

Universidad Tecnológica de Puebla

# **Instalaciones Eléctricas Industriales**

Manual de asignatura

Carrera

Electricidad y Electrónica Industrial

Programa 2004

# Contenido

	Horas			Página
	Teoría	Práctica	Total	
I Introducción	6	9	15	1
II Calculo de Instalaciones Eléctricas por cargas y normas	8	12	20	35
III Factor de potencia y calidad de la energía	5	15	20	38
IV Ahorro de Energía en Instalaciones Industriales	3	7	10	49
V Planta de Energía y UPSs	3	7	10	59
PRACTICAS				68
	25	50	75	

# I. Introducción

Saber en la Teoría (6 hr.)

## I. INTRODUCCIÓN.

En nuestra sociedad, la electricidad es la forma energética más utilizada, esto unido al hecho de que no es perceptible por la vista ni por el oído, hace que sea una fuente importante de accidentes, causando lesiones de gravedad variable, desde un leve cosquilleo inocuo hasta la muerte por paro cardíaco, asfixia o grandes quemaduras. Aproximadamente, el 8% de los accidentes de trabajo mortales son de origen eléctrico. El riesgo eléctrico referido a personas supone la posibilidad de circulación de una corriente por el cuerpo humano; siendo para esto necesario que concurren simultáneamente los siguientes fenómenos:

- Que exista un circuito eléctrico cerrado.
- Que el cuerpo humano pertenezca a éste.
- Que en el circuito eléctrico exista una diferencia de potencial o tensión.

Es por eso que debemos realizar una buena instalación eléctrica en base a las normas vigentes, ya que también, una buena instalación eléctrica es indispensable para la seguridad de la familia en el hogar, así como para proteger la economía. Una instalación en mal estado gasta más energía y daña los aparatos.

Por lo tanto, una instalación en buen estado significa seguridad, ahorro de energía y reducción de gastos; es por esto que se hace indispensable el realizar una instalación eléctrica en apego a la norma vigente, económica y de calidad.

## **A) DEFINICIÓN DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

Se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica desde las centrales generadoras hasta el centro de consumo, para alimentar a las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento.

Para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades competentes, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los conductores y sus aislamientos cumplan con lo especificado, que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará.

## **B) OBJETIVO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

Puede decirse que el objetivo fundamental de una instalación eléctrica es el cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica.

Para dar apoyo a lo anteriormente citado tendrán que conjuntarse los factores siguientes:

### **\* SEGURIDAD CONTRA ACCIDENTES E INCENDIOS**

Ya que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, se requiere suministrar la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad así como la de los bienes materiales.

### **\* EFICIENCIA Y ECONOMÍA**

En este rubro deberá procurarse conciliar lo técnico con lo económico y es donde el proyectista deberá mostrar su ética profesional para no perjudicar al cliente.

### **\* ACCESIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN**

Es necesario ubicar adecuadamente cada parte integrante de la instalación eléctrica, sin perder de vista la funcionalidad y la estética.

### **\* MANTENIMIENTO**

Con el fin de que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.

### **C) CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse tomando como base varios criterios. Si se consideran las etapas de generación, transformación, transmisión y distribución tendríamos que hablar de las centrales eléctricas, de los transformadores elevadores, de las líneas de transmisión, de las subestaciones reductoras y de las redes de distribución.

Si clasificamos a las instalaciones eléctricas en función de sus voltajes de operación, necesariamente habría que mencionarse: alta tensión, extra alta tensión, mediana tensión y baja tensión.

Para efectos de nuestro curso clasificaremos a las instalaciones eléctricas como residenciales, comerciales e industriales, las cuales se explican por sí mismas.

Tomando en cuenta la anterior clasificación y considerando las características de los locales o de las áreas donde se desarrollarán las instalaciones, estas pueden denominarse como a continuación se cita:

- **Totalmente visibles**   - **Visibles entubadas**   - **Temporales**   -   **De emergencia**
- **Parcialmente ocultas**                      - **Ocultas**                                      - **A prueba de explosión**

#### **TOTALMENTE VISIBLES**

En este caso, todas las partes componentes de la instalación eléctrica se encuentran a la vista y sin ningún elemento que le sirva como protección contra esfuerzos mecánicos, ni como protección en contra del medio ambiente.

#### **VISIBLES ENTUBADAS**

Las instalaciones eléctricas son así realizadas, ya que las estructuras de la construcción y el material de los muros impiden el ahogar las canalizaciones, en este caso si existe protección mecánica y contra los factores ambientales.

#### **TEMPORALES**

Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por períodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, etcétera.

### **DE EMERGENCIA**

Cuando se requiere contar con suministro continuo de energía eléctrica, se coloca una planta de emergencia que generalmente se pone en operación automáticamente al faltar la energía que proporciona la compañía suministradora. Es muy usual encontrar este tipo de instalaciones en grandes centros comerciales, hospitales, teatros, cines y en industrias que cuentan con un proceso de fabricación continuo.

### **PARCIALMENTE OCULTAS**

Se localiza este tipo de instalación en naves industriales donde parte de la canalización va por pisos y muros y la restante por armaduras; en edificios de bancos, oficinas y centros comerciales que cuentan con falso plafón.

### **TOTALMENTE OCULTAS**

En este caso la instalación eléctrica presenta un muy buen acabado, ya que quedan visibles solamente las tapas de los tomacorrientes, de los interruptores y de los centros de carga o tableros. Poseen el grado más alto de estética cuando los accesorios son de buena calidad y presentación.

### **A PRUEBA DE EXPLOSION**

Las instalaciones eléctricas a prueba de explosión se construyen en los locales y ambientes donde existen polvos o gases explosivos, así como partículas en suspensión factibles de incendiarse. Las canalizaciones deberán cerrar herméticamente. Por ejemplo, se desarrollan este tipo de instalaciones en molinos de trigo, minas de tiro, gaseras, plantas petroquímicas, etc.

## CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

Antes de entrar en materia es fundamental tener claros algunos conceptos de electricidad que, aunque básicos, podemos haberlos olvidado después de estudiarlos hace algunos años.

Primeramente hemos de saber qué es la electricidad. Está formada por unas partículas muy pequeñas, que no se pueden ver, denominadas electrones y estos en realidad no se desplazan, sino que se empujan unos a otros, y los que empujan y entran por el extremo del cable hacen que otros salgan por el otro extremo, pero siempre manteniéndose constante los que hay dentro del cable.

Para comprender el funcionamiento de la corriente eléctrica lo más clásico y didáctico es compararla con una corriente de agua y relacionar todo lo que ocurre con el comportamiento de dicho líquido.

Los conceptos que más nos van a interesar son los de tensión (voltios), intensidad (amperios) y resistencia (ohmios). Primeramente nos imaginamos un depósito de agua de medio metro de diámetro y 1 metro de altura, y luego otro de igual diámetro pero de 10 metros de altura.

Si ambos tuviesen un orificio de igual tamaño en la parte inferior y se abriese de repente ¿de cual depósito saldría el agua con más fuerza?, lógicamente del segundo ya que habrá una mayor presión; pues bien, a esa "presión" es a lo que se llama en electricidad diferencia de potencial o tensión (y no voltaje, que es un anglicismo) y se mide en unidades denominadas voltios (V).

La tensión es la fuerza con la que unos electrones empujan a otros. Por otra parte la "cantidad" de agua que sale del depósito sería el equivalente a la intensidad, y se mide en amperios hora (Ah) ya que va referida a la cantidad de electricidad que pasa en un tiempo determinado. La intensidad nos da idea de la velocidad y de la cantidad de electrones que se mueven.

Para comprender qué es la resistencia, hemos de imaginarnos orificios de tamaños diferentes y acoplados a tuberías de diferente longitud, cuanto más pequeño sea el orificio, menos cantidad de agua saldrá, y cuanto más largo sea, también saldrá menos cantidad, debido a que el roce con las paredes va a hacer que pierda fuerza.

Estos factores que influyen en el paso de la corriente es lo que se denomina resistencia, su equivalente en el caso de la electricidad son las características del cable, cuanto más diámetro tenga y más corto sea, menos resistencia ofrecerá y más fácilmente pasará la electricidad. La unidad de medida de la resistencia es el ohmio.

Con lo dicho anteriormente se puede comprender la ley de Ohm que viene expresada por la fórmula:  $I = V/R$ , es decir la intensidad es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia. Como decíamos la fórmula es lógica recordando el ejemplo, ya que a mayor tensión (mayor altura del depósito) y menor resistencia (orificio más ancho), mayor intensidad (más agua saldrá).

Hemos de saber también que cuando una corriente eléctrica circula por un conductor, los electrones se aceleran y chocan con los átomos del conductor (metal), siendo frenados por los mismos (resistencia), pero el conductor a su vez se calienta porque aumenta su agitación térmica, de esta forma parte de la energía eléctrica se convierte en calor. Es decir, todo conductor atravesado por una corriente eléctrica desprende calor y a esto se denomina efecto Joule. El calor desprendido es directamente proporcional a la intensidad de la corriente y a la resistencia. Esto último es importante en el caso de las baterías, como veremos más adelante.

Como las baterías las usaremos principalmente para hacer funcionar un motor, otro concepto que nos interesa es el de la potencia, y esta se mide en watios (W). Por ejemplo la potencia de las bombillas se miden en watios, cuanto más watios tengan, mayor luminosidad dará la bombilla, pero también más electricidad consumirá.

Los watos consumidos se calculan multiplicando los voltios por los amperios. Volviendo al ejemplo del agua, si hubiese una noria bajo el depósito, cuanto mayor sea la altura del agua y mayor la cantidad de agua que salga, la noria girará a mayor velocidad. En nuestro caso, a más tensión e intensidad, mayor será la velocidad de giro del motor, pero más electricidad gastará.

Finalmente recordar que, como dijimos, parte de la energía se transforma en calor,(esto se comprueba tocando el motor y las baterías después de una carrera), ya que no todo se emplea para el movimiento del motor, y hay que hablar de la eficiencia: relación entre lo gastado en movimiento y el total, si por ejemplo es del 60 %, el 40 % se desperdicia en forma de calor.

Recordar estos conceptos nos ayudará a comprender fácilmente no sólo cómo funcionan las baterías, sino también otras partes de los auto modelos eléctricos, como por ejemplo los variadores y motores.

-

## Saber Hacer en la practica (1 hrs)

### MATERIALES USADOS EN LAS INSTALACIONES ELECTRICAS

#### TUBO CONDUIT METALICO RIGIDO (PARED GRUESA)

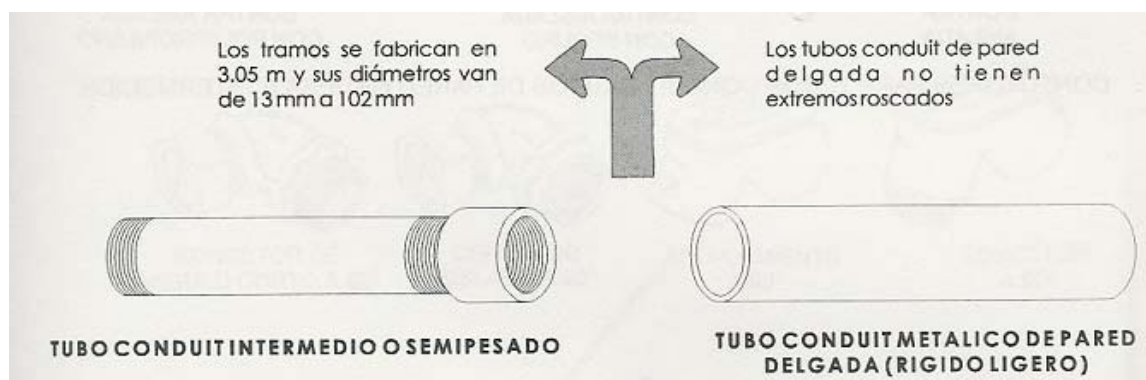
Este tipo de tubo conduit se suministra en tramos de 3.05 m. ( 10 pies ) de longitud de acero o aluminio y se encuentra disponible en diámetros de ½ pulgada ( 13 mm ) hasta 6 pulgadas (152.4 mm. ), Cada extremo del tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene un cople.

Algunas recomendaciones generales para su aplicación son las siguientes:

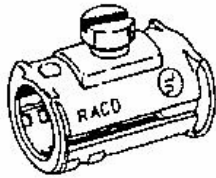
- El numero total de dobleces en la trayectoria total de un conduit no debe exceder de 360 grados.
- Siempre que sea posible y para evitar el efecto de la acción galvánica, las cajas y conectores usados con los tubos metálicos deben ser del mismo material.
- Los tubos de deben soportar cada 3.05 m.

#### TUBO CONDUIT METALICO RIGIDO (PARED DELGADA)

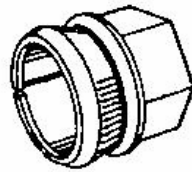
Estos tubos son similares a los de pared gruesa, pero tienen su pared interna mucho mas delgada, se fabrican en diámetros hasta de 4 pulgadas. Se pueden usar en instalaciones visibles u ocultas embebido en concreto embutido en mampostería pero en lugares secos no expuestos a humedad. Estos tubos no tienen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



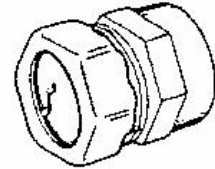
**CONECTORES Y ACOPLAMIENTOS PARA TUBOS CONDUIT PARED DELGADA**



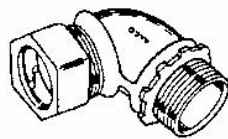
**CONECTOR DE ACERO  
ATORNILLABLE**



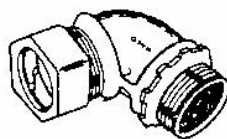
**CONECTOR DE  
DOS PIEZAS**



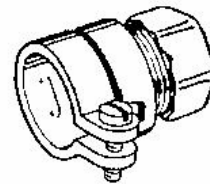
**ACOPLAMIENTO TIPO  
COMPRESION**



**CONECTOR DE  
ANGULO CORTO A 90°**



**CONECTOR  
AISLADO A 90°**



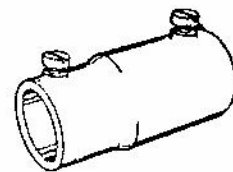
**ACOPLAMIENTO RIGIDO  
A FLEXIBLE**



**ACOPLAMIENTO  
A 90°**



**CONECTOR  
A 90°**

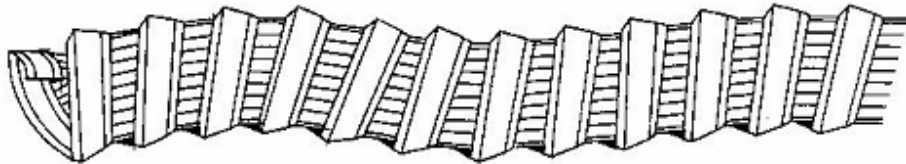


**ACOPLAMIENTO RIGIDO  
ATORNILLABLE DE ACERO**

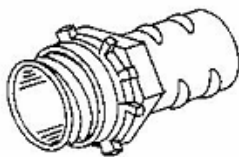
## TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE

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

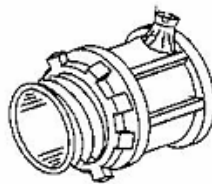
## TUBO CONDUIT METÁLICO FLEXIBLE Y SUS ACCESORIOS



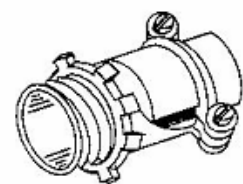
TUBO CONDUIT FLEXIBLE



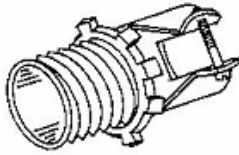
CONECTOR ROSCADO



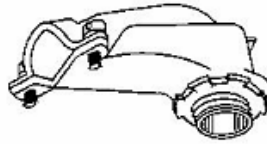
CONECTOR ROSCADO



CONECTOR ROSCADO  
Y DE GRAPAS



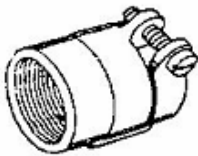
**CONECTOR DESLIZABLE**



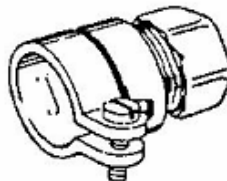
**CONECTOR DESLIZABLE A 90°**



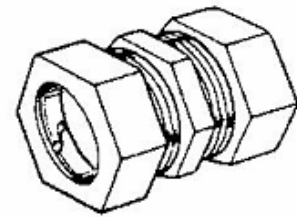
**CONECTOR DE COMPRESION**



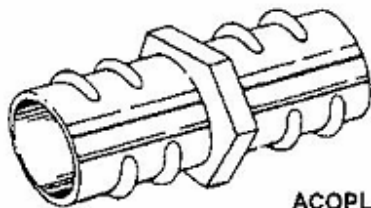
**COMBINACION DE CONECTOR DE TUBO RIGIDO FLEXIBLE**



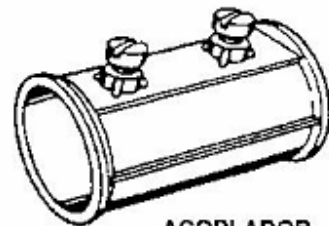
**COMBINACION DE CONECTOR DE TUBO FLEXIBLE A INTERMEDIO**



**ACOPLADOR DE COMPRESION**



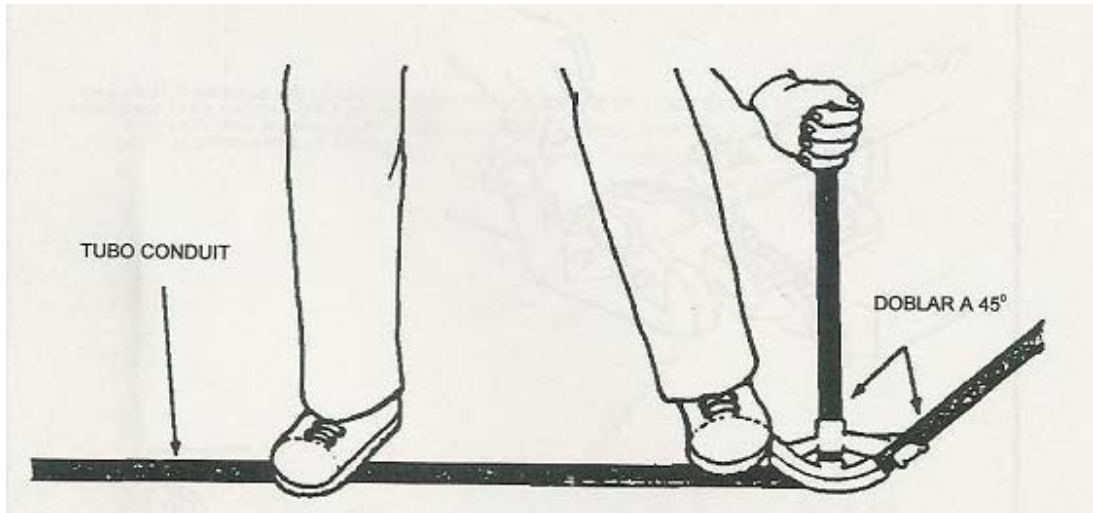
**ACOPLADOR ROSCADO**



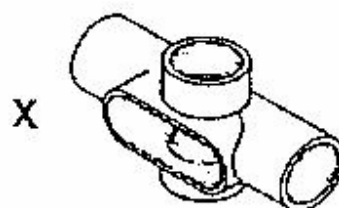
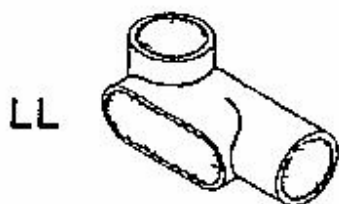
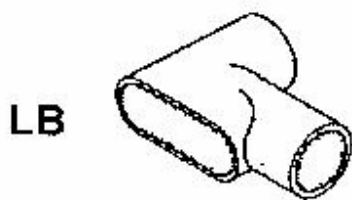
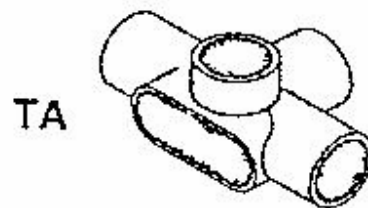
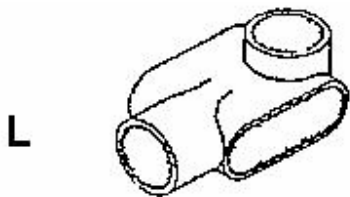
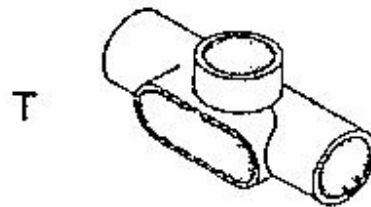
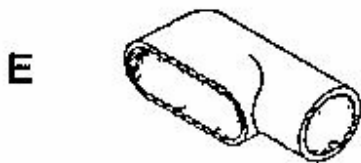
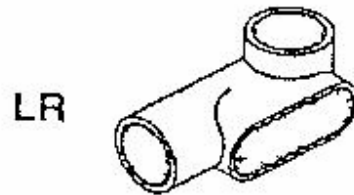
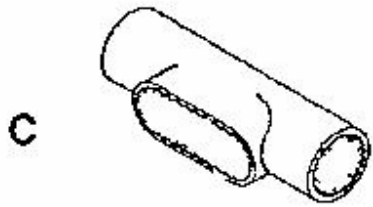
**ACOPLADOR ATORNILLADO**

### **TUBO CONDUIT FLEXIBLE Y SUS ACCESORIOS**

### FORMA DE USAR EL DOBLADOR DE TUBO PARA DOBLAR UN TUBO METALICO



**LOS CONDULETS SE USAN PARA CAMBIOS DE DIRECCIÓN EN INSTALACIONES CON TUBOS METALICOS**



## LOS TUBOS CONDUIT NO METALICOS.

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

## CAJAS Y ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN CON TUBO CONDUIT

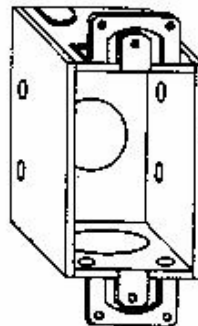
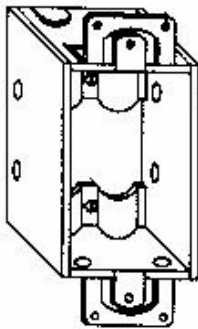
### CAJAS ELECTRICAS

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

### CAJAS METALICAS PARA PROPÓSITOS GENERALES

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

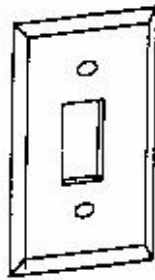
- Cajas para apagadores
- Cajas octagonales
- Cajas cuadradas



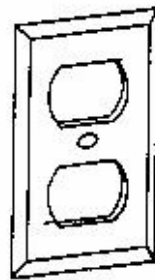
CAJA PARA APAGADORES



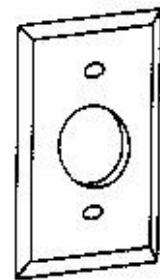
(a)



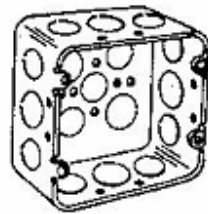
(b)



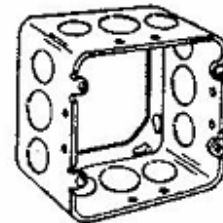
(c)



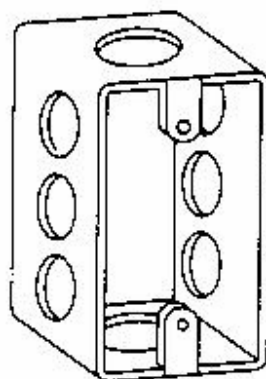
(d)



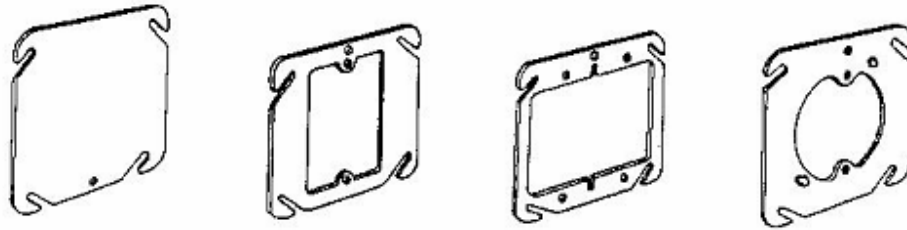
CAJA CUADRADA



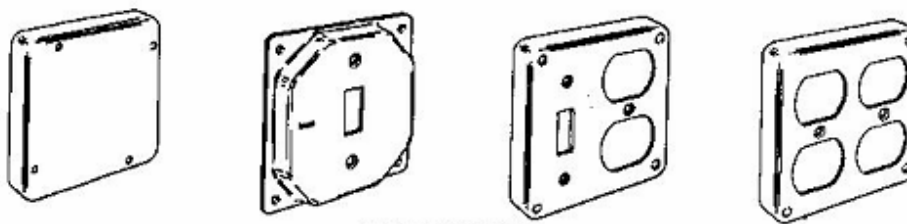
EXTENSION DE CAJA



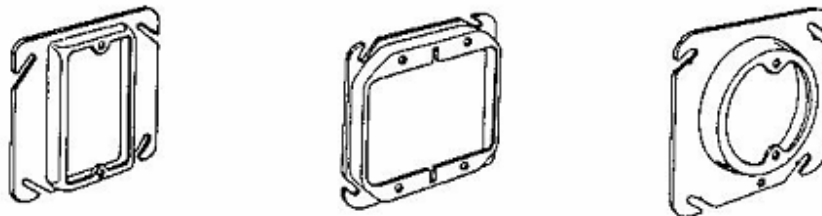
CAJA RECTANGULAR



TAPAS PLANAS PARA TRABAJO CANCELADO



TAPAS REALZADAS

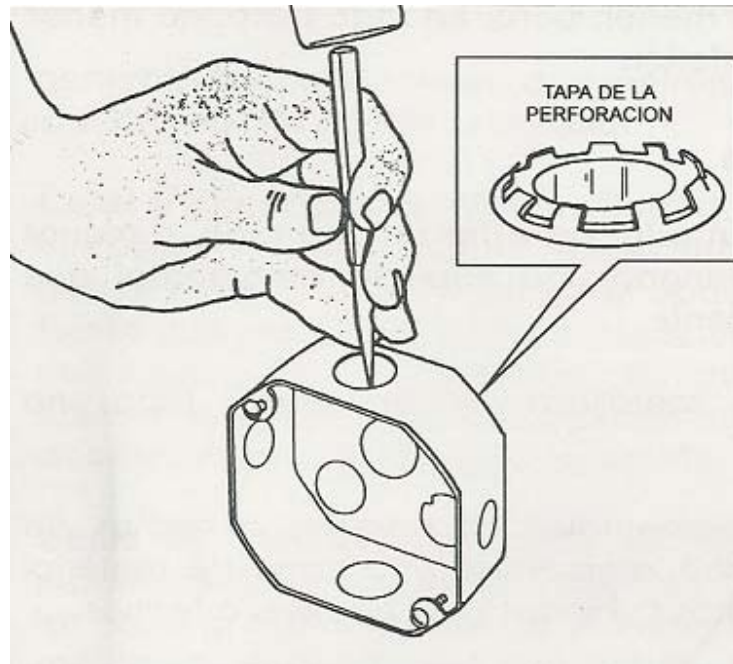


TAPAS DE PLASTICO REALZADAS PARA TRABAJOS CANCELADOS

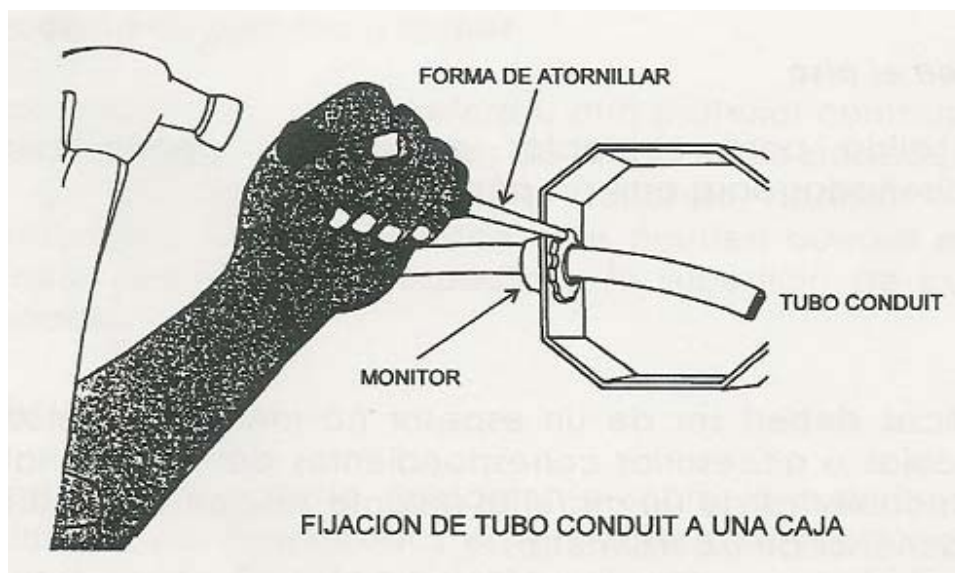
### ESPACIO OCUPADO POR LOS CONDUCTORES EN UNA CAJA.

Todos los conductores que se alojen en una caja, incluyendo los aislamientos, empalmes y vueltas que se hagan en su interior, no deben ocupar mas del 60 por ciento del espacio interior de la caja o del espacio libre que dejen los dispositivos o accesorios que se instalen en ella.

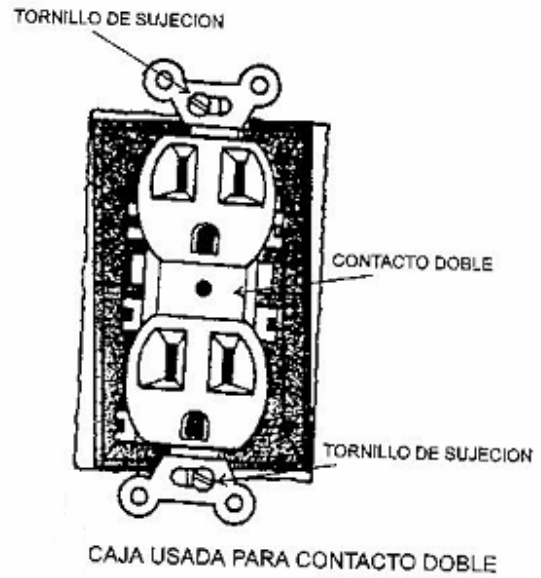
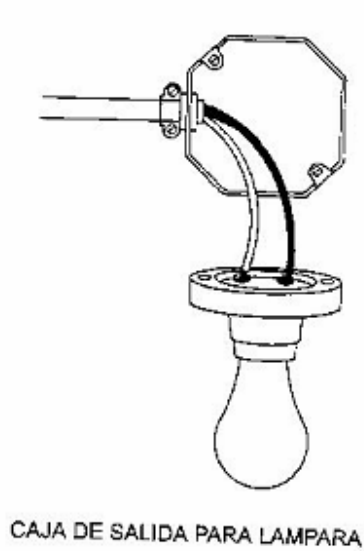
### PERFORACIONES DE LAS CAJAS METALICAS



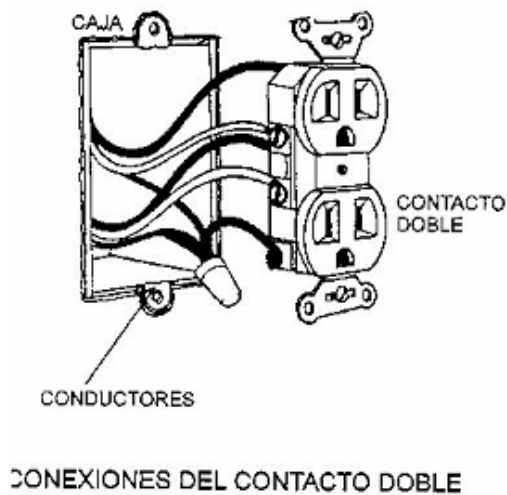
### FIJACIÓN DE UN TUBO CONDUIT A UNA CAJA



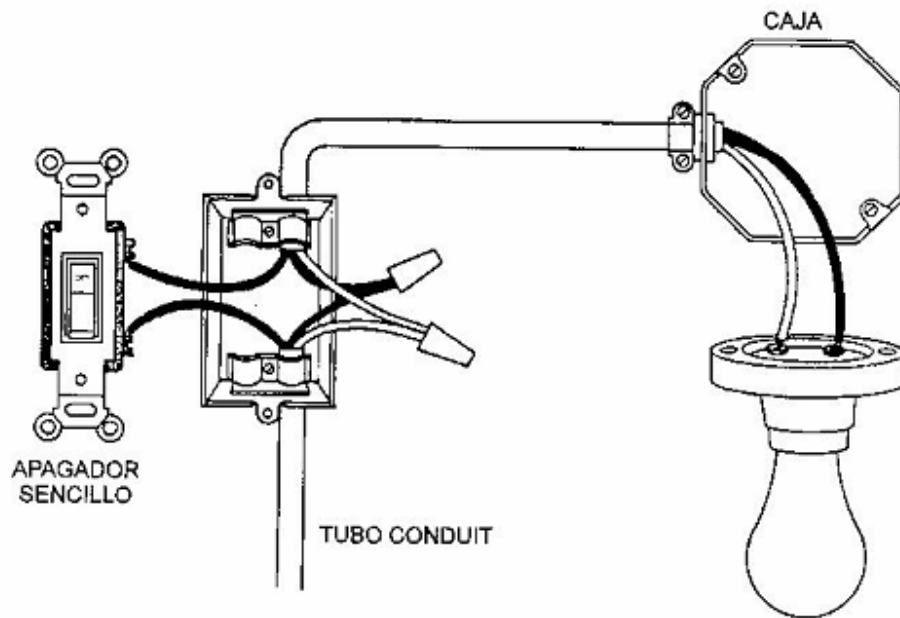
### CAJA DE SALIDA PARA LAMPARA Y PARA CONTACTO DOBLE



### CONEXIONES DE CONTACTO DOBLE Y FIJACIÓN DE LA TAPA A LA CAJA



**CAJAS USADAS PARA SALIDA DE LAMPARA Y APAGADOR SENCILLO**



**CAJAS USADAS PARA SALIDA DE LA LAMPARA Y APAGADOR SENCILLO**

## CLASIFICACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Un conductor eléctrico es aquel material que ofrece poca resistencia al flujo de electricidad. La diferencia entre un conductor y un aislante, que es un mal conductor de electricidad o de calor, es de grado más que de tipo, ya que todas las sustancias conducen electricidad en mayor o en menor medida. Un buen conductor de electricidad, como la plata o el cobre, puede tener una conductividad mil millones de veces superior a la de un buen aislante, como el vidrio o la mica.

El fenómeno conocido como superconductividad se produce cuando al enfriar ciertas sustancias a una temperatura cercana al cero absoluto su conductividad se vuelve prácticamente infinita. En los conductores sólidos la corriente eléctrica es transportada por el movimiento de los electrones; y en disoluciones y gases, lo hace por los iones.

Resistencia es la propiedad de un objeto o sustancia que hace que se resista u oponga al paso de una corriente eléctrica. La resistencia de un circuito eléctrico determina —según la llamada ley de Ohm— cuánta corriente fluye en el circuito cuando se le aplica un voltaje determinado. La unidad de resistencia es el ohmio, que es la resistencia de un conductor si es recorrido por una corriente de un amperio cuando se le aplica una tensión de 1 voltio. La abreviatura habitual para la resistencia eléctrica es R, y el símbolo del ohmio es la letra griega omega. En algunos cálculos eléctricos se emplea el inverso de la resistencia,  $1/R$ , que se denomina conductancia y se representa por G. La unidad de conductancia es siemens, cuyo símbolo es S. Aún puede encontrarse en ciertas obras la denominación antigua de esta unidad, mho.

La resistencia de un conductor viene determinada por una propiedad de la sustancia que lo compone, conocida como conductividad, por la longitud por la superficie transversal del objeto, así como por la temperatura. A una temperatura dada, la resistencia es proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a su conductividad y a su superficie transversal. Generalmente, la resistencia de un material aumenta cuando crece la temperatura.

La mayoría de los conductores eléctricos empleados en las instalaciones eléctricas son de cobre o de aluminio, pues poseen buena conductividad. Comparativamente el aluminio tiene aproximadamente el 84 % de la conductividad del cobre, pero es más liviano; en lo referente al peso, puede tenerse con el mismo peso casi cuatro veces mayor cantidad de conductor de aluminio, que de cobre.

Es práctica común en nuestro país, emplear el sistema de calibración de conductores denominado American Wire Gage (AWG), sin embargo deberán manejarse las dimensiones en milímetros cuadrados ( $\text{mm}^2$ ) para estar de acuerdo a lo estipulado por la NOM.

**AISLAMIENTO DE LOS CONDUCTORES.**

La variedad de aislamientos empleados en los conductores eléctricos es amplia para poder satisfacer las diferentes necesidades. A manera de resumen se cita lo siguiente:

A Aislamiento de asbesto

MI Aislamiento mineral

R Aislamiento de hule

SA Aislamiento de silicio-asbesto

T Aislamiento termoplástico

V Aislamiento de cambray con barniz

X Aislamiento de polímero sintético con barniz

FEP Etileno Propileno Fluorado

RHW Polímero sintético o de cadena cruzada resistente al calor y a la flama

THW-LS Termoplástico resistente a la humedad, al calor y a la propagación de incendio

Para mayor información consulte la Tabla 310-13 de la NOM, la cual muestra el nombre genérico, el tipo, la temperatura máxima de operación, el tamaño nominal, el espesor del aislamiento, etc., de los diversos conductores.

**CÁLCULO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Para la correcta selección de un conductor eléctrico deben considerarse varios factores, a saber:

- El valor máximo del voltaje que se aplicará
- La capacidad de conducción de corriente eléctrica
- El valor máximo de la caída de tensión

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.

**Formulas a emplearse:**

Cálculo por corriente tensión	Sistema	Cálculo por caída de tensión
----------------------------------	---------	---------------------------------

$$I = \frac{VA}{E_n}$$

1F - 2H

$$S = \frac{4LI}{En e\%}$$

$$I = \frac{VA}{2 E_n}$$

2F - 3H

$$S = \frac{2LI}{En e\%}$$

$$I = \frac{VA}{1.732 E_f}$$

3F - 3H

$$S = \frac{2 \times 1.732 LI}{E_f e\%}$$

Donde:

- I corriente eléctrica en Amperes
- VA potencia aparente en Voltamperes de la carga
- En voltaje de fase a neutro en Voltios
- S sección transversal del conductor en mm<sup>2</sup>
- L longitud del circuito considerado en metros
- Ef voltaje entre fases en Voltios
- e% caída de tensión en porciento

NOTA: 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 mm<sup>2</sup> 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.

## CALCULO DEL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES

El calculo del calibre de los conductores se realiza por dos métodos, el de corriente y por caída de voltaje.

Calculando el valor de la corriente máxima que va a circular por los conductores podemos seleccionar el calibre del conductor de la tabla 310-16 de capacidad de conducción de corriente en conductores aislados de la nom-001-semp-1994. (Anexo)

**Formulario referente a la instalación, para un sistema bifásico (2F-3H).**

**a) Por corriente.**

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_{FN} \cdot \cos \theta}$$

W = Carga instalada (watts)

I = Corriente eléctrica (amperes)

$V_{FN}$  = Voltaje de fase a neutro (volts)

$\cos \theta$  = Factor de potencia (0.9 en este proyecto)

**b) Por caída de tensión.**

$$S = \frac{2LI}{\%e \cdot V_{FN}}$$

S = Área del conductor ( $\text{mm}^2$ ).

L = Longitud del conductor (m).

%e = Porcentaje de caída de tensión permitida ( 3% máx.).

$V_{FN}$  = Voltaje entre fase y neutro (volts).

I = Corriente demandada (amperes).

- **Formulario referente a la instalación, para un sistema bifásico (2F-2H).**

**a) Por corriente.**

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_F \cdot \cos \theta}$$

W = Carga instalada (watts)

I = Corriente eléctrica (amperes)

$V_F$  = Voltaje de fase a fase (volts)

$\cos \theta$  = Factor de potencia (0.9 en este proyecto)

**b) Por caída de tensión.**

$$S = \frac{2LI}{\%e \cdot V_F}$$

S = Área del conductor ( $\text{mm}^2$ ).

L = Longitud del conductor (m).

$\%e$  = Porcentaje de caída de tensión permitida ( 3% máx.).

$V_F$  = Voltaje entre fase y fase (volts).

I = Corriente demandada (amperes).

- **Para el desbalanceo entre fases.**

% De desbalanceo = (Fase mayor – Fase menor)/(Fase mayor)\*100

**EJEMPLO:**

**Calculo de calibre conductores y de diámetro de canalizaciones para una instalación eléctrica con la siguiente carga.**

- 9 Lámparas incandescentes de 100 W.
- 1 Lámpara incandescente de 75 W.
- 2 Lámparas incandescentes de 60 W.
- 9 Arbotantes de exterior fluorescentes de 13 W.
- 2 Arbotantes de exterior fluorescentes de 22 W.
- 4 Lámparas fluorescentes “circular light” de 32 W.
- 15 Contactos dobles de 300 W.
- 3 Contactos sencillos de 15 W.
- 1 Aire acondicionado de 1500 W.

- 1 Ventilador de techo de 125 W.
- 1 Motor de  $\frac{1}{4}$  hp (186.4249 W).

Con todos los elementos antes listados nuestra instalación va a contar con una carga total de 8145.4249 W. Así que utilizaremos un sistema bifásico (2F-3H) para la alimentación de nuestra instalación.

### **CÁLCULO DEL CALIBRE DE LOS CABLES ALIMENTADORES.**

- (Q-1) = 1500 W, aire acondicionado.
- (Q-2) = 1596 W, focos y contactos planta alta.
- (Q-3) = 4863 W, focos y contactos planta baja.
- (Q-4) = 186.4249 W, motor de  $\frac{1}{4}$  hp.

La distancia que se utilizó para los siguientes cálculos es referida al plano presente en el mismo proyecto el cual está a una escala de 1:50.

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 tabla 310-16 de la NOM-001-SEMP-1994 la cual se encuentra al final de este trabajo. (Ver anexos)

### **OPERACIONES**

- **Medidor – Switch (2F-3H).**

En esta sección se considerará la carga total la cual se multiplicará por un factor de demanda el cual será de 1 para los primeros 3000 W y de 0.35 para el restante; también en los motores se utilizara F.D. = 1.25, ya que estos demandan más corriente cuando son puestos en marcha; además de L = 0.2 m.

- Alumbrado y contactos = 6459 W.
- Motor y Clima = 1686.4249 W.

&lt; Contactos y alumbrado &gt;

$$\begin{array}{r} 3000 * 1 = \quad 3000 \text{ W} \\ 3459 * 0.35 = \quad 1210.65 \\ \hline 4210.65 \text{ W} \end{array}$$

&lt; Motor y Clima &gt;

$$\begin{array}{r} 186.4249 * 1.25 = \quad 233.031125 \text{ W} \\ 1500 * 1.25 = \quad 1501.25 \text{ W} \\ \hline 2108.0311 \text{ W} \end{array}$$

Total = 4210.65 W + 2108.0311 W = 6318.6811 W.

Así pues por corriente:

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{6318.6811}{2 \cdot (127) \cdot (0.9)} = 27.6407 \text{ A}$$

Podemos entonces elegir el conductor con aislamiento THW #10 que puede transportar  $35 \cdot 0.94 = 32.9$  A, sin embargo, para no omitir la norma de CFE que indica que como mínimo se debe utilizar el calibre #8 para alimentadores utilizaremos este último; no obstante emplearemos la fórmula de caída de tensión:

$$S = \frac{2LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{2(0.2\text{m})(27.6407\text{A})}{(0.02) \cdot (127\text{V})} = 4.34 \text{ mm}^2$$

Utilizaremos el #8 por norma, esto nos otorgará un factor de seguridad de  $N=1.92$  con una caída de tensión igual a  $\%e = 0.0104\%$ .

- **Switch – Q-3 (2F-3H).**

Como a la entrada de Q-3 están las salidas a las demás cargas, utilizaremos el valor de W del cálculo anterior,  $W = 6318.6811$  W; también una longitud de  $L = 12\text{m}$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{6318.6811}{2 \cdot (127) \cdot (0.9)} = 27.6407 \text{ A}$$

Utilizaremos el calibre THW #8, Según tabla 310-13 de la NOM-001-SEMP-1994, ya que soporta  $50 \cdot 0.94 = 47$  A. Cabe aclarar que los valores nominales de corriente para todos los conductores utilizados en este proyecto, así como su área transversal y todo lo que a norma se refiere, fueron tomados de la norma antes mencionada.

- Caída de tensión.

$$\%e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{S \cdot V_{FN}} = \frac{2(12m)(27.6407A)}{(5.26mm^2)(127V)} = 0.993\%$$

- **Q-3 - Q-2 (2F -3H).**

Esta sección cuenta con una longitud de  $L = 3m$  y una carga la cual se presenta a continuación:

< Contactos y alumbrado >

$$1596 \cdot 1 = 1596 \text{ W}$$

< Clima >

$$1500 \cdot 1.25 = 1875 \text{ W}$$

$$\text{Total} = 1596 \text{ W} + 1596 \text{ W} = 3471 \text{ W}.$$

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{3471W}{2 \cdot (127) \cdot (0.9)} = 15.1837A$$

Vemos que podemos instalar un conductor #12 THW, cuya sección transversal es de  $S = 3.307$   $mm^2$ , recordemos que para el calibre #12 su corriente nominal por el F.T. es de  $25 \text{ A} \cdot 0.94 = 23.5$  A

- Por caída de tensión.

$$\%e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{S \cdot V_{FN}} = \frac{2(3m)(15.1837A)}{(3.307mm^2)(127V)} = 0.216\%$$

- **Q-3 - Q-4 (1F-2H).**

Este tramo cuenta con una longitud de  $L = 1\text{m}$ , el cual alimenta un motor monofásico de  $\frac{1}{4}\text{ hp}$  (186.4249 W).

<Motor monofásico>

$$186.4249\text{ W} \cdot 1.25 = 233.0311\text{ W}$$

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos\theta} = \frac{233.0311\text{W}}{(127) \cdot (0.9)} = 2.0387\text{A}$$

Podríamos usar un calibre #18, pero debemos usar un calibre #12 THW ( $25\text{ A} \times 0.94 = 23.5\text{ A}$ ) ya que la norma así lo establece, cuya área transversal consta de  $S = 3.307\text{ mm}^2$ .

- Por caída de tensión.

$$\%e = \frac{4 \cdot L \cdot I}{S \cdot V_{FN}} = \frac{4(1\text{m})(2.0387\text{A})}{(3.307\text{mm}^2)(127\text{V})} = 0.0194\%$$

- **Q-2 - Q-1 (2F-2H).**

Este tramo de alimentación cuenta con una longitud de  $L = 11\text{m}$ , el cual alimenta un clima de 1500 W. Así pues multiplicando por el factor de demanda tenemos:

<Clima >

$$1500 \cdot 1.25 = 1875\text{ W}$$

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_F \cdot \cos\theta} = \frac{1875\text{W}}{(220) \cdot (0.9)} = 4.7348\text{A}$$

Nuevamente podríamos utilizar un calibre pequeño con relativa seguridad, pero la norma establece que en este caso debemos utilizar el calibre #12 THW ( $25\text{ A} \times 0.94 = 23.5\text{ A}$ ) ya que es

un motor el que vamos a alimentar. Recordemos que el calibre #12 cuenta con una sección transversal de  $S = 3.307 \text{ mm}^2$ .

- Por caída de tensión.

$$\%e = \frac{2 \cdot L \cdot I}{S \cdot V_F} = \frac{2(11\text{m})(4.7348\text{A})}{(3.307\text{mm}^2)(220\text{V})} = 0.1431\%$$

### CÁLCULO DE LOS CALIBRES DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS.

Para el cálculo exacto de los conductores se debe tomar en cuenta dos factores, los cuales son: la corriente que debe transportar el conductor y la caída de tensión máxima permisible.

Todas las distancias utilizadas en los cálculos siguientes serán referidas al plano el cual se presenta junto con este trabajo y se elaboró a una escala de 1:50.

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 tabla 310-16 de la NOM-001-SEMP-1994 la cual se encuentra en los anexos.

- **Circuito C-1 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 6 Contactos dobles de 300 W cada uno.
- 1 Contacto sencillo de 150 W cada uno.

Lo que nos da un total de 1950 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1, tenemos que  $1950 \text{ W} \cdot 1 = 1950 \text{ W}$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 21 \text{ m}$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{1950\text{W}}{(127) \cdot (0.9)} = 17.0603\text{A}$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(21m)(17.0603A)}{(3) \cdot (127V)} = 3.7613mm^2$$

Como podemos ver por caída de tensión nos exige un calibre mucho mayor que el que marca la norma, ya que el calibre #12 soporta  $25A \cdot 0.94 = 23.5 A$  y tiene un área transversal de  $3.307 mm^2$  (ver anexos). Así pues tendremos que utilizar el calibre #10 el cual soporta  $35 A \cdot 0.94 = 32.9 A$  y tiene un área transversal de  $5.260 mm^2$ . Protegeremos nuestro circuito con una pastilla termo magnética de  $1 \times 25 A$ .

- **Circuito C-2 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 6 Contactos dobles de 300 W cada uno.

Lo que nos da un total de 1800 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1, tenemos que  $1800 W \cdot 1 = 1800 W$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 11 m$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos\theta} = \frac{1800W}{(127) \cdot (0.9)} = 15.748A$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(11m)(15.748A)}{(3) \cdot (127V)} = 1.8186mm^2$$

Sin duda podríamos usar hasta un calibre #14 para este circuito ( $20 A \cdot 0.94 = 18.8 A$ ) sin ningún problema, pero recordemos que la norma establece el calibre #12 ( $25 A \cdot 0.94 = 23.5 A$  y  $S = 3.307 mm^2$ , (ver anexos). para contactos, así que usaremos este calibre y una pastilla termo magnética de  $1 \times 20 A$ .

- **Circuito C-3 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 5 Lámparas incandescentes de 100 W cada una.
- 6 Arbotantes de exterior de 13 W cada uno.

Lo que nos da un total de 578 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1, tenemos que  $578 \text{ W} \cdot 1 = 578 \text{ W}$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 25 \text{ m}$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{578W}{(127) \cdot (0.9)} = 5.0568A$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(25m)(5.0568A)}{(3) \cdot (127V)} = 1.3272mm^2$$

Sin duda podemos utilizar el calibre #14 para este circuito ( $20 \text{ A} \cdot 0.94 = 18.8 \text{ A}$ ), pero por norma utilizaremos el calibre #12 ( $25 \text{ A} \cdot 0.94 = 23.5 \text{ A}$  y  $S = 3.307 \text{ mm}^2$ , para contactos, esto nos da un factor de seguridad de  $N = 4.94$ ; así que usaremos este calibre y una pastilla termo magnética de  $1 \times 10 \text{ A}$ .

- **Circuito C-4 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 2 Lámparas incandescentes de 100 W cada una.
- 2 Lámparas incandescentes de 60 W cada una.
- 2 Arbotantes de interior fluorescentes de 13 W cada uno.
- 2 Lámparas fluorescentes "circular-light" de 32 W cada una.
- 1 Ventilador de techo de 125 W.

Lo que nos da un total de 535 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1, tenemos que  $535 \text{ W} \cdot 1 = 535 \text{ W}$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 18 \text{ m}$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{535W}{(127) \cdot (0.9)} = 4.6806A$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(18m)(4.6806A)}{(3) \cdot (127V)} = 0.8845mm^2$$

Sin duda podemos utilizar el calibre #14 para este circuito ( $20 A \cdot 0.94 = 18.8 A$ ), pero por norma utilizaremos el calibre #12 ( $25 A \cdot 0.94 = 23.5 A$  y  $S = 3.307 mm^2$ , ver tabla página XX) para contactos, esto nos da un factor de seguridad de  $N = 5.02$ ; así que usaremos este calibre y una pastilla termo magnética de  $1x 10 A$ .

- **Circuito C-5 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 2 Contacto dobles de 300 W cada uno.
- 1 Contacto sencillo de 150 W.

Lo que nos da un total de 750 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1, tenemos que  $750 W \cdot 1 = 750 W$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 14 m$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{750W}{(127) \cdot (0.9)} = 6.5616A$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(14m)(6.5616A)}{(3) \cdot (127V)} = 0.9644mm^2$$

Sin duda podemos utilizar el calibre #14 para este circuito ( $20 \text{ A} \cdot 0.94 = 18.8 \text{ A}$ ), pero por norma utilizaremos el calibre #12 ( $25 \text{ A} \cdot 0.94 = 23.5 \text{ A}$  y  $S = 3.307 \text{ mm}^2$ , ver tabla página XX) para contactos, así que respetaremos lo establecido por la norma en lo que a calibre se refiere y utilizaremos, como protección e nuestro circuito, una pastilla termo magnética de  $1 \times 10 \text{ A}$

- **Circuito C-6 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 2 Lámparas incandescentes de 100 W cada una.
- 1 Lámpara incandescente de 75 W.
- 1 Arbotante fluorescente de interior de 13 W.
- 2 Arbotantes de exterior de 22 W cada uno.
- 1 Contacto doble de 300 W.
- 1 Contacto sencillo de 150 W.

Lo que nos da un total de 846 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1, tenemos que  $846 \text{ W} \cdot 1 = 846 \text{ W}$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 14 \text{ m}$ .

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{846W}{(127) \cdot (0.9)} = 7.40157A$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(14m)(7.40157A)}{(3) \cdot (127V)} = 1.08789mm^2$$

Utilizaremos el calibre #12 ( $25 \text{ A} \cdot 0.94 = 23.5 \text{ A}$  y  $S = 3.307 \text{ mm}^2$ , ver tabla página XX) ya que la norma así lo establece y tomaremos en cuenta los cálculos para asignar la pastilla termo magnética mas adecuada, la cual será de  $1 \times 15 \text{ A}$ .

- **Circuito C-7 (2F-2H).**

El circuito consta de :

- 1 Aire acondicionado de 1500 W.

Tenemos una carga de 1500 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1.25, tenemos que  $1500\text{ W} \cdot 1.25 = 1875\text{ W}$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 0.5\text{ m}$ . Como podemos observar usamos un valor de F.D. = 1.25 ya que es un clima el componente de este circuito derivado y este necesita una corriente mayor en la etapa de arranque. Nuestra fórmula la modificaremos para un circuito de 2 fases - 2 hilos.

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{2 \cdot V_F \cdot \cos \theta} = \frac{1875\text{W}}{2 \cdot (220) \cdot (0.9)} = 4.7348\text{A}$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{2LI}{\%e \cdot V_F} = \frac{2(0.5\text{m})(4.7348\text{A})}{(3) \cdot (220)\text{V}} = 0.007174\text{mm}^2$$

En este caso la norma es clara al establecer el calibre #12 ( $25\text{ A} \cdot 0.94 = 23.5\text{ A}$  y  $S = 3.307\text{ mm}^2$ , para motores y este es el que utilizaremos, y en base a los cálculos se optara por una pastilla termo magnética de  $2 \times 10\text{ A}$ .

- **Circuito C-8 (1F-2H).**

El circuito consta de :

- 1 Motor monofásico de ¼ de hp (186.4249 W).

Tenemos una carga de 186.4249 W (ver cuadro de cargas, pagina XX), multiplicado esto por un factor de demanda de 1.25, tenemos que  $186.4249 \text{ W} \cdot 1.25 = 233.0311 \text{ W}$ . La mayor longitud del circuito es de  $L = 0.5 \text{ m}$ . Nuevamente volvemos a observar que por tratarse de un motor utilizamos un F.D. = 1.25

- Por corriente.

$$I = \frac{W}{V_{FN} \cdot \cos \theta} = \frac{233.0311 \text{ W}}{(127) \cdot (0.9)} = 2.0387 \text{ A}$$

- Por caída de tensión.

$$S = \frac{4LI}{\%e \cdot V_{FN}} = \frac{4(0.5\text{m})(2.0387\text{A})}{(3) \cdot (127\text{V})} = 0.0107 \text{ mm}^2$$

Como lo mencionamos antes, los motores deberán utilizar el calibre #12 ( $25 \text{ A} \cdot 0.94 = 23.5 \text{ A}$  y  $S = 3.307 \text{ mm}^2$ , por norma, y como podemos observar una pastilla termo magnética de  $1 \times 10 \text{ A}$  será lo más conveniente.

**II**

# Calculo de Instalaciones Eléctricas por Cargas y Normas

**Saber en la Teoría (8 hr)**

**Saber en la práctica (12 hr)**

## **CENSO DE CARGAS**

### **INTRODUCCIÓN**

En el diseño de una instalación eléctrica intervienen una serie de factores, una parte de ellos, y que no están bajo el control del proyectista son los dependientes de la carga. El primer requerimiento del sistema es que el servicio sea de calidad satisfactoria para asegurar la operación de todas las cargas. El conocimiento de las características de la carga permite lograr el mejor diseño de la instalación. Lógicamente existe un límite en las mejoras de diseño, y que está fijado por el conocimiento de la carga; cuando se desconocen las características de la carga no es posible afinar el estudio del comportamiento de la instalación. Una adecuada clasificación de las cargas permite predeterminar su comportamiento, o mejorar su conocimiento. La clasificación de las cargas puede basarse en distintos criterios según las características que interesen (geografía, tipo, importancia, efectos sobre otras cargas, tarifa). La potencia instantánea  $p$ , absorbida o entregada por un elemento de un circuito de corriente alterna no tiene mucho significado. La potencia aparente,  $S$ , la potencia activa  $P$ , y la potencia reactiva  $Q$ , en los sistemas de corriente alterna son los parámetros que representan la carga.

$$S = E \cdot I$$

$$P = E \cdot I \cdot \cos \theta$$

$$Q = E \cdot I \cdot \sin \theta$$

Estos valores para los circuitos trifásicos se obtienen sumando los correspondientes a cada fase.

## DEMANDA EN UN SISTEMA ELECTRICO

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años el consumo de energía eléctrica se ha elevado a un ritmo superior al crecimiento económico, ya que suplente las necesidades del aparato productivo, porque está relacionado con mayores niveles de vida y propósitos no materializados, mezcla esta que lleva a reflexionar, sobre todo si se tiene en cuenta que en energía se gasta una importante cantidad.

Debido a este ritmo de crecimiento se deben tomar una serie de acciones que impidan aumente el índice físico del consumo energético, y para esto resulta imprescindible identificar y explotar todas las reservas de eficiencia, extendiéndose el proceso al acomodo de carga, lo que es sinónimo de eliminar todas las producciones y servicios que no están haciendo trabajo útil en el horario de máxima demanda. Sin embargo, es fácil percibir que algo se está malgastando cuando se observa una llave que derrama agua, combustible, petróleo, etc., pero cuesta percibir que está sucediendo igual cuando se deja encendida una lámpara, se tiene la radio, el televisor y el calentador de agua funcionando mientras se está planchando o leyendo el periódico.

Esta realidad pone de manifiesto que la electricidad no es sólo ese enchufe donde se conectan los equipos, es el final de la inmensa cadena que se origina en las grandes centrales de generación y para que llegue hasta un hogar debe: ser generada en grandes y costosas plantas, en el mismo instante en que se requiera; transportada hasta los centros poblados, recorriendo muchos kilómetros y utilizando inmensas torres, transformadores y cantidades de cables; distribuida en menores bloques de energía, hasta su hogar, utilizando cientos de transformadores, postes y kilómetros de cable; entregada, medida y facturada, para lo cual se requiere de equipos de medición, herramientas, personal para emitir y entregar facturas, así como para atender reclamos y solicitudes. Todo este sistema eléctrico debe mantenerse al día, lo cual requiere personal especializado y alta tecnología en materiales y equipos.

Es de imaginarse cómo se podría vivir sin la vital electricidad, qué sería de todos los adelantos y la tecnología, si un día dejara de existir. Nada, en su gran mayoría, tendría el valor que por ello se paga, sin la electricidad para hacerlo funcionar. Entonces, ¿quién tiene más valor, aquél televisor supermoderno de 90 pulgadas, el computador de 1000 MHz, el útil equipo desintegrador de cálculos renales o la electricidad que lo hace funcionar?. Todo esto para reflexionar y pensar en la necesidad de no malgastar este recurso, ni los que la hacen posible. En vista de esto se están emprendiendo planes, programas económicos y energéticos, con la finalidad de aumentar las reservas existentes y paliar el uso desproporcionado que se tiene de la energía eléctrica, como es el caso del presente trabajo que enmarca dentro de sus lineamientos un programa de ahorro de energía eléctrica por iluminación, en una institución educativa, ya que la iluminación es la responsable por más o menos del 20 % del consumo de energía, abarcando en este número la industria, el comercio y las residencias.

Además, son muchas las posibilidades de reducción del consumo de energía que se gasta en iluminación, desde el simple cambio de una lámpara hasta la implementación de nuevos sistemas con equipamiento electrónico inteligente. Pensando en ello se ha desarrollado una tecnología de bajo consumo de energía, lámparas, balastos, controles electrónicos y sistemas de iluminación que ahorran energía, tienen una mayor duración y ayudan, de esta forma, a evitar riesgos de racionamiento.

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

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

### **DEMANDA MÁXIMA EN UN SISTEMA ELECTRICO**

La máxima demanda en una instalación es el mayor valor que se presenta en un lapso especificado. En general para un grupo de cargas la máxima demanda de cada una de ellas no coincide con otras, en consecuencia la máxima demanda del grupo es menor que la suma de las máximas demandas individuales. El factor de demanda es la relación entre la máxima demanda de un sistema y la carga total conectada al sistema. La carga total conectada es la suma de la carga continua de todos los aparatos consumidores conectados al sistema. Factor de utilización es la relación entre la máxima demanda de un sistema y la capacidad nominal del sistema (o de un elemento). La capacidad de un elemento está dada por la máxima carga que se puede alimentar, y que puede estar fijada por condiciones térmicas, o por otras consideraciones, como por ejemplo caídas de tensión.

La demanda máxima representa para un instante dado, la máxima coincidencia de cargas eléctricas (motores, compresores, iluminación, equipo de refrigeración, etc.) operando al mismo tiempo, es decir, la demanda máxima corresponde a un valor instantáneo en el tiempo. No es igual encender una línea de motores al mismo tiempo que hacerlo en arranque escalonado. El medidor de energía almacenará únicamente, la lectura correspondiente al máximo valor registrado de demanda, en cualquier intervalo de 15 minutos de cualquier día del ciclo de lectura. Los picos por demanda máxima se pueden controlar evitando el arranque y la operación simultánea de cargas eléctricas

## III

# Factor de potencia y calidad de la energía

**Saber en la Teoría (5 hr)**

**Saber en la Práctica (15 hr)**

## FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente; esto es:

$$\text{f.d.p.} = P/S$$

- El factor de potencia es un término utilizado para describir la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.
- El valor ideal del factor de potencia es 1, esto indica que toda la energía consumida por los aparatos ha sido transformada en trabajo.  
Por el contrario, un factor de potencia menor a la unidad significa un mayor consumo de energía necesaria para producir un trabajo útil.
- La potencia *efectiva* o *real* es la que en el proceso de transformación de la energía eléctrica se aprovecha como trabajo: es la *potencia activa*  $P$ .

$$\text{Sistema monofásico: } P = V I \cos \varphi \quad \blacklozenge \square \text{ Sistema trifásico } P: = \sqrt{3} V I \cos \varphi$$

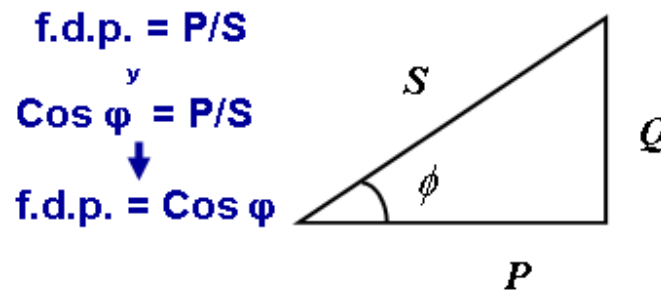
La potencia *reactiva*  $Q$  es la encargada de generar el campo magnético que requieren para su funcionamiento los equipos inductivos como los motores y transformadores:

$$\text{Sistema monofásico: } Q = V I \sin \varphi \quad \blacklozenge \square \text{ Sistema trifásico: } Q = \sqrt{3} V I \sin \varphi$$

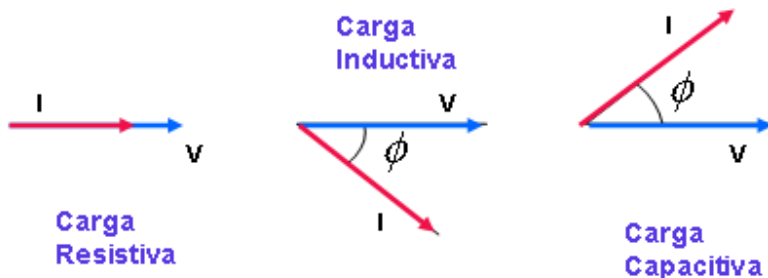
La potencia *aparente*  $S$  es la suma geométrica de las potencias activa y reactiva, o también:

$$\text{Sistema monofásico: } S = V I \quad \blacklozenge \square \text{ Sistema trifásico: } S = \sqrt{3} V I$$

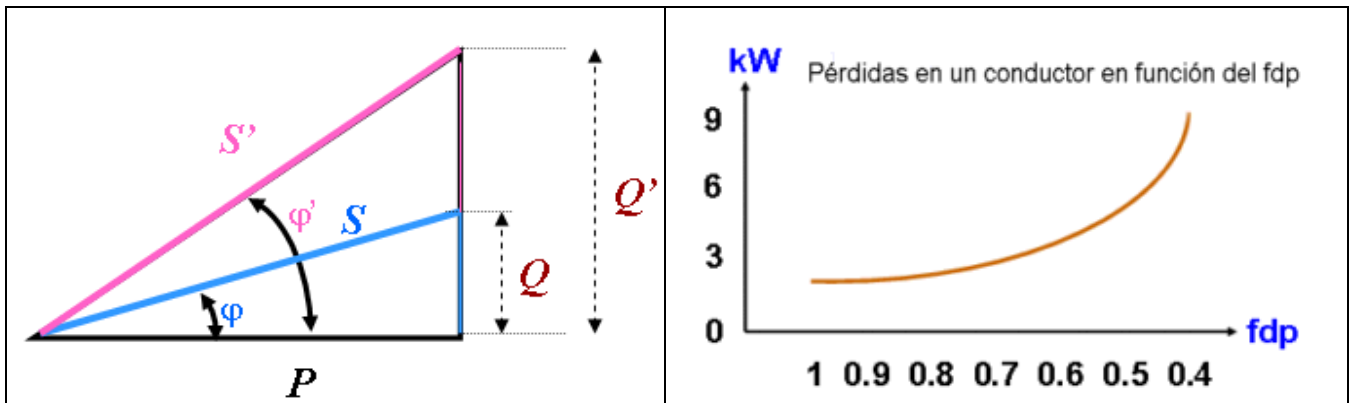
Gráficamente estas tres expresiones están relacionadas mediante el "triángulo de potencias" :



- Dependiendo del tipo de carga, el factor de potencia puede ser: adelantado, retrasado, igual a 1.
- En las cargas resistivas como las lámparas incandescentes, la tensión y la corriente están en fase en este caso, se tiene un factor de potencia unitario
- En las cargas inductivas como los motores y transformadores, la intensidad se encuentra retrasada respecto a al tensión. En este caso se tiene un factor de potencia retrasado.
- En las cargas capacitivas como los condensadores, la corriente se encuentra adelantada respecto al voltaje. En este caso se tiene un factor de potencia adelantado.



Un receptor que debe de producir una potencia  $P$  lo puede hacer absorbiendo de la línea una potencia  $Q$  o  $Q'$  tal como se ve en el esquema de debajo, con  $\cos \phi$  y  $\cos \phi'$  respectivamente ( $\phi < \phi'$  entonces  $\cos \phi > \cos \phi'$ ). Sin embargo en el primer caso la intensidad absorbida es menor que en el segundo ( $S = UI < S = UI'$  entonces  $I < I'$ ) con la consiguiente reducción de las pérdidas por efecto joule.



Entonces en una instalación nos interesa tener valores altos del factor de potencia ( $\cos \varphi$ ).

#### Problemas por bajo factor de potencia

- ☛ Mayor consumo de corriente.
- ☛ Aumento de las pérdidas e incremento de las caídas de tensión en los conductores.
- ☛ Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- ☛ Incremento de la facturación eléctrica por mayor consumo de corriente.

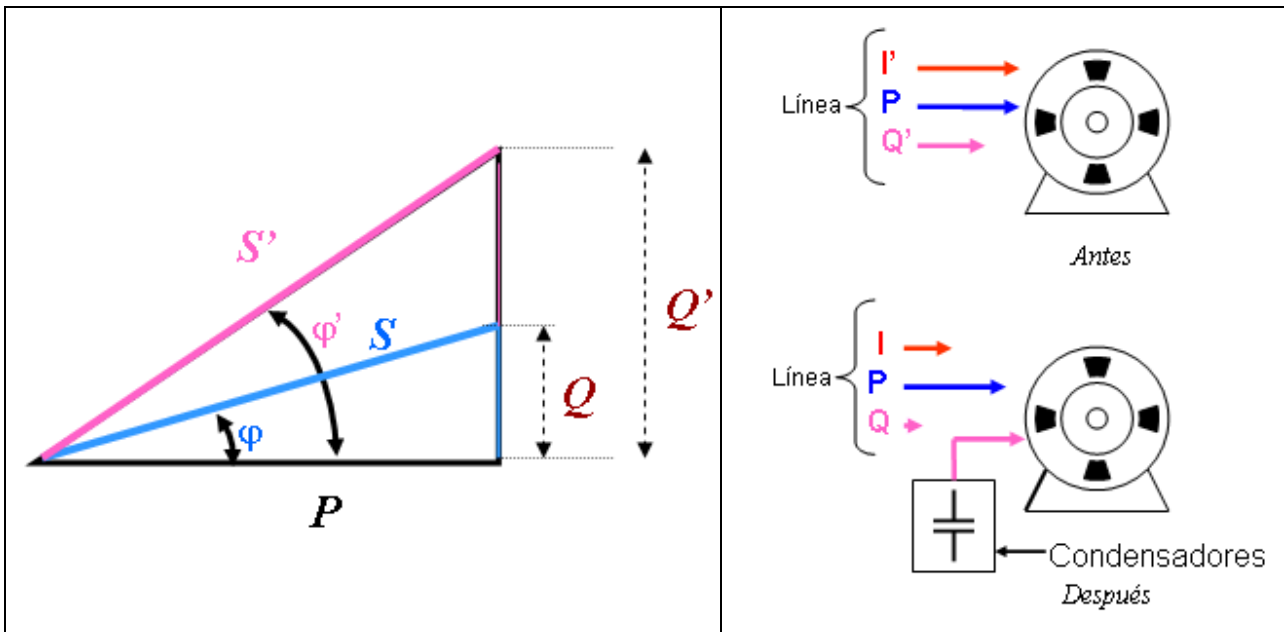
#### Beneficios por corregir el factor de potencia

- ☛ Disminución de las pérdidas en conductores.
- ☛ Reducción de las caídas de tensión.
- ☛ Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- ☛ Incremento de la vida útil de las instalaciones
- ☛ Reducción de los costos por facturación eléctrica.

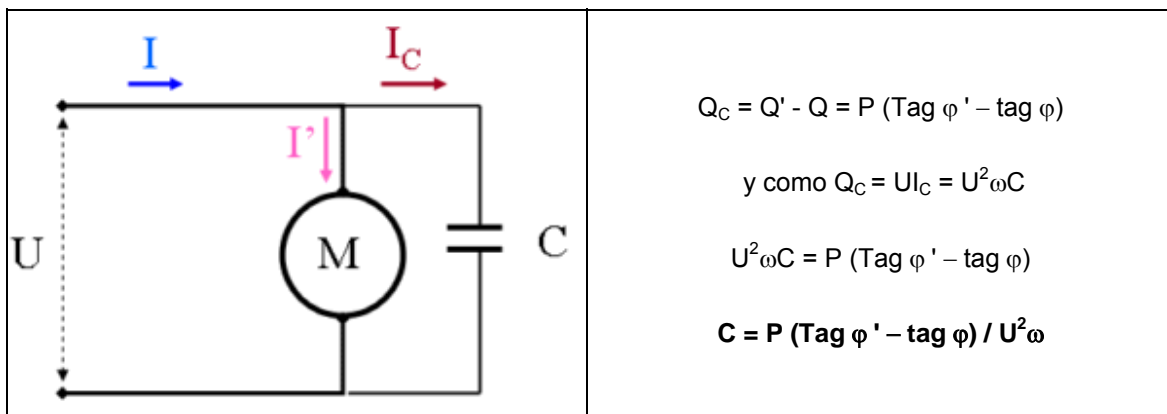
#### COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN UN CIRCUITO MONOFASICO

Las cargas inductivas requieren potencia reactiva para su funcionamiento. Esta demanda de potencia reactiva se puede reducir e incluso anular si se colocan condensadores en paralelo con la carga. Cuando se reduce la potencia reactiva, se mejora el factor de potencia.

•



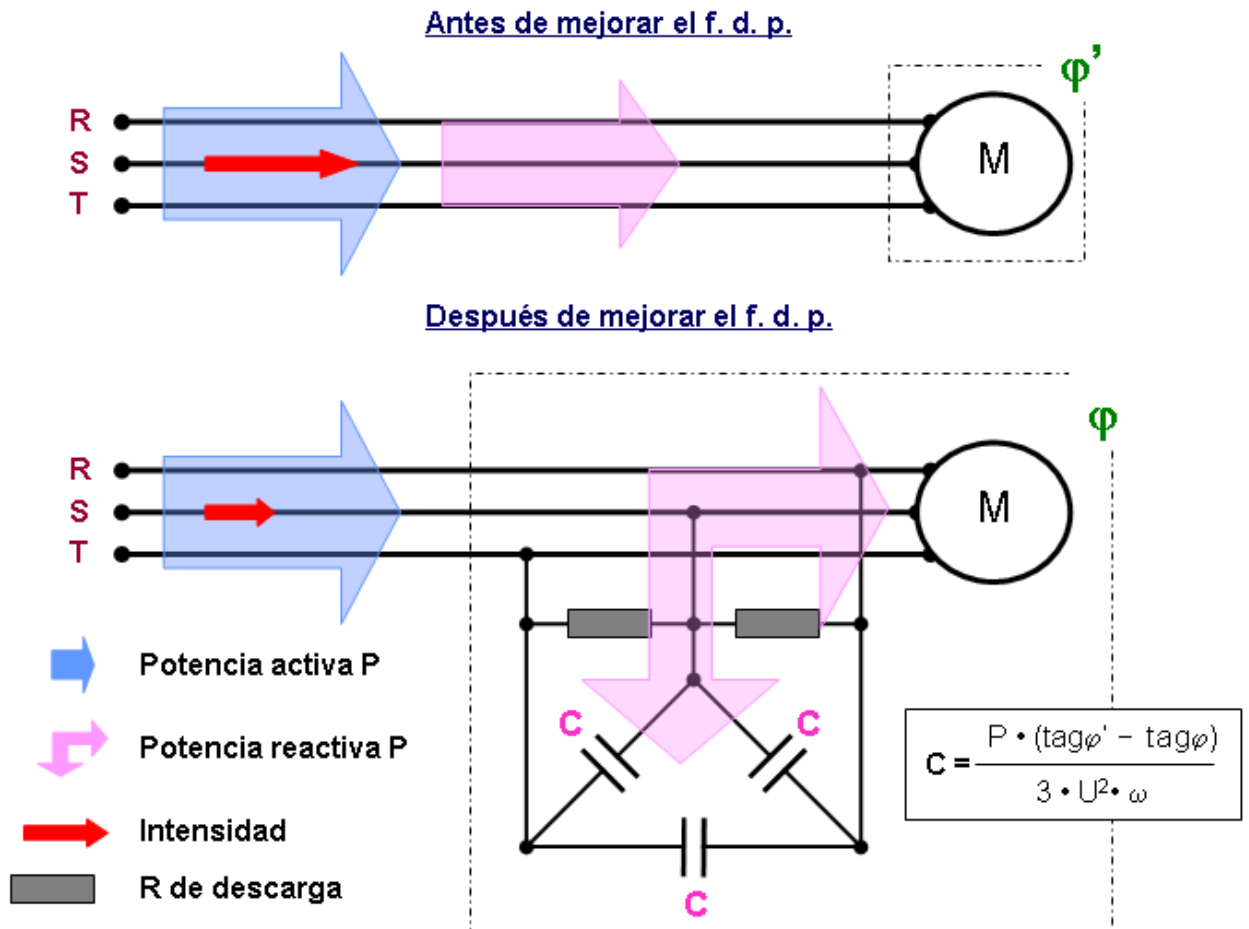
De la figura siguiente se deduce que la potencia reactiva del condensador ha de ser:



**COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA EN UN CIRCUITO TRIFASICO**

Las cargas inductivas requieren potencia reactiva para su funcionamiento. Esta demanda de potencia reactiva se puede reducir e incluso anular si se colocan condensadores en paralelo con la carga. Cuando se reduce la potencia reactiva, se mejora el factor de potencia.

$$C = P \cdot (\text{tag}\varphi' - \text{tag}\varphi) / 3 \cdot U^2 \cdot \omega$$



Una resistencia de 50.000 ohms está conectada en serie con un choke de 1 henrio y un condensador de 0,001  $\mu\text{f}$  a una fuente de 100 voltios a 10.000 c/s (Fig. 1A).

Determinar, a) la impedancia y ángulo de fase, b) la corriente de línea, c) la combinación equivalente R-C o R-L que puede reemplazar al circuito a una frecuencia de 10 Kc/s, y d) el factor de potencia y la potencia disipada en el circuito.

SOLUCIÓN

a) la reactancia inductiva a 10.000 c/s es

$$X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 10.000 \text{ c/s} \times 1 \text{ henrio} = 62.800 \text{ ohms}$$

reactancia capacitiva,

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{6,283 \times 10^4 \text{ cps} \times 0,001 \times 10^{-6} \text{ farad}} = 15.900 \text{ ohms}$$

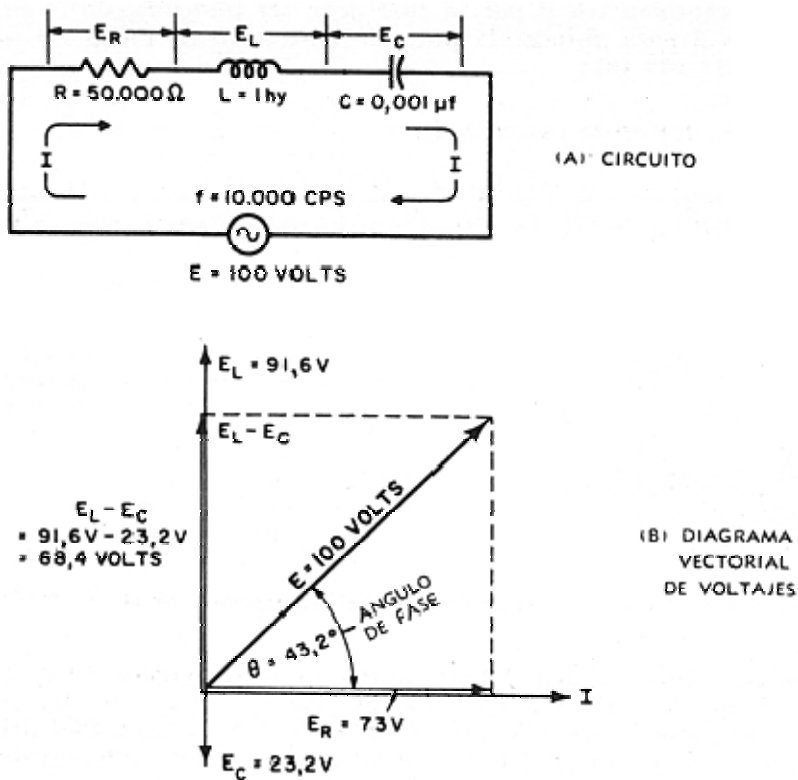


Fig. 1

reactancia neta ,  $X = X_L - X_C = 62.800 \text{ ohms} - 15900 \text{ ohms} = 46.900 \text{ ohms}$

(Dado que la reactancia neta es positiva , a 10 Kc/s , el circuito es inductivo )

impedancia ,

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{(50.000)^2 + (46.900)^2} = 68.600 \text{ ohms}$$

ángulo de fase ,

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R} = \tan^{-1} \frac{46.900 \text{ ohms}}{50.000 \text{ ohms}} = \tan^{-1} 0,938$$

Por lo tanto ,  $\theta = 43,2^\circ$  ó  $43^\circ 12'$  ( de tablas )

b) Corriente de línea ,

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{100 \text{ volts}}{68.600 \text{ ohms}} = 1,46 \times 10^{-3} \text{ amp} = 1,46 \text{ ma}$$

La corriente atrasa al voltaje aplicado en un ángulo de fase de  $43,2^\circ$ , pero está en fase con la caída de voltaje sobre la resistencia.

c) Dado que la reactancia neta es inductiva, la inductancia equivalente

$$L = \frac{X}{2\pi f} = \frac{46.900 \text{ ohms}}{6,283 \times 10.000 \text{ cps}} = 0,745 \text{ henrio}$$

Por lo tanto, una combinación de una resistencia de 50.000 ohms y una bobina de 0,745 henrio, tendrá la misma impedancia, a la frecuencia de 10 Kc/s, que el circuito actual.

d) **factor de potencia =  $\cos \theta = \cos 43,2^\circ = 0,729$  (= 72,9 %)**

o,  **$fp = R/Z = 50.000 \text{ ohms} / 68.600 \text{ ohms} = 0,729$**

**Potencia real =**

**$E I \times \text{factor de potencia} = 100 \text{ volts} \times 1,46 \times 10^{-3} \text{ amp} \times 0,729 = 0,1065 \text{ watt}$**  (disipados en R)

*Prueba:* Como prueba final, el vector suma de las caídas de voltaje debe ser igual al voltaje aplicado.

La caída de voltaje sobre R,

$$E_R = I R = 1,46 \times 10^{-3} \text{ amp} \times 50.000 \text{ ohms} = 73 \text{ volts}$$

La caída de voltaje sobre la inductancia (L),

$$E_L = I X_L = 1,46 \times 10^{-3} \text{ amp} \times 62.800 \text{ ohms} = 91,6 \text{ volts}$$

Esta caída adelanta a la corriente en  $90^\circ$ , y está trazada verticalmente en la Fig. 1 (B).

La caída de voltaje sobre la capacidad (C),

$$E_C = I X_C = 1,46 \times 10^{-3} \text{ amp} \times 15.900 \text{ ohms} = 23,2 \text{ volts}$$

Esta caída atrasa a la corriente en 90° y está trazada hacia abajo en la Fig. 3-8 (B). La caída de voltaje reactiva en el circuito es,

$$E_L - E_C = 91,6 \text{ volts} - 23,2 \text{ volts} = 68,4 \text{ volts}$$

Dado que este voltaje es +, el vector se traza verticalmente hacia arriba, en la Fig. 3-8 (B).

El vector suma de la caída de voltaje es :

$$\sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2} = \sqrt{(73)^2 + (68,4)^2} = \sqrt{10.000} = 100 \text{ volts}$$

que es igual al voltaje aplicado ( $E = 100$  volts), como era de esperar. Finalmente el ángulo de fase ,

$$\theta = \text{tang}^{-1} \frac{E_L - E_C}{E_R} = \text{tang}^{-1} \frac{68,4 \text{ volts}}{73 \text{ volts}} = \text{tang}^{-1} 0,937$$

### CALIDAD DE LA ENERGIA

El término "*calidad de energía eléctrica*" se emplea para describir la variación de la tensión, corriente, y frecuencia en el sistema eléctrico.

Históricamente, la mayoría de los equipos son capaces de operar satisfactoriamente con variaciones relativamente amplias de estos tres parámetros. Sin embargo, en los últimos diez años se han agregado al sistema eléctrico un elevado número de equipos, no tan tolerantes a estas variaciones, incluyendo a los controlados electrónicamente.

Algo del control se hace directamente a través de electrónica de conversión de potencia, como son impulsores de ca, cd, y fuentes de energía conmutadas, además del equipo electrónico que está en los controles periféricos, como computadoras y controladores lógicos programables (PLC's).

Con la disponibilidad de estos complejos controles, se desarrolló un control de procesos mucho más preciso, y un sistema de protección mucho más sensible; lo que hace a éstos aún más susceptibles a los efectos de los disturbios en el sistema eléctrico.

Los disturbios en el sistema, que se han considerado normales durante muchos años, ahora pueden causar desorden en el sistema eléctrico industrial, con la consecuente pérdida de producción. Adicionalmente, deben tomarse en cuenta nuevas medidas para desarrollar un sistema eléctrico confiable, mismas que anteriormente no se consideraron significativas.

Es importante darse cuenta de que existen otras fuentes de disturbios que no están asociadas con el suministro eléctrico de entrada. Estas pueden incluir descargas electrostáticas, interferencia electromagnética radiada, y errores de operadores. Adicionalmente, los factores mecánicos y ambientales juegan un papel en los disturbios del sistema. Estos pueden incluir temperatura, vibración excesiva y conexiones flojas. Aunque estos pueden ser factores muy importantes, no se discutirán en el presente artículo.

### **Disturbios en el Sistema.**

Los disturbios en el sistema son variaciones generalmente temporales en la tensión del sistema. Que pueden causar mala operación o fallas del equipo. La variación de frecuencia puede ocasionalmente ser un factor en los disturbios del sistema, especialmente cuando una carga es alimentada por un generador de emergencia u ocurre un desequilibrio entre la carga de la planta industrial y la generación debido a la pérdida del suministro eléctrico. Sin embargo cuando el sistema eléctrico del usuario está interconectado a una red de potencia relativamente fuerte, la variación de frecuencia resulta a veces de preocupación insignificante.

### **Disturbios por Sobretensiones Transitorias**

Las sobretensiones transitorias se refieren a variaciones en la forma de onda de tensión. que dan como resultado condiciones de sobretensión durante una fracción de ciclo de la frecuencia fundamental. Las fuentes comunes de estos transitorios son los rayos, operación de los dispositivos de interrupción de los sistemas eléctricos y el arqueo de conexiones flojas o fallas intermitentes.

Las consideraciones claves se resumen como sigue:

- Para equipo eléctrico tradicional estas sobretensiones han sido manejadas diseñando el equipo para soportar sobretensiones de magnitudes de varias veces la tensión pico normal y al mismo tiempo aplicar pararrayos y algunas veces capacitores para frente de onda, con objeto de asegurar que las tensiones no excedieran los niveles de diseño del equipo.
  
- El equipo electrónico generalmente no tiene la misma capacidad de aguante como los equipos eléctricos más tradicionales. De hecho el uso de pararrayos que limitan los transitorios a dos o tres veces la tensión nominal pico puede no proporcionar una protección adecuada a este equipo. En ese caso, los dispositivos de protección contra frente de onda para equipo electrónico pueden necesitar reactores en serie, capacitores en paralelo y/o dispositivos electrónicos, además de pararrayos resistivos no lineales, para proporcionar una protección adecuada. Cuando no se logra esta protección pueden ocurrir fallas o mal funcionamiento.

- La conmutación de bancos de capacitores, ya sea en la planta industrial o en la red del sistema eléctrico puede causar el funcionamiento defectuoso de algunos equipos. En años recientes se ha vuelto un problema común asociado con el disparo inexplicable de muchos impulsores de ca pequeños. Muchos de estos impulsores están diseñados para desconectarse de la línea por una sobretensión del 10 al 20 % con duración de una fracción de ciclo . Ya que muchos bancos de capacitores de empresas eléctricas son conmutados diariamente, este problema podría ocurrir en forma muy frecuente. Este indeseable problema de disparo puede usualmente remediarse agregando un reactor en serie con el dispositivo sensible, o modificando su característica de disparo. Otras soluciones pueden incluir la reducción del transitorio en el banco de capacitores. La operación de los capacitores se asocia también ocasionalmente, con el funcionamiento defectuoso o falla de otros equipos además de los controladores.

### **Disturbios por bajo voltaje momentáneo**

Las caídas de tensión momentáneas de 60 Hz se han vuelto un problema común en los años recientes, produciendo efectos que van desde el parpadeo de relojes digitales en los hogares hasta procesos industriales interrumpidos. Esta es una condición que típicamente ocurre cuando se inicia una falla en el sistema eléctrico y dura hasta que la falla sea eliminada por un dispositivo de sobrecorriente. La falla puede ocurrir en la planta industrial o en el sistema de la empresa eléctrica. Este tipo de condición puede ocurrir también durante el arranque de motores grandes.

Muchos productos eléctricos no están hechos para ajustarse a estas condiciones de bajo voltaje temporal. Esta condición temporal tiende a ocurrir en el orden de diez veces más frecuentemente que una interrupción total de energía. Los factores importantes al tratar con bajas tensiones momentáneas se resumen como sigue:

- En una planta industrial las lámparas de descarga de alta intensidad (HID) frecuentemente son los equipos más sensibles al bajo voltaje. Típicamente se extinguen a tensiones en el rango del 85 al 90 % de la nominal por periodos tan cortos como de 1 ciclo, y toman varios minutos para reencender. Una forma de minimizar este efecto es utilizar alumbrado HID que tenga capacidad de reencendido instantáneo, o utilizar bulbos de cuarzo con lámparas de HID . El bulbo de cuarzo enciende inmediatamente y se apaga aproximadamente 10 minutos después. Cualquiera de los dos métodos podría emplearse en aproximadamente el 10 % de los lugares con alumbrado por HID en una planta industrial, para proporcionar un alumbrado temporal hasta que las luces HID vuelvan a encenderse. Es posible también obtener balastros regulados que pueden ajustarse a la baja de tensión hasta del 50 % .
- Los PLC's que se utilizan para controlar dispositivos tales como impulsores de cd y de ca pueden apagar los dispositivos cuando hay tensiones del orden del 80 a 85% de la nominal . Esto puede mejorarse, para condiciones momentáneas de bajo voltaje, proporcionando control instantánea de tensión para el PLC a través de un regulador o una fuente de alimentación ininterrumpible (UPS).
- Los impulsores de ca y cd están típicamente diseñados para operación continua con variaciones de tensión de +10% a -5% hasta -15%. Fuera de este rango el impulsor puede no ser capaz de mantener la velocidad u otros parámetros que son críticos para el proceso, y que pueden llevar a un paro. La duración y magnitud de la caída de tensión que puede causar que eso suceda varía de dispositivo a dispositivo. Adicionalmente, aún si el impulsor estuviera diseñado para ajustarse a esta condición, el producto que se está haciendo en el proceso puede resultar dañado, o sufrir en su calidad al grado de que no sea aceptable para su uso. Sin embargo, la inercia del motor ayudará a sobrellevar satisfactoriamente ese tipo de eventos. Si el proceso no es afectado por esta condición de transitorio, entonces pueden darse consideraciones para reparar el impulsor con re arranque automático. (La seguridad y el daño a los equipos son factores determinantes para decidir si el re arranque automático es apropiado).

- Las bobinas de contactores de motores generalmente se desactivan para tensiones en el rango de 50 a 75% con duraciones de 1-5 ciclos. Si es necesario para condiciones momentáneas de bajo voltaje, esto puede mejorarse proporcionando regulación de tensión instantánea a la bobina.
- Si el 100 % de los bajos voltajes incluyen tensiones del 90 % o menos, los estudios del sistema han demostrado típicamente que en forma aproximada:  
El 30% de los bajos voltajes incluyen tensiones del 80 % o menos;  
El 15 % de los mismos abarcan tensiones de 70 % o menos;  
El 5 % de ellos incluyen tensiones del 60% o menos.  
Estos valores ilustran cómo las mejoras relativamente menores en la capacidad de adaptación pueden reducir significativamente la cantidad de disturbios por bajo voltaje. Por ejemplo, la mejora de la capacidad de adaptación de un dispositivo particular desde 80 a 70 % típicamente recortaría el número de eventos de disturbio en un 50 %. Yendo de 80 a 60 % reduciría el número en más del 80 %.
- El 80% de estos eventos tienen duraciones de menos de 0.2 - 0.5 segs. Los sistemas de transmisión tienden a tener tiempos de eliminación más rápidos que los sistemas de distribución, pero esto está en función de las prácticas de coordinación de protecciones de la empresa eléctrica.

Para diseñar la capacidad adecuada de adaptación en un equipo eléctrico es importante conocer la magnitud, duración y frecuencia de ocurrencia que se espera para las condiciones de bajo voltaje momentáneo. Las instalaciones alimentadas por la red de distribución de empresas eléctricas tienen más posibilidad de tener eventos de mayor duración y frecuencia, en comparación con las alimentadas por sistemas de transmisión. La empresa eléctrica local sería capaz de proporcionar información más detallada para un punto particular de servicio. Dependiendo de las circunstancias la empresa eléctrica puede ser capaz de reducir la cantidad de eventos mejorando el podado de los árboles, agregando guardas contra animales, mejorando la conexión a tierra, con pararrayos, y con métodos revisados de coordinación contra sobrecorrientes. La duración de los eventos puede también reducirse revisando la coordinación de sobrecorriente existente.

### **INTERRUPCIONES DE SERVICIO**

La pérdida completa de energía en una instalación es generalmente de un orden de magnitud menos frecuente que un disturbio por voltaje bajo momentáneo. Sin embargo, si la frecuencia es suficientemente significativa, entonces deben tomarse las medidas para tener una fuente alterna disponible en base conveniente.

# IV

## Ahorro de Energía en Instalaciones Eléctricas

Saber en la Teoría (3 hr)

Saber en la Práctica (7 hr)

Las fuentes renovables de energía alcanzan una gran difusión debido a sus ventajas en cuanto al ahorro de combustibles fósiles y a la no contaminación del medio ambiente, pero estas fuentes (fotovoltaica, eólica, biomasa, hidráulica y otras) aún no satisfacen las necesidades energéticas de nuestro país, aunque han sido determinantes en la solución de muchos problemas energéticos (electrificación rural, abastecimiento de agua...).

En la actualidad, las denominadas energías duras o convencionales (carbón, petróleo...) siguen representando nuestras fuentes principales de energía, tanto para el sector residencial como para el productivo. Por lo tanto, dado que no podemos prescindir de estos tipos de portadores energéticos que representan costos millonarios a nuestra economía, es necesario reforzar las medidas de ahorro y el uso racional de dichos potenciales energéticos, de forma tal que en alguna medida se compensen los gastos que de su utilización se derivan.

El ahorro de cualquier forma de energía y su uso racional inevitablemente presupone la aplicación y control de un programa confeccionado para ese fin, pero dicho programa no se elabora de forma empírica, sino a partir de métodos o procedimientos técnicamente fundamentados, es decir, que debe estar sustentado por los diagnósticos energéticos que permiten identificar en cada lugar que se apliquen (industria, centro de servicio, escuela...) la eficiencia y la responsabilidad con que es utilizada la energía, de cualquier tipo (eléctrica, térmica...). Para este propósito se aporta un conjunto de elementos que permiten realizar y evaluar el diagnóstico energético.

### CONCEPTO

Para comprender la importancia del diagnóstico como paso previo al programa de ahorro, y los tipos de diagnósticos, según sus objetivos y profundidad, el diagnóstico energético se conceptualiza como la aplicación de un conjunto de técnicas que permite determinar el grado de eficiencia con que es utilizada la energía. Consiste en el estudio de todas las formas y fuentes de energía, por medio de un análisis crítico en una instalación consumidora de energía, con el objetivo de establecer el punto de partida para la implementación y control de un programa de ahorro de energía, ya que se determina dónde y cómo es utilizada ésta, además de especificar cuánta es desperdiciada.

Los objetivos del diagnóstico energético son establecer metas de ahorro de energía, diseñar y aplicar un sistema integral para dicho ahorro de energía, evaluar técnica y económicamente las medidas de conservación y ahorro de energía, y disminuir el consumo de energía sin afectar los niveles de producción.

Para determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía se requieren realizar diversas actividades: medir los distintos flujos eléctricos; registrar las condiciones de operación de equipos, instalaciones y procesos; efectuar balances de materia y energía; calcular los índices energéticos o de productividad, los energéticos reales, y actualizar los de diseño; determinar los potenciales de ahorro y darle seguimiento al programa mediante la aplicación de listas de verificación de oportunidades de conservación de ahorro de energía.

### TIPOS DE DIAGNÓSTICOS

Para facilitar el uso del diagnóstico energético se ha concebido una clasificación por grados.

**DIAGNÓSTICO DE PRIMER GRADO:** Mediante los diagnósticos energéticos de primer grado se detectan medidas de ahorro cuya aplicación es inmediata y con inversiones marginales. Consiste en la inspección visual del estado de conservación de las instalaciones, el análisis de los registros de operación y mantenimiento que rutinariamente se llevan en cada instalación; así como el análisis de la información estadística de consumos y gastos por concepto de energía eléctrica y combustibles.

Al realizar estos diagnósticos se deben considerar los detalles detectados visualmente y que se consideren como desperdicios de energía, tales como falta de aislamiento o purgas (salideros); asimismo, se deben detectar y cuantificar los costos y posibles ahorros producto de la administración de la demanda de energía eléctrica y de la corrección del factor de potencia. Cabe recalcar que en este tipo de estudio no se pretende efectuar un análisis exhaustivo del uso de la energía, sino precisar medidas de aplicación inmediata.

**DIAGNÓSTICO DE SEGUNDO GRADO:** Comprende la evaluación de la eficiencia energética en áreas y equipos intensivos en su uso, como los motores eléctricos y los equipos que estos accionan, como los de compresión y bombeo, los que integran el área de servicios auxiliares, entre otros. Este tipo de diagnóstico requiere de un análisis detallado de los registros históricos de las condiciones de operación de los equipos, lo que incluye la información sobre volúmenes manejados o procesados y los consumos específicos de energía. La información obtenida directamente en la operación se compara con la de diseño, para obtener las variaciones de eficiencia.

El primer paso es detectar las desviaciones entre las condiciones de operación con las del diseño, para así jerarquizar el orden de análisis de cada equipo o proceso. El paso siguiente es conocer el flujo de energía, servicio o producto perdido por el equipo en estudio. Los balances de materia y energía, los planos unifilares actualizados, así como la disposición de los índices energéticos reales y de diseño complementan el diagnóstico, ya que permiten establecer claramente la distribución de la energía en las instalaciones, las pérdidas y desperdicios globales, y así determinar la eficiencia con la que es utilizada la energía. Finalmente, se deben evaluar, desde el punto de vista económico, las medidas que se recomienden llevar a cabo, tomando en consideración que éstas se deben pagar con los ahorros que se alcancen y que en ningún momento deben poner en riesgo la liquidez de la empresa.

**DIAGNÓSTICO DE TERCER GRADO:** Consiste en un análisis exhaustivo de las condiciones de operación y las bases de diseño de una instalación, mediante el uso de equipos especializados de medición y control. Debe realizarse con la participación de especialistas de cada área, auxiliados por el personal de ingeniería. En estos diagnósticos es común el uso de técnicas de simulación de procesos, con la finalidad de estudiar diferentes esquemas de interrelación de equipos y procesos. Además, facilitan la evaluación de los efectos de cambios de condiciones de operación y de modificaciones del consumo específico de energía, por lo que se requiere información completa de los flujos de materiales, combustibles, energía eléctrica, así como de las variables de presión, temperatura y las propiedades de las diferentes sustancias o corrientes.

Las recomendaciones derivadas de estos diagnósticos generalmente son de aplicación a mediano plazo e implican modificaciones a los equipos y procesos, e incluso de las tecnologías utilizadas. Debido a que las inversiones de estos diagnósticos son altas, la evaluación económica debe ser rigurosa en cuanto al período de recuperación de la inversión.

## ASPECTOS A DIAGNOSTICAR

**OPERATIVOS:** Inventario de equipos consumidores de energía, de equipos generadores de energía, detección y evaluación de fugas y desperdicios, análisis del tipo y frecuencia del mantenimiento, inventario de instrumentación y posibilidades de sustitución de equipos.

**ECONÓMICOS:** Precios actuales y posibles cambios de los precios de los energéticos, costos energéticos y su impacto en los costos totales, estimación económica de desperdicios, consumos específicos de energía, elasticidad producto del consumo de energía, evaluación económica de las medidas de ahorro, relación beneficio-costo de las medidas para eliminar desperdicios y precio de la energía eléctrica comprada (\$/kWh).

**ENERGÉTICOS:** Formas y fuentes de energía utilizadas, posibilidades de sustitución de energéticos, volúmenes consumidos, estructura del consumo, balance en materia y energía, diagramas unifilares y posibilidades de autogeneración y cogeneración.

**POLÍTICOS:** Tarifas eléctricas, política de precios de los energéticos, política de comercialización de energéticos, programa nacional de energéticos y legislación en materia de autogeneración y cogeneración.

## REQUERIMIENTOS

**INFORMACIÓN OPERATIVA:** Manuales de operación de los equipos consumidores y generadores de energía, y reportes periódicos de mantenimiento.

**INFORMACIÓN ENERGÉTICA:** Balances de materia y energía, series de consumo histórico de energía, información sobre fuentes alternas de energía y planos unifilares actualizados.

**INFORMACIÓN ECONÓMICA:** Series estadísticas de productos, ventas y costos de producción.

**INFORMACIÓN POLÍTICA:** Catálogos de precios de productos elaborados, tarifas eléctricas, normalización del consumo de electricidad, relación reservas-producción de hidrocarburos y disposición de fuentes energéticas no provenientes de hidrocarburos.

**INSTRUMENTOS PARA LAS MEDICIONES DE CAMPO:** Algunos de los instrumentos portátiles requeridos para la realización de diagnósticos energéticos de segundo y tercer grado, son: medidores de velocidad de flujo en tuberías y equipo, radiómetros ópticos, pirómetros digitales, kilowathorímetros, factoripotenciómetros, analizadores de redes, medidores de velocidad de aire, termómetros, luxómetros y tacómetros.

**ÁREAS DE APLICACIÓN: ÁREA INDUSTRIAL:** calderas de hornos, motores y bombas, sistemas eléctricos, turbinas, compresores y sistemas de refrigeración. Área de oficinas: iluminación, acondicionamiento ambiental y aparatos eléctricos. Vehículos automotores: operación y mantenimiento.

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LAS MEDIDAS:** Relación beneficio-costo: costos involucrados en las medidas aplicadas y balance económico de los ahorros logrados. Métodos de evaluación económica: período de recuperación, rentabilidad media, valor presente, tasa interna de rentabilidad y análisis de sensibilidad.

## VALORACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

Los beneficios económicos derivados de la aplicación de un diagnóstico efectivo y objetivo, y del grupo de medidas planteadas en el presente trabajo dependerán, de manera directa, de la responsabilidad técnico-administrativa del seguimiento y control de su aplicación en los centros industriales o de servicios donde se desarrollen.

En cuanto al aspecto social el trabajo pretende, a partir de los conocimientos que de su análisis y aplicación se deriven, continuar profundizando en el desarrollo de la conciencia energética de los funcionarios y trabajadores en general, en el uso de los diferentes portadores energéticos.

## **AHORRO DE ENERGÍA EN MOTORES ELÉCTRICOS**

### **INTRODUCCIÓN**

Alrededor del 70% del consumo de la energía eléctrica generada se debe al funcionamiento de los motores eléctricos. Incontables ejemplos de su aplicación, se tienen en la industria, el comercio, los servicios y el hogar. Es significativo el hecho de que los motores eléctricos, suministran en su mayor parte, la energía que mueve los accionamientos industriales, por lo que la operación y conservación de los motores en la industria, representa uno de los campos más fértiles de oportunidades en el ahorro de energía, que se traducen en una reducción en los costos de producción y en una mayor competitividad. El ahorro de energía comienza desde la selección apropiada de los motores. Siempre hay uno adecuado a las necesidades que se tienen, tanto en lo que respecta a su tipo por condiciones ambientales de operación, por condiciones de arranque o regulación de velocidad, así como por su tamaño o potencia. Los mayores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia. Este fascículo contiene útiles recomendaciones para optimizar el consumo de energía en sus instalaciones con motores eléctricos. Los temas tratados son muy prácticos y recomiendan tener cuidado con las reparaciones, motivar al personal a ahorrar, corregir su factor de potencia y administrar la demanda de energía eléctrica.

### **¿QUÉ ES LA EFICIENCIA EN UN MOTOR?**

La eficiencia o rendimiento de un motor eléctrico es una medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en porciento de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica, esto es:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia eléctrica}} \times 100$$

No toda la energía eléctrica que un motor recibe, se convierte en energía mecánica. En el proceso de conversión, se presentan pérdidas, por lo que la eficiencia nunca será del 100%. Si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o este tiene algún desperfecto, la magnitud de las pérdidas, puede superar con mucho las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

Para calcular la eficiencia, las unidades de las potencias deben ser iguales. Como la potencia eléctrica se expresa usualmente en kilowatts (kW) en tanto que la potencia mecánica en caballos de potencia (CP o HP), las siguientes equivalencias son útiles para la conversión de unidades:

$$\begin{aligned} 1 \text{ CP} &= 0.746 \text{ kW} \\ 1 \text{ kW} &= 1.34 \text{ CP} \end{aligned}$$

Si un motor de 100 CP toma de la línea 87.76 kW:

$$\begin{aligned} \text{Potencia mecánica} &= 100 \times 0.746 \\ &= \mathbf{74.6 \text{ kW}} \\ \text{Eficiencia} &= \frac{74.6}{87.76} \times 100 \\ &= \mathbf{85\%} \\ \text{Pérdidas} &= 87.76 - 74.6 \\ &= \mathbf{13.16 \text{ kW}} \end{aligned}$$

Esto es el motor convierte el 85% de su energía eléctrica en mecánica, perdiendo el 15% en el proceso de conversión. En términos prácticos, se consume (y se paga) inútilmente la energía utilizada para hacer funcionar al motor.

Emplear motores de mayor eficiencia, reduce las pérdidas y los costos de operación. Por ejemplo si el motor anterior se sustituyera por otro con una eficiencia del 90%, la potencia ahorrada (PA) se puede calcular aplicando la siguiente ecuación:

$$PA \text{ (kW)} = 0.746 \times CP \left( \frac{100}{E_1} - \frac{100}{E_2} \right)$$

Donde:

- 0.746** = Factor de conversión de CP a kW
- CP** = Caballos de potencia
- $E_1$  = Eficiencia del motor de rendimiento menor
- $E_2$  = Eficiencia del motor de rendimiento mayor

$$PA = 0.746 \times 100 \left( \frac{100}{85} - \frac{100}{90} \right) \text{ kW} = 4.87 \text{ kW}$$

Suponga que ambos motores Trabajarán 12 horas diarias, 5 días de la semana y 50 semanas por año, que equivalen a 3000 horas al año. La energía ahorrada anualmente equivale a:

$$3000 \text{ horas} \times 4.87 = 4,610 \text{ kWh}$$

Como ejercicio multiplíquese esta cantidad de kWh por el costo de la tarifa que corresponda al servicio que usted tenga y obtendrá el ahorro monetario por utilizar el motor de mayor eficiencia. Un motor bien diseñado puede tener un precio de compra elevado, pero generalmente tendrá una mayor eficiencia que el de motores de procedencia ignorada.

Los incrementos que han experimentado el costo de los energéticos a nivel mundial, han orientado a los fabricantes de motores a lograr principalmente motores de alta eficiencia, con rendimientos de hasta un 96% y cuyo costo adicional sobre los convencionales se puede pagar rápidamente con los ahorros que se tienen en el consumo. Vale la pena considerar su utilización.

## CUIDADO CON LAS REPARACIONES

La reparación inadecuada de un motor puede ocasionar un incremento en las pérdidas y adicionalmente en los motores de corriente alterna, la reducción del factor de potencia. Todo esto conduce a una disminución de su eficiencia. Por ejemplo un motor que sufrió un desperfecto en su devanado y que por ello hay que rebobinarlo, puede disminuir su eficiencia considerablemente, si durante el proceso de reparación se presenta:

- Calentamiento desmedido del hierro al quitar el devanado
- Daños en las ranuras al quitar el devanado dañado y montar el nuevo
- Diferente calidad y calibre del alambre
- Diferente número de vueltas
- Daños a los cojinetes y mal alineamiento.
- Mayor tiempo de secado final.

Por esto es importante que cuando un motor sea reparado, los trabajos los efectúe personal calificado para garantizar que la compostura sea realizada correctamente y que los materiales empleados sean de calidad igualo superior a los originales. La misma atención se debe prestar a las partes eléctricas del motor, como a los componentes mecánicos, tales como los cojinetes, el eje y el sistema de ventilación o enfriamiento. Con frecuencia los daños que sufren los devanados tienen su origen en desperfectos mecánicos. Un motor mal reparado al ser instalado nuevamente, gastará mas energía que antes. Cuando los daños sean mayores puede resultar más económico sustituir un motor que componerlo. Evalúe técnica y económicamente la posibilidad de hacerlo y si lo decide, utilice motores de alta eficiencia.

## MOTORES ELÉCTRICOS Y EL FACTOR DE POTENCIA

Los motores de inducción por su simplicidad de construcción, su velocidad prácticamente constante, su robustez y su costo relativamente bajo, son los motores más utilizados en la industria. Sin embargo, tienen el inconveniente de que aún en óptimas condiciones, consumen potencia reactiva (kVAR) por lo que son una de las causas principales del bajo factor de potencia en las instalaciones industriales. El factor de potencia es indicativo de la eficiencia con que se está utilizando la energía eléctrica para producir un trabajo útil. Se puede definir como el porcentaje de la relación de la potencia activa (kW) y la potencia aparente o total (kVA).

$$\text{Factor de potencia} = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}} \times 100$$

Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta a la adecuada utilización del sistema eléctrico. Por esta razón en las tarifas eléctricas, se ofrece una reducción en las facturas de electricidad en instalaciones con un factor de potencia mayor del 90% y también se imponen

cuotas a manera de multas si el factor de potencia es menor que la cifra señalada. Un usuario operando con un factor de potencia de 80%, valor que se encuentra con frecuencia en instalaciones industriales, tiene que pagar un recargo del 7.5% sobre el monto de su cuenta de electricidad, recargo que puede alcanzar la cantidad de 120%, en el caso extremo de tener un factor de potencia del 30%. Ya que los motores de inducción son una de las causas principales del bajo factor de potencia se pueden tomar las siguientes medidas con respecto a éstos para corregirlo:

- Selección justa del tipo, potencia y velocidad de los motores que se instalan
- Empleo de motores trifásicos en lugar de monofásicos
- Aumento de la carga de los motores a su potencia nominal (evitar sobredimensionamiento del motor)
- Evitar el trabajo prolongado en vacío de los motores
- Reparación correcta y de alta calidad de los motores
- Instalación de capacitores en los circuitos con mayor número de motores o en los motores de mayor capacidad

Corregir el bajo FP en una instalación es un buen negocio, no sólo porque se evitarán los cargos en la facturación que esto origina sino porque los equipos operan más eficientemente, reduciendo los costos por consumo de energía.

### **ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA**

Las tarifas eléctricas para la industria, además del cargo por consumo de energía (kWh), hacen un cargo por demanda máxima (kW), que es importante en la facturación. La demanda es registrada por un medidor conforme a la potencia de todos los motores, lámparas y otros aparatos eléctricos, funcionando simultáneamente durante un lapso de 15 minutos.

Evitar el arranque y la operación simultánea de los motores y otros equipos eléctricos sobre todo en el período de punta, lo que se traduce en ahorros significativos en monto de facturación. Por ejemplo considérese una instalación con una demanda de 700 kW que incluye la potencia de un grupo de motores de 50 CP que toman de la red 41 kW cada uno. Si este grupo de motores pudiera ser operado fuera del período de demanda máxima, el valor de la demanda se reduciría en casi 6%, lo cual representa una sensible reducción en el monto de facturación eléctrica.

Otra opción es la de extender los turnos de trabajo, repartiendo la operación de los motores y otros equipos en más horas de labores, fuera del período de punta.

Los cargos por consumo de energía eléctrica pueden ser prácticamente iguales pero por demanda máxima pueden reducirse de manera importante.

### **MOTIVE AL PERSONAL A AHORRAR**

Ahorrar energía es tarea de todos y de todos los días. Porque de no hacerlo quizás mañana ya no exista energía que ahorrar. Los resultados que se obtengan de cada empresa, en cada hogar, con cada usuario, contribuirán a asegurar un mejor futuro, particular y colectivo.

Establezca una campaña permanente de ahorro de energía en sus instalaciones, dentro de la cual es fundamental concientizar a su personal. MotíVELO a que participe activamente y tome en cuenta sus opiniones y sugerencias. Muchas de ellas pueden representar verdaderas oportunidades de ahorro.

## UN EJEMPLO DE ÁREA DE OPORTUNIDAD

Como se ha mencionado, los mayores ahorros de energía se obtienen cuando el motor y su carga trabajan a su máxima eficiencia. Un ejemplo que presenta buenas oportunidades de ahorro, se tiene en los equipos de aire comprimido.

Las fugas de aire en uniones de tuberías y mangueras, válvulas de seguridad de los depósitos acumuladores, válvulas de corte (que hacen mal cierre) herramientas neumáticas y otros equipos, representan pérdidas de hasta un 50% en instalaciones descuidadas; constituyen una carga inútil del motor y un desperdicio de energía, que puede reducirse notoriamente, mediante la corrección y sellado sistemático de los puntos de escape.

Es primordial que la potencia del motor acoplado al equipo de compresión de aire corresponda a la potencia requerida por éste. La eficiencia cae bruscamente para cargas reducidas o cuando trabaja sobrecargado. Además un motor de inducción sobredimensionado, demandará una mayor potencia reactiva con la consiguiente disminución del factor de potencia.

## RECOMENDACIONES GENERALES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA EN MOTORES ELÉCTRICOS

1. Elegir correctamente la potencia del motor. El rendimiento máximo se obtiene cuando éste opera entre el 75% y el 95% de su potencia nominal y cae bruscamente para cargas reducidas o cuando trabaja sobrecargado. Adicionalmente los motores de inducción a cargas bajas o en vacío tienen un factor de potencia muy bajo.
2. Seleccionar el motor de acuerdo con su ciclo de trabajo. Operar un motor para servicio continuo, en accionamientos de operación intermitente, con frecuentes arranques y paros, ocasiona una depreciación de sus características de operación y eficiencia. Además de que se puede dañar el aislamiento de los devanados por la elevación de la temperatura.
3. Seleccionar el armazón del motor, de acuerdo con el ambiente en que va a estar trabajando. Los motores abiertos son más sencillos y por lo tanto menos costosos, además de operar con mayor factor de potencia. Sin embargo, en condiciones adversas del medio, los motores cerrados serán los indicados.
4. Seleccionar correctamente la velocidad del motor. Si la carga lo permite prefiere motores de alta velocidad, son más eficientes y si se trata de motores de corriente alterna, trabajan con un mejor factor de potencia.
5. Utilizar motores de inducción trifásicos en lugar de monofásicos. En motores de potencia equivalente, su eficiencia es de 3 a 5% mayor y su factor de potencia mejora notablemente.
6. Utilizar motores síncronos en lugar de motores de inducción. Cuando se requieren motores de gran potencia y baja velocidad la elección de un motor síncrono debe ser considerada.
7. Compare en costo con uno de inducción de características similares, su eficiencia es de 1 al 3% mayor, su velocidad es constante y contribuye a mejorar el factor de potencia de la instalación.
8. Sustituir los motores antiguos o de uso intenso. Los costos de operación y mantenimiento de motores viejos o de motores que por su uso han depreciado sus características de operación, pueden justificar su sustitución por motores normalizados y de alta eficiencia.
9. Efectuar correctamente la instalación eléctrica y el montaje de los motores y su carga. Las Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas en su capítulo referente a motores, y las recomendaciones de los fabricantes son consulta obligada para asegurar el funcionamiento adecuado de los equipos.
10. Realizar en forma correcta la conexión a tierra de los motores. Una conexión defectuosa o la ausencia de ésta, puede poner en peligro la vida de los operarios si se presenta una falla a tierra. Además de ocasionar corrientes de fuga que no son liberadas por el equipo de protección con un dispendio de energía.
11. Evitar concentrar motores en locales reducidos o en lugares que puedan dificultar su ventilación. Un sobrecalentamiento del motor se traduce en una disminución de su eficiencia.

- 12.** Corregir la caída de tensión en los alimentadores. Una tensión reducida en las terminales del motor, acarrea entre otros, un incremento de la corriente, sobrecalentamiento y disminución de su eficiencia. Las normas permiten una caída máxima del 3% (o del 5% en la combinación de alimentador y circuito derivado) pero es recomendable que no rebase el 1%.
- 13.** Balancear la tensión de alimentación en los motores trifásicos de corriente alterna. El desequilibrio entre fases no debe excederse en ningún caso del 5%, pero mientras menor sea el desbalance, los motores operan con mayor eficiencia.
  
- 14.** Compensar la energía reactiva demandada por los motores de corriente alterna más importantes o con mayor número de horas de funcionamiento, mejorando el factor de potencia de la instalación, con lo que se reducen las pérdidas de la potencia y de la tensión en los conductores.
- 15.** Procurar que los motores síncronos funcionen con un factor de potencia cercano a la unidad, para mejorar el factor de potencia de la instalación.
- 16.** Evitar hasta donde sea posible el arranque y la operación simultánea de motores, sobre todo los de mediana y gran capacidad, para disminuir el valor máximo de la demanda.
- 17.** Utilizar arrancadores a tensión reducida, en aquellos motores que realicen un número elevado de arranques. Con esto se evita un calentamiento excesivo en los conductores y se logra disminuir las pérdidas durante la aceleración.
- 18.** Utilizar arrancadores estrella-delta o de devanado partido, como alternativa de los arrancadores a tensión reducida cuando la carga impulsada no requiera de alto par de arranque. Son más económicos y eficientes en términos de energía, pero tienen el inconveniente de que el par de arranque se reduce notoriamente.
- 19.** Sustituir en los motores de rotor devanado, los reguladores con resistencias para el control de la velocidad, por reguladores electrónicos más eficientes. En las resistencias se llega a consumir hasta un 20% de la potencia que el motor toma de la red.
- 20.** Instalar arrancadores electrónicos en lugar de los reóstatos convencionales para el arranque de los motores de corriente directa. Permiten una mayor eficiencia en el arranque con el consiguiente ahorro de energía.
- 21.** Sustituir motores con engranes, poleas, bandas u otro tipo de transmisión, para reducir la velocidad del motor, por motores de velocidad ajustable con reguladores electrónicos.
- 22.** Instalar motores de velocidad ajustable con reguladores electrónicos, en aquellos accionamientos, en donde la carga sea variable y se pueda controlar ajustando la velocidad. Por ejemplo en sistemas de bombeo o compresión que deben suministrar caudales variables y que para hacerlo utilicen válvulas u otros dispositivos de control. La eficiencia total del motor y su carga se eleva notablemente con ahorros importantes de energía.
- 23.** Evaluar la posibilidad de conectar la ventilación solamente durante las bajas velocidades, en aquellos motores de velocidad ajustable y ventilación separada provista por equipos auxiliares. Con esto se puede reducir el consumo de energía en el sistema de ventilación.
- 24.** Preferir el acoplamiento individual, en accionamientos con un grupo de, motores, así se consigue mejor que cada motor trabaje lo más cerca posible de su máxima carga.
- 25.** Acoplar directamente el motor a la carga siempre que el accionamiento lo permita. Con esto se evitan pérdidas en el mecanismo de transmisión.
- 26.** Instalar acoplamientos flexibles en aquellos motores sometidos a un número elevado de arranques súbitos. Con esto se pueden atenuar los efectos de una alineación defectuosa, reducir los esfuerzos de torsión en la flecha del motor y disminuir las pérdidas por fricción.
- 27.** Instalar equipos de control de la temperatura del aceite de lubricación de cojinetes de motores de gran capacidad a fin de minimizar las pérdidas por fricción y elevar la eficiencia.
- 28.** Mantener en buen estado y correctamente ajustados los equipos de protección contra sobrecalentamientos o sobrecargas en los motores. Los protegen de daños mayores y evitan que operen con baja eficiencia.
- 29.** Revisar periódicamente las conexiones del motor, junto con las de su arrancador y demás accesorios. Conexiones flojas o mal realizadas con frecuencia originan un mal funcionamiento del motor y ocasionan pérdidas por disipación de calor.

- 30.** Mantener en buen estado los portaescobillas, escobillas, conmutadores y anillos colectores en motores de corriente directa, síncronos y de rotor devanado. Un asentamiento incorrecto de las escobillas sobre el conmutador en los anillos colectores, provoca sobrecalentamientos y pérdidas de energía.
- 31.** Mantener bien ajustado y en óptimas condiciones el interruptor de arranque de los motores monofásicos de fase partida. El mal funcionamiento de este accesorio que se emplea para desconectar el devanado de arranque (y el condensador en los motores de arranque por condensador) provoca un sobrecalentamiento en los conductores con una pérdida de energía y en caso extremo la falla del motor.
- 32.** Mantener en óptimas condiciones los sistemas de ventilación y enfriamiento de los motores, para evitar sobrecalentamientos que puedan aumentar las pérdidas en los conductores del motor y dañar los aislamientos.
- 33.** Verificar periódicamente la alineación del motor con la carga impulsada. Una alineación defectuosa puede incrementar las pérdidas por rozamiento y en caso extremo ocasionar daños mayores en el motor y en la carga.
- 34.** Reparar o cambiar los ejes del motor y de la transmisión, si se han doblado por sobrecarga o por mal uso. Un eje en mal estado incrementa las pérdidas por fricción y puede ocasionar daños severos sobre todo en los cojinetes del motor.
- 35.** Mantener en buen estado los medios de transmisión entre el motor y la carga, tales como: poleas, engranes, bandas y cadenas. Si estos no se encuentran en condiciones apropiadas o su instalación es incorrecta, pueden ocasionar daños importantes, además de representar una carga inútil para el motor.
- 36.** Mantener en óptimas condiciones los cojinetes del motor. Una cantidad considerable de energía se pierde en cojinetes en mal estado o si su lubricación es inadecuada (insuficiente o excesiva). Repárelos o sustitúyalos si tienen algún desperfecto y siga las instrucciones del fabricante para lograr una correcta lubricación.
- 37.** Realizar la inspección periódica del motor, incluyendo lecturas de corriente, potencia (kW), velocidad (rpm), resistencia de aislamiento, etc., con objeto de verificar si se mantienen en condiciones apropiadas de funcionamiento y eficiencia, y poder tomar acciones correctivas, cuando se requieran.
- 38.** Efectuar rutinariamente la limpieza del motor, con el propósito de eliminar la suciedad, el polvo y objetos extraños, que impidan su óptimo funcionamiento. La regularidad con que ésta se realice dependerá de las condiciones en las que el motor este trabajando, pero es recomendable desmontarlo al menos una vez al año para realizar la limpieza completa de todos sus componentes.
- 39.** Mantener actualizados los manuales de operación de los motores, incorporando en éstos las modificaciones que tengan lugar.
- 40.** Colocar carteles con instrucciones concretas para los operarios, con la finalidad de que los motores operen con la mayor seguridad y eficiencia.

**V**

# Plantas de Emergencia y Ups´s

**Saber en la Teoría (3 hr)**

**Saber en la Práctica (7 hr)**

## **¿POR QUÉ ES NECESARIA UNA PLANTA DE EMERGENCIA?**

Su empresa y su negocio no pueden depender 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 su negocio lo requiere, es necesario contar con plantas de emergencia de fácil funcionamiento, confiables y seguras, 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 usted requiere de 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 muy 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, su 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 para sus equipos e información.

## **SISTEMAS DE ENERGÍA ININTERRUMPIDA**

### **¿POR QUÉ ES NECESARIO UN SEI?**

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. Su funcionamiento será confiable sólo si se vigila cuidadosamente la calidad del suministro eléctrico. Los equipos de cómputo, telecomunicaciones y control están especificados para operar en México a 120 Vca, 60 Hz, 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.

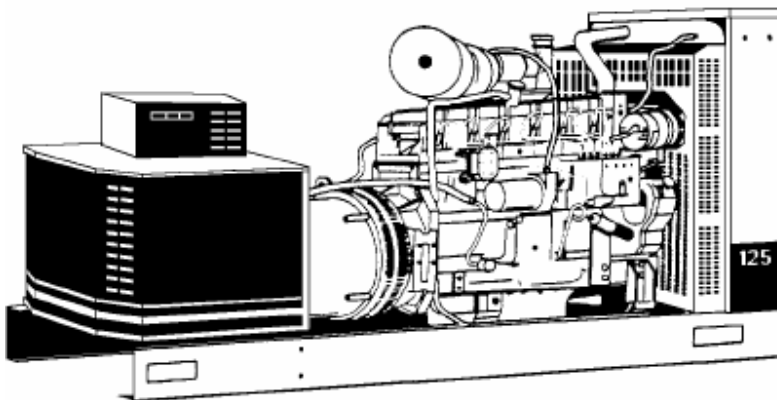
\*Los Sistemas de Energía Ininterrumpida (SEI) también son conocidos como Uninterruptible Power Systems (UPS, por sus siglas en inglés) o como No-breaks.

10 razones por las que es necesario adquirir un SEI

- 1.** Se calcula que cualquier equipo conectado a la línea eléctrica comercial sufre en promedio 120 perturbaciones por mes. (Fuente: Estudio de IBM).
- 2.** Las perturbaciones eléctricas son responsables en un 28% por las fallas en un sistema de cómputo.
- 3.** A tres de cada 10 empresas les toma más de un día recuperarse de las interrupciones causadas por una falla en la energía eléctrica. Al 10% les toma más de una semana.
- 4.** Se calcula que en promedio los costos de las caídas de sistema ascienden a \$1,000 USD por hora y que pueden llegar a \$50,000 USD, dependiendo del giro de la empresa. (Fuente: Encuesta del Yankee Group).
- 5.** De 450 grandes compañías encuestadas, cada una sufre un promedio de 9 fallas de cómputo al año causadas por problemas de energía (Fuente: Find FVP/Fortune 1000 companies)
- 6.** Después de una falla eléctrica, puede tomar hasta 48 horas reconfigurar una red o una multi-terminal. En algunos casos, una interrupción de apenas 0.5 segundos detiene un proceso industrial que tarda hasta 6 horas en reestablecerse con normalidad. (Fuente: Instituto de Investigaciones Eléctricas).
- 7.** Las interrupciones del suministro eléctrico provocan irremediables pérdidas de información en procesos de adquisición de datos, ya sean digitales o analógicos, cuando no se cuenta con sistemas de protección.
- 8.** Puede tomar días, semanas o hasta meses recuperar la información perdida. A veces, algunos datos pueden perderse para siempre. Por ejemplo, en aplicaciones gráficas trabajos completos o pequeños cambios nunca pueden ser recuperados.
- 9.** La pérdida de participación de mercado y de clientes, así como daños a la reputación de la compañía no están cubiertos por la garantía de los equipos de cómputo.
- 10.** Las reclamaciones de garantía y solicitudes de servicio pueden llevar mucho tiempo. De hecho, 90% de las empresas que experimentan un desastre en sus sistemas de cómputo y

no tienen un plan de supervivencia salen del negocio en 18 meses. (Fuente: Price Waterhouse)

## PLANTAS DE EMERGENCIA



### INTRODUCCIÓN

En nuestro país por diversas causas la continuidad en el servicio de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora, se ve con mucha frecuencia afectada. Por esta razón en el sistema hospitalario, se hace necesario disponer de un generador auxiliar de emergencia (planta eléctrica), como el que se muestra en la figura No.1, para que en ningún momento se paraliquen aquellos servicios que son esenciales para la atención de los pacientes. Entonces la finalidad de la planta eléctrica de emergencia es la de proporcionar en el sitio la energía eléctrica necesaria cuando existe una falla en el suministro de la red comercial, mediante la disposición de un arreglo con otros dispositivos electromecánicos; como se muestra en la figura No. 2.

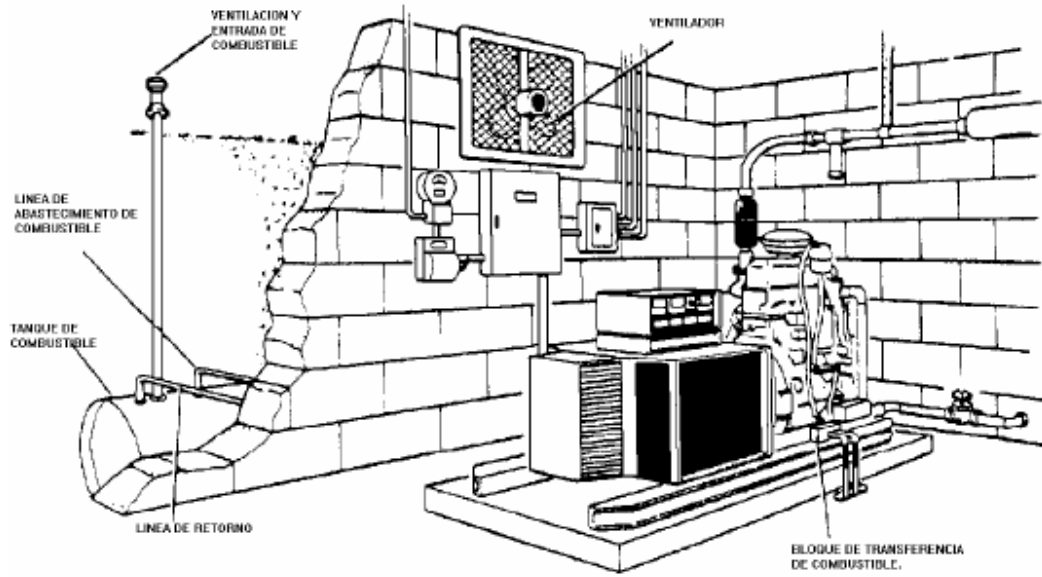


Fig.No.1: GENERADOR AUXILIAR DE EMERGENCIA (Planta eléctrica)

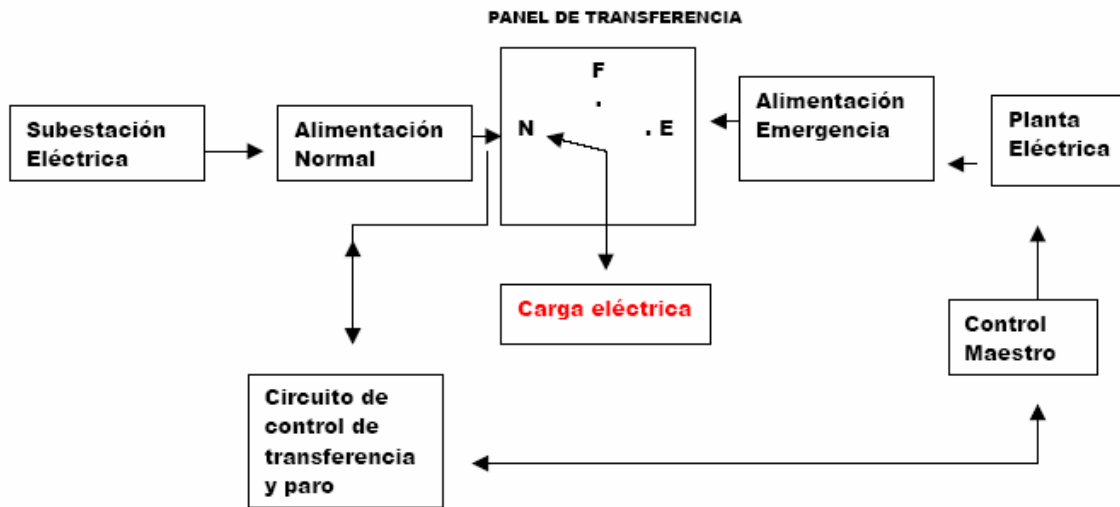


FIGURA No.2. Diagrama de Bloques del sistema eléctrico con dos fuentes de alimentación

## FORMA DE OPERACIÓN DE LAS PLANTAS ELECTRICAS

La operación de la planta eléctrica de emergencia es extremadamente sencilla y puede funcionar en dos modalidades:

- Modalidad automática
- Modalidad manual

En el sistema nacional existen distintos tipos y marcas de plantas eléctricas. Aquí se estudian las modalidades de operación de las plantas que son de mayor existencia:

- Plantas marca Detroit de 135 Kw
- Plantas marca Detroit de 275 Kw, y
- Plantas marca Dale 170 Kw

### OPERACIÓN AUTOMÁTICA

- a) Los selectores del control maestro deben estar ubicados en la posición de automático. El control maestro es una tarjeta electrónica que se encarga de controlar y proteger el motor de la planta eléctrica.
- b) En caso de fallar la energía normal suministrada por la compañía de servicios eléctricos, la planta arrancará con un retardo de 3 a 5 segundos después del corte del fluido eléctrico. Luego la energía eléctrica generada por la planta es conducida a los diferentes circuitos del sistema de emergencia a través del panel de transferencia, a esta operación se le conoce como transferencia de energía.
- c) Después de 25 segundos de normalizado el servicio de energía eléctrica de la compañía suministradora, automáticamente se realiza la retransferencia (la carga es alimentada nuevamente por la energía eléctrica del servicio normal) quedando aproximadamente 5 minutos encendida la planta para el enfriamiento del motor. El apagado del equipo es automático.

### OPERACIÓN MANUAL

En esta modalidad, se verifica el buen funcionamiento de la planta sin interrumpir la alimentación normal de la energía eléctrica.

El selector de control maestro debe colocarse en la posición de "Manual". Como medida de seguridad para que la planta eléctrica trabaje sin carga (en vacío), se debe colocar el interruptor principal "Main" del generador en posición de apagado off.

Recomendación:

***El arranque manual es solo para realizar pruebas.***

**IV.3. Cuadro No.1 PRUEBAS SEMANALES DE OPERACIÓN DE LAS PLANTAS ELECTRICAS.**

Planta	DETROIT 275 KW	DETROIT 135 KW	DALE 170 KW
<b>PRUEBA</b>			
Ubicación del control maestro	En planta eléctrica sobre la caja de terminales del generador	En panel de transferencia	En planta eléctrica sobre la caja de terminales del generador
Ubicación correcta de selectores	Selector de control, maestro en posición automático	Selectores de control maestro en posición; uno en automático y otro en ON	Selector del control maestro en posición RUN
Prueba de falla de energía normal.	La falla se simula colocando el interruptor (switch) selector del panel de transferencia en posición TEST, el sistema debe de hacer la transferencia de la carga a emergencia después de aproximadamente 8 segundos.		Se debe poner el MAIN NORMAL 1,200 A/3P en posición de apagado para que el panel de transferencia mande la señal de encendido de la planta y logre así transferir la carga a emergencia después de 8 segundos.
Prueba de retorno de energía normal	Se retorna el switch de prueba del panel de transferencia a la posición normal y después de 25 segundos éste debe hacer la retransferencia de la carga a la posición normal y luego pasados 5 minutos enfriándose la planta debe de apagarse automáticamente.		Se pone el Main Normal, 1200A 3P en posición de encendido (on) y después de 25 seg. El panel de transferencia debe transferir la carga a la posición normal y luego pasados 5 minutos enfriándose la planta debe apagarse automáticamente.
Prueba de planta en vacío "manual"	MAIN de emergencia (en el generador) en posición de apagado colocar selector del control maestro en posición de prueba	Colocar el main de emergencia (en el generador) en posición de apagado y colocar el control maestro en posición uno en prueba y el otro en ON	MAIN de emergencia (en el generador) en posición de apagado. *El selector del control maestro arranca similar al encendido de un vehículo.

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO A REALIZAR POR EL OPERADOR**

1. Antes de encender la planta eléctrica revisar:

- a) Nivel de agua en el radiador
- b) Nivel de aceite en el cárter
- c) Nivel de agua en celdas de batería
- d) Nivel de combustible en tanque diario
- e) Verificar limpieza en terminales de batería.

2. Colocar el interruptor principal del generador "MAIN " en OFF

3. Colocar los selectores de operación en el modo manual para arrancar la planta eléctrica.

4. Se pone a funcionar de esta manera por unos 10 minutos y se revisa lo siguiente:

- a) Frecuencia del generador (60 a 61Hz).
  - 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 la temperatura del agua (180°F) presión de aceite (70 PSI) y la corriente de carga del acumulador (1.5 amp.)
- Si todo está correcto se acciona el interruptor en la posición de apagado "off" para que el motor se apague.

5. Luego de la revisión preliminar y si todo está correcto simular falla del fluido eléctrico y 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 alguno de estos valores está fuera de su rango de operación, notifique de inmediato al Departamento de Mantenimiento del Hospital.
- c) 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 la suciedad.
- d) 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. Si la presión no estabiliza, llamar al personal de Mantenimiento del Hospital.
- e) 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.
- f) 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.
- g) Si el voltaje del generador baja su valor, es posible recuperarlo girando el potenciómetro del regulador de voltaje.

6. Si en el trabajo de la planta llegaran 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 enfríe y después reponer el faltante.

7. Para detener el motor, desconecte la carga manualmente y deje trabajar el motor durante tres minutos al vacío.

8. Conviene arrancar el motor por lo menos una vez a la semana por un lapso de 30 minutos, para mantener bien cargado el acumulador, cuando no existe cargador de baterías conectado a la planta; y para mantener el magnetismo remanente del generador en buen rango. También para corregir posibles fallas.

9. Cualquier duda o anomalía observada reportarla al personal de mantenimiento del hospital.

## PUNTOS IMPORTANTES DE MANTENIMIENTO PARA EL OPERADOR

1. Verificar diariamente:

- a) Nivel del agua en el radiador.
- b) Nivel de aceite en el *cárter*
- c) Nivel de combustible en el tanque.
- d) Válvulas de combustible abiertas.
- e) Nivel de agua destilada en las baterías y limpieza de los bornes.
- f) Limpieza y buen estado del filtro de aire.
- g) Que no haya fugas de agua, aceite y/o combustible.
- h) Observar si hay tornillos flojos, elementos caídos, sucios o faltantes en el motor y tableros.

**2.** Semanalmente, además de lo anterior:

- a)** Operar la planta en vacío (ver cuadro 1) y si se puede con carga para comprobar que todos sus elementos operan satisfactoriamente, durante unos treinta minutos por lo menos.
- b)** Limpiar el polvo que se haya acumulado sobre la planta o en los pasos de aire de enfriamiento, asimismo los tableros.

**3.** Mensualmente: Comprobar todos los puntos anteriores, además:

- a)** Comprobar la tensión correcta y el buen estado de las fajas del ventilador, alternador, etc.
- b)** Limpiar los tableros y contactos de relevadores si es necesario.
- c)** Observe cuidadosamente todos los elementos de la planta y tableros para corregir posibles fallas.

**4.** Cada 150 horas de trabajo, además de lo anterior:

- a)** Cambiar filtro de aceite.
- b)** Si el motor está equipado con filtro de aire o tipo húmedo cambiarle el aceite.

**5.** Cada 300 horas de trabajo, además de lo anterior:

- a)** Cambiar el elemento anticorrosivo del agua.
- b)** Cambiar los filtros de combustible.

**6.** Cada año:

- a)** Si el filtro de aire es tipo seco, cambiarlo.

**7.** Para tiempos mayores, consultar el manual de operación y mantenimiento del motor en particular.

NOTA: Los cambios regulares de aceite se deben hacer a las 150 horas de trabajo o a los 6 meses, lo que ocurra primero.

### **RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS OPERADORES DE PLANTAS ELÉCTRICAS.**

Diez reglas que deben observarse:

- 1.** Procure que no entre tierra y polvo al motor, al generador y al interior de los tableros de control y transferencia.
- 2.** Cerciórese de que esté bien dosificado el combustible para el motor sin impurezas y obstrucciones
- 3.** Compruebe que al operar la planta se conservan dentro de los valores normales las temperaturas del agua del radiador, de los embobinados del generador, de los tableros, del motor del interruptor de transferencia, etc.
- 4.** Los motores nuevos traen un aditivo que los protege de la corrosión interna. Al igual que en los motores usados, después de algún tiempo necesitan protegerse con aditivos, los cuales duran períodos determinados. Después hay que suministrarle otro que los proteja. Además hay que evitar fugas y goteras sobre partes metálicas; en general hay que evitar la corrosión a todos costos.

**5.** Se debe procurar que se tengan siempre los medios de suministro de aire, por ejemplo:

- Aire limpio para la operación del motor.
- Aire fresco para el enfriamiento del motor y generador.
- Medios para desalojar el aire caliente.


**6.** Compruebe siempre que la planta gira a la velocidad correcta por medio de su frecuencímetro y tacómetro.

**7.** Conozca siempre el buen estado de la planta en general.

**8.** Reportar al personal de mantenimiento las fallas en cuanto aparezcan, por muy sencillas que se vean.

**9.** Cuando el motor del interruptor de transferencia derrame lubricante, éste deberá sustituirse por grasa nueva.

**10.** Recorra al personal de Mantenimiento para implantar un programa de mantenimiento. Abra un expediente para anotar todos los datos en la ficha de vida de la planta y por medio de ella compruebe la correcta aplicación del mantenimiento.

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>	
	<b>PRÁCTICA # 1</b>	

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: SIMBOLOGIA ELECTRICA UTILIZADA EN PROYECTOS ELECTRICOS</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 4 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

LA NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM) EDITADA POR LA SECRETARÍA DE ENERGÍA Y DENOMINADA NOM – 001 – SE – 1994 ESTABLECE LOS REQUERIMIENTOS NORMATIVOS DE LOS COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA (CONDUCTORES, APAGADORES, ETC.) Y TAMBIÉN LAS DISPOSICIONES EN MATERIA DE CÁLCULOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

SE DEBEN ELABORAR DIBUJOS EN DONDE SE MUESTRE LA VISTA EN PLANTA, DE LAS ÁREAS DE UNA CASA HABITACIÓN EN DONDE SE REALIZARÁ LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA, EN ESTOS DIBUJOS SE HACE USO DE LOS SÍMBOLOS CONVENCIONALES USADOS EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

**OBJETIVO:** EL ALUMNO IDENTIFICARÁ LOS SÍMBOLOS ELÉCTRICOS USADOS EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

**MATERIAL:**

- APAGADOR SENCILLO 15 AMP 127 V.
- LAMPARA INCANDESCENTE 100 WATTS.
- PORCELANA PARA LAMPARA INCANDESCENTE.
- LAMPARA FLUORESCENTE 2 X 60 WATTS.
- TUBOS CONDUIT PARED DELGADA .
- TABLERO TRIFÁSICO DE 100 AMP.
- CONECTORES PARA TUBERÍA CONDUIT.
- CAJA METÁLICA DE 4X4.
- CAJA METÁLICA DE 2X4 .
- TAPA DE BAQUELITA PARA APAGADOR SENCILLO.
- CABLE CALIBRE # 12 BLANCO.
- CABLE CALIBRE # 12 NEGRO.

- CABLE CALIBRE # 14 VERDE.
- 

**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA METRICA

**REQUISITOS:** PRECAUCION

PROCEDIMIENTO:

DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE CUADRO DE SIMBOLOGIA IDENTIFIQUE FÍSICAMENTE EL ELEMENTO QUE REPRESENTA.

**SIMBOLOGIA**


	<b>TUBERIA PARED GRUESA GALVANIZADA PARA ALIMENTACION A TABLEROS POR AZOTEA</b>
	<b>LAMPARA FLUORESCENTE DE 2x60W, 127 V. TIPO INDUSTRIAL</b>
	<b>SALIDA PARA CONTROL DE CLIMA ARTIFICIAL A BASE DE TUBO METALICO PARED DELGADA DE 25 mm.</b>
	<b>APAGADOR SENCILLO INTERCAMBIABLE 15 AMP. 1 POLO 127 AMP.</b>
	<b>FOCO FLORESCENTE COMPACTO 20 W. 127 V. EN RECEPTACULO DE PORCELANA</b>
	<b>LAMPARA ADITIVOS METALICOS DE 70 W.</b>
	<b>CAJA METALICA DE 4X4</b>
	<b>TABLERO SD 100 AMP 8 CIRCUITOS 1F 3H</b>
	<b>SALIDA PARA ANUNCIO LUMINOSO</b>
	<b>BASE PARA MEDIDOR (INCLUYE INTERRUPTOR PRINCIPAL DE 2X 60)</b>
	<b>TUBO RIGIDO DE PVC DE 1" PARA COMUNICACION</b>
	<b>SALIDA PARA COMUNICACION</b>
	<b>CAJA METALICA DE 4X4</b>
	<b>SALIDA DE CENTRO INCANDESCENTE</b>
	<b>ARBORTANTE INCANDESCENTE INTERIOR</b>
	<b>ARBORTANTE INCANDESCENTE INTEMPERIE</b>
	<b>ARBORTANTE FLUORESCENTE INTERIOR</b>
	<b>LAMPARA FLUORESCENTE</b>
	<b>CONTACTO SENCILLO EN PISO</b>
	<b>CONTACTO SENCILLO EN MURO</b>
	<b>CONTACTO SENCILLO CONTROLADO POR APAGADOR</b>
	<b>CONTACTO MULTIPLE EN MURO</b>
	<b>CONTACTO SENCILLO INTEMPERIE</b>
	<b>SALIDA ESPECIAL</b>
	<b>APAGADOR DE 3 VIAS O DE ESCALERA</b>
	<b>APAGADOR DE 4 VIAS O DE ESCALERA</b>

**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>
	<b>PRÁCTICA # 2</b>

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: INSTALACIÓN DE ACOMETIDA ELECTRICA</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 4 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

EL SERVICIO ES EL CORAZON DEL SISTEMA ELECTRICO, YA QUE SUMINISTRA POTENCIA A TODOS LOS ALIMENTADORES Y CIRCUITOS DERIVADOS. POR RAZONES DE SEGURIDAD DE LAS PERSONAS, EL EQUIPO DE SERVICIO DEBE CUMPLIR CON UN MINIMO DE DISTANCIAS DE SEGURIDAD. LOS CONDUCTORES SOBRE EL SUELO O TECHOS DEBEN TENER UNA ALTURA MINIMA, O BIEN CUANDO LA ACOMETIDA ES SUBTERRÁNEA, SE DEBEN CUMPLIR CON UNA PROFUNDIDAD MINIMA PARA LA PROTECCIÓN DE LOS PROPIOS CONDUCTORES DEL SERVICIO DE ALIMENTACIÓN.

**OBJETIVO:** EL ALUMNO APRENDERÁ A INSTALAR LA ACOMETIDA ELECTRICA, EL MEDIDOR Y UN TABLERO TRIFÁSICO DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DE LA NORMA OFICIAL MEXICANA.

**MATERIAL:**

- MUFA INTEMPERIE DE 32 mm (1 1/4") DE DIÁMETRO
- TUBO CONDUIT DE FIERRO GALVANIZADO PARED GRUESA DE 32mm (1 1/4") DE DIÁMETRO Y CON 3000 mm DE LONGITUD

- CABLE DE COBRE THW CALIBRE 8.367 mm<sup>2</sup> (8 AWG) DESDE LA MUFA HASTA EL INTERRUPTOR, EL FORRO DEL CONDUCTOR
- NEUTRO DE COLOR BLANCO Y LOS DE LAS FASES DIFERENTES AL BLANCO
- BASE ENCHUFE DE 4 TERMINALES, 100 AMPERES CON QUINTA TERMINAL
- TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CON BARRAS PARA NEUTROS Y PARA TIERRAS DE 100 AMPERES, INCLUYE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS DE 30 AMPERES Y 250 VOLTS, A PRUEBA DE AGUA CUANDO QUEDE A LA INTEMPERIE
- REDUCCION DE 32 mm (1 1/4") A 12,7 mm (1/2")
- TUBO CONDUIT PARED DELGADA DE 12,7 mm (1/2") DE DIÁMETRO
- ALAMBRE O CABLE DE COBRE CALIBRE 8.367 mm<sup>2</sup> (8 AWG) MINIMO
- CONECTOR PARA VARILLA DE TIERRA
- VARILLA DE TIERRA PARA UNA RESISTENCIA MAXIMA DE 25 OHMS
- **ESPECIFICACIONES**

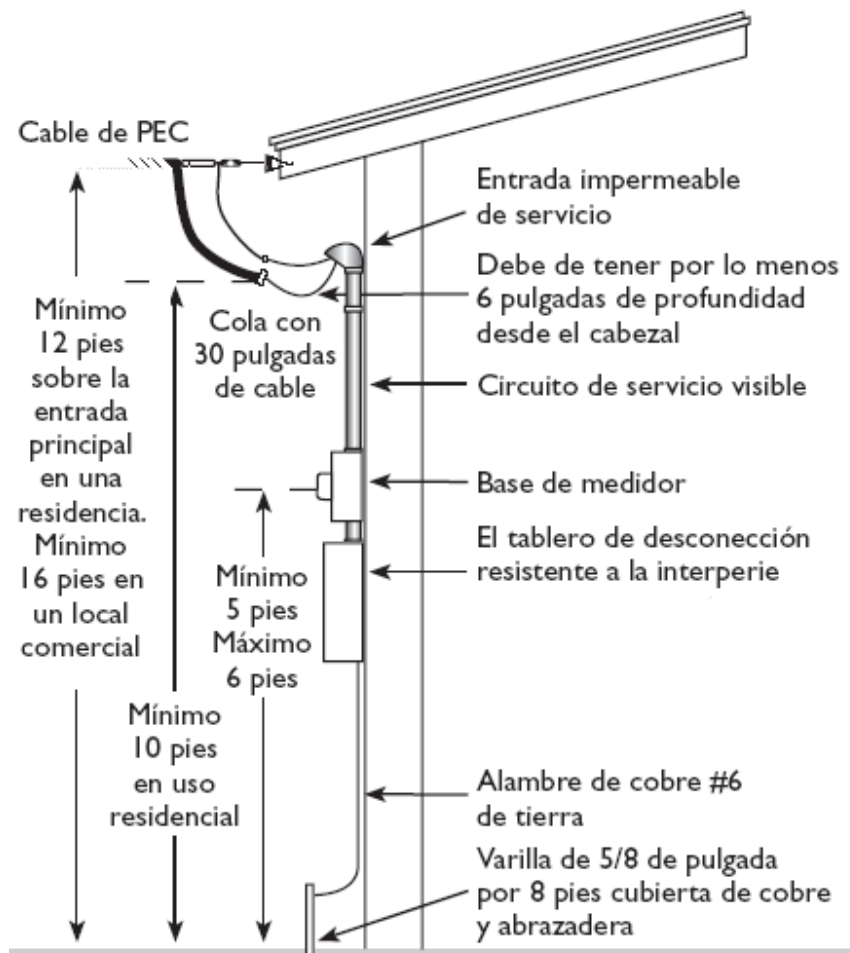
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA METRICA


**REQUISITOS:** PRACTICA 1

**PROCEDIMIENTO:**

DE ACUERDO CON LAS SIGUIENTES ESPECIFICACIONES INSTALE LA ACOMETIDA COMO SE INDICA:

**RESULTADOS:****OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:****CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>	
	<b>PRÁCTICA # 3</b>	

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: CONEXIÓN DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 3 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

EL CONTROL DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO ES EL MAS USADO EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.

ESTE TIPO DE CONEXIÓN ES EL BASICO DE TODA INSTALACIÓN Y A PARTIR DE ESTA CONEXIÓN SE DERIVAN LAS DEMAS CONEXIONES DE UNA INSTALACIÓN ELECTRICA.

PARA FACIL INTERPRETACIÓN DE CIRCUITOS ASI COMO DE PROYECTOS SE EMPLEAN SÍMBOLOS ELÉCTRICOS DE LOS CUALES EXISTEN UNA GRAN DIVERSIDAD, LO QUE EN OCACIONES HACE NECESARIO SE INDIQUE DELANTE DE ELLOS EN FORMA CLARA LO QUE SIGNIFICAN, LOS MAS USUALES SON LOS SIGUENTES.

**OBJETIVO:** EL ALUMNO APRENDERA A CONTROLAR UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO

**MATERIAL:**

- APAGADOR SENCILLO 15 AMP 127 V
- LAMPARA INCANDESCENTE 100 WATTS
- PORCELANA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- TUBOS CONDUIT PARED DELGADA
- CONECTORES PARA TUBERÍA CONDUIT
- CAJA METALICA DE 4X4.
- CAJA METALICA DE 2X4
- TAPA DE BAQUELITA PARA APAGADOR SENCILLO
- CABLE CALIBRE # 12 BLANCO

- CABLE CALIBRE # 12 NEGRO
- CABLE CALIBRE # 14 VERDE

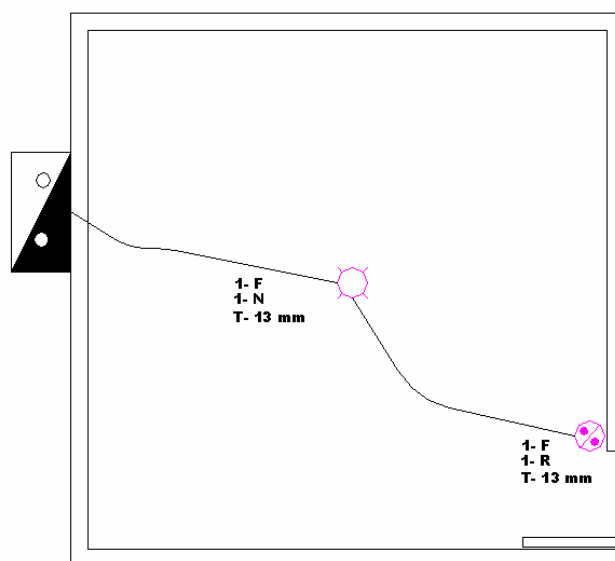
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA METRICA

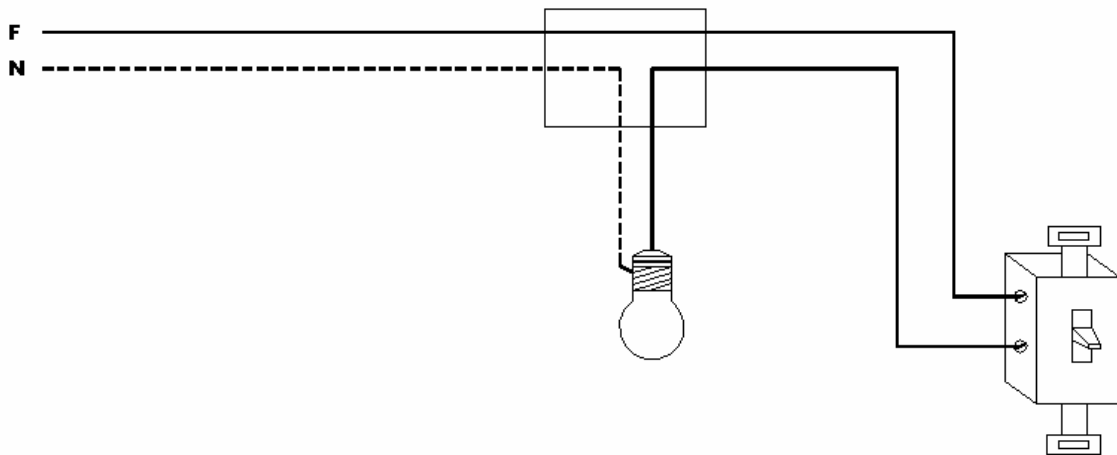
**REQUISITOS:** PRACTICA # 2**PROCEDIMIENTO:**

1.- DE ACUERDO AL SIGUIENTE DIAGRAMA REALICE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERIA CONDUIT Y LA CONEXIÓN CORRESPONDIENTE.

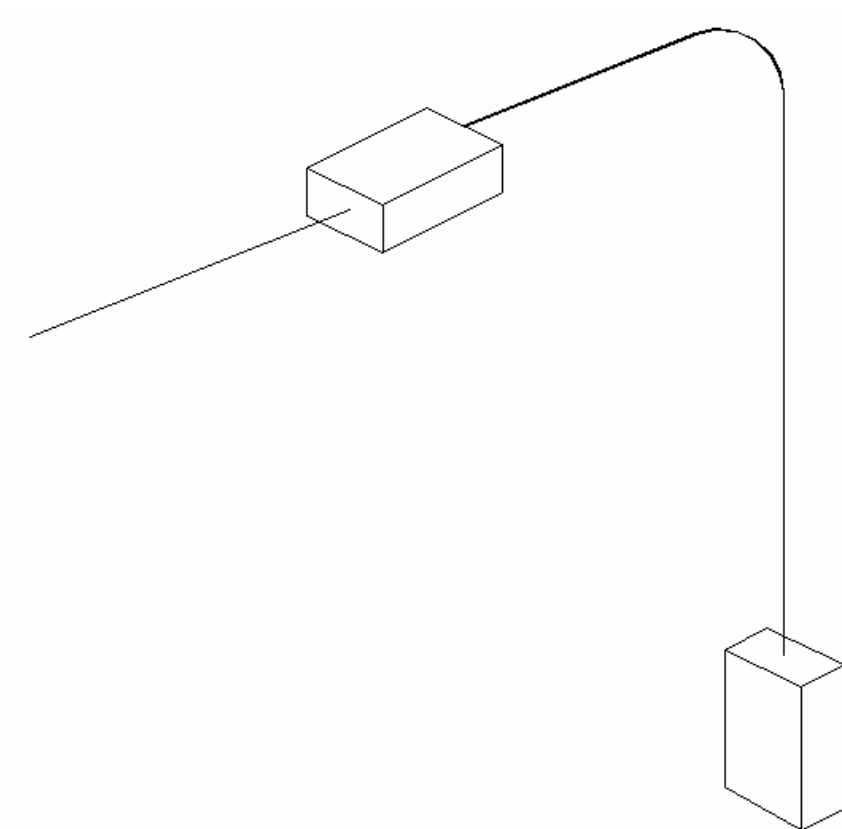
- a. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO.



- b. CONEXION DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO.



- c. TENDIDO DE TUBERIA CONDUIT, CAJAS DE CONEXIÓN Y ACCESORIOS




**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>	
	<b>PRÁCTICA # 4</b>	

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: CONEXIÓN DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE Y UN CONTACTO SENCILLO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 3 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

EL CONTROL DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y LA CONEXIÓN DE CONTACTOS SON LOS MAS USADO EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.

ESTE TIPO DE CONEXIÓN ES EL BASICO DE TODA INSTALACIÓN Y A PARTIR DE ESTA CONEXIÓN SE DERIVAN LAS DEMAS CONEXIONES DE UNA INSTALACIÓN ELECTRICA.

**OBJETIVO:**

EL ALUMNO APRENDERA A CONECTAR UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.

**MATERIAL:**

- APAGADOR SENCILLO 15 AMP 127 V
- LAMPARA INCANDESCENTE 100 WATTS
- CONTACTO SENCILLO 15 AMP, 127 V.
- PORCELANA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- TUBOS CONDUIT PARED DELGADA
- CONECTORES PARA TUBERÍA CONDUIT
- CAJA METALICA DE 4X4.
- CAJA METALICA DE 2X4
- TAPA DE BAQUELITA PARA APAGADOR SENCILLO
- CABLE CALIBRE # 12 BLANCO
- CABLE CALIBRE # 12 NEGRO
- CABLE CALIBRE # 14 VERDE

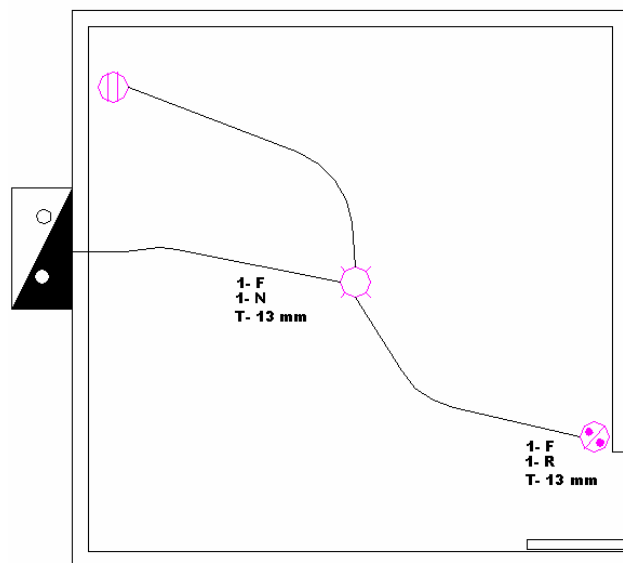
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA MÉTRICA

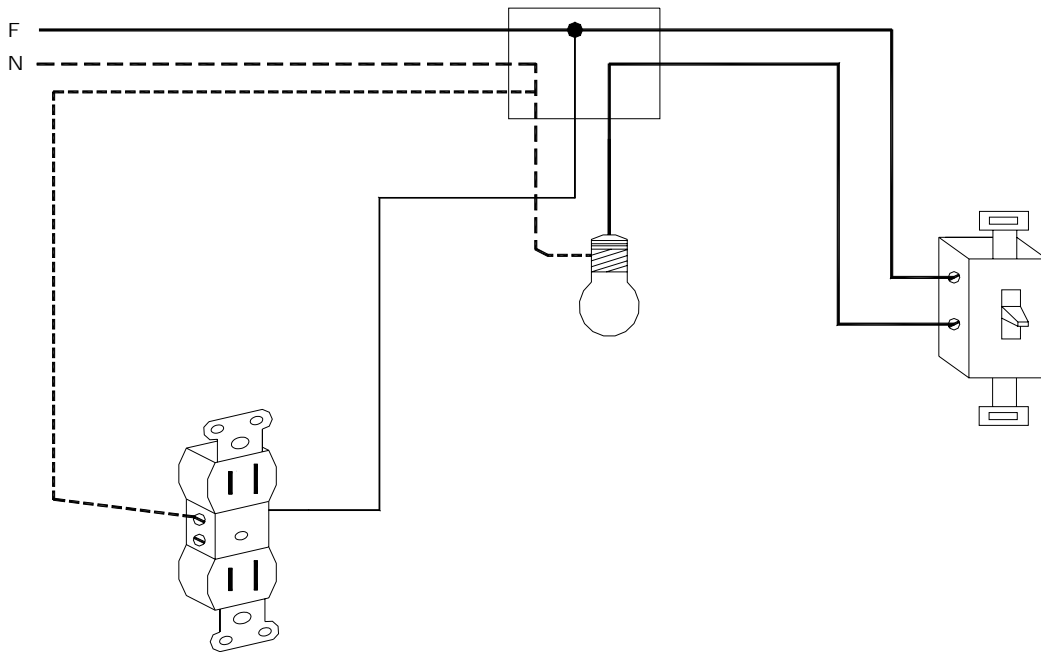
**REQUISITOS:** PRACTICA # 3**PROCEDIMIENTO:**

1.- DE ACUERDO AL SIGUIENTE DIAGRAMA REALICE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERIA CONDUIT Y LA CONEXIÓN CORRESPONDIENTE.

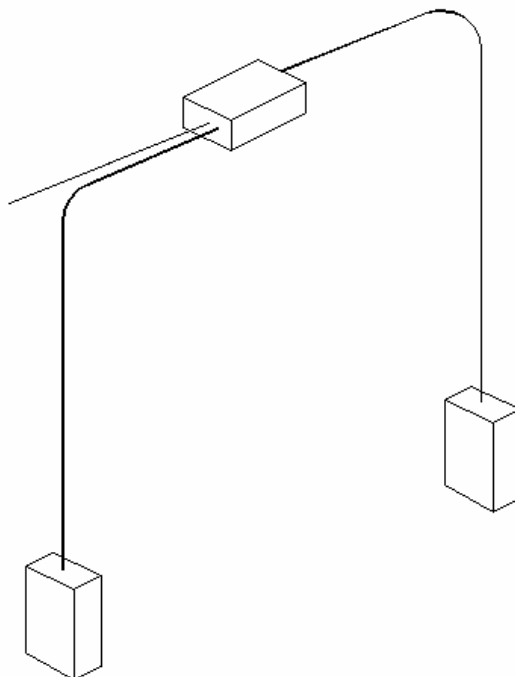
- a. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.



- b. CONEXION DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.



- c. TENDIDO DE TUBERIA CONDUIT, CAJAS DE CONEXIÓN Y ACCESORIOS



**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>	
	<b>PRÁCTICA # 5</b>	

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: CONEXIÓN DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 3 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

EL CONTROL DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y LA CONEXIÓN DE CONTACTOS SON LOS MAS USADO EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.

ESTE TIPO DE CONEXIÓN ES EL BASICO DE TODA INSTALACIÓN Y A PARTIR DE ESTA CONEXIÓN SE DERIVAN LAS DEMAS CONEXIONES DE UNA INSTALACIÓN ELECTRICA.

**OBJETIVO:**

EL ALUMNO APRENDERA A CONECTAR UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.

**MATERIAL:**

- APAGADOR SENCILLO 15 AMP 127 V
- LAMPARA INCANDESCENTE 100 WATTS
- CONTACTO SENCILLO 15 AMP, 127 V.
- PORCELANA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- TUBOS CONDUIT PARED DELGADA
- CONECTORES PARA TUBERÍA CONDUIT
- CAJA METALICA DE 4X4.
- CAJA METALICA DE 2X4
- TAPA DE BAQUELITA PARA APAGADOR SENCILLO
- CABLE CALIBRE # 12 BLANCO
- CABLE CALIBRE # 12 NEGRO
- CABLE CALIBRE # 14 VERDE

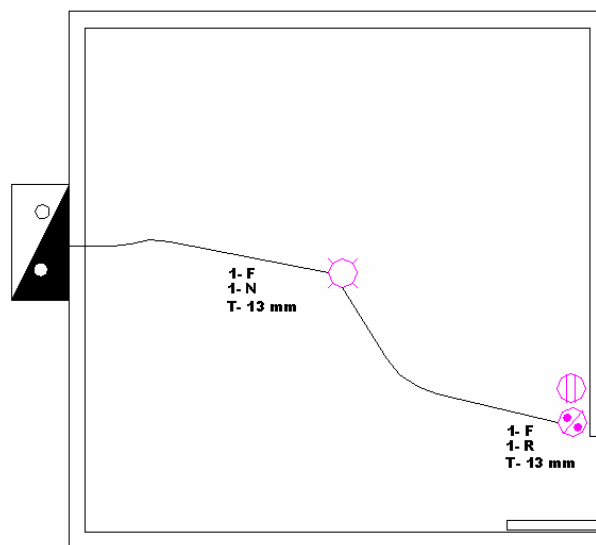
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA METRICA

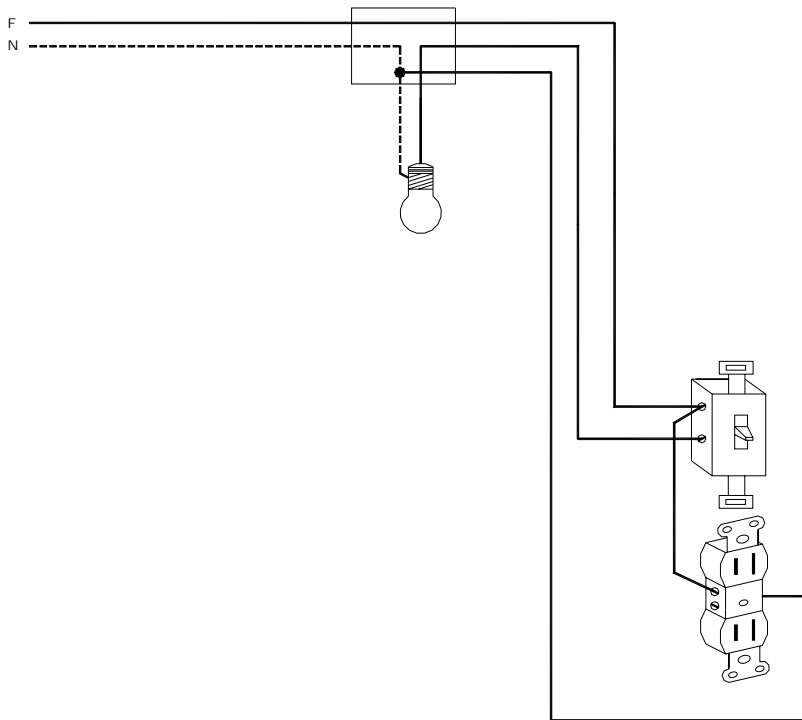
**REQUISITOS:** PRACTICA # 4**PROCEDIMIENTO:**

1.- DE ACUERDO AL SIGUIENTE DIAGRAMA REALICE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERIA CONDUIT Y LA CONEXIÓN CORRESPONDIENTE.

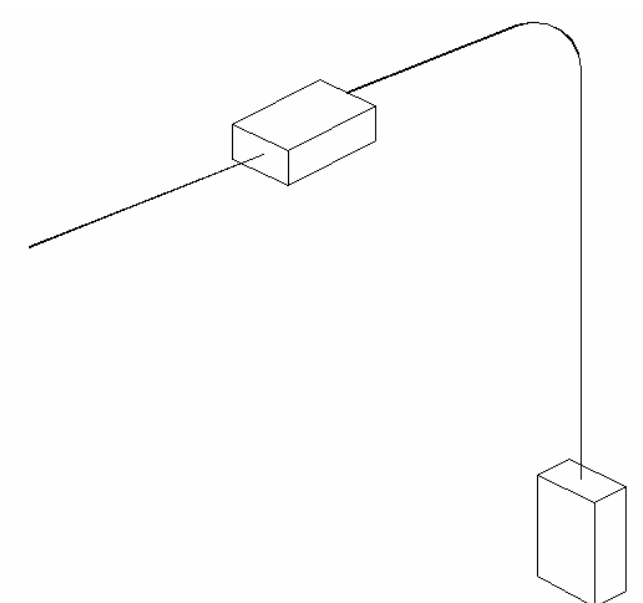
- a. DIAGRAMA SIMPLIFICADO DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.



- b. CONEXION DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.



- c. TENDIDO DE TUBERIA CONDUIT, CAJAS DE CONEXIÓN Y ACCESORIOS



**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ	
	PRÁCTICA # 6	

CARRERA DE:	ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL
ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES	

TÍTULO DE LA PRÁCTICA: <b>CONEXIÓN DE 2 LAMPARAS INCANDESCENTES, Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 3 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

EL CONTROL DE LAS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y LA CONEXIÓN DE CONTACTOS SON LOS MAS USADO EN LAS INSTALACIONES RESIDENCIALES, COMERCIALES E INDUSTRIALES.

**OBJETIVO:** EL ALUMNO APRENDERA A CONECTAR DOS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.

**MATERIAL:**

- APAGADOR SENCILLO 15 AMP 127 V
- LAMPARA INCANDESCENTE 100 WATTS
- CONTACTO SENCILLO 15 AMP, 127 V.
- PORCELANA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- TUBOS CONDUIT PARED DELGADA
- CONECTORES PARA TUBERÍA CONDUIT
- CAJA METALICA DE 4X4.
- CAJA METALICA DE 2X4
- TAPA DE BAQUELITA PARA APAGADOR SENCILLO
- CABLE CALIBRE # 12 BLANCO
- CABLE CALIBRE # 12 NEGRO
- CABLE CALIBRE # 14 VERDE

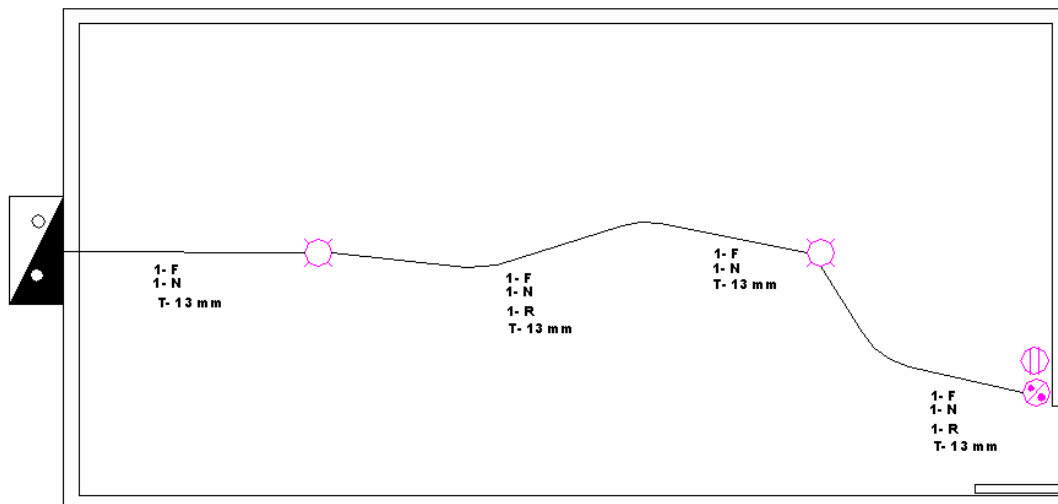
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA MÉTRICA

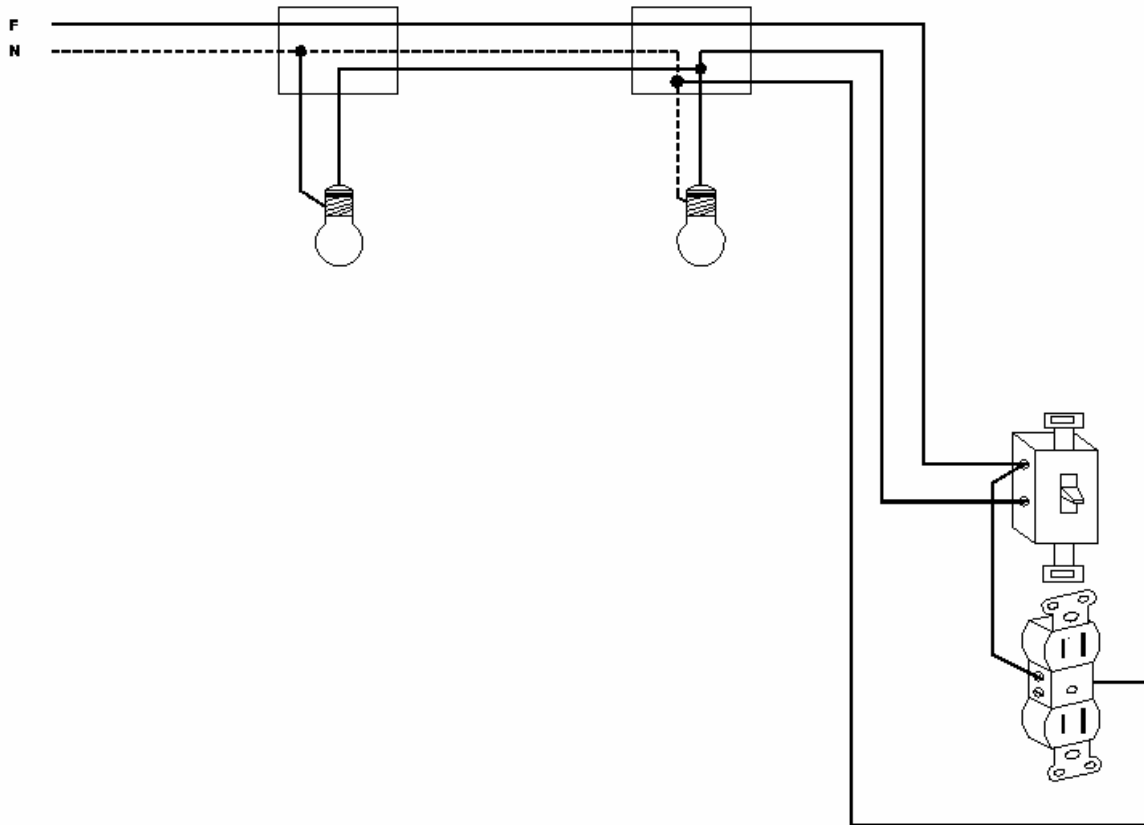
**REQUISITOS:** PRACTICA # 5**PROCEDIMIENTO:**

1.- DE ACUERDO AL SIGUIENTE DIAGRAMA REALICE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERIA CONDUIT Y LA CONEXIÓN CORRESPONDIENTE.

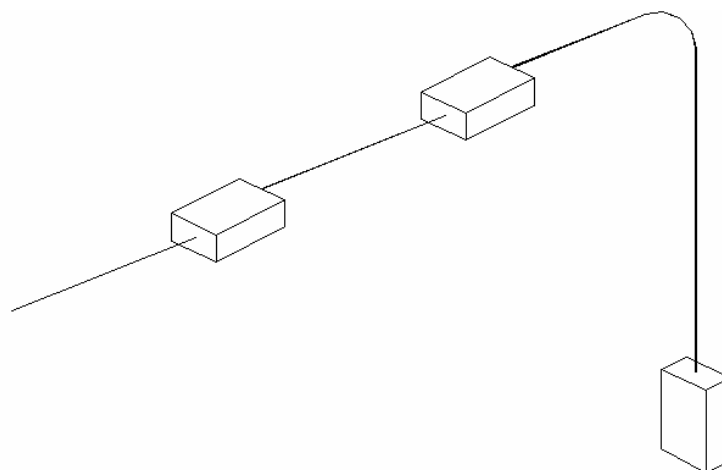
- a. DIAGRAMA DE LA CONEXIÓN DE DOS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.



- b. CONEXION DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.



- c. TENDIDO DE TUBERIA CONDUIT, CAJAS DE CONEXIÓN Y ACCESORIOS




**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>	
	<b>PRÁCTICA # 7</b>	

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: CONEXIÓN DE APAGADORES DE TRES VIAS O DE ESCALERA.</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 3 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

LA CONEXIÓN DE APAGADORES DE TRES VIAS ES UTILIZADO PARA CONTROLAR UNA CARGA DESDE DOS LUGARES DISTINTOS.

**OBJETIVO:** EL ALUMNO APRENDERÁ A CONECTAR LOS APAGADORES DE TRES VIAS O DE ESCALERA.

**MATERIAL:**

- APAGADOR DE TRES VIAS 15 AMP 127 V
- LAMPARA INCANDESCENTE 100 WATTS
- CONTACTO SENCILLO 15 AMP, 127 V.
- PORCELANA PARA LAMPARA INCANDESCENTE
- TUBOS CONDUIT PARED DELGADA
- CONECTORES PARA TUBERÍA CONDUIT
- CAJA METALICA DE 4X4.
- CAJA METALICA DE 2X4
- TAPA DE BAQUELITA PARA APAGADOR SENCILLO
- CABLE CALIBRE # 12 BLANCO
- CABLE CALIBRE # 12 NEGRO
- CABLE CALIBRE # 14 VERDE

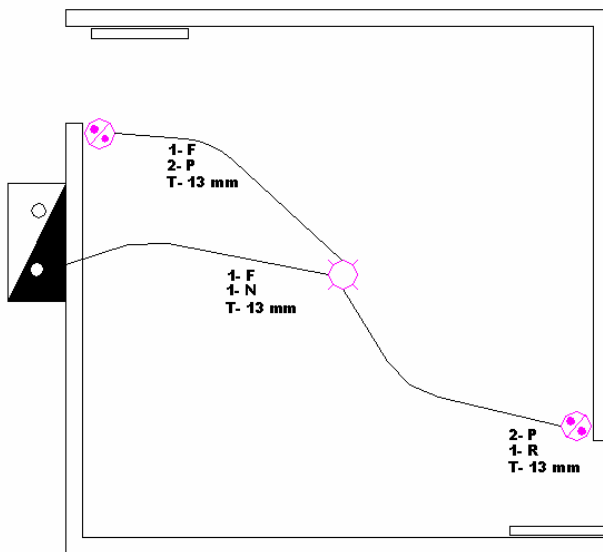
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA METRICA

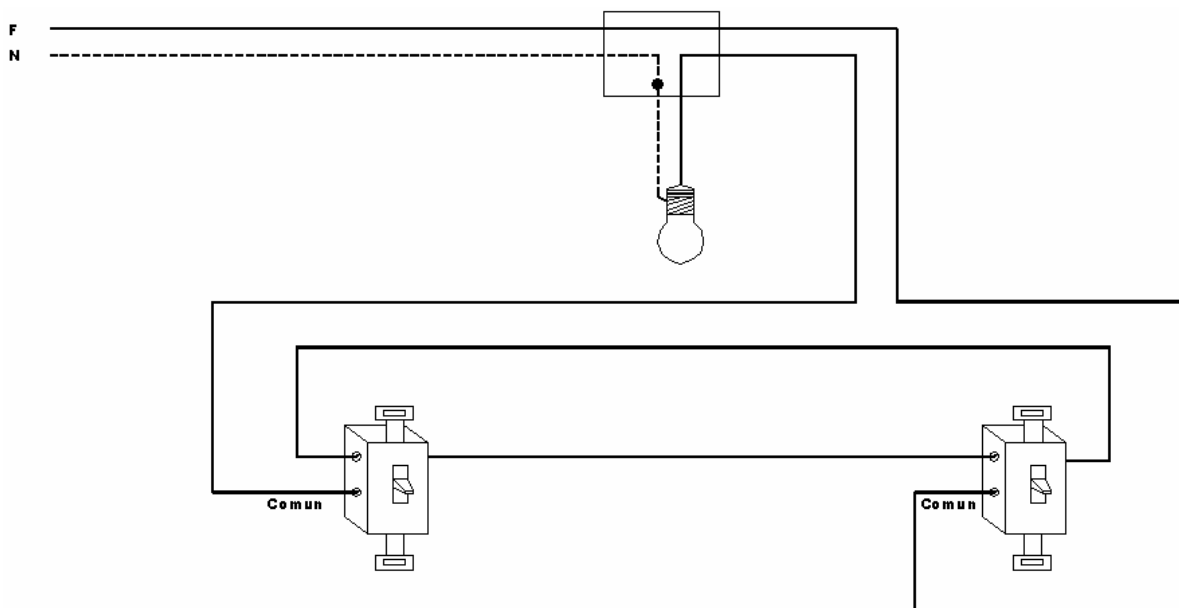
**REQUISITOS:** PRACTICA # 6**PROCEDIMIENTO:**

1.- DE ACUERDO AL SIGUIENTE DIAGRAMA REALICE LA INSTALACIÓN DE LA TUBERIA CONDUIT Y LA CONEXIÓN CORRESPONDIENTE.

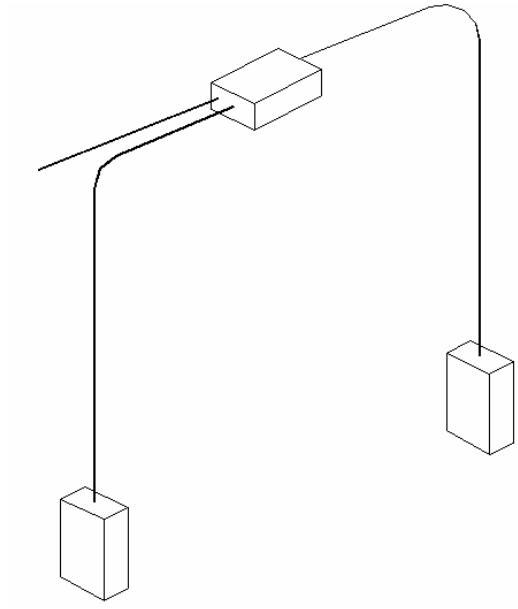
- a. DIAGRAMA DE LA CONEXIÓN DE DOS LAMPARAS INCANDESCENTES POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO AL EXTREMO CONTRARIO DEL APAGADOR.



- b. CONEXION DEL CONTROL DE UNA LAMPARA INCANDESCENTE POR MEDIO DE UN APAGADOR SENCILLO Y UN CONTACTO SENCILLO AL LADO DEL APAGADOR.



**c. TENDIDO DE TUBERIA CONDUIT, CAJAS DE CONEXIÓN Y ACCESORIOS**




**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ</b>	
	<b>PRÁCTICA # 8</b>	

<b>CARRERA DE:</b>	<b>ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL</b>
<b>ASIGNATURA: INSTALACIONES INDUSTRIALES</b>	

<b>TÍTULO DE LA PRÁCTICA: INSTALACIÓN ELECTRICA</b>	
UNIDAD TEMÁTICA: #	
NÚMERO DE PARTICIPANTES RECOMENDABLE: 4	
DURACIÓN: 3 Hrs	
LUGAR: LABORATORIO DE ELECTRICIDAD	
FECHA DE REALIZACIÓN:	

**DESCRIPCIÓN:****MARCO TEÓRICO:**

LA UTILIZACIÓN DE SÍMBOLOS ELÉCTRICOS PARA LA REALIZACIÓN DE PROYECTOS ELÉCTRICOS ES MUY USADO PARA SIMPLIFICAR LAS CONEXIONES DE LOS ELEMENTOS.

**OBJETIVO:** EL ALUMNO INTERPRETARA Y REALIZARA UNA INSTALACIÓN ELECTRICA DE ACUERDO A SU REPRESENTACIÓN EN UN PLANO.

**MATERIAL: ?**

- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .
- .

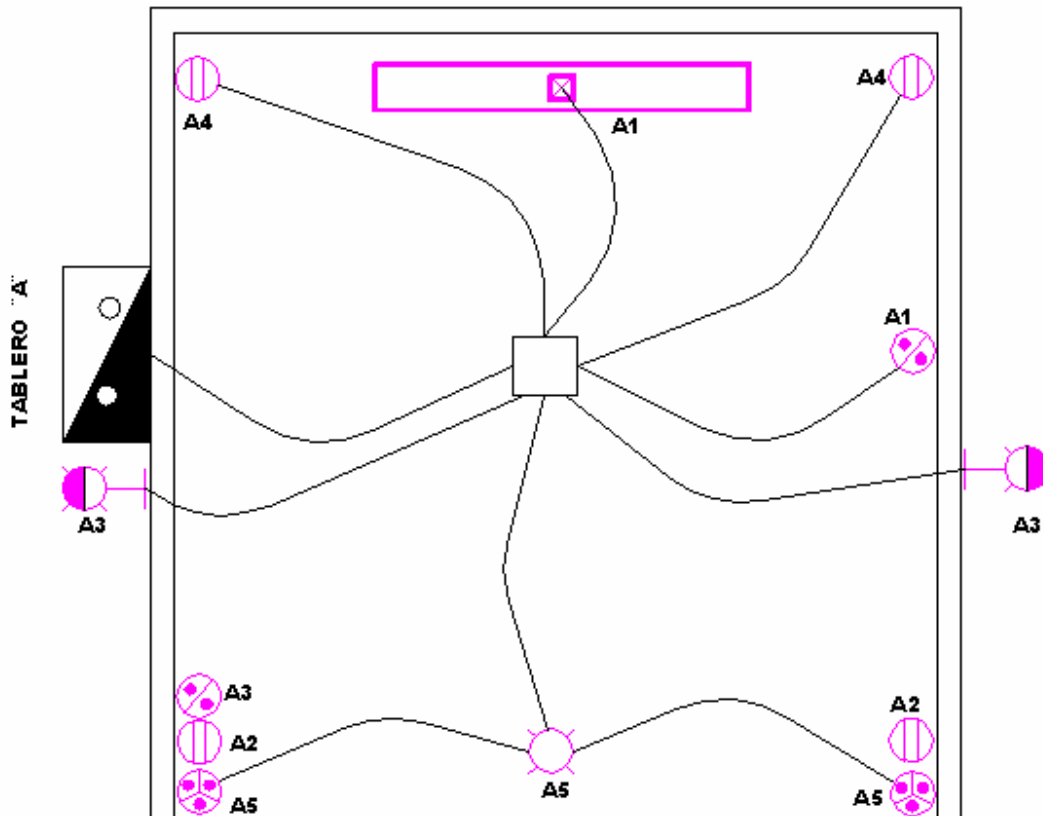
**EQUIPO:**

- PINZAS DE CORTE ELECTRICAS
- DESARMADORES DE CRUZ
- DESARMADORES PLANOS
- SEGUETAS
- DOBLA TUBOS
- CINTA MÉTRICA.

**REQUISITOS:** PRACTICA # 7

**PROCEDIMIENTO:**

1.- DE ACUERDO AL SIGUIENTE PLANO CALCULE:



- a. El calibre y número de conductores que deben ir alojados en cada canalización.
- b. El diámetro de la tubería empleada en cada canalización.
- c. El material requerido para la realización de la instalación.

2. CON LOS DATOS OBTENIDOS EN EL PRIMER PASO REALICE LA INSTALACIÓN CORRESPONDIENTE.

**RESULTADOS:**

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIÓN:**

**CUESTIONARIO:**

**CRITERIO DE DESEMPEÑO QUE SE EVALUARÁ.**

**TABLA DE CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE EN CONDUCTORES AISLADOS DE LA NOM-001-SEMP-1994**

**Tabla 310-16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores activos en una canalización, cable o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C**

Tamaño nominal mm <sup>2</sup>	Temperatura nominal del conductor (véase Tabla 310-13)						Tamaño nominal AWG/corriente
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW* TWD* CCE TWD-UV	TIPOS RHW*, THHW*, THW*, THW-LS, THWN*, XHHW*, TT	TIPOS RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHW-LS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2,	TIPOS UF*	TIPOS RHW*, XHHW*, BM-AL	TIPOS RHW-2, XHHW, XHHW- 2, DRS	
	Cobre			Aluminio			
0,8235	---	---	14	---	---	---	18
1,307	---	---	18	---	---	---	16
2,082	20*	20*	25*	---	---	---	14
3,307	25*	25*	30*	---	---	---	12
5,26	30	35*	40*	---	---	---	10
8,367	40	50	55	---	---	---	8
13,3	55	65	75	40	50	60	6
21,15	70	85	95	55	65	75	4
26,67	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,41	110	130	150	85	100	115	1
53,48	125	150	170	100	120	135	1/0
67,43	145	175	195	115	135	150	2/0
85,01	165	200	225	130	155	175	3/0
107,2	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500

**BIBLIOGRAFÍA**

TITULO: INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES  
AUTOR: CAMARENA, PEDRO  
EDITORIAL: CEDSA

TITULO: CURSO DE TRANSFORMADORES Y MOTORES TRIFASICOS  
AUTOR: ENRRIQUEZ HARPER  
EDITORIAL: LIMUSA

TITULO: MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL  
AUTOR: ROBERT C. ROSALER. PE.  
EDITORIAL: MCGRAW-HILL

TITULO: MANUELA DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES  
AUTOR: ENRÍQUEZ HARPER  
EDITORIAL: LIMUSA

TITULO: INSTALACIONES ELECTRICAS  
AUTOR: LAMMERT  
EDITORIAL: ALFAOMEGA

TITULO: ELECTRICIDAD PARA TECNICOS  
AUTOR: ABRAHAM MARCUS  
EDITORIAL: DIANA

**DIRECCIONES DE INTERNET**

<http://members.tripod.com/JaimeVp/Electricidad/calidad2.HTM>

<http://www.prolyt.com/sistemas.html>

<http://endrino.cnice.mecd.es/~jhem0027/fdp/fdp.htm>

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia25/HTML/articulo09.htm>

<http://www.itlp.edu.mx/publica/tutoriales/instalacelectricas/index.htm>