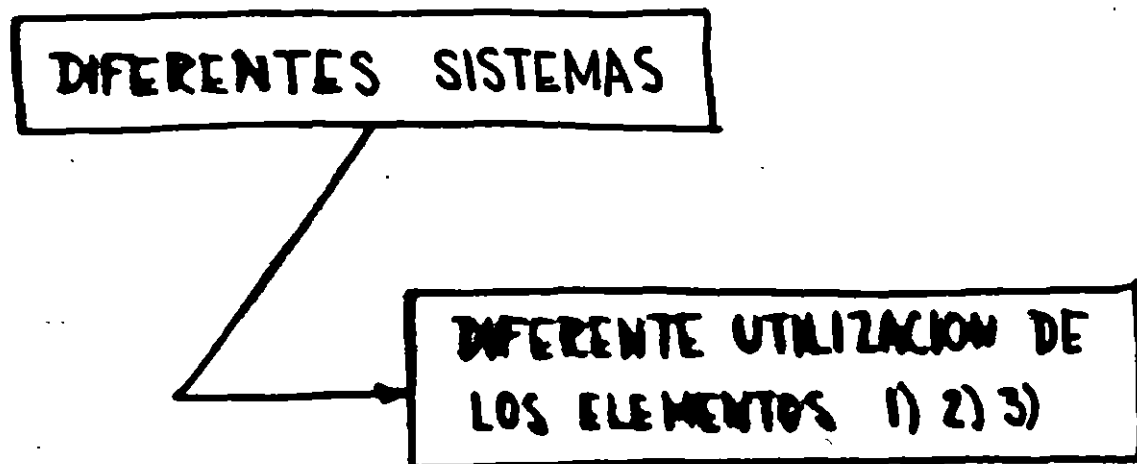


ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE PROTECCION

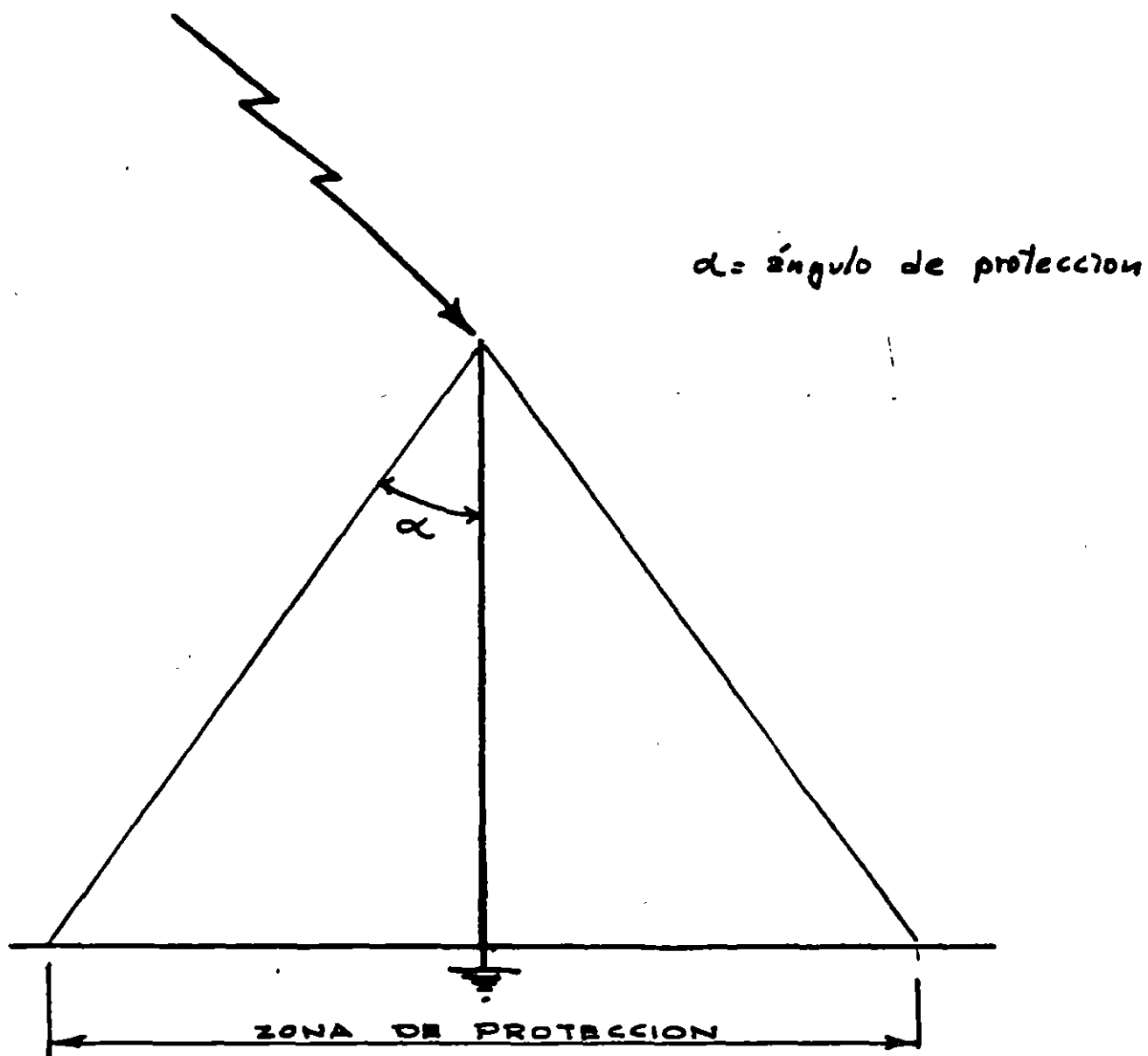
① - RECEPTOR (PUNTAS).

② - CONDUCTOR (RED DE CABLES).

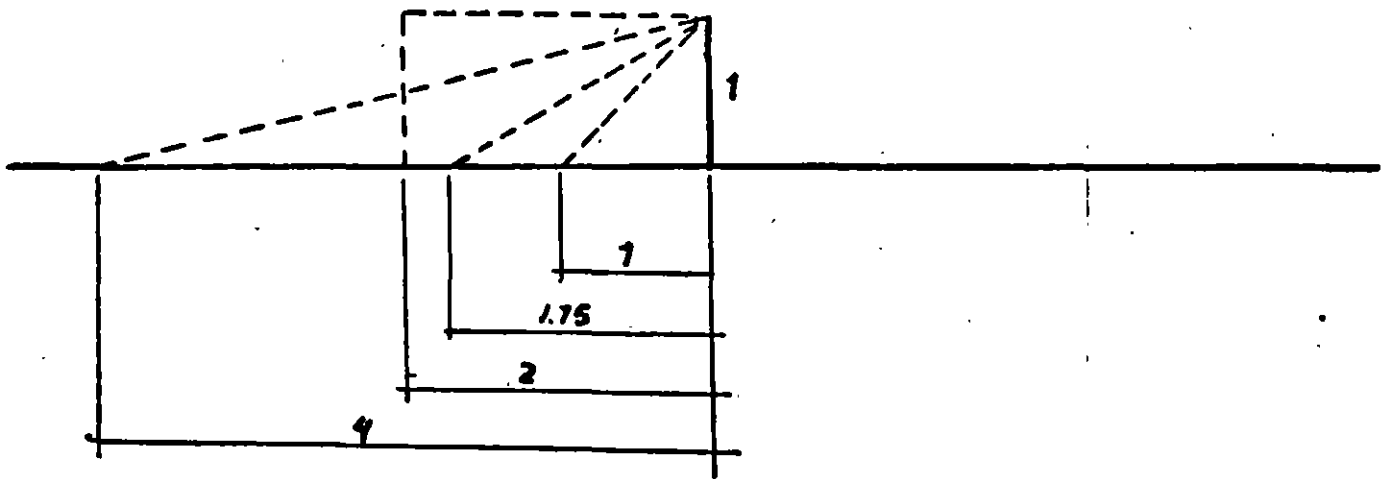
③ - DISPERSOR (ELECTRODOS DE TIERRA).



SISTEMA FRANKLIN



EN DESUSO EN LA
REGLAMENTACION U.L.
Y NFPA PARA EDIFICIOS.



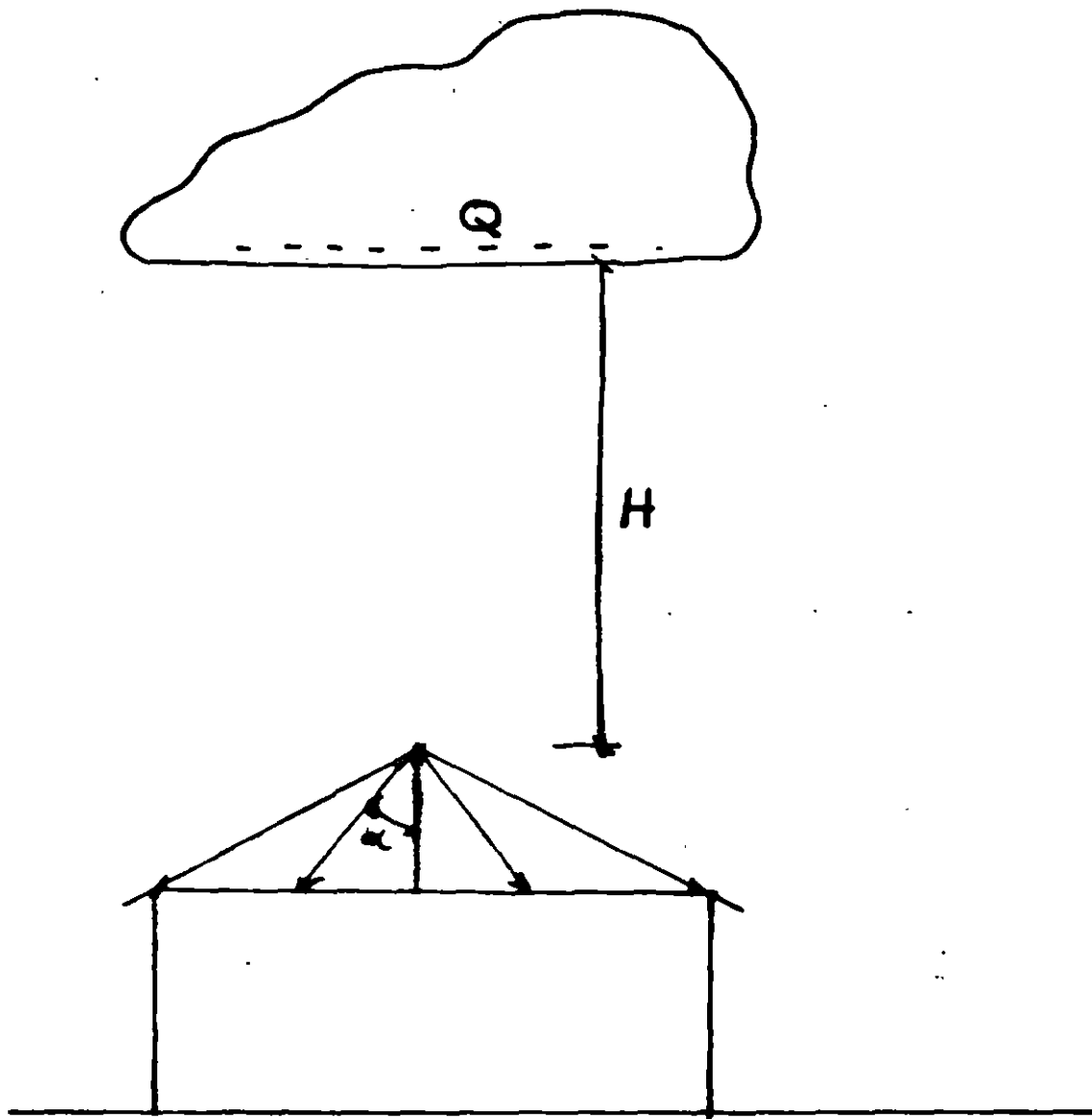
1875 - COM. PARIS = 1.75

1823 - GAY LUSAC = CILINDRO = 2

1881 - ADAMS = 1

1923 - PEEK = 2-4

1945 - L.P.C. = 1 (limited)



$$\alpha = f(H, Q)$$

NO PERMITE SEGURIDAD
EN EL DISEÑO.

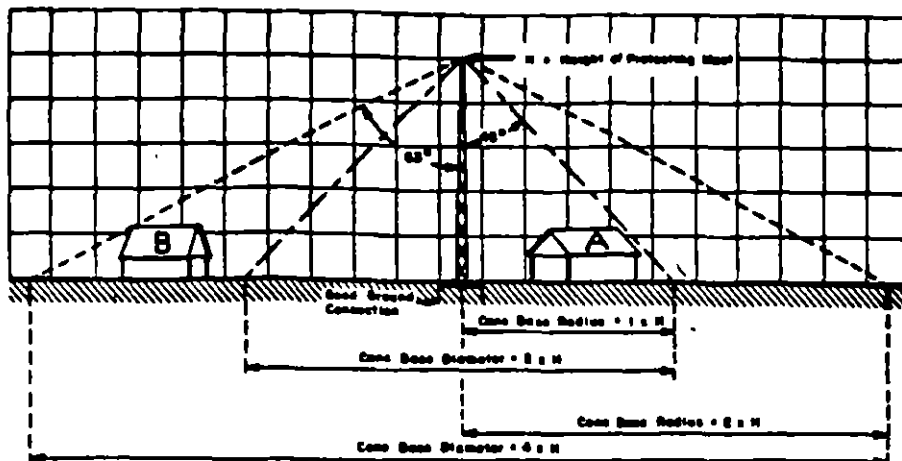


Fig. 10. Illustration of "cone-of-protection" or "angle of shielding." Building "A" located within a 1 to 1 (radius to height) cone, or 45-degree angle of shielding, will be protected against practically all strokes. Building "B" within 2 to 1 cone, about 63-degree angle, will be protected against the majority of strokes, but may be hit occasionally.

upward from the points at the instant just preceding a lightning stroke, thereby raising the effective height to the point where the upward streamer intercepts the stroke.

However, the basic principle of cone-of-protection is not foolproof and there can be rare cases where lightning will hit within even a conservative cone. An example of flagrant violation of the principle was a recorded stroke that hit the side of the Empire State Building 50 feet below the top.

A high tree, close to your house, may provide some cone-of-protection or shielding of your house from direct stroke, if the house is well within the tree's cone-of-protection. However, this is not a happy relationship, because a stroke to the tree could shatter it, with the possibility of heavy limbs falling through the house; or the stroke may come part way down the tree and then sideflash to the house, causing as much lightning damage to the house as if it were directly hit. Lightning rods extending from the tree's topmost branches to driven ground electrodes at the tree's base will protect the tree against shattering, but sideflash may still occur from the rod-topped tree to the house, particularly if grounded metallic systems in the house present a better path to earth. Furthermore, severe gales, or even high winds that accompany violent thunder storms, often uproot trees or break off major portions or limbs, and may thereby remove or destroy any shielding effects from the tree. Therefore, where high trees close to a house present conspicuous and likely targets for lightning, the safest practice is to apply a lightning conductor to the tree to prevent lightning from shattering the tree, in addition to a lightning rod system on the house for the real and durable protection against either sideflashes or direct

hits. In any case, the lightning rod grounds around the base of the tree should be bonded by underground conductor extending to reliable grounds and metallic bodies, such as water pipes, well casings, heating system piping or ducts, sewer pipes, etc., that are available at or within the house.

Lightning is just as likely to strike buildings of wood, masonry, or steel; or masts, poles, or trees of any kind, that present comparable height and exposure. However, as the stroke leader approaches earth, the charges in the earth rush into the area directly beneath the downward leader, often causing sufficient concentration of earth charges to produce upward streamers several feet long extending from the tops of earthly objects, and the object that happens to have the highest streamer formation may become the point that is struck. See Fig. 3. This is why "air terminal points" are used as the uppermost extensions of lightning rods. The points aid the formation of upward streamers that "pilot" the stroke to the rodding system.

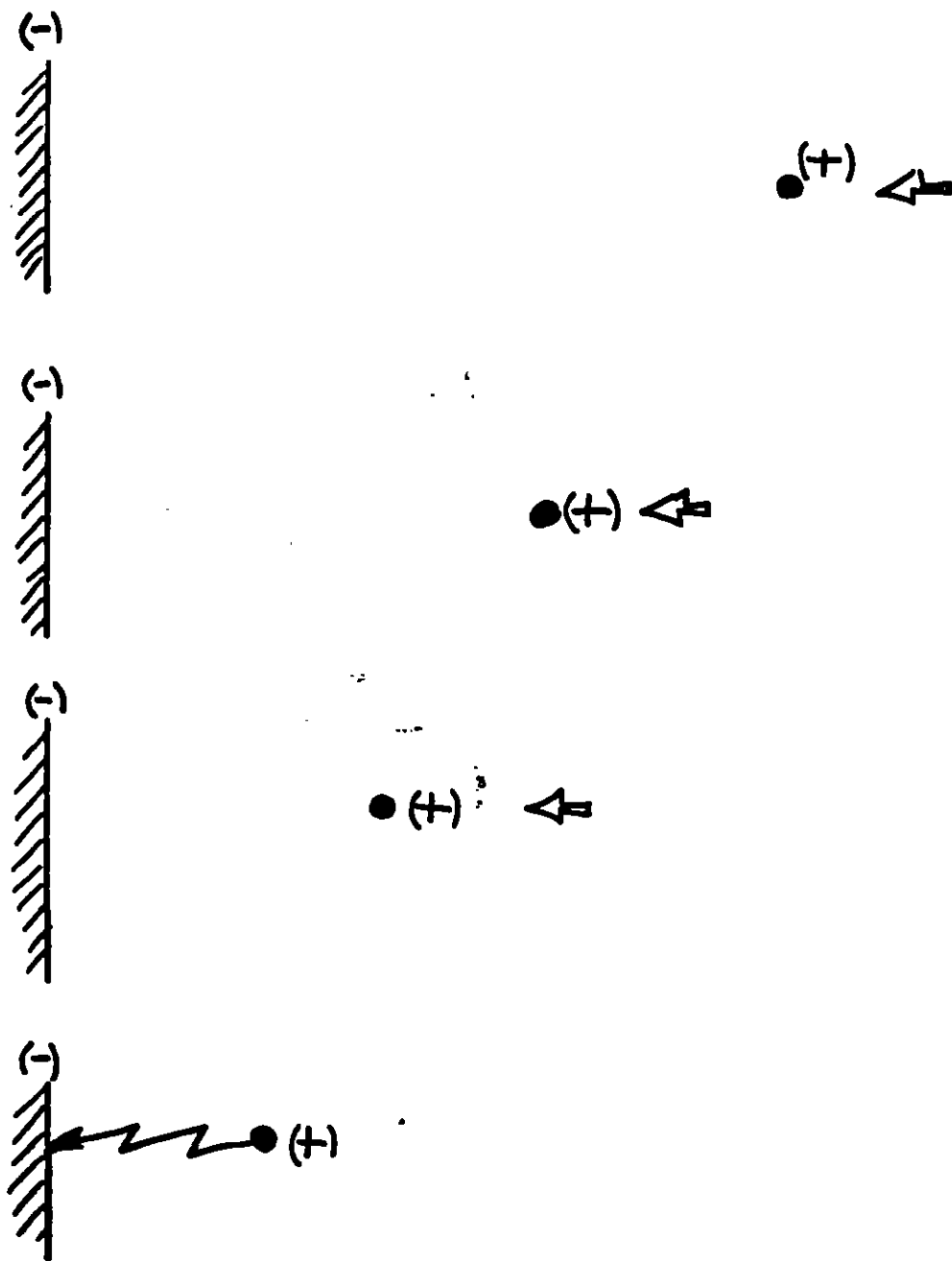
Altogether, the many variables and influences make it difficult to forecast accurately when, how often, and where lightning will hit your neighborhood or your property. The difference in density of rainfall may affect where and what lightning may strike in your neighborhood. Storms vary from year to year and it may require many years to indicate true probabilities. For example, the Empire State building was hit as few as 3 times in 1939, as many as 48 times in 1947, but averaged 23 hits per year over 11 consecutive years. Therefore, any appraisal of what, when, and where lightning will strike, must be based largely on the foregoing facts about lightning and its behavior, but recognizing the pertinent variables.

WHAT CAN HAPPEN WHEN LIGHTNING STRIKES?

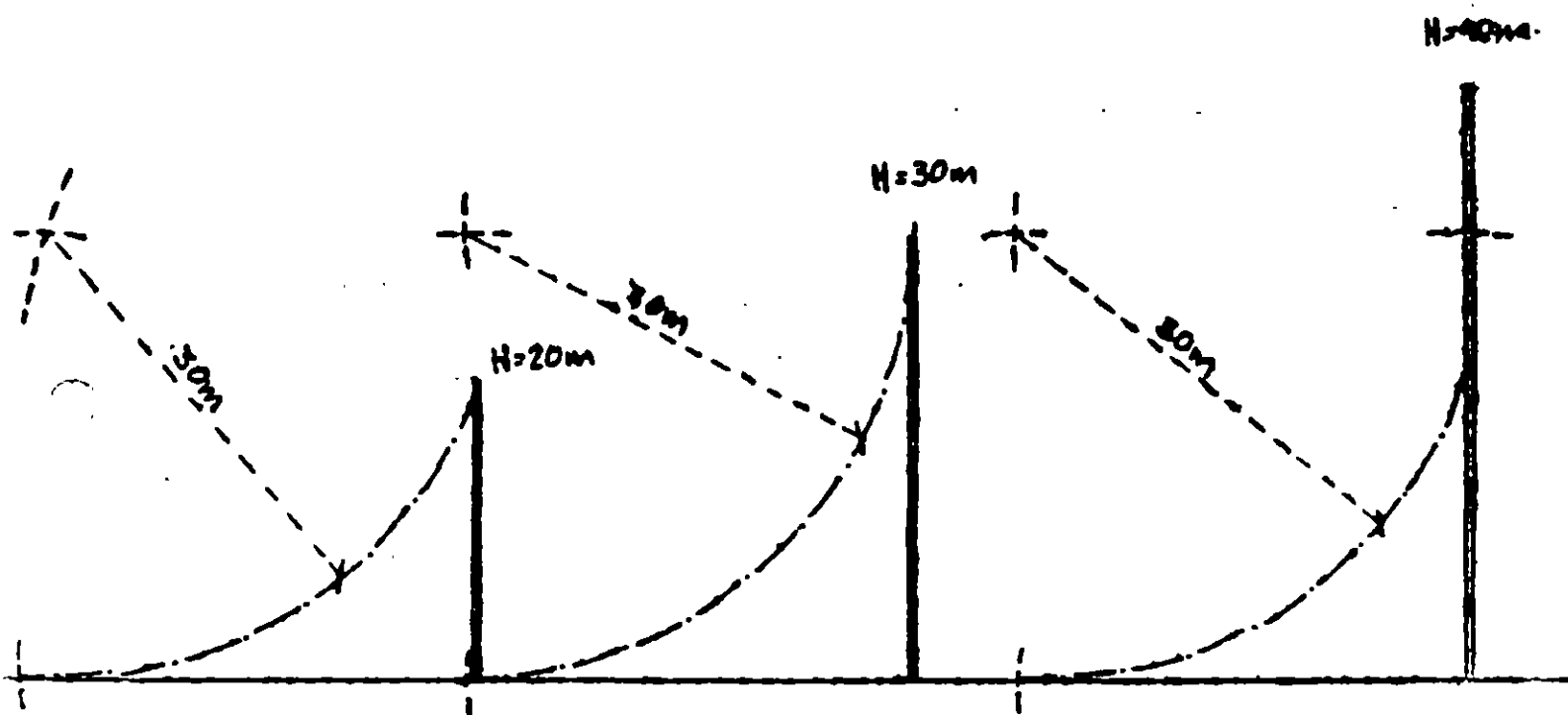
It is well to be familiar with the typical happenings and events that occur within the few millionths of a second when lightning strikes. Indeed, our knowledge of lightning's "modus operandi" in its furious assault is the only basis on which we can plan effective defense or exercise intelligent precautions against it.

When lightning strikes, its compelling objective is to complete a path to ground, or to metallic or conducting objects that are in contact with ground. Remember, the lightning stroke of thousands, or tens of thousands, of amperes is a reuniting of electric charges in the earth beneath the storm cloud, with the opposite electric charges in the cloud. Therefore, the path of a lightning stroke is not completed by hitting the top of a house, but must continue on — the gigantic sparking through any non-conducting materials — until it reaches earth, or an adequate conducting path to earth.

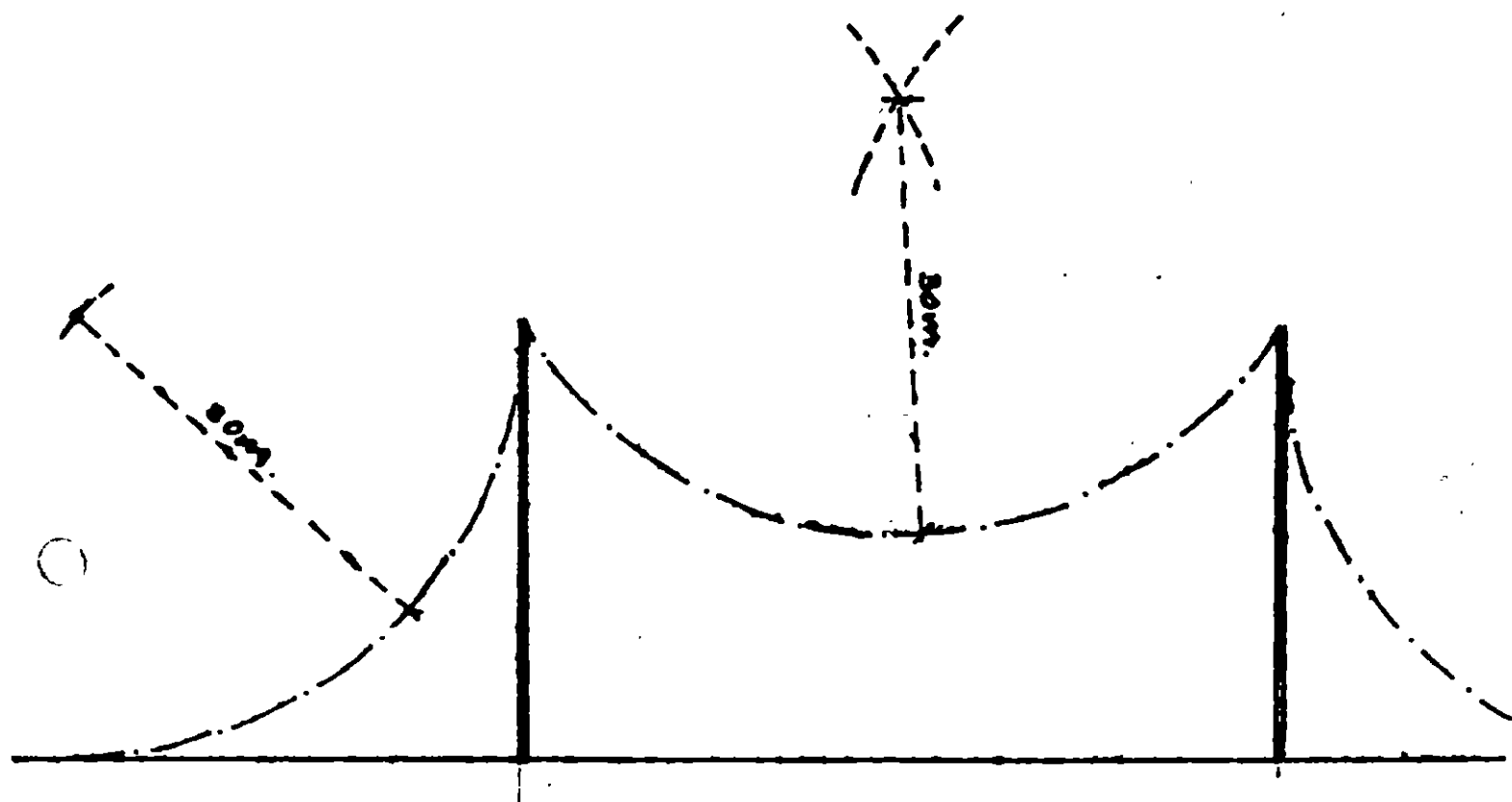
For example; lightning hits a chimney, follows part way down the semi-conducting soot path inside the chimney, then bangs through the masonry and 8 feet across floor joists to a BX cable of the house wiring, and then follows the conducting cable to its ground connection in the basement. But the stroke's fireworks and explosive shattering force prevails throughout the path until it reaches the metallic duct; and therefore, the chimney receives a shattered gash down to a sizable hole opened through it where the stroke took off for the BX; and the joists, or the floor above, or the ceiling below can be splintered or wrecked between the chimney and the BX. A BX cable may conduct some strokes without damaging much of the cable, but in many cases, the copper conductors within the steel armor will disappear by volatilizing to a gas. Another example; lightning hits the ridge of a dormer window, then shatters its course through 20 feet of ceilings, walls, or floors to the top of a shower bath fixture which happens to be the nearest grounded metallic object in the house to the stricken point. The explosive force through the free path of the stroke, from the gable to the shower bath, can leave a shambles of splintered materials. Again, — lightning hits the ridge of a house having no wiring, plumbing, or water pipes; and as the stroke crashes through the building from top to bottom; but, because there was no metallic connection to earth, the stroke bored through the earth, 1 to 2 feet under sod, for a distance of 155 feet, and pum-



DISTANCIA de ARQUEO



ALTURA vs DISTANCIA de ARQUEO



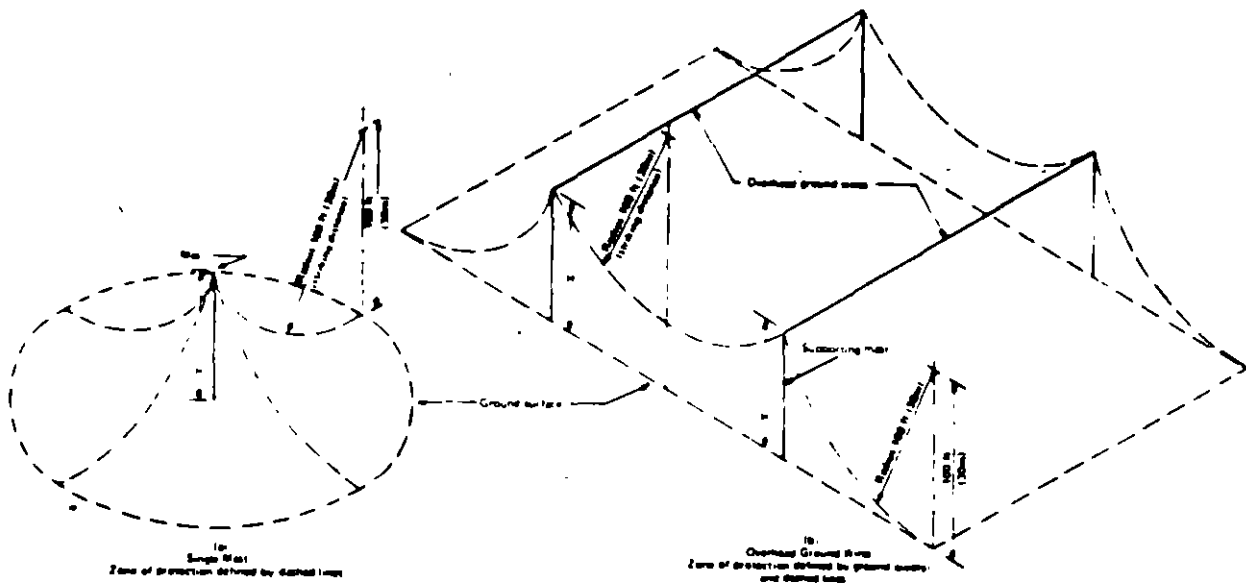


Figure 6-3.3.2. Zone of Protection for Mast Height "H" Exceeding 50 Feet (15m).

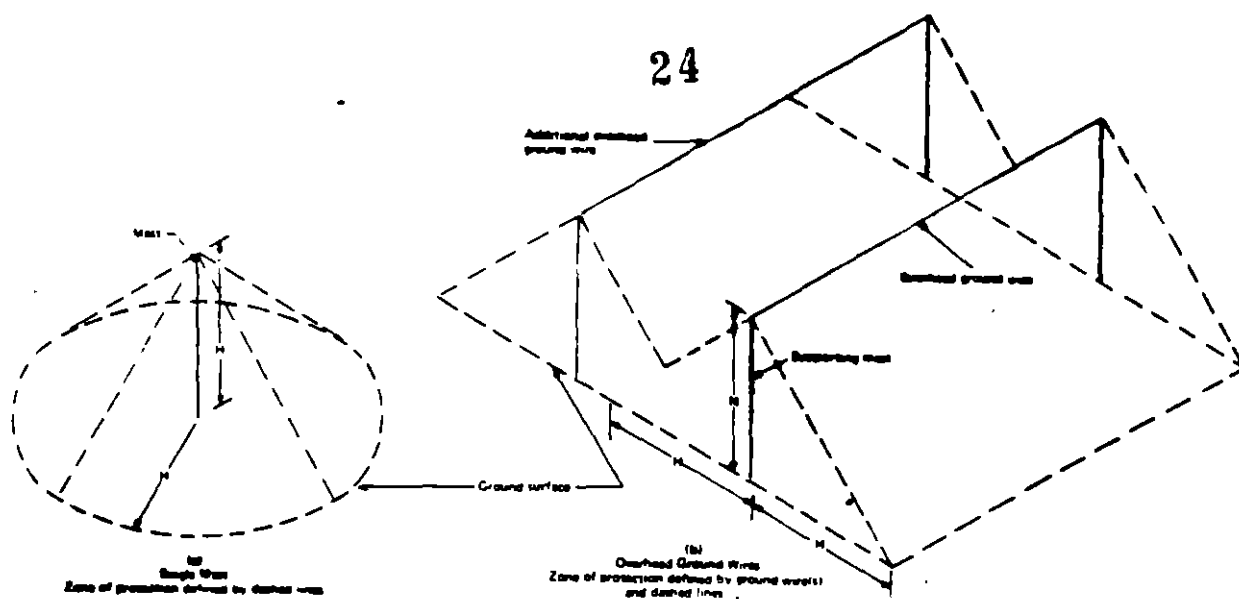
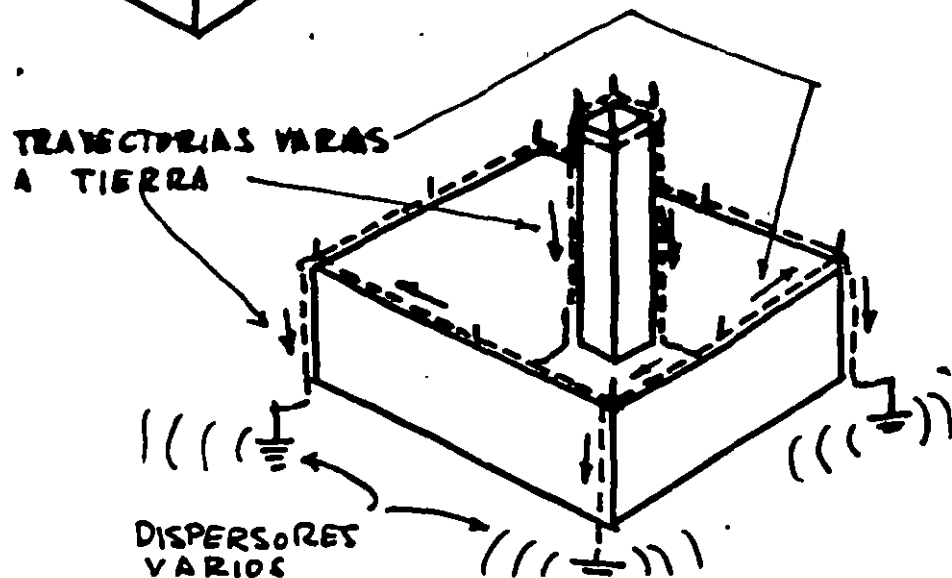
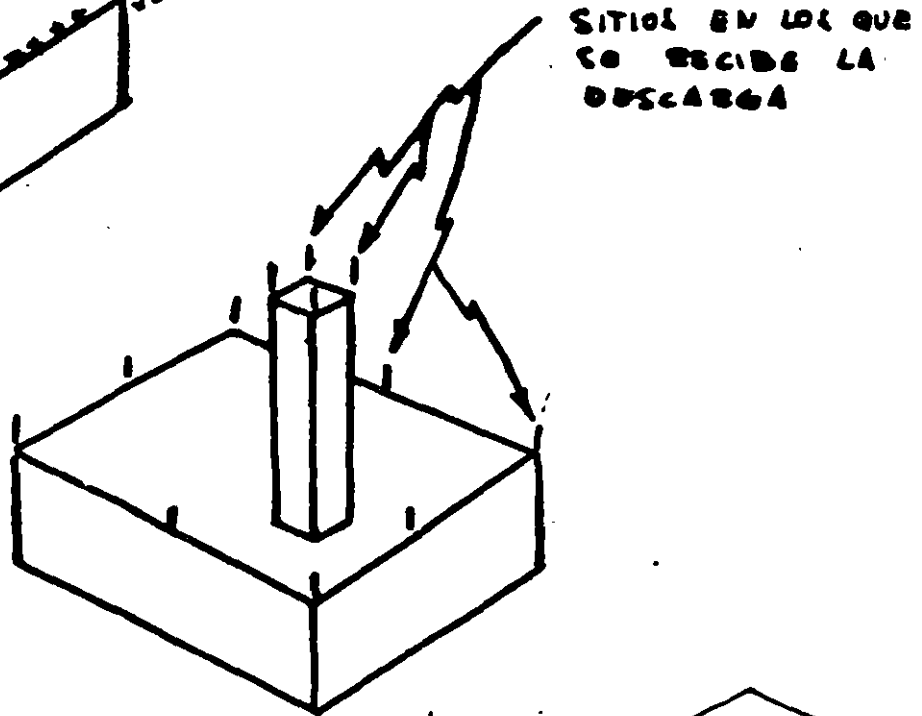
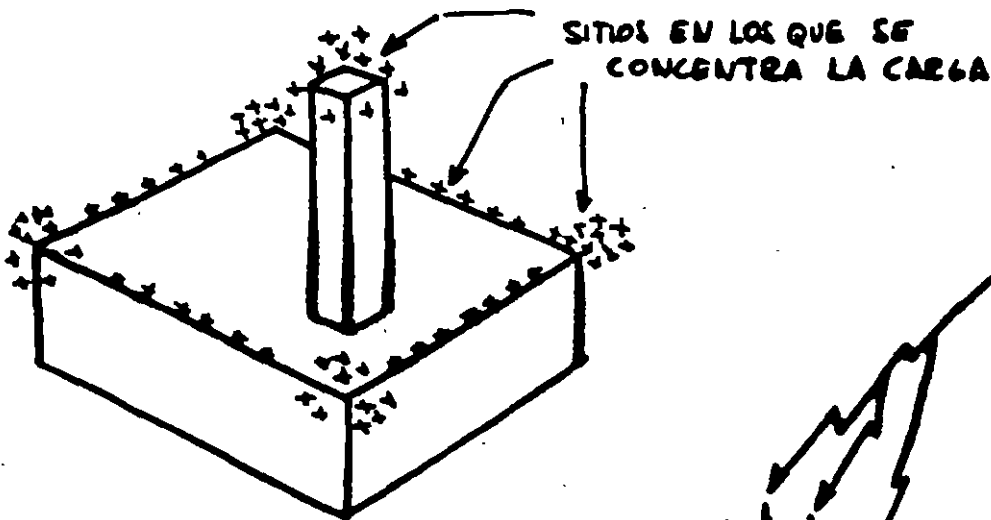


Figure 6-3.3.1. Zone of Protection for Mast Height "H" Not Exceeding 50 Feet (15m).

SISTEMA FARADAY :-

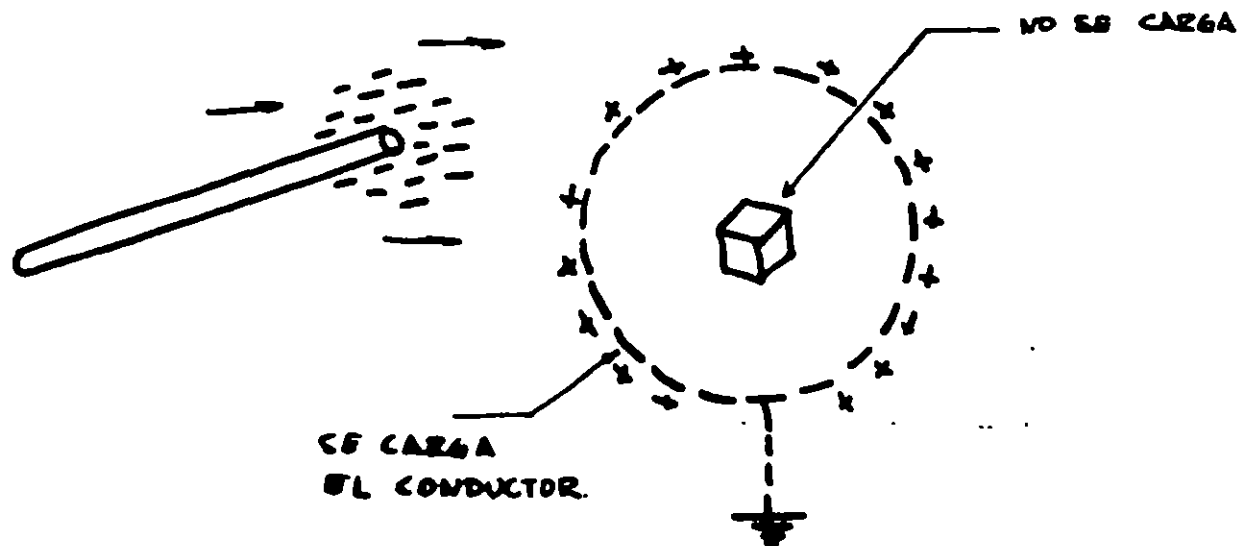
25

- PRINCIPIO:
- ELEMENTOS RECEPTORES EN LOS SITIOS DE CONCENTRACION ELECTROSTATICO.
 - BLINDAJE ELECTROSTATICO

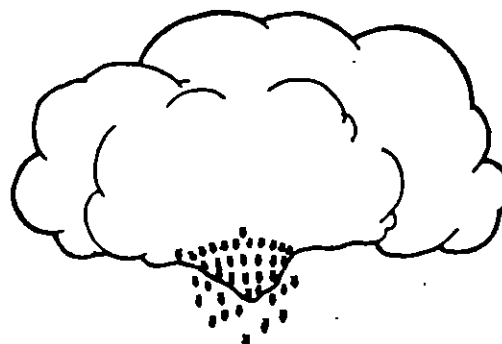


BLINDAJE ELECTROSTATICO

26

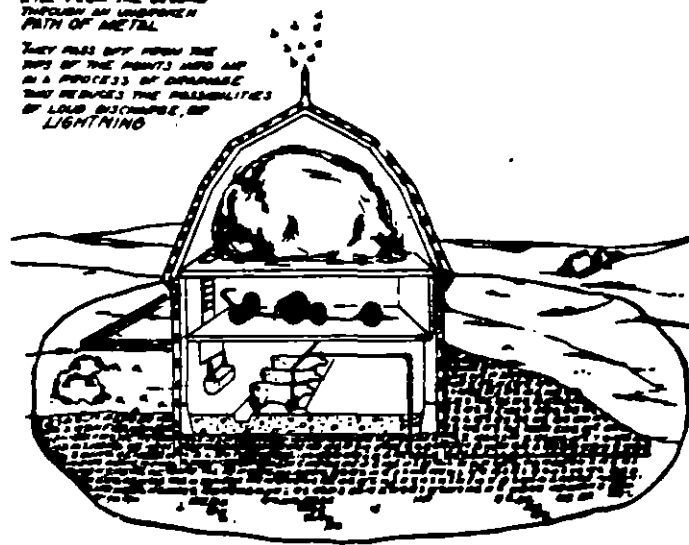
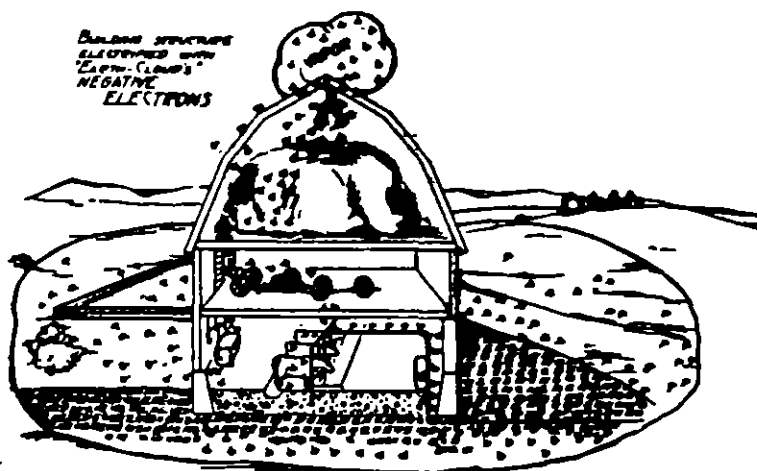


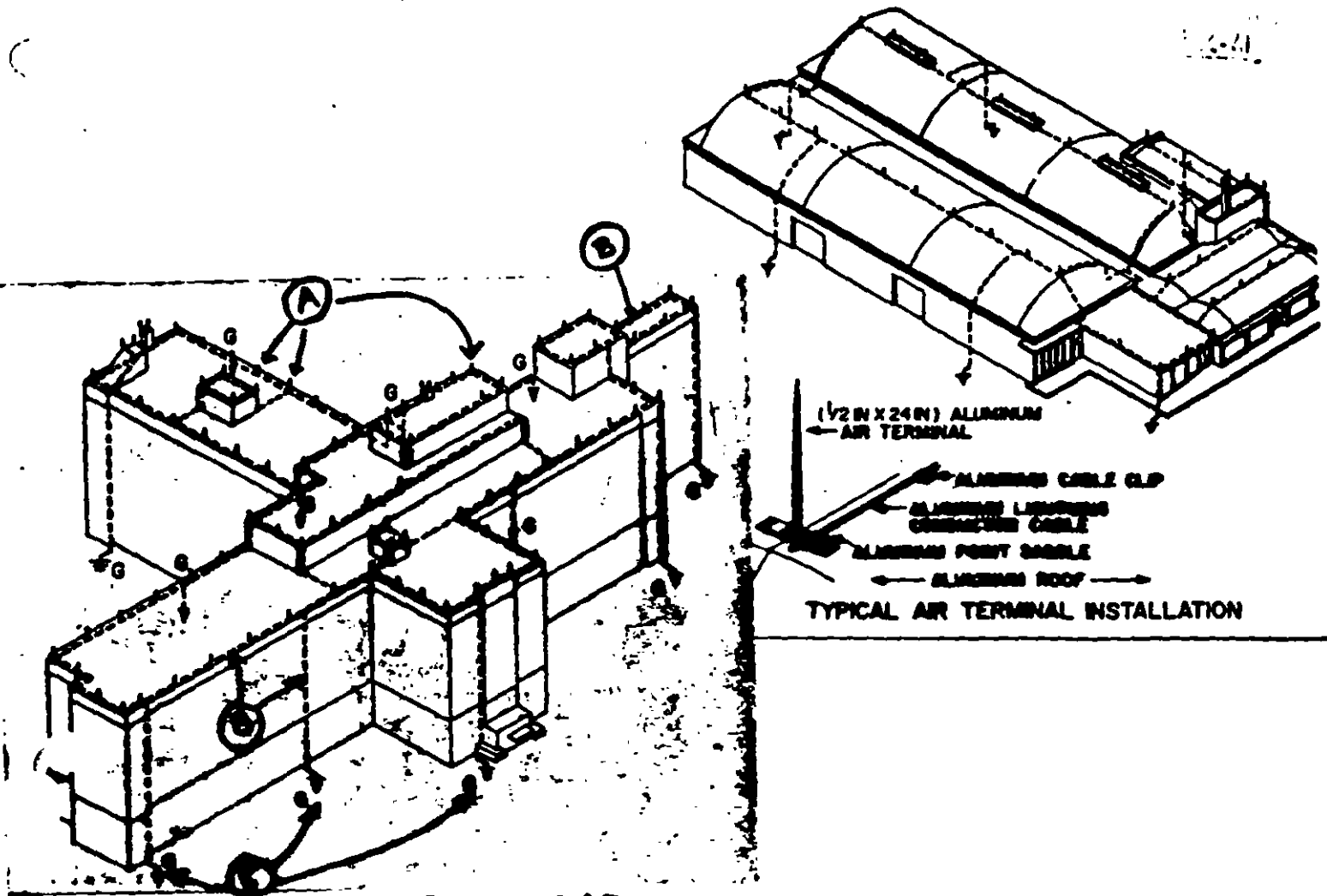
GAP BETWEEN "SKY-CLOUD"
AND
"EARTH-CLOUD"



EARTH-CLOUD
NEGATIVE ELECTRONS
RISE FROM THE GROUND
THROUGH AN UNBROKEN
PATH OF METAL.

THEY FLEE OFF FROM THE
TIPS OF THE POINTS AND
IN A PROCESS OF DISCHARGE
THEY REDUCE THE POSSIBILITY
OF LOUD DISCHARGE, OR
LIGHTNING





VENTAJAS:-

• SEGURIDAD

• REGLAMENTADO → (1904).

• EXPERIMENTADO (1904-1980)

• NORMALIZADO :

• UNDERWRITER'S LABORATORIES

→ UL96A

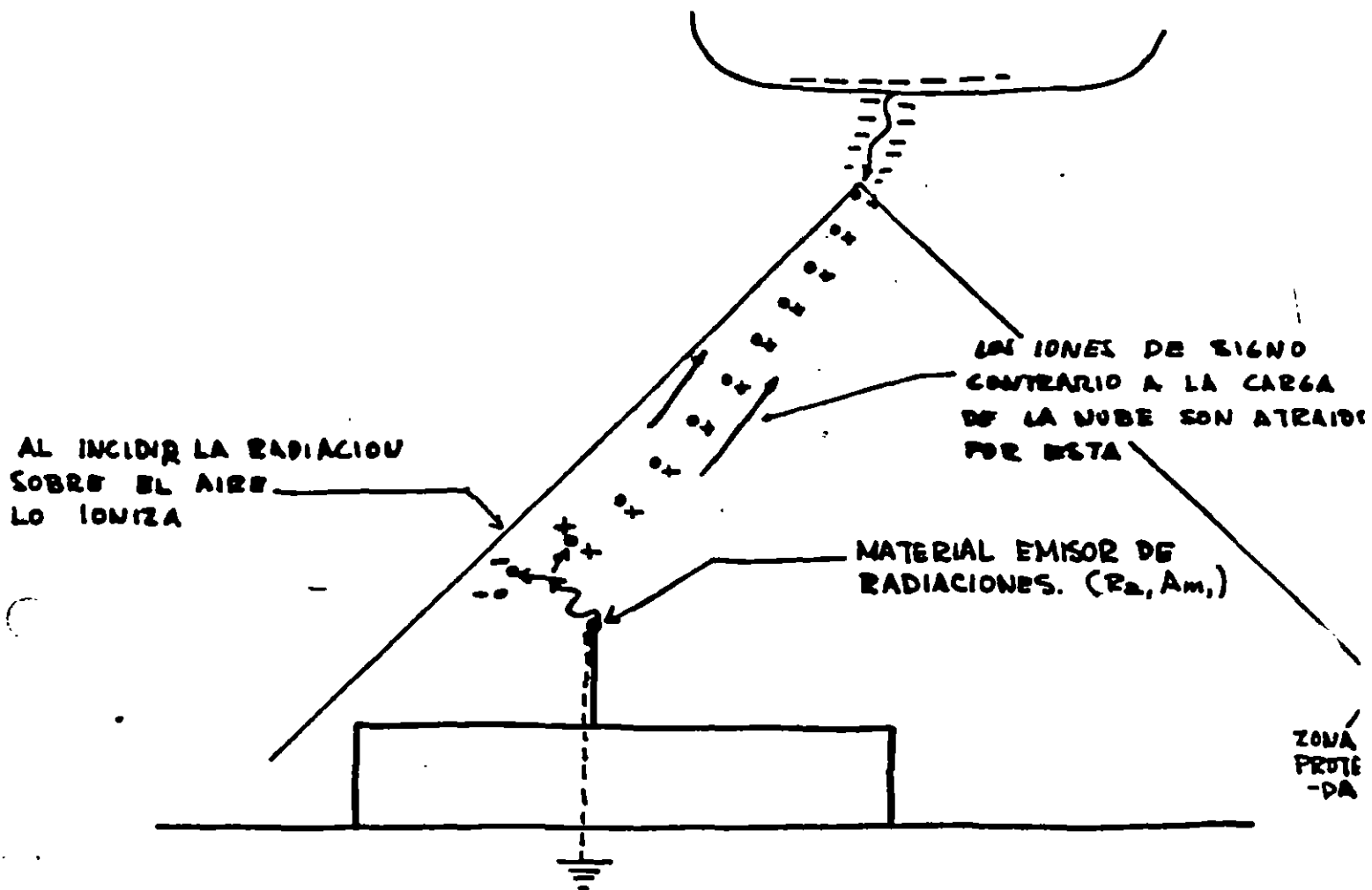
• NATIONAL FIRE PROTECTION
ASSOCIATION

→ NFPA-78

• ANSI. - IEEE

SISTEMA RADIOACTIVO

28



VENTAJAS: SENCILLEZ INSTALACION

DESVENTAJAS: USO MATERIAL PELIGROSO (RADIACION-CONTAMINACION)

└→ RESTRINGIDO EN MEXICO.

FOUNDED 1894

Underwriters' Laboratories, Inc.
For Service - Not for Profit

SPONSORED BY
National Board of Fire Underwriters



Installation Requirements

MASTER LABELED LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS

UL 96A
Eighth Edition

JUNE, 1963

**FPA
78**

AND NEW A
1977
An America
Nothin
Standards

LIGHTNING PROTECTION CODE 1977



NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

1470 Atlantic Avenue, Boston, MA 02210

INSTALACION

DE ACUERDO CON
NFPA-78
UL96A

ELEMENTOS de ANALISIS:-

- 1 - UBICACION de PUNTAS
- 2 - TRAYECTORIA de CONDUCTORES
- 3 - UBICACION de ELECTRODOS de TIERRA
- 4 - CONEXIONES ADICIONALES
- 5 - SISTEMAS de INSTALACION
- 6 - ESPECIFICACION de MATERIALES.

UBICACION PUNTAS :

- LOCALIZACION
- ESPACIAMIENTO
- ALTURA

31

186-24

LOCALIZACION— SITIOS DE INCIDENCIA DEBIDO A
CONCENTRACION DE CARGA EN ELLOS :-

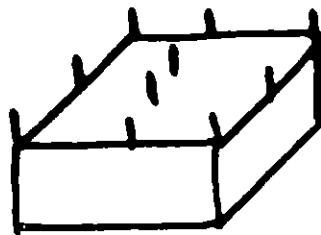
- ESQUINAS
- ARISTAS

• EN LA SUPERFICIE
DE LA AZOTE

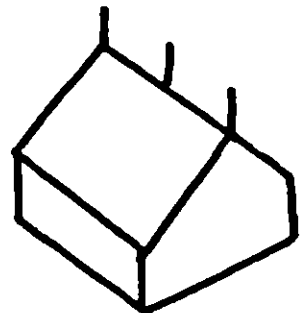
FUNCION DEL TIPO O FORMA
DEL TECHO

CASIFICACION
DE TECHOS:-

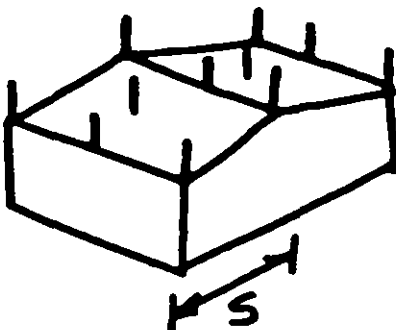
1) PLANO



2) INCLINADO



2) PENDIENTE LIGERA



CONDICIONES:

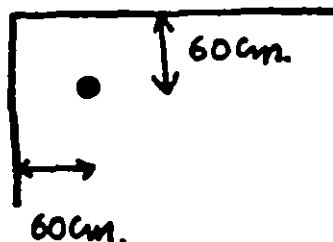
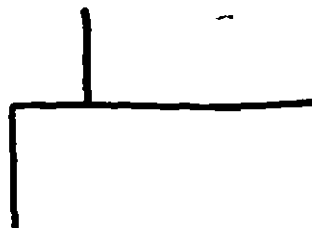
$S < 12m$ y PENDIENTE $\leq \frac{1}{8}$

$S > 12m$ y PENDIENTE $\leq \frac{1}{4}$

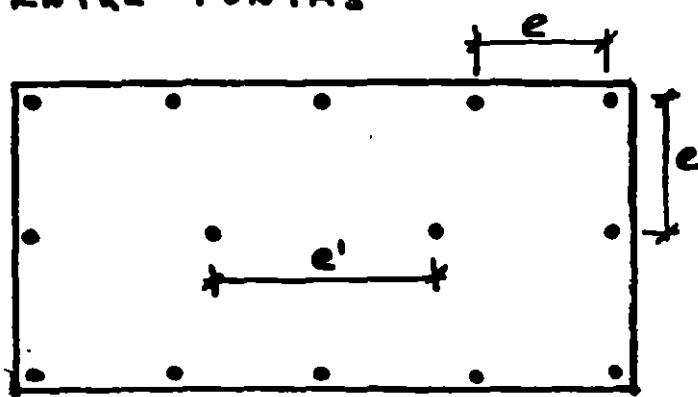
ESPACIAMIENTO PUNTAS

32

DEL LIMITE DEL CONTORNO:



ENTRE PUNTAS



$e \leq 6m$ HASTA ALTURAS DE PUNTA DE 60cm.

$e \leq 7.62m$ HASTA ALTURA DE PUNTA MAS DE 60cm.

$e' \leq 15m$.

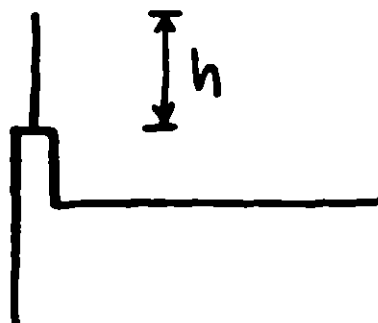
ALTURA PUNTAS

h :

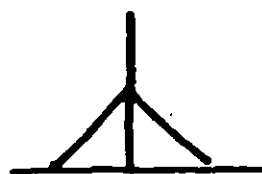
$$90cm > h > 25cm$$

DEL OBJETO O

CONTORNO PROTEGIDO



$h > 60cm \rightarrow$ TRIDUE



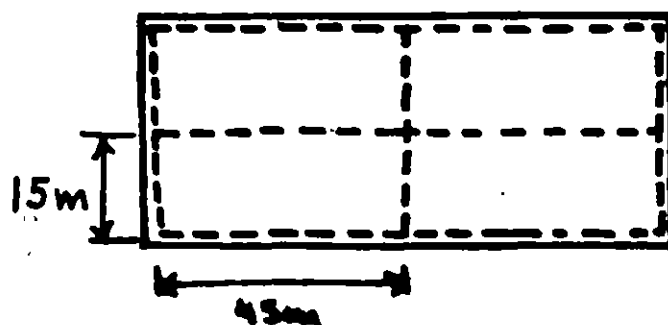
TRAYECTORIA CONDUCTORES :-

33

• HORIZONTALES

CONDICIONES:-

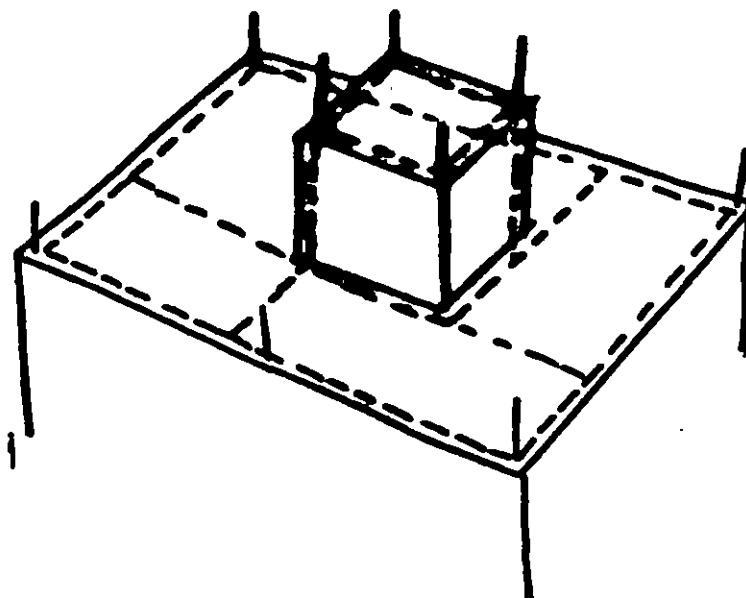
- 1) RED CERRADA QUE INTERCONECTA PUNTAS
- 2) 2 TRAYECTORIAS DIRECTAS A TIERRA (SIN CURVAS -ASCENDENTES, DESDE CADA PUNTA
- 3) RADIO CURVATURA MINIMA = 20 CM.
- 4) ESTABLECER REDES INTERIORES CERRADAS DE DIMENSIONES MAXIMAS 15X45M.



- 5) SELECCION: CADA 90 CM.

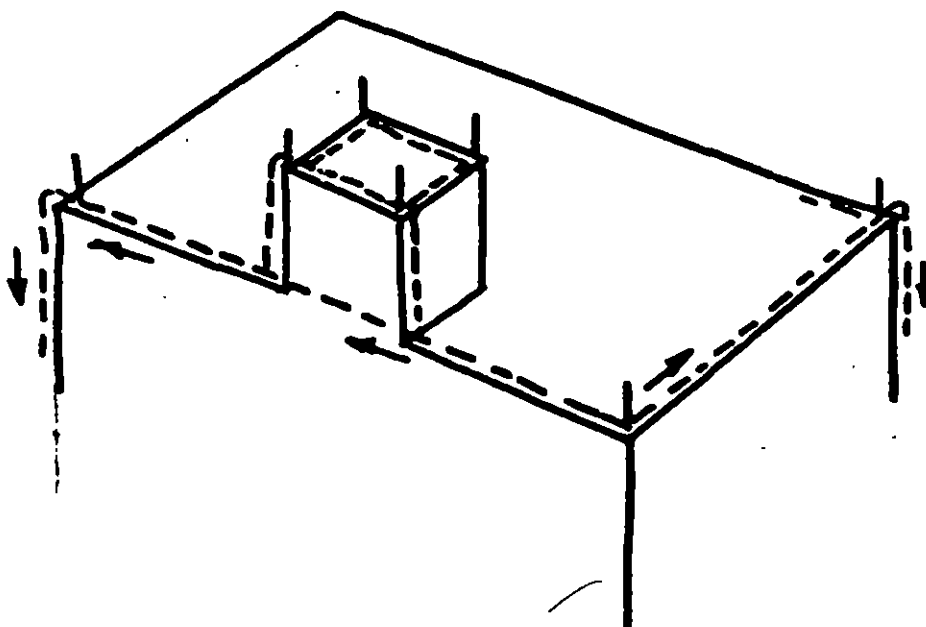
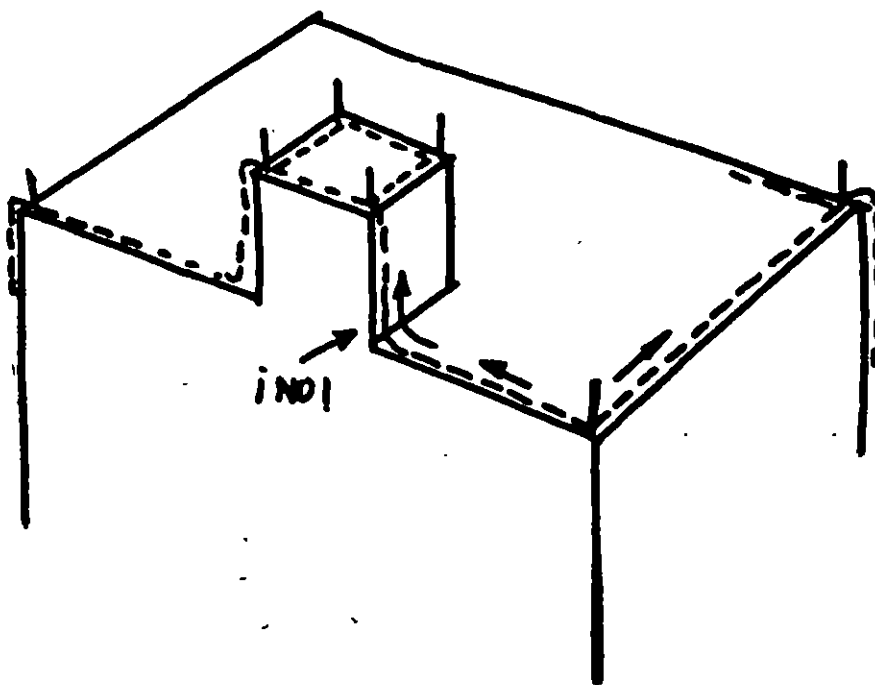
EJEMPLOS :

A RED CERRADA



2) TRAYECTO IA DO L

34



TRAYECTORIA CONDUCTORES.

• VERTICALES.

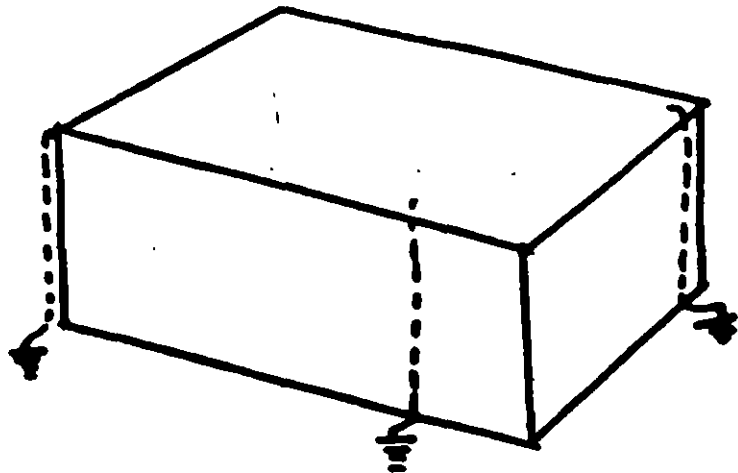
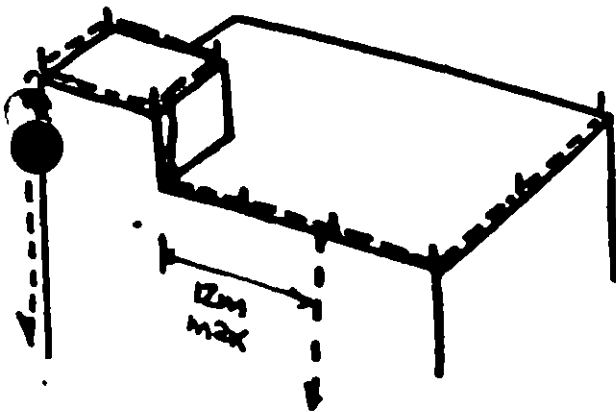
35

CONECTAN RED HORIZONTAL A TIERRA

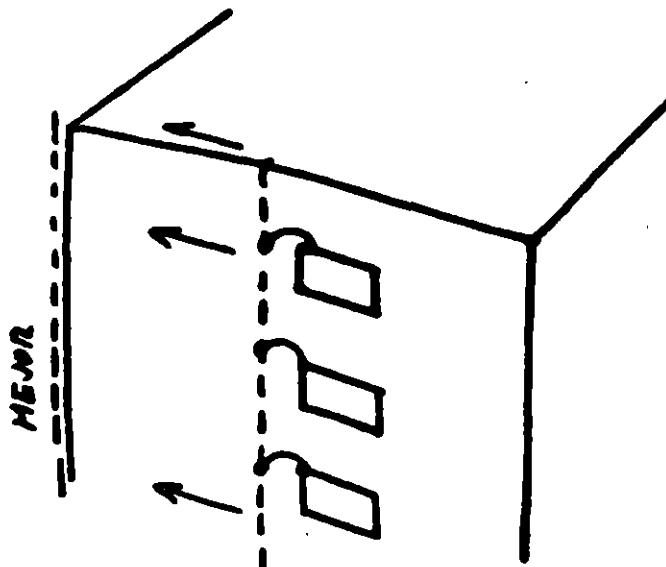
LOCALIZACION:

• CERCA UBICACION TIERRAS

TRAYECTORIAS DIRECTAS



• UBICACION CUERPOS METALICOS



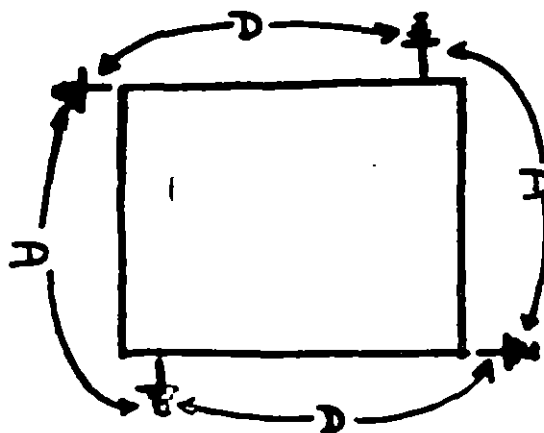
CONEXIONES A TIERRA.

36

- OBJETIVO:**
- PERMITIR QUE LA CONCENTRACION DE CARGA PREVIA A LA DESCARGA, QUE OCURRE EN EL TERRENO, TENGA ACCESO A LOS CONDUCTORES VERTICALES PARA FLUIR HASTA LAS PUNTAS.
 - DISIPAR LA CORRIENTE DE LA DESCARGA EN EL TERRENO.

CONDICIONES :

1) ESPACIAMIENTO UNIFORME

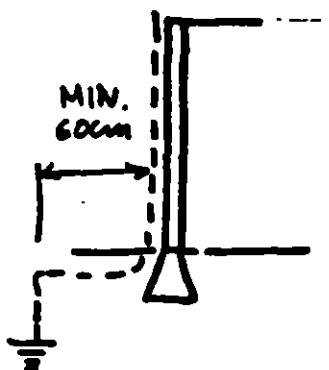
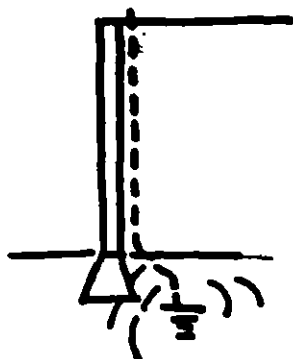


2) DISIPACION FACIL

↳ NECESARIO : BAJA RESISTENCIA EN CONEXION.

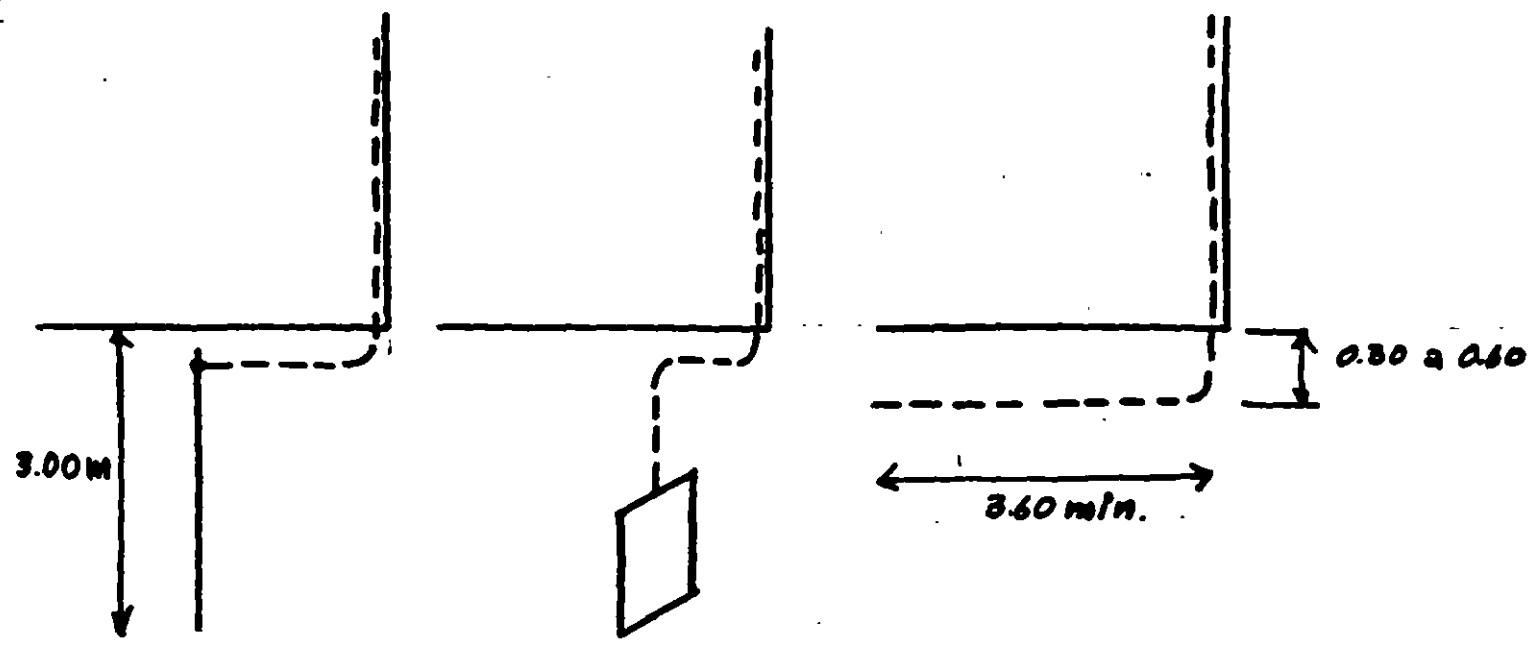
↳ $U_L: 50\Omega$

SIN OBSTACULOS CERCANOS:

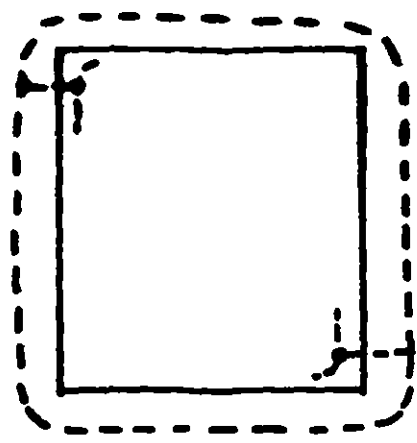


MEDIOS de CONEXION a TIERRA:

37



CONDICIONES CRITICAS: →



CANTIDAD Y UBICACION TIERRAS

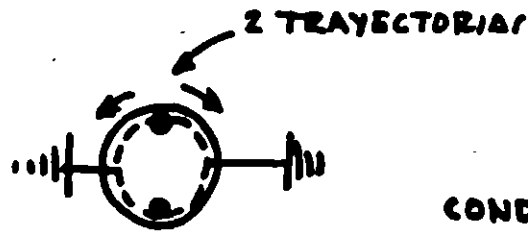
16C-31

38

ES FUNCION DEL PERIMETRO PROTEGIDO

MINIMO → 2

HASTA PERIMETRO
DE 75 m.



CONDICION:
OPUESTAS

MAS DE 75 m: → 1 TIERRA ADICIONAL POR CADA 30 m.
EXTRAS DE PERIMETRO

EJEMPLO:-

Long: $200 + 200 + 300 + 300 = 1000 \text{ m}$

Nº TIERRAS:-

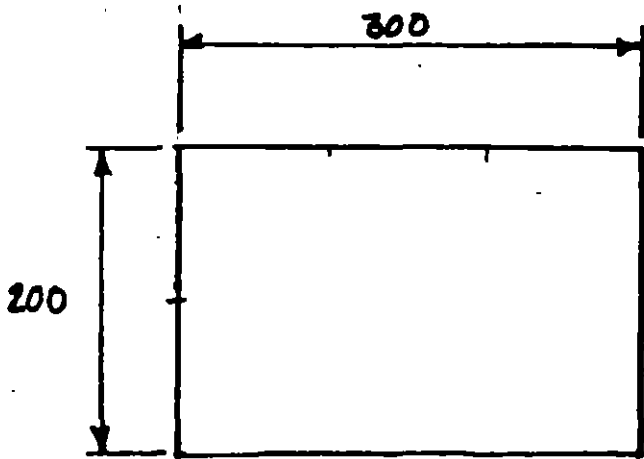
2 PARA 75 m.

PARA EL RESTO:

$$31 = \frac{1000 - 75}{30}$$

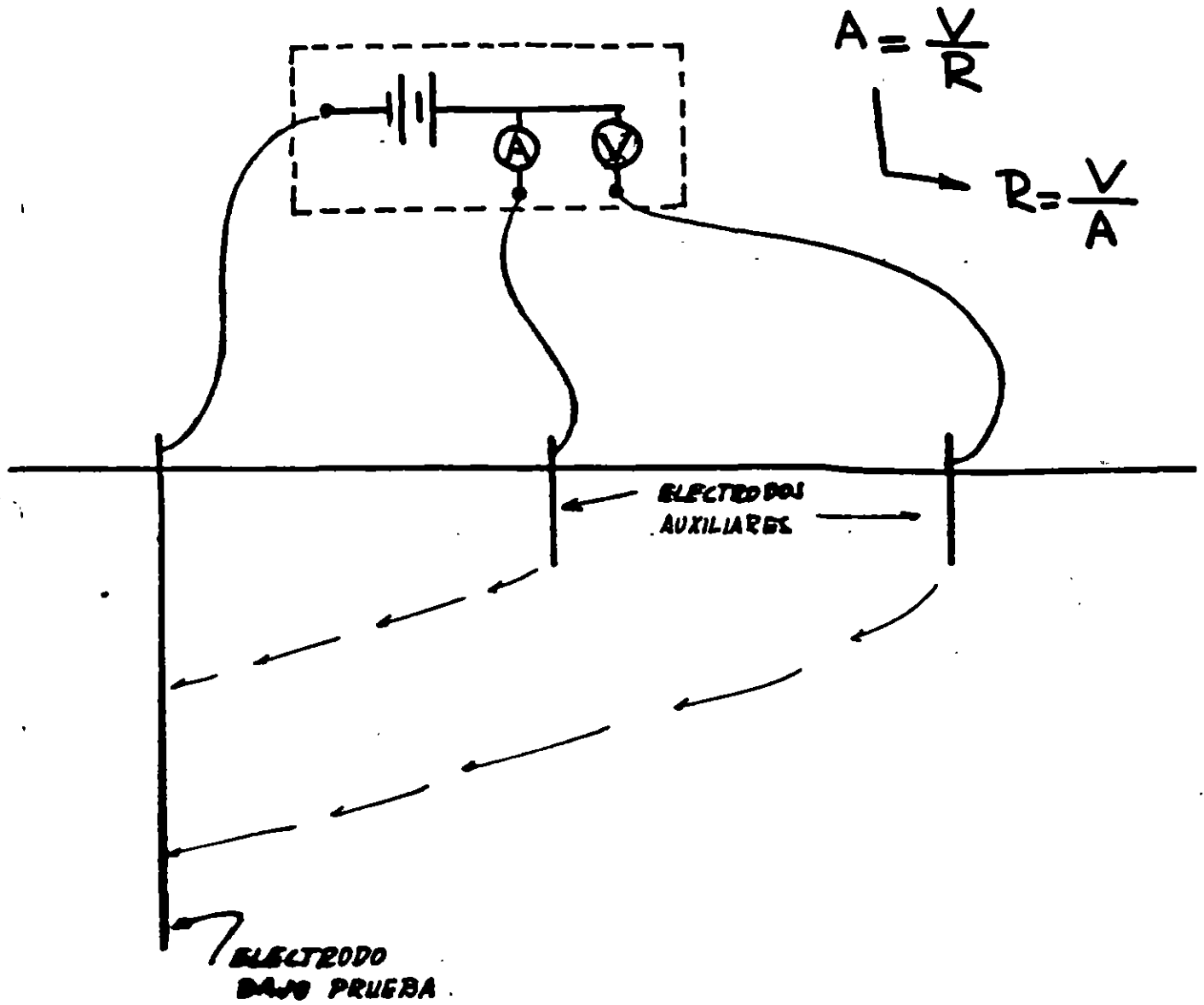
33 TIERRAS

UNIFORMEMENTE
ESPACIADAS.



MEDICION RESISTENCIA a TIERRA

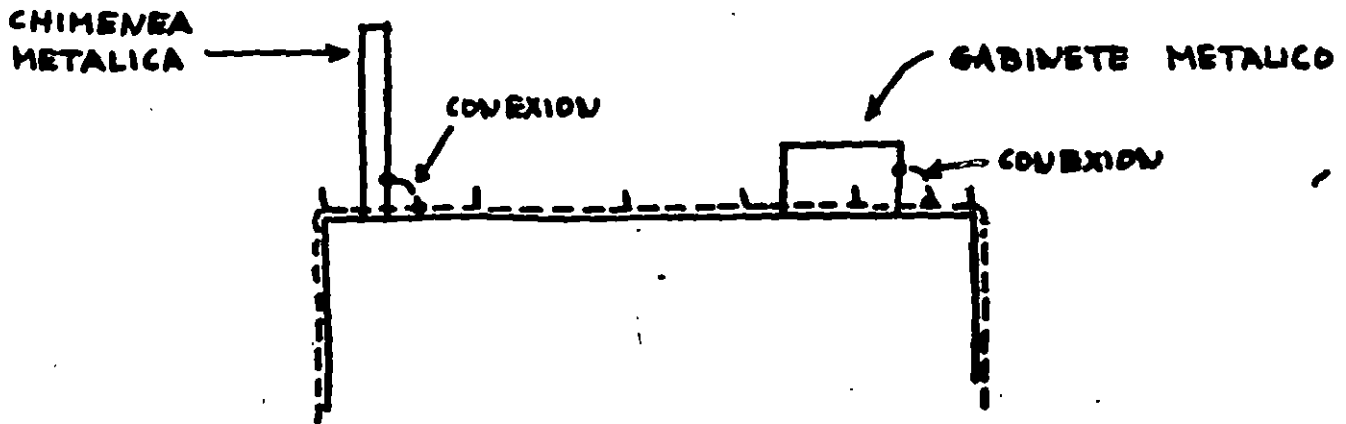
39



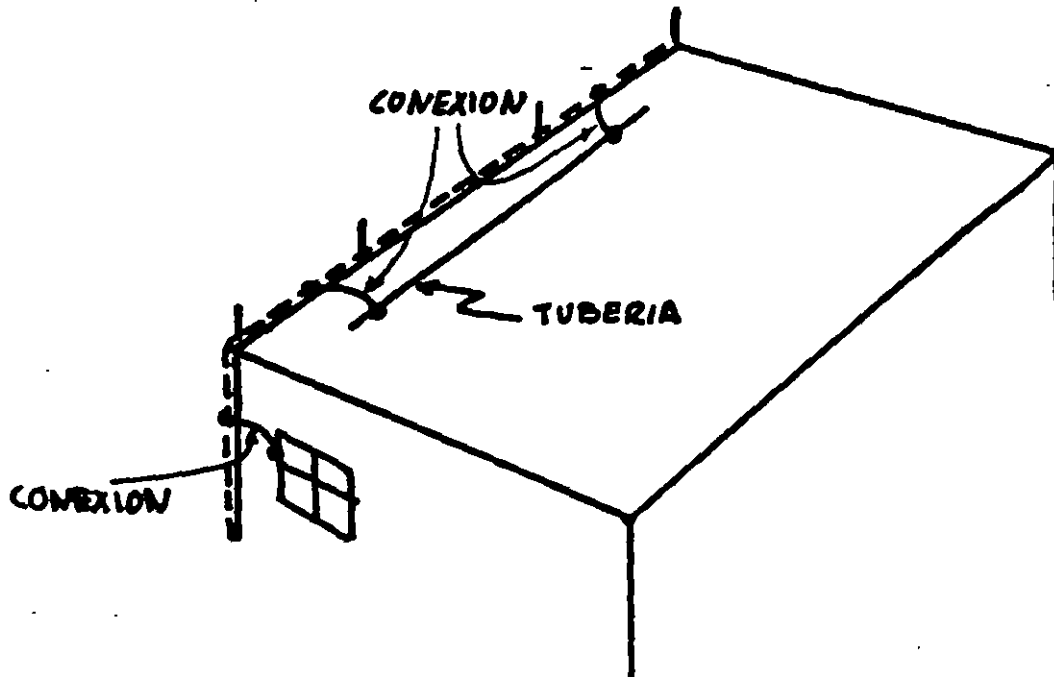
CONEXIONES ADICIONALES

40

-) CUERPOS METALICOS QUE PUEDAN RECIBIR UNA DESCARGA DIRECTA.



-) CUERPOS METALICOS CERCANOS AL SISTEMA (MENOS DE 1.80m) Y LOS QUE, AL CIRCULAR UNA CORRIENTE POR ESTE, SE -
- INDUCE EN ELLOS UNA ΔV INDUCIDA QUE PUEDA MOTIVAR UNA "DESCARGA LATERAL".



INTERCONEXIONES

41

• CON SISTEMAS PUESTOS A TIERRA

- ELECTRICOS
- COMUNICACIONES
- TUBERIAS

AGUA
GASES

CONDICION: ELECTRODOS
INDEPENDIENTES

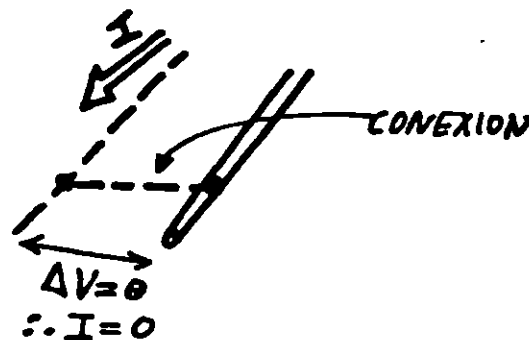
INSTALACIONES
ELECTRICAS:

ROIE ART-

OBJETIVO:

MISMO
POTENCIAL
A TIERRA

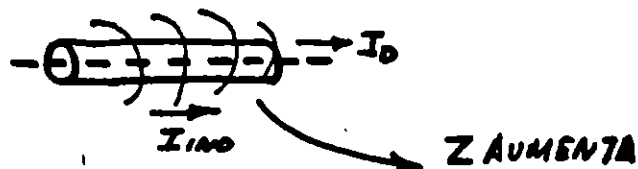
ANULAR POSIBILIDAD
DESCARGA LATERAL



SISTEMAS de INSTALACION

42

- APARENTE (PREFERIBLE)
- OCULTO (DUCTOS NO METALICOS)



- ESTRUCTURALES



CONDUCTIVIDAD TOTAL
GARANTIZADA

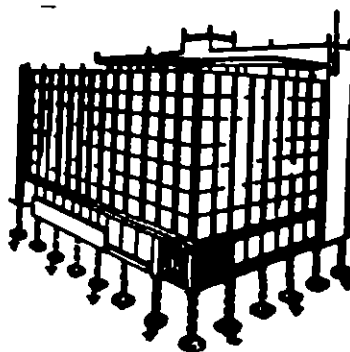


Fig. 2. Steel building: Steel framing in tall buildings should be connected to air terminals. This type of structure requires special lightning protection.

MATERIALES



DENTRO NORMAS ESPECIFICAS "U.L."



TIPO DE CONDUCTOR: FUNCION DE
ALTURA



DE 22.86m (75') EN ADELANTE,
MAYOR CALIBRE

STANDA

**LIGHTNING
PROTECTION
COMPONENTS**



**UNDERWRITERS
LABORATORIES
INC.**

TABLE OF CONTENTS

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

**Replaces page 3 dated February 17, 1977*



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

CURSOS ABIERTOS

**II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES
ELECTRICAS INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS**

**MOD. II INSTALACIONES ELECTRICAS PARA
EDIFICIOS**

**TEMAS: MEDIO DE CONTROL
CENTRO DE DISTRIBUCION**

ING. ANTONIO MACIAS HERRERA

10

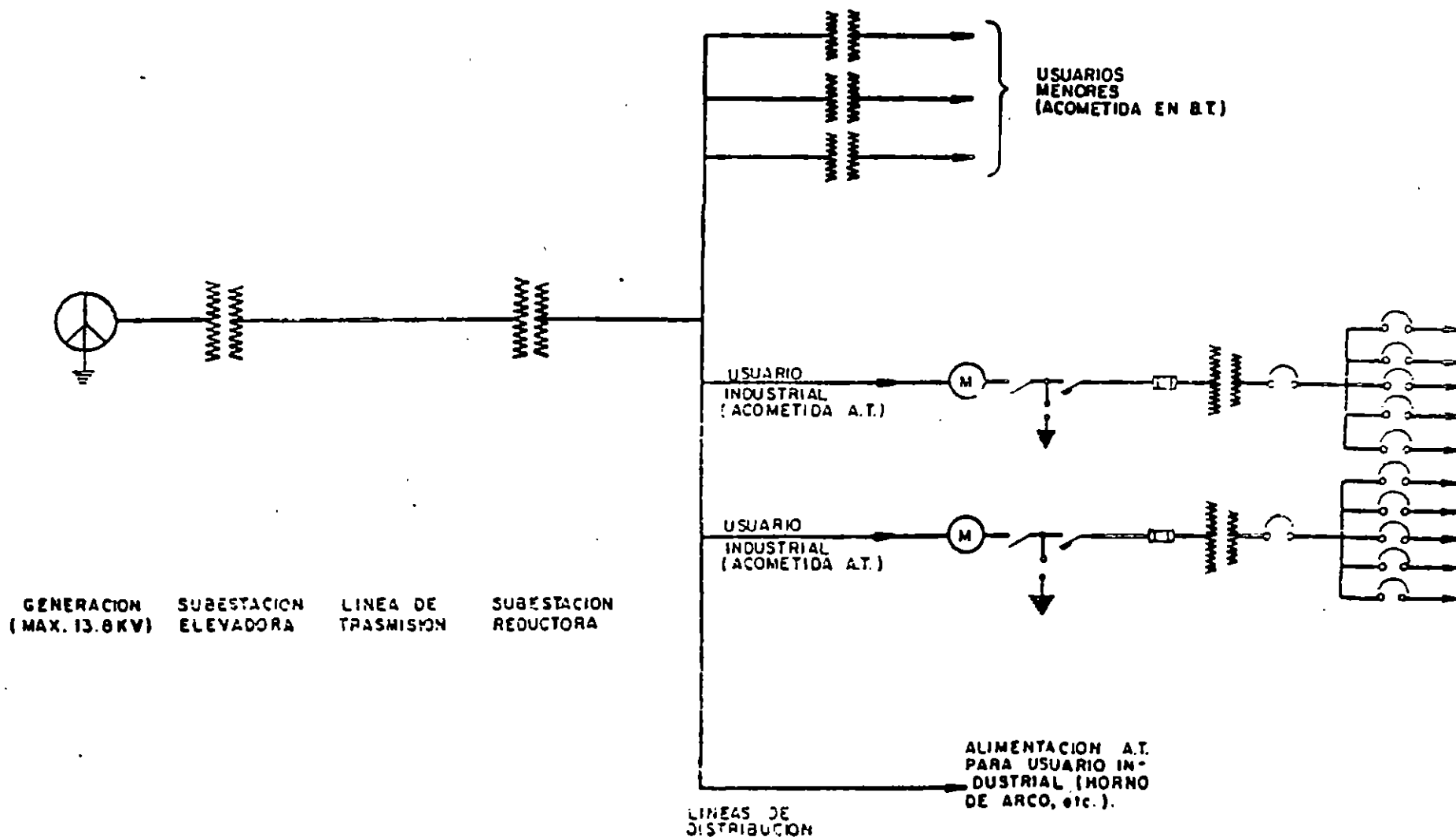


DIAGRAMA UNIFILAR TIPICO DE GENERACION, ELEVACION, TRASMISION, REDUCCION, DISTRIBUCION Y UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

CUANDO ES NECESARIA UNA SUBESTACION
ELECTRICA INDUSTRIAL O COMERCIAL?

- CUANDO SE REQUIERE UN SERVICIO CONTINUO DE ENERGIA ELECTRICA A LA TENSION ADECUADA CON UN MINIMO DE INTERRUPCIONES.
- CUANDO LA MAGNITUD DE LA CARGA ES CONSIDERABLE.
- CUANDO ALGUN EQUIPO REQUIERE DE UNA TENSION ELEVADA PARA SU OPERACION.
- CUANDO SIGNIFIQUE UN BENEFICIO ECONOMICO EN EL PAGO DE ENERGIA ELECTRICA; AMORTIZANDO LA INVERSION CORRESPONDIENTE.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

JUSTIFICACION ECONOMICA DEL USO
DE UNA SUBESTACION ELECTRICA

EJEMPLO

CONSIDEREMOS QUE UNA INDUSTRIA QUE SE
INSTALARA PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

DEMANDA MAXIMA PROBABLE (DMM) = 600 KW
CONSUMO PROBABLE 300KW x 12HR x 25 DIAS = 90000 KWH
FACTOR DE POTENCIA ESPERADO = 85 %

EN BAJA TENSION

1.- SEGUN LA TARIFA # 3 SE DEBE HACER UN
CARGO DE \$ 16,582.71 POR CADA KILOWATT DE DEMANDA
MAXIMA MEDIDA, POR LO TANTO.

SI DMM = 600 KW
CARGO POR DMM = 600 x \$16,582.71 = \$ 9'949.626.-

Antonio Macias Herrera
Ingeniero

2.- MAS UN CARGO POR CONSUMO QUE SEGUN
TARIFA 3 SE DEBE PAGAR \$ 82.46 POR CADA
KILOWATT-HORA.

$$\begin{aligned} &\text{CARGO POR CONSUMO} \\ &= 90,000 \text{ KWH} \times \$ 82.46 = \$7,421,400.- \end{aligned}$$

EL TOTAL POR PAGO DE ENERGIA SERIA:

CARGO POR DMM	\$ 9'949.626.-
CARGO POR CONSUMO	\$ 7'421.400.-
SUBTOTAL	\$ 17'371.026.-
I.V.A. 15%	\$ 2'605.654.-
TOTAL	\$ 19'976.680.-

EN ALTA TENSION

1.- SEGUN LA TARIFA # 8 SE DEBE HACER UN CARGO DE \$ 11,598.59 POR CADA KILOWATT DE DEMANDA MAXIMA MEDIDA.

CARGO POR DMM $600 \times \$ 11,598.59 = \$ 6'959.154.-$

2.- MAS UN CARGO POR CONSUMO QUE SEGUN LA TARIFA # 8 SE DEBE PAGAR \$ 58.02 POR CADA KILOWATT-HORA.

SI EL CONSUMO = 90,000 KWH

CARGO POR CONSUMO
 $= 90,000 \times \$ 58.02 = \$ 5'221.800.-$

EL TOTAL DEL PAGO DE ENERGIA ES:

CARGO POR DMM \$ 6'959.154.-

CARGO POR CONSUMO \$ 5'221.800.-

SUBTOTAL \$ 12'180.954.-

I.V.A. 15% \$ 1'827.143.-

TOTAL \$ 14'008.097.-

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

PAGO EN TARIFA 3 BAJA TENSION	\$ 19'976.680.-
PAGO EN TARIFA 8 ALTA TENSION	\$ 14'008.097.-

DIFERENCIA	\$ 5'968.583.-
------------	----------------

COSTO DE LA SUBESTACION	\$ 25'540.000.-
COSTO DE TRANSFORMADOR DE 750 KVA	\$ 32'740.000.-
OBRA CIVIL Y MONTAJE	
ELECTROMECHANICO	25 % \$ 14'570.000.-

TOTAL	\$ 72.850.000.-
-------	-----------------

EL COSTO DE LA SUBESTACION SE AMORTIZARA
EN UN TIEMPO APROXIMADO DE:

\$ 72.850.000.- = 12.2 MESES.

\$ 5.968.583.-

UN POCO MAS DE UN AÑO.



SECRETARIA
DE
HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

01613

TARIFA No. 3

SERVICIO GENERAL PARA MAS DE 25 KW DE DEMANDA.

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE.

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$ 16,582.71 (dieciseis mil quinientos ochenta y dos pesos setenta y un centavos), por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$ 82.46 (ochenta y dos pesos cuarenta y seis centavos), por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 4

SERVICIO PARA MOLINOS DE NIXTAMAL Y TORTILLERIAS.

2. CUOTA APLICABLE MENSUALMENTE.

Cargo por energía consumida.

\$ 57.24 (cincuenta y siete pesos veinticuatro centavos), por cada kilowatt-hora.



SECRETARIA
DE
HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

01613

TARIFA No. 7

SERVICIO TEMPORAL

3. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

3.1 Cargo por demanda.

\$ 14,017.03 (catorce mil diecisiete pesos tres centavos), por cada kilowatt de demanda.

3.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$ 350.48 (trescientos cincuenta pesos cuarenta y ocho centavos), por cada kilowatt-hora.

TARIFA No. 8

SERVICIO GENERAL EN ALTA TENSION

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo por demanda máxima.

\$ 11,598.59 (once mil quinientos noventa y ocho pesos cincuenta y nueve centavos), por cada kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

\$ 58.02 (cincuenta y ocho pesos dos centavos), por cada kilowatt-hora.



SECRETARIA
DE
HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

01513

2.2 Cargos adicionales por la energía consumida.

- \$ 57.00 (cincuenta y siete pesos y cero centavos), --
por cada uno de los primeros 90 (noventa) --
kilowatts-hora por cada kilowatt de demanda
máxima medida.
- \$ 50.34 (cincuenta pesos y treinta y cuatro centavos),
por cada uno de los siguientes 180 (ciento
ochenta) kilowatts-hora por cada kilowatt de
demanda máxima medida.
- \$ 43.82 (cuarenta y tres pesos y ochenta y dos cen--
tavos), por cada kilowatt-hora adicional a
los anteriores.

TARIFA No. 12

SERVICIO GENERAL PARA TENSIONES DE 66 KV O SUPERIORES

2. CUOTAS APLICABLES MENSUALMENTE

2.1 Cargo por demanda máxima.

- \$ 11 751.76 (Once mil setecientos cincuenta y un pe--
sos setenta y seis centavos), por cada
kilowatt de demanda máxima medida.

2.2 Cargo adicional por la energía consumida.

- \$ 47.40 (Cuarenta y siete pesos cuarenta centavos),
por cada kilowatt-hora.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

PLANEACION DEL SISTEMA ELECTRICO

LA CONTINUIDAD DE PRODUCCION EN UNA PLANTA INDUSTRIAL ES TAN CONFIABLE, COMO LO ES SU SUBESTACION Y SU SISTEMA DE DISTRIBUCION ELECTRICO.

FRECUENTEMENTE SE PROYECTA EN BASE AL MENOR COSTO INICIAL, ESTO PUEDE ORIGINAR: PROBLEMAS DE CALIDAD, FALLAS; PROBLEMAS DE OPERACION, POCA FLEXIBILIDAD; PROBLEMAS DE MANTENIMIENTO Y ESTO OCASIONA PERDIDAS DE PRODUCCION O ACCIDENTES.

LA DIFERENCIA EN COSTO ENTRE UN SISTEMA BIEN PLANEADO Y UNA INSTALACION MEDIOCRE ES GENERALMENTE PEQUENA. HAY QUE TOMAR EN CUENTA QUE EL SISTEMA ELECTRICO, EN GENERAL, COSTARA ALREDEDOR DEL 2 AL 10% DEL COSTO GLOBAL DE LA PLANTA.

POR OTRO LADO, QUIENES PLANEAN UNA FABRICA, SE INTERESAN SOBRE TODO EN LAS MAQUINAS DE PRODUCCION, METODOS DE PRODUCCION, DISTRIBUCION DE PLANTA ETC.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

ESTE GRUPO Y EL GRUPO DE PRODUCCION, TIENDEN A OLVIDAR O A POSPONER LA SUBESTACION Y LA INSTALACION ELECTRICA.

ESTO OCASIONA QUE:

- + EL SISTEMA NO ESTE BIEN DISENADO.
- + LOS COSTOS INICIALES SE ELEVEN.
- + SE VEA AFECTADA SERIAMENTE TODA LA PLANEACION ELECTRICA.

SI NO PUEDE PONERSE EN CONTACTO CON ESTAS PERSONAS, TRATE AUNQUE SEA INDIRECTAMENTE DE OBTENER DATOS ACERCA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA.

GUIA PARA LA PLANEACION DE UN SISTEMA ELECTRICO INDUSTRIAL

EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO PODRA GUIAR AL
INGENIERO EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRICO DE
DISTRIBUCION INDUSTRIAL.

- + LEVANTAMIENTO O ESTIMACION DE CARGAS
- + DETERMINACION DE LA DEMANDA.
- + ARREGLO ELECTRICO (CENTRO DE CARGA)
- + LOCALIZACION DE EQUIPO (CARGAS)
- + SELECCION DE TENSIONES.
- + COMPANIA SUMINISTRADORA.
- + GENERACION.
- + DIAGRAMA UNILINAR.
- + ANALISIS DE CORTO CIRCUITO
- + PROTECCION.
- + EXPANSION FUTURA
- + OTROS REQUERIMIENTOS

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

LEVANTAMIENTO DE CARGAS

OBTENGA UNA DISTRIBUCION DE PLANTA GENERAL CON LA LOCALIZACION DE EQUIPO Y SUS CARACTERISTICAS ELECTRICAS (POTENCIA, TENSION, FASES, ETC).

EN LA MAYOR PARTE DE LAS VECES, LO ANTERIOR NO ES POSIBLE TOTALMENTE, NO SE DETENGA, PORQUE PUEDE CAUSAR RETRASOS A LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA, POR LO TANTO, ESTIME MEDIANTE EL USO DE LAS SIGUIENTES TABLAS DE CARGAS TIPICAS POR AREA, POR FUNCION, EN INDUSTRIAS SIMILARES A LA PROYECTADA, ETC.

COORDINESE CON LOS DEMAS DISENADORES DE LA PLANTA. ELLOS LE IRAN PROPORCIONANDO MAS DATOS.

MIENTRAS TANTO VAYA ESTRUCTURANDO UNA DISTRIBUCION GENERAL DE CARGAS EN TODA LA INSTALACION EN BASE A LA INFORMACION DISPONIBLE.

REQUERIMIENTOS DE DE ALUMBRADO

INDUSTRIA % DE ALUMBRADO DEL TOTAL
DE CARGA CONECTADA.

	PORCIENTO
ACERIA	1 A 3
LAMINADORAS	3 A 5
REFINERIAS	3 A 5
EQUIPO ELECTRICO PESADO	
<i>Cableado</i> CABLERO DE TABLEROS	5 A 8
EQUIPO AUTOMOTRIZ HORNEADO	8 A 10
COMPONENTES PARA MAQUINARIA	10 A 15
ENSAMBLADO AUTOMOTRIZ	15 A 25

DENSIDAD DE CARGA PARA ALGUNAS INDUSTRIAS

TIPO DE INDUSTRIA	DENSIDAD DE CARGA WATTS / M ²
INDUSTRIA SIDERURGICA	300
INDUSTRIA AZUCARERA	160
INDUSTRIA DE PAPEL	140
CANTERAS	125
FABRICAS TEXTILES	110
FABRICAS DE CIGARROS	100
FABRICAS DE APARATOS ELECTRONICOS	90
TALLERES MECANICOS	65
FABRICAS DE LAMAPARAS ELECTRICAS	45
FABRICAS DE PEQUENAS PARTE MECANICAS	30

DATOS SOBRE ENERGIA CONSUMIDA PARA DISTINTOS
TIPOS DE INDUSTRIAS

TIPO DE INDUSTRIA	ENERGIA EN KWH	UNIDAD DE PRODUCCION
AUTOMOTRIZ	1050	1 VEHICULO
LECHE , MANTEQUILLA..		
DER. DE LECHE.	300	1 TONELADA
ACERO EN LINGOTE	600	1 TONELADA
ALAMBRE Y VARILLA		
DE ACERO	20	1 TONELADA
OXIGENO	0.7	1M ³ DE OXIGENO
AZUCAR DE CANA	154	1 TONELADA
ZAPATOS	470	1000 PARES
PAPEL	475	1 TONELADA
PULPA DE MADERA	385	1 TONELADA

REQUERIMIENTOS DE ENERGIA
KILOWATTTHORA POR LIBRA

GASOLINA	0.0015
BIOXIDO DE SULFURO LIQUIDO	0.002
GLICERINA	0.005
FOSFATO DE AMONIO	0.007
FORMADEHIDO	0.030
ACIDO SULFURICO	0.016
CEMENTO PORTLAND	0.050
OXIDO EFILENO	0.070
BAUXITA	0.090
ACIDO NITRICO	0.180
ALCOHOL ETILICO	0.300
ACERO ELECTRICO	0.33
DISULFURO DE CARBON	0.45
HEXACLORURO DE BENZENO	0.600
AMONIACO	0.750
ACIDO FOSFORICO	1.80
RAYON.	2.50
SODIO	4.70

FACTORES DE DEMANDA

HABITACIONALES

ASILOS Y CASAS DE SALUD	45%
ASOCIACIONES CIVILES	40%
CASAS DE HUESPEDES	45%
EDIFICIOS DE DEPARTAMENTOS	40%
ESTACIONAMIENTOS	40%
HOSPICIOS Y CASAS DE CUNA	40%
IGLESIAS Y TEMPLOS	45%
RESIDENCIAS S/ AIRE ACONDICIONADO	45%
RESIDENCIAS C/ AIRE ACONDICIONADO	55%

FACTORES DE DEMANDA

COMERCIALES

ABARROTES TIENDAS DE	65%
AGENCIAS DE PUBLICIDAD	40%
ALFOMBRAS Y TAPETES	65%
ALMACENES DE ROPA Y BONETERIA	65%
ARMERIAS	55%
ARTICULOS FOTOGRAFICOS	55%
BANCOS	50%
BANOS PUBLICOS	50%
BAZARES	50%
BOTICAS. FARMACIAS Y DROGUERAS	50%
CAFETERIAS	55%
CAMISERIAS	65%
CASAS DE MODA	65%
CENTROS COMERCIALES AUTOSERVICIOS	65%
CENTROS NOCTURNOS	50%
COLEGIOS	40%
DEPENDENCIAS DEL GOBIERNO	50%
EMBAJADAS. CONSULADOS	40%
GASOLINERIAS	45%

Antonio Masias Herrera
Ingeniero

IMPRENTAS	50%
JUGUETERIAS	55%
PAPELERIAS	50%
MERCADOS Y BODEGAS	50%
MOLINOS DE NIXTAMAL	70%
OPTICAS	55%
PANADERIAS	40%
PELUQUERIAS Y SALAS DE BELLEZA	40%
RESTAURANTES	60%
TEATROS Y CINES	50%
ZAPATERIAS	60%

TABLA DE FACTORES DE SIMULTANEIDAD PARA DISTINTOS
TIPOS DE SERVICIOS

MOTORES	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD
MAQUINAS HERRAMIENTAS.	
ELEVADORES. GRUAS	0.30
VENTILADORES COMPRESORES BOMBAS	0.30-0.60
PROCESOS SEMICONTINUOS.	
CANTERAS REFINERIAS	0.60
PROCESOS CONTINUOS.	
INDUSTRIA TEXTIL	0.90
HORNOS ELECTRICOS	0.80
HORNOS ELECTRICOS DE INDUCCION	0.80
HORNOS DE ARCO	1.0
INSTALACIONES DE ILUMINACION	
(ALUMBRADO)	1.0
SOLDADORES DE ARCO	0.30
SOLDADORES DE RESISTENCIA	0.20

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

LA SUMA DE ESTAS POTENCIAS, SIEMPRE ES MAYOR QUE LA POTENCIA TOTAL DEMANDADA, YA QUE ^{NO} TODAS LAS CARGAS OPERAN SIMULTANEAMENTE Y POR ELLO SE UTILIZAN VARIOS COEFICIENTES QUE MODIFICAN ESTE VALOR.

APLICANDO ESTOS COEFICIENTES, LA CAPACIDAD ESTIMADA DEL TRANSFORMADOR ESTARA DADA POR:

$$P_T = P_1 \times F_D \times F_S$$

P_T = POT. TRANS.
 P_1 = POT. INSTALADA.
 F_D = ^TFACOR DEMANDA.
 F_S = COEFICIENTE DE
SIMULTANFIDAD. O *coincidencia*

DONDE SE DEBEN TOMAR EN CONSIDERACION LA POSIBILIDAD QUE TIENEN LOS TRANSFORMADORES DE SOPORTAR SOBRECARGAS PARA PERIODOS CORTOS DE TIEMPO.

ESTE VALOR DEBERA SER REVISADO DE ACUERDO AL CICLO DE TRABAJO DE LA CARGA, PARA SELECCIONAR SU CAPACIDAD EN RELACION AL TIPO DE ENFRIAMIENTO.

Anto. Macías Herrera
Ingeniero

TOMANDO EN CUENTA LA EXISTENCIA Y DURACION DE PICOS DE DEMANDA Y LLEGAR ASI A UN EQUIPO NORMALIZADO. APLICANDO DESDE LUEGO LA TASA DE CRECIMIENTO CONSIDERADA PARA LA INSTALACION EN PARTICULAR.

CARGA INSTALADA.- SUMA DE LAS POTENCIAS NOMINALES DE LOS EQUIPOS CONECTADOS EN KVA O KW.

DENSIDAD DE CARGA.- RELACION ENTRE LA CARGA INSTALADA Y SU AREA EN KVA/M^2 O KW/M^2 .

DEMANDA.- LA POTENCIA QUE CONSUME LA CARGA TOMADA COMO UN VALOR MEDIO EN UN INTERVALO DE TIEMPO DETERMINADO EN KVA O KW.

DEMANDA MAXIMA.- VALOR MAXIMO QUE SE PRESENTA EN UNA CARGA EN UN PERIODO DE TRABAJO PREVIAMENTE ESTABLECIDO.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

FACTOR DE DIVERSIDAD.- RAZON ENTRE LA SUMATORIA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS INDIVIDUALES Y LA DEMANDA MAXIMA DEL CONJUNTO Y EN GENERAL.

$$F_D \gg 1$$

$$\frac{\sum Dem \text{ Max Individual}}{Dem \text{ Max del Conjunto}}$$

FACTOR DE COINCIDENCIA.- RECIPROCO ~~de~~ DE F_D . ES DECIR:

$$F_{CO} = \frac{1}{F_D}$$

Y UTIL PARA SELECCIONAR EL TRANSFORMADOR O CABLE CON LA DEMANDA MAXIMA CORREGIDA POR F_{CO} .

PARA CONSIDERAR LA TASA DE CRECIMIENTO, DURANTE LA VIDA UTIL DEL SISTEMA:

$$C_N = C_0 (1 + T)^N$$

C_N - CARGA EN EL AÑO N

C_0 - CARGA AL INICIO DE LA OPERACION.

T - TASA DE CRECIMIENTO. %

N - NUMERO DE ANOS.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

FACTOR DE DEMANDA.- LA RAZON ENTRE LA DEMANDA MAXIMA Y SU CARGA TOTAL INSTALADA, EN UN INTERVALO DE TIEMPO, GENERALMENTE MENOR QUE LA UNIDAD Y APLICABLE A USUARIOS.

$$F_D = \frac{DM(T)}{C_T}$$

FACTOR DE UTILIZACION.- RAZON ENTRE LA DEMANDA MAXIMA Y LA CAPACIDAD NOMINAL DEL SISTEMA EN UN INTERVALO DE TIEMPO Y APLICABLE AL SUMINISTRADOR.

$$F_U = \frac{DM(T)}{CAP. INS.}$$

Equipo

FACTOR DE CARGA.- RAZON ENTRE LA DEMANDA PROMEDIO EN UN INTERVALO DE TIEMPO Y LA DEMANDA MAXIMA EN EL MISMO.

$$F_C = \frac{DMP}{DM} \text{ EN QUE } 0 < F_C < 1$$

Instalación

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

FACTOR DE DIVERSIDAD- RAZON ENTRE LA SUMATORIA DE LAS DEMANDAS MAXIMAS INDIVIDUALES Y LA DEMANDA MAXIMA DEL CONJUNTO Y EN GENERAL.

$$F_D > 1$$

FACTOR DE COINCIDENCIA.- RECIPROCO CO DE F_D . ES DECIR:

$$F_{CO} = \frac{1}{F_D}$$

Y UTIL PARA SELECCIONAR EL TRANSFORMADOR O CABLE CON LA DEMANDA MAXIMA CORREGIDA POR F_{CO}

PARA CONSIDERAR LA TASA DE CRECIMIENTO DURANTE LA VIDA UTIL DEL SISTEMA

$$C_N = C_0 (1 + T)^N$$

C_N - CARGA EN EL AÑO N

C_0 - CARGA AL INICIO DE LA OPERACION

T - TASA DE CRECIMIENTO

N - NUMERO DE AÑOS

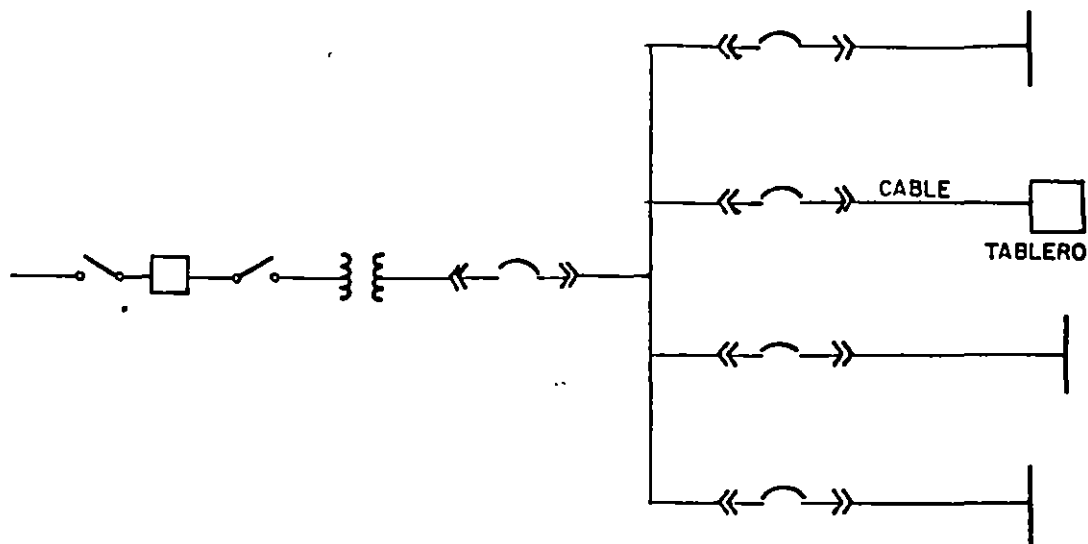
SISTEMAS O ARREGLOS ELÉCTRICOS

INVESTIGUE LOS DIFERENTES TIPOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y SELECCIONE EL MÁS ADECUADO A LOS REQUERIMIENTOS DE SU PLANTA.

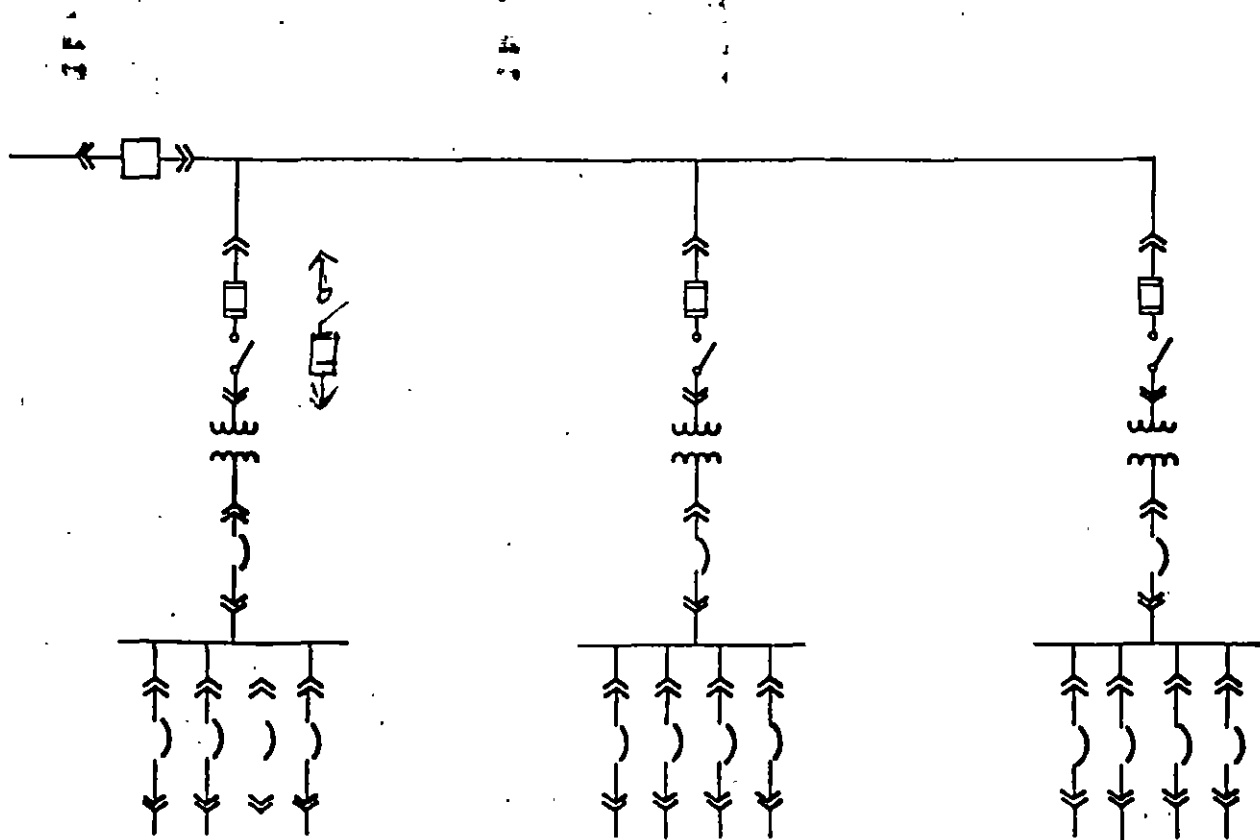
ESTO DEPENDE DEL PROCESO DE MANUFACTURA. EN GENERAL, UN SISTEMA ES MÁS COSTOSO MIENTRAS MÁS CONFIABLE.

ALGUNOS PROCESOS NO SON AFECTADOS POR LAS INTERRUPCIONES. UN SISTEMA RADIAL PUEDE APLICARSE EN ESTE CASO. OTROS NO TOLERAN INTERRUPCIONES (CEMENTERAS, FUNDICIONES O GENERACIÓN ELÉCTRICA) Y REQUIEREN EL SISTEMA MÁS CONFIABLE POSIBLE, CON FUENTES DE EMERGENCIA.

PARA DAR MANTENIMIENTO A SISTEMAS QUE ALIMENTAN PROCESOS CONTINUOS SE REQUIEREN SISTEMAS DOBLES, DISEÑADOS PARA TRABAJAR SOBRE ELLOS CON SEGURIDAD. UN SISTEMA QUE NO PUEDE SER MANTENIDO POR RAZONES DE CONTINUIDAD EN EL PROCESO, ES UN MAL SISTEMA.



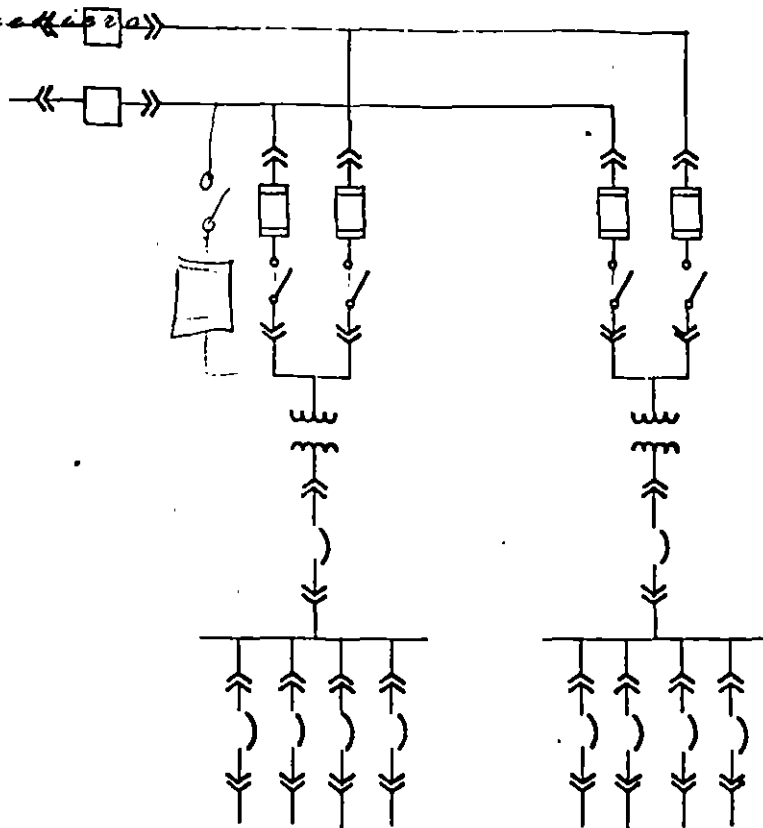
SISTEMA RADIAL SIMPLE



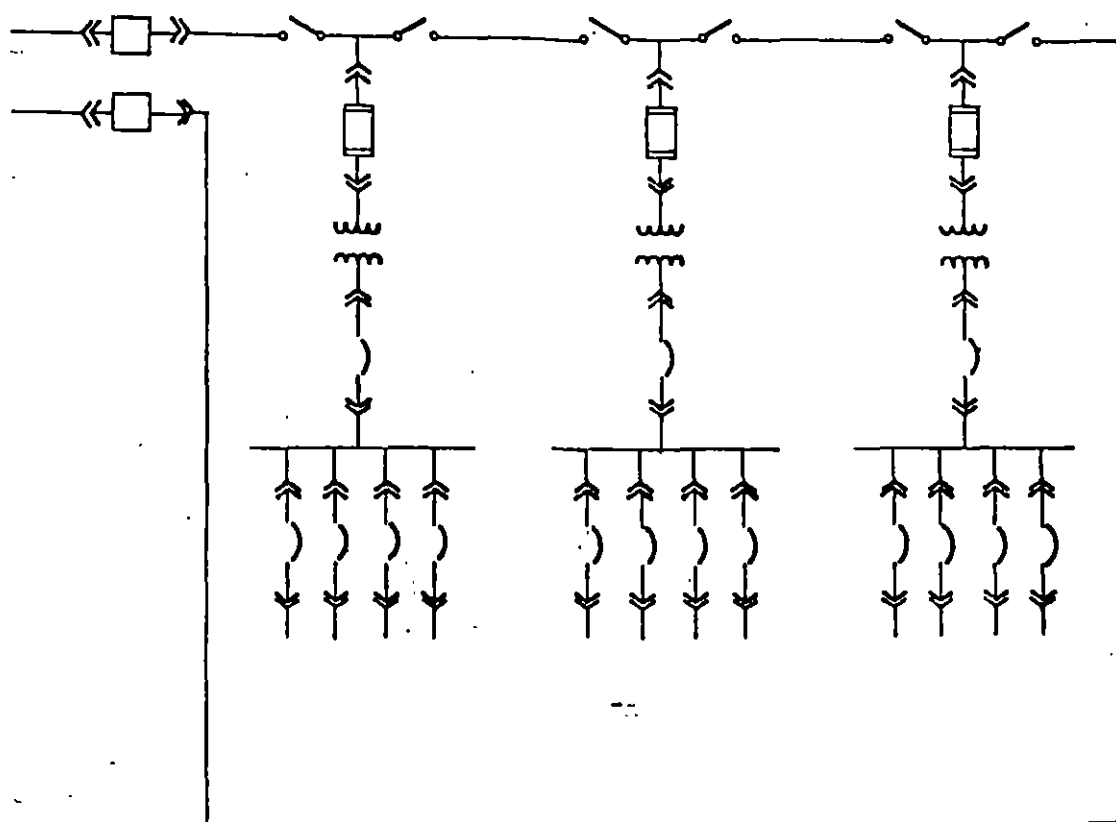
SISTEMA RADIAL EXPANDIDO

Antonio Mañas Herrera

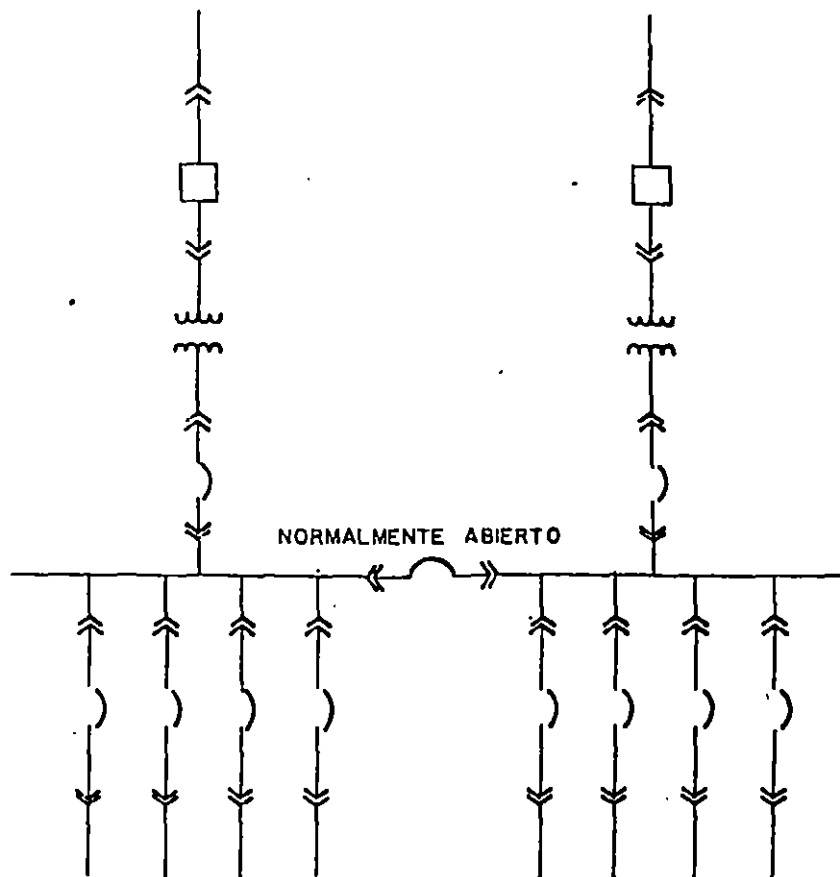
Ingeniero



SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO



SISTEMA PRIMARIO EN ANILLO 27



SISTEMA SECUNDARIO SELECTIVO

ALIMENTADORES
PRIMARIOS

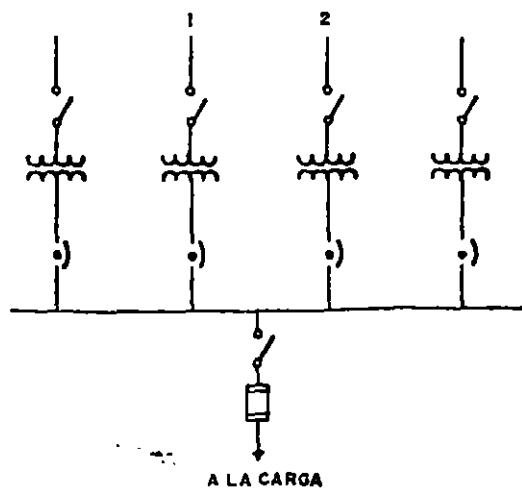
DESCONECTOR

TRANSFORMADOR
DE DISTRIBUCION

PROTECTOR DE
RED

BARRA
SECUNDARIA

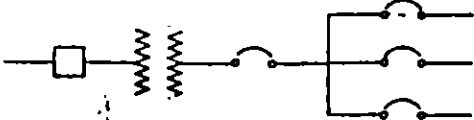
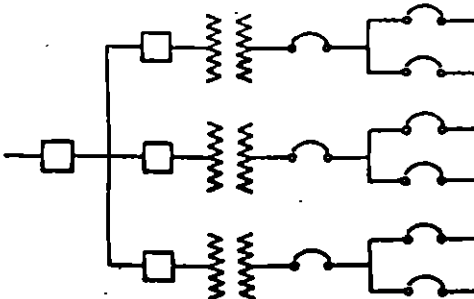
ALIMENTADORES
SECUNDARIOS



RED SECUNDARIA CON PROTECTORES

CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA

Antonio Marcos Herrera
Ingeniero

SISTEMA	VENTAJAS Y USOS	DESVENTAJAS
1.- RADIAL 	EL MAS ECONOMICO OPERACION Y EXPANSION SIMPLE SATISFACTORIO PARA PEQUEÑAS INDUS TRIAS, DONDE EL PROCESO PUEDE IN TERRUMPIRSE Y LA PLANTA PUEDE ALI MENTARSE CON UN SOLO TRANSFORMA-- DOR.	CONFIABILIDAD BAJA SI NO SE USAN ELEMENTOS DE MUY BUENA CALIDAD UNA FALLA DE CUALQUIER ELE MENTO DEJA FUERA EL SISTEMA. EL EQUIPO DEBE DESCONECTAR-- SE PARA MANTENIMIENTO RUTI NARIO.
2.- RADIAL EXPANDIDO 	MISMAS QUE EL CASO ANTERIOR SE UTILIZA CUANDO LA MAGNITUD DE LA CARGA REQUIERE USAR MAS TRANS FORMADORES.	MISMAS QUE EL CASO ANTERIOR

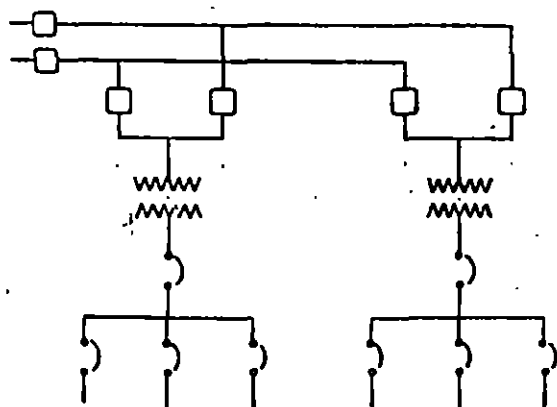
30

SISTEMA

VENTAJAS Y USOS

DESVENTAJAS

3.- SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO



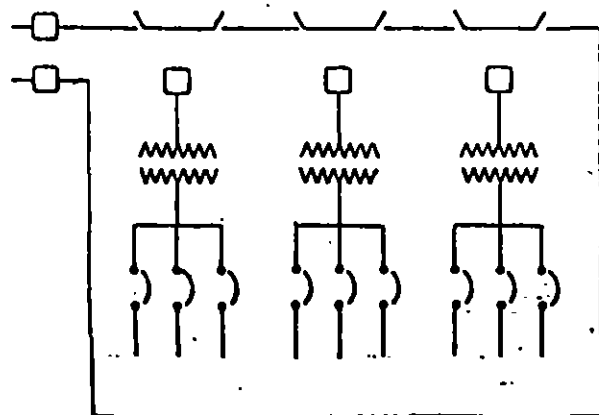
SE TIENEN DOS FUENTES DISTINTAS DE ALIMENTACION EN EL PRIMARIO

SE PUEDE DAR UN MEJOR MANTENIMIENTO AL EQUIPO PRIMARIO DE BUSES E INTERRUPTORES.

MAS COSTOSO QUE EL RADIAL

DESVENTAJA DE FALLA EN TRANSFORMADOR O EN TABLERO SECUNDARIO.

4.- PRIMARIO EN ANILLO



OFRECE LAS MISMAS VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SISTEMA PRIMARIO SELECTIVO

LIGERAMENTE MAS ECONOMICO QUE EL PRIMARIO SELECTIVO.

ENCONTRAR UNA FALLA EN UN CABLE DEL ANILLO ES DIFICULTOSO.

ES PELIGROSO PORQUE SE PUEDE ENERGIZAR UN PUNTO POR DOS LADOS.

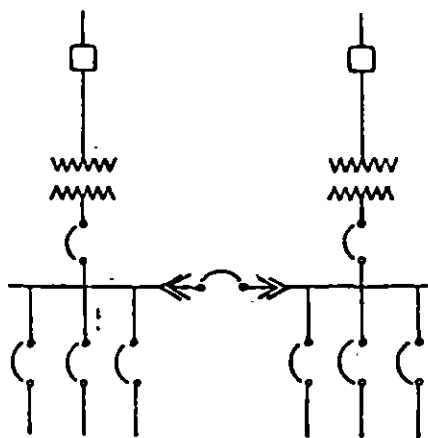
Antonio Marcos Herrera
Ingeniero

SISTEMA

VENTAJAS Y USOS

DESVENTAJAS

5.- SECUNDARIO SELECTIVO



SI FALLA EL SISTEMA PRIMARIO O EL TRANSFORMADOR, EL SERVICIO NO SE INTERRUMPE - ESTO REQUIERE:

- O SOBRE DIMENSIONAR LOS TRANSFORMADORES.
- O AIRE FORZADO DURANTE LA EMERGENCIA.
- O ECHAR FUERA CARGA NO ESENCIAL
- O SOBRECARGAR UN TRANSFORMADOR ACEPTANDO PERDIDA EN LA VIDA DEL MISMO.

COMBINADO CON EL PRIMARIO SELECTIVO ES EL SISTEMA MAS CONFIABLE.

MAS COSTO QUE LOS ANTERIORES (PRIMARIO Y SECUNDARIO SELECTIVO)

PARA DAR MANTENIMIENTO AL TABLERO DE BAJA TENSION REQUIERE ECHAR FUERA LA CARGA

OPERACION MAS COMPLEJA

Antonio Marcos Herrera

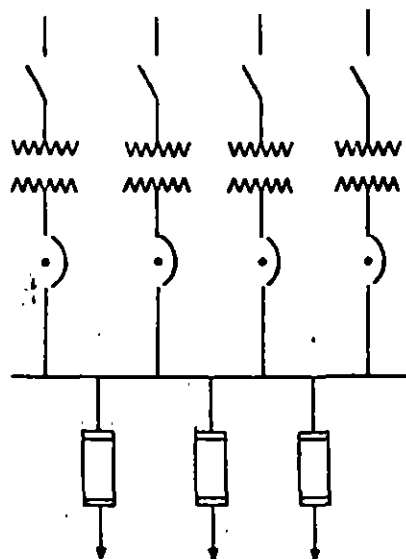
Seguimiento

SISTEMA

VENTAJAS Y USOS

DESVENTAJAS

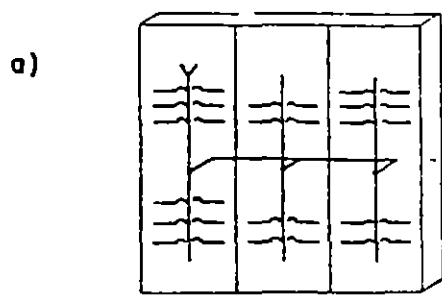
6.- RED SECUNDARIA CON PROTECTORES.



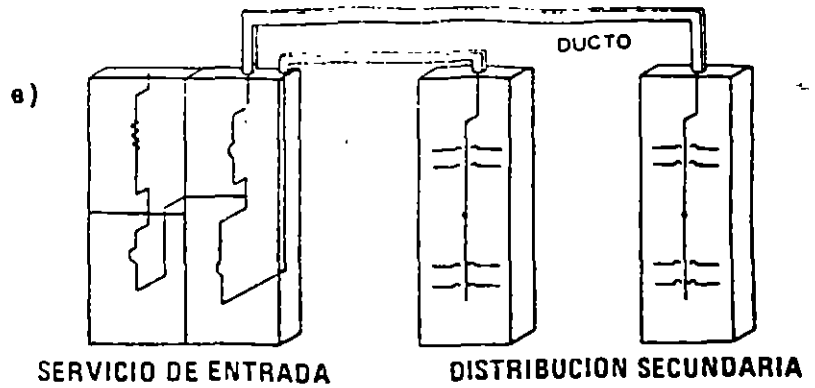
A CARGAS

+MUY CONFIABLE NO HAY INTERRUPCIONES DE NINGUNA ESPECIE, A MENOS QUE FALLE ALGUNO DE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS. ADECUADO PARA CARGAS GRANDES.

+COSTOSO
+SI FALLA EL TABLERO SECUNDARIO, FALLA EL SISTEMA.
+ELEVADAS CORRIENTES DE DE CORTO CIRCUITO.

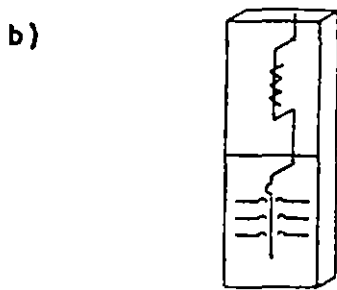


DE POCA PROFUNDIDAD

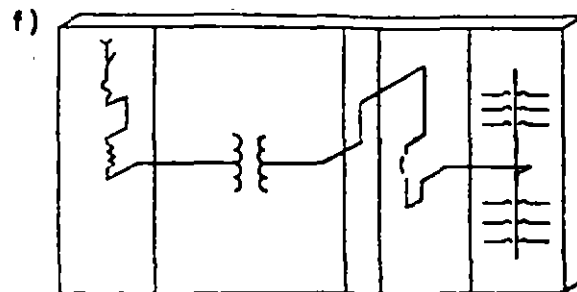


SERVICIO DE ENTRADA

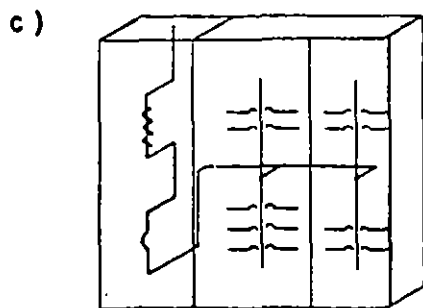
DISTRIBUCION SECUNDARIA



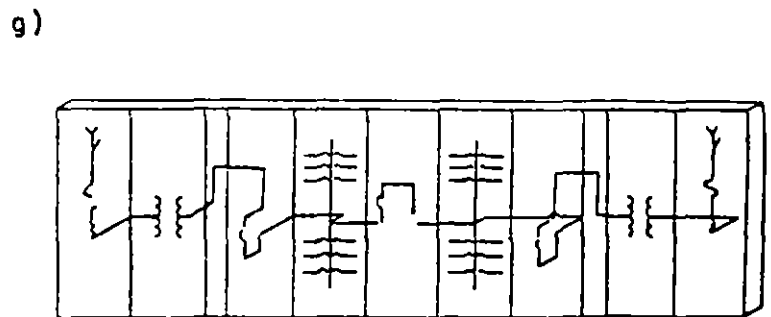
"TODO EN UNO" CON SERVICIO DE ENTRADA



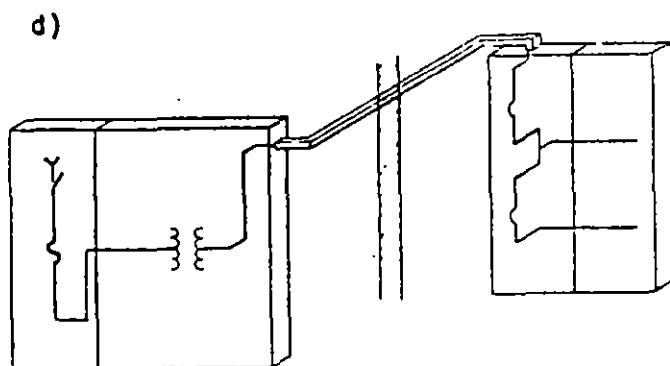
TABLERO TIPO SUBESTACION UNITARIA



CON SERVICIO DE ENTRADA

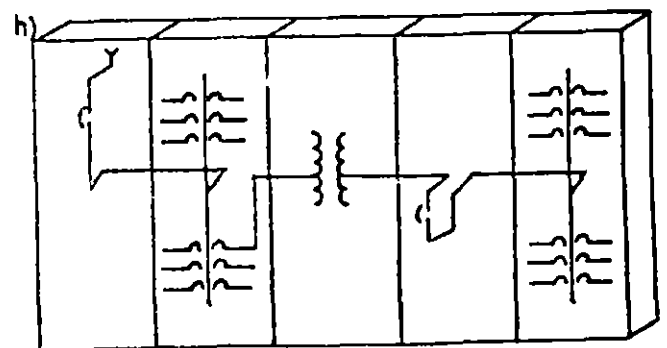


TABLERO TIPO SUBESTACION UNITARIA
CON DOBLE ENTRADA



TRANSFORMADOR
INTERPERIE

SERVICIO DE
ENTRADA



TABLERO DE 440 V. TABLERO DE 220 Y / 127 V.
SUBESTACION UNITARIA CON VOLTAJE DUAL.

LOCALIZACION DE EQUIPO

EN GENERAL, ENTRE MAS CERCA SE LOCALICEN LOS TRANSFORMADORES DEL CENTRO DE CARGA DEL AREA SERVIDA, MENORES SERAN LOS COSTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION. EN CASO DE DUDA, ES IMPORTANTE HACER EVALUACIONES TECNICO ECONOMICAS.

ES IMPORTANTE COORDINARSE DESDE EL PRINCIPIO CON LOS PROYECTISTAS PARA DEJAR ESPACIO DISPONIBLE PARA EQUIPOS, DUCTOS, REGISTROS, ETC. Y PLANEAR LOS TRABAJOS CIVILES RELACIONADOS.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

DEPENDIENDO DEL TAMAÑO DE LA PLANTA, DE LAS COMPANIAS DE SERVICIO ELECTRICO Y DE EVALUACIONES ECONOMICAS QUE CONSIDEREN LAS TARIFAS Y LOS COSTOS DE EQUIPO, LA PLANTA INDUSTRIAL PODRIA CONECTARSE A CUALQUIERA DE LAS TENSIONES DEL SISTEMA:

PLANTAS PEQUEÑAS, O DE ALGUNOS CIENTOS DE KVA, COMO MAXIMO.-

SE PUEDEN CONECTAR A LA RED DE BAJA TENSION, O A UN TRANSFORMADOR ESPECIAL DE LA COMPANIA ELECTRICA, O TENER SU PROPIO TRANSFORMADOR Y RED SECUNDARIA.

PLANTAS MEDIANAS DE ALGUNOS MILES DE KVA.-

SE PUEDEN CONECTAR A LA RED PRIMARIA DE DISTRIBUCION Y ESTA RED DE MEDIA TENSION PUEDE EXTENDERSE DENTRO DE LA FABRICA. LA PLANTA PROPORCIONA LOS TRANSFORMADORES DE MT/BT Y LA RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA.

PLANTAS GRANDES DE VARIOS MILES DE KVA.-

SE PUEDEN CONECTAR AL SISTEMA M.T. O AL SISTEMA DE TRANSMISION Y PUEDE PROPORCIONAR LA SUBESTACION REDUCTORA, LA RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA, LOS TRANSFORMADORES MT/BT Y LAS REDES SECUNDARIAS.

SELECCION DE TENSIONES

ESTE ES UNO DE LOS ASPECTOS MAS IMPORTANTES EN EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE FUERZA.

LOS NIVELES DE TENSION PRIMARIOS SON DETERMINADOS POR LA COMPANIA SUMINISTRADORA. ESTAS TENSIONES PUEDEN USARSE INTERNAMENTE EN LA PLANTA.

DADO QUE LOS NIVELES DE TENSION EN SISTEMAS DE DISTRIBUCION SE HAN ESTADO INCREMENTANDO, LOS EQUIPOS SE HAN VENIDO ADECUANDO A ELLO. ASI ES POSIBLE TENER DENTRO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL, LAS SIGUIENTES TENSIONES:

15 - 25 KV	SIN PROBLEMAS
25 - 35 KV	HACER ESTUDIO ECONOMICO PARA DECIDIR SU USO.
35 KV HACIA ARRIBA	DEBE REDUCIRSE A UNA TENSION MENOR.

- TENSIONES NORMALIZADAS

TENSIONES MAS USUALES EN MEXICO

TRANSMISION (C.F.E.) (VOLTS)	DISTRIBUCION PRIMARIA		DISTRIBUCION SECUNDARIA	
	C.F.E. (VOLTS)	INDUSTRIA (VOLTS)	C.F.E. (VOLTS)	INDUSTRIA (VOLTS)
EXTRA ALTA TENSION 400 000 v ALTA TENSION (,230 KV.) 230,000 115,000 85,000 69,000				
	MEDIA TENSION (34.5KV) 34,500(1) 23,000 13,800 6.900			
		23000 13800 4160 2400	BAJA-TENSION (1000 V) 220-127 480-277 440 + 220-127	
NOTAS: (1) TENSION DE SUBTRANSMISION (+) TIENDE A DESAPARECER				

FACTORES QUE AFECTAN A LA SELECCION DE LA TENSION

1- TENSION NOMINAL DE LOS DISPOSITIVOS O APARATOS.

2- TENSION PRIMARIA DISPONIBLE EN COMPANIA ELECTRICA. ESTE VOLTAJE NO SIEMPRE ES EL MAS ADECUADO PARA CONECTAR CARGAS DIRECTAMENTE A EL, PERO PUEDE USARSE PARA ALIMENTAR A SUBESTACIONES DENTRO DE LA FABRICA.

3- LA DISTANCIA A LA CUAL SE LLEVA LA ENERGIA. HACER ESTUDIOS TECNICO-ECONOMICOS

EN PLANTAS GRANDES ES COMUN TENER TRES O MAS NIVELES DE TENSION

+ 480 V PARA UTILIZACION.

+ 2.4 O 4.16 KV PARA MOTORES GRANDES O COMO TENSION DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA.

6.9 + 13.8 O 23 KV, COMO TENSION DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA O COMO ALIMENTACION GENERAL DE LA COMPANIA ELECTRICA.

480 VS 220

A MENUDO NOS HACEMOS LA PREGUNTA CUALES
MAS ECONOMICO. 220/127 O 480/277 EN GENERAL
220/127 ES MAS ECONOMICO SI:

- + El 70% DE LA CARGA ES A 127
- + LA CARGA NO EXCEDE DE 500 KVA (TIENDAS
TALLERES, FABRICAS PEQUEÑAS)

GUIA PARA SELECCIONAR LA TENSION EN TERMINOS
DE LA MAGNITUD DE LA CARGA. ESTA GUIA ES SOLO
REPRESENTATIVA Y PUEDE VARIAR CONSIDERABLEMENTE EN
CASOS PARTICULARES:

VOLTS DEL SISTEMA	KVA DEL SISTEMA
480	750 - 1500 KVA
2400	HASTA 3000 KVA (D)
4160	DE 1500 A 10000 KVA
6900	(2)
4160 O 13800 (S)	10000 A 20000 KVA
13800	MAYORES DE 20000 KVA

Antonio Macias Herrera
Ingeniero

(1) ES POCO USUAL DE 2400 V SE UTILICE
COMO TENSION DE DISTRIBUCION PRINCIPAL PERO PUEDEN
EXISTIR MOTORES A ESTA TENSION

(2) POCO USUAL

(3) HACER ESTUDIO COMPARATIVO.
CUALQUIERA PUEDE FUNCIONAR.

OTRA GUIA BASADA EN LOS HP DE LOS MOTORES
PUEDEN SER:

VOLTS DEL SISTEMA VOLTAGE DEL MOTOR HP DEL MOTOR

		125 HP
460	460	HASTA 250 HP
2400	2300	200-1000 HP
4160	4000	300-4000 HP
13800	13200	5000 HP O MAS

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

COMPANIA SUMINISTRADORA

TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE DEBE EFECTUARSE UNA REUNION CON LA EMPRESA ELECTRICA PARA DETERMINAR LOS REQUERIMIENTOS DEL SERVICIO RECUERDE QUE SI LA CARGA ES GRANDE LA COMPANIA DE ELECTRICIDAD DEBE PLANEAR LOS CAMBIOS A SU RED DE DISTRIBUCION.

DATOS QUE SE SUGIERE PROPORCIONAR

- + CARGA ELECTRICA DE LA PLANTA
PREFERENTEMENTE DEMANDA MAXIMA EN KVA.
- + PUNTO PREFERIDO PARA LA CONEXION DEL
SERVICIO.
- + ARREGLO ELECTRICO DE LA COMPANIA
SUMINISTRADORA QUE SE DESEA
- + PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y DE PUERTA EN
SERVICIO.
- + CARGAS MUY GRANDES QUE SE TENGAN FUERA DE LO
USUAL

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

LA COMPANIA SUMINISTRADORA DEBE PROPORCIONAR
LA SIGUIENTE INFORMACION

- + TENSION DE SUMINISTRO O TENSIONES
DISPONIBLES, PROPIA O DEL CLIENTE.
- + RUTA DE LAS LINEAS Y PUNTO DE SUMINISTRO.
- + TARIFAS.
- + OPCIONES EN EL SUMINISTRO CON SUBESTACION.
- + ESPACIO DE LA SUBESTACION SI LA PROPONE LA
COMPANIA.
- + CORTO CIRCUITO Y CARACTERISTICAS DEL SISTEMA
EN EL PUNTO DE SUMINISTRO.
- + REQUERIMIENTOS PARA FIDUCION.
- + REQUERIMIENTOS DE COORDINACION CON EL
SISTEMA DE PROTECCION DE LA COMPANIA SUMINISTRADORA.
- + ALIMENTACION DE RESPALDO, DE SER NECESARIA.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

ANALISIS DE CORTO CIRCUITO Y PROTECCION

CALCULE EL CORTO CIRCUITO DISPONIBLE EN
LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA

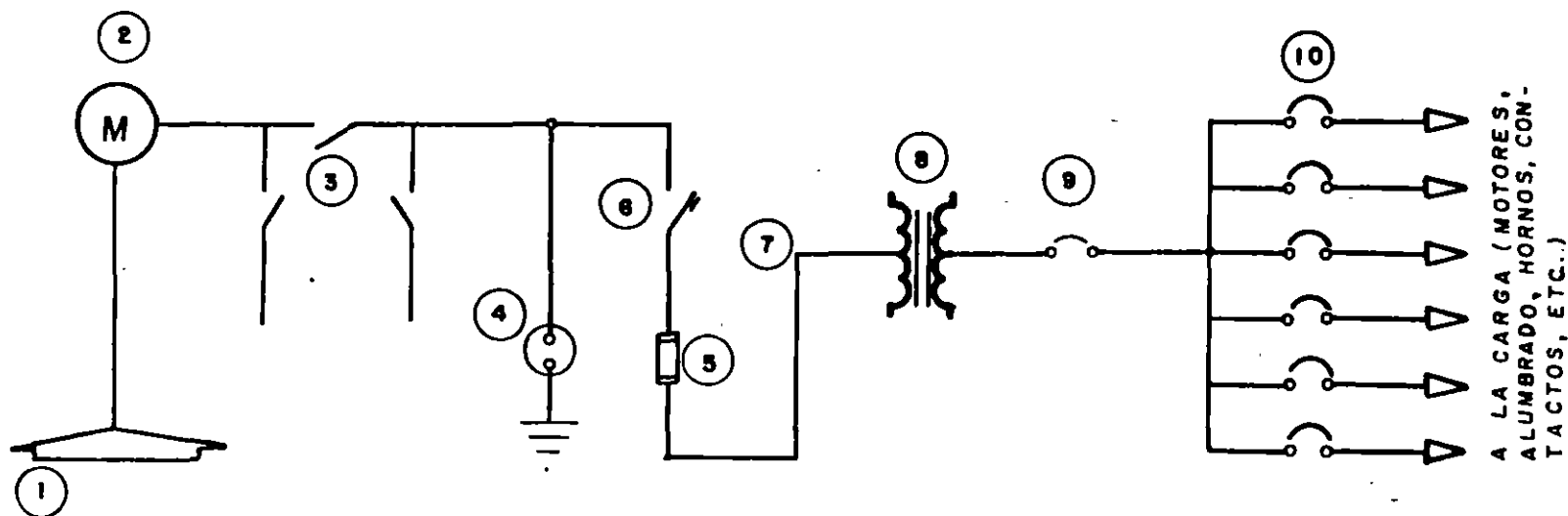
DISEÑE SU SISTEMA DE PROTECCION COMO UNA
PARTE INTEGRAL AL MISMO Y NO COMO AGREGADO
POSTERIOR.

EXPANSION FUTURA

SI ESTA DISEÑADO LA EXPANSION DE UN
SISTEMA EXISTENTE, CUIDE SI EL EQUIPO SOPORTA LA
CARGA ADICIONAL Y EL NUEVO CORTO CIRCUITO. CHEQUEE
CARACTERISTICAS DE CAPACIDAD NOMINAL, TENSION,
CAPACIDAD INTERRUPTIVA, OPERACION DE INTERRUPTORES
Y LA COORDINACION DE PROTECCIONES. ESTUDIE LA MEJOR
MANERA DE CONECTAR LA NUEVA PARTE ^{CON} COMO MINIMO COSTO
DE CONSTRUCCION Y PERDIDAS DE PRODUCCION.

SE Compactar

DIAGRAMA UNIFILAR TIPICO DE UNA SUBESTACION INDUSTRIAL



- 1 ACOMETIDA C.F.E. EN A.T.
- 2 EQUIPO DE MEDICION EN A.T. (MAS DE 200 KW DE DEMANDA CONTRATADA)
- 3 CUCHILLAS DE PRUEBA Y PASO
- 4 APARTARRAYOS
- 5 FUSIBLES DE POTENCIA
- 6 INTERRUPTOR DE OPERACION CON CARGA
- 7 SECCION DE ACOPLAMIENTO
- 8 TRANSFORMADOR
- 9 INTERRUPTOR GENERAL DE B.T.
- 10 INTERRUPTORES DERIVADOS DE B.T.

SUBESTACIONES COMPACTAS

LAS SUBESTACIONES COMPACTAS, TIENEN POR OBJETO TRANSFORMAR LA ALTA TENSION QUE LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS DE ENERGIA PROPORCIONAN A UN PRECIO MENOR, A TENSIONES USUALES DE LOS EQUIPOS O CARGAS EN LAS INDUSTRIAS Y LOS EDIFICIOS INSTITUCIONALES O COMERCIALES.

ALGUNAS DE LAS RAZONES POR LAS CUALES LA POPULARIDAD DE LAS SUBESTACIONES COMPACTAS VA EN AUMENTO SON LAS SIGUIENTES:

A) ESTAN DISENADAS TOTALMENTE POR EL FABRICANTE, LO QUE DA POR RESULTADO UNA SUBESTACION COMPACTA, DE APARIENCIA MODERNA, FACIL DE INSTALAR Y FACIL DE ESPECIFICAR PARA SU COMPRA.

B) EL COSTO DE LA SUBESTACION COMPACTA ES BAJO, DEBIDO AL DISENO PRODUCIDO EN SERIE Y A LOS METODOS DE MANUFACTURA Y DE ESMALTE TAMBIEN NORMALIZADOS Y ADEMAS TIENEN UN VALOR DE RECUPERACION MAYOR QUE LAS DE TIPO CONVENCIONAL ABIERTO.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

EL COSTO ACTUAL APROXIMADO DE UNA SUBESTACION COMPACTA ES DE 50 A 75% DEL VALOR DE UNA SUBESTACION ABIERTA TIPO CONVENCIONAL.

C) SU CONSTRUCCION TOTALMETE BUNDADE "DE FRENTE MUERTO " PROPORCIONA SEGURIDAD Y CONFIABILIDAD.

LAS SUBESTACIONES UNITARIAS CONSTAN DE TRES GRUPOS DE COMPONENTES COORDINADOS APROPIADAMENTE ENTRE SI.

EL PRIMER GRUPO PERMITE LA RECEPCION DE LA ENERGIA A LA TENSION PRIMARIA, PERMITE EVENTUALMENTE LA MEDICION DEL CONSUMO DE ENERGIA, Y PROPORCIONA EL MEDIO DE DESCONEXION Y PROTECCION GENERAL.

LA SEGUNDA PARTE TRANSFORMA LA ENERGIA DE VALORES DE TENSION PRIMARIA A UNA TENSION ADECUADA PARA SU DISTRIBUCION A LOS EQUIPOS CONSUMIDORES.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

EL TERCER GRUPO DE EQUIPOS LO CONSTITUYE
EL TABLERO DE BAJA TENSION QUE CONTROLA, PROTEGE Y
DISTRIBUYE LA CARGA TOTAL ENTRE VARIOS
ALIMENTADORES DERIVADOS.

CLASIFICACION GENERAL DE SUBESTACIONES
COMPACTAS NORMALIZADAS

PRIMARIAS.- SON LAS QUE RECIBEN LA ACOMETIDA
DE LA COMPANIA SUMINISTRADORA Y DESDE AHI SE
DISTRIBUYEN LA ENERGIA HACIA EL INTERIOR DE LA
INSTALACION.

SECUNDARIAS.- SON LAS QUE RECIBEN LA ENERGIA
DE UNA SUBESTACION PRIMARIA Y LA TENSION EN SU LADO
SECUNDARIO ES DE 600 VOLTS O MENOS.

INTERIOR.-

PARA SER MONTADAS EN EL INTERIOR DE UN
EDIFICIO, BAJO CUBIERTA SIN QUE SE VEAN AFECTADAS
POR LA LLUVIA, LA HUMEDAD, O CUALES QUIERA OTROS
AGENTES FISICOS QUE LA PERJUDIQUEN.

Antonio Mañas Herrera
Ingeniero

EXTEREIOR.-

PARA SER MONTADAS A LA INTemperie, DIRECTAMENTE SOBRE PLATAFORMA DE CONCRETO Y EXPUESTA A LA LLUVIA, EL SOL Y GOLPES OCASIONALES SE FABRICA CON LAMINA MAS GRUESA QUE LAS DE TIPO INTERIOR, CON TECHOS INCLINADOS, PUERTAS CON EMPAQUE DE HULE Y SIN DEJAR EXPUESTOS APARATOS O ELEMENTOS DE CONTROL.

TENSION.-

LAS TENSIONES A QUE TIENDEN A NORMALIZAR LAS COMPANIAS SUMINISTRADORAS SON 13.2KV, 23KV Y 34.5 KV; SIN EMBARGO LAS SUBESTACIONES SE PUEDEN USAR EN TODO EL RANGO QUE VA DE 2.4KV HASTA 34.5KV.

CAPACIDADES.-

LAS CAPACIDADES EN QUE SE FABRICAN CORRESPONDEN A LAS CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES STANDAR 45, 75, 112.5, 150, 225, 300, 500, 750, 1000 Y 1500 KVA, SIN EMBARGO PUEDEN COMBINARSE VARIOS TRANSFORMADORES EN UNA SUBESTACION OBTENIENDO UNA CAPACIDAD TOTAL MAYOR DE ACUERDO CON LAS NECESIDADES.

Antonio Macias Herrera
Ingeniero

LAS SUBESTACIONES SE FORMAN A BASE DE CELDAS INDEPENDIENTES. LO CUAL PERMITE UN SIN NUMERO DE COMBINACIONES. SIENDO POSIBLE HACER ARREGLOS EN LINEA RECTA, EN ANGULO, EN DOS LINEAS, CON UNO O VARIOS TRANSFORMADORES.

LAS CELDAS O SECCIONES DE SUBESTACIONES COMPACTAS SE PUEDEN PROPORCIONAR CON UNA GRAN VARIEDAD DE EQUIPOS COMO: INTERRUPTORES DE AIRE, EN PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE, EN VACIO, EN SF6 CON CUCHILLAS FUSIBLES, CON SECCIONADORES PARA OPERACION CON O SIN CARGA, CON FUSIBLES O CUCHILLAS DESCONECTADORAS.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

A CONTINUACION DESCRIBIREMOS LAS SECCIONES MAS COMUNMENTE UTILIZADAS YA SEAN PARA SERVICIO INTERIOR, INTemperie, A PRUEBA DE POLVO Y OTRAS APLICACIONES MAS ESPECIFICAS.

GABINETE DE MEDICION

GABINETE BLINDADO CON DIMENSIONES ADECUADAS SEGUN EL VALOR DE LA TENSION, DISENADO Y PROVISTO PARA RECIBIR Y COLOCAR EL EQUIPO DE MEDICION DE LA COMPANIA SUMINISTRADORA DE ENERGIA. ESTE GABINETE TENDRA DOS PUERTAS CON VENTANA DE INSPECCION DE MATERIAL TRANSPARENTE E INASTILLABLE, MANIJA DE ALUMINIO PAVONADO CON DISPOSITIVO PARA CANDADO Y QUE EN SU INTERIOR ALOJARA:

A) BUS TRIFASICO DE COBRE ELECTROLITICO (PLATEADO) PARA 400 O 600 AMPERES, SOPORTADO POR MEDIO DE AISLADORES DE RESINA EPOXICA.

B) SISTEMA DE TIERRA CON CAPACIDAD ADECUADA.

C) CONECTORES DEL TIPO MECANICO, TRES PARA EL BUS PRINCIPAL Y UNO PARA CONEXION A TIERRA.

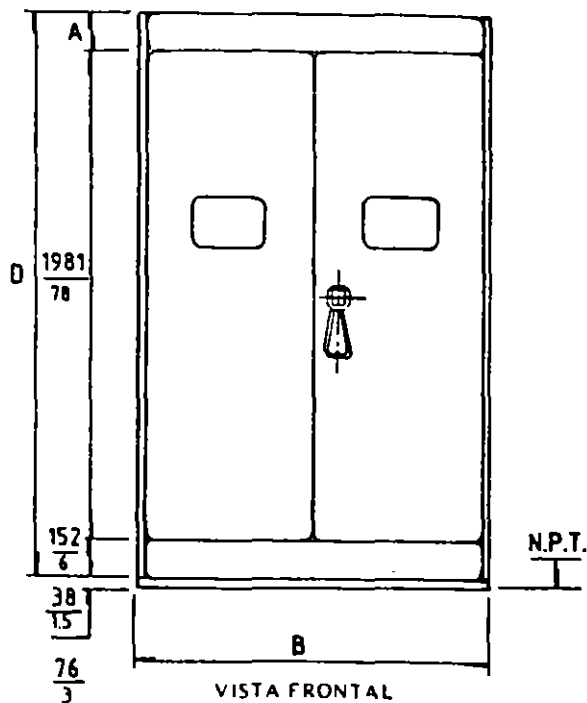
Antonio Macías Herrera
Ingeniero

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

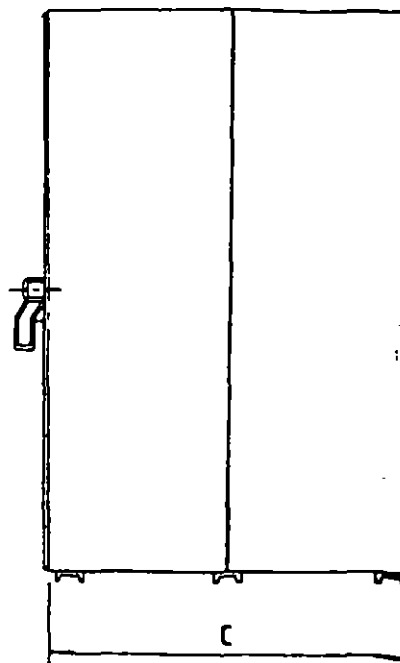
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

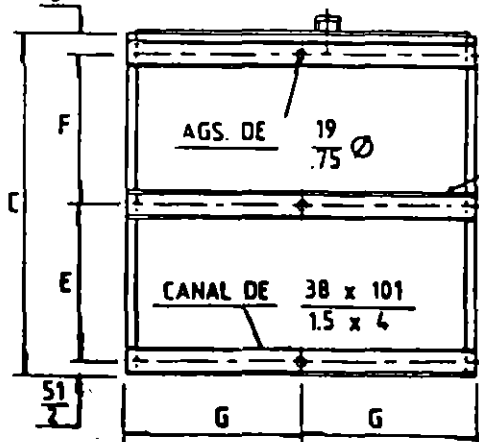
GABINETE PARA SERVICIO INTERIOR
MODULO DE MEDICION



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

SE PROPORCIONA SOLO
EN 23kV Y 34.5kV

DIMENSIONES: milímetros
pulgadas

DIAGRAMA UNIFILAR

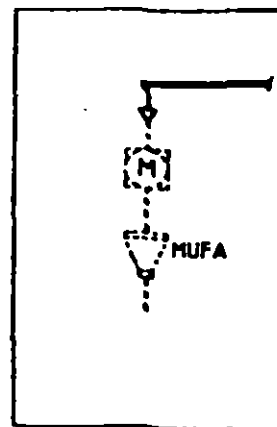


TABLA DE DIMENSIONES

Tension Nominal kV	A		B		C		D		E		F		G	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4-13.8	152	6	1372	54	1372	54	2286	90	—	—	—	—	686	27
23	279	11	2032	80	1778	70	2413	95	838	33	813	32	1016	40
34.5	406	16	2032	80	2286	90	2540	100	1092	43	1067	42	1016	40

Antonio Maosias Herrera
Ingeniero

GABINETE CON CUCHILLA DE PASO

GABINETE BLINDADO CON DIMENSIONES Y EQUIPO ADECUADO SEGUN EL VALOR DE LA TENSION Y EN SU INTERIOR ALOJARA:

A) UNA CUCHILLA TRIFASICA DESCONECTADORA PARA OPERAR EN GRUPO SIN CARGA, TIPO SENCILLO, CON DISPOSITIVO DE CIERRE Y APERTRURA RAPIDO, DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

TENSION NOMINAL 24 HASTA 34.5 KV

CORRIENTE NOMINAL 400 o 600 AMPERES

B) ACCIONAMIENTO POR MEDIO DE VOLANTE DE ALUMINIO PAVONADO CON DISPOSITIVO DE SENALIZACION (ABIERTO-CERRADO) Y SEGURO MECANICO CON PORTACANDADO.

C) BUS TRIFASICO.

D) SISTEMA DE TIERRAS DE LA CAPACIDAD ADECUADA.

NO

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

EL DISPOSITIVO DE CIERRE Y APERTURA RAPIDO ES POR MEDIO DE UN MECANISMO DE ENERGIA ALMACENADA QUE DA LA GRAN VENTAJA DE QUE LA VELOCIDAD DE OPERACION ESTE DESLIGADA DEL OPERARIO.

APLICACION: EL OBJETO DE ESTA CUCHILLA ES PODER AISLAR ELECTRICAMENTE EL CORTACIRCUITOS DE LA FUENTE ALIMENTADORA PARA EFECTOS DE MANTENIMIENTO O REPOSICION DE FUSIBLES CON UNA CONFIABILIDAD PLENA.

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

GABINETE PARA SERVICIO INTERIOR
MODULO DE CUCHILLAS DE PASO

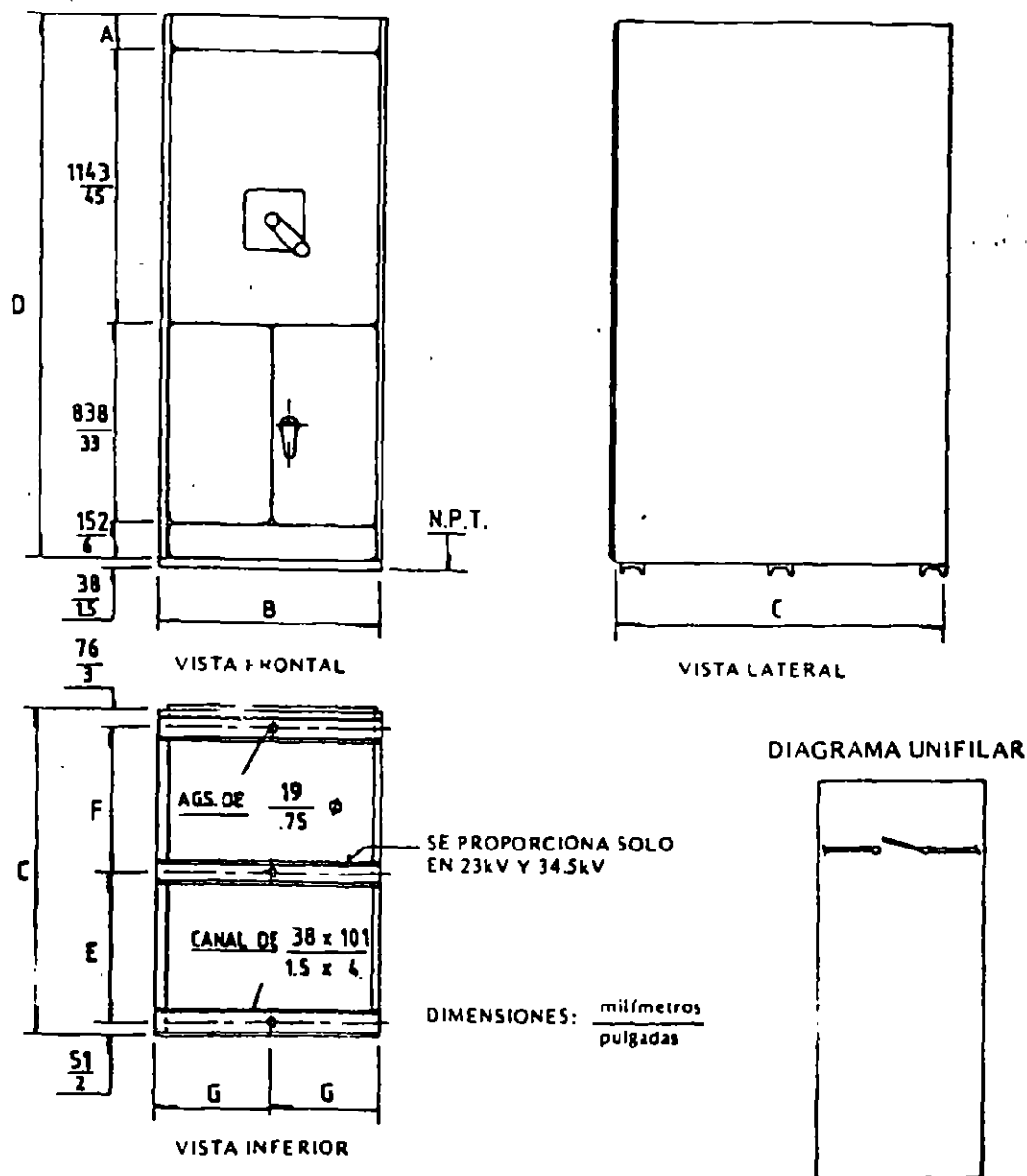


TABLA DE DIMENSIONES

Tension Nómina KV	A		B		C		D		E		F		G	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4-13.8	152	6	1067	42	1372	54	2286	90	—	—	—	—	533	21
23	279	11	1219	48	1778	70	2413	95	838	33	813	32	610	24
									1067	42	1067	42	762	30

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

GABINETE DE CUCHILLAS DE PASO Y PRUEBAS

GABINETE BLINDADO CON DIMENSIONES Y EQUIPO ADECUADO SEGUN EL VALOR DE LA TENSION.

ESTE GABINETE LLEVARA EN LA PARTE INFERIOR DOS PUERTAS CON MANILIA DE ALUMINIO PAVONADO CON DISPOSITIVO PARA CANDADO Y EN SU INTERIOR ALOJARA:

A) UN JUEGO DE TRES CUCHILLAS TRIFASICAS DESCONECTADORAS PARA OPERAR EN GRUPO SIN CARGA, TIRO SENCILLO, CON DISPOSITIVO DE CIERRE Y APERTURA RAPIDO, DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

TENSION NOMINAL	2.4 HASTA 34.5 KV
CORRIENTE NOMINAL	400 o 600 AMPERES

B) UN JUEGO DE TRES ACCIONAMIENTOS INDEPENDIENTES POR MEDIO DE VOLANTE DE ALUMINIO PAVONADO CON DISPOSITIVO DE SENALIZACION (ABIERTO - CERRADO) Y SEGURO MECANICO CON PORTACANDADO.

110

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

C) SISTEMA DE TIERRA CON CAPACIDAD
ADECUADA.

EL DISPOSITIVO DE CIERRE Y APERTURA
RAPIDO ES POR MEDIO DE UN MECANISMO DE ENERGIA
ALAMACENADA QUE LA GRAN VENTAJA DE QUE LA
VELOCIDAD DE OPERACION ESTE DESLIGADA DEL OPERARIO.

APLICACION: EL OBJETO DE ESTA CUCHILLA ES
PODER AISLAR ELECTRICAMENTE EL CORTACIRCUITOS DE LA
FUENTE ALIMENTADORA PARA EFECTOS DE MANTENIMIENTO O
REPOSICION DE FUSIBLES CON UNA CONFIABILIDAD PLENA.

No

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

GABINETE PARA SERVICIO INTERIOR
MODULO DE CUCHILLAS DE PASO Y PRUEBA

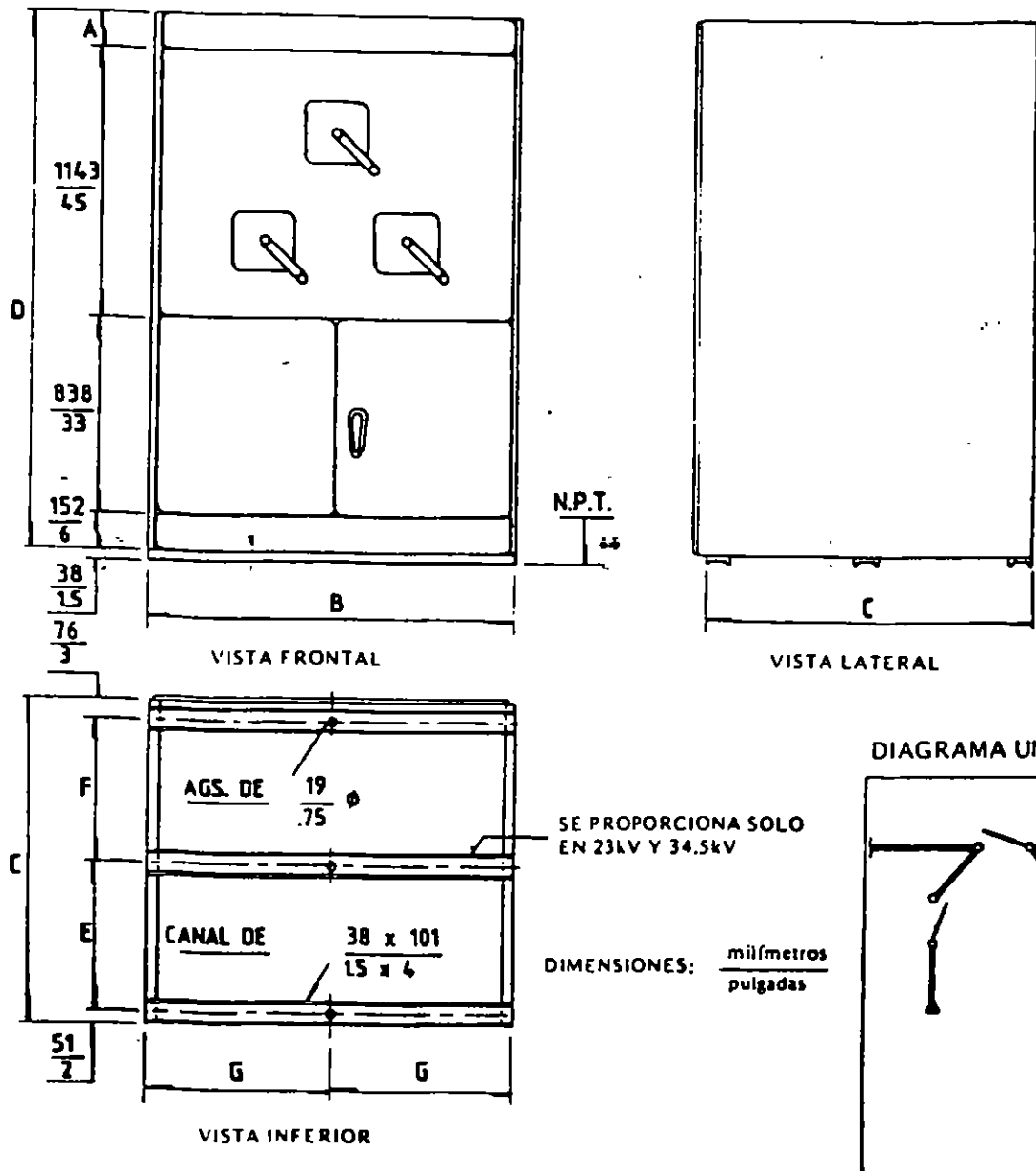


TABLA DE DIMENSIONES

Tension Nominal kV	A		B		C		D		E		F		G	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4 13.8	152	6	1524	60	1372	54	2286	90	—	—	—	—	711	28
23	279	11	1524	60	1778	70	2413	95	838	33	813	32	762	30
34.5	406	16	2032	80	2286	90	2540	100	1092	43	1067	42	1016	40

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

GABINETE DE CORTACIRCUITOS FUSIBLES Y APARTARRAYOS

GABINETE REFINADO CON DIMENSIONES Y
EQUIPO ADECUADO SEGUN EL VALOR DE LA TENSION.

ESTE GABINETE TENDRA UNA PUERTA CON
VENTANA DE INSPECCION DE MATERIAL TRANSPARENTE E
INASTILLABLE. MANIJA DE ALUMINIO PAVONADO CON
DISPOSITIVO PARA CANDADO Y EN SU INTERIOR ALOJARA:

A) CORTACIRCUITO TRIFASICO DE OPERACION
EN GRUPO CON CARGA, TIRO SENCILLO, COMBINADO CON
PORTAFUSIBLES, PROVISTO DE DISPOSITIVO MECANICO DE
ENERGIA ALMACENADA PARA LA APERTURA Y CIERRE,
EQUIPADO CON MECANISMO DE DISPARO SIMULTANEO EN LAS
TRES FASES EN CASO DE FALLA DE FUSIBLE EN
CUALQUIERA DE ELLAS Y TENDRA LAS SIGUIENTES
CARACTERISTICAS:

TENSION NOMINAL	2.4 HASTA 34.5 KV
CORRIENTE NOMINAL	400 O 600 AMPERES

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

B) JUEGO DE TRES FUSIBLES DE ALTA CAPACIDAD INTERRUPTIVA CON VASTAGO DE SEÑALIZACION.

C) JUEGO DE TRES APARTARRAYOS AUTOVALVULARES MONOPOLARES CON EL NEUTRO CONECTADO SOLIDAMENTE A TIERRA.

D) ACCIONAMIENTO POR MEDIO DE DISCO Y PALANCA POR EL FRENTE DEL TABLERO PARA LA APERTURA Y CIERRE MANUAL DE CORTACIRCUITOS, CON BLOQUEO MECANICO EL CUAL IMPIDE LA APERTURA DE LA PUERTA SI EL INTERRUPTOR ESTA EN POSICION DE " CERRADO ".

E) BUS TRIFASICO DE COBRE ELECTROLITICO (PLATEADO) PARA 400 O 600 AMPERES NOMINALES SOPORTADO POR MEDIO DE AISLADORES DE RESINA EPOXICA.

F) SISTEMA DE TIERRA CON CAPACIDAD ADECUADA.

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

GABINETE PARA SERVICIO INTERIOR
MODULO INTERRUPTOR EN AIRE

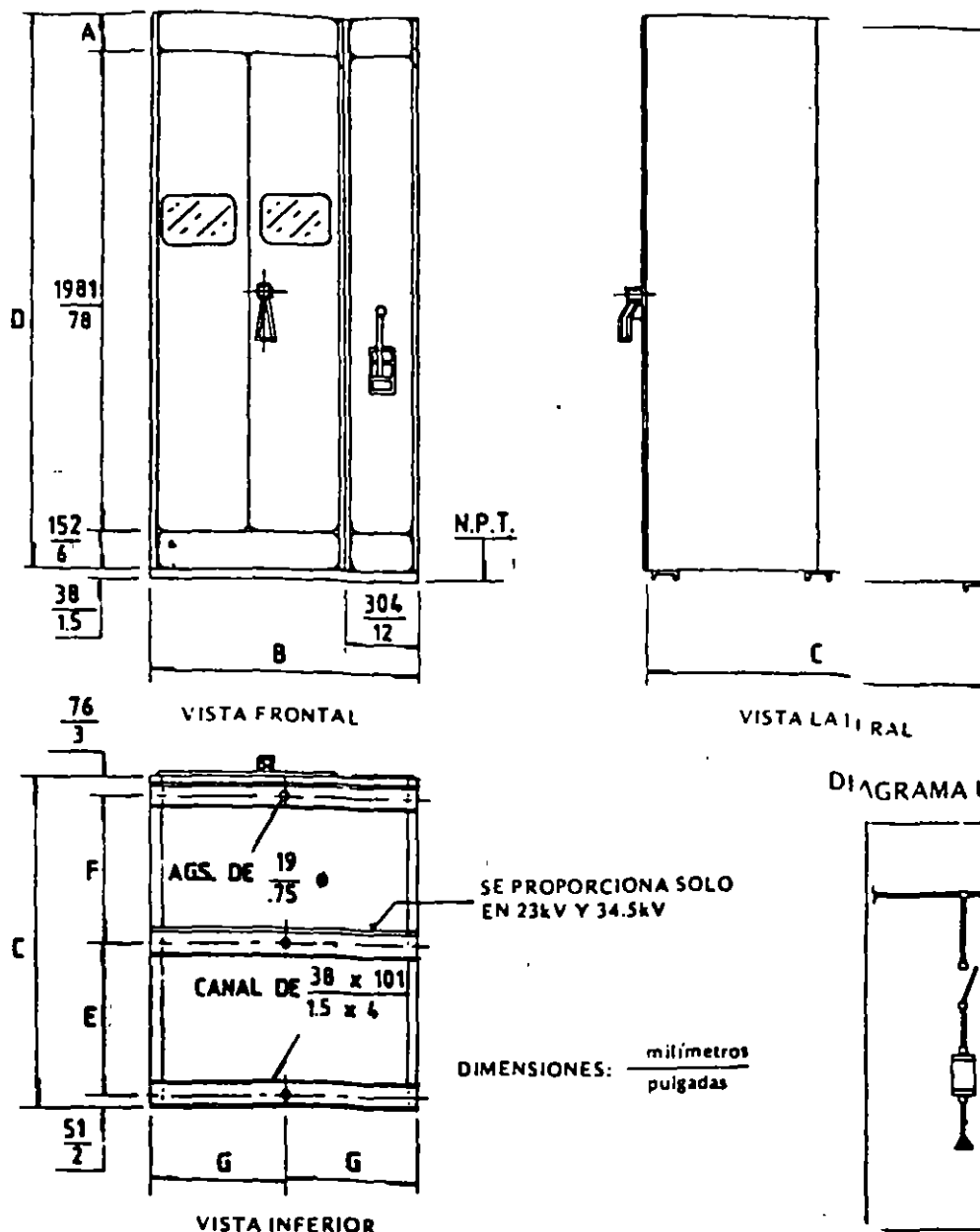


TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal kV	A		B		C		D		E		F		G	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4-13.8	152	6	1067	42	1372	54	2250	90	—	—	—	—	533	21
23	279	11	1372	54	1778	70	2413	95	838	33	813	32	686	27
34.5	406	16	1778	70	2286	90	2540	100	1092	43	1067	42	889	35

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

GABINETE PARA SERVICIO INTERIOR
MODULO DE INTERRUPTOR AUTONEUMATICO

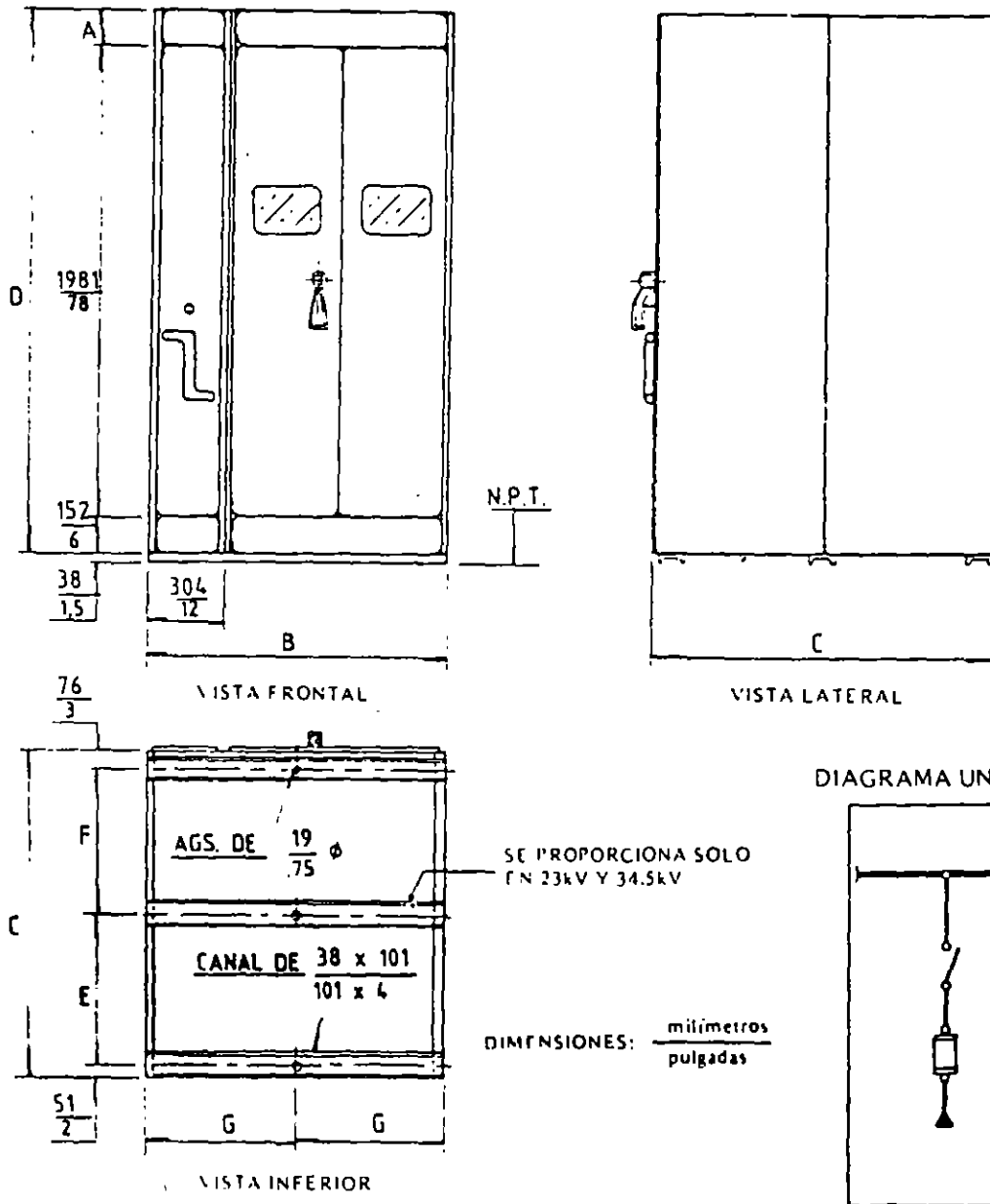


TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal KV	A		B		C		D		E		F		G	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
24-13.8	152	6	1219	48	1372	54	2286	90	—	—	—	—	610	24
23	279	11	1676	66	1778	70	2413	95	838	33	813	32	838	33
34.5	406	16	2032	80	2286	90	2540	100	1092	43	1067	42	1016	40

Antonio Macias Herrera
Ingeniero

GABINETE DE ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR

GABINETE BLINDADO CON DIMENSIONES ADECUADAS SEGUN EL VALOR DE LA TENSION, DISENADO Y PROVISTO PARA ACOPLARSE MECANICA Y ELECTRICAMENTE A LAS GARGANTAS DEL TRANSFORMADOR, Y QUE ALOJARA EN SU INTERIOR EL SIGUIENTE EQUIPO:

A) BUS TRIFASICO DE COBRE ELECTROLITICO (PLATEADO) PARA 400 O 600 AMPERES, SOPORTADO POR MEDIO DE AISLADORES DE RESINA EPOXICA.

B) EXTENSION DE BUS PARA CONEXION ELECTRICA A LAS BOQUILLAS DEL TRANSFORMADOR EN FORMA RIGIDA O FLEXIBLE.

C) SISTEMA DE TIERRA CON CAPACIDAD ADECUADA CON CONECTOR MECANICO.

NO

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

GABINETE PARA SERVICIO INTERIOR
MODULO DE TRANSICION O MODULO DE APARTARRAYOS

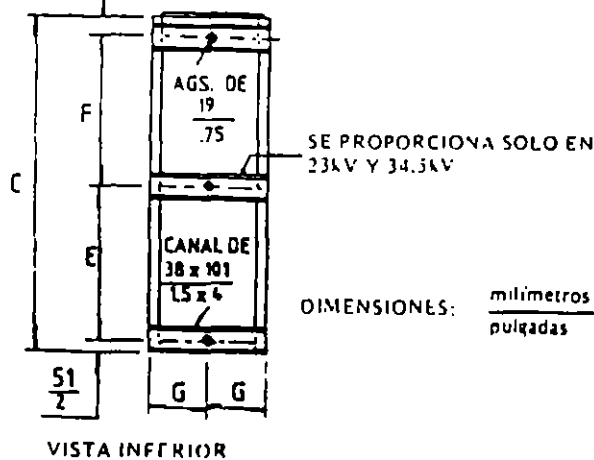
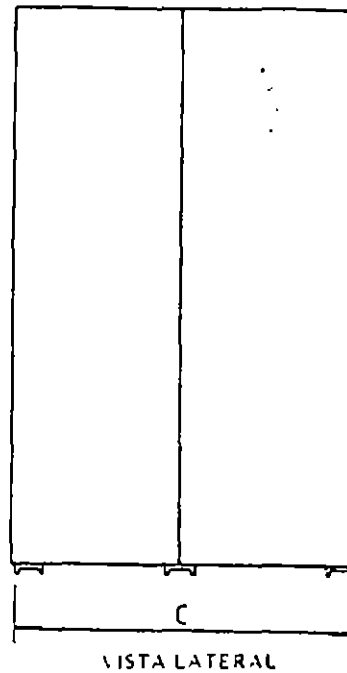
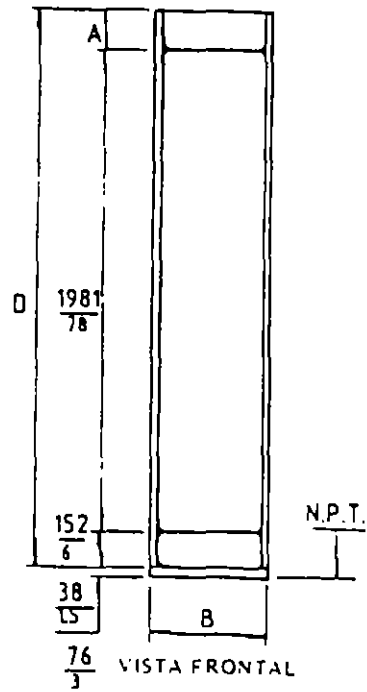


DIAGRAMA UNIFILAR

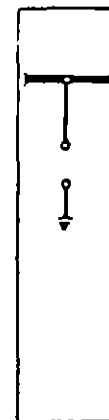


TABLA DE DIMENSIONES

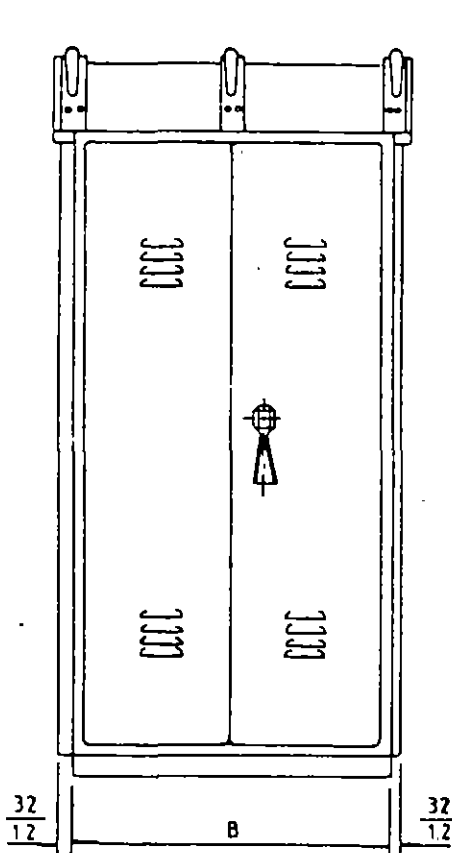
Tensión Nominal kV.	A		B		C		D		E		F		G	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4-13.8	152	6	457	18	1372	54	2236	70	—	—	—	—	229	9
23	279	11	610	24	1778	70	2413	95	938	33	813	32	305	12
34.5	406	16	762	30	2286	90	2540	100	1092	43	1067	42	381	15

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

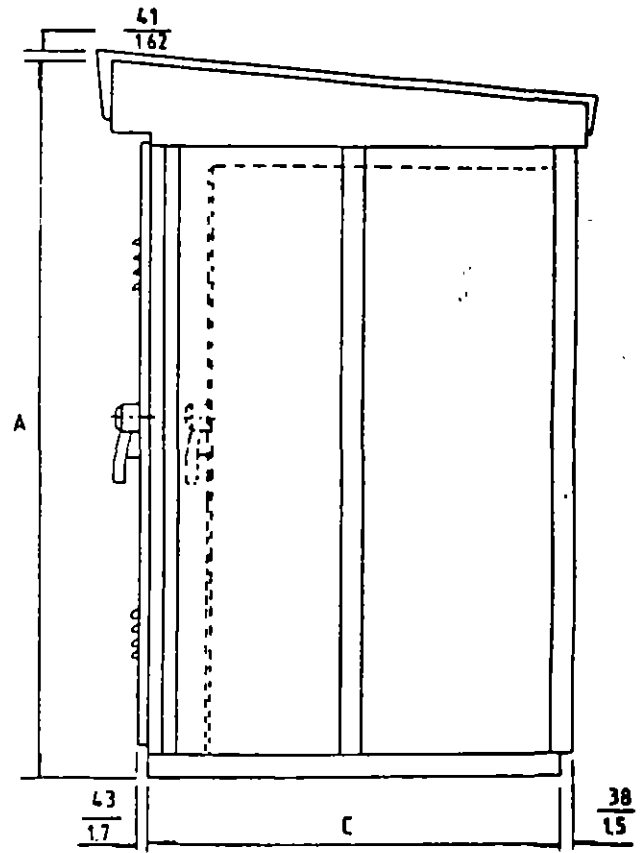
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

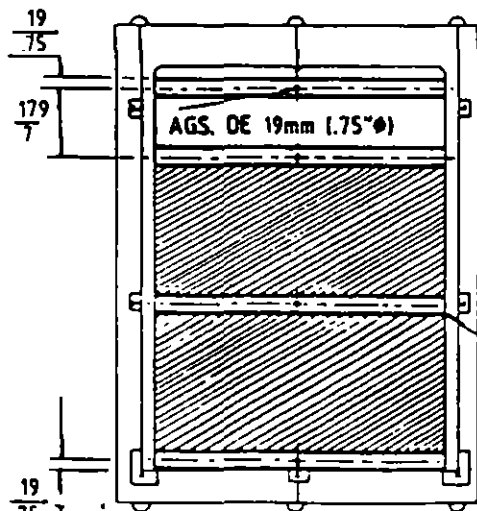
GABINETE PARA SERVICIO INTEMPERIE
SECCION DE MEDICION



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

SE PROPORCIONA SOLO
PARA 23kV Y 34.5kV

TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal kV	A		B		C	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4-13.8	2648	104.2	1530	60.2	1556	61.2
23	2775	109.2	2191	86.2	1962	77.2
34.5	2902	114.2	2191	86.2	2470	97.2

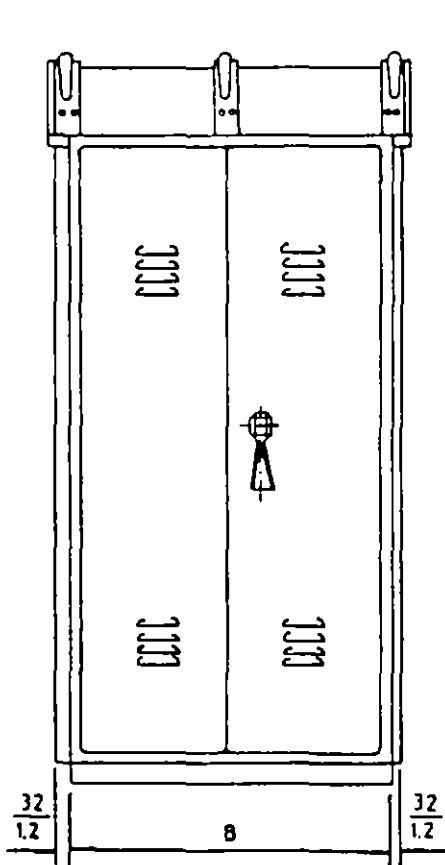
DIMENSIONES: milímetros
pulgadas

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

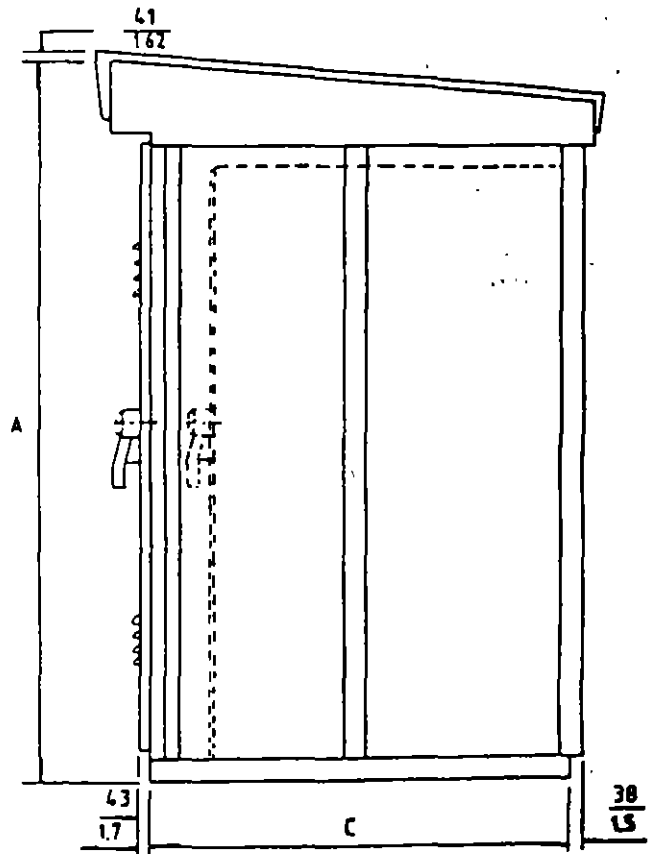
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

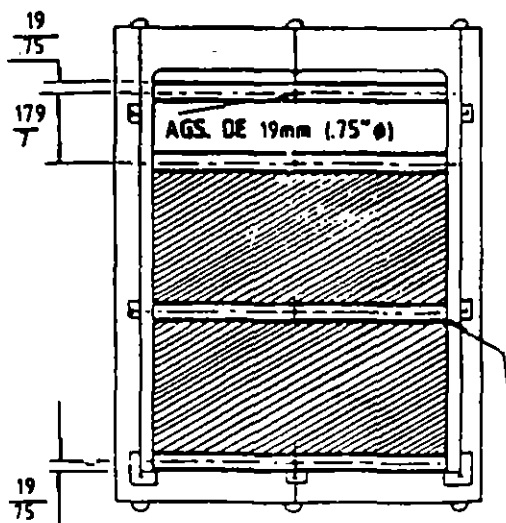
GABINETE PARA SERVICIO INTEMPERIE
SECCION DE CUCHILLAS DE PASO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal kV	A		B		C	
	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.
2.4-13.8	2648	104.2	1225	48.2	1556	61.2
23	2775	109.2	1378	54.2	1962	77.2
34.5	2902	114.2	1683	66.2	2470	97.2

SE PROPORCIONA SOLO
PARA 23kV Y 34.5kV

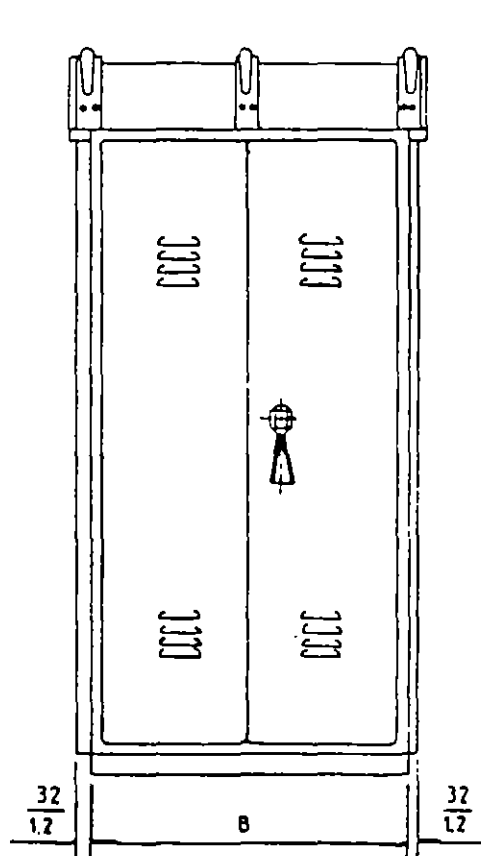
DIMENSIONES: $\frac{\text{milímetros}}{\text{pulgadas}}$

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

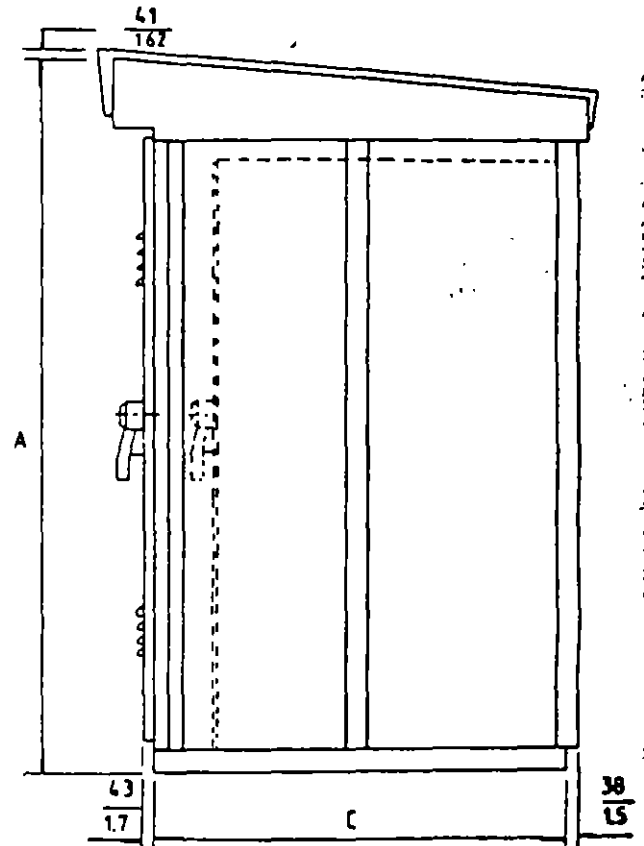
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

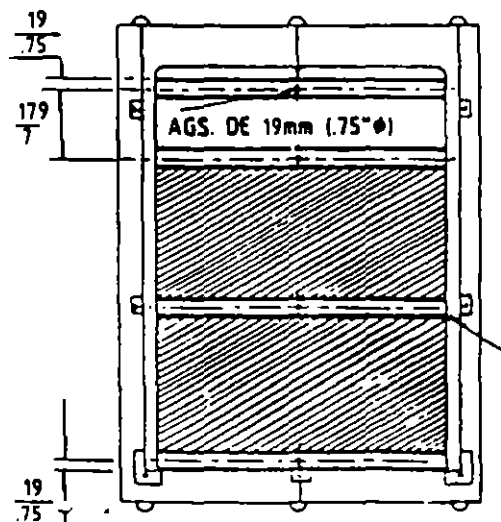
GABINETE PARA SERVICIO INTEMPERIE
SECCION DE CUCHILLAS DE PASO Y PRUEBA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

SE PROPORCIONA SOLO
PARA 23kV Y 34.5kV

TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal kV	A		B		C	
	MM	PULG	MM	PULG	MM	PULG
2.4-13.8	2648	104.2	1683	66.2	1556	61.2
23	2775	109.2	1683	66.2	1962	77.2
34.5	2902	114.2	2191	86.2	2470	97.2

64

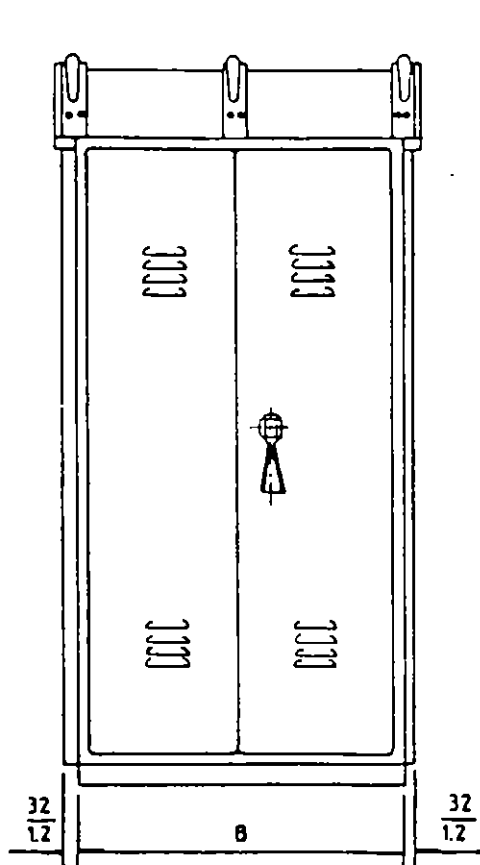
DIMENSIONES: $\frac{\text{milímetros}}{\text{pulgadas}}$

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

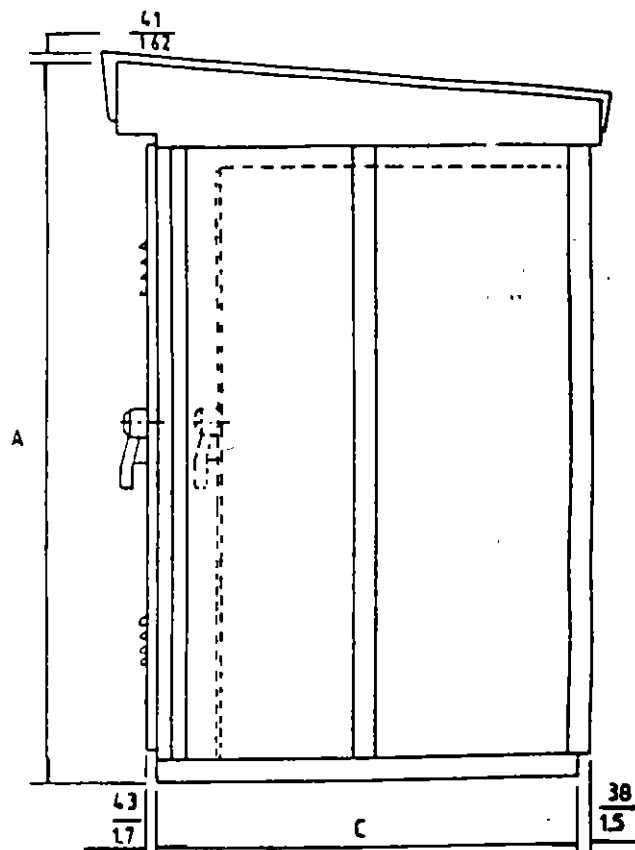
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

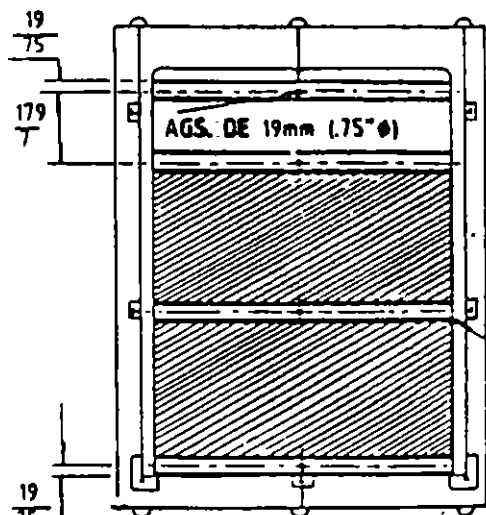
GABINETE PARA SERVICIO INTEMPERIE
SECCION DE INTERRUPTOR EN AIRE



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

SE PROPORCIONA SOLO
PARA 23kV Y 34.5kV

TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal kV	A		B		C	
	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.
2.4-13.8	2648	104.2	1226	48.2	1556	61.2
23	2775	109.2	1530	60.2	1962	77.2
34.5	2902	114.2	1937	76.2	2470	97.2

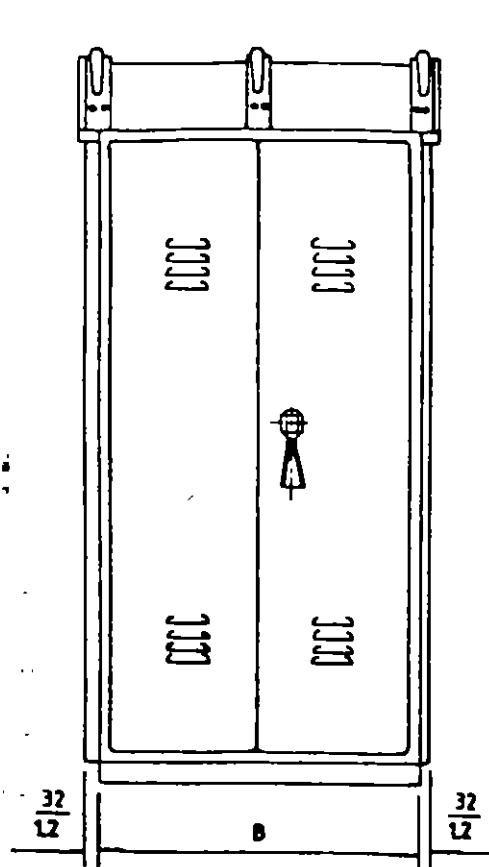
DIMENSIONES: milímetros
pulgadas

TABlero SUBESTACION EN ALTA TENSION

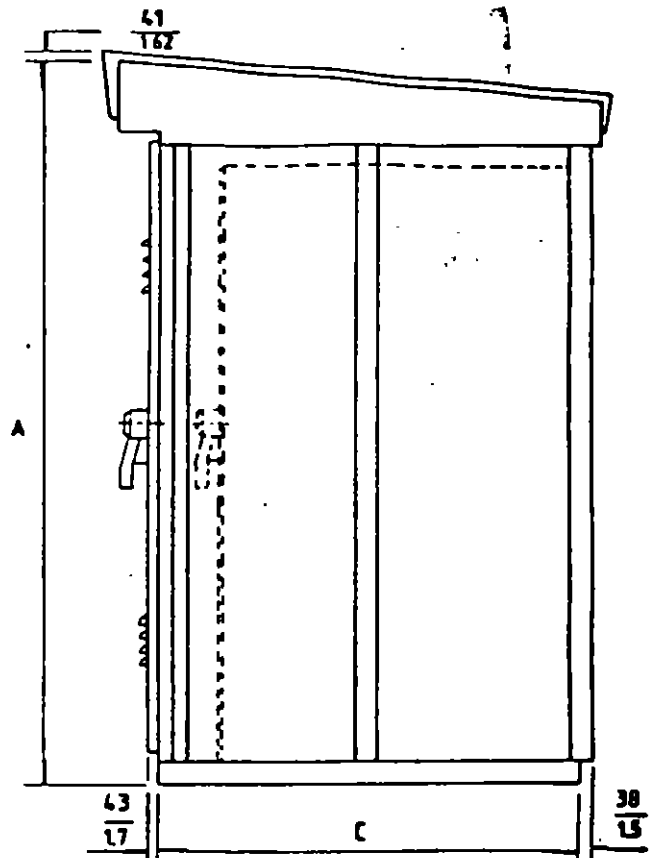
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

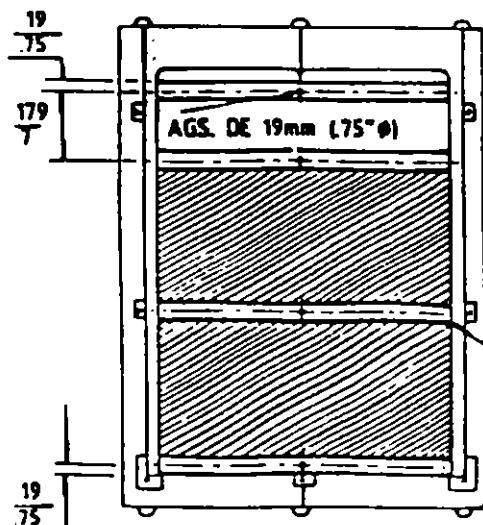
GABINETE PARA SERVICIO INTEMPERIE
SECCION DE INTERRUPTOR AUTONEUMATICO



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

SE PROPORCIONA SOLO
PARA 23kV Y 34.5kV

TABLA DE DIMENSIONES

Tension Nominal kV	A		B		C	
	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.
2.4-13.8	2648	104.2	1378	54.2	1556	61.2
23	2775	109.2	1835	72.2	1962	77.2
34.5	2902	114.2	2191	86.2	2470	97.2

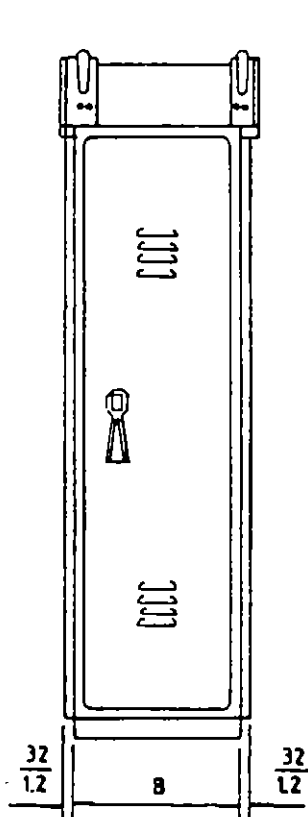
DIMENSIONES: milímetros
pulgadas

TABLERO SUBESTACION EN ALTA TENSION

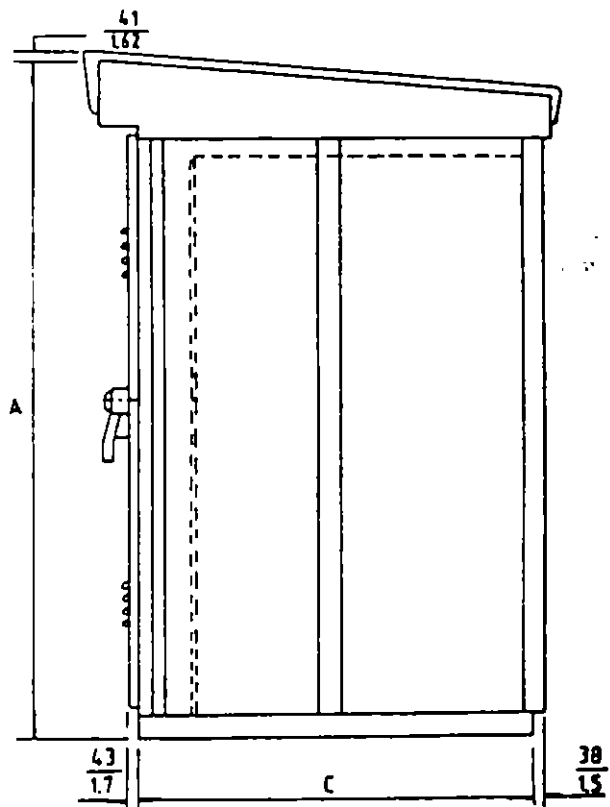
DATOS DE APLICACION

DIMENSIONES

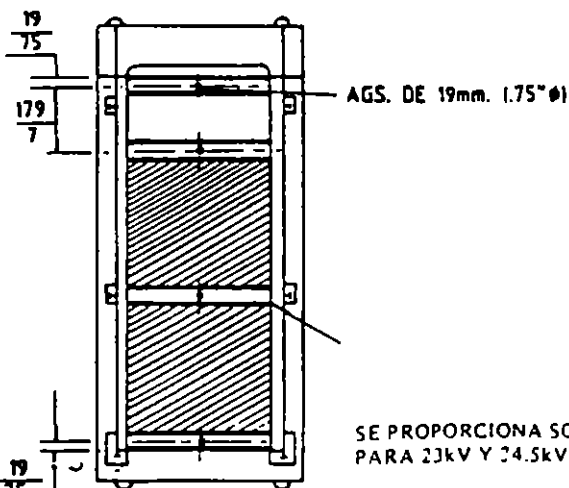
GABINETE PARA SERVICIO INTEMPERIE
SECCION DE TRANSICION O SECCION DE APARTARRAYOS



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA INFERIOR

SE PROPORCIONA SOLO
PARA 23kV Y 34.5kV

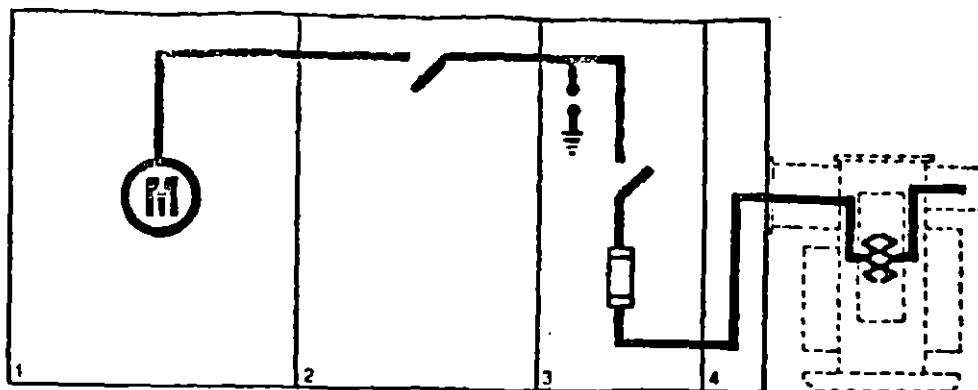
TABLA DE DIMENSIONES

Tensión Nominal kV	A		B		C	
	MM	PULG.	MM	PULG.	MM	PULG.
2.4-13.8	2648	104.2	615	24.2	1556	61.2
23	2775	109.2	768	30.2	1962	77.2
34.5	2902	114.2	921	36.2	2470	97.2

DIMENSIONES: $\frac{\text{milímetros}}{\text{pulgadas}}$

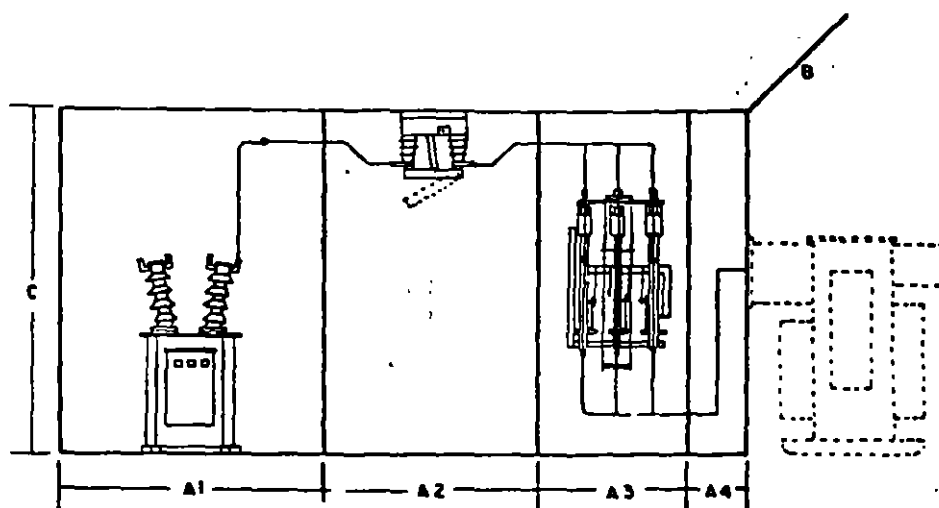
SUBESTACION CON CUCHILLAS DE PASO, 2½ SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.

1. SECCION DE MEDICION.
2. SECCION DE CUCHILLAS DE PRUEBA.
3. SECCION DE CORTACIRCUITOS.
4. SECCION DE ACOPLAMIENTO.
5. TRANSFORMADOR.



* Subestación dibujada en posición.
Izquierda - Derecha.

- A. 1-2-3-4 FRENTE.
B. FONDO.
C. ALTURA.
D. PESO.



DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1300	2100	250	700	1300	2100	180	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150
15	1000	1300	2100	250	700	1300	2100	180	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175
23	2000	2000	2600	325	700	2000	2600	230	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34	1800	2000	3000	425	1000	2000	3000	490	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	260

DIMENSIONES SUBESTACION INTEMPERIE

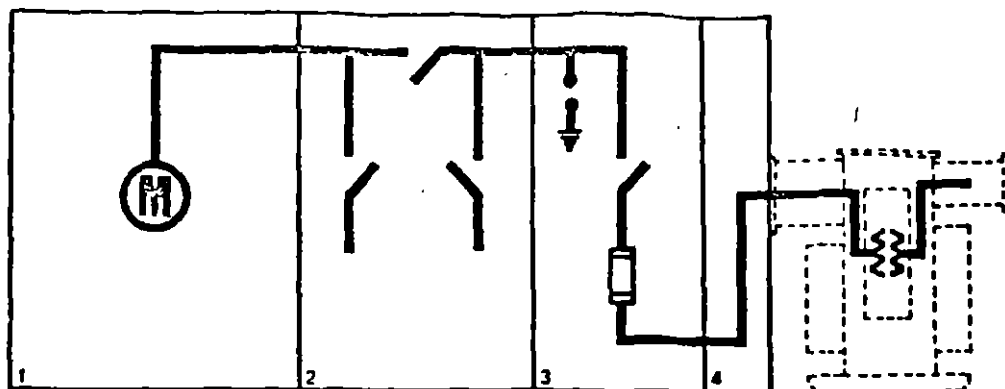
TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1300	2200	275	700	1300	2200	190	1000	1300	2200	350	300	1300	2200	160
15	1000	1300	2200	275	700	1300	2200	190	1000	1300	2200	350	450	1300	2200	180
23	2000	2000	2730	360	700	2000	2730	210	1200	2000	2730	460	550	2000	2730	225
34	1800	2000	3130	460	1000	2000	3130	300	1650	2000	3130	590	800	2000	3130	280

* Para las subestaciones de tipo intemperie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla, el techo sobresale 130 mm al frente, 80 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.

Antonio Macías Herrera
Ingeniero

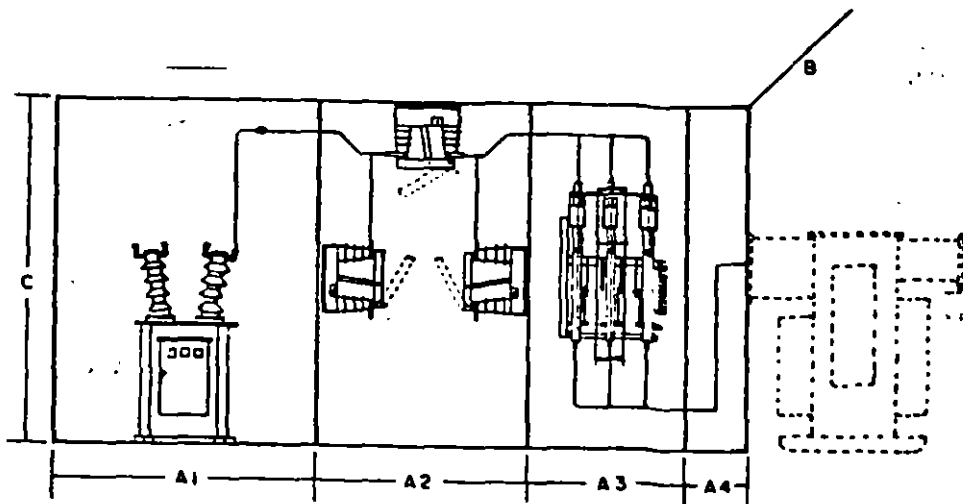
SUBESTACION CON CUCHILLAS DE PRUEBA, 3 SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.

1. SECCION DE MEDICION.
2. SECCION DE CUCHILLAS DE PRUEBA.
3. SECCION DE CORTACIRCUITOS.
4. SECCION DE ACOPLAMIENTO.
5. TRANSFORMADOR.



* Subestación dibujada en posición, izquierda - Derecha.

- A. 1-2-3-4 FRENTE.
B. ONDO.
C. ALTURA.
D. PESO.



DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1300	2100	250	1400	1300	2100	300	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150
15	1000	1300	2100	250	1400	1300	2100	300	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175
23	2000	2000	2600	325	1600	2000	2600	390	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34	1800	2000	3000	425	2100	2000	3000	490	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	260

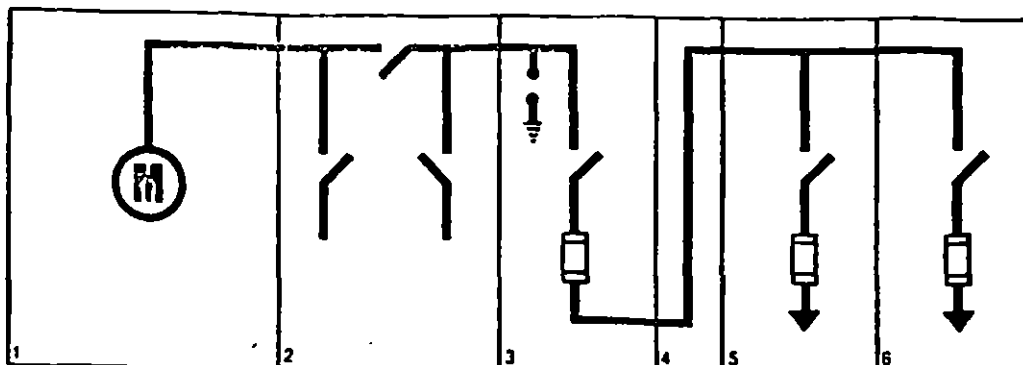
DIMENSIONES SUBESTACION INTemperie

TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1300	2200	275	1400	1300	2200	325	1000	1300	2200	350	300	1300	2200	160
15	1000	1300	2200	275	1400	1300	2200	325	1000	1300	2200	350	450	1300	2200	180
23	2000	2000	2730	360	1600	2000	2730	425	1200	2000	2730	460	550	2000	2730	225
34	1800	2000	3130	460	2100	2000	3130	525	1650	2000	3130	590	800	2000	3130	280

* Para las subestaciones de tipo intemperie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla, el techo sobresale 130 mm al frente, 80 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.

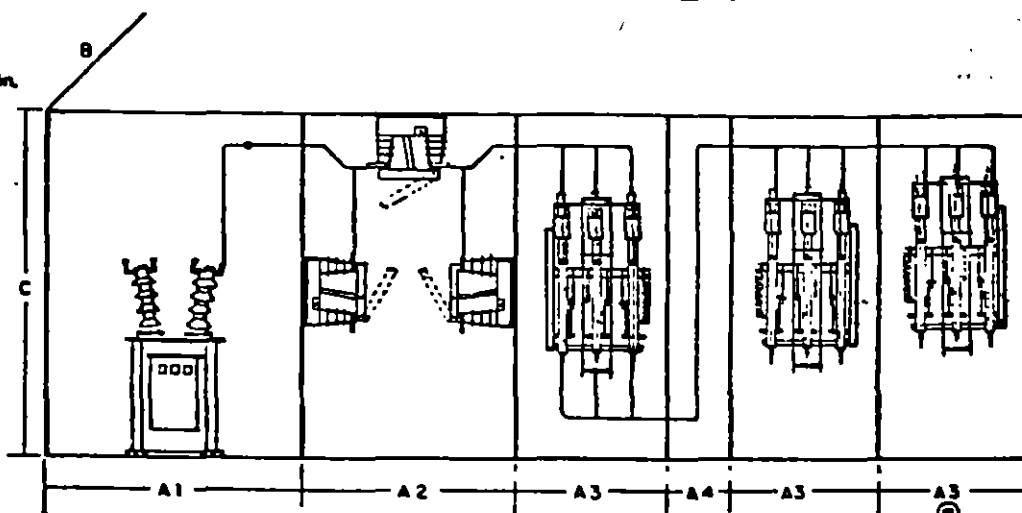
SUBESTACION CON CUCHILLAS DE PRUEBA, CON CORTACIRCUITOS GENERAL Y DERIVADOS.

1. SECCION DE MEDICION.
2. SECCION DE CUCHILLAS DE PRUEBA.
3. SECCION DE CORTACIRCUITOS PRINCIPAL.
4. SECCION DE ACOPLAMIENTO.
5. SECCION DE CORTACIRCUITOS DERIVADO.
6. SECCION DE CORTACIRCUITOS DERIVADO.



* Subestación dibujada en posición, Izquierda - Derecha.

- A. 1-2-3-4-5-6 FRENTE.
B. FONDO.
C. ALTURA.
D. PESO.



DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
5	1000	1300	2100	250	1400	1300	2100	300	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150
15	1000	1300	2100	250	1400	1300	2100	300	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175
23	2000- 2000	2600	325	1600	2000	2600	390	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200	
34	1800	2000	3000	425	2100	2000	3000	490	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	260

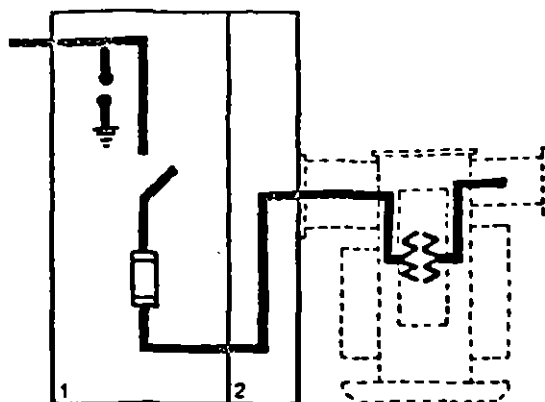
DIMENSIONES SUBESTACION INTemperie

TENSION	MEDICION				CUCHILLAS PRUEBA				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
KV	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	A4	B	C	D
7.5	1000	1300	2200	275	1400	1300	2200	325	1000	1300	2200	350	350	1300	2200	160
15	1000	1300	2200	275	1400	1300	2200	325	1000	1300	2200	350	450	1300	2200	180
23	2000	2000	2730	360	1600	2000	2730	425	1200	2000	2730	460	550	2000	2730	225
34	1800	2000	3130	460	2100	2000	3130	525	1650	2000	3130	590	800	2000	3130	280

* Para las subestaciones de tipo intemperie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla, el techo sobresale 130 mm al frente, 80 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.

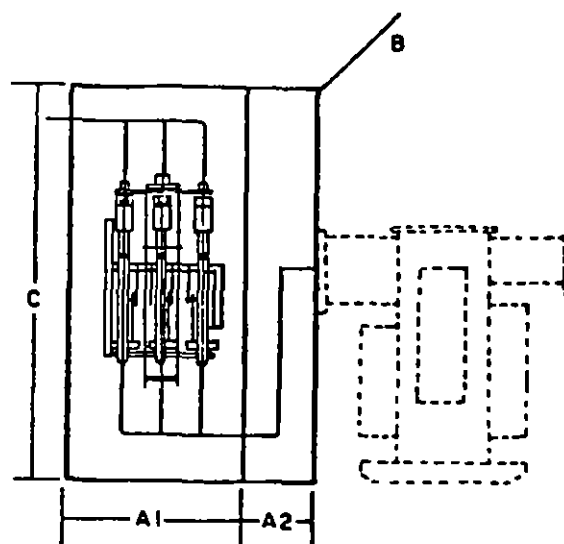
GABINETE CON CORTACIRCUITOS Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.

1. SECCION DE CORTACIRCUITOS.
2. SECCION DE ACOPLAMIENTO.
3. TRANSFORMADOR.



* Subestación dibujada en posición.
Izquierda - Derecha.

- A. 1-2 FRENTE.
B. FONDO.
C. ALTURA.
D. PESO.



DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

TENSION	CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
K V	A1	B	C	D	A	B	C	D
5	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150
15	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175
23	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200
34	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	260

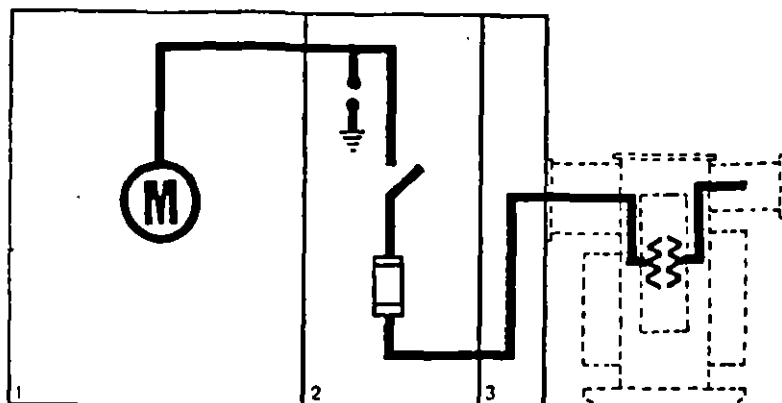
DIMENSIONES SUBESTACION INTERPERIE

TENSION	CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
K V	A1	B	C	D	A2	B	C	D
7.5	1000	1300	2200	350	300	1300	2200	160
15	1000	1300	2200	350	450	1300	2200	180
23	1200	2200	2730	460	550	2220	2730	225
34	1650	2000	3130	590	800	2220	3130	280

* Para las subestaciones de tipo interperie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla el techo sobresale 130 mm al frente, 80 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.

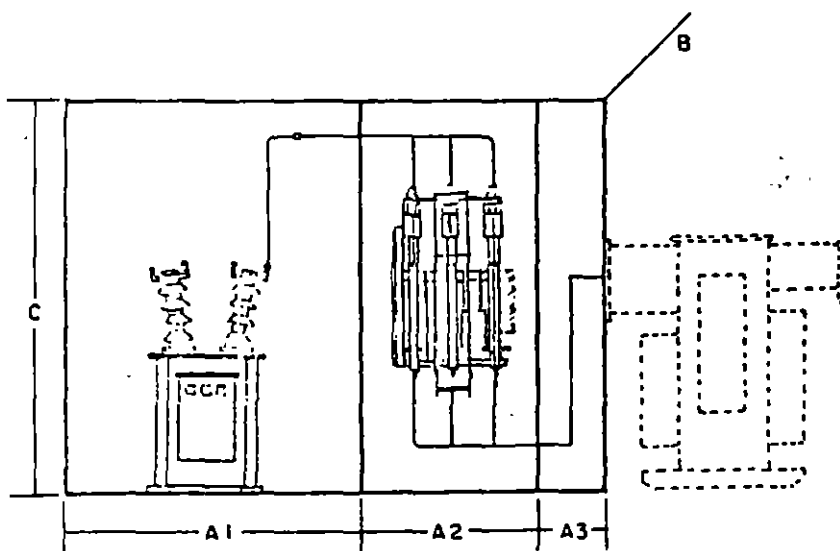
SUBESTACION SIN CUCHILLAS, 2 SECCIONES Y ACOPLAMIENTO A TRANSFORMADOR.

1. SECCION DE MEDICION.
2. SECCION DE CORTACIRCUITOS.
3. SECCION DE ACOPLAMIENTO.
4. TRANSFORMADOR.



* Subestación dibujada en posición. Izquierda - Derecha.

- 1-2-3 FRENTE.
B. FONDO.
C. ALTURA.
D. PESO.



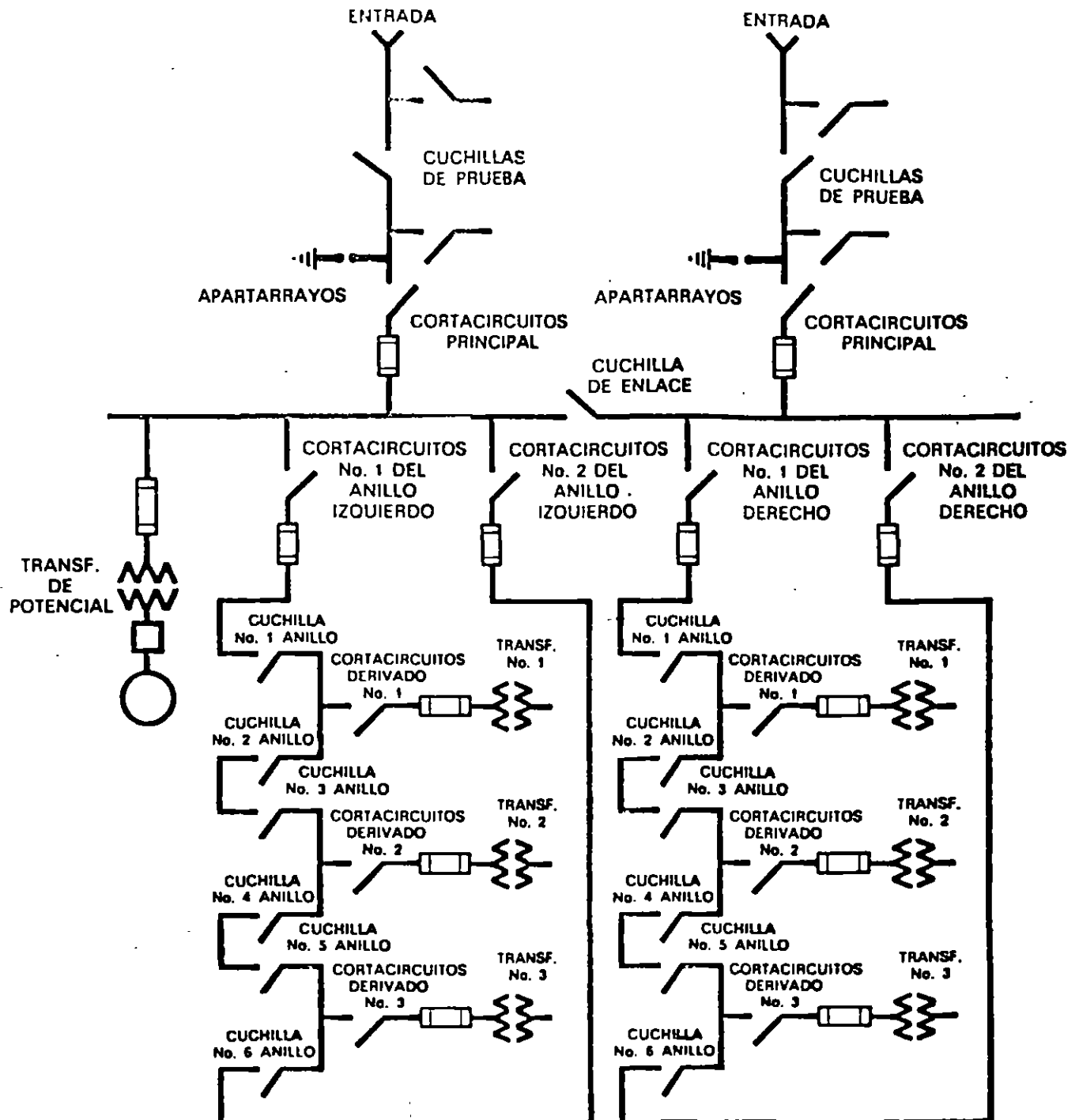
DIMENSIONES SUBESTACION INTERIOR

TENSION		MEDICION				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
K V	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	
7.5	1000	1300	2100	250	1000	1300	2100	325	300	1300	2100	150	
15	1000	1300	2100	250	1000	1300	2100	325	450	1300	2100	175	
23	2000	2000	2600	325	1200	2000	2600	425	550	2000	2600	200	
34	1800	2000	3000	425	1650	2000	3000	550	800	2000	3000	260	

DIMENSIONES SUBESTACION INTEMPERIE

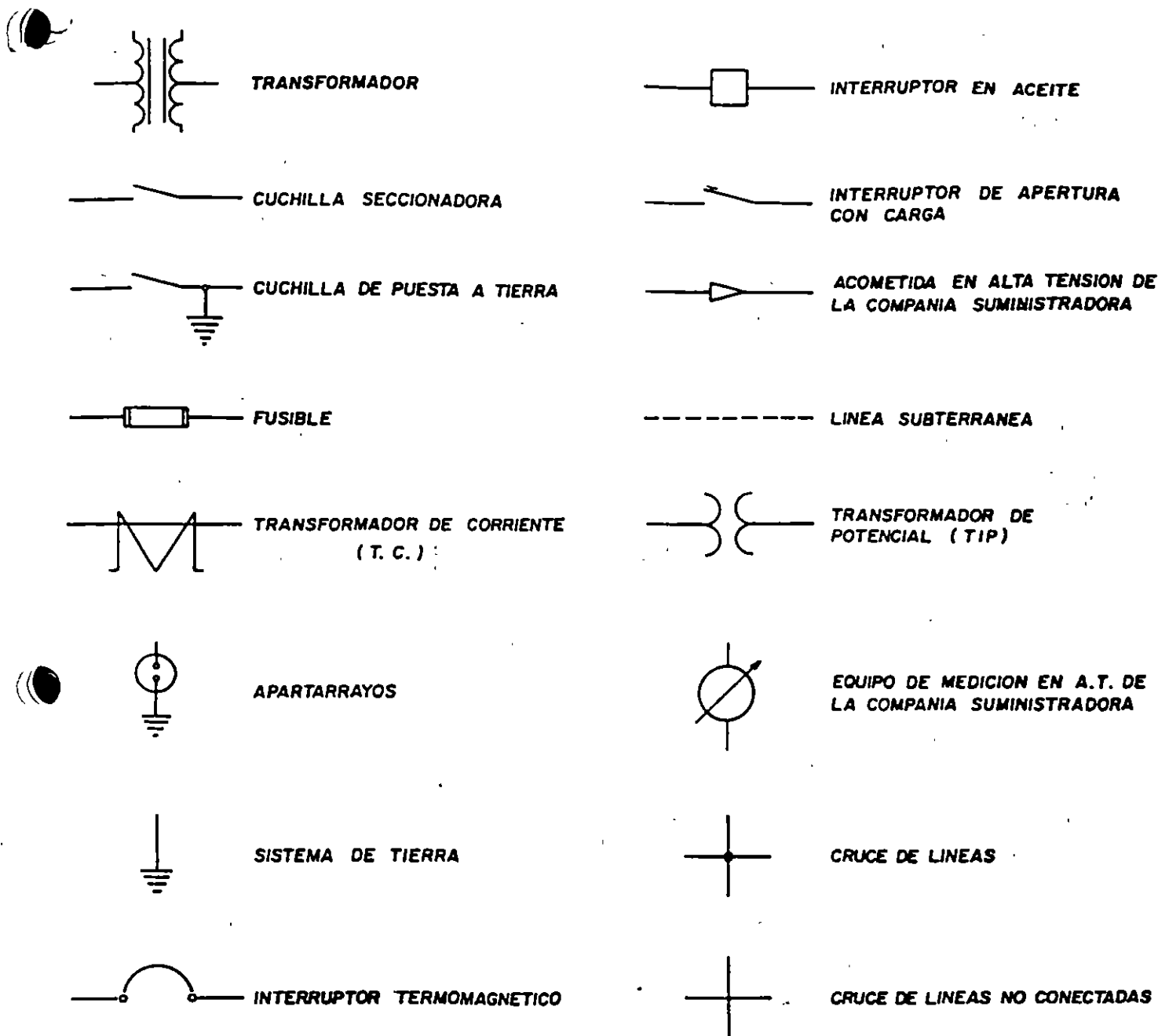
TENSION		MEDICION				CORTACIRCUITOS				ACOPLAMIENTO			
K V	A1	B	C	D	A2	B	C	D	A3	B	C	D	
7.5	1000	1300	2200	275	1000	1300	2200	350	300	1300	2200	160	
15	1000	1300	2200	275	1000	1300	2200	350	450	1300	2200	180	
23	2000	2000	2730	360	1200	2000	2730	460	550	2000	2730	225	
34	1800	2000	3130	460	1650	2000	3130	590	800	2000	3130	280	

* Para las subestaciones de tipo intemperie considerar que de las dimensiones mostradas en la tabla, el techo sobresale 130 mm al frente, 80 mm en la parte posterior y 50 mm a los costados.



SIMBOLOGIA CONVENCIONAL UTILIZADA EN LOS DIAGRAMAS ELECTRICOS DE SUBESTACIONES

— SIMBOLOGIA AMERICANA —



NOTA :— EN EL EQUIPO DE MEDICION EN BAJA TENSION, COLOCAR EN LOS ELEMENTOS QUE LO INTEGRAN LA SIGUIENTE DESIGNACION.

A — AMPERMETRO
 V — VOLTMETRO
 W — WATTMETRO
 WH — WATTHORIMETRO
 KWH — KILOWATTORIMETRO



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

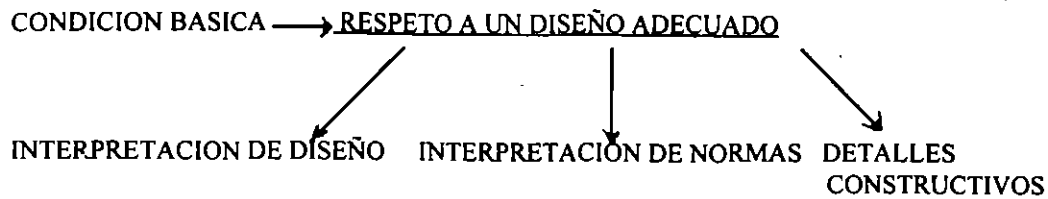
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS
INDUTRIALES Y PARA EDIFICIOS.

MODULO II INSTALACIONES ELECTRICA PARA
EDIFICIOS

TEMA. SISTEMA DE PARARRAYOS
(COMPLEMENTO)

ING. IGNACIO GONZALEZ CASTILLO

INSTALACION DEL SISTEMA



OPERACION A DESARROLLAR:

I) LOCALIZACION PUNTAS { $h = + 0.25$
SEP. PERIM = 0.60
SEP. % PTAS = 6.00

II) FIJACION CONDUCTORES Y PUNTAS → RESISTENTES A AMBIENTE

III) RECORRIDO CONDUCTORES → TRAYECTORIA DIRECTA CAMBIOS DIRECCION
LOCALIZACION UNIF. TIERRAS PROTECCION vs
DAÑO MECANICO

IV) FIJACION CONDUCTORES { TENSADO
SEPARACION
RESISTENCIA AL AMBIENTE

V) CONEXIONES → MINIMAS MECANICAS O FUNDIDAS (NO SOLDADURA)

VI) POSICION ELECTRODOS TIERRA { DISTRIBUCION UNIFORME
FUERA CIMENTACION
TERRENO BAJA RESISTENCIA

VII) INSTALACION ELECTRODOS :
• BUEN CONTACTO • MEDIO P/ PRUEBA

VIII) CONEXIONES ADICIONALES

ANALISIS: { ELEMENTOS ALTOS
ELEMENTOS CERCANOS

IX) PRUEBAS { CONTINUIDAD
RIGIDEZ MECANICA
RESISTENCIA A TIERRA

MANTENIMIENTO

→ SISTEMA ESTATICO

→ PERMANENCIA CONDICIONES INICIALES

REVISION PERIÓDICA (MIN. ANUAL)

- 1) MODIFICACION ARQUITECTONICAS AZOTEA.
- 2) CONEXION ELEMENTO METÁLICOS QUE SE HAYAN AUMENTADO.
- 3) CONTINUIDAD ELECTRICA.
- 4) MEDICION RESISTENCIA A TIERRA.
- 5) RIGIDEZ MECANICA.

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS,
INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS
MODULO II: INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
DEL 9 AL 23 DE OCTUBRE DE 1995
DIRECTORIO DE PROFESORES

ING. GUILLERMO AGUILAR CAMPUZANO
GERENTE DE INSTALACIONES
HYRTYM, S. A. DE C.V.
BOSQUES DE DURAZNOS 61 PISO 4
COL. BOSQUES DE LAS LOMAS
TEL. 596 66 11 Y 596 63 67

ING. IGNACIO O. GONZALEZ C.
ASESOR DEL SRIO. ADMVO. UNAM
CIUDAD UNIVERSITARIA
04510 MEXICO, D.F.
TEL. 550 52 15 EXT. 4828
548 16 03

ING. MARCO A. MACIAS HERRERA
DIRECTOR
INGENIERIA INTEGRAL Y EST. S.C.
AV. CAFETALES 1696
COL. HACIANDAS COYOACAN
TEL. 594 91 93, 671 16 15

ING. CARLOS MARTINEZ CALDERON
GERENTE GENERAL
PROY. INST. Y MANTENIMIENTO
PASEO DE ESPAÑA 15-CI-102
TEL. 562 59 82

ING. SERGIO ORDOÑEZ LEZAMA
DIRECTOR
PROYECTOS INDUSTRIALES, SA.CV.
ECO PISA
CONCEPCION BEISTEGUI 1402
COL. DEL VALLE
03100 MEXICO, D.F.
TEL. 687 92 11

ING. LAZARO PONCE DIAZ
DIRECTOR
ISA INGENIERIA, S.A.DE C.V.
DUNAS 9
COL. FRACTO. ACUEDUCTO DE GPE.
TEL. 391 09 42

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA
DIRECTOR GENERAL
GRUPO MARPE CONSULTORES, SA.
Y LOGEN, S. A.
MATAMOROS 23
COL. DEL CARMEN COYOACAN
04100 MEXICO, D.F.
TEL. 534 72 97, 554 01 47 Y 87

1.

2. 1000 1000 1000

3.
4.

5. 1000 1000 1000
6. 1000 1000 1000
7. 1000 1000 1000
8. 1000 1000 1000
9. 1000 1000 1000
10. 1000 1000 1000

11. 1000 1000 1000
12. 1000 1000 1000
13. 1000 1000 1000
14. 1000 1000 1000
15. 1000 1000 1000
16. 1000 1000 1000

17. 1000 1000 1000

18. 1000 1000 1000
19. 1000 1000 1000
20. 1000 1000 1000

21. 1000 1000 1000
22. 1000 1000 1000
23. 1000 1000 1000

24. 1000 1000 1000
25. 1000 1000 1000
26. 1000 1000 1000
27. 1000 1000 1000
28. 1000 1000 1000
29. 1000 1000 1000
30. 1000 1000 1000
31. 1000 1000 1000
32. 1000 1000 1000
33. 1000 1000 1000
34. 1000 1000 1000
35. 1000 1000 1000
36. 1000 1000 1000
37. 1000 1000 1000
38. 1000 1000 1000
39. 1000 1000 1000
40. 1000 1000 1000
41. 1000 1000 1000
42. 1000 1000 1000
43. 1000 1000 1000
44. 1000 1000 1000
45. 1000 1000 1000
46. 1000 1000 1000
47. 1000 1000 1000
48. 1000 1000 1000
49. 1000 1000 1000
50. 1000 1000 1000

51. 1000 1000 1000
52. 1000 1000 1000
53. 1000 1000 1000
54. 1000 1000 1000
55. 1000 1000 1000
56. 1000 1000 1000
57. 1000 1000 1000
58. 1000 1000 1000
59. 1000 1000 1000
60. 1000 1000 1000
61. 1000 1000 1000
62. 1000 1000 1000
63. 1000 1000 1000
64. 1000 1000 1000
65. 1000 1000 1000
66. 1000 1000 1000
67. 1000 1000 1000
68. 1000 1000 1000
69. 1000 1000 1000
70. 1000 1000 1000
71. 1000 1000 1000
72. 1000 1000 1000
73. 1000 1000 1000
74. 1000 1000 1000
75. 1000 1000 1000
76. 1000 1000 1000
77. 1000 1000 1000
78. 1000 1000 1000
79. 1000 1000 1000
80. 1000 1000 1000
81. 1000 1000 1000
82. 1000 1000 1000
83. 1000 1000 1000
84. 1000 1000 1000
85. 1000 1000 1000
86. 1000 1000 1000
87. 1000 1000 1000
88. 1000 1000 1000
89. 1000 1000 1000
90. 1000 1000 1000
91. 1000 1000 1000
92. 1000 1000 1000
93. 1000 1000 1000
94. 1000 1000 1000
95. 1000 1000 1000
96. 1000 1000 1000
97. 1000 1000 1000
98. 1000 1000 1000
99. 1000 1000 1000
100. 1000 1000 1000

DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
CURSOS ABIERTOS
II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES
Y PARA EDIFICIOS
MODULO III INSTALACIONES ELECTRICAS PARA EDIFICIOS
DEL 9 AL 23 DE OCTUBRE DE 1995
DIRECTORIO DE ASISTENTES

EMILIO FONSECA VILLANUEVA
JEFE DE INSTALACIONES
GRUPO DYNCORP DE MEXICO
INSURGENTES SUR 1779
COL. FLORIDA
01030 MEXICO, D.F.
TEL. 663 04 26

JESUS GUERRERO CADENAS
ELECTRICISTA DE MANTTO.
SIDETUR, S.A. DE C.V.
P. SUR S/N
COL. INDEPENDENCIA
TULTITLAN, EDO. DE MEX.
TEL. 310 77 79

VICTOR M. MANZANO MURILLO
INGENIERO CL 20-B
LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
LAGO PATZCUARO 147
COL. TLAXPANA
TEL. 140 04 30

AGUSTIN B. OROZCO DEL AGUILA
SUPERVISOR DE SERVICIOS
NABISCO, S.A. DE C.V.
H. CONGRESO DE LA UNION 5840
COL. TRES ESTRELLAS
07820 MEXICO, D.F.
TEL. 729 28 69

ENRIQUE GPE. PEREDA CHAGOYA
JEFE TELECOMUNICACIONES
IND. EMBOTELLADORA DE MEX.SA.CV.
REFORMA 404
COL. JUAREZ
06600 MEXICO, D.F.
TEL. 726 90 31 EXT. 5033

RODOLFO GARCIA GONZALEZ
SUPERVISOR DE PROYECTOS
ARQ. ING. Y DECORACION, SA.
HABANA 419
COL. TEPEYAC INSURGENTES
07020 MEXICO, D.F.
TEL. 781 61 78

CARLOS LOZANO SOUSA
PROFESOR DE PLANTA
ITESM-CEM
KM. 3.5 CARR. LAGO DE GPE.
ATIZAPAN, EDO. DE MEXICO
TEL. 326 55 3

MARTINA DEL C. MTZ. LANDA
DOCENTE
ESC. NAL. DE EST. PROF. ARAGON
AV. RANCHO SECO S/N
ECATEPEC, EDO. DE MEXICO
TEL. 791 17 06

HECTOR A. ORTIZ ANTILLON
GERENTE OPERATIVO
TECNO CLEAN ELEC. TLALPAN
CALZ. TLALPAN 4402
COL. HUIPULCO
04270 MEXICO, D.F.
TEL. 573 45 92

LUIS A. PIQUARD GONZALEZ
GERENTE DE INSTALACIONES
ALUMBRADO, S.A. DE C.V.
CALZ. DE LOS MISTERIOS 758
COL. TEPEYAC INSURGENTES
07020 MEXICO, D.F.
TEL. 577 19 56, 577 38 88

JESUS A. QUEZADA GARCIA
 CATEDRATICO
 ENEP ARAGON, UNAM
 AV. RANCHO SECO S/N
 COL. IMPULSORA
 CD. NEZAHUALCOYOTL
 TEL. 838 04 32

JAVIER ALBERTO REYES MIRANDA
 ING. EN COMUNICACIONES
 BANCO DE MEXICO
 AV. 5 DE MAYO 2
 COL. CENTRO
 06500 MEXICO, D.F.
 TEL. 237 22 96

RAFAEL REYGADAS ALVAREZ
 ESTUDIOS DE A.P.
 CONAE
 FRANCISCO MARQUEZ 160-3
 COL. CONDESA
 06140 MEXICO, D.F.
 TEL. 553 90 00

LUIS RIVERA SALGADO
 INGENIERO CL 20-B
 LUZ Y FUERZA DEL CENTRO
 LAGO PATZCUARO 147
 COL. TLAXPANA
 01137 MEXICO, D.F.
 TEL. 140 04 30

EDWIND RODRIGUEZ
 INGENIERO
 INSURGENTES 1770
 COL. FLORIDA
 01030 MEXICO, D.F.
 TEL. 661 28 55 EXT. 106

CARLOS RODRIGUEZ PEREZ
 DIR. DEPTO. ING.ELEC. Y ELEC.
 ITESM
 KM. 3.5 CARR. LAGO DE GPE.
 54500 ATIZAPAN, EDO. DE MEX.
 TEL. 326 55 32

PABLO SANDOVAL GONZALEZ
 PROFESOR DE ASIGNATURA A
 FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.
 TEL. 519 40 19

LUIS SANTIAGO VELOZ CANTO
 COORDINADOR
 INST. ELECTRICAS INDUSTRIALES
 ALHELI 71-2
 COL. NVA. SANTA MARIA
 02800 MEXICO, D.F.
 TEL. 341 74 27, 547 23 24

JESUS REYES GARCIA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 04510 MEXICO, D.F.



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

II CURSO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS,

INDUSTRIALES Y PARA EDIFICIOS

MODULO II: INSTALACIONES PARA EDIFICIOS

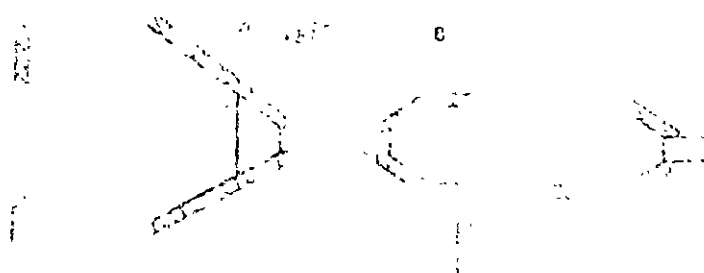
INSTALACIONES ESPECIALES

(SISTEMA DE COMUNICACION: TELEFONO)

ING. PABLO ZAPIAIN LECHUGA

OCTUBRE 1995

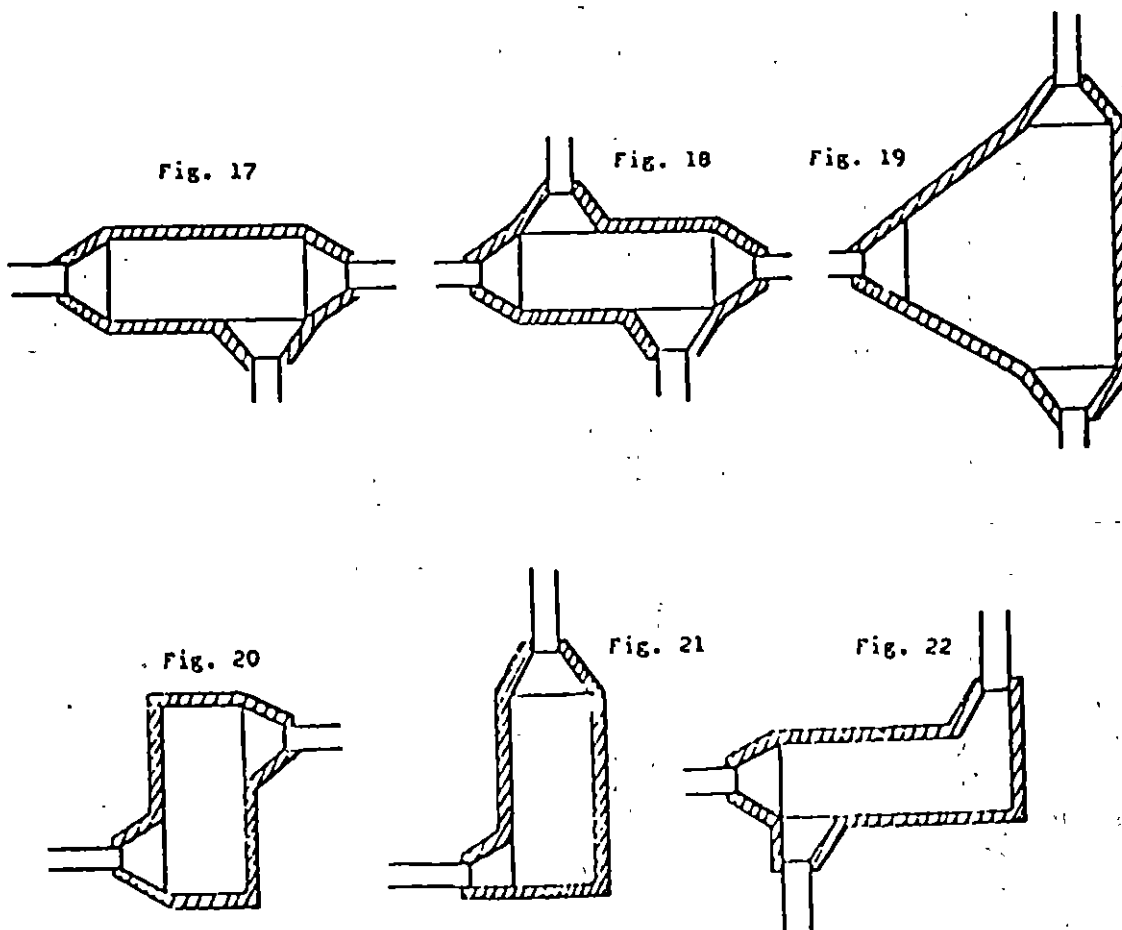
051001 1625 11 0001
010001 01 00 0101 0101

[illegible]

5.3 Datos Complementarios sobre Pozos de Visita

El pozo mostrado en la Fig. 12 sólo es aplicable a canalización en línea recta y sin bifurcaciones.

Para los lugares en que se desvíe de la línea recta, se bifurque la canalización o se instale una caja de distribución, se deberá solicitar de Teléfonos de México, S.A. (Dirección de Operación) la información sobre forma y dimensiones de ---- los pozos especiales tales como: Figs. 17 a 22.



CAJAS DE DISTRIBUCION

Túnel entre pozo y caja: - Este no debe exceder de un metro de longitud. Si por ninguna Circunstancia la distancia entre la caja y el pozo es mayor de un metro, pero menor de 10 metros, se construirá un tramo de canalización de IV vías y un pozo chico frente a la caja de distribución.

Ubicación: Las cajas de distribución se deben colocar a un mínimo de 5 metros del parámetro de la esquina y se buscará un lugar que además de ser seguro (obserbase el tránsito de vehículos y peatones), no sea un estorbo físico o estético.

FIG. 19 - CODIGO DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LOS GRUPOS
(EN CARLES EXI, CND, ASP, LXE)

CUENTA DE LOS PARES EN EL GRUPO	NUMERO DEL GRUPO	COLORES DE LOS HILOS QUE IDENTIFICAN AL GRUPO
1	10	1 AZUL
11	20	2 AMARILLO
21	30	3 ROJO
31	40	4 VERDE
41	50	5 NARANJA
51	60	6 BLANCO - AZUL
61	70	7 BLANCO - AMARILLO
71	80	8 BLANCO - ROJO
81	90	9 BLANCO - VERDE
91	100	10 BLANCO - NARANJA
101	110	11 NEGRO - AZUL
111	120	12 NEGRO - AMARILLO
121	130	13 NEGRO - ROJO
131	140	14 NEGRO - VERDE
141	150	15 NEGRO - NARANJA
151	160	16 GRIS - AZUL
161	170	17 GRIS - AMARILLO
171	180	18 GRIS - ROJO
181	190	19 GRIS - VERDE
191	200	20 GRIS - NARANJA
201	210	21 MORADO - AZUL
211	220	22 MORADO - AMARILLO
221	230	23 MORADO - ROJO
231	240	24 MORADO - VERDE
241	250	25 MORADO - NARANJA
251	260	26 MARRON - AZUL
261	270	27 MARRON - AMARILLO
271	280	28 MARRON - ROJO
281	290	29 MARRON - VERDE
291	300	30 MARRON - NARANJA

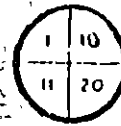
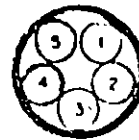
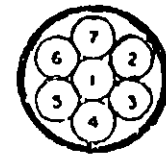
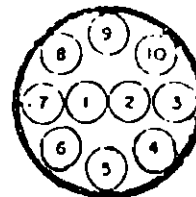
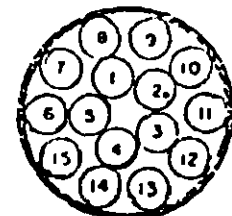
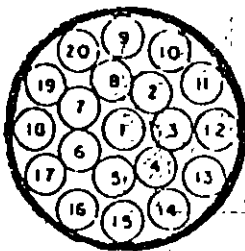
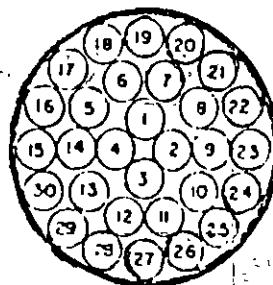
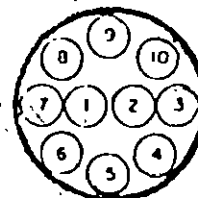
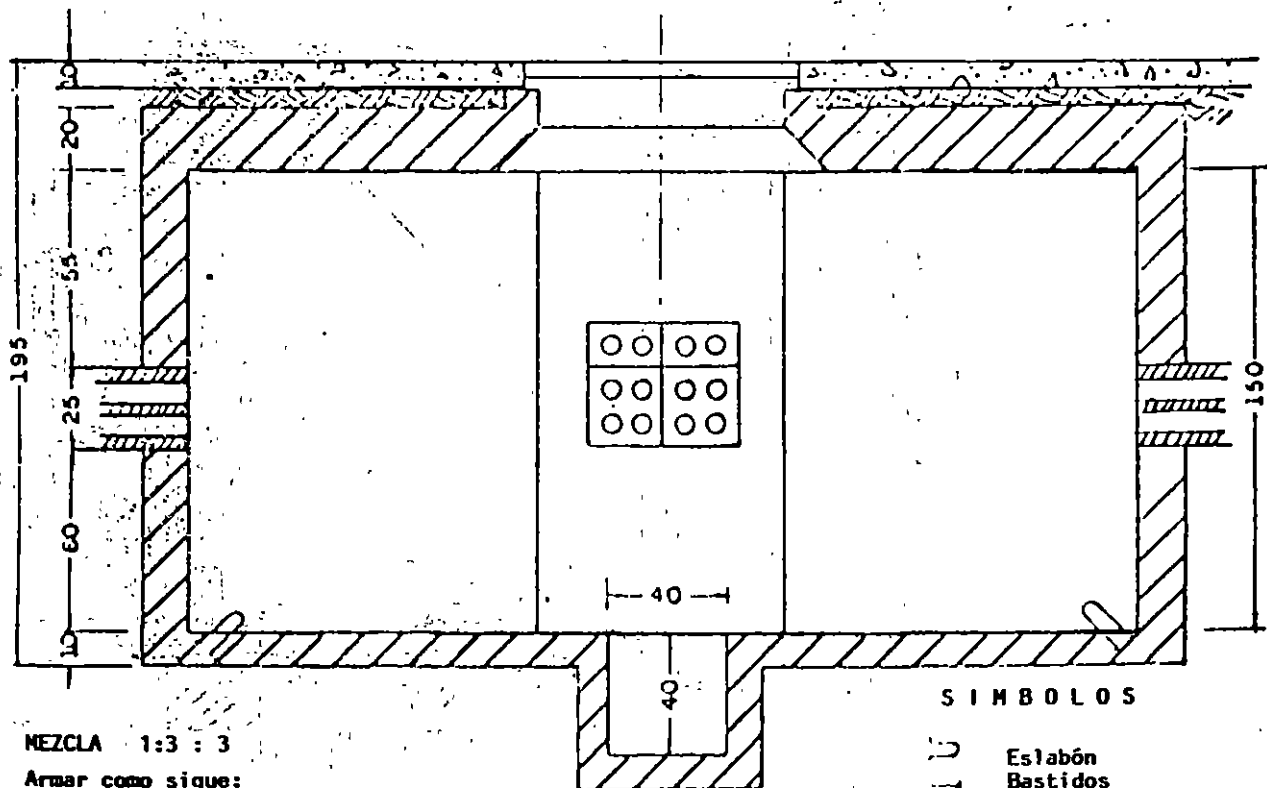
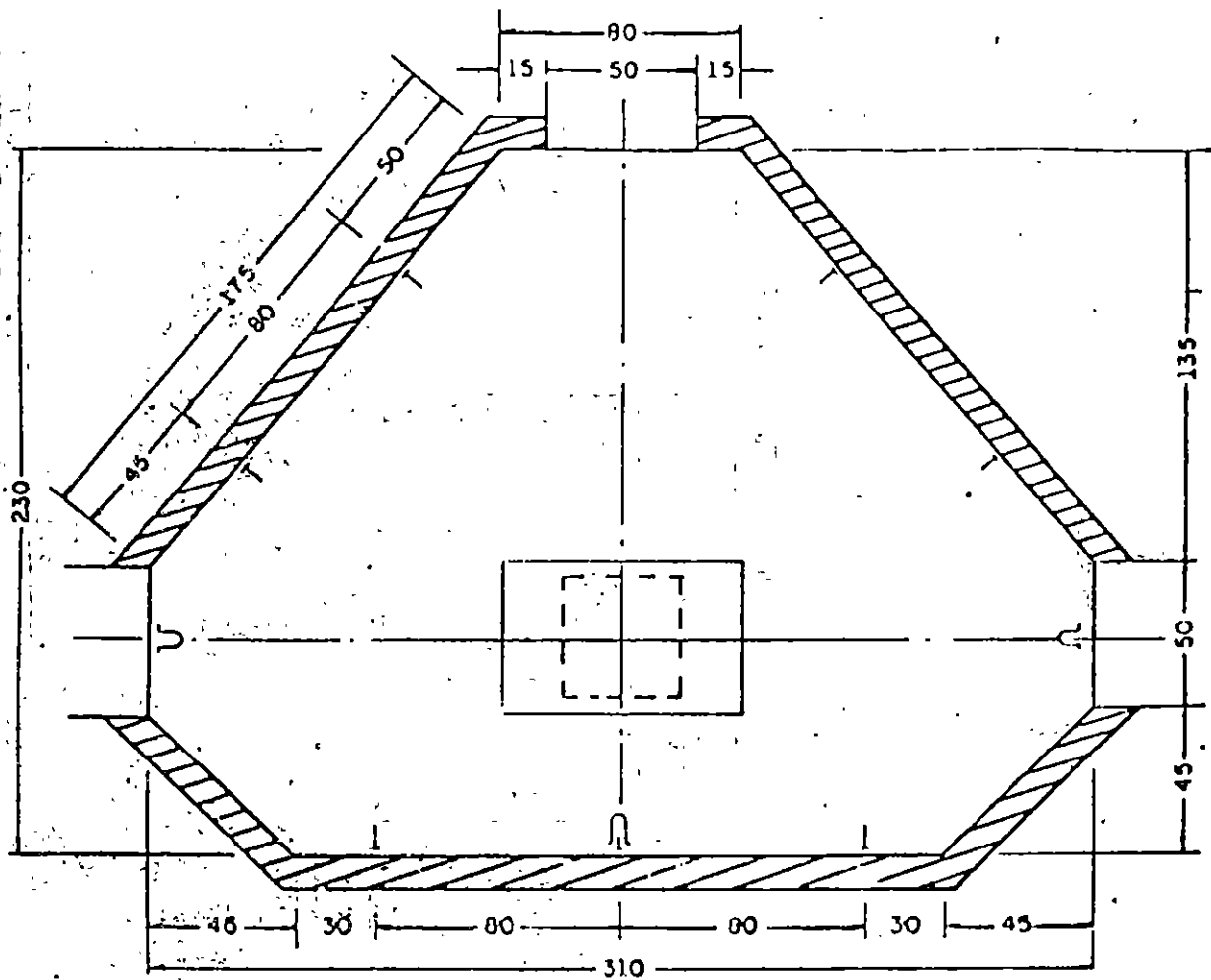
20 PARES
2 GRUPOS DE 1030 PARES
3 GRUPOS DE 1050 PARES
5 GRUPOS DE 1070 PARES
7 GRUPOS DE 10100 PARES
10 GRUPOS DE 10150 PARES
15 GRUPOS DE 10200 PARES
20 GRUPOS DE 10300 PARES
30 GRUPOS DE 10

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

Armar como sigue:

Bóveda 10 X 10 cm. con varilla 1.27 cm.

Paredes 20 X 20 cm. con varilla 1.27 cm.

Piso 20 X 20 cm. con varilla 1.27 cm.

SÍMBOLOS

U Eslabón
I Bastidos

Acotaciones en centímetros