



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### DISEÑO DE LABORATORIO Y ELABORACIÓN DE PRÁCTICAS PARA LA MATERIA DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO

PRESENTAN :

MILLÁN LÓPEZ ÓSCAR IVÁN

RAMÍREZ ENSASTIGA JOSÉ ALBERTO

DIRECTOR DE TESIS:

ING. JOSÉ ARTURO MARTÍNEZ ACOSTA

OCTUBRE 2014





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

Objetivo  
Justificación  
Alcance

Introducción

Capítulo 1.- Generalidades de una instalación eléctrica

1.1 ¿Qué es una instalación eléctrica?

1.1.1 Elementos que conforman una instalación eléctrica

1.2 Objetivos de una instalación eléctrica

1.2.1 Segura

1.2.2 Eficiente

1.2.3 Flexible

1.2.4 Accesible

1.2.5 Económica

1.2.6 Mediciones y ensayos de la instalación

1.2.7 Cumplir con los requisitos de la normatividad vigente  
NOM-001-SEDE-2012

1.3 Clasificación de las instalaciones eléctricas

1.3.1 Niveles de voltaje

1.3.2 Lugar de instalación

1.4 Normas y reglamentos

1.4.1 El sistema eléctrico de seguridad

1.5 Especificaciones

1.6 Vida de una instalación eléctrica

1.6.1 Proyecto y construcción

1.6.2 Materiales aislantes

1.6.3 Mantenimiento

1.6.4 Medio Ambiente

1.7 Factores de calidad

1.7.1 Continuidad en el Servicio

1.7.2 Regulación del voltaje

1.7.3 Control de la Frecuencia

1.7.4 Contenido de armónicas

1.7.5 Desbalance del Voltaje

Capítulo 2.- Elementos de una instalación eléctrica

2.1 Conductores eléctricos

2.1.1 Tipos de conductores

- 2.1.2 Especificaciones de conductores eléctricos
- 2.1.3 Código de colores
- 2.1.4 Capacidad de conducción de corriente
- 2.2 Canalizaciones eléctricas
  - 2.2.1 Tubo conduit
    - 2.2.1.a) Tubo conduit metálico
    - 2.2.1.b) Tubo conduit No metálico
    - 2.2.1.c) Cálculo y especificaciones del tubo conduit
  - 2.2.2 Ductos metálicos
  - 2.2.3 Charolas o escalerillas
- 2.3 Cajas y accesorios para canalización con tubo
  - 2.3.1 Cajas
  - 2.3.2 Accesorios para unir Canalizaciones
- 2.4 Dispositivos de protección
  - 2.4.1 Fusibles
  - 2.4.2 Interruptores
- 2.5 Tablero de distribución y centro de carga
  - 2.5.1 Tipos de tableros eléctricos
  - 2.5.2 Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica
- 2.6 Contactos y Apagadores
  - 2.6.1 Contactos
  - 2.6.2 Especificaciones de la NOM-001-SEDE-2012
  - 2.6.3 Tipos de contactos
  - 2.6.4 Apagador
  - 2.6.5 Tipo de instalación para apagadores
  - 2.6.6 Tipos de apagadores
- 2.7 Planta de emergencia
- 2.8 UPS
  - 2.8.1 Tipos de UPS
  - 2.8.2 Componentes típicos de los UPS
- 2.9 Motores
  - 2.9.1 Marcado de un motor
- 2.10 Transformador
  - 2.10.1 Especificaciones de la NOM-001 SEDE 2012
  - 2.10.2 Tipos de transformadores
- 2.11 Subestaciones eléctricas
  - 2.11.1 Equipos de una Subestación Eléctrica
  - 2.11.2 Tipos de subestaciones eléctricas

## Capítulo 3.- Diseño del aula del laboratorio de instalaciones eléctricas

### 3.1 Espacios y características del salón de prácticas

- 3.1.1 El tablero de prácticas
- 3.1.2 Memoria de cálculo del circuito derivado de tableros de prácticas
- 3.1.3 Casetas de trabajo
- 3.1.4 Memoria de cálculo del circuito derivado de casetas de trabajo
- 3.1.5 Memoria de cálculo del circuito alimentador para casetas de trabajo
- 3.1.6 Memoria de cálculo para el alumbrado del aula
- 3.1.7 Resumen y distribución de cargas en el laboratorio

### 3.2 Equipo de uso para realización de prácticas

- 3.2.1 Equipo primario para realizar las prácticas de Instalaciones Eléctricas
- 3.2.2 Importancia de los Equipos de Emergencia
- 3.2.3 Equipo Secundario para la correcta realización de las Prácticas de Instalaciones Eléctricas
- 3.2.4 Medidas de Seguridad en el uso de las Herramientas
- 3.2.5 Herramientas de uso para Electricista

### 3.3 Equipo de Seguridad y Reglamento General para la realización de las prácticas de IE

- 3.3.1 Equipo de protección individual para la realización de las prácticas de Instalaciones Eléctricas
- 3.3.2 Reglamento general para la realización de las prácticas de Instalaciones Eléctricas

## Capítulo 4.- Prácticas de instalaciones eléctricas

### 4.1 Estructuras de las Prácticas

### 4.2 Prácticas de Instalaciones Eléctricas

- |             |                                                  |
|-------------|--------------------------------------------------|
| Práctica 1  | “Conductores y Empalmes Eléctricos”              |
| Práctica 2  | “Equipos de uso general y protecciones”          |
| Práctica 3  | “Elementos básicos de una instalación eléctrica” |
| Práctica 4  | “Conexiones Eléctricas”                          |
| Práctica 5  | “Acometida Eléctrica”                            |
| Práctica 6  | “Tubo conduit No-Metálico”                       |
| Práctica 7  | “Tubo conduit metálico”                          |
| Práctica 8  | “Fallas Eléctricas”                              |
| Práctica 9  | “Sistemas de Emergencia”                         |
| Práctica 10 | “Anteproyecto Eléctrico”                         |
| Práctica 11 | “Proyecto Eléctrico”                             |

Apéndice

Conclusiones

Bibliografía

## **Objetivo**

La elaboración de un conjunto de prácticas para la materia de Instalaciones Eléctricas Industriales a nivel profesional, así como la propuesta del diseño eléctrico de un laboratorio adecuado para la realización de las practicas elaboradas, dichas prácticas tienen la finalidad de ayudar a la correcta formación académica de los alumnos de la Facultad de Ingeniería, mediante la incorporación de uso y manejo de materiales y equipos utilizados en una instalación eléctrica.

## **Justificación**

La idea de crear una serie de prácticas de instalaciones eléctricas en baja tensión, con un apego estricto a la norma que las rige, la NOM-001-SEDE-2012; nace de la importancia para los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica Electrónica, principalmente del módulo de eléctrica de potencia en conocer físicamente los componentes que conforman una instalación eléctrica, tratando de complementar el trabajo teórico con la incorporación de nuevos elementos didácticos que ayuden a profundizar los temas que se imparten en la materia; ya que se considera indispensable el conocimiento de estos materiales y equipos para el correcto desempeño laboral de esta ingeniería.

## **Alcance**

Este trabajo de tesis está apegado a un análisis teórico, considerando como principal elemento el trabajo en Baja Tensión y un espacio de laboratorio adecuado para la elaboración de las prácticas para la materia de instalaciones eléctricas industriales.

## Introducción

El dimensionamiento de una instalación eléctrica requiere el conocimiento de numerosos factores, por ejemplo, los conductores eléctricos, equipos requeridos en la instalación y otros componentes; dichos conocimientos implican la consulta por parte del ingeniero, de numerosos documentos de equipo y catálogos técnicos.

Es por eso que este trabajo de tesis se plantea como un parteaguas que pretende ofrecer, una serie de aprendizajes prácticos de los principales parámetros que componen una instalación eléctrica en baja tensión y de esta manera poder facilitar la comprensión de selección de materiales.

Cabe mencionar que las instalaciones eléctricas estarán siempre relacionadas con los cambios en la normatividad vigente y en la evolución de los materiales para las mismas; es decir, es un proceso que requiere actualización permanente en lo concerniente con los conocimientos básicos de diseño de dichas instalaciones. Por lo que este trabajo de tesis, se ha preparado como una necesidad de ampliar estos conocimientos para el manejo de materiales, conceptos de diseño y el cálculo de las instalaciones eléctricas en baja tensión, la cual se basa en la versión más reciente de las norma que rige las instalaciones eléctricas (NOM-001-SEDE-2012) y que regula en México las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.

La elaboración de las prácticas, así como el diseño del laboratorio propuesto se basan en las experiencias personales de los autores de esta tesis, y en instalaciones y programas de distintas instituciones educativas, como el IPN, la EME, CECyT, entre otras, las cuales trabajan de distinta manera, por lo que a partir de la visita y revisión de estas escuelas se llevo a cabo un diseño que se adecuara a la materia de instalaciones eléctricas que se imparte en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

La tesis está compuesta por cuatro capítulos:

El **capítulo 1** muestra los requerimientos de seguridad necesarios dentro de las instalaciones eléctricas y la normatividad que las rige.

El **capítulo 2** es una serie de definiciones de equipos y materiales del ámbito eléctrico como por ejemplo: cables o conductores, canalizaciones, protecciones, tableros, apagadores, contactos, planta de emergencia, UPS, subestaciones eléctricas, entre otras.

El **capítulo 3** es el diseño del laboratorio para la realización de las prácticas de instalaciones eléctricas, está compuesto por una serie de descripciones del equipo requerido en dicho laboratorio cabe mencionar que este capítulo contiene todos los procedimientos necesarios de un proyecto eléctrico, así como de un reglamento interno de laboratorio, en donde se especifican las medidas de seguridad que se deberán tomar en cuenta a la hora de elaboración de las prácticas.

El **capítulo 4** es la propuesta de las prácticas para la materia de instalaciones eléctricas, está plenamente ilustrado y contiene en el desarrollo varias formas de aplicaciones de uso de materiales con base a la normativa (NOM-001-SEDE-2012), con el objeto de que todos los procedimientos de cálculo de las instalaciones eléctricas en baja tensión, tengan un enfoque orientado a la solución de problemas reales.

# Capítulo 1

## Generalidades de una Instalación Eléctrica

## **Generalidades de una Instalación Eléctrica**

### **1.1 ¿Qué es una instalación eléctrica?**

Conjunto de elementos necesarios para conducir y transformar, de manera segura, la energía eléctrica requerida para el funcionamiento de los diferentes equipos existentes.

Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas (dentro de paneles o falsos plafones) o enterradas (en muros, techos o pisos). Entendiendo por conjunto de elementos a aquellos que intervienen desde el punto de alimentación o acometida de la compañía suministradora (CFE), hasta el último punto de una casa habitación, comercio, bodega o industria en donde se requiere el servicio eléctrico, constituyen lo que se conoce como los componentes de la instalación eléctrica.

#### **1.1.1 Elementos que conforman una instalación eléctrica**

- a) Conductores eléctricos
- b) Canalizaciones (accesorios como conectores, coples, cajas registro, etc.)
- c) Dispositivos de Protección
- d) Tableros
- e) Equipos de consumo (Luminarias, bombas, motores, contactos)
- f) Transformadores
- g) Planta de emergencia
- h) Sistema de Energía Ininterrumpible (UPS)
- i) Subestaciones

Todos estos elementos se identifican en los planos o diagramas eléctricos correspondientes por medio de símbolos.

Todos los elementos usados en las instalaciones eléctricas deben cumplir con ciertos requisitos, no solo técnicos, también de uso y presentación, para lo cual deben acatar las disposiciones que establece la Norma Oficial de Instalaciones Eléctricas NOM-001 SEDE 2012.

### **1.2 Objetivos de una instalación eléctrica**

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente, además debe ser económica, flexible y de fácil acceso. 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, a continuación se describen cada uno de los objetivos necesarios de cumplir en una instalación eléctrica.

#### **1.2.1 Segura**

Una instalación segura es aquella que no presenta riesgos para los operarios en una industria, usuarios en una casa habitación, ni para los equipos que alimenta o que están cerca.

Los pilares en que se basa la seguridad son: el empleo de materiales normalizados, el cumplimiento de las reglamentaciones, el control de los proyectos, la idoneidad de quien la ejecuta y sobre todo el control de las obras.

Existen muchos elementos que pueden utilizarse para proteger a las personas que trabajan cerca de una instalación eléctrica, entre otros: la conexión a tierra de todas las partes metálicas que están accesibles, la inclusión de mecanismo que impidan que la puerta de un tablero pueda abrirse

mientras éste se encuentre energizado, la colocación de tarimas de madera y hule en los lugares donde se operen interruptores y, en general elementos que impiden el paso (letreros, candados, alambradas, etc.). En relación con la seguridad de los equipos, debe hacerse un análisis técnico-económico para determinar la inversión en protecciones para cada equipo.

### **1.2.2 Eficiente**

El diseño de una instalación debe hacerse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios, ya sea por pérdidas en los elementos que la constituyen o por la imposibilidad para desconectar equipos o secciones de alambrado mientras éstos no se estén utilizando.

### **1.2.3 Flexible.**

Se entiende por instalación flexible aquella que puede adaptarse a cambios pequeños. Tomar provisiones sobre futuras ampliaciones o expansiones de las instalaciones, con objeto de garantizar la seguridad en las instalaciones eléctricas. Por ejemplo, una instalación aparente en tubos metálicos o charolas es mucho más flexible que una instalación enterrada en el piso.

### **1.2.4 Accesible**

Una instalación bien diseñada debe tener las provisiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que pueden requerir mantenimiento. Por ejemplo, espacios para montar y desmontar equipos grandes y pasillos en la parte posterior de los tableros entre otros. También se entiende por accesibilidad el que se cuente con todos los elementos que permitan entender el diseño de la instalación, es decir, la especificación completa de todos los planos y diagramas necesarios.

### **1.2.5 Económica**

Los proyectos de ingeniería tienen que considerar las implicaciones económicas. Esto quiere decir que el ingeniero frente a cualquier proyecto, debe pensar en su realización con la mayor dedicación posible.

### **1.2.6 Mediciones y ensayos de la instalación**

En esta etapa de la supervisión se recurre al uso de instrumentos para verificar, entre otros detalles, el estado de las aislaciones y puestas a tierra, factores de gran importancia para la seguridad de los usuarios de la instalación eléctrica.

Las Normas prescriben los ensayos indicados a seguir y recomiendan la manera cómo proceder en su aplicación. Dentro de los ensayos y mediciones se recomienda considerar las siguientes:

- Continuidad de los conductores de las tierras de servicio y de protección y de las conexiones equipotenciales.
- Separación eléctrica de los circuitos.
- Medición de la resistencia de los electrodos de la tierra de protección.
- Verificación de las características de los dispositivos de protección contra contactos indirectos y directos.
- Verificación de las características de los dispositivos contra cortocircuito y sobrecargas..
- Ensayos de tensión.
- Ensayos de funcionamiento.

### **1.2.7 Cumplir con los requisitos de la normatividad vigente NOM-001-SEDE-2012**

### **1.3 Clasificación de las instalaciones eléctricas**

Las instalaciones eléctricas se clasifican de diferentes formas, a continuación se detallan las relativas al nivel de voltaje y el ambiente de lugar de instalación, aunque podrían señalarse otras: por su duración (temporales y definitivas), por su modo de operación (normal o de emergencia) o por su construcción (abierta, aparente y oculta).

#### **1.3.1 Niveles de voltaje**

De acuerdo con el nivel de voltaje se pueden tener los siguientes tipos de instalación:

- a) Instalaciones no peligrosas. Cuando su voltaje es igual o menor que 12 volts.
- b) Instalaciones en baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a tierra no excede los 600 volts.
- c) Instalaciones de media tensión. Se encuentra en un rango de 1000 volts hasta 34.5 kV.
- d) Instalaciones de alta tensión. Cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente,

#### **1.3.2 Lugar de instalación**

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en comunes y especiales, según el lugar donde se ubiquen:

- a) Las instalaciones comunes pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben tener los accesorios necesarios (cubiertas, empaques, sellos, cajas, tuberías y dispositivos de unión) para evitar daños mecánicos y del medio ambiente.
- b) Se consideran instalaciones especiales aquéllas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, se construyen principalmente en fábricas y laboratorios en donde se tiene ambientes corrosivos, polvos o gases explosivos, materias fácilmente inflamables, etc.

### **1.4 Normas y Reglamentos**

El diseño de instalaciones eléctricas debe hacerse dentro de un marco legal. Un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de las normas y códigos aplicables.

En México la NOM-001 SEDE 2012, editada por la Secretaria de Energía, constituye el marco legal para el proyecto y construcción de instalaciones eléctricas en baja tensión.

El objetivo de la NOM-001 SEDE 2012, es el de establecer las disposiciones y especificaciones de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades: protección contra choque eléctrico, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla, sobretensiones, fenómenos atmosféricos e incendios, entre otros.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta NOM garantizará el uso de la energía eléctrica en forma segura.

**Nota:** La Ley de servicio público de energía eléctrica, en su artículo 28, establece que “Corresponde al solicitante del servicio, realizar a su costa y bajo su responsabilidad, las obras e instalaciones destinadas al uso de la energía eléctrica, mismas que deberán satisfacer los requisitos técnicos y de seguridad que fijen las Normas Oficiales Mexicanas”.

Existen además normas para la fabricación de equipo eléctrico que también deben ser consideradas por el proyectistas ya que proporcionan información relativa a las características del equipo, así como los requisitos en una instalación.

- a) En México todo el equipo eléctrico debe cumplir con las normas NMX (Normas Mexicanas), como productos certificados.
- b) Los equipos importados deben cumplir con las normas nacionales, pero conviene conocer las normas de país de origen. El equipo eléctrico importado de EUA está fabricado de acuerdo con las normas NEMA (National Electrical Manufacturers Association o Asociación Nacional de Fabricantes de Equipo Eléctrico de Estados Unidos de América).

#### 1.4.1 El sistema eléctrico de seguridad

Es así que el marco normativo actual da lugar al sistema eléctrico de seguridad, partiendo de productos seguros (certificados) e instalaciones seguras (verificadas), ha lo cual se deberá sumar el mantenimiento y uso adecuado de las instalaciones (ver figura 1).

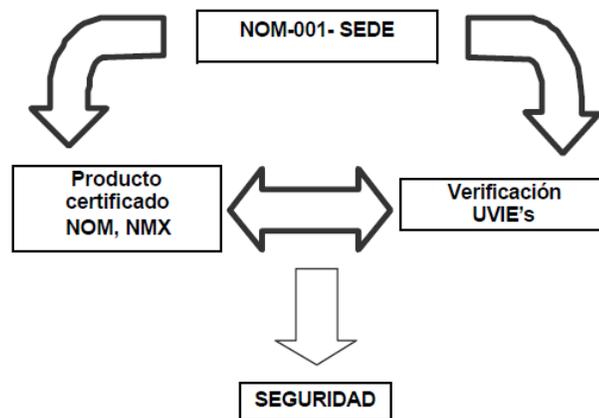


Figura 1.- Sistema de seguridad

#### 1.5 Especificaciones

Se conoce como especificaciones al conjunto de dimensiones y características técnicas que definen completamente a una instalación y a todos los elementos que la componen. Las especificaciones deben cumplir con las normas respectivas y no deben dar lugar a confusiones o a interpretaciones múltiples.

Es una instalación eléctrica, las especificaciones deben contemplar los objetivos para los que fue propuesta. Debido a que las normas son de carácter general, las especificaciones pueden ser más exigentes, ya que se trata de un objetivo determinado.

Hay usuarios que requieren que su instalación sea diseñada con factores de seguridad muy altos: que nunca falle. Sin embargo, debe procurarse convencerlos de que es suficiente con aplicar correctamente las normas y tomar las previsiones adecuadas.

## **1.6 Vida de una instalación eléctrica**

Es fácil entender que la vida de una instalación es el tiempo que transcurre desde su construcción hasta que se vuelve inservible; conocer esta información resulta muy útil porque permite saber cuánto durará la inversión. Sin embargo, es complejo precisar la vida de una instalación ya que influyen muchos factores. Entre otros están: el proyecto, la ejecución, las condiciones de uso, el mantenimiento y el medio ambiente.

### **1.6.1 Proyecto y construcción**

Es indudable que la vida de una instalación se alarga cuando el proyecto contempla provisiones adecuadas para posibles ampliaciones e incluye un sistema confiable de protecciones.

Por otra parte, después de un buen proyecto se requiere de una construcción correcta (de acuerdo con las especificaciones del proyecto), que impida que la instalación se vuelva inservible prematuramente, una instalación oculta protege mejor los materiales y por tanto tiene mayor duración que una visible, pero esta última es más accesibles cuando se presenta la necesidad de hacer modificaciones.

Toda instalación se ejecuta conforme un proyecto y cualquier modificación debe estar asentada en los planos para mantenerlos vigentes; de lo contrario resultara cada vez más difícil de localizar el origen de los problemas que se presenten. De hecho puede presentarse el caso que resulte necesario desechar por completo una instalación que ha sufrido modificaciones que no han sido registradas por escrito.

### **1.6.2 Materiales Aislantes**

Aunque los elementos de arriba citados tienen impacto sobre la vida de la instalación normalmente se entiende que la duración depende del envejecimiento de los materiales utilizados, principalmente de los materiales aislantes. Estos últimos se utilizan como forros de conductores, cintas de aislar, soportes de varias clases y tipos, cubiertas protectoras y barnices.

Los materiales aislantes se clasifican en función del grado de estabilidad térmica. Para ellos se define el término clase de aislamiento que se refiere a la temperatura máxima que puede soportar el material antes de que se presenten cambios irreversibles en su estructura molecular, la mayoría de los aislantes son de naturaleza orgánica y su vida depende del número de recombinaciones moleculares irreversibles, de naturaleza química, que se producen en función del tiempo y de la temperatura.

Las sobrecargas eléctricas producen alzas de temperatura que de acuerdo con lo mencionado anteriormente tienen un efecto directo en la vida de los materiales aislantes.

Las sobrecargas pueden entenderse como demandas de energía mayores a las de diseño, o como cortocircuitos acumulados.

### **1.6.3 Mantenimiento**

Respecto al mantenimiento se puede decir que las instalaciones sencillas prácticamente no lo requieren mientras no haya modificaciones o mal trato. En aquellas instalaciones donde sí se requiere consiste básicamente, en limpieza, renovación de pintura, apriete de uniones, ajuste de contactos y revisión de los elementos de protección. En los transformadores es muy importante revisar periódicamente las características dieléctricas del aceite; en motores y generadores, mantener engrasados los rodamientos y cambiar carbones cuando sea necesario. Por otra parte debe protegerse a los equipos contra los malos tratos que, por ignorancia o descuido, puedan darle los operarios. Es claro que un mantenimiento adecuado y el buen trato alargan la vida de una instalación.

Los motores, así como otros equipos eléctricos caracterizados por movimientos mecánicos y/o elementos de contacto electromecánico, tienen una vida bastante más corta que las instalaciones entubadas o fijas.

#### **1.6.4 Medio Ambiente**

El medio ambiente donde se encuentra una instalación tiene una influencia importante en la vida de ésta. Las condiciones de humedad, salinidad y contaminación deben ser consideradas en el proyecto.

A manera de conclusión se puede decir que una instalación eléctrica producto de un buen proyecto, de una buena construcción y con el mantenimiento adecuado, puede durar tanto como el inmueble donde presta el servicio.

#### **1.7 Factores de Calidad**

La compañía suministradora de energía eléctrica debe garantizar un servicio que cumpla con ciertos requerimientos mínimos, de tal forma que los usuarios puedan tener la certeza de que sus equipos no sufrirán daños y funcionaran correctamente.

##### **1.7.1 Continuidad en el Servicio**

El consumo de energía eléctrica ha adquirido tal importancia en la sociedad moderna que una interrupción del servicio puede causar trastornos importantes y pérdidas económicas cuantiosas. Por esta razón la preocupación primordial del responsable del suministro es evitar interrupciones; aun así algunos requieren de la instalación de plantas eléctricas para cubrir emergencias.

##### **1.7.2 Regulación de voltaje**

Los artefactos que utilizan la energía eléctrica están diseñados para operar a un voltaje específico y su funcionamiento será satisfactorio siempre que el voltaje aplicado no varíe más allá de ciertos límites. Existen equipos sensibles a las variaciones de voltaje, entre otros están: lámparas incandescentes, lámparas fluorescentes, equipos electrónicos y calefactores de resistencia. Los motores de inducción son menos sensibles, y pueden operar (con algunas consecuencias) con voltajes 10 % arriba o abajo del valor nominal.

En algunos caso la compañía suministradora tiene sistemas de regulación automática se voltaje, ya sea con transformadores provistos con cambiadores automáticos de derivaciones (que modifican la relación de transformación) o mediante la conexión y desconexión de banco de capacitores.

El problema de la regulación de voltaje no es trivial, ya que requiere de gran habilidad del ingeniero para obtener un diseño que contemple dos situaciones diferentes: la primera cuando todas las cargas demanden su potencia nominal (hora pico de carga) y la segunda cuando la carga conectada es mínima.

##### **1.7.3 Control de la Frecuencia**

En Europa, Asia, Oceanía, África y gran parte de América del Sur, la frecuencia de corriente alterna para uso doméstico (en electrodomésticos, etc.) es de 50 Hz. En cambio en América del Norte de 60 Hz.

Todos los elementos diseñados para operar a cierta frecuencia pueden verse afectados por la variación de este parámetro. De hecho, **una red eléctrica no puede tener variaciones de más de 1% en su frecuencia** porque sus plantas generadoras pueden salirse de sincronismo. Este rango de variación es perfectamente aceptable para los consumidores.

#### 1.7.4 Contenido de Armónicas

La tensión que se suministra a los usuarios y la corriente resultante de sus equipos deberían ser ondas senoidales perfectas de 60 Hz, sin embargo, las no linealidades presentes en el sistema y en las cargas de los usuarios, causan distorsión en las formas de onda de tensión y corriente. Las cargas no lineales producen corrientes no senoidales (alto contenido de armónicas) a pesar de que se alimenten de una tensión senoidal pura. La distorsión de la corriente provoca la distorsión de la tensión cuando fluye por las impedancias de la red eléctrica.

Las principales causas de la producción de armónicas son las siguientes

- Distorsión debida a la saturación magnética de materiales.
- Comportamiento no-lineal de las cargas, es decir, comportamiento de interrupción periódica repetitiva en circuitos eléctricos.

Efectos de las armónicas en la red eléctrica desde el punto de vista técnico

Desde el punto de vista técnico, las armónicas producen una serie de efectos negativos, que se resumen en lo siguiente:

- Incremento de pérdidas en la red eléctrica y equipos.
- Disminución de la vida útil de los equipos.
- Pérdida de la calidad y de la confiabilidad del sistema eléctrico.

Técnicas para mitigar las armónicas en redes eléctricas

- Utilizar filtros sintonizados
- Filtros activos
- Filtros pasivos

#### 1.7.5 Desbalance del Voltaje

En la actualidad la generación y transmisión de la energía eléctrica se hace en tres fases. Esto se debe a las ventajas económicas que un sistema trifásico tiene frente a uno monofásico (una sola fase). De esta manera se generan tres voltajes de la misma magnitud desfasadas  $120^\circ$  en el tiempo, lo que constituye un sistema equilibrado.

Las cargas trifásicas producen corrientes de la misma magnitud en las tres fases. Este no es el caso de las cargas monofásicas que pueden producir desequilibrios entre las corrientes que circulan por las líneas. Estas cargas que desequilibran el sistema pueden provocar que los voltajes ya no sean iguales en magnitud, y que los ángulos entre ellos cambien. A este fenómeno se le conoce como desbalance de voltaje.

Un sistema desbalanceado puede ser causa de sobrecalentamiento en los generadores y crear problemas en los equipos de los consumidores (especialmente motores síncronos. Por esta razón las compañías del suministro limitan a los consumidores para que eviten que el desbalance de sus cargas vaya más allá de un 5%,

Para el estudio de un sistema trifásico desequilibrado se utiliza la teoría de las componentes simétricas, que proporciona las herramientas necesarias para descomponerlo en tres sistemas equilibrados denominados: secuencia directa, secuencia inversa y secuencia cero u homopolar.

# Capítulo 2

## Elementos de una Instalación Eléctrica

## Elementos de una instalación Eléctrica

### 2.1 Conductores eléctricos

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.

#### 2.1.1 Tipos de conductores

##### ❖ Cobre

Después de la plata, el cobre electrolíticamente puro es el mejor conductor eléctrico por que reúne las condiciones deseadas para tal fin, tales como:

Alta conductividad  
Resistencia mecánica  
Flexibilidad  
Bajo costo



##### ❖ Aluminio

El 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, sin embargo hoy en día la utilización del aluminio es cada vez más común debido al bajo costo que representa a comparación del cobre.



#### 2.1.2 Especificaciones de conductores eléctricos

En el diseño de instalaciones eléctricas una de las tareas más importantes (y más repetitivas) es el cálculo de la sección de los alimentadores, es decir, la especificación de los conductores que suministrarán energía eléctrica a una carga. De la precisión de estos cálculos depende, en buena medida, la seguridad y el buen funcionamiento de la instalación, así como el costo de la inversión inicial y de los gastos de operación y mantenimiento.

Los principales criterios que se deben considerar para la especificación del conductor son: capacidad de conducción de corriente para las condiciones de instalación, caída de voltaje permitida, capacidad para soportar la corriente de cortocircuito y calibre mínimo permitido para aplicaciones específicas.

Otros criterios menos importantes son: pérdidas por efecto Joule, fuerza de tiro en el proceso de cableado y alimentadores de calibres diferentes que pueden compartir la misma canalización.

Dentro de las instalaciones eléctricas se ha adoptado un código de colores para identificar fácilmente tanto los conductores portadores de carga (fases) como el conductor puesto a tierra (neutro) y el conductor de puesta a tierra (tierra).

### 2.1.3 Código de colores

En ocasiones se puede llegar a utilizar un conductor de color azul que al igual que el negro y rojo representaría un conductor portador de corriente.

Así mismo para el conductor puesto a tierra se puede llegar a utilizar el color gris.

Para los conductores de puesta a tierra cabe mencionar que el alambre desnudo generalmente es el que se utiliza dentro de las instalaciones eléctricas para asegurar que todas las partes metálicas estén aterrizadas, a diferencia del conductor con aislamiento color verde que es utilizado cuando se necesita una tierra aislada.

Color del cable	Función
	Blanco Neutro o conductor puesto a tierra
	Negro Fase o conductor portador de corriente
	Rojo Fase o conductor portador de corriente
	Blanco con marcas negras Fase o conductor portador de corriente
	Verde Tierra o conductor de puesta a tierra
	Desnudo Tierra o conductor de puesta a tierra

### 2.1.4 Capacidad de conducción de corriente

Los conductores eléctricos están forrados por material aislante, que por lo general contiene materiales orgánicos, Estos forros están clasificados de acuerdo con la temperatura de operación permisible, de tal forma que una misma sección de cobre puede tener diferente capacidad de conducción de corriente, dependiendo del tipo de aislamiento que se seleccione.

Dentro de la NOM-001-SEDE-2012 en el artículo 310 (conductores para alambrado en general) se tratan los requisitos generales de los conductores y de sus denominaciones de tipo, aislamiento, marcado, resistencia mecánica, ampacidad y usos.

Para el cálculo del calibre del conductor se aconseja considerar un factor de reserva para un posible crecimiento en años posteriores así como un factor de demanda que es la demanda máxima instalada en algún momento dado.

Una vez que se tiene la demanda de corriente que tendrá la instalación se deben considerar:

- ❖ Factor de corrección de temperatura artículo 310-15(b) (2) (a) NOM-001-SEDE-2012
- ❖ Factor de agrupamiento artículo 310-15(b) (3) (a) NOM-001-SEDE-2012
- ❖ Así como otros factores de corrección que puedan aplicar especificados dentro del artículo 310 de la NOM-001-SEDE-2012.

Una vez que se han realizado los cálculos correspondientes para la ampacidad necesaria del conductor, uno puede auxiliarse de la tabla 310-15(b) (16) NOM-001-SEDE-2012 que nos proporciona las ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 V.

Para la correcta selección de un conductor, dentro del artículo 310-104 NOM-001-SEDE-2012 podemos encontrar la tabla 310-104(a) que nos habla del tipo de aislamiento y el lugar donde puede ser utilizado este tipo de cable.

## 2.2 Canalizaciones eléctricas

Una canalización es un conducto cerrado diseñado para contener alambres, cables o buses-ducto, pueden ser metálicas o no metálicas. Desde el punto de vista de ventilación sería deseable que todos los conductores estuvieran colocados de tal forma que el aire circulara libremente por su superficie. Sin embargo, debido a las necesidades de los proyectos, normalmente van alojados en algún tipo de ducto: tubos de acero o de materiales plásticos, ductos cuadrados (con o sin bisagra), electro-ductos de distintos fabricantes, charolas especiales y otros. Todos estos tipos de ductos pueden fijarse en las paredes o techos, colocarse en trincheras, o enterrarse directamente. En ocasiones tienen que construirse estructuras especiales o compartirse las existentes con otro tipo de instalaciones. Los soportes deben ser lo suficientemente rígidos para resistir los esfuerzos durante el proceso de cableado.

Además del aislamiento eléctrico, los conductores, así como los ductos, deben protegerse contra daños mecánicos y apartarse de fuentes de calor. En ambientes corrosivos deberán aplicarse los recubrimientos necesarios a las canalizaciones metálicas. Debido a que la capacidad de conducción se calcula para cierta condición, debe procurarse que los alimentadores tengan las mismas características de ventilación y agrupamiento en todo su trayecto.

### 2.2.1 Tubo conduit

La tubería conduit es una de las más utilizadas dentro de la construcción de instalaciones tanto residenciales como industriales. Existen varios tipos de tubo conduit hechos con distintos materiales que pueden ser utilizados dependiendo del lugar y las condiciones atmosféricas en donde quiera utilizarse.

#### 2.2.1.a) 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 atmosferas 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
- De pared delgada
- Tipo metálico flexible

#### ❖ Tubo conduit metálico pesado tipo RMC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 344)

Este tipo de tubo conduit se suministra en tramos de 3.05m (10 ft) de longitud en acero o aluminio y se encuentra disponible en diámetros desde 1/2" (13 mm), hasta 6" (152.4 mm), El tubo metálico, de acero normalmente, es galvanizado y además, como se indicó antes, tiene un recubrimiento especial cuando se usa en áreas corrosivas. El tubo conduit rígido puede quedar embebido en las contracciones de concreto (muros o losas), o bien puede ir montado superficialmente con soportes especiales, también puede ir apoyado en bandas de tuberías, algunas recomendaciones generales para su aplicación, son las siguientes:

- El número de dobleces en la trayectoria total de un conduit, no debe exceder a 360°.
- Siempre que sea posible, y para evitar el efecto de la acción galvánica; las cajas conectores usados con los tubos metálicos, deben ser del mismo material.
- Los tubos se deben soportar cada 3.05m (10 pies) y dentro de 90cm (3 pies) entre cada salida.

❖ Tubo conduit metálico semipesado tipo IMC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 342)

Se fabrica en diámetros de hasta 4" (102 mm) su constitución es similar al tubo conduit rígido de pared gruesa, pero tiene las paredes más delgadas, por lo que tiene mayor espacio interior disponible. Se debe tener mayor cuidado con el doblado de estos tubos, ya que tienden a deformarse, tiene roscados los extremos igual que el de pared gruesa y de hecho sus aplicaciones son similares. Se debe evitar el uso de este tubo a la intemperie o en lugares expuestos a condiciones corrosivas severas, así mismo en lugares mojados donde la canalización este expuesta a la entrada de agua.

❖ Tubo conduit metálico ligero tipo EMT (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 358)

Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tienen su pared interna mucho más delgada, se fabrican en diámetros hasta de 4" (102 mm), se puede usar en instalaciones visibles u ocultas, embebido en concreto o embutido en mampostería, pero en lugares secos **no expuestos** a humedad o ambientes corrosivos.

Estos tubos no tienen sus extremos roscados y tampoco usan los mismos conectores que los tubos metálicos rígidos de pared gruesa, de hecho usan sus propios conectores de tipo atornillado.

Se debe evitar su uso en lugares donde se esté expuesto a daño mecánico y en lugares húmedos o clasificados como de ambiente corrosivo o peligroso.

❖ Tubo conduit metálico flexible tipo FMC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 348)

Este es un tubo hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin 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 donde se dificultan los dobleces con tubo conduit metálico, o bien, en lugares en donde existen vibraciones mecánicas que puedan afectar las uniones rígidas de las instalaciones, este tubo se fabrica con un diámetro mínimo de 13 mm (1/2") y un diámetro máximo de 102 mm (4").

### **2.2.1.b) Tubo conduit No metálico**

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

❖ Tubo conduit rígido de policloruro de vinilo tipo PVC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 352)

El tubo conduit no metálico más usado en instalaciones residenciales es el PVC, que es un material auto-extinguible, resistente al colapso, a la humedad y a los agentes químicos específicos. Se puede usar en instalaciones ocultas, en instalaciones visibles cuando no se expone el tubo a daño mecánico y en lugares expuestos a los agentes químicos específicos, en donde el material es resistente. Se debe evitar su uso en áreas y locales considerados como peligrosos, para soportar luminarias o equipos y cuando las temperaturas sean mayores a 70 °C.

Estos tubos se pueden doblar mediante la aplicación de aire caliente o liquido caliente.

Para saber la correcta utilización de cada uno de estos tipos de tubos es necesario verificar si su uso está permitido dentro de la NOM-001-SEDE-2012 en el artículo correspondiente, así mismo para los tubos que se mencionan a continuación:

- ❖ Tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFMC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 350).
- ❖ Tubo conduit de polietileno de alta densidad tipo HDPE (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 353).
- ❖ Tubo conduit subterráneo no metálico con conductores tipo NUCC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 354).
- ❖ Tubo conduit de resina termofija reforzada tipo RTRC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 355)
- ❖ Tubo conduit no metálico flexible hermético a los líquidos tipo LFNC (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 356).
- ❖ Tubo conduit metálico flexible ligero tipo FMT (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 360).
- ❖ Tubo conduit no metálico tipo ENT (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 362).
- ❖ Tubo conduit de polietileno (NOM-001-SEDE-2012 Artículo 364).



Principales tubos metálicos utilizados en instalaciones eléctricas

### 2.2.1.c) Cálculo y especificaciones del tubo conduit

Para la especificación del diámetro de tuberías para alojar varios conductores eléctricos aislados (NOM-001-SEDE-2012, capítulo 10 tabla 4), debe observarse cierta relación entre la suma total de las secciones transversales de los conductores (incluyendo su aislamiento) y el área transversal del interior del tubo. Esta relación se conoce como factor de relleno, y la NOM-001-SEDE-2012 señala los valores máximos aceptables en porcentaje:

Con un conductor se tiene (53%), dos (31%) y más de dos conductores (40%), de factor de relleno.

Para facilitar el trabajo del proyectista se ha incluido en la NOM-001-SEDE-2012 capítulo 10 la tabla 5 (Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos) que proporciona la sección total en  $\text{mm}^2$  de los conductores más utilizados dentro de las instalaciones residenciales e industriales, la segunda columna proporciona el área transversal del conductor desnudo y la última columna proporciona el área transversal con aislamiento incluido.

## 2.2.2 Ductos metálicos

Estos son otros medios para la canalización de conductores eléctricos. Se usan solamente en las instalaciones eléctricas visibles, ya que no pueden estar embutidos en pared, ni dentro de losas de concreto. Los ductos se fabrican en lámina de acero acanalada de sección cuadrada o rectangular. Su aplicación más común se encuentra en instalaciones industriales y laboratorios.

Pueden utilizarse tanto para circuitos alimentadores como para circuitos derivados. Su uso no está restringido, ya que también pueden emplearse en edificios multifamiliares y oficinas. La instalación de ductos debe hacerse tomando algunas precauciones, como evitar su cercanía con tuberías transportadoras de agua o cualquier otro fluido. Su uso se restringe para áreas consideradas como peligrosas.

Se permite un máximo de 30 conductores hasta ocupar un 20% del interior del ducto. En el caso de empalmes o derivaciones puede ser hasta un 75%. En la Figura se muestran dos tipos de ductos.

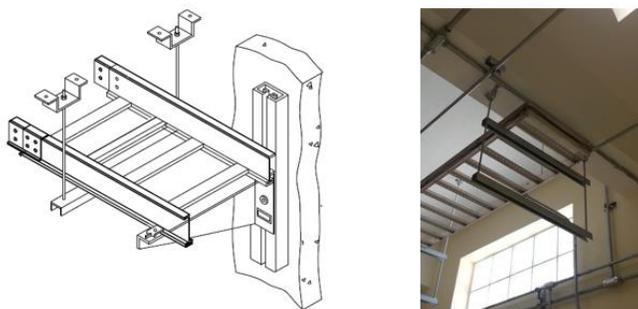


## 2.2.3 Charolas o Escalerillas

En el uso de éstas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos, con algunas limitantes propias de los lugares en los que se hace la instalación. En cuanto a la utilización de charolas o escalerillas, se dan las siguientes recomendaciones: alinear los conductores de manera que queden siempre en posición relativa en todo el trayecto, especialmente los de grueso calibre.

En el caso de tenerse un gran número de conductores delgados, es conveniente realizar amarres a intervalos de 1.5 a 2 metros aproximadamente, colocando etiquetas de identificación cuando se trate de conductores pertenecientes a varios circuitos. En el caso de conductores de grueso calibre, los amarres pueden hacerse cada 2 o 3 metros.

En la fijación de conductores que viajan a través de charolas por trayectorias verticales largas es recomendable que los amarres sean hechos con abrazaderas especiales. En la figura se muestra un detalle de charola.



Detalle de Charola

## 2.3 Cajas y accesorios para canalización con tubo

### 2.3.1 Cajas

Dentro de las instalaciones eléctricas todas las conexiones de conductores o uniones entre conductores se deben realizar en cajas de conexión aprobadas para tal fin y se deben de instalar en donde puedan ser accesibles para poder hacer cambios en el alambrado o cableado. Por otra parte, todos los apagadores y salidas para lámpara se deben encontrar alojados en cajas, igual que los contactos.

Las cajas son *metálicas* y de *plástico* según se usen para instalación con tubo conduit metálico o con tubo de PVC o polietileno. Las cajas metálicas se fabrican de acero galvanizado de cuatro formas principalmente: cuadradas, octagonales, rectangulares y circulares; se fabrican en varios anchos, profundidad y perforaciones para acceso a tubería; hay perforaciones en los laterales y en el fondo de las cajas.



El artículo 314 de la NOM-001-SEDE-2012 trata de la instalación y el uso de todas las cajas y cuerpos de tubo conduit utilizados como cajas de salida, de dispositivos, de paso y de empalmes, dependiendo de su utilización; así como de los registros.

**Nota:** El artículo 314-4 de la NOM-001-SEDE-2012 menciona que las cajas metálicas deben estar puestas a tierra.

#### ❖ Instalación

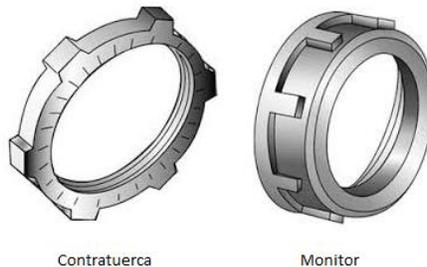
- Una regla general para el uso de los tipos de cajas, es usar la octagonal para salidas de alumbrado (lámparas) y la rectangular y cuadrada para apagadores y contactos. Las cajas redondas tienen poco uso y en la actualidad solo se encuentran en instalaciones viejas
- Las cajas no metálicas se pueden usar en: instalaciones visibles sobre aisladores, con cubierta no metálica y en instalaciones con tubo no metálico, salvo algunas excepciones que se mencionan en la NOM-001-SEDE-2012 propiamente en el artículo 314-3.

#### ❖ Cajas de salida en el piso

Las cajas de salida para contactos en el piso deben estar especialmente diseñadas para este propósito, según se mencione en el artículo 314-27 (2) (b) de la NOM-001-SEDE-2012.

### 2.3.2 Accesorios para unir Canalizaciones

Para la instalación de tuberías en cajas de conexiones eléctricas, utilizaremos como principal unión la contratuerca y el monitor.



## 2.4 Dispositivos de protección

Se entiende que una instalación está razonablemente protegida si cuenta con un sistema coordinado de elementos que se desempeñe las siguientes funciones: Evitar situaciones peligrosas para las personas, minimizar los daños provocados por condiciones anormales y aislar la zona donde aparece la falla de tal forma que el resto de la instalación continúe operando en las mejores condiciones posibles.

Dentro de las instalaciones eléctricas los dispositivos de protección más utilizados son los fusibles y los interruptores termomagnéticos.

### 2.4.1 Fusibles

Los fusibles son los más viejos dispositivos de protección contra sobre corrientes y están constituidos por un solo elemento: Una pequeña cinta metálica hecha de una aleación con un punto de fusión bajo, y de una sección que llevara una corriente específica indefinidamente, pero que se fundirá cuando una corriente más grande fluye. Los fusibles, como los interruptores operan con una curva inversa de tiempo corriente diseñada para interrumpir rápidamente los corto circuitos, permitiendo por tiempos más largos las sobrecargas temporales o bien las corrientes de arranques de motores.

Para la selección del fusible es importante considerar la capacidad de corto circuito de este (no la corriente de operación), ya que si sucede un corto que sobrepase esta capacidad, aun cuando el fusible se funda el corto circuito persistirá en la instalación y el propósito de protección del fusible no será cumplido.

### 2.4.2 Interruptores

Un interruptor es un dispositivo que está diseñado para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está circulando una corriente. Puede utilizarse como medio de desconexión o conexión y, si está provisto de los dispositivos necesarios, también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

#### ❖ Interruptores termomagnéticos

El interruptor termomagnético se utiliza con mucha frecuencia debido a que es un dispositivo de construcción compacta que puede realizar funciones de conexión o desconexión, protección contra cortocircuito u contra sobrecarga en instalaciones de baja tensión (hasta 600V).

Está constituido por una caja moldeada con terminales y una palanca para su accionamiento. En el interior están los contactos (uno fijo y otro móvil) que tienen una cámara para extinción del arco. El sistema de disparo trabaja a base de energía almacenada: al operar la palanca para cerrar los contactos, se oprime un resorte donde se almacena la energía; al operar los dispositivos de protección se libera la energía, y la fuerza del resorte separa los contactos.

La protección contra sobrecarga está constituida por una barra bimetálica que, dependiendo del valor que tenga la corriente así como del tiempo que se mantenga, provoca el disparo que abre los contactos. Esta misma barra está colocada a cierta distancia de una pieza ferromagnética. Cuando la corriente se eleva a valores muy altos (corto circuito) se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de provocar que los contactos se abran en un tiempo muy corto, de esta manera se logra la protección contra cortocircuito. Estos interruptores tienen una calibración que en algunos casos solo el fabricante puede modificar.

- ❖ Interruptores de circuito por falla de arco

Hoy en día existen también otro tipo de interruptores que protegen la instalación contra fallas de arco. Los interruptores contra falla de arco (AFCI) funcionan por supervisar la onda eléctrica y puntualmente abrir (interrumpir) el circuito que ellos atienden si ellos detectan cambios en el diseño de la onda que son características de un arco peligroso. Ellos también deben ser capaces de diferenciar los arcos seguros y normales, tal como aquellos creados cuando un interruptor es encendido o un enchufe es jalado de un receptáculo, de los arcos que pueden causar incendios, un AFCI puede detectar, reconocer, y responder a los cambios muy pequeños en un diseño de la onda.

Los cortacircuitos AFCI (a la derecha) tienen una apariencia similar a los GFCI (a la izquierda), pero funcionan de forma diferente. Los AFCI disparan cuando detectan una falla de chispa entre los cables fase y neutro. Los GFCI disparan cuando detectan sobrecargas en el circuito, cortacircuitos, o fallas entre los cables fase y tierra.



## 2.5 Tablero de distribución y centro de carga

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.

La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados. Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, se instalan por lo general en tableros eléctricos.



El centro de carga generalmente nos sirve para conectar circuitos independientes de alumbrado y/o de contactos, por lo que se utilizan cables de 14, 12 ó 10 A.W.G., y el espacio que se requiere entre el termomagnético y la pared del centro de carga puede ser reducido. A diferencia del tablero de alumbrado o de distribución, que lo mismo nos sirve para los circuitos de alumbrado y/o contactos, pero además se puede ocupar como alimentador a los centros de carga, en el cual se requiere un cableado de calibre mayor para alimentar esos centros de carga, pudiendo ser estos de calibre 8, 6, 4, 2 ó 1/0 A.W.G. y por lo mismo es necesario un mayor espacio entre el interruptor y el costado del tablero.

### 2.5.1 Tipos de tableros eléctricos

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

- ❖ Tablero principal de distribución: Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- ❖ Tableros secundarios de distribución: Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de sub-alimentadores.
- ❖ Tableros de paso: Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas a alimentadores o sub-alimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- ❖ Gabinete individual del medidor: Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- ❖ Tableros de comando: Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.

## 2.5.2 Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica

Como sabemos, la energía eléctrica tiene múltiples usos. Puede tener uso industrial, doméstico, también es posible utilizarla en grandes cantidades para alumbrado público, entre otros. Por otro lado, los tableros eléctricos tienen, según el uso de la energía eléctrica, las siguientes aplicaciones:

- ❖ Centro de Control de Motores
- ❖ Subestaciones
- ❖ Alumbrado
- ❖ Centros de carga o de uso residencial
- ❖ Tableros de distribución
- ❖ Celdas de seccionamiento
- ❖ Centro de distribución de potencia
- ❖ Centro de fuerza



## 2.6 Contactos y Apagadores

### 2.6.1 Contactos

Los contactos sirven para alimentar diferentes equipos portátiles y van alojados en una caja donde termina la instalación eléctrica fija.

### 2.6.2 Especificaciones de la NOM-001 SEDE 2012

Los contactos deben estar aprobados y marcados con el nombre o la identificación del fabricante y los valores nominales de corriente y tensión. [Ver Artículo 406-3 (a) de la NOM-001 SEDE 2012].

Los contactos deberán tener una capacidad nominal de corriente no menor que la carga que van a alimentar. [Ver Artículo 210-21 de la NOM-001 SEDE 2012].

Cuando se conecten dos o más contactos o salidas a un circuito derivado, la capacidad nominal de los contactos debe corresponder a los valores de la Tabla 210-21(b) (3) de la NOM- 001 SEDE 2012.

**TABLA 210-21(b)(3).- Capacidad nominal de contactos en circuitos de varias capacidades**

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto
<b>Amperes</b>	
15	No más de 15
20	15 o 20
30	30
40	40 o 50
50	50

### **Recomendación:**

Los contactos se localizan aproximadamente de 35 a 40 cm con respecto al nivel del piso (considerándose como piso terminado).

En caso de cocinas en casas habitación, así como en baños, es común instalar los contactos con la misma caja que los apagadores [Ver Apagador], por lo que la altura de instalación queda determinada por los apagadores, es decir entre 1,2 y 1,35 m sobre el nivel del piso.

### 2.6.3 Tipos de contactos

Los contactos pueden ser sencillos o dobles, del tipo polarizado (para conexión a tierra) y a prueba de agua. En los casos más comunes vienen sencillos pero se pueden instalar en cajas combinadas con apagadores.

#### ➤ Ejemplos de Contactos

#### ❖ Contacto Doble

Características mínimas del elemento eléctrico

Tensión nominal (V): 127

Corriente nominal (A): 15

Frecuencia nominal (Hz): 60

Tipo de corriente: Alterna

Materiales: Terminales de latón y tornillos latonados. Cuerpo de nylon. Para uso de 2 espigas normalizadas y 1 conexión a tierra.



#### ❖ Contactos con protección a falla a tierra

Desconectan el circuito en un tiempo menor a 60 [ms], cuando la diferencia de corriente entre la fase y el neutro es mayor a 5 [mA]. Deben instalarse cuando un aparato se instala a menos de 1.8 [m] de distancia de una fuente húmeda.

Funcionamiento



#### ❖ Contactos de tierra aislada o de voltaje regulado

Se utilizan para la reducción del ruido eléctrico (interferencias electromagnéticas), deben de instalarse solo con conductores de puesta a tierra aislados. Los contactos que tienen una conexión aislada del conductor de puesta a tierra deben ser identificados con un triángulo anaranjado ubicado en la parte frontal del contacto. [Ver Artículo 406-3 (d) de la NOM-001]



## 2.6.4 Apagador

Se define como un interruptor pequeño de acción rápida, operación manual y baja capacidad que se usa por lo general para el control de aparatos pequeños domésticos y comerciales, así como unidades de alumbrado pequeñas. Debido a que la operación es manual, los voltajes nominales no deben exceder a 600 V.

Los apagadores sencillos para instalaciones residenciales se fabrican para 127 V y corrientes de 15 A. Todos los apagadores se deben instalar de manera tal que se puedan operar de manera manual y desde un lugar fácilmente accesible.

### 2.6.5 Tipo de instalación para apagadores

Tipo sobrepuesto o de superficie: Los apagadores que se usan en instalaciones visibles con conductores aislados sobre aisladores, se deben colocar sobre bases de material aislante que separen a los conductores por lo menos 12 mm de la superficie sobre la cual se apoya la instalación.



Tipo embutido: Los apagadores que se alojan en cajas de instalaciones ocultas se deben montar sobre una placa o chasis que esté al ras con la superficie de empotramiento y sujeta a la caja. Los apagadores instalados en cajas metálicas y no puestas a tierra y que pueden ser alcanzadas desde el piso, se deben proveer de tapas de material aislante e incombustible.



### 2.6.6 Tipos de Apagadores

Apagador sencillo: También denominado apagador de una vía o monopolar. Con dos terminales que se usan para “prender” o “apagar” una lámpara u otro objeto desde un punto sencillo de localización.



Apagador de tres vías o escalera: Se usan principalmente para controlar lámparas desde dos puntos distintos. Estos apagadores tienen normalmente tres terminales. Su instalación es común en áreas grandes como entradas de casa y pasillo, en donde por comodidad no se requiera regresar a pagar una lámpara, o bien en escaleras en donde se prende un foco en la parte inferior (o superior) y se apaga en la parte superior (o inferior) para no tener que regresar a pagar la lámpara.



## 2.7 Planta de emergencia

Las plantas de emergencia constan de un motor de combustión interna acoplado a un generador de corriente alterna. El cálculo de la capacidad de una planta eléctrica se hace en función a las cargas que deben operar permanentemente. Estas cargas deberán quedar en un circuito alimentador y canalizaciones independientes.

La conexión y desconexión del sistema de emergencia se hace por medio de interruptores de doble tiro (manuales o automáticos) que transfieren la carga del suministro normal a la planta de emergencia. Las plantas automáticas tienen sensores de voltaje que detectan la usencia de voltaje (o caídas más debajo de cierto límite) y envían una señal para que arranque el motor de combustión interna, cuyo sistema de enfriamiento tiene intercalada una resistencia eléctrica que lo mantiene caliente mientras no está funcionando.



## 2.8 UPS

Un sistema de alimentación ininterrumpida, SAI, también conocido como UPS (del inglés *uninterruptible power supply*), es un dispositivo que, gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Otras de las funciones que se pueden adicionar a estos equipos es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de usar corriente alterna.

Los SAI dan energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que, como se ha mencionado anteriormente, requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad, debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos.



### 2.8.1 Tipos de UPS

**SPS (Standby Power Systems) u Off-line:** un SPS se encarga de monitorear la entrada de energía, cambiando a la batería apenas detecta problemas en el suministro eléctrico. Ese pequeño cambio de origen de la energía puede tomar algunos milisegundos.

**UPS On-line:** un **UPS On-line:** Evita esos milisegundos sin energía al producirse un corte eléctrico, pues provee alimentación constante desde su batería y no de forma directa. El UPS on-line tiene una variante llamada By-pass.

## 2.8.2 Componentes típicos de los UPS

**Rectificador:** rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna. Cuando se descarga la batería, ésta se vuelve a cargar en un lapso de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

**Batería:** se encarga de suministrar la energía en caso de interrupción de la corriente eléctrica. Su capacidad, que se mide en Amperes Hora, depende de su autonomía (cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación).

**Inversor:** transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.

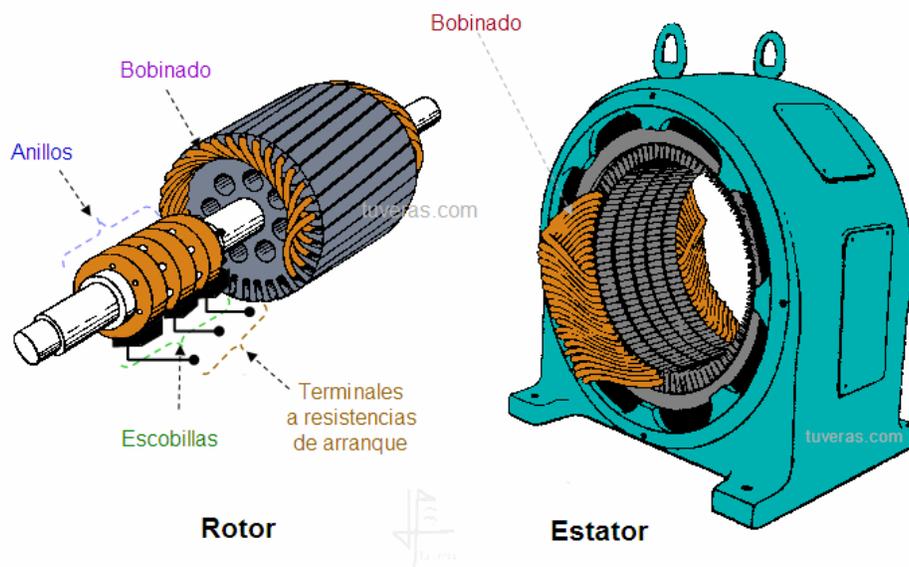
**Conmutador (By-Pass):** De dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

## 2.9 Motores

Los motores tienen como función principal transformar la energía eléctrica en energía mecánica. Cada motor debe tener su arrancador propio.

Los motores tipo jaula de ardilla o de inducción (que son los que se encuentran más comúnmente en las instalaciones) son motores eléctricos asíncronos, es decir, su velocidad varía con la aplicación de carga y es siempre menor a la de la sincronismo. La característica que les da este nombre es el tipo de devanado del rotor formado por barras conductoras interconectadas con anillos (en cortocircuito) cuyo diseño es muy parecido a una jaula de ardilla. Estos motores son relativamente económicos pero tienen la desventaja de requerir una corriente muy alta en el momento del arranque (6 a 7 veces la de plena carga o nominal).

Según el artículo 430-6 de la NOM-001-SEDE-2012 determina las formas de calcular las ampacidades y el valor nominal de los motores. Y de esta manera poder seleccionar el calibre del conductor para el motor, interruptores, protecciones del circuito derivado, cortocircuito y falla a tierra.

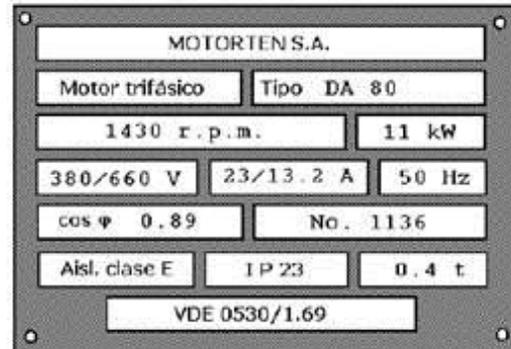


Componentes principales del Motor de Inducción

### 2.9.1 Marcado de un motor

El artículo 430-7 de la NOM-001-SEDE-2012 nos muestra las características mínimas que deben de estar en las placas características de los motores. Entre las más principales nos encontramos:

- ❖ Tensión y corriente nominal a plena carga
- ❖ Nombre del fabricante
- ❖ Frecuencia nominal y numero de fases
- ❖ Velocidad nominal a plena carga
- ❖ Temperatura nominal a plena carga
- ❖ Letra de diseño del motor
- ❖ Conexiones
- ❖ Factor de potencia
- ❖ Factor de servicio
- ❖ Grado de protección



## 2.10 Transformador

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltaje, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones).



Transformadores de Distribución

### 2.10.1 Especificaciones de la NOM-001 SEDE 2012

Referencia para Transformadores: Artículo 450 Transformadores y Bóvedas para transformadores (incluidos los enlaces del Secundario).de la NOM-001 SEDE 2012.

Artículo 450-11. **Marcado.** Todos los transformadores deben tener una placa de características en la que conste el nombre del fabricante, el valor nominal en kilovoltamperes, la frecuencia, la tensión del primario y del secundario, la impedancia para los transformadores de 25 kilovoltamperes en adelante, las distancias necesarias para los transformadores con aberturas de ventilación y la cantidad y el tipo del líquido de aislamiento, cuando se use. Además, en la placa de características de todos los transformadores de tipo seco se debe incluir la clase de temperatura del sistema de aislamiento.

### DATOS DE PLACA

GENERAL ELECTRIC		CAUTION: BEFORE OPERATING READ INSTRUCTION GD4-1651		ADDITIME POLARITY	
S/N	E424314-62P	TYPE		2.4 % IMP	
KVA	5	B5C	RISE	VT	LB
VOLTAGE RATING		2400/4160Y-120/240			
TAPS AT RATED KVA NP 31010010703	% RATED VOLST	TARLANGER POSITION			
	10.0	1			
	9.7 1/2	2			
	9.5	3			
	9.2 1/2	4			
9.0	5				
		10 CA OIL			
DISTRIBUTION TRANSFORMER					

Placa de un transformador de distribución, Línea de 4160 v. (Clesa).

## 2.10.2 Tipos de Transformadores

### ❖ Transformador Tipo Poste Monofásico y Trifásico

El transformador tipo poste está diseñado para operar a la intemperie y es aplicable a sistemas de distribución aéreos.



Tipo Poste Trifásico



Tipo Poste Monofásico

### ❖ Transformador Tipo Pedestal Monofásico y Trifásico

El transformador tipo pedestal está diseñado para operar en interior y exterior, colocado sobre una base de concreto. Este tipo de transformador es aplicable a sistemas de distribución subterráneos, generalmente utilizados en plazas comerciales, hospitales, restaurantes, hoteles, fábricas, etc. donde la seguridad y la apariencia son un factor determinante. Tiene integrado un gabinete cerrado, el cual contiene los accesorios y las terminales para conectarse en sistemas de distribución subterránea. El gabinete cuenta con una abertura en la parte inferior, para el acceso de los cables de baja y alta tensión, así como de las conexiones al sistema de tierra.



Tipo Pedestal Trifásico



Tipo Pedestal Monofásico

### ❖ Transformadores de distribución tipo seco

Se utilizan en edificios con niveles múltiples o en lugares donde el nivel de seguridad exige que los transformadores no sean inflamables, condición que califica al transformador seco ventajosamente para este servicio.



Transformador Tipo Seco

## 2.11 Subestaciones Eléctricas

Definición de la NOM-001-SEDE-2012:

Es un conjunto de equipos (interruptores automáticos, desconectores, barras principales y transformadores bajo el control de personas calificadas, a través del cual, la energía eléctrica circula con el propósito de modificar sus características o conectar y desconectar.

Debido a la versatilidad que implica una subestación eléctrica también la podemos definir de la siguiente manera: Como un conjunto de equipos, en el que se incluye un **lugar adecuado** para la conversión, transformación y regulación de la energía eléctrica. Teniendo como principal componente al transformador.

### 2.11.1 Equipos de una Subestación Eléctrica

1. Transformador (o Banco de transformadores).
2. Interruptor de Potencia.
3. Cuchillas desconectoras.
4. Apartarrayos.
5. Barras Colectoras.
6. Transformadores de Instrumentos (TC y TP).

### 2.11.2 Tipos de Subestaciones Eléctricas

Dependiendo del lugar de instalación se pueden clasificar en: intemperie o exterior, interior y blindadas (de acuerdo a la obra civil).

Subestación de Tipo intemperie: El equipo está expuesto a las condiciones climáticas del lugar, aunque no todo el equipo está en el exterior, (el edificio de control y de protecciones).



Subestación de Tipo interior: Protegida de las condiciones ambientales, con obra civil.



Subestación de Tipo blindada: Utilizadas en ambientes densamente poblados, muy contaminados o en espacios reducidos o simplemente para reducir espacio las más representativas en este rubro son las subestaciones en SF6 (Hexafluoruro de Azufre).



# Capítulo 3

## Diseño del Aula del Laboratorio de Instalaciones Eléctricas

## **Diseño del Aula de Laboratorio de Instalaciones Eléctricas**

### **3.1 Espacios y características del salón de prácticas**

El laboratorio a continuación propuesto fue diseñado sin tomar en consideración un espacio real disponible dentro de las instalaciones de la facultad de ingeniería, la propuesta de este es solo la simulación de un espacio de trabajo ideal para la realización de prácticas en la materia de instalaciones eléctricas.

Fue pensado y diseñado a partir de las necesidades de la materia y el contacto con los materiales, así como de espacios disponibles en otras instituciones educativas.

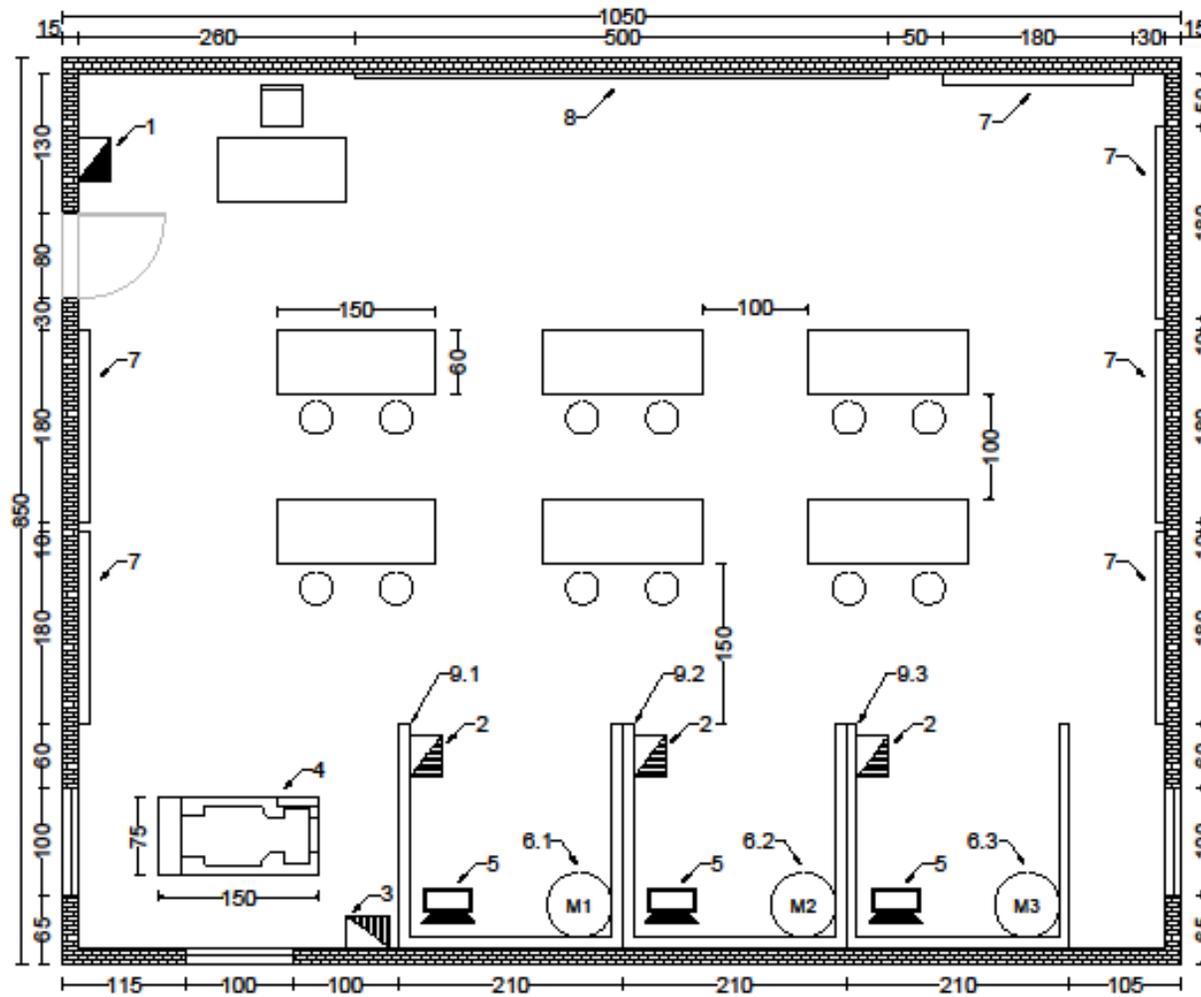
El laboratorio tiene una dimensión de 10.5 x 8.5 metros y 4.0 metros de altura, dentro del cual albergara el equipo de trabajo para el grupo, tendrá una capacidad de 12 alumnos por clase; los equipos estarán conformados por una pareja de estudiantes en cada mesa disponible, lo cual nos da un total de 6 equipos.

Los equipos de trabajo conformados en cada clase trabajaran en los tableros de prácticas distribuidos a lo largo y ancho del salón, sin embargo cuando sea necesario el uso de las casetas de trabajo se unirán dos equipos para crear una brigada de 4 personas (máximo) para trabajar en cada una de las casetas disponibles.

La planta de emergencia disponible dentro del laboratorio también servirá para el aprendizaje de los alumnos y la realización de las prácticas, para las cuales el grupo tendrá que trabajar ordenadamente pues solo se cuenta con una planta de emergencia y se deben de tener los cuidados necesarios para evitar cualquier problema que pueda surgir con la manipulación de esta.

La distribución simple del equipo y las dimensiones de los espacios de trabajo se muestran en el siguiente plano:

Plano de Laboratorio de Instalaciones Eléctricas



- 1 Tablero principal
- 2 Tablero de distribución
- 3 Tablero de transferencia
- 4 Planta de emergencia 15kW
- 5 Equipo de computo
- 6.1 Motor trifásico 3HP
- 6.2 Motor trifásico 5HP
- 6.3 Motor monofásico 1HP
- 7 Tablero de prácticas
- 8 Pizarrón
- 9.1 Caseta de trabajo tubería conduit tipo RMC
- 9.2 Caseta de trabajo tubería conduit tipo EMT
- 9.3 Caseta de trabajo tubería conduit tipo PVC



### 3.1.2 Memoria de cálculo del circuito derivado de tableros de prácticas

#### ❖ Cálculo del Conductor

El cálculo del conductor debe efectuarse de dos maneras: por corriente y por caída de tensión. El resultado del cálculo que arroje el conductor de mayor sección transversal será el que se seleccione.

Todas las distancias utilizadas en los cálculos siguientes serán referidas al plano del laboratorio de instalaciones eléctricas el cual se presenta en este trabajo.

También recordemos que todos los valores de capacidad de conducción de corriente en los conductores, factores de temperatura y áreas de sección transversal de los conductores de cada uno de los diferentes calibres aquí mencionados son referidos a la 310-15(b), (16) de la NOM-001-SEDE-2012.

#### ❖ Formulas a emplearse:

Calculo por Corriente	Sistema	Calculo por caída de Tensión
$I_{1\phi} = \frac{P}{E_{f-n} \cos \theta}$	1F - 2 H	$S = \frac{4LI}{e\% E_{f-n}}$
$I_{2\phi} = \frac{P}{2E_{f-n} \cos \theta}$	2F - 3H	$S = \frac{2LI}{e\% E_{f-n}}$
$I_{3\phi} = \frac{P}{\sqrt{3}E_{f-f} \cos \theta}$	3F - 3H	$S = \frac{2\sqrt{3}LI}{e\% E_{f-f}}$

Donde:

- I.- Corriente eléctrica en Amperes
- P.- Potencia aparente en Volt-Amperes de la carga
- E f-n.- Voltaje de fase a neutro en Volts
- E f-f.- Voltaje entre fases en Volts
- S.- Sección transversal del conductor en mm
- L.- Longitud del circuito considerado en metros
- e%.- Caída de Tensión en porcentaje

#### Nota 1:

Las expresiones para cálculo por caída de tensión solo incluyen el efecto resistivo y no consideran los efectos de la reactancia. Los resultados para conductores de secciones hasta de  $107.2 \text{ mm}^2$  (4/0 AWG) son aceptables. Para cálculos en los que se involucren conductores de secciones transversales grandes será necesario consultar las tablas de los fabricantes para incluir el valor de la reactancia inductiva.

#### Nota 2:

Se considera un Factor de Potencia de 0.9 para cada cálculo en este trabajo de tesis.

En este caso utilizaremos las fórmulas para un sistema monofásico (1F – 2H), para cada tablero:

El circuito de cada tablero constara de cuatro protecciones dos de ellas para contactos y las dos restantes para iluminación:

- 4 Contactos dobles de 200 W cada uno para cada protección.
- 4 Focos con una potencia de 60 W cada uno para cada protección.



Lo que nos da un total de 1040 W.

Por lo que cada protección tiene una corriente nominal respectivamente de:

$$I_n = \frac{P}{E_{f-n} \cos \theta} = \frac{400[W]}{127[V](0.9)} = 3.5[A] \langle \text{Contactos} \rangle$$

$$I_n = \frac{P}{E_{f-n} \cos \theta} = \frac{120[W]}{127[V](0.9)} = 1.05[A] \langle \text{Alumbrado} \rangle$$

Por lo que cada pastilla termo-magnética en todos los tableros será de 1x15A, según el artículo 240-6 Capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos, de la NOM-001-SEDE-2012.

En cada tablero habrá 1040 W.

**Nota:** La mayor longitud del circuito (el tablero más lejano) es de  $L = 22$  m.

- ❖ Cálculos de los conductores que alimentaran a cada tablero
  - ❖ Calculo por corriente

$$I_n = \frac{P}{E_{f-n} \cos \theta} = \frac{1040[W]}{127[V](0.9)} = 9.1[A]$$

Calculado el valor de la corriente nominal que va a circular por los conductores podemos seleccionar el calibre del conductor de la tabla 310-15(b), (16) de la NOM-001-SEDE y tomando en cuenta que para corrientes menores de 100 A, la capacidad del cable se debe seleccionar en la columna de 60°C como lo indica el artículo 110-14 de la NOM-001-SEDE-2012.

En este caso tendremos un calibre preliminar de  $2.08 \text{ mm}^2$  (14 AWG).

- ❖ Calculo por Caída de tensión

Se considera hasta un máximo del 3% de caída de tensión, esto debido a que es un circuito derivado.

$$S = \frac{4LI}{e\% E_{f-n}} = \frac{4(22)(9.1)}{(3)(127)} = 2.10 [\text{mm}^2]$$

Por caída de tensión nos da un calibre más grande ( $2.10 \text{ mm}^2 > 2.08 \text{ mm}^2$ ), por lo que seleccionaremos un calibre de mayor sección transversal 12 AWG de  $3.31 \text{ mm}^2$  para alimentar cada tablero.

❖ Verificación de la caída de tensión

Volvemos a calcular la caída de tensión verificando que cumpla con lo establecido anteriormente:

$$e\% = \frac{4LI}{SE_{f-n}} = \frac{4(22)(9.1)}{(3.31)(127)} = 1.90\% < 3\%$$

Por lo tanto cumple con la normatividad vigente.

Y la **protección por medio de fusibles**, para cada tablero considerando una sobrecarga del 25% de la corriente nominal será:

$$I_n = 9.1[A]$$

$$I_{SC} = 9.1 \times 1.25 = 11.4[A]$$

Donde:  $I_n$  .- Corriente nominal

$I_{SC}$  .-Corriente de Sobrecarga

Considerando lo anterior los fusibles tendrán una capacidad de 15 A, tomando en cuenta el artículo 240-6de la NOM-001-SEDE-2012.

❖ Selección del conductor de puesta a tierra para los tableros de prácticas

Una vez que se han seleccionado las protecciones correspondientes para cada tablero y con base en la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012, se selecciona el conductor de puesta a tierra que llevara cada tablero.

Ya que las capacidades de los fusibles sonde 15A el calibre del conductor de puesta a tierra para todos los tableros será de  $2.08 \text{ mm}^2$  (14 AWG).

❖ Selección de la charola para los cables de alimentación para los tableros

- Selección del Cable

El Art. 392-22 de la NOM-001-SEDE-20012 define claramente el número de cables permitidos y las condiciones de uso en charola de fondo sólido:

- Monoconductores en calibres 4 AWG y mayores. Art. 392-10 b) 1.
- Multiconductores separados o juntos. Art.392-22 (a).
- Permite una sola capa de monoconductores separados, juntos o en arreglo trébol. Art. 392.22 (b)
- Define factores de corrección cuando los cables se instalan sin separación entre ellos. Art. 392-80.

En nuestro caso utilizaremos cables multiconductores con el siguiente arreglo en una charola de tipo fondo solido:



El cable a utilizar será un multiconductor THWN/THHN con calibres desde 14 AWG hasta 10 AWG.

En nuestros cálculos anteriores podemos ver que el calibre a utilizar es un 12 AWG. Tomando en cuenta las características del fabricante tenemos lo siguiente:

Sección (calibre)  $3,307 \text{ mm}^2$  (12 AWG)  
Espesor del aislamiento: 0,38 mm  
Espesor del Nylon: 0,10 mm  
No de Conductores: 2 (Fase y Neutro)  
Diámetro exterior aproximado en mm: 9.3  
Peso total aproximado kg/100m: 13  
Capacidad de conducción de corriente Amperes a  $75^\circ\text{C}$ : 25 A  
Sección transversal:  $6.79 \text{ mm}^2$



Para el calculo de charola se utilizara el caso más critico que es el segmento de charola de fondo solido que albergara el circuito que alimentara las casetas de trabajo, dos tableros, la iluminacion y contactos del salon.

En total son 2 tableros por lo que tendremos un total de:  $6.70 \text{ mm}^2 \times 2 = 13.4 \text{ mm}^2$ .

Además de los conductores portadores de corriente llevaremos un conductor más el cual será el conductor de tierra con un calibre de 14 AWG, uno por cada tablero; por lo que tendremos un área de ocupación de:  $2.08 \text{ mm}^2 \times 2 = 4.16 \text{ mm}^2$ .

En la misma charola de fondo solido llevaremos 4 conductores de calibre 6 AWG mismos que saldrán de nuestro tablero principal y alimentaran al tablero de transferencia, además de un cable 10 AWG desnudo que será el conductor de tierra. Por lo que tendremos un área de ocupación de:  $13.3 \text{ mm}^2 \times 4 + 5.26 \text{ mm}^2 = 58.46 \text{ mm}^2$ .

Dentro de la misma charola llevaremos los conductores de alimentación para la iluminación del salón en este caso llevaremos 8 conductores (Fase y Neutro) y 4 conductores de tierra todos del mismo calibre el cual es 14 AWG. Por lo que tendremos un área de ocupación de:  $2.08 \times 12 = 24.96 \text{ mm}^2$ .

En resumen tendremos un área total de:  $13.4 \text{ mm}^2 + 4.16 \text{ mm}^2 + 58.46 \text{ mm}^2 + 24.96 \text{ mm}^2 = 100.1 \text{ mm}^2$ .

Tomando en cuenta el Art. 392-22 (a) (3) (b)

*“Si todos los cables son de menos tamaño de  $107 \text{ mm}^2$  (4/0 AWG), la suma de las áreas de las secciones transversales de todos los cables no debe exceder el área de ocupación máxima de cables permitida en la columna 3 de la Tabla 392-22(a), para el ancho apropiado de la charola de fondo sólido”.*

Por lo que elegimos una charola con un ancho interior de 2” (5.08 cm) y un peralte de 2” (5.08 cm).

Verificamos el catálogo de nuestro fabricante **TECNOTRAY** y seleccionamos la siguiente charola de fondo sólido, con sus respectivos accesorios.



### 3.1.3 Casetas de trabajo

Dentro del laboratorio se contará con tres casetas de trabajo, las cuales contarán con distintos tipos de tuberías para la realización de las prácticas, así como con un motor de diferentes características en cada uno de ellas, por lo tanto la protección que se le asigne a cada caseta, soportara la corriente de corto circuito en caso de una falla, la planta de emergencia tendrá una capacidad tal que suministre la suficiente potencia cuando todo el equipo de las tres casetas esté en funcionamiento.

La capacidad de carga en cada caseta se muestra a continuación:

Numero de caseta	Potencia necesaria		
	Caseta 1	Caseta 2	Caseta 3
<b>Alumbrado (6)*</b>	400 VA	400 VA	400 VA
<b>Contactos (6)**</b>	1080 VA	1080 VA	1080 VA
<b>Motor***</b>	3 HP 3Ø	5 HP 3Ø	1 HP 1Ø
	10.6 A	16.7 A	14.0 A
	2.25 kW	3.75 kW	0.75 kW
	2.81 kVA	4.69 kVA	0.94 kVA
<b>Potencia total</b>	4.29 kVA	6.17 kVA	2.42 kVA

\* La potencia de cada luminaria se calculó en 60 W y con un FP de 0.9

\*\* La potencia de cada contacto se calculó con base en 180 VA.

\*\*\* El FP de todos los motores fue considerado como 0.8 y la corriente correspondiente a cada uno de ellos fue obtenida de las tablas 430-248 y 430-250 de la NOM-001-SEDE-2012.

Por lo tanto la capacidad necesaria de la *planta de emergencia* debe ser de 12.88 kVA o superior.

Cada caseta contará con un distinto tipo de tubería pre-instalada simulando distintos tipos de ambiente, estas serán:

- Tubería conduit metálico pesado tipo PVC.
- Tubería conduit metálico ligero tipo IMC.
- Tubería rígida de policloruro de vinilo tipo RMC.



La tubería se instalará de tal forma que se pueda distribuir de distintas y variadas formas dentro de cada una de las casetas.

Esta tubería será instalada previamente debido a que su manejo e instalación durante las prácticas tomaría mucho tiempo, por lo que es preferible manejar otro tipo de tubería (ej. EMT, FMC, etc.), en la realización de prácticas en tableros, pero es importante tener contacto con tuberías de difícil maniobrabilidad dentro de las casetas.

Las dimensiones de la tubería instalada así como de las cajas utilizadas para empalme unión o salida estarán sobradas de tal manera que el alumno tenga más flexibilidad al momento de elegir las trayectorias necesarias para el alambrado en la realización de las prácticas, sin embargo es importante mencionar que el alumno tenga conciencia que el material utilizado en un proyecto real debe ser debidamente seleccionado en base a una memoria de cálculo.

Dentro de cada caseta también encontraremos equipo de cómputo el cual será de fácil colocación para la realización de las prácticas de alambrado y otras maniobras sin peligro de dañar a este o causar un accidente, la carga que representa el equipo de cómputo ya está considerado como la utilización de uno de los contactos antes propuestos.

Así mismo se contara con un equipo de respaldo de energía (UPS) para la realización de las prácticas, el cual tendrá la suficiente capacidad para alimentar el equipo de cómputo y algún otro equipo cuando se disponga a probar el uso de la planta de emergencia sin perder alimentación en el equipo en uso.

### 3.1.4 Memoria de cálculo del circuito derivado de casetas de trabajo.

El laboratorio contara con material eléctrico que será de uso para las clases, por lo que no podrá ser instalado de manera definitiva, sin embargo como cualquier instalación utilizable, necesita de una instalación eléctrica permanente la cual provea la energía necesaria para el trabajo dentro del aula.

A partir de las capacidades de cada caseta previamente indicadas se realizará el cálculo de corriente, calibre de conductores e interruptores que deberán instalarse desde el tablero de transferencia al tablero de distribución de cada caseta.

**Nota:** La instalación a partir del *tablero de distribución de cada caseta* será parte de las prácticas y la selección de conductores y protecciones para el uso dentro de estas será seleccionada por el alumno y revisada por el profesor.

- ❖ Cálculo de conductores para el circuito derivado de casetas de trabajo

La obtención de la corriente que pasara por los conductores del circuito derivado a partir del tablero de transferencia se obtiene a partir de las siguientes formulas:

$$I_{1\phi} = \frac{P}{E_{f-n} \cos \theta} \quad I_{3\phi} = \frac{P}{\sqrt{3}E_{f-f} \cos \theta}$$

Sin embargo es importante recordar que en este caso el único equipo trifásico que tendremos será dentro de casetas 1 y 2, y la corriente que consideraremos será la que se especifica en la NOM-001-SEDE-2012 en la tabla 430-250 y para el caso de la caseta 3 tendremos un motor monofásico y utilizaremos la tabla 430-248.

- Características de Diseño

Para fines de diseño, en cuanto a selección de conductor y balanceo de cargas, se tiene en consideración las siguientes características de diseño

1. Dentro de cada una de las casetas, y a la hora de la realización de las prácticas, las cargas monofásicas correspondientes a alumbrado, serán conectadas a una fase diferente a la fase a la que estarán conectadas las cargas monofásicas correspondientes a contactos.

Para la caseta 1 el alumbrado se conectara a la fase C y los contactos a la fase A  
Para la caseta 2 el alumbrado se conectara a la fase B y los contactos a la fase C  
Para la caseta 3 el alumbrado se conectara a la fase A y los contactos a la fase B

2. Debido a la característica de diseño No.1 antes mencionada, en la caseta 1 y caseta 2 el cálculo para la selección del conductor se hará a partir de la fase con la corriente más alta, que será la fase a la que se le conecte la carga de los contactos, que corresponden a 1080 VA, las fases restantes tendrán menos carga conectada por lo que el calibre seleccionado a partir de la fase con más carga, tendrá la suficiente ampacidad para conducir la corriente de las fases restantes.
  - Para la caseta 1 los cálculos se harán a partir de la fase A, la cual alimentara la carga de los contactos monofásicos y la carga necesaria en la fase A para el motor trifásico.
  - Para la caseta 2 los cálculos se harán a partir de la fase C, la cual alimentara la carga de los contactos monofásicos y la carga necesaria en la fase C para el motor trifásico.
3. En la caseta 3 se tiene un caso diferente a la caseta 1 y caseta 2, pues a diferencia de estas, la caseta 3 albergara un motor monofásico en la fase C, la cual no será ocupada ni por el alumbrado de la caseta ni por los contactos en la caseta.
  - Para la caseta 3 los cálculos se harán a partir de la fase C, la cual alimentara la carga del motor monofásico, que es la carga más pesada dentro de la caseta.
4. El cálculo para el conductor neutro en cada caseta, se hará a partir de la suma de las corrientes de cargas monofásicas en cada caseta.
  - Para la caseta 1 la corriente utilizada en el cálculo del neutro se obtendrá sumando la corriente del alumbrado y la corriente de los contactos dentro de la caseta.
  - Para la caseta 2 la corriente utilizada en el cálculo del neutro se obtendrá sumando la corriente del alumbrado y la corriente de los contactos dentro de la caseta.
  - Para la caseta 3 la corriente utilizada en el cálculo del neutro se obtendrá sumando la corriente del alumbrado, la corriente de los contactos y la corriente del motor monofásico dentro de la caseta.
5. Los calibres obtenidos para cada caseta respectivamente en el siguiente cálculo, serán iguales en las tres fases correspondientes a cada caseta.

En la caseta 1

$$I_{n\phi A} = 8.5 + 10.6 = 19.1 [A]$$

$$I_{nn} = 3.15 + 8.5 = 11.65 [A]$$

En la caseta 2

$$I_{n\phi C} = 8.5 + 16.7 = 25.2 [A]$$

$$I_{nn} = 3.15 + 8.5 = 11.65 [A]$$

En la caseta 3

$$I_{n\phi C} = 14 [A]$$

$$I_{nn} = 3.15 + 8.5 + 14 = 25.65 [A]$$

Donde:

$I_{n\phi}$  .- Corriente nominal de conductores de fase en amperes.

$I_{nn}$  .- Corriente nominal del neutro en amperes.

Por lo que a partir de las características de diseño mencionadas, y una vez aclarado el valor de corriente a utilizar para el cálculo de selección de conductores, se realizan las correspondientes correcciones en el cálculo de la corriente como lo especifica la NOM-001-SEDE-2012 en el artículo 210-19.a)1), y en el artículo 430-24, en este caso como el circuito derivado para casetas también alimenta motores nos basaremos en el artículo 430-24 de la NOM-001-SEDE-2012, a esta corriente se le llamara corriente corregida ( $I_c$ ).

Los resultados de corrientes obtenidos para cada caseta se muestran en la siguiente tabla:

Corriente en A	Caseta 1	Caseta 2	Caseta 3
$I_{n\phi}$	19.1	25.2	14
$I_{nn}$	11.65	11.65	25.65
$I_{C\phi}$	23.88	31.50	17.50
$I_{Cn}$	14.56	14.56	32.06

Una vez obtenida la corriente anterior se le aplican los siguientes factores de corrección debido a la temperatura y agrupamiento.

Para la temperatura ambiente consideraremos teóricamente que dentro del laboratorio rondara los 23°C, por lo que a partir de esta y considerando cable THW-LS a 75°C, aplicaremos el factor de corrección basado en temperatura que nos marca la tabla 310-15(b) (2) (a) de la NOM-001-SEDE-2012. En este caso el factor de corrección basado en temperatura ambiente es  $FT = 1.05$ , por lo que la capacidad de corriente de los cables seleccionados aumentara en un 5%.

El siguiente factor que se debe tomar en cuenta es el de agrupamiento. Considerando que a la salida del tablero de transferencia habrá un ducto para alojar los cables de todas las casetas, del cual saldrán derivaciones en tubería para cada una de las casetas, entonces solo tomaremos el factor de agrupamiento que deberá aplicarse a todos los cables que estén contenidos en sus respectivas tuberías, en el caso de las tres casetas el factor de agrupamiento será el que se le deba aplicar a una canalización con 4 conductores portadores de corriente (tres fases y el neutro).

El factor de ajuste por agrupamiento está especificado en la tabla 310-15(b) (3) (a), sin embargo este ajuste no aplica para nuestro caso, pues las corrientes que portaran los cables en todas las canalizaciones difieren entre cada cable (Ej. Para la caseta 3 el conductor de la fase C, alimentara al motor monofásico, por lo cual la corriente que normalmente fluya por este conductor será mayor a la corriente de las fases A y B que contienen cargas más pequeñas como alumbrado y contactos), por lo que es necesario recurrir a el apéndice A, Tabla B.310-15(b) (2) (11) de la NOM-001-SEDE-2012. Para todas las canalizaciones el factor de agrupamiento especificado es  $FA = 0.8$  pues albergaran 4 portadores de corriente respetivamente. Los resultados de corrientes con las nuevas correcciones ( $I_{cf}$ ) obtenidos para cada caseta se muestran en la siguiente tabla:

	Caseta 1		Caseta 2		Caseta 3	
	Fases	Neutro	Fases	Neutro	Fases	Neutro
$I_{cf}$	23.88	14.56	31.5	14.56	17.5	32.06
$I_{cf} = \frac{I_c}{FT \times FA}$	<b>28.43</b>	<b>17.33</b>	<b>37.50</b>	<b>17.33</b>	<b>20.83</b>	<b>38.17</b>

Donde  $FT = 1.05$   
 $FA = 0.8$

Una vez obtenida la corriente que portara cada cable y tomando en cuenta que para corrientes menores de 100 A la capacidad del cable debe seleccionarse en la columna de 60°C como lo indica el artículo 110-14 de la NOM-001-SEDE-2012, a partir de la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 se selecciona el cable correspondiente que soporte el amperaje calculado previamente. Los calibres de los cables seleccionados para cada caso son los siguientes:

	Caseta 1		Caseta 2		Caseta 3	
	Fases	Neutro	Fases	Neutro	Fases	Neutro
$I_c$	23.88	14.56	31.5	14.56	17.5	32.06
$I_{cf} = \frac{I_c}{FT \times FA}$	28.43	17.33	37.50	17.33	20.83	38.17
Cable THW-LS (AWG)	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
Ampacidad a 75°C [A]	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>50</b>

Los cables seleccionados a partir de las capacidades mostradas en la tabla 310-15(b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012 serán THW-LS los cuales tienen una temperatura nominal de 75°C.

❖ **Calculo de caída de tensión**

Los conductores antes seleccionados cumplen con el criterio de capacidad para sostener la carga que alimentarán, sin embargo otro concepto importante que cuidar es la caída de tensión, se recomienda tener una caída de tensión no mayor al 3% en circuitos derivados, sin embargo la suma de porcentaje entre la caída de tensión de los circuitos derivados y el circuito alimentador no debe superar el 5%.

Las fórmulas para el cálculo de la caída de tensión son:

$$e_{\phi} \% = \frac{4LI}{SE_{f-n}} \qquad e_{3\phi} \% = \frac{2\sqrt{3}LI}{SE_{f-f}}$$

Donde:  $e$  = caída de tensión (%)

$I_n$  = corriente nominal (A) \*en este caso  $I_{cf}$

$L$  = longitud del conductor (m)

$V_{fn}$  = voltaje de fase a neutro (V)

$V_{ff}$  = voltaje de fase a fase (V)

$S$  = sección transversal del conductor (mm<sup>2</sup>)

Para los casos en los que los conductores alimentarán tanto circuitos monofásicos como trifásicos, la fórmula a emplear es la correspondiente a circuitos trifásicos, por lo que al realizar los cálculos correspondientes se obtienen las siguientes caídas de voltaje

	Caseta 1	Caseta 2	Caseta 3
$I_{cf} = \frac{I_c}{FT \times FA}$	28.43	37.50	20.83
Cable THW (AWG)	10	8	10
Longitud (m)	7.35	9.45	11.56
S (mm <sup>2</sup> )	5.26	8.37	3.31
$e_{3\phi}$ (%)	<b>0.625</b>	<b>0.667</b>	<b>0.721</b>

Por lo que se observa que para todos los casos la caída de voltaje es menor al 3% y el calibre seleccionado es el adecuado.

❖ Selección de las protecciones, interruptores termodinámicos

Tomando en cuenta las características de cada una de las casetas se seleccionan los interruptores que serán colocados en el **tablero de transferencia**. Para las cargas monofásicas de todas las casetas se considerara que estas son de servicio continuo por lo que la corriente nominal de estos circuitos será multiplicada por 1.25 como se indica en el artículo 430-32 de la NOM-001-SEDE-2012. Para una rápida búsqueda de las capacidades estandarizadas de fusibles e interruptores automáticos puede verse el artículo 240-6 de la NOM-001-SEDE-2012.

a) Para la caseta 1

Considerando la corriente nominal del motor como se muestra en la tabla 430-250 de la NOM-001-SEDE-2012, la corriente nominal del motor 1 es de 10.6 A, con base en lo establecido en el artículo 430-33 de la NOM-001-SEDE-2012, la protección se calculará considerando el 150% de esta corriente, esto para tener en cuenta la corriente de arranque que pudiera presentar el motor; de acuerdo con la corriente obtenida que en este caso es de 15.9 seleccionamos la capacidad del interruptor que usaremos que será de 15 A.

A la capacidad del interruptor seleccionado para el motor, le sumaremos la corriente nominal de cargas por contactos (8.5 A), recordando que la fase a la que se conecten estas cargas, será la fase portadora de mayor corriente de las tres fases que llegaran al tablero de la caseta, por lo que a partir de esta fase se calcularan las protecciones; considerando las cargas por contactos como de uso continuo, el valor de estas se multiplicará 125%, lo cual nos da 10.63 A. Sumado a la capacidad del interruptor para el motor (como lo establece el artículo 430-63 de la NOM-001-SEDE-2012) se obtiene una corriente de 25.63 A por lo que la capacidad del interruptor seleccionado será de **30 A**.

b) Para caseta 2

Considerando la corriente nominal del motor como se muestra en la tabla 430-250 de la NOM-001-SEDE-2012, la corriente nominal del motor 2 es de 16.7 A, con base en lo establecido en el artículo 430-33 de la NOM-001-SEDE-2012, la protección se calculará considerando el 150% de esta corriente, esto para tener en cuenta la corriente de arranque que pudiera presentar el motor; de acuerdo con la corriente obtenida que en este caso es de 25.05 seleccionamos la capacidad del interruptor que usaremos que será de 25 A.

A la capacidad del interruptor seleccionado para el motor, le sumaremos la corriente nominal de cargas por contactos (8.5 A), recordando que la fase a la que se conecten estas cargas, será la fase portadora de mayor corriente de las tres fases que llegaran al tablero de la caseta, por lo que a partir de esta fase se calcularan las protecciones; considerando las cargas por contactos como de uso continuo, el valor de estas se multiplicará 125%, lo cual nos da 10.63 A. Sumado a la capacidad del interruptor para el motor (como lo establece el artículo 430-63 de la NOM-001-SEDE-2012) se obtiene una corriente de 35.63 A por lo que la capacidad del interruptor seleccionado será de **40 A**.

c) Para caseta 3

Considerando la corriente nominal del motor como se muestra en la tabla 430-248 de la NOM-001-SEDE-2012, la corriente nominal del motor 3 es de 14 A, con base en lo establecido en el artículo 430-33 de la NOM-001-SEDE-2012, la protección se calculará considerando el 150% de esta corriente, esto para tener en cuenta la corriente de arranque que pudiera presentar el motor; de acuerdo con la corriente obtenida que en este caso es de 21 A seleccionamos la capacidad del interruptor que usaremos que será de **20 A**.

Este valor será el valor definitivo de las protecciones que protegerán a la caseta 3, pues en esta caseta el valor de corriente máxima la tiene la fase que alimentara al motor monofásico.

**Nota:** Las capacidades de los interruptores deberán de re calcularse de ser necesario, dependiendo de las características particulares de los motores adquiridos. Es importante verificar que la capacidad del interruptor seleccionado no sea mayor que la capacidad de conducción del cable que está conectado a este y a la carga, ya que en caso de trabajar con un cable con menor capacidad que el interruptor y en caso de falla podría dañarse el cable utilizado.

❖ Selección del conductor de puesta a tierra

Una vez que se han seleccionado los interruptores correspondientes para cada circuito derivado y con base en la Tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 se selecciona el conductor de puesta a tierra que se llevara del tablero de transferencia a los tableros de cada caseta. Ya que las capacidades de los interruptores de mayor capacidad de todas las casetas es mayor o igual que 20 A pero menor a 60 A el calibre del conductor de puesta a tierra para todas las casetas será **5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG)**.

❖ Selección de tubería para los circuitos derivados

Para la selección de la tubería, es necesario revisar del artículo 342 al 364 de la NOM-001-SEDE-2012 para saber cuál es el más adecuado para nuestra instalación, en este caso y debido a que la instalación que se realizara será por la parte superior y lateral de las casetas de trabajo, el tubo con el cual se realizaran las derivaciones será con tubo conduit metálico ligero tipo ligero EMT.

Para la correcta selección del diámetro del tubo a instalar es necesario saber la suma de áreas transversales de todos los cables que albergara la tubería, en nuestro caso y con ayuda de la Tabla 5.- Dimensiones de los conductores aislados y cables para artefactos de la NOM-001-SEDE-2012 , el área total necesaria se muestra en la siguiente tabla.

Sección	Calibre	Aislamiento	Cantidad	Área (mm <sup>2</sup> )	Suma de áreas (mm <sup>2</sup> )
<b>Caseta 1</b>	10	THW-LS	3	15.68	47.04
	12	THW-LS	1	11.68	11.68
	10	desnudo	1	5.26	5.26
				<b>TOTAL</b>	<b>63.98</b>
<b>Caseta 2</b>	8	THW-LS	3	28.19	84.57
	12	THW-LS	1	11.68	11.68
	10	desnudo	1	5.26	5.26
				<b>TOTAL</b>	<b>101.51</b>
<b>Caseta 3</b>	10	THW-LS	3	15.68	47.04
	8	THW-LS	1	28.19	28.19
	10	desnudo	1	5.26	5.26
				<b>TOTAL</b>	<b>80.49</b>

\*Las áreas mostradas en la tabla corresponden: al área propiamente del conductor para el caso del cable desnudo; y al área del conductor sumando el espacio que ocupa el aislamiento para el caso del cable THW-LS.

Finalmente con el área total que será necesaria para cada sección de canalización, se selecciona el tamaño del tubo con el que se realizara la instalación con ayuda de la Tabla 4.- Dimensiones y porcentaje disponible para los conductores del área del tubo conduit de la NOM-001-SEDE-2012, en el caso de esta instalación se revisa la sección del tubo conduit tipo EMT que corresponde al tubo del artículo 358.

La tubería necesaria para las canalizaciones de los circuitos derivados de las casetas es la siguiente:

Sección	Tamaño comercial
<b>Caseta 1</b>	1/2 "
<b>Caseta 2</b>	3/4 "
<b>Caseta 3</b>	3/4 "

Es importante recordar que esta tubería será instalada a partir de la derivación para cada caseta, que vendrá a partir de un ducto, el cual albergara en su momento todos los cables que llegaran a las tres casetas, para la correcta selección de este ducto es necesario revisar el artículo 376 de la NOM-001-SEDE-2012.

En este caso y como lo menciona laNOM-001-SEDE-2012 en el artículo 376-22.a) el porcentaje del área transversal total del a utilizar será del 20%. Considerando utilizar un ducto de tamaño comercial de 2.5"×2.5" el espacio disponible para albergar conductores en este ducto es de 793.8 mm<sup>2</sup>, de los cuales en nuestro caso necesitamos 245.98 mm<sup>2</sup> (63.98+101.51+80.49), por lo que ducto a utilizar a partir del tablero de transferencia a las derivaciones de los circuitos para cada caseta es el adecuado.

### 3.1.5 Memoria de cálculo del circuito alimentador para casetas de trabajo.

Una vez que se saben todas las corrientes nominales que alimentara el tablero de distribución para las casetas de trabajo, se realiza la selección de conductores, protección y canalización para el circuito alimentador, que irá desde el tablero principal al tablero de distribución para las casetas.

#### ❖ Cálculo de conductores del circuito alimentador para casetas de trabajo

La realización del cálculo de corriente nominal de los conductores que alimentaran las tres casetas de trabajo, empieza con la suma de las corrientes que tendrá que soportar el conductor. En este caso como los conductores tendrán que alimentar tanto cargas monofásicas diversas, como motores trifásicos y monofásicos, su sumaran las corrientes como se especifica en el artículo 430-24 de la NOM-001-SEDE-2012.

Del artículo mencionado se obtiene la siguiente fórmula:

$$I_{na} = (I_{mg} \times 1.25) + \sum I_{rm} + (\sum I_{cac} \times 1.25) + \sum I_{cnc}$$

Donde:  $I_{na}$  .- Corriente nominal del alimentador

$I_{mg}$  .-Corriente nominal de plena carga del motor con el valor nominal más alto

$I_{rm}$  .- Corriente nominal de plena carga del resto de los motores

$I_{cac}$  .-Corriente de las cargas continuas que no son motores

$I_{cnc}$  .-Corriente de las cargas no continuas que no son motores

Para el caso del circuito alimentador que lleva la energía a las casetas de trabajo, el cálculo se realiza a partir de la fase C, que como se menciona en la memoria de cálculo del circuito derivado de casetas de trabajo será la fase que arrastrara un desbalanceo, pues para las cargas de los motores trifásicos, las luminarias y los contactos, la distribución de corriente en cada una de las fases se hizo balanceadamente; los conductores de las fases restantes tendrán el mismo calibre que el seleccionado para la fase C, a partir de esto el cálculo para el conductor del circuito alimentador se obtiene de la siguiente manera:

$$I_{na} = (16.7 \times 1.25) + (10.6 + 14) + ((8.5 + 3.15) \times 1.25) + (0)$$

$$I_{na} = 60.04 \text{ (A)}$$

Para el caso del calibre puesto a tierra o neutro la corriente que portara será la siguiente:

$$I_{na} = (14 \times 1.25) + (0) + ((8.5 + 3.15 + 8.5 + 3.15 + 8.5 + 3.15) \times 1.25) + 0$$

$$I_{na} = 52.45 \text{ (A)}$$

\*Debe tenerse en cuenta que para el caso del neutro no se consideran las corrientes que alimentaran a los motores trifásicos pues estos idealmente no tienen ninguna corriente de regreso por neutro, en cambio se están considerando las cargas monofásicas para todas las casetas.

Una vez obtenida la corriente anterior se le aplica el factor de corrección debido a la temperatura, en este caso no se le aplicara el factor de corrección debido al agrupamiento pues estos conductores estarán alojados en la misma canalización charola de fondo sólido que alberga los conductores para la alimentación de los tableros de prácticas. Las consideraciones son las mismas que se enuncian la memoria de cálculo del circuito derivado de casetas de trabajo por lo que el factor de corrección basado en temperatura ambiente es:  $FT = 1.15$

El resultado de la corriente aplicando el factor de corrección enunciado y el calibre seleccionado de la misma manera que en la memoria de cálculo del circuito derivado de casetas de trabajo es el siguiente:

Circuito Alimentador		
	Fases	Neutro
$I_{na}$	60.04	52.45
$I_{ca} = \frac{I_{na}}{1.05}$	<b>57.18</b>	<b>49.95</b>
Calibre THW-LS (AWG)	<b>6</b>	<b>6</b>

❖ Cálculo de caída de tensión

Una vez obtenido el calibre necesario para el circuito alimentador es necesario corroborar que la caída de tensión que tendrá sea el adecuado, el procedimiento es el mismo que el de la memoria de cálculo del circuito derivado de casetas de trabajo.

Circuito Alimentador	
$I_{na}$	60.04
$I_{ca} = \frac{I_{na}}{1.05}$	57.18
Calibre THW-LS (AWG)	6
Longitud (m)	15.5
$S [mm^2]$	13.3
$e3\phi$ (%)	<b>1.049</b>

❖ Selección de las protecciones, interruptores termodinámicos

Para el cálculo de la protección del circuito alimentador de las casetas es necesario tomar en cuenta las corrientes nominales que se tendrán en las casetas, así mismo es necesario revisar la protección del motor más grande que se alimentara como lo dice el artículo 430-62 de la NOM-001-SEDE-2012. Se debe tener en cuenta que para este cálculo se hará uso de la fase C que como ya se ha mencionado es la fase que tendrá más cargas conectadas, por lo que la protección seleccionada para esta fase será adecuada para las fases A y B.

En este caso la suma de la protección del motor más grande y las corrientes nominales de las demás cargas es la siguiente:

$$I = 20 \text{ A (protección del motor más grande)} + 11.522 \text{ A (motor de la caseta 1)} + 18.152 \text{ A (motor de la caseta 2)} + 9.24 \text{ A (alumbrado)} + 3.43 \text{ A (contactos)} = 62.344 \text{ A}$$

Por lo que la protección necesaria para el circuito alimentador de las casetas de trabajo es un interruptor termo-magnético de **3Px60A**.

❖ Selección del conductor de puesta a tierra

Una vez seleccionado el interruptor correspondiente al circuito alimentador de las casetas de trabajo y con base en el artículo 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 se selecciona el conductor de puesta a tierra que se llevara del tablero principal al tablero de transferencia que alimentara los circuitos derivados de las casetas

Debido a la que protección que se usara es de 60 A el calibre del conductor de puesta a tierra necesario será de **5.26 mm<sup>2</sup> (10 AWG)**.

❖ Selección de canalización para circuitos alimentador

La canalización del circuito alimentador es la que ya se ha calculado para los tableros de prácticas, esta canalización es a partir de charola de fondo sólido y las dimensiones de esta están especificadas en la memoria de cálculo de los tableros de prácticas.

### 3.1.6 Memoria de cálculo para el alumbrado del aula

El objeto de un diseño de alumbrado principalmente es proporcionar iluminación suficiente para una tarea visual dada, sin producir malestar, y al mínimo costo posible. No es difícil obtener suficiente luz con las modernas fuentes luminosas, pero si se colocan y controlan en forma inadecuada, se obtendrán luz molesta y deslumbrante.

En la iluminación de interiores en este caso una área de trabajo (Laboratorio), se debe tener en cuenta: Las dimensiones que tendrá el ambiente o local a iluminar, los niveles y formas de iluminar a los objetos dentro del aula.

Al iniciarse todo el análisis de iluminación dentro del laboratorio vamos a tener en cuenta los siguientes puntos fundamentales:

- Formas o tipos de iluminación y número y ubicación de las lámparas a usar.
- Potencia y número de lámpara a usar.
- Ubicación y altura de suspensión de las lámparas.

#### ❖ Cálculos del diseño de Alumbrado

1.- Determinamos el nivel requerido de iluminación (luxes) con base en la reglamentación mexicana de la NOM-025-STPS-2008 del artículo 7 Niveles de Iluminación para tareas visuales y áreas de trabajo.

Niveles de luz interiores comunes y recomendados

Actividad	Iluminación	
	FC	LUX
Almacenes, Casas, Teatros, Archivos	13.95	150
Trabajo sencillo de oficinas, Clases	23.95	250
Trabajo en PC, Bibliotecas, Salones de Exposiciones, Laboratorios.	46.50	500
Supermercados, Trabajos mecánicos	69.75	750
Trabajo de dibujo normal, Talleres mecánicos detallados, Quirófanos	93.0	1000
Trabajo de dibujo detallado, Trabajos mecánicos muy detallados	139.50 – 186.0	1500 - 2000

Para espacios de trabajo que sean laboratorios y talleres tendremos  $Lux = 500$ .

## 2.- Selección del tipo de iluminación y el tipo de lámpara

¿Qué se propone?

Utilizaremos para el cálculo de iluminación luminarias de LED (**Light-Emitting Diode**), con dos lámparas en cada uno de ellos, con las siguientes características:

Tipo de tecnología	Potencia Real	Vida Útil (Horas)	Flujo Luminoso	Eficiencia (lm/W)	Tensión de Suministro [V]	T° De Color [K]	Tiempo de Encendido	IRC	Calor a Disipar (%)
LED	66	60000-100000	5000	76	120-277	4100	Instantáneo	65	75-85

### Justificación

Actualmente las lámparas de led se pueden usar para cualquier aplicación comercial, desde el alumbrado decorativo hasta el de vialidades y jardines, presentado ciertas ventajas, entre las que destacan su considerable ahorro energético, arranque instantáneo, aguante a los encendidos y apagados continuos y su mayor vida útil, pero también con ciertos inconvenientes como su elevado costo inicial. Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de led deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar.



3.- Determinación del coeficiente de utilización (**CU**), se tiene en cuenta el hecho de que de la salida total en Lúmenes es de 5000, y que sólo una porción llega al plano de trabajo. Este factor se ve afectado por características tales como forma y dimensiones del cuarto, color de paredes y techo, tipo de unidad y reflector.

Un LED es una fuente de luz direccional. La mayor parte de la luz está dentro de un ángulo de haz de 120 grados, proporcionando la luz donde se necesita. Por lo cual tendremos un CU promedio del 83% al 89%.

En este caso seleccionaremos un  $CU = 0.86$

4.- Estimación del Factor de Depreciación **FC**. Este índice toma en cuenta la reducción en la eficiencia de la instalación, debido a características tales como acumulación de polvo en las pantallas y pérdidas de propiedades reflejantes de las paredes y debido a suciedad.

Un LED no muere catastróficamente, sino que simplemente se considera que llega al final de su vida cuando el flujo luminoso total es inferior al 70%. Sin embargo en promedio, el flujo luminoso inicial se mantiene por encima del 80% hasta 50,000 horas.

Por lo tanto, los LED se les asignan un factor de promedio depreciación del 0.9 en su vida útil.

### 5.- Cálculo del número de Lámparas (N)

$$N = \frac{E[Lx] \times Area[m^2]}{FL[lm] \times CU \times FC} = \frac{500 \times 89.25}{4740 \times 0.86 \times 0.9} = 12.16$$

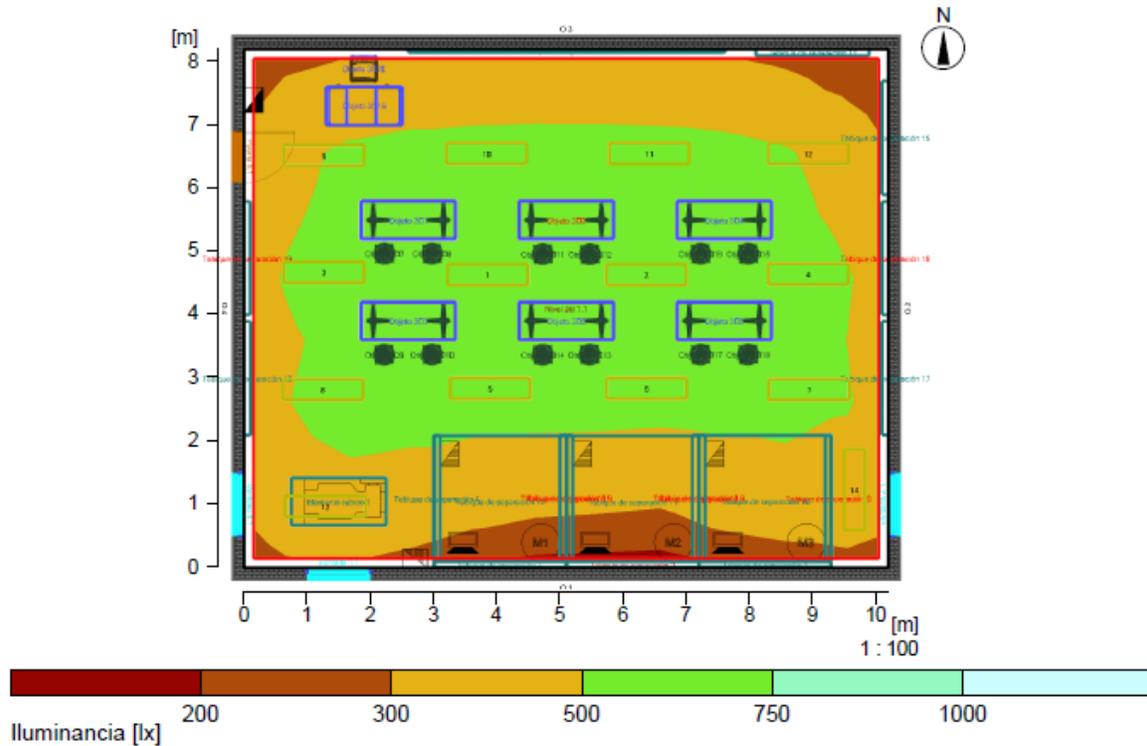
Este dato nos indica que con 12 luminarias cumpliremos con las condiciones de trabajo mínimas para el laboratorio.

❖ Simulación

En la siguiente imagen mostraremos una simulación con el programa Relux-Pro utilizando los cálculos que efectuamos anteriormente:

Datos en el programa

- Una altura de referencia de 4 metros, en la colocación de las luminarias.
- Uso de lámparas tubulares de LED con una potencia de 66 Watts.
- Un espacio de trabajo de 89.25  $mm^2$

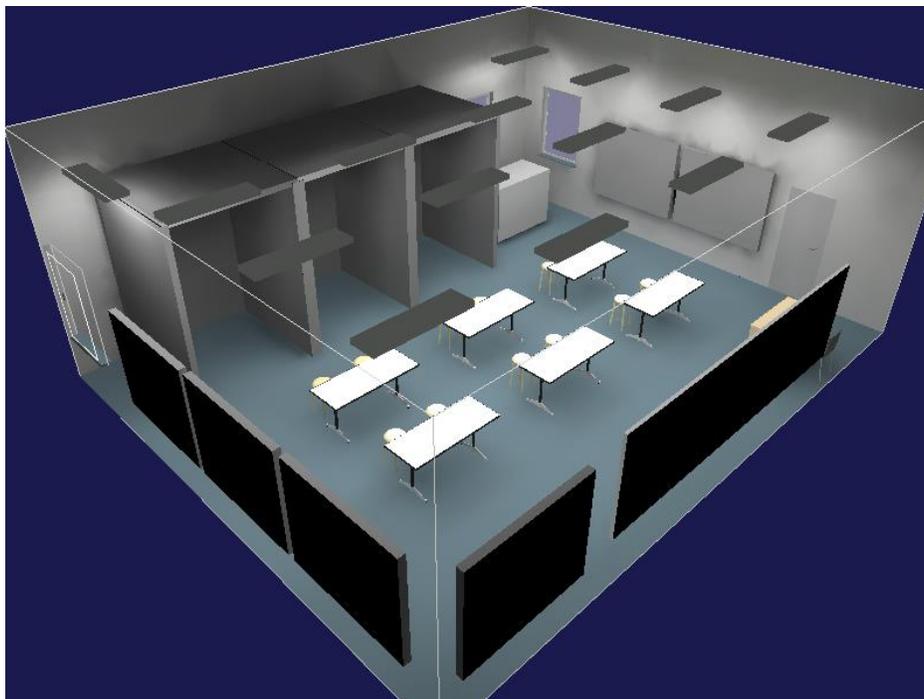


Altura del nivel de referencia	:	0.70 m
Iluminancia media	Em	: 508 lx
Iluminancia mínima	Emin	: 263 lx
Iluminancia máxima	Emax	: 723 lx
Uniformidad Uo	Emin/Em	: 1 : 1.93 (0.52)
Uniformidad Ud	Emin/Emax	: 1 : 2.75 (0.36)

Vistas 3D del aula del laboratorio para la materia de instalaciones eléctricas industriales, con la implementación de la luminaria correspondiente y el equipo propuesto para el aula.



Vista 1



Vista 2

### 3.1.7 Resumen y distribución de cargas en el laboratorio

Una vez que se han realizado los cálculos necesarios para la correcta selección de los equipos instalados en el laboratorio de instalaciones eléctricas propuestas, se reúne la información del diseño en los siguientes esquemas, cuadro de cargas, plano eléctrico y diagrama tri-filar del laboratorio

#### ❖ Cuadro de cargas

CTO	FASE		NEUTRO		TIERRA		Iluminacion	Tableros	Wa	Wb	Wc	Interruptor	A	B	C	Interruptor	Wa	Wb	Wc	Casetas	Contactos	Iluminacion	TIERRA		NEUTRO		FASE		CTO
	CAL	COL	CAL	COL	CAL	COL																	CAL	COL	CAL	COL	CAL	COL	
1	12	N	12	G	14	V		1	1040			1x15	X				3332						10	v	6	G	6	N	2
3	12	N	12	G	14	V		1		1040		1x15		X		3x60		3332		3			10	v	6	G	6	N	4
5	12	N	12	G	14	V		1			1040	1x15			X				4082				10	v	6	G	6	N	6
7	12	N	12	G	14	V		1	1040			1x15	X			1x15	246				1	1	14	v	14	G	14	N	8
9	12	N	12	G	14	V		1		1040		1x15		X		1x15		246			1	1	14	v	14	G	14	N	10
11	12	N	12	G	14	V		1			1040	1x15			X								14	v	14	G	14	N	12
13	14	N	14	G	14	V	4		264			1x15	X			1x15	264					4	14	v	14	G	14	N	14
15	14	N	14	G	14	V	4			264		1x15		X		1x15		360			2		14	v	14	G	14	N	16
17	14	N	14	G	14	V																	14	v	14	G	14	N	18
<b>Total=</b>							8	6	2344	2344	2080						3842	3938	4082	3	4	6							

Fase A 6186 W

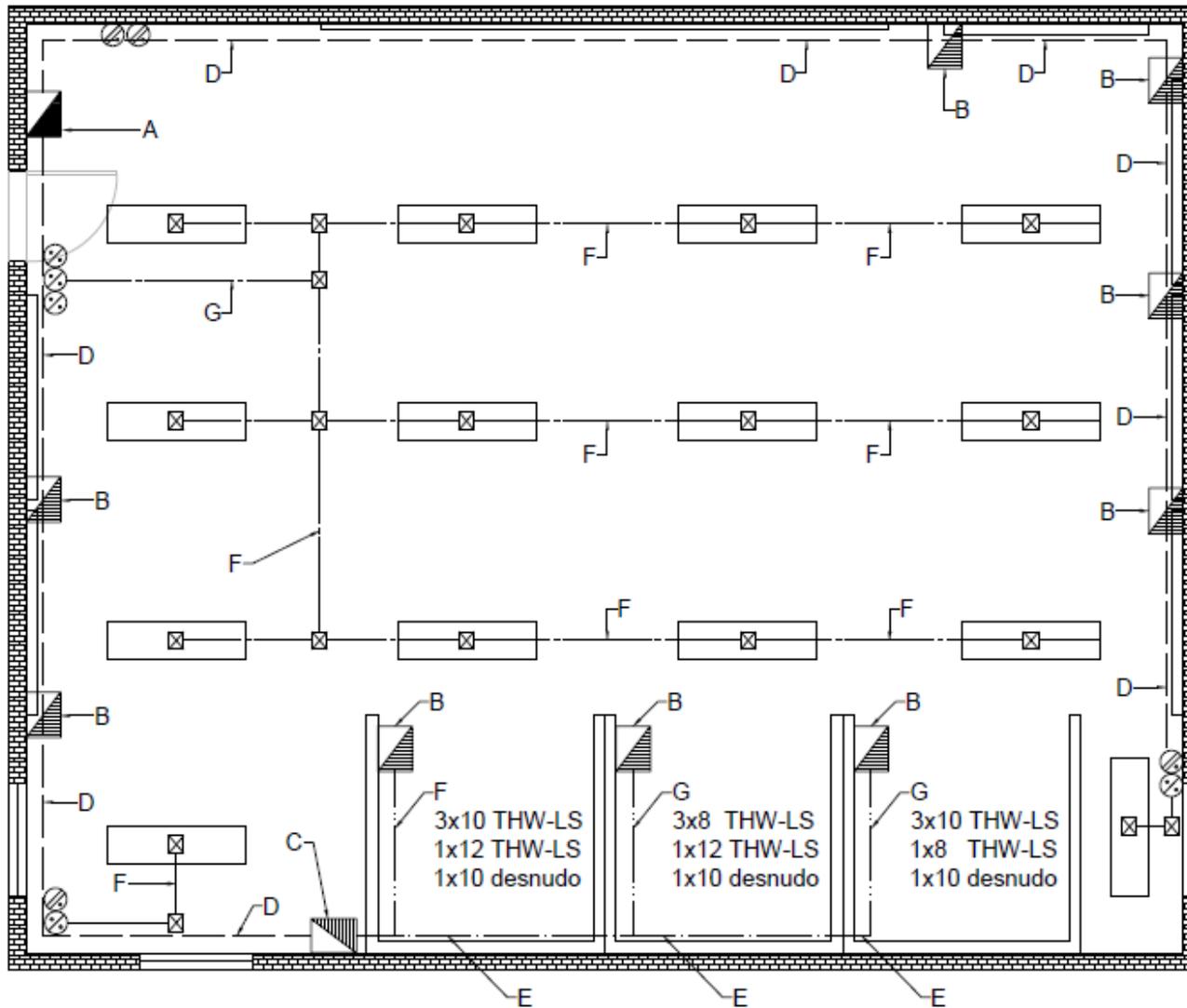
Fase B 6282 W

Fase C 6162 W

Carga Total del Tablero Principal 18630 W

Desbalanceo 1.910219675 %

❖ Plano Eléctrico



Nomenclatura

- A Tablero principal
- B Tablero de distribución
- C Tablero de transferencia
- D Charola de fondo solido 2.5"x2.5"
- E Ducto metálico 2.5"x2.5"
- F Tubo conduit tipo EMT 1/2"
- G Tubo conduit tipo EMT 3/4"

Simbología

-  Luminaria tipo led
-  Caja condulet
-  Apagador sencillo
-  Contacto duplex

❖ Diagrama Tri-filar

TABLERO PRINCIPAL

LABORATORIO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, 3F, 4H, 60 Hz, 220/127VCA, 18 POLOS



## 3.2 Equipo de uso para realización de prácticas

### 3.2.1 Equipo primario para realizar las prácticas de Instalaciones Eléctricas

Este equipo estaría conformado principalmente por:

- Planta de Emergencia
- Sistema de Energía Ininterrumpida

Es importante conocer y demostrar los principios de diagnóstico de los principales equipos eléctricos en este caso una planta de emergencia y los sistemas de energía ininterrumpida.

Las prácticas que plantearemos se enfocaran en saber realizar el diagnóstico y conocer los principales tipos de fallas del equipo eléctrico y electrónico de los equipos propuestos.



Planta de Emergencia



UPS

### 3.2.2 Importancia de los Equipos de Emergencia

¿Por qué es necesaria una Planta de Emergencia?

Las empresas, hospitales y los negocios no pueden depender únicamente de la disponibilidad del suministro eléctrico comercial, ya que las ausencias prolongadas de energía eléctrica pueden poner en riesgo su operación y productividad.

Cuando la actividad o giro de un negocio lo requiere, es necesario contar con una planta de emergencia de fácil funcionamiento, confiable y segura, con una exigencia mínima de mantenimiento, incluso bajo las más extremas condiciones climáticas y ecológicas.

La planta o generador de emergencia es sumamente útil, sobre todo cuando se requiere para tiempos de respaldo prolongados, ya que una de las características principales de la planta es su autonomía. Esto quiere decir que es capaz de generar energía, cuando el suministro falla, durante tiempos prolongados a un costo relativamente económico.

Ahora bien, la planta de emergencia por sí misma, no resuelve los problemas que se llegan a presentar en el suministro eléctrico y que son los causantes de daños severos a equipo especializado, de cómputo, impresoras, servidores; pérdida de información importante y valiosa que se traduce en altos costos.

De la misma manera, cuando hay una falla en la línea comercial la planta tarda en transferir a la carga entre uno o varios minutos. ¿Qué pasa durante ese tiempo? Al sólo tener una planta de emergencia, el equipo delicado e información quedan desprotegidos, sólo bastan unos cuantos segundos para quemar computadoras, discos duros o parar una línea de producción. Es por esto que una solución integral se compone tanto de una planta de emergencia que, ante la ausencia de energía eléctrica, le permita operar durante largos tiempos de respaldo a bajos costos, como de un

Sistema de Energía Ininterrumpida que, ante cualquier eventualidad que se presente en la línea comercial, le proporcione protección y seguridad a los equipos e información.

### ¿Por qué es necesario un sistema de energía ininterrumpida?

Por una razón muy simple: La calidad del suministro eléctrico comercial no es confiable. Todos los equipos de procesamiento de datos, telecomunicaciones, instrumentación, biomédicos y controladores lógicos programables son muy sensibles a las perturbaciones eléctricas y a su duración. Las caídas bruscas, la baja tensión, así como los picos y sobretensiones afectan seriamente la correcta operación de las aplicaciones electrónicas.

Los equipos de cómputo, telecomunicaciones y control están especificados para operar en México a 120 VCA, 60Hz, pero la tensión nominal de nuestra línea comercial es de 127 VCA, 60 Hz con grandes variaciones. Generalmente, los equipos electrónicos protegidos por un sistema convencional sobrepasan estos límites y sus componentes presentan descomposturas inexplicables.

**Nota:** Los Sistemas de Energía Ininterrumpida (SEI) también son conocidos como Uninterruptible Power Systems (**UPS**, por sus siglas en inglés) o como **No-breaks**.

### 3.2.3 Equipo Secundario para la correcta realización de las Prácticas de Instalaciones Eléctricas.

Las herramientas que han de emplearse en el laboratorio de Instalaciones Eléctricas resultaran de gran utilidad para facilitar el trabajo de dichas prácticas, así como, garantizar un trabajo bien realizado y con las medidas de seguridad adecuadas.

### 3.2.4 Medidas de Seguridad en el uso de las Herramientas

Es importante tener en cuenta unas normas de seguridad generales de uso, que en realidad se extiende a todas las herramientas:

- Cada herramienta debe emplearse exclusivamente para realizar las operaciones que le son propias.
- Elegir herramientas con el mango o cubierta aislante en la zona que está en contacto con el operario.
- Operar siempre con la instalación desconectada de la red.

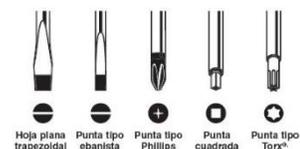
### 3.2.5 Herramientas de uso para Electricistas

#### Destornillador o Desarmador:

Con esta herramienta manipularemos los tornillos. Constan de tres partes bien diferenciadas: hoja (punta), Vástago (metálico) y mango de material aislante. La hoja adopta diferentes terminaciones que se utilizaran dependiendo de los tornillos que se quieran ajustar.



La variedad de puntas es grande pero los tipos más utilizados por el electricista son:



## ¡Nota de Seguridad!

El vástago se recubre de material aislante para trabajos eléctricos.



Normas Básicas de uso:

- Seleccionar siempre el destornillador adecuado a cada tornillo,
- No ayudarse de alicates para hacerlo girar.
- No golpear el mango con un martillo.
- No usarlo nunca como palanca.

Para nombrar los destornilladores se especifica:

- El tipo de punta.
- El tamaño del vástago en milímetros de su diámetro y su longitud.

**Ejemplo:** Destornillador de estrella 2x100.

Merece especial mención el **BUSCAPOLOS** cuya finalidad no es la manipulación de los tornillos, sino comprobador cual es la fase en una instalación

## ¿Qué es un Buscapolo Electrónico?

Es una herramienta que permite verificar si un determinado cable o conductor, presenta diferencia de potencial (tensión) con respecto a la tierra física

Por ejemplo: En el tomacorriente, individualiza que cable es la "**fase**" o "**vivo**".

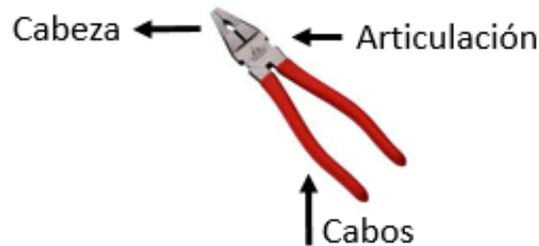
Consta de un circuito abierto compuesto por una o más lámparas, y posee puntas de contacto adecuadas para la búsqueda. Se los puede encontrar en forma de lámpara serie, o en forma de destornillador, siendo este último el más utilizado.



Tipos de Buscapolos

## Alicates

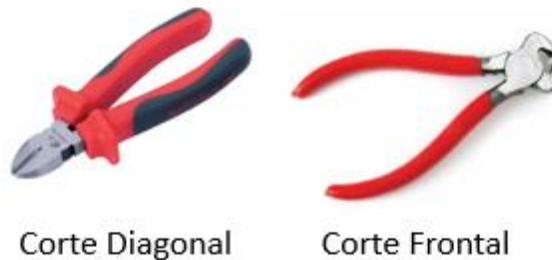
**Tipo Universal:** Es un tipo de alicates muy versátil ya que permite doblar y enderezar, sujetar y cortar conductores. En electricidad es muy importante tener en cuenta el **factor seguridad**, por ello es común en las herramientas de calidad ofrecer un aislamiento confiable y seguro.



También se suelen nombrar en base a su longitud desde el inicio de la boca hasta el final de la empuñadura medida en milímetros o pulgadas.

**Tipo De Corte:** Se fabrican tanto de **corte frontal** como de **corte diagonal** (es el empleado por los electricistas), y su uso se limita al corte de alambres, hilos y cables.

Al igual que los universales se suelen nombrar por su longitud desde la boca hasta el final de la empuñadura, medida en milímetros o pulgadas. Dependiendo de la sección del cable emplearemos el tamaño adecuado de alicate para cortarlo.



**Tipo De Puntas Redondas:** Son alicates que sirven para la realización de doblar cables en forma de anillo, como de ayuda para la conexión de aparatos eléctricos, así como para curvar conductores.



De Punta Redonda

Normas Básicas de Seguridad de uso para Alicates:

- No deben emplearse para aflojar tuercas o tornillos.
- Mantenerlos limpios y engrasar la articulación.
- Utilizar siempre cada alicate para la función que ha sido diseñado.
- Ya que se utilizan los alicates para trabajar con cables eléctricos, debemos asegurarnos que **la corriente está desconectada** y además, observar que los alicates siempre llevan su aislante en los magos o cabos.

## Tijeras de electricista

Para cortar y pelar conductores de pequeña sección. Las hojas son más cortas y anchas que las de uso común. Una de las hojas tiene una hendidura en forma de semicírculo que sirve para eliminar aislante de un conductor de pequeña sección.

### Hendidura Especial Para Pelar Cables



## Pelahilos

La función más importante que realiza es el pelado del conductor aunque también en algunos modelos puede cortar. Dependiendo del modelo se podrá ejecutar estas funciones dependiendo de la sección del conductor. Habitualmente puede ajustarse la longitud y profundidad del pelado del conductor. Es muy útil para el trabajo de cuadros eléctricos en los que se realizan muchas conexiones.



Alicate Pela Hilos



Pela Hilos Aislante



Pela Hilos Profesional

## Guía pasa-hilos o pasa-cables

Sirven para instalaciones **bajo tubo**. Pueden ser de nylon o acero, o combinando ambos materiales. Son muy flexibles y en un extremo poseen un muelle acabado en una punta redondeada y en el opuesto una pequeña anilla para enganchar los conductores.

Su uso está indicado para longitudes grandes **de tubo con curvas** en los que la simple inserción de los conductores tiene muchos problemas.



Guía Pasa-Cables

### 3.3 Equipo de Seguridad y Reglamento General para la realización de las prácticas de IE

Es cierto, que existen una serie de normativas específicas sobre las medidas que se deben de tomar ante riesgos eléctricos, como es la norma Oficial Mexicana NOM-029-STPS-2005, “Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo y **Condiciones de seguridad**”, también existen las instrucciones técnicas y de manejo correctode equipos y herramientas de uso eléctrico, así como el resto de la legislación existente en materia de electricidad y en prevención de riesgos laborales.

No obstante, no es el objetivo principal de este tema su desarrollo y desglose, ya que se ha pensado, que se trata de una documentación ampliamente divulgada y desarrollada

Lo que se intenta realizar en este tema, es la de proporcionar un conglomerado de buenas técnicas y hábitos para la realización de las prácticas de instalaciones eléctricas, que los alumnos deben de llevar a la práctica de una forma fácil y útil con el objetivo de que no sufran ningún accidente o enfermedad con motivo del desarrollo de estas prácticas de laboratorio.

#### 3.3.1 Equipo de protección individual para la realización de las prácticas de Instalaciones Eléctricas

Como primordialtema de seguridad se presenta una serie de equipos de carecter obligatorio que se deben de llevar puestos para la segura realización de las prácticas de instalaciones eléctricas.

1.- Equiparse con ropa y calzado adecuado para las prácticas a realizar. El calzado debe ser aislante, antideslizante y con punteras reforzadas.



2.- Antes de comenzar las prácticas, los alumnos se quitarán cualquier prenda o adorno metálico como relojes, cadenas, pulseras, pendientes, piercing, diademas, anillos, etc. Para evitar que puedan entrar en contacto, de forma accidental, con la corriente eléctrica y originarle alguna lesión. Si alguno de estos elementos fuera necesario para la sujeción del pelo o las gafas, se sustituirán por otros de material que no sea conductor, por ejemplo gafas de pasta y cordones textiles.

3.- Se utilizará casco aislante, que es una prenda destintada a proteger esencialmente la partesuperior del cráneo contra caídas de objetos, cortes, salpicaduras, contactos eléctricos, etc. **Cuando su uso sea necesario.**



4.- Uso de guantes frente a riesgos eléctricos deberán estar fabricados de material aislante, cuando se vaya trabajar en tensión o haya posibilidad de ella. Para evitar lesiones por riegos mecánicos se utilizarán guantes con resistencia a la abrasión, corte, rasgado y perforación.



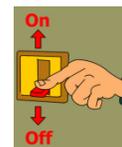
**Nota:** Los guantes no pueden quedar holgados, sino perfectamente adaptados a la mano.

5.- Protección de la cara y/o los ojos. Este tipo de protecciones se diseñan para evitar lesiones originadas por la proyección de partículas sólidas, líquidos, etc. Cuando su uso sea necesario.



### 3.3.2 Reglamento interno para la realización de las prácticas de Instalaciones Eléctricas

1.- Nunca se deben realizar las prácticas de instalaciones eléctricas, ni llevar a cabo trabajos en ella, sin desconectar previamente el suministro de energía.



#### ¡TRABAJAR SIN TENSIÓN!

2.- Asegurarse de que nadie pueda volver a conectarlo, ya sea por accidente o por un descuido. Lo mejor es colocar un letrero de advertencia y llevarse los fusibles.



3.- Antes de empezar las prácticas, verificar que la línea está sin tensión, usando el comprobador de tensión.



4.- Utilizar siempre las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo a realizar. No usar elementos o aparatos deteriorados, desgastados o anticuados.



5.- El conductor de protección (el conductor de **puesta a tierra**) no puede ser desconectado, eliminado o empleado para otros fines.



6.- Después de trabajar específicamente en algún circuito eléctrico, por simple que éste sea, comprobar minuciosamente el trabajo realizado y, especialmente, las conexiones.



7.- Antes de intercalar un fusible, asegurarse de que su amperaje es el correcto para el circuito a proteger.



# Capítulo 4

## Prácticas de Instalaciones Eléctricas

## Prácticas para el Laboratorio de Instalaciones Eléctricas

### 4.1 Estructuras de las Prácticas

En las prácticas encontraremos:

- **Objetivos:** Se expresa en un breve párrafo las metas a cumplir, así como los conocimientos nuevos a adquirir.
- **Material o equipo a utilizar:** Se indican las herramientas y equipos necesarios para la correcta operación y realización de las prácticas.
- **Medidas de seguridad en las prácticas:** A lo largo de cada práctica se podrán observar notas que indiquen la correcta conexión de los equipos, así como del material de seguridad que el alumno deberá portar durante la realización de las prácticas.
- **Tiempo estimado:** Se presenta un tiempo aproximado para realizar las prácticas de instalaciones eléctricas, este tiempo puede variar dependiendo de la dificultad de las actividades propuestas en cada una de ellas.
- **Introducción:** Consta de una breve teoría acerca del tema a abarcar durante la práctica y de los materiales a ocupar, todo esto en base a la norma que rige las instalaciones eléctricas NOM-001-SEDE-2012.
- **Desarrollo de las actividades propuestas:** Se encuentran pequeños enunciados de la actividad a realizar, con la inclusión de los esquemas de conexión, que el alumno deberá ser capaz de poder implementarlos en los tableros de prácticas, con ayuda de la teoría y asesoría del profesor.
- **Cuestionario:** Son una serie de preguntas, acerca de la practica en cuestión, las preguntas pueden ir referenciadas desde, artículos de la NOM-001-SEDE-2012, conexión de los equipos, diagramas unifilares, así como de las buenas técnicas que se deben realizar en cualquier instalación eléctrica.
- **Bibliografía:** Se presenta una serie de recomendaciones de libros, para que los alumnos puedan consultar y poder ampliar sus conocimientos acerca de los diferentes temas que se verán en cada una de las prácticas de instalaciones eléctricas.

#### Tiempo de realización

El tiempo necesario para realizar cada ejercicio o actividad de práctica varia en tiempo, estamos considerando que dichas actividades se realicen de una forma seguida con la incorporación de pocos elementos entre una actividad y otra, de manera que se puedan terminar varias actividades por clase.

#### Grupos

Las prácticas están pensadas para grupos de 1 a 2 personas por mesa o tableros de prácticas, y de 2 a 4 en las casetas de trabajo.

Un número mayor de alumnos, entorpecería el desarrollo normal de las mismas y fomenta a la inactividad por parte de alguno de los integrantes del grupo.

## Práctica # 1

### Conductores y Empalmes Eléctricos

#### Objetivo

El alumno conocerá las características de los conductores eléctricos que se emplean en una instalación eléctrica del tipo residencial y realizara diferentes tipos de empalmes eléctricos.

#### Material del Alumno

- Alicata universal
- Alicata de puntas redondas
- Alicata de corte.
- Cuchilla de electricista.
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

#### Introducción

Los conductores empleados para realizar una instalación eléctrica en baja tensión, principalmente son del tipo THW y THHW, aunque no son los únicos, al final de esta práctica se encuentra una tabla que explica el uso y el tipo de aislamiento de los principales conductores eléctricos existentes.

**THW** es la clasificación técnica de los conductores eléctricos que tienen un aislamiento termoplástico de PVC (Policloruro de vinilo), es resistente a la humedad, el calor y a la propagación de incendios. Su temperatura máxima de trabajo es de 75 °C en ambientes húmedos y de 90 °C en lugares secos.

**THHW** es la clasificación técnica de los conductores eléctricos que tiene un aislamiento termoplástico de PVC, resistente al calor, a la humedad, aceites y grasas. Su temperatura máxima de trabajo es de 60 °C en presencia de aceites, de 75 °C en ambientes húmedos y de 90 °C en lugares secos.

#### Tipos de conductores según su constitución física:

1.- El **alambre** consta de un solo hilo de cobre rígido. Estos tipos de conductores se adaptan fácilmente a los tubos de PVC que se emplean en las instalaciones eléctricas del tipo empotrado o visible.



El alambre rígido es más fuerte y de mayor consistencia que el cable y está cubierto por una capa aislante de cloruro de polivinilo (PVC). La capa aislante de este tipo de conductores puede tener diversos colores (verde, rojo, azul, amarillo, blanco y negro).

En viviendas que cuentan con puesta tierra, el alambre de tierra, bien puede ser desnudo o aislado siempre y cuando el aislamiento sea de color verde o verde con franjas amarillas, según lo marca el artículo 250-119, de la NOM-001-SEDE 2012.

2.- El **cable** consta de una serie de hilos conductores o alambres de baja sección transversal, lo que le otorga una gran flexibilidad de manejo.



## Aislamiento de los conductores

Entre los aislamientos más empleados para los conductores eléctricos podemos encontrar los siguientes:

- Aislamiento termoplástico (PVC).
- Aislamiento termofijo (EP o XLP).

La NOM-001-SEDE-2012, en su artículo 110-6 habla de la designación de los tamaños de los conductores.

En la **selección** de un conductor debe de tenerse en cuenta las características, siguientes: descripción, aplicación, propiedades, tensión máxima de operación y temperatura máxima de conducción.



### Ejemplo:

Las siguientes características son de un conductor aprobado por la normatividad vigente:

THW-LS/THHW-LS, 90°C 600V.

### Aplicaciones

El cable sirve en instalaciones en interiores y exteriores en casas habitación, lugares de concentración pública (edificios de oficinas, hospitales, bancos, hoteles, cines.) e industrias, etc.

### Propiedades

- Conductor eléctrico flexible que permite manejarlo, instalarlo y acomodarlo con mayor facilidad en canalizaciones, equipos y accesorios eléctricos.
- Resistente a la flama y a la propagación de incendio.
- Excelente resistencia a los efectos de la humedad, aun en condiciones críticas.
- Gran resistencia a aceites, grasas, calor y bajas temperaturas.
- Deslizante, facilitando la instalación y reduciendo el daño al mismo.
- Gran resistencia a la abrasión.

Tensión máxima de operación 600 V CA entre fases

Temperatura máxima de conductor

- En aceite: 60°C
- En ambiente húmedo: 75°C
- En ambiente seco: 90°C
- En sobrecarga: 105°C
- En cortocircuito: 150°C

La tabla 310-104 (a), de la NOM-001-SEDE-2012, clasifica a los aislamientos de los conductores eléctricos por medio de tipos, temperatura de funcionamiento, aislamiento, espesor del aislamiento y recubrimiento externo.

## Empalmes con Conductores Eléctricos

Los empalmes se realizan en **cajas de salida**, rectangulares u octagonales. Se debe garantizar que los alambres a empalmar estén bien unidos y ajustados entre sí, para no tener problemas de mala conexión o falso contacto, y estén cubiertos con suficiente cinta aislante o con algún otro medio de conexión que garantice su protección y continuidad.

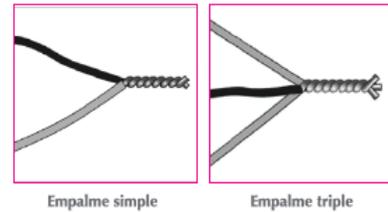
### Tipos de empalmes

Hay una gran variedad de empalmes, pero en esta práctica solo se trabajarán los siguientes: empalme **trenzado**, en **derivación**, y en **prolongación**.

#### a) Empalme trenzado o cola de rata

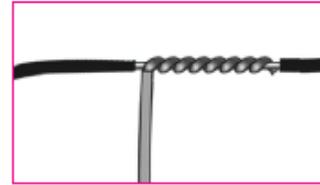
Se utiliza con mucha frecuencia por ser fácil y rápido de ejecutar. El empalme trenzado puede ser simple (dos cables) y trenzado triple (tres cables).

El inconveniente de emplear este tipo de empalme es que produce una unión con demasiado volumen, lo cual ocasiona frecuentemente un calentamiento al paso de la corriente eléctrica. En un empalme trenzado, por seguridad solo pueden unirse como máximo tres cables.



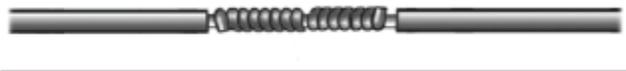
#### b) Empalme de Derivación

Se le conoce como empalme tipo **T** por tener la forma de esa letra. Se emplea principalmente para hacer derivaciones de conductores eléctricos en ángulos rectos. Se recomienda dar más de 6 vueltas al conductor que se va a derivar sobre el conductor principal.



#### c) Empalme de Prolongación

Se emplea cuando se requiere ampliar la longitud de un conductor eléctrico. También se le conoce como empalme **Wester Union**. Su característica principal es que por el poco volumen de unión de los conductores facilita el paso de la corriente eléctrica, no genera sobrecalentamientos en la unión si se realiza correctamente y solo se puede hacer entre dos conductores.



De acuerdo a la sección 110-14 (b), de la NOM-001-SEDE-2012, los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin.



## Desarrollo

### Actividad 1

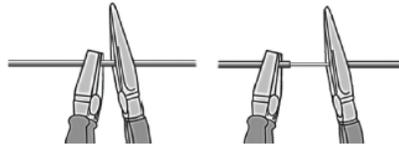
#### Empalme trenzado

##### Procedimiento

1. Corte dos pedazos de alambre rígido de 8 cm.



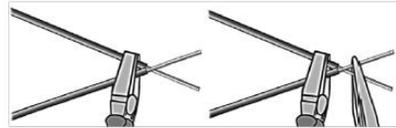
2. Pela unos 4 cm el aislante de los alambres a empalmar con los alicates (universal y punta o universal y corte) o con pinzas despuntadoras.



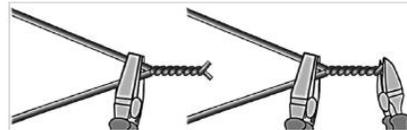
3. Coloca los dos alambres formando una "X"



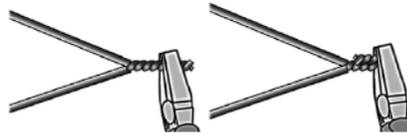
4. Sujeta los alambres con el alicate universal por la parte del aislante y con el alicate de punta procede a trenzar las puntas peladas hasta culminar.



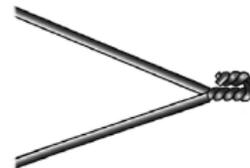
5. Una vez terminado de trenzar, iguala las puntas del trenzado con el alicate de corte.



6. Con el alicate universal dobla la mitad de la parte del trenzado formando una "U" cerrada.



7. Forra con cinta aislante toda la parte trenzada teniendo cuidado de cubrir todo el empalme.



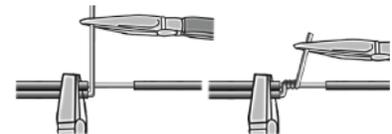
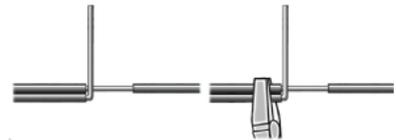
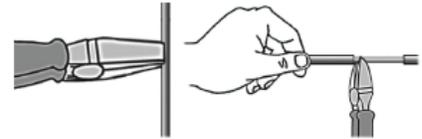
**Nota:** Cada empalme debe estar cubierto con suficiente cinta aislante para evitar cortocircuitos y fugas de corriente.

## Actividad 2

### Empalme con derivación

#### Procedimiento

1. Corta dos pedazos de 8 cm de alambre o cable No. 14.
2. Pela la **parte central** del primer cable aproximadamente 2 cm sin dañarlo. Con el alicate universal presiona la mitad del cable hasta pelar el aislante y completa la operación con el alicate de corte.
3. Pela una de las puntas del segundo cable aproximadamente 5 cm y dobla toda la punta pelada formando un Angulo de 90°.
4. Une los cables a empalmar y sujétalos bien por la parte aislante con el alicate universal.
5. Da vuelta a la punta del cable sobre eje del otro. Utiliza el alicate universal y el de punta.
6. Presiona con los alicates en forma firme y segura para obtener un buen empalme.
7. El empalme queda listo y debe ser forrado con cinta aislante para no producir cortocircuitos o fugas de corriente.



### Actividad 3

### Empalme de prolongación

#### Procedimiento

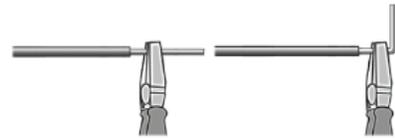
1. Con dos pedazos de 8 cm de cable del No. 14.



2. Pela 4 cm aproximadamente el aislante de los cables a empalmar. Utiliza los alicates (universal y punta o bien universal y corte).



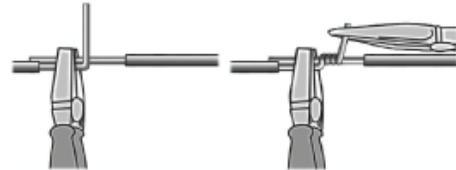
3. Presiona con el alicate universal uno de los dos cables en la zona pelada y doblada formando un ángulo de 90°.



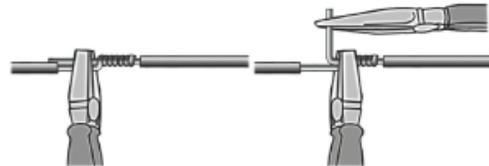
4. Une los dos cables a empalmar de tal forma que la punta doblada quede a la mitad del otro alambre formando una T invertida.



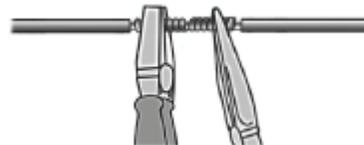
5. Da vueltas a la punta del alambre que sobresale sobre el eje del otro. Las vueltas deben quedar juntas. Utiliza el alicate universal y punta.



6. La punta del cable que queda pendiente se dobla hasta formar una T invertida.



7. Da vuelta la punta del cable que sobresale en sentido opuesto sobre el eje del otro hasta terminar.



8. Cubre con cinta aislante todo el empalme.



## Evaluación Teórica

### ¿Verdadero o Falso?

- 1.- Los elementos termofijos tiene como característica esencial que se ablandan por la acción de calor, y cuando baja la temperatura vuelven a ser sólidos y rígidos..... (V) o (F)
- 2.- Está permitido utilizar conductores de aluminio o de aleación de aluminio en tamaños nominales menores a  $13.3 \text{ mm}^2$ , (6 AWG) en una instalación eléctrica. .... (V) o (F)
- 3.- El PVC también se le conoce como Poliestireno de Vinilo. .... (V) o (F)
- 4.- Un elemento termoplástico es aquel que no reblandece ni fluye por acción del calor. ... (V) o (F)
- 5.- El conductor de puesta a tierra sirve para conectar un equipo o el circuito puesto a tierra de un sistema de alambrado al electrodo o electrodos de puesta a tierra..... (V) o (F)

### Contesta

1. Menciona cinco características que se deben considerar en la selección de un conductor eléctrico.
2. Menciona algunos tipos de conductores y cables aislados usados en lugares secos y húmedos en una instalación eléctrica.
3. Menciona las características que deben de cumplir los conductores y cables aislados usados en lugares mojados dentro de una IE.
4. Se tiene una carga instalada de 2500 W con un Factor de Potencia igual a 0.9 con alimentación monofásica ¿Qué calibre es el mínimo necesario para soportar esta demanda, tanto en cobre como su equivalente en aluminio?
5. ¿Cuál es la importancia del Blindaje en los conductores eléctrico?

**Nota:** Se recomienda leer los Artículos 310-10 (b), (c), (e) y 310-104 (b), de la NOM-001-SEDE-2012.

## Práctica # 2

### Equipos de uso general y protecciones

#### Objetivo

Identificar el equipo de uso en la acometida de la instalación así como el tipo y uso de los distintos tipos de protecciones.

#### Material del Alumno

- Alicata universal
- Alicata de puntas redondas
- Alicata de corte.
- Pela hilos.

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

#### Introducción

##### Interruptor general

Se le denomina interruptor general o principal al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la instalación, y que se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema de red suministradora.

Este interruptor debe ser de fácil acceso y operación, de tal forma que en casi de emergencia permita desenergizar la instalación rápidamente; debe proteger a toda la instalación y a su equipo, por lo que debe ser capaz de interrumpir las corrientes de cortocircuito que pudieran ocurrir en la instalación del consumidor.



Dependiendo del tipo de instalación, el interruptor general o principal puede ser alguno de los siguientes dispositivos: caja con cuchillas u fusibles, interruptor termo magnético, cortacircuitos o interruptor de potencia (en aire, al vacío, en algún gas o en aceite).

También se acostumbra llamarles interruptores generales a los que controlan toda la alimentación de un tablero, de un centro de control de motores, o de una zona de una instalación.

##### Interruptor derivado.

Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquellos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan a otros tableros.

Por ejemplo, una instalación residencial normalmente tiene el medidor conectado a un interruptor general de navajas (medio de desconexión) y fusibles (medio de protección). Del interruptor se alimenta a un tablero de donde se derivan, por lo general, dos circuitos a través de interruptores termomagnéticos, mejor conocidos en México con el nombre de breakers.



## Transformador

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes (o complejas) pueden necesitarse varios niveles de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones). Por otra parte pueden existir instalaciones cuyo voltaje sea el mismo que tiene la acometida y por lo tanto no requieran de transformador.

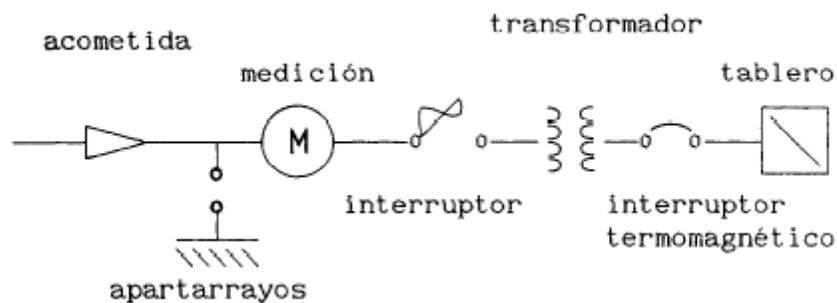


## Tableros

Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control: El tablero es un elemento auxiliar (en algunos casos obligatorio) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

### Tablero general

El tablero general es aquel que se coloca inmediatamente después del transformador y que contiene un interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de este se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados.



### Tableros de distribución o derivados.

Cada área de una instalación está normalmente alimentada por uno o varios tableros derivados. Estos tableros pueden tener un interruptor general, dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimente. Contienen una barra de cobre para el neutro y 1, 2 o 3 barras conectadas a las fases respectivas (directamente o a través del interruptor general).

Normalmente, a las barras de las fases se conectan interruptores termomagnéticos de 1, 2 o 3 polos, dependiendo del número de fases que se requieran para alimentar los circuitos derivados. Estos últimos a su vez alimentan: unidades de alumbrado, salidas para contactos o equipos especiales (que a su vez pueden estar provistos con dispositivos de arranque y protección)



## Arrancadores

Se conoce como arrancador al arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético de navajas (cuchillas) con fusibles, un contactor electromagnético y un relevador bimetalico. El contactor consiste básicamente de una bobina con un núcleo de hierro que cierra o abre un juego de contactos al energizar o desenergizar la bobina.

### ***Arrancadores directos o a plena tensión:***

Son todos los dispositivos que aplican al motor la tensión de línea plena, es decir efectúan el arranque directamente, a través de un contactor o guarda motor para la potencia y tensión requeridas. Normalmente se utiliza para máquinas de baja potencia, dependiendo del nivel de tensión presente, y del torque necesario para ponerse en marcha.



### ***Arrancadores a tensión reducida:***

Son aquellos que realizan el arranque del motor a menor tensión que la nominal, para luego librar la plena tensión, una vez superada la etapa de arranque. Se utilizan para máquinas de mayor potencia o con condiciones de arranque especiales, se aplica para motores normalmente arrancados con cargas importantes, grúas, mezcladores, trituradoras, etc.

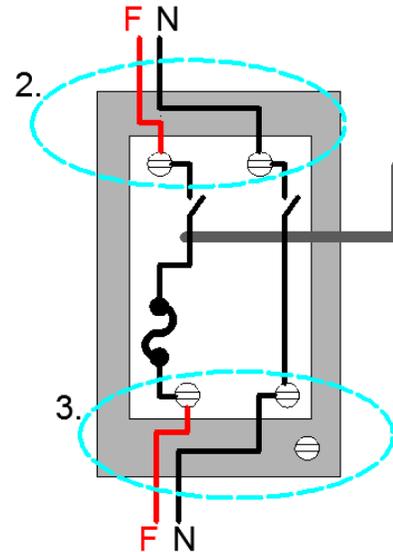


## Desarrollo

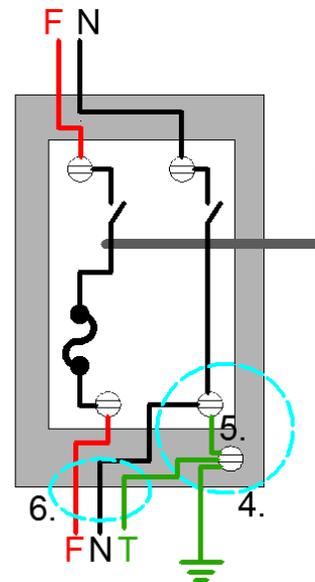
### Actividad 1

#### Conexión al tablero general

1. Identifica el tablero general y sus partes.
2. Conecta los cables de alimentación a un extremo del interruptor general que contenga el tablero.
3. Conecta los cables que llevarán la energía al tablero de distribución al otro extremo del interruptor general.



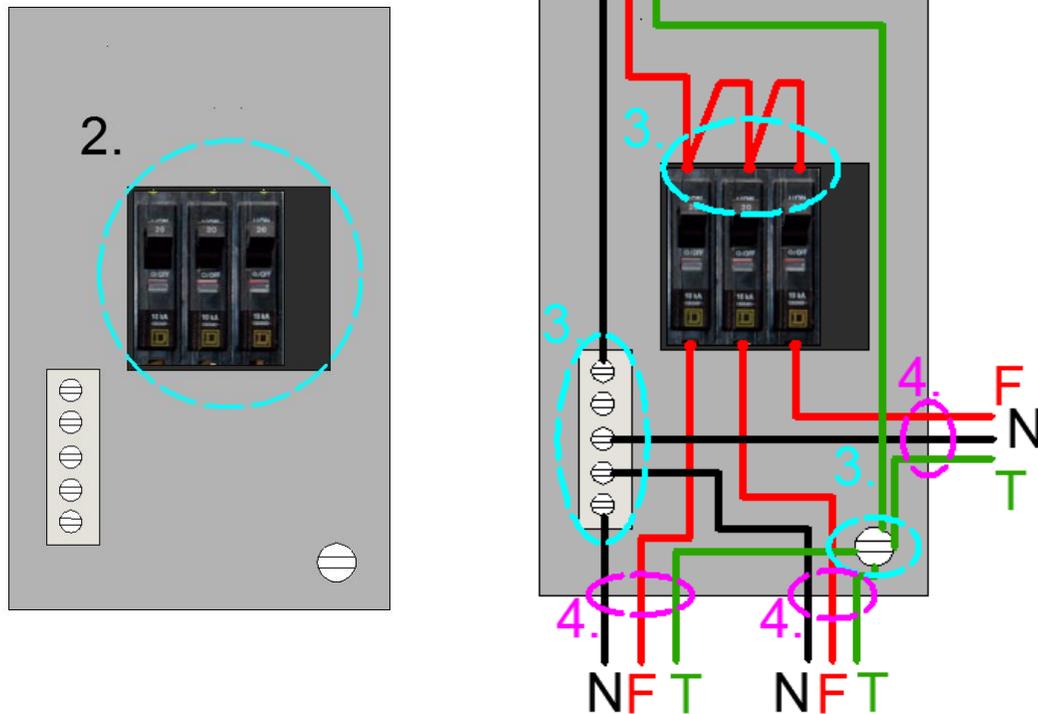
4. Conecta la caja del tablero al conductor del electrodo de puesta a tierra.
5. Realiza el puente de unión principal dentro del tablero (será el único lugar donde el neutro del sistema y el conductor de puesta a tierra se unirán)
6. Deriva los cables de fase, neutro y tierra que se conectarán al tablero de distribución.



## Actividad 2

### Conexión al tablero de distribución y termomagnéticos.

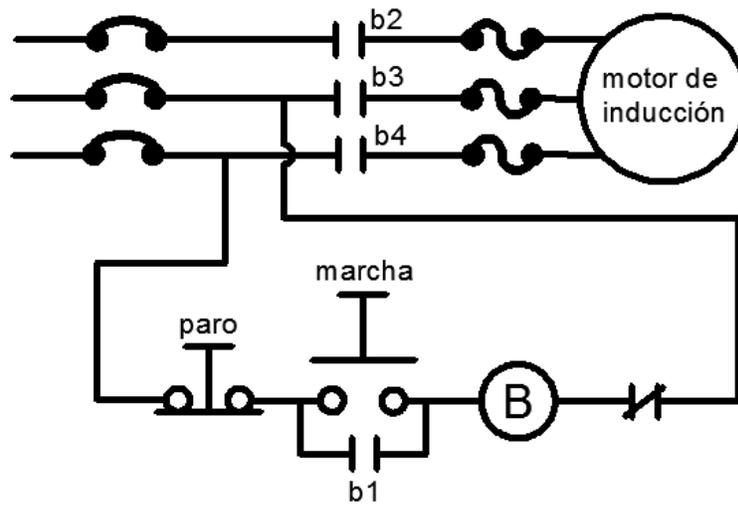
1. Identifica los diferentes tipos de protecciones termodinámicas así como sus partes y características.
2. Conecta al tablero de distribución las diferentes tipos de protecciones disponibles.
3. Conecta la alimentación al tablero de distribución, así como las barras de neutro y tierra correspondientes.
4. Deriva circuitos a partir de las protecciones conectadas en el tablero, recuerda que deben ir acompañadas de un neutro (en caso de ser necesario) y el conductor de puesta a tierra.



### Actividad 3

#### Arrancadores

1. Identifica las partes de un arrancador.
2. Discute las características de selección que deben considerarse en un arrancador.
3. Conecta el arrancador al tablero de derivación.
4. Realiza el alambrado del circuito básico de control de un arrancador.



## Evaluación teórica

### ¿Verdadero o Falso?

1. Para una instalación residencial que utiliza caja de fusibles, es necesario tener un par de fusibles (en fase, y neutro) que soporten cualquier tipo de falla. ....(V) o (F)
2. Se permite que el medio de desconexión principal sea solamente automático o electrónico, sin operación manual. ....(V) o (F)
3. La capacidad mínima del equipo de desconexión para cualquier instalación debe ser no menor a 15 amperes. ....(V) o (F)
4. El dispositivo de protección contra sobre corriente siempre debe instalarse entre el medio de desconexión principal y la carga que protege. ....(V) o (F)
5. Los dispositivos de sobre corriente deben estar colocados a una altura no mayor a 2 metros por encima del piso o de la plataforma de trabajo. ....(V) o (F)
6. Las capacidades de fusibles e interruptores permitidas son solo las que son solo las que hace mención la NOM-001-SEDE-2012 en el artículo 240-6. ....(V) o (F)
7. La NOM-001-SEDE-2012 permite conectar el conductor de puesta a tierra a un dispositivo de protección contra sobre corriente. ....(V) o (F)
8. Para los gabinetes, existe un espacio mínimo permitido entre la puerta de este y cualquier parte metálica viva. ....(V) o (F)
9. Los arrancadores se utilizan solo cuando es necesario reducir la corriente de arranque del motor. ....(V) o (F)
10. Un arrancador puede utilizarse sin tener un interruptor termo magnético conectado en serie con él. ....(V) o (F)

**Nota:** Se recomienda leer los Artículos 230, 240 312 y 404 de la NOM-001-SEDE-2012

## Práctica # 3

### Elementos básicos de una instalación eléctrica

#### Objetivo

El alumno identificará los tipos de accesorios en una instalación eléctrica, tales como cajas de conexión o chalupas, tapas, contactos, apagadores, conectores para tubería, etc.

#### Material del alumno

- Herramientas Eléctricas
- Segueta o Arco
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

#### Introducción

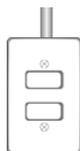
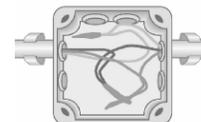
A continuación se mostrará las definiciones del material empleado en esta práctica:

**Cajas:** Son empleadas para instalar las salidas de alumbrado, tomacorrientes, interruptores, así como también puntos de empalme o derivación. Son fabricadas de formas cuadradas, rectangulares y redondas u octagonales, además de accesorios tales como suplementos y tapas para cada tipo de caja.



Las cajas octagonales son utilizadas para salidas de iluminación situadas en los techos, las cajas cuadradas y rectangulares son utilizadas principalmente en salidas de fuerza de la instalación eléctrica.

Las cajas no metálicas son de cloruro de polivinilo (PVC), se utilizan frecuentemente con tubos no metálicos y tienen la misma forma que los tipos de cajas metálicas más comunes.



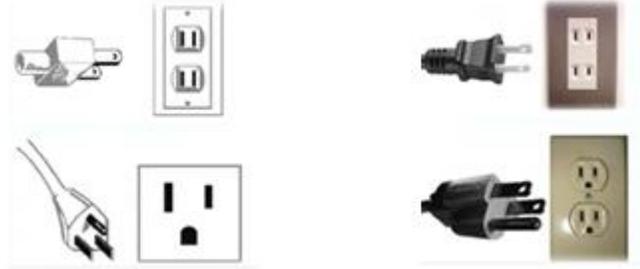
**Apagadores:** Son dispositivos de accionamiento manual capaces de energizar o desenergizar un circuito de iluminación o similar, pueden ser unipolares, bipolares o tripolares, conmutables o sencillos.

Los interruptores conmutables de tres vías dan la posibilidad de controlar el encendido de una lámpara desde dos puntos diferentes, son comúnmente empleados en escaleras y salas amplias.



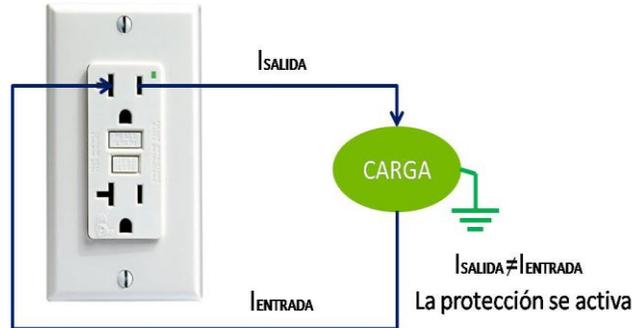
Adicionalmente existen interruptores conmutables de cuatro vías con los cuales es posible controlar una lámpara desde tres o más puntos.

**Contactos:** Dispositivos de contacto tipo hembra instalados en una salida (Caja) para que un equipo se conecte a él, los valores nominales y la disposición de los polos vienen especificados en su norma de fabricación. En instalaciones residenciales se emplean tomacorrientes sencillos, dobles, con salida de polo a tierra y los tipos de protección contra falla a tierra que se **exigen** en lugares húmedos como cocinas, patios y baños, la cual tiene como finalidad proteger a las personas de corrientes de falla a tierra (Electrocución).



**Nota:** La expresión de corrientes de falla a tierra se refiere a la corriente eléctrica que pasa a tierra de forma no intencional. Esta corriente es peligrosa cuando en su recorrido pasa por una persona. Si la corriente eléctrica hace una descarga a tierra a través de una persona, puede provocarle un grave shock eléctrico e incluso la muerte por electrocución.

Un tomacorrientes **GFCI** (interruptor de circuito accionado por corriente de pérdida a tierra) establece una diferencia entre la corriente eléctrica de la fase y el neutro del circuito, en condiciones normales esta diferencia deber ser cero; cuando se origina una **falla de puesta a tierra** se produce un desequilibrio de corriente y una diferencia de tan solo 5 mA puede originar el disparo del tomacorriente.



Un GFCI **NO** es un mecanismo para protección de sobrecargas. Tampoco puede proteger a una persona si toca ambos conductores o el conductor de alimentación de otro circuito secundario. Su única función es proteger contra choques causados por fallas entre el conductor de alimentación y tierra, que es la causa más común de choques eléctricos.

**Rosetas:** Las rosetas, también llamadas portalámparas o plafones son dispositivos cerámicos o plásticos que brindan soporte mecánico a una bombilla y continuidad eléctrica para que esta pueda alimentarse de un circuito dado.

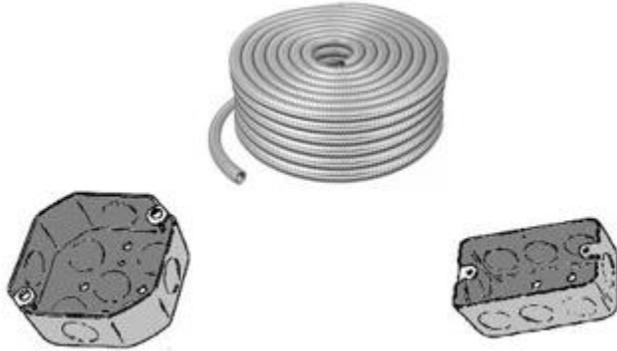


## Desarrollo

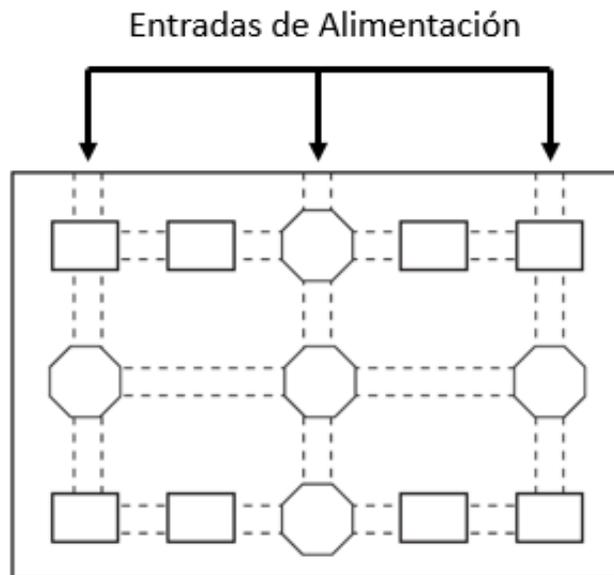
### Actividad 1

#### Instalación del Tablero de prácticas

En esta actividad instalaremos las cajas y tubos que se emplearan en las prácticas de instalaciones eléctricas, utilizaremos un tablero compuesto de 5 cajas octagonales y 8 cajas rectangulares, todas conectadas entre sí por tubos de PVC del tipo flexible, que permitirá realizar el cableado eléctrico.



En esta vista frontal del tablero, se puede apreciar la ubicación de las 5 cajas octagonales y las 8 cajas rectangulares. Las líneas entrecortadas representan los tubos de PVC en donde se podrá realizar el cableado.



**Nota:** Para la realización de las siguientes actividades de forma adecuada, se emplearan las cajas y tubos según el esquema simbólico indicado en cada actividad, dejando de lado las demás cajas y tubos que posee el tablero.

## Actividad 2

Instalación de una lámpara fluorescente compacta en roseta, accionada con un interruptor sencillo

Siga el siguiente esquema de conexiones para realizar el cableado del mismo, en los tableros de prácticas.

### ¿Por qué conectar así...?

Si por descuido o negligencia el interruptor está en la posición de cerrado entonces el conductor (R o Regreso) que va a dar al punto central del socket estará energizado, aunque es el punto más lejano del portalámparas de cualquier manera significa un riesgo. Por otra parte el casquillo del socket está conectado al neutro lo cual garantiza un poco más de seguridad. Si el interruptor está en posición "abierto" esta conexión es completamente segura para el usuario en cualquier momento a la hora de cambiar un foco

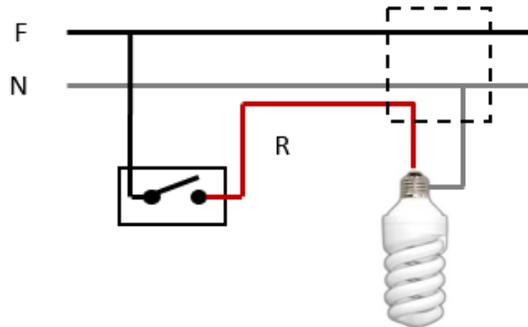


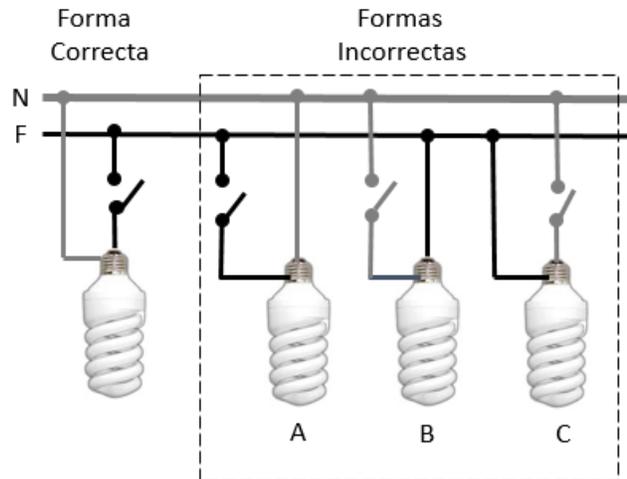
Diagrama de Conexiones

### Otras conexiones de las lámparas...

**A.-** En el Casquillo hay tensión cuando el interruptor está cerrado.

**B.-** En la terminal central hay tensión con interruptor abierto.

**C.-** En el casquillo siempre hay tensión.



De cualquier modo que se conecten el apagador y el socket funcionara bien el circuito, solo que hacerlo correctamente eliminara riesgos y hará que las instalaciones sean más seguras.

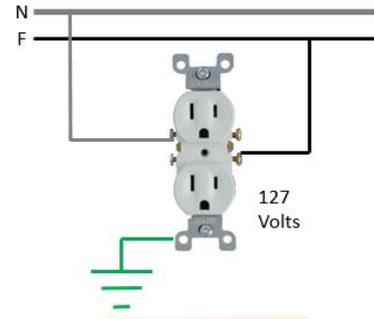
### Actividad 3

#### Instalación de una toma de corriente sencillo

Siga el siguiente esquema de conexiones para realizar el empotrado del mismo. En el tablero de prácticas; Conecta cada conductor a cada uno de los tornillos del contacto como se indica en la figura.

#### Detalle de las conexión de los contactos...

En los contactos el cable de la fase va conectado de lado de la terminal más pequeña, mientras que la terminal más grande es donde se coloca el cable del neutro. **No olvides** conectar a tierra las partes metálicas del contacto, así como las cajas metálicas.



#### Carga permisible en Contactos

Los contactos comunes pueden tener conectados a ellos aparatos que no sobrepasen 15 o 20 Amperes. Un contacto no debe alimentar una carga total conectada con cordón y clavija que exceda el máximo especificado en la Tabla 210-21(b) (2) de la NOM-001-SEDE-2012.

#### Carga máxima conectada a un contacto por medio de un cordón y clavija

Capacidad nominal del circuito	Capacidad nominal del contacto	Carga máxima
Amperes		
15 o 20	15	12
20	20	16
30	30	24

Para saber cuántos Amperes circulan por un aparato puedes verificarlo en sus datos de placa. Si no encuentras el dato, puedes determinarlo con suficiente aproximación utilizando la fórmula siguiente, también conocida como Ley de Watt.

$$I = \frac{P}{V}$$

Si el aparato no tiene impresa la corriente que circula por él (cosa común) debe tener escrita la potencia eléctrica que requiere (cosa común).

Por ejemplo, se desea conectar una plancha eléctrica a un contacto y se requiere saber cuál es la corriente que circulará por ella sabiendo que la plancha tiene en sus datos impresos una potencia de 1,400 Watts ¿Es apropiado conectarla a un contacto común?

Utilizando la ley de Watt...

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1400}{127} = 11[A]$$

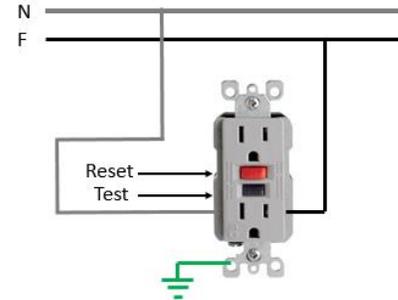
Si es apropiado ya que no excede la carga máxima permisible para un contacto de 15 [A]. Lo que NO es correcto es conectar la plancha y otros aparatos que consuman entre todos más allá de los 1500 Watts al mismo contacto.

#### Actividad 4

### Instalación y prueba de un tomacorriente GFCI

Siga el siguiente esquema de conexiones para realizar el empotrado del mismo. En el tablero de prácticas; Conecta cada conductor a cada uno de los tornillos del contacto como se indica en la figura.

**Nota:** Considere únicamente los cables de línea para el funcionamiento del GFCI.



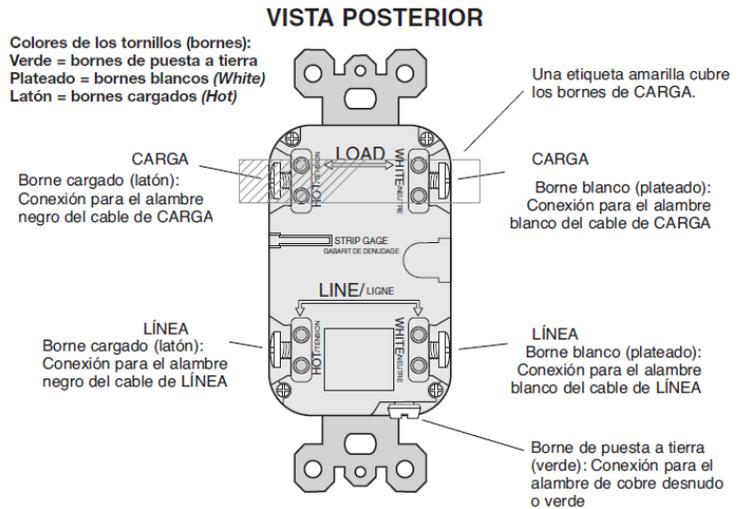
#### Detalle de las conexiones...

Cable de **LÍNEA**: Conduce la corriente desde el centro de carga (o caja de fusibles) al GFCI. Si sólo hay un cable que entra a la caja eléctrica, es el cable de LÍNEA. Este cable sólo debe conectarse a los bornes de LÍNEA del GFCI.

Cable de **CARGA**: Conduce la corriente desde el GFCI a otro tomacorriente/salida en el circuito. Este cable sólo debe conectarse a los bornes de CARGA del GFCI. Los bornes de CARGA situados debajo de la etiqueta amarilla.

#### Ejemplo:

**A:** Solo el cable de línea entra a la caja



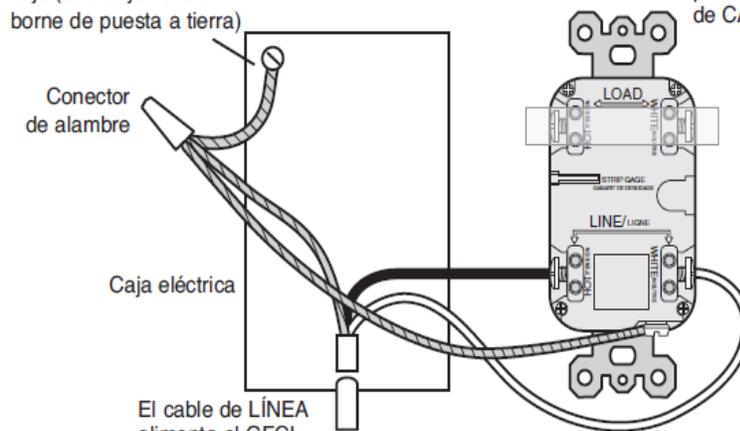
Conexión de tierra a la caja (si la caja tiene un borne de puesta a tierra)

Conector de alambre

Caja eléctrica

El cable de LÍNEA alimenta el GFCI

La etiqueta amarilla continúa colocada para cubrir los bornes de CARGA

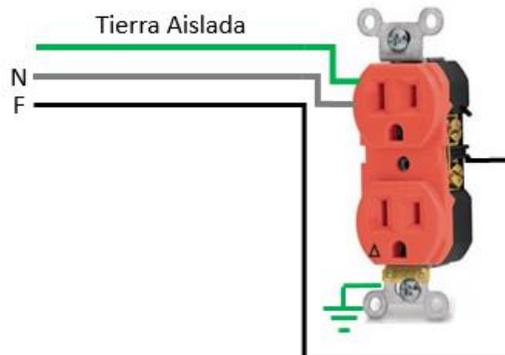




## Actividad 5

### Instalación de un tomacorriente de tierra aislada

Siga el siguiente esquema de conexiones para realizar el empotrado del mismo. En el tablero de prácticas; Conecta cada conductor a cada uno de los tornillos del contacto como se indica en la figura.



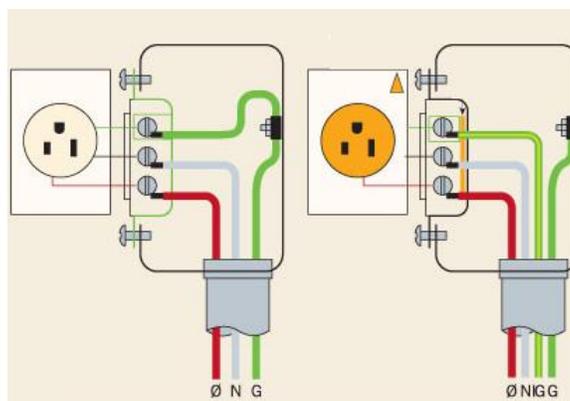
**Nota:** Los contactos de tierra aislada deben estar identificados con un triángulo anaranjado ubicado en la parte frontal del contacto.

#### Detalle de las conexiones...

Un **contacto aislado**, como se establece en el artículo 250-146 (d), de la NOM-001-SEDE-2012, indica que el conductor de puesta a tierra de un equipo aislado (**jamás desnudo**) que va desde el **punto de unión del sistema** de la instalación hacia el equipo, sin tocar eléctricamente tubos ni gabinetes de tableros ni nada que este en contacto eléctrico con el edificio, se une solo en la terminal del conductor de puesta a tierra de la acometida.

*¿Para qué sirve un Contacto aislado?*

Se instalan principalmente para reducir el ruido eléctrico (interferencia electromagnética), y proteger aparatos electrónicos sensibles a estos daños.



Diferencias entre un contacto sencillo y tierra aislada

**NOTA:** El uso de un conductor aislado de puesta a tierra de equipos no **exime** el requisito de la puesta a tierra del sistema de canalización y de la caja de salida.

## Evaluación Teórica

### ¿Verdadero o Falso?

- 1.- Un contacto del tipo puesta a tierra tendrá como polo de tierra un tornillo o tuerca de color verde con cabeza hexagonal que no se podrá remover fácilmente..... (V) o (F)
- 2.- Se permite la instalación de contactos, conectados a conductores de aluminio. .... (V) o (F)
- 3.- Un GFCI sirve para la reducción de ruido eléctrico..... (V) o (F)
- 4.- Un contacto eléctrico debe incluir el nombre o identificación del fabricante y los valores nominales de corriente y tensión..... (V) o (F)
- 5.- Todas las cajas metálicas deben estar puestas a tierra..... (V) o (F)
- 6.- No se deben unir cajas no metálicas con canalizaciones no metálica..... (V) o (F)
- 7.- Un contacto debe tener un diseño que permita el intercambio de componentes con equipos de diferentes tensiones, frecuencias o tipos de corriente.....(V) o (F)
- 8.- Una abrazadera se utiliza como soporte, para canalizaciones tubulares..... (V) o (F)
- 9.- Un tomacorriente GFCI protege contra las sobrecargas de circuitos, los cortocircuitos o los electrochoques..... (V) o (F)
- 10.- No se deben instalar los tomacorrientes GFCI en un circuito que suministre electricidad a equipo de sustentación de vida..... (V) o (F)

**Nota:** Se recomienda leer los Artículos 314-3, 314-4, 314-23, 406-3 (c), (f) y 406-10 (b) (1) de la NOM-001-SEDE-2012.

## Práctica # 4

### Conexiones Eléctricas

#### Objetivo

El alumno conocerá e implementará en los tableros de prácticas los principales diagramas de conexión, utilizados en las instalaciones eléctricas del tipo residencial.

#### Material del alumno

- Herramientas eléctricas
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

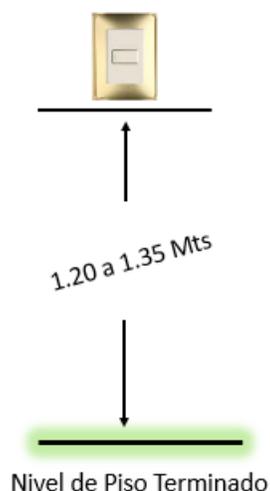
#### Introducción

La correcta conexión de los materiales utilizados en una instalación eléctrica determinará en gran medida el correcto funcionamiento de los equipos eléctricos conectados a dicha instalación.

Algunas de las conexiones más utilizadas en las instalaciones del tipo residencial son: lámparas en paralelo, apagadores de tres y cuatro vías, contactos eléctricos, o alguna combinación de los dichos anteriormente, conocer su funcionamiento y su correcta conexión, son de gran importancia para cumplir con los estándares de seguridad necesarios en cualquier instalación eléctrica.

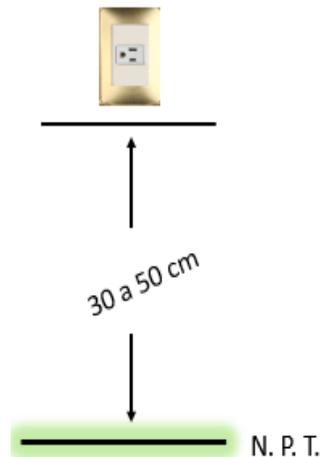
#### Altura de apagadores y cajas de contactos

Por comodidad la altura de los apagadores se ha establecido entre 1.20 y 1.35 m. Sobre el nivel del piso terminado.



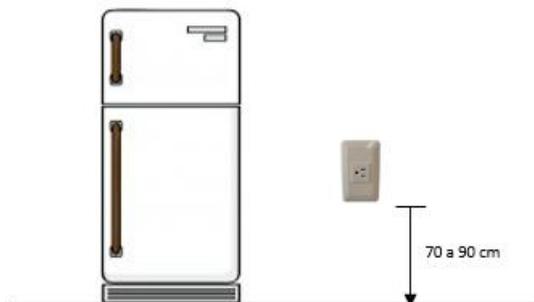
La altura de cajas de conexión en las que se deben instalar solo contactos, está sujeta a las características de las áreas o lugares en la instalación, es así que se tiene tres alturas promedio, con respecto al nivel del piso.

1. En áreas o lugares secos, como salas, comedores, recamaras, pasillos, oficinas, salas de televisión y lugares similares, la altura de los contactos deber ser entre 30 y 50 cm. Con respecto al nivel del piso.



2. En áreas o lugares húmedos:

- a) Baños: Se deben instalar apagadores y contactos en la **misma altura** y de ser posible en la misma caja.
- b) Cocina: En casa-habitación o residencia en general es aconsejable instalar los contactos en dos diferentes alturas, con respecto al nivel de piso.
  - Contactos a la misma altura que los apagadores, para prestar servicio a múltiples **aparatos eléctricos portátiles** tales como licuadoras, extractores, batidoras, tostadoras, etc.
  - Otros contactos deben localizarse aproximadamente entre 70 y 90 cm. Con respecto al nivel de piso, altura que se considera ideal para ocultar la extensión de **aparatos eléctricos fijos** como refrigerador, horno de microondas, estufas, etc.



## Desarrollo

Para ejemplificar al máximo los diagramas de conexión de lámparas, apagadores y contactos, se indicaran algunas de las combinaciones más comunes en 127 Volts, (también conocido en la normatividad como voltaje de 110 Volts).

Cabe mencionar que por facilidad en el alambrado se cambiaron los símbolos de apagadores y contactos, sin olvidar que los usuales son los indicados en la tabla final de esta práctica.

### Actividad 1

Conexión de una lámpara controlada con un apagador simple y contacto en la misma caja

Monte el siguiente circuito dentro del tablero de prácticas.

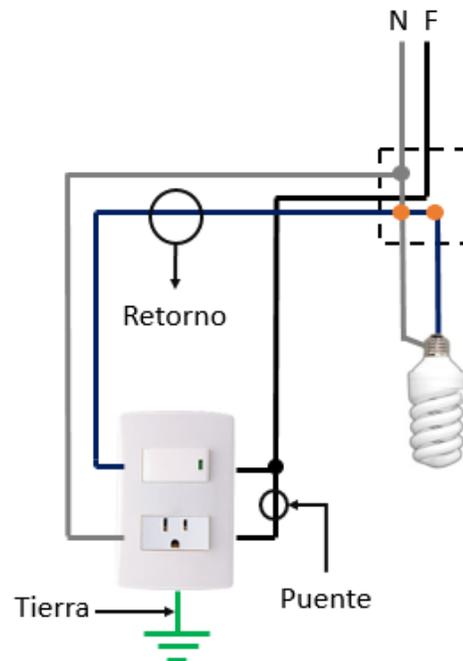
### Detalle de las conexiones...

*Fase:* Conductor que alimenta de electricidad a la instalación.

*Neutro:* Conductor que permite completar y/o “cerrar” un circuito

*Puente:* Cada que “bajamos” la Fase a una caja de conexiones (o chalupa), si se requiere también otro dispositivo colocado en el mismo lugar, ya sea otro apagador o un contacto, lo que suele hacer es “puentearla” para ahorrar conductor. Si no lo hiciéramos así se tendría que “bajar” dos conductores de Fase. En ambos casos la conexión funciona perfectamente, solo que desde el punto de vista económico es más barato hacer un puente entre los dos dispositivos.

*Retorno:* Este conductor permite “completar” el circuito al conectarse a uno de los tornillos del socket (portalámparas).



**Nota:** Si se requiere conectar más lámparas en paralelo controladas todas con el mismo apagador, simplemente se añaden dos conductores, en los puntos indicados en color naranja en el diagrama mostrado. Las otras puntas de ambos conductores por razones lógicas se unen a los tornillos del socket de la (las) lámpara (s) adicional (es).

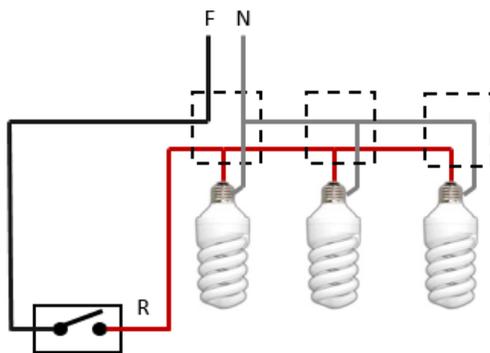
## Conexión en paralelo

¿Cómo se realiza la conexión en paralelo?

Una vez detectada la fase y el neutro en la instalación, se debe conectar la fase directamente a una terminal (tornillo) del apagador sencillo, mientras que el conductor de **retorno (R)**, se conecta del apagador a la terminal central del socket de la lámpara y se cierra el circuito con el neutro, colocándolo en la terminal del casquillo del socket. Para agregar otras lámparas, simplemente se “prolonga otro conductor” por medio de un amarre o empalme al conductor de regreso, que viene desde el apagador al socket de la lámpara y se vuelve a cerrar el circuito con el neutro, y así sucesivamente.

### Actividad 2

Monte el siguiente circuito en el tablero de prácticas y realice sus mediciones.



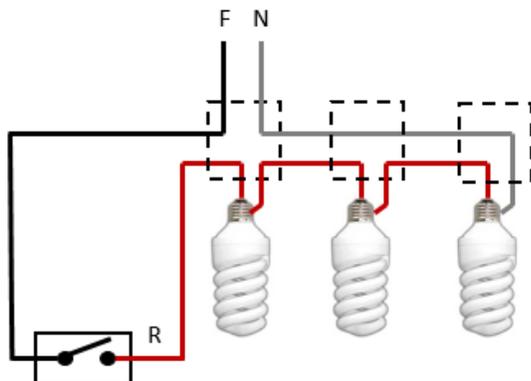
	Voltaje [Volts]	Corriente [Amper]
Foco 1		
Foco 2		
Foco 3		

## Conexión en serie

La conexión en serie es “entrada conectada a la salida”, y luego “salida conectada a la entrada” y así sucesivamente. Este tipo de “acomodo” es útil conocerlo ya que hay varios lugares en donde se utiliza.

### Actividad 3

Monte el siguiente circuito en el tablero de prácticas y realice sus mediciones.



	Voltaje [Volts]	Corriente [Amper]
Foco 1		
Foco 2		
Foco 3		

Discutan \*¿Cuál es la diferencia entre ambas conexiones?

## Métodos de: “puentes” y “corto circuito” para controlar lámparas desde dos lugares.

Los métodos de puentes y/o de corto circuito se utilizan para conectar lámparas en escaleras, recámaras, pasillos y todos aquellos lugares en donde se requiera controlar una (o más) lámpara(s) desde dos lugares.

### Método de puentes

#### Actividad 4

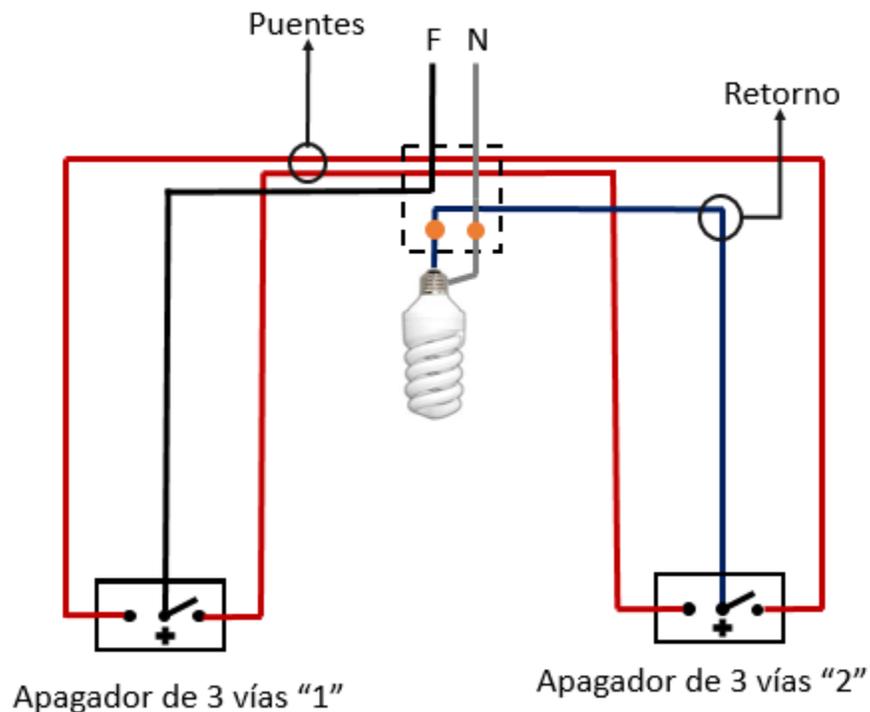
Monte el siguiente circuito dentro del tablero de prácticas.

#### Detalle de las conexiones...

1. En los extremos de los apagadores de 3 vías se conectan los puentes de color rojo.
2. La fase de color negro se conecta en la terminal central de un apagador de 3 vías
3. En la terminal central del otro apagador de 3 vías se conecta el retorno de color azul.
4. En la roseta se conecta el retorno en la parte central del socket y en la parte exterior (casquillo) se conecta el cable del neutro.

#### Ventajas de este método...

1. **Seguridad** en la instalación eléctrica, ya que el método de corto-circuito es considerado como peligroso por su forma de conexión.



**Nota:** Si se necesitan conectar más lámparas se derivan cables de los dos puntos naranjas que se muestran en el diagrama y se conectan en los demás portalámparas (sockets).

## Método de corto-circuito

### Actividad 5

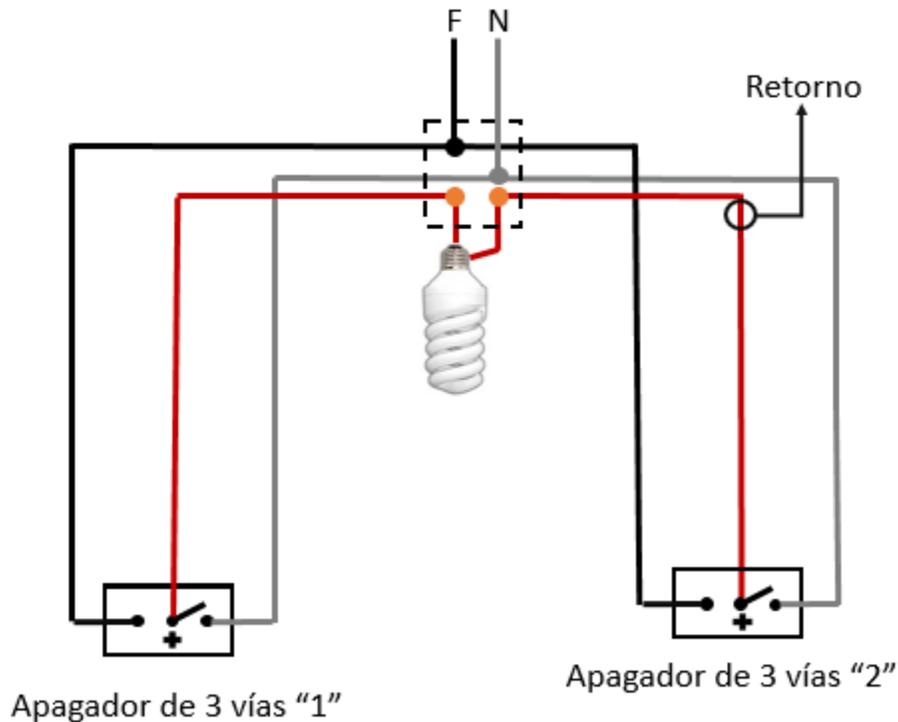
Monte el siguiente circuito dentro del tablero de prácticas.

#### Detalle de las conexiones...

1. En cada uno de los apagadores de 3 vías, estarán conectados la fase en un extremo y neutro en el otro extremo. Es de suma **importancia** respetar este orden ya que si no hiciese se provocaría un cortocircuito; de ahí el nombre de este método.
2. En la terminal central de ambos apagadores de 3 vías se conectarán los retornos de color rojo y posteriormente se conectará en la roseta.

#### Ventajas de este método...

1. Si se desea conectar un contacto dentro de la misma chalupa, simplemente se puentea la fase y el neutro al contacto, por lo que se ahorra cable, "economía".



**Nota:** Si se necesitan conectar más lámparas se derivan cables de los dos puntos naranjas que se muestran en el diagrama y se conectan en los demás portalámparas (sockets).

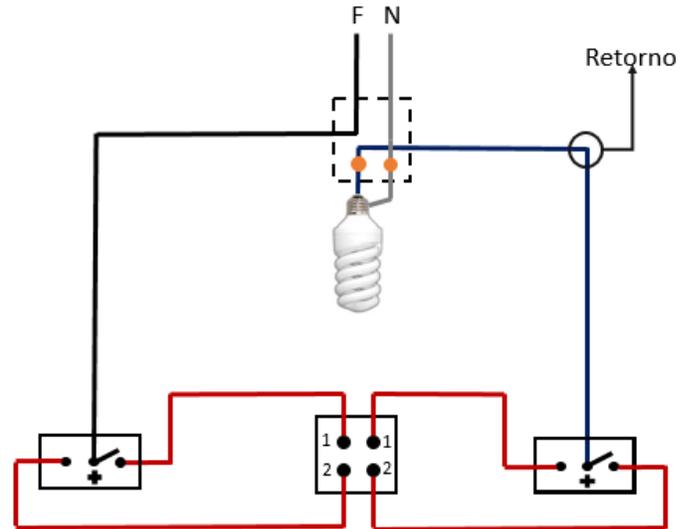
## Instalación de una lámpara controlada desde 3 lugares

### Actividad 6

Para realizar una conexión de este tipo se necesitan dos apagadores de escalera (tres vías) y uno de cuatro vías (o de paso).

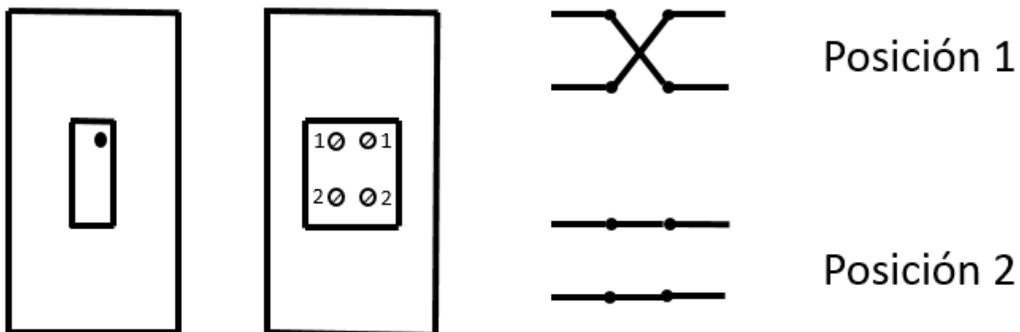
La conexión se realiza como se muestra en la figura:

En el diagrama se puede observar que utilizar apagadores de 4 vías es bastante sencillo, es como si se "cortara" los dos conductores "puentes" entre los apagadores de escalera, con lo cual evidentemente se tendrán cuatro puntas, mismas que conectamos en los 4 tornillos del apagador de 4 vías.



Puede darse el caso de que se requiera controlar una o más lámparas desde cuatro o cinco lugares (cosa rara), en tal situación solo se insertan más apagadores de cuatro vías en los conductores que sirven como "puente" entre los apagadores de "escalera", siguiendo el procedimiento mostrado en el diagrama de esta actividad.

### Detalle de conexión (apagador de cuatro vías)...



## Evaluación teórica

Relacione los siguientes enunciados con sus respectivas respuestas.

- ( ) Sirve para conectar conductores de manera que la corriente eléctrica puede circular de uno a otro, o bien para discontinuar el flujo de esta corriente.
- ( ) Si por alguna razón se retira cualquier lámpara de su base o se quema, se interrumpe la circulación de la corriente.
- ( ) Cuando una lámpara se funde o se retira, la corriente en cada una de las demás lámparas se conserva de forma independiente.
- ( ) Componente diseñado para acomodar una clavija y entregar potencia a algún componente eléctrico y/o aparato.
- ( ) Son los conectores macho en los que insertamos enchufes de electrodomésticos o receptáculos.
- ( ) Es un dispositivo formado por dos elementos, la clavija y la toma de corriente.
- ( ) Generalmente se sitúan en la pared, ya sea colocado de forma superficial o empotrado en la pared montado en una caja
- ( ) Se usan principalmente para controlar lámparas desde dos puntos distintos.
- ( ) Tienen diversas formas, pero las más empleadas son las de rosca Edison y bayoneta.
- ( ) Es un tipo de lámpara que aprovecha la tecnología de los tradicionales tubos fluorescentes.

## Respuestas

1. Contacto Eléctrico
2. Enchufe
3. Conexión en Paralelo
4. Apagador
5. Conexión en Serie
6. Apagador de tres vías
7. Toma corriente
8. Clavija
9. Lámpara fluorescente compacta
10. Portalámparas

## Práctica # 5

### Acometida Eléctrica

#### Objetivo

El alumno conocerá las especificaciones técnicas y de materiales necesarios para la conexión y suministro de energía eléctrica para uso doméstico o residencial.

#### Material del alumno

- Herramientas Eléctricas
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes dieléctricos
- Lentes de seguridad

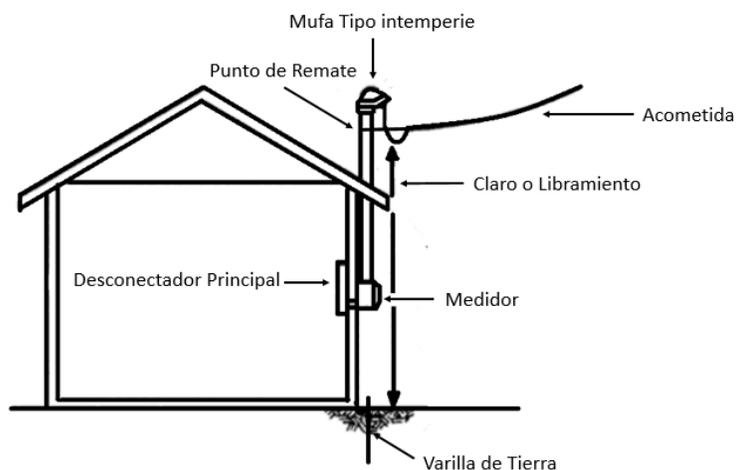
#### Introducción

El servicio eléctrico es muy importante debido a que suministra potencia a todos los alimentadores y circuitos derivados dentro de una IE. Los elementos básicos que constituyen un servicio de alimentación eléctrica son:

**Acometida Eléctrica:** Conductores eléctricos que conectan la red de distribución del suministrador, al punto de recepción del suministro en la instalación del inmueble a servir

**Servicio de Entrada:** Son todos los componentes entre el punto de terminación de la acometida área o subterránea, incluyendo el medidor de la compañía suministradora.

**Punto de remate:** Por norma debe haber un punto de remate en la instalación, para la acometida de la compañía suministradora. Este punto de remate, en la caso del tipo residencial, no debe estar a una altura inferior de 3.00 m. sobre el nivel del suelo acabado.



Es importante recordar que la preparación para recibir el medidor debe ubicarse al límite exterior frontal de la propiedad.

## Para contratar

La siguiente lista son una serie de consideraciones que la empresa suministradora solicita al usuario, que quiera solicitar el servicio eléctrico.

- Cables de energía eléctrica en la calle del domicilio.
- El poste más cercano a no más de 35 metros del lugar donde se instalará el medidor.
- La instalación eléctrica interna del domicilio deberá estar terminada.
- En el exterior del domicilio se habrá colocado la instalación para recibir el cable de acometida y la base o tablero para el medidor.
- Selecciona el diagrama de instalación, de acuerdo a tus necesidades, considerando el tipo de red eléctrica en la localidad.

Para los servicios e la red eléctrica, tendremos los siguientes sistemas de acuerdo a la capacidad eléctrica de la instalación:

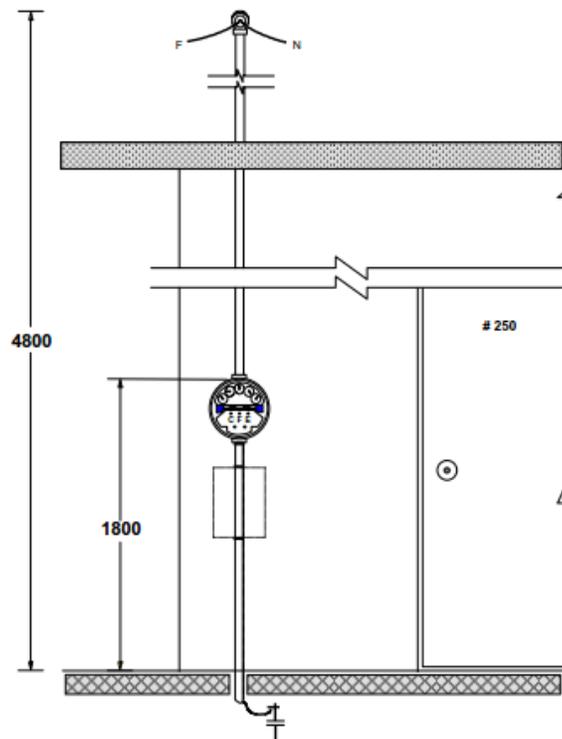
- Monofásico
- Bifásico
- Trifásico

## Alturas y Distancias

1.- La preparación para recibir la acometida debe estar al límite de propiedad, empotrada o sobrepuesta para evitar que la acometida cruce otro terreno o construcción.

2.- La altura de la mufa para recibir la acometida es de 4.8 ms.

3.- El interruptor estará a una distancia No mayor a 50 cm. del medidor.



## Desarrollo

### Actividades

La actividad a realizar es el montaje del servicio eléctrico en una instalación monofásica.

### Equipo de Acometida

Material requerido por el usuario para el suministro de energía eléctrica

1. Mufa 1 1/4" tipo intemperie (31.75 mm).
2. Tubo conductor de 1/2" (13 mm), sin cople.
3. Cables de cobre THW No. 8 AWG, color blanco y negro.
4. Base socket de 4 terminales de 100 amperes.
5. Cable desnudo de cobre, mínimo de 8 AWG.
6. Reducción Bushing de 1 1/4" a 1/2".
7. Tubo conduit galvanizado de pared delgada de 1/2" (13 mm).
8. Varilla Cooper-Weld o de hierro galvanizado de 3/4" (19 mm) y 1.5 m de longitud, para una resistencia máxima de 25 [Ohm].
9. Conector para varilla de tierra.
10. Interruptor general tipo fusible o termomagnético, colocado a una distancia máxima de 50 cm.

Material instalado por CFE

11. Medidor tipo enchufe de 15 amperes, 1 fase, 2 hilos (127 Volts), para servicio monofásico.
12. Arco para base enchufe de acero inoxidable.
13. Sello de plástico.



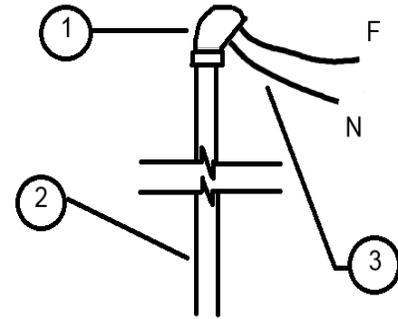
La preparación de la acometida, deberá ser alambrada como se muestra en los siguientes pasos y con sus respectivas recomendaciones:

### Paso 1

Conecte el tubo conductor de 1/2" (13 mm) con la mufa, posteriormente introduzca los cables de la acometida dentro de la mufa de 1 1/4" tipo intemperie (31.75 mm);

Una el tubo conductor con el socket de cuatro terminales.

**Nota:** No se deben instalar conductores ni cajas de registro en la trayectoria del tubo conduit entre la mufa y la base socket.

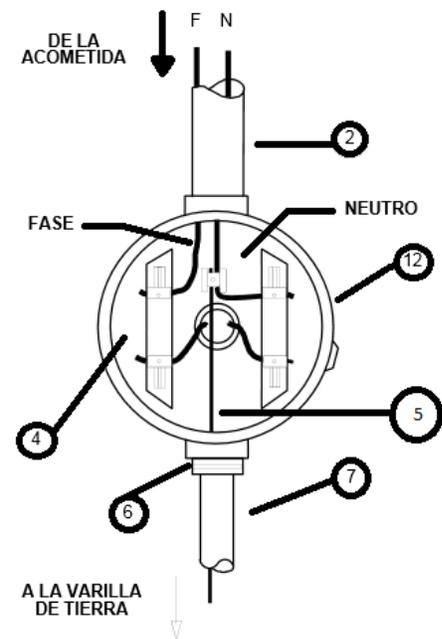


### Paso 2

Conecte los cables de la acometida dentro del socket de cuatro terminales como se muestra en la figura siguiente, utilizar el cable de cobre THW No. 8 AWG, preferentemente la fase en color negro y el neutro en color blanco.

La capacidad de las bases que se utilicen debe estar de acuerdo con la carga por alimentar, teniendo los siguientes límites:

- 50 kilowatts para 7 terminales, 200 amperes
- 25 kilowatts para 7 terminales, 100 amperes
- 25 kilowatts para 4 o 5 terminales, 200 amperes
- 10 kilowatts para 4 o 5 terminales, 100 amperes
- 5 kilowatts para 4 o 5 terminales, 100 amperes



Las bases que se instalen para recibir el medidor deben estar certificadas por los Laboratorios de Equipos y Materiales (**LAPEM**); se recomienda a comerciantes de material eléctrico consultar a CFE sobre las marcas y tipos aprobados. Servicios con acometida aérea pueden instalar bases rectangulares. Las bases rectangulares deben ser con tapas tipo aro. Los fraccionamientos cubrirán a CFE el costo de los aros de las bases que instalen, los cuales deben de ser de seguridad con cierre de candado, para el sellado de los servicios.

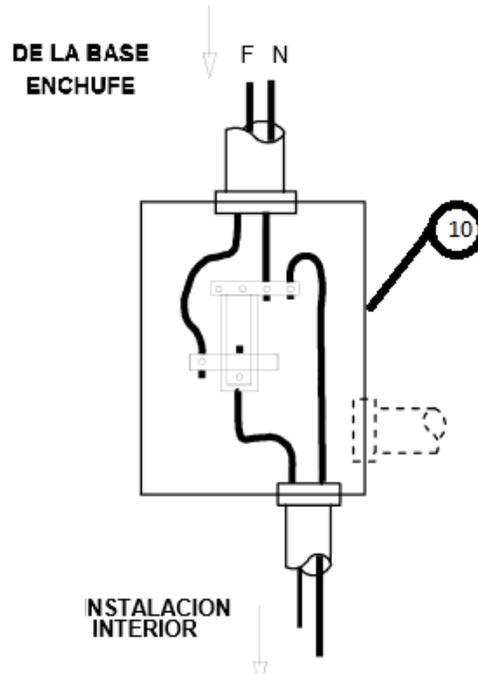
### Altura del medidor

El medidor quedará a una altura de 1,6 m desde el nivel del piso terminado enfrente del medidor, con una tolerancia de 200 mm arriba o abajo. En redes subterráneas, puede quedar en un murete o pedestal a una altura de 1,3 m con tolerancia también de 200 mm.

### Paso 3

En este paso conectaremos la caja de fusibles como se muestra en la siguiente figura. Este paso resultara familiar ya que se realizó en la Práctica # 2 de este manual.

El medio de desconexión principal puede ser también un interruptor termomagnético de capacidad adecuada a la carga total del servicio, con una caja a prueba de lluvia (**NEMA 3R**) si se instala al exterior, o caja normal (**NEMA 1**) si se instala protegido de la intemperie. Debe ubicarse lo más cerca posible al medidor, preferentemente junto a éste, puede instalarse detrás de la base del medidor, o bien, por razones de espacio puede instalarse en el interior del domicilio a una distancia no mayor de 50 cm.

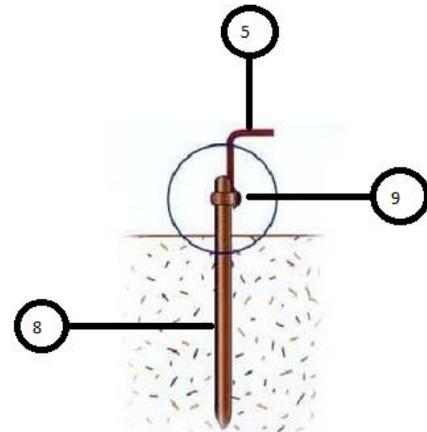


**Nota:** No olvide seleccionar correctamente la capacidad interruptiva del fusible y/o termomagnético de acuerdo con la capacidad eléctrica de la instalación.

### Paso 4

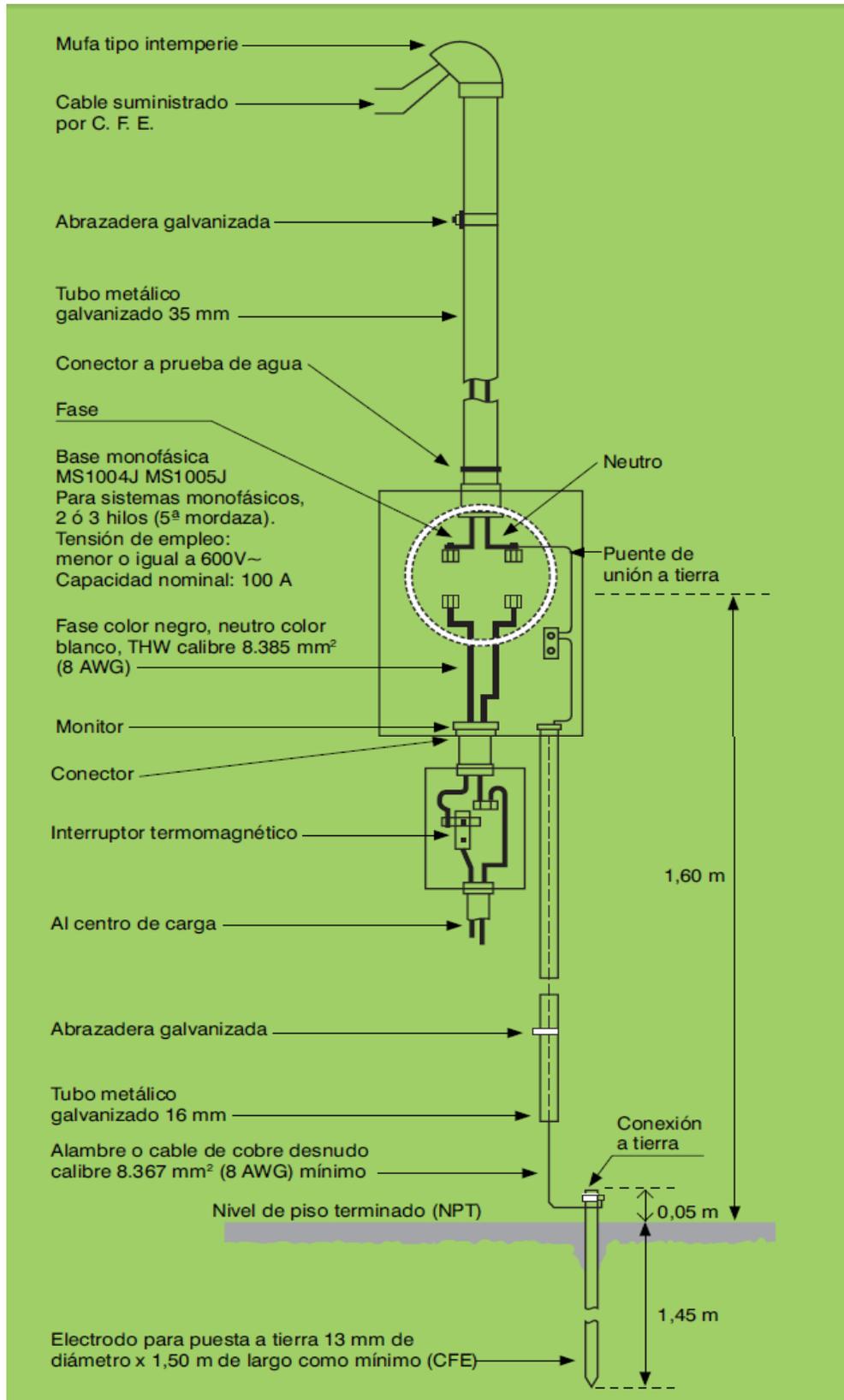
Como último paso, y por razones de seguridad, debe conectarse sólidamente a tierra al neutro de la línea de alimentación al llegar a la base del medidor.

Esta conexión debe hacerse mediante conductor de cobre de  $8.367 \text{ mm}^2$  de sección transversal (calibre No. 8 AWG) como mínimo, hasta un electrodo o varilla de puesta a tierra tipo copperweld de longitud mínima de 1,5 ms. y conector tipo soldable o de tornillo (conector de cobre y tornillo de bronce), según especificaciones de CFE.



**Nota:** La resistencia no deberá sobrepasar los 25 [Ohm], de acuerdo a la normatividad.

### Diagrama de Acometida Residencial (Monofásico)

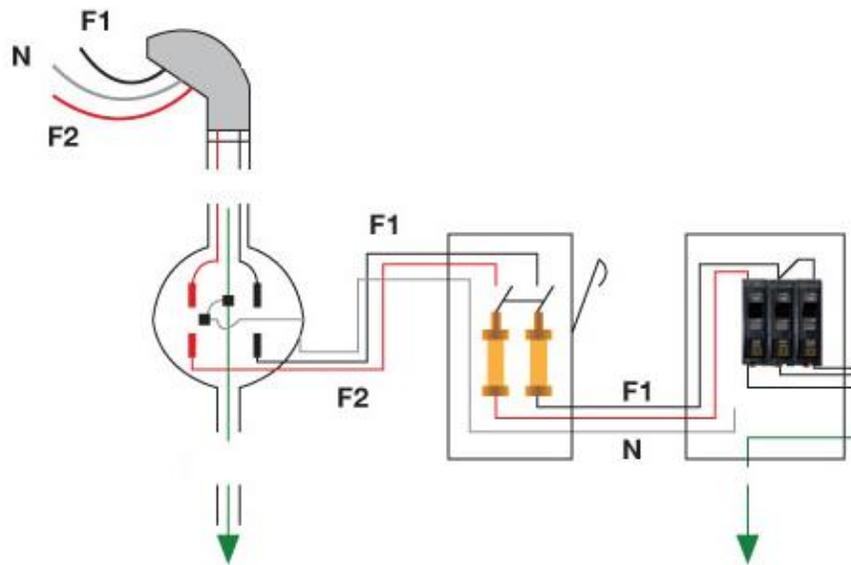


## Evaluación Teórica

### ¿Verdadero o Falso?

- 1.- En general, un edificio u otra estructura a la que se le suministre energía debe tener sólo una acometida .....(V) o (F)
- 2.- Se permitirán acometidas adicionales que alimenten a: Bombas contra incendios, sistemas de emergencia, sistemas de reserva legalmente obligatorios, etcétera. .... (V) o (F)
- 3.- No se permitirán acometidas adicionales para diferentes tensiones, frecuencias o fases o para diferentes usos, como por ejemplo diferentes esquemas tarifarios. .... (V) o (F)
- 4.- La vegetación, tal como árboles, se debe utilizar como soporte de los conductores de acometida aérea..... (V) o (F)
- 5.- Los conductores de acometida deben tener un tamaño no menor que  $8.37 \text{ mm}^2$  (8 AWG) si son de cobre, o  $13.3 \text{ mm}^2$  (6 AWG) si son de aluminio. .... (V) o (F)
- 6.- En conductores individuales deben formarse curvas de goteo. Para impedir la entrada de humedad. .... (V) o (F)

**Escribe los materiales y/o equipos que se presentan en la siguiente imagen, así como el tipo de instalación eléctrica.**



**Nota:** Se recomienda leer el Artículo 230 Parte A y B, de la NOM-001-SEDE-2012.

## Practica # 6

### Tubo conduit No-Metálico PVC

#### Objetivo

El alumno Identificara los diferentes tipos de tuberías no metálicas que existen para dirigir la electricidad hacia las diversas partes de una instalación eléctrica del tipo visible, así como conocer las ventajas y desventajas de cada tipo. También conocerá los materiales necesarios para cortar, unir y asegurar las tuberías no metálicas.

#### Material del alumno

- Martillo, Taladro, Taquetes y Tornillos.
- Guía de Cables
- Segueta
- Pistola de aire caliente.
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

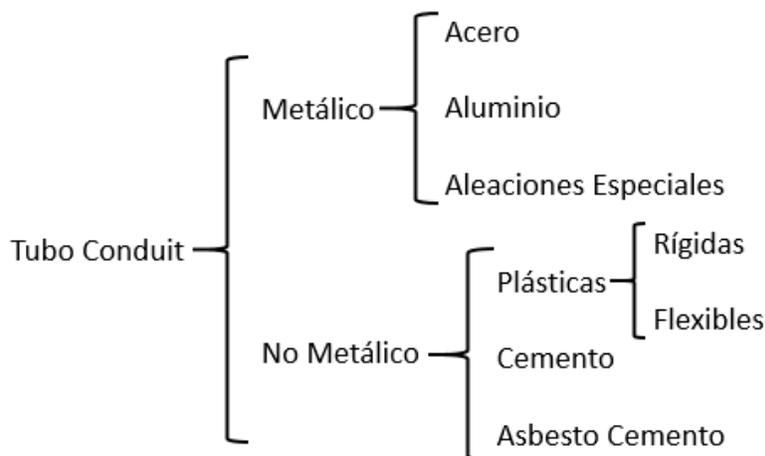
#### Introducción

##### ¿Qué son los medios de canalización eléctrica?

Las canalizaciones eléctricas son medios que ayudan a que los conductores queden exentos de deterioro mecánico y contaminación; además, se utilizan como prevención contra un corto circuito. Existen tres tipos de canalizaciones por tubería, ductos y charolas. La tubería metálica se describe en la siguiente práctica.

#### Principales tipos de tuberías y accesorios

**Tubos conduit:** Es un tipo de cilindro sin tapa, ya sea de metal o de plástico empleado para proteger los conductores eléctricos. Los tubos conduit metálicos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales, mismos que se verán en la siguiente práctica.



**Nota:** Dentro de las no metálicas, solo se estudiarán en esta práctica las del tipo plástico o PVC.

## Tubo Conduit rígido de PVC

Este conduit se asemeja mucho a la tubería usada para el agua o el gas. El espesor de la pared es casi el mismo, de hecho se encuentra en los mismos tamaños; se puede cortar, doblar, roscar y unir de las mismas formas; ya que cuenta con accesorios similares.

Sin embargo, a pesar de estas similitudes, existe una gran diferencia.

- La superficie interior del conduit rígido se ha alisado especialmente para que se pueda tirar de los conductores a través de él con facilidad.



El tubo conduit rígido no metálico se fabrica con un material resistente a la humedad como el **Cloruro de Polivinilo (PVC)**, es auto extingible y resiste el ataque de agentes químicos corrosivos. Se puede doblar fácilmente al someterlo al calor. Para unir un tubo con otro no se requiere de un anillo de unión y pueden usarse conectores para tubos. Ampliamente usado en instalaciones eléctricas residenciales.

## Tubo Conduit Flexible de PVC

Es bastante apropiado para tendidos de cable en los que no puede evitarse cambios frecuentes de dirección y para conexiones (por ejemplo de motores) en donde la vibración dañaría el conduit rígido.



## Instalación

Usos permitidos	Usos No permitidos
Oculto en paredes, pisos y plafones.	En lugares peligrosos, especificados en la NOM.
En lugares sometidos a influencias corrosivas fuertes, y cuando están sometidos a sustancias químicas para las cuales los materiales están específicamente aprobados.	Cuando está sometido al daño físico, a menos que esté identificado para ese uso.
En plantas de procesamiento de productos lácteos, lavanderías, fábricas de conservas u otros lugares mojados, de modo que se prevenga que el agua entre en el conduit.	Cuando está sometido a temperaturas ambiente mayores de 50°C, a menos que estén aprobados de otro modo.
En lugares secos y húmedos no prohibidos por 352-12, de la NOM.	En teatros y lugares similares.
En instalaciones visibles e instalaciones subterráneas.	Para el soporte de luminarias y otros equipos no descritos.

Existen varios tipos de accesorios para hacer cambiar de dirección y doblar esquinas en una tubería, en esta práctica utilizaremos los codos:

## Codos

Se pueden usar codos, para cambios de dirección a ángulo recto simple o a 45°. Los codos se unen al conduit recto por medio de acoplamientos estándar, dando lugar a un cambio de dirección suave a través del cual se puede tirar de los conductores. Es posible utilizar los codos enterrados en el suelo y, con frecuencia, se usan para unir conduit subterráneo con un tendido por encima de la tierra.





## Guía de Cables

Una parte importante en el desarrollo de una instalación eléctrica, es el cableado, en esta práctica se mostrara la forma de lograr pasar los cables de una caja de conexiones a otras cajas, utilizando la guía de cables.

Sin embargo lo que importa en un cableado es la manera de introducir los cables y que esta sea fácil, rápida, cómoda y que no ponga en riesgo los cables de ser maltratados, además hay casos en que los tramos son cortos y con pocas curvas y donde se pueden introducir los cables directamente.

Una de las guías que cumple con características de rigidez y flexibilidad adecuadas son las que están hechas de plástico, regularmente **nylon**, y que llevan puntas metálicas redondas; estas son las más eficientes sobre todo para ser usadas en poliductos flexibles.

Hay guías de 10 metros con un diámetro de 3mm y de 20 metros con un diámetro de 4 mm; la primera se recomienda para casas de tipo de interés social y tuberías de 3/8'' y 1/2''; en el caso de la guía de 20 metros, se recomienda para instalaciones en casa tipo residencial donde se use tubería de 3/4'' en adelante.

### Las guías cuentan con las siguientes partes:

Puntera buscadora: Evita atascamientos.



Puntera tira cables: Cuenta con un ojillo de tamaño igual al diámetro de la guía.



Ambas punteras se encuentran roscadas al nylon y prensadas hexagonalmente lo que permite que resistan 160 kg fuerza de tensión.

### Recomendaciones para el uso de la guía de cables

- En instalaciones viejas o con muchos cables se debe utilizar algún tipo de lubricante o vaselina para que deslice mejor la guía dentro del tubo.
- Al amarrar los cables de la puntera tiradora, hacerlo en cascada (que uno vaya amarrado a la puntera y el resto al resto del cable) para no crear un diámetro de entrada muy grande.
- Una vez utilizada la guía volver a enrollar y mantener limpia de cualquier lubricante.
- No se debe jalar con pinzas y hay que tener cuidado cuando se inserte a través de cajas galvanizadas para no rebajar el diámetro de la guía al correr sobre las orillas filosas de la caja y provoque que se debilite.
- Siempre proteger la guía de cables ya sea por medio de estuches o bien utilizando un poliducto flexible como se muestra en la imagen.

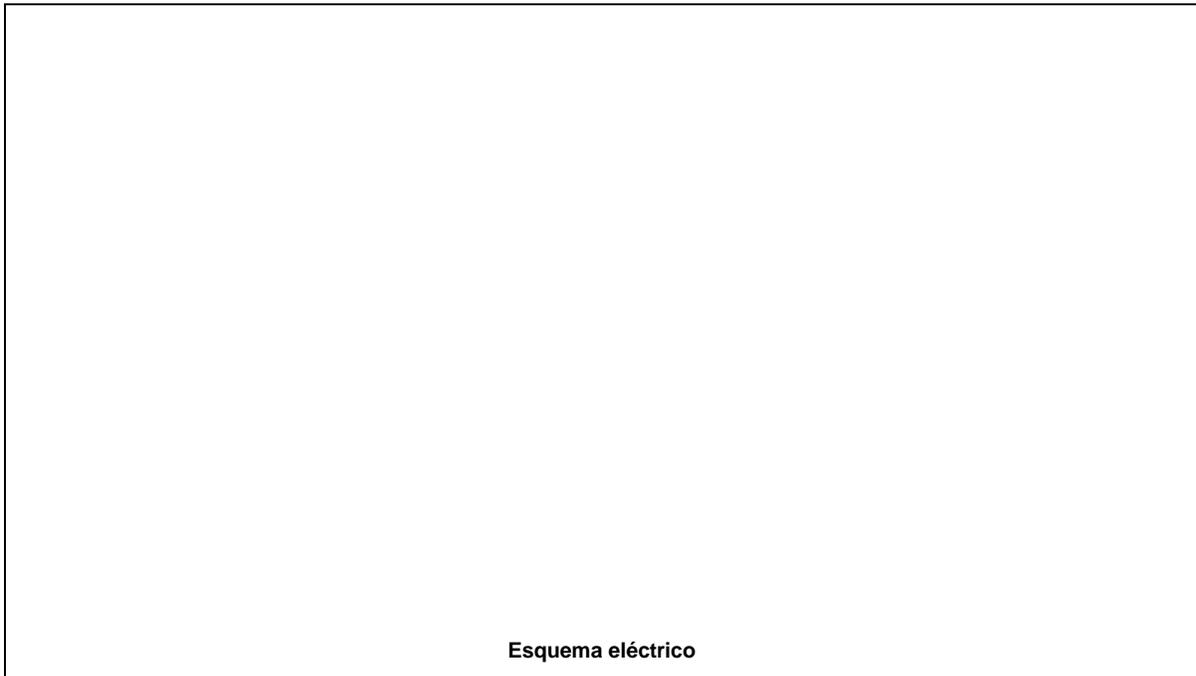


## Desarrollo

### Actividades

#### Instalación de tubería Conduit rígido de PVC

- 1) Haga un esquema eléctrico de un circuito para controlar tres luminarias fluorescentes de (60 W), cada una con su respectivo interruptor, dos contactos dúplex y un contacto de tierra aislada puede utilizar curvas si es necesario. Muéstrela al profesor antes de comenzar a armar.
- 2) Utilizando tubería no metálica tipo PVC, calcule el diámetro del tubo a ocupar, arme el circuito que dibujo y sujete los tubos dentro de las casetas.
- 3) Alambre el circuito y pruébelo.



### Detalles de instalación...

#### Número de conductores en un tubo (conduit).

El número de conductores en tubo (conduit) no debe exceder el permitido en la tabla 1.

Número de conductores	Uno	Dos	Tres o más
Todos los conductores	53	31	40

La tabla anterior indica que si colocamos un conductor en el interior de un tubo, este no debe ocupar más del 53% del área interior del tubo.

La finalidad del factor de relleno es asegurar el buen funcionamiento de la instalación eléctrica y que la ventilación de los conductores sea la adecuada ya que el calor excesivo reduce la capacidad de conducción del conductor así como la vida útil del mismo; además, una temperatura elevada aumenta el riesgo de incendio en la instalación.

## Uso de la Guía de Cables

Esta actividad involucra el acomodar a los conductores eléctricos de forma correcta en la guía de cables.

*Pero... ¿Cómo se acomodan los cables?*

Se debe utilizar la **punta tiracables** para asegurar a los conductores, esto se debe hacer de forma escalonada, es decir colocando máximo dos conductores en la punta y a cada 3 o 5 cm un conductor más, asegurándolos con cinta de aislar.

### **Pasos a seguir**

1.- Se asegura 1 o 2 conductores a la punta tira cables de la guía.



2.- Encima los otros conductores en forma escalonada de uno en uno.



3.- Finalmente se enciman todos los conductores con la cinta de aislar de la siguiente manera.



**Nota:** Siguiendo estos pasos se podrá realizar un cableado, de una forma tal que se eliminen los riesgos de que se atore la guía en algún cambio de dirección dentro de la canalización.

## Evaluación teórica

### ¿Verdadero o Falso?

- 1.- Los conductores de un mismo circuito no deben estar instalados en una misma canalización..... (V) o (F)
- 2.- La protección mediante esmaltes, es permitida ante ambientes corrosivos. .... (V) o (F)
- 3.- Una junta de expansión sirve para compensar la expansión y contracción térmica. .... (V) o (F)
- 4- Un elemento no metálico debe ser resistente a la luz solar y a la exposición de sustancias químicas. .... (V) o (F)
- 5.- Una instalación eléctrica puede estar cerca de otros sistemas tales como tuberías de vapor, agua, aire, gas, drenaje o cualquier otro servicio. .... (V) o (F)

**Completa la siguiente tabla de designación métrica y tamaño comercial para tuberías conduit, tuberías, adaptadores y accesorios asociados.**

Designación métrica	Tamaño comercial
12	
16	
	3/4
27	
	1 1/4
	1 1/2
53	
	6

**Nota:** Se recomienda leer los Artículos 300-1, 300-6, 300-7 y 300-8 de la NOM-001-SEDE-2012.

## Practica # 7

### Tubo conduit metálico

#### Objetivo

El alumno identificara los diferentes tipos de tuberías metálicas que existen para el alojamiento de cables que conducirán la electricidad hacia las diversas partes de una instalación eléctrica, así como conocer las ventajas y desventajas de cada tipo. También conocerá los materiales necesarios para cortar, doblar, unir y asegurar las tuberías metálicas.

#### Material del alumno

- Terraja.
- Dobladora de tubos.
- Lima de media caña o escariador.
- Taladro, Taquetes y Tornillos.
- Martillo.
- Segueta.
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

#### Introducción

Las canalizaciones eléctricas o simplemente tubos en instalaciones eléctricas, son los elementos que se encargan de contener los conductores eléctricos. La función de las canalizaciones eléctricas son proteger a los conductores, ya sea de daños mecánicos, químicos, altas temperatura y humedad; también, distribuirlo de forma uniforme, acomodando el cableado eléctrico en la instalación.

Las canalizaciones eléctricas están fabricadas para adaptarse a cualquier ambiente donde se requiera llevar un cableado eléctrico. Es por eso, que se pueden encontrar empotradas (techos, suelo o paredes), en superficies, al aire libre, zonas vibratorias, zonas húmedas o lugares subterráneos.

#### Tubo conduit metálico pesado o pared gruesa RMC

Estos tubos son los más resistentes a los daños mecánicos. Debido al grosor de sus paredes, son más difíciles de trabajar que los EMT. En ambos extremos vienen con una rosca, pudiéndose enlazar con conectores roscados (coples o niples). También se le puede hacer la rosca de forma manual con una terraja, en este caso debe procurarse eliminar las rebabas para que no afecte en los conductores, al momento de ser instalados.



Para evitar la corrosión, estos son galvanizados internamente y externamente por un proceso de inmersión en caliente. Por su fabricación, son canalizaciones muy durables, y son bien herméticas. Estando aptos para contener los cables sin que estos se estropeen o maltraten. Los tamaños de este van desde la 1/2" hasta 6" de diámetro.

#### Aplicaciones:

- Se pueden utilizar en cualquier zona, estos son ampliamente usados para instalaciones eléctricas industriales, en zonas ocultas o visibles. Ya sea enterrados o empotrados, en el suelo o bajo concreto.
- Pueden estar a la intemperie, soportando la corrosión por su revestimiento galvánico.
- En lugares con riesgos de explosivos.

#### **Tubo conduit metálico ligero o pared delgada EMT**

Por sus siglas en inglés, Electrical Metallic Tubing (EMT). Estos tubos son unos de los más versátiles utilizados en las instalaciones eléctricas comerciales e industriales, esto por ser moldeables a diferentes formas y ángulos, facilitando la trayectoria que se le quiera dar al cableado. La diferencia de este tubo con respecto al de la pared gruesa es que el espesor de la pared del tubo es de la mitad. Pasan por un proceso de galvanizado, este recubrimiento evita la corrosión, lográndose mayor durabilidad. Pueden venir en tamaños desde 1/2" hasta 4" de diámetro. No tienen sus extremos roscados, y utiliza accesorios especiales (coples), para acoplamiento y enlace con cajas.



#### Aplicaciones:

- Su mayor aplicación está para montarse en superficies (zonas visibles). Soportando leves daños mecánicos. Pueden estar directamente a la intemperie.
- Pueden ser empotrados o zonas ocultas; bajo concreto, ya sea en suelo, techo o paredes.

#### **Tubo conduit metálico flexible FMC**

Estas tuberías son fabricadas en acero, y pasan por un recubrimiento galvanizado. Su flexibilidad a la torsión y a la resistencia mecánica se debe a su forma engargolada (láminas distribuidas en forma helicoidal). Se emplea en aplicaciones en las cuales no puede usarse tubería rígida, en donde se necesita realizar muchos ángulos o formas caprichosas, ya que se adapta fácilmente a las necesidades de espacio. Por su construcción (baja hermeticidad) no es recomendable que esté en lugares con alta humedad, vapores o gases. Sus dimensiones van desde 1/2" hasta 4" de diámetro. Este tipo de tubo debe ser alambrado antes de colocarlo. Se complementa con coples de tornillo y conectores especiales.



#### Aplicaciones:

- Su principal aplicación está en ambientes industriales.
- En zonas donde el cableado esté expuesto a vibraciones, torsión y daños mecánicos.
- Instalación en zonas visibles, donde el radio de curvatura del alambrado que se vaya a realizar es grande.
- Para el cableado de aparatos y máquinas eléctricas, motores y transformadores.

## Dobladora

La dobladora de tubos metálicos manual es una de las varias herramientas que existen para realizar dobleces en los tubos conduit, esta herramienta tiene una cabeza curva que cubre una gran porción del tubo conduit y proporciona un apoyo lateral de manera que se puede doblar hasta formar ángulos de 90° en un solo movimiento. El procedimiento para usar un doblador varía con el diseño de la herramienta y el tamaño del conduit que se debe doblar. En trabajos grandes, en donde se deben hacer muchos dobleces del mismo tipo, se llegan a utilizar dobladores del tipo de banco de pistón hidráulico o neumático. Pero para trabajos pequeños se usan los tipos de dobladores manuales.



## Terraja

La terraja es un cilindro chato, a veces con circunferencia exterior hexagonal. La pieza está calada con una figura simétrica en forma de trébol. Los bordes que dan hacia el centro son las cuchillas que, al girar sobre la pieza cilíndrica a roscar, realizan el corte en forma de espiral, de acuerdo a la medida que corresponda.

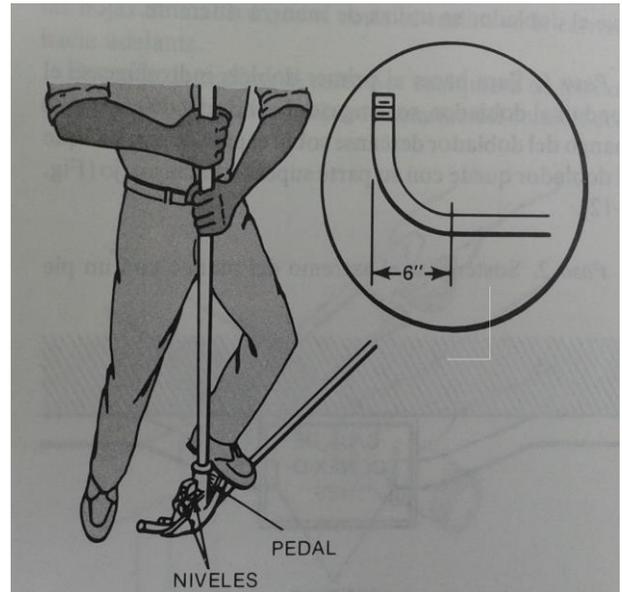
El porta-terrajá consiste en una barra larga con una circunferencia al centro o en uno de sus extremos. Dentro de esta circunferencia se ubica la terraja, de tal manera que queda fija, ya sea porque su superficie exterior hexagonal o una serie de tornillos de fijación traban la herramienta en el interior de su contenedor. Esta barra sirve para realizar la fuerza necesaria en el movimiento circular que se debe ejercer sobre el cilindro que se transformará en un tornillo, un perno o un tubo roscado. Al momento de adquirir el porta terraja, se deberá tener en mente el tamaño de la terraja que utilizaremos, con el fin de que el porta terraja sea del tamaño apto para poder portar a la terraja.



## Actividades

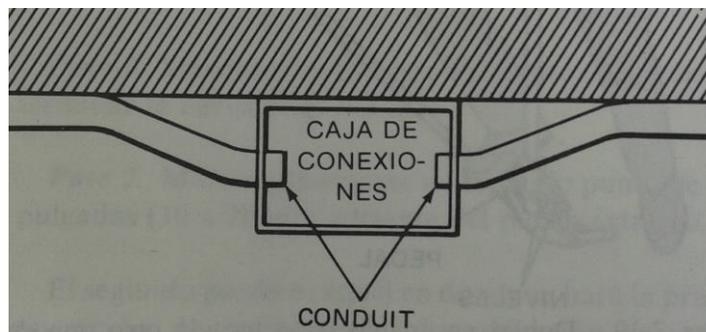
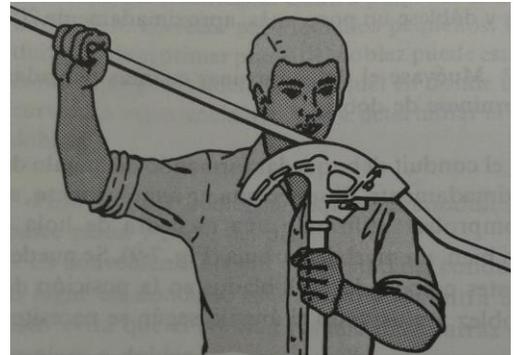
### Doble en ángulo recto

1. Marque en el conduit el punto donde se va a empezar la curva
2. Coloque el conduit sobre una superficie plana y firme, apoyado contra una pared.
3. Deslice el doblador sobre el conduit y alinee la marca de arranque del mismo con el punto marcado sobre el conduit.
4. Con un pie sobre el pedal del doblador, tire del mango hacia arriba y hacia atrás para doblar. Cuando el mando del doblador quede vertical, se ha hecho un doblé de 45°.
5. Quite el pie del pedal y pise el conduit para mantenerlo en su lugar
6. Complete la operación tirando hacia atrás y hacia abajo el mango del doblador hasta que quede formado un ángulo de aproximadamente 45°. Ahora el conduit ha quedado formando un ángulo de 90° aproximadamente
7. Compruebe el ángulo y utilice el doblador para hacer los ajustes, si es necesario.



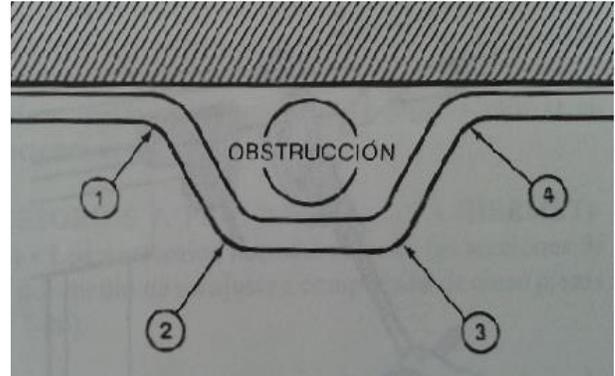
### Doble de bayoneta

1. Para hacer el primer doblé, introduzca el conduit al doblador, sostenga el conduit y deje que el mando del doblador descance sobre el piso de manera que el doblador quede con su parte superior hacia abajo.
2. Sostenga el extremo del mango con un pie para mantenerlo en su lugar, oprima el conduit hacia abajo para formar un doblé de 45°.
3. Haga girar el conduit media vuelta y mueva el doblador de modo que apenas deje libre el primer doblé.
4. Con el doblador todavía descansando sobre el piso, hágase otro doblé de 45°.
5. El conduit que esta antes de la desviación debe quedar paralelo al conduit que esta después de la misma. Si el conduit todavía no entra recto a la caja, se deben ajustar los ángulos de la bayoneta.



### Doblez en silla

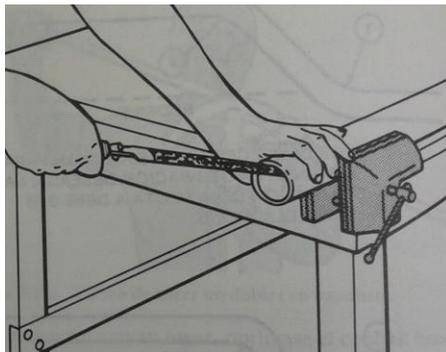
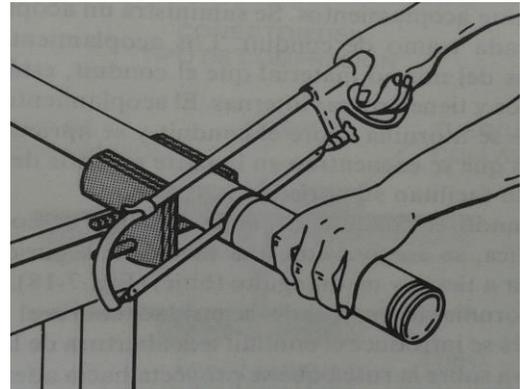
1. Determine la distancia necesaria para librar la obstrucción y haga el primer doblar utilizando el procedimiento de doblador invertido.
2. Haga girar el conduit media vuelta y mueva el doblador hasta un punto que se encuentre de 1 a 3 pulgadas de la distancia de libramiento.
3. Para realizar el doblar numero 2, mida la distancia entre los tramos paralelos del conduit. Si la distancia es la suficiente como para librar la obstrucción, continúe con el doblar. Si la distancia es demasiado grande o demasiado pequeña ajuste los ángulos.



4. Para llevar a cabo el segundo doblar en bayoneta a fin de completar la silla, sostenga el conduit y el doblador en la misma posición, pero deslice el conduit por el doblador lo suficiente como para librar la obstrucción. Haga el doblar numero 3.
5. Haga girar el conduit media vuelta y muévase la misma distancia que se movió para hacer el segundo doblar. Haga el doblar numero 4.

### Corte y roscado

1. Asegura el conduit en un tornillo de banco para tubería.
2. Pon el conduit en el banco de tornillo de manera que sus mordazas lo sujeten a 2 o 3 pulgadas del punto donde se realizara el corte.
3. Realiza cuidadosamente el corte con una sierra para metales o con una herramienta especial para este tipo de cortes.
4. Después de realizar el corte, alisa el borde interior del conduit con una lima de media caña o un escariador de tubería montado en un berbiquí.
5. Aplica aceite de corte al extremo del conduit que se va a roscar.
6. Realiza la rosca con ayuda de la terraja exactamente hasta la longitud de esta.



### **Evaluación teórica:**

1. ¿Cuánto se puede doblar un solo tramo de tubo conduit IMC y RMT?
2. ¿Se permite utilizar el tubo conduit metálico como puesta a tierra?
3. ¿En qué lugares no está permitido usar el tubo conduit tipo FMC?
4. ¿Cuánto se puede doblar un solo tramo de tubo conduit FMC?
5. ¿Todos los tipos de tubería metálica se deben sujetar a la misma distancia, cual es la distancia de sujeción?
6. ¿Cuáles son los lugares no permitidos para el tubo tipo EMT?
7. ¿De qué manera se empalman los diferentes tipos de tubo?
8. ¿Qué porcentaje del diámetro interno de la tubería se puede ocupar cuando se van a instalar dos conductores? ¿Qué pasa cuando son tres o más?
9. ¿Cuál es el radio de curvatura que debe tener una tubería de 1"?
10. ¿Que se tiene que hacer cuando la tubería elegida está expuesta al sol? ¿afecta en algo al diseño de la instalación?

**Nota:** Se recomienda leer los Artículos 342, 344, 348 y 358 de la NOM-001-SEDE-2012

## Práctica # 8

### Fallas Eléctricas

#### Objetivo

El alumno conocerá e identificará las principales causas de falta de suministro de energía eléctrica en una instalación eléctrica del tipo residencial, así como reconocer los procedimientos que se realizan para la localización y reparación de una falla eléctrica.

#### Material del alumno

- Herramienta Eléctrica
- Multímetro digital
- Mega óhmetro

#### Material de Seguridad

- Guantes dieléctricos
- Lentes de seguridad

#### Introducción

La instalación eléctrica del tipo residencial puede llegar a presentar fallas. Éstas se pueden clasificar de acuerdo a las siguientes causas:

- Falta de suministro de energía eléctrica, por parte de la empresa suministradora
- Falta por sobrecarga
- Falta por cortocircuito de fase a neutro
- Falta por cortocircuito de fase a tierra
- Falta de aislamiento

#### Falta del suministro eléctrico

Algunas de las causas que podemos encontrar son: Tareas de reparación o mantenimiento de la compañía eléctrica, caída o rotura de cables, fusibles o disyuntores activados por sobrecargas o cortocircuitos, etc.

#### Sobrecargas

Es una condición de operación de un equipo en la que se demanda una potencia que excede la nominal, o de un conductor por el cual circula una corriente mayor a la permisible.



#### Cortocircuito

El cortocircuito es una condición en la que la corriente de un equipo o sistema se eleva a valores superiores al valor nominal. En nuestro caso se considera cortocircuito a todo valor de corriente que excede el 500% de la corriente nominal.

## Fallas de aislamiento

Las fallas de aislamiento no siempre dan origen a cortocircuito. En muchos casos una falla de aislamiento en algún equipo eléctrico provoca que la carcasa metálica de dicho equipo se energice, con el consiguiente peligro para la vida de las personas al sufrir una descarga eléctrica.

El origen de las fallas de aislamiento está en el envejecimiento del mismo, los cortes de algún conductor, uniones mal aisladas, mala ejecución de las reparaciones, etc. La instalación eléctrica se debe diseñar para que en situaciones de mal funcionamiento, ante una perturbación, sea capaz de soportar esta anomalía pasajera y volver a operar correctamente, sin arriesgar la integridad de las personas, los bienes o la propia instalación.

## Protección eléctrica

Cualquier instalación eléctrica debe estar provista de protecciones, cuyo objetivo es reducir al máximo los efectos producidos por un cortocircuito o una sobrecarga. Para que esto sea posible, las protecciones deben ser dimensionadas adecuadamente según las características del circuito. Las protecciones más comunes que existen son:

- Fusibles
- Interruptores termomagnéticos

El instrumento de medición que se debe utilizar para localizar las fallas eléctricas es el multímetro. Este aparato sirve para medir tensión, corriente, resistencia y continuidad eléctrica. Además de este instrumento, es indispensable utilizar **guantes dieléctricos** al revisar la instalación eléctrica.



## Desarrollo

### Actividad 1

#### Falta de suministro de energía eléctrica por parte del suministrador

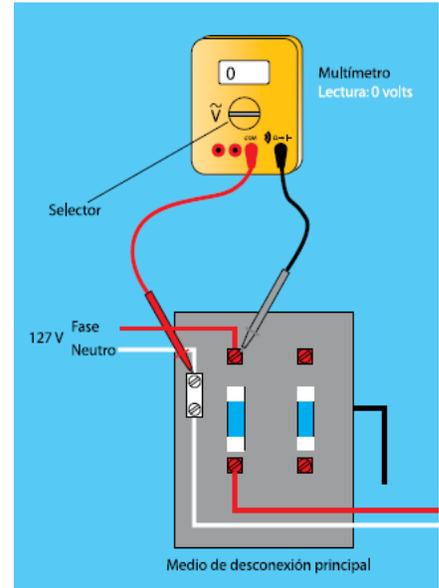
Para determinar que la falta de suministro de energía eléctrica es por causa del suministrador, se debe proceder de la siguiente manera:

**Paso 1.** Revisar la tensión en el medio de desconexión principal de la acometida. El selector del multímetro se debe colocar en la posición de volts de C.A. Accionar la palanca del medio de desconexión principal en la posición de apagado (OFF).

**Paso 2.** Abrir el medio de desconexión principal.

**Paso 3.** Colocar las puntas de prueba del multímetro en las terminales en las que se encuentran conectados los conductores de la acometida.

**Paso 4.** Tomar la lectura del multímetro. Si la lectura del multímetro indica 0 volts, significa que no hay suministro de energía eléctrica, por lo que se deberá reportar esta situación al suministrador.



### Actividad 2

#### Falla por sobrecarga

El procedimiento para localizar la falla es la siguiente:

Revisión del fusible que alimenta al circuito

**Paso 1:** Se deberá seleccionar en el multímetro la posición de volts de C.A. Accionar la palanca del interruptor con fusible en la posición de fuera o desconectado (OFF).

**Paso 2:** Abrir el interruptor.

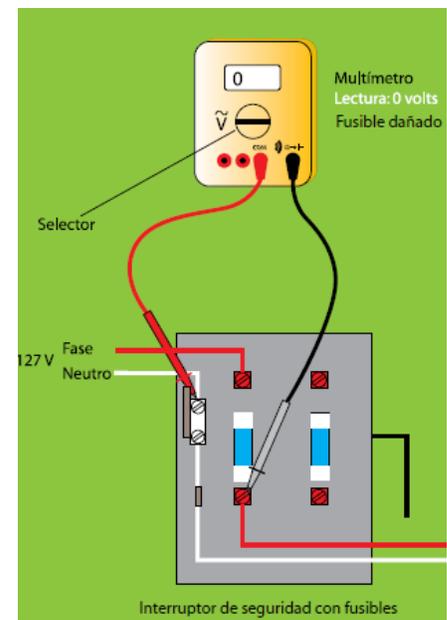
**Paso 3:** Accionar la palanca en posición de cerrado.

**Paso 4:** Colocar una de las puntas de prueba del multímetro en el neutro y la otra en la parte inferior del fusible.

**Paso 5:** Tomar la lectura del multímetro. Si la lectura del multímetro indica 0 volts, no hay tensión en la parte inferior del fusible.

**Paso 6:** Colocar una de las puntas de prueba del multímetro en el neutro y la otra en la parte superior del fusible.

**Paso 7:** Tomar la lectura del multímetro. Si la lectura del multímetro indica 127 volts, el suministro de energía eléctrica es el adecuado.



Cambio del fusible que alimenta al circuito

**Paso 8:** Accionar la palanca en posición de abierto. Retirar el fusible dañado y reemplazar el listón fusible, instalar nuevamente el fusible en su lugar.

**Nota:** Reemplace el listón fusible o el fusible completo, no instale ningún alambre u otro tipo de material, ya que de ese modo la instalación eléctrica quedaría insegura



### Recomendaciones para detectar la causa de la sobrecarga...

- 1.- Retirar los aparatos que se conectaron y que fueron la causa de la sobrecarga.
- 2.- Si el dispositivo de protección contra sobrecorriente es un interruptor automático (Breaker)

**Paso 1:** Revisar el panel de alumbrado y localizar el interruptor automático.

**Paso 2:** Retirar los aparatos que se conectaron y que fueron la causa de la sobrecarga. Restablecer el interruptor automático.

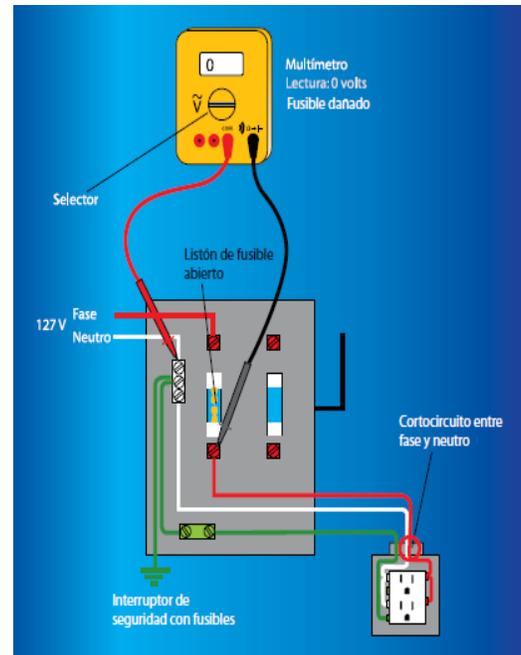
### Actividad 3

#### Corto-Circuito entre el conductor de fase y el neutro

Para localizar la falla de cortocircuito, se debe proceder de la siguiente manera:

**Paso 1:** Revisar el voltaje en la parte inferior del dispositivo de protección contra sobrecorriente. Si la lectura indica 0 volts, el fusible está fundido.

- Retirar el fusible y reemplazar el listón fusible.
- En caso de que se tenga un interruptor automático, se debe restablecer el interruptor, pero no energizar el circuito derivado.
- Instalar nuevamente el fusible. **No accionar** la palanca del interruptor.
- Desconectar los equipos del circuito derivado que tiene el cortocircuito. Retirar cualquier lámpara incandescente y/o fluorescente que se encuentre conectada.



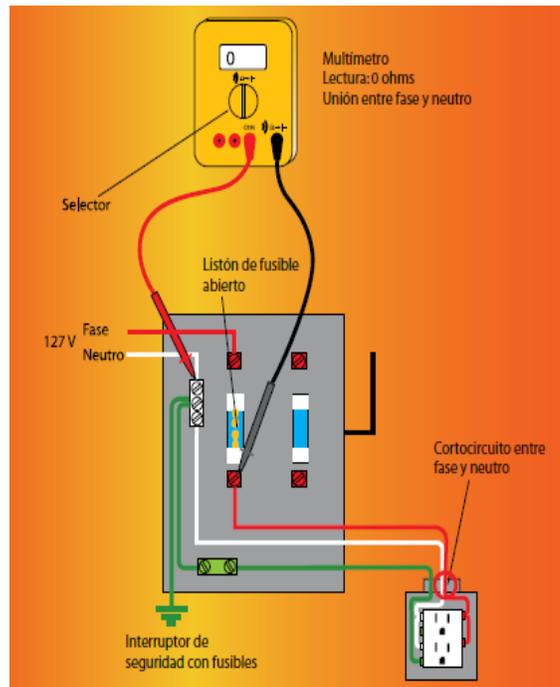
**Paso 2:** Con el instrumento de medición mueva el selector para medir continuidad eléctrica (ohm).

Coloque las puntas del instrumento entre el conductor de fase y el conductor neutro.

- Si el instrumento marca una lectura de 0 ohm, se interpreta que sigue existiendo cortocircuito, y por tanto no se puede energizar el circuito derivado

**Paso 3:** Si existe la falla, se tendrán que revisar todas las salidas de los circuitos derivados que existen dentro de la instalación, hasta encontrar la unión que existe entre el conductor de fase y el conductor neutro.

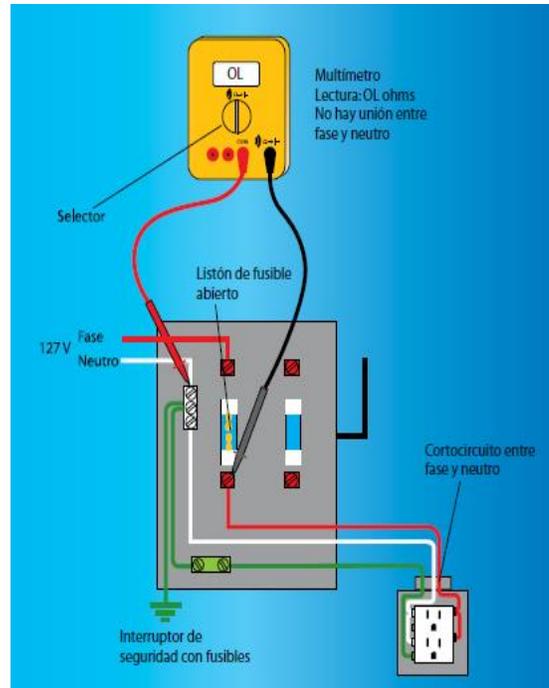
- Retirar la unión y aislar adecuadamente.



**Paso 4:** Medir nuevamente la continuidad eléctrica entre el conductor de fase y el conductor neutro con el multímetro.

- Si el instrumento marca una lectura infinita, se interpreta que ya no existe el cortocircuito.

**Paso 5:** Energizar el circuito derivado



#### Actividad 4

### Falla de aislamiento

La **corriente de fuga** es un fenómeno prácticamente invisible que se genera principalmente por el deterioro en el aislamiento de los conductores instalados con antigüedades de más de 15 años, pero también por un encintado defectuoso o mal hecho. Una forma de prevenir esto es realizando una prueba de aislamiento.

Antes de realizar la prueba de resistencia de aislamiento verifica que:

- Todos los elementos que constituyen la instalación eléctrica estén conectados.
- Ningún aparato electrodoméstico se encuentre conectado a los receptáculos.
- Los apagadores estén en posición de encendido pero sin ninguna luminaria colocada en los portalámparas.
- La instalación eléctrica se encuentre **desenergizada**.

Cuando se realiza la prueba de resistencia de aislamiento se aplica una corriente directa al elemento que se va a medir y generalmente se le llama **mega-óhmetro**.

En sí, este instrumento sirve para determinar si hay fugas presentes en determinados circuitos eléctricos, se basa en aplicar tensiones de acuerdo a la tensión nominal del equipo, para no dañar la aislación, pero la intensidad de corriente es muy baja, de esta manera el equipo, realiza una sencilla ecuación para obtener la resistencia total medida si es que el circuito cierra.

$$R = \frac{V}{I}$$

La idea es hacer una prueba, pero que ésta no sea destructiva.



**Nota:** Es importante mencionar que no es posible realizar esta prueba únicamente con el multímetro convencional, pues aunque puede hacer mediciones de resistencia en ohm, no es capaz de suministrar la tensión de 500V de corriente directa que se necesita para la prueba.

Los pasos que se deben considerar en la prueba son:

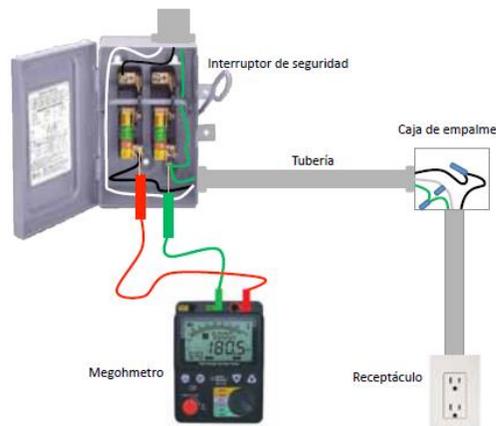
**Paso 1:** Selecciona la tensión que aplicarás a los conductores del circuito eléctrico (se recomienda 500 volts de corriente directa).

Conecta **una de las puntas de prueba** al conductor del circuito bajo prueba, justo donde comienza el conductor en el borne inferior del interruptor termomagnético o fusible, al interior del gabinete.

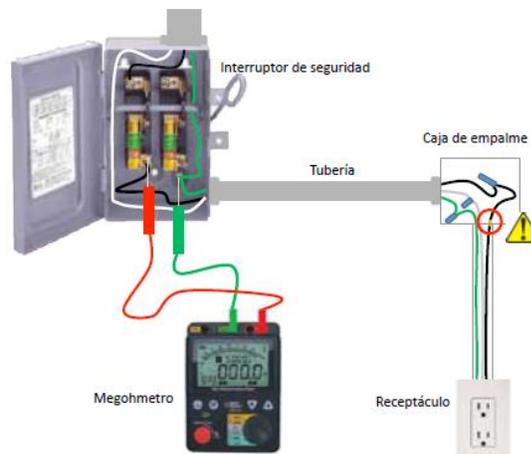
Conecta **la otra punta de prueba** al conductor de puesta a tierra o la barra de neutros que se encuentra dentro del centro de carga o caja de fusibles.

**Paso 2:** Aplique la tensión durante un minuto.

- Si el mega-óhmetro indica un valor en megaohms significa que el conductor está en buen estado.



- Si el mega-óhmetro indica 0 ohm, significa que el conductor bajo prueba tiene una falla, es decir, que puede tener contacto con el conductor de puesta a tierra, o con alguna tubería o gabinete metálico puesto a tierra y en caso de que se energice hay riesgo de cortocircuito..



Por lo tanto, este conductor debe revisarse o reemplazarse antes de conducir energía eléctrica

## Evaluación teórica

1. Explique brevemente como se realiza la prueba de aislamiento.
2. ¿Cómo se detecta la falta de servicio eléctrico por parte de la compañía suministradora?
3. ¿Qué es una sobrecorriente?
4. Explica brevemente como se realiza la prueba para detectar una falla debida a un cortocircuito.
5. ¿Cuál es la diferencia entre fusible y un termomagnético?
6. ¿Cuál es la diferencia entre un multímetro y un mega óhmetro?
7. Menciona tres causas de falla de aislamiento en una instalación eléctrica.
8. ¿Qué es corriente de fuga?
9. ¿En qué consiste la prueba de continuidad en una instalación eléctrica?
10. ¿En qué consiste una falla a tierra?

## Práctica # 9

### Sistemas de Emergencia

#### Objetivo

El alumno aprenderá la importancia de los sistemas de energía de respaldo, familiarizándose con el uso de plantas de emergencia y sistemas de energía ininterrumpida dentro de una instalación eléctrica, así mismo conocerá la correcta conexión del equipo, y las características de cada uno de ellos.

#### Material del alumno

- Herramientas Eléctricas
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes dieléctricos
- Lentes de seguridad

### Introducción

#### Planta de emergencia

Existen gran cantidad de instalaciones eléctricas que cuentan con una planta de emergencia para protegerse contra posibles fallas en el suministro de energía eléctrica. Normalmente en todos aquellos lugares y de uso público (especialmente en hospitales), se requiere de una fuente de energía eléctrica que funcione mientras la red suministradora tenga caídas de voltaje importantes, fallas en alguna fase o interrupciones del servicio.



#### UPS (SAI)

Un UPS se usa para alimentar a un equipo electrónico o eléctrico, que si se detiene o se altera su funcionamiento por un problema en la alimentación eléctrica, resulta costoso, tanto en dinero como en tiempo, por pérdida de información o en daños en sus componentes.



Un UPS se compone de 4 partes

1. Un rectificador que rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar a una batería. Desde ésta se alimenta a un inversor que la convierte nuevamente en alterna. Luego de haberse descargado la batería, ésta se recarga generalmente en un tiempo de 8 a 10 horas, por lo cual la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.
2. Una batería cuya capacidad (en Amperes Hora) depende del tiempo (autonomía) durante el cual debe entregar energía cuando se corta la entrada del equipo UPS.
3. Un Inversor que convierte la corriente continua de la batería en corriente alterna, adecuada para alimentar a los equipos conectados a la salida del UPS. Su capacidad de potencia depende del consumo total de los equipos a alimentar.
4. Un conmutador (By-Pass) de 2 posiciones que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

## Tablero de Transferencia Automática

Un Tablero de Transferencia Automática (TTA) es un dispositivo que permite, ante la falla del suministro de energía eléctrica externa, poner en marcha la planta eléctrica de respaldo. Este dispositivo hace que se activen los contactores o breakers motorizados correspondientes a la entrada de emergencia y dar energía desde la planta eléctrica, luego de cumplir con las pautas de encendido previstas para el mismo.

Un TTA resulta un complemento muy útil para su grupo electrógeno o plantas eléctricas, en aquellos casos en que uno necesite un suministro de energía constante. Éste le brindará comodidad y tranquilidad al momento de una falla en la red externa de energía, poniéndose en marcha el equipo; son programables según las necesidades, con fuente de energía propia para asegurar su funcionamiento.

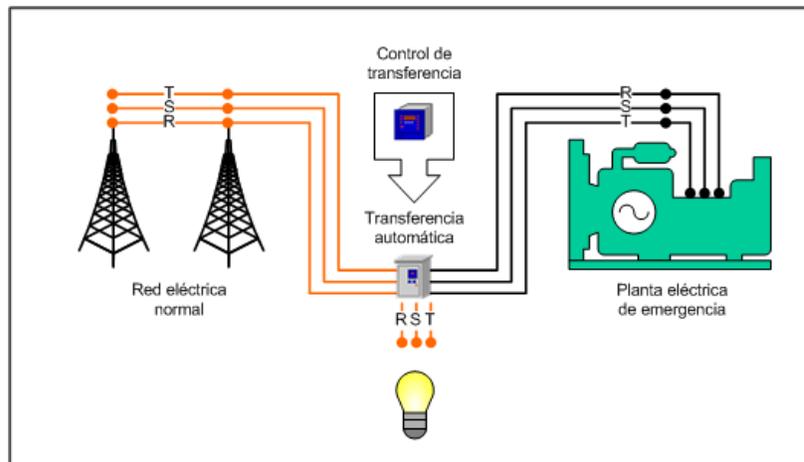
El TTA realiza la siguiente serie de acciones cronológicamente ante una falla eléctrica, en función de poner en marcha el grupo electrógeno:

- 1 – Comportamiento frente a una falla de energía externa.
- 2 – Arranque de motor.
- 3 – Transferencia de cargas.
- 4 – Espera de normalización de red externa.
- 5 – Reconexión a red externa.
- 6 – Finalización de maniobra de reconexión a red externa.



El TTA incluye un pulsador que permite realizar un encendido del motor sin realizar ninguna operación de transferencia de cargas eléctricas. Es útil para hacer un test manual periódico de estado del motor, para detectar anomalías en el mismo y así saber que se dispone del normal funcionamiento del mismo, cuando sea solicitado por una transferencia automática.

Cada generador tiene sus características particulares por eso es necesario adaptar el TTA a cada máquina. También cada usuario tiene diferentes necesidades.



Desarrollo

Actividad 1

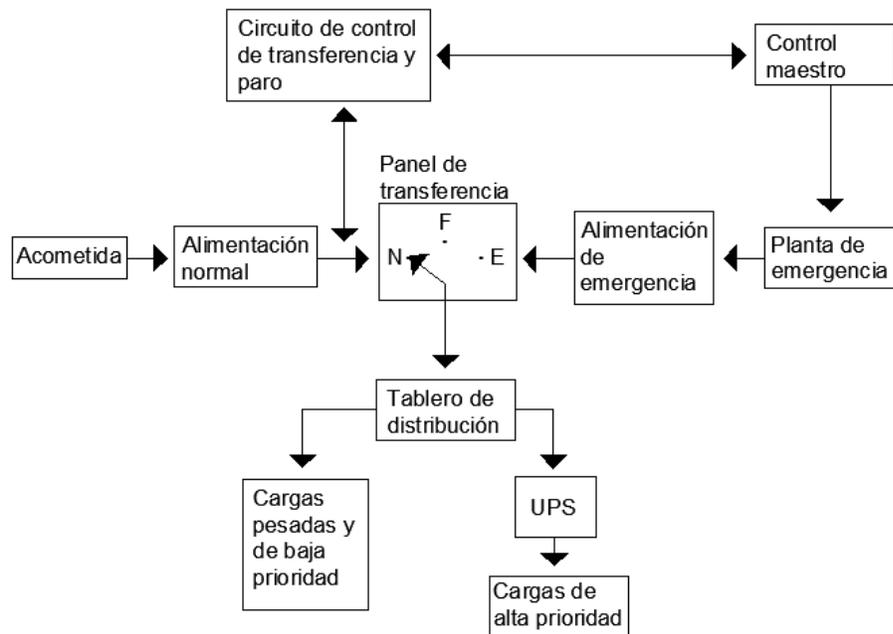
### **Revisión del equipo de emergencia (Planta de Emergencia)**

1. Colocar el interruptor principal del generador “MAIN” en OFF.
2. Desconectar la alimentación de las casetas de trabajo.
3. Antes de encender la planta eléctrica revisar:
  - Nivel de agua en el radiador
  - Nivel de aceite en el cárter
  - Nivel de agua en celdas de batería
  - Nivel de combustible en tanque diario
  - Verificar limpieza en terminales de batería
4. Colocar los selectores de operación en el modo manual para arrancar la planta eléctrica.
5. Ponerla a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:
  - a) Frecuencia del generador (60 a 61 Hz).
  - b) De ser necesario se ajusta el voltaje al valor correcto por medio del potenciómetro de ajuste.
  - c) Durante todo el tiempo que tarde la planta trabajando se debe estar revisando que la temperatura del agua, presión de aceite y la corriente de carga del acumulador estén en los valores correctos especificados en el equipo.
  - d) Si todo esta correcto se cambia el interruptor en la posición de apagado para que el motor se apague.

## Actividad 2

### Revisión de conexión del equipo

1. Revisar que el motor de caseta y el ups estén conectados a diferentes puntos en el tablero de distribución.
2. Las cargas electrónicas que sean sensibles a la variación de voltaje deben estar conectadas al ups.
3. Revisar la capacidad de los interruptores en el tablero de distribución considerando la carga conectada a ellos.
4. Revisar la correcta conexión de la planta de emergencia al panel de transferencia así como la correcta conexión de sus protecciones.



## Simulación de falla en suministro

### Actividad 3

1. Luego de la revisión preliminar y si todo esta correcto simular una falla del fluido eléctrico y supervisar la correcta entrada en funcionamiento como alimentación de respaldo del ups y el arranque de la planta de emergencia.
2. Revisar lo siguiente:
  - a) Corriente, voltaje y frecuencia del generador según los parámetros de operación (que pueden variar de un sistema a otro).
  - b) Si la temperatura del agua es muy alta, con mucha precaución quitar el tapón al radiador, revisar el nivel del agua y reponerla en caso de necesidad (sin parar el motor) si el nivel del agua se encuentra bien, buscar la manera de ventilar el motor por otros medios. También conviene verificar si el generador está muy cargado, ya que esa puede ser la causa, y si ese es el caso, se deberá disminuir la carga eléctrica hasta llegar a la corriente nominal de placa del generador, En caso de obstrucción de las celdas del radiador lavarlo a vapor para retirar suciedad.
  - c) Si la presión del aceite es muy baja para el motor, esperar que se enfríe, luego revisar el nivel de aceite y reponerlo en caso de ser necesario (con el motor apagado). Después volver a encender el motor.
  - d) Si el amperímetro que señala la carga del alternador al acumulador proporciona una señal negativa, significa que el alternador no está cargando. En este caso se debe verificar el estado del alternador, regulador de voltaje y conexiones.
  - e) Si la frecuencia del generador baja a un punto peligroso, personal autorizado debe calibrar al generador del motor a fin de compensar la caída de frecuencia. Es normal que el generador trabajando a plena carga baje un poco su frecuencia.
  - f) Si el voltaje del generador baja su valor, es posible recuperarlo ajustando el potenciómetro del regulador de voltaje.
3. Si en el trabajo de la planta llegan a actuar las protecciones, debe verificar la temperatura del agua y presión del aceite, Si actúa la protección por alta temperatura de agua dejar que el motor se enfríe y después reponer el faltante.
4. Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor durante tres minutos al vacío.

## Evaluación Teórica

### ¿Verdadero o Falso?

- 1.- Los sistemas de emergencia están destinados para alimentar, distribuir y controlar la energía eléctrica cuando se interrumpe el suministro eléctrico normal de energía eléctrica. .... (V) o (F)
- 2.- Los sistemas de emergencia no pueden suministrar energía para funciones como ventilación cuando sea esencial para mantener la vida, sistemas de detección de fuego y alarma contra incendios, ascensores, bombas contra incendios, etcétera. .... (V) o (F)
- 3.- Los sistemas deben probarse periódicamente bajo un programa, para asegurar que el sistema se mantiene en condiciones de funcionamiento apropiadas. .... (V) o (F)
- 4.- Cuando el generador de emergencia esté fuera de servicio por mantenimiento, debe estar disponible una fuente alternativa de energía eléctrica, portátil o temporal. .... (V) o (F)
- 5.- Las baterías de acumuladores que se utilicen como una fuente de alimentación para sistemas de emergencia deben ser de un régimen y capacidad adecuados para alimentar y mantener la carga total durante 10 ½ horas como mínimo, sin que la tensión aplicada a la carga caiga por debajo del 87.5 por ciento de la tensión normal. .... (V) o (F)

### Contesta

- 1.- ¿Cual es el tiempo que debe ser capaz de suministrar energía la planta de emergencia cuando se empleen máquinas de combustión interna como fuente primaria?
- 2.- ¿Qué se exige en cuanto a la protección del equipo contra fallas a tierra?
- 3.- ¿Cuánto tiempo debe ser capaz de durar un generador de combustión a plena carga?
- 4.- ¿Cual es la diferencia entre un sistema de emergencia y un sistema de reserva legalmente requerido?
- 5.- ¿Como debe ser el equipo de transferencia en un sistema de reserva opcional?

## Práctica # 10

### Anteproyecto

#### Objetivos

Conocer la definición, clasificación y diseño de los principales circuitos derivados utilizados en una instalación eléctrica del tipo residencial; así como la implementación en práctica de dichos circuitos derivados, con en base a la reglamentación mexicana.

#### Material del alumno

- Equipo básico eléctrico.
- Guía de cables.
- NOM-001-SEDE-2012

#### Material de Seguridad

- Guantes
- Lentes de seguridad

### Introducción

**Circuitos derivados:** Un circuito derivado es el que se encuentra desde el último dispositivo de protección hasta la toma de cargas que alimenta, puede ser individual, cuando alimenta una sola carga o multifilar.

Los circuito derivados están **clasificados** según la máxima corriente del dispositivo de protección, para este caso las normas han estandarizado dispositivos de protección con capacidades de 15, 20, 30, 40, 50 y 60 A.

Establecidas las capacidades de los dispositivos de protección, estos se deben cargar a no más del 80% de su capacidad. Para este caso, se determina la potencia y corriente segura del circuito derivado, *la potencia se calcula multiplicando la corriente máxima del dispositivo de protección y la tensión*, para obtener la corriente y la potencia segura se disminuye la potencia total a un 20% de su capacidad.

Capacidad del Dispositivo de Protección	Tensión (V)	Potencia (VA)	Corriente segura (A)	Potencia segura (VA)
15	120	1800	12	1440
20	120	2400	16	1920
30	120	3600	24	2880
40	120	4800	32	3840
50	120	6000	40	4800
20	240	4800	16	3840
30	240	7200	24	5760
40	240	9600	32	7680

Tabla 1. Potencia y corriente segura para cargar los Dispositivos de Protección

## Principales circuitos derivados en una instalación eléctrica tipo residencial o vivienda

La normatividad vigente en materia de instalaciones eléctricas indica que al menos debe haber cinco circuitos para una instalación residencial: Un circuito para la iluminación, uno más para los aparatos electrodomésticos, un tercero para la lavadora y/o aire acondicionado y un circuito independiente para los cuartos de baño; la norma también recomienda un circuito independiente de al menos 15 amperes para el refrigerador.

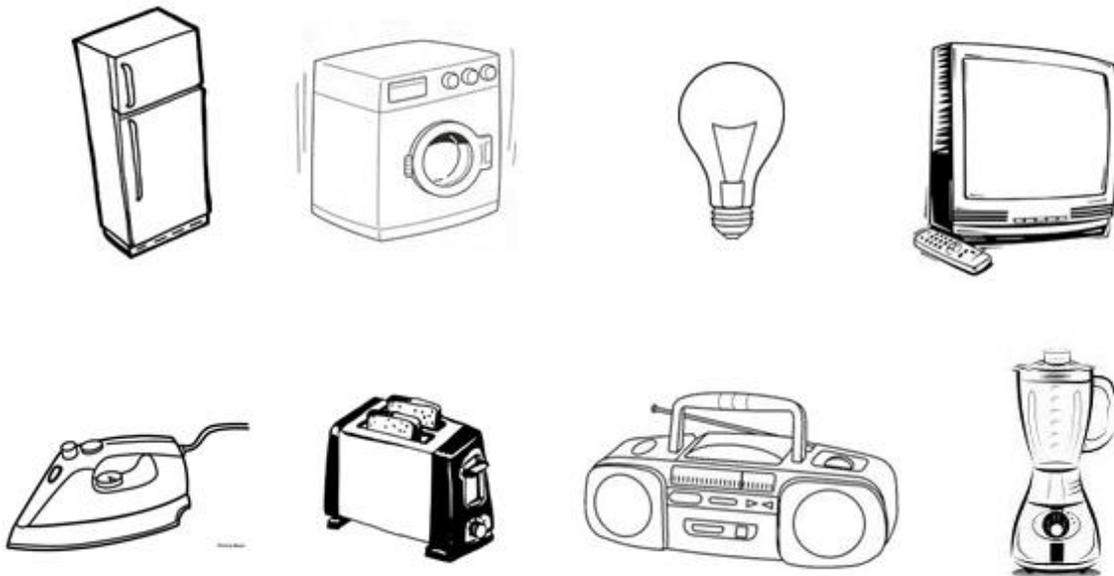
- a) Circuitos de alumbrado y contactos generales.

Una salida que alimenta luminarias se debe calcular con base en el valor máximo en volt-amperes del equipo y las lámparas para las que este designada dicha luminaria.

Una salida de contacto, para un **aparato específico** u otra carga se debe calcular con base en la corriente del aparato o carga conectada.

**Nota:** La norma establece que: las salidas de contactos generales se deben considerar cuando menos de 180 volt-amperes para cada contacto sencillo o múltiple instalado en el mismo puente o yugo. Un contacto múltiple compuesto de cuatro o más contactos, se debe calcular con no menos de 90 volt-amperes por cada contacto.

- b) Un circuito de 20 Amperes para aparatos pequeños, entendiéndose que estas salidas estarán en la cocina, comedor o cualquier otra área similar.
- c) Un circuito exclusivo de 20 Amperes para la lavadora y/o aire acondicionado.
- d) Un circuito exclusivo de 20 Amperes para los cuartos de baño.



## Diseño de los circuitos derivados

En una instalación eléctrica, es necesario calcular el número de circuitos derivados requeridos para una determinada carga, esto se hace utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{No. de Circuitos Derivados} = \frac{\text{Carga Total en [Watts]}}{\text{Capacidad de cada Circuito en [Watts]}}$$

### Recuerda...

Un circuito de 15 Amperes a 120 Volts, tendrá una capacidad en watts de  $15 \times 120 = 1800$  Watts.  
Un circuito de 20 Amperes a 120 Volts, tendrá una capacidad en watts de  $20 \times 120 = 2400$  Watts.

### Ejemplo:

Calcule el número de circuitos derivados para un circuito de 15 amperes a 120 Volts para alimentar una carga de alumbrado de 45 000 watts, si las lámparas son de 75 watts. Calcular el número de lámparas por circuito.

**Nota:** Considere una carga eléctrica segura para no sobrecargar los circuitos.

$$\text{El número de circuitos derivados es} = \frac{45000}{1440} = 31.25 \text{ o } 31 \text{ Circuitos}$$

$$\text{El número de lámparas por circuito es} = \frac{1440}{75} = 19.2$$

El número de lámparas, 19.2 es equivalente a decir 19 lámparas por circuito, este resultado nos dice que habrá circuitos con 19 y 20 lámparas, de tal forma que su cubra el total de la carga demandada.

## Calculo del calibre del conductor para los circuitos derivados

Los conductores de un circuito derivado se determinaran con base en la Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE-2012, pero es necesario considerar los diferentes factores de corrección necesarios:

- Factor de corrección por temperatura ver Tabla 310-15 (b) (2) (a) basados en una temperatura ambiente de 30 °C.
- Factor de corrección por agrupamiento Tabla 310-15(b) (3) (a). Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o cable.
- Calculo de caída tensión, aplicable en circuitos derivados con longitudes mayores a 20 m entre el centro de la carga y la carga.

En este caso, no estamos considerando la caída de tensión en los cables y la temperatura ambiente, pues ya con el margen de seguridad utilizada en la Tabla 1 de esta práctica, nos dará un cierto rango para seleccionar la protección idónea del circuito derivado. Sin embargo, para cargas especiales de uso individual es importante que se tomen en consideración las variables anteriores.

## **Cargas máximas**

La carga total no debe exceder la capacidad nominal del circuito derivado y no debe exceder las cargas máximas especificadas a continuación:

- a) Cargas operadas por motores y combinadas. En circuitos que suministran energía a cargas consistentes en equipos de utilización fijos con motores de más de 93 W (1/8 CP) junto con otras cargas, la carga total calculada deber ser 125% la carga del motor más grande más la suma de todas las demás.
- b) Cargas inductivas de alumbrado. Para circuitos que suministran energía a equipo de alumbrado con balastos, reactores o transformadores, la carga calculada debe basarse en la capacidad nominal total de dichas unidades y no en la potencia total de las lámparas,
- c) Otras cargas. La capacidad nominal de los dispositivos de protección que alimentan cargas continuas de alumbrado o similares no deben ser inferior a la carga no continua más el 125% de la carga continua.

## **Protección de los circuitos derivados**

En instalaciones eléctricas del tipo residencial se debe ofrecer protección a las personas mediante *interruptores de circuito de falla a tierra*, ya se ha en la salida (contacto) o al principio del circuito.

Estas protecciones serán obligatorias en los siguientes lugares dentro de la instalación:

- 1) Cuartos de Baño
- 2) Cocheras
- 3) En exteriores
- 4) Cocina
- 5) Espacios de poca altura
- 6) Sótanos sin acabados.
- 7) Fregaderos situados en áreas que no sean la cocina

La norma no exige los *interruptores de circuito por falla de arco*, pero si los recomienda para ciertos lugares dentro de la instalación, como por ejemplo: Las habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, cuartos de estudio, alcobas, armarios, pasillos o cuartos o áreas similares, se podrán proteger con un interruptor de circuito por fallas de arco o un *interruptor diferencial*, tipo combinación, instalado para brindar protección al circuito derivado.

## Desarrollo de la Práctica

### Actividades

Dentro de las casetas de instalaciones eléctricas realice la implementación y cálculo de los siguientes problemas, considere el NO cargar a más del 80% de su capacidad a los dispositivos de protección.

### Relación de carga

Una instalación eléctrica monofásica tiene las siguientes cargas conectadas (cuatro circuitos derivados), con base en la reglamentación mexicana instale y calcule el calibre de los conductores, la protección de cada circuito así como los conductores de puesta a tierra.

- 1) Una carga de 180 W para alumbrado del tipo fluorescente. Considere al alumbrado como una carga continua.
- 2) Un total de 8 contactos, distribuidos de la siguiente manera:
  - ❖ 2 contactos del tipo ICFT en la Cocina.
  - ❖ 1 contactos del tipo ICFT en el Cuarto de Baño.
  - ❖ 2 contactos dúplex en la Sala-Comedor.
  - ❖ 1 contactos del tipo Tierra aislada en el Cuarto de Estudio.
  - ❖ 2 contactos para las Habitaciones.
- 3) Un refrigerador con una capacidad de 600 W.
- 4) Una lavadora de 400 W.

**Nota:** Se recomienda realizar la práctica en grupos de 4 o 5 personas.

## Evaluación teórica

1.- Calcule el calibre de los conductores de un circuito derivado, si se usa un THWN. Calcular también el dispositivo de protección contra sobrecorriente, si se alimentarán a 10 salidas para alumbrado con un ciclo no continuo para la mitad de dicho alumbrado.

2.- Cuantas salidas se permiten en un circuito derivado de 15 A. usado para operar en forma continua a 127 Volts.

3.- Calcular el número de salidas o contactos permitidos en un circuito derivado de 20 A. que no opera en forma continua si se alimenta a 127 Volts.

4.- Cual es tamaño de un circuito derivado de 127 V, que usa conductores de cobre del tipo THHN, si se alimentan 12 salidas de alumbrado de 250 watts cada una en un ciclo continuo de operación; también calcule su protección contra sobrecorriente.

5.- Cual es la diferencia entre los siguientes conductores **THWN** y **THHN**, haga una tabla mencionando las características de ambos conductores.

## Practica # 11

### Proyecto eléctrico

#### Objetivo

El alumno tendrá un caso ficticio práctico del diseño de una instalación eléctrica sencilla, así mismo simulara la instalación de equipo necesario en la instalación de diseño utilizando la caseta de trabajo como apoyo, finalmente tendrá un acercamiento con las herramientas de software más utilizadas en las proyecciones eléctricas y civiles.

#### Material del alumno

- Desarmadores
- Pinzas de corte
- Pinzas pela cables

#### Introducción

#### Proyecto eléctrico

Cuando el trabajo solicitado se trata de diseñar una instalación eléctrica, como todo proyecto, debemos comenzar por el principio: por la planeación.

Empecemos por averiguar la carga eléctrica estimada que requerirá la construcción. ¿Qué características tiene? ¿Cuántos pisos y cuántos cuartos contienen? ¿Cómo están distribuidos? ¿De qué tamaño es el terreno de trabajo? Estas son algunas de las primeras interrogantes que hay que responder.

También debemos considerar la disponibilidad y características del suministro de energía, el pre-dimensionamiento y ubicación de los elementos necesarios para la instalación, los requerimientos particulares del proyecto, la preferencia de materiales (que sean siempre certificados) y, finalmente, el alcance de la propuesta de trabajo en términos generales.

Con alcance del proyecto nos referimos a la cantidad de sistemas que se instalarán:

- Sistema de iluminación
- Sistema de comunicaciones
- Sistema de señalización
- Sistema de alimentación de energía (tomacorrientes)

## Esquema de Proyecto Eléctrico

En las especificaciones de la propuesta de trabajo se debe colocar las generalidades del proyecto, las condiciones contractuales, las características detalladas de los materiales a utilizar, las normas oficiales a seguir, el presupuesto de la obra, la programación del trabajo (calendario) y el flujo de fondos o forma de pago.

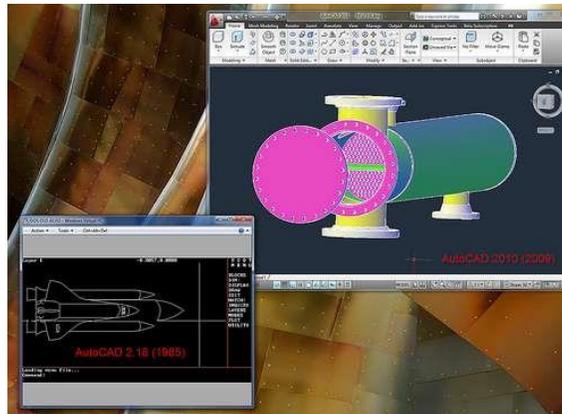
## El plano

Para culminar con la fase de planeación, toda la información recabada debe vaciarse en un plano que contenga los símbolos universales correspondientes para que cualquier colega los pueda interpretar (incluso, el cliente), la localización en plantas de cada uno de los servicios de energía requeridos, las rutas de acomoda de media y baja tensión, los cuadros de carga, el dimensionamiento de equipos y espacios y algunos detalles constructivos.

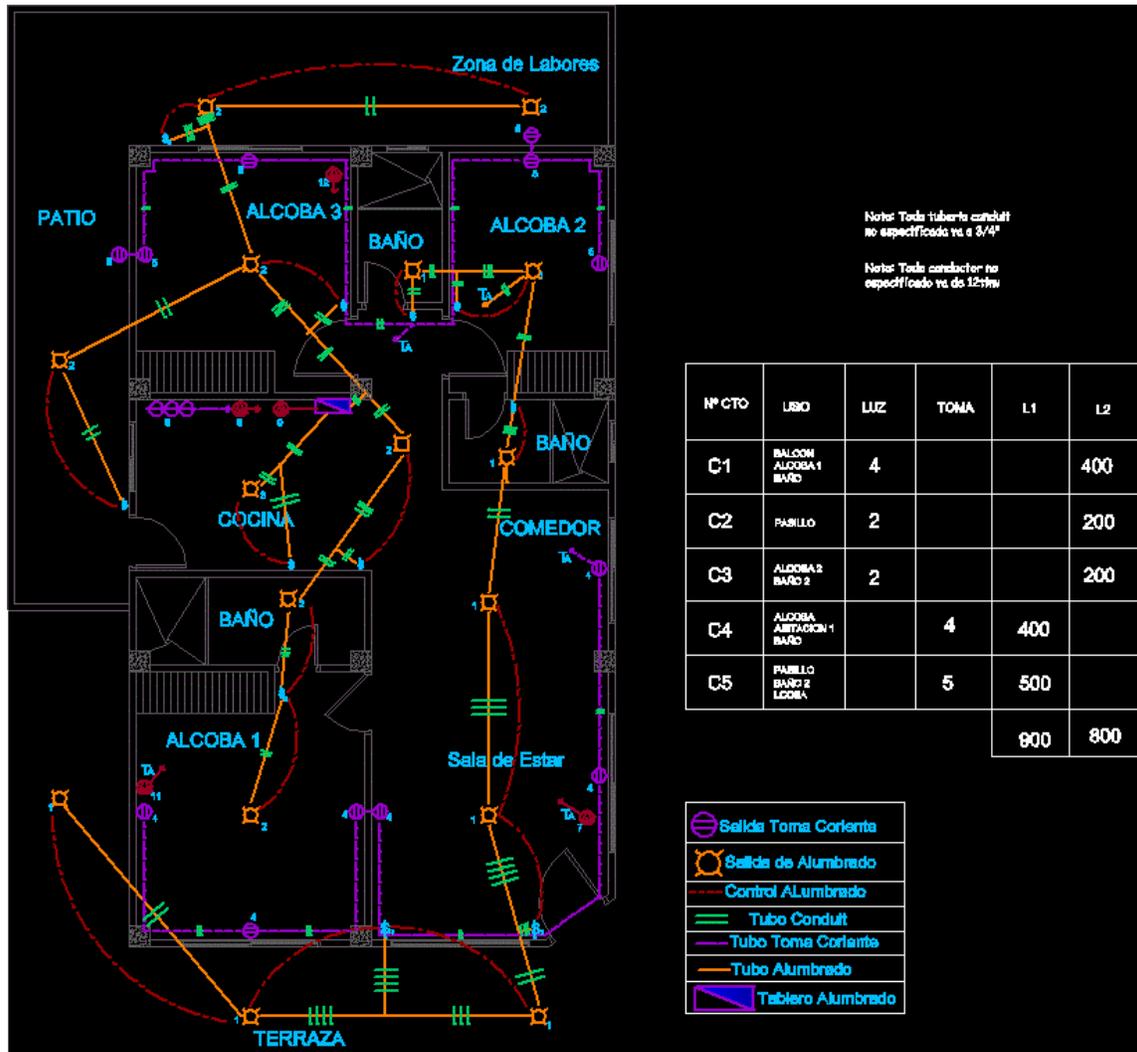


## AutoCAD

AutoCAD es un software del tipo CAD (Computer Aided Design) que en español significa diseño asistido por computadora, y que fue creado por una empresa norteamericana especializada en este rubro llamada Autodesk. La primera versión del programa fue lanzada al mercado en el año 1982, y no ha cesado de cosechar éxitos desde ese entonces. Esto es principalmente debido a los altos estándares de calidad de código con que la empresa se maneja, hecho que ha logrado que se posicionara con el software para el modelado de estructuras o planos más utilizado por arquitectos e ingenieros de todo el mundo.



Gracias a sus avanzadas y convenientes características, en la actualidad AutoCAD es una pieza fundamental en cualquier estudio de diseño arquitectónico o ingeniería industrial, y es utilizado habitualmente para el desarrollo y elaboración de complejas piezas de dibujo técnico en dos dimensiones (2D) y para creación de modelos tridimensionales (3D)



Desarrollo

### Cálculos y diseño de la instalación

#### Actividad 1

Se tienen los siguientes datos:

Requisitos	Caseta 1	Caseta 2	Caseta 3
Numero de contactos			
Numero de luminarias			
Motores			
Equipo de computo			
Caída de tensión			

1. Proponga el diseño de una pequeña instalación en donde se podría usar el equipo antes mencionado (ejemplo: una caseta, un salón, un local) de tal manera que el plano de dicha instalación sea un plano sencillo pero práctico.
2. Realice en papel un esbozo del plano eléctrico de la instalación propuesta.
3. A partir de la caseta de trabajo asignada y el diseño antes propuesto, realice el cálculo de conductores, protecciones y canalizaciones para la obtención de una correcta y optima instalación (tener en mente el tipo de tubería pre instalada dentro de la caseta de trabajo).
4. Verifique en con sus compañeros y maestro la propuesta del diseño y los cálculos realizados para la obtención de los materiales adecuados a esta.
5. Vacíe toda la información generada en un plano eléctrico más limpio de la instalación, así mismo realice el cuadro de cargas correspondiente, detallando los calibres obtenidos, la distribución de carga, y el balanceo de fases en caso de aplicar.

**Nota:** Tome en cuenta que por ser un caso ficticio y práctico los valores de balanceo obtenidos pueden estar totalmente fuera de proporción.

#### Actividad 2

### Simulación de la instalación en caseta

1. Una vez obtenido el equipo necesario para la instalación diseñada, lleve a cabo la conexión de este dentro de la caseta, distribuyendo de manera simbólica las cargas propuestas.
2. Asegúrese de tener una correcta selección de calibre del conductor, así como de las protecciones termo-magnéticas, se debe contar con una buena protección pues será necesario el uso del equipo de cómputo.

### Actividad 3

#### **Digitalización del plano eléctrico**

1. Una vez realizada la simulación de instalación del material eléctrico en la caseta de trabajo, prenda el equipo de cómputo.
2. Revise el correcto funcionamiento de todo el equipo dentro de la caseta, debe ser totalmente funcional en el caso de utilizar cualquier contacto o luminaria.
3. Ejecute el programa AutoCAD (versión disponible).
4. Vacíe los datos del cuadro de cargas previamente obtenido y el plano eléctrico, verificando que este contenga un formato adecuado para la fácil comprensión.
5. Imprima el plano y discuta con el equipo de las otras casetas el diseño de instalación propio como el de los compañeros.
6. Identifique problemas y sugerencias aplicables de los trabajos en las tres casetas y corrija en caso de ser necesario.

## **Evaluación teórica**

- 1.- ¿En qué tipo de instalación sería viable utilizar el tipo de tubería instalada en caseta?
  
- 2.- ¿Que problemas surgieron en la realización del balanceo de cargas?
  
- 3.- ¿Cuál es la importancia de un plano arquitectónico?
  
- 4.- Dibujo la simbología típica de una instalación eléctrica (contactos, iluminación y/o equipo de fuerza.
  
- 5.- ¿Qué nos indica la caída tensión?
  
- 6.- ¿Qué datos se requieren en un plano de conexiones eléctricas?
  
- 7.- Diga que es un Diagrama Unifilar.
  
- 8.- ¿Que son los diagramas de ingeniería de detalle?
  
- 9.-En que tarifa se encuentra una instalación eléctrica del tipo residencial en la Cd. De México. Y ¿Qué es el DAC?
  
- 10.- ¿Qué es un diagrama isométrico?

## Apéndice

La tabla 310-15(b), (16) de la NOM-001-SEDE 2012 Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. **No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados**, basados en una temperatura ambiente de 30 °C\*

		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60°	75°	90°	60°	75°	90°
Área <i>mm</i> <sup>2</sup>	Tamaño o designación AWG o kcmil	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS	TIPOS
		W UF	LSOH, RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS THWN, XHHW, USE, ZW.	TBS, SA, SIS, FEP FEPB LSOH, MI RHH, RHW -2 THHN, THHW THHW-LS, THW -2 THWN -2, USE -2 XHH, XHHW XHHW -2, ZW -2.	TW UF.	RHW, THHW THHW-LS, THW THW-LS THWN, XHHW USE.	TBS, SA, SIS, THHN THHW, THHW-LS THW -2, HWN -2 RHH, RHW -2 USE -2, HH XHHW, HHW -2, ZW -2.
		Cobre			Aluminio		
<b>0.824</b>	18**	-	-	14	-	-	-
<b>1.31</b>	16**	-	-	18	-	-	-
<b>2.08</b>	14**	15	20	25	-	-	-
<b>3.31</b>	12**	20	25	30	-	-	-
<b>5.26</b>	10**	30	35	40	-	-	-
<b>8.37</b>	8	40	50	55	-	-	-
<b>13.3</b>	6	55	65	75	40	50	55
<b>21.2</b>	4	70	85	95	55	65	75
<b>26.7</b>	3	85	100	115	65	75	85
<b>33.6</b>	2	95	115	130	75	90	100
<b>42.4</b>	1	110	130	145	85	100	115
<b>53.5</b>	1/0	125	150	170	100	120	135
<b>67.4</b>	2/0	145	175	195	115	135	150
<b>85</b>	3/0	165	200	225	130	155	175
<b>107</b>	4/0	195	230	260	150	180	205
<b>127</b>	250	215	255	290	170	205	230
<b>152</b>	300	240	285	320	195	230	260
<b>177</b>	350	260	310	350	210	250	280
<b>203</b>	400	280	335	380	225	270	305
<b>253</b>	500	320	380	430	260	310	350
<b>304</b>	600	350	420	475	285	340	385
<b>355</b>	700	385	460	520	315	375	425
<b>380</b>	750	400	475	535	320	385	435
<b>405</b>	800	410	490	555	330	395	445
<b>456</b>	900	435	520	585	355	425	480
<b>507</b>	1000	455	545	615	375	445	500
<b>633</b>	1250	495	590	665	405	485	545
<b>760</b>	1500	525	625	705	435	520	585
<b>887</b>	1750	545	650	735	455	545	615
<b>1013</b>	2000	555	665	750	470	560	630

\* Véase 310-15(b) (2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

\*\* Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tomando los conductores utilizados en la construcción tenemos:

### Clasificación de los conductores con aislamiento termoplástico o PVC

Tipo	Temperatura máxima de operación en el conductor, °C	Descripción
<b>TW</b>	60	Conductor con aislamiento de PVC resistente a la humedad y a la propagación de incendios.
<b>THW</b>	75	Conductor con aislamiento de PVC resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendios.
<b>THW-LS</b>	75 seco o mojado	Conductor con aislamiento de PVC resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, de emisión reducida de humos y de gas ácido.
<b>THWN</b>	75 mojado	Conductor con aislamiento de PVC y cubierta de nylon resistente a la humedad, al calor y a la propagación de la flama.
<b>THHW</b>	75 mojado o 90 seco	Conductor con aislamiento de PVC resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios.
<b>THHW-LS</b>	75 mojado o 90 seco	Conductor con aislamiento de PVC resistente a la humedad, al calor, a la propagación de incendios, de emisión reducida de humos y de gas ácido.
<b>THHN</b>	90 seco	Conductor con aislamiento de PVC y cubierta de nylon, para instalarse sólo en seco. Resistente al calor y a la propagación de la flama.

### Clasificación de los conductores con aislamiento termofijo

Tipo	Temperatura máxima de operación en el conductor, °C	Descripción
<b>XHHW</b>	75 en seco y mojado 90 en seco y húmedo	Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), resistente a la presencia de agua y al calor.
<b>XHHW-2</b>	90 en seco y mojado	Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), resistente a la presencia de agua y al calor.
<b>RHW</b>	75 en seco y mojado	Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), a base de etileno propileno (EP), o aislamiento combinado (de CP sobre EP) resistente a la presencia de agua y al calor. Los aislados con EP deben llevar cubierta termoplástica o termofija.
<b>RHW-2</b>	90 en seco y húmedo	Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), a base de etileno propileno (EP), o aislamiento combinado (de CP sobre EP) resistente a la presencia de agua y al calor. Los aislados con EP deben llevar cubierta termoplástica o termofija.
<b>RHH</b>	90 en seco y húmedo	Conductor con aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLP), a base de etileno propileno (EP), o aislamiento combinado (de CP sobre EP) resistente a la presencia de calor. Los aislados con EP deben llevar cubierta termoplástica o termofija.

## Siglas en los conductores eléctricos

Existe una amplia variedad de aislamientos para conductores para satisfacer los requerimientos de las distintas aplicaciones. Estos tipos de aislamientos están diseñado sobre una forma estándar y todos los cables están marcados con información sobre su tamaño, ya sea expresado en AWG o KCMIL, su voltaje y su tipo de aislamiento.

El aislamiento de los cables se designa como:

Letra	Tipo de aislamiento
<b>A</b>	Aislamiento de asbesto
<b>MI</b>	Aislamiento mineral
<b>R</b>	Aislamiento de hule
<b>SA</b>	Aislamientos de silicio – asbesto
<b>T</b>	Aislamiento termoplástico
<b>V</b>	Aislamiento de cambray barnizado
<b>X</b>	Aislamiento de polímero sintético barnizado

Los cables también se designan por su medio de operación como:

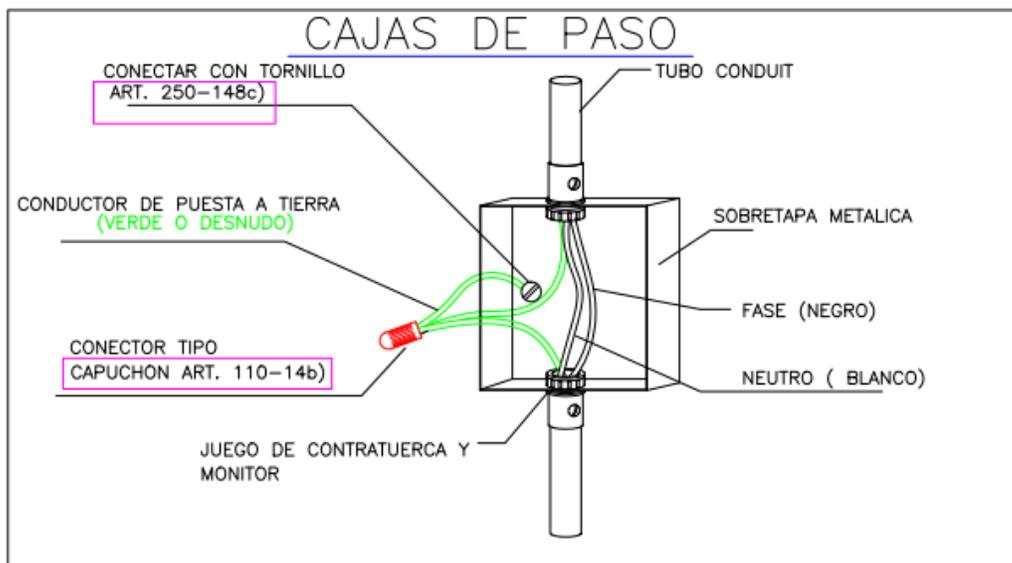
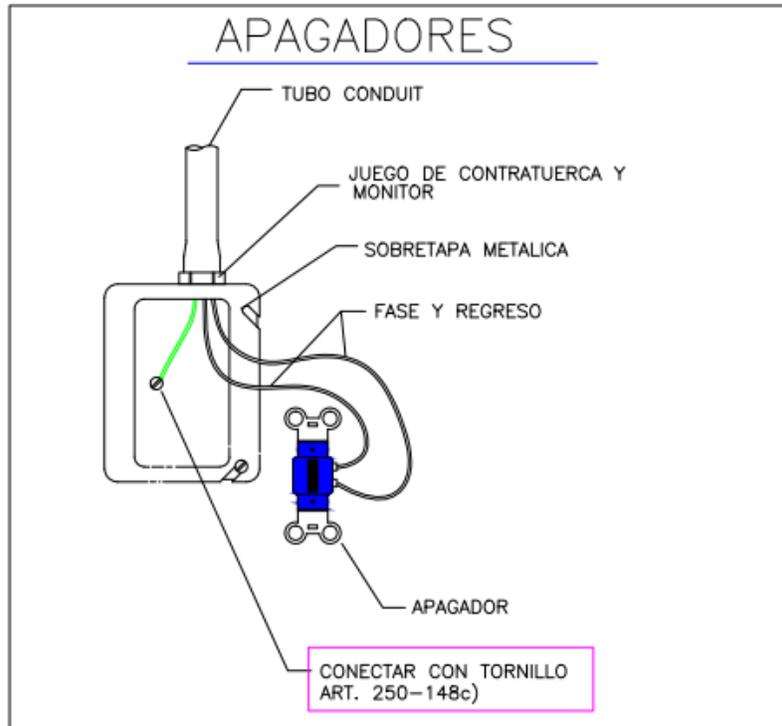
Letra	Tipo de operación
<b>H</b>	Resistente al calor hasta 75°C
<b>HH</b>	Resistente al calor hasta 90°C

**Nota:** Si no hay designación, significa 60°C

También los podemos clasificar dependiendo de las condiciones ambientales, para las que se requiera:

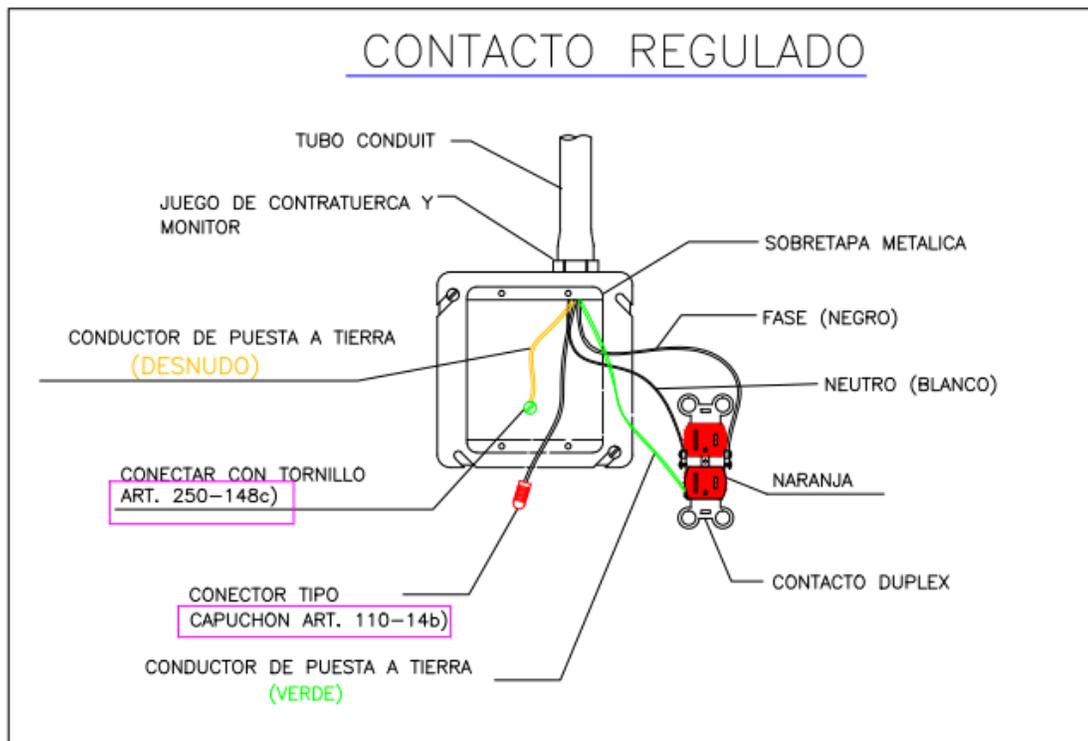
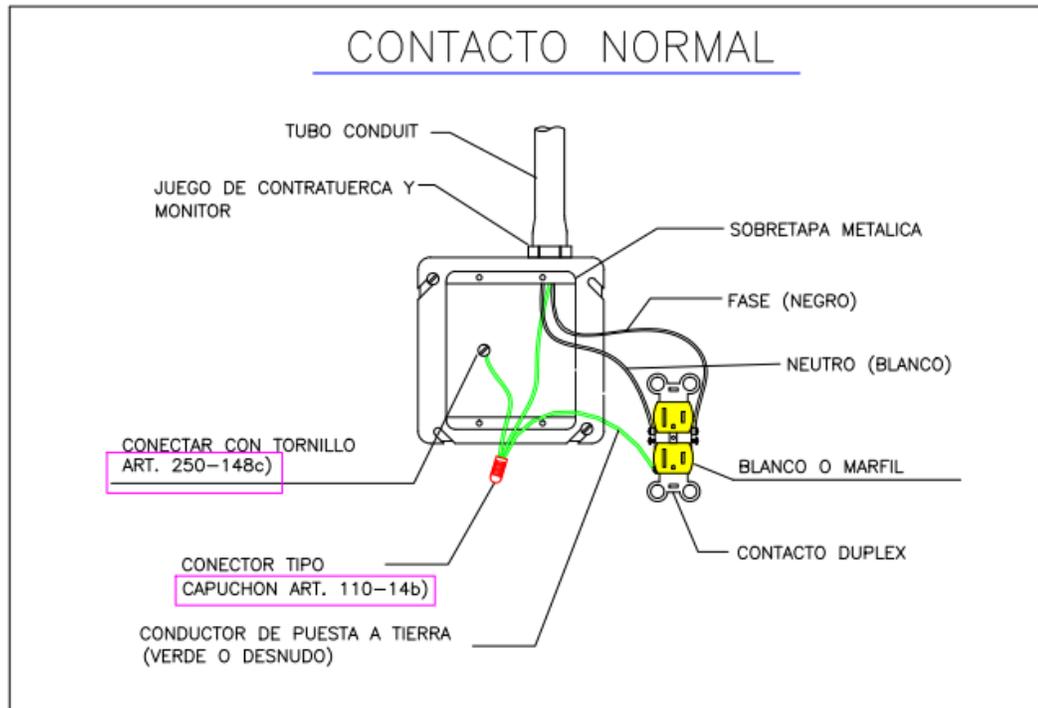
Letra	Condición ambiental
<b>W</b>	Resistente a la humedad
<b>UF</b>	Para uso subterráneo

## Conexión de Apagadores y Cajas de Paso



**Nota:** Los artículos mencionados hacen referencia a la NOM-001-SEDE-2012.

## Conexión de Contactos de uso común y Contactos Regulados



**Nota:** Los artículos mencionados hacen referencia a la NOM-001-SEDE-2012.

## Conclusiones

- El conocimiento de Instalaciones Eléctricas no puede quedarse rezagado, ni a la expectativa, ante un entorno teórico globalizado, por lo que la incorporación de un laboratorio involucrado en las prácticas y técnicas de instalación eléctrica, es necesario para avanzar al ritmo requerido para la elaboración, revisión y aplicación de la norma de instalaciones eléctricas mexicana vigente.
- Para la implementación de un laboratorio dentro de la facultad de ingeniería, este deberá ser diseñado de acuerdo a un espacio y localización disponible dentro de la facultad, por lo que el diseño propuesto dentro de esta tesis deberá ser adecuado a las características particulares que se presenten.
- El alcance de los equipos utilizados en las prácticas de esta tesis solo abarcan instalaciones de baja tensión, por lo que un uso de equipos en media tensión, como puede presentarse en una instalación industrial, deberá considerarse en el diseño del laboratorio, o incluso se deberá proponer un laboratorio adicional para el manejo de equipos en media tensión.
- La materia de instalaciones eléctricas industriales busca que el alumno domine los cálculos y requerimientos necesarios para las instalaciones industriales, sin embargo para la impartición de temas relacionados a las instalaciones industriales, residenciales, o de media y baja tensión, una sola asignatura con 3 horas de clase a la semana resulta insuficiente para el correcto aprendizaje, debido a que las necesidades de cada tipo de instalación difieren, por lo que la implementación en un nuevo plan de estudios de una materia adicional, repartiendo la actual asignatura en una de baja tensión, y otra de media tensión, resultaría benéfico para los alumnos que buscan dedicarse al trabajo relacionado con las instalaciones eléctricas en el mundo laboral.

## **Bibliografía**

### **Capítulo 1**

[1]. E. Campero; N. Bratu; Instalaciones Eléctricas conceptos básicos y diseño, 2a. Edición, Alfa-omega, ISBN 968-6223-86-X.

[2]. NOM-001-SEDE-2012 (Norma de Instalaciones Eléctricas).

[3]. BECERRIL L. Diego Onésimo; Instalaciones Eléctricas Prácticas, 12a. Edición.

### **Capítulo 2**

[1]. Gilberto Enrique Harper, Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión., Editorial Limusa.

[2]. Camarena M. Pedro, Instalaciones Eléctricas Industriales, 2a. Edición, Compañía Editorial Continental, 1979, Pág. 298, ISBN 9682600693.

[3]. Black & Decker, La guía completa sobre las Instalaciones Eléctricas, 4a. Edición.

[4]. Instalaciones Eléctricas, 2a. Edición, Editorial CECSA, UNE Madrid 1994.

[5]. NOM-001-SEDE-2012 (Norma de Instalaciones Eléctricas).

### **Capítulo 3**

[1]. Sabino, Carlos A.; Los caminos de la ciencia: una introducción al método científico, 1a. Edición. Buenos Aires: Lumen-Humanista, Año 2006. ISBN 978-987-00-0616-9.

[2]. Stanley Wolf, Richard F. M. Smith; Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio, Editorial Pearson Educación, 1992, Pág. 584, ISBN 9688802247.

[3]. William Bolton, Mediciones y pruebas eléctricas y electrónicas, Editorial Marcombo, Año 1995 Pág. 332.

[4]. OSINERG, Manual de Seguridad en Instalaciones Eléctricas, Enero 2003, Lima, Perú.

[5]. Reglamento de Construcciones del DDF.

[6]. NOM-001-SEDE-2012 (Norma de Instalaciones Eléctricas).

### **Referencias de Internet Capitulo 3**

<http://www.holophane.comv>

**Fecha de Consulta:** 12 de enero 2014

## Capítulo 4

- [1]. ENRÍQUEZ Harper; Guía práctica para las Instalaciones Eléctricas, Ed. LIMUSA.
- [2]. Terrell Croft, Clifort L. Carr, John H. Watt, Manual del montador electricista: el libro de consulta del electrotécnico, Editorial Reverte Año 1974 Pág. 560.
- [3]. VIAKON Conductores Monterrey, Manual Eléctrico, 3a. Edición Enero 2012.
- [4]. CONDUMEX cables, Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión, 6a. Edición Mayo 2011; ISBN 968-7987-13-8.
- [5]. John H. Watt, Manual del Montador Electricista
- [6]. Manual eléctrico Conelec, 4a. Edición, Año 1989
- [7]. NOM-001-SEDE-2012 (Norma de Instalaciones Eléctricas).

### Referencias de Internet Capitulo 4

<http://www.poliflex.mx>

**Fecha de Consulta:** 16 de julio 2014

<http://www.cfe.gob.mx>

**Fecha de Consulta:** 13 de mayo 2014