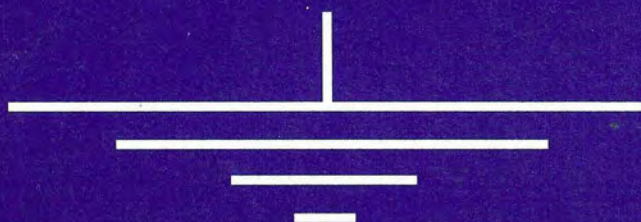


# INSTALACIONES ELECTRICAS PRACTICAS



**ING. BECERRIL L. DIEGO ONESIMO**

**12a EDICION**

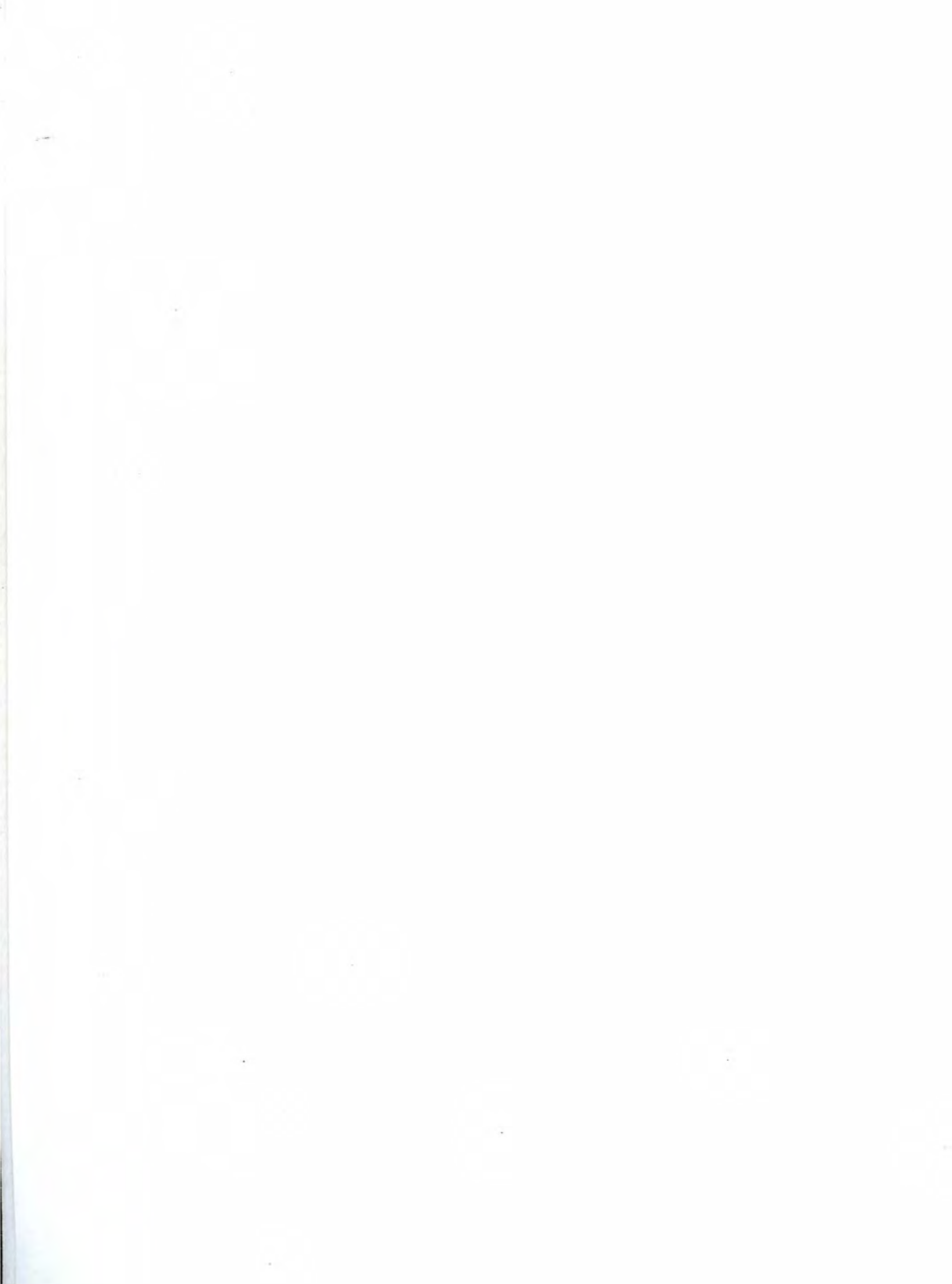
(CORREGIDA, AUMENTADA Y ACTUALIZADA)

**2005**

**DERECHOS RESERVADOS  
CONFORME A LA LEY**









INSTALACIONES  
ELECTRICAS  
PRACTICAS

Por el Ingeniero  
Becerril L. Diego Onésimo  
Profesor en la Escuela Superior  
de Ingeniería y Arquitectura del  
Instituto Politécnico Nacional

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS  
CONFORME A LA LEY

**NORTE 66-A No. 7924**  
**COL. S. DIAZ MIRON**  
**MEXICO, 07400 , D.F.**  
**TELF. 767-48-84**  
**775-24-88**

DATOS DEL AUTOR

ING. ELECTRICISTA E.S.I.M.E.-I.P.N.

CATEDRATICO EN LA ESCUELA  
SUPERIOR DE INGENIERIA Y-  
ARQUITECTURA E.S.I.A. - I.P.N.

EN LOS CURSOS DE:

INSTALACIONES ELECTRICAS

" HIDRAULICAS Y SANITARIAS

" DE GAS DOMESTICO Y COMERCIAL

PERITO EN OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

PERITO EN OBRAS E INSTALACIONES DE GAS L.P.

CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE  
OBRAS E INSTALACIONES:

ELECTRICAS

HIDRAULICAS

SANITARIAS

GAS L. P.

REFRIGERACION COMERCIAL

## PROLOGO

Conociendo los problemas que deberá afrontar el Estudiante de Ingeniería, trato de proporcionarle datos teóricos y prácticos, con los cuales pueda valerse para el proyecto, cálculo y ejecución de obras e instalaciones eléctricas sin establecer límites de las mismas en cuanto a magnitud e importancia, por lo cual, además de considerar los conceptos aquí vertidos, es recomendable observe obras en construcción para conocer en forma objetiva los materiales y cómo se trabajan.

Tomando como base que en la actualidad se dispone de poca literatura que satisfaga sus necesidades de consulta principalmente, hago hincapié que para la formación del presente libro, se tomaron datos de: LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM - 001 - SEDE - 1999, catálogos y folletos de materiales y marcas diversas, amén de incluir algunas de mis experiencias y que con el mejor de los deseos estoy incluyendo y trato de explicar al máximo para su mejor aprovechamiento, sin embargo, considerando la posibilidad de errores en los que pueda incurrir involuntariamente, acepto la crítica constructiva que es la mejor forma de superar este trabajo.

EL AUTOR



## INTRODUCCION

A pesar de estar desarrollada la presente obra con cierto apego a un programa específico de estudios, por su exposición - tan accesible puede serle de utilidad al Ingeniero, al Técnico, al Estudiante y al electricista práctico, pero es evidente que, quien se dedica a trabajos inherentes a esta especialidad, obtendrá mejores dividendos si ha reafirmado sus conocimientos básicos de Electricidad y Magnetismo, las leyes que rigen el comportamiento de esos fenómenos físicos en todas sus manifestaciones, así como sobre la técnica fundamental de las mediciones -- aplicables a tales casos.

Por tanto, se está omitiendo en obvio de tiempo y espacio un resumen de esos conceptos por considerarlo como una innecesaria repetición de temas, tratando en cambio de inmediato, su -- aplicación práctica dirigida fundamentalmente al caso específico de las INSTALACIONES ELECTRICAS.

### NOTA IMPORTANTE

Los cambios en los valores de la tabla No. 2 respecto a los factores de corrección por agrupamiento, obedecen a exigencias de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM - 001 - SEDE - 1999, los de la tabla No. 6, a que se ha sacado un promedio exacto y se han independizado los valores de la sección transversal de los conductores eléctricos con aislamientos tipo TW, THW y VINANEL 900, de los conductores eléctricos con aislamiento tipo VINANEL NYLON, además, en la solución de problemas numéricos, se incluye un factor de utilización menor del 100 % para evitar la instalación de conductores eléctricos de sección transversal mayor a la necesaria.

## CONTENIDO

CAP.		PAGS.
I	GENERALIDADES.- Definición de Instalación Eléctrica. Objetivos. Tipos de instalaciones eléctricas. Códigos y NORMA OFICIAL MEXICANA NOM - 001 - 1999. Carácter de la Norma. Aprobación Técnica de Materiales, Equipos y Proyectos Eléctricos. Tuberías y Canalizaciones.	1-16
II	CIRCUITOS FUNDAMENTALES.- Elemental. Ley de OHM, demostración numérica de la variación directa e inversamente proporcional de la corriente con respecto a los valores Tensión y Resistencia. Circuito Serie. Segunda Ley de KIRCHHOFF. Circuito Múltiple o Paralelo. Primera Ley de Kirchhoff. Características y aplicaciones de todos y cada uno.	17-22
III	SÍMBOLOS ELÉCTRICOS.- Símbolos empleados en las instalaciones eléctricas. Apagadores y Contactos, tipos, marcas y capacidades.	23-32
IV	DIAGRAMAS DE CONEXIÓN DE LAMPARAS INCANDESCENTES, APAGADORES Y CONTACTOS.- Diagramas de conexión en elevación de lámparas incandescentes controladas con apagadores de 2, 3 y 4 vías. Conexión de contactos. Aplicación práctica vista en planta de cada diagrama.	33-67
V	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.- Elección de fusibles e interruptores, tipos y capacidades. Interruptores de seguridad, tipos, usos. Descripción	



	de los diferentes tipos de caja según designación NEMA para los interruptores de seguridad. Vista física de los interruptores descritos, características y capacidades.	69-80
VI	CAJAS DE CONEXIÓN TIPO CONDULET.- Características generales. Usos.	81-88
VII	CONDUCTORES PARA INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSIÓN.- Definición. Los mejores conductores eléctricos y sus características. El circular mill, su equivalencia con el mm <sup>2</sup> . Tipos de aislamiento de uso común. Factores de corrección por temperatura y agrupamiento. Diámetros y áreas interiores de tubos conduit y ductos cuadrados. Caídas de tensión máximas permisibles, sección transversal de los conductores eléctricos, desnudos y con aislamiento.	89-114
VIII	CALCULO DE CONDUCTORES.- Conocimiento de las fórmulas correspondientes a los cuatro sistemas eléctricos, aplicables a las instalaciones en general. Cálculo de los conductores por corriente. Aplicación del factor de corrección por temperatura, del factor de corrección por agrupamiento y del factor de relleno. Cálculo del diámetro de las tuberías.	115-142
IX	CALCULO DEL CENTRO DE CARGA.- Ejemplos. Cálculo de conductores por corriente y por caída de tensión. Por el sistema exacto y por el sistema aproximado (sistema práctico).	143-158
X	CIRCUITOS DERIVADOS.- Definiciones.	



Objeto. Campo de aplicación. Cálculo de la carga. Carga total conectada. Demanda. Demanda contratada. Demanda máxima medida. Factor de demanda. Factor de carga. Instalación del usuario. Punto de entrega. 159-168

XI OBSERVACIONES GENERALES.- Tuberías para instalaciones eléctricas en general, para cables y cordones telefónicos. Capacidad media de aparatos eléctricos de uso común. Requisitos necesarios para la presentación de planos de baja tensión. Balanceo de fases. Contratación de servicio de energía eléctrica. Proyecto de una instalación eléctrica doméstica. Cuenta del material y presupuesto tipo. Número de registro de material eléctrico. 169-199

XII INSTALACIÓN ELECTRICA DE MOTORES.- Motores de corriente continua. Motores de corriente alterna. Arrancadores. Cuadros de carga y protecciones. Instalaciones industriales. Cuadros de cargas y protecciones. 201-218

XIII CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA.- Definición. Cargas resistivas. Cargas inductivas. Cargas capacitivas. Ejemplo. 219-227



## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### DEFINICION DE INSTALACION ELECTRICA

Se entiende por instalación eléctrica, al conjunto de tuberías cónduit o tuberías y canalizaciones de otro tipo y forma, cajas de conexión, registros, elementos de unión entre tuberías, y entre las tuberías y las cajas de conexión o los registros, conductores eléctricos, accesorios de control, accesorios de control y protección, etc., necesarios para conectar o interconectar una o varias fuentes o tomas de energía eléctrica con los receptores.

Los receptores de la energía eléctrica son de tan diversa índole, que tratando de englobarlos en forma rápida y sencilla, se puede decir que son los siguientes:

Todo tipo de lámparas, radios, televisores, refrigeradores, licuadoras, extractores, tostadores, aspiradoras, planchas, etc., es decir, todos los aparatos y equipos electrodomésticos, de oficinas, de comercios, aparatos y equipos de calefacción, de intercomunicación, señales luminosas, señales audibles, elevadores, montacargas, motores y equipos eléctricos en general.

### TUBERIAS Y CANALIZACIONES

Estos dos términos incluyen a todos los tipos de tuberías, ductos, charolas, trincheras, etc., que se utilizan para introducir, colocar o simplemente apoyar, los conductores eléctricos para protegerlos contra esfuerzos mecánicos y medios ambientes desfavorables como son los húmedos, corrosivos, oxidantes, explosivos, etc.

### TUBERIAS DE USO COMUN

- 1.- Tubo cónduit flexible de PVC, conocido generalmente como Tubo Cónduit Plástico no Rígido o también como manguera rosa.
- 2.- Tubo Cónduit flexible de acero
- 3.- Tubo Cónduit de acero esmaltado
  - a).- Pared delgada
  - b).- Pared gruesa
- 4.- Tubo Cónduit de acero galvanizado
  - a).- Pared delgada
  - b).- Pared gruesa
- 5.- Ducto cuadrado
- 6.- Tubo Cónduit de asbesto - cemento  
Clase A-3 y Clase A-5
- 7.- Tubos de albanal

### CARACTERISTICAS Y USOS

#### 1.- TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE PVC

Resistente a la corrosión, muy flexible, ligero, fácil de transportar, de cortar, precio bajo, mínima resistencia mecánica al aplastamiento y a la penetración. (SE COMPRA POR METRO).

Para cambios de dirección a 90° se dispone de codos, y para unir dos tramos de tubo se cuenta con coples, ambos del mismo material y de todas las medidas.

Este tipo de tuberías, generalmente se sujeta a las cajas de conexión introduciendo los extremos en los orificios que quedan al botar los CHIQUEADORES.

Su uso se ha generalizado en instalaciones en las que de --

preferencia la tubería deba ir ahogada en pisos, muros, losas, castillos, columnas, trabes, etc.

## 2.- TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE ACERO.

Fabricado a base de cintas de acero galvanizado y unidas entre sí a presión en forma helicoidal (SE COMPRA POR METRO).

Por su consistencia mecánica y notable flexibilidad, proporcionada por los anillos de acero en forma helicoidal, se utiliza en la conexión de motores eléctricos y en forma visible para amortiguar las vibraciones evitando se transmitan a las cajas de conexión y de éstas a las canalizaciones.

Se sujetan sus extremos a las cajas de conexión y a las tapas de conexiones de los motores, por medio de juegos de conectores rectos y curvos según se requiera.

## 3.- TUBO CONDUIT DE ACERO ESMALTADO.

PARED DELGADA.- Tiene demasiado delgada su pared, lo que impide se le pueda hacer cuerda.

La unión de tubo a tubo, se realiza por medio de coples sin cuerda interior que son sujetos solamente a presión, la unión de los tubos a las cajas de conexión se hace con juegos de conectores.

PARED GRUESA.- Su pared es lo suficientemente gruesa, trae de fábrica cuerda en ambos extremos y puede hacerse en obra --- cuando así se requiera.

Como la unión de tubo a tubo es con coples de cuerda interior y la unión de los tubos a las cajas de conexión es con juegos de contras y monitores, la continuidad mecánica de las canalizaciones es 100% efectiva.

En ambas presentaciones de pared delgada y pared gruesa, se

fabrica en TRAMOS de 3.05 m de longitud, para cambios de dirección a 90° se dispone de codos de todas las medidas.

USOS.- En lugares en los que no se expongan a altas temperaturas, humedad permanente, elementos oxidantes, corrosivos, -- etc.

#### 4.- TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO

a).- PARED DELGADA

b).- PARED GRUESA

En sus presentaciones de pared delgada y pared gruesa, reune las mismas características del tubo conduit de acero esmaltado en cuanto a espesor de paredes, longitud de los tramos, forma de unión y sujeción.

El galvanizado es por INMERSION, que le proporciona la protección necesaria para poder ser instalados en lugares o locales expuestos a humedad permanente, en locales con ambientes oxidantes o corrosivos, en contacto con aceites lubricantes, gasolinas, solventes, etc.

#### 5.- DUCTO CUADRADO

Este se fabrica para armarse por piezas como tramos rectos, codos, tees, adaptadores, cruces, reductores, colgadores, etc. -- (ver catálogos de los diferentes fabricantes según necesidades).

USOS - Como cabezales en grandes concentraciones de medidores e interruptores como en instalaciones eléctricas de departamentos, de comercios, de oficinas, etc.

También se utilizan con bastante frecuencia en instalaciones eléctricas industriales, en las que el número y calibre de los conductores son de consideración.

## 6.- TUBO CONDUIT DE ASBESTO- CEMENTO CLASE A- 3 y CLASE A-5

Se fabrican en tramos de 3.95 m., la unión entre tubos se realiza por medio de coples del mismo material con muescas interiores en donde se colocan los anillos de hule que sirven de empaques de sellamiento.

Para el acoplamiento entre tubos y coples a través de los anillos de sellamiento, hay necesidad de valerse de un lubricante especial.

USOS.- El uso de este tipo de tubería se ha generalizado en redes subterráneas, en acometidas de las Compañías suministradoras del servicio eléctrico a las subestaciones eléctricas de las edificaciones, etc.

Su clasificación A-3 y A-5, indica que soportan en condiciones normales de trabajo 3 y 5 atmósferas standar de presión, lo que explica la razón por la cual los clase A-7, se utilizan para redes de abastecimiento de agua potable.

## 7.- TUBERIA DE ALBAÑAL

El uso de este tipo de tuberías en las instalaciones eléctricas es mínimo, prácticamente sujeto a condiciones provisionales.

Se le utiliza principalmente en obras en proceso de construcción, procurando dar protección a conductores eléctricos (alimentadores generales, extensiones, etc.), para dentro de lo posible, evitar que los aislamientos permanescan en contacto directo con la humedad, con los demás materiales de la obra negra que pueden ocasionarles daño como el cemento, cal, gravas, arena, varillas, etc.

## CAJAS DE CONEXION

Esta designación incluye además de las cajas de conexión fa--

-bricadas exclusiyamente para las instalaciones eléctricas, algunas para instalación de teléfonos y los conocidos registros construidos en el piso.

Entre las cajas de conexión exclusivas para instalaciones --- eléctricas, podemos mencionar las siguientes:

- 1.- Cajas de conexión NEGRAS o de acero esmaltado.
- 2.- Cajas de conexión GALVANIZADAS
- 3.- Cajas de conexión de PVC, conocidas como cajas de co--- nexión plásticas.

#### FORMAS, DIMENSIONES Y USOS

##### 1.- CAJAS DE CONEXION TIPO CHALUPA

Son rectangulares de aproximadamente 6 x 10 cm. de base por - 38 mm. de profundidad.

USOS.- Para instalarse en ellas apagadores, contactos, botones de timbre, etc., cuando el número de estos dispositivos inter cambiables o una mezcla de ellos no exceda de TRES, aunque se - recomienda instalar sólo DOS, para facilitar su conexión y repo sición cuando se requiera.

Estas cajas de conexión CHALUPA, sólo tienen perforaciones - para hacer llegar a ellas tuberías de 13 mm. de diámetro, además- de ser las únicas que no tienen tapa del mismo material.

##### 2.- CAJAS DE CONEXION REDONDAS

Son en realidad cajas octogonales, bastante reducidas de di-- mensiones consecuentemente de área útil interior, de aproximada- mente 7.5 cm. de diámetro y 38 mm. de profundidad.

Se fabrican con una perforación por cada dos lados, una en el fondo y una que trae la tapa, todas para recibir tuberías de 13 - mm. de diámetro.



USOS.- Por sus reducidas dimensiones, son utilizadas generalmente cuando el número de tuberías, de conductores y de empalmes son mínimos, como es el caso de arbotantes en baños, en patios de servicio, etc.

### 3.- CAJAS DE CONEXION CUADRADAS

Se tienen de diferentes medidas y su clasificación es de --- acuerdo al mayor diámetro del o los tubos que pueden ser sujetos a ellas, es así como se conocen como cajas de conexión cuadradas de 13, 19, 25, 32 y 38 mm., etc.

#### a).- CAJAS DE CONEXION CUADRADAS DE 13 mm.

Cajas de 7.5 x 7.5 cm. de la base por 38 mm. de profundidad, con perforaciones tanto en los costados como en el fondo, para su jetar a ellas, únicamente tubos conduit de 13 mm. de diámetro.

#### b).- CAJAS DE CONEXION CUADRADAS DE 19 mm.

Tienen 10 x 10 cm. de base por 38 mm. de profundidad, con perforaciones alternadas para tuberías de 13 y 19 mm. de diámetro.

#### c).- CAJAS DE CONEXION CUADRADAS DE 25 mm.

De 12 x 12 cm. de base por 55 mm. de profundidad, con perforaciones alternadas para tuberías de 13, 19 y 25 mm. de diámetro.

Para tuberías de diámetros mayores, se cuenta con cajas de co nexión de 32, 38, 51 mm., etc., o bien cajas especiales dentro de las cuales se deben considerar los registros de distribución de - teléfonos cuyas medidas comunmente utilizadas son las de 20 x 20- cm. de base por 13 cm. de profundidad.

### CONDUCTORES ELECTRICOS

La parte correspondiente a conductores eléctricos, se trata en todo un capítulo completo, en consecuencia, sólo se puede adelantar que son los que sirven como elementos de unión entre las fuentes o tomas de energía eléctrica, como transformadores, líneas de distribución, interruptores, tableros de distribución, contactos, accesorios de control y los de control y protección con los receptores.

### ACCESORIOS DE CONTROL

Los accesorios de control pueden resumirse en forma por demás sencilla

1.- Apagadores sencillos, apagadores de 3 vías o de escalera, apagadores de 4 vías o de paso, etc.

2.- Caso secundario cuando por alguna circunstancia se tienen contactos controlados con apagador.

3.- En oficinas, comercios e industrias, además de los controles antes descritos, se dispone de los interruptores termomagnéticos (conocidos como pastillas), que se utilizan para controlar el alumbrado de medianas o grandes áreas a partir de los tableros.

4.- Las estaciones de botones para el control manual de motores, equipos y unidades completas.

5.- Interruptores de presión de todo tipo.

### ACCESORIOS DE CONTROL Y PROTECCION

Dentro de la amplia variedad de estos accesorios, se pueden considerar los de uso más frecuente:

1.- Interruptores (switches), que pueden ser abiertos o cerrados a voluntad de los interesados, además de proporcionar protec-

-ción por si sólo a través de los elementos fusibles cuando se presentan sobrecorrientes (sobre-cargas) peligrosas.

2.- Los interruptores termomagnéticos que, además de que suelen ser operados manualmente, proporcionan protección por sobrecargas en forma automática.

3.- Arrancadores a tensión plena y arrancadores a tensión-reducida, para el control manual o automático de motores, equipos y unidades complejas.

### OBJETIVOS DE UNA INSTALACION

Los objetivos a considerar en una instalación eléctrica, están de acuerdo al criterio de todas y cada una de las personas -- que intervienen en el proyecto, cálculo y ejecución de la obra, -- y de acuerdo además con las necesidades a cubrir, sin embargo, -- con el fin de dar margen a la iniciativa de todos y cada uno en particular, se enumeran sólo algunos tales como:

- 1.- Seguridad (contra accidentes e incendios)
- 2.- Eficiencia
- 3.- Economía
- 4.- Mantenimiento
- 5.- Distribución de elementos, aparatos, equipos, etc.
- 6.- Accesibilidad

**SEGURIDAD.-** La seguridad debe ser prevista desde todos los puntos de vista posibles, para operarios en industrias y para -- usuarios en casas habitación, oficinas, escuelas, etc., es decir, una instalación eléctrica bien planeada y mejor construida, con sus partes peligrosas protegidas aparte de colocadas en lugares -- adecuados, evita al máximo accidentes e incendios.

**EFICIENCIA.-** La eficiencia de una instalación eléctrica, -- está en relación directa a su construcción y acabado. La eficiencia de las lámparas, aparatos, motores, en fin, de todos los receptores de energía eléctrica es máxima, si a los mismos se les -- respetan sus datos de placa tales como tensión, frecuencia, etc. aparte de ser correctamente conectados.

**ECONOMIA.-** El ingeniero debe resolver este problema no sólo tomando en cuenta la inversión inicial en materiales y equipos, sino haciendo un estudio Técnico-Económico de la inversión -- inicial, pagos por consumo de energía eléctrica, gastos de operación y mantenimiento, así como la amortización de material y -- equipos.

Lo anterior implica en forma general, que lo conveniente -- es contar con materiales, equipos y mano de obra de buena calidad, salvo naturalmente los casos especiales de instalaciones -- eléctricas provisionales o de instalaciones eléctricas temporales.

**MANTENIMIENTO.-** El mantenimiento de una instalación eléctrica, debe efectuarse periódica y sistemáticamente, en forma -- principal realizar la limpieza y reposición de partes, renovación y cambio de equipos.

**DISTRIBUCION.-** Tratándose de equipos de iluminación, una -- buena distribución de ellos, redunda tanto en un buen aspecto, --

como en un nivel lumínico uniforme, a no ser que se trate de - iluminación localizada. Tratándose de motores y demás equipos, - la distribución de los mismos deberá dejar espacio libre para - operarios y circulación libre para el demás personal.

ACCESIBILIDAD.- Aunque el control de equipos de ilumina-- ción y motores está sujeto a las condiciones de los locales, -- siempre deben escogerse lugares de fácil acceso, procurando co- locarlos en forma tal, que al paso de personas no idóneas sean- operados involuntariamente.

### TIPOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS

Por razones que obedecen principalmente al tipo de cons-- trucciones en que se realizan, material utilizado en ellas, con-- diciones ambientales, trabajo a desarrollar en los locales de - que se trate y acabado de las mismas; se tienen diferentes ti-- pos de instalaciones eléctricas, a saber:

- 1.- Totalmente visibles
- 2.- Visibles entubadas
- 3.- Temporales
- 4.- Provisionales
- 5.- Parcialmente ocultas
- 6.- Ocultas
- 7.- A prueba de explosión

Para entender mejor en que radica la diferencia entre uno y otro tipo de instalación eléctrica, se da una breve explica-- ción de las características de todas y cada una de ellas.



### TOTALMENTE VISIBLES

Como su nombre lo indica, todas sus partes componentes se encuentran a la vista y sin protección en contra de esfuerzos mecánicos ni en contra del medio ambiente (seco, humedo, corrosivo, etc.).

### VISIBLES ENTUBADAS

Son instalaciones eléctricas realizadas así, debido a que por las estructuras de las construcciones y el material de los muros, es imposible ahogarlas, no así protegerlas contra esfuerzos mecánicos y contra el medio ambiente, con tuberías, cajas de conexión y dispositivos de unión, control y protección recomendables de acuerdo a cada caso particular.

### TEMPORALES

Son instalaciones eléctricas que se construyen para el aprovechamiento de la energía eléctrica por temporadas o períodos cortos de tiempo, tales son los casos de ferias, juegos mecánicos, exposiciones, servicios contratados para obras en proceso, etc.

### PROVISIONALES

Las instalaciones eléctricas provisionales, en realidad quedan incluidas en las temporales, salvo en los casos en que se realizan en instalaciones definitivas en operación, para hacer reparaciones o eliminar fallas principalmente en aquellas, en las cuales no se puede prescindir del servicio aún en un solo equipo, motor o local. Ejemplo, Fábricas con proceso continuo, Hospitales, Salas de espectáculos, Hoteles, etc.

### PARCIALMENTE OCULTAS

Se encuentran en accesorias grandes o fábricas, en las -- que parte del entubado está por pisos y muros y la restante por armaduras; también es muy común observarlas en edificios comerciales y de oficinas que tienen plafón falso. La parte oculta -- está en muros y columnas generalmente, y la parte superpuesta -- pero entubada en su totalidad es la que va entre las losas y el plafón falso para de ahí mediante cajas de conexión localizadas de antemano, se hagan las tomas necesarias.

### TOTALMENTE OCULTAS

Son las que se consideran de mejor acabado pues en ellas -- se busca tanto la mejor solución técnica así como el mejor aspecto estético posible, el que una vez terminada la instalación eléctrica, se complementa con la calidad de los dispositivos de control y protección que quedan sólo con el frente al exterior -- de los muros.

### A PRUEBA DE EXPLOSION

Se construyen principalmente en fábricas y laboratorios -- en donde se tienen ambientes corrosivos, polvos o gases explosivos, materias fácilmente inflamables, etc. En estas instalaciones, tanto las canalizaciones, como las partes de unión y las -- cajas de conexión quedan herméticamente cerradas para así, en -- caso de producirse un circuito-corto, la flama o chispa no salga al exterior, lo que viene a dar la seguridad de que jamás -- llegará a producirse una explosión por fallas en las instalaciones eléctricas.

Una vez conociendo que se entiende por instalación eléctrica, sus objetivos y tipos de instalaciones eléctricas, es necesario saber que existen códigos, reglamentos y disposiciones complementarias, que establecen los requisitos técnicos y de seguridad, para el proyecto y construcción de las mismas.

### CODIGOS Y REGLAMENTOS

En las instalaciones eléctricas de años atrás, cuando las canalizaciones no tenían la calidad y acabado para cumplir eficientemente su cometido, los conductores eléctricos no tenían el aislamiento adecuado para las condiciones de trabajo y ambiente; los elementos, dispositivos y accesorios de control y protección no eran inclusive de cierta uniformidad, aparte de tener un burdo acabado, daban como resultado lógico, instalaciones eléctricas de poca calidad, vida corta y fallas frecuentes, provocando así pérdidas materiales preferentemente por circuitos-cortos o en el peor de los casos por explosiones, al instalar materiales y equipos no adecuados para los diferentes medios y ambientes de trabajo, ya que, como es del dominio general, se pueden tener: - locales con ambiente húmedo, locales con ambiente seco, locales con polvos o gases explosivos, locales en donde se trabajan materias corrosivas o inflamables, etc.

Todo lo anterior hizo ver la necesidad de reglamentar desde la fabricación de materiales, equipos, protecciones, controles, etc., hasta donde y como emplearlos en cada caso.

Para la elaboración de dicho reglamento, fue necesario contar con las observaciones y experiencias realizadas por todos los sectores ligados al ramo tales como: Ingenieros, Técnicos, - Fabricantes y distribuidores de equipos y materiales eléctricos, contratistas, instaladores, etc.



Lo antes expuesto dio como resultado la elaboración del CODIGO NACIONAL ELECTRICO DE EE.UU. al cual se sujetan las instalaciones eléctricas hoy día en EE.UU. o a los Reglamentos particulares en cada país.

La aceptación y correcta aplicación del Reglamento en todos los casos, asegura salvaguardar los intereses de todos, pues se está evitando al máximo los riesgos que representa el uso de la electricidad bajo todas sus manifestaciones.

### REGLAMENTO DE OBRAS E INSTALACIONES ELECTRICAS

(NORMA OFICIAL MEXICANA NOM - 001 - SEDE - 1999)

La aplicación, interpretación y vigilancia de este Reglamento, es de la competencia de la Secretaría de Comercio a través de la Dirección General de Electricidad quien, además de hacer cumplir todo lo relacionado al mismo, está en absoluta libertad de agregar recomendaciones tales como: dimensiones de planos, escalas, símbolos a emplear, notas aclaratorias, etc.

### CARÁCTER DE LA NORMA

El carácter y aplicación de ésta es sólo para la República Mexicana y para los materiales, accesorios y equipos a instalar en el interior o exterior de edificios urbanos o rústicos. Contiene requisitos mínimos de observancia obligatoria y recomendaciones de conveniencia práctica, los que tienen por objeto prevenir riesgos y construcciones u operaciones defectuosas.

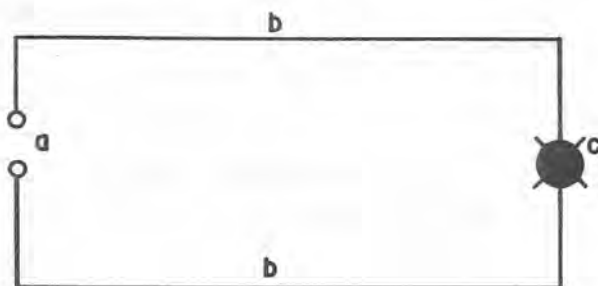
No es aplicable esta norma a instalaciones ni aparatos especiales de Barcos, Locomotoras, Carros de Ferrocarril, Automóviles, Aviones y en general a equipos de tracción y transporte.

La aprobación técnica de materiales, aparatos, accesorios de control y protección, así como los proyectos, la hace la Secretaría de Energía a través de la Dirección General de Electricidad, dando a los primeros las siglas S.C.-D.G.N. y su número de registro correspondiente, y a los proyectos su aprobación si cumplen con los requisitos técnicos y de seguridad.

## CAPITULO II

CIRCUITOS FUNDAMENTALES

Independientemente de que se trate de circuitos elementales o complejos, es la combinación de la fuente de energía, conductores eléctricos y accesorios de control y protección necesarios - para el correcto aprovechamiento de la energía por él o los aparatos receptores.

CIRCUITO ELEMENTAL

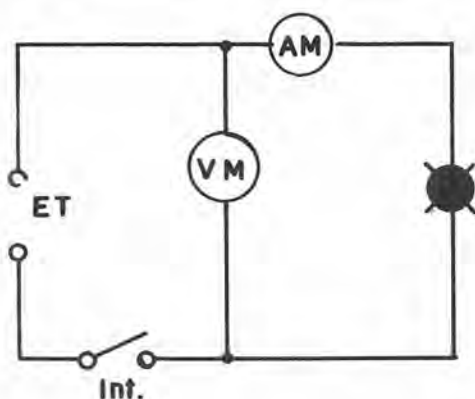
El circuito elemental mostrado en la figura, consta esencialmente de:

- a).- Fuente de energía
- b).- Conductores eléctricos
- c).- Receptor

Puede también indicarse como la existencia de:

- a).- Tensión (proporcionada por la fuente)
- b).- Corriente (que circula por los conductores)
- c).- Resistencia (de los propios conductores sumada a la resistencia interna del receptor).

El anterior no deja de ser circuito elemental, aún agregándole un Ampérmetro para medir la intensidad de corriente, un Vóltmetro para medir la tensión entre terminales y un Interruptor para abrir o cerrar el circuito, evitando con ello el hacer conexiones desconexiones tardadas e innecesarias.



EN LA FIGURA

AM - Ampérmetro

VM - Vóltmetro

ET - Tensión total aplicada

Int. Interruptor

Aprovechando el circuito elemental, haremos mención de la ley fundamental de la electricidad o LEY de OHM.

La INTENSIDAD DE CORRIENTE (I) en un circuito cerrado, varía directamente proporcional con la variación de la TENSION -- (E) e inversamente proporcional con la variación de la RESISTENCIA (R).

$$\text{FORMULA } I = \frac{E}{R} \text{ ----- Amperes} = \frac{\text{Volts}}{\text{Ohms}}$$

SUS VARIANTES

$$R = \frac{E}{I} \text{ ----- Ohms} = \frac{\text{Volts}}{\text{Amperes}}$$

$$E = RI \text{ ----- Volts} = \text{Ohms} \times \text{Amperes}$$

La variación de la INTENSIDAD DE CORRIENTE en forma directamente proporcional e inversamente proporcional con respecto a

los valores TENSION y RESISTENCIA, puede comprobarse fácilmente, si hacemos operaciones con valores experimentales y consideramos cargas puramente resistivas, aunque es válida para cargas inductivas si la resistencia (R) es substituída por la impedancia (Z).

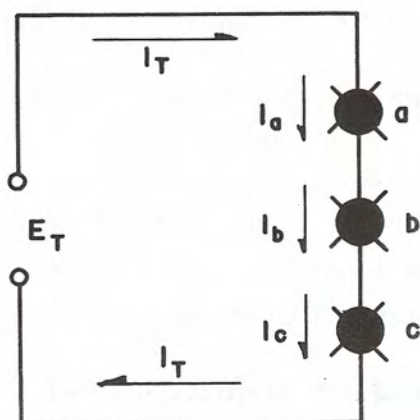
$$I = \frac{E}{R} = \frac{100}{10} = 10 \quad (\text{valores originales})$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{1000}{10} = 100 \quad (\text{variación directamente proporcional})$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{100}{100} = 1 \quad (\text{variación inversamente proporcional})$$

### CIRCUITO SERIE Y CIRCUITO PARALELO O MULTIPLE

#### CIRCUITO SERIE



$$I_T = I_a = I_b = I_c \quad - - - - - (1)$$

$$R_T = R_a + R_b + R_c \quad - - - - - (2)$$

$$E_T = E_a + E_b + E_c \quad - - - - - (3)$$

En la ecuación (3) del circuito serie, queda establecida la 2a. ley de KIRCHHOFF que a la letra dice:

## 4a. LEY DE KIRCHHOFF.

LA SUMA DE LAS CAIDAS DE TENSION O VOLTAJE EN UN CIRCUITO CERRADO, EQUIVALE A LA TENSION O VOLTAJE TOTAL APLICADO.

### CARACTERISTICAS

Como todos los receptores eléctricos ofrecen determinada resistencia al pasq de la corriente a través de ellos, reciben el nombre genérico de RESISTENCIAS, la figura anterior nos muestra en consecuencia tres resistencias en serie.

- 1.- Todos los receptores y conductores eléctricos, forman - una sola trayectoria por la que debe pasar la corriente, una interrupción en cualquier punto, abre el circuito, - sesando el flujo de corriente y obligando a ser simultá neo el control de todos los receptores.
- 2.- La corriente es la misma en todas las partes del circui to.
- 3.- La tensión total aplicada que impulsa a la corriente a través de todos los receptores en serie, es igual a la suma de las caídas de tensión en cada uno de ellos.
- 4.- Cada uno de los dispositivos del circuito, opone cierta resistencia al paso de la corriente, la resistencia to tal ofrecida por las tres resistencias, es igual a la - suma de ellas.

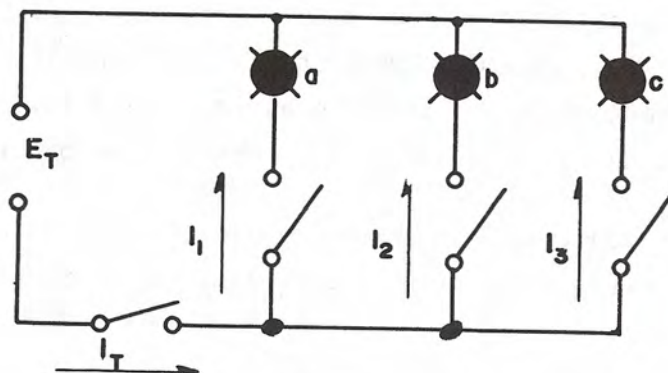
### APLICACIONES

Principalmente en Alumbrado público, series de Navidad, en casos especiales de a lumbrado de emergencia, etc.



## CIRCUITO PARALELO

## CIRCUITO MULTIPLE O PARALELO



$$E_T = E_a = E_b = E_c \quad \text{---} \quad (1)$$

$$I_T = I_a + I_b + I_c \quad \text{---} \quad (2)$$

$$R_T = \frac{I}{\frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c}} \quad \text{---} \quad (3)$$

En la ecuación (2) del circuito múltiple o paralelo, queda establecida la 1a. ley de KIRCHHOFF, que establece:

LA SUMA DE LAS CORRIENTES QUE ENTRAN A UN NODO O EMPALME - DE UN CIRCUITO, ES IGUAL A LA SUMA DE LAS CORRIENTES QUE SALEN.

## CARACTERISTICAS

- 1.- El control de los receptores puede ser individual o simultáneo.
- 2.- Todos los receptores están conectados a la misma tensión

- 3.- La corriente total del circuito, es igual a la suma de - todas las corrientes parciales.
- 4.- La resistencia total combinada de los receptores en paralelo, es siempre menor que la resistencia de cualquiera de ellos. Matemáticamente hablando, la resistencia total presentada por el circuito es igual a la inversa de la - suma de las inversas de las resistencias parciales.
- 5.- La intensidad de corriente que pasa por cada receptor, - es inversamente proporcional al valor de su resistencia.

#### APLICACIONES

En más del 90% de las instalaciones eléctricas.



## CAPITULO III

SIMBOLOS ELECTRICOS

Para la fácil interpretación de diagramas así como de proyectos eléctricos, se emplean símbolos, de los cuales existe una gran diversidad, lo que en ocasiones hace necesario se indique delante de ellos en forma clara lo que significan; los más usuales son los siguientes:



Salida incandescente de centro (si no se especifica, Compañía de Luz y C.F.E. la consideran de 125 W).



Salida incandescente de centro (especificar tipo y Watts).



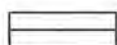
Salida a spot (75 W).



Salida incandescente de vigilancia (especificar tipo y Watts).



Salida incandescente de centro con pantalla tipo RLM (especificar Watts).



Lámpara fluorescente tipo SLIM LINE de 2 x 74 W (200 W).



Lámpara fluorescente de 2 x 40 W (100 W), 2 x 20 (50 W), etc., en todas se especifica tipo y medidas a escala.



Equipo incandescente cuadrado (se indican medidas exteriores, la potencia en Watts del o de los focos y si es de empotrar o de sobreponer).



Arbotante incandescente interior (especificar Watts).



Arbotante incandescente intemperie (especificar Watts).



Arbotante fluorescente interior (especificar tipo y Watts).



Arbotante fluorescente intemperie (especificar tipo y Watts).



Apagador polarizado sencillo.



Dos apagadores polarizados sencillos en una caja de conexión.



Apagador polarizado de 3 vías o de escalera.



Dos apagadores polarizados de 3 vías o de escalera en una caja de conexión.



Apagador polarizado de 4 vías o de paso.



Contacto polarizado sencillo en muro de áreas o locales con pisos y muros secos (para viviendas considerar 180 Watts/contacto; en oficinas, comercios, espectáculos, etc., 300 Watts/contacto y en instalaciones industriales 800 Watts/contacto). Para cuando el número de contactos es notable, es válido considerar 2 contactos por cada 4, en virtud de la simultaneidad de servicio.

2①①

Dos contactos polarizados sencillos en muro de áreas o locales secos en una caja de conexión (hasta 3 en una caja de conexión, se consideran como mínimo la carga de uno o sean 180 Watts).

①

Contacto polarizado sencillo en muro de locales o áreas con pisos y muros húmedos (cocinas, baños, cuartos de lavado y planchado, etc.), en donde es usual conectar aparatos de 3 Amperes o más, considerar un mínimo de 250 Watts.

2①①

Dos contactos polarizados sencillos en muro en una caja de conexión, en locales o áreas con pisos y muros húmedos (se considera como mínimo la carga de uno o sean 250 Watts). Si el número de contactos dobles también es notable, se consideran 2 por cada 4.

①

Contacto polarizado sencillo en muro (en viviendas para conectar lavadora sencilla, se considera una carga mínima de 500 Watts).

①①

Contacto polarizado sencillo en piso.

①

Contacto polarizado trifásico en muro.

①①

Contacto polarizado trifásico en piso.

⊙

Botón de timbre.



Timbre o sumbador.



Campana.



Transformador de timbre.



Cuadro indicador.



Llamador de enfermos.



Llamador de enfermos con piloto.



Ventilador.



Tablero de portero eléctrico.



Teléfono de portero eléctrico.



Salida especial para antena de televisión.



Registro en muro o losa.



Teléfono directo.



Teléfono extensión.



Teléfono de conmutador.



Registro teléfonos.



Alarma.



Incendio.




Batería.




Generador de corriente alterna.





Generador de corriente continua.

 Motor de corriente alterna.

 Motor de corriente continua.


 Ampérmetro.


 Vóltmetro.


 Wáttmetro.

 Línea por muros y losas.

 Línea por piso.

 Tubería para teléfonos.

 Interruptor.

 Tablero general.



Tablero de distribución de fuerza.



Tablero de distribución de alumbrado y contactos.



Acometida Cía. Suministradora de energía.



Medidor Cía. Suministradora de energía.



Sube tubería (se indica diámetro y No. de conductores así como los calibres).



Baja tubería IDEM.



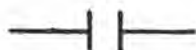
Bomba.



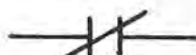
Conexión de puesta a tierra.



## CONTACTOS



Contacto normalmente abierto.- Usado en -  
arrancadores para motores, relevadores y  
equipos de control.



Contacto normalmente cerrado.- Usado en -  
arrancadores para motores, relevadores y  
equipos de control.

## ESTACIONES DE BOTONES



Botón de arranque de contacto momentáneo-  
(al empujar el botón se cierra el circui-  
to).



Botón de paro de contacto momentáneo (al-  
empujarlo se abre el circuito).

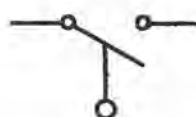
## INTERRUPTORES



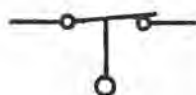
Interruptor termomagnético



Interruptor de presión para flotador, en-  
posición de abierto hacia arriba (cuando  
el tinaco o tanque elevado está lleno).



Interruptor de presión para flotador, en  
posición de abierto hacia abajo (cuando -  
el tanque bajo o cisterna no tiene agua).



Interruptor de presión para flotador, en-  
posición de cerrado hacia abajo (cuando -  
en el tinaco o tanque elevado no hay agua)





Interruptor de presión para flotador, en posición de cerrado hacia arriba (cuando en el tanque bajo o cisterna se tiene -- agua).

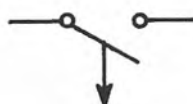
## CONTACTOS DE ACCION RETARDADA



Normalmente abierto, cuando la bobina está energizada.



Normalmente cerrado, cuando la bobina está energizada.



Normalmente abierto, cuando la bobina está desenergizada.

## APAGADORES Y CONTACTOS

En lo tocante a apagadores y contactos, se pueden clasificar en dos grandes grupos. FIJOS e INTERCAMBIABLES pero cabe hacer notar que se tienen de diversas marcas y capacidades.

En el tipo intercambiable, se tienen para interior, para intemperie, a prueba de humedad, a prueba de explosión, etc.

## APAGADORES SENCILLOS

<u>MARCA</u>	<u>TENSION</u>	<u>CAPACIDAD</u>
QUINZAÑOS	127 Volts	15 Amperes
ARROW-HART	127 "	15 "
ARROW-HART	127 "	10 "
OTESA	125 "	10 "

<u>MARCA</u>	<u>TENSION</u>	<u>CAPACIDAD</u>
EAGLE	250 Volts	5 Amperes
EAGLE	125 "	10 "
ROYER	127 "	10 "
I.U.S.A.	125 "	10 "

### CONTACTOS SENCILLOS

<u>MARCA</u>	<u>TENSION</u>	<u>CAPACIDAD</u>
QUINZAÑOS	125 Volts	15 Amperes
ARROW-HART	250 "	15 "
ARROW-HART	250 "	10 "
OTESA	125 "	15 "
OTESA	125 "	10 "
EAGLE	250 "	5 "
EAGLE	125 "	10 "
ROYER	127 "	10 "
I.U.S.A.	250 "	5 "
I.U.S.A.	125 "	10 "

Las anteriores, sólo son unas de tantas marcas conocidas de apagadores y contactos, pues en el mercado se tienen bastantes - ya sean del tipo común, tipo industrial, para intemperie, etc.

## CAPITULO IV

DIAGRAMAS DE CONEXION DE LAMPARAS INCANDESCENTES,  
APAGADORES Y CONTACTOS

Para simplificar al máximo los diagramas de conexión de -- lámparas con apagadores y contactos, se indicarán algunas de -- las combinaciones más comunes en 127.5 Volts (conocida generalmente como una tensión de 110 Volts), además, por comodidad al alambrado se cambiarán radicalmente los símbolos de apagadores y contactos sin olvidar que los usuales son los indicados anteriormente.



Apagador sencillo.



Apagador de tres vías o de escalera.



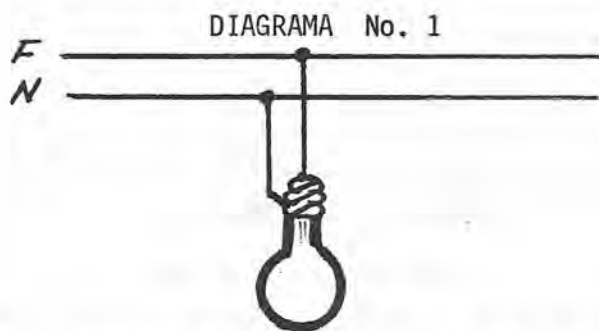
Apagador de cuatro vías o de escalera.



Contacto sencillo en muro.

Aclarando el cambio de símbolo de los apagadores y contactos procedamos a hacer la conexión más sencilla, la de una lámpara incandescente directa a la línea de 127.5 Volts (a la fase y neutro).

En el diagrama No.1, se está prescindiendo del portalámparas (Soquet) para marcar en forma más clara, en qué partes deben hacer contacto tanto el neutro como la fase.



La fase siempre debe ir a la parte alta del casquillo (punto central) y el neutro al casquillo, con lo anterior se evita - que al aflojar la lámpara, la persona toque accidentalmente el - hilo de corriente al hacer contacto con la parte roscada siendo- ello peligroso, máxime si se está sobre parte húmeda o buena con- ductora de la electricidad.

Para los siguientes diagramas, las lámparas incandescentes se dibujarán directamente debajo de las cajas de conexión (cuadrados o rectángulos punteados) de las que se suponen están sus- pendidas, se encerrarán en un pequeño círculo el número de con- ductores que deban ir por cada tubería.

Para mostrar en forma clara y objetiva la conexión de lám- paras incandescentes (focos) controladas con apagadores sencillos o de DOS vías, de escalera o de TRES vías y de paso o de CUATRO- vías, así como la de contactos sencillos en muros, por cada uno- de los primeros diagramas en elevación, se indica en planta y -- con la simbología reglamentada, una de varias posibles aplicacio- nes prácticas.

Respecto a la posición de las cajas de conexión en que se- deban instalar apagadores y contactos, hay necesidad de hacer -- hincapié en lo siguiente:

La altura de los apagadores en forma general, se ha esta--

blecido para comodidad de su operación entre 1.20 y 1.35m. Sobre el nivel del piso terminado.

La altura de las cajas de conexión en las que se deban instalar solo contactos, está sujeta a las características de los locales, es así como se tienen TRES alturas promedio con respecto al nivel del piso terminado.

#### 1.- EN AREAS O LOCALES SECOS.

En áreas o locales secos como salas, comedores, recámaras, cuartos de costura, salones de juego, pasillos, salas de exposición, bibliotecas, oficinas, salas de belleza, salas de televisión y lugares similares, la altura de los contactos debe ser entre 30 y 50 cm. con respecto al nivel del piso terminado, logrando con ello ocultar las extensiones de los aparatos eléctricos, electrónicos, lámparas de pie, lámparas de buró, etc., conectados en forma temporal o definitiva.

#### 2.- EN LOCALES O AREAS CON PISOS Y MUROS HUMEDOS.

En locales o áreas con pisos y muros húmedos como lo son cocinas, baños, cuartos de lavado y planchado, etc., se debe disponer de DOS alturas promedio para la localización de los contactos con respecto al nivel del piso terminado, originadas ambas por el servicio específico al que se destinen y para evitar en lo posible la humedad en las cajas de conexión, consecuentemente en los contactos en si, lo que los dañaría considerablemente ocasionando oxidaciones en las partes metálicas y un envejecimiento rápido reduciéndoles su vida útil.

##### A.- EN BAÑOS.

En los baños en general, es recomendable instalar apagadores y contactos a la misma altura y de ser posible en las mismas cajas de conexión.



**B.- EN COCINAS.**

En cocinas, principalmente en aquellas de construcciones económicas que se les conoce como de interés social, es común disponer de sólo un contacto y éste, instalado en la misma caja de conexión en donde se localiza el o los apagadores.

Cuando se dispone de un máximo de DOS contactos, en cocinas que pueden ser amplias pero en las que se esté previendo disponer de un mínimo de aparatos eléctricos, se localizan a la misma altura, como consecuencia de que los dos contactos van a prestar un servicio múltiple.

En cocinas de casas habitación con todos los servicios y residencias en general, es aconsejable instalar los contactos a DOS diferentes alturas con respecto al nivel del piso terminado.

a).- Unos contactos a la misma altura que los apagadores inclusive en las mismas cajas de conexión, para prestar servicio múltiple a aparatos eléctricos portátiles como licuadoras, extractores, batidoras, tostadores de pan, etc.

b).- Otros contactos deben localizarse aproximadamente entre 70 y 90 cm. con respecto al nivel del piso terminado, altura que se considera ideal para ocultar la extensión de los aparatos eléctricos fijos como estufas, hornos, lavadoras de loza, etc.

Como se supone que hasta ahora se desconoce la denominación de los conductores eléctricos por su calibre, al especificar el número de conductores por cada tramo de tubería, se indicarán de la siguiente forma:

N Significará el hilo neutro.

F Significará el hilo de corriente o de fase.

R Significará el hilo de retorno o de regreso.

P Significará el hilo de puente o puente común.

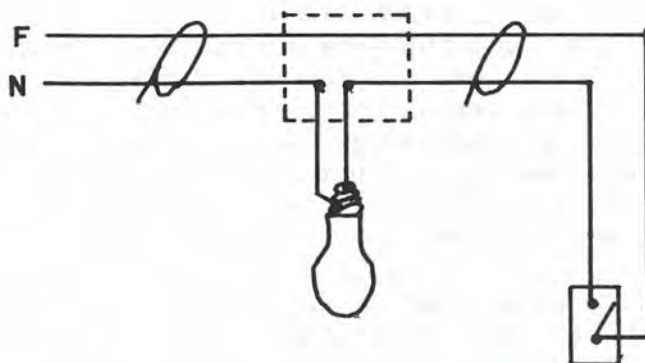


NOTAS IMPORTANTES:

1.- no obstante que la Norma Oficial establece el uso obligatorio del conductor o hilo a tierra en todas las Instalaciones Eléctricas, en los siguientes "DIAGRAMAS ILUSTRATIVOS", se prescinde de dicho conductor, tratando de presentarlos en una forma por demás sencilla, sin embargo, en los dos proyectos desarrollados en el capítulo correspondiente se considera, indicándose en todas las canalizaciones como un conductor desnudo de calibre #12 (1-12d), ya que el calibre del hilo a tierra debe ser uno menor que el mayor alojado en la canalización.

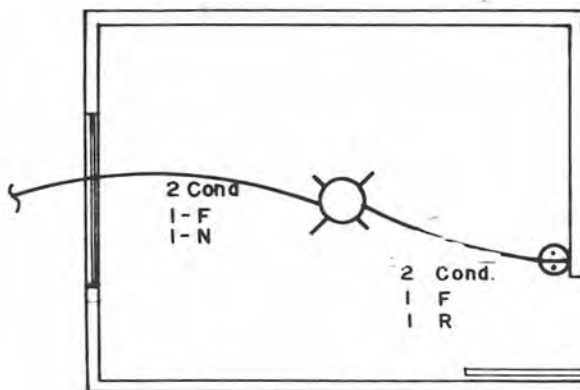
2.- En los proyectos a que se hace alusión y con estricto apego a LA NORMA, se consideran circuitos derivados para alumbrado y contactos para Instalaciones Eléctricas de viviendas, con una carga no mayor a 1,500 Watts.

DIAGRAMA No. 2

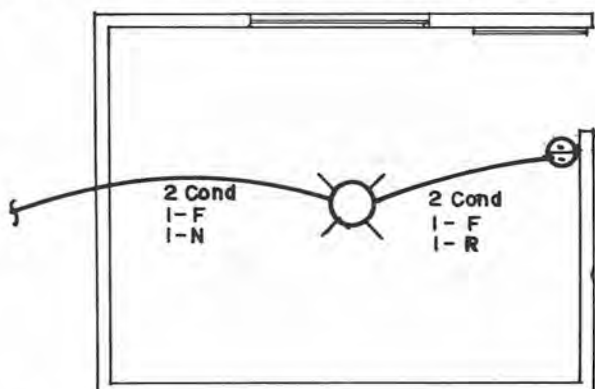


Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un -  
apagador sencillo, indicando la llegada de la línea por el lado-  
izquierdo.

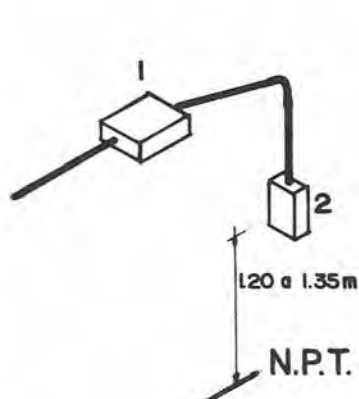
APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA No. 2



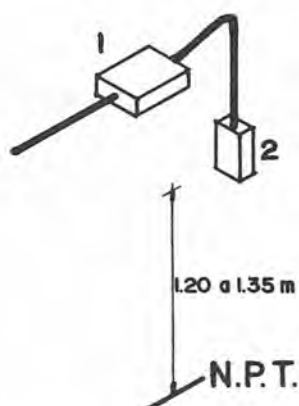
# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 2



VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



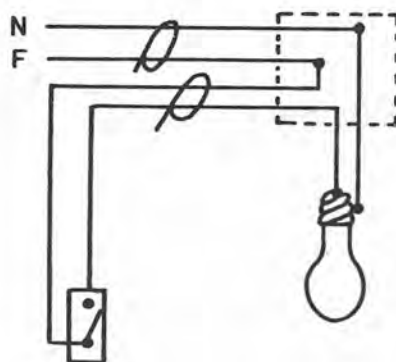
SOLUCION No. 1



SOLUCION No. 2

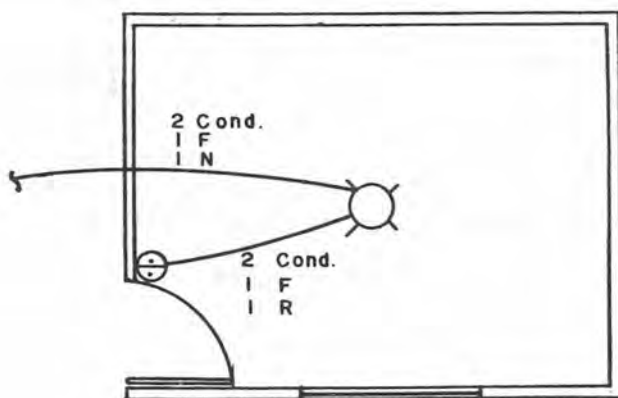
- 1 Cajas de conexión redondas de 13 mm. con tapa o cajas de conexión cuadradas de 13 mm. con tapa.
- 2 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

## DIAGRAMA No. 3

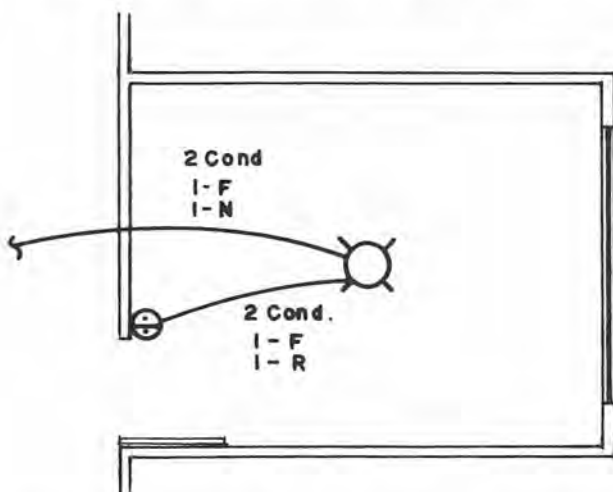


Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un -  
apagador sencillo, indicando llegada de la línea.

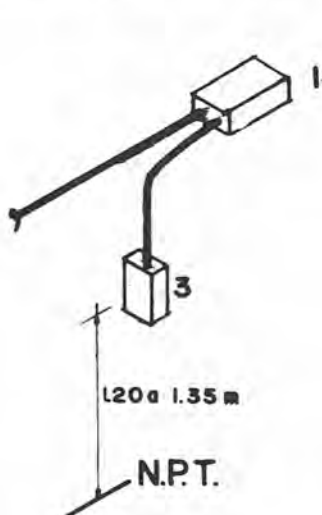
## APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA



# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 3

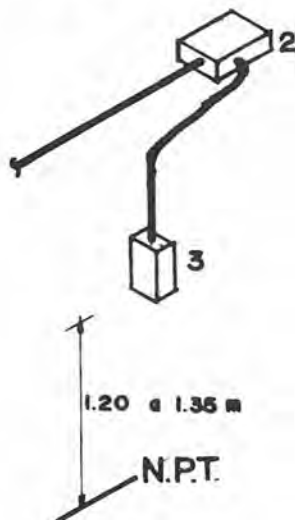


## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



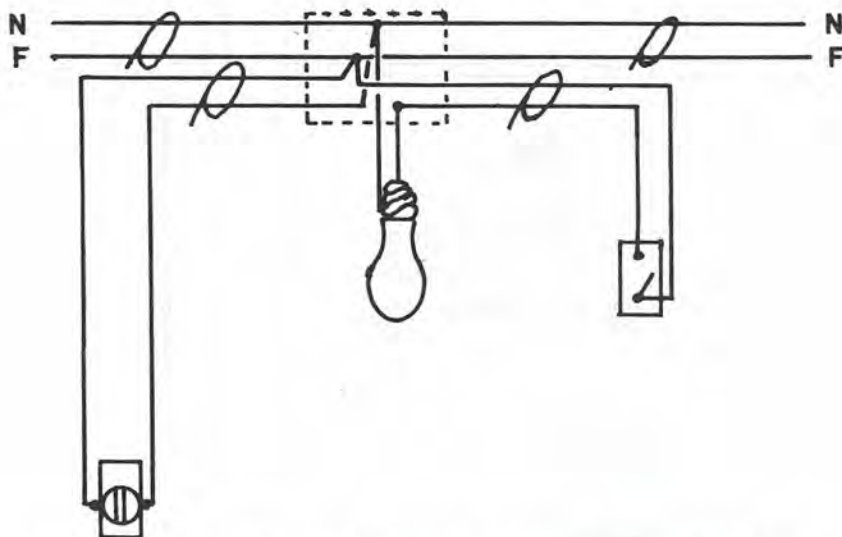
### SOLUCION No. 1

- 1 Caja de conexión cuadrada de 19 mm. con tapa.
- 2 Caja de conexión REDONDA DE 13 mm. con tapa o,  
Caja de conexión CUADRADA DE 13 mm. con tapa
- 3 Cajas de conexión tipo "CHALUPA".



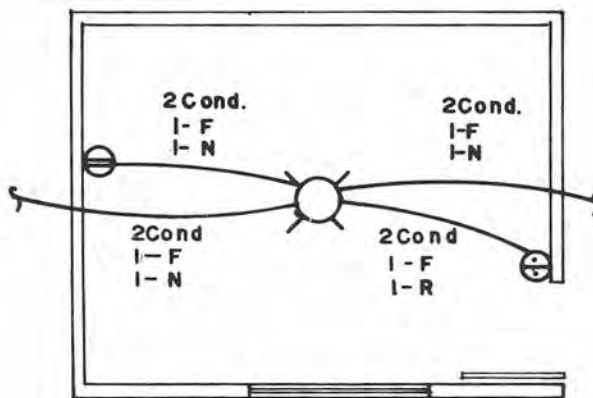
### SOLUCION No. 2

DIAGRAMA No. 4



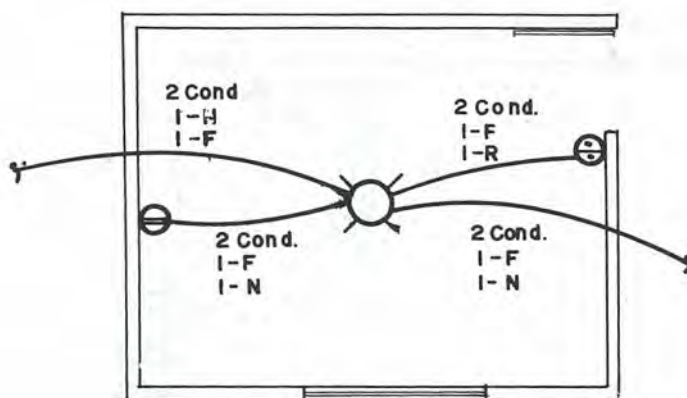
Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un apagador sencillo y un contacto sencillo al extremo contrario del apagador, indicando llegada y continuación de la línea.

APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA No. 4

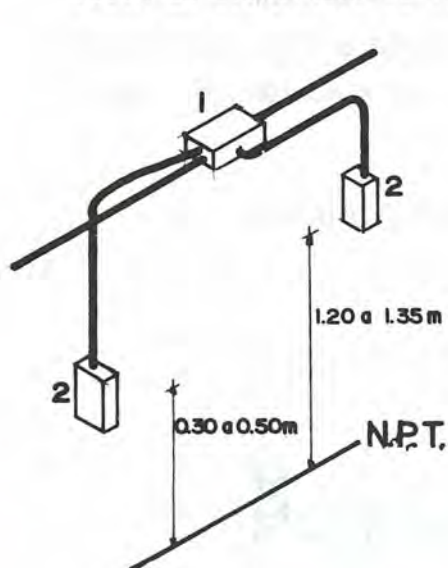




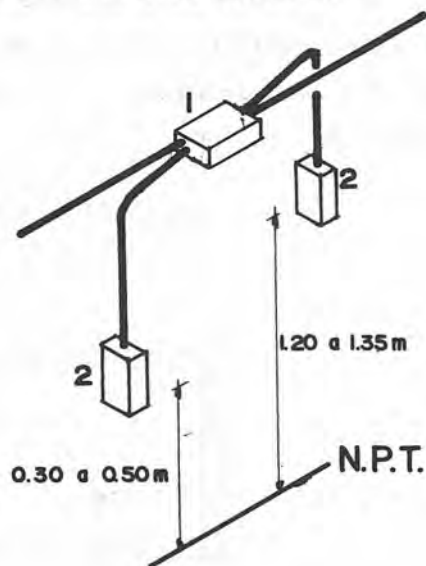
# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 4



## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



SOLUCION No. 1

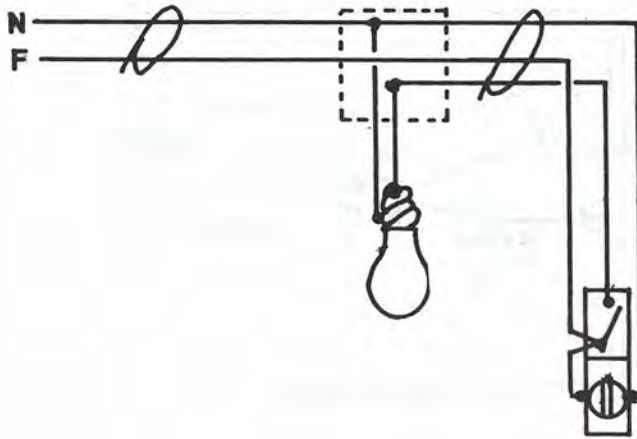


SOLUCION No. 2

1 Cajas de conexión cuadradas de 19 mm. con tapa.

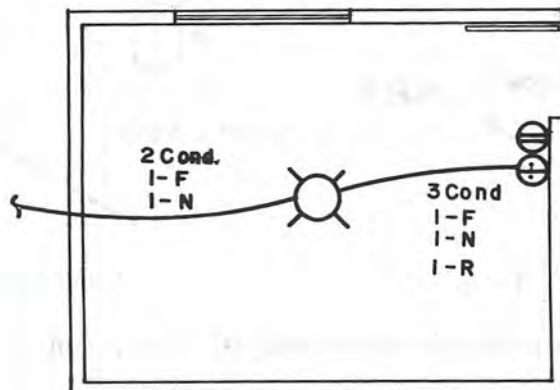
2 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

DIAGRAMA No. 5

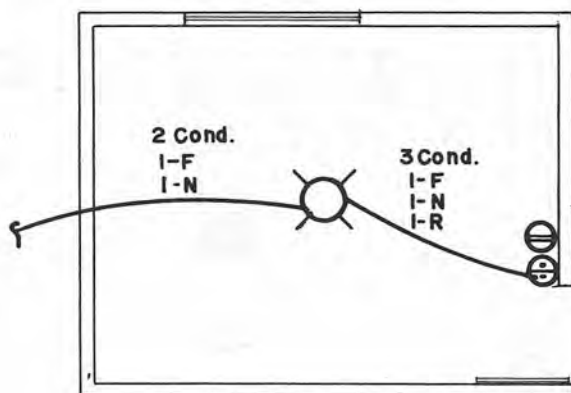


Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un -  
apagador sencillo que se encuentra junto a un contacto también -  
sencillo instalados en la misma caja de conexión, indicando la -  
llegada de la línea.

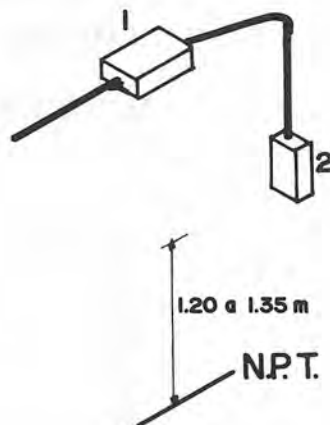
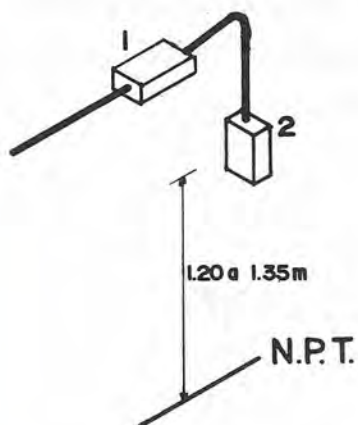
APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA



# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 5



VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION.



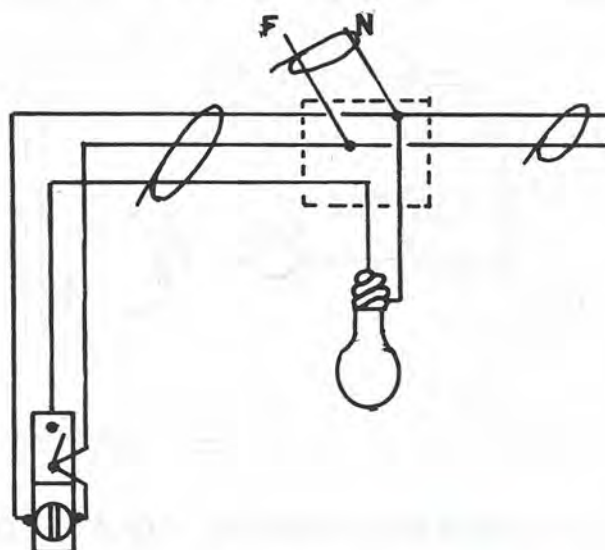
SOLUCION No. 1

SOLUCION No. 2

1 Cajas de conexión redondas o cuadradas de 13 mm. con tapa.

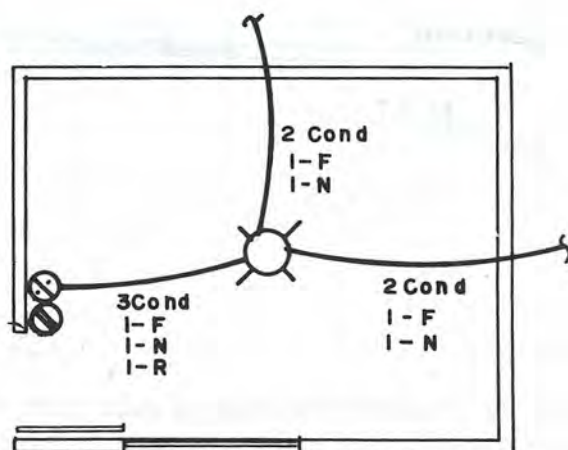
2 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

DIAGRAMA No. 6

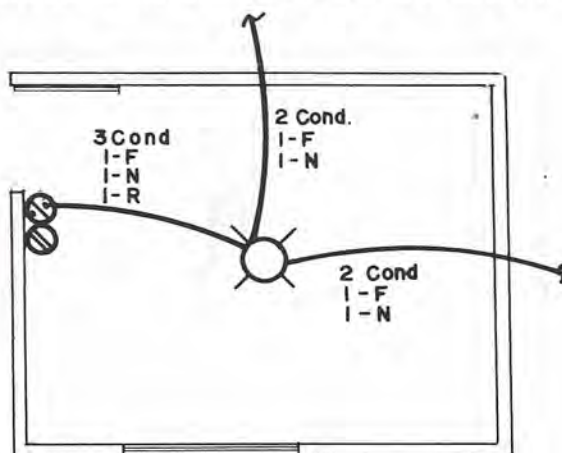


Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un -  
apagador sencillo instalado junto a un contacto sencillo, indi-  
cando llegada y continuación de la línea.

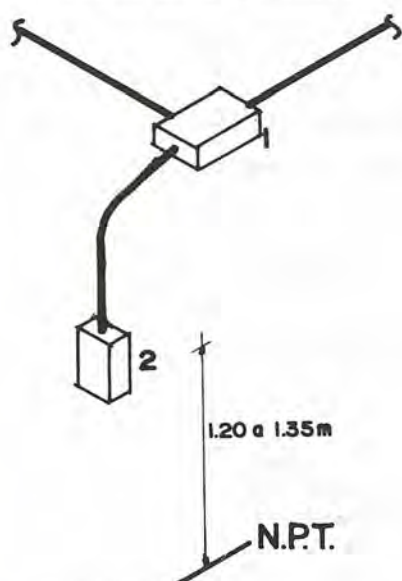
#### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA



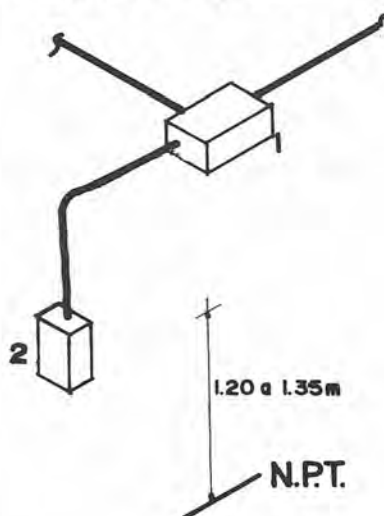
# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 6



## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



SOLUCION No. 1

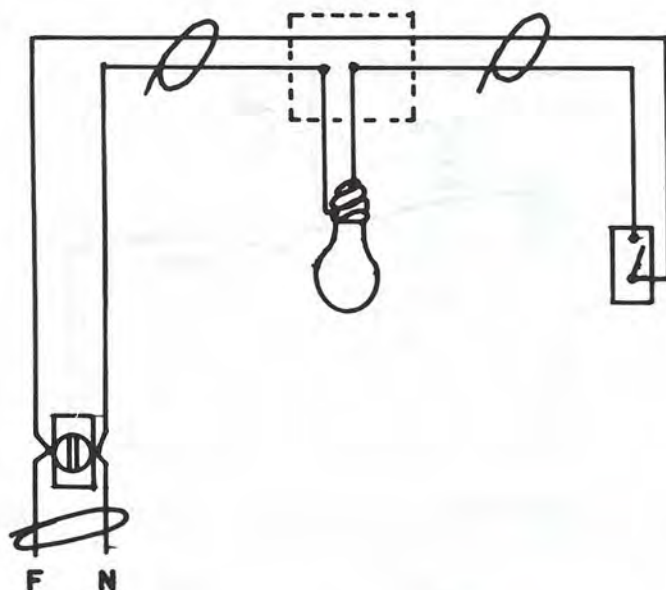


SOLUCION No. 2

1 Cajas de conexión cuadradas de 19 mm. con tapa

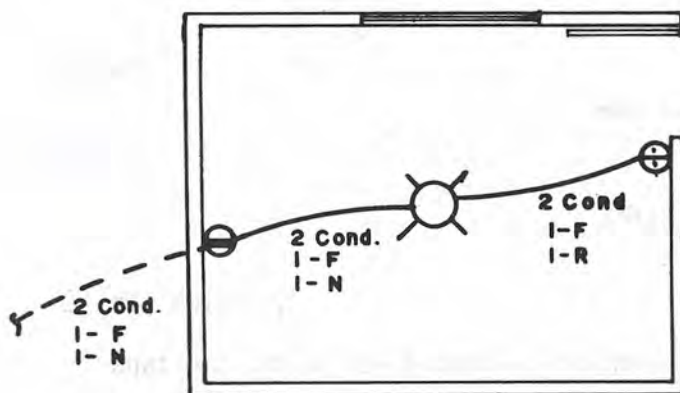
2 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

DIAGRAMA No. 7



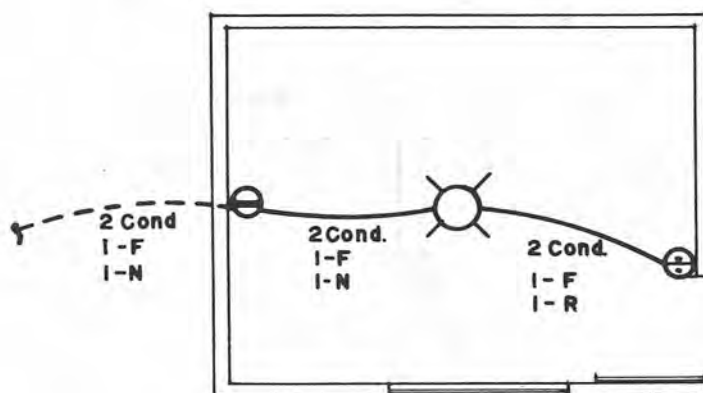
Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un apagador sencillo y un contacto sencillo por donde llega a través del piso la línea.

#### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

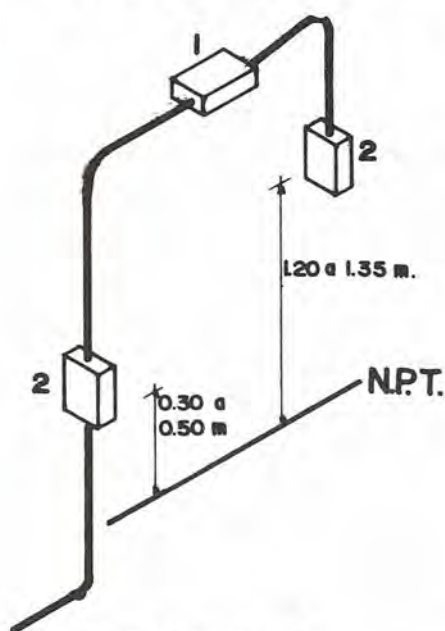




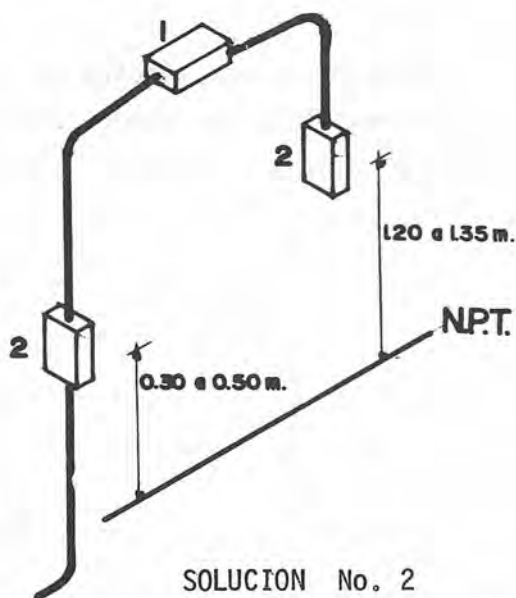
# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 7



## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



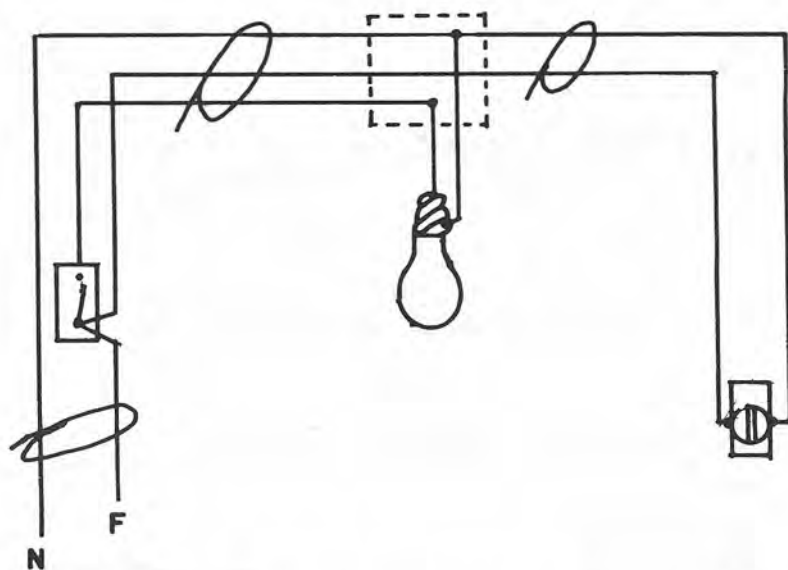
SOLUCION No. 1



SOLUCION No. 2

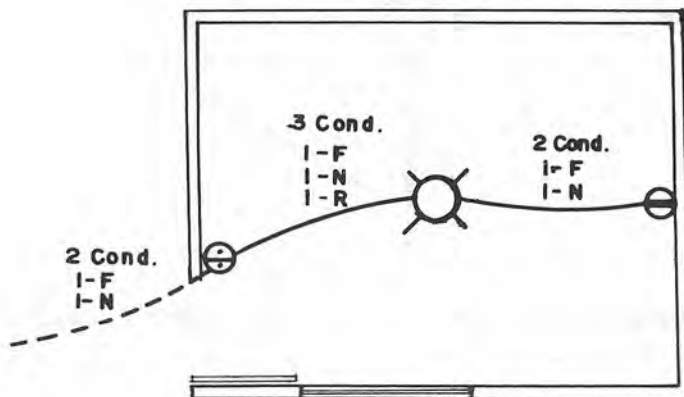
- 1 Cajas de conexión redondas o cajas de conexión cuadradas de 13 mm. con tapa.
- 2 Cajas de conexión tipo CHALUPA

DIAGRAMA No. 8

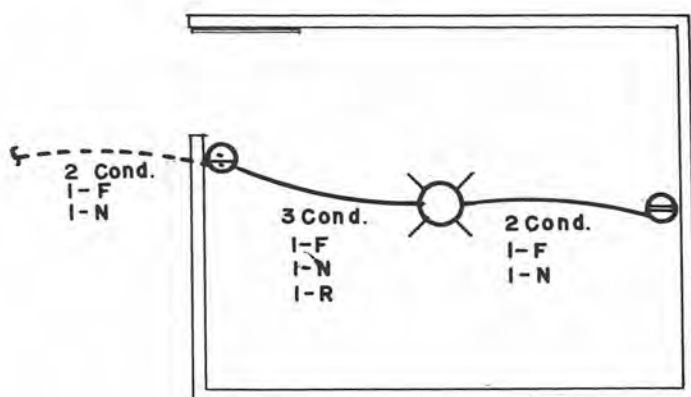


Conexión de una lámpara incandescente, controlada por un-  
apagador sencillo, por donde se tiene la llegada de la línea a  
través del piso y un contacto sencillo en el extremo final de -  
la línea.

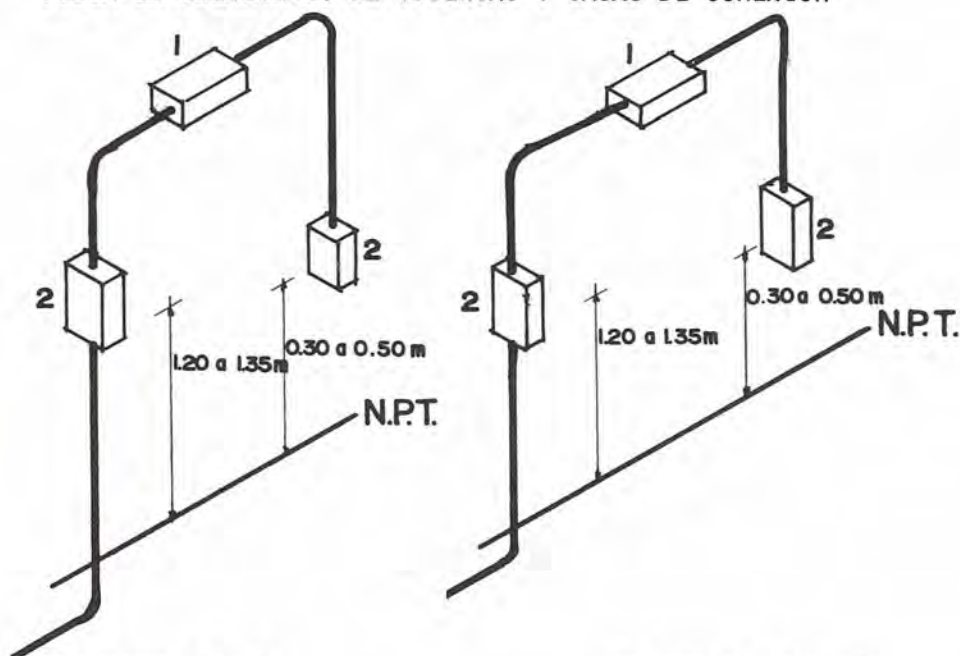
#### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA



# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 8



## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION

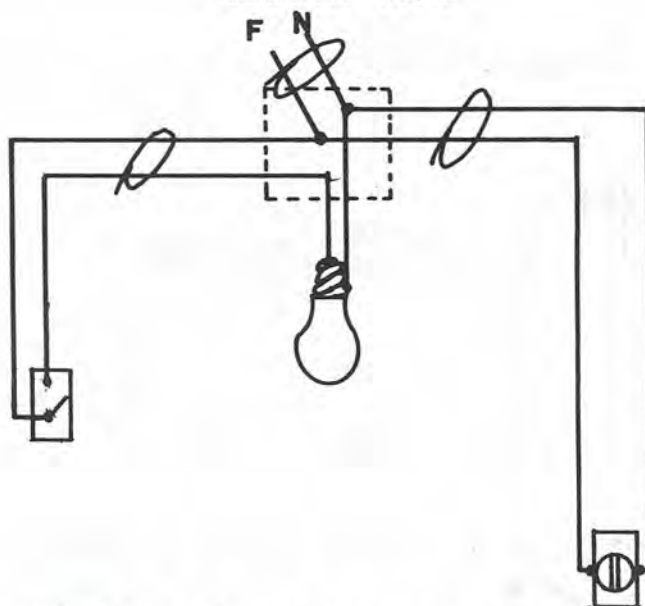


SOLUCION No. 1

SOLUCION No. 2

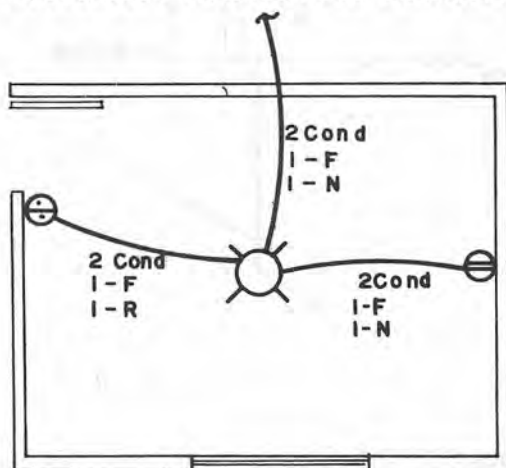
- 1 Cajas de conexión redondas o cajas de conexión cuadradas de 13 mm. con tapa.
- 2 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

DIAGRAMA No. 9

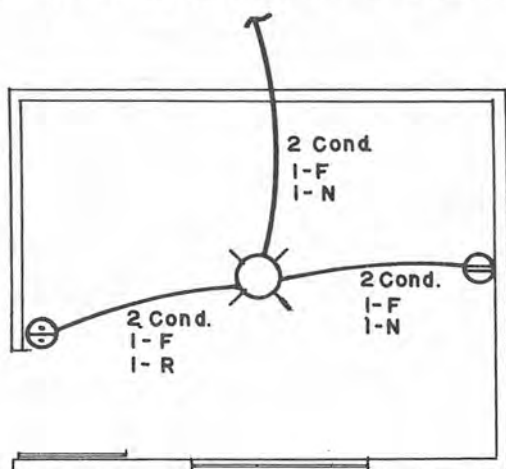


Conexión de una lámpara incandescente, controlada con un apagador sencillo y un contacto sencillo al otro extremo, indicando llegada de la línea por detrás de la caja de conexión de la que se encuentra suspendida la lámpara.

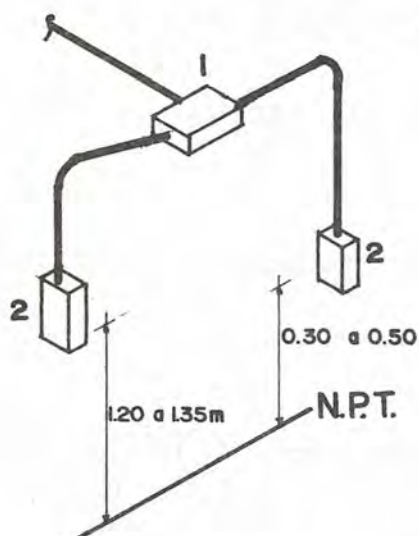
APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA



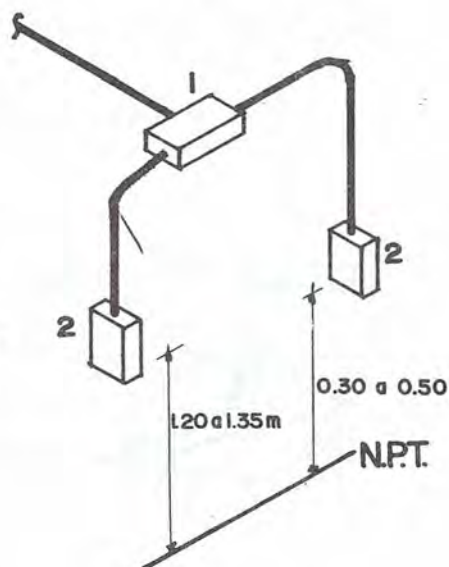
# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 9



## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



SOLUCION No. 1

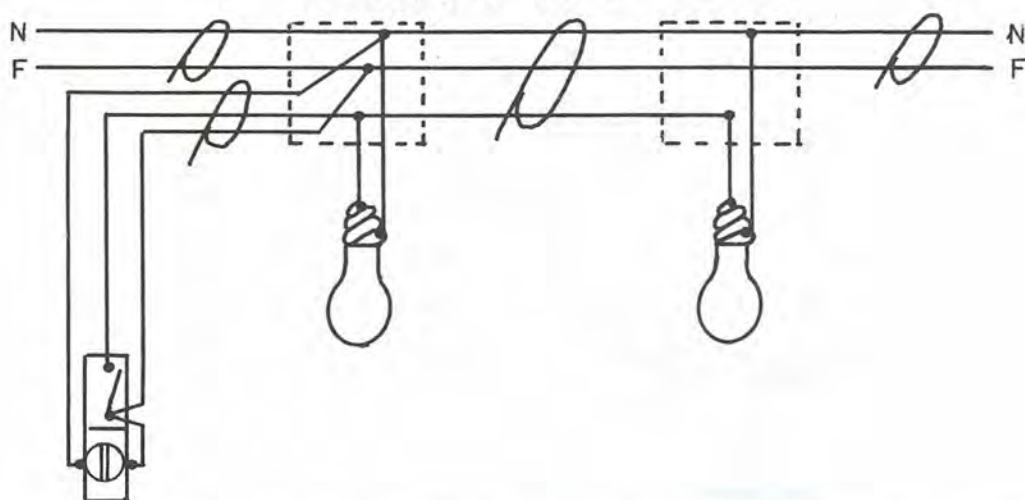


SOLUCION No. 2

1 Cajas de conexión cuadradas de 19 mm. con tapa.

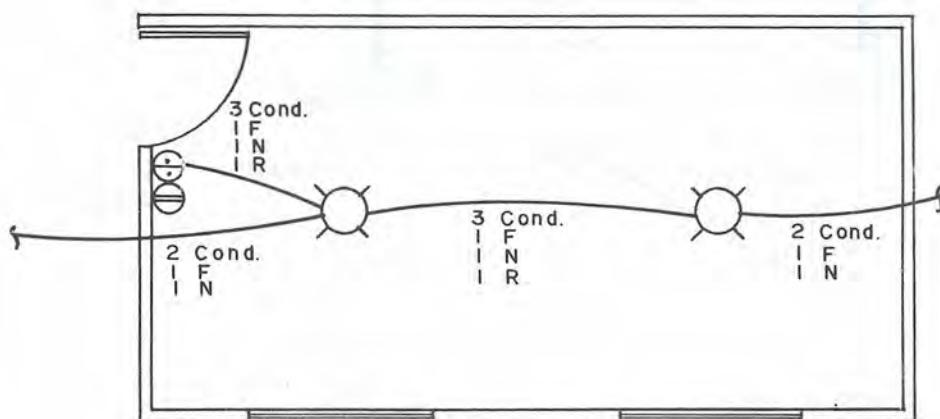
2 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

DIAGRAMA No. 10



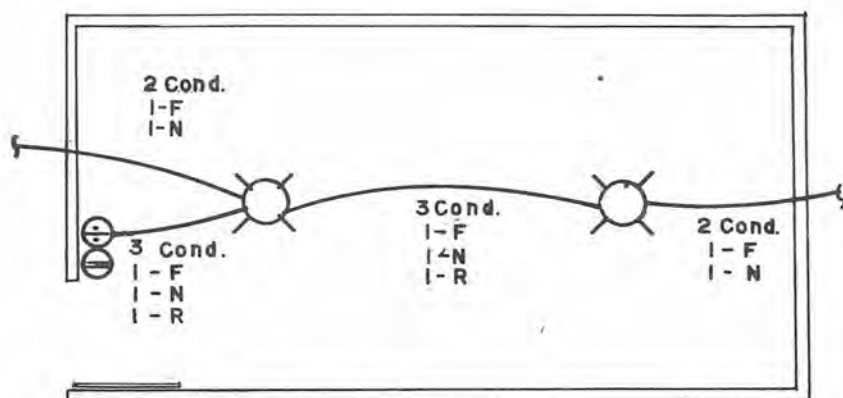
Conexión de dos lámparas incandescentes, controladas con un apagador sencillo localizado junto a un contacto también sencillo, indicando llegada y continuación de la línea.

### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

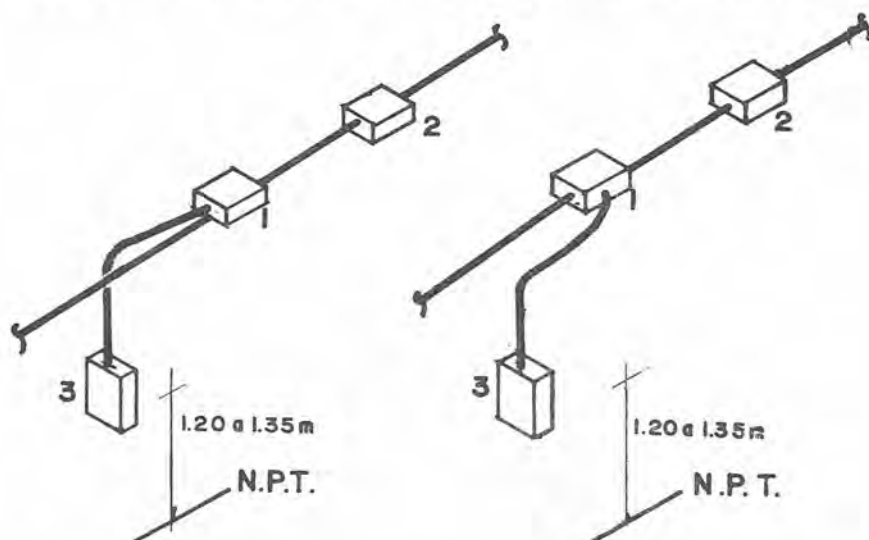




# APLICACION PRACTICA No. 2 DEL DIAGRAMA No. 10



## VISTA EN ISOMETRICO DE TUBERIAS Y CAJAS DE CONEXION



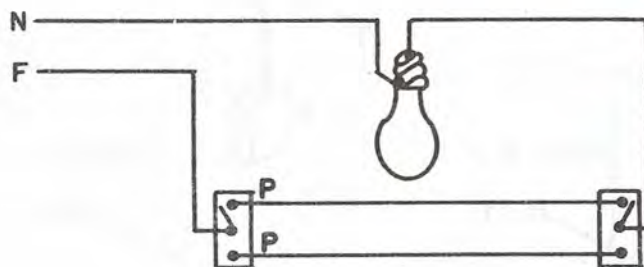
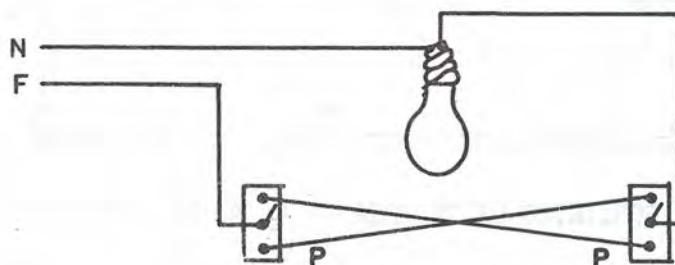
SOLUCION No. 1

SOLUCION No. 2

- 1 Cajas de conexión cuadradas de 19 mm. con tapa
- 2 Cajas de conexión redondas de 13 mm. con tapa o cajas de conexión cuadradas de 13 mm. con tapa
- 3 Cajas de conexión tipo CHALUPA.

## DIAGRAMA No. 11

## CONEXION DE APAGADORES DE TRES VIAS O DE ESCALERA

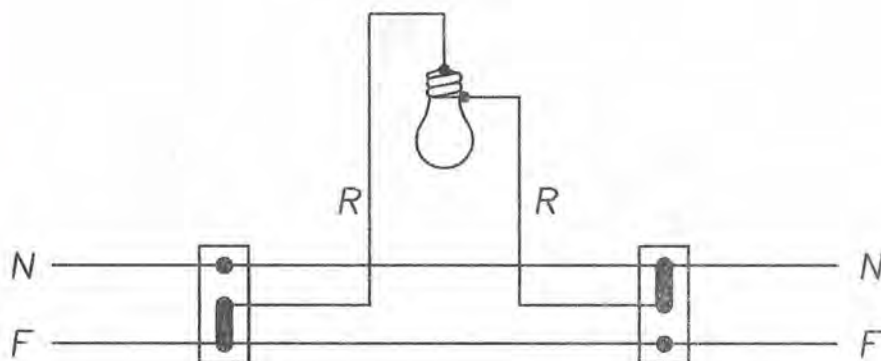


Conexión elemental de una lámpara incandescente, controlada con dos apagadores de "3 vías" o de escalera, utilizando --- puentes comunes.

Como puede observarse, no importa que se crucen los puentes comunes, la operación es exactamente igual.

Otra forma de conectar los apagadores de escalera, es hacerlo en lo que se ha dado en llamar "CONEXIÓN DE APAGADORES DE ESCALERA EN CORTO CIRCUITO"; consiste en hacer llegar a los apagadores, tanto el hilo de fase como el hilo neutro, sacando de ambos apagadores (en el tornillo central si son de balancín o en el tornillo que se encuentra solo de los de forma tradicional), un hilo de regreso, de retorno o de control.

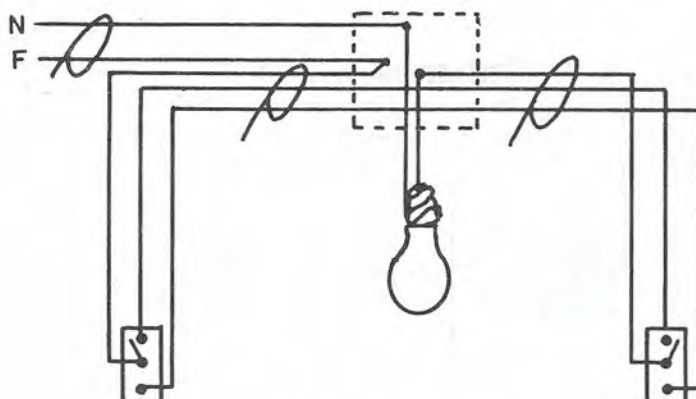
DIAGRAMA No. 11



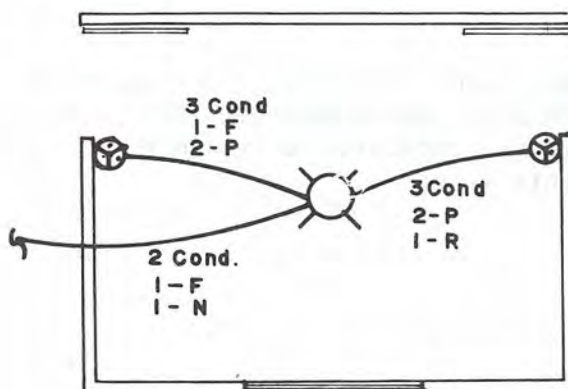
(SOLO EN INSTALACIONES PROVISIONALES).

Utilizando ambos sistemas de alambrear para el control de lámparas incandescentes con apagadores de 3 vías o de escalera, empezamos por ordenar el diagrama No. 11 en la siguiente forma:

DIAGRAMA No. 11  
UTILIZANDO PUENTES COMUNES.

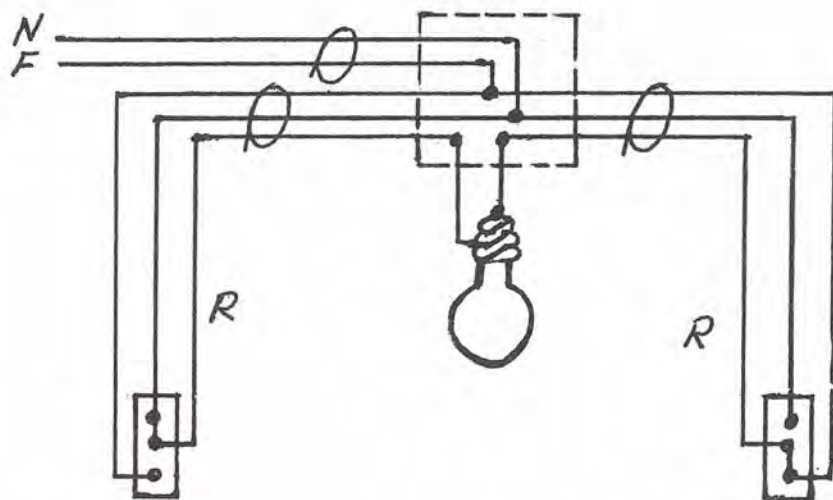


APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA



## DIAGRAMA No. 11

Conectando los apagadores de 3 vías o de escalera en cortocircuito.



## APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

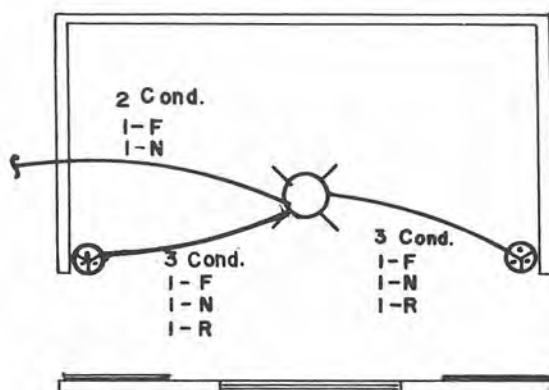
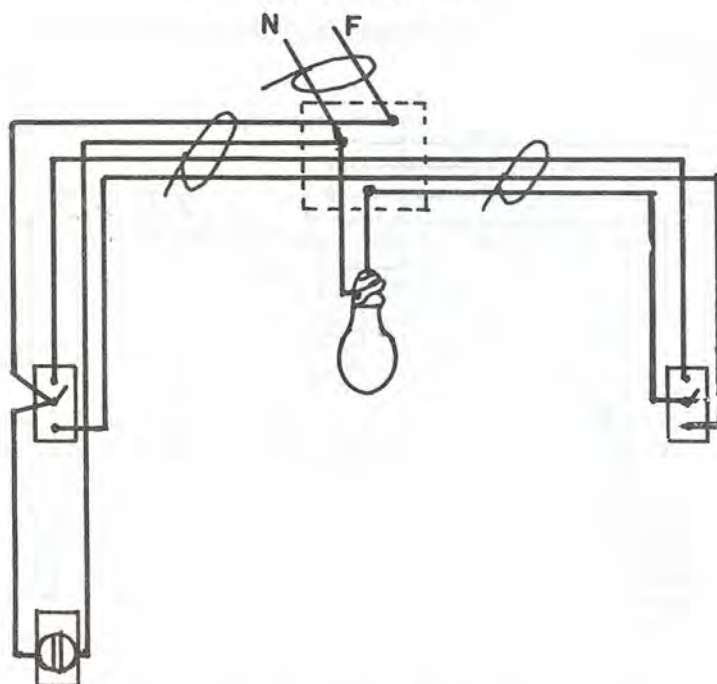


DIAGRAMA No. 12



Conexión de un contacto sencillo y una lámpara incandescente, controlada con dos apagadores de "3 vías" o de escalera, indicando llegada de la línea por detrás de la caja de conexión - de la que se encuentra suspendida la lámpara incandescente.

APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

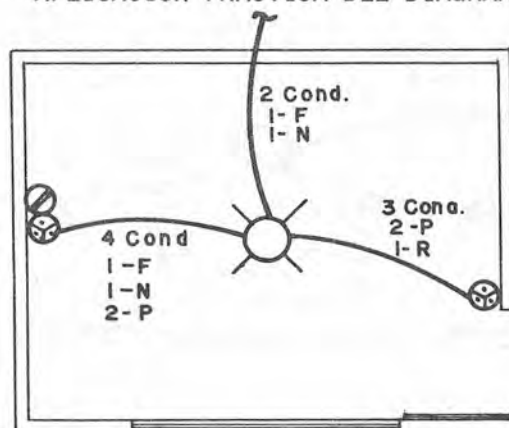
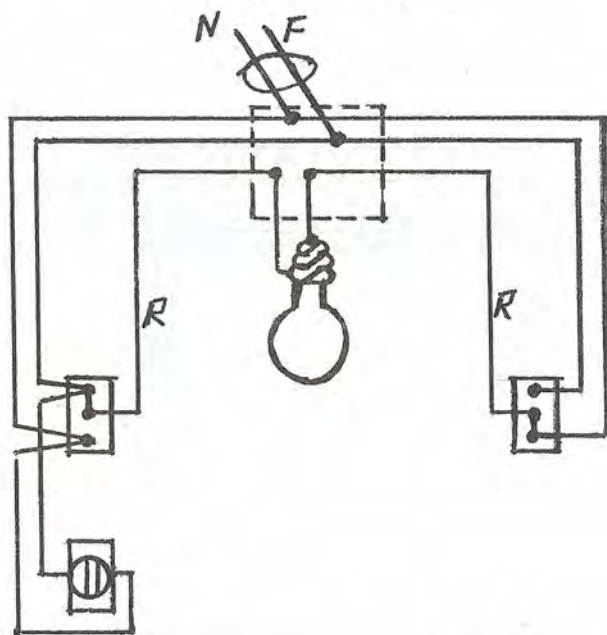




DIAGRAMA No. 13



Solución al problema planteado en el diagrama No. 12, pero conectando los apagadores de 3 vías o de escalera en corto-circuito.

#### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

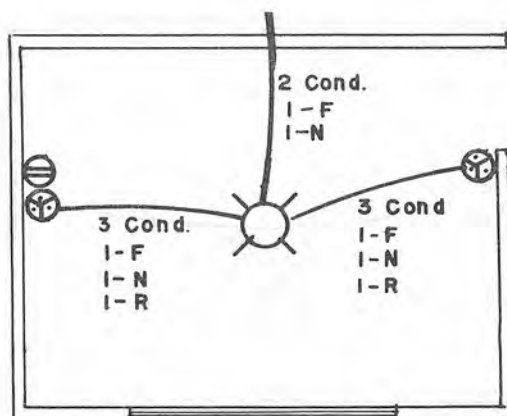
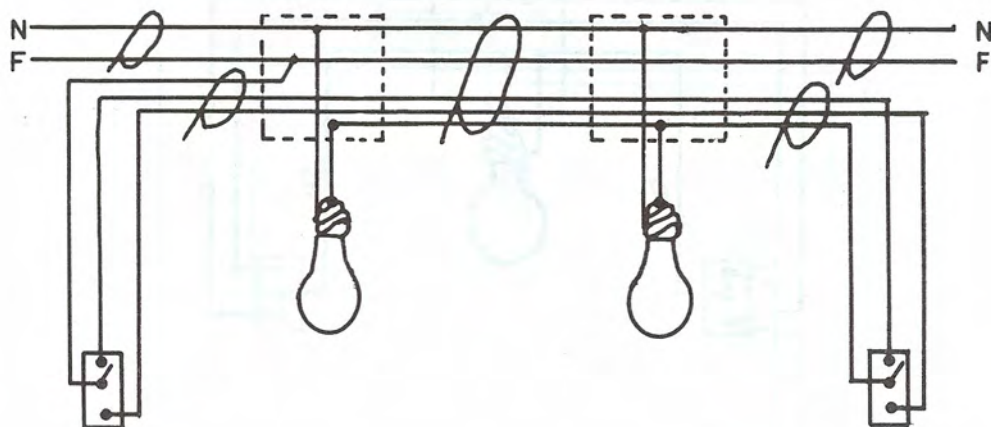


DIAGRAMA No. 14



Conexión de dos lámparas incandescentes, controladas con dos apagadores de "3 vías" o de escalera con indicación de llegada y continuación de línea.

#### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

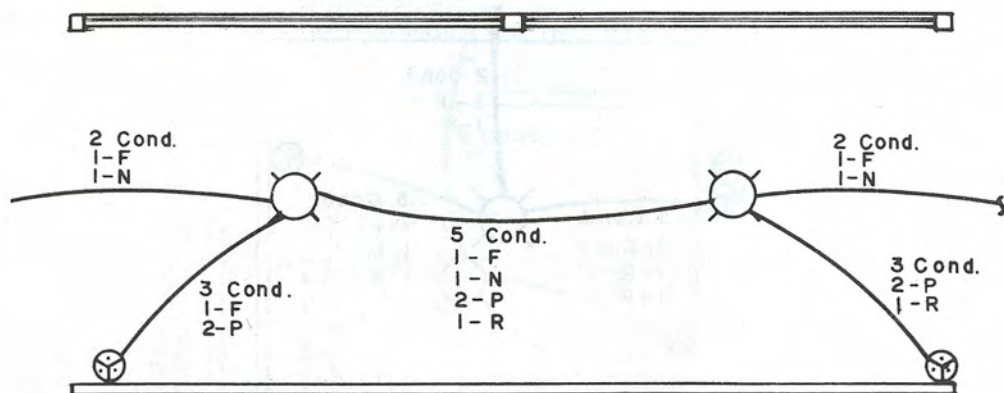
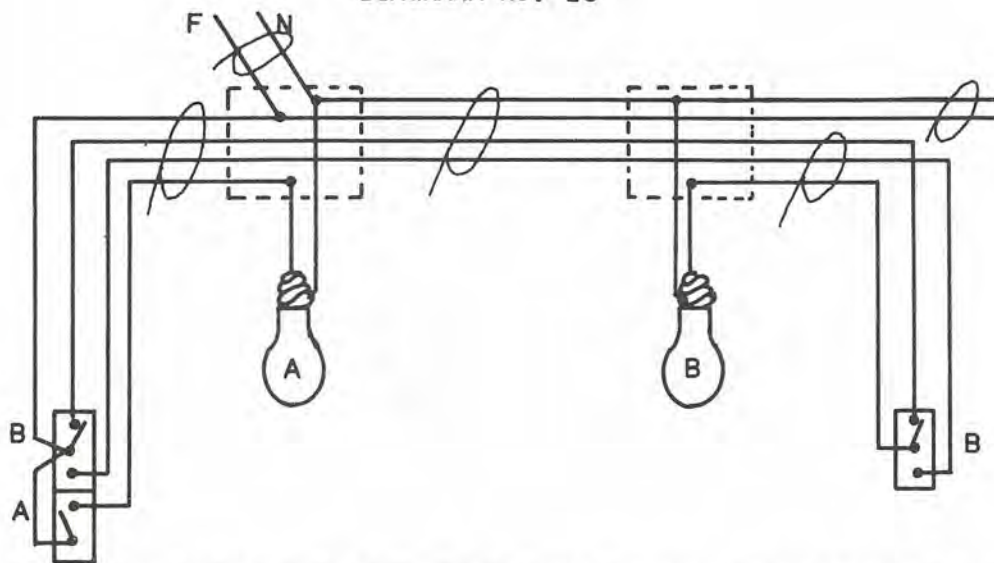


DIAGRAMA No. 15



Conexión de dos lámparas incandescentes, controlada la "B" con dos apagadores de "3 vías" o escalera y la "A" con un apagador sencillo, indicando llegada y continuación de la línea.

### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

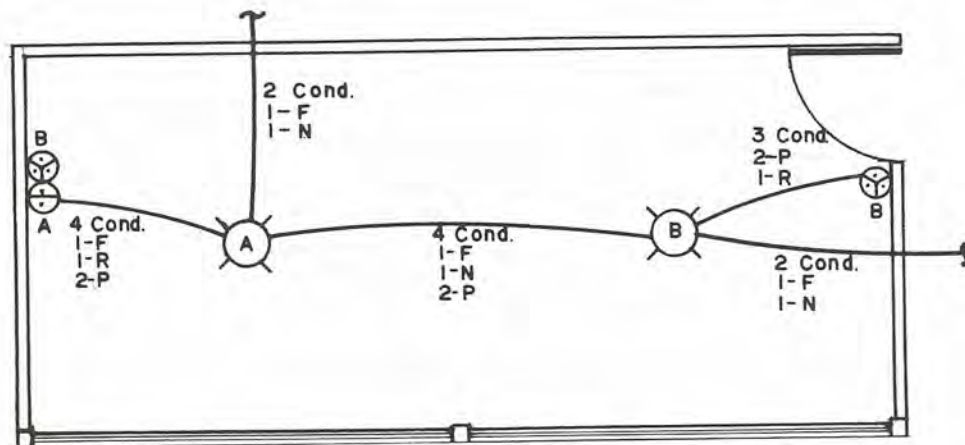
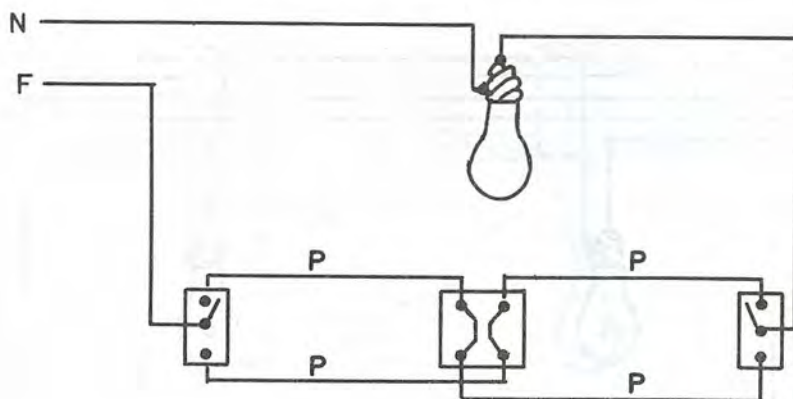


DIAGRAMA No. 16



Conexión elemental de una lámpara incandescente, controlada con dos apagadores de "3 vías" y uno de "4 vías" o de paso.

#### APLICACION PRACTICA DEL DIAGRAMA

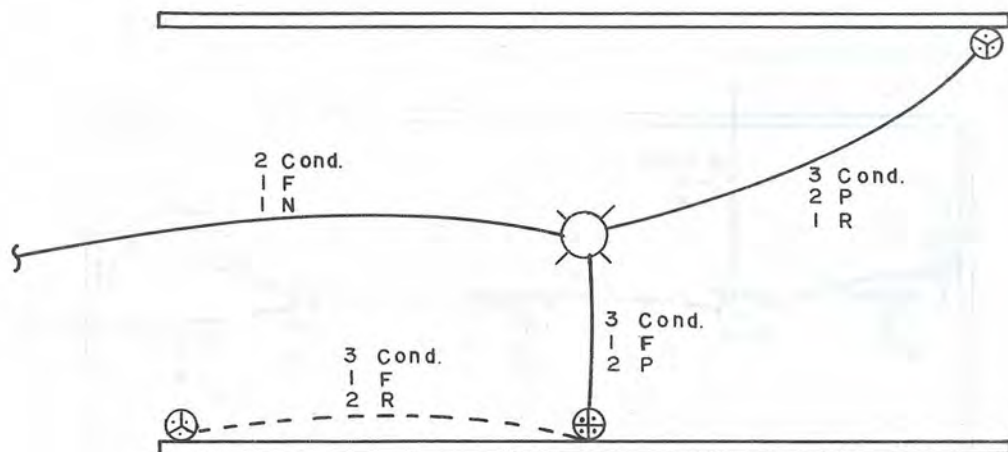
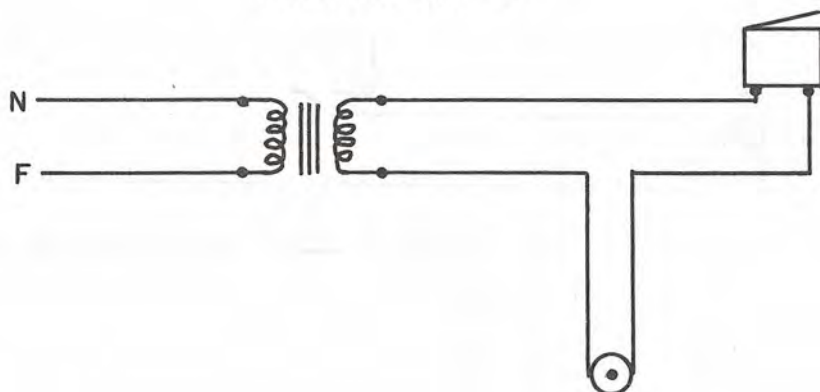
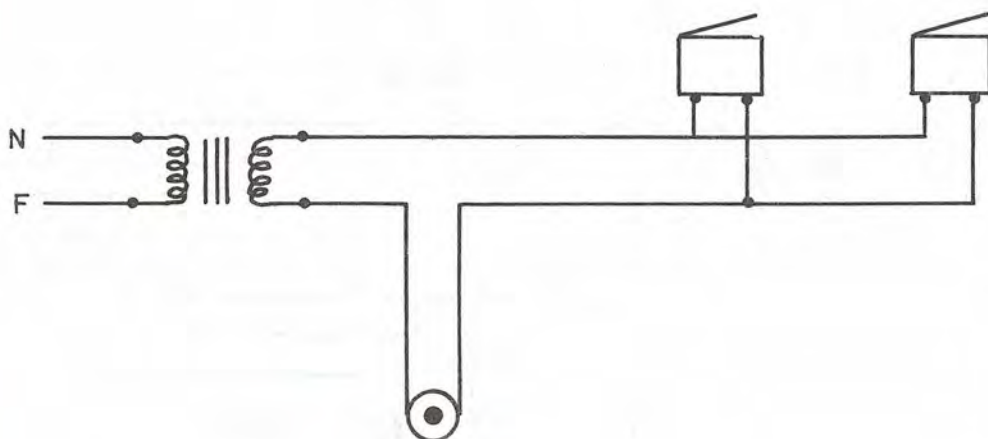


DIAGRAMA No. 17



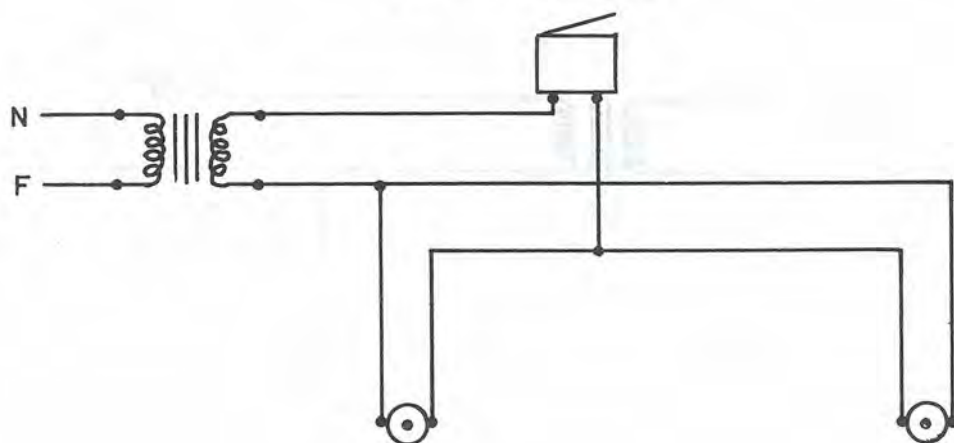
Conexión de un timbre, con sólo un botón de llamada.

DIAGRAMA No. 18



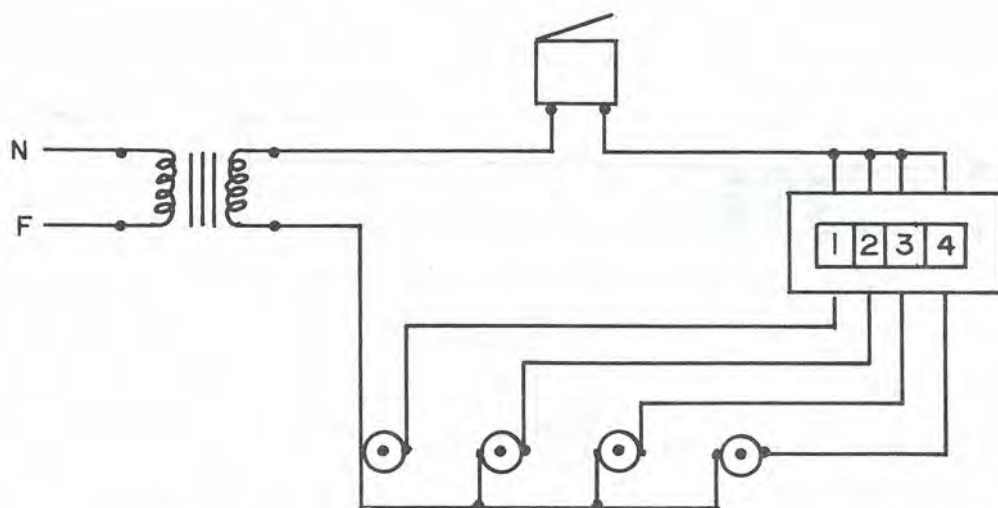
Conexión de dos timbres, controlados con sólo un botón de llamadas.

DIAGRAMA No. 19



Conexión de un timbre, controlado con dos botones.

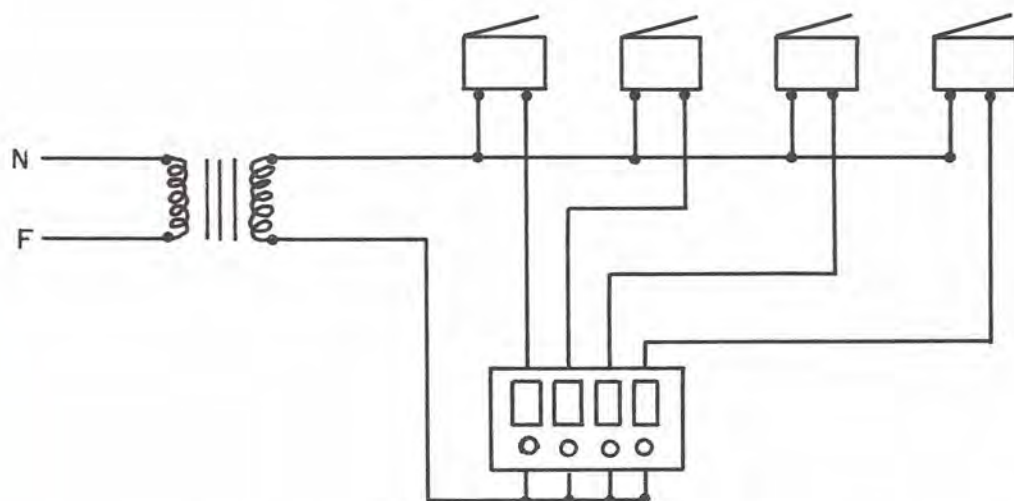
DIAGRAMA No. 20



Conexión de un timbre, con cuadro indicador de cuatro números para llamar desde cuatro lugares diferentes.



DIAGRAMA No. 21



Conexión de una botonera de escritorio, con cuatro números, usual en oficinas y talleres.



## CAPITULO V

### PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTE

Al circular corriente eléctrica por o a través de un conductor, un elemento, un aparato, un motor, un equipo o todo un sistema eléctrico, se produce en todos y cada uno de ellos un calentamiento, al transformarse parte de la energía eléctrica en energía térmica; como esta última en los más de los casos no es deseable, se le conoce como pérdidas por efecto JOULE (Yul).

Si el calentamiento producido es excesivo y por lapsos de tiempo considerables, llegan hasta a quemarse los elementos, -- aparatos, motores, equipos, etc., sin embargo, en todos los casos empiezan por dañarse los aislamientos y cuando ello ocurre, se producen invariablemente circuitos-cortos.

Para regular el paso de la corriente en forma general y -- para casos particulares, se dispone de listones fusibles, interruptores termomagnéticos y protecciones de otro tipo, que evitan el paso de corrientes mayores a las previstas; tanto los -- listones fusibles de los tapones como los listones dentro de -- cartuchos renovables, así como los interruptores termomagnéticos, aprovechan el efecto producido por el calentamiento para -- impedir el paso de corrientes peligrosas al circuito al cual -- protegen.

Los LISTONES FUSIBLES dentro de los tapones de los interruptores montados sobre una base de porcelana y ésta sobre un rectángulo (ZOCALO) de madera, así como los listones fusibles -- dentro de los cartuchos renovables de los interruptores de seguridad, no son más que resistencias de bajo valor que se funden

al paso de corrientes mayores a las previstas.

Los INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS conocidos comúnmente como PASTILLAS, también aprovechan el efecto del calentamiento al paso de corrientes mayores a las previstas, condición que los hace operar mecánicamente el automático para botar la palanca de su posición de normalmente cerrado a una posición intermedia indicando esta última fallas eléctricas en el circuito al que protegen.

Para cerrar el circuito, es necesario hacer llegar la palanca del termomagnético hasta la posición de normalmente abierto y desde ahí, a la posición de normalmente cerrado, si el termomagnético se bota en por lo menos dos y hasta tres operaciones repetidas, es señal inequívoca de que la falla es permanente, situación que obliga a realizar los arreglos o reparaciones necesarias indicadas en cada caso después de localizar la irregularidad.

### ELECCION DE FUSIBLES E INTERRUPTORES.

Deben seleccionarse de un valor un poco superior al que resulte del cálculo exacto, impidiendo con ello, abran el circuito en forma continua y sin causa justificada, por ejemplo: prever que cuando arranca un motor eléctrico, toma en ese instante de la línea una corriente mayor que la indicada en sus datos de placa (ver capítulo correspondiente a motores eléctricos).

Los listones fusibles y los interruptores termomagnéticos, se clasifican de acuerdo a la corriente máxima que soportan en condiciones normales de trabajo, tensión entre conductores, forma, modo de operar, etc.

### FUSIBLES SENCILLOS

Tapones fusibles de 30 Amperes, usados en Interruptores de 2 x 30 Amperes Y en los de 3 x 30 Amperes En base de porcelana; una vez que se funde el listón o elemento fusible por haberse presentado una falla en el circuito al que se da protección, ya sea por sobrecarga o por un circuito corto (corto circuito), es necesario substituir el tapón por uno de iguales características.

### FUSIBLES DE CARTUCHO

Conocidos como fusibles tipo industrial, por la forma en que son conectados a la línea se dividen en:

#### 1. CARTUCHOS CON CONTACTOS DE CASQUILLO.

Capacidades comerciales de los elementos fusibles 30, 60 y 100 Amperes.

#### 2. CARTUCHOS CON CONTACTOS DE NAVAJA.

Capacidades comerciales de los elementos fusibles 100, 150, 200, 250, 300, 400 y 600 Amperes.

Los elementos para los dos tipos de fusibles de cartucho, pueden ser de acción normal o de acción retardada.

### INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

Los interruptores termomagnéticos (pastillas), se distinguen por su forma de conectarse a las barras colectoras de los tableros de distribución o centros de carga, pudiendo ser:

- 1.- Tipo de ENCHUFAR
- 2.- Tipo de ATORNILLAR



Por su capacidad máxima en amperes en condiciones normales y número de polos, son clasificados como sigue

DE <u>UN POLO</u>	DE <u>DOS POLOS</u>	DE <u>TRES POLOS</u>	DE <u>TRES POLOS</u>
1 x 15 A	2 x 15 A	3 x 15 A	3 x 100 A
1 x 20 A	2 x 20 A	3 x 20 A	3 x 125 A
1 x 30 A	2 x 30 A	3 x 30 A	3 x 150 A
1 x 40 A	2 x 40 A	3 x 40 A	3 x 175 A
1 x 50 A	2 x 50 A	3 x 50 A	3 x 200 A
-----	2 x 70 A	3 x 70 A	3 x 225 A
			3 x 250 A
			3 x 300 A
			3 x 350 A
			3 x 400 A
			3 x 500 A
			3 x 600 A

### INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

La "National Electric Manufacturers Association" de los Estados Unidos cuyas siglas son NEMA, ha fijado normas a las -- que se deben apegar los fabricantes de equipo eléctrico de ese País, en la manufactura de interruptores de seguridad (SAFETY - SWITCHES).

En México, los fabricantes de interruptores de seguridad se apegan a dichas normas y al Código Nacional Eléctrico.

Una vez conocidos los tipos de fusibles, de interruptores termomagnéticos y sus respectivas capacidades, además teniendo presente que las condiciones de trabajo y los locales difieren



de una instalación eléctrica a otra, es de suma importancia saber escoger el interruptor que conviene en cada caso.

TAPONES FUSIBLES.- Para el empleo de estos, existen dos tipos de interruptores.

El más sencillo, es aquel en el cual las partes vivas están sobre una base de porcelana, esta sobre una madera y la madera se sujeta generalmente a los muros de las construcciones, quedando todo el interruptor sin protección contra esfuerzos mecánicos ni contra el medio ambiente.

Existe el interruptor blindado o de seguridad, es decir, el interruptor que está dentro de una caja metálica que lo protege contra esfuerzos mecánicos evitando hasta cierto punto accidentes, al quedar al exterior solamente la palanca de operación.

CARTUCHOS FUSIBLES.- Para utilizarlos, se dispone de los siguientes interruptores de seguridad.

Tipo	LD	Para servicio ligero	(Light Duty)
"	ND	"	" normal (Normal Duty)
"	HD	"	" pesado (Heavy Duty)

### APLICACIONES

SERVICIO LIGERO.- El uso de este tipo de interruptores se recomienda en instalaciones residenciales, edificios, comercios, es decir, en lugares donde el número de operaciones (abrir o cerrar) no sean muy frecuentes.

SERVICIO NORMAL.- Se les da el uso anterior, además, en instalaciones industriales para protecciones individuales de motores, siempre y cuando el ambiente y local no representen un

peligro constante.

SERVICIO PESADO.- Se recomienda su uso en donde el número de operaciones es muy frecuente y el requisito de seguridad, -- funcionamiento y continuidad es importante; por ejemplo: Fábricas, hospitales, servicios públicos, etc.

Para cubrir cualquier necesidad, todos los interruptores-antes indicados se fabrican con distintos tipos de gabinete, cuyas características de operación y manejo son especificadas por la NEMA.

#### DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE CAJA SEGUN DESIGNACION N E M A

##### NEMA 1.- PARA USO GENERAL.

Adecuada en aplicaciones para servicio en interior, con - condiciones normales de medio ambiente. Evita el contacto accidental con el aparato que encierra.

##### NEMA 2.- A PRUEBA DE GOTEÓ.

Evitan el contacto accidental con el aparato que encie--rran y la entrada al mismo de polvo y gotas de agua.

##### NEMA 3.- A PRUEBA DE AGENTES EXTERIORES.

Protege contra eventualidades del tiempo, especificados. Caja indicada para uso a la intemperie.

##### NEMA 3 R.- A PRUEBA DE LLUVIA.

Evita que entre a su interior lluvia intensa. Indicada - para uso general a la intemperie donde no se requiere protec--ción contra ventiscas.

#### NEMA 4.- A PRUEBA DE AGUA.

No permite la entrada de agua a su interior aún cuando ésta sea aplicada en forma de "chorro" con manguera. Caja indicada en dichas aplicaciones durante maniobras de limpieza.

#### NEMA 5.- A PRUEBA DE POLVO.

Impide la entrada de polvo a su interior. En algunos equipos, la especificación a prueba de polvo es cubierta por Square-D con la construcción NEMA 12.

#### NEMA 6.- SUMERGIBLE.

Permite usar satisfactoriamente aparatos sumergidos en el agua bajo condiciones especificadas de presión y tiempo.

#### NEMA 7.- A PRUEBA DE GASES EXPLOSIVOS. LUGARES PELIGROSOS, CLASE 1 GRUPO A,B,C, ó D (ver Código)

Diseñada para satisfacer los requerimientos del Código Nacional Eléctrico, en lugares con atmósferas explosivas, Clase 1.

La interrupción de los circuitos se hace en aire.

#### NEMA 8.- IGUAL QUE LA DESIGNACION NEMA 7.

Diseñada para el mismo fin que la NEMA 7, excepto que la interrupción del circuito se hace en aceite.

#### NEMA 9.- A PRUEBA DE POLVOS EXPLOSIVOS. CLASE II GRUPOS E,F, ó G (Ver Código)

Diseñada para satisfacer los requerimientos del Código Nacional Eléctrico, en lugares con presencia de polvos combustibles que originen mezclas explosivas.

NEMA 10.- PARA USO EN MINAS.

Permitida por el Reglamento para usarse en minas de carbón

NEMA 11.- EN BAÑO DE ACEITE, RESISTENTE A ACIDOS Y VAPORES

Para usarse en lugares en donde el equipo está sujeto a la acción de ácidos o vapores corrosivos.

NEMA 12.- PARA USO INDUSTRIAL.

Diseñada específicamente para uso industrial, a prueba de polvo, suciedad, aceite y lubricante enfriadores.



Tipo ND Nema 1



Tipo HD Nema 1



Tipo HD—Nema 7



Doble tiro sin fusibles



NEMA 1



NEMA 3R



NEMA 3,4 y 5



NEMA 12



Tipo LD--



Tipo LD—embisagrado



Tipo LD—palanca al frente



Tipo LD—a prueba de lluvia



## INTERRUPTORES TIPO LD (Tiro sencillo, con portafusibles)

AMPERES	FUSIBLES TIPO	C.P. (H.P.)		2 POLOS-240 V.-C.A.		3 POLOS 240 V.-C.A.	
		1 Ø	3 Ø	NEMA 1	NEMA 3R	NEMA 1	NEMA 3R
				CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.
30	Tapón	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	D-99211	D-99211-R	99311	99311-R
30	Cartucho	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3	D-98251	D-98251-R	99351	99351-R
60	"	3	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	D-96252	D-96252-R	D-96352	D-96352-R
100	"		15	—	—	D-96353	D-96353-R
200	"		25	—	—	D-96354	D-96354-R

## INTERRUPTORES TIPO ND (Tiro sencillo, con portafusibles)

2 POLOS 240 VOLTS C.A.			3 POLOS 480-600 VOLTS C.A.		
AMPERES	H.P.	CAT. No.	AMPERES	H.P.	CAT. No.
			30	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	A-85341
			60	15	A-86342
			100	30	A-86343
			200	50	A-86344
400	50	A-86355	400	—	A-86345
600	—	A-86356	600	—	A-86346
800	—	A-86357	800	—	A-86347

NOTA.- Todos los fusibles son de cartucho.



# INTERRUPTORES TIPO HD (Tiro sencillo, con portafusibles)

AMPERES	FUSIBLES TIPO	C.P. (H.P.)		3 POLOS-240 V.-C.A.		3 POLOS 480-600 V.-C.A.	
				NEMA 1	NEMA 12	MENA 1	NEMA 12
		240 V.	600 V.	CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.	CAT. No.
30	CARTUCHO	3	7 1/2	—	H-85351	A-85341	H-85341
60	"	7 1/2	15	—	H-86352	A-86342	H-86342
100	"	15	30	—	H-86353	A-86343	H-86343
200	"	25	50	—	H-86354	A-86344	H-86344
400	"	50	—	A-86355	H-86355	A-86345	H-86345
600	"	—	—	A-86356	H-86356	A-86346	H-86346
800	"	—	—	88357	—	86347	—
1200	"	—	—	88358	—	86348	—

NOTA.- Las Características de los Interruptores de seguridad,  
vista física y valores tabulados son una cortesía de -  
"SQUARE D" DE MEXICO, S. A.

# C A R A C T E R I S T I C A S

DESCRIPCION	LD - Servicio Ligero	ND - Servicio Normal	HD - Servicio Pesado
Tipo	Tipo D	Tipo A	Tipo H
Amperes	30 a 200 Amp.	30 a 1200 Amp.	30 a 600 Amp.
Volts	250 Volts	250 ó 600 Volts C.A.-C.C.	250 ó 600 Volts C.A.-C.C.
Polos	2 y 3 polos	3 polos	3 polos
Navajas	Visibles	Visibles	Visibles
Gabinete	NEMA 1	NEMA 1	NEMA 12, NEMA 4 y 5
	NEMA 3R	NEMA 3R	NEMA 7 y NEMA 9
Mec. de operación	Normal en	Rápido en	Rápido en
	Apertura y Cierre	Apertura y Cierre	Apertura y Cierre
Cubierta con	Seguro y	Seguro y	Seguro y
	portacandado	portacandado	portacandado
Acabado navajas	Abrillantado	Plateado	Plateado - Abrillantado
Generalidades	Tiro sencillo con	Tiro sencillo con	Tiro sencillo con
	Portafusibles	portafusibles	portafusibles (excepto NEMA 7)

## CAPITULO VI

### CAJAS DE CONEXION TIPO CONDULET

Son cajas de conexión especiales, para su cierre hermético-se dispone de tapas y empaques especiales para que, al ser instaladas expuestas a humedad permanente, a la intemperie o en ambientes oxidantes, inflamables, explosivos, etc., no penetren al interior de las canalizaciones elementos extraños que puedan ocasionar cortos circuitos o explosiones en el peor de los casos.

En industrias en las que se fabrican o trabajan productos - corrosivos, inflamables o potencialmente explosivos, en las de metales ligeros, de plásticos, de pinturas, de papel, etc., en fin en locales en donde las áreas de trabajo son de un peligro constante, se hace necesario el uso de las cajas de conexión tipo condulet como partes componentes de las instalaciones a prueba de explosión.

Las instalaciones eléctricas bajo las condiciones anteriores, deben ser construidas de tal manera que se elimine la posibilidad de ignición accidental de líquidos inflamables y de polvos y vapores que se encuentren flotando en el ambiente.

Debe uno prever, que en ocasiones y con bastante frecuencia, además de estar la instalación a la intemperie, se cuenta en lugares con atmósfera corrosiva.

Este tipo de cajas de conexión tipo CONDULET, deben acoplarse a tuberías de pared gruesa, ya que tienen cuerdas interiores-correspondientes a todas las medidas.










# CONDULETS LIBRES DE COBRE

## Serie 9

### FUNDICION A PRESION

TIPO ROSCADO PARA USO  
CON TUBO CONDUIT



ILUSTRACION	TAMAÑO EN mm.	CATA- LOGO	ILUSTRACION	TAMAÑO EN mm.	CATA- LOGO
 E	12.7 (1/2")	E-19	 LR	12.7 (1/2")	LR-19
	19.0 (3/4")	E-29		19.0 (3/4")	LR-29
	25.4 (1")	E-39		25.4 (1")	LR-39
 C	12.7 (1/2")	C-19	 T	12.7 (1/2")	T-19
	19.0 (3/4")	C-29		19.0 (3/4")	T-29
	25.4 (1")	C-39		25.4 (1")	T-39
 LB	12.7 (1/2")	LB-19	EMPAQUES DE NEOPRENO SERIE 9   *12.7 (1/2") GASK 1941 19.0 (3/4") GASK 1942 25.4 (1") GASK 1943  * Para obtener un empaque tipo abierto despéguese la parte central.		
	19.0 (3/4")	LB-29			
	25.4 (1")	LB-39			
 LL	12.7 (1/2")	LL-19			
	19.0 (3/4")	LL-29			
	25.4 (1")	LL-39			












Nota. - Los Condulets Serie 9,  
con tapa, sin empaque.

se surten completos




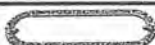




CORTESIA DE CROUSE-HINDS-DOMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.

## CONDULETS SERIE "OVALADA"

TIPO	No. de CATALOGO y TAMAÑO	TIPO	No. de CATALOGO y TAMAÑO
	E17 M - 12.7mm (1/2") E27 M - 19.0 (3/4") E37 M - 25.4 (1") E47 M - 31.8 (1-1/4") E57 M - 38.1 (1-1/2") E67 M - 50.8 (2")		L17 M - 12.7mm (1/2") L27 M - 19.0 (3/4") L37 M - 25.4 (1") L47 M - 31.8 (1-1/4") L57 M - 38.1 (1-1/2") L67 M - 50.8 (2")  Se surte con tapa ciega. El conduit L tiene 2 bocas, por lo que puede ser usado como LR ó LL.
	C17 M - 12.7mm (1/2") C27 M - 19.0 (3/4") C37 M - 25.4 (1") C47 M - 31.8 (1-1/4") C57 M - 38.1 (1-1/2") C67 M - 50.8 (2") C77 M - 63.5 (2-1/2") C87 M - 76.2 (3")		T17 M - 12.7mm (1/2") T27 M - 19.0 (3/4") T37 M - 25.4 (1") T47 M - 31.8 (1-1/4") T57 M - 38.1 (1-1/2") T67 M - 50.8 (2") T77 M - 63.5 (2-1/2") T87 M - 76.2 (3")
	LB17 M - 12.7mm (1/2") LB27 M - 19.0 (3/4") LB37 M - 25.4 (1") LB47 M - 31.8 (1-1/4") LB57 M - 38.1 (1-1/2") LB67 M - 50.8 (2") LB77 M - 63.5 (2-1/2") LB87 M - 76.2 (3")		TB17 M - 12.7mm (1/2") TB27 M - 19.0 (3/4") TB37 M - 25.4 (1") TB47 M - 31.8 (1-1/4") TB57 M - 38.1 (1-1/2") TB67 M - 50.8 (2")
	LL17 M - 12.7mm (1/2") LL27 M - 19.0 (3/4") LL37 M - 25.4 (1") LL47 M - 31.8 (1-1/4") LL57 M - 38.1 (1-1/2") LL67 M - 50.8 (2") LL77 M - 63.5 (2-1/2") LL87 M - 76.2 (3") LL107 M - 101.6 (4")		X17 M - 12.7mm (1/2") X27 M - 19.0 (3/4") X37 M - 25.4 (1") X47 M - 31.8 (1-1/4") X57 M - 38.1 (1-1/2") X67 M - 50.8 (2")
	LR17 M - 12.7mm (1/2") LR27 M - 19.0 (3/4") LR37 M - 25.4 (1") LR47 M - 31.8 (1-1/4") LR57 M - 38.1 (1-1/2") LR67 M - 50.8 (2") LR77 M - 63.5 (2-1/2") LR87 M - 76.2 (3") LR107 M - 101.6 (4")		LBD4400 - 31.8mm (1-1/4") LBD5500 - 38.1 (1-1/2") LBD6600 - 50.8 (2") LBD7700 - 63.5 (2-1/2") LBD8800 - 76.2 (3") LBD9900 - 88.9 (3-1/2") LBD10900 - 101.6 (4")  Para usarse cuando sea necesario dar una vuelta de 90° en el sistema Conduit. La tapa se encuentra colocada en un ángulo - permitiendo jalar los alambres en forma recta, se proporciona con una tapa ciega.
	LF1 M - 12.7mm (1/2") LF2 M - 19.0 (3/4") LF3 M - 25.4 (1")		



CORTESIA DE CROUSE-HINDS-DOEMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.

**TAPAS Y EMPAQUES PARA USO EN LOS CONDULETS  
SERIE "OVALADA"**

TIPO	TAMAÑO	NEOPRENO		VELLUMOID		CORCHO	
		CATALOGO		CATALOGO	PRECIO	CATALOGO	
	12.7mm(1/2")	GASK 571 NM		GASK 771 M	\$ 3.25	GASK 671 M	
	19.0 (3/4")	GASK 572 NM		GASK 772 M	3.25	GASK 672 M	
	25.4 (1")	GASK 573 NM		GASK 773 M	4.90	GASK 673 M	
	31.8 (1-1/4")	GASK 574 NM		GASK 774 M	6.50	GASK 674 M	
	38.1 (1-1/2")	GASK 575 NM		GASK 775 M	6.50	GASK 675 M	
	50.8 (2")	GASK 576 NM		GASK 776 M	8.15	GASK 676 M	
	63.5 (2-1/2")	GASK 577 NM		GASK 777 M	13.00	GASK 677 M	
	76.5 (3")	GASK 578 NM		GASK 778 M	13.00	GASK 678 M	
	101.6 (4")	GASK 579 NM		GASK 779 M		GASK 679 M	
	12.7mm(1/2")	GASK 471 NM				GASK 371 M	
	19.0 (3/4")	GASK 472 NM				GASK 372 M	
<b>EMPAQUES DE NEOPRENO PARA CONDULETS LBD</b>							
	TAMAÑO		CATALOGO				
	31.8 (1-1/4")		GASK 683 RM				
	38.1 (1/2") Y 50.8 (2")		GASK 684 RM				
	63.5 (2-1/2") Y 76.2 (3")		GASK 990 RM				
	101.6 (4")		GASK 989 RM				
<p>EL EMPAQUE CERRADO SE USA PARA LAS TAPAS CIEGAS FUNDIDAS O TROQUELADAS</p> <p>EL EMPAQUE ABIERTO SE USA EN TAPAS QUE RECIBEN CONTACTOS, APAGADORES, ETC.</p>							
<b>T A P A S</b>							
TIPO	TAMAÑO	CATALOGO		TAMAÑO	CATALOGO		
	12.7mm(1/2")	170 FM		50.8mm(2")	670 FM		
	19.0 (3/4")	270 FM		63.5 (2-1/2")	870 FM		
	25.4 (1")	370 FM		76.5 (3")	870 FM		
	31.8 (1-1/4")	470 FM					
	38.1 (1-1/2")	570 FM					
<b>TAPA CIEGA</b>							
TIPO	No. de CATALOGO y TAMAÑO			TIPO	No. de CATALOGO y TAMAÑO		
	17.55 - 12.7mm(1/2")				1766M 12.7mm(1/2")		
	27.55 - 19.0 (3/4")						
	Esta tapa se usa en los condulets - serie ovalada y se proporciona con un puente standard para montaje - de cualquiera de los accesorios del tipo intercambiable tales como apagadores de 1 a 2 polos, 3 ó 4 - vías, contactos, etc.			Esta tapa se usa en la intemperie - con apagadores del tipo intercambiable. Se surte con empaque - Gask 371 M y con puente para - montar el apagador que se sujeta - al interior de la tapa.			
CORTESIA DE CROUSE-HINDS-DEMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.							









# CONDULETS SERIE "FS" RECTANGULAR POCO PROFUNDOS

TIPO	No. CATALOGO y TAMAÑO		TIPO	No. CATALOGO y TAMAÑO	PRECIO
	FS1 M - 12.7mm (1/2") FS2 M - 19.0 (3/4") FS3 M - 25.4 (1")			FSX1 M - 12.7mm (1/2") FSX2 M - 19.0 (3/4") FSX3 M - 25.4 (1")	\$ 30.00 37.50 45.50
	FSA1 M - 12.7mm (1/2") FSA2 M - 19.0 (3/4")		TAPAS PARA LOS CONDULETS TIPO "FS"		
	FSC1 M - 12.7mm (1/2") FSC2 M - 19.0 (3/4") FSC3 M - 25.4 (1")			DS 100 GM Tapa Ciega Se surte con empaque.	\$ 6.25
	FSCA1 M - 12.7mm (1/2") FSCA2 M - 19.0 (3/4")			DS 32 GM Tapa para apagador Se surte sin empaque.	\$ 8.75
	FSCC1 M - 12.7mm (1/2") FSCC2 M - 19.0 (3/4") FSCC3 M - 25.4 (1")			DS 23 GM Tapa para contacto Duplex Se surte sin empaque.	\$ 8.75
	FSCD1 M - 12.7mm (1/2") FSCD2 M - 19.0 (3/4") FSCD3 M - 25.4 (1")			DS 21 GM Tapa para contacto redondo Diámetro de la abertura 25.84mm. (1-7/16") Se surte sin empaque.	\$ 8.75
	FSCT1 M - 12.7mm (1/2") FSCT2 M - 19.0 (3/4") FSCT3 M - 25.4 (1")			DS 1020 GM Tapa para contacto a prueba de intemperie. Esta tapa está accionada por un resorte. Se surte con empaque.	\$ 31.25
	FSL1 M - 12.7mm (1/2") FSL2 M - 19.0 (3/4") FSL3 M - 25.4 (1")			DS 70 GM Tapa para contacto Duplex a prueba de intemperie. Esta tapa está accionada por un resorte. Se surte con empaque.	\$ 37.50
	FSLA1 M - 12.7mm (1/2") FSLA2 M - 19.0 (3/4")			W 185 GM Tapa para apagador a prueba de intemperie. Para operación normal de "abierto" ó "cerrado". Se surte con empaque.	\$ 45.75
	FSR1 M - 12.7mm (1/2") FSR2 M - 19.0 (3/4") FSR3 M - 25.4 (1")			GASK 91 M (corcho) GASK 91 NM (neopreno) Empaques para los condulets de la serie "FS"	\$ 5.00 8.00
	FSS1 M - 12.7mm (1/2") FSS2 M - 19.0 (3/4") FSS3 M - 25.4 (1")				
	FST1 M - 12.7mm (1/2") FST2 M - 19.0 (3/4") FST3 M - 25.4 (1")				
CORTESIA DE CROUSE-HINDS-DOEMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.					




# **CONDULETS SERIE RECTANGULAR TIPOS "FD y FSY"**

TIPO	No. de CATALOGO y TAMAÑO	DESCRIPCION
<b>CONDULETS SERIE "FSY" CON PEDESTAL</b>		
	FSY 312 M 25.4mm (1")	En los condulets FSY, se pueden montar las mismas tapas utilizadas en los condulets tipo FS de un sólo cuerpo. Estos condulets se utilizan normalmente en montajes superficiales para accesorios, sobre el piso ó sobre bancos de trabajo. En la base del pedestal tiene 2 taladros para sujetarse a la superficie sobre la cual vaya a montarse.
<b>CONDULETS SERIE "FD" PARA SALIDAS TALADRABLES</b>		
	FD019 M  FD029 M  FD039 M	Este tipo de condulets, está provisto con orejas para su soporte, las cuales se encuentran localizadas en 2 esquinas opuestas de las cajas. Las paredes de sus 4 lados están reforzadas para poder taladrarse y roscarse en medidas de 12.7 a 38.1 mm. (1/2 a 1-1/2"). Estas cajas utilizan las mismas tapas que los condulets "FS" de un solo cuerpo. Su diseño hace posible el ensamble de combinaciones de accesorios, sin tener que usar tapas especiales. Para ordenar la caja con las entradas conduit necesarias, dibújese un esquema del desarrollo de la caja con las indicaciones y medidas requeridas.
<b>SALIDAS TALADRADAS Y ROSCADAS</b>		
#1 - 12.7mm (1/2") #2 - 19.0 (3/4") #3 - 25.4 (1") #4 - 31.8 (1-1/4") #5 - 38.1 (1-1/2")		
<b>DIMENSIONES E INFORMACION DE TALADRO Y ROSCADO</b>		
		
<b>TODAS LAS DIMENSIONES Y MEDIDAS SON MILIMETROS</b>		
NOTA: La medida máxima que puede taladrarse y roscarse en los condulets FD, es de 38.1mm.		
<b>CORTESIA DE CROUSE-HINDS-DMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.</b>		

# CONDULETS TIPO "SEH"

TIPO	No. CATALOGO y TAMAÑO	TIPO	No. CATALOGO y TAMAÑO
	SEH-1M 12.7mm(1/2") SEH-2M 19.0 (3/4") SEH-3M 25.4 (1")		SEHC-1M 12.7mm(1/2") SEHC-2M 19.0 (3/4") SEHC-3M 25.4 (1")
	SEHL-1M 12.7mm(1/2") SEHL-2M 19.0 (3/4") SEHL-3M 25.4 (1")		SEHT-1M 12.7mm(1/2") SEHT-2M 19.0 (3/4") SEHT-3M 25.4 (1")
	SEHX-1M 12.7mm(1/2") SEHX-2M 19.0 (3/4") SEHX-3M 25.4 (1")		SEHA-1M 12.7mm(1/2") SEHA-2M 19.0 (3/4") SEHA-3M 25.4 (1")

## TAPAS Y EMPAQUES PARA CONDULETS TIPO "SEH" LAS TAPAS PUEDEN SER USADAS CON O SIN EMPAQUE

	SEH-00M Tapa ciega de aluminio fundido.		SEH-84M Tapa con salida de 12.7mm. (1/2"), de aluminio fundido.
	GASK 202 M GASK 202 NM Empaque para ser usado entre el condulet y las tapas		

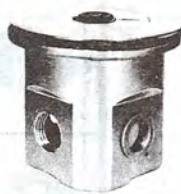
Los condulets tipo SEH aceptan accesorios circulares standard de cajas octagonales de 101.6mm. (4")

CORTESIA DE CROUSE-HINDS-DEMEX, S.A. DE C.V. MEXICO, D.F.



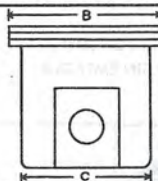
## CONTACTOS DE PISO Y SALIDAS PARA TELEFONO

EN NUEVA CAJA TIPO UNIVERSAL



CONTACTO DE PISO		SALIDA PARA TELEFONO		SALIDA PARA NIPLE DE 12.5 MM.	
CATALOGO	TAMAÑO	CATALOGO	TAMAÑO	CATALOGO	TAMAÑO
1700	12.7 mm (1/2")	1703	12.7 mm (1/2")	1704	12.7 mm (1/2")
1700-19	19.0 mm (3/4")	1703-19	19.0 mm (3/4")	1704-19	19.0 mm (3/4")
1700-25	25.4 mm (1")	1703-25	25.4 mm (1")	1704-25	25.4 mm (1")

Las cajas son de fundición de aluminio con 4 salidas, a 90° cada una. Si se especifica se pueden entregar con 2 salidas roscadas en la parte inferior, de 12.7 mm (1/2"), 19.0 mm (3/4") o una salida de 25.4 mm (1"). Precios por requisición. La caja se surte con tres tapones.



## DIMENSIONES

A - 78 mm.

B - 90 mm.

C - 71 mm.

## CONTACTOS DOBLES PARA PISO TIPO PERISCOPIO

TIPO	DESCRIPCION	CATALOGO
	Cuerpo ó periscopio con tapas ciegas	1750
	Cuerpo ó periscopio con contacto doble	1751
	Cuerpo ó periscopio con dos contactos dobles	1751D

El contacto de piso tipo periscopio es de aluminio anodizado en color latón y puede montarse en cualquier caja de conexiones instalada en el piso, que tenga en su tapa un orificio de 13mm. También puede montarse en ductos de piso.

## INSTALACION-



1.- Quite el disco tapón de 13mm. de la caja de conexiones ó del ducto.



2.- Introduzca los conductores a través del niple al cuerpo del contacto. Atomílese el niple a la tapa de la caja de conexiones del piso.



3.- Conecte los conductores a los contactos y coloque el contacto y su tapa en el lugar correspondiente.

## CAPITULO VI

### CONDUCTORES PARA INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION

Los conductores eléctricos, son aquellos materiales que ofrecen poca oposición o resistencia al paso de la corriente eléctrica por o a través de ellos.

Todos los metales son buenos conductores de la electricidad, sin embargo, unos son mejores que otros, es por ello que aquí se indican solamente algunos, nombrándolos en orden decreciente en cuanto a calidad como conductor y haciendo la aclaración correspondiente en cuanto a su empleo.

#### PLATA.

Es el mejor conductor pero, su uso se ve reducido por su alto costo.

#### COBRE.

Después de la plata, el cobre electrolíticamente puro es el mejor conductor eléctrico, se le emplea en más del 90% en la fabricación de conductores eléctricos, por que reúne las condiciones deseadas para tal fin, tales como:

- a).- Alta conductividad
- b).- Resistencia mecánica
- c).- Flexibilidad
- d).- Bajo costo

Dentro de los mismos conductores DE COBRE, existen tres ti-

-pos, dependiendo su clasificación según su temple:

### 1.- Conductores de COBRE SUAVE O RECOCIDO

Por su misma suavidad, tienen baja resistencia mecánica, alta elongación (aumento accidental o terapéutico de la longitud), su conductividad eléctrica es del 100%.

USOS.- Con un aislamiento protector, se utilizan en instalaciones tipo interior, dentro de ductos, tubos conduit, engrapados sobre muros, etc.

### 2.- Conductores de COBRE SEMIDURO

Tienen mayor resistencia mecánica que los conductores de cobre suave o recocido, menor elongación y su conductividad eléctrica es de aproximadamente 96.66%.

USOS.- Sin aislamiento protector, para líneas de transmisión con distancias interpostales o claros cortos y para redes de distribución, en ambos casos sobre aisladores.

### 3.- Conductores de COBRE DURO

Tienen una alta resistencia mecánica, menor elongación que los de cobre semiduro, y una conductividad eléctrica no menor de 96.16%.

USOS.- Se utilizan normalmente en líneas aéreas.

### ORO.

Después de la plata y del cobre, el oro es el mejor conductor de la electricidad. Su alto precio adquisitivo limita e inclusive impide su empleo.



## ALUMINIO.

Es otro buen conductor eléctrico sólo que, por ser menos conductor que el cobre (61% respecto al cobre suave o recocido), para una misma cantidad de corriente se necesita una sección transversal mayor en comparación con conductores de cobre, además, tiene la desventaja de ser quebradizo, se usa con regularidad en líneas de transmisión reforzado en su parte central interior con una guía de acero.

A mayor sección transversal de los conductores eléctricos es mayor su capacidad de conducción de corriente.

En un principio, todos y cada uno de los fabricantes de conductores eléctricos clasificaban a los mismos con diferentes números, símbolos y nomenclaturas, provocando con ello confusión entre los trabajadores del ramo, al no saber a ciencia cierta si -- trabajaban con las mismas secciones transversales al diferir en simbología y número de un fabricante a otro.

Después de un estudio exhaustivo de todos y cada uno de los métodos para diferenciar las áreas transversales (calibres) de los conductores eléctricos y observando la fácil interpretación de la nomenclatura presentada por la Compañía "AMERICAN WIRE GAUGE" (A.W.G.), ésta fue adoptada por lo que, para los calibres de los conductores eléctricos se les antecede con la leyenda. Calibre No. A.W.G. o M.C.M.

Las siglas M.C.M. nos están indicando el área transversal de los conductores eléctricos en "Mil Circular Mills".

### EQUIVALENCIA EN EL CALIBRE EN A.W.G. o M.C.M.

Se dice que se tiene un C.M. (Circular Mil) cuando el área --

transversal tiene un diámetro de una milésima de pulgada.

$$1 \text{ C.M.} = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.1416 (0.001)^2}{4} = 785 \times 10^{-9} \text{ pulg.}^2$$

$$1 \text{ C.M.} = 785 \times 10^{-9} \text{ pulg.}^2$$

$$1 \text{ pulg.}^2 = \frac{1}{785 \times 10^{-9}} \text{ C.M.}$$

$$1 \text{ pulg.}^2 = \frac{1}{785} (10)^9 \text{ C.M.} = 1.27 \times 10^6 \text{ C.M.}$$

$$1 \text{ pulg.}^2 = (25.4 \text{ mm})^2 = 645.16 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ mm}^2 = \frac{1}{645.16} \text{ pulg.}^2 = \frac{1.27 \times 10^6}{645.16} \text{ C.M.}$$

$$1 \text{ mm}^2 = 1970 \text{ C.M.}$$

Debido al error admisible, para cálculo de los conductores-eléctricos se considera aproximadamente:

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ C.M.}$$

$$1 \text{ mm}^2 = 2000 \text{ Circular Mil}$$

$$1 \text{ mm}^2 = 2 \text{ Mil Circular Mills (2 M.C.M.)}$$

Conociendo el significado de A.W.G. y la equivalencia entre  $\text{mm}^2$  y C.M., se va a la tabla No. 1, la que establece el diámetro y área del cobre según calibre de los conductores eléctricos, -- así como también el diámetro total con todo y aislamiento.

TABLA No. 1

CALIBRE A.W.G. 0 M.C.M.		DIAMETRO DEL COBRE EN m.m.	AREA DEL COBRE		DIAMETRO TOTAL CON AISLAMIENTO	
			m.m. <sup>2</sup>	C.M.	TW THW	VINANEL
					VINANEL 900	NYLON
ALAMBRES	14	1.63	2.08	4098	3.25	2.74
	12	2.05	3.30	6502	3.68	3.17
	10	2.59	5.27	10380	4.22	3.96
	8	3.26	8.35	16443	5.72	5.19
CABLES	14	1.84	2.66	5238	3.48	2.96
	12	2.32	4.23	8328	3.96	3.44
	10	2.95	6.83	13465	4.57	4.32
	8	3.71	10.81	21296	6.15	5.64
	6	3.91	12.00	23654	7.92	6.60
	4	5.89	27.24	53677	9.14	8.38
	2	7.42	43.24	85185	10.67	9.91
	0	9.47	70.43	138758	13.54	12.54
	00	10.64	88.91	175162	14.70	13.71
	000	11.94	111.97	220580	16.00	15.00
	0000	13.41	141.23	278237	17.48	16.40
	250	14.61	167.65	330261	19.50	18.24
	300	16.00	201.06	396088	20.90	19.63
	400	18.49	268.51	528970	23.40	22.12
	500	20.65	334.91	659777	25.60	24.28

La tabla anterior está en base al calibre de los conductores de cobre desnudos y con aislamientos tipo TW, THW, VINANEL - 900 y VINANEL-NYLON pero, tomando en consideración que no siempre se tienen las mismas condiciones de trabajo, se necesitan en la mayoría de los casos conductores con aislamiento apropiado para la temperatura, tensión y demás características según el tipo de trabajo y medio ambiente, por tanto, aquí se indican los tipos de aislamiento más usados, sus características, usos, etc.

#### ES NECESARIO CONSIDERAR:

##### a).- Limitación de temperatura.

Los conductores eléctricos, deben usarse de manera que la temperatura a que se puedan o deban exponer, no dañe su aislamiento.

##### b).- Locales húmedos.

En lugares húmedos o en donde la acumulación de humedad dentro de los ductos sea probable, los conductores deben tener aislamiento de hule resistente a la humedad, aislamiento termoplástico resistente a la humedad, forro de plomo o un tipo de aislamiento aprobado para estas condiciones de trabajo.

##### c).- Condiciones impuestas por la corrosión.

Los conductores expuestos a aceites, grasas, vapores, gases, líquidos u otras sustancias que tengan efecto destructor sobre el aislamiento y el conductor, deben ser de un tipo adecuado para tales condiciones de trabajo y medio ambiente.

#### ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TIPO TW

Conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC); por las iniciales TW (del inglés),-



se tiene un aislamiento termoplástico a prueba de humedad.

USOS.

En instalaciones eléctricas en el interior de locales con ambiente húmedo o seco.

CARACTERISTICAS.

Tensión nominal — 600 Volts

Temperatura máxima — 60°C

No usarlo a temperatura ambiente mayor de 35°C

- 1).- Por su reducido diámetro exterior, ocupan poco espacio en el interior de los ductos.
- 2).- El aislamiento, aunque se encuentra firmemente adherido al conductor, se puede desprender con facilidad dejando perfectamente limpio al conductor.
- 3).- Este aislamiento no propaga las llamas.

CALIBRES.

Del 20 al	6	A.W.G.	Conductor sólido.
"	20 al	16	" Cordon flexible.
"	14 al	4/0	" Conductor cableado.

Capacidad de corriente en Amperes — Ver tabla No. 2.

#### ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TIPO T H W

Conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de goma (plastilac), por las iniciales T H W (del inglés), se tiene un aislamiento termoplástico resistente al calor y a la humedad. Con este aislamiento, los conductores tienen mayor capacidad de

conducción que con TW, ocupan eso sí mayor espacio dentro de los ductos, pero se les considera el mismo si se respeta el factor de relleno.

El factor de relleno puede definirse como la relación del área utilizable con respecto al 100% dentro de las canalizaciones.

USOS.- Generalmente se les emplea en canalizaciones para edificios y en las instalaciones eléctricas con ambientes secos o húmedos.

#### CARACTERISTICAS.

Tensión nominal — 600 Volts.

Temperatura máxima — 60°C

No usarlo a temperatura ambiente mayor de 40°C

#### CALIBRES.

Del 20 al 16 A.W.G. Cordon flexible.

" 20 al 6 Conductor sólido.

" 14 A.W.G. al 500 M.C.M. Conductor cableado.

Capacidad de corriente en Amperes — Ver tabla No. 2.

#### ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TIPO "VINANEL 900"

Conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento especial de cloruro de polivinilo (PVC), resistente al calor, a la humedad y a los agentes químicos, no propaga las llamas, gran capacidad de conducción de corriente eléctrica con este aislamiento, por tanto, se pueden ahorrar calibres en muchas ocasiones. - Ocupa el mismo espacio que los aislamientos TW y THW dentro de los ductos además, resiste en forma única las sobrecargas continuas.



USOS.- Generalmente en industrias, en edificios públicos, hoteles, bodegas, en fin, en instalaciones donde se requiere mayor seguridad.

#### CARACTERISTICAS.

Tensión nominal — 600 Volts.

Temperatura máxima:

- 1).- 75°C en ambiente seco o húmedo para calibres del 6 - A.W.G. al 1000 M.C.M.
- 2).- 90°C al aire ó 60°C en aceite para calibres del 14 - al 8 A.W.G.

No debe conectarse a temperatura ambiente mayor de 60°C.

Fácil de introducirse en las canalizaciones porque a su superficie se le da un tratamiento con un compuesto deslizante.

#### CALIBRES.

Del	20	al	12	A.W.G.	Cordón flexible.
"	14	al	8	"	Conductor sólido.
"	14 A.W.G.	al	1000	M.C.M.	Conductor cableado

Capacidad de corriente en Amperes — Ver tabla No. 2.

#### ALAMBRES Y CABLES CON AISLAMIENTO TIPO VINANEL-NYLON.

Conductores de cobre suave o recocido con aislamiento formado por DOS capas termoplásticas; la primera es de Cloruro de Polivinilo (PVC) de alta rigidez dieléctrica, gran capacidad -- térmica y notable flexibilidad, la segunda es de NYLON de alta-rigidez dieléctrica y gran resistencia mecánica.

El aislamiento tipo VINANEL-NYLON es resistente a la humedad, el calor, a los agentes químicos, tiene muy bajo coeficiente de fricción, no propaga las llamas, da a los conductores gran capacidad de conducción de corriente, además de ocupar menos espacio con respecto a los aislamientos tipo TW, THW y VINANEL 900 lo que redundo lógicamente, en notable ahorro de grandes diámetros de tuberías.

USOS.- Los conductores eléctricos con aislamiento tipo VINANEL-NYLON tienen una aplicación universal en circuitos de baja tensión, pues aparte de sus singulares características incluye - las que corresponden a los conductores eléctricos con aislamientos tipo TW, THW y VINANEL-900 es decir, pueden utilizarse como- alimentación de secundarios de transformadores a tablero general, alambrado de tableros de distribución en baja tensión, circuitos de alumbrado y fuerza, acometidas y alambrado interior de maquinaria, conexión de controles y señalización, etc.

#### CARACTERISTICAS.

Tensión nominal ——— 600 Volts o menos a  
régimen permanente.

Temperaturas máximas.

- 1).- 75°C en locales húmedos o en presencia de hidrocarburos
- 2).- 90°C en locales secos.

Se recomienda no conectarse a temperatura ambiente mayor - de 60°C.

Es fácil de introducirse en las canalizaciones por su bajo coeficiente de fricción.

## CALIBRES.

Del 14 al 8 A.W.G. Alambres.

Del 14 al 4/0 A.W.G. Conductor cableado.

Capacidad de conducción de corriente en Amperes.

Ver tabla No. 2.

CORDON FLEXIBLE CON AISLAMIENTO TIPO SPT

(Duplex uso doméstico)

Conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de cloruro de polivinilo especialmente flexible, por las iniciales-SPT, se tiene un par simple termoplástico, no propaga las llamas.

Los conductores se mantienen en posición paralela en un mismo plano, por el aislamiento que posee un estrechamiento entre los dos para facilitar su separación.

USOS.- En toda clase de lámparas de pie, radios, televisores, tocadiscos, etc. Estos cordones tienen el aislamiento con bastante espesor por tanto, buena protección mecánica lo que permite se les emplee para cualquier aparato doméstico portátil.

## CARACTERISTICAS.

Tensión nominal — 300 Volts

Temperatura máxima — 60°C.

## CAPACIDAD DE CONDUCCION

(a 30°C de temperatura ambiente).

CALIBRE	CAPACIDAD
A.W.G.	EN AMPERES
20	3
18	5
16	7

ALAMBRES CON AISLAMIENTO TIPO TWD  
(Duplex)

Dos conductores de cobre suave o recocido, con aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC) tipo TW con una endidura en la parte media longitudinal para su fácil separación, este aislamiento no propaga las llamas.

USOS.- Se usa en instalaciones fijas visibles, directamente sobre muros y en instalaciones provisionales para conectar motores y aparatos pequeños, únicamente debe utilizarse en lugares secos y sólo para circuitos de 20 Amperes como máximo.

CARACTERISTICAS.

Tensión nominal	—	600 Volts.
Temperatura máxima	—	60°C en el conductor. 30°C en el ambiente.

CALIBRES A.W.G.	CAPACIDAD EN AMPERES (a la intemperie)
20	3
18	5
16	7
14	15
12	20
10	25

ALAMBRE BIPOLAR PLANO CON AISLAMIENTO DE  
VINANEL

Son dos conductores sólidos de cobre suave con aislamiento de VINANEL 900 resistente a la humedad, en colores negro y naranja, los conductores están dispuestos paralelamente en un mismo -

plano y cubierto además mediante una chaqueta común de policloruro de vinilo en color gris, este aislamiento resiste las sobrecargas continuas, no propaga las llamas.

USOS.- En instalaciones visibles interiores o exteriores, - ideales para industrias pequeñas y el hogar donde puede ser usado para alimentar motores monofásicos y aparatos domésticos.

#### CARACTERISTICAS.

Tensión nominal	—	600 Volts.
Temperatura máxima	—	75°C en el conductor.

CALIBRES	CAPACIDAD EN
A.W.G.	AMPERES (a la intemperie)
14	20
12	25
10	40

#### CORDON FLEXIBLE FLEXANEL.

Un solo conductor de cobre suave o recocido, cableado en haz con lo cual se tiene un conductor extra flexible. El aislamiento es especial de cloruro de polivinilo (PVC), resistente al calor, a la humedad, a los aceites, a las grasas y agentes químicos, además, no propaga las llamas.

USOS.- Para conexiones internas en aparatos industriales, - por su calidad y flexibilidad es ideal para circuitos de control, máquinas-herramientas, derivaciones en contactos y porta lámparas, etc.

#### CARACTERISTICAS.

Tensión nominal	—	600 Volts
Temperatura máxima	—	En ambiente seco o húmedo 75°C. En contacto con aceite 60°C.



CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE EN  
AMPERES A 30°C DE TEMPERATURA AMBIENTE.

CALIBRE A.W.G.	1 a 3	1 COND.	1 a 3	1 COND.
	EN TUBO	AL AIRE	EN TUBO	AL AIRE
	60°C TEMP. DEL COND.		75°C TEMP. DEL COND.	
14	15	20	15	20
12	20	25	20	25
10	30	40	30	40
8	40	55	45	65

CORDON USO RUDO.

Dos o tres conductores extra flexibles de cobre suave o re cocido (cables en haz o tipo calabrote) con aislamiento vinílico. Los conductores aislados están unidos entre sí con rellenos de yute o de PVC y protegidos con una cubierta común termoplástica-resistente a la abrasión y que no propaga las llamas.

USOS.- En aparatos de uso doméstico o industrial tales como refrigeradores, lavadoras, planchadoras, máquinas de coser, batidoras, aspiradoras, máquinas de escribir calculadoras, taladros, sierras, pulidoras de pisos de madera o terrazo y en general, en todas las máquinas portátiles.

CARACTERISTICAS.

Tensión nominal — 300 y 600 Volts.

Temperatura máxima — 60°C



CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE EN  
AMPERES A 30°C TEMPERATURA AMBIENTE

CALIBRE A.W.G.	DOS O TRES CONDUCTORES
18	5
16	7
14	15
12	20
10	25
8	35
6	45
4	60

CONDUCTORES CON FORRO ASBESTONEL

Un conductor de cobre suave o recocido, estañado, cable flexible o cordón extra flexible, el aislamiento es especial de cloruro de polivinilo recubierto con una capa de asbesto impregnado de un compuesto resistente a la humedad, al calor, a las llamas, el forro exterior está formado de una malla, trenzada de algodón y tratada con un compuesto gris de propiedades fungicidas que impiden la formación de colonias de hongos.

USOS.- En el interior de tableros de control donde la posibilidad de grandes elevaciones de temperatura constituyen un factor crítico, en lugares con temperaturas altas como los próximos a fuentes de calor como calderas, hornos, etc. Cableados en haz, son extra flexibles y pueden emplearse para conexiones a tableros de control fijos o móviles.

CARACTERISTICAS.

Tensión nominal — 600 Volts.

Temperatura máxima — 90°C.

CAPACIDAD DE CONDUCCION EN AMPERES  
A 30°C DE TEMPERATURA AMBIENTE

CALIBRE A.W.G.	DE 1 a 3 ENTUBADOS	1 CONDUCTOR AL AIRE LIBRE
14	25	30
12	30	40
10	40	55
8	50	70

LAS TABLAS Nos. 1, 2, 3, 4, 6 y 7, PUEDEN EMPLEARSE PARA CONDUCTORES ELECTRICOS DE CUALQUIER MARCA, SIEMPRE Y CUANDO -- COINCIDAN EN EL TIPO DE AISLAMIENTO Y CALIBRE CORRESPONDIENTE.

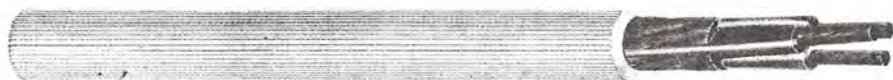
ALAMBRES Y CABLES TIPO TW, 600 VOLTS



**VINANEL 900**

**600 VOLTS.**



**ALAMBRE TWD****600 VOLTS****CORDON FLEXIBLE FLEXANEL****600 VOLTS****CORDON USO RUDO****300 Y 600 VOLTS.****TRES CONDUCTORES****DOS CONDUCTORES**

CAPACIDAD DE CORRIENTE PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES DE 1 A 3  
EN TUBO CONDUIT ( TODOS HILOS DE FASE ) Y A LA INTEMPERIE

TABLA No. 2

CALIBRE		TIPO DE AISLAMIENTO		A LA INTEMPERIE	
A.W.G. o M.C.M.	TW	THW	VINANEL-NYLON Y VINANEL 900	TW	VINANEL NYLON-900 THW
14	15	25	25	20	30
12	20	30	30	25	40
10	30	40	40	40	55
8	40	50	50	55	70
6	55	70	70	80	100
4	70	90	90	105	135
2	95	120	120	140	180
0	125	155	155	195	245
00	145	185	185	225	285
000	165	210	210	260	330
0000	195	235	235	300	385
250	215	270	270	340	425
300	240	300	300	375	480
350	260	325	325	420	530
400	280	360	360	455	575
500	320	405	405	515	660

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE MAYOR DE 30°C					
C°	MULTIPLIQUESE LA CAPACIDAD DE CORRIENTE POR LOS SIGUIENTES FACTORES.				
40	NO SE	0.88	0.90		
45	USA A	NO A	0.85		
50	MAS DE	MAS DE	0.80		
55	35°	40°	0.74		

FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO.		
DE 4 a 6	CONDUCTORES	80%
DE 7 a 20	CONDUCTORES	70%
De 21 a 30	CONDUCTORES	60%



Los factores de corrección por temperatura, indican en que porcentaje disminuye la capacidad de corriente de los conductores eléctricos conforme aumenta la temperatura.

Los factores de corrección por agrupamiento, aplicables para cuando se tienen más de 3 (tres) conductores activos dentro de tubos cónduit, ductos y otros tipos de canalizaciones cerradas, también indican el tanto por ciento a que disminuye su capacidad de conducción, situación que obliga a proteger a dichos conductores de acuerdo con su nueva capacidad.

Lo anterior quiere decir que la protección para de 1 a 3 conductores activos, debe ser como máximo al 100 % de su capacidad nominal promedio, pero de 4 a 6, de 7 a 20 y de 21 a 23 dentro de una misma canalización cerrada, debe ser de acuerdo a su nueva capacidad que disminuye al 80 %, 70 % y 60 % respectivamente.

CALIBRE A.W.G. o M.G.M.	CAPACIDAD NOMINAL DE 1 A 3	PROTECCIÓN MÁXIMA DEL (100 %)	P R O T E C C I O N E S		
			DE 4 A 6 (80%)	DE 7 A 20 (70%)	DE 21 A 30 (60%)
14	15A	15A	10A	10A	5A
12	20A	20A	15A	10A	10A
10	30A	30A	20A	20A	15A
8	40A	40A	30A	25A	20A
6	55A	50A	40A	35A	30A
4	70A	70A	50A	40A	40A

Generalmente se trabaja con el calibre de los conductores, sin embargo, en ocasiones sólo se tiene el valor de su resistencia por unidad de longitud, por tanto es necesario conocer la tabla No. 3.

TABLA No. 3.

RESISTENCIA OHMICA Y PESO DE LOS CONDUCTORES				
	CALIBRE A.W.G. o M.C.M.	RESISTENCIA OHMS/KM A 20°C	PESO EN KG./KM. CON AISLAMIENTO	
			VINANEL 900 THW TW	VINANEL NYLON
ALAMBRES	14	8.28	27	23
	12	5.21	40	35
	10	3.28	56	50
	8	2.06	99	91
CABLES	14	8.45	30	25
	12	5.31	43	38
	10	3.35	63	60
	8	2.06	105	98
	6	1.29	170	148
	4	0.81	250	237
	2	0.51	380	362
	0	0.32	600	568
	00	0.26	740	706
	000	0.20	915	877
	0000	0.16	1134	1094
	250	0.14	1352	1295
	300	0.11	1600	1539
	400	0.09	2095	2026
	500	0.07	2584	2509



DIAMETROS Y AREAS INTERIORES DE  
TUBOS CONDUIT Y DUCTOS CUADRADOS

TABLA No. 4

DIAMETROS NOMINALES		AREAS INTERIORES EN MM <sup>2</sup>			
		PARED DELGADA		PARED GRUESA	
PULGADAS	MM.	40%	100%	40%	100%
1/2	13	78	196	96	240
3/4	19	142	356	158	392
1	25	220	551	250	624
1 1/4	32	390	980	422	1056
1 1/2	38	532	1330	570	1424
2	51	874	2185	926	2316
2 1/2	64	—	—	1376	3440
3	76	—	—	2116	5290
4	102	—	—	3575	8938
2 1/2 x 2 1/2	65 x 65			1638	4096
4 x 4	100 x 100			4000	10000
6 x 6	150 x 150			9000	22500

Intencionalmente se dan dos valores respecto a las áreas - interiores de tubos conduit y ductos cuadrados, mientras el 100% es el área absoluta, el 40% nos da el área que deben ocupar como máximo los conductores eléctricos (con todo y aislamiento) conociéndose este valor como factor de relleno excepto para cables - de varios conductores.

Además, en lo que respecta a los diámetros de los tubos y ductos, se tienen dos unidades, en pulgadas como se conocen en - el mercado y en milímetros como se deben indicar en los planos.

Ahora bien, en toda la línea alimentadora de energía eléctrica, existe una caída de tensión que es directamente proporcional a la resistencia presentada por los conductores y a la intensidad de corriente que circula por ellos, esta caída de tensión bajo las condiciones anteriores se puede expresar  $E=RI$ .

Tomando en cuenta la longitud, la sección transversal y la resistividad del cobre, la resistencia de los conductores eléctricos está dada por la fórmula:

$R = \rho L/S$  en donde:

R = Resistencia en Ohms

$\rho$  = Resistividad del cobre en Ohms/m/mm<sup>2</sup>.

L = Longitud de los conductores en metros.

S = Sección transversal de los conductores en mm<sup>2</sup>.

De la formula de la resistencia en el caso anterior, puede deducirse lo siguiente:

A mayor longitud de los conductores, mayor es la resistencia que oponen al paso de la corriente por ellos y en consecuencia mayor es la caída de tensión provocada, sin embargo, esta disminución en el valor de la tensión puede ser aminorada si se aumenta la sección transversal de los conductores.

Como es peligroso trabajar con caídas de tensión muy altas, las caídas de tensión máximas permitidas están tabuladas en LA NORMA OFICIAL.

El peligro que representa trabajar con valores de tensión no acordes a las condiciones de trabajo o datos de placa de los aparatos, máquinas, elementos, accesorios conectados en la línea se puede resumir:

a).- Tensión baja.

Los motores conectados a una tensión mucho menor que la requerida y técnicamente in-----

-dicada en sus datos de placa no arrancan, se produce en ellos un ruido característico y se sobrecalientan.

Las lámparas incandescentes conectadas a una tensión menor que la indicada en las mismas, disminuyen considerablemente su intensidad luminosa.

Las lámparas fluorescentes conectadas a una tensión menor, no encienden(no arrancan), porque necesitan una sobretensión para hacerlo.

b).- Tensión alta.

Los motores conectados a una tensión mayor que la nominal para su buen funcionamiento, se sobrecalientan disminuyendo con ello su vida activa, se puede brincar el aislamiento si dicha tensión es muy alta.

Las lámparas conectadas a una tensión mayor de la indicada, aumentan su intensidad luminosa disminuyendo sus horas de vida.

Por lo anterior, es aconsejable conectar tanto máquinas, motores, elementos, dispositivos eléctricos, etc. a tensión correcta para su buen funcionamiento y aprovechamiento de la energía en todos y cada uno de ellos.



TABLA No. 5.CAIDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS PERMITIDAS  
SEGÚN LA NORMA OFICIAL MEXICANA

SISTEMA	TENSIONES		
	127.5	220	440
ALUMBRADO 3 %			
Alimentadores principales 1 %.	1.27	2.2	
Circuitos derivados 2 %.	2.54	4.4	
FUERZA 4 %			
Alimentadores principales 3 %.		6.6	13.2
Circuitos derivados 1 %.		2.2	4.4

Una vez que se tiene conocimiento de los conductores eléctricos, sus calibres comerciales, tipos de aislamiento de uso común, capacidad de conducción de los conductores eléctricos dentro de tubos conduit y a la intemperie, áreas utilizables dentro de los tubos conduit y ductos cuadrados, los coeficientes de corrección por temperatura y por agrupamiento, el factor de relleno, las caídas de tensión máximas permitibles, etc., se procede a indicar las tablas Nos. 6 y 7 que nos marcan el área transversal promedio de los conductores eléctricos de los diferentes calibres, marcas y tipos de aislamiento, sólidos o cableados, para así mediante la suma de las áreas parciales de los conductores, sean del mismo o diferente calibre, y en base al factor de relleno, calcular el diámetro de los tubos conduit o características de los ductos cuadrados, de acuerdo a los valores específicos de la tabla No. 4.

TABLA No. 6.

AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DE COBRE SUAVE  
O RECOCIDO, CON AISLAMIENTO TIPO TW, THW y VINANEL 900.

	CALIBRE A.W.G. O M.C.M.	AREA DEL COBRE EN mm <sup>2</sup>	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIENTO mm <sup>2</sup>	AREA TOTAL DE ACUERDO AL CALIBRE Y AL NUMERO DE CONDUCTORES ELECTRICOS, PARA SELECCIONAR EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS SEGUN LA TABLA No.4				
				2	3	4	5	6
ALAMBRES	14	2.08	8.30	16.60	24.90	33.20	41.50	49.80
	12	3.30	10.64	21.28	31.92	42.56	53.20	63.84
	10	5.27	13.99	27.98	41.97	55.96	69.95	83.94
	8	8.35	25.70	51.40	77.10	102.80	128.50	154.20
C A B L E S	14	2.66	9.51	19.02	28.53	38.04	47.55	57.06
	12	4.23	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92
	10	6.83	16.40	32.80	49.20	65.60	82.00	98.40
	8	10.81	29.70	59.40	89.10	118.80	148.50	178.20
	6	12.00	49.26	98.52	147.78	197.04	246.30	295.56
	4	27.24	65.61	131.22	196.83	262.40	328.05	393.66
	2	43.24	89.42	178.84	268.26	357.68	447.10	536.52
	0	70.43	143.99	287.98	431.97	575.96	719.95	863.94
	00	88.91	169.72	339.44	509.16	678.88	848.60	1018.32
	000	111.97	201.06	402.12	603.18	804.24	1005.30	1206.36
	0000	141.23	239.98	479.96	719.94	959.92	1199.90	1439.88
	250	167.65	298.65	597.30	895.95	1194.46	1493.25	1791.19
	300	201.06	343.07	686.14	1029.21	1372.28	1715.35	2058.42
	400	268.51	430.05	860.10	1290.15	1720.20	2150.25	2580.30
	500	334.91	514.72	1029.44	1544.16	2058.88	2573.36	3088.32



TABLA No. 7.  
AREA PROMEDIO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS DE COBRE SUAVE  
O RECOCIDO, CON AISLAMIENTO TIPO VINANEL NYLON

CALIBRE A.W.G. O M.C.M.	AREA TOTAL DEL COBRE mm <sup>2</sup>	AREA TOTAL CON TODO Y AISLAMIENTO mm <sup>2</sup>						
			2	3	4	5	6	
ALAMBRES								
14	2.08	5.90	11.80	17.70	23.60	29.50	35.40	
12	3.30	7.89	15.78	26.67	31.56	39.45	47.34	
10	5.27	12.32	24.64	36.96	49.28	61.60	73.92	
8	8.35	21.16	42.32	63.48	84.64	105.80	126.96	
14	2.66	6.88	13.76	20.64	27.52	34.40	41.28	
12	4.23	9.29	18.58	27.87	37.16	46.45	55.74	
10	6.83	14.66	29.32	43.98	58.64	73.30	87.96	
8	10.81	24.98	49.96	74.94	99.92	124.90	149.88	
6	12.00	34.21	68.42	102.63	136.84	171.05	205.26	
4	27.24	55.15	110.30	165.45	220.60	275.75	330.90	
2	43.24	77.13	154.26	231.39	308.52	385.65	462.78	
0	70.43	123.50	247.00	370.50	494.00	617.50	741.00	
00	88.91	147.62	295.24	442.86	590.48	738.10	885.72	
000	111.97	176.71	353.42	530.13	706.84	883.55	1060.26	
0000	141.23	211.24	422.48	633.72	844.96	1056.20	1267.44	
250	167.65	261.30	522.60	783.90	1045.20	1306.50	1567.80	
300	201.06	302.64	605.28	907.92	1210.56	1513.20	1815.84	
400	268.51	384.29	768.58	1152.87	1537.16	1921.45	2305.74	
500	334.91	463.00	926.00	1389.00	1852.00	2315.00	2778.00	
C A B L E S								

## CAPITULO VII

CALCULO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS

Para el cálculo exacto del calibre de los conductores eléctricos, deben tomarse en consideración principalmente la corriente por transportar y la caída de tensión máxima permisible según el caso.

Por lo antes expuesto, es necesario tener conocimiento de las fórmulas correspondientes a los cuatro sistemas para el suministro de energía eléctrica; para la interpretación de dichas fórmulas, se dan a continuación las literales empleadas.

W = Potencia, carga por alimentar o carga total instalada expresada en watts.

En = Tensión o Voltaje entre fase y neutro (127.5 volts =  $\frac{220}{\sqrt{3}}$ ), valor comercialmente conocido como de 110 volts.

Ef = Tensión o Voltaje entre fases (para los ejemplos aquí resueltos en baja tensión se considerarán 220 volts, aunque también es común tener un valor de 440 volts).

I = Corriente en Amperes por conductor

Cos  $\phi$  = Factor de potencia (f.p.) o coseno del ángulo formado entre el vector tensión tomado como plano de referencia y el vector corriente, cuyo valor expresado en centésimas (0.85, 0.90, etc.), en realidad representa el tanto por ciento que se aprovecha de la energía proporcionada por la empresa suministradora del servicio.

$\cos \phi = 1.00$  o 100% cuando se tienen conectadas sólo cargas-resistivas (ver capítulo correspondiente a CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA).

$\rho =$  Resistividad del cobre en Ohms/m./mm.<sup>2</sup>

$\rho = \frac{1}{58}$  a 20°C de temperatura ambiente.

$\rho = \frac{1}{50}$  a 60°C de temperatura ambiente

En la fórmula siguiente, se considera el valor de --

$\rho = \frac{1}{50}$  a 60°C de temperatura ambiente dando con -- ello un alto factor de seguridad.

$L =$  Distancia expresada en metros desde la toma de corriente (subestación eléctrica, Interruptor general, tablero de control, tablero de distribución, etc.), hasta el centro de carga; conocida como distancia al centro de carga (ver CALCULO DEL CENTRO DE CARGA).

$S =$  Sección transversal o área de los conductores eléctricos expresada en mm<sup>2</sup>. (área del cobre sin aislamiento).

$e =$  Caída de tensión entre fase y neutro.

$e_f =$  Caída de tensión entre fases

$e\% = e \frac{100}{E_n}$  caída de tensión en tanto por ciento para sistemas monofásicos.

$e\% = e_f \frac{100}{E_f}$  Caída de tensión en tanto por ciento para sistemas trifásicos.

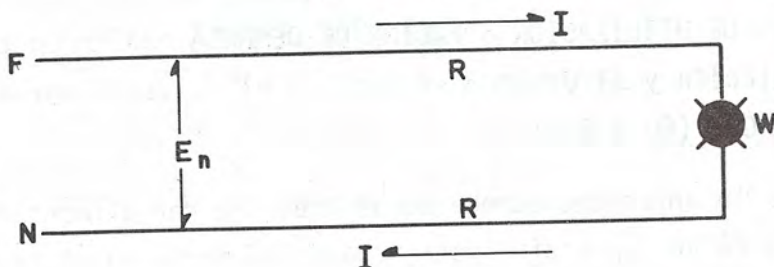
Es importante tener siempre presente de que salvo casos excepcionales como lo son circuitos derivados para un motor, hornos eléctricos o para cargas únicas específicas, no se dispone en un momento determinado de toda la carga total instalada, por lo tanto, para evitar el tener que conectar conductores eléctricos de gran sección transversal, es aconsejable corregir la intensidad de corriente después de calculada de acuerdo con

las fórmulas No. 2 de los cuatro sistemas, multiplicándose por un FACTOR DE UTILIZACION o FACTOR DE DEMANDA que según el tipo de instalación y el uso que se haga de ella, varía normalmente de 0.6 a 0.9 (60 a 90%).

Por lo anterior, cuando no se trate de dar alimentación a una sola carga y principalmente cuando la carga total instalada sea la suma de varias cargas parciales que se supone no van a ser utilizadas en forma simultánea, hay necesidad de corregir la corriente para que de acuerdo al nuevo valor, se calculen -- los conductores eléctricos por corriente y por caída de tensión, en cuyas fórmulas No. 5 ya debe considerarse la CORRIENTE CORREGIDA =  $I_c$



# SISTEMA MONOFASICO A DOS HILOS (Fase y Neutro)



$W = E I$  --- Watts; esta fórmula en corriente alterna -- (C.A.) sólo nos da la potencia aparente o de línea y la potencia real siempre y cuando se tenga en el circuito carga 100% resistiva.

Como se trata de indicar la fórmula general, abarcando combinaciones de los tres tipos de cargas eléctricas que son: Carga resistiva, Carga inductiva y Carga capacitiva, en ella, incluiremos el factor de potencia o  $\cos\phi$ .

$$W = E_n I \cos\phi \text{ --- (1)}$$

En calibre de los conductores por corriente se encuentra - despejando  $I$  de la ecuación (1).

$$I = \frac{W}{E_n \cos\phi} \text{ --- (2)}$$

## POR CAIDA DE TENSION

$$e = 2 R I \text{ (por ser ida y retorno)}$$

$$e = 2 \left( \rho \frac{L}{S} \right) I = 2 \left( \frac{1}{50} \frac{L}{S} \right) I = \frac{2LI}{50S} = \frac{LI}{25S}$$

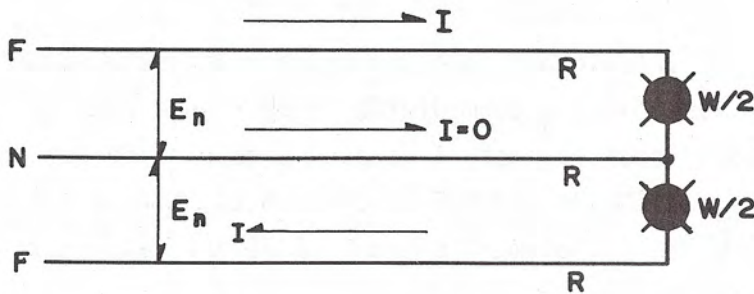
$$e = \frac{LI}{25S} \text{ caída de tensión entre fase y neutro ----- (3)}$$

$$e\% = e \frac{100}{E_n} = \frac{LI}{25S} \frac{100}{E_n} = \frac{4LI}{SE_n} \text{ --- (4)}$$

$$S = \frac{4LI}{E_n e\%} \text{ --- (5)}$$



SISTEMA MONOFASICO A TRES HILOS  
(2 Fases y Neutro)



Si se observa detenidamente al diagrama anterior, realmente se trata de dos sistemas monofásicos a dos hilos.

$$W = 2 E_n I \cos\phi \text{ - - - - - (1)}$$

POR CORRIENTE

$$I = \frac{W}{2 E_n \cos\phi} \text{ - - - - - (2)}$$

Como la carga total conectada en realidad se reparte en dos sistemas monofásicos a dos hilos, la corriente y en consecuencia la caída de tensión es exactamente la mitad con respecto al sistema elemental de fase y neutro.

$$e = R I = \rho \frac{L}{S} I = \frac{1}{50} \frac{L}{S} I = \frac{LI}{50S} \text{ - - - - - (3)}$$

$$e\% = e \frac{100}{E_n} = \frac{LI}{50S} \frac{100}{E_n} = \frac{2LI}{SE_n} \text{ - - - - - (4)}$$

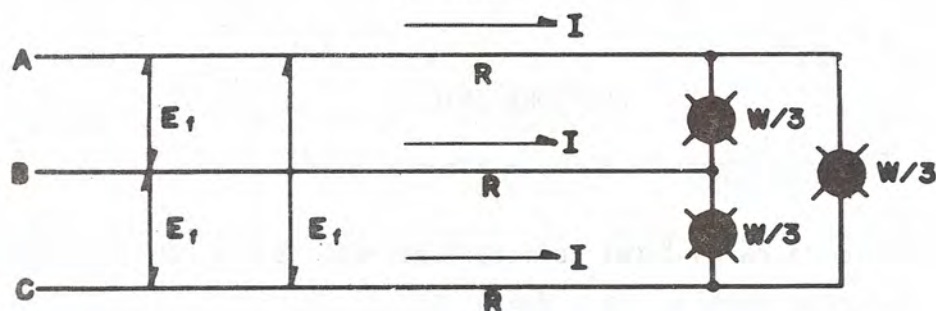
$$S = \frac{2LI}{E_n e\%} \text{ - - - - - (5)}$$

Como se trata de un sistema que en la realidad es difícil de balancear 100%, en un momento dado el neutro trabaja como fase o hilo de corriente, transportando 1.4142 veces la corriente

eficaz por rase. Por lo anterior, es recomendable que cuando se trabajen dos fases con neutro común, al neutro se le considere - mayor área que a los hilos de corriente por lo menos en un calibre.

Para mejor entender lo anterior, hay necesidad de tener presente que los aparatos de medición en corriente alterna (C.A.) - no indican valores máximos ni valores promedios de las ondas sinusoidales de TENSION, CORRIENTE O POTENCIA, sino que indican el valor eficaz de las mismas, siendo 0.7071 del valor máximo, por lo tanto,  $0.7071 \times 2 = 1.4142$

### SISTEMA TRIFASICO A TRES HILOS (3 Fases)



$$W = \sqrt{3} E_f I \cos\phi \text{ - - - - - (1)}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos\phi} \text{ - - - - - (2)}$$

Sistema aplicado, cuando todas las cargas parciales son trifásicas, pero dividido en dos casos específicos.

1.- Cuando las cargas parciales son 100% resistivas como resistencias de secadores, hornos eléctricos, el factor de potencia o  $\cos\phi = 1$ , en consecuencia, las fórmulas (1) y (2) quedan:

$$W = \sqrt{3} \text{ Ef I} \quad \text{--- (1')}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \text{ Ef}} \quad \text{--- (2')}$$

2.- Cuando las cargas parciales son inductivas como motores eléctricos en su generalidad y dispositivos o equipos fabricados con bobinas, hay necesidad de incluir, además del factor de potencia o  $\cos\phi$ , la eficiencia  $N$  promedio de los motores, en un valor nunca mayor de 0.85.

$$W = \sqrt{3} \text{ Ef I } \cos\phi \text{ N} \quad \text{--- (1'')}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \text{ Ef } \cos\phi \text{ N}} \quad \text{--- (2'')}$$

#### POR CAIDA DE TENSION

Para sistema trifásico a 3 hilos, se tiene que la corriente de la línea  $I_L = \sqrt{3} \text{ I}$  de fase, en consecuencia:

$$\begin{aligned} \text{ef} &= R (\sqrt{3} \text{ I}) = \sqrt{3} \text{ RI} = \sqrt{3} \rho \frac{L}{S} \text{ I} = \sqrt{3} \frac{1}{50} \frac{L}{S} \text{ I} \\ &= \frac{\sqrt{3} \text{ L I}}{50 \text{ S}} \end{aligned}$$

$$\text{ef} = \frac{\sqrt{3} \text{ L I}}{50 \text{ S}} \quad \text{--- (3)}$$

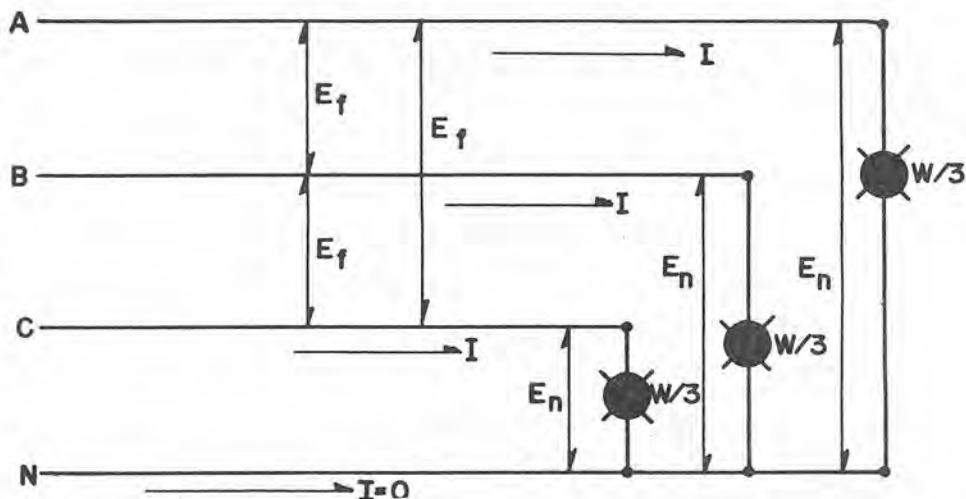
$$\text{e\%} = \text{ef} \frac{100}{\text{Ef}} = \frac{\sqrt{3} \text{ L I}}{50 \text{ S}} \frac{100}{\text{Ef}} = \frac{2 \sqrt{3} \text{ L I}}{\text{S Ef}} \quad \text{--- (4)}$$

$$S = \frac{2 \sqrt{3} \text{ L I}}{\text{Ef e\%}} \quad \text{pero, Ef} = \sqrt{3} \text{ En}$$

$$S = \frac{2 \sqrt{3} \text{ L I}}{\sqrt{3} \text{ En e\%}} = \frac{2 \text{ L I}}{\text{En e\%}} \quad \text{--- (5)}$$

Este sistema 3 $\phi$  a 3 hilos es balanceado, por lo que se considera exactamente la misma corriente por conductor

### SISTEMA TRIFASICO A CUATRO HILOS (3 Fases y Neutro)



Tratándose de un sistema trifásico a cuatro hilos (3 $\phi$  - 4h) que se considera 100% balanceado, en el neutro se toma una intensidad de corriente igual con  $I_n = 0$ , además, de la figura se desprende que son en realidad 3 sistemas monofásicos a dos hilos.

$$W = 3 E_n I \cos \phi = \sqrt{3} E_f I \cos \phi \quad \text{--- (1)}$$

$$I = \frac{W}{3 E_n \cos \phi} = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi} \quad \text{--- (2)}$$

Para cuando se tienen cargas de alumbrado y contactos, motores monofásicos y trifásicos, en las fórmulas (1) y (2) se debe hacer intervenir a la eficiencia  $N$ , considerando un máximo valor promedio de  $N = 0.85$  o menor, el cual estará determinado por las características de las cargas parciales.

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos\phi N \text{ ----- (1')}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos\phi N} = \text{----- (2')}$$

Cuando no se da el factor de potencia (f.p.) o  $\cos\phi$  como dato, se supone un valor normalmente de 0.85, ya que en ningún caso la carga total instalada es puramente resistiva.

#### POR CAIDA DE TENSIÓN.

$$e_f = \frac{\sqrt{3} L I}{50 S} \quad \text{Ver fórmula (3) sistema } 3\phi - 3h.$$

$$e\% = \frac{100}{E_f} e_f = \frac{100}{E_f} \frac{\sqrt{3} L I}{50 S} = \frac{2 \sqrt{3} L I}{E_f S} \text{ ----- (4)}$$

Pero  $E_f = \sqrt{3} E_n$ , por lo tanto:

$$e\% = \frac{2 \sqrt{3} L I}{\sqrt{3} E_n S} = \frac{2 L I}{E_n S} \text{ en consecuencia:}$$

$$S = \frac{2 L I}{E_n e\%} \text{ ----- (5)}$$



## APLICACIÓN DE LOS CUATRO SISTEMAS

### MONOFASICO A DOS HILOS

(Un hilo de corriente y uno neutro)

( $1\phi$  - 2H)

Se utiliza en instalaciones eléctricas de alumbrado y contactos sencillos (para aparatos pequeños), cuando todas las cargas parciales son monofásicas y la carga total instalada no es mayor de 4,000 Watts.

Para circuitos derivados o servicios particulares de alumbrado y contactos sencillos (para aparatos pequeños), alimentados con un hilo de corriente y un hilo neutro, considerar una carga no mayor de 1,500 Watts.

### MONOFASICO A TRES HILOS

(Dos hilos de corriente y uno neutro)

( $1\phi$  - 3H)

Para instalaciones eléctricas de alumbrado y contactos sencillos (para aparatos pequeños), cuando todas las cargas son monofásicas y la carga total instalada es mayor de 4,000 Watts pero que no sobrepase los 8,000 Watts, cuyo valor multiplicado por el factor de demanda promedio de 0.7, se obtiene una demanda máxima aproximada de  $8,000 \times 0.7 = 5,600$  Watts, que repartida en los circuitos derivados, corresponden 2,800 Watts de carga efectiva por cada hilo de corriente.

### TRIFASICO A TRES HILOS

(Tres hilos de corriente)

( $3\phi$  - 3H)

Sistema utilizado en los siguientes casos:

- 1.- En instalaciones eléctricas en las que se dispone únicamente de cargas trifásicas, independientemente de la carga total instalada.

- 2.- En alimentaciones generales o derivados que proporcionan la energía eléctrica a cargas trifásicas.
- 3.- Para suministrar energía a instalaciones eléctricas -- con servicio contratado en alta tensión.
- 4.- En redes de distribución primaria a tensiones de ---- 13,200 o de 20,000 volts entre fases.
- 5.- En líneas de transmisión a tensiones entre fases mayores de 20,000 Volts.

#### TRIFASICO A CUATRO HILOS

(Tres hilos de corriente y uno neutro)

( $3\phi$  - 4H)

Este sistema es utilizado en los siguientes casos:

- 1.- En instalaciones eléctricas de alumbrado y contactos sencillos, cuando todas las cargas parciales son monofásicas y la total instalada es mayor de 8000 watts.
- 2.- Cuando se tienen tanto cargas monofásicas como cargas trifásicas, independientemente del valor de la carga total instalada.
- 3.- En redes de distribución secundaria a tensiones de 220 volts entre fases 127.5 volts. entre fase y neutro, es te último valor comercialmente conocido como de 110 -- volts.

CALCULO DE CONDUCTORES ELECTRICOS POR CORRIENTE Y  
CALCULO DE LOS DIAMETROS DE TUBERIAS CONDUIT.

EJEMPLO No. 1

Calcular la corriente, calibre de los conductores eléctricos con aislamiento tipo TW y diámetro de la tubería conduit pared delgada para alojar los alimentadores generales, si en una instalación eléctrica se tiene una carga total instalada de --- 3800 watts, resultado de sumar sólo cargas parciales monofásicas (alumbrado y contactos).

DATOS

$$W = 3800 \text{ Watts}$$

$$E_n = 127.5 \text{ Volts}$$

SOLUCION

Como sólo son cargas monofásicas y la suma total no sobrepasa el valor de 4000 watts, el sistema escogido debe ser un monofásico a dos hilos (1 $\phi$  - 2h), por tanto se tiene:

$$W = E_n I \cos\phi \text{ -----(1)}$$

$$I = \frac{W}{E_n \cos\phi} \text{ -----(2)}$$

Cuando no se da el factor de potencia (f.p.) o  $\cos\phi$  como dato, se supone un valor que normalmente varía de 0.85 a 0.90 ya que en ningún caso la carga total instalada es puramente resistiva.

$$I = \frac{W}{E_n \cos\phi} = \frac{3800}{127.5 \times 0.85} = \frac{3800}{108.35} = 35 \text{ Amp.}$$

Como en ninguna instalación eléctrica se utiliza la carga total instalada en forma simultánea, es aplicable un FACTOR DE UTILIZACION F.U. o FACTOR DE DEMANDA F.D., que varía de 0.6 a 0.9 (del 60 al 90%), para este caso en que no se especifica si se trata de una casa habitación, comercio, oficinas, etc., se aplicará un  $F.U. = F.D. = 0.70$ , en consecuencia, al multiplicar la corriente calculada por 0.70, se obtiene la corriente máxima efectiva, conocida como corriente corregida  $I_c$ .

$$I_c = 35 \times 0.70 = 24.5 \text{ Amp.}$$

Para una corriente de 24.5 Amp., se necesitan conductores eléctricos con aislamiento tipo TW calibre # 10 que transportan hasta 30 Amp. en condiciones normales (ver tabla No. 2).

Dos conductores sólidos calibre # 10 (alambres), ocupan una área total de  $27.98 \text{ mm}^2$  según la tabla No. 6.

Tomando en consideración el factor de relleno en los tubos-conduit (40% de su área interior según la tabla No. 4), DOS conductores calibre # 10 deben alojarse en tubería conduit pared -- delgada de 13 mm. de diámetro ya que de ésta pueden ocuparse hasta  $78 \text{ mm}^2$ .

#### EJEMPLO No. 2.

Calcular la corriente, el calibre de los conductores eléctricos (alimentadores generales) y el diámetro de la tubería conduit en que deben ser alojados, para una carga total instalada de 7400 watts, resultado de sumar sólo cargas monofásicas.

#### DATOS

$$W = 7400 \text{ watts}$$

128

$$E_n = 127.5$$

$$\cos\phi = 0.85$$

$$F.U. = F.D. = 0.70$$

Conductores con aislamiento tipo T.H.W.

### SOLUCION:

Si todas las cargas parciales son monofásicas y el valor de la carga total instalada es mayor de 4,000 Watts pero no sobrepasa el de 8,000 Watts, el sistema elegido es monofásico a tres hilos ( $2\phi - 3h$ ), en consecuencia se tiene:

$$W = 2 E_n I \cos\phi \text{ ----- (1')}$$

$$I = \frac{W}{2 E_n \cos\phi} \text{ ----- (2')}$$

$$I = \frac{7,400}{2 \times 127.5 \times 0.85} = \frac{7,400}{216.75} = 34.14 \text{ Amp.}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 34.14 \times 0.70 = 23.9 \text{ Amp.}$$

Para una corriente efectiva de 23.9 Amp., se necesitan conductores con aislamiento tipo THW calibre # 10 (ver tabla No. 2), en virtud de que LA NORMA OFICIAL MEXICANA impide calibres menores al # 10 para alimentadores generales.

Tres conductores calibre # 10 (cables) y uno desnudo # 12 ocupan un área total de 53.43 mm<sup>2</sup> según la tabla No. 6.

Según la tabla No. 4, tres conductores calibre # 10 y uno desnudo # 12 deben ir en tubería conduit de 13 mm. de diámetro pared delgada o pared gruesa, pues de ellas pueden ocuparse hasta 78 y 96 mm<sup>2</sup> respectivamente.



EJEMPLO No. 3

Calcular el calibre de los conductores eléctricos (alimentadores generales) por corriente y el diámetro de la tubería conduit en que deben alojarse, para una carga total instalada de 8,200 Watts, resultado de sumar sólo cargas trifásicas:

DATOS

$$W = 8,200 \text{ Watts}$$

$$E_f = 220 \text{ Volts}$$

$$\cos\phi = 0.85$$

$$F.U. = F.D. = 0.80$$

Considerando una eficiencia promedio =  $n = 0.80$   
Aislamiento tipo TW

SOLUCION:

Si todas las cargas son trifásicas, el sistema debe ser necesariamente un trifásico a tres hilos ( $3\phi - 3h$ ).

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos\phi \eta \text{ ----- (1)}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos\phi \eta} \text{ ----- (2)}$$

$$I = \frac{8,200}{1.73 \times 220 \times 0.85 \times 0.80} = \frac{8,200}{258.80} = 31.68 \text{ Amps.}$$

$$\text{Corriente corregida} = I_c = I \times F.U.$$

$$I_c = 31.68 \times 0.80 = 25.34 \text{ Amp.}$$

Para una corriente de 25.34 Amp., es necesario utilizar conductores eléctricos con aislamiento tipo TW calibre # 10 que conducen en condiciones normales hasta 30 Amp.

El área total de los TRES conductores calibre # 10 (cables) con todo y aislamiento y uno desnudo # 12 es de  $53.43 \text{ mm}^2$ , por lo tanto, pueden ser alojados en una tubería de 13 mm. (tabla No. 4).

#### EJEMPLO No. 4

Calcular el calibre de los conductores eléctricos por corriente (alimentadores generales) y el diámetro de la tubería conduit para una carga total instalada de 28 000 Watts, resultado de sumar sólo cargas monofásicas como alumbrado y contactos sencillos (casa habitación, edificios de departamentos, oficinas, pequeños comercios, etc.).

#### DATOS

$$W = 28\ 000 \text{ Watts}$$

$$E_n = 127.5 \text{ Volts}$$

$$\text{Cos}\phi = 0.85$$

$$F.U. = F.D. = 0.70$$

Conductores con aislamiento tipo TW.

#### SOLUCIÓN:

Si todas las cargas parciales son monofásicas y el valor de la carga total resulta mayor a 8 000 Watts, el sistema elegido es un trifásico a 4 hilos ( $3\phi - 4h$ ), por tanto se tiene:

$$W = 3 E_n I \text{ Cos}\phi = \sqrt{3} E_f I \text{ Cos}\phi \text{ ----- (1)}$$

$$I = \frac{W}{3 E_n \text{ Cos}\phi} = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \text{ Cos}\phi} \text{ ----- (2)}$$

$$I = \frac{28,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85} = \frac{28,000}{323.51} = 86.55 \text{ Amp.}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 86.55 \times 0.70 = 60.58 \text{ Amp.}$$

Para una corriente de 60.58 Amp., según la tabla No. 2, se necesitan conductores calibre # 4 que transportan en condiciones normales hasta 70 Amp. A una temperatura ambiente de 30°C y 3 hilos de corriente dentro de una misma canalización.

$$I_c = 60.58 \text{ Amp.}$$

Calibre # 4, entonces serían 4 # 4 + 1 # 6 desnudo.

Como los sistemas trifásicos a 4 hilos, son balanceados y por el neutro no circula corriente alguna, se puede disminuir el calibre neutro en un calibre, quedando 3 # 4 para hilos de corriente o fase y # 6 para el neutro y 1 # 6 desnudo a tierra.

Ahora se calcula el área que ocupan TRES conductores # 4 y UNO # 6 más 1 # 6 desnudo según la tabla No. 6, para de acuerdo a la tabla No. 4, ver en que diámetro de tubería pueden alojarse.

$$3 \# 4 = 196.83, 1 \# 6 = 49.26, 1 \# 6 \text{ desnudo} = 12.00$$

$$\text{TOTAL} = 258.09 \text{ mm}^2.$$

Se observa en la tabla No. 4, que para alojar cinco conductores eléctricos que ocupan un área total = 258.09 mm<sup>2</sup> se necesita un diámetro de tubería conduit pared delgada de 1 ¼" (32 mm) de la cual se pueden ocupar hasta 390 mm<sup>2</sup>, o bien una tubería conduit pared gruesa de 1 ¼" (32 mm) de la cual pueden ocuparse hasta 422 mm<sup>2</sup>.

EJEMPLO No. 5

Calcular el calibre de los conductores eléctricos con aislamiento tipo TW y el diámetro de la tubería conduit pared delgada en que deben alojarse, para una línea monofásica a 2 hilos ( $1\phi - 2h$ ) que debe transportar una corriente de 24 Amperes a una temperatura ambiente de  $30^{\circ}\text{C}$ , así como de acuerdo al calibre resultante escoger la protección contra sobrecorriente.

DATOS:

$I = 24$  Amperes

$E_n = 127.5$  Volts.

$\cos\phi = 0.85$

Aislamiento tipo TW

Interrupor de seguridad = ?

Elementos fusibles = ?

SOLUCIÓN:

Según la tabla No. 2, para una corriente de 24 Amperes se necesitan conductores eléctricos (alambres) con aislamiento tipo TW calibre # 10 que tienen una capacidad mínima promedio de 30 Amperes.

Se observa en la tabla No. 6, que el área total que ocupan 2 # 10 sólidos con todo y aislamiento más 1 # 12 desnudo es =  $31.28 \text{ mm}^2$ .

Obtenida el área total que ocupan todos los conductores, con el valor de  $31.28 \text{ mm}^2$  se entra a la tabla No. 4, columna No. 3, correspondiente al 40 % del área interior de tubos conduit pared delgada, observándose que deben ser alojados en tubería de 13 mm. de diámetro pues de ella pueden ser ocupados hasta  $78 \text{ mm}^2$ .

Para ejemplos como este o parecidos, es importante no olvidar o tener presente las siguientes condiciones:

1).- Como la temperatura ambiente anotada como dato y todos los valores tabulados son a 30°C, no hay necesidad de aplicar el factor de corrección por temperatura.

2).- Si el número de conductores activos es menor de cuatro (en un sistema 1 $\phi$  - 2H, se consideran activos a los dos), tampoco hay que aplicar el factor de corrección por agrupamiento.

3).- el interruptor de seguridad de acuerdo al calibre de los conductores eléctricos y al sistema elegido debe ser de 2 x 30 Amperes, los elementos fusibles también son de 30 Amperes, ya que LA NORMA OFICIAL recomienda que la protección contra sobrecorriente, como máximo puede ser de acuerdo a la capacidad promedio mínima de conducción de corriente de los conductores eléctricos para obligar a que la parte más débil sean los elementos fusibles.

Es así como actualmente se establece que de acuerdo a la capacidad mínima promedio de conducción de los conductores, sea la capacidad de los elementos fusibles.

CALIBRE #	CAPACIDAD MINIMA PROMEDIO DE CONDUCCIÓN (Amperes)	CAPACIDAD DE LOS ELEMENTOS FUSIBLES O TERMOMAGNETICOS (Amperes)
14	15	15
12	20	20
10	30	30
8	40	40
6	55	50
4	70	60



Por lo anterior, es común observar en circuitos derivados de alumbrado y contactos, que debido a que los contactos son conectados con conductores calibre # 10 como mínimo, la protección contra sobrecorriente debe ser de 30 Amperes y que en los circuitos de alumbrado al tenerse hilos de retorno o regreso de calibre # 12, la protección contra sobrecorriente debe ser como máximo de 20 Amperes.

#### EJEMPLO No. 6

Calcular los conductores eléctricos con aislamiento tipo "VINANEL 900" y el diámetro del tubo conduit pared gruesa, para una línea trifásica a 4 hilos (3 $\phi$  - 4h) para transportar una corriente de 90 Amperes por fase y a una temperatura de operación de 40°C.

#### SOLUCIÓN:

En la tabla No. 2 se tiene que para una corriente de 90 Amperes, se requieren conductores calibre # 4 pero, como los 90 Amperes es la capacidad de conducción máxima del calibre # 4, emplearemos calibre # 2 que transporta en condiciones normales hasta 120 Amperes, dando así un factor de seguridad.

Para una temperatura de 40°C.

Factor de corrección = 0.90 (Ver Tabla No. 2)

Multiplicando los 120 Amperes por el factor de corrección por temperatura a 40°C, se obtiene:

$$120 \times 0.90 = 108 \text{ Amperes.}$$

Como aún multiplicando 120 por el factor de corrección por temperatura da un valor superior a los 90 Amperes por transportar, es correcto emplear calibre # 2 (cableados).

Ahora, ver en qué tubería deben alojarse 4 # 2 más 1 # 4 desnudo.

4 # 2 + 1 # 4 desnudo = 384.92 mm<sup>2</sup> (Ver Tabla No. 6).

Según la tabla No. 4 para sólo el 40%, deben ser alojados en una tubería conduit pared gruesa de 32 mm. de diámetro, pues en ésta pueden ocuparse como máximo hasta 422 mm<sup>2</sup> de su área interior.

NOTA.-Como en los sistemas 3 $\phi$  - 4h el neutro no transporta corriente alguna, en éste se puede utilizar el calibre inmediato inferior es decir, para este caso.

3 # 2 para las fases.

1 # 4 para el neutro.

Para este mismo ejemplo puede trabajarse en otra forma el factor de corrección por temperatura.

$$\frac{\text{Corriente por transportar}}{\text{Factor de corrección por temperatura}} = \frac{90}{0.9} = 100 \text{ Amperes.}$$

Es decir, se busca en la tabla No. 2 el calibre de un conductor que en vez de 90 Amperes, transporte como mínimo 100 Amperes en condiciones normales de temperatura (30°C).

#### EJEMPLO No. 7

Calcular el calibre de los conductores eléctricos con aislamiento tipo THW y el diámetro del tubo conduit pared gruesa, en que deben ir alojadas dos líneas trifásicas a tres hilos para conducir una corriente de 90 Amperes por fase considerando una temperatura ambiente de 40°C.

SOLUCIÓN:

Factor de corrección por temperatura = 0.88

$$\frac{90}{0.88} = 102.27 \text{ Amperes.}$$

Para conducir 102.27 Amperes en condiciones normales de temperatura (30°C), se necesitan conductores calibre # 2 que inclusive tienen una capacidad de conducción de hasta 120 Amperes.

(Ver Tabla No. 2).

Por tratarse de 6 conductores de corriente (cables) #2 + 1 #4 desnudo dentro de un tubo conduit, se tiene un factor de corrección por agrupamiento = 0.80 = 80% (ver Tabla No. 2).

$$120 \times 0.8 = 96 \text{ Amperes.}$$

Como aún multiplicando los 120 Amperes por 0.8 la corriente resultante es mayor de 90 Amperes, el calibre #2 está bien elegido.

Para 6 #2 + 1 #4 desnudo, el área total es de 563.76 (Ver Tabla No. 6).

6 #2 + 1 #4 desnudo en tubo conduit pared gruesa de 38 mm. de diámetro pues el 40% de su área interior (máxima utilizable) es de 570 mm<sup>2</sup> (por seguridad la tubería debe ser de 51 mm).

EJEMPLO No. 8

Calcular el diámetro del tubo conduit pared gruesa para alojar cada uno de los siguientes grupos de conductores eléctricos considerándolos con aislamiento tipo TW y sólo tomando en cuenta el factor de relleno.

a).- 3 #6 y 2 #12 Conductores cableados.

- b).- 4 # 10 y 3 # 12 Conductores sólidos  
 c).- 6 # 12 y 2 # 10 " sólidos  
 d).- 8 # 14 y 4 # 12 " sólidos.

SOLUCION:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{a).- 3 \# 6} & \text{área} = & 150.72 \text{ mm}^2. \quad (\text{Ver tabla No. 6}) \\
 2 \# 12 & \text{área} = & 25.12 \text{ mm}^2. \quad " \\
 \hline
 \text{Total:} & & 175.84 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

Ver la tabla No. 4 para seleccionar el diámetro del tubo - conduit.

3 # 6 y 2 # 12 en tubo de 25 mm. de diámetro.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{b).- 4 \# 10} & \text{área} = & 63.60 \text{ mm}^2. \quad (\text{Ver tabla No. 6}) \\
 3 \# 12 & \text{área} = & 37.68 \text{ mm}^2. \quad " \\
 \hline
 \text{Total:} & & 101.28 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

4 # 10 y 3 # 12 en tubo de 19 mm. de diámetro.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{c).- 6 \# 12} & \text{área} = & 75.36 \text{ mm}^2. \quad (\text{Ver tabla No. 6}) \\
 2 \# 10 & \text{área} = & 31.80 \text{ mm}^2. \quad " \\
 \hline
 \text{Total:} & & 107.16 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

6 # 12 y 2 # 10 en tubo de 19 mm. de diámetro.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{d).- 8 \# 14} & \text{área} = & 66.40 \text{ mm}^2. \quad (\text{Ver tabla No. 6}) \\
 4 \# 12 & \text{área} = & 50.24 \text{ mm}^2. \quad " \\
 \hline
 \text{Total:} & & 116.64 \text{ mm}^2
 \end{array}$$

8 # 14 y 4 # 12 en tubo de 19 mm. de diámetro.

EJEMPLO No. 9

Calcular el calibre de los conductores eléctricos con aislamiento tipo "VINANEL 900" y los diámetros de los tubos conduit en que deben ir alojados para alimentar las siguientes cargas totales monofásicas y puramente resistivas.

- a).- 1,200 Watts.
- b).- 2,100 Watts.
- c).- 2,900 Watts.

Considerar en los tres casos Factor de Utilización  
F.U. = F.D. = 0.70 y cables.

SOLUCIÓN:

Por ser cargas puramente resistivas,  $\text{Cos}\phi = 1$  ó 100%, por tanto la fórmula  $W = E_n I \text{ Cos}\phi$  queda:

$$W = E_n I \text{-----} (1) \quad I = \frac{W}{E_n} = \text{-----} (2)$$

$$a) . - \quad I = \frac{W}{E_n} = \frac{1,200}{127.5} = 9.41 \text{ Amperes}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 9.41 \times 0.70 = 6.58 \text{ Amperes}$$

Los 6.58 Amperes son conducidos en calibre #14, pero como el calibre mínimo para alimentadores es el #10, se deben conectar 2 #10.

$$2 \text{ \#10} + 1 \text{ \#12d} = 37.03 \text{ mm}^2 \text{ de área total. (Tabla No. 6)}$$

$$2 \text{ \#10} + 1 \text{ \#12d en tubo de 13 mm. de diámetro. (Tabla No. 4)}$$

$$b) . - \quad I = \frac{W}{E_n} = \frac{2,100}{127.5} = 16.5 \text{ Amperes}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 16.5 \times 0.70 = 11.55$$



Para 11.55 Amperes, calibre # 12. (Tabla No. 2).  
 2 # 10 + 1 #12d = 37.03 mm<sup>2</sup> de área total. (Tabla No. 6).  
 2 # 10 + 1 #12d en tubo de 13 mm. de diámetro. (Tabla No. 4).

$$c).- I = \frac{W}{E_n} = \frac{2,900}{127.5} = 22.74 \text{ Amperes}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 22.74 \times 0.70 = 15.9 \text{ Amperes.}$$

Para 15.90 Amperes, calibre # 12. (Tabla No. 2).  
 2 # 10 + 1 #12d = 37.03 mm<sup>2</sup> de área total. (Tabla No. 6).  
 2 # 10 + 1 #12d en tubo de 13 mm. de diámetro. (Tabla No. 4).

### EJEMPLO No. 10

Calcular el calibre de los conductores eléctricos con aislamiento tipo TW para dos líneas intemperie (sin entubar) que van a alimentar a las siguientes cargas totales puramente resistivas (sumas totales de cargas parciales monofásicas).

- a).- 2, 800 Watts.
- b).- 8, 600 Watts.
- c).- F.U. = F.D. = 0.80

### SOLUCION:

Como son cargas puramente resistivas,  $\cos\phi = 1$

La carga de 2,800 Watts será alimentada con un sistema 1 $\phi$  - 2h y la de 8,600 Watts con 3 $\phi$  - 4h.

$$a).- I = \frac{W}{E_n \cos\phi} = \frac{2,800}{127.5 \times 1} = 21.9 \text{ Amperes}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 21.9 \times 0.80 = 17.52 \text{ Amperes.}$$

Para 17.52 Amperes y conductores a la intemperie, se necesitan de calibre #10 en virtud de que LA NORMA OFICIAL impide calibres menores para alimentadores generales.

Si fuera línea entubada, el calibre sería también calibre #10 (2 #10 + 1 #12d).

$$b).- I = \frac{W}{3 E_n \cos \phi} = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi} = \frac{8,600}{1.73 \times 220 \times 1} = 22.59 \text{ Amperes}$$

Factor de potencia = 1.0 por ser carga 100 % resistiva.

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 22.59 \times 0.8 = 18 \text{ Amperes.}$$

Para 18 Amperes, aislamiento tipo TW y a la intemperie, se requieren calibre #12 (3 #10 + 1 #12d).

Si fuera línea entubada, el calibre sería también calibre #10 (Tabla No. 2).

#### EJEMPLO No. 11

Calcular el calibre de los conductores eléctricos para las cargas anteriores bajo las mismas condiciones, pero tomando en cuenta un factor de potencia de 0.85 atrasado ( $\cos \phi = 0.85$  atrás) o bien puede indicarse  $\cos \phi = 0.85$  (-).

$$a).- 2,800 \text{ Watts.}$$

$$b).- 8,600 \text{ Watts.}$$

#### SOLUCIÓN:

Como el factor de potencia es atrasado, se trata invariablemente de cargas inductivas.

$$a) .- I = \frac{W}{E_n \cos \phi} = \frac{2,800}{127.5 \times 0.85} = \frac{2,800}{108} = 26 \text{ Amperes.}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.F. = 26 \times 0.8 = 20.8 \text{ Amperes.}$$

Para 20.8 Amperes, aislamiento tipo TW y a la intemperie, se requieren conductores calibre #10 (alimentadores generales).

Si fuera línea entubada, el calibre sería #10.

b).-

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos \phi} = \frac{8\,600}{1.73 \times 220 \times 0.85} = \frac{8\,600}{323.5} = 26.6 \text{ Amperes.}$$

$$I_c = I \times F.U. = 26.6 \times 0.80 = 21.28 \text{ Amperes.}$$

Para 21.28 Amperes, los conductores con aislamiento tipo TW y a la intemperie, deben ser de calibre #10.

Si se entubaran, serían también calibre #10.

#### EJEMPLO No. 12

Calcular por corriente, los conductores eléctricos con aislamiento tipo TW para alimentar una carga total de 18 000 Watts resultante de sumar cargas parciales monofásicas y trifásicas conectadas a tensiones de 127.5 Volts (entre fase y neutro) y 220 Volts (entre fases) respectivamente y considerando un factor de potencia  $\cos \phi = 0.9$ .

#### SOLUCIÓN:

Al tener cargas monofásicas y trifásicas, es fácil colegir que la fórmula a emplear es la correspondiente al sistema trifásico a 4 hilos (sist.  $3\phi - 4h$ ).

DATOS

$W = 18,000$  Watts  
 $E_f = 220$  Volts  
 $E_n = 127.5$  Volts  
 $\cos\phi = 0.85$   
 $F.U. = F.D. = 0.70$

Considerar una eficiencia promedio  $\eta = 0.80$   
 Aislamiento tipo THW

SOLUCIÓN:

$$W = \sqrt{3} E_f I \cos\phi \eta \text{ ----- (1)}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos\phi \eta} = \frac{18\,000}{1.73 \times 220 \times 0.85 \times 0.80} = \frac{18\,000}{258.80} = 69.55 \text{ Amps.}$$

$$I_c = I \times F.U. = I \times F.D. = 69.55 \times 0.70 = 48.68 \text{ Amp.}$$

Para conducir una corriente de 48.68 Amperes, se necesitan conductores eléctricos con aislamiento tipo THW calibre #8 (Ver Tabla No. 2).

3 #8 para las fases  
 1 #10 para el neutro  
 1 #10 desnudo (hilo a tierra)

CONDUCTORES CABLEADOS

1 #10d = 6.83  
 3 #8 = 89.10  
 1 #10 = 16.40  
 TOTAL: 112.33 mm<sup>2</sup>

3 #8 + 1 #10 + 1 #10d en tubo conduit de 19 mm. de diámetro, pared delgada o pared gruesa (Ver Tabla No. 4).

## CAPITULO VIII

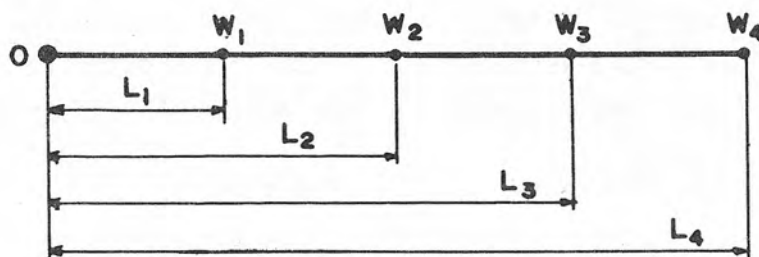
## CALCULO DEL CENTRO DE CARGA.

Hasta ahora el calibre de los conductores eléctricos sólo se ha calculado por corriente, sin embargo, se tienen las fórmulas para calcularlos por caída de tensión, las que no se han utilizado por desconocer la distancia al centro de carga en metros indicada por la letra  $L$ .

En una instalación eléctrica, se le llama "CENTRO DE CARGA" al punto en el cual se considera que están concentradas todas las cargas parciales o dicho de otra forma; "CENTRO DE CARGA" es el punto en donde se considera una carga igual a la suma de todas las cargas parciales, lo que en realidad representa el centro de gravedad si a las cargas eléctricas se les trata como masas.

El centro de carga puede calcularse fácilmente según el caso particular de que se trate:

- 1).- Cuando las cargas parciales están en un mismo lineamiento.





El punto 0 (cero) nos indica el punto de referencia o el lugar en donde se encuentra la toma de energía, tablero de distribución, interruptor general, etc.,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  y  $L_4$ ; son las distancias de las cargas parciales y  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$  y  $W_4$  son las cargas parciales.

La distancia al centro de carga se calcula de la forma siguiente:

$$L = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + L_3 W_3 + L_4 W_4}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}$$

Si la distancia al centro de carga debe estar expresada en metros para poder ser utilizada en las fórmulas correspondientes, es pues necesario, tomar las distancias parciales en metros, además, si las cargas no están dadas en Watts sino en H.P., o según las intensidades de corriente las distancias al centro de carga se calculan en igual forma.

$$L = \frac{L_1 \text{ H.P.}_1 + L_2 \text{ H.P.}_2 + L_3 \text{ H.P.}_3 + L_4 \text{ H.P.}_4}{\text{H.P.}_1 + \text{H.P.}_2 + \text{H.P.}_3 + \text{H.P.}_4}$$

distancia  
al centro de  
carga

$$L = \frac{L_1 I_1 + L_2 I_2 + L_3 I_3 + L_4 I_4}{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}$$

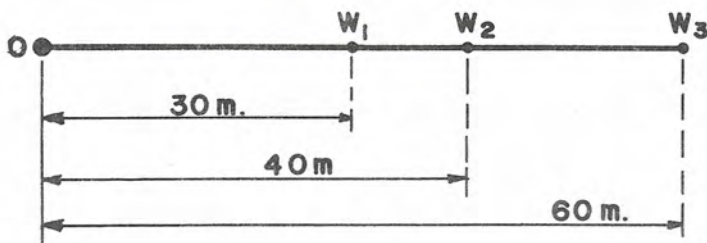
### E J E M P L O

Calcular la distancia al centro de carga para las siguientes cargas parciales conectadas en una misma dirección con respecto al punto de referencia o toma de energía eléctrica.

$$W_1 = 10,000 \text{ Watts} \quad L_1 = 30 \text{ metros.}$$

$$W_2 = 6,000 \quad " \quad L_2 = 40 \quad "$$

$$W_3 = 3,000 \quad " \quad L_3 = 60 \quad "$$



$$L = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + L_3 W_3}{W_1 + W_2 + W_3}$$

$$L = \frac{30 \times 10000 + 40 \times 6000 + 60 \times 3000}{10000 + 6000 + 3000}$$

$$L = \frac{720000}{19000} = \frac{720}{19} = 38 \text{ metros.}$$

Lo anterior quiere decir que las cargas parciales se consideran concentradas a 38 m. de la toma de energía eléctrica,--consecuentemente, hasta ahí se calculan los conductores eléctricos por caída de tensión, después de haberlos calculado por corriente, sin haber tomado en cuenta distancias.

Se instalan los conductores de mayor área transversal, es té dado dicho calibre por corriente o por caída de tensión.

1).- Cuando las cargas parciales de una instalación eléctrica no están sobre un mismo lineamiento, sino que se encuentran distribuidas sin seguir un cierto orden de dirección y --distancia con respecto a la toma de energía, debe uno valerse de un sistema de coordenadas cartesianas para calcular el centro de carga:

a).- Se calcula el centro de carga con respecto a los dos ejes coordenados.

- b).- La intersección de estas dos distancias da exactamente el centro de carga.
- c).- Se calcula la distancia del centro de carga a la toma de energía.

### E J E M P L O

Suponiendo un local en el que, por razones de trabajo se -- tienen cuatro cargas colocadas sin guardar lineamiento alguno.

Calcular el centro de carga y la distancia de éste a la toma de corriente.

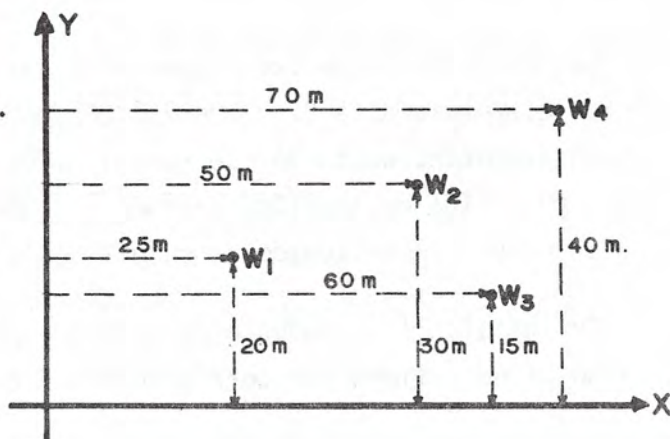
CARGAS.

$$W_1 = 5000 \text{ watts.}$$

$$W_2 = 4000 \text{ "}$$

$$W_3 = 6000 \text{ "}$$

$$W_4 = 4000 \text{ "}$$



Se está considerando la toma de energía exactamente en el -- origen de los ejes coordenados, por lo tanto, las distancias se toman con respecto a ese punto.

- a).- Calcular la distancia media con respecto al eje de las Y Y.

$$L_y = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + L_3 W_3 + L_4 W_4}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}$$

$$L_y = \frac{25 \times 5000 + 50 \times 4000 + 60 \times 6000 + 70 \times 4000}{5000 + 4000 + 6000 + 4000}$$

$$L_y = \frac{965000}{19000} = \frac{965}{19} = 50.8 \text{ M}$$

$L_y = 50 \text{ M.}$  Se aproxima el valor ya que no hay caída de tensión aún en 20 metros.

b).- Se calcula la distancia media con respecto al eje de las XX.

$$L_x = \frac{L_1 W_1 + L_2 W_2 + L_3 W_3 + L_4 W_4}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}$$

$$L_x = \frac{20 \times 5000 + 30 \times 4000 + 15 \times 6000 + 40 \times 4000}{5000 + 4000 + 6000 + 4000}$$

$$L_x = \frac{470000}{19000} = \frac{470}{19} = 24.736 \text{ metros}$$

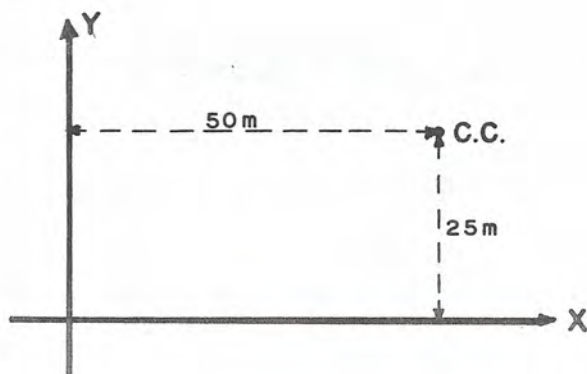
$$L_x = 24.736 \text{ M.} = 25 \text{ metros.}$$

Las coordenadas del centro de carga son:

$$L_y = 50 \text{ metros.}$$

$$L_x = 25 \text{ metros.}$$

c).- Se localiza el centro de carga según sus dos valores encontrados.



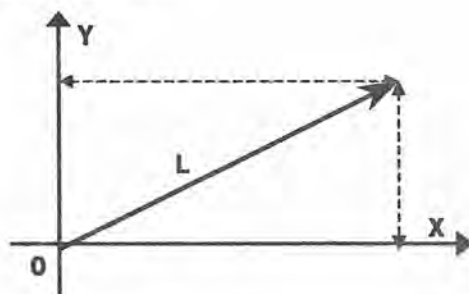
Una vez localizado el centro de carga, se juzgará si las condiciones del local y tipo de trabajo permiten la colocación del equipo (tablero de distribución para alimentación de las cargas parciales) en este punto, si ello no es posible, el centro de carga se corre hacia uno de los muros que lógicamente en este caso es el que se ha tomado como eje de las XX.

Teniendo el centro de carga, ya sea dado por el cálculo exacto o bien por las condiciones antes expuestas, se toma la distancia de éste a la toma de energía en metros indicada por la letra L, este valor se lleva a las fórmulas correspondientes para conocer la sección transversal de los conductores eléctricos (área del cobre sin aislamiento) caída de tensión y con ello según las tablas No. 6 ó No. 7 (columna No. 2), se tiene el calibre correspondiente.

La distancia desde la toma de energía hasta el centro de carga del presente problema para los dos casos previstos es:



1.- Por el cálculo exacto.



$$L = \sqrt{(50)^2 + (25)^2} = \sqrt{3125}$$

$$L = 56 \text{ metros.}$$

2.- Para cuando por condiciones del local, trabajo a desempeñar o por seguridad hay que recorrer el centro de carga hasta uno de los muros (en el presente problema el eje de las XX), la distancia L es simple y sencillamente la distancia promedio con respecto al eje de las YY.

### E J E M P L O No. 1

Calcular por corriente y por caída de tensión, el calibre de los conductores para alimentar una carga total de 2 400 Watts, que se considera concentrada a 60 metros.

DATOS

$$W = 2,400 \text{ Watts.}$$

$$E_n = 127.5 \text{ Volts (1}\phi - 2h\text{).}$$

$$\text{Cos}\phi = 0.85$$

$$e\% = 2$$

$$L = 60 \text{ metros.}$$

Considerar un factor de utilización del 80%.

## SOLUCION:

## POR CORRIENTE

$$W = En I \cos\phi$$

$$I = \frac{W}{En \cos\phi} = \frac{2400}{127.5 \times 0.85} = \frac{2400}{108.37} = 22.14 \text{ Amperes}$$

$$\text{Corriente corregida} = I_c = 22.14 \times 0.8 = 17.7 \text{ Amperes}$$

Por corriente, ver tabla No. 2.

Aislamiento tipo	TW	Calibre	#	12
" "	THW	"	#	12
" " "VINANEL	900"	"	#	12
" " "VINANEL NYLON"		"	#	12

## POR CAIDA DE TENSION

$$\text{De la fórmula } e\% = \frac{4 L I_c}{En S}$$

$$S = \frac{4 L I_c}{En e\%} = \frac{4 \times 60 \times 17.7}{127.5 \times 2} = \frac{4248}{255} = 16.65 \text{ mm}^2$$

Se entra a la tabla No. 6, con el valor  $S = 16.65 \text{ mm}^2$ , si este valor no se encuentra, se escoge el calibre de conductor eléctrico que tenga el valor inmediato superior que en el caso presente corresponde al calibre # 4 ( $S = 27.24 \text{ mm}^2$ ).

## E J E M P L O No. 2

Calcular por corriente y por caída de tensión los conductores eléctricos (alimentadores generales) para una carga total -  $W = 4,600 \text{ Watts}$  (suma de cargas parciales monofásicas) que se considera concentrada a 20 metros de la toma de energía

## DATOS

$$W = 4,600 \text{ Watts.}$$

Sistema  $2\phi - 3h$ .

$$E_n = 127.5 \text{ Volts.}$$

$$\cos \phi = 0.9$$

$$e\% = 1$$

$$L = 20 \text{ metros.}$$

Conductores sólidos con aislamiento IHW

$$\text{Factor de utilización F.U.} = F.D = 0.80$$

SOLUCION: POR CORRIENTE

$$W = 2 E_n I \cos \phi \text{ -----(1)}$$

$$I = \frac{W}{2 E_n \cos \phi} = \frac{4,600}{2 \times 127.5 \times 0.9} = \frac{4,600}{229.5} = 20 \text{ Amperes}$$

$$\text{Corriente corregida } I_c = 20 \times 0.8 = 16 \text{ Amperes.}$$

Para 16 Amperes, se requiere conductores eléctricos calibre # 12 (Ver tabla No. 2).

## POR CAIDA DE TENSION

Para sistema monofásico a 3 hilos ( $2\phi - 3h$ ).

$$e\% = \frac{2 L I_c}{E_n S}$$

$$S = \frac{2 L I_c}{E_n e\%} = \frac{2 \times 20 \times 16}{127.5 \times 1} = \frac{640}{127.5} = 5.02 \text{ mm}^2$$

$S = 5.02 \text{ mm}^2$  corresponde a un conductor eléctrico sólido calibre # 10 que tiene  $5.27 \text{ mm}^2$  (valor inmediato superior), o bien un conductor cableado calibre # 10 que tiene una sección --

transversal de  $6.83 \text{ mm}^2$ .

NOTA.- Como es un sistema  $2\phi - 3h$ , se tiene que este es desbalanceado, en consecuencia en un momento dado el neutro común-trabaja como fase circulando por él 1.4142 veces la corriente - por fase, por lo que es aconsejable aumentar el área del neutro común en por lo menos un calibre.

Por lo antes expuesto, para este problema deben ser considerados:

2 conductores calibre # 10, para las fases.

1 conductor calibre # 8 para el neutro.

En todos y cada uno de los problemas a resolver, se elige el calibre de mayor área transversal de los conductores eléctricos, sin importar que sea resultado del cálculo por corriente o por caída de tensión.

### E J E M P L O No. 3

Calcular por corriente y por caída de tensión los alimentadores principales para una carga total de 20,000 Watts resultado de sumar cargas parciales de alumbrado y fuerza (monofásicas y trifásicas).

Considerar una distancia de la toma de energía al centro - de carga de 40 metros.

DATOS.

W = 20,000 Watts.  
 Ef = 220 Volts.  
 En = 127.5 Volts.  
 Cos  $\phi$  = 0.85  
 L = 40 metros.

Conductores con aislamiento tipo TW.

SOLUCION:

Al tenerse una carga total mayor de 8,000 además, resultado de combinar cargas monofásicas y trifásicas, es necesario un sistema trifásico a cuatro hilos ( $3\phi - 4h$ ).

POR CORRIENTE

De la fórmula  $W = \sqrt{3} E_f I \cos\phi$  -----(1)

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \cos\phi} = \frac{20,000}{1.73 \times 220 \times 0.85}$$

$$I = \frac{20,000}{323.50} = 62 \text{ Amperes}$$

Como en este caso la corriente ya es de un valor considerable y la carga total es resultado de sumar cargas parciales monofásicas y trifásicas, se estima que es difícil utilizar el 100% de la carga total instalada en forma simultánea, en tal virtud, se aplica un factor de utilización que normalmente varía del 60 al 90%, evitando con ello conductores demasiado gruesos sin justificación y que, para este ejemplo explicativo vamos a promediar dicho factor en 75%, razón por la cual la corriente corregida para calcular los conductores eléctricos por caída de tensión será en este caso:

$$I_c = 62 \times 0.75 = 46.5 \text{ Amperes.}$$

Conductores eléctricos por corriente calibre # 6.

POR CAIDA DE TENSION

Para este caso en que son alimentadores principales o generales para una carga total combinación de alumbrado y fuerza, -



se toma la caída de tensión mínima de 1%.

En consecuencia  $e\% = 1$ .

$$S = \frac{2 L I_c}{E_n \times e\%} = \frac{2 \times 40 \times 46.5}{127.5 \times 1} = \frac{3720}{127.5} = 29.17 \text{ mm}^2$$

Una sección transversal de  $29.17 \text{ mm}^2$  de cobre, corresponde a un conductor cableado calibre # 2 (que tiene  $43.24 \text{ mm}^2$ ), según las tablas No. 6 y No. 7.

Por ser un sistema balanceado y tener en cuenta que por el neutro no circula corriente, se conectan 3 calibre # 2 para las fases y para el neutro un calibre menor es decir, 1 conductor calibre # 4 y hasta calibre mucho menor si se tiene poca carga monofásica.

POR CAIDA DE TENSION  
SISTEMA PRACTICO  
(APROXIMADO)

El electricista práctico en ocasiones, por desconocer las fórmulas correspondientes o por no disponer de los datos necesarios, calcula el calibre de los conductores eléctricos tomando como base su resistencia en OHMS/KM y la intensidad de corriente por transportar teniendo en cuenta la caída de tensión máxima -- permitida según el caso.

E J E M P L O

Calcular el calibre de los conductores eléctricos de un sistema monofásico a 2 hilos (1 $\phi$  -2h) para alimentar una carga total de 2,000 Watts concentrada a 100 metros de la toma de energía.

DATOS.

$$W = 2,000 \text{ Watts.}$$

$$E_n = 127.5 \text{ Volts.}$$

$$\cos\phi = 1$$

$$e = 2 \% \text{ de } E_n$$

$$L = 100 \text{ metros.}$$

SOLUCION:

$$2\% \text{ de } 127.5 \text{ Volts} = 2.54 \text{ Volts. (Ver tabla No. 5).}$$

$$W = E_n I \cos\phi \text{ -----(1)}$$

$$I = \frac{W}{E_n \cos\phi} = \frac{2,000}{127.5 \times 1} = \frac{2,000}{127.5}$$

$$I = 16 \text{ Amperes.}$$

$$\text{Caída de tensión } e = R I \text{ -----(2)}$$

Se conocen:

$$e = 2.54 \text{ Volts.}$$

$$I = 16 \text{ Amperes.}$$

$$\text{Substituyendo en la fórmula -----(2)}$$

$$e = R I \text{ por tanto,}$$

$$2.54 = R \times 16$$

$$R = \frac{2.54}{16} = 0.158 \text{ Ohms.}$$

**156** Lo anterior indica que, para tener una caída de tensión -- máxima de 2.54 Volts, es necesario un conductor eléctrico que presente una resistencia de 0.158 Ohms en 100 metros.

Como la resistencia de los conductores eléctricos está dada en OHMS/KM, se calcula para 1000 metros (1KM) a qué calibre corresponde.

$$100 \text{ m.} \text{ ————— } 0.158$$

$$1000 \text{ m.} \text{ ————— } X$$

$$X = \frac{1000 \times 0.158}{100} = 1.58 \text{ OHMS/KM}$$

Con este valor de 1.58 OHMS/KM se ve en la tabla No. 3 a qué calibre corresponde, si no se encuentra un valor exacto, se escoge el de un valor de resistencia ligeramente menor.

De la tabla No. 3 se deduce que el conductor requerido para este caso es el de calibre # 6.

El calibre # 6 tiene un valor de 1.29 OHMS/KM.

Se comprueba la caída de tensión con este calibre para 100 metros.

$$\text{Si } R = 1.296 \text{ OHMS/KM.}$$

$$R = 0.1296 \text{ OHMS/100 metros.}$$

$$\text{Se conoce } I = 16 \text{ Amperes.}$$

$$e = R I = 0.1296 \times 16 = 2.07 \text{ Volts.}$$

Como 2.07 Volts es menor que la caída de tensión máxima -- permitida (2.54 Volts), el calibre # 6 arriba indicado es correcto.

## EJEMPLO

Se tiene una carga monofásica a 2 hilos (1 $\phi$  - 2h) concentrada a 100 metros de la toma de energía, la corriente que circula es de 20 Amperes, si se permite una caída máxima de tensión de 2%, calcular el calibre de los conductores eléctricos - DATOS.

$$E_n = 127.5 \text{ Volts.}$$

$$I = 20 \text{ Amperes.}$$

$$\cos\phi = 1$$

$$e = 2 \% \text{ de } E_n$$

$$L = 100 \text{ metros.}$$

SOLUCION:

$$2\% \text{ de } 127.5 \text{ Volts} = 2.54 \text{ Volts. (Ver tabla No. 5.)}$$

$$\text{De la fórmula } e = R I \text{ -----(1)}$$

Se conocen:

$$e = 2.54 \text{ Volts.}$$

$$I = 20 \text{ Amperes.}$$

$$2.54 = R \times 20$$

$$R = \frac{2.54}{20} = 0.127 \text{ Ohms.}$$

Si  $R = 0.127 \text{ Ohms}$  es la resistencia que debe tener cada conductor en 100 metros, calcular la resistencia en OHMS/KM - para ver a qué calibre corresponde.

$$\text{Para } 100 \text{ m. } \text{-----} 0.127 \text{ Ohms.}$$

$$\text{Para } 1000 \text{ m. } \text{-----} X \text{ Ohms.}$$

$$X = \frac{1000 \times 0.127}{100} = 1.27 \text{ OHMS/KM.}$$

Con este valor de 1.27 OHMS/KM se entra a la tabla No. 3- en donde puede verse que es necesario el emplear conductor de - calibre # 4, que tiene un valor ligeramente menor.

El calibre # 4, tiene un valor de 0.81 OHMS/KM.

Comprobando se tiene:

$$\text{Si } R = 0.816 \text{ OHMS/KM}$$

$$R = 0.0816 \text{ OHMS/100 metros.}$$

$$e = R I = 0.0816 \times 20 = 1.632 \text{ Volts.}$$

Como 1.632 Volts es menor que 2.54 Volts, el calibre del - conductor calculado es correcto.

Para sistemas bifásicos a 3 hilos (2 $\phi$  - 3h), trifásicos a 3 hilos (3 $\phi$  - 3h) y trifásicos a 4 hilos (3 $\phi$  - 4h), se calcula la corriente por conductor, se observa la caída de tensión máxima permitida que debe ser, el tanto por ciento deseado del valor de la tensión máxima empleada (Ver tabla No. 5) y se sigue el mismo procedimiento que en los dos ejemplos anteriores hasta la comprobación.



## CAPITULO X

### CIRCUITOS DERIVADOS PARA ALUMBRADO Y CONTACTOS

Se entiende por circuito derivado, a la parte de la instalación que se extiende después del último dispositivo de protección contra sobrecorriente, dicho de otra forma: se entiende por circuito derivado, la parte final de la instalación eléctrica para alimentar a los aparatos receptores.

Cada circuito derivado debe estar protegido contra sobrecorriente, por medio de elementos fusibles o por medio de interruptores termo-magnéticos, los primeros se localizan en los interruptores sencillos sobre una base de porcelana o en los interruptores de seguridad (protegidos dentro de una caja metálica) y los segundos, se localizan en los tableros conocidos como CENTROS DE CARGA, TABLEROS DE ALUMBRADO Y DISTRIBUCIÓN, etc.

OBJETO.- El objeto principal de los circuitos derivados, es dividir la carga total conectada en diferentes partes, para que cuando ocurra un cortocircuito en un derivado, no se interrumpa el servicio en los restantes porque tienen protección individual.

#### 5 - 1.- CAMPO DE APLICACIÓN.

Las disposiciones de este artículo deben aplicarse a circuitos derivados, principalmente a conductores que alimentan a cargas de alumbrado, aparatos domésticos o comerciales o bien a cargas combinadas.

5 - 2.- Los circuitos derivados para cargas diversas indefinidas se clasifican, de acuerdo con su protección contra sobre corriente como de 15, 20, 30, 40 y 50 Amperes.

Cuando la carga por conectarse sea conocida, podrán usarse circuitos de capacidad que corresponda a esa carga. Las cargas - individuales mayores de 50 Amperes, deben alimentarse por circuitos derivados individuales.

#### 5 - 3.- CIRCUITOS DERIVADOS MULTIFILARES.

Se entiende por circuito multifilar, el compuesto de dos o más conductores a diferente potencial entre sí y de un conductor que tenga la misma diferencia de potencial con respecto a cada - uno de los otros conductores como por ejemplo: circuito de tres-fases cuatro hilos, dos fases tres hilos.

#### 5 - 4.- COLORES NORMALES DE IDENTIFICACION.

La identificación mediante conductores de diferente color - no es necesaria, pues se pueden identificar por diferentes métodos dependiendo casi en su totalidad de la experiencia del electricista.

#### 5 - 5.- TENSION.

Los circuitos derivados que abastecen portalámparas, aparatos o contactos de capacidades menores de 15 Amperes, no deberán exceder de 150 Volts de fase a neutro con las siguientes excepciones:

- a).- En instalaciones industriales puede ser la tensión -- hasta de 300 Volts de fase a neutro para circuitos derivados que abastecen unidades de alumbrado que están colocadas a más de 2.4 metros de altura a partir del-

nivel del piso terminado y que no tengan interruptores como parte integrante de las unidades.

b).- EN PROPIEDADES DE SISTEMAS FERROVIARIOS.

Alumbrado y fuerza tomados de instalaciones ferroviarios.

Los circuitos de alumbrado y fuerza, no deberán conectarse a ningún sistema de conductores de contacto de trole con retorno de corriente por tierra excepto en carros de ferrocarril, carros-casas, centrales eléctricas o estaciones de pasaje o carga operados en relación con sistemas ferroviarios.

5 - 6.- CIRCUITOS DERIVADOS PARA DISTINTAS CLASES DE CARGAS

Se recomienda que se instalen circuitos derivados separados para las cargas siguientes:

- a).- Alumbrado y aparatos pequeños como relojes, radios, -- televisores, etc.
- b).- Aparatos de más de 3 Amperes como planchas, parrillas, refrigeradores, et c. Cargas individuales mayores de 50 Amperes deben alimentarse por circuitos derivados individuales.

5 - 7.- CALCULO DE LA CARGA.

Para determinar la capacidad que deben tener los circuitos-derivados, se consideran las cargas por conectarse con los mínimos siguientes:

## a).- ALUMBRADO Y APARATOS PEQUEÑOS.

Por cada m<sup>2</sup> del área de piso, considerar una carga no menor que la indicada en la siguiente tabla:

L O C A L E S	Watts / M <sup>2</sup>
Auditorios, Iglesias, Salas de Reuniones.	10
Bancos y Edificios de Oficinas.	35
Bodegas, Almacenes y Depósitos.	2.5
Casas Habitación	30
Casinos y Clubes	20
Cuartos de Huéspedes	15
Edificios Comerciales e Industriales	20
Escaleras y Recibidores	5
Escuelas	30
Estacionamientos Comerciales	5
Hospitales	20
Hoteles y Moteles	20
Peluquerías y Salones de Belleza	30
Restaurantes	20
Tiendas	30

En la tabla anterior, se dan cargas en Watts/m<sup>2</sup>, pero en estos valores van incluidos los contactos que deben instalarse en cada local, sin embargo, en Bancos y en Edificios de Oficinas; cuando el número de contactos es desconocido, se deben agregar unos 10 Watts/m<sup>2</sup> en promedio.

b).- APARATOS DE MAS DE 3 AMPERES.

Por cada contacto destinado a conectar aparatos de más de 3 Amperes, se considera una carga no menor de 5 Amperes. Cuando en un mismo cuarto se instalen varios contactos, como no se usan todos en forma simultánea se calcula una carga no menor de 5 Amperes por cada 3 contactos.

Tratándose de contactos polarizados sencillos en áreas de viviendas, edificios y casas residenciales, se les asigna 180 Watts por contacto, se eleva este valor a 250 Watts para locales o áreas con pisos y muros húmedos, especificando mediante alguna notación o señal, contactos de mayor capacidad cuando las necesidades así lo requieran.

Para contactos en instalaciones industriales, debe considerarse 7 Amperes por contacto (800 Watts), pero, como no siempre se tiene uno en cada local, debe tomarse la carga de 2 por cada 4, teniendo presente que no se utilizan todos a la vez.

5 - 8.- CONDUCTORES PARA CIRCUITOS DERIVADOS.

Los conductores de los circuitos derivados se sujetan a las siguientes condiciones:

a).- CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN.

Deben ser de calibre suficiente para conducir la corriente del circuito, además, ser calculados por corriente y por caída de tensión.



**b).- SECCIÓN MINIMA.**

La sección de los conductores no debe ser menor que la correspondiente al calibre #12 para alumbrado, ni menor del calibre #10 para circuitos que alimenten aparatos de más de 3 amperes.

Lo anterior lo establece LA NORMA OFICIAL MEXICANA, sin embargo, en la práctica, con el objeto de dar mayor seguridad e incrementar la vida útil de las instalaciones eléctricas, se acostumbra disponer conductores eléctricos de sección transversal correspondiente al calibre #10 como mínimo para conectar contactos y/o aparatos de más de 3 (tres) amperes y calibre #12 solamente para alimentar o controlar lámparas. Por todo lo anterior, es común observar en las instalaciones de alumbrado, conductores calibre #12 en las alimentaciones y regresos o retornos de apagadores que controlan lámparas.

Los conductores alimentadores para alumbrado y aparatos domésticos o comerciales, o bien a combinaciones de ambas cargas (instalaciones de alumbrado y contactos), deben ser de un calibre suficiente para conducir la corriente necesaria y deben ser además, calculados para tenerse como máximo una caída de tensión de 3 (tres) por ciento desde la entrada de servicio (punto de entrega) hasta el último punto de la instalación.

**6 - 4.- CIRCUITOS ALIMENTADORES CON HILO NEUTRO COMUN.**

Puede usarse un hilo neutro común para dos o más circuitos alimentadores multifilares, cuando las líneas alimentadoras sean tendidas dentro de ductos.

**CARGA TOTAL CONECTADA.**

Es la suma de todas las cargas parciales.

La demanda contratada es exactamente lo que en los planos de instalaciones eléctricas se manifiesta como DEMANDA MAXIMA - APROXIMADA. La demanda contratada puede interpretarse como aquella que el suministrador de energía eléctrica y el usuario convienen inicialmente en el contrato respectivo. En las tarifas - generales de la Comisión Federal de Electricidad y de la Cía. - de Luz y Fuerza del Centro, S.A., se define de la forma siguiente:

DEMANDA CONTRATADA.- La demanda contratada la fijará el consumidor al contratar el servicio, pero nunca será menor del 60% (sesenta por ciento) de la carga conectada, ni menor de la capacidad del mayor motor o aparato instalado por el consumidor.

DEMANDA MAXIMA MEDIDA.

La demanda máxima medida, se determina mensualmente por medio de aparatos que indican la carga media en Kilowatts, durante el intervalo de 15 (quince) minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro período de 15 (quince) minutos en el mes.

FACTOR DE DEMANDA.

Es la relación entre la demanda máxima medida y la carga total conectada.

DEMANDA BASE DE FACTURACION.

La demanda base de facturación en condiciones normales -- consistirá de los kilowatts, ya sea de la demanda contratada en vigor o de la demanda máxima medida en el mes, cualquiera que sea mayor.

DESBALANCEO ENTRE FASES MAYOR DE 5 POR CIENTO.

En instalaciones eléctricas en las que se suministra el -- servicio con dos o tres hilos de corriente y neutro, cuando el - desbalanceo es mayor a 5 (cinco) por ciento entre dos de ellas, - la facturación por consumo de energía no es considerando las lec- turas de los tres medidores sino que se hace tomando un consumo- igual a tres veces el registrado en la fase más cargada.

RECARGO EN LAS FACTURACIONES POR BAJO FACTOR DE POTENCIA.

Cuando en una instalación eléctrica se determina un factor de potencia menor de 0.85 que es el valor mínimo permitido por - las disposiciones legales en vigor, a la facturación por consumo de energía eléctrica, se le agrega un recargo, en consecuencia, - la facturación total es por una cantidad mayor.

El cobro total incluyendo el recargo por bajo factor de po- tencia es el que resulte del desarrollo de la siguiente fórmula.

$$\text{Por cobrar} = \frac{\text{Facturación por consumo de energía} \times 0.85}{\text{F. de P. obtenido durante el mes}}$$

En la fórmula:

F. de P. = factor de potencia.

FACTOR DE CARGA.

Es la relación entre la demanda media y la demanda máxima- medida.

$$\text{F.C.} = \frac{\text{DEMANDA MEDIA}}{\text{DEMANDA MAXIMA MEDIDA}}$$

Ahora bien, en vista de que en las instalaciones eléctri-- cas en que interviene la demanda base de facturación, los pagos-

por consumo de energía eléctrica son cada mes, se ha generalizado calcular el factor de carga mensualmente, en consecuencia se tiene:

$$F. C. = \frac{\text{Consumo en el mes / horas que tiene el mes}}{\text{Demanda Máxima Medida}}$$

$$F. C. = \frac{KW \quad H / H}{KW} = \frac{KW}{KW} = \%$$

Las empresas que operan con un alto factor de carga, se benefician al disminuir con ello el precio medio de la energía que deben pagar. Por el contrario, un bajo factor de carga incrementa ese valor medio de la energía por pagar.

#### INSTALACIÓN DEL USUARIO.

Es la instalación eléctrica autorizada por la Secretaría de Energía a través de la dirección General de Electricidad, a partir del punto de entrega.

#### PUNTO DE ENTREGA.

El punto de entrega es aquel en el que la instalación del usuario queda conectada al sistema del suministrador.

Las empresas suministradoras de energía eléctrica, deben instalar por su cuenta los aparatos y equipos limitadores o de medición para la correcta prestación del servicio de que se trate, pero en ningún caso está obligada a realizar esta instalación a distancias mayores a 5 (cinco) metros de la entrada oficial, medidos paralelamente al piso, a menos que el usuario esté de acuerdo en pagar por su cuenta lo correspondiente a materiales y equipo para que el servicio se le proporcione a distancia mayor y en el punto que convenga a sus intereses.

TENSION DE SUMINISTRO.

La tensión de suministro es la diferencia de potencial -- efectiva que registran dos conductores de un servicio en el punto de entrega.

SUMINISTRO DE SERVICIO EN DOS TARIFAS.

Las empresas suministradoras de energía eléctrica, según las Disposiciones complementarias de la Ley de la Industria - Eléctrica y su Reglamento, pueden proporcionar servicio conforme a dos tarifas, siempre y cuando exista efectivamente separación física de las instalaciones y de los puntos de entrega.



## CAPITULO XI

### OBSERVACIONES GENERALES

Para el proyecto, cálculo y ejecución de una instalación eléctrica, independientemente del tipo y acabado de la misma debe tenerse presente:

#### 1.- TUBERIAS.

No ahogar tuberías en pisos de baños y cocinas y en general en lugares con humedad permanente, ni colocarlos cerca de fuentes de calor, a no ser que se trate de una construcción especial y se tenga el material y equipo ideal para tal fin. Procurar no hacer curvas en demasía, las que no puedan evitarse, deben ser hechas con el radio de curvatura correcto para no "chupar" los tubos, disminuyéndoles con ello su área interior.

En los extremos de los tubos cortados, es necesario quitarles con sumo cuidado la rebaba, para que al introducir los conductores eléctricos no se les dañe el aislamiento.

Cuando la longitud de las tuberías sea considerable, deben localizarse registros a corta distancia, para no someter a los conductores eléctricos a grandes esfuerzos de tensión mecánica, al introducirlos y desplazarlos dentro de ellas.

Para cuando se tienen salidas especiales de antena de televisión o de frecuencia modulada, es imprescindible dejar tubería independiente para cada caso, y procurar que ésta tenga el mínimo de cruzamientos con las tuberías que alojan los conductores eléctricos del servicio general, para evitar interferencias que provocan generalmente impresión de imagen en la televisión

y ruidos molestos en la frecuencia modulada, el diámetro de tubería para una salida especial de antena de televisión y frecuencia modulada es de 13 mm. con una bayoneta (curva) en la parte que da al exterior (azotea), evitando así la entrada de agua en dicha tubería que rematará en una caja de conexión de 10 x 5 x 3.8 cm. llamada comúnmente "CHALUPA".

En los casos en que se cuenta con porteros eléctricos, también debe dejarse una tubería independiente, cuyo diámetro estará de acuerdo con el número de teléfonos de portero eléctrico conectados.



Cabe hacer notar, que tanto en las tuberías para salidas especiales de antena, así como en las tuberías para porteros eléctricos, no es necesario indicar el número de conductores alojados, pero sí es recomendable tengan las tuberías el diámetro suficiente para alambrar libremente, dar fácil mantenimiento en un momento dado o poder aumentar el número de abonados.

### TUBERIAS PARA CORDONES Y CABLES TELEFONICOS

En vista de que el uso del teléfono se ha generalizado y en consecuencia en por lo menos una de cada diez construcciones realizadas hoy en día, necesitan de este servicio de comunicación, Teléfonos de México, S. A., exige entubar los cordones y cables telefónicos, buscando la mejor solución técnica, un buen acabado y el mejor aspecto posible dentro y fuera de los locales pequeños y edificios, reduciendo con ello al máximo los gastos de mantenimiento y como las tuberías en que deben alojarse los cordones y cables deben quedar ahogadas en muros y losas, el proyecto y localización de dichas canalizaciones pasa a ser de la competencia del electricista, por lo que, a continuación se dan algunos datos respecto a instalaciones telefónicas en --

edificios, aclarando que para casos aquí no previstos, acudir -  
al Departamento Técnico de Teléfonos de México, S. A.

### S I M B O L O S

- ☐ Registro para salida de teléfono
- ☒ Registro de alimentación
- ☐ Registro de distribución, de banqueta o de paso.
-  Tubo para cables de distribución vertical o varias líneas de distribución horizontal.
-  Tubería para líneas de distribución horizontal.

### SERVICIO PEQUEÑOS (Acometidas Aéreas)

Pueden considerarse servicio pequeños, cuando el número - de teléfonos por conectar, es de 1 a 2, pero incluyendo los siguientes casos:

- 1.- Un teléfono directo.
- 2.- Un teléfono directo con extensión.
- 3.- Dos teléfonos directos.
- 4.- Dos teléfonos directos con extensión los dos o solamente uno.
  - a).- Un teléfono directo.- En casas habitación, oficinas, comercios y factorías pequeñas.

Se recomienda tubería de 19 mm. de diámetro rematada en - caja cuadrada de 10 x 10 x 3.8 cm. (caja de conexión cuadrada - de 19 mm.).

- b).- Un teléfono directo con extensión.- En residencias, - oficinas y factorías de importancia relativa.

**172.** Tubería de 19 mm de diámetro desde la acometida hasta re--  
matar en una caja de 10 x 10 x 3.8 cm. en el primer teléfono, de  
aquí a la extensión, si la distancia no es considerable, tubería  
de 13 mm. rematada en caja de 10 x 5 x 3.8 cm. (caja de conexión  
"chalupa") pero, si la distancia es mucha, se sigue con tubería-  
de 19 mm. de diámetro.

c).- Dos teléfonos directos.- En oficinas y factorías con-  
servicio independiente.

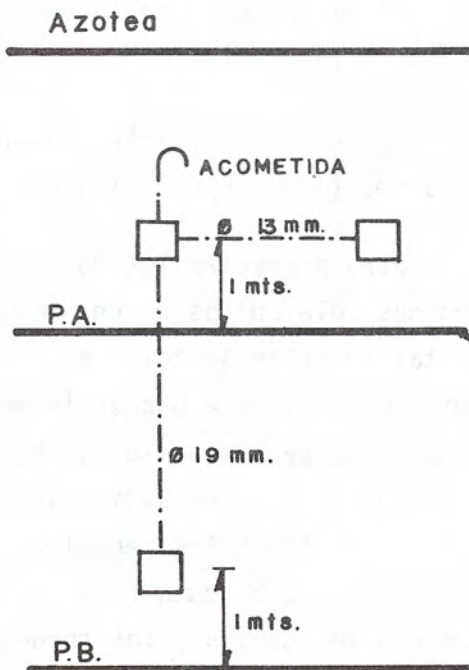
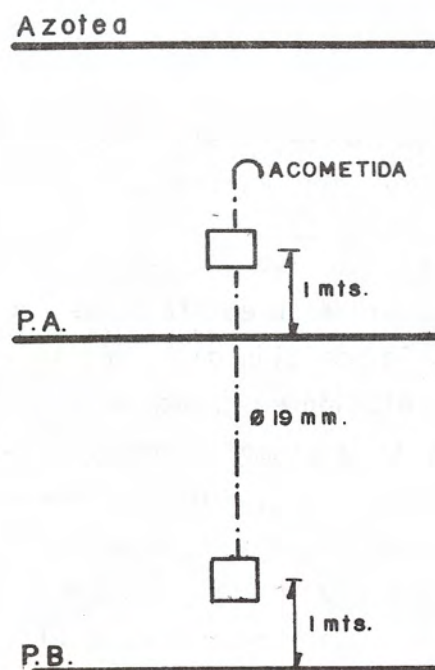
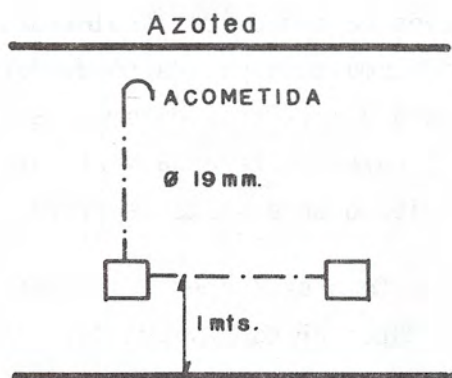
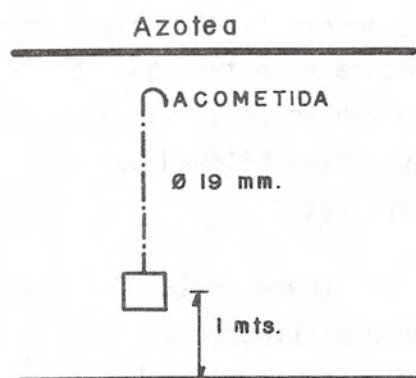
La acometida general debe ser en tubería de 19 mm. de diá-  
metro rematada en una caja de 10 x 10 x 3.8 cm., y de esta a don-  
de se tengan o deseen tener los registros para las salidas de --  
los teléfonos, también tuberías de 19 mm. de diámetro rematadas-  
en cajas de conexión de iguales medidas que la anterior

d).- Dos teléfonos directos, uno o los dos con extensión.  
Normalmente se tiene este sistema en oficinas con ---  
servicio secretarial.

La tubería de la acometida general y hasta donde se locali-  
zan los dos directos así como las tuberías de las extensiones, -  
deben ser de 19 mm. de diámetro, rematadas en cajas de conexión-  
de 10 x 10 x 3.8 cm., pues cabe hacer notar que en todos los sis-  
temas secretariales o locales de oficinas, los diámetros mínimos  
de las tuberías deben ser de 19 mm., y en todo caso, por una so-  
la tubería se permite conectar dos teléfonos directos y dos ex-  
tensiones siempre y cuando den servicio a un solo local ya sea -  
privado o de oficina general.

Para todos y cada uno de los casos a resolver, las tube---  
rías que alojan cordones telefónicos no deben tener más de dos -  
cambios de dirección (no más de dos curvas), pero si ésto no pue-  
de evitarse, deben intercalarse cajas de registro (cajas de co--  
nexión) cuyas dimensiones dependen del diámetro de las tuberías-  
que a ellas lleguen.

## EJEMPLOS DE ACOMETIDAS AEREAS





Para edificios de oficinas o de departamentos de lujo en que el número de abonados es notable, inclusive el número de teléfonos es cuatro como mínimo, Teléfonos de México, S. A., exige colocar las canalizaciones necesarias para dar servicio a -- través de acometidas subterráneas (Reglamentación actual) ade-- más, como cada par de conductores alimenta a un teléfono, para de 4 a 7 teléfonos directos se emplean cables de 10 pares de-- jando 3 pares de reserva y así dar la mayor flexibilidad posible, -- previendo un aumento de aparatos por conectar.

Como se tienen edificios en que el número de teléfonos -- por conectar es muy grande, los cables y el número de ellos, -- obliga a colocar tuberías de diámetros diversos sin embargo, resumiendo en lo posible se tiene:

De 1 a 3 Cables de 10 pares.

" 4 a 6 " " " "

" 7 a 10 " " " "

Los diámetros de las tuberías en que deben alojarse son -- de 25 mm. (1"), 38 mm. (1 1/2) y 51 mm. (2") respectivamente.

Para proyectar los ductos y tuberías para los cables y -- cordones telefónicos de una red interior en un edificio, es de capital importancia tomar en cuenta, la posición de la red telefónica general para buscar la mejor solución en cuanto a la acometida. Una vez resuelto el problema de la acometida general, -- se escogerá el mejor sitio para colocar las cajas o registros -- de alimentación y los registros de distribución, en donde se -- instalarán los bloques de 10 pares de contactos en los cuales -- terminan los cables y los cordones. Todos los registros de alimentación y distribución, normalmente son empotrados pero siem--

# DIFERENTES FORMAS DE INSTALACION DE TUBERIAS Y REGISTROS PARA CABLES DE DISTRIBUCION VERTICAL

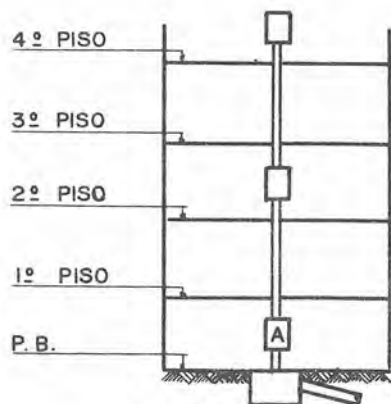


FIGURA No.1

EN LA FIGURA

□ REGISTRO DE DISTRIBUCION.

□ A REGISTRO DE ALIMENTACION.

□ REGISTRO DE PASO.

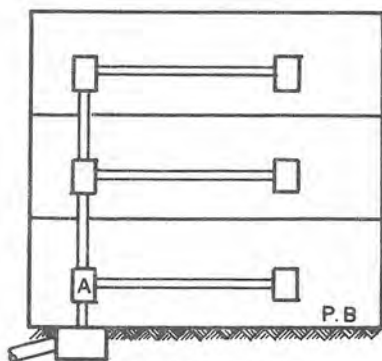


FIGURA No. 2

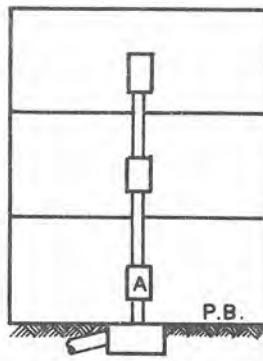


FIGURA No.3

-pre deben colocarse en lugares de fácil acceso como corredores, en descansos de escaleras, cuartos de servicio, etc.

Los registros de distribución, son hechos de láminas del -- No. 16 y de las siguientes medidas:

De 20 x 20 x 13 cm., para instalar un solo bloque de contactos de 10 pares.

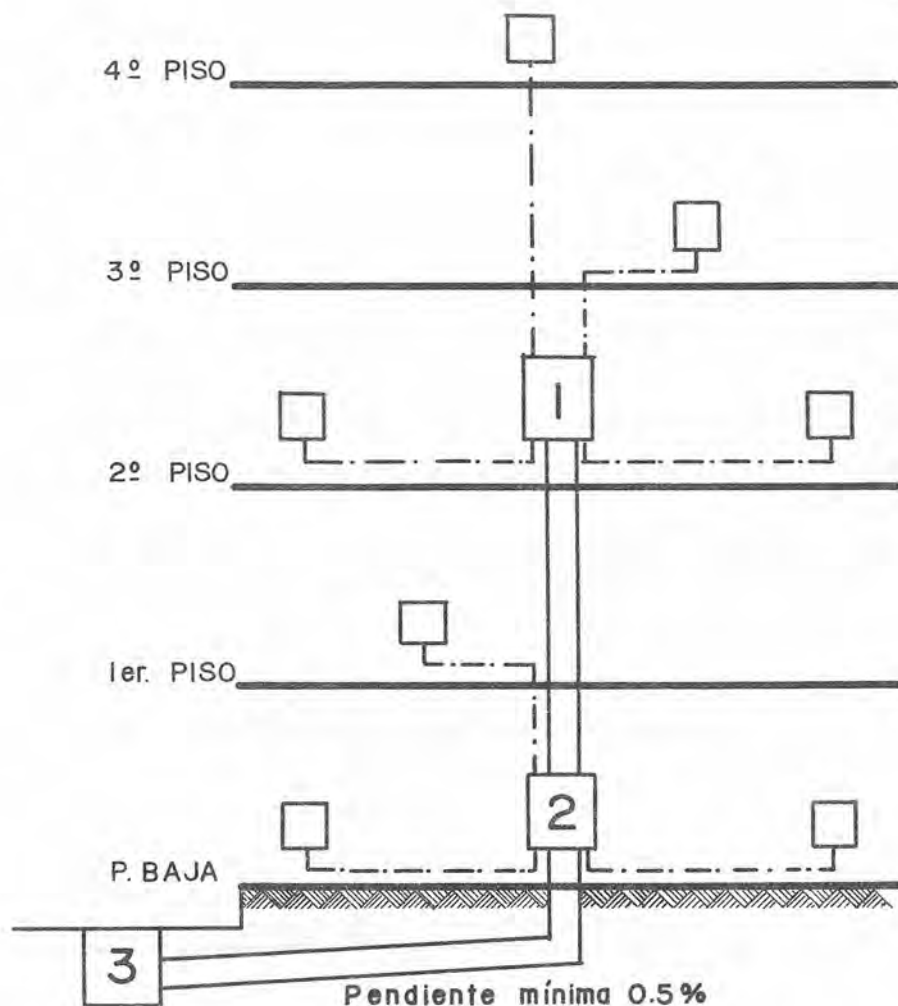
De 56 x 28 x 13 cm., para cuando además de un bloque de contactos de 10 pares sea necesario colocar uno, dos y hasta - seis empalmes de cables dentro del registro.

Los registros de alimentación para 10 bloques de 10 pares, - deben ser de lámina del No. 14 ó del No. 16 y de 56 x 56 x 21 cm.

Tanto los registros de alimentación como los de distribu--ción serán provistos de una tabla de 1.5 cm., de espesor que ocupe todo el fondo y fija a él para colocar sobre dicha tabla los bloques de contactos de 10 pares. Todos los registros deben te--ner perforaciones y localización de acuerdo con los diámetros de las tuberías de enlace y de distribución, puerta y dispositivo - de cierre accionado con desarmador además, colocarlos a una altura de 60 cm., sobre el nivel del piso terminado a su parte más - baja.

En las tres figuras siguientes, sólo se están indicando los registros y las tuberías para la canalización de los cables de - distribución, que debido a que en su gran mayoría tienen una di-rección vertical, se les conoce como "Cables de distribución vertical" o simplemente "Verticales"

De los registros de distribución en los diferentes pisos, - parten las "Líneas de distribución horizontal", o solamente "Ho-rizontales" para la conexión de los teléfonos.

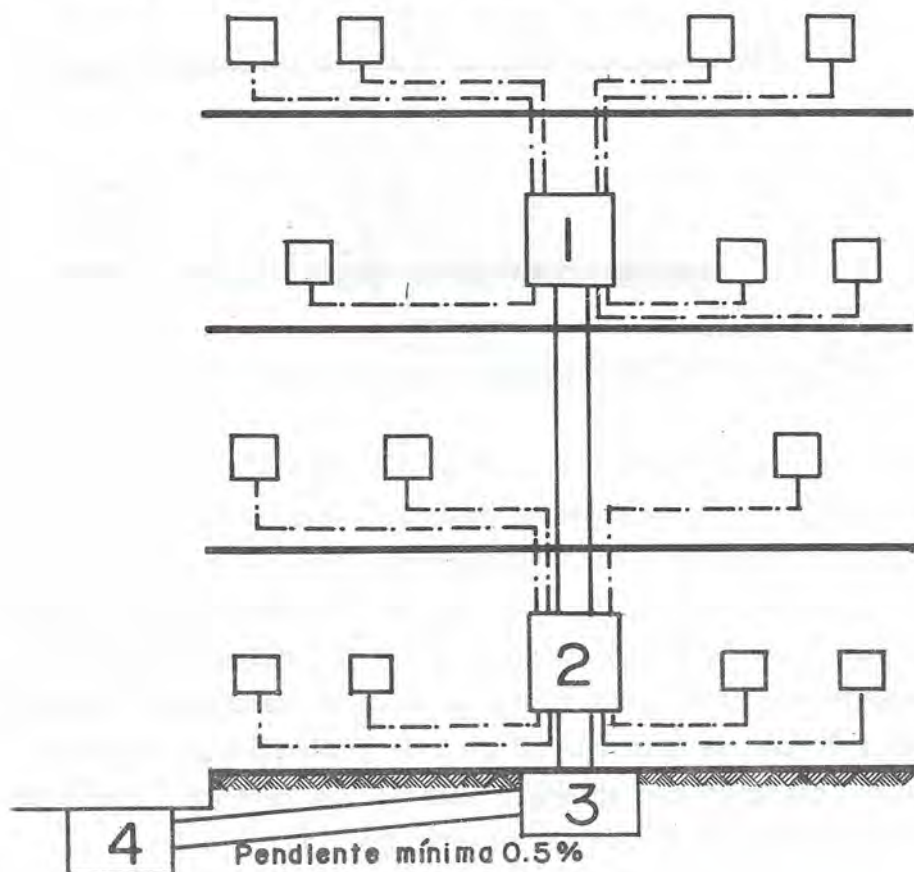


El registro de paso (1) y el de distribución (2), son de lámina No. 16 y de 20 x 20 cm. de base por 13 cm., de profundidad, en el de distribución está el bloque de 10 pares de contactos, - en el de paso sólo están 4 pares que van del registro de distribución hasta los teléfonos del 2o. 3o. y 4o. pisos. El registro de banqueta (3) para desde 10 hasta 70 pares debe tener como mínimo 60 x 90 cm. de base por 60 cm., de profundidad construido - de tabique conocido con aplanado interior de cemento y provisto de tapa dicho registro con la abreviatura T E L.

Para un número superior de pares hasta 200 por ejemplo, el registro de banqueta tendrá como mínimo 80 x 80 cm. de base por 80 cm. de profundidad sin embargo, éste último valor puede variar según condiciones.

La pendiente mínima de la tubería que une al registro de banqueta con el de distribución debe ser de 0.5% hacia la calle para evitar escurrimientos a la parte interior de las construcciones. El registro de banqueta se construye a 30 cm. del paramento exterior de la construcción y con un pequeño cárcamo en la parte central del fondo para acumular el agua de los escurrimientos si los hay.

Para más de 7 teléfonos directos se tiene:





En la figura anterior se tiene:

(1) y (2) son registros de distribución.

El (1) de lámina del No. 16 de 20 x 20 x 13 cm.

El (2) de lámina del No. 16 de 56 x 28 x 13 cm.

El (3) es registro de paso hecho de tabique conocido con aplanado interior de cemento cuyas medidas son 60 x 90 x 60 cm. - provisto de tapa semi-hermética y con las iniciales T E L.

El (4) es el registro de banquetta, de igual construcción y características que el de paso.

El ducto o tubo de unión entre (3) y (4), puede ser de 1 -- pulgada (25 mm), o 2 pulgadas (51 mm), si es de plástico rígido- o metálico pero, si es de Asbesto-cemento el diámetro mínimo per- misible es de 100 mm. (4 pulgadas) eso sí, la pendiente mínima - en todos los casos es de 0.5% hacia la calle.

Cuando la distancia del registro de banquetta a un registro- de paso o al de distribución o alimentación sea de 20 metros, de be colocarse un registro de paso entre los dos anteriores, para- introducir con cierta facilidad los cables sin someterlos a es-- fuerzos de tensión.

Para edificios en que se tengan hasta 7 teléfonos por piso, debe tenerse un registro de distribución por piso, si el número- de teléfonos es mayor de 7 pero menor de 16, deben tenerse como- mínimo dos registros con 10 pares de contactos cada uno, un solo registro con un número de pares de contactos mayor y en caso de- tener más de 16 teléfonos directos. El Departamento Técnico de - Teléfonos de México, S. A., determinará tipo de registros y loca- lización de los mismos amén de indicar el tipo de cable por cana- lizar.

## 2.- COPLES.

Los coples, deben llenar a satisfacción su cometido, procurando que en su parte media interior hagan contacto los tramos por unir.

## 3.- CAJAS DE CONEXION.

Procurar escoger las cajas de conexión, deben tomarse en cuenta sus dimensiones, calculando que se ocupe de ellas sólo el 60% de su área interior.

## 4.- CONTRAS Y MONITORES O CONECTORES.

Deben ser cuidadosamente colocados entre los extremos de los tubos y cajas de conexión, para lograr el mejor acabado posible.

## 5.- CONDUCTORES ELECTRICOS.

Una vez que se tienen calculados por corriente y por caída de tensión, ya en las obras en construcción se recomienda:

No estirarlos sobre superficies ásperas ni sobre esquinas afiladas, tampoco cuando en ellos se han formado "COCAS" para introducirlos con el máximo de facilidad en las tuberías, es aconsejable "CHICOTEARLOS" para disminuirlas en lo posible curvas y quiebres en toda su longitud. Las puntas de conductores que deben dejarse en las cajas de conexión, tendrán como mínimo una longitud de 20 cm., para facilitar amarres y conexiones, -- nunca dejar amarres o empalmes de conductores dentro de las tuberías.

## 6.- APAGADORES.

Los apagadores se localizan en sitios de fácil acceso, en-

entradas están de 15 a 25 cm. del marco de las puertas pero en todos los casos a una altura entre 1.2 y 1.35 metros a partir - del nivel del piso terminado.

## 7.- CONTACTOS.

Cuando los contactos estén en la misma caja de conexión -- que los apagadores, deben conectarse debajo de éstos para no operarlos involuntariamente con las extensiones de los diferentes aparatos al conectarlos o desconectarlos.

Si los contactos están independientes de los apagadores en cuanto a su localización estarán de 30 a 50 cm. a partir del nivel del piso terminado.

### CAPACIDAD MEDIA DE APARATOS ELECTRICOS DE USO COMUN

<u>A P A R A T O S.</u>	<u>VOLTS.</u>	<u>CAPACIDAD MEDIA.</u>
Aspiradora	127.5	450 Watts.
Báscula	"	250 "
Batidora	"	200 "
Cafetera	"	600 "
Calentador de agua	"	1500 "
Dental	"	1250 "
Enceradora	"	400 "
Estufa	"	200 "
Extractor de jugos	"	300 "
Grabadora	"	80 "
Lavadora de ropa	"	500 "
Licuada	"	500 "
Máquina de coser	"	125 "
Molino de carne	"	1250 "
Parrilla	"	600 "

Plancha	127.5	1000	Watts.
Planchadora de rodillos	"	1200	"
Pulidora pisos	"	200	"
Proyector de cine	"	1200	"
Radio	"	100	"
Rasuradora	"	20	"
Refrigerador	"	300	"
Reloj	"	2	"
Regulador de tensión	"	300	"
Sumadora	"	300	"
Secador de manos	"	1900	"
Secador de pelo	"	100	"
Tostador	"	1100	"

REQUISITOS NECESARIOS PARA LA PRESENTACION DE PLANOS  
DE BAJA TENSION.

1.- Entregar dos copias heliográficas de cada plano, éstas deben estar legibles, tener buena presentación; los trazos rectos hechos con regla, de preferencia curvos hechos con plantilla, la letra también ejecutada con plantilla o letra de molde, los símbolos usados incluidos en un cuadro con sus especificaciones completas, no mostrar instalaciones sanitarias, de agua potable, ni otro tipo de instalación o cortes relacionados con la construcción civil.

2.- Los planos deben tener como mínimo las siguientes dimensiones:

Tipo	A	de	42	x	56	cm.
"	B	de	63	x	84	"
"	C	de	84	x	112	"



Escalas usadas 1:50, 1:100 pero, si la obra requiere otra escala, se usará siempre y cuando se justifique el uso de la misma. La escala empleada debe ser indicada en la copia, dejar un espacio libre de aproximadamente 12 x 20 cm., para la colocación de los sellos de aprobación de la Dirección General de Electricidad.

3.- Los planos deben contener escrito el nombre completo del propietario, la ubicación correcta de la obra (se hace un croquis de localización), indicando el nombre de la calle, avenida, calzada, cerrada, privada, callejón, prolongación, carretera, camino, etc., así como número oficial del predio, nombre de la colonia, fraccionamiento, barrio, etc.

4.- Nombre, dirección, firma y números de registro en la Dirección General de Electricidad y el de su Cédula Profesional del responsable de la instalación, debiendo ser Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista de acuerdo con LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

5.- Se indicará la marca de fábrica y tipo de los materiales y dispositivos usados en la instalación, inclusive su número de registro correspondiente. En caso de motores, se anotan sus datos de placa.

6.- Para instalaciones que tengan más de dos circuitos, es necesario indicar un diagrama unifilar.

7.- Se indicarán en vistas físicas y diagrama unifilar los elementos de protección y control de los motores.

8.- Todos los planos deben tener un cuadro de distribución de cargas por circuitos, considerando una carga de 180 Watts como mínimo para cada contacto en áreas de viviendas, edificios y casas residenciales, especificando cuando así lo requieran las necesidades contactos de mayor capacidad, debiendo en todos y cada uno de los casos considerar para circuitos de alumbrado y contactos una carga no mayor de 1,500 Watts.



9.- En las canalizaciones, se deben indicar los diámetros de las tuberías y dimensiones de ductos, calibre y número de conductores alojados en cada tramo, indicando toda medida en el Sistema Nacional de Unidades de Medida, así como en cada lámpara, contacto, etc., se mencionará el circuito al que pertenece.

NOTA.- En lo que respecta al No. 9, se ha generalizado el siguiente sistema.

a).- En todos los planos, sólo se indican los diámetros de las tuberías de 19 mm., en adelante y, en un lugar visible, preferentemente debajo de donde se anota el número de cajas de conexión empleadas se escribe:

NOTA.- Los diámetros de tuberías no indicadas ni especificadas son de 13 mm.

b).- Para indicar el diámetro de tuberías y número de conductores alojados en ellas se tienen los siguientes ejemplos:

$$\underline{13 \text{ mm.}} = \frac{1}{2}''$$

4 - 10

Como no tiene indicado el diámetro de la tubería, es de 13 mm. y en ella van cuatro conductores calibre #10.

$$\begin{array}{r} 19 \text{ mm.} = \frac{3}{4}'' \\ \hline 4 - 12 \\ 3 - 10 \end{array}$$

Esto nos está diciendo que en una tubería de 19 mm. de diámetro van siete conductores, cuatro calibre #12 y tres calibre #10.

10.- Se mostrarán las plantas de que constará la construcción: sótanos, baja, mezanine, altas, azotea. En los casos de edificios, se pone la planta tipo, indicando el número de niveles al calce de la misma, mostrando la instalación eléctrica y cortes de las conducciones verticales que se estimen pertinentes así como las tuberías para instalaciones de fuerza (bombas, elevadores, motores, etc.), para teléfonos, para salidas de antenas de televisión, para salidas de antenas de frecuencia modulada, etc.

11.- Es necesario anotar el número de cajas de conexión a utilizar en las instalaciones eléctricas.

Considerar como caja de conexión, la unión de DOS o MAS conductores eléctricos que vayan a dar un servicio determinado como lo es el caso de salidas para: Lámparas, apagadores, Contactos, Timbres, Botones de timbre, Cada bocina interior de interfono, Cada portero eléctrico, Cada salida a Teléfono, Cada motor, así como las salidas especiales para antenas de F.M. y de T.V., etc.

12.- Indicar el tanto por ciento de desbalanceo entre fases el cual no debe exceder de 5.

#### NOTA IMPORTANTE

En lo referente al desbalanceo entre fases, debe hacerse notar que sólo es para alimentaciones bifásicas a 3 hilos ( $2\phi$  - 3h) y para trifásicas a 4 hilos ( $3\phi$  - 4h).

Para el cálculo del desbalanceo debe procederse como sigue:

- a).- Primero sumar la carga total por fase.
- b).- Una vez teniendo la carga total por fase y para este caso explicativo suponer sistema trifásico a 4 hilos-  
(3 $\phi$  - 4 h) se tiene:

Desbalanceo entre fases.

$$\text{Desb. entre fases A y B} = \frac{\text{Carga mayor} - \text{carga menor}}{\text{carga mayor}} \times 100$$

$$\text{Desb. entre fases B y C} = \frac{\text{Carga mayor} - \text{carga menor}}{\text{carga mayor}} \times 100$$

$$\text{Desb. entre fases A y C} = \frac{\text{Carga mayor} - \text{carga menor}}{\text{carga mayor}} \times 100$$

Para ser aceptado en la Dirección General de Electricidad, el resultado de las operaciones numéricas anteriores debe ser -- menor de 5.

Este desbalanceo entre fases menor de 5% es naturalmente -- en teoría ya que en la práctica, dicho valor puede variar por -- causas ajenas a quien hace los cálculos respectivos, sin embargo, se toma como punto de referencia para que las instalaciones eléctricas se realicen con más apego a los Reglamentos en vigor; se calcula el desbalanceo máximo entre fases, tomando en cuenta el resultado obtenido al hacer operaciones numéricas con las fases -- que tienen mayor y menor carga, anotándose en un lugar bastante -- visible, de preferencia debajo del cuadro de cargas inmediatamente después de la Demanda Máxima Aproximada la fórmula, los valores respectivos y el tanto por ciento de desbalanceo que resulte.

El tener conocimiento de como totalizar el material que se va a emplear en una instalación eléctrica, es de capital importancia, ya que al tomar en cuenta más del necesario da como resultado un aumento en el presupuesto, por el contrario, si se cuenta menos de la cantidad real, provoca invariablemente una disminución en las ganancias del que construye y en el peor de los casos pérdidas que van de acuerdo con la magnitud y calidad de obra y dependen directamente del error cometido en los totales de los materiales.

Para la cuenta de material de una instalación eléctrica como la del proyecto anexo, debe tenerse presente:

### T U B E R I A S

a).- Altura de la losa (techo) con respecto al nivel del piso terminado, que en nuestro caso se va a considerar de 2.5 metros.

b).- La altura de apagadores y contactos a partir del nivel del piso terminado, es de 1.2 a 1.35 m. y de 0.3 a 0.5 m. respectivamente, cuando están colocados en forma individual y de 1.2 a 1.35 m. para apagadores y contactos si se encuentran en la misma caja de conexión.

c).- Distancia de centro a centro entre cajas de conexión.

d).- Se toman medidas tramo por tramo (entre cada dos cajas de conexión) en metros siendo éstas, medidas parciales.

e).- A la suma total de todas las parciales se le agrega 15% para reponer lo que se pierde en pedacería y curvas no pre-

vistas, la suma total expresada en metros se divide entre 3 para calcular el número exacto de tubos o tramos de 10 pies (3.05 metros).

El tomar medidas de tuberías entre cada dos cajas de conexión (tramo a tramo) nos facilita calcular en forma rápida el número de juegos de conectores o de contras y monitores si el total de lecturas parciales de tuberías se multiplica por 2.

Cada tramo (tubo de 3.05 metros) trae un cople sin embargo, es aconsejable comprar un cople más por cada 5 tramos.

### CONDUCTORES ELECTRICOS

Los conductores eléctricos se van midiendo a la par de los metros de tubería, pues al ir midiendo ésta, se miden los metros de conductores con sólo observar el número y calibre de éstos, - alojados en cada tramo.

Una vez que se tienen las sumas totales en metros de los conductores y para cada calibre, a dichas cantidades se les aumenta de 15 a 20% para reponer principalmente las puntas de conductor que se dejan en las cajas para poder hacer los amarres y conexiones necesarias, o bien a cada tramo de conductores se les agregan 50 cm. para puntas.

### CAJAS DE CONEXION

No todas las cajas de conexión son iguales en una instalación eléctrica y como para la formulación del presupuesto es necesario precisar, tipos, medidas y totales de cajas, para contar las debe tomarse como base:



1.- Chalupas para cuando solamente llegue una tubería de 13 mm. de diámetro y en esta caja deban conectarse de 1 a 2 dispositivos intercambiables como apagadores, contactos, botones de timbre o una combinación de éstos.

2.- Chalupas, cuando llegan como máximo dos tuberías de 13 mm. de diámetro en diferente dirección y solo deba ser conectado en dicha caja un dispositivo intercambiable.

3.- Cuadradas de 19 mm. (cajas de 10 x 10 x 3.8 cm.) para cuando llegan tuberías de 13 y 19 mm., de diámetro.

Si sobre estas cajas se van a colocar de 1 a 3 y de 4 a 6 dispositivos intercambiables, deben pedirse tapas realzadas sencillas y tapas realzadas dobles respectivamente para sobre ellas sujetar chassises y placas correspondientes.

3.- Redondas de 13 mm. (octogonales) con tapa y cuadradas de 19 mm. con tapa, para arbotantes siempre y cuando se tengan tuberías de 13 o de 19 mm. de diámetro.

EN LOS AS

1.- Redondas de 13 mm., con tapa para de 1 a 3 tuberías de 13 mm., de diámetro siempre y cuando lleguen en diferente dirección.

2.- Cuadradas de 13 mm. (8 x 8 x 3 cm.) con tapa, para de 1 a 3 tuberías de 13 mm. de diámetro, permiten hasta dos tuberías en una sola dirección.

3.- Cuadradas de 19 mm. con tapa, desde para 3 tuberías de 13 mm. de diámetro, dos en la misma dirección e inclusive hasta

5 tuberías de diferente diámetro (13 y 19 mm.).

### A P A G A D O R E S

Se cuentan de uno en uno según se indiquen en el proyecto, sólo debe tenerse presente si son para interiores, a la intemperie, si son sencillos, de 3 o de 4 vías, etc.

### C O N T A C T O S

Se cuentan uno por uno, separando los de muro, piso, intemperie, etc.

### P L A C A S

Para totalizar el número de placas, es necesario indicar las de una, dos y tres unidades.

### S I M B O L O S

Para la cuantificación del material a utilizarse en los proyectos de las casas habitación, se utilizarán los símbolos siguientes por ser los tradicionales.

NOTA.- La solución del proyecto se realizó en ambos sistemas de alambrado para demostrar la versatilidad y en ocasiones el ahorro de material.

S I M B O L O S

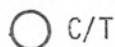
Para cuantificar el material de los proyectos eléctricos, se usan normalmente los que a continuación se indican:

T. 13 mm. Tubo conduit de 13 mm. de diámetro.

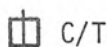
T. 19 mm. " " de 19 mm. de diámetro.



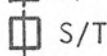
Caja de conexión chalupa



" " " redonda 13 mm. con tapa.



" " " cuadrada 19 mm. con tapa.



" " " " 19 mm. sin tapa.

T.R.S. Tapa realzada sencilla

T.R.D. " " doble.

B.I. Bote integral

# Calibre de conductores.

C.M. 13 mm. Contras y monitores de 13 mm.

C.M. 19 mm. " " " " 19 mm.



Apagador sencillo



" de 3 vías o de escalera.



Contacto sencillo.

P - 1 Placas de una unidad.

P - 2 " " dos unidades.

MATERIAL	PROYECTO	(PLANO No. 1)	
T. 13 mm.	# 12	# 14	# 20
8.00	16.00		
1.00	2.00		
2.70	5.40	5.40	
2.90		17.40	
0.20		0.60	
2.20	4.40	6.60	
5.20		26.00	
2.20		11.00	
3.20	6.40	3.20	
3.50	7.00	3.50	7.00
4.70	9.40		
4.30	8.60		
4.90	9.80		9.80
4.80	9.60		9.60
3.70	7.40		
1.70	3.40	1.70	
1.00	2.00	1.00	
2.00		4.00	
3.20	6.40		
3.20		9.60	
3.20	6.40	6.40	
3.50	7.00	3.50	7.00
1.70		3.40	
2.00	4.00		4.00
0.70	1.40		
2.70	5.40	8.10	
0.20	0.40	0.20	
2.30	4.60		
<hr/>			
80.90 m.	127.00 m.	111.60 m.	37.40 m.
+ 15%	+ 20%	+ 20%	+ 20%
12.14 m.	25.40 m.	22.32 m.	7.48 m.
<hr/>			
93.04 m.	152.40 m.	133.92 m	44.88 m.
<hr/>			
93.04			
3.05			

= 31 TUBOS

MATERIAL	PROYECTO	(PLANO No. 2)	
T. 13 mm.	# 12	# 14	# 20
8.00	16.00		
1.00	2.00	2.00	
2.70	5.40	2.70	
2.90	5.80	5.80	
0.20	0.40	0.20	
2.20	4.40	2.20	
5.20	10.40	15.60	
2.20	4.40	6.60	
3.20	6.40	3.20	
3.50	7.00	3.50	7.00
4.70	9.40		
4.30	8.60		
4.90	9.80		9.80
4.80	9.60		9.60
3.70	7.40		
1.70	3.40	1.70	
1.00	2.00	1.00	
2.00		4.00	
3.20	6.40		
3.20	6.40	3.20	
3.20	6.40	3.20	
3.50	7.00	3.50	7.00
1.70		3.40	
2.00	4.00		4.00
0.70	1.40		
2.70	5.40	8.10	
0.20	0.40	0.20	
2.30	4.60		
80.90 m	154.40 m	68.10 m	37.40 m
+ 15%	+ 20%	+ 20%	+ 20%
12.14 m	30.80 m	13.62 m	7.48 m
93.04 m	185.20 m	81.72 m	44.88 m
93.04			
<hr/> 3.05			

= 31 TUBOS



PARA EL PROYECTO DE LOS PLANOS No. 1 Y No. 2,

- 1.- Juego de conectores de 13 mm. = No. de lecturas de tramos de tubería  $\times 2 = 28 \times 2 = 56$
- 2.- Coples de 13 mm. para pared delgada =  $32 + 1$  por cada 5 tubos =  $32 + 6 = 38$  coples
- 3.- Cajas de conexión chalupas = 14
- 4.- " " " redondas con tapa = 3
- 5.- " " " cuadradas de 19 mm. con tapa = 7
- 6.- " " " " " " sin tapa = 3
- 7.- Tapas realzadas sencillas (para instalarse sobre cajas cuadradas de 19 mm. en donde se dispone de dispositivos intercambiables) = T.R.S. = 3
- 8.- Botes integrales (para spots) = 1
- 9.- Apagadores sencillos = 7
- 10- Apagadores de escalera = 6
- 11- Contactos sencillos = 11
- 12- Botones de timbre = 1
- 13- Timbre o zumbador = 1
- 14- Placas de una unidad = 13
- 15- Placas de dos unidades = 3
- 16- Placas de tres unidades = 2
- 17- Interruptores de seguridad de  $2 \times 30A = 1$
- 18- Cintas de aislar negras = 3
- 19- " " " de hule = 2
- 20- Portalámparas (soquets) = 9
- 21- Block soquet anuncio (spot) = 1

Para la formulación del presupuesto, es aconsejable enlistar los materiales en el orden en que se instalan en la obra.

C O N C E P T O	U N I D A D	P/U	TOTAL
Tubo conduit pared delgada esmaltada de 13 mm.	31 TUBOS	.....	.....
Coples para conduit pared delgada de 13 mm.	39 PIEZAS	.....	.....
Juegos de conectores de 13 mm.	56 JUEGOS	.....	.....
Cajas de conexión tipo chalupa	14 PIEZAS	.....	.....
" " redondas c/T.	3 "	.....	.....
" " cuadradas de 19 mm c/T	7 "	.....	.....
" " de 19 mm s/T	3 "	.....	.....
Tapas realizadas sencillas	3 "	.....	.....
Botes integrales (para spot 75 w)	1 "	.....	.....
Conductor cobre suave aisl. T.W. calibre #12	2 ROLLOS	.....	.....
" " " " " #14	2 PIEZAS	.....	.....
" " " " " #20	1 "	.....	.....
Apagadores sencillos	7 "	.....	.....
" de escalera	6 "	.....	.....
Contactos sencillos	11 "	.....	.....
Botones de timbre	1 "	.....	.....
Timbre o sumbador (directo a 127 volts)	1 "	.....	.....
Placas de una unidad	13 "	.....	.....
" dos unidades	3 "	.....	.....
" tres unidades	2 "	.....	.....
Interruptor de seguridad de 2 x 30A c/fusibles	1 "	.....	.....
Cintas de aislar negras	3 "	.....	.....
" " de hule	2 "	.....	.....
Portalámparas (sockets)	9 "	.....	.....
Block soquet anuncio (para el spot)	1 "	.....	.....

Una vez que se tiene la cantidad correspondiente a la compra de material, inclusive el 5% de ésta para imprevistos que abarca desde la compra de alguna pieza o juego que se olvida -- anotar hasta la reposición de aquellas o aquellos que salen defectuosos, se suma lo correspondiente a la mano de obra.

Para la mano de obra supóngase \$360.00 (TRESCIENTOS SESENTA PESOS 00/100), por salida, considerándose como salida; un -- contacto, una lámpara, una salida para teléfono, cada botón de timbre, cada circuito de los centros de carga, cada polo de los interruptores de seguridad, etc.

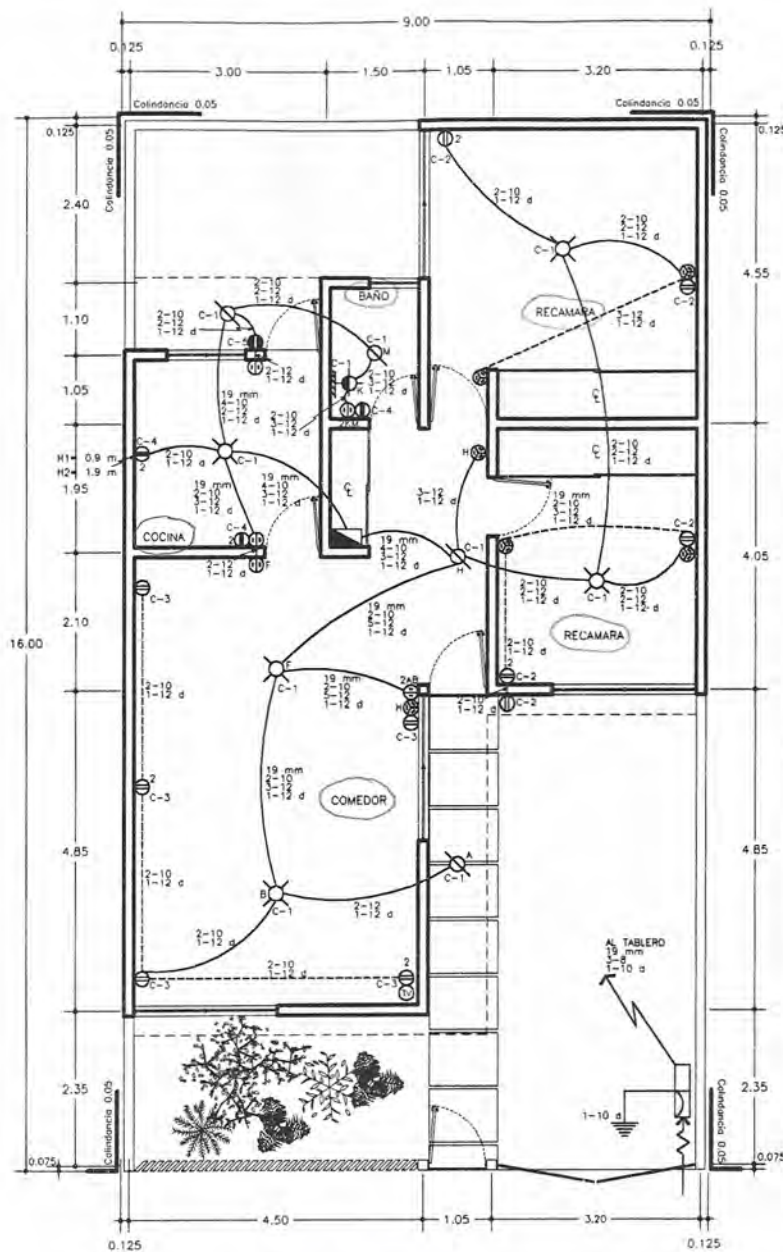
10	Salidas incandescentes de centro	\$3600.00
11	" a contacto en muro	\$3960.00
1	Interruptor de 2 x 30 Amperes.	<u>\$ 720.00</u>
	MANO DE OBRA	\$8280.00
Total materiales (suponiendo)		\$17,680.00
Mano de obra		8,280.00
Proyecto, cálculo, copias, firmas y trámites		<u>5,000.00</u>
T O T A L		\$30,960.00

A groso modo es el procedimiento a seguir y esta instalación eléctrica tiene un costo de \$30,960.00 (TREINTA MIL NOVECIENTOS SESENTA PESOS 00/100 M.N.).

#### N O T A S

El que se encarga de hacer la instalación no proporciona los focos como en el proyecto aquí desarrollado.

Si deben ser conectadas lámparas de otro tipo, a la cantidad total \$30,960.00, se le aumenta el precio de las lámparas o



**Planta Arquitectónica**  
ESCALA 1: 100.

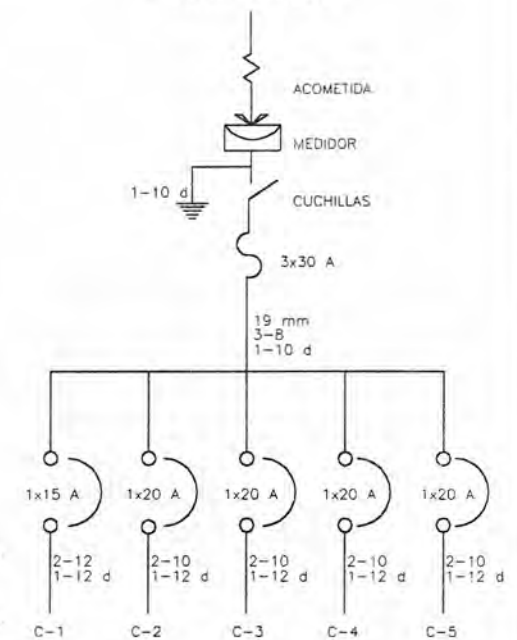
### MATERIAL A UTILIZAR

- \* TUBERIA CONDUIT DE ACERO ESMALTADO PARED DELGADA, OMEGA, REGISTRO 698 Ó SIMILAR.
- \* CAJAS DE CONEXIÓN GALVANIZADAS OMEGA, REGISTRO 698 Ó SIMILARES.
- \* CONDUCTORES DE COBRE SUAVE O RECOCIDO, CON AISLAMIENTO TIPO TW MARCA CONDUMEX, REGISTRO 2824 Ó SIMILARES.
- \* DISPOSITIVOS INTERCAMBIABLES QUINZAÑOS, REGISTRO 4043 Ó SIMILARES.
- \* INTERRUPTOR DE SEGURIDAD Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, SQUARE D, REGISTROS 4364 Y 1364 Ó SIMILARES.

### SIMBOLOGIA

- SALIDA INCANDESCENTE DE CENTRO (100 W).
- SALIDA INCANDESCENTE DE CENTRO (60 W).
- ARBOTANTE INCANDESCENTE (60 W).
- APAGADOR POLARIZADO SENCILLO.
- APAGADOR POLARIZADO DE 3 VÍAS O DE ESCALERA.
- CONTACTO SENCILLO POLARIZADO (180 W).
- CONTACTO SENCILLO POLARIZADO (250 W).
- 2 CONTACTOS SENCILLOS POLARIZADOS EN UNA CAJA DE CONEXION (180 W).
- 2 CONTACTOS SENCILLOS POLARIZADOS EN UNA CAJA DE CONEXION (250 W).
- CONTACTO POLARIZADO EXCLUSIVO PARA LAVADORA (500 W).
- SALIDA ESPECIAL PARA ANTENA DE TELEVISIÓN.
- TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE 3x30 AMPERES.
- LINEA ENTUBADA POR MUROS Y LOSA.
- LINEA ENTUBADA POR PISO.
- ACOMETIDA CIA. DE LUZ.
- MEDIDOR CIA. DE LUZ.
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA.

### DIAGRAMA UNIFILAR



### CUADRO DE CARGAS, TABLERO NQO-8/5, 2F-3H, 127 VOLTS.

CIRCUITO No.	100 W	60 W	60 W	180 W	180 W	250 W	250 W	500 W	TOTAL WATTS	A LA FASE		CORRIENTE EN AMPERES
										A	B	
C-1	5	4	1						800		800	7.41
C-2				3	2				900	900		8.33
C-3				3	2				900	900		8.33
C-4						1	2		750	750		6.95
C-5								1	500	500		4.63
TOTAL	5	4	1	6	4	1	2	1	3 850	1 800	2 050	

CARGA TOTAL INSTALADA = 3850 W  
CAJAS DE CONEXION = 37

### INSTALACIÓN ELECTRICA - CASA HABITACIÓN

PROPIETARIO: \_\_\_\_\_  
UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

RENTO DE PROYECTO:  
ING. BECERRIL L. DIEGO O.

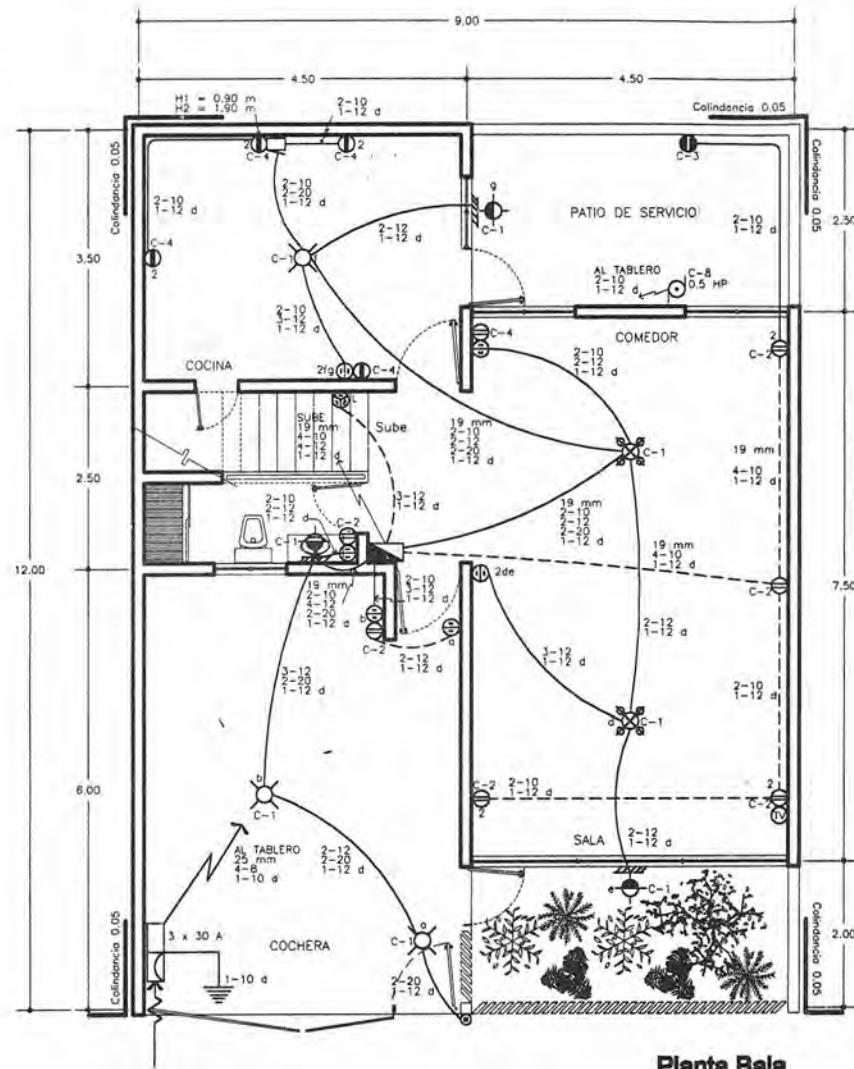
RENTO DE OBRA ELECTRICA:  
ING. BECERRIL L. DIEGO O.

CEDULA PROFESIONAL No. 179874  
NORTE 56 - A No. 7924 Col. DIAZ VIRON Z.P. 07400  
DIBUJO: ING. ARQ. CUAUHTÉMOC GARCÍA CASAS  
ESCALA: 1: 100 ACOTACION: METROS  
FECHA: JUNIO DEL 2001.



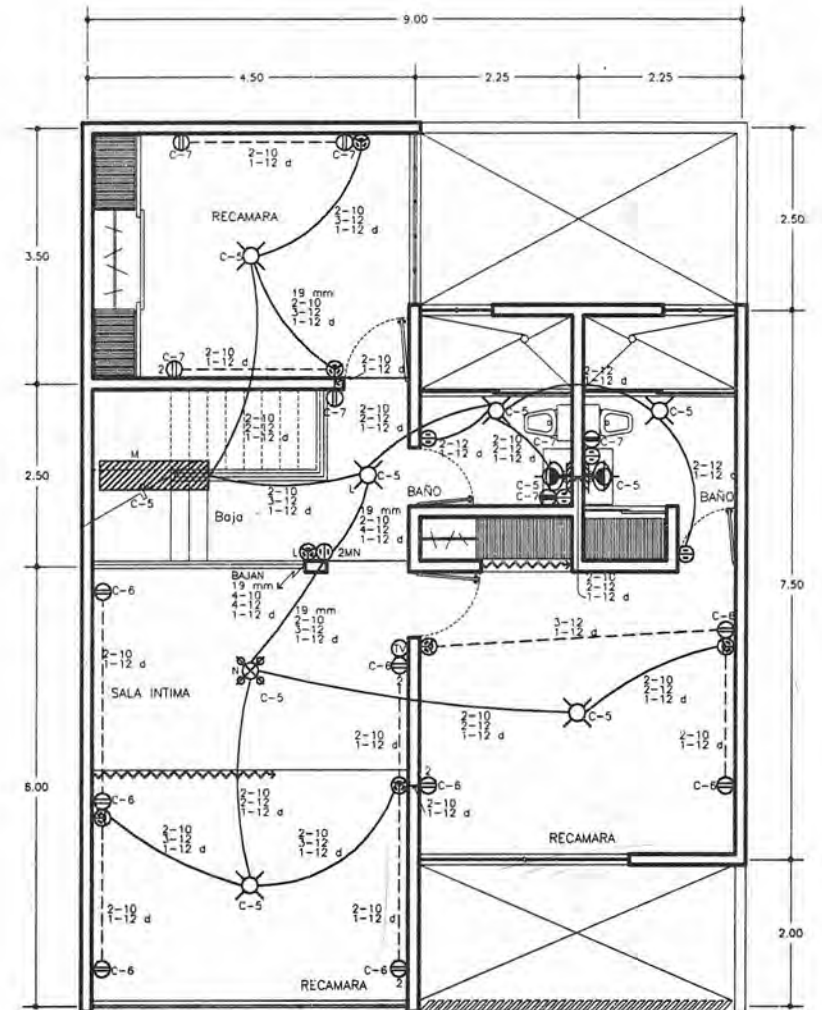






**Planta Baja**

ESCALA 1: 90



**Planta Alta**

ESCALA 1: 90

**INSTALACIÓN ELECTRICA - CASA HABITACIÓN**

PROPIETARIO: \_\_\_\_\_  
UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

PERITO DE PROYECTO  
ING. BECERRIL L. DIEGO O.

PERITO DE OBRA ELECTRICA  
ING. BECERRIL L. DIEGO O.

CEDULA PROFESIONAL No. 179874  
NORTE 86 - A. No. 7924 Col. DIAZ MIRÓN Z.P. 07400  
DIBUJO: ING. ARO. CUAUHTÉMOC GARCIA CASAS  
ESCALA: 1: 90 ACOTACION: METROS  
FECHA: JUNIO DEL 2001.



CUADRO DE CARGAS, TABLERO QO-12/8, 3F-4H, 220/127 VOLTS.

CIRCUITO No.	160 W	100 W	60 W	100 W	180 W	180 W	250 W	250 W	500 W	527 W	TOTAL WATTS	A LA FASE			CORRIENTE EN AMPERES
												A	B	C	
C-1	2	3	3								800	800			6.25
C-2					3	3	1				1 330	1 330			12.32
C-3									1		500		500		4.63
C-4					1		1	3			1 180	1 180			10.93
C-5	1	6	2	1							980		980		9.07
C-6					5	3					1 440		1 440		13.34
C-7					3	1	2				1 220		1 220		11.30
C-8										1	527	527			4.88
TOTAL	3	9	5	1	12	7	4	3	1	1	7 977	2 657	2 650	2 650	

DESBALANCE MAXIMO ENTRE FASES:

$$\frac{\text{CARGA MAYOR} - \text{CARGA MENOR}}{\text{CARGA MAYOR}} \times 100 = \frac{2\ 660 - 2\ 657}{2\ 660} \times 100 = 0.11\%$$

CARGA TOTAL INSTALADA = 7, 977 W

DIAGRAMA UNIFILAR

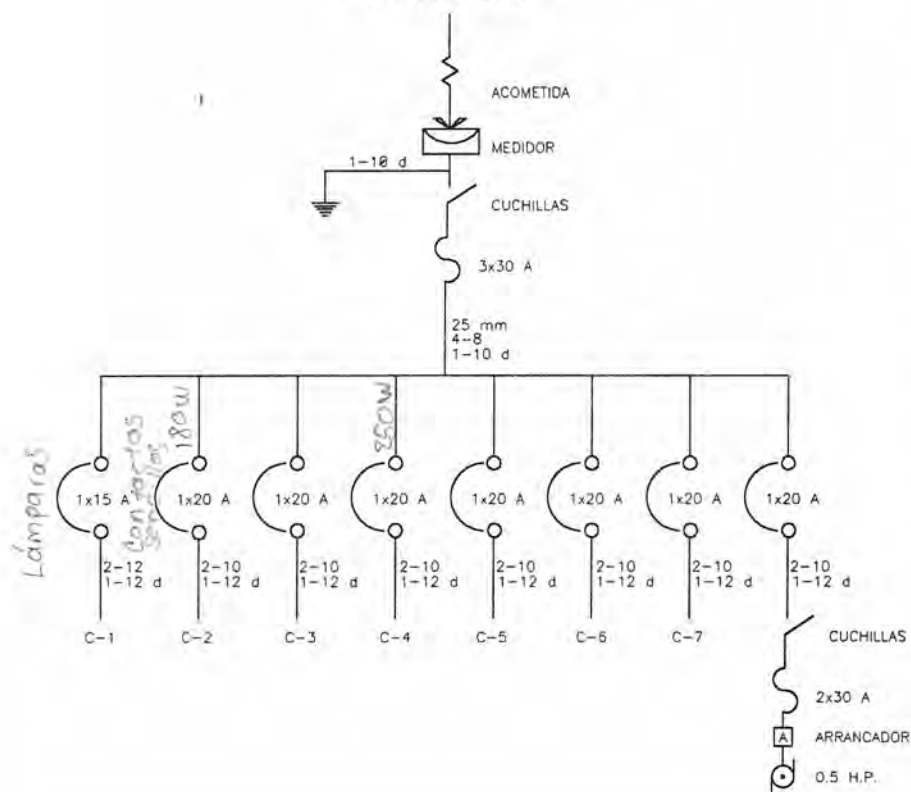
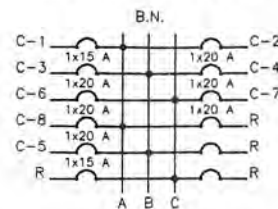


DIAGRAMA DE CONEXIONES

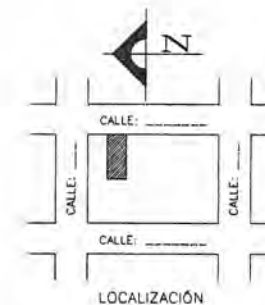


MATERIAL A UTILIZAR

- \* TUBERIA CONDUIT DE ACERO ESMALTADO PARED DELGADA, MARCA OMEGA, REGISTRO 698 Ó SIMILAR.
- \* CAJAS DE CONEXIÓN GALVANIZADAS MARCA OMEGA, REGISTRO 698 Ó SIMILARES.
- \* CONDUCTORES DE COBRE SUAVE CON AISLAMIENTO TIPO TW, MARCA CONDUCTORES MONTERREY, REGISTRO 3593 Ó SIMILARES.
- \* DISPOSITIVOS INTERCAMBIABLES MARCA QUINZANOS, REGISTRO 4043 Ó SIMILARES.
- \* INTERRUPTOR DE SEGURIDAD Y TABLERO DE DISTRIBUCIÓN, MARCA SQUARE D, REGISTROS 4364 Y 1364 Ó SIMILARES.

SIMBOLOGIA

- CANDIL DE CUATRO BRAZOS (4 x 40 W).
- SALIDA INCANDESCENTE DE CENTRO (100 W).
- ARBOTANTE INCANDESCENTE (60 W).
- PLAFON LUMINOSO BAJO DOMO (100 W).
- APAGADOR POLARIZADO SENCILLO.
- APAGADOR POLARIZADO DE 3 VÍAS O DE ESCALERA.
- BOTON POLARIZADO DE TIMBRE.
- SALIDA ESPECIAL PARA ANTENA DE TV.
- CONTACTO SENCILLO POLARIZADO (180 W).
- CONTACTO SENCILLO POLARIZADO (250 W).
- 2 CONTACTOS SENCILLOS POLARIZADOS EN UNA CAJA DE CONEXION (MINIMO 180 W POR NORMA).
- 2 CONTACTOS SENCILLOS POLARIZADOS EN UNA CAJA DE CONEXION (MINIMO 250 W POR NORMA).
- CONTACTO SENCILLO POLARIZADO, EXCLUSIVO PARA LAVADORA (MINIMO 500 W).
- TIMBRE.
- TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALUMBRADO Y CONTACTOS.
- INTERRUPTOR DE SEGURIDAD DE 3x30 AMPERES.
- LINEA ENTUBADA POR MUROS Y LOSA.
- LINEA ENTUBADA POR PISO.
- ACOMETIDA CIA. DE LUZ.
- MEDIDOR CIA. DE LUZ.
- BOMBA MONOFASICA DE 0.5 HP.
- CONEXION DE PUESTA A TIERRA.



INSTALACIÓN ELECTRICA - CASA HABITACIÓN

PROPIETARIO: \_\_\_\_\_  
UBICACIÓN: \_\_\_\_\_

PERIODO DE PROYECTO  
ING. BECERRIL L. DIEGO O.

PERIODO DE OBRA ELECTRICA  
ING. BECERRIL L. DIEGO O.

CECULA PROFESIONAL No. 179874  
MORTE 66 - A No. 7924 Col. DIAZ MIRON Z.P. 07400  
DIBUJO: ING. ARG. CUALTEMOC GARCIA CASAS  
ESCALA: 1: 100 ACOTACION: METROS  
FECHA: JUNIO DEL 2001.











equipos por conectar y se cobra aparte por la prueba y colocación de los mismos.

Debido a las constantes fluctuaciones en el precio de los materiales y a que la mano de obra varía en cuanto al tipo de material, distancia entre cajas de conexión, forma y dimensiones de los locales, etc., los precios anteriormente indicados tómense solamente como referencia para el procedimiento que debe seguirse en la formulación de presupuestos.

#### MATERIALES Y SUS NUMEROS DE REGISTRO

Como en los proyectos de las instalaciones eléctricas deben anotarse los materiales a emplear y su número de registro en la Secretaría de Energía - Dirección General de Electricidad - (reg. S.I.C. D.G.E. No. ----), aquí se indican algunos de ellos.

MATERIALES	MARCA	REG. S.I.C. D.G.E. No.
Tubo conduit esmaltado	CUAUHTEMOC	2795
Tubo conduit galvanizado	CUAUHTEMOC	154
Tubo conduit esmaltado	OMEGA	698
Tubo conduit galvanizado	OMEGA	698
Tubo conduit esmaltado	BUFALO	13
Tubo conduit esmaltado	JÚPITER	4968
Tubo conduit plástico	CONDUPYN SA	4784
Tubo conduit plástico	POLYDUCTO	3139
Tubo conduit plástico	POLYDUCTO (TUBLEX)	3899
Ducto cuadrado	CUTLER - HAMMER	3486
Ducto cuadrado	SQUARE D.	4364
Ducto cuadrado	DOMEX	3387
Ducto cuadrado	MULTI DUCT	4795

Cajas de Conexión	DOMEX	No. 3387
" " "	GLEASON	" 222
" " "	JET	" 5094
" " "	MABRAS	" 27
" " "	OMEGA	" 698
" " "	SQUARE D.	" 4364
Cajas de Conexión (CONDULETS)	ALGOT	" 5943
" " "	ARCA	" 5459
" " "	CONDUJET	" 5792
" " "	CROUSE-HINDS	" 3387
Conductores eléctricos	CONDUMEX	" 2824
" "	ACSA	" 2996
" "	MONTERREY	" 3593
" "	PYCSA	" 3465
" "	RONAHE	" 4911
" "	TEPEYAC	" 6283
Apagadores y contactos	QUINZAÑOS	" 4043
" "	ARROW-HART	" 315
" "	I.U.S.A.	" 666
" "	I.U.S.A.	" 657
" "	OTESA	" 3971
" "	EAGLE	" 4429
" "	ROYER	" 2893
" "	ROYER	" 5915
Tableros de distribución	SQUARE D.	" 4364
" "	CUTLER-HAMMER	" 3486
" "	GENERAL ELECTRIC	" 3554
" "	I.E.M.	" 2227
" "	FEDERAL PACIFIC	" 5031
Interruptores	I.U.S.A.	" 309
"	SQUARE D.	" 4364
"	GENERAL ELECTRIC	" 3554

## CAPITULO XII

### MOTORES ELECTRICOS

Para la correcta instalación de los motores eléctricos bajo las mejores condiciones técnicas y de seguridad, es necesario tomar en cuenta un número tal de datos como: sistema y tipo de corriente de que se dispone, tensión, frecuencia, tipo de motor, etc., ya que se tienen motores de corriente continua y motores de corriente alterna, fraccionarios y de gran potencia, monofásicos y trifásicos.

#### MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Según la forma en que están conectadas las bobinas de campo a la armadura, su clasificación es la siguiente:

- a).- Motores con campo serie.
- b).- Motores con campo en derivación.
- c).- Motores con campo combinado o mixto.

#### MOTOR CON CAMPO SERIE

Absorbe una elevada corriente de arranque, por lo que desarrolla un gran par motor.

#### MOTOR CON CAMPO EN DERIVACION

Está considerado como motor de velocidad constante, pues su variación es muy pequeña cuando se trabaja desde en vacío hasta a plena carga, a mayor carga, mayor es el par motor desarrollado, ideal para cargas que pueden ser retiradas en forma súbita sin provocar sobrevelocidades.

Como reúne las características de los dos anteriores, se recomienda emplearlo en casos en que se preve el aplicar y retirar cargas en forma constante sean notables o variables.

### MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Los motores de corriente alterna se dividen en dos grandes-grupos a saber:

- a).- Síncronos.
- b).- Asíncronos o de inducción.

A su vez, los asíncronos o de inducción se dividen en motores tipo Jaula de ardilla y motores de Anillos rozantes también-conocidos como de Rotor Devanado.

### MOTORES DE INDUCCION

El Jaula de ardilla es considerado como motor de velocidad-constante. El de anillos rozantes es de velocidad variable.

Los motores de inducción polifásicos se pueden conectar en forma directa. La desventaja es que al arrancar absorben una ---excesiva corriente, especialmente cuando lo hacen con carga, dicha corriente de arranque llega a ser hasta de cuatro veces la -corriente de placa o de plena carga.

### MOTORES JAULA DE ARDILLA

Recomendables cuando se requiere una velocidad constante, -después de un regular par de arranque (son de uso común).

### MOTORES DE ANILLOS ROZANTES

A pesar de tener un alto par de arranque, toman en ese ins-



tante poca corriente de la línea, por esta razón, se recomiendan ser usados para cuando la carga inicial es intensa y en motores grandes cuando el efecto de una corriente de arranque y un alto-factor de potencia son deseables.

Una vez teniendo los datos anteriores, hay que tener presente que todos los motores eléctricos traen de fábrica sus características completas grabadas en una placa metálica pegada a la carcasa, a dichas características técnicamente se les conoce como "DATOS DE PLACA", en los que se indica marca y nombre del fabricante, potencia, corriente, tensión, velocidad, frecuencia, etc.

### F O R M U L A S

Para el cálculo de la corriente de los motores eléctricos, se dispone de fórmulas directas.

#### MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA.

$$I = \frac{H.P. \times 746}{E \times N}$$

Literales usadas.

N = Eficiencia en el motor.

I = Corriente en Amperes.

E = Tensión en Volts.

H.P.= Caballos de Potencia (potencia en la flecha)

#### MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

##### MONOFASICOS

$$I = \frac{H.P. \times 746}{E_n \times N \times f.p.} \text{-----}(1)$$

$$I = \frac{W}{E_n \times f.p.} \text{ -----(2)}$$

## TRIFASICOS

$$I = \frac{H.P. \times 746}{\sqrt{3} E_f \times N \times f.p.} \text{ -----(1)}$$

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} E_f \times f.p.} \text{ -----(2)}$$

$$W = \sqrt{3} E_f \times I \times f.p. \text{ -----(3)}$$

En las fórmulas:

I = Corriente en Amperes.

E<sub>n</sub> = Tensión en volts entre fase y neutro.

E<sub>f</sub> = Tensión en volts entre fases

f.p. = Factor de potencia expresado en decimales.

N = Eficiencia del motor.

W = Total de watts que toman los motores de la línea --  
(Ver tabla No. 8).

### DEMANDA Y RENDIMIENTO DE MOTORES ELECTRICOS

Por requerimiento de la Comisión Federal de Electricidad y de la Cía de Luz y Fuerza del Centro, S. A., deben asignarse los siguientes valores en WATTS a los motores eléctricos en los cuadros de cargas, para así incluir las pérdidas al cambio de energía eléctrica a mecánica, ya que los H.P. marcados en los datos de placa solamente nos indican la potencia en la flecha mas no la potencia que toman de la línea.

EQUIVALENCIAS DE MOTORES ELECTRICOS

POTENCIA INDICADA	COM. FED. DE ELEC. MOTORES	CIA. DE LUZ Y F. DEL C. S.A. MOTORES
EN H.P.	MONOFASICOS WATTS	TRIFASICOS WATTS
1/20	60	60
1/16	80	80
1/8	150	150
1/6	202	200
1/4	293	290
1/3	395	390
0.50	527	520
0.75	780	770
1.00	993	980
1.50	1480	1460
2.00	1935	1910
2.50	2390	2360
3.00	2766	2730
5.00		4490
7.00		6293
7.50		6577
10.00		8674
15.00		12860
20.00		16953
25.00		21188
30.00		24725
40.00		32609
50.00		40756

RENDIMIENTOS PROMEDIOS CONSIDERADOS

COMPANIA DE LUZ MINIMO 85.78% MAXIMO 89.50%  
 COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD MINIMO 85.85% MAXIMO 89.96%

Para motores de más de 50 H.P., multiplíquense los H.P. por 800 WATTS para obtener la carga a considerar.

GENERALIDADES.- El control más económico y en consecuencia más empleado para los motores de inducción Jaula de Ardilla, es mediante el empleo del "Arrancador a Tensión completa".

Este tipo de control, tiene como inconveniente la aplicación súbita de un par mayor que el de a plena carga, el cual -- puede dañar la flecha de la máquina movida (torciéndola o rompiéndola en el peor de los casos) y producir además, perturbaciones en el sistema eléctrico, debido a la caída de tensión -- súbita producida por la alta corriente de arranque del motor. Las perturbaciones en el sistema eléctrico pueden constatare -- por el parpadeo o cintileo de las lámparas e inclusive en ocasiones se provoca el paro de otros motores.

Por las anteriores razones, las compañías suministradoras -- de energía eléctrica, objetan el empleo de arrancadores a tensión completa para motores medianos y grandes (de 15 H.P. en -- adelante) y exigen el empleo de "Arrancadores a Tensión reducida", para con ellos reducir el par y la corriente de arranque. -- La corriente podrá reducirse lo más que permita la reducción -- del par, siendo el valor mínimo de éste, el que determina la -- tensión que debe aplicarse.

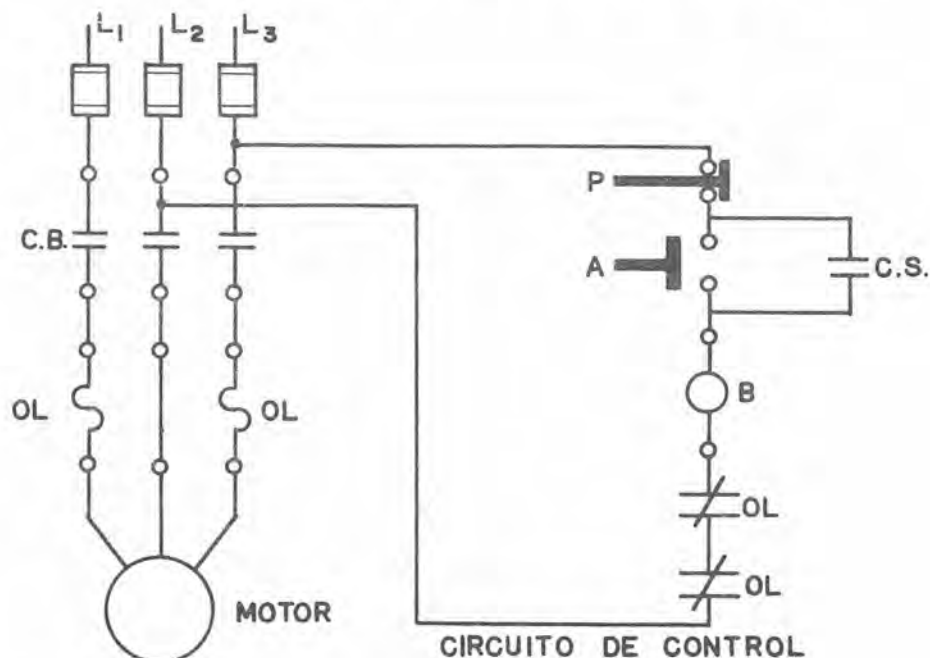
#### COMO NORMA PRACTICA SE TIENE:

Los motores de hasta 1/2 HP, pueden conectarse directamente a la línea sin riesgo de dañarlos o provocar perturbaciones en el sistema eléctrico.

Para la conexión de motores de hasta 10 HP inclusive, se -- recomienda protegerlos con "Arrancadores a Tensión Completa", -- conocidos también como "Arrancadores a Tensión Plena".

Para motores de 15 HP en adelante, por requerimiento de -- la Dirección General de Electricidad, es necesario el uso de -- "Arrancadores a Tensión Reducida" para que al arrancar no produzcan perturbaciones en el sistema eléctrico.

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



SECUENCIA DE OPERACION:

Al apretar el botón de arrancar (A), instantáneamente se cierra el contacto de enclave o también conocido como contacto de sello (C.S.), se energiza la bobina (B), se cierran los contactos de bobina (C.B.) quedando el motor conectado a la línea.

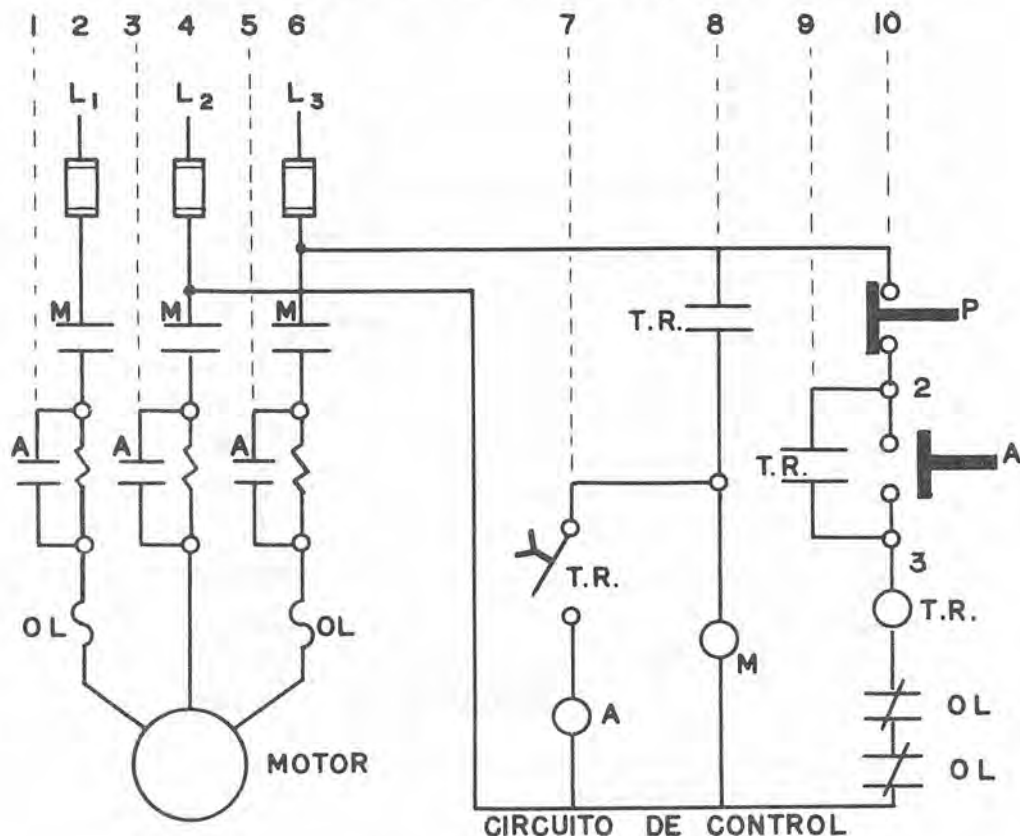
(OL) = Elementos térmicos de los Relevadores de sobrecarga (over load).

OL = Relevadores de sobrecarga.

Para facilitar al máximo la interpretación del diagrama de conexión, se ha separado el circuito de control del circuito de fuerza.



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



SECUENCIA DE OPERACION.

Al oprimir el botón de arranque, se energiza la bobina T.R. en 10, se cierran los contactos T.R. en 8 y 9, el contacto en 9 es de enclave, el contacto en 8 energiza la bobina M que cierra sus contactos en 2, 4 y 6, quedando el motor conectado a través de las resistencias, las que provocan una caída de tensión haciendo que el motor quede alimentado a tensión reducida. El mismo contacto en 8 deja preparado el circuito para que el contacto T.R. en 7 que es el relevador de tiempo, al cerrar energiza a la bobina así el motor alimentado a la tensión de la línea.

## INSTALACIONES INDUSTRIALES

Tratándose ya no de instalaciones eléctricas de casas habitación, de oficinas o de pequeños comercios sino de una instalación eléctrica industrial, deben tenerse presentes un sinnúmero de condiciones, unas de ellas pueden ser:

1.- Las canalizaciones que encierran conductores eléctricos para conectar lámparas y contactos monofásicos, deben ser totalmente independientes de las canalizaciones que encierran conductores eléctricos para conectar motores (sistema de fuerza).

2.- Por lo anterior, es evidente que hay necesidad de disponer de dos planos como mínimo, UNO para el proyecto de alumbrado y contactos y OTRO para el proyecto de fuerza.

3.- La localización de motores se hace por medio de pequeños círculos con un número dentro para su completa identificación toda vez que por separado en lugar visible y en forma ordenada con los números colocados en forma progresiva se expresa claramente a que motor o máquina corresponden.

4.- Así como en el plano de alumbrado y contactos se indica un CUADRO DE CARGAS marcando el número total de circuitos derivados empleados, el tipo y capacidad de las lámparas por conectar, tipo y capacidad de los contactos, etc., en el plano correspondiente al proyecto de fuerza es obligado indicar un cuadro denominado CUADRO DE FUERZA Y PROTECCIONES.

Para presupuestar una instalación eléctrica industrial, por razones obvias se omiten datos sin embargo, puede tomarse como referencia que se deberá cobrar por tendido de líneas de alimentación, por colocación y conexión de interruptores, centros de -

carga, tableros, motores, etc., además debe tomarse en cuenta el grado de dificultad en el trabajo que puede ser consecuencia de la construcción del local o bien del medio ambiente.

### MOTOR INDIVIDUAL

Cuando se tiene sólo un motor por conectar, el circuito derivado correspondiente estará provisto de conductores eléctricos que tengan una capacidad de corriente como mínimo del 125% de la corriente de placa, corriente a plena carga o corriente nominal-  
IN.

#### CORRIENTE DE PLACA.

La corriente de placa, corriente a plena carga o corriente nominal IN, es la que consume un motor cuando está desarrollando su potencia a velocidad normal.

#### FORMA DE CONECTAR LOS MOTORES.

Para la correcta conexión de los motores eléctricos, es de suma importancia conocer sus datos de placa, como potencia, corriente, tensión, frecuencia, tipo de trabajo a desarrollar y frecuencia de uso, ver si es posible conectarlos en forma directa con sólo un interruptor o si hay necesidad de una protección adicional, proporcionada a través de arrancadores, ya sean manuales o automáticos, a tensión plena o tensión completa o por medio de arrancadores a tensión reducida, etc.

#### MOTORES CONECTADOS EN FORMA DIRECTA.

Es común encontrar motores eléctricos de 2 y hasta 3 H.P. - conectados en forma directa (con sólo un interruptor), pero es recomendable conectar así motores fraccionarios de hasta 1/2 H.P. y de esta potencia en adelante proveerlos de protección adicional (arrancadores).

Como puede observarse, para la correcta proteccion de motores eléctricos, los elementos fusibles deben ser de una capacidad tal que soporten la corriente de arranque que es varias veces el valor de la corriente de placa o corriente nominal, pero no mayor de 400% el valor de ésta, a no ser que comercialmente no se disponga de elementos fusibles de la capacidad requerida.

La capacidad de corriente de los elementos térmicos, debe ser en promedio de 140% la corriente de placa o corriente nominal del motor al cual deben proteger, es decir, los elementos térmicos son calculados en promedio para una corriente de 1.4 veces la corriente nominal, ya que su acción retardada les permite soportar la corriente de arranque, que aunque es bastante mayor, lo es en forma instantánea.

### VARIOS MOTORES

Para cuando se tienen varios motores, los conductores eléctricos alimentadores (alimentadores generales), se calculan por corriente y por caída de tensión, tomando como base que como máximo van a transportar EL 125% DE LA CORRIENTE DE MOTOR DE MAYOR POTENCIA, MAS LA CORRIENTE DE PLACA DE LOS DEMAS MOTORES y como mínimo, la CORRIENTE DE ARRANQUE DEL MOTOR DE MAYOR POTENCIA.

Como en un grupo de motores, o bien en forma general en una instalación de fuerza no todos los receptores de energía eléctrica trabajan en forma simultánea, es aplicable un factor de demanda para determinar el valor de la corriente corregida, que es con la que finalmente se calcula la sección transversal de los conductores eléctricos (area del cobre), evitándose con ello grandes calibres.

En las instalaciones de cualquier tipo en las que se preve un aumento posterior de carga, es aconsejable no corregir el --

valor de la corriente, dejando así automáticamente sobrados los calibres de los alimentadores generales.

Dependiendo del tipo de interruptor (de seguridad o termomagnético) y del tipo de arrancador (manual o automático), los cuadros de fuerza y protecciones pueden ser formulados de acuerdo a los dos siguientes:



## CUADRO DE FUERZA Y PROTECCIONES

CONSIDERANDO DATOS "SQUARE D" Y PROTECCION CON INTERRUPTORES DE SEGURIDAD

MOTOR No.	CAPACIDAD EN H.P.	TENSION EN VOLTS	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD	ELEMENTOS FUSIBLES DE	ARRANCADOR		ELEMENTOS PARA MANUAL	TERMICOS PARA MAGNETICO
					MANUAL CLASE 2510	MAGNETICO CLASE 8536		
1	1/4	127	2 x 30 A	15 A	AG - 2	BG - 1	W- 5.94	B- 6.9
2	1/3	"	"	20 A	AG - 2	BG - 1	W- 6.65	B- 7.7
3	1/2	"	"	25 A	AG - 2	BG - 1	W- 9.75	B- 10.2
4	3/4	"	"	30 A	AG - 2	BG - 1	W- 13.0	B- 15.5
5	1	"	2 x 60 "	40 A	AG - 2	BG - 1	W- 15.0	B- 19.5
6	1/4	220	3 x 30 "	5 A	BG - 2	BG - 2	B- 1.3	B- 1.3
7	1/3	"	"	5 A	BG - 2	BG - 2	B- 1.67	B- 1.88
8	1/2	"	"	10 A	BG - 2	BG - 2	B- 2.10	B- 2.4
9	3/4	"	"	10 A	BG - 2	BG - 2	B- 3.0	B- 3.3
10	1	"	"	15 A	BG - 2	BG - 2	B- 4.15	B- 4.15
11	1 1/2	"	"	15 A	BG - 2	BG - 2	B- 5.5	B- 6.9
12	2	"	"	20 A	BG - 2	BG - 2	B- 6.9	B- 7.7
13	3	"	"	30 A	CG - 3	BG - 2	B- 10.2	B- 12.8
14	5	"	3 x 60 "	50 A	CG - 3	CG - 3	B- 17.5	B- 19.5
15	7 1/2	"	"	60 A	—	CG - 3	—	B- 32.0
16	10	"	3 x 100 "	100 A	—	DG - 1	—	B- 36.0

TODOS SON ARRANCADORES A TENSION PLENA

# CUADRO DE FUERZA Y PROTECCIONES

CONSIDERANDO DATOS "SQUARE D" E INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

MOTOR No.	CAPACIDAD EN H.P.	TENSION EN VOLTS	INTERRUPTOR TERMOMAGNE- TICO	ARRANCADOR		ELEMENTOS TERMICOS	
				MANUAL CLASE 2510	MAGNETICO CLASE 8536	PARA MANUAL	PARA MAGNETICO
1	1/4	127	1 x 15 A	AG - 2	BG - 1	W- 5.94	B- 6.9
2	1/3	"	1 x 15 A	AG - 2	BG - 1	W- 6.65	B- 7.7
3	1/2	"	1 x 20 A	AG - 2	BG - 1	W- 9.75	B- 10.2
4	1/3	"	1 x 20 A	AG - 2	BG - 1	W- 13.0	B- 15.5
5	1	"	1 x 30 A	AG - 2	BG - 1	W- 15.0	B- 19.5
6	1/4	220	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 1.3	B- 1.3
7	1/3	"	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 1.67	B- 1.88
8	1/2	"	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 2.10	B- 2.4
9	3/4	"	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 3.0	B- 3.3
10	1	"	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 4.15	B- 4.15
11	1 1/2	"	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 5.5	B- 6.9
12	2	"	3 x 15 A	BG - 2	BG - 2	B- 6.9	B- 7.7
13	3	"	3 x 20 A	CG - 3	BG - 2	B- 10.2	B- 12.8
14	5	"	3 x 30 A	CG - 3	CG - 3	B- 17.5	B- 19.5
15	7 1/2	"	3 x 50 A	—	CG - 3	—	B- 32.0
16	10	"	3 x 70 A	—	DG - 1	—	B- 36.0

TODOS SON ARRANCADORES A TENSION PLENA

recomendable conectar así, motores fraccionarios de hasta 1/2 HP y de esta potencia en adelante, proveerlos de una protección adicional que deberá ser de acuerdo a sus datos de placa.

# MOTOR MONOFASICO CONECTADO EN FORMA DIRECTA

DIAGRAMA BIFILAR

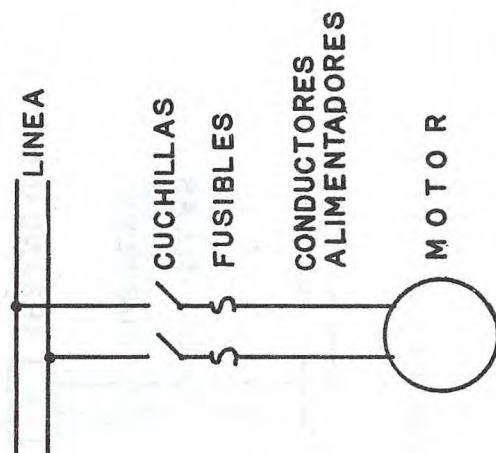
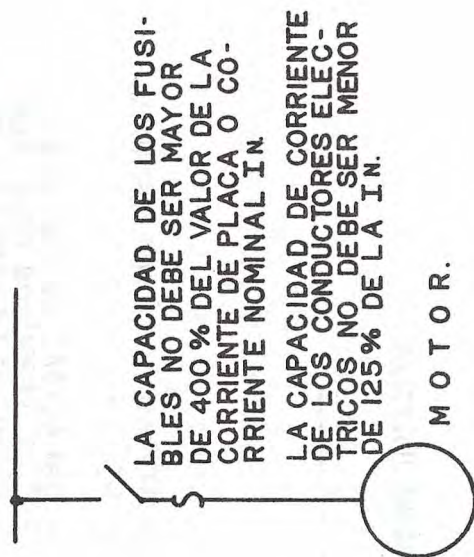


DIAGRAMA UNIFILAR



## MOTOR MONOFASICO PROTEGIDO CON ARRANCADOR

DIAGRAMA BIFILAR

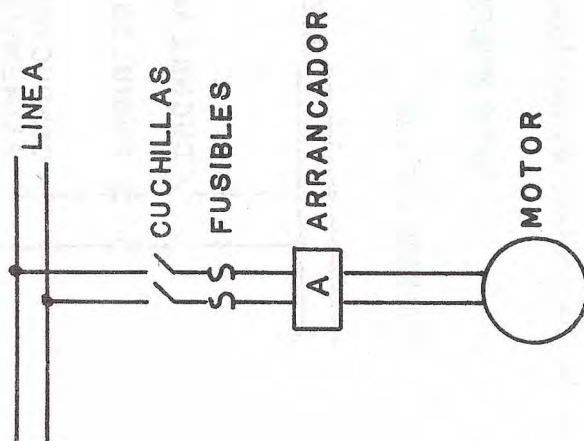
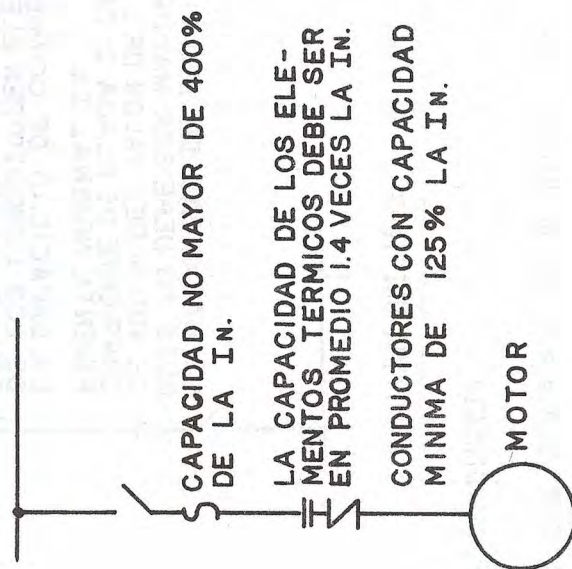


DIAGRAMA UNIFILAR



## MOTOR TRIFASICO CONECTADO EN FORMA DIRECTA

DIAGRAMA TRIFILAR

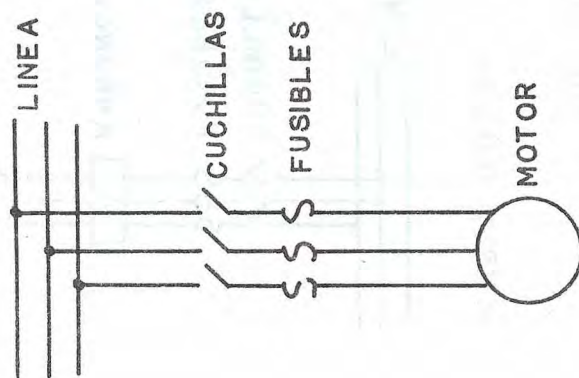
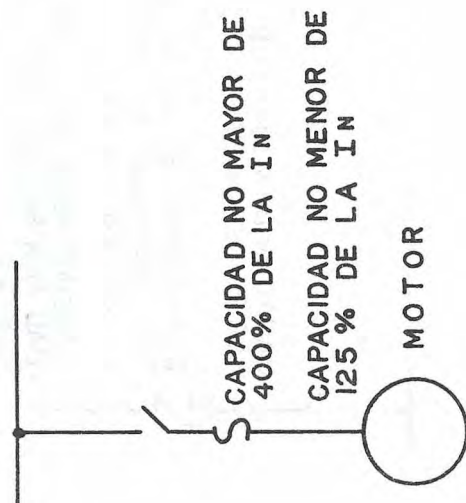


DIAGRAMA UNIFILAR





## MOTOR TRIFASICO PROTEGIDO CON ARRANCADOR

DIAGRAMA TRIFILAR

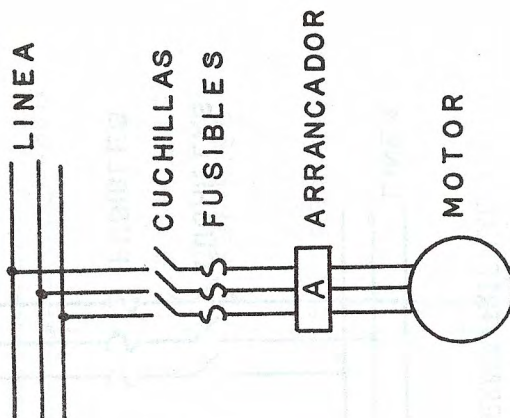
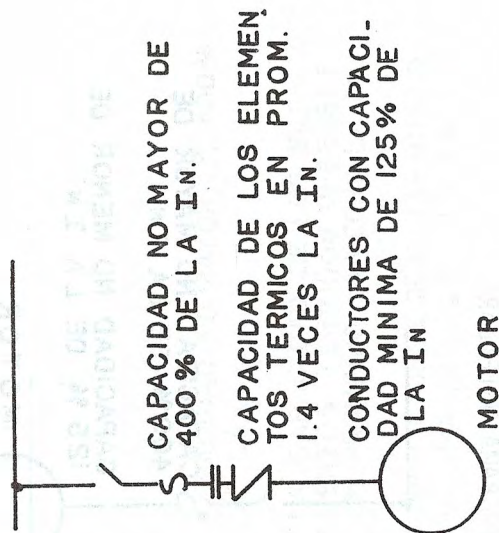


DIAGRAMA UNIFILAR



## CAPITULO XIII

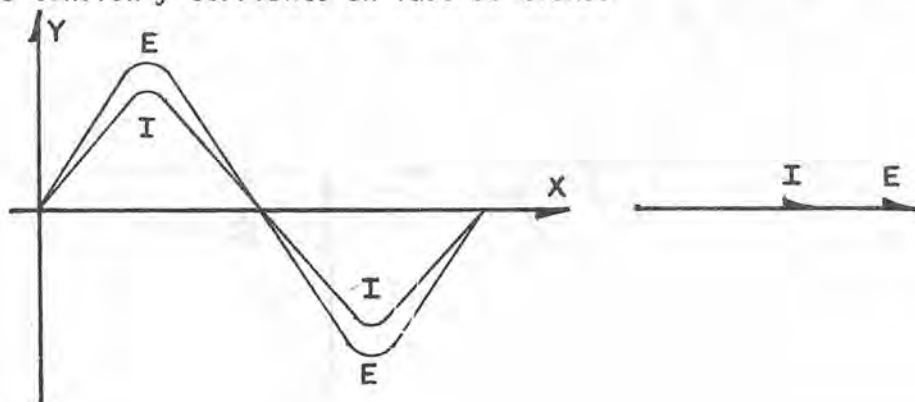
CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

Para estar en posibilidad de corregir el factor de potencia, es necesario saber su significado y en base a qué sus valores en cuanto a condiciones y tipo de carga conectada.

Se puede partir de la expresión de la potencia en un circuito de corriente continua dada por la fórmula  $P = EI$  Watts, ésta no sufre ninguna variación puesto que, en corriente continua los valores de tensión y de corriente son constantes.

En corriente alterna (C.A.), la fórmula  $P = EI$  Watts, sólo es cierta para cuando se tienen conectadas cargas puramente-resistivas como son: lámparas incandescentes, parrillas, planchas, calentadores, hornos eléctricos y en general todos los elementos y equipos que transforman toda la energía eléctrica que toman de la línea en calor, cuando lo anterior sucede, se dice que la corriente y la tensión están en fase, aprovechándose sus valores en un 100%.

Haciendo la representación gráfica y vectorial de los valores de tensión y corriente en fase se tiene:

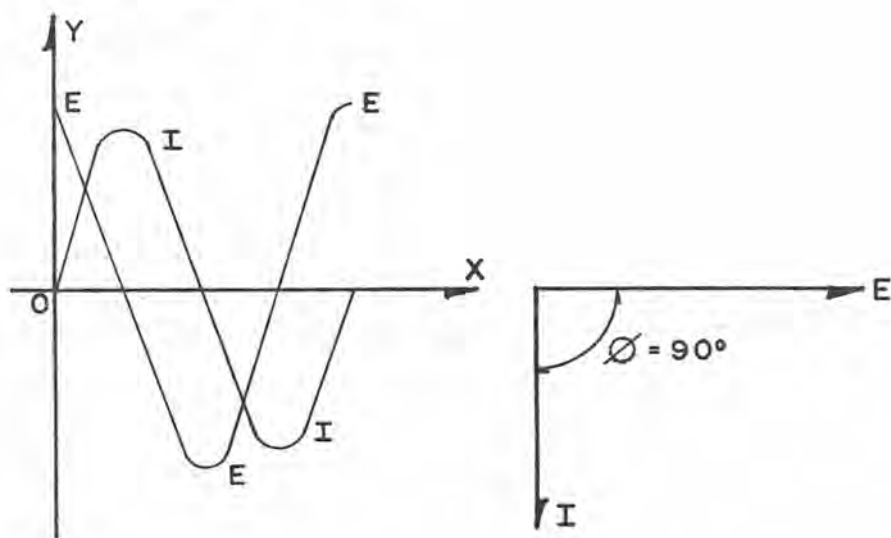


Puede observarse en la representación gráfica la diferencia de altura de las ondas sinusoidales de los dos valores, ello es debido a que son diferentes unidades, sin embargo, se dice que están en fase la tensión y la corriente porque coinciden en amplitud, frecuencia, en sus ceros y máximos además de desplazarse en la misma dirección al tomar sus valores ascendentes y descendentes. Las ondas sinusoidales son el resultado de graficar los valores de tensión y corriente, tomados a intervalos regulares de tiempo.

### CARGAS INDUCTIVAS

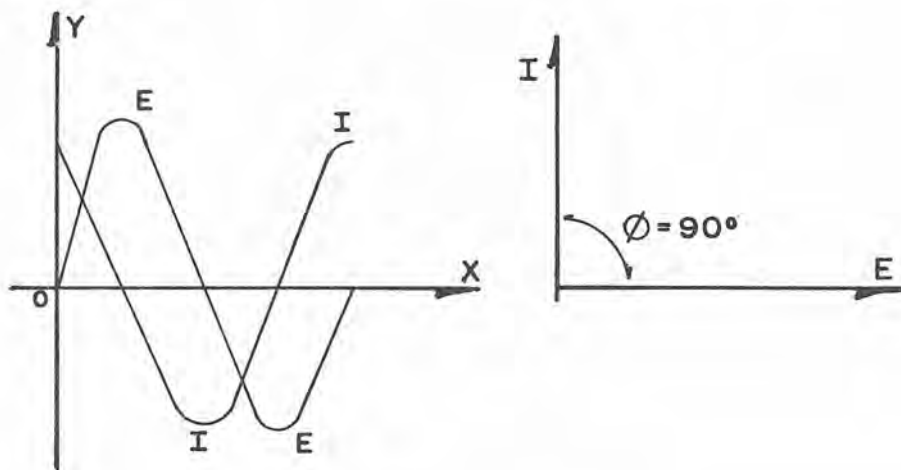
Las cargas inductivas como son los motores de inducción, -- hornos de arco, máquinas soldadoras, etc., tienen la particularidad de atrazar la corriente con respecto a la tensión, si la carga fuera 100% inductiva, el atraso de la corriente sería de  $90^\circ$  geométricos.

La representación gráfica y vectorial bajo estas condiciones es la siguiente:



### CARGAS CAPACITIVAS

Como motores sincronicos y capacitores, tienen la propiedad de adelantar la corriente con respecto a la tensión, el adelanto también podría ser de  $90^\circ$  geométricos si la carga fuera 100%-capacitiva.



Una vez que se conocen los tres tipos de cargas por conectar y la posición que guarda en cada caso el vector corriente - con respecto al vector tensión que se toma como eje o plano de referencia, es obligado tener presente, que en todo circuito o instalación eléctrica real, es imposible tener el 100% de sólo-un tipo de carga y que, solamente para cálculos aproximados --- (hasta 2% de error) se consideran cargas puramente resistivas, - por lo demás, todo cálculo se hace tomando en cuenta que pueden tenerse las siguientes combinaciones.

- a).- Cargas resistivas e inductivas.
- b).- Cargas resistivas y capacitivas.
- c).- Cargas inductivas y capacitivas.

d).- Cargas resistivas, inductivas y capacitivas.

De las combinaciones anteriores, el ángulo entre los vectores tensión y corriente o ángulo de desfase podría ser mayor o menor de  $45^\circ$  ( $\cos 45^\circ = 0.7071$ ) adelantado o atrasado según el tipo de carga que prevaleciera, sin embargo, generalmente es atrasado y cercano su valor a  $0^\circ$  (cero grados) pues no es permitido tener un factor de potencia o  $\cos \phi$  menor de 0.85 (ángulo de desfase no mayor de  $31^\circ$ ) ya que, de acuerdo con el Artículo 50. del Reglamento para el Suministro de Energía -- Eléctrica, el consumidor está obligado a mantener un factor de potencia o  $\cos \phi$  tan aproximado a 1 o 100% como sea práctico so pena de pagar un recargo por cada K.V.A., extra que se le suministre para una demanda dada, si el factor de potencia es bajo (menor de 0.85).

Los valores recomendables del factor de potencia (F.P.) o  $\cos \phi$  fluctúan entre 0.9 y 0.95 correspondientes a ángulos de -- desfase entre 25 y 18 grados respectivamente.

Por lo antes expuesto y haciendo notar que normalmente se tiene carga puramente resistiva o bien, resistiva e inductiva -- dando origen la segunda a un ángulo de desfase, corregir el F.P., no es mas que calcular la potencia del BANCO de capacitores para reducir dicho ángulo hasta un valor recomendable para así, poder aprovechar al máximo dentro de ciertos límites la potencia aparente o de la línea que es proporcionada por la compañía suministradora de la energía eléctrica.

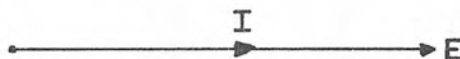
Potencia aparente o de la línea = P. aparente.

P. aparente =  $EI$ ----- Volt Amperes

P. aparente =  $EI$ ----- V.A.



### CARGAS PURAMENTE RESISTIVAS



Angulo entre el vector tensión y el vector corriente =  $0^\circ$

$$\cos 0^\circ = 1$$

$$P. \text{ aparente} = EI \text{ ----- V.A.}$$

$$P. \text{ útil} = EI \cos \phi = EI \cos 0^\circ$$

$$= EI \times 1 = EI \text{ ----- Watts.}$$

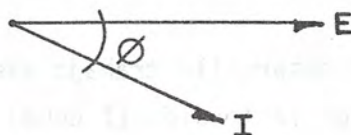
Como el factor de potencia es la relación watts sobre V.A., y en este caso valen lo mismo:

$$\cos \phi = \text{F.P.} = \frac{P. \text{ útil}}{P. \text{ aparente}} = \frac{\text{Watts}}{\text{V.A.}} = 1 \text{ o } 100\%$$

El valor 1 o 100% del  $\cos \phi$  o F.P. nos indica que los valores tensión y corriente, son aprovechados en forma total.

### CARGAS RESISTIVAS E INDUCTIVAS

Al tenerse en un circuito o instalación eléctrica cargas inductivas y resistivas, las primeras dan origen a un ángulo de desfasamiento atrasado.



Bajo las anteriores condiciones, en este caso la P. aparente difiere de la P. útil.

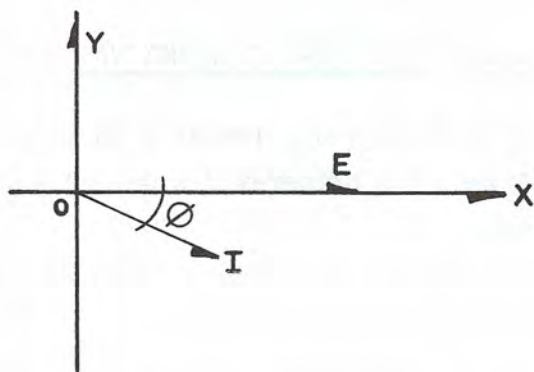
$$p. \text{ aparente} = EI \text{ ----- V.A.}$$

$$p. \text{ útil} = EI \cos\phi \text{ ---- Watts.}$$

$$\cos\phi = \frac{\text{Watts}}{\text{V.A.}}$$

Para este caso y todos los similares, al existir ángulo de defasamiento, el  $\cos\phi$  o F.P., siempre es menor que la unidad, - cuyo valor puede interpretarse como el tanto por ciento de lo - que se aprovecha la potencia aparente o de la línea.

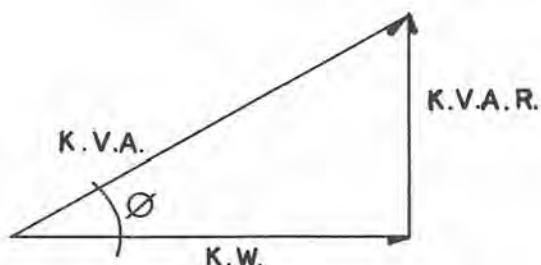
Para mejor entender el porque sólo se aprovecha un tanto - por ciento de la potencia aparente cuando se tienen cargas in-- ductivas, es necesario indicar en un sistema de ejes coordena-- dos los vectores tensión y corriente con un ángulo de desfasa-- miento  $\phi$ .



La corriente que desarrolla trabajo efectivo, es solamente la que está en fase con la tensión ( $I \cos\phi$ ) y la proyectada sobre el eje de las YY ( $I \sin\phi$ ), es la que provee al campo inductor.

Lo aquí especificado viene a corroborar que, corregir el factor de potencia es reducir el ángulo de desfase y con ello, - absorber una corriente menor para una potencia dada, disminuyendo las pérdidas por efecto Joule y el pago de energía a la compañía suministradora al aprovecharse al máximo dentro de los límites marcados la potencia aparente o de la línea.

Hasta ahora, se ha trabajado con valores watts y Volt Amperes pero, como en la corrección del factor de potencia se trabaja con potencias grandes, hay necesidad de valerse del siguiente triángulo de potencias.



- K.W. = Potencia en Kilo Watts.
- K.V.A. = Potencia en Kilo Volt Amperes.
- K.V.A.R. = Potencia en Kilo Volt Amperes reactivos.
- K.W. = Potencia útil.
- K.V.A. = Potencia aparente o de la línea.
- K.V.A.R. = Potencia reactiva.

De la fig.

$$K.W. = K.V.A. \cos \phi$$

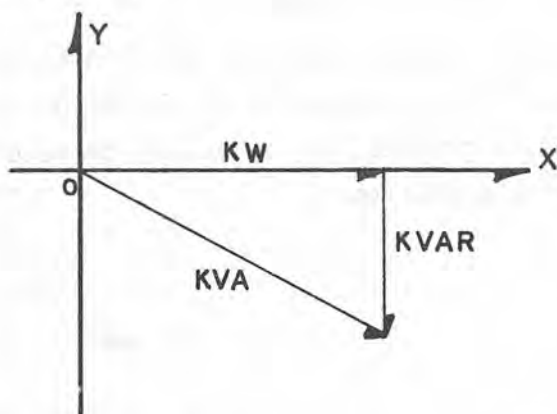
$$K.V.A.R. = K.V.A. \sin \phi$$

$$\cos \phi = F.P. = \frac{K.W.}{K.V.A.}$$

$$K.V.A.R. = \sqrt{(K.V.A.)^2 - (K.W.)^2}$$

Suponiendo una instalación eléctrica cuya demanda máxima de 200 K.W., trabaja con un factor de potencia de 0.80.

Calcular la potencia del capacitor para corregir dicho factor de potencia hasta 0.90.



Conociendo los K.W. y el F.P.

$$K.V.A. = \frac{K.W.}{F.P.} = \frac{200}{0.80} = 250$$

$$K.V.A.R. = \sqrt{(K.V.A.)^2 - (K.W.)^2} = \sqrt{(250)^2 - (200)^2} = \sqrt{22500} = 150$$

Estos 150 serían K.V.A. capacitivos correctivos necesarios para corregir el factor de 0.80 hasta la unidad pero, si en el problema se pide corregirlo a 0.90, debe trabajarse ahora con el valor deseado.

$$K.V.A. = \frac{200}{F.P.} = \frac{200}{0.90} = 222$$

$$K.V.A.R. = \sqrt{(K.V.A.)^2 - (K.W.)^2} = \sqrt{(222)^2 - (200)^2}$$

$$K.V.A.R. = \sqrt{9284} = 96.4$$

Por diferencia.

K.V.A. capacitivos correctivos = K.V.A. c.c.

$$\text{K.V.A. c.c.} = 150 - 96.4 = 53.6$$

Para este problema, la capacidad del capacitor debe ser de 53.6 K.V.A.



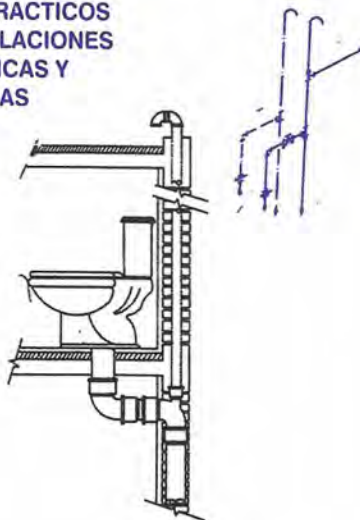








DATOS PRACTICOS  
DE INSTALACIONES  
HIDRAULICAS Y  
SANITARIAS

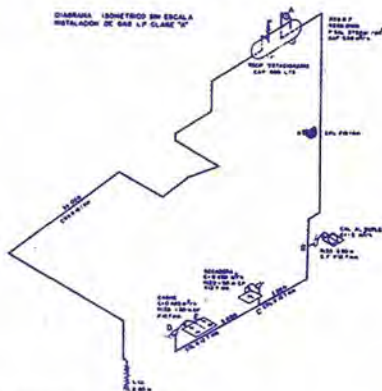


ING. BECERRIL L DIEGO ONESIMO



# MANUAL DEL INSTALADOR DE GAS L.P.

DIAGRAMA ISOMETRICO EN ESCALA  
INSTALACION DE GAS L.P. CLASE "B"



9 789709 281804

ING. BECERRIL L DIEGO ONESIMO