

621.3194
A472
e.3

**“Normas Para La Construcción De
Instalaciones Eléctricas Residenciales,
Comerciales E Industriales”**

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



Jorge Alvarado Salcedo

1978

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

"NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS
RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO

DE

INGENIERO ELECTRICO

POR

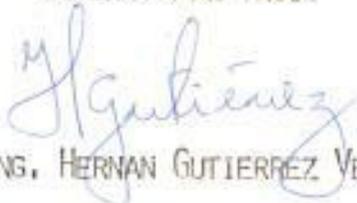
JORGE ALVARADO SALCEDO

JULIO, 1978

GUAYAQUIL-ECUADOR

"NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS
RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES"

DIRECTOR DE TESIS


ING. HERNAN GUTIERREZ VERA

AUTOR


JORGE ALVARADO SALCEDO

DECLARACION EXPRESA

DECLARO QUE: hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis son de mi exclusiva responsabilidad y que el patrimonio intelectual de la misma corresponde a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la Escuela Superior Politécnica del Litoral).

DEDICATORIA

A la memoria inolvidable de mi madre que desde mi infancia impulso mi espíritu; con su hondad y entereza de alma, hasta llegar a la feliz culminación de uno de sus mayores anhelos.

A MI PADRE

Que supo guiarme por el sendero de superación y estudio, y en quien siempre encontré el estímulo para alcanzar la meta deseada.

A MI QUERIDA ESPOSA E HIJOS

Que me supo acompañar dándome aliento en mis desvelos, durante las duras horas en que hubiera podido desmayar en mis empeños, a mis hijos para que tengan un apoyo en sus esperanzas y les sirva de incitativo en su vida.

A MIS HERMANOS

Que con sus nobles consejos impulsaron mi deseo de superación.

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a todas las Instituciones y personas que colaboraron en la realización del presente trabajo; de manera especial:

Ing. Hernán Gutiérrez Vera
DIRECTOR DE TESIS

Asesores:

Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL)

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN)

INTRODUCCION GENERAL

Conciente de que la construcción de las instalaciones eléctricas es de profundo interés en nuestro medio, y en vista del bajo nivel técnico existente, en lo que ha instaladores se refiere, me propongo mediante éste manual, aportar con soluciones que harán que las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales sean eficientes y con las debidas protecciones que el caso requiera.

Reconozco que el realizar las instalaciones eléctricas basado solo en la práctica, está muy difundido en nuestro medio, pero así mismo tengo la convicción que los instaladores eléctricos profesionales que tratan de superarse, pondrán en práctica éste manual, el cual - por la sencillez de sus expresiones está al alcance de todo nivel cultural.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	
1.1. Objetivo	1
1.2. Alcance	1
2. INSTALACIONES ELECTRICAS, RESIDENCIALES Y CO MERCIALES.- Disposiciones para el Diseño y trazado de circuitos	3
2.1. Ubicación de Salidas	3
2.2. Instalaciones de la canalización	10
2.3. De las cajas y soportes	18
2.4. De los conductores	25
2.5. De los dispositivos	30
2.6. Economía en el trazado	36
3.- TABLERO DE DISTRIBUCION	41
3.1. Utilización del disyuntor	41
3.2. Instalaciones de los tableros	42
3.3. Instalaciones de puesta a tierra	49
3.4. Cuarto para transformadores	51
3.5. Disposiciones especiales para tableros de fuerza motriz	56
4. TABLEROS DE PROTECCION	58
4.1. Utilización de disyuntores	58

	Pág.
4.2. Instalación de los tableros	58
4.3. Disposiciones comunes a los tableros	61
5. DISPOSICIONES GENERALES DE CONSTRUCCION.- Sección de materiales	65
5.1 Tipos de canalización y tubería	65
5.2. Tipos de cajas	67
5.3. Tipos de conductores	68
6. INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES.- Disposiciones para el diseño y trazado de circuitos	70
6.1. Instalación de la canalización	70
6.2. Instalación de motores	76
6.3. Protección del motor contra sobrecargas	77
6.4. Puesta en marcha y recepción de los motores	84
6.5. Mantenimiento de las máquinas eléctricas	94
6.6. Requisitos indispensables para la presentación de planos de baja tensión	98
7. INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA UN INSTALADOR ELECTRICISTA	105
7.1. Herramientas necesarias	105
7.2. Procedimiento para realizar una instalación eléctrica empotrada	106

	Pág.
8. SEGURIDAD	115
8.1. La corriente eléctrica y el cuerpo humano	115
8.2. Salvamento personal	118
8.3. Medidas de protección contra los <u>con</u> tactos directos	122
8.4. Medidas de protección contra los <u>con</u> tactos indirectos	123
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
ANEXO A	
TABLA #1 Separación máxima entre apoyos en <u>ca</u> nalización sobrepuesta en tramos <u>ho</u> rizontales	126
TABLA #2 Número máximo de conductores en tama ños comerciales de conductos o tubos	127
TABLA #3 Capacidad máxima de conductores en cajas normalizadas	128
TABLA #4 Combinaciones que no figuran en Ta bla #3	129
TABLA #5 Capacidades de transporte de corrien te permisible de los conductores ais lados de cobre expresadas en amperes	130
ANEXO B	
FIGURA #1 Dimensionado de cajas de empalme	131
FIGURA #2 Dimensionado de cajas para codos	132
FIGURA #3 Dimensionado de cajas para codos de tuberías en varios niveles	133

FIGURA #4	Tablero general para hasta seis medidores	134
FIGURA #5	Montaje de tableros de medidores	135
FIGURA #6	Panel medidores tipo "socket"	136
FIGURA #7	Panel medidores tipo "socket"	137
FIGURA #8	Puesta a tierra	138
ANEXO C		
	SIMBOLOGIA	139
	BIBLIOGRAFIA	140

"NORMAS PARA LA CONSTRUCCION DE INSTALACIONES ELECTRICAS,
RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES"

1. INTRODUCCION

La elaboración de este manual se ha efectuado gracias a la decidida gestión de los personeros del "Instituto Ecuatoriano de Normalización" (INEN), y bajo los auspicios del "Instituto Ecuatoriano de Electrificación" (INECEL).

1.1. Objetivo

1.1.1. El objetivo de este manual consiste en proporcionar las normas esenciales para realizar las instalaciones eléctricas lo más correctamente posible, y de ésta forma, a más de ser la práctica salvaguarda de personas, inmuebles y pertenencias, de los peligros que presenta el uso de la electricidad en sus diferentes transformaciones de energía, poder obtener una instalación eficiente, conveniente y adecuada para un buen servicio.

1.1.2. Este manual está destinado a proporcionar orientación a estudiantes y también para instaladores profesionales.

1.2. Alcance

1.2.1 Cubierto

Abarca todos los conductores y accesorios eléctricos, necesarios para la instalación dentro de inmuebles públicos, privados y otras propiedades, incluyendo instalaciones industriales de alumbrado y fuerza.

También abarca los conductores que conectan las instalaciones a un suministro de electricidad y otros conductores exteriores adyacentes a las propiedades.

1.2.2. No cubierto

- 1.2.2.1. Las instalaciones en buques, lanchas, equipo rodante, ferrocarriles, aeronaves, o vehículos automotores.
- 1.2.2.2. Las instalaciones subterráneas en minas.
- 1.2.2.3. Las instalaciones en lugares especiales y las instalaciones para uso exclusivo en señales y comunicaciones.
- 1.2.2.4. Las instalaciones en Hospitales y otros lugares afines.

2. INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES Y COMERCIALES.- DISPOSICIONES PARA EL DISEÑO Y TRAZADO DE CIRCUITO

2.1. Ubicacion de salidas

2.1.1. Ubicación de puntos de alumbrado

Los puntos de alumbrado estarán de acuerdo con las características arquitectónicas.

Se ubicarán de modo que se puedan conectar a ellos las luminarias previstas, con un mínimo de accesorios.

Generalmente ocuparán el centro del cielo raso de los ambientes o posiciones modulares, según el sistema de fijación, el tipo de estructura y la uniformidad de iluminación requerida.

Para el caso de luminarias fluorescentes, la colocación de los puntos deben ser tal que, aun cuando se sustituyan por incandescentes, resulte armonioso en cuanto a distribución y obtener un mismo nivel luminoso adecuado.

La tabla siguiente indica las alturas aproximadas de colocación de algunos puntos de uso frecuente.

Salida	Altura (m)
-Lámpara de pared (pasillos	2.20

Las lámparas de pared (pasillos), se colocarán a una altura aproximada de 2.20 m. , para de esta forma aprovechar una mayor dispersión del flujo luminoso y así obtener una mejor iluminación.

- Lámpara de pared (sanitarios) 2.00
- Lámpara de pared (cabecera) 1.50

La lámpara de pared (cabecera) se ubicará a una altura aproximada de 1.50 m. debido al uso al cual es destinada.

- Lámpara (indicación salida) 2.20

La ubicación de las lámparas (indicación de salida) será a una altura aproximada de 2.20 m, para que de esta manera puedan ser observadas desde la mayor distancia posible.

- Luz nocturna (de revisión, de paso o guía) 0.40

La luz nocturna se ubicará a 0.40 m. a causa de que esta iluminación se utiliza en situaciones de emergencia y sirve solamente para poder tener una guía de paso.

2.1.2. Ubicación de interruptores

Los interruptores se colocarán en la proximidad de

los acceso a los ambientes, al principio y fin de las vías de circulación, pasillo y escaleras; para áreas de uso público, se buscarán posiciones desde las que permanezcan los puntos a la vista del operador.

- 2.1.2.1. La ubicación de los interruptores dependerá directamente de la circulación prevista y del personal disponible, y que en muchos casos el costo adicional de un interruptor con su correspondiente cableado quede totalmente compensado por la funcionalidad del sistema.
- 2.1.2.2. Los interruptores normales del sistema de emergencia deben estar ubicados en lugares convenientes para ser maniobrados solamente por las personas responsables.
- 2.1.2.3. En los casos que se trate de alumbrado de señalización para desalojo del edificio, deben ser maniobrados exclusivamente por personal calificado que sepan cuantificar la magnitud del peligro en un caso dado.

- 2.1.2.4. En general se procurará agrupar en el menor número posible de cajas, todos los interruptores de cada ambiente, siempre que ello no perjudique la funcionabilidad del sistema.

Se entiende por funcionabilidad del sistema, todas aquellas disposiciones de diseño que permitan el uso de las instalaciones en una forma óptima, evitando así trayectos a oscuras desde la entrada al ambiente hasta el interruptor y viceversa.

Salida	Altura (m)
Interruptores	1.40

- 2.1.2.5. Los interruptores también pueden ser utilizados para el control de equipos de aire acondicionado, extractores de aire u otros equipos colocados en posiciones incómodas.

También para controlar tomacorrientes localizados en exteriores, salas de pediatría, "Kinder".

2.1.3. Ubicación de tomacorrientes

La ubicación de los puntos debe corresponder no solo a las normas respectivas, sino también tomar en cuenta criterios de estética y funcionamiento, siendo aconsejable consultar con el arquitecto o ingeniero encargado de la obra para la debida coordinación.

2.1.3.1. Los tomacorrientes se colocarán de tal manera que los aparatos que les puedan ser conectados, al igual que los cordones de conexión, no interrumpen el paso.

2.1.3.2. En los pasillos la separación óptima será de 15 m.

En los pasillos la separación entre tomacorrientes es de aproximadamente 15 m., debido a que sus usos son poco frecuentes y con esta separación tienen un área de alcance que soluciona cualquier necesidad de energía eventual.

2.1.3.3. No es recomendable ubicar tomacorriente dentro de los sanitarios de uso público, por cuanto a más de presentar peligro por el uso inadecuado, no cumplen ningun-

na función en lo que a necesidad se refiere.

- 2.1.3.4. Los puntos para conexión de equipos defi
nidos, dependerá de la ubicación de és
tos, en caso de mesas de trabajo estarán
situados preferiblemente en la parte
frontal de la mesa.
- 2.1.3.5. En oficinas, laboratorios y residencias
se preverán tomacorrientes de piso cu
do, de acuerdo al plano de arquitectura,
sea previsible la colocación de equipos
en sectores centrales del ambiente.
- 2.1.3.6. En consideración a que los muebles sue
len colocarse centrados con relación a
las paredes, los tomacorrientes preferi
blemente deben ubicarse hacia los extre
mos de las mismas.
- 2.1.3.7. En ambientes como cocinas y lavanderías
debe considerarse que la ubicación de
los tomacorrientes es uno de los facto
res que determina la colocación de los
equipos, por lo que los puntos deben si

tuarse de acuerdo a instrucciones del Ar
quitecto o Ingeniero sobre la posición
de los diferentes equipos.

La tabla siguiente indica las alturas -
aproximadas de colocación de algunos to
macorrientes de uso frecuente.

Salida	Altura (m)
- Tomacorrientes (uso <u>ge</u> neral)	0.40

Se lo ubica a ésta altura por la comodi-
dad que ofrece al conectar los aparatos.

- Tomacorriente (calenta <u>a</u> dor)	0.40 - 2 m
---	------------

La altura oscila entre estas medidas de-
bido a que hay calentadores de agua para
sistema central, los cuales se lo conec-
tará a 0.40 m., y los de baños individuaa
les se los conectará a 2.00 m.

- Tomacorrientes (ventila <u>a</u> dores, aire acondicionado)	2.00
--	------

Esta altura es recomendable para un me-
jor aprovechamiento del ambiente.

- Tomacorrientes (uso es
cífico) 0.40

Se los denomina de uso específico, por cuanto se los utiliza para determinados equipos (tomacorrientes polarizados).

- Tomacorrientes (cocina,
lavandería, garaje e in
dustriales) 1.10

Es recomendable ubicarlos a ésta altura para así protegerlos contra daños mecáni
cos.

2.2. Instalación de la canalización

2.2.1. Introducción

Las tuberías para conductores son de diversos mate
riales y su selección dependerá de los sigüientes
factores:

De la construcción civil, económicos y de seguri
dad en la instalación eléctrica.

Basado en éstos factores podemos seleccionar las
sigüientes clases de tubos:

- Tubería plástica P.V.C. habiendo del tipo livia
no y pesado hasta el diámetro de 1/2 pulgada y

solamente pesado en diámetros mayores.

- Tubería metálica E.M.T. habiendo dos clases: de primera y de segunda.
- Tubería metálica rígida roscada siendo ésta de uso industrial preferiblemente.

La función de estos tubos es facilitar la inserción y extracción de los conductores y protegerlos de daños de tipo mecánico.

Quando se hable de canalización se sobreentenderá que los conceptos se refieren al uso de tubos.

2.2.2. Canalización expuesta y empotrada

El trazado de los circuitos se verá condicionado al tipo de canalización, y en particular al hecho de que ésta sea superficial o empotrada, siendo por tanto necesario definir este aspecto incluso antes de la ubicación de los puntos.

2.2.3. Trayecto

Para realizar el trazado, debe el proyectista haber analizado previamente la ubicación y características de los demás servicios del edificio como: aguas blancas, servidas, aire acondicionado (cen-

tral), para evitar en la obra posibles coincidencias con ellos, lo cual ocasionaría la consiguiente demora e incluso alteraciones que puedan derivarse.

2.2.3.1. Así mismo debe prestarle la debida atención al camino seguido por los tubos al enlazar los diferentes puntos que se incluyen en el circuito, y en general se deben evitar:

- a) Curvas innecesarias.
- b) Recargo de tubos en una caja.

Debe limitarse al número máximo de aberturas de que dispone la caja.

- c) Caídas de tensión no justificadas en los puntos.

Ubicar la central del circuito de manera que los puntos más distantes de cada extremo, tengan aproximadamente igual distancia con relación a la central o los puntos de mayor carga estén cerca de la alimentación del circuito.

2.2.4. Sistema de fijación

Si se trata de una canalización sobrepuesta, debe definirse con cuidado los detalles de fijación, bien a la pared o al techo o estructura metálica, así como la separación máxima entre apoyos. Estos detalles dependen directamente de las características de los elementos sobre los que se vaya a producir la fijación.

La separación entre apoyos está determinada por las características del proyecto, pero nunca mayores a las especificadas en la tabla #1.

2.2.5. Paso por estructuras

El paso de tubos por elementos estructurales del edificio, en el caso de circuitos derivados no reviste mayor importancia, dado que los tubos generalmente no son mayores del diámetro de 1 pulgada. Sin embargo, se aconseja en general evitar estas situaciones que en menor o mayor grado siempre contribuyen a perturbar las condiciones de trabajo de las estructuras.

En la canalización de los alimentadores para tableros de medidores ubicados en pisos intermedios, se

rá necesario utilizar tubería de 2, 3 y hasta 4 pulgadas, caso en los cuales habrá de tomarse las siguientes precauciones:

- a) Selección de acuerdo con el ingeniero civil responsable de la obra sobre su ubicación.
- b) Comunicación al ingeniero de estructura para que éste pueda incluir el efecto perturbador de los tubos, y pueda ubicar y dimensionar los ductos, según las necesidades indicadas en el diseño eléctrico.
- c) Constatar que el maestro de obra esté debidamente informado.

2.2.6. Paso en sentido vertical

Generalmente para tubería de diámetro mayor a 1 pulgada se aprovechan los ductos para alimentadores, para tuberías de diámetro menor se instalarán empotrados en las paredes de piso a cielo raso.

En circuitos ramales suele presentarse este caso para el alumbrado de escaleras, circuitos de control de máquinas (ascensores, bombas, etc.) y sistemas de antena. Para los cuales es necesario ubicarlos empotrados en las paredes, debiendo tener

cuidado el instalador de evitar las ventanas, paredes bajas, o cualquier otro tipo de vacío en la obra de albañilería que obliguen a desviar los tubos durante el alzado de paredes.

Así mismo se recomienda constatar el espesor de las paredes a fin de no exceder el número de tubos o la sección de éstos, creando necesidades no previstas, y tal vez inconvenientes.

2.2.7. Circuitos de Control

Pueden utilizar una canalización común los circuitos de control de varios aparatos, siempre que el aislamiento sea apropiado para aquel que tenga el voltaje más alto. Se recomienda esta disposición para así evitar deterioros en el aislamiento de los cables, a causa del calor producido por cables que tienen aislamiento para mayor voltaje.

2.2.8. Curvas

La presencia de las curvas reduce la separación entre cajas a razón de 3 m. por curva, ya que aumenta la dificultad para el paso de los cables.

Aún cuando durante el trazado se procura reducir al máximo el número de curvas, siempre serán nece-

sarias algunas, por lo que se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- a) El radio estará limitado por el diámetro del tubo, para evitar que se deforme y reduzca la sección del mismo en el desarrollo de la curva.
- b) Un tramo de tubería entre salida y salida, entre accesorio y accesorio o entre salida y accesorio no contendrá más que el equivalente de cuatro ángulos de 90° (360° en total) incluyendo las curvas inmediatas a la salida o accesorio.

El artículo a) se refiere específicamente a la tubería de 1.27 cm. ($1/2''$) hasta de 3.1 cm. ($1\ 1/4''$) a las cuales en la misma obra se procede a efectuar la curva, ya sea con dobladora apropiada o por otros métodos; en las tuberías de mayor diámetro se encuentran en el mercado curvas de 90° con los radios de curvatura especificados.

2.2.9. Llegada al tablero de Protección

Se deben observar las siguientes reglas de diseño:

- a) Agrupar en lo posible varios circuitos en un mismo tubo, tomando la precaución de no sobre-

dimensionar las tuberías, lo cual ocasionaría inconvenientes tanto de trabajo como económico.

- b) Repartir el acceso de los tubos a la caja del tablero para evitar la acumulación en un solo lado.

Esto implica que la tubería en su recorrido desde el último punto hasta el tablero, deben tenderse por el piso y techo en cantidades aproximadamente iguales.

- c) No utilizar la caja del tablero como caja de paso de los cables de alimentación caso que este continúe a otro tablero, para así evitar el exceso de cables en los tableros y las molestias que ocasionan al efectuar la conexión de los circuitos ramales.
- d) Caso de que el número de tubos, o el diámetro de estos sea tal que se requiera un espacio mayor al normalizado en el tablero, la caja de éste debe ser dimensionada por el instalador, o bien se proveerá una caja de paso auxiliar.

2.2.10. Número máximo de cables.

El número de conductores es un elemento de canalización, y no debe sobrepasar los límites que permitan su fácil instalación o remoción y la disipación del calor generado.

Los límites que permiten una eficiente instalación están contenidos en la tabla # 2.

2.3. De las cajas y soportes

2.3.1. Introducción

Las cajas deben ser colocadas en los siguientes casos:

- a) En cada punto de alumbrado, interruptor o toma corriente, excepto en instalaciones de cable visto y cuyos dispositivos sean de material aislante.

El motivo de la utilización de las cajas en los puntos no solo se basa en la facilitación del trabajo y fijación del artefacto sino que también elimina el peligro de inflamación del polvo desprendido del material de la pared, en caso de producirse un cortocircuito, puesta a tierra o sobrecalentamiento del punto.

- b) Para la ejecución de empalmes y derivaciones.

- c) Para evitar congestión en cajas de tablero.
- d) Para aliviar ciertas tirantez en el tendido del cable en tramos verticales u horizontales.
- e) En circuitos muy largos, para permitir el acceso necesario para la manipulación de los cables (caja de paso).

2.3.2. Ubicación

La ubicación de las cajas durante el trazado de los circuitos es tan importante como la ubicación de los puntos, y debe seguir ciertas normas de separación máxima, colocación y diseño según sean colocadas en piso, pared, etc.

La separación máxima entre cajas no debe exceder la distancia de 12 m., es decir que si la distancia entre luminarias es mayor que la especificada, se debe ubicar una caja de paso. En el caso de instalación empotrada se instalan en la parte superior de alguna pared cercana al recorrido de la tubería. Se la ubica en pared y no en loza debido a que da lugar a apreciaciones de ser puntos de iluminación mal ubicados.

2.3.3. Dimensionado

El dimensionado de las cajas de paso depende fundamentalmente de los diámetros de los tubos que llegan y salen de ellas, no solo por el espacio que estos ocupan, sino también tomando en cuenta la sección y número de cables que puedan ser pasados por ellos.

Las cajas existentes en el mercado se utilizan con ventajas para los tubos de 1/2" y 3/4", pero para diámetros mayores debe hacerse un diseño especial para cada caja de acuerdo a las especificaciones siguientes:

a) Tamaño mínimo

Para canalización de 1" de tamaño comercial o mayores, que contienen conductores del N° 6 ó mayores, las dimensiones mínimas de una caja para codo o simplemente de empalme, instaladas en una canalización deben satisfacer los siguientes requisitos:

1) Empalmes rectos

En los empalmes rectos, la longitud de la caja no debe ser inferior a 8 veces el diámetro comercial de la canalización mayor.

Ver figura # 1.

2) Codo

Cuando se hace un codo en ángulo recto, la distancia entre cada entrada de canalización no debe ser menor de 6 veces el diámetro comercial de la canalización mayor, refiriéndose a las dos caras adyacentes interiores de la caja.

Para entradas adicionales esta distancia debe incrementarse en la suma de los diámetros de todas las demás canalizaciones que entran por la misma pared de la caja. Ver figura # 2 y # 3.

La experiencia en obra indica que es una falsa economía por parte del instalador, el escatimar en el tamaño de las cajas de paso o derivación, ya que el aparente ahorro no justifica el tiempo perdido durante el montaje y mantenimiento en lo que a tendido de cable se refiere.

2.3.4. Número máximo de cables

El número máximo de cables en las cajas de paso está naturalmente limitado por las secciones de los

tubos que llegan y salen de ella.

Sin embargo para las cajas normalizadas de tamaño reducido deben observarse las limitaciones siguientes:

- a) Las cajas tendrán tamaño suficiente para proveer espacio libre para todos los conductores que tengan que contener.
- b) El número máximo de conductores permitidos en cajas de salidas o empalmes, incluyendo los conductores de puesta a tierra, deben ser los indicados en las tablas # 3 y # 4.

Quando en la caja hay dispositivos, tales como abrazaderas para cables, accesorios para colgar lámparas, interruptores o tomacorrientes, el número de conductores debe ser uno menos de los indicados en la tabla # 3 y descontando además un conductor por cada dispositivo empotrado o combinación de dispositivos empotrados y montados sobre el mismo soporte.

Un caso frecuente de exceso de cables en las cajas, se produce cuando se agranda el orificio normal de la caja para poder llegar con tube-

ría de mayor sección.

2.3.5. Instalación de cajas

2.3.5.1. Las cajas utilizadas para contener dispositivos montados a ras (interruptores, tomacorrientes, pulsadores, etc.) deben ser de forma rectangular ya sea ésta sencilla o profunda.

Debido a que los dispositivos están estandarizados para ser instalados en dichas cajas.

Los tomacorrientes de cocina, soldadoras trifilares, y los tomacorrientes trifásicos deben ser instalados en cajas cuadradas, de 4" x 4" ó 5" x 5" con su respectivo bisel sea éste sencillo o doble.

2.3.5.2. Cajas para alumbrado

Las cajas destinadas para puntos de alumbrado deben ser del tipo octogonal, ya sean estas chicas o grandes, según sea el tipo de alumbrado y la cantidad de tubos que lleguen a ellas.

2.3.5.3. Instalación en paredes o techos

En paredes de concreto, ladrillo u otro material no combustible, las cajas y - accesorios se instalarán de modo que el borde frontal de la caja quede sobresaliendo unos 5 mm.

Cuando se trate de pared de concreto o ladrillo las cajas se instalarán sobresaliendo aproximadamente unos 5 mm. para de esta manera una vez puesta la capa de acabado final las cajas queden al ras, y los accesorios con sus respectivas tapas puedan ser instalados fácilmente sin necesidad de tornillos largos.

Cuando se trate de paredes de madera, las cajas deben ir al ras de la superficie.

Para este tipo de instalación se recomienda trabajar con tubería metálica totalmente aterrizada o dejar aterrizada todas las cajas metálicas debido a que la madera es un material combustible y está expuesto a inflamarse con cualquier corto-

circuito.

2.3.5.4. Reparación del acabado

Cuando se agriete o desprenda la superficie del acabado debe repararse de manera que no queden huecos o grietas en los bordes de la caja o accesorio, para de esta manera evitar que con el uso continuo de los dispositivos que van soportados a las cajas, éstas pierdan su fijeza y en consecuencia los dispositivos.

2.3.6. Soportes

Las cajas deben estar rígidamente fijadas sobre la superficie en la cual estén instaladas, o empotradas en concreto u obras de albañilería de manera rígida y segura.

2.4. De los conductores

2.4.1. Introducción

Los conductores más utilizados en ésta clase de edificios son cables aislados, de los que una amplia gama de tipos básicos permite seleccionar el más adecuado para las condiciones de temperatura y operación.

Siendo el más común en el mercado el conductor TW (aislamiento termoplástico) los cuales no disminuyen su capacidad de transporte de corriente hasta una temperatura ambiente de 30°C. Para temperaturas mayores se debe usar conductores con aislamiento THW tomando en cuenta los factores de corrección a medida que las temperaturas de trabajo sean mayores. Ver tabla # 5.

- 2.4.2. En todo tipo de canalización los conductores de fase y neutro son aislados.

El conductor neutro es aislado debido a que en un circuito monofásico 120V. en el momento que se cierre el circuito y existe una disipación de carga es transmisor de la corriente de retorno mientras que en circuito trifilar 120/240V. o circuito trifásico existe corriente de retorno por el neutro cuando el sistema no está balanceado.

- 2.4.3. En aparatos que desarrollan calor: estufas, lámparas de arco, resistencia, etc. deben emplearse conductores con aislamiento incombustible, de preferencia asbesto a cualquier otro.

En el caso de resistencias, al conductor con que se realiza la conexión, se le podrá quitar el aisla-

miento termoplástico (TW) y en su lugar se recubrirá con cinta de lana de vidrio.

- 2.4.4. Los empalmes entre conductores se ejecutarán por torceduras hasta los de la sección # 12 A.W.G. - (3.31 mm cuadrados) añadiéndole soldadura, para de esta manera asegurar un buen contacto eléctrico y una gran resistencia a la tensión mecánica.

A los de mayor sección se utiliza prensa de unión (grillete) y luego se aislarán con cinta de caucho primero y luego cinta aislante plástica.

- 2.4.5. Las conexiones de conductores multifilares a tornillos o pernos de los aparatos, se hacen por medio de terminales de cobre o de aluminio, según el caso, es decir si el conductor es de cobre se utilizan terminales de cobre y si es conductor de aluminio terminales de aluminio aunque en el mercado existe terminales que cumplen igual función para ambos.

Los pernos o tornillos de aparatos deben ser de preferencia de bronce y los terminales de cobre o aluminio deben ser soldados a los extremos de los conductores o podrán ser sujetados firmemente por medio de tornillos.

- 2.4.6. Los empalmes entre alambres conductores y cordones o de cordones con cordones deben ser soldados y mediante dispositivos de empalme.

Solo se aceptan empalmes de cordones con cordones (cable flexible) soldado, en alambrado de artefactos en que el espacio disponible no permite dispositivos de empalme, y siempre que el empalme se efectúa en un lugar visible para una fácil inspección y sin presión mecánica.

- 2.4.7. Los extremos de los cordones (cable) para conexiones deben estañarse de manera de impedir que queden hilos de cobre sueltos.

En conexiones a portalámparas, machos de enchufes y a otras conexiones semejantes, el extremo del cordón se doblará en forma de hojal y luego se los estañara.

Hay que tener precaución de primero doblar el cable en forma de hojal y luego estañarlo, por cuanto una vez soldado es molesto darle la forma. Al proceder a apretar el tornillo que lo sujeta, el hojal se lo coloca de forma que al apretar el tornillo tiende el cable a cerrarse.

Si la conexión es de agujero de terminal solo se

estañará el extremo del cordón.

- 2.4.8. Los extremos de los conductores macisos (alambre) para conexiones, no serán estañados sino simplemente se le limpiará la película de material aislante que cubre el conductor.

Se le quita la película de barniz para de esta forma asegurar un buen contacto eléctrico.

- 2.4.9. La sección mínima admisible para conductores de cobre en circuito de alumbrado será de # 14 A.W.G. (2.08 mm cuadrados).

Para circuitos de tomacorrientes la sección mínima será de # 12 A.W.G. (3.31 mm cuadrados).

Para circuito de alumbrado en pendientes o artefactos sostenidos por medio de cadena la sección mínima del conductor debe ser N° 18 A.W.G. (0.82 mm cuadrados).

Las derivaciones de los circuitos de alimentación de los tomacorrientes deben ser de una sección mínima del número 12 A.W.G. (3.31 mm cuadrados) y haciéndole un cálculo de carga mínimo de 200 W. por tomacorriente a un voltaje de 120 V.

2.5. De los dispositivos

2.5.1. Introducción

Los dispositivos eléctricos a que se refiere este artículo son: interruptores, tomacorrientes y disyuntores que son los más comunes y que mayor contacto tienen con las personas que habitan viviendas residenciales o comerciales.

- 2.5.2. Se exige que los interruptores tengan indicaciones de si están "conectados o desconectados".

Así mismo los interruptores rotativos y los de palanca deben tener marca que indiquen cuando están conectados y cuando desconectados.

Las perillas o manillas de los interruptores deben ser de material aislante.

- 2.5.3. Los interruptores y tomacorrientes empotrables ya sea que pertenezcan o no a una canalización empotrada, irán dentro de una caja rectangular metálica además de la envoltura de porcelana u otro material aislante del aparato.

- 2.5.4. En locales húmedos o locales que tengan piso conductor (metálico), los interruptores y tomacorrientes

deben llevar una tapa de material aislante o una tapa metálica siempre y cuando dicha tapa tenga una conexión a tierra.

- 2.5.5. Los interruptores de alumbrado deben montarse en lugares de fácil manejo siempre que no queden expuestos a daños mecánicos. Se montarán de modo que al penetrar en la habitación queden accesibles lo más cerca posible.
- 2.5.6. Los interruptores y tomacorrientes no podrán montarse a menos de un metro de un material combustible.
- 2.5.7. Los interruptores deben montarse en un lugar en donde se vea las lámparas o aparatos que ellos comandan, salvo el caso de un comando a distancia especialmente justificado.
- 2.5.8. Los interruptores y tomacorrientes sobrepuestos deben montarse sobre una base aisladora (que puede ser madera).
- 2.5.9. Los interruptores de palanca deben instalarse de modo que al abrirse las cuchillas quede sin corriente el sistema (incluyendo los portafusibles), y una vez abierto no tienden a cerrarse por su propio pe

so.

Los interruptores de palanca inversores, se deben colocar las cuchillas en sentido horizontal y tener un enganche seguro que las fije en la posición media de desconectado.

Los interruptores de palanca deben instalarse rígidamente fijados.

2.5.10. Todo interruptor o tomacorriente debe tener bien claro el nombre del fabricante, el amperaje y voltaje para el que fue diseñado.

2.5.11. Los tomacorrientes de piso deben ir montados en cajas metálicas, con una tapa que proteja los terminales.

En partes expuestas a la humedad, estos tomacorrientes deben ser impermeables.

2.5.12. En todo tomacorriente, la alimentación debe llegar a la parte hembra, y el macho se conectará al artefacto u otro aparato de consumo.

Esta disposición es aplicable principalmente a tomacorrientes móviles, hechos por medio de extensiones.

2.5.13. Los interruptores de lengüeta individuales deben

conectar accionando de abajo hacia arriba.

Los interruptores de lengüeta doble deben conectar accionando de izquierda a derecha.

Los interruptores de barra interruptora (vaivén) simple y doble en posición vertical, deben conectar presionando el lado superior de la barra.

Los que están en posición horizontal deben conectar presionando el lado derecho de la barra.

2.5.14. Protección contra sobrecarga

El disyuntor es la parte principal dentro de las seguridades de una instalación. Es por esto que un disyuntor debe ser de la capacidad adecuada, para que tan pronto una sobrecarga exceda de lo calculado, accione interrumpiendo automáticamente el circuito, así como si se tratara de un cortocircuito.

La combinación de los elementos térmicos y magnético que intervienen en el diseño de los disyuntores proporcionan una doble protección.

- 1) Contra sobrecarga y altas temperaturas ambientales que se combinen para producir temperaturas peligrosas en los conductores (elementos térmicos).

co).

2) Contra cortocircuito (elemento magnético).

2.5.14.1. Operación del elemento térmico

El disparo térmico es efectuado por un elemento bimetalico en cada polo, accionado por la corriente que pasa por el interruptor.

Este elemento térmico bimetalico está -
construido para soportar corrientes de
cortocircuito muy altas y tiene, caracter
ísticas de calentamiento muy parecidas
a las de los alambres normales forrados
de goma o plástico, de tal manera que -
cuando la temperatura del conductor se -
eleva por efecto de la corriente, la del
elemento bimetalico aumenta proporcionalm
ente causando una flexión en dicho ele-
mento.

Quando debido a sobrecarga en el circui-
to o a su combinación con altas tempera-
turas ambientes, la temperatura del con-
ductor alcance valores peligrosos, la -

flexión en el elemento bimetálico será bastante amplia para hacer disparar al interruptor. Por lo tanto, la velocidad del disparo por el elemento térmico es proporcional a la carga, observándose un retardo relativamente largo en sobrecargas mayores.

Una característica importante en este dispositivo es que se compensa así mismo cuando opera en temperaturas ambientales normales.

2.5.14.2. Operación del elemento magnético

Cuando ocurre una sobrecarga elevada o un cortocircuito, la cantidad elevada de corriente que pasa por el interruptor, da energía a una armadura magnética que lo hace disparar instantáneamente a un valor de corriente predeterminado.

Este disparo magnético es muy valioso cuando se usa en combinación con el térmico, pero no es efectivo en todas las condiciones, cuando se emplea solo; el ele-

mento térmico se dispara en un tiempo proporcional a la sobrecarga, mientras que el magnético actúa instantáneamente en cortocircuito o en sobrecargas exageradas. Cada uno tiene un ajuste basado en la capacidad nominal del interruptor y en los valores probables de corrientes anormales.

2.5.15. Cada conductor de fase, debe protegerse contra sobrecarga.

2.5.16. La capacidad de los dispositivos de protección debe ser como sigue:

- a) No debe ser mayor que la corriente permitida para los conductores del circuito.
- b) Si el circuito abastece únicamente a un aparato, la capacidad o ajuste del dispositivo de sobrecarga no debe exceder de 150% de la capacidad del aparato.

2.5.17. En instalaciones de circuito de fuerza deben tener dos clases de protecciones; la de cortocircuito y la de sobrecarga (arrancador termo-magnético).

2.6. Economía en el trazado.

2.6.1. Introducción

Por economía se entiende todas aquellas reducciones en el costo tanto inicial como a largo plazo, que puedan ser conseguidas sin afectar una buena instalación eléctrica.

2.6.2. Reducción en el costo inicial

Aun cuando el costo correspondiente al suministro de materiales y mano de obra para la instalación de los circuitos derivados, representa una pequeña parte del costo total de la instalación eléctrica, en edificios de cierta importancia pueden llegar a tener un valor significativo; es por esto que se recomienda la observación sistemática de ciertas reglas en la etapa del trazado; algunas de las cuales se anotan a continuación:

- a) Ubicación de la salida de pared de ambientes contiguos, en lugares próximos a ambos lados de la pared común.
- b) Evitar el uso de tubos mayores 3/4" que requieren cajas especiales.
- c) Evitar cajas mayores a las octogonales normalizadas (chicas y grandes) (3 1/4" y 4").

- d) Evitar la excesiva variedad en calibres, mode los o tamaños de los elementos del circuito (cajas, tubos, cables, etc.).
- e) Aprovechar una misma tubería para el paso de cable de más de un circuito.
- f) Reducir el número de salidas especiales a aque llas imprescindibles.
- g) Aprovechar las cajas para el montaje de más de un interruptor, tomacorriente o combinaciones de ambos.
- h) Aprovechar los tramos de caja de pared a punto de techo, para el paso de los cables de más de un interruptor, a sus respectivos puntos de alumbrado en ambientes contiguos.

2.6.3. Reducción en el costo a largo plazo

Con esta denominación, se hace referencia a aquellas inversiones que puedan originarse de modificaciones o ampliaciones posteriores a la terminación de la obra.

A continuación se mencionan algunos aspectos que pueden ser considerados con esta finalidad:

- a) Previsión de tubos vacíos entre sectores próxi

mos de la canalización, para de esta manera fa
cilitar futuros cambios en el cableado de los
circuitos.

- b) Sobredimensionado de tubos o ductos, de acuer-
do con las reservas previstas en tableros o po
sibles aumentos de la carga en un sector deter-
minado, con el fin de alojar nuevos circuitos.
- c) Previsión en diseño de arquitectura, de espa-
cios suficientes para la colocación de tubos ,
cajas y otros elementos de la canalización, -
prevista como segura aunque de posterior insta
lación.
- d) Ubicación de cajas de salidas en lugares donde
se prevea la colocación de algún artefacto, -
aun cuando éste no aparezca en el proyecto ori
ginal.
- e) Selección de material apropiado para las condi-
ciones del ambiente, determinando una mayor du
ración de la instalación y un menor costo de
mantenimiento.
- f) Ubicación de puntos, cajas, etc. en lugares de
fácil acceso y buenas condiciones ambientales

que aseguren un mantenimiento adecuado a un cos
to razonable.

Evitar lugares peligrosos, húmedos, o expuestos
a daños mecánicos, que puedan perjudicar los di
versos artefactos de las instalaciones eléctri-
cas.

3. TABLEROS DE DISTRIBUCION (MEDIDORES)

3.1. Utilización de disyuntores

Los tableros de medidores en instalaciones residenciales o comerciales tendrán como dispositivo de protección principal un disyuntor cuya capacidad será según la demanda calculada por el ingeniero proyectista.

3.1.1. En instalaciones residenciales de menos de 2 KW de carga total se podrán utilizar bipolares con fusibles, del tipo tapado.

Los cuales deben ir montados sobre plataformas aislantes a más del aislamiento de porcelana del dispositivo.

3.1.2. La capacidad de los disyuntores individuales de los circuitos de alimentación debe corresponder a la capacidad máxima del circuito correspondiente.

La capacidad del disyuntor principal no podrá exceder de la potencia total instalada, adoptando la capacidad comercial igual o inmediata superior.

3.1.3. Todo disyuntor tanto el principal como los individuales deben ser montados en bases de material aislante, e incombustible.

3.2. Instalación de los tableros

3.2.1. Todo inmueble tendrá un tablero general, en el que estarán agrupados el disyuntor general, los medidores, las barras de distribución y los disyuntores individuales de los conductores activos que salgan del tablero.

Para inmuebles de hasta 6 locales se procederá a la construcción según la figura # 4.

3.2.2. Se instalará el tablero para medidores completo, con todos sus aparatos y accesorios, como son:

- a) Disyuntores (principal e individual)
- b) Bases (socket)
- c) Barras de cobre
- d) Terminales
- e) Coronas y contratuercas
- f) Cableado interno

Los disyuntores, conexiones internas y de salida - de cada circuito de medidor monofásico, en tableros, deben estar provistos para sistema trifilar, y la sección mínima de los conductores es el # 10 A.W.G. cobre.

Todos los equipos de medición y protección se instalan en la parte delantera del tablero, prohibiéndose instalarlos en las superficies laterales.

Además se prohíbe instalar interruptores de luces, interruptores horarios, tomacorrientes, timbres, etc.

3.2.3. Rotulación

Todo tablero es rotulado; junto a cada medidor y disyuntor individual se indica la parte de la instalación a la cual sirve.

La rotulación debe hacerse sobre las planchas metálicas, con pintura durable y letras ejecutadas en buena forma.

3.2.4. Estructura

El tablero para medidores es metálico en forma de armario, construído de planchas de 1/16" (1.5 mm) de espesor mínimo, debe ser galvanizado o estará provisto de otra protección anticorrosiva equivalente.

El tablero está formado por varias secciones modulares, lleva cubiertas por todos sus lados y es

desamable en su parte delantera (puertas con bisagras desmontables).

En lugares expuestos a daños de tipo mecánico, el tablero debe llevar puertas.

El diseño y la construcción del tablero, deben ser tales, que aseguren su rigidez y resistencia mecánica.

3.2.5. Ubicación

El tablero para medidores se ubica en lugares de fácil acceso, muy secos, y lejos de materiales combustibles y, en lo posible, cercanos a la entrada principal del inmueble.

El tablero se puede montar superficialmente, empotrado, o sobre el suelo. En este último caso, debe tener acceso por todos los lados.

Se debe dejar un espacio de aire de por lo menos 0.5 cm. entre el tablero y la superficie que lo soporta. Si alguna parte del equipo es accesible por la parte posterior del tablero, se deja una separación de por lo menos 70 cm. entre la cubierta posterior del mismo y la pared del inmueble. Ver

figura # 5.

3.2.6. Altura del tablero

La altura del montaje para tableros pequeños es de 1.5 mts. medidos desde la parte inferior al piso, con una tolerancia de ± 20 cm.

En tableros grandes la parte superior está a una altura máxima de 2 m. sobre el piso, y la parte inferior, a una altura mínima de 40 cm. Ver figura # 5.

3.2.7. División del tablero

El tablero está dividido en secciones separadas convenientemente y destinadas en las siguiente forma: una sección para el disyuntor principal; otra para las barras de distribución; y otra para los medidores con sus respectivos disyuntores individuales del lado de salida. Ver figura # 6.

Sin embargo, cuando se estime necesario, el disyuntor principal puede instalarse en la misma sección de las barras de distribución. Ver figura # 7.

3.2.8. Dimensiones del tablero

Para dimensiones del tablero para medidores, ver

figuras # 6 y 7.

Aunque estas dimensiones sirven a manera de ilustración, pues las verdaderas dimensiones las deberá determinar el proyectista de la instalación eléctrica según las necesidades del inmueble.

3.2.9. Distancias mínimas

Las secciones del tablero deben ser lo suficientemente amplias para alojar las conexiones internas, debidamente ordenadas y agrupadas, y para asegurar la separación entre las partes de los aparatos montados en su interior y las paredes, soportes inferiores y puertas.

El camino de contorno entre las partes activas de los aparatos, las paredes soportes interiores y puertas metálicas es de por lo menos 3 cm.

El tablero debe tener dimensiones interiores suficientes para permitir el cierre de sus puertas, cuando los disyuntores estén en posición cerrada o abierta.

- 3.2.10. En lugares expuestos a daños mecánicos, el tablero debe llevar puertas construídas de plancha metálica 1/16".

Además deben tener vidrios transparentes que permitan la lectura de los medidores desde el exterior y deben llevar cerraduras de buena calidad.

3.2.11. Barras de distribución

Las barras deben ser de cobre de un espesor mínimo de 1/8" (3 mm.), y un ancho mínimo de 1/2" (12.7 mm), y están apoyadas sobre aisladores de fibra u otro material aislante, de 2.5 cm. de espesor mínimo.

La barra del neutro, está conectada sólidamente a tierra.

La longitud de las barras se determinará de tal manera, que cada derivación de la misma comprenda un mínimo de 3 cm., considerándose además, el espacio necesario para aisladores y terminales de alimentación.

Las barras estarán calculadas para no incrementar su temperatura más de 30°C, a plena carga sobre la temperatura ambiente.

Capacidad de las barras de cobre

Dimensiones (pulgadas)	Amperios
1/8" x 1/2"	70
1/8" x 3/4"	240
1/8" x 1"	315
1/4" x 1"	465
1/4" x 1 1/4"	560
1/4" x 1 1/2"	650
1/4" x 2"	825
1/4" x 2 1/2"	1.000
1/4" x 3"	1.145
1/4" x 4"	1.500
1/4" x 5"	1.750

3.2.12. Puesta a tierra

El tablero para medidores debe ser puesto a tierra, de preferencia en la sección correspondiente al disyuntor principal.

3.2.13. Tubería de entrada y salida

Las tuberías de entrada y salida que se acoplen al tablero son metálicas rígidas o eléctricas metáli-

cas (E.M.T.), y deben llevar sus respectivos accesorios como: coronas, contratuercas, conectores, que permitan tener una buena continuidad eléctrica.

- 3.2.14. Deben ponerse a tierra las tuberías metálicas de acometida, las cajas metálicas de derivación, y en general todas las cubiertas metálicas que contienen aparatos.

3.3. Instalación de puesta a tierra

3.3.1. Electrodo

Los electrodos de puesta a tierra son:

- 1) Tuberías metálicas de agua.
- 2) Varillas de cobre (copperweld) de 5/8" ó 1/2" de diámetro.
- 3) Varillas de material ferroso de 1/2" de diámetro, pero galvanizadas.

La longitud mínima de los electrodos es de 2.00 mts. y deben ser enterrados verticalmente. Ver figura # 8.

3.3.2. Conductores

El conductor de puesta a tierra es de cobre, macizo o cableado, desnudo o aislado.

Su sección mínima estará de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida, en la siguiente relación:

- 1) # 8 A.W.G. para conductor de acometida hasta # 2 A.W.G.
- 2) # 6 A.W.G. para conductor de acometida hasta # 1/0 A.W.G.
- 3) # 4 A.W.G. para conductor de acometida hasta # 2/0 A.W.G.
- 4) # 2 A.W.G. para conductor de acometida hasta # 350 M.C.M.
- 5) # 1/0 A.W.G. para conductor de acometida hasta 600 M.C.M.
- 6) # 2/0 A.W.G. para conductor de acometida hasta 600 M.C.M. o más.

En inmuebles de interés social, viviendas suburbanas y rurales, con una demanda de energía mínima la sección del conductor es de # 10 A.W.G.

3.3.3. El conductor de puesta a tierra se instala directamente en paredes, estructuras o postes.

Si estuviera expuesto a daños mecánicos, se lo pro

tegerá con tubo metálico. Ver figura # 8.

3.3.4. Conexión

El conductor de puesta a tierra, se conecta al electrodo de puesta a tierra por medio de abrazadera u otros medios apropiados.

En los tableros de medidores, la conexión se hace mediante un conector u otro medio, que no se utilizará para otro objeto. Ver figura # 8.

3.3.5. Resistencia

La resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra, debe ser inferior a 25 Ohmios; si es mayor, deben utilizarse 2 electrodos de puesta a tierra en paralelo.

3.4. Locales para transformadores

3.4.1. Generalidades

Si la superficie total de un inmueble excede a - 1.200 metros cuadrados, o su carga conectada pasa de los 50 Kilovatios, el proyectista constructor o propietario debe consultar a la Empresa suministradora de energía, la cual podrá exigir que, dentro de la obras a construirse, se prevean un cuarto,

bóveda o un sitio apropiado para la instalación de un transformador, con sus respectivos equipos de protección y accesorios, tales como caja portafusible en alta tensión y pararrayo.

Como superficie total en inmuebles se considera la suma de las áreas de cada uno de los pisos.

La construcción de los cuartos, o el cerramiento de los sitios destinados para este fin, estará a cargo del dueño de la respectiva obra.

3.4.2. Transformadores

La empresa suministrará e instalará sus transformadores para abonados individuales con una demanda de hasta 50 Kilovattios.

En caso contrario, el abonado suministrará e instalará sus propios transformadores.

Quando la demanda del servicio sea de 1.000 Kilovattios o más, la Empresa podría suministrar el servicio a una tensión de 69 Kilovoltios, y en este caso, el propietario suministrará e instalará la subestación necesaria.

3.4.3. Acometida en alta tensión

El transformador es conectado al sistema de distribución, mediante líneas de acometidas aéreas por cuenta de la Empresa suministradora. Pero, si el proyectista desea que su acometida sea subterránea, o en el caso de que ésta sea forzosamente subterránea, el proyectista debe instalar la tubería por su propia cuenta, y la Empresa suministradora asumirá los gastos de los conductores hasta una longitud no mayor de 30 m. dentro de la propiedad.

3.4.4. Protección del transformador

Los transformadores se instalan con el equipo necesario para su protección y seccionamiento en el lado primario. Se proveerá además, las facilidades necesarias para la instalación del equipo de medición (montaje de los transformadores de corriente).

3.4.5. Ubicación

El cuarto está situado de preferencia en el sótano; de lo contrario en planta baja, mezzanine o en el primer piso alto.

Los cuartos para transformadores, deben tener puertas de acceso directo desde la vía pública, para así de esta manera facilitar la inspección y mante

nimiento la cual estará a cargo de personal calificado.

3.4.6. Especificación

El área mínima, rectangular de los cuartos de transformadores, es de 7.50 metros cuadrados, con longitud mínima de 3 m., y un ancho no menor de 2.50 m. La altura mínima es de 1.80 m.

Sin embargo, en lugares donde se prevea la instalación de equipos especiales (tablero de disyuntores principal); el área mínima es de 12 metros cuadrados, y con una longitud mínima de 4 m., y un ancho no menor de 3 metros. La altura mínima es de 2 m.

La puerta de entrada debe tener una luz mínima de 1.60 metros de alto, por 1 metro de ancho, en caso de acceso lateral; y de 1 metro cuadrado, en caso de acceso desde arriba.

Los cuartos deben tener una losa superior, diseñada para la carga máxima de una cubierta, o , en caso de ser traficada para una sobrecarga de 300 kilos por metro cuadrado.

Así mismo deben llevar una losa inferior de por lo menos 20 cms. de espesor, como piso, diseñada para

una sobrecarga de 600 kilos por metro cuadrado, y con desnivel adecuado hacia la abertura de un drenaje, que se proveerá en todos estos cuartos, ya sea por gravedad o por bombeo.

Las paredes, en caso de cuarto subterráneo en las aceras, deben ser de hormigón armado, capaces de resistir el empuje del terreno, más una sobrecarga equivalente a 60 cms. de altura, dentro del terreno sobre el nivel de la acera.

Si se trata de cuarto dentro de pisos superiores, sus paredes deben tener la resistencia suficiente, para soportar el peso y la tensión mecánica del sistema de barras colectoras, y debe proveerse columna de hormigón armado para el mismo fin.

3.4.7. Ventilación

Los cuartos deben tener ventilación adecuada para que la temperatura, en el interior del mismo, con el transformador funcionando a plena carga no exceda de 40°C.

Las aberturas de ventilación deben estar cubiertas de rejas permanentes, pantallas o persianas resistentes, como medida de seguridad.

- 3.5. Disposiciones especiales para tableros de fuerza motriz
- 3.5.1. Los seccionadores portafusible para tableros de fuerza motriz deben cortar la corriente de todos los conductores vivos simultáneamente y deben tener cubierta integral.
 - 3.5.2. Todo tablero de fuerza motriz debe estar pintado de preferencia de color azul o en su defecto pintar las esquinas de este mismo color, además, se le colocará un rótulo durable con las palabras "motor" o "fuerza".
 - 3.5.3. Los tableros de mando deben situarse lo más cerca posible del motor que controlan.
 - 3.5.4. El tablero de mando debe llevar un disyuntor para la línea de alimentación.
 - 3.5.5. Los reóstatos de puesta en marcha, reguladores de velocidad, inversores de velocidad, relés, instrumento de medida, etc. pueden ir en el tablero de mando, en tableros especiales o en cajas auxiliares.
 - 3.5.6. Los disyuntores automáticos deben estar provistos de dispositivos fácilmente accesible y de material aislante para desconectarlos o conectarlos a mano,

sin peligro para el operador.

- 3.5.7. En la instalación de motores la capacidad de los disyuntores del tablero de mando, o la graduación de los relés térmicos (sobrecarga), debe ser como máximo un 50% superior a la corriente máxima de consumo cuando la placa del motor no tenga indicaciones especiales al respecto.
- 3.5.8. La capacidad de los disyuntores del tablero, en instalaciones de fuerza se calcula en consideración al número de motores, a su potencia, a sus dispositivos de arranque y al factor de demanda que se adopte.

4. TABLEROS DE PROTECCION

4.1 Utilizacion de disyuntores

- 4.1.1 En los tableros de protección deben usarse disyuntores de capacidad correspondiente al amperaje y voltaje del circuito.
- 4.1.2 Los conductores de fase para los circuitos de alimentación deben llegar directamente a los disyuntores.
- 4.1.3 Los conductores del neutro deben llegar directamente a la barra de conexión existente en el tablero. No deben tener ningún dispositivo de interrupción.
- 4.1.4 Los disyuntores no deben ser utilizados como interruptores pues su uso continuo los deteriora en corto tiempo.

4.2 Instalación de los tableros

En lo posible, los tableros se deben colocar en locales secos, a no menos de 2 metros de llaves de agua, desagües o medidores de agua.

- 4.2.2 Los tableros deben quedar en sitios de fácil manejo, pero libres de averías mecánicas como ser: puertas, rozamientos de tráfico, etc.
- 4.2.3 Cuando sea imprescindible colocar tableros en las

áreas de los baños para protección de los aparatos eléctricos instalados en ellos, éstos deben quedar lo más alejados posible de las duchas.

4.2.4 Los tableros se deben instalar a una altura mínima de 1.60 metros de su borde inferior, para que de esta manera estén a una altura cómoda para una inspección de mantenimiento y al mismo tiempo no estén al alcance de los niños.

4.2.5 Las cajas de protección de los tableros deben ser metálicas.

Estas deben construirse con láminas de 1/16" (1.5 mm).

4.2.6 Los tableros de protección deben tener tapas construidas con láminas de 1/16" (1.5 mm).

Las puertas de estas tapas deben tener una profundidad tal que al momento de cerrarse, las lengüetas de los disyuntores puedan estar en cualquiera de las dos posiciones, sea ésta conectado o desconectado.

4.2.7 En la parte interior de las puertas de los tableros de protección debe constar una lista en la cual se indica el número del disyuntor, tipo de circuito que protege y las áreas que controla dicho circuito.

- 4.2.8. Las puertas de los tableros deben abrir de izquierda a derecha.
- 4.2.9. Los terminales de acometida deben estar situados en la parte superior del tablero y una vez realizada la conexión de los conductores de alimentación éstos deben quedar aislados con cinta plástica.
- 4.2.10. Las bases de las cajas sobre las cuales van instalados los disyuntores, deben tener soportes regulables para que, si la capa del enlucido ha sido mayor de la prevista, y los disyuntores queden hundidos no pudiendo la tapa darles la fijeza necesaria, se pueda elevar la base hasta que quedaden los disyuntores al mismo nivel que la tapa.
- 4.2.11. Los conductores deben llegar a conectarse al tablero en forma ordenada y debidamente protegidos, de manera de facilitar su revisión o reparación.
- Se debe evitar la aglomeración de los conductores o que éstos queden presionados al instalar la tapa del tablero.
- 4.2.12. Cuando los conductores lleguen al tablero en tubería metálica, se coloca en el extremo del tuber

bo una boquilla redondeada metálica (corona) o conectores de las medidas correspondientes.

Si han sido cortados los tubos se deben eliminar previamente los filos para evitar rozamientos con los conductores.

- 4.2.13. Los tableros pueden ir instalados sobrepuestos en los muros, empotrados en ellos pero protegidos en cajas adecuadas.

Se puede adoptar cualquiera de estos dos sistemas según sea el tipo de instalación eléctrica del edificio.

- 4.2.14. Los tableros de protección no deben ser instalados en locales en que hay posibilidades de inflamaciones.

- 4.2.15 Los que se instalen a la intemperie deben ir en cajas que los protejan de la lluvia y del polvo. Las cajas o protecciones metálicas deben tener conexión a tierra.

- 4.2.16. Si los tableros van a ser instalados sobre madera u otro material combustible, se cubrirá éste con una lámina incombustible (asbesto) de superficie igual a la base del tablero.

4.3. Disposiciones comunes a los tableros

- 4.3.1. Los tableros de protección en los circuitos para alumbrado y tomacorriente deben llevar disyuntores con una capacidad mínima de 20 amperios.
- 4.3.2. Para proteger conductores aislados en circuito de alumbrado, tomacorrientes o aparatos especiales se deben utilizar disyuntores con las capacidades que se indican a continuación.
- Para proteger alambre # 12 A.W.G.; disyuntor de 20 amperios.
 - Para porteger alambre # 10 A.W.G.; disyuntor de 30 amperios.
 - Para proteger conductor # 8 A.W.G.; disyuntor de 40 amperios.
 - Para proteger conductor # 6 A.W.G.; disyuntor de 50 amperios.
 - Para proteger conductor # 4 A.W.G.; disyuntor de 70 amperios.
 - Para proteger conductor # 2 A.W.G.; disyuntor de 100 amperios.
- 4.3.3. Para la alimentación de los tableros de protección desde los tableros de distribución (medidores), se debe atender a la magnitud y destino del edificio, distancia y ubicación de los table

ros, flexibilidad necesaria de la instalación, pudiendo adoptarse los sistemas siguientes:

- a. Alimentación independiente para cada tablero de protección desde el tablero de distribución general.

Cada alimentación instalada desde el tablero de distribución debe llevar el disyuntor correspondiente para proteger las líneas de fase.

- b. Cuando la magnitud de la carga total del edificio requiera una sub-estación, se instalará un tablero general desde el cual se alimentará a los diferentes tableros de distribución auxiliares, instalados en los diferentes pisos.

Los disyuntores de protección de las diferentes alimentaciones a los tableros de distribución auxiliar deben estar instalados en el tablero general.

Los tableros de distribución auxiliares tendrán a su vez los accesorios de protección como se indica en el literal a).

- 4.3.4. Todo tablero de protección debe llevar marcado el nombre del instalador.

- 4.3.5. Los tableros deben llevar indicaciones del servicio a que corresponde como ser: luz, fuerza, aire acondicionado o calefacción.

5. DISPOSICIONES GENERALES DE CONSTRUCCION

Selección de materiales

En esta sección se tratará de aquellos criterios de tipo técnico que puedan auxiliar en la selección de materiales que componen los circuitos ramales, que han de influir sobre su decisión, siempre que no impliquen alguna violación de las normas establecidas.

5.1. Tipo de canalización y tubería

Los diferentes tipos de elementos de canalización se agrupan en tubos y ductos, los primeros incluyen el conduit de acero roscado, el metálico de hierro galvanizado o aluminio (E.M.T.), el tubo de plástico tanto liviano como pesado (P.V.C.) y el tubo, metálico o plástico flexible.

Lo segundo comprende los ductos de piso, de pared, y las canaletas para el paso de cables; cada tipo cuenta con una extensa línea de accesorios que permiten, prácticamente, cualquier combinación.

5.1.1. Tubos

- a) Los tubos rígidos de acero roscado brindan protección mecánica a los conductores, y en caso de cortocircuito asegura la rápida operación de las protecciones a causa de: su

baja resistencia, la continuidad del sistema por medio de los accesorios y su correspondiente conexión a tierra.

- b) Los tubos metálicos flexibles tienen su mayor aplicación en la canalización expuesta, en salas de máquinas y talleres y para la protección del último tramo de los circuitos de los motores debido a su vibración.
- c) Para los tubos plásticos específicamente se permite su uso en los siguientes casos:
 - 1. Empotrado en paredes, techos y pisos, - para lo cual es aconsejable utilizar del tipo pesado en lo que se refiere a techo y pisos.
 - 2. En los lugares con atmósfera corrosiva, en canalización expuesta.
 - 3. Ambientes saturados de escoria.
 - 4. En lugares húmedos.

5.1.2. Ductos

Se entiende por ductos los elementos de canalización de sección no circular, destinado al paso y protección mecánica de los cables o conductores.

De construcción generalmente metálica presentan muy variadas soluciones.

5.1.2.1. El uso más frecuente de los electro canales (canaletas) para cables de circuitos ramales, está en las instalaciones en talleres, para el paso de los conductores de un sector a otro en un ambiente.

De acuerdo con el modelo pueden estar provistas de tapas, orificios y ser fabricadas en elementos modulares generalmente en longitudes de 2.44 mts. Otras en cambio constituyen una simple sustentación de conductores por lo tanto no deben ser consideradas en el concepto de canalización sino más bien como un elemento más de sujeción.

5.2. Tipos de cajas

Los diferentes tipos de canalización disponen de los accesorios correspondientes, entre los cuales se cuentan las cajas cuya selección se limita en la mayor parte de los casos al modelo recomendado por los fabricantes de los distintos accesorios.

Esto en lo que se refiere a las cajas rectangulares prin

principalmente, las cuales sirven para sujetar los diferentes tipos de tomacorriente existentes en el mercado.

5.2.1. Las cajas metálicas son las de uso más frecuente tanto en instalaciones empotradas como en instalaciones expuestas, su selección se basa principalmente en el tamaño requerido.

5.2.2. Se pueden utilizar cajas diseñadas, cuando su uso así lo requiera pero éstas tienen que ser construídas con material galvanizado o debidamente cubiertas con barniz u otro producto adecuado contra la corrosión.

5.3. Tipo de conductores

La selección de conductores para circuito de acometida principal y ramales, por su tipo de aislamiento y recubrimiento dependen principalmente de los factores ambientales.

5.3.1. Selección de conductores

- a) Para el uso de una tensión de hasta 600 voltios se emplean conductores con aislamiento termoplástico tipo TW o T1W.
- b) En los ambientes de temperatura elevada se emplean conductores con aislamiento de amianto tipo AV o AVA.

Generalmente se encuentra existente en el mercado los conductores con recubrimiento de asbesto.

c) Los cuatro tipos básicos de aislamiento son:

1. Goma
2. Termoplásticos
3. Cinta barnizada
4. Asbesto

Con estos tipos básicos se pueden satisfacer cualquier requerimiento impuesto por las condiciones del medio ambiente.

5.3.2. En general se debe tomar en cuenta además de los factores impuestos los siguientes aspectos:

- a) Costo del material
- b) Facilidad de instalación
- c) Facilidad de adquisición en el mercado local
- d) Antes de especificar un tipo de conductor diferente al utilizado en la mayor parte de las instalaciones, debe preverse si ésto no creará futuros problemas o gastos adicionales en el mantenimiento.

6. INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES

Disposiciones para el diseño y trazado de circuito

6.1. Instalación de la canalización

- 6.1.1. En las distribuciones con neutro cada uno de los circuitos en que se divide la distribución debe tener un neutro independiente.
- 6.1.2. No se aceptan disyuntores individuales en la canalización sino que todos deben quedar conetralizados en los tableros de protección correspondientes a sus respectivas zonas que gobiernan.
- 6.1.3. Se protege el aislamiento de los conductores en los bordes de la entrada y salida de los tubos colocando conectores o coronas con sus respectivas tuercas para así de esta manera a más de asegurar un mejor acoplamiento mecánico entre tubo y caja se elimina el filo o cualquier borde cortante que pueda deteriorar el aislamiento de los conductores.
- 6.1.4. En canalizaciones en tubos metálicos todos los conductores que forman parte de un mismo circuito deben ir en un mismo tubo no introduciendo en él conductores pertenecientes a otros circuitos ni a otros sistemas, como ser: teléfono, timbre, etc.

Se exceptúan el caso de alimentaciones de avisos luminosos en que se permite la canalización de más de un circuito en un mismo tubo.

- 6.1.5. En toda canalización efectuada con tubería metálica "E.M.T." o tubería rígida roscada no se aceptan tubos torcidos, con abolladuras o rajaduras.

Por tubo torcido se entiende todos aquellos que en tramos horizontales o verticales se apartan del nivel debido a su deformidad.

- 6.1.6. Si las tuberías de la instalación eléctrica están expuestas a daños, especialmente derivados por los trabajos de la construcción del edificio, el instalador debe colocar protecciones eficaces en esos puntos.

- 6.1.7. En las pasadas de muros los conductores se pueden llevar dentro de tubería metálica "E.M.T."

Si los muros tienen más de 20 cms. de espesor los conductores deben ir dentro de tubería rígida metálica roscada.

- 6.1.8. Las canalizaciones de calefacción, agua caliente, gas y las de fuerza deben tener marcas especiales para diferenciarlas de las canalizaciones de alum-

brado.

Es conveniente colocar marcas especiales de pintura, o pintadas en su totalidad a la tubería de la canalización eléctrica para indicarla con claridad y poder ser diferenciada a primera vista.

- 6.1.9. Toda tubería de canalización eléctrica debe quedar separada por lo menos 10 cms. de distancia de la tubería de agua, gas o de vapor.

Si no fuera posible pintar en su totalidad las tuberías de instalaciones de fuerza se debe efectuar una marca de pintura cada 5 mts. como mínimo.

- 6.1.10. El código de colores que generalmente se utiliza en la industria para poder diferenciar las distintas clases de canalizaciones en cualquier tramo de ellas es el siguiente:

- a) Color azul instalación eléctrica
- b) Color verde para sistema de agua fría
- c) Color rojo para agua caliente
- d) Color celeste para tubería de aire frío o temperatura normal.

En lo que se refiere a tuberías para canalizaciones

de vapor queda en libertad el instalador de poner o no una marca de pintura debido a que hay necesidad de instalarles un forro aislante (lana de vidrio) para de esta manera evitar pérdidas de temperatura por radiación.

- 6.1.11. Se prohíbe toda unión de conductores dentro de la tubería.

Se debe colocar siempre una caja para poder efectuar cualquier unión o derivación de los conductores y de preferencia realizarla mediante regletas o listones de conexión.

- 6.1.12. El cambio de sistema de canalización sea de metálica o plástica o de metálica a roscada se debe efectuar por medio de caja o dispositivo especial.

En lo que se refiere de metálica a roscada o rígida, se debe hacer utilizando un conector para tubería metálica "E.M.T." y una unión roscada.

- 6.1.13. Los conductores de una instalación no deben llevar tensión mayor que la que corresponden a su característica.

Para así de esta manera evitar deterioros en el aislamiento a corto plazo.

6.1.14. La conexión a tierra se hará con alambre de cobre sin aislamiento de sección correspondiente al amperaje máximo que en un momento dado pueda circular por ella.

La sección mínima admisible del conductor de cobre debe de ser igual al equivalente del número 10 A. W.G.

Si se utiliza un conductor que no sea de cobre éste debe tener una sección que presente una resistencia igual a la del conductor de cobre correspondiente.

Generalmente el conductor que se emplea en vez del de cobre es el de aluminio y para igualar resistencias se debe utilizar la sección inmediata superior; es decir que para el caso de los conductores de aluminio la sección mínima para una conexión a tierra debe ser el equivalente al número 8 A.W.G.

Los conductores a tierra cuando están expuestos a daños del tipo mecánico o químico deben ir protegidos dentro de tubería de tipo metálico o roscada.

6.1.15. La conexión con la tubería de agua potable para hacer una mejor conexión a tierra debe hacerse en la

parte de hierro galvanizado y no en trozos de plomo u otro material que pueda tener ésta tubería.

6.1.16. En caso de no haber tuberías de agua se instalará una toma de tierra de acuerdo con uno de los métodos siguientes:

- a) Una plancha de cobre de 50 cms. por 50 cms. y por 1.5 mm.
- b) Una malla compuesta por conductores sin aislamiento de superficie equivalente a la plancha anterior.
- c) Instalación alrededor de la fábrica de varias tomas de tierra, las cuales deben ser varillas con revestimiento de cobre cuyas dimensiones deben ser mínima de 5/8" de diámetro por 8" de longitud y entrelazados entre ellos por medio de alambre de cobre sin aislamiento cuya sección debe ser tal según la demanda de la carga total.

Una instalación de toma a tierra está bien efectuada cuando su resistencia no sobrepase los 25 ohmios.

Qualquiera de éstos materiales conductores se enterrará rodeado de tierra menuda y en terreno permanentemente húmedo.

Si no hubiera humedad se rodeará al material conductor con carbón de madera y encima se rociará unas 10 libras de sal común, preferentemente en trozos, debiendo esta toma de tierra regarse frecuentemente para así mantenerla húmeda.

6.2. Instalación de motores

Al decidir el lugar en que se van a instalar los motores hay que considerar las condiciones necesarias para garantizar de esta manera la durabilidad y funcionamiento satisfactorio de toda máquina eléctrica.

El lugar ideal se resume en tres cualidades: seco, limpio y ventilado.

6.2.1. Lugares húmedos

Si el lugar es húmedo existe el peligro de que la resistencia de aislamiento del embobinado descienda a un valor tal que la tensión normal de suministro sea suficiente para producir el deterioro del aislante.

6.2.2. Lugares limpios

El tema de la pulcritud del ambiente es uno de los que exige mayor consideración, pues el polvo y la suciedad se van acumulando sobre las superficies

interiores y exteriores de las máquinas hasta el punto de impedir su propia ventilación

6.2.3. Lugares ventilados

El ambiente debe ser ventilado por cuanto si el lugar a instalar el motor tiene normalmente temperaturas altas, hay que utilizar aislamiento de mayor resistencia térmica y desde luego esto ocasiona que el costo del motor sea mayor.

6.2.4. Protección del motor contra daños mecánicos

El motor, sea del tipo abierto como del tipo cerrado, jamás se debe colocar en una caja o cubierta totalmente cerrada para protegerlo de las malas condiciones del lugar.

6.2.4.1. Protección ventilada

La colocación de cubiertas provistas de acceso de aire de ventilación completamente libres es aceptable y a menudo la mejor solución, se aplicará siempre que la circunstancia lo exija.

6.3. Protección del motor contra sobrecargas

El dispositivo de protección más común es el contactor eléctrico

tro-magnético y el relé térmico

6.3.1. El contactor y su aplicación en la industria.

Generalidades

Bajo el nombre de contactores se reúnen todos aquellos aparatos, interruptores, conmutadores, etc., que se pueden comandar a distancia a través de energizar o deenergizar un electro imán que provoca el cierre mecánico de la parte móvil del dispositivo. Se dividen:

- a) Para corriente continua o alterna
- b) Con mando directo a través de un relé piloto
- c) Con bobina alimentada directamente o con tensión diferente.

6.3.1.1. El contactor está constituido por:

- a) Contactos fijos

Con este nombre se indican todos aquellos contactos que están instalados directamente a la armazón del dispositivo.

- b) Contactos móviles

Están armados sobre el mismo conjunto que constituye la parte móvil del circuito magnético.

Los contactos sean fijos o móviles, son las piezas que están más sometidas al trabajo. Requieren ciertas características eléctricas y mecánicas como: alta conductividad eléctrica, pequeña resistencia de contacto, débil tendencia a soldarse debido a la erosión eléctrica producida por el arco.

El material usado para los contactos ha sido el cobre, pero poco a poco se le ha abandonado debido a que el óxido que se forma es aislante y disminuye la conductividad.

Las aleaciones empleadas actualmente son: plata-cadmio, plata-paladio, plata-níquel, plata wolfframio.

c) Circuito magnético

Esencialmente el circuito magnético

está constituido por un núcleo magnético y una bobina de excitación.

El núcleo se puede dividir en dos partes, de las cuales una es fija a la armazón del contactor, y la otra es móvil y lleva consigo todos los contactos móviles.

El núcleo puede ser maciso si el contactor es de corriente continua o está hecho por chapas si es que funciona en corriente alterna.

Los núcleos de corriente alterna llevan en la superficie de contacto unas espiras en cortocircuito llamadas "espiras sombras" cuya finalidad es que al anularse el flujo, cuando la corriente pasa por 0° , 180° , 360° , la parte móvil no se despegue.

Al producirse el campo magnético alterno se induce en las espiras sombras una corriente cuyo ángulo de fase es alrededor de 120° respecto a la corriente de la bobina.

Cuando el flujo principal se anula la espira sombra produce un campo magnético auxiliar que mantiene cerrada la parte móvil evitando la vibración característica de la corriente alterna.

d) Dispositivos de protección

Los contactores están provistos de unos dispositivos (relés térmico) para la protección contra sobrecargas o cortocircuitos. Estos dispositivos hay que ponerlos en serie a la línea y actúan sobre el circuito que alimenta la bobina de excitación.

e) Cámaras desionizadoras

Antiguamente para extinguir el arco que se originaba entre los contactos a causa de la corriente se empleaba el soplado de aire a presión.

Las cámaras desionizadoras son un método más moderno para la extinción del arco de grandes intensidades de

corriente, desionizando el medio am
biente.

6.3.1.2. Elección del contactor

Para escoger el contactor se toman en cuenta algunos criterios fundamentales:

- a) Clase de circuito que debe accionar el contactor
- b) Tipo de corriente que se emplea (continua o alterna)
- c) Número de maniobras por hora
- d) Ambiente en el cual va a trabajar el contactor (húmedo, salinoso, corrosivo, etc).

6.3.1.3. Campo de aplicación para los contactores

El campo de acción es prácticamente ilimitado. Se pueden emplear para ascensores, mantacargas, en máquinas herramientas, para control de hornos eléctricos, para tableros de mandos, etc. Se construyen contactores para una capacidad de miles de amperios y para tensiones de miles de voltios.

6.3.1.4. Sistema de mando

El contactor se lo puede accionar con:

- a) Pulsante
- b) Presostato
- c) Termostato
- d) Switch límite
- e) Célula fotoeléctrica, etc.

El alcance efectivo del contactor depende de la tensión de alimentación y del tipo de carga, los cuales influyen sobre los contactos.

La intensidad nominal es generalmente inferior a la intensidad efectiva. La corriente al arranque del motor siempre es más elevada que durante el funcionamiento.

A continuación se dan unos datos que sirven de orientación para la selección del contactor.

- Motor con jaula de ardilla $I_a=3 I_n$
- Motor a doble jaula $I_a=5 I_n$

- Motor con arranque estrellado triángulo $I_a = 5 I_n$
- Motor con arranque por reóstato o con auto-transformador $I_a = (3.5 - 1.5) I_n$

Donde I_a = corriente de arranque

I_n = corriente nominal

6.4. Puesta en marcha y recepción de los motores

Los esquemas que se entregan con el motor y el conmutador de arranque permiten efectuar las conexiones sin dificultad.

Hay que tener precaución de que el cable de acometida al motor sea el adecuado para la carga establecida.

6.4.1. Puesta a tierra

Por razones de seguridad es esencial conectar a tierra la carcasa del motor y del arranque, conexión que se facilita debido a un terminal especial que para dicho efecto tienen instalados los citados dispositivos.

6.4.2. Puesta en marcha

Antes de poner en marcha el motor verifique, con ayuda del esquema, la corrección de las conexiones, examine el conductor de puesta a tierra y haga gi-

rar el árbol o eje del motor comprobando que no está trabado.

Si todo está en orden, póngalo en marcha por medio de pulsaciones en la botonera de arranque para de esta manera pararlo si el sentido de giro no fuera el correcto o se observara alguna otra anomalía.

6.4.3. Falla en el arranque

Si al poner en marcha el motor resulta que no se mueve o no adquiere más que una cierta velocidad, debe desconectarse inmediatamente el arrancador de puesta en marcha ya que de lo contrario puede deteriorarse el devanado del motor.

Antes de intentar ponerlo en marcha de nuevo efectúese con cuidado una inspección verificando que:

- a) Las conexiones están de acuerdo con el esquema. Para lo cual es conveniente comprobar las conexiones con un instrumento de medida sobre todo en los motores monofásicos.
- b) En los terminales del arrancador de puesta en marcha exista tensión eléctrica.

Asegúrese de que el disyuntor de la red de alimentación no esté desconectado.

c) Todos los terminales estén bien apretados y no existan malos contactos ni en el cableado de fuerza ni en los circuitos de mando.

d) La tensión de la línea no disminuye al accionar el arrancador de puesta en marcha.

Puede ser que el tanto por ciento de caída de tensión en la línea haga imposible conseguir un arranque correcto si el par de arranque necesario es grande.

e) Rotura interna de una fase del estator.

Tantear las distintas fases. Comprobar si el corte se encuentra detrás del tablero de bornes. En caso de motores trifásicos, compruébese el contacto en el punto neutro.

f) Circuito del rotor interrumpido.

Examinar las escobillas (ver si están desgastadas) y el arrancador si se trata de un motor de anillos.

Asegurarse de la continuidad de las resistencias del reóstato de arranque. Si una de ellas está interrumpida, el motor roncará. El mismo fenómeno se produce si le llegan al motor solamente dos fases.

- g) Cojinete agarrotado.
- h) Rozamiento del rotor con el estator debido a un cuerpo extraño en el entrehierro del motor.
- i) Si los resultados de ésta inspección son satisfactorios, pruébese arrancar de nuevo.

Si el arranque sigue siendo deficiente, hay que probar en vacío.

Quando el arranque es correcto bajo éstas circunstancias hay que verificar que:

- 1) La transmisión está trabado o tiene alguna anomalía.
- 2) La potencia del motor es insuficiente y habrá que sustituirlo por uno de mayor capacidad.

6.4.4. Inversión del sentido de giro

En ocasiones en que al poner en marcha el motor éste gire en sentido contrario al debido, lo conveniente es invertir su sentido de rotación intercambiando dos de los tres conductores que alimentan el motor trifásico para de ésta manera cambiar el sentido del campo magnético en el motor.

Es preferible efectuar el intercambio de conducto

res en la entrada del sistema de arranque, ya que en la caja de bornes del motor, sobre todo si está dispuesto para arranque estrella-triángulo es fácil equivocarse.

- 6.4.5. En el caso de motores monofásico y de corriente continua son sus constructores los que han de dar las instrucciones para efectuar la inversión del sentido de giro.

Generalmente éstos motores están contruidos con dos devanados: el de arranque y el de operación. Para cambiar el sentido de rotación del motor basta con invertir las líneas del devanado de arranque o el de operación, ésto se efectúa en la bornera del motor.

- 6.4.6. El motor arranca con corriente exagerada

El rotor del motor de anillos está en cortocircuito.

Comprobar que los "shunts" de las escobillas no se tocan y que no existe contacto entre los hilos del arrancador.

Comprobar la tensión entre anillos con rotor abierto (escobillas levantadas). Si es nula es seguro

el cortocircuito. Repítase el ensayo, girando el rotor para cambiar la posición relativa de las bobinas del rotor y del estator.

Asegurarse de que el dispositivo de puesta en cortocircuito de los anillos esté en su sitio.

6.4.7. El motor absorbe una corriente excesiva

a) Cortocircuito entre espiras de una misma bobina. En este caso, la intensidad no es la misma en las tres fases.

b) Cortocircuito directo o por la masa entre dos bobinas. Comprobar el aislamiento entre bobinas y masa.

c) Cortocircuito en el rotor

Se traduce por las posiciones de calado del rotor. Alimentando el estator a rotor abierto, la bobina en cortocircuito humea.

d) Tensión de alimentación demasiado alta

Medir la tensión con el voltímetro.

6.4.8. El motor se calienta

a) Motor sobrecargado

Comprobar la intensidad absorbida y ver si rebasa la corriente normal.

b) Tensión de alimentación anormal

El motor tiene voltaje excesivo o escaso. La tensión comprobada en los bornes no debe diferir en más o menos del 10% de la tensión indicada en la placa de características.

c) Mala conexión en la caja de bornes del motor

Compruébese la disposición de las barras de conexión y la del acoplador estrella-triángulo.

d) Bobinados húmedos

Comprobar el aislamiento de los devanados y si es bajo introducir el motor en hornos eléctricos para el caso.

e) Tensión excesiva de la correa sobre la polea

6.4.8.1. Calentamiento anormal del rotor

El calentamiento anormal de los rotores del tipo de jaula de ardilla es provocado frecuentemente por un defecto de continuidad o un mal contacto de las barras con los anillos que las unen entre sí.

Soldar, estañar o remachar las barras defectuosas.

Este desajuste está, por lo demás, caracterizado por una reducción bastante sensible de la potencia y una disminución de la velocidad del motor.

En el caso de un motor de anillos, el calentamiento es debido con frecuencia a un cortocircuito en el arrollamiento. Entonces, el defecto se caracteriza por un ronquido en el momento del arranque.

6.4.9. El motor no suministra la potencia

- a) Tensión de alimentación insuficiente.

Mídase la tensión. Ver si es exagerada la caída de tensión en la línea.

- b) Mal acoplamiento

Comprobar la disposición de las barras de conexión en la caja de bornes.

Examinar la conexión de los motores monofásicos

- c) Ver si el rotor está en cortocircuito o en mal estado.

6.4.10. Chispas en las escobillas

- a) Escobillas mal ajustadas

Compruébese si las escobillas resbalan bien en

sus alojamientos.

b) Anillos picados o desgastados.

Limpiarlos con papel de esmerfil (Lija fina) o tornearlos si el desgaste es importante.

c) Ennegrecimiento y quemaduras en el colector.

d) Cables de las escobillas tostados.

1) Las escobillas no encajan bien en su alojamiento.

2) Presiones desiguales sobre las escobillas

3) Tornillos de conexión flojos; bornes sucios

4) Cables demasiado cortos o rígidos, que impiden el contacto escobilla-colector.

5) Escobillas de diferentes clases.

e) Desmembramiento de las escobillas: resulta generalmente de vibraciones importantes.

f) Manchas o quemaduras en el colector

1) El colector no es exactamente redondo

2) Las soldaduras de los enlaces del colector son defectuosas (Manchas simétricas alrededor del colector).

- g) Desgaste desigual de las escobillas
 - 1) Distribución desigual de la corriente (Regular la presión de las escobillas).
 - 2) Montaje defectuoso
 - 3) Aire cargado de polvo
- h) Depósito de cobre en la superficie de contacto de las escobillas.

El mal contacto entre escobillas y colector es debido: al mal estado mecánico del colector (repasar al torno o cambiarlo), presiones desiguales o demasiado débiles sobre las escobillas.

6.4.11. Ruido anormal

- a) Rodamiento ruidoso

El ruido persiste cuando después de cortar la corriente, el motor sigue girando por el impulso adquirido.

- b) Entrehierro irregular

Cesa el ruido al cortar la corriente. Ronquido periódico al arrancar.

- c) Polea desequilibrada

Equilibrarla de nuevo

- d) Tuercas flojas.
- e) Golpes del inducido sobre las masas polares.
- f) Empalme de correa que produce un choque periódico sobre la polea.
- g) Ronquido debido a los dientes del inducido al pasar delante de las piezas polares.

Examinar finalmente el engrase: falta de grasa, grasa de mala calidad o usada.

Recordemos que la temperatura de los cojinetes no debe rebasar en 40°C la temperatura ambiente.

6.5. Mantenimiento de las máquinas eléctricas

Cuando una máquina se pone en marcha por primera vez (nueva o procedente de reparación), es indispensable observarla atentamente durante las primeras horas de funcionamiento. Antes del arranque hay que engrasar los cojinetes, llenar los engrasadores, comprobar la tensión de la correa. Si está demasiado floja, patina.

Comprobar la presión de las escobillas sobre el colector. Esmerillarlas. Revisar el ajuste de las tuercas después de algunas horas de funcionamiento. Vigilar el calentamiento de las diferentes piezas de la máquina.

- 6.5.1. No utilizar para el engrase más que aceites de metal no magnético (Zinc, Cobre, Latón). Alejar de la máquina todo objeto de hierro que pudiera ser atraído y ocasionar serios estragos.
- 6.5.2. No descuidar la vigilancia del calado de las escobillas.
- 6.5.3. Periódicamente, por ejemplo una vez al mes, se hará una revisión completa de la máquina. Sólo de esta manera se evitarán gran parte de los daños. Al poner en marcha la máquina, se estará así seguro de su buen funcionamiento.
- 6.5.4. Limpiar cuidadosamente los diferentes órganos con un trapo no grasoso. Los trapos de lana deben prohibirse. Comprobar que las conexiones de los inductores están en buen estado; asegurarse de que los hilos no han perdido su recubrimiento aislante.
- 6.5.5. Para evitar el desgaste prematuro de los cojinetes hay que vigilar el equilibrado de manguitos y poleas, la buena alineación de los acoplamiento y la tensión de las correas.
- 6.5.6. Proceder a la limpieza exterior de la máquina.
- 6.5.7. Verificación del ajusta de las conexiones.

- 6.5.8. Comprobación del buen funcionamiento de las escobillas en sus portaescobillas; levantando ligeramente la escobilla (3 a 4 mm.) y dejándola caer, debe oírse un ruido seco.
- 6.5.9. Verificación del desgaste de las escobillas; limpieza de las mismas por medio de un trapo limpio mojado en gasolina o alcohol; usar las escobillas mientras no sean menores de 2/3 de su longitud inicial.
- 6.5.10. Chequeo del colector: la superficie ha de estar pulida; un color pardo-negro uniforme es normal e indica una buena conmutación. Comprobar que no hay indicios de arranque del metal.
- 6.5.11. Al cambiar las escobillas, las nuevas han de ser de la misma calidad que las originales.
- 6.5.12. Todas éstas operaciones deben terminarse con una limpieza por medio de aire comprimido seco.
- 6.5.13. Esmerilado de las escobillas para motores de anillos
- a) Para darle forma en el primer esmerilado:
 - 1) Tomar una tira bastante larga de tela de esmeril (lija grano mediano) y aplicarla fuertemente por el lado tela sobre una lon

gitud del anillo tan grande como sea posible.

- 2) Colocar la escobilla nueva en su lugar, en la posición normal de empleo, es decir, comprimidas por el muelle del portaescobillas.
- 3) Si se trata de un motor de dos sentidos de rotación, imprimir a la tela esmerilada un movimiento de vaivén.
- 4) En el caso de un motor de un solo sentido de rotación, imprimir a la tela esmerilada un movimiento de avance en el sentido de la rotación, levantando ligeramente la escobilla al volver la tela a su posición primitiva.
- 5) En todo los casos, el esmerilado se efectúa a la presión normal producida en la escobilla por el dedo de presión empujado por el muelle. En ningún caso aumentar la presión con la mano.

b) Para terminar el esmerilado:

- 1) Poner el motor en marcha.

- 2) Aplicar una piedra pómez (suave) sobre el anillo para que el polvo de la piedra vaya a pasar por debajo de la escobilla.
- 3) Eliminar el polvo que se deposite en la superficie del anillo, en el interior de los portaescobillas y en la escobilla misma. Usar una tela de esmeril muy fina, y después aire comprimido, cuidando que no vaya el polvo a los devanados.
- 4) Comprobar que las escobillas se apoyan bien sobre el anillo en toda la superficie de las misma.

6.6. Requisitos indispensables para la presentación de planos de baja tensión

Los planos de instalaciones eléctricas interiores se dibujarán de conformidad a las normas que se indican en este artículo, normas que tienen por objeto facilitar la revisión e interpretación del plano, la confección del presupuesto y la dirección y ejecución de la instalación.

6.6.1. En el plano del edificio, en papel transparente, se dibujarán las instalaciones eléctricas a tinta negra con toda claridad y en la forma de mejor pre

sentación posible.

6.6.2. En un rectángulo en la esquina inferior derecha del plano se coloca en forma de título el nombre de la obra o del edificio en el cual se va a ejecutar la instalación eléctrica, la ciudad, calle y número de ubicación de las instalaciones; el nombre del propietario, el destino y la escala del plano. Estos títulos deben escribirse en castellano con letras de altura no mayor de 10 mm. contiguo al título se coloca la firma y la dirección de la persona que proyecta el plano.

6.6.3. Ubicación del edificio

Se debe dibujar en una parte adecuada del plano el esquema de la ubicación del edificio, con la indicación de la calle donde está la instalación y otros datos explicativos.

6.6.4. Escala del plano

Los planos se dibujan a escala no menor de 1:100 - aceptándose la escala de 1:50 en los casos en que el plano resulte poco claro con la escala de 1:100

6.6.5. Diseño de instalaciones de diversas aplicaciones en el mismo plano.

Si resultan dibujos confundidos, no se colocan en el mismo plano instalaciones de diversas aplicaciones como ser: las de alumbrado, las de calefacción, las de aire acondicionado (centrales), las de fuerza, o las de rayos X.

Así mismo no se deben colocar en los planos de alumbrado, aire acondicionado o de fuerza, dibujos de otros tipos de instalaciones como ser las de radio, timbres, teléfono si los dibujos van a resultar confundidos.

6.6.6. Empalmes

El punto en donde se indica la acometida y el medidor de la Empresa Eléctrica se indica con un rectángulo de 6 mm. de altura por 15 mm. de largo con la letra "M" en su interior.

Si el suministro de corriente se hace desde una subestación, al lado de la indicación de la acometida se dibujará el signo de un transformador. Ver simbología.

6.6.7. Voltaje y sistemas de corriente

Se colocan indicaciones del voltaje en las partes de las instalaciones que sean distintas a 220/380;

también con signo CA y CC, si hay de éstos dos sistemas de alimentación.

6.6.8. Tableros de fuerza y protección

Los rectángulos que representen los tableros de fuerza y protección son de 4mm. de altura por 10 mm. de largo. Ver simbología.

6.6.9. Tableros de distribución (medidor)

Las dimensiones para representar los tableros de medidores quedan a criterio del proyectista según sean la capacidad de ellos.

6.6.10. Edificios con varios tableros de distribución

En el plano de una instalación con varios tableros se anexará el esquema de ubicación de los tableros y de las líneas de alimentación con sus indicaciones principales.

No se necesita que éste esquema sea hecho a la misma escala del diseño. En los edificios de varios pisos el esquema de líneas y tableros se dibujan en el plano de corte del edificio, indicando la ubicación de los tableros y el recorrido vertical de las líneas generales entre tableros.

6.6.11. Dibujos de las líneas (conductores y tubería)

Las líneas que representan los conductores y tubería se dibujan en forma continua o a trazos. Si las líneas son continuas la canalización se instala por el cielo raso, si son a trazos la canalización se instala por piso.

Para indicar si se trata de líneas bifilares, trifilares, tetrafilares, etc. se le coloca dos, tres o cuatro rayas respectivamente, de tres a cinco mm de largo que crucen perpendicularmente a las líneas que representan los conductores y a una distancia no menor de 1 mm. entre sí, éstas indicaciones de rayas se colocan en varios puntos de la línea.

Encima de éstas rayas se coloca la indicación de la sección del conductor y la del tipo de canalización; si la canalización es de tubería, se indica el tipo de tubo y su diámetro.

Se pueden omitir la indicación del tipo de canalización y el diámetro del tubo si éste es de tipo metálico y de 1/2 pulgada. Dejando aclarado esto en una nota del mismo plano y en las especificaciones técnicas respectivas.

6.6.12. Dibujo de las líneas de circuito desde los tableros

Para evitar confusión de líneas se permite que las líneas de los circuitos se dibujen partiendo desde el tablero solo en el caso de instalaciones hasta de 5 circuitos.

En instalaciones de más de 5 circuitos, el extremo inicial de las líneas de los circuitos puede llegar sólo hasta cierta distancia del tablero en donde quede visible éste comienzo de circuito y al tablero del cual parte.

6.6.13. Cajas de derivaciones

Es obligatorio dibujar todas las cajas de derivaciones. También se deben dibujar en los planos las cajas de derivación en los terminales de la tubería que se dejan para alimentar aparatos especiales o para el caso de futuras ampliaciones.

Las cajas de derivación se representan por medio de un círculo de 2 a 4 mm de diámetro.

6.6.14. Interruptores

Se lo representa por medio de una "S" y los subíndices 2, 3, 4 según sean los efectos del interruptor.

6.6.15. Tomacorriente

Los tomacorrientes se dibujan con círculo de 3 a 5 mm., lo cuales deben ir junto a las líneas indicadoras de paredes o muros del edificio.

6.6.16. Lámparas

El signo que representa una lámpara se dibuja con un círculo de 3 a 5 mm. de diámetro; al lado del signo se coloca la potencia de la lámpara en vatios.

Si existen diferentes tipos de lámparas se puede seleccionar distintos símbolos para cada una de ellas para de ésta manera colocar su potencia en la leyenda del tablero como indicación general.

Las especificaciones técnicas sobre la forma de ejecutar la instalación en lo que se refiere a materiales a usarse, montaje de los tableros, sistema de sustentación de las lámparas, se deben escribir en hojas por separado y con la firma y registro del ingeniero proyectista.

7. INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA UN INSTALADOR ELECTRICISTA

7.1. Herramientas necesarias

Las herramientas necesarias para un instalador electricista son:

- Un juego de desarmadores planos de: 3 mm, 5 mm, 7 mm.
- Pinzas de electricista de 8 pulgadas (alicate).
- Pinzas de mecánico de 6 pulgadas (playo)
- Plomada
- Nivel de armazón metálico
- Martillo de bola de 2 lbs.
- Juego de barrena para concreto (raw-plug)
- Juego de barrena para madera de: 1 pulgada, 1 1/2 pulgada, 2 pulgadas.
- Dobladora para tubo metálico (E.M.T.) de: 1/2, 3/4, 1, 1 1/4 pulgada.
- Dobladora para tubo rígido (roscado) de: 3/4, 1, 1 1/4 pulgada.
- Arco de sierra con 2 hojas de repuesto.
- Cortador de tubo
- Escariador
- Cortador y expulsador de aislamiento de los conductores.
- Limatón redondo de 3/8 de pulgada

- Lima media caña de 8 pulgadas
- Ranco para prensa
- Prensa para tubos
- Llave de tubo de 12 pulgadas
- Llave regulable para tuerca de 12 pulgadas
- Un perforador para plancha metálica de hasta 1/16 de pulgada para diámetros de 1/2 hasta 2 pulgadas.
- Máquina cortadora de plancha para diámetros mayores de 2 pulgadas.
- Guía de acero (pescador)
- Tarraja para tubo
- Bote para lubricante de tipo mineral para ser utilizado en el momento de instalar los conductores dentro de la tubería.
- 25 o más metros de cordón delgado (piola de trompo de color obscuro).
- Voltímetro de aguja móvil e imán permanente.
- Amperímetro de tenaza
- Un megómetro

7.2. Procedimiento para realizar una instalación eléctrica empotrada

Para realizar una instalación eléctrica empotrada se debe proceder con orden y comenzar con:

- a) Proyecto

- b) Lista de materiales
- c) Presupuesto
- d) Lista de herramientas
- e) Instalación

Si procedemos en este orden nunca se tendrá que lamentar olvidos de última hora.

Cuando se ha entregado el plano arquitectónico completo (cortes, fachada y láminas de las diferentes plantas) se procederá a realizar el proyecto según técnicas establecidas para el diseño y antes de establecer el definitivo debe ponerse de acuerdo con el ingeniero de obra o directamente con el dueño, acerca de las necesidades extras que tendrá como son:

- a) Alumbrado interior
- b) Tomacorriente
- c) Tubería para teléfono
- d) Tubería para intercomunicación
- e) Tubería y salida de televisión
- f) Tubería y salida para alta fidelidad
- g) Tomacorrientes en el piso
- h) Salidas especiales
- i) Alumbrado de jardín
- j) Tomacorrientes controlados por interruptores
- k) Tomacorrientes polarizados

1) Interruptores de 3 y 4 vías

Una vez determinado todos los problemas que entraña la instalación se procede a efectuar una lista de materiales, - aumentando el valor de mano de obra que tienen que calcularse de acuerdo con el tiempo que se piensa va a demorar en realizar la instalación, sin descuidar lo siguiente:

- a) Gastos por concepto de traslado del personal
- b) Mano de obra del personal
- c) Gasto de diseño eléctrico
- d) Gastos por el tiempo de gestión ante la Empresa Electrica
- e) Imprevistos que nunca faltan

Nunca se debe dar un presupuesto de la obra hasta estar completamente seguro de que el precio que se va a dar cubre los anteriores gastos.

7.2.1. Procedimiento

Subir a la loza que se va a fundir y que desde luego ya se encuentra totalmente envarillada y acompañado del plano, se toman las medidas acerca de donde van a quedar las paredes e inmediatamente se procede a ubicar los centros de luz tomando también como referencia los ejes de las columnas cercanas a los centros.

En caso de que la caja no quede dentro de los cuadros formados por el hierro (cajonetas) sino que toque colocar la caja encima de una varilla, avisar al encargado de la obra y una vez conseguido su consentimiento se procede por medio de 2 dobladores de hierro a dar el doblez a la varilla, a fin de colocar la caja en el lugar preciso.

Antes de clavar definitivamente las cajas se conectan, mediante conectores, toda la tubería haciendo los dobleces o curvas necesarias a fin de llegar de una caja a otra, cuidando de que dichas curvas no sean mayores de 90° ya que al momento de pasar los conductores, la guía se atora en curvas demasiado cerradas.

Una vez conectada toda la tubería, por medio de conectores con sus respectivas tuercas, los tornillos de los conectores deben estar bien apretados y sus tuercas también, para luego levantar las cajas y poder llenar con papel húmedo, ésto se hace para que con la humedad se adhiera a toda la forma de la caja evitando con ésto que la mezcla del cemento se introduzca en ellas.

Terminada la operación anterior, se procede a

clavar definitivamente las cajas, procurando que no se hayan movido de su lugar original; los clavos deben ser de tamaño suficiente para poder traspasar la madera del encofrado.

Otro método consiste en observar todas las entradas que tienen cada una de las cajas de los centros de luz y según las direcciones de entrada de los tubos colocar los conectores con sus tuercas debidamente apretadas para así de esta manera poder llenarlas con papel húmedo con mayor facilidad y poder ubicarlas definitivamente en su punto previamente establecido.

La tubería se amarra al hierro por medio de alambre negro, recocido, para que no la muevan a la hora de vibrar la mezcla del hormigón, más aún si cuenta con vibrador eléctrico o accionado por motor de combustión interna (a gasolina).

Para unir la tubería por medio de uniones, éstas deben estar perfectamente acopladas para de esta manera evitar que:

- a) La mezcla de cemento se introduzca, tapándolas.
- b) Que en el momento en que pase la guía no se atore en la junta de ambos tubos.

Al cortar los tubos se debe tener cuidado de eliminar los filos (escariar) por medio de un escariador o en caso de no contar con éste con las pinzas o un limatón redondo.

Para el caso de bajadas a interruptores, se debe usar la barrena de madera para así agujerear ésta uniformemente y poder dejar la curva exactamente en la pared de la bajada, para que de esta manera en el momento de levantar las paredes el tubo no quede a la vista.

Si en un pasillo o ambiente grande, existen algunas cajas de centro de luz que tengan que estar alineadas, se procede de la siguiente manera:

Se toma un cordón de suficiente longitud, se coloca un clavo tomando como referencia la mitad de la primera caja, se coloca, así mismo, a la mitad de la última y se alinean las demás a sus respectivas medidas, procurando que el cordón pase por en medio de cada una.

Para la ubicación de tomacorrientes la tubería debe quedar en medio de las paredes o muros respectivos. En caso de muros se debe dejar ubicada también la caja rectangular la cual debe ir

sujeta mediante alambre o clavo a la madera del encofrado.

7.2.1.1. Ubicación de cajas en paredes

Deben ser hechas antes de ser levantadas las paredes mediante el siguiente proceso:

Consultar con el ingeniero de obra el espesor de enlucido que van a llevar las paredes, una vez establecido esto se tirará una piola desde el principio y fin de la pared a la medida del espesor definitivo establecido y se procederá a bajar la tubería en lo que se refiere a interruptores y a subirla en lo que se refiere a tomacorriente mediante unión entre tubo y tubo y conector entre tubo y caja, estas uniones y conectores deben estar sus tornillos y tuercas fuertemente apretados ya que es el único sistema de fijación para la caja.

Las cajas sean éstas rectangulares o cuadradas, en lo que se refiere a las rectangulares deben ir montadas a ras

de la piola y para las cajas cuadradas deben ir montadas unos 5 mm separadas de la piola. Este proceso tiene la ventaja de evitar picar las paredes lo cual a más de ahorrar tiempo se pueden evitar problemas con la obra civil (ranuras muy grandes o rompimiento total del bloque al picarlo). Si por mala coordinación con el ingeniero de obra se han levantado paredes el procedimiento a seguir es el siguiente:

Las ranuras deben ser hechas con martillo y cincel, procurando que tengan el ancho y profundidad continuo en la pared, de acuerdo con el diámetro del tubo que va a alojar; éste tiene que quedar completamente empotrado, pero antes así mismo se consultará con el ingeniero de obra sobre el espesor de enlucido que cubrirá la pared, para que la caja no quede muy enterrada y luego haya problema con los tornillos para sujetar los accesorios.

7.2.1.2. Instalación de los conductores

Terminando la ubicación de cajas se

procederá a pasar los conductores, se efectuarán conexiones y se guardarán los conductores en sus respectivas cajas, tapando a continuación las cajas, ya sea con papel en el caso de inte - ruptores o con sus propias tapas en el caso de centros de luz. Para evi - tar que albañiles y pintores los deterioren.

Una vez que los pintores hayan termi - nado su labor, con cuidado y con las manos limpias se procederá a colocar los diversos accesorios de la instalación, pasando después a las pruebas finales.

8. SEGURIDADES

8.1 La corriente eléctrica y el cuerpo humano

En este artículo se detallará las acciones nefastas de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano. Es muy cierto que la electricidad no es más peligrosa que el fuego o el agua; basta con tomar las precauciones indispensables y no exponerse indebidamente. Para ello precisa conocer el peligro y sus consecuencias.

Los accidentes debidos a la corriente eléctrica son con frecuencia mortales; algunas veces provoca trastornos bastante graves en el organismo, tales como quemaduras profundas, destrucción de los tejidos vivos por electrólisis del contenido de la célula, desarreglos del sistema nervioso, parálisis de los centros respiratorios y como consecuencia asfixia y parálisis del corazón.

La predisposición a todas estas perturbaciones varía con las personas, así como con el estado fisiológico y psíquico de cada una en el momento del accidente.

La corriente alterna de baja frecuencia (25 a 100 períodos por segundo), producen contracciones musculares que hacen sea imposible soltar un cable bajo tensión. Como el cuerpo humano es buen conductor, no puede pensarse en prestar auxilio a la persona accidentada intentando des-

prenderle las manos, sino que es absolutamente necesario, como prescriben los reglamentos, cortar la corriente.

La corriente alterna de alta frecuencia (más de 5,000 períodos), es mucho menos peligrosa porque se propaga simplemente por la capa externa de la piel y no llega a producir crispaciones.

Se ha determinado que la muerte puede ser causada por una intensidad de 0.05 amperios en corriente continua y de 0.025 amperios en corriente alterna de frecuencia comprendida entre 25 y 100 períodos. (Recordemos que la red generalmente es de 60 períodos).

¿Cuál es la resistencia del cuerpo humano? Varía evidentemente con los individuos y para una misma persona, según su estado. Si se mide entre las dos manos, callosas y secas, de varios obreros, la resistencia varía de 40,000 a 100,000 ohmios, mientras que entre las manos de un empleado de oficina, se estabiliza en los alrededores de los 5,000 ohmios.

Si las manos están húmedas, la resistencia disminuye muy sensiblemente a 1,000 ohmios. Podemos calcular cuales son las tensiones peligrosas en el caso más desfavorable (resistencia mínima de 1,000 ohmios). Para la corriente continua obtenemos:

$1.000 \text{ ohmios} \times 0.05 \text{ amperios} = 50 \text{ voltios}$

Para la corriente alterna:

$1.000 \text{ ohmios} \times 0.025 \text{ amperios} = 25 \text{ voltios}$

Habitualmente los casos mortales se producen cuando se tocan los dos hilos de un circuito bajo tensión o bien un hilo y la tierra.

Como conclusión hay que ser prudentes y no tocar jamás un hilo eléctrico aún caído a tierra, por si acaso está sometido a tensión.

Respetar siempre las placas "Peligro de muerte", colocadas en los sitios peligrosos. No deben maniobrarse los interruptores con las manos húmedas o teniendo cogido tubería de gas o de agua.

Las lámparas portátiles de taller o garaje son una causa de posibles accidentes y cuando se utilicen, deben tenerse siempre los pies muy secos. En todos los pequeños trabajos de reparación o de instalación debe siempre interrumpirse la corriente y no trabajar jamás sobre un mecanismo u órgano sometido a tensión.

8.1.2. Recomendaciones

Todo contacto con conductores eléctricos es peligroso y puede provocar, en determinadas condiciones, una electrocución.

En los sótanos, cocinas, cuartos de baño y en general en todo lugar donde el suelo esté húmedo o sea buen conductor de la electricidad, debe evitarse el empleo de lámparas portátiles y de una manera general de aparatos eléctricos móviles.

En todo caso, siempre debe tenerse cuidado en estos locales antes de tocar un conductor, una lámpara o un aparato eléctrico cualquiera, aislarse del suelo por medio de una alfombra, un taburete o una silla de madera.

Al tocar un conductor, lámpara o aparato eléctrico debe tenerse la precaución de no estar al mismo tiempo en contacto con piezas metálicas unidas a tierra como: llave de agua, tubería de gas, ni con el agua de un fregadero, de un lavabo o de una bañera.

8.2. Salvamento personal

8.2.1. Auxilios que deben prestarse a las personas víctimas de un contacto accidental con conductores eléctricos

Sustraer a la víctima lo más rápidamente posible de los efectos de la corriente, ajustándose rigurosamente a las prescripciones que se indican

a continuación para no exponerse personalmente al peligro. La humedad hace particularmente peligroso el salvamento.

- a. Primer caso.- Accidente sobrevenido en una instalación particular por contacto con los hilos, disyuntores, interruptores o los porta-lámparas.

Separar inmediatamente de la corriente a la víctima, con un bastón de madera o con lienzos secos, o mejor aún interrumpir la corriente mediante el interruptor general.

Si son imposibles estas operaciones, córtense los hilos conductores de uno y otro lado de la víctima, rodeándose las manos con guantes gruesos, trozos de tela o bien aislándose de tierra, por ejemplo, subiéndose sobre una silla.

En la ejecución de estas maniobras con los conductores eléctricos, debe operarse siempre con una sola mano.

- b. Segundo caso.- Accidente ocurrido en una distribución cualquiera, fuera de una instalación particular doméstica, por el contac-

to con un conductor.

Hay que apresurarse en conseguir que sea interrumpida con toda rapidez la corriente, avisando a la Empresa por teléfono o empleando el medio de locomoción más veloz de que se disponga. Si se encuentra en las proximidades algún agente de la Empresa de electricidad, hay que prevenirle al mismo tiempo.

No debe intervenir se antes de que la tensión sea suprimida. Mientras tanto se efectúa esta operación: Sepárese al público agolpado alrededor del accidente, en previsión de contactos inadvertidos o de nuevas caídas de hilos.

Llámesese a un médico.

Si la víctima está suspendida, hay que amortiguar preventivamente su caída disponiendo en el suelo colchones, pacas de paja, etc.

Prepárense los medios para llegar hasta la víctima, o alcanzarla (cuerdas, escaleras, etc.).

Tan pronto se recibe el aviso de haber sido interrumpida la corriente, sepárese de la víctima el hilo; en el caso de que esté suspendida

hay que elevarse hasta ella y bajarla al suelo.

8.2.2. Primeros auxilios en espera de la llegada del médico.

Dese a la víctima tan pronto haya sido sustraída a los efectos de la corriente, los cuidados que a continuación se indican, aun en el caso de que presente las apariencias de la muerte.

Transportar primeramente a la víctima a un local - ventilado, en el que no quede sino el menor número posible de personas que verdaderamente ayuden, apartando a todas las demás.

Aflojar las prendas de vestir y esforzarse con la mayor rapidez posible en restablecer la respiración y la circulación. Para conseguir lo primero debe recurrir a la respiración artificial.

Procúrese al mismo tiempo restablecer la circulación friccionando la superficie del cuerpo, flageando el tronco con las manos ó con toallas mojas, echándole de vez en cuando agua fría a la cara y haciendo respirar a la víctima amoníaco o vinagre.

8.2.3. Método de la respiración artificial

Acuéstese a la víctima sobre el vientre, con los brazos extendidos hacia adelante. El operador se pone de rodillas a caballo sobre la víctima de modo que pueda sentarse sobre las pantorrillas de ésta; extiende los brazos y coloque las manos abiertas en la espalda del sujeto al nivel de las últimas costillas, con los pulgares casi tocándose. Apoye progresivamente y con todo su peso sobre el tórax, para provocar la espiración. Al cesar la presión conservando no obstante las manos aplicadas se produce la inspiración por la elasticidad de los costados y del abdomen.

El operador reanuda las mismas presiones y continúa así a razón de unas 15 por minuto, reguladas por su propia respiración.

Estos movimientos deben ser repetidos hasta el restablecimiento de la respiración natural, lo cual puede requerir varias horas.

No se abandone nunca un electrocutado sin observar señales seguras de su muerte.

8.3. Medidas de protección contra los contactos directos

Son medidas preventivas para evitar el contacto con las par

tes activas normalmente en tensión. Pueden conseguirse:

- a) Por alejamiento
- b) Por medio de obstáculos
- c) Por aislamiento

8.4. Medidas de protección contra los contactos indirectos

Consiste en evitar los peligros de contacto a las personas con las masas normalmente aisladas de las partes activas, pero que pueden ponerse accidentalmente en tensión.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de analizar las normas e indicaciones anteriormente expuestas se concluye que:

1. Toda instalación eléctrica residencial que tenga una carga mayor a 2 KW, debe tener un diseño eléctrico, el cual debe llevar la firma de responsabilidad técnica de un ingeniero eléctrico.
- 2.- Las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales deben estar bajo la responsabilidad de profesionales.
- 3.- La mano de obra de las instalaciones eléctricas residenciales, comerciales e industriales deben ser efectuadas por personal calificado.
4. Todas las normas, tablas y figuras de éste manual deben en lo posible ser analizadas y puestas en práctica correctamente por todas las personas, sean estas técnicos o instaladores profesionales, que están en contacto continuo con la electricidad.
5. El Estado, y por su intermedio el organismo que corresponda, debe dar mayor impulso a las instituciones técnicas del país dotándolas de laboratorios de prueba, talleres para investigación de la maquinaria eléctrica, etc.

6. Se deben crear colegios técnicos nocturnos, dotados en igualdad de condiciones que los diurnos para de esta manera poder contar con una mayor cantidad de personal técnico capacitado.
7. Lo expuesto anteriormente es de primordial importancia, debido a que, la mano de obra para instalaciones eléctricas industriales es escasa a causa del proceso de industrialización del país.
8. El presente manual a medida que evolucione la técnica en las instalaciones eléctricas, debe ser actualizado por las instituciones respectivas.

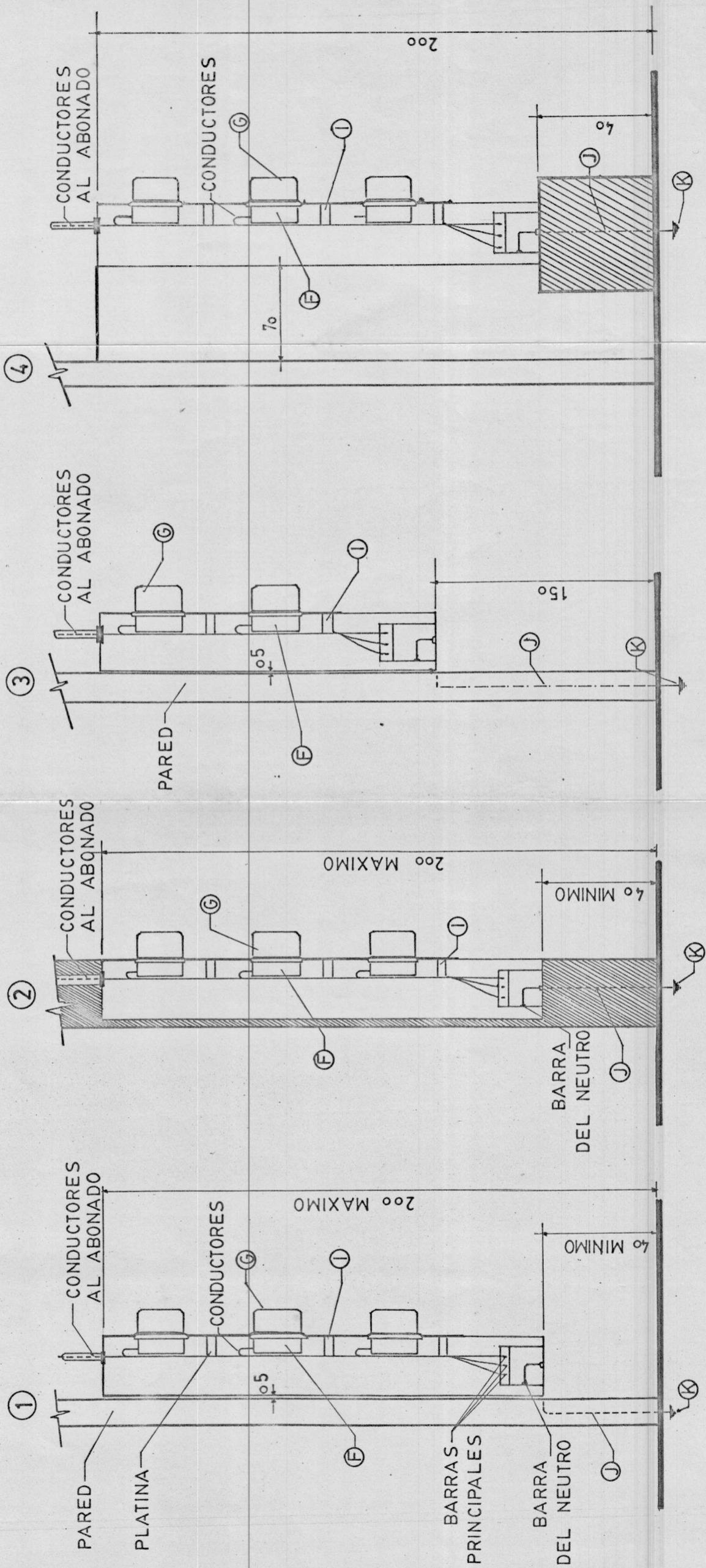
BIBLIOGRAFIA

- Código Eléctrico Nacional de los Estados Unidos de Norte América
- Manual de Normas y Criterios para Proyectos de Instalaciones Eléctricas.
República de Venezuela
Ministerio de Obras Públicas
- Enzo Mannella
Electrotécnico Proyectista
- Reglamento para Acometidas de Servicio Eléctrico
Empresa Eléctrica del Ecuador Inc.
Guayaquil
- Pedro Camarena M.
Oscar Schrader Camarena
Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales 12a. Impresión
- IBRETSON'S
Instalaciones Eléctricas
Teoría y Práctica 3a Impresión
- E. Bonnafous
Motores Eléctricos
Reparación y Bobinado 3a. Impresión



A.F. 141515

MONTAJE DE TABLEROS DE MEDIDORES

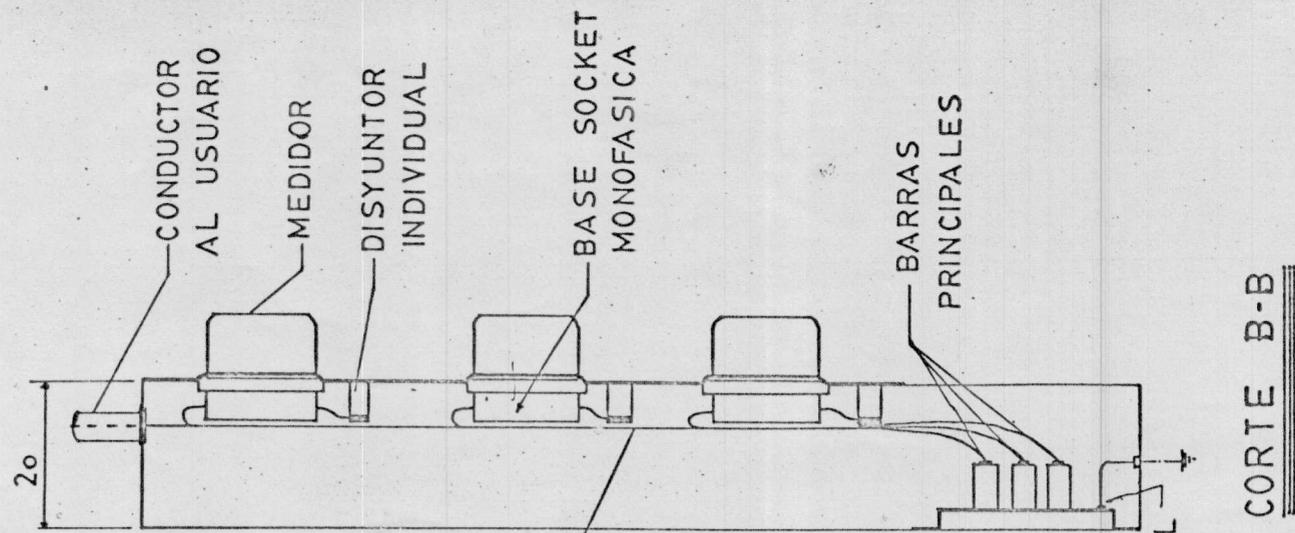
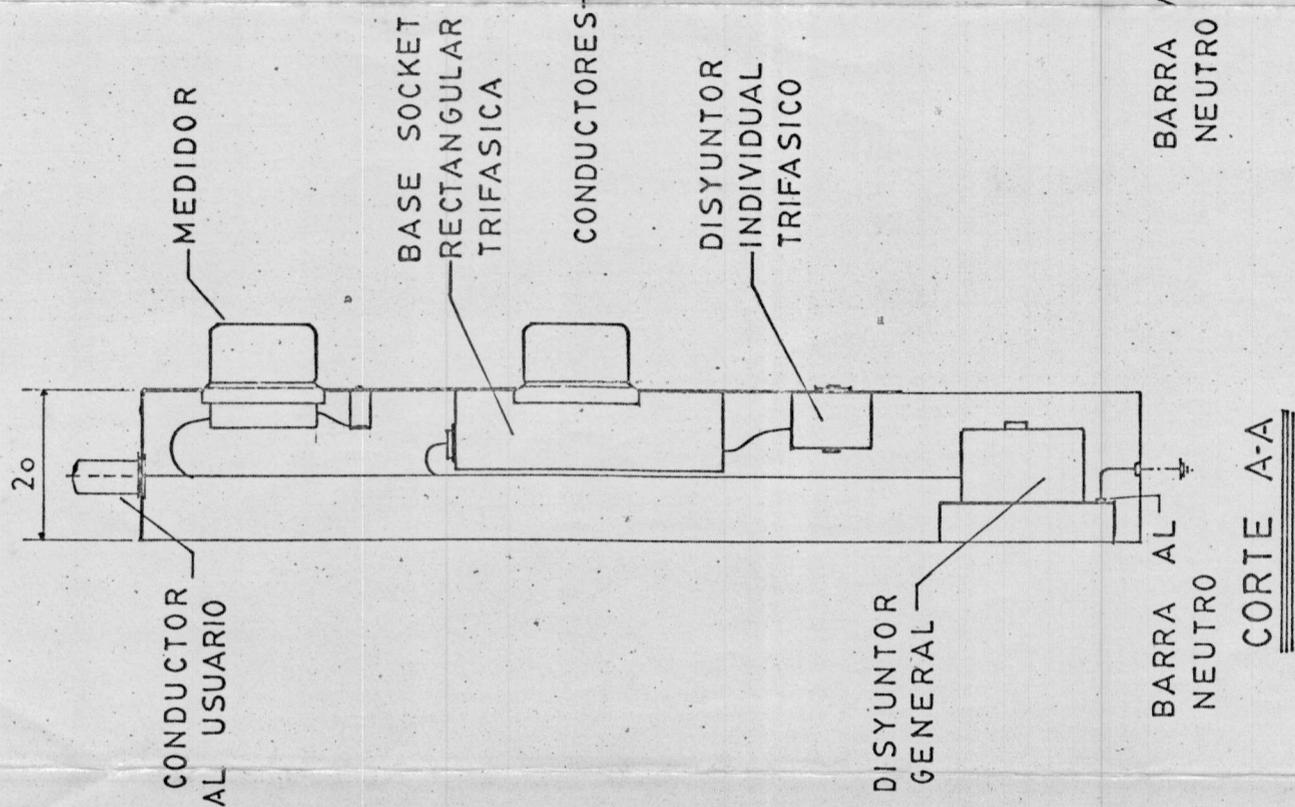
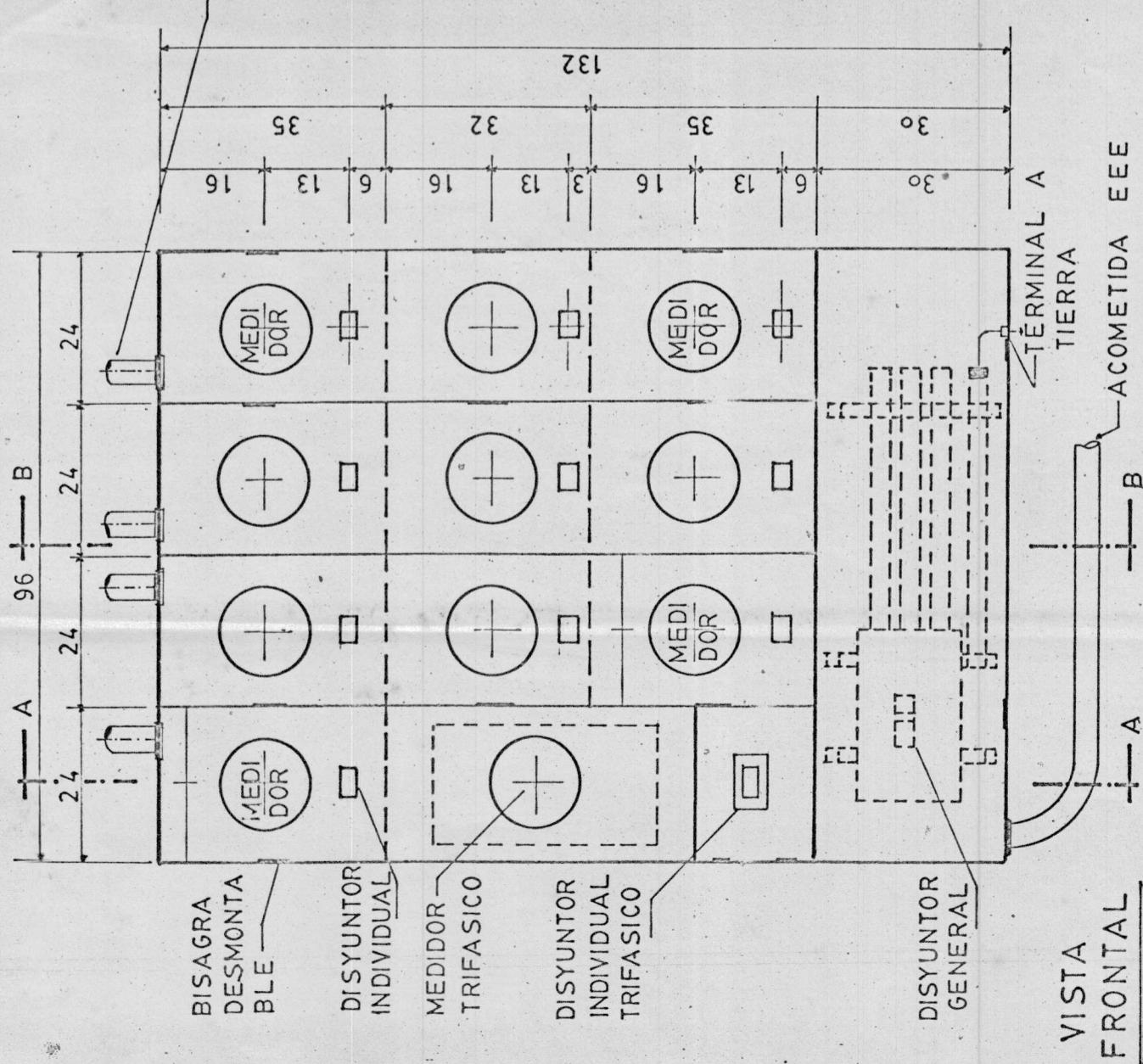


- (F) BASE SOCKET ANILLO
- (G) MEDIDOR
- (I) DISYUNTOR INTERRUPTOR AUTOMATICO
- (J) CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA
- (K) ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA

- EL TABLERO ES METALICO DE PLANCHA DE 1/16" DE ESPESOR MINIMO
- EL ABONADO SUMINISTRARA E INSTALARA EL TABLERO COMPLETO CON TODOS SUS EQUIPOS EXCEPTO (G) QUE LO HARA LA EMPRESA
- DIMENSIONES EN CENTIMETROS
- EL TABLERO DEBERA ESTAR BIEN SUJETADO PARA EVITAR SU CAIDA EJEMPLO (4)

FIGURA # 5

PANEL DE MEDIDORES TIPO " SOCKET "



VISTA FRONTAL

CORTE A-A

CORTE B-B

- NOTAS:
- EL TABLERO ES METALICO DE PLANCHA DE 1/16" DE ESPESOR MINIMO
 - EL ABONADO SUMINISTRARA E INSTALARA EL TABLERO COMPLETO CON TODOS SUS EQUIPOS EXCEPTO EL MEDIDOR QUE LO SUMINISTRARA E INSTALARA LA EMPRESA
 - DIMENSIONES EN CENTIMETROS