



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES



ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

Una tienda departamental es un centro de autoservicio donde se puede comprar una gran cantidad de artículos de oficina, toda clase de electrodomésticos, ropa, alimentos, artículos de ferretería y consta de varias áreas que tendrán sus propias necesidades en cuanto a las características de la instalación eléctrica. Debido a la importancia que las tiendas departamentales tienen en nuestras vidas las actividades que se realizan dentro de ellas deben desarrollarse de manera adecuada y para este fin es necesario que las instalaciones estén especialmente diseñadas para ello.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA¹

Se cuenta con un área de aproximadamente 11,100 m² para la ubicación de la tienda departamental, esta área queda dividida en diferentes departamentos² propios de cada tienda, como el departamento de amasijo, tortillería, cocina, carnes frías, farmacia, etc.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Es muy importante y necesario el tener claros los conceptos y términos que en lo siguiente serán mencionados o empleados tanto para los cálculos como para su clasificación dentro del proyecto.

CARGA INSTALADA. Es el total de la capacidad de generación o transformación que está disponible para servir energía a una carga o grupo de cargas que puedan conectarse a los circuitos de alimentación de dicha capacidad instalada.

CARGA TOTAL CONECTADA. Se llama carga total conectada a la suma de todas las cargas eléctricas que están en condiciones de demandar o tomar potencia del circuito que la alimenta en un momento determinado.

DEMANDA. Demanda de un sistema es la carga promedio en el receptor durante un lapso especificado. La carga considerada puede ser potencia activa, reactiva, aparente o corriente. Para dimensionar los elementos que componen una instalación eléctrica, es necesario conocer los efectos térmicos, y éstos dependen de las constantes de tiempo de los elementos; el

¹ Se tomó como modelo para este proyecto la tienda departamental “WALL MART SUPERCENTER” ubicada en Boulevard Adolfo López Mateos N° 1701, Colonia Lomas de Plateros, Delegación Álvaro Obregón, México, Distrito Federal.

² Se detallará en el capítulo 2 “cargas y clasificaciones” sobre la ubicación y consumos de cada departamento.



concepto de demanda permite determinar los factores que sirven de base en el dimensionamiento. Dado un diagrama de potencia en función del tiempo en general a medida que aumenta el lapso en el cual se determina la demanda disminuye el valor de ésta. Es fácil constatar que el valor de la demanda para un mismo lapso depende del instante en el cual se inicia la determinación.

DEMANDA MÍNIMA. Es el mínimo valor de potencia que se registra en un intervalo de tiempo relativamente corto dentro de un período de tiempo determinado. Se toman usualmente el mismo intervalo y período que en la determinación de la demanda máxima.

DEMANDA MÁXIMA. La máxima demanda en una instalación es el mayor valor que se presenta en un lapso especificado. En general para un grupo de cargas la máxima demanda de cada una de ellas no coincide con otras, en consecuencia la máxima demanda del grupo es menor que la suma de las máximas demandas individuales. La demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas operando al mismo tiempo, es decir, la demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo. No es igual encender una línea de motores al mismo tiempo que hacerlo en arranque escalonado. El medidor de energía almacenará únicamente, la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda, en cualquier intervalo de tiempo de cualquier día del ciclo de lectura. Los picos por demanda máxima se pueden controlar evitando el arranque y la operación simultánea de cargas eléctricas

DEMANDA PROMEDIO. Está definida como el valor medio o promedio de la potencia demandada en un período de tiempo tal como un día, un mes o un año. Su valor puede obtenerse fácilmente conociendo el consumo total en dicho período de tiempo y el número total de horas del período.

$$DEMANDA PROMEDIO = \frac{CONSUMO EN EL PERÍODO}{NÚMERO DE HORAS DEL PERIODO}$$

Una forma aproximada de obtenerla, en caso de contar solamente con gráficos de carga diaria, es tomar la suma de los valores de las lecturas cada hora, medias horas u otro intervalo menor y dividirla entre el número de las lecturas tomadas

$$DEMANDA PROMEDIO = \frac{VALORES DE LAS LECTURAS TOMADAS}{NÚMERO DE LECTURAS}$$

DEMANDA PICO. Se llama “demanda Pico” o “demanda de Pico” a la máxima demanda registrada durante un intervalo de tiempo relativamente corto que está dentro del período de máxima demanda diaria en cada tienda departamental.

1.4 CORTOCIRCUITO

En el diseño de las instalaciones eléctricas, se deben considerar no sólo las corrientes nominales de servicio, sino también las sobrecorrientes debidas a las sobrecargas y a los



cortocircuitos. El cortocircuito se define como una conexión de relativamente baja resistencia o impedancia, entre dos o más puntos de un circuito que están normalmente a tensiones diferentes. Las corrientes de cortocircuitos se caracterizan por un incremento prácticamente instantáneo y varias veces superior a la corriente nominal, en contraste con las de una sobrecarga que se caracteriza por un incremento mantenido en un intervalo de tiempo y algo mayor a la corriente nominal.

1.4.1 ORIGEN DE UN CORTOCIRCUITO

Los cortocircuitos tienen distintos orígenes:

- Por deterioro o perforación del aislamiento: debido a calentamientos excesivos prolongados, ambiente corrosivo o envejecimiento natural.
- Por problemas mecánicos: rotura de conductores o aisladores por objetos extraños o animales, ramas de árboles en líneas aéreas e impactos en cables subterráneos.
- Por sobretensiones: debido a descargas atmosféricas, maniobras o a defectos.
- Por factores humanos: falsas maniobras, sustitución inadecuada de materiales, etc.

1.4.2 TIPOS DE CORTOCIRCUITO

Los tipos de cortocircuitos son:

- cortocircuito trifásico equilibrado.
- cortocircuito entre dos fases aislado (sin conexión a tierra).
- cortocircuito monofásico fase-tierra y fase-neutro.

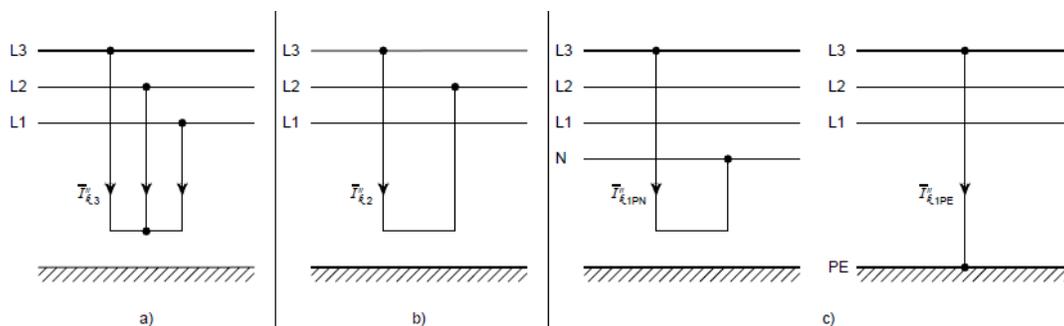


Fig. 1. Tipos de cortocircuito.

1.5 FACTOR DE DEMANDA

El factor de demanda en un intervalo de un sistema de distribución o de una carga, es la relación entre su demanda máxima en el intervalo considerado y la carga total instalada. Obviamente el factor de demanda es un número adimensional; por tanto la demanda máxima y la carga instalada se deberán considerar en las mismas unidades, el factor de demanda generalmente es menor que 1 y será unitario cuando durante el intervalo de todas las cargas instaladas absorban sus potencias nominales

Por lo tanto, el factor de demanda se expresa:



$$Fd = \frac{D_{\text{máx}}}{C_{\text{total}}}$$

1.6 FACTOR DE UTILIZACIÓN

El factor de utilización de un sistema de distribución es la relación entre demanda máxima y la carga total conectada. El factor de utilización es adimensional, por tanto la demanda máxima y la carga total conectada se deberán expresar en las mismas unidades. Se puede decir entonces que mientras el factor de demanda expresa el porcentaje de potencia instalada que esta siendo alimentada, el de utilización establece qué porcentaje de la capacidad del sistema de distribución está siendo utilizando durante el pico de carga.

Esto se puede expresar de la siguiente manera:

$$Fu = \frac{D_{ms}}{C_{\text{total conectada}}}$$

1.7 FACTOR DE DIVERSIDAD

Cuando se proyecta un alimentador de distribución para determinado consumidor se debe tomar en cuenta su demanda máxima debido a que ésta es la que impondrá las condiciones más severas de carga y caída de tensión, sin embargo, surge inmediatamente la pregunta ¿Será la demanda máxima de un grupo de consumidores igual a la suma de las demandas máximas individuales?, la respuesta a esta pregunta es no, pues en todo el sistema de distribución existe diversidad entre los consumidores, es lo que hace por regla general que la demanda máxima de un conjunto de cargas sea menor que la suma de las demandas máximas individuales.

En el diseño de un sistema de distribución no interesará el valor de cada demanda individual, pero sí la del conjunto. Se define entonces que demanda diversificada es la relación entre la sumatoria de las demandas individuales del conjunto entre el número de cargas. En particular la demanda máxima diversificada será la relación de la sumatoria de las demandas individuales del conjunto cuando se presente la demanda máxima del mismo entre el número de cargas; la demanda máxima diversificada es la que se obtiene para la demanda máxima del conjunto. Se define la demanda máxima no coincidente de un conjunto de cargas como la relación entre la suma de las demandas máximas de cada carga y el número de cargas, lo que matemáticamente se expresa como:

$$D_{div} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{\text{individual}}}{n}$$

La diversidad entre las demandas se mide por el factor de diversidad, que se puede definir como la relación entre la suma de las demandas máximas individuales entre la demanda máxima del grupo de cargas. El factor de diversidad se puede referir a dos o más cargas separadas o se pueden incluir todas las cargas de cualquier parte de un sistema eléctrico o de un sistema de distribución, esto se puede expresar matemáticamente como sigue:

$$F_{div} = \frac{\sum_{i=1}^n D_{\text{max individual}}}{D_{\text{max del grupo}}}$$



En la mayoría de los casos el factor de diversidad es la unidad ($F_{div} = 1$). Si se conocen las demandas máximas individuales de cualquier grupo de cargas y el factor de diversidad, la demanda del grupo será igual a la suma de las demandas individuales divididas entre el factor de diversidad, éste se usa para determinar la máxima demanda resultante de la combinación de un grupo individual de cargas, o de la combinación de dos o más grupos. Estas combinaciones podrán representar un grupo de consumidores alimentados por un transformador o un grupo de transformadores cuyo suministro proviene de un alimentador primario o un grupo de alimentadores primarios dependientes de una subestación. En ocasiones se prefiere un factor de multiplicación más que de división, por lo que se definió lo que se conoce como factor de coincidencia que será entonces el recíproco del factor de diversidad de tal manera que la demanda máxima se puede calcular multiplicando la suma de un grupo de demandas por el factor de coincidencia.

1.8 FACTOR DE SIMULTANEIDAD

Al proyectar un alimentador de distribución para un consumidor deberá tomarse en cuenta siempre su demanda máxima ya que ésta impondrá las condiciones más severas de carga y caída de tensión. Cuando más de un consumidor de características similares es alimentado por un mismo cable, es necesario considerar la simultaneidad existente en el uso de la energía eléctrica para los distintos tipos de consumidores.

1.9 FACTOR DE COINCIDENCIA

Mientras que el factor de diversidad nunca es menor que la unidad, el factor de coincidencia nunca es mayor que la unidad. El factor de coincidencia puede considerarse como el porcentaje promedio de la demanda máxima individual de un grupo que es coincidente en el momento de la demanda máxima del grupo. Los factores de diversidad y coincidencia se afectan por el número de cargas individuales, el factor de carga, las costumbres de vida de la zona, etc. El factor de diversidad tiende a incrementarse con el número de consumidores en un grupo con rapidez al principio y más lentamente a medida que el número es mayor. Por otra parte, el factor de coincidencia decrece rápidamente en un principio y con más lentitud a medida que el número de consumidores se incrementa. La diversidad entre las cargas individuales o grupos separados tiende a incrementarse si las características de la carga difieren, de tal manera que si un grupo de cargas individuales tienen normalmente su demanda máxima por la tarde y se combina con un grupo formado por cargas individuales que normalmente tienen sus demandas máximas en la mañana, el factor de diversidad será mayor que si todas las cargas tuvieran su máxima demanda en la tarde o todos sus máximos en las mañanas. El factor de coincidencia para cargas comerciales o industriales puede ser hasta del doble que para cargas residenciales. El factor de coincidencia promedio mensual usualmente será mayor que el factor correspondiente para un año. Esto se debe a los cambios de estación en la carga y debido a que la diversidad anual se basa en 12 diferentes demandas máximas durante el año, mientras que la diversidad mensual se apoya únicamente en la más grande de ésta. En la estimación de carga para el diseño de un sistema de distribución por lo general se emplea el factor de coincidencia anual. Por lo tanto, el factor de coincidencia es la



relación de la demanda máxima de un sistema de distribución respecto a la suma de sus demandas máximas individuales y es menor a uno.

1.10 FACTOR DE POTENCIA

En el consumo de electricidad por parte de un usuario están implicadas la potencia efectiva (kW), la potencia reactiva (kVAr) y la suma vectorial de estas dos denominada potencia aparente. La potencia reactiva está asociada a cargas de tipo inductivo como motores, mientras que la potencia efectiva es la que verdaderamente se convierte en trabajo. La potencia reactiva por tratarse de elementos inductivos y capacitivos (que idealmente no generan pérdidas) no se transforma en trabajo sino que es requerida por algunas cargas para el transporte de la activa. El factor de potencia es la relación entre potencia efectiva y potencia aparente. Las tres potencias pueden representarse de la siguiente manera y en donde el factor de potencia está definido como:

$$FP = \frac{P}{S} = \cos \phi$$

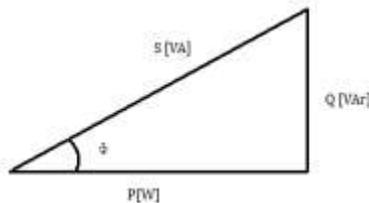


Fig. 2. Triángulo de potencias.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, conviene que la energía reactiva (Q) sea baja (tendiendo a cero) y por tanto el ángulo Φ tenderá a cero. El coseno de un ángulo cercano a cero tiende a 1 y por tanto el factor de potencia para un caso con baja energía reactiva tiende a 1 que representa la condición ideal. La potencia activa debe ser inevitablemente suministrada por la red pero no sucede lo mismo con la reactiva que, salvo los casos especiales en que se disponga de máquinas sincrónicas, puede ser compensada con la conexión de capacitores quedando el esquema como el de la figura 3.

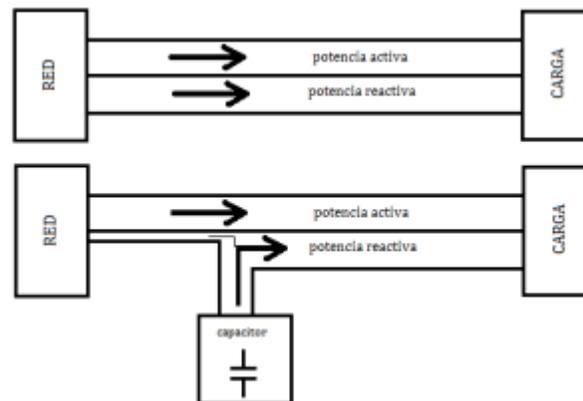


Fig. 3. Compensación de la potencia reactiva con la presencia de un capacitor.



1.11 ACOMETIDA

La acometida es una derivación desde la red de distribución de la empresa de servicio eléctrico hacia la edificación, en nuestro caso será proporcionada por la empresa suministradora de energía eléctrica, y llegará con un voltaje de 23 KV que se conectará al lado primario del transformador³ y por el lado secundario del transformador quedará un voltaje de 220/127 V para sistemas de alumbrado, contactos, sistemas de fuerza, aire acondicionado, equipos de carga y equipos en general.

1.12 CANALIZACIONES PARA CONDUCTORES

1.12.1 TUBO CONDUIT METÁLICO

Los tubos conduit metálicos, dependiendo del tipo usado; se pueden instalar en exteriores e interiores; en áreas secas o húmedas, dan una excelente protección a los conductores. Los tubos conduit rígidos constituyen de hecho el sistema de canalización más comúnmente usado, ya que prácticamente se pueden usar en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones. En los ambientes corrosivos adicionalmente, se debe tener cuidado de proteger los tubos con pintura anticorrosiva, ya que la presentación normal de estos tubos, es galvanizada. Los tipos más usados son:

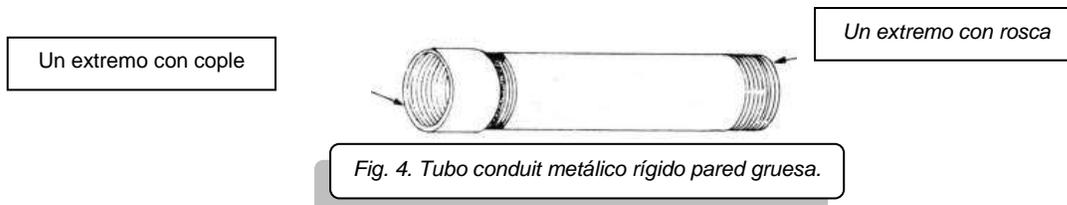
- De pared gruesa (tipo rígido)
- De pared delgada
- Tipo metálico flexible (greenfield)

1.12.2 TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO (PARED GRUESA)

Este tipo de tubo conduit se suministra en tramos de 3.05 m. (10 pies) de longitud de acero o aluminio y se encuentra disponible en diámetros de ½ pulgada (13 mm) hasta 6 pulgadas (152.4 mm.), cada extremo del tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene un cople. El interior debe ser liso para no dañar los conductores.

Algunas recomendaciones generales para su aplicación son las siguientes:

- El número total de dobleces en la trayectoria total de un conduit no debe exceder de 360 grados.
- Siempre que sea posible y para evitar el efecto de la acción galvánica, las cajas y conectores usados con los tubos metálicos deben ser del mismo material.
- Los tubos de deben soportar cada 3.05 m.



³ El tipo de transformador y criterios para su elección se trataran a detalle en el capítulo 4 “selección de equipo en general”.



1.12.3 TUBO CONDUIT METÁLICO RÍGIDO (PARED DELGADA)

Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tienen su pared interna mucho más delgada, se fabrican en diámetros hasta de 4 pulgadas. Se pueden usar en instalaciones visibles u ocultas embebidos en concreto embutido en mampostería pero en lugares secos no expuestos a humedad. Estos tubos no tienen sus extremos roscados.



Fig. 5. Tubo conduit pared delgada



Fig. 6. Conector y cople



Fig. 7. Conector de 2 piezas



Fig. 8. Conector de 90°

1.12.4 TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE

Este es un tubo hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal) sin ningún recubrimiento, hay otro tubo metálico que tiene una cubierta exterior de un material no metálico para que sea hermético a los líquidos. Este tipo de tubo conduit es útil cuando se hacen instalaciones en áreas difíciles en donde se dificultan los dobleces con tubo conduit metálico, o bien donde existan vibraciones mecánicas que puedan afectar las uniones rígidas de las instalaciones.

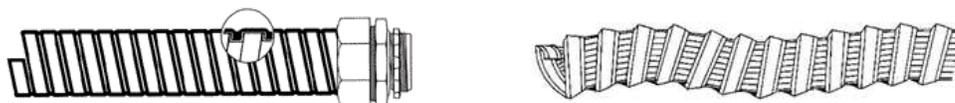


Fig. 9. Tubo conduit metálico flexible.

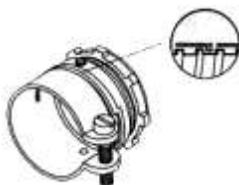


Fig. 10. Conector roscado con grapas.



Fig. 11. Conector a 90°

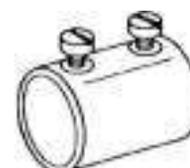


Fig. 12. Conector de acoplamiento



1.12.5 FORMA DE USAR EL DOBLADOR DE TUBO PARA DOBLAR UN TUBO METÁLICO

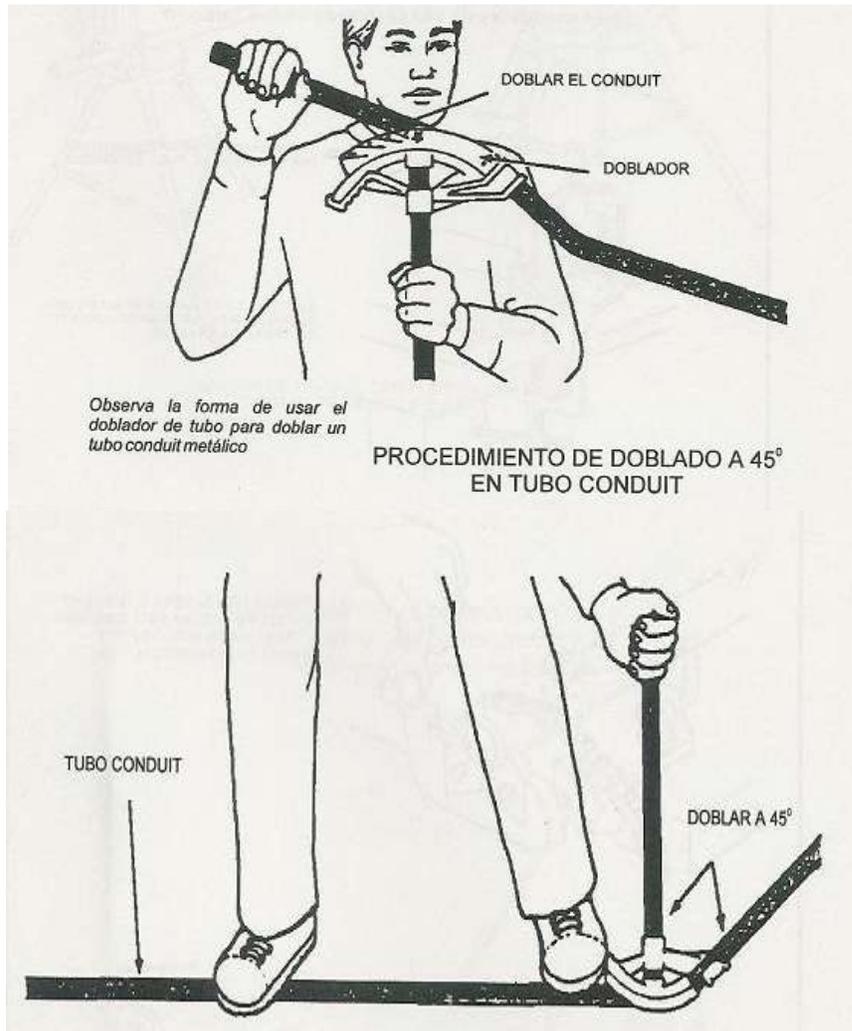


Fig. 13. Forma de doblar un tubo conduit.

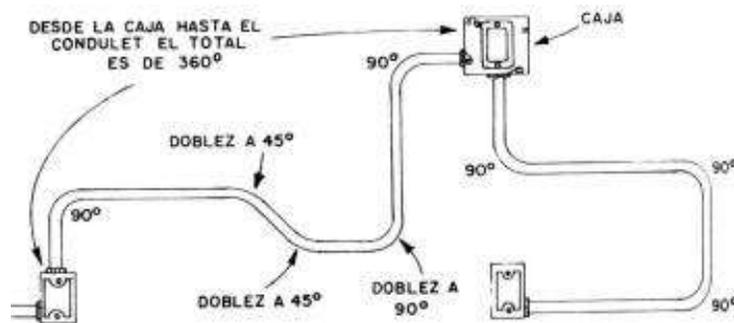


Fig. 14. Esquema tipo de un recorrido doblando el tubo.



1.12.6 LOS CONDULETS

Sirven como dispositivos para jalar cables, permiten dobleces, en sistemas de conduit proveen aberturas para derivaciones, conectan y cambian la dirección de las corridas de conduit, permiten conexiones para derivaciones, permiten el acceso a los conductores para mantención de interiores espaciosos para cableado, entrada integral con bordes redondeados que protegen el aislamiento de los conductores, perforadas con roscas de presión para un ensamble firme rígido con excelente continuidad de tierra.

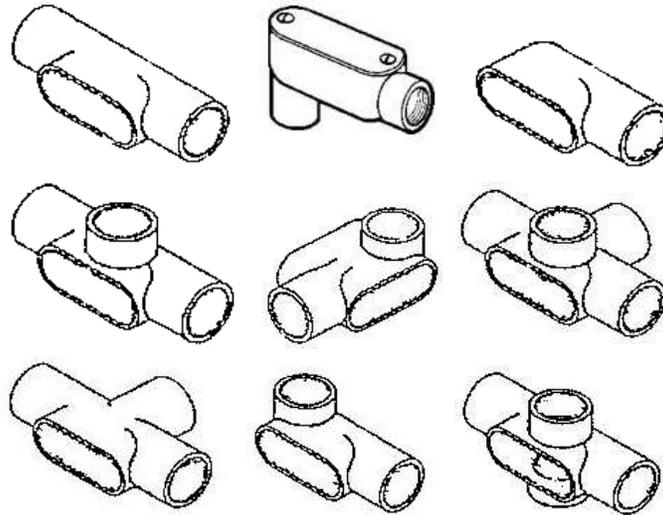


Fig. 15. Variedades del conduit

1.12.7 LOS TUBOS CONDUIT NO METÁLICOS.

En la actualidad, hay muchos tipos de tubos conduit no metálicos que tienen una gran variedad de aplicaciones y están contruidos de distintos materiales, tales como cloruro de polivinilo (PVC), la fibra de vidrio, el polietileno y otros, el más usado es el PVC.

1.13 CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN CON TUBO CONDUIT

CAJAS ELÉCTRICAS. Las cajas eléctricas se describen como la terminación que permite acomodar las llegadas de los distintos tipos de tubos conduit, cables armados o tubos no metálicos, con el propósito de empalmar cables y proporcionar salidas para contactos, apagadores, salidas para lámparas y luminarias en general.

Estas cajas de propósitos generales, caen dentro de cualquiera de los tres tipos de categorías siguientes:

- Cajas para apagadores
- Cajas octagonales
- Cajas cuadradas



Fig. 16. Tipos de cajas metálicas.

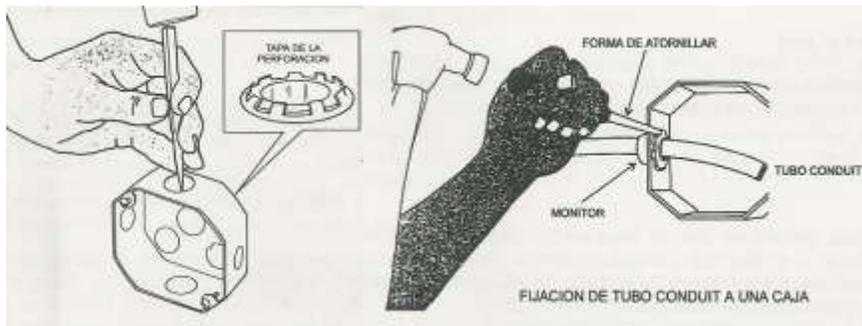


Fig. 17. Perforación de una caja metálica y fijación de un tubo conduit a la caja metálica.

ABRAZADERAS Y COLGADORES.

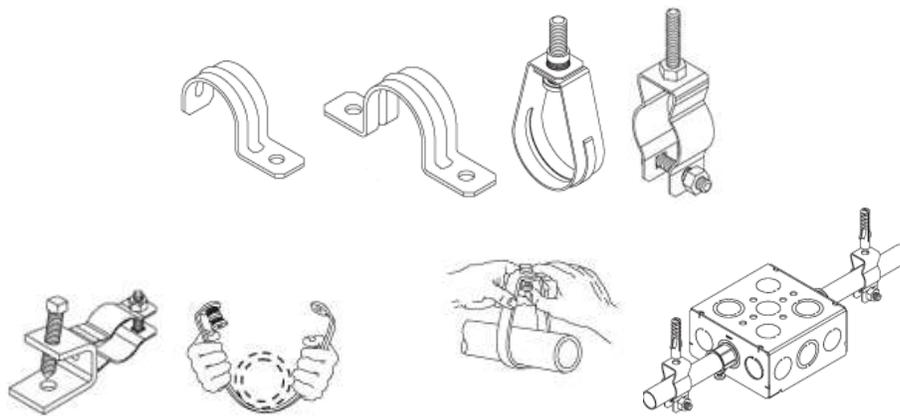


Fig. 18. Abrazaderas, soportes y forma de usarlos.

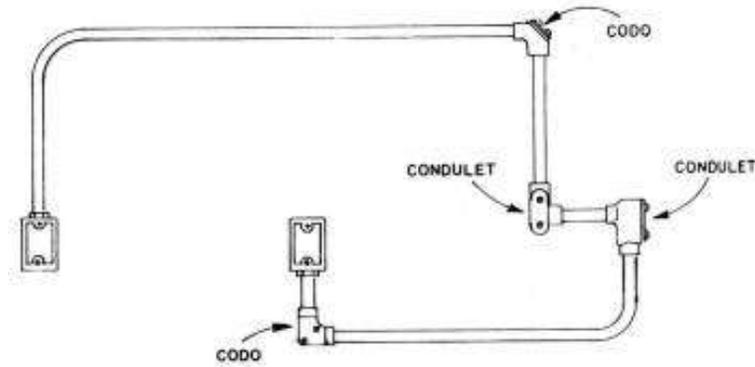


Fig. 19. Esquema tipo de un recorrido usando condelet.

1.14 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

En el capítulo 4 “selección de equipos en general”, sección 4.3 “conductores” se abordará a detalle sobre los conductores eléctricos.

1.15 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

En el capítulo 4 “selección de equipos en general” se abordará a detalle sobre los dispositivos de protección.

1.16 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de falla generará una corriente de falla que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando puedan llegar a ser peligrosas.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de falla, de lugar a una corriente de falla suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,05 segundos.