



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
CAMPUS ARAGÓN**

**MANUAL BASICO DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO MECANICO  
ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**ROMAN ISLAS CORTES**

**ASESOR:**

**ING. ADRIAN PAREDES ROMERO**



**MÉXICO**

**2004**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGÓN  
DIRECCIÓN

ROMAN ISLAS CORTES  
PRESENTE.

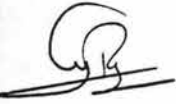
En contestación a la solicitud de fecha 27 de enero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. ADRIAN PAREDES ROMERO pueda dirigirle el trabajo de tesis denominado "MANUAL BÁSICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"  
San Juan de Aragón, México, 3 de febrero de 2003  
LA DIRECTORA

  
ARQ. LILIA TURCOTT GONZÁLEZ



  
C p Secretaría Académica.  
C p Jefatura de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.  
C p Asesor de Tesis.

LTG/AIR/la.





UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN  
SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

**Ing. RAÚL BARRÓN VERA**  
Jefe de la Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica,  
Presente.

En atención a la solicitud de fecha 6 de noviembre del año en curso, por la que se comunica que el alumno ROMAN ISLAS CORTES, de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "MANUAL BÁSICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

**Atentamente**  
**"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"**  
San Juan de Aragón, México, 7 de noviembre del 2003  
**EL SECRETARIO**

**Lic. ALBERTO IBARRA ROSAS**

C p Asesor de Tesis.  
C p Interesado.

AIR



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA DE  
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

OFICIO: ENAR/JAME/1030/2003.

ASUNTO: Sinodo

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS  
SECRETARIO ACADÉMICO  
PRESENTE

Por este conducto me permito relacionar los nombres de los Profesores que sugiero integren el Sinodo del Examen Profesional del alumno: ROMÁN ISLAS CORTÉS, con Número de Cuenta: 09758333-4, con el tema de tesis: "MANUAL BÁSICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS".

PRESIDENTE:	ING. JUAN GASTALDI PÉREZ	OCTUBRE	79
VOCAL:	ING. SERGIO GALICIA RANGEL	NOVIEMBRE	84
SECRETARIO:	ING. DAVID MOISÉS TERÁN PÉREZ	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. ADRIÁN PAREDES ROMERO	MAYO	90
SUPLENTE:	ING. JOSÉ LUIS GARCÍA ESPINOSA	AGOSTO	98

Quiero subrayar que el Director de Tesis es el Ing. Adrián Paredes Romero, quien esta incluido basándose en lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Bosques de Aragón, Estado de México, 5 de noviembre de 2003.

EL JEFE DE CARRERA



ING. RAÚL BARRÓN VERA

C.c.p.- Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Depto. de Servicios Escolares.  
C.c.p.- Ing. Adrián Paredes Romero.- Asesor de Tesis.  
C.c.p.- Alumno.  
RBVamce.

## **DEDICATORIA**

**QUIERO AGRADECER A:**

DIOS, por que gracias a su apoyo a llenado de bendiciones mi vida.

A *MIS PADRES*, Asunción y Román, por la vida que me han dado y la enseñanza de cómo usarla, su apoyo, consentimiento y comprensión.

A *MIS HERMANOS*, Javier, Alejandro, Gaciela y Claudia, por su apoyo y confianza para poder terminar mis estudios.

A *MIS SOBRINOS*, Omar, Noemi, Alejandro, Ricardo y Lorena, que son parte de mi vida, que en algunos momentos me apoyaron incondicionalmente.

Quiero hacer una Mención Especial.

A la persona que representa el éxito de este trabajo Mónica mismo que dedico con todo mi amor por su apoyo, decisión y compañía sinónimo de ayuda sin esperar nada a cambio más que la ilusión de un futuro de Felicidad el cual quiero demostrar con este granito de arena que solo ella y yo sabemos lo que significa.

A *MIS MEJORES AMIGOS*, quienes estuvieron o estarán en la misma situación en las que me encontré y que juntos ahora logramos la meta deseada.

A *TODOS AQUELLOS*, que día a día me apoyan con perspectivas del futuro para no perder la esperanza en el mañana.

A la *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO*, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y aquellos maestros que me dieron su apoyo y compartir sus conocimientos conmigo.

*LA MENTE ES ÁGIL, LA VOLUNTAD FUERTE Y EL PENSAMIENTO AUDAZ,  
SIN EMBARGO, NO TRASCIENDE SIN  
EL SELLO DEL CORAZÓN.*

*Gracias*

*ROMAN ISLAS CORTES*

# INDICE

Página

## INTRODUCCIÓN

## OBJETIVO GENERAL

## OBJETIVOS PARTICULARES

## CAPÍTULO I INSTALACIONES ELÉCTRICAS

1.1 Principales Características de las Instalaciones Eléctricas .....	4
1.2 Tipos de Instalación Eléctrica .....	5
1.2.1 Características residenciales.....	6
1.2.2 Instalaciones de características Industriales.....	6
1.3 Descripción de Proyecto.....	6
1.3.1 Especificaciones técnicas.....	7
1.3.2 Empalme.....	7
1.3.3 Alimentación.....	7
1.3.4 Canalización (Ductos .....	7
1.3.5 Conductores.....	7
1.3.6 Circuitos.....	7
1.3.7 Desarrollo del estudio técnico.....	7
1.3.8 Especificación técnicas .....	8
1.4 Requisitos Técnicos de Carácter General.....	9
1.4.1 Marcas de Fabricante.....	9
1.4.2 Puesto a Tierra.....	10
1.4.3 Resistencia de Aislamiento. ....	10
1.4.4 Calibres de los Conductores .....	10
1.4.5 Capacidad de Interrupción .....	10
1.4.6 Conexión Eléctrica .....	10
1.4.7 Diseñador de Instalaciones .....	11
1.5 Unidad Practica .....	11
1.6 Informes Técnicos .....	12
1.6.1 Requisitos para la presenta de los planos o datos técnicos.....	12
1.7 Características.....	13
1.8 Significado del Factor de Potencia.....	14
1.8.1 Incremento del bajo Factor de Potencia .....	14
1.8.2 Capacidad Restringida del Sistema.....	14
1.8.3 Mayores Perdidas en el Sistema .....	15
1.8.4 Incremento de la Caída de Voltaje .....	15
1.9 Seguridad ante todo .....	15
1.9.1 Reglas para la seguridad en la practican y para evitar choques eléctricos .....	15
1.9.2 Accidentes Causados por Quemaduras .....	16
1.9.3 Lesiones Mecánicas.....	16

1.9.4 Efectos Fisiológicos de las Corrientes Eléctricas.....	17
1.9.5 Seguridad ante todo.....	17
1.9.6 Protección de los Elementos Eléctricos Vivos.....	17
1.10 Accidente y Lesión.....	17
1.10.1 Como se Produce un Accidente.....	18
1.10.2 Lesiones y Daño.....	18
1.10.3 Prevención del Accidente.....	18
1.10.4 El Uso de Maquinarias.....	19
1.10.5 La protección debe ser parte integrante de la Maquina.....	19
1.10.6 Como investigar un accidente.....	19
1.10.7 Manejo de Materiales.....	20
1.10.8 El Empleo de Herramientas.....	20
1.11 Bloqueos de seguridad.....	21
1.11.1 El procedimiento de bloqueo es un método para señalar que su equipo esta fuera de servicio.....	21
1.11.2 Primeros Auxilios en caso de Accidente Indicaciones Generales.....	22
1.11.3 Tratamientos de las Heridas.....	22
1.11.4 Hemorragias.....	22
1.11.5 Fractura de Hueso.....	23
1.11.6 Quemaduras.....	23
1.11.7 Ahogados.....	23
1.11.8 Insolación.....	23
1.11.9 Envenenamientos.....	23
1.11.10 Venenos Corrosivos.....	24
1.11.11 Desvanecimiento.....	24

## CAPÍTULO II ENERGIA ELECTRICA.

2.1 Energía eléctrica.....	26
2.1.1 Con respeto a los sub-sistemas mencionados.....	26
2.1.2 Generación.....	26
2.1.3 Transmisión.....	27
2.1.4 Distribución.....	27
2.1.5 Consumo.....	27
2.2 Características de la energía.....	28
2.2.1 Moléculas átomos electrones.....	28
2.2.2 Sistema métrico internacional.....	28
2.2.3 Unidades de medición.....	28
2.2.4 Mediciones de la resistencia.....	29
2.2.5 Mediciones del voltaje.....	29
2.2.6 Medidas más grandes o más pequeñas.....	29
2.2.7 Volts.....	30
2.2.8 Amperes.....	30
2.2.9 Ohms.....	30
2.2.10 Ley de ohm.....	30



2.3 La Potencia Reactiva es cara y no Productiva.....	31
2.4 Los Tres Elementos de un Circuito.....	32
2.4.1 La Resistencia.....	32
2.4.2 La Inductancia.....	32
2.4.3 Capacitores.....	33
2.5 Cargas Combinadas.....	33
2.6 El Sistema de tres Fases.....	34
2.6.1 Distribución de 3 Fases.....	34
2.6.2 Delta- Estrella.....	34
2.6.3 Identificación de Fase.....	34
2.7 Medición de Potencia.....	35
2.7.1 Principio.....	35
2.7.2 Medición de la Energía Activa.....	35
2.7.3 Medición de la Potencia Reactiva.....	35
2.8 Valor del $\cos \Phi$ .....	35

### CAPÍTULO III CALIDAD DE LA ENERGÍA.

3.1 Distorsión Armónica.....	37
3.1.1 Consumos lineales.....	37
3.1.2 Consumo no lineales.....	37
3.2 Planteamiento general.....	38
3.3 Armónica armónico de la corriente armónica de un controlador de luz incandescente.....	39
3.3.1 Armónicas producidas en rectificadores: computadoras y televisiones.....	40
3.3.2 Armónicas en sistemas Trifásicos.....	41
3.4 Tableros exclusivos dedicados a computadoras.....	42
3.5 Corriente medidas en un edificio de oficinas.....	43
3.5.1 Corriente de entrada de fuentes de poder no interrumpidas trifásicas.....	43
3.5.2 Efectos de las corrientes armónicas.....	43
3.5.3 Compensación con condensadores antiresonantes.....	44
3.5.2 Efectos de las corrientes armónicas.....	44
3.5.4 Incremento de perdidas: El factor K.....	45
3.5.5 Instrumentos de aguja de tipo electrodinamico.....	47
3.5.6 Instrumentos digitales con rectificador a la entrada.....	47
3.5.7 Instrumentos de valor verdadero (true rms).....	47
3.5.8 Instrumento para medir armónica.....	48
3.6 Regulación de voltaje.....	48
3.7 Normas.....	48

### CAPÍTULO IV PROTECCIÓN ELÉCTRICA

4.1 Características operativas de una instalación eléctrica.....	51
4.1.1 Estado operacional normal.....	51

4.1.2 Estado de operación anormal.....	51
4.2 Tipo de Fallas .....	52
4.2.1 Sobrecarga.....	52
4.2.2 Cortocircuito .....	52
4.2.3 Falla de aislamiento .....	53
4.3 Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos .....	54
4.3.1 Función de los fusibles .....	55
4.3.2 Clasificación de los fusibles .....	55
4.3.3 Curva característica de los fusibles .....	56
4.3.4 Selección de una protección fusible .....	57
4.3.5 Disyuntores termo-magnéticos .....	58
4.3.5.1 El elemento térmico .....	58
4.3.6 Selección y coordinación de protecciones .....	61
4.3.7 Diferencia entre esfuerzo térmico de pre-arco y de arco .....	61

## CAPÍTULO V TIPO DE CONDUCTORES.

5.1 Conductor Eléctrico .....	65
5.1.1 Cobre de temple duro.....	65
5.1.2 Cobre recocido o de temple blando .....	66
5.2 El elemento conductor.....	66
5.2.1 Según su constitución .....	66
5.2.2 Según el número de conductores .....	67
5.3 Características del conductor .....	67
5.4 Características de los aislantes .....	67
5.5 Cubierta Protectora.....	68
5.6 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a su aislamiento y número de hebras .....	69
5.6.1 Conductores para transmitir y distribución.....	69
5.6.2 Cables armados .....	69
5.6.3 Conductor para control e instrumentación .....	70
5.6.4 Cables portátiles.....	70
5.6.5 Cables submarinos.....	70
5.6.6 Cables navales.....	70
5.7 Calcificaciones de los conductores eléctricos de acuerdo a sus condiciones de empleo.....	71
5.7.1 Los conductores de cobre desnudos ya sean estos alambres o cables, son utilizados para .....	71
5.7.2 Los alambres y cables de cobre con aislamiento son utilizados en ...	71
5.8 Dimensiones de conductores de conductores eléctricos de cobre .....	71
5.9 Daños que genera el mal dimensionamiento y mal uso de los conductores en una instalación eléctrica .....	72
5.10 Factor de corrección a la capacidad de conducción.....	73
5.11 Lubricantes para el Tendido de Cables en Conductos .....	74
5.12 Tensión Máxima Aceptable de Instalación o de Jalado.....	75

## CAPÍTULO VI SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.1	Diseño de la puesta a tierra .....	80
6.2	Características Geoelectricas del suelo .....	80
6.2.1	Mecanismos de conducción .....	80
6.2.2	Factores que determinan la resistividad de los suelos.....	80
6.2.3	Naturaleza de los suelos .....	80
6.2.4	La humedad .....	80
6.2.5	La temperatura .....	81
6.2.6	La concentración de sales disueltas.....	82
6.2.7	La compactación del terreno .....	82
6.3	Configuración geométrica de la puesta a tierra.....	83
6.4	Peligrosidad de la corriente eléctrica .....	83
6.5	Valores característicos .....	84
6.5.1	Alternativamente para la disposición de un sistema de tierra .....	84
6.6	Requisitos para el cálculo de una puesta a tierra.....	84
6.6.1	Tensión para seguridad.....	85
6.7	Medición de puesta a tierra.....	85

## CAPÍTULO VII. RED ESTRUCTURAL

7.1	Conductores de uso general.....	88
7.2	Usos de conductores desnudos.....	89
7.3	Canalización.....	90
7.4	Características específicas de cada una de las Tuberías de uso común ...	90
7.5	Sub-clasificación de las cajas de conexión, según su forma, dimensiones y usos.....	92
7.6	Tubo metálico rígido .....	98
7.6.1	Sección y diámetro.....	98
7.6.2	Superficie .....	98
7.6.3	Monitores .....	98
7.6.4	Doblador .....	98
7.7	Tubo metálico rígido pesado y semipesado (pared gruesa .....	98
7.7.1	Uso.....	98
7.7.2	Accesorios de unión .....	98
7.7.3	Tubo metálico rígido ligero. (Pared delgada .....	98
7.7.4	Uso no permitido .....	99
7.7.5	Diámetro máximo .....	99
7.7.6	Tubo metálicos flexibles .....	99
7.7.7	Números de conductores .....	99
7.7.8	Soportes.....	99
7.7.9	Tubo no metálico.....	99
7.7.10	Tubo rígido de PVC.....	99
7.7.11	Uso permitido.....	100
7.7.12	Uso no permitido.....	100

7.7.13 Soporte .....	100
7.7.14 Tubo de polietileno .....	100
7.8 Accesorios para Tuberías .....	101
7.9 Ductos para piso .....	102
7.10 Charolas para cables .....	102
7.10.1 Instalaciones .....	102

## CAPÍTULO VIII(Acesorios) Elementos de una Instalación Eléctrica.

8.1 Los accesorios de control .....	105
8.2 Lámparas .....	106
8.2.1 Alumbrado .....	108
8.2.2 Aparatos de mando .....	109
8.3 Aparatos de derivación .....	110
8.4 Conectores de transmisión de datos .....	110
8.5 Lámpara de emergencia .....	110
8.6 Regulador de tensión y luminosidad (Dimmer) .....	111
8.7 Detector de Presencia .....	111

## CAPÍTULO IX VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

9.1 Supervisión Eléctrica .....	114
9.2 Inspección de las instalaciones .....	114
9.3 Punto de acometida .....	115
9.4 Circuitos .....	116
9.5 Mediciones y pruebas de la instalación .....	116
9.6 Las pruebas y mediciones recomendadas .....	117
9.7 Las pruebas de aislamiento que se deben realizar durante la supervisión eléctrica Aislamiento entre cada conductor activo y tierra .....	118
9.8 Mediciones de la puesta a tierra .....	119
9.8.1 Los objetos de la puesta a tierra .....	119
9.9 Medición de la resistencia de pisos .....	120
9.10 Pruebas de polaridades .....	121
9.11 Pruebas de tensión aplicada .....	121
9.12 Pruebas de funcionamiento .....	121

## GLOSARIO

## CONCLUSIONES.

## BIBLIOGRAFIA.

## INTRODUCCIÓN

El manual contiene las diferentes partes que componen una instalación eléctrica, como también sus cálculos y definiciones.

Las industrias reguladoras para el uso y suministro de energía eléctrica, han venido reformando y/o actualizando las técnicas y normas, basándose en pruebas más modernas, mejores materiales e intercambio de información de las diferentes instituciones enfocadas a esta especificación.

Así mismo la integración adecuada del diseño de instalación eléctrica, contando con las especificaciones cálculos y planos necesarios, nos permite mejorar los procesos de licencias y constructivo en general lo cual se traduce en un menor costo y tiempo que toda empresa dedicada a las instalaciones eléctricas.

Respecto a la realización del proyecto, es importante reconocer el valor de las características de los elementos de la instalación eléctrica que fueron las que influyen en el proyecto ejecutivo y como tal fuera necesario en el transcurso de la obra, resolviendo dudas, fortaleciendo el conocimiento y logran mejorar las condiciones de operación y funcionamiento de la misma instalación, montaje de equipo, maniobras y manejo de los materiales. Es de gran importancia recordar el lado humano, el trato directo con el personal, la adaptación, la adecuación que ejerciera principal importancia en el trato en conjunto. La dirección, organización, administración, supervisión y ejecución de la obra dependieran en gran parte de la labor de los expertos instaladores y su fuerza de voluntad logra repercutir en el objetivo principal, de cumplir con compromisos la programación de actividades tomando en cuenta que las horas directiva, administrativas y técnicas estuviera trabajando en conjunto.

### **OBJETIVO GENERAL**

Establecer los Conceptos Fundamentales y las Características de los Sistemas Eléctricos, como también cables estructuras y sus accesorios que los componen, como también los Elementos de Protección.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. - Conocer los principios básicos, términos y conceptos que deben utilizarse en las Instalaciones Eléctricas y en las mediciones.
2. - Establecer los principios, eléctricos y características de las fuentes de Instalaciones utilizadas en Proyectos Eléctricos Industriales y de Casas Habitación.
3. - Establecer los conceptos y principios de los Dispositivos de Protección para los Sistemas Eléctricos.
4. - Conocer los Fundamentos de las Fuentes No-Interrumpibles con Reguladores Integrados.

**CAPÍTULO I**  
**INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

## CAPÍTULO I INSTALACIONES ELÉCTRICAS

### 1.1 Principales Características de las Instalaciones Eléctricas.

**Definición** - (Art. 22 del reglamento Electrotécnico de Baja Tensión)  
Las instalaciones interiores o receptoras son las que, alimentadas por una red de distribución o por una fuente de energía propia, tienen como finalidad principal la utilización de la energía eléctrica.

**Ámbito de aplicación.**- Las presentes especificaciones son aplicables a las instalaciones interiores de las viviendas así como, en la medida que pueda afectarles, a la de los locales comerciales, de oficinas y a los de cualquier otro destinado a fines análogos.

**Tensión de utilización.**- La tensión nominal de utilización no será superior a 250 voltios con relación a tierra.

Se admite utilizar tensiones superiores únicamente para alimentación de aparatos especiales cuyas características así lo aconsejen.

**Sistemas de protección.** - Puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales.

**Ejecución de las instalaciones.**- Las instalaciones se realizarán mediante alguno de los siguientes sistemas:

- Conductores aislados bajo tubo empotrado o en montaje superficial.
- Conductores aislados bajo molduras o rodapiés.
- Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.
- Conductores aislados instalados directamente bajo enlucido, (siempre y cuando se cumpla lo establecido en:

**1. -Seguridad.-** (contra accidentes e incendios). - La seguridad debe ser prevista desde todos los puntos de vista posible, para operarios en industrias y para usuarios en casas-habitaciones, oficinas escuelas, etcétera. Es decir, una Instalación Eléctrica bien planeada y mejor construida, con sus partes peligrosas protegidas aparte de colocadas en lugares adecuados, evita el máximo accidente e incendios.

**2. -Eficiencia.-** La eficiencia de una Instalación Eléctrica, esta en relación directa a su construcción y acabado. La eficiencia de las lampara, aparatos, motores, en fin, de todos los receptores de Energía Eléctrica es máxima, si a los mismos se les respetan sus datos de placa tales como tensión, frecuencia, etc. Apartes de ser correctamente conectados.

**3. -Economía.-** El Ingeniero debe resolver este problema no solo tomando en cuenta la Inversión inicial en materiales y equipos, sino haciendo un estudio Técnico-Economico de la inversión inicial, pago por consumo de



Energía Eléctrica, Gastos de operación y mantenimiento, así como la amortización de material y equipo.

**4. - Mantenimiento.-** El mantenimiento de una Instalación Eléctrica, debe efectuarse periódicamente y sistemáticamente. En forma principal, realizar la limpieza y reposición de partes, renovación y cambio de equipos.

**5. - Distribución de elementos, aparatos y equipos.-** Tratándose de equipos de iluminación, una buena distribución de ellos, reduzca tanto en un buen aspecto, como en un nivel lumínico uniforme, a no ser que se trate de iluminación localizada.

## **1.2 Tipos de Instalación Eléctrica.**

Por razones que obedecen principalmente al tipo de contrición en que se realizan, material utilizando en ellas, condiciones ambientales, trabajo a desarrollar en los locales de que se trate y acabado de las mismas; se tiene diferentes tipos de instalaciones eléctricas, a saber.

**1. - Totalmente Visible.-** Como su nombre lo indica, todas sus partes componentes se encuentran a la vista y sin protección en contra de esfuerzos mecánicos, ni en contra del medio ambiente ( seco, Húmedo, corrosivo, etcétera).

**2. - Visión Entubadas.-** Son Instalaciones Eléctricas realizadas así, debido a que por las estructuras de las contriciones y el material de los muros, es imposible ahogarlas, no así protegerlas contra esfuerzos mecánicos y contra el medio ambiente, con tuberías, cajas de conexión y dispositivos de unión, control y protección recomendables de acuerdo a cada caso particular.

**3. - Temporales.-** Son Instalaciones Eléctricas que se construyen para el aprovechamiento de la energía eléctrica por temporadas o periodos cortos de tiempo; tales son los casos de ferias, juegos mecánicos exposiciones, servicios contratados para obras en proceso, etcétera.

**4. - Provisionales.-** Las Instalaciones Eléctricas provisionales en realidad quedan incluidas en las temporales, salvo en los casos en que se realizan en instalaciones definidas en operación, para hacer reparación o eliminar fallas principales en aquellas, en las cuales no-se puede prescindir del servicio aun en un solo equipo, motor o local. Ejemplo: Fabricas con Procesos Continuos, hospitales, Salas de Espectáculos, Hoteles, etcétera.

**5. - Parcialmente Ocultas.-** Se encuentran en accesorios grandes o fabricas, en las que parte del entubado esta por piso y muro y la restante por armaduras; también es muy común observar en edificios comercios y de oficinas que tienen plafón falso.

La parte oculta esta en muros y columnas generalmente, y la parte supuesta pero entubada en su totalidad, es la que va entre las losas y el plafon, para de ahí mediante cajas de conexión localizadas de antemano, se haga las tomas necesarias.

Las instalaciones eléctricas se puede clasificar de diferente manera. Una manera, es pensando desde el punto de vista del tipo de usuario, en cuyo caso podemos distinguir dos tipos:

### **1.2.1 Características residenciales.**

En cuyo caso se trata de viviendas o multifamiliares, y también espacios comerciales de pequeño tamaño. Los usuarios (administradores) de estas instalaciones son, generalmente personas no calificadas, el voltaje de alimentación del sistema es en baja tensión, y los consumos de energía son pequeños. Entendemos por pequeño consumo a aquel cuya potencia instalada es inferior a unos 20 KVA. En rigor, dedieramos decir inferiores a unos 12 KVA. Dado que el usuario se supone desconoce de la tecnología eléctrica, la idea más importante que se asocia a este tipo de proyecto, es la de seguridad para el usuario ( en el amplio sentido del concepto), minimizando el riesgo de daño a personas, perdidas materiales, etc.

### **1.2.2 Instalaciones de características Industriales.**

Cuya finalidad principal es la producción de bienes y/o servicios de todo tipo. La operación de estos sistemas es realizada por personal calificado, idóneo. La potencia instalada es magnitud importante, y el suministro de energía es trifacico, en baja, media, o alta tensión ( 0 a 1000 a 23 000 Volt, o sobre 23 000 Volt). Los aparatos involucrados en este ámbito abarca un amplio espectro y obviamente, deben cumplir rigurosas exigencias técnicas determinadas por normas, lo cual debe estar evidenciado sobre la estructura del mismo. Esta exigencia técnica también se aplica en el ámbito residencial.

### **1.3 Descripción de Proyecto.**

El proyecto debe ser desarrollado de acuerdo a especificaciones generales que se indique, y teniendo como base las normas eléctricas.  
Se tiene que entregar:

- Un plano contenido canalización de alumbrado en escala 1:50 alimentador principal, subterráneo, en escala 1:500, notas explicatorias y todas las vistas y cortes necesarios para el montaje. Este plano puede venir como un archivo de Auto CAD, o en su defecto, en forma ISO A1 ( 841 x 594 mm), doblado (no enrollado), utilizando un papel fácil de abrir, junto al segundo documento llamado Memoria Explicativa.

- Un documento en papel, con forma ISO A4 (297 x 210 mm), o bien, tamaño carta, se llama Memoria Explicativa, que contendrá a las especificaciones técnicas. Cualquier plano, debe venir conectada en papel facial de abrir o estirara, y archivar de modo tal, que no se requiera a esfuerzo para abrirlo.

### **1.3.1 Especificaciones técnicas.**

La vivienda a edificar, tiene una superficie de 150 m y consta de una planta. La contracción, es en albañilería. El emplazamiento de la vivienda, se muestra en croquis adjunto.

### **1.3.2 Empalme.**

Se supone que, para el nivel de potencia de nuestro interés el suministro de energía eléctrica es fácil y, se efectúa desde la red aérea de B.T. ( 380 / 220 Volt), de distribución pública.

Se considera un empalme aéreo. El equipo de medición se instalara próximo a la reja de acceso al recinto.

### **1.3.3 Alimentación.**

Para la canalización del alimentador desde el medidor hasta la vivienda, se debe considerar tendido subterráneo. Incluir Tablero General (TG) junto al equipo de medición instalar sistema de tierra para el tablero General.

### **1.3.4 Canalización (Ductos).**

Las canalizaciones al interior de la vivienda serán embutidas. Se usara tubo plástico rígido (PVC). Las cajas de corriente y de aparatos, serán plásticas.

### **1.3.5 Conductores.**

Se utilizan conductores cableados, de cobre con aisladores THHN en circuitos interiores, canalización en ductos, y conductores concéntricos para el empalme.

### **1.3.6 Circuitos.**

Los circuitos de enchufes se proyectan independientemente de los circuitos de luces.

Se debe considerar circuitos especiales de enchufes, exclusivos para lavadoras y secadora.

Las luces de jardín tendrán circuitos independientes. Las luces instaladas al exterior de la vivienda, adosadas al muro, se incluirán en circuitos de alumbrado interior.

Los planos tendrán formato A1 (841 x 594 mm), dibujando sobre papel translucido.

### 1.3.7 Desarrollo del estudio técnico.

El estudio incluye la confección de:

Planos de canalización del alumbrado interior y exterior, en escala 1:50

Canalización del alimentador.

### 1.3.8 Especificación técnicas.

Circuito de reserva para eventual ampliación en unos 3 KW.

Ambito de utilización, descripción de la obra (eléctrica)

Instrucciones de utilización, operación segura para los usuarios  
(incluyendo esquemas a fijar en tapa del tablero)

Costo estimado de material, montaje y puesta en servicio

El listado de equipo y materiales a utilizar, ira de acuerdo al formato siguiente:

TEMA N.	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	VALOR TOTAL	OBSV
1					
2					
3					
4					
5					

### Presentación y Entrega del Trabajo.

Los plazos de presentación y entrega de las diferentes partes que componen este proyecto, son cumplirán de acuerdo al siguiente calendario.

## CALENDARIO DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES		FECHA
1	Inicio del Trabajo	
2	<p>Revisión del croquis de canalización de circuitos interior y exteriores.</p> <p>Diagramas unifilares.</p> <p>Plano de canalización de circuitos de alumbrado y alimentación desde medidores hasta TDA, incluyendo planta de canalizaciones.</p>	
3	<p>Punto a) de la descripción (pasos a seguir en inicio de obra y puesta en servicio)</p> <p>Cuadro de cargas.</p> <p>Notas Rotulación</p> <p>Sistema de tierra.</p> <p>Inicio de las especificaciones Técnicas.</p>	
4	<p>Punto b) de la descripción (Domotica)</p> <p>Especificación técnicas:</p> <p>Descripción del proyecto</p> <p>Calculo justificativo.</p> <p>Lista de materiales y presupuesto</p> <p>Entrega</p>	

## **1.4 Requisitos Técnicos de Carácter General.**

### **1.4.1 Marcas de Fabricante.**

Todos los equipos que se utilicen en las instalaciones eléctricas deben tener la indicación del nombre del fabricante o una marca que permita su identificación. Así mismo tener indicaciones de su carácter eléctricas que permiten precisar cual es su uso correcto.

### **1.4.2 Puesto a Tierra.**

Las instalaciones deben contar con medio efectivo para conectar a tierra todas aquellas partes metálicas del equipo eléctrico u otro elemento que normalmente no conduzca corriente y que estén expuesto a cargar de energía si ocurre un deterioro en el aislamiento de los conductores o del equipo.

### **1.4.3 Resistencia de Aislamiento.**

Todas las instalaciones deben ejecutar de manera que, cuando este terminada, quede libre de cortocircuito y de contactos con tierra (salvo la conexión a tierra del sistema, para fines de protección. Consecuentemente, la resistencia de aislamiento en la instalación debe conservar dentro de los límites adecuados, de acuerdo con las características de los conductores y la forma en que está instalación en las características de los conductores y la forma en que están instalados.

### **1.4.4 Calibres de los Conductores.**

Los calibres de conductores se han designados usando el sistema americano de calibres (AWG) y se indica entre paréntesis la equivalencia en milímetros cuadrados ( $\text{mm}^2$ ) cuando en artículo se hace referencia a un cierto calibre de conductores, sin mencionar material, se entiende que se trata de conductores de cobre.

### **1.4.5 Capacidad de Interrupción.**

Los dispositivos destinados a interrumpir corriente, deben ser una capacidad de interrupción suficiente para la corriente que debe ser interrumpida a la tensión nominal de operación. Solamente los dispositivos diseñados para interrumpir corriente de cortocircuito deben usarse para tal fin.

#### 1.4.6 Conexión Eléctrica.

- a) Conexión a terminales. La conexión de los conductores a terminales ( de aparatos o dispositivos) debe asegurarse un buen contacto sin dañar a los mismos conductores. En general, se deben emplear zapatas soldadas, de presión o cualquier otro medio que se asegure una amplia superficie de contacto. En caso de conductores de calibre No 8 AWG (8.37 mm) o menor, puede hacer la conexión mediante un tornillo que sea adecuado para el objeto.
- b) Empalmes. Los conductores deben empalmar o unirse de manera que se asegure una buena conexión mecánica y eléctrica.  
Cuando se usen accesorios tales como conectores o uniones a presión o conectores terminales para soldar, deben ser apropiados para el material de los conductores que se unen y ser usados e instalados adecuadamente. No deben conectarse entre sí conductores de metal.

#### 1.4.7 Diseñador de Instalaciones.

- a) Diseño amplio. Dentro de lo posible, no debe limitarse el diseño de la instalación a las condiciones iniciales de la carga, sino que debe dejar un margen razonable de capacidad para tomar el aumento natural que tienen todos los servicios.
- b) Centro de distribución. Debe localizarse los tableros o centros de distribución en lugares fácilmente accesibles, para comodidad y seguridad de funcionamiento.
- c) Limitaciones de daños por fallas. Los diferentes elementos de una instalación deben localizarse en tal forma que, si por efectuar de un cortocircuito o fallas a tierras se producen una interrupción, etc., los daños queden confinados, en lo posible, a la sección en que se encuentra los conductores tales del usuario ni, sobre todo, los servicios esenciales o de emergencia.
- d) Toda instalación eléctrica debe ejecutarse de acuerdo con un plano previamente elaborado; además cualquier modificación a la instalación debe anotarse en el mismo o en un nuevo plano. El plano actualizado de la instalación debe conservarse en poder del propietario del inmueble para fines de mantenimiento.
- e) Distribución de la carga. La carga que va estar conectada a una instalación debe repartirse en forma equilibrada entre el número de fase con que proporciona el servicio el suministro.

#### 1.5 Unidad Práctica.

Las tres unidades principales que debe manejar un electricista son la corriente, diferencial de potencia y resistencia.

- a) Corriente, que se mide en amperios.

Diferencia de potencial ( d.d.p) ( llamada también fuerza electromotriz (f.e.m.) o voltaje) que se mide en volts.

b) Resistencia, que se mide en ohms.

Corriente. El paso de electricidad por una trayectoria o alrededor de un circuito, se llama corriente eléctrica. Esta corriente puede acusar su presencia de tres maneras:

1. Por su efecto de calentamiento (efecto térmico).
2. Por su efecto químico (electrolito).
3. Por su efecto magnético.

La diferencia de potencial causa una corriente eléctrica en un circuito que ha sido completado o cerrado.

C) Resistencia. Se produce calor en cualquier material a través del cual pasa una corriente eléctrica debido a la oposición que presenta el material al flujo de la corriente. Esta propiedad del material se llama resistencia eléctrica.

## **1.6 Informes Técnicos.**

Todas instalaciones devén de tener un informe técnico de la elaboración de un proyecto.

Tomando todas las características de material utilizado

Con la elaboración de:

Planos que nos representan mediante símbolos la elaboración de proyecto.

Plano eléctrico

### **1.6.1 Requisitos para la presenta de los planos o datos técnicos.**

a) Sé deben entregar dos copias heliográficas de cada plano, los cuales deben ir bien legibles, tener buena presentación, los trazos rectos con regla, la letra de molde bien hecha o con plantilla, o ley, los símbolos serán los convencionales usados por la secretaria; no debe mostrar instalaciones como agua potable u otra instalación, ni cortes relacionados con la obra civil.

b) Las copias serán de las siguientes dimensiones: Tipo A=42X56 cm. Tipo B= 63 X 84 cm. Tipo C = 84 x 112 cm.

Las escalas más recomendables a usar son: 1: 50 y 1:100, pero podrán llevar otra escala si se justifica el uso de la misma; se deberá anotar en el plano la escala utilizada y dejar un espacio para la colocación de los sellos de aprobación.

c) Las copias llevaran escrito el nombre completo del propietario, ubicación correcta de la obra (croquis de localización), indicado el nombre de la calle, avenida, calzada,, cerrada, privada, callejón, prolongación, carretera, camino, etc., así como el numero oficial del predio, nombre de la colonia, fraccionamiento, barrio, etc., y la delegación dentro de la jurisdicción donde se encuentre la obra.



d) Deberá llevar también, el nombre, dirección, firma y los números de registro en esta dependencia y el de la cédula profesional del responsable de la instalación; Debiendo ser ingeniero electricista o mecánico electricista de acuerdo con el Art. 210 del reglamento de la ley de la industria Eléctrica.

e) Se debe indicar, también, la marca de fabrica y tipo de material y dispositivo usado en la instalación; con él numero de registros otorgados por parte de esta dependencia; en el caso de los motores, deberán indicar los datos de la placa.

f) Para instalaciones que tengan mas de dos circuitos, los planos deberán traer un diagrama unifilar.

g) Se inicia en vistas físicas y diagramas unifilares, los elementos de protección y controles de los motores.

H) Todos los planos deberán traer un cuadro de distribución, carga por circuitos; considerando una carga de dos amperes por contacto para departamento pequeño y viviendas; de tres amperes para casa residenciales y departamentos; de siete amperes para instalaciones industriales, debiendo considerado para circuitos de alumbrado y contactos una carga mayor de 2 500 watts deberá indicar diámetro y material de tubería.

## 1.7 Características.

La electricidad puede suministrar luz cuando y donde se le necesita, puede producir calor para calentarnos y cocinar, puede hacer que los motores funcionen para efectuar trabajo.

Los principio de una forma de la energía, llamada electricidad estática, con el fin de demostrar como actúan las cargas eléctricas. La electricidad estática es la energía que, por ejemplo, provoca el choque que sentimos al tocar la manija de la puerta de un automóvil, después de deslizarnos frotándonos contra el asiento.

La electricidad básica se puede demostrara con muchas clases diferentes de material, algunos de los cuales se muestran:

1. - Dos bolitas de papel suspendidas por un hilo en dos soportes móviles.
2. - Materiales generadores estáticos. Un juego consta de una barra de vidrio y un trozo de tela de seda; el otro, de una barra de caucho duro y un trozo de piel peluda.

Las cargas estáticas de la dos clase se puede representar por los signos positivos (+) y negativo (-). Los materiales usados para generar las cargas hicieran que cada barra tuviera una carga diferente. La barra de vidrio se carga positivamente y la de caucho se carga negativamente.

Desde el punto de vista eléctrico, esto provoca una reducción de la capacidad disponible de transformadores y cables

Desde una perspectiva financiera, ocasiona un costo extra de la energía, sin beneficios algunos y por lo tanto una reducción en las ganancias.

La solución son capacitores, ofrecen el rendimiento simple, eficaz y de bajo costo actuando como fuente de Potencia reactiva.

Los capacitores proporcionan un ahorro considerable en el costo de la energía debido a lo siguiente:

Reduce el monto del recibo de energía al eliminar la penalización por bajo factor de potencia.

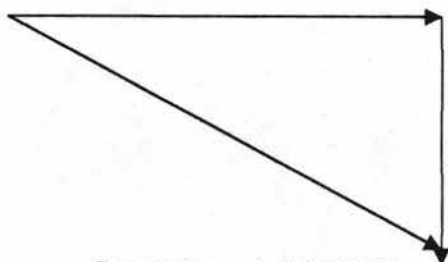
- Disminuyen las pérdidas por calentamiento en cables y transformadores
- Incrementa la capacidad de conductores de los cables
- Mayor potencia disponible en los transformadores
- Mejoran la regulación de voltaje en los cables.
- El factor de potencia

Como ya se mencionó anteriormente, la gran mayoría de los equipos eléctricos son cargas inductivas (motores, transformadores) requeridos por lo tanto dos componentes de potencia.

Potencia Activa o de trabajo (kilowatts), que es la potencia que el equipo convierte en trabajo útil.

Por lo tanto, la potencia total aparente que consume el equipo está formada por estas dos componentes (ver dibujo)

Potencia Activa



Potencia  
Reactiva  
(KVAR)

Potencia Aparente (total) (kVA.)

De donde se desprende que el factor de potencia es la relación entre la potencia activa y la potencia total consumida por el equipo o carga.

## **1.8 Significado del Factor de Potencia.**

Un factor de potencia es provocado por cargas inductivas las cuales requieren grandes cantidades de potencia reactiva o no productivas, causando mucho problemas al usuario.

### **1.8.1 Incremento del bajo Factor de Potencia.**

Cuando se trabaja con un bajo Factor de potencia, es necesario por parte de la compañía suministradora, incrementar la capacidad de generación y transmisión para poder manejar la componente de potencia reactiva. Este incremento de costos asociados con el suministro de esta potencia reactiva, es repercutido al usuario a través de tarifas de energía altas (i. e penalización) En México se penaliza cuando los factores de potencia son inferiores a 0.85.

### **1.8.2 Capacidad Restringida del Sistema.**

La función principal de un sistema eléctrico, es suministrar potencia activa a la carga. Cuando el sistema se utiliza también para transportar la potencia reactiva. Su función básica se restringe severamente. De hecho, es común que el 50 % de la capacidad del sistema se use para transportar la potencia reactiva.

### **1.8.3 Mayores Perdidas en el Sistema.**

El flujo de potencia reactiva a través del sistema provoca un incremento de perdidas c(calentamiento de conductores), consumi9ndo potencia, lo que posteriormente provoca un incremento en el costo de la energía.

### **1.8.4 Incremento de la Caída de Voltaje.**

En la medida que se incrementa las perdidas, aumenta la caída de voltaje, es decir una disminución en el valor de voltaje en la carga, con lo cual el equipo tiende a demandar mas corriente provocada sobre calentamiento y envejecimiento prematuro.

## **1.9 Seguridad ante todo.**

Todos saben que la electricidad es peligrosa y fatal Existe mas accidentes en los que la electricidad esta relacionada, ya sea por exceso de confianza o por descuido.

### **1.9.1 Reglas para la seguridad en la practican y para evitar choques eléctricos.**

1. - Asegurase de las condiciones del equipo y de los peligros presente, entes de trabajar con unos de sus elementos. De la misma manera que muchos deportistas mueren por armas que suponían descargadas, muchos técnicos han fallecido a causa de circuitos supuestamente "MUERTOS".
2. - Nunca confíe en dispositivos de seguridad tales como: fusibles, relevadores o sistemas entrelazados, para su protección estos pueden no estar trabajando o no proteger cuando más se necesita.
3. - Nunca desconectes la punta de tierra de una clavija de entrada de tres conductores: Esto elimina la característica de conexión a tierra del equipo, convirtiéndose en un peligro potencial de choque.
4. - Nunca trabaje en un banco atestado. Un amontonamiento desordenado de puntas conectores, componentes y herramientas, solo conduce a pensar descuidadamente y a ocasionar cortos circuitos, choques y accidentes.
5. - No trabaje sobres pisos mojados. Su resistencia de contacto a tierra se reduce considerablemente, trabaje sobre una cubierta de hule o una plataforma aislada, si las tensiones son altas.
6. - No trabaje solo: siempre es conveniente 1que alguien este para que desconecte la energía, aplique respiración artificial o llame aun medico.
7. - Trabaje con una mano atrás. Una corriente entre las dos manos, cruzada el corazón y puede ser mas falta que una corriente de mano a pie.
8. - Nunca hables a nadie mientras trabaja. No se permita ninguna discusión distracción.
9. - Muévase siempre lentamente cuando trabaje con circuitos eléctricos. Los movimientos violentos y rápidos propician los choques accidentales y cortos circuitos.

### **1.9.2 Accidentes Causados por Quemaduras.**

Aunque generalmente no son fatales, pueden ser graves y dolorosas.

1. - Los tubos al vacío son calientes mucho después de unos cuantos minutos de operación. Deben esperar a que se enfríen, antes de retirarlos del chasis.
2. - Las resistencias se calientan mucho, especialmente las que llevan altas corrientes. Vigile las 5 y 10 Watts, ya que pueden quemar la piel de los dedos.

3. - Tenga cuidado con los capacitores que puedan retener todavía una carga. Si se excede la tensión nominal de los capacitores electrolíticos, se invierte sus polaridades o puede, de hecho explotar.
4. - Vigile el cautín o pistola de soldadura. No la coloque sobre el banco en donde pueda tocarlo accidentalmente con el brazo. No la guarde nunca cuando aun este caliente.
5. - La soldadura caliente puede producir una sensación particularmente molesta al entrar en contacto con la piel, espere a que las uniones soldaduras son enfrien, no sacuda la soldadura caliente, de manera que pueda caer en los ojos, ropas o cuerpo de Usted o de su vecino.

### **1.9.3 Lesiones Mecánicas.**

La tercera clase de reglas de seguridad se aplica a todo el trabajo con herramientas y maquinaria.

1. - Las esquinas y filos metálicos de los chasis y tableros pueden cortar y arañar, límelos y quiteles el filo.
2. - Las selecciones inadecuadas de las herramientas para el trabajo, pueden producir daños al equipo y lecciones personales.
3. - Use una protección apropiada en los ojos cuando esmerile, cindeles o trabaje con metales calientes que puedan salpicar.
4. - Proteja manos y ropas cuando trabaje con ácidos de baterías y fluidos de acabados ya que son destructivos.
5. - Si no sabe pregunte a su instructor.

### **1.9.4 Efectos Fisiológicos de las Corrientes Eléctricas.**

Se debe considera la ubicas del botiquín de primeros auxilios en el taller. Insista en que toda cortada o lesión pequeña reciba atención inmediata.

- Quemadura severa.
- La respiración cesa.
- Muerte dificultades extremas para respirar
- Alteración en la respiración
- Choque severo
- Parálisis muscular
- Incapaz de soltar
- Doloroso
- Sensación leve

### **1.9.5 Seguridad ante todo.**

Los efectos fisiológicos generalmente puede producir. Las corrientes superiores a 100 miliampere, o sea solo un décimo de amper, son fatales. Un trabajador que ha entrados en contacto con corriente superior a 200 mili amperes, puede sobrevivir si se le da atención inmediata. Las corrientes inferiores a 100 miliampere puede tener efecto serios y dolorosos.

### **1.9.6 Protección de los Elementos Eléctricos Vivos.**

Se pude usar cierto numero de metros para proteger al personal contra un contacto accidental con elementos eléctricos vivos. En general el equipo eléctrico expuesto, operando a 50 volts o más, debe ser protegido, por medio de vallas, o por su posición:

- a) En una elevación de 8 pies ( 2.4) o más sobre el piso.
  - b) En una habitación o lugar cerrado, al que solamente pueda entrar personal calificado.
  - C) En un balcón, plataforma o galería dispuesta de tal forma y situada a tal altura que las personas no autorizadas no puedan introducirse en ella.
  - D) Cuando el equipo funciona con voltajes de 600 volts o menos podrá ser protegido por una barandilla de la que se cuelga señales de peligro.
- Las protecciones deben ser lo suficientemente fuerte y rígidas para evitar que al golpear contra ellas un trabajador pueda moverlas.

### **1.10 Accidente y Lesión.**

- a). - La lesión es consecuencia del accidente.
- b). - No todos los accidentes producen lesiones.
- c). - Evitando el accidente se evita igualmente la lesión.

#### **1.10.1 Como se Produce un Accidente.**

##### **1. - Causas indirectas.**

- a) Ambiente social desfavorable.
- b) Defectos personales.
- c) Planeación defectuosa.

##### **2. - Causa directa.**

- a) Actos inseguros de los trabajadores.
- b) Condiciones inseguras del lugar de trabajo.

### **3. - El accidente (Sus elementos).**

- a) El agente: el objeto, la maquina o el material que origina el accidente en primer termino.
- b) La parte del agente que entra en contactos con la lesión.
- c) Los actos inseguros específicos: violaciones a procedimientos seguros.
- d) Las condiciones inseguras especificas y las que presentan el agente.
- e) El factor de personal de seguridad. Características mental o fisica del individuo que permite el acto inseguro.
- f) El tipo de accidente: golpe resbalón, caiga prensado por, expuesto a, contacto con, etc.

#### **1.10.2 Lesiones y Daño.**

- a) El costo de la lección es aproximadamente la quinta parte del costo del daño. El accidente atrás la producción.

#### **1.10.3 Prevención del Accidente.**

##### **1. - Inspeccione la zona de trabajo.**

- a) Calcifique las posibles causas de los accidentes.
- b) Localice las condiciones inseguras.
- c) Localice los actos inseguros.
- d) Conozca los hábitos de Trabajo del personal.

##### **4. - Analice la falta de seguridad.**

- a) Analice el procedimiento actual.
- b) Localice los riesgos
- c) Deduzca el procedimiento seguro.
- d) Póngalo en practica.

##### **3. - Investigue los accidentes.**

- a) Determine las causas.
- b) Decida las medidas preventivas.
- c) Obtenga aprobaciones de superiores.
- d) Instruya al personal sobre las nuevas disposiciones.

##### **4. - Adiestre al personal.**

- a) Haga que todos conozca y respete las instrucciones de seguridad.
- b) Haga que usen el equipo de seguridad.

- c) Notifique al personal de todo cambio de método, equipo y materiales.
- d) Reconozca méritos en quien respete las disposiciones de seguridad.

## **5. - Mantenga orden y limpieza.**

- a) Haga revisión periódica en su zona de trabajo.
- b) Prevenga a sus trabajadores sobre la forma, frecuencia y objeto de las inspecciones.
- c) De instrucciones precisas para la conservación del orden y la limpieza.
- d) Ponga usted el ejemplo (orden + limpieza = seguridad).

### **1.10.4 El Uso de Maquinarias.**

#### **1. - Proteja todo lugar peligroso.**

- a) vea que las maquinas tengan resguardo, cubiertas o defectuosas en troqueles
- b) Use dispositivos mecánicos de alimentación.
- c) Los mandos de la maquina deben estar alejados de los lugares peligrosos.

#### **2. - Proteja las transmisiones.**

- a) Estudie la colocación de las transmisiones.
- b) Use resguardos y cubiertas para proteger engranes, bandas y poleas.
- c) Prefiera la propulsión con motores individuales.

### **1.10.5 La protección debe ser parte integrante de la Maquina.**

- a) Trate de eliminar el riesgo.
- b) De no ser posible, use equipo de protección personal.
- c) Incluye el uso del equipo protección en su programa de seguridad.
  - Índice de frecuencia.
  - Num. De acc. Con incapacitación x 1,000.000 horas laboradas.
  - Índice de gravedad.
  - Núm. De días perdidas x 1,000 horas hombres laboradas.

### **1.10.6 Como investigar un accidente.**

- a) Acuda inmediatamente al lugar del accidente, atienda al lesionado si lo hay.
- b) Recabe la información necesaria a testigos presentes: ¿a quien le sucedió?  
¿ Que cosa le sucedió ¿ ¿Dónde ocurrió? ¿Cómo sucedió?
- c) Averigüe por que sucedió y decida los preventivos.
- d) Redacte su información.



### **1.10.7 Manejo de Materiales.**

#### **1. - Determine Los Riesgos en.**

- a) .- Acarreo de materiales.
- b) .- Carga y descarga.
- c) .- Almacenamiento y estiba.
- d) .- Suministro de material.

#### **2. - Mecanice las Operaciones.**

- a). - Usé plataformas motorizadas, elevadores, grúas.
- b). - Usé transformadores de banda.
- c). - Usé caída por gravedad.
- d). - Use sistemas entubados.

#### **3. - Seleccione y Adiestre al Personal Encargado.**

- a). - Prefiera personal robusto y disciplinado.
- b). - Adiestre a cada persona sobre toda la fase del manejo de material.
- c). - Provéalo del equipo de protección personal.
- d). - Provee lugares entre las maquinas para el suministro y retiro de materiales.

### **1.10.8 El Empleo de Herramientas.**

#### **1. - Mantenga las Herramientas en Buen Estado.**

- a). - Revise las herramientas periódicamente, separando las defectuosas.
- b). - Enseñe al a su personal a revisar antes de usarlas: a su almacenista antes de suministro.
- c). - Asigne su conservación a una persona.

#### **2. - Empleé la Herramienta Adecuada.**

- a). - Conozca el uso de cada herramienta.
- b). - Sea inflexible en que su persona el del uso debido.
- c). - En el análisis de seguridad de los trabajos, incluya el de las herramientas apropiadas.

#### **3. - Sepa usar la Herramienta.**

- a). - Instruya a su personal sobre el uso de herramientas.
- b). - En el adiestramiento recalque la seguridad.
- c).- Vea que sus operaciones logren el mayor automatismo de movimiento posible.

5. - Sepa Llevar La Herramienta.

- a).- Provea a sus hombres de cinturones y bolsas para las herramientas.
- b).- Tenga un lugar para cada cosa en el almacén y en los bancos de trabajo.
- c).- Cuenta las herramientas al terminar las labores.

**1.11 Bloqueos de seguridad**

Un bloque tiene como propósito poner fuera de servicio o desactivar equipo para darle mantenimiento, limpiar, ajustar o armarlo.

Los bloqueos de los equipos se deben de realizar con candados que solo tenga una llave.

A veces se usan dispositivos de bloqueo múltiple para que dos o más empleados que un mismo equipo al mismo tiempo.

La responsabilidad del bloqueo recae en el responsable del equipo. Solo el empleo que bloquea el equipo pueda quitar el bloqueo.

Si termina el turno antes de retirar el bloqueo, el grupo de trabajadores que tenga bloqueo, deberá de unirse con el grupo del siguiente turno en el punto de bloqueo para que los que entran coloquen sus bloqueos antes de que los que salgan los retiren.

**1.11.1 El procedimiento de bloqueo es un método para señalar que su equipo esta fuera de servicio.**

Los cuatro pasos obligatorios del personal de bloqueo son:

- 1. - Bloqueo el equipo para impedir su uso.
- 2. - Etiquete el equipo para permitir que los demás empleados sepan por que el equipo esta fuera de servicio.
- 3. - Despeja el área, asegurada que los demás empleados se encuentren a 8una distancia segura del equipo cuando usted vaya a probarlo.
- 4. - Pruebe el equipo para verificar que los bloqueos lo han inmovilizado por completo y examine los equipos eléctricos para asegurarse de que están libres de todo voltaje.

### **1.11.2 Primeros Auxilios en caso de Accidente.**

#### **Indicaciones Generales.**

1. - No se debe tocar nunca una herida con las manos. No se debe lavar ni enjuagar nunca una herida. Cualquier herida que atraviesa la piel debe ser cuidada por un medico.
2. - No transportar un herido. Dejarlo tendido en donde se haya caído hasta que venga auxiliar facultativo.
3. - Decide que no se amontone transeúntes en derredor de un herido, que quede tranquilo.
4. - Sí el herido puede andar solo, indique la dirección de un medico en la cercanía.
5. - En caso de accidente grave, avise al medico sin tardar. En caso de accidente de transita avise a la policía. Si hay peligro de muerte, avítese a un sacerdote.
6. - Si hay una Casa de Socorro cerca del lugar del accidente, mándele también aviso.
7. - Si el accidente ha ocurrido en la calle, cuide de que sean avisados los autos del transito, si es necesario, párese él transito, para evitar mas accidentes.
8. - Si recibe alguien un choque eléctrico, córtese inmediatamente la corriente en el contador, destornillando el corta circuito o desenchufando la palanca. Cuidado conque no le toquen a Ud. La corriente.
9. - Si se ha prendido fuego a la ropa, envuélvase la víctima con un tapiz o una alfombra y hágasele rodar por le suelo bien envuelta para apagar las llamas. Después empapela con mucho agua.

### **1.11.3 Tratamientos de las Heridas.**

Cubrir una herida inmediatamente con grasa estéril. No tocar con los dedos la parte de la grasa que ha de cubrir la herida. Si la herida es de alguna importancia, se recomienda vendarla según las instrucciones del paquete de vendajes rápidos. Si no tiene grasa estéril, coloque un trozo de lienzo limpio, por ejemplo, la parte inferior de un pañuelo doblado, cubra con algodón en rama y sujétalo todo con una venda o tiras de lienzo.

### **1.11.4 Hemorragias.**

1. - Hemorragias ligeras: Colocar vendaje estéril que apriete ligeramente.

2. - Sangra oscura que sale de varias aberturas de la herida:

a). - Sujetar los bordes de la herida uno contra otro; b) colocar vendaje esterilicen apretado en la herida: c) colocar él miembro herido en posición elevada: d) soltar las prendas que aprietan como ligas, etc.: e) darle reposo al miembro herido (colocar el brazo en cabestrillo, la pierna sobre un plano indicado.)

3. - Sangre roja clara que salga a golpes de la herida: sujeta con los dedos la arteria antes de que llegue a la herida y el corazón, apoyando en lo posible sobre un hueso. Cubre la herida con gasa estéril **LLAMAR INMEDIATAMENTE A UN MEDICO** o al practicante de la **CASA DE SOCORRO**. Pues ellos son los únicos que pueden tratar esta clase de hemorragias.

4. - Hemorragia nasal: sentar al paciente, soltar la ropa en el cuello, pellizcar las alillas de la nariz lo mas arriba que se puede entre índice y pulgar, cerrándolas. Permanecer unos 5 a 10 minutos así Colocando paños muy fríos o en la nariz y en el cogote.

#### **1.11.5 Fractura de Hueso.**

El que no tenga diploma de auxiliar no puede hacer otra cosa que impedir que nadie toque el herido. A lo mas se puede sujetar un brazo roto con una toalla. Fractura de piernas exige un reposo absoluto de la pierna y la intervención inmediata del medico. Cubriendo al paciente con una manta para que no-se enfríe.

#### **1.11.6 Quemaduras.**

Enjuagar con mucho agua clara hasta que pase la sensación de quemazón. Cubrir con grasas estériles. Cuando son de grados las quemaduras, llamar al medico.

#### **1.11.7 Ahogados.**

Llamar inmediatamente a un medico. Entre sujeta la lengua del ahogado, y sacar de la boca, limpiar la boca de restos de comida, dentadura postiza, suciedades, etc. Cubriendo al paciente y aplicarle bolsas de goma con agua caliente, y restregarle el cuerpo con paños calientes. No se debe hacer mas hasta que venga él medico. Solo un medico o un Auxiliar saben practicar la respiración artificial como se debe.

#### **1.11.8 Insolación.**

Síntomas: dolores de cabeza, mareos, ansias, piel muy roja y muy irritada, sudores intensos, y perdidas del conocimiento. Tratamiento: llevar al paciente a un lugar fresco, soltar la ropa, paños mojados en la cabeza, pasar esponja mojadas por el cuerpo.

Los dolores de cabeza y los mareos se presentan a veces unos o dos días antes, Interrumpir todo trabajo del paciente y llevarse a un lugar fresco y depositarle en una cama, esto pudo impedir complicaciones. Avisar al medico.

#### **1.11.9 Envenenamientos.**

Hay venenos no corrosivos, como la morfina, los soporíferos, la bencina, el alcohol, el ácido prusico, la nicotina, los alimentos podridos y las plantas venenosas. Tratamiento: avisar al medico y entre tanto provocar vómitos haciendo cosquillas en la garganta o dando de beber agua con mostaza o sal común. Después se puede darle carbón vegetal al paciente.

#### **1.11.10 Venenos Corrosivos.**

Acido sulfúrico, espíritu de sal, carbón amoniaco, etc. Tratamiento: lo mismo que al anterior, pero no se debe tratar de provocar vomito, sino dentro de media hora de haber sido ingerido el veneno. Si el paciente ha perdido el conocimiento, ya no sirve de nada tratar de hacer vomitar.

#### **1.11.11 Desvanecimiento.**

Tender al paciente, la cabeza baja, las piernas alzadas soltar las prendas apretadas, la cabeza vuelta de lado. Mandar por él medico. Al paciente no se le debe dar de beber, sino cuando pueda el mismo sostener el vaso.

**CAPÍTULO II**  
**ENERGIA ELECTRICA**

## **CAPITULO II**

### **ENERGIA ELECTRICA**

#### **2.1 Energía eléctrica.**

Un sistema eléctrico completo contiene, en términos muy amplio, los siguientes sub-sistema ( ó partes):

- 1. - GENERACION DE ENERGIA.**
- 2. - TRANSMICION.**
- 3. - DISTRIBUCION.**
- 4. - CONSUMO.**

Cada sub-sistema contiene, a su vez, diferentes componentes físicos. Por razones tecnico-economicas, la energía se genera, transmite y distribuye, en forma Trifásica.

Un sistema eléctrico es, generalmente, trifásico (tres conductores energizados, mas un conductor neutro, que a veces, no se observa).

La empresa generadora de energía eléctrica vende grandes volúmenes de energía a empresas distribuidas quienes, a su vez, se encarga de distribuir y vender a grandes, medidas, o pequeños consumidores.

Hay consumidores muy grandes, que pueden comprar directamente la energía a las generadores, y/o generar su propio energía, pudiendo vender su energía no utilizada.

#### **2.1.1 Con respeto a los sub-sistemas mencionados.**

##### **2.1.2 Generación.**

Sistemas generador, que usualmente, suele ser una motriz, que arrastra aun generador eléctrico. En países con grandes recursos hidrológicos, la motriz es del tipo turbina hidráulica.

Grandes volúmenes de energía, se generan a voltajes intermedios, entre unos 6000 voltios, hasta unos 23000 voltios.

La maquinas que generan la energía, arrastrada por la turbina, se conocen como alternador, y producen energía en corriente alterna sinusoidal.

### **2.1.3 Transmisión.**

Aquí destacan las líneas de transmisión de energía, con transformación de transmisión en sus extremos.

Estas líneas, generalmente construidas sobre torres metálicas de mas de 20 metros de alturas, y suelen observarse a campo abierto, o en las periferias de las ciudades.

Los voltios a los cuales se transmiten la energía suelen estar entre unos 66000 voltios y unos 500000 Voltios.

### **2.1.4 Distribución.**

Las redes de distribución de energía se encuentran en áreas urbanas y rurales, pueden ser áreas, o subterráneas (estáticamente, mejores, pero más costosas). El voltaje de seta redes, suele estar en el rango 6000 a 23000 Volts. En la ciudad de Concepción, es de 15000 Volts.

Las redes aéreas van montadas sobre postes de concreto de unos 15 metros de altura.

Las redes subterráneas se instalan en donde la estética, o la seguridad, la hacen necesario. Por ejemplo, en el barrio cívico de las ciudades, en las cercanías de aeropuerto, etc.

### **2.1.5 Consumo.**

En cuanto a volúmenes de energía consumida, los consumidores de energía eléctrica pueden clasificar, en líneas generales, en:

- Industriales
- Comerciales
- De servicios
- Transporte publico y/o privado
- Alumbrado publico.
- Otros.

Desde el punto de vista del fenómeno (físico o Químico) asociado eléctrico, puede mencionar las siguientes categorías:

- Fuerza motriz (Motores)
- Calefacción (Calor)
- Alumbrado /Incandescente, otro)+
- Proceso que involucran transformación química
- Otros.



## **2.2 Características de la energía.**

### **2.2.1 Moléculas átomos electrones.**

Todas cosas de nuestro mundo están en realidad constituidas por un grupo relativamente pequeño de bloques básicos de construcción de la naturaleza. Por medio de acciones físicas y químicas en los laboratorios, todas las sustancias, sean sólidas líquidas o gaseosas, se pueden descomponer en pequeñas partículas más pequeña. Este proceso de separar las sustancias en las sustancias en pequeñas partículas se puede continuar hasta obtener la partícula más pequeña, la cual porciones más grandes de la sustancia. Esta pequeña partícula se llama moléculas.

Las moléculas contenían varios átomos diferentes. Por ejemplo la madera el caucho, el agua y los plásticos.

Sin embargo, las moléculas de algunas otras sustancias solo contenían un átomo. El cobre, el oro, el hierro y el azufre estaban en este grupo.

Se encontró que solo se encuentran alrededor de 100 clase diferente de moléculas de un solo átomo.

Los átomos constan de tres clases de partículas que se mantiene unidas por una fuerza natural. La fuerza una forma de energía que enlaza las partículas atómicas, es la verdadera fuente de energía eléctrica.

Las tres partículas del átomo son los protones y neutrones y electrones. Los electrones se mueven en trayectoria circular (llamada órbita) alrededor del núcleo.

### **2.2.2 Sistema métrico internacional.**

En 1960 se estableció un moderno sistema métrico. En la actualidad, este sistema es el lenguaje internacional estándar de medición, abreviado: SÍ. Desde hace mucho tiempo, las unidades de medición eléctrica básica se han expresado en términos métricos, de modo que sé requerido poco cambios en este sentido para conformarse el nuevo estándar métrico.

Convertir los tamaños y unidades de mediciones de mediciones de los productos y materiales eléctricos a los nuevos tamaños y unidades implica un gasto considerable para los fabricantes.

### **2.2.3 Unidades de medición**

La cantidad de una fuerza o sustancia, se debe definir una unidad de la fuerza o una unidad de la sustancia. Para poder medir y trabajar con corriente, resistencia y voltaje, se debe definir una unidad de corriente, una unidad de resistencia y una unidad de voltaje.

La corriente es flujo de electrones. Por tanto, se necesita definir unidad de flujo. Una definición de flujo debe incluir alguna unidad de tiempo, como en galones por hora o litro por segundo. Entonces, una unidad de corriente se puede definir como el movimiento de cierto numero de electrones en una cantidad dada de tiempo.

Medición de corriente La unidad de mediciones para el flujo de electrones, o corriente eléctrica, es el amper. La unidad recibió el nombre en honor del científico francés Andrés Marie Ampere, quien vivió de 1775 a 1836 y realizó muchos descubrimientos importantes acerca del flujo de electrones. Ampere definió una unidad de corriente como un flujo de 6 250 000 000 000 000 electrones que pasan por un punto tan grande para medir el flujo de electrones porque la carga eléctrica en cada electrón es pequeña y se debe mover mucho de ellos para hacer que la carga eléctrica combinada sea lo suficientemente grande como para medirse. Esta gran cantidad de electrones se conoce como Coulomb. La unidad de flujo de corriente que usa en el trabajo eléctrico es el amper.

#### **2.2.4 Mediciones de la resistencia.**

La unidad para medir la resistencia es el ohm. Se le dio este nombre en honor de Georg Simón Ohm, físico alemán que vivió de 1787 a 1854. La unidad de resistencia es en realidad una unidad de calor. Cuando la resistencia se opone al flujo de electrones, la temperatura del material por el que fluyen los electrones se eleva, es decir se calienta. Todos los materiales por los que pueden fluir electrones ofrecen cierta resistencia. La resistencia puede ser muy pequeña, pero nunca es cero. Ohm definió una pequeña unidad de calor y propuso que cualquier material cuya temperatura pudiera elevarse en esa cantidad por flujo de un Ampere tendría una unidad de resistencia. El símbolo métrico para los ohms es, una letra griega llamada omega. Cuando se menciona la resistencia como característica eléctrica como en matemáticas se usa el símbolo R.

#### **2.2.5 Mediciones del voltaje.**

La unidad para medir la fuerza que existe entre puntos positivos y negativos es los volts. Esta unidad también recibió su nombre por un antiguo experimentador, el Conde Alessandro Volta, El voltaje es la cantidad de presión requerida para hacer que 1 ampere de corriente fluya a través de una resistencia de 1 ohm. El voltaje es una unidad de presión eléctrica provocada por una diferencia en el potencial eléctrico. La abreviatura estándar para los volts es V.

#### **2.2.6 Medidas más grandes o más pequeñas.**

La cantidad de voltaje, de flujo de electrones y de resistencia que usa en la práctica es a menudo demasiado grande o demasiado pequeña como para que se enuncie de manera conveniente en las unidades: volts, amperes y ohms. Existen muchos prefijos posibles que se pueden usar, pero en las instalaciones eléctricas los más comunes son los que presentan:

$$1\ 000\ X\ VOLT = 1\ KILOVOLT$$

$$1/1\ 000\ AMPERE = 1\ MILIAMPERE$$

$$1\ 000\ 000\ X\ OHM = 1\ MEGOHM$$

$$1\ 000\ X\ OHM = 1\ KILOHM$$

### 2.2.7 Volts.

Se utilizan grandes voltajes para transportar la potencia por las líneas de transmisión a través de las cuales las compañías suministradas el servicio. Estos voltajes son tan grandes que resulta más fácil hablar en términos de 1 000volts que de 1 vol.

### 2.2.8 Amperes.

Bajo ciertas condiciones, se puede presentar cantidades muy pequeñas de flujo de electrones en las instalaciones eléctricas. Para este tipo de situaciones es conveniente dividir el ampere en mil partes. El prefijo para cada una de esta parte es el de mili. El decir ( miliampere se abrevia mA.

### 2.2.9 Ohms.

La palabra ohms necesita un prefijo para dar a entender una gran cantidad. El prefijo mega significa un millón. La afirmación ese aislamiento resulta bueno para 50 megohms ese aislamiento ofrece una resistencia de 50 millones de ohms al flujo de electrones. La abreviatura estándar para la resistencia eléctrica  $-\Omega-$  se puede combinar con los prefijos métricos para representar miles de ohms  $-k\Omega-$  o millones de ohms  $-M\Omega-$ .

### 2.2.10 Ley de ohm.

La ley de ohm afirma que existe una sencilla relación matemática entre las tres características de la electricidad. Cuando existen las tres características de la electricidad. Cuando existe una trayectoria (voltaje) entre dos puntos y se crean una trayectoria (resistencia) para el flujo de electrones (corriente), el voltaje hará fluir la corriente y la relación entre las tres características:

1. - El voltaje en volts será igual al flujo de electrones en amperes multiplicado por la resistencia en ohms.
2. - El flujo de electrones en amperes será igual al voltaje en volts divididos entre la resistencia en ohms.
3. - La resistencia en ohms será al igual al voltaje en volts dividido entre el flujo de electrones en amperes.

Utilizando los símbolos V para el voltaje, I para el flujo de electrones y R para la resistencia, las mismas tres formulas se puede escribir:

$$V = I \times R$$

$$I = V / R$$

$$R = V / I$$

El voltaje ( o tensión) es una fuerza que se crea al cambiar el equilibrio de electrones y protones en los átomos, haciendo que los electrones dejen algunos átomos. Se mide en volts.

La corriente es el flujo de electrones que se presenta cuando se cuenta con voltaje y una trayectoria para el flujo. El flujo de electrones se mide en amperes.

La resistencia es una característica de la trayectoria para el flujo de electrones que se oponen al movimiento de tales electrones. La resistencia se mide en ohms.

El voltaje, el flujo de electrones y la resistencia están íntimamente relacionados. Se puede hallar cualquiera de los tres si se conoce los otros dos. La relación matemática entre el voltaje, el flujo de electrones y la resistencia se llama: ley Ohm.

### **2.3 La Potencia Reactiva es cara y no Productiva.**

Los motores, transformadores, hornos de inducción, lámparas fluorescentes, soldadoras, etc., consumen tanto potencia activa como potencia reactiva.

Como resultado de lo anterior, sin capacitores, la corriente es mucho mayor de la que realmente se necesita.

Este voltaje alterno continuamente entre un máximo positivo y un máximo negativo. Un ciclo completo incluye una alternativa positiva y una negativa. El número de ciclos por segundo es la frecuencia es la frecuencia la cual es designada con el símbolo "f" y se expresa en unidades de Hertz (Hz).

La estandarización de la frecuencia fue iniciada antes de la 1ª guerra mundial, pero no se pudo terminar dadas las condiciones de la guerra.

50 y 60 Hz son las dos frecuencias usadas a través de todo el mundo hoy en día. 50 Hz. Son usadas territorialmente en mayor cantidad que 60 Hz, los cuales existen principalmente en Norte y Sudamérica, a excepción de las regiones del sudeste de Sudamérica (Argentina, Bolivia, Chile, Uruguay y Paraguay) en donde se usan 50 Hz. Diversas colonias e islas francesas e inglesas usan 50 Hz. 60 Hz son también encontrados en Liberia (Africa), Korea, Las Filipinas, Taiwan (Así) y en algunas regiones de Arabia Saudita y Japón.

Los voltajes están en el rango de 190 a 660 Volts, pero predominantemente entre 380 y 415 Volts.

En México los voltajes de alimentación en baja tensión son suministrados en 220 y 440 V a una frecuencia de 60 Hz.

## 2.4 Los Tres Elementos de un Circuito.

Cuando una carga es conectada a la red, ( cuyo voltaje es expresado en Volts. V) entonces una corriente I, fluirá ( expresada en Ampers A)

### 2.4.1 La Resistencia.

Un horno eléctrico resistido, un radiador, una lampara incandescente de luz, etc. Son todas ellas cargas resistivas.

Tales cargas son referidas como si tuviera una cierta resistencia. Una resistencia es designada con el símbolo R y se expresa en unidades de Ohm ( )

Gráficamente la resistencia es representada así:

En un circuito puramente resistido, la corriente esta fase con el voltaje y es una función inmediata del voltaje. Por lo tanto, si el voltaje y la corriente esta en fase, tenemos que:

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

Una resistencia absorbe potencia ( en watts) igual a:

$$P = VI = RI^2 = \frac{V^2}{R}$$

Dependiendo del tiempo conectado, la energía se consume y pagaremos un cierto numero de KWH.

### 2.4.2 La Inductancia.

Al igual que la resistencia del circuito más común encontrado es el circuito inductivo. Cargas inductivas son encontradas en cualquier lugar donde haya bobinas involucrados, por ejemplo, en transformadores, motores, balastos para lamparas de descargas.

Las Inductancia son denotadas por la letra L y expresadas en unidades de Henrys (Hy). Gráficamente, la Inductancia (choque o bobinas) de representan así:

En un circuito puramente inductivo la corriente no esta en fase con el voltaje ya que va retrasada en 90 ° eléctricos

Un campo magnético el cual emplea energía es creado, entonces este campo es eliminado y la energía es restablecida. Sin perdidas por ejemplo en un circuito puramente inductivo, la potencia activa es nula.

No existe un consumo de energía a pesar de que la corriente ha fluido. La Inductancia consume potencia reactiva, usualmente expresada en Volts-Amper reactivo

Un circuito inductivo " puro " no existe en la practica. Los alambres conductores de la bobina tienen una cierta resistencia y hay perdidas en el circuito magnético sin embargo, puede decirse que la Inductancia consume una pequeña cantidad de energía activa.

### 2.4.3 Capacitores.

El capacitor es el tercer tipo de carga en un circuito.

Los capacitores son designados por la letra C y expresada en unidades de Farads (F).

En un circuito puramente capacitivos, no existe consumo de energía aun si hay una corriente circulando.

No obstante, el capacitor genera potencia reactiva expresada en VoltsAperes Reactivo. Del valor de la capacitancia podemos calcula la potencia reactiva.

$$Q = 2\pi fcv^2$$

### 2.5 Cargas Combinadas.

En la practica no esta constituida solamente por resistencia o capacitancia; estas tres cargas con frecuencia coexisten. Las diversas cargas son usualmente abastecidas directamente de la red principal de suministro eléctrico.

Estas cargas se describen siendo conectadas en paralelo.

El elemento común en este caso es la fuente de voltaje, es tomada al inicio del diagrama del vector.

La corriente total es la suma vectorial de las corrientes parciales.

En algunos casos el circuito puede ser en serie, por ejemplo, donde un estabilizador (balasto) es colocado en serie con un tubo de carga.

El inicio del diagrama del vector con el elemento común en este caso es la corriente.

En el siguiente diagrama el tubo de descarga ha sido aproximado a una resistencia

## 2.6 El Sistema de tres Fases.

### 2.6.1 Distribución de 3 Fases.

Un sistema se describe como sistema trifásico balanceado, cuando es de un grupo de 3 voltajes, con el mismo periodo y el mismo valor r.m.s., desfasados entre ellos por  $1/3$  del periodo ( $120^\circ$  eléctricos).

A fin de que el sistema pueda ser posible, es obvio que la suma algebraica de las corrientes debe ser nula durante cualquier intervalo de tiempo, no importando que tan pequeño sea.

### 2.6.2 Delta- Estrella.

El generador a la carga puede ser conectado ya sea en estrella o en delta. En una conexión estrella, el voltaje principal es igual a  $\sqrt{3}$  veces el voltaje por fase y la corriente principal igual a la corriente de fase.

Conexión Estrella

En una conexión delta, los voltajes de fase son iguales, la corriente principal es igual a  $\sqrt{3}$  veces la corriente de fase.

$$P = \sqrt{3}VI \cos \phi$$

### 2.6.3 Identificación de Fase.

Como una regla general, las fases son identificadas por las letras A, B y C. El orden de fase (sucesión de máximo voltaje) es 1, 2, y 3, por ejemplo A, B y C.

Cuando un motor está conectado en secuencia de fases ABC, este gira en la dirección de las manecillas del reloj. Y girará en contra de las manecillas del reloj, si dos fases son invertidas.

Estos es con frecuencias útil para identificar el orden de fase usando un pequeño motor trifásico en donde ambas fases y la dirección de rotación han sido identificadas.

También es posible identificar la dirección de rotación de fase por medio de un medidor estático.

## **2.7 Medición de Potencia.**

### **2.7.1 Principio.**

El principio de funcionamiento de un medidor de potencia se encuentra fundamentos en las Leyes de Faraday, que aplicadas a la medición de potencia se explican en su forma más simple de la siguiente manera:

Dos electromagnéticos son colocados en el medidor y se alimenta con el voltaje y la corriente a ser medido. El flujo resultante induce el troqué del disco el cual es proporcional a la potencia. La acción de frenado del disco es proporcionada por una magneto permanente.

### **2.7.2 Medición de la Energía Activa.**

En una red de distribución trifásica sin neutro dos wattmetros pueden ser usados para medir la energía activa.

Con el neutro, la corriente en las 3 fases debe ser medida.

### **2.7.3 Medición de la Potencia Reactiva.**

El principio es el mismo que para la medición de potencia activa, pero el flujo debido al voltaje de la bobina tiene que estar desfasado para la medición de corriente.

## **2.8 Valor del $\cos \Phi$ .**

Hemos visto previamente que el factor de potencia puede ser calculado cuando las potencias activas y reactivas son conocidas.

Este método puede también aplicarse para calcular el factor de potencia de la energía consumida durante un cierto periodo de tiempo.

Usando medidores de potencia activa y reactiva y un reloj, es posible determinar la energía consumida durante un periodo especificado de tiempo y así calcular el factor de potencia ( $\cos \phi$ ) durante este tiempo es necesario considerar la relación entre revoluciones del disco medidor por unidades de energía usada).



**CAPÍTULO III**  
**CALIDAD DE LA ENERGÍA**

## CAPITULO III

### CALIDAD DE LA ENERGÍA

#### 3.1 Distorsión Armónica.

##### 3.1.1 Consumos lineales.

Para estudiar las características de los sistemas eléctricos es usual considerarlos como resultados de la interconexión de diferentes bloques básicos:

Las fuentes de alimentadores, usualmente un voltaje sinusoidal.

1. El consumo, generalmente constituidos por resistencias Inductancia y condensadores de valores fijos.

Así, cuando el consumo es un calefactor eléctrico de 1000 W y el voltaje es de 220 V. Efectivos, el voltaje y la corriente tendrá la forma de Figura 1. Si el consumo es un motor de 1/6 HP con un rendimiento de 80 %, y el factor de potencia es de 0.85. entonces el voltaje y la corriente tendrá la forma de la fig. 2

##### 3.1.2 Consumo no lineales.

La electrónica a disposición de los hogares y las empresas diversos equipos capaces de controlar el producto final: Iluminación variable, velocidad ajustable, etc. Así aproximadamente un 50 % de la energía eléctrica pasa por un dispositivo de electrónica de potencia antes que sea finalmente aprovechada.

La electrónica de potencia emplea diodos, transistores y practicas de prácticamente todos ellos trabajan en el modo de interrupción (switching) Esto significa que trabajan esencialmente en 2 estados:

##### Estado de conducción.

Este corresponde a un interruptor cerrado. La corriente por el dispositivo T1 o T2 puede alcanzar valores elevados, pero el voltaje es nulo, y por tanto, la disipación de potencia en él es muy pequeña.

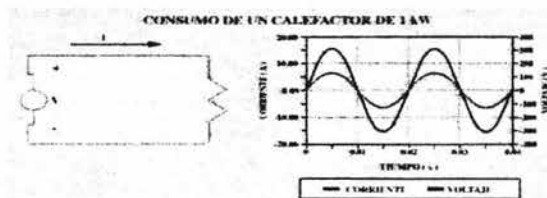


Figura 3.1

Consumo de un Calefactor de 1 kW

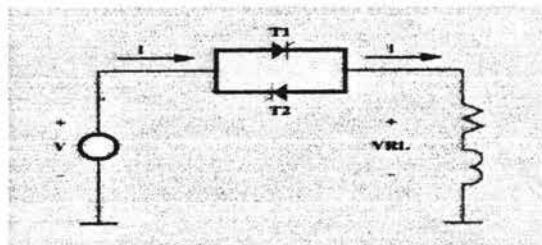
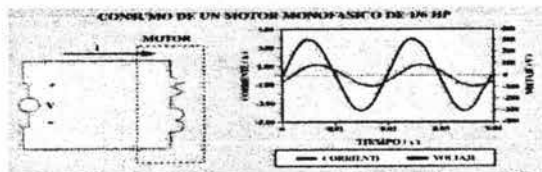


Fig.3.2  
Estado de bloqueo.

Corresponde a un interruptor abierto. La corriente por el dispositivo T1 o T2 es muy pequeña y el voltaje es elevado: así la disipación de potencia en el dispositivo también es pequeña en este estado.

Todos los semiconductores de potencia pasan rápidamente de un estado a otro, mediante circuitos que consumen usualmente menos de 5 W se realiza el control de estos dispositivos.

La fig. 3.2 muestra un dispositivo para controlar la corriente en una línea constituida por un inductor inducción y una resistencia. El voltaje se interrumpe por los semiconductores y deja de ser sinusoidal en la carga: la corriente es nula en determinados intervalos de tiempo.

El usuario puede controlar los instantes de conducción y por tantos varia el voltaje y la corriente.

Al resultar corrientes no sinusoidales se hablan de distorsión armónica y de consumo no lineales.

Descomposición de una señal de voltaje o corriente en componentes armónicas.

### 3.2 Planteamiento general.

La corriente o el voltaje no sinusoidal se puede expresar mediante diversos componentes, llamados armónicas:

La tabla 1 muestra el análisis armónico de la corriente, en amperes y en porcentaje, correspondiente a la corriente de la figura 3 cada armónica tiene su fase y su amplitud; en general, las armónicas de orden par son nulas debido a que los dispositivos actúan en forma simétrica y periódica.

Las armónicas de orden elevado son pequeñas en magnitud, fundamentalmente debido a que las variaciones son suavizadas por la presencia de inducción en el sistema. La presencia de armónicas pares es síntoma de que el control de los semiconductores está desajustado y la presencia de armónicas elevadas pudo ser indicio de variaciones bruscas de voltajes o corriente que puede conducir a un deterioro del equipo bajo radio interferencia en equipo de radio y televisión.

La fig. 3.3 muestra una forma de onda senoidal, dos de sus armónicas y el resultado de suma esas dos armónicas con su fundamental.

### 3.3 Armónica armónico de la corriente armónica de un controlador de luz incandescente.

Un sistema similar al mostrado en la figura 3, se emplea para regular la iluminación emitida por una lámpara de luz incandescente. A máxima intensidad, los semiconductores conducen todo el tiempo, y el voltaje y corriente resultante sinusoidales.

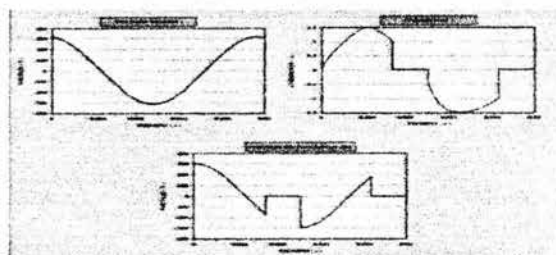


Fig. 3.3

Dispositivo de control de la corriente y el voltaje de un circuito lineal.

Para disminuir la iluminación se hace conducir los semiconductores durante un tiempo menor, disminuyendo la potencia en la lámpara. En estas circunstancias, la corriente por la lámpara; se observa que entre un 15 % y un 75 % de luminosidad, la corriente de armónicas tres inyectada fluctúa entre 0.18 y 0.20. A máximo, es decir aproximadamente un 30 % de la corriente nominal de la lámpara.

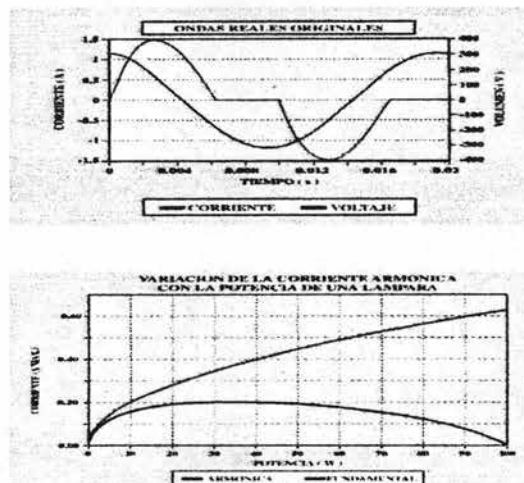


Fig. 3.4

### 3.3.1 Armónicas producidas en rectificadores: computadoras y televisiones.

Existen diversos equipos cuyo consumo es no-lineal televisiones y computadoras son de empleo masivo y por tanto, las armónicas que inyectan han sido motivo continuo de análisis su normalización. La razón por la cual su consumo es no-sinusoidal se relaciona en él empleo de un circuito de rectificadores o fuente de poder de alimentación. La figura 6 muestra un diagrama básico de circuito rectificador y la forma de onda de la corriente que se observa en la red 220 V. Básicamente, el circuito con diodos conduce solo en el instante en que el voltaje se acerca al valor máximo: en ese instante se recarga el condensador que mantiene constante simulando una batería de voltaje constante) el voltaje en bornes del rectificador.

Quando el voltaje sinusoidal es inferior al voltaje del condensador el diodo dejan de conducir. El resultante es que prácticamente todas las computadoras y televisiones tienen un consumo de corriente pulsante, como el mostrado en la figura 6, los pulsos de corriente en todos los televisores y computadores. La norma IEC 555-2 establece las exigencias sobre armónicas que deben cumplir todos aquellos equipos que consumen menos de 16 A por fase en la red de 220 v a 415 V. Entre ellos figuran las computadoras personales y los televisores.

La tabla 2 muestra los límites que todo equipo de mas de 50 W debe cumplir. Bajo esa potencia no existirá límites algunos. La Norma establece los límites sobre la base de valores eficaces (r.m.s) de cada armónica. La relación entre valores eficaz máximo es:

Los límites expuestos en la tabla 2 se aplican, a modo de ejemplo, al consumo de una computadora personal que posee una fuente de poder de 200 W. La fuente tiene una eficiencia de un 75% de modo que absorbe de la red 267 W. La tabla 3 señala los límites derivados del estándar. En este caso, como en todo equipo menor que 670 W, el límite está impuesto por el valor en mA/W descrito en la Norma.

Así, usualmente las computadoras distorsionan la red con una corriente armónica que es levemente superior a la admitida por la Norma. Debe hacerse notar que, en 1982, la Norma IEC solo establece al límite absoluto en amperes indicando en la tabla 2, que en el caso de la armónica once es 0.33 A, es decir bastante superior al límite acertado en la actualizada.

La solución al problema, entre otras consiste en agregar una inductancia en serie con la fuente ( del orden de 10 m. H). Con ello los valores se modifican y practican cumplen con lo exigido. En todo la Norma permite inyectar un 75 % armónica tres, situación que será necesario considerar en los diseños de alumbrado.

### 3.3.2 Armónicas en sistemas Trifásicos.

Un sistema trifásico está constituido por tres voltajes de igual amplitud, pero desfasados en 120°.

Suponemos que, conectado a la fase A se tiene consumo no-lineal:

Si en la fase B tiene conectado un consumo idéntico, la corriente será idéntica pero desplazada en 120°, tal como se muestra en la figura. Analíticamente, entonces la armónica tres se desplaza en 3 veces 120° ( o sea 360° ) mientras la fundamental solo en 120°. Análogamente, la armónica cinco se desplaza en 5 veces 120°. Análogamente, la armónica cinco se desplaza en 5 veces 120°. Análogamente, la armónica cinco se desplaza en 5 veces 120° y así sucesivamente.

ARMÓNICA	LÍMITE (A rms)	ONDA FIG. 6 (A rms)
1	— — —	1.201
3	0.908	0.977*
5	0.508	0.620*
7	0.266	0.264
9	0.133	0.068
11	0.094	0.114*
13	0.079	0.080*
15	0.069	0.029
17	0.061	0.042
19	0.054	0.044
21	0.049	0.019
23	0.045	0.020

Tabla 3  
Límites aplicados a un PC de 200 W

Las corrientes por el conducto de neutro son:

El resultado, gráficamente se muestra en la figura 7 se observa que prácticamente la corriente de neutro es de armónica tres. Analíticamente:

Al sumar las corrientes desplazados en 120 grados el resultado es nulo; las que quedan desplazados en 360° no se anulan sino que se suman de este modo:

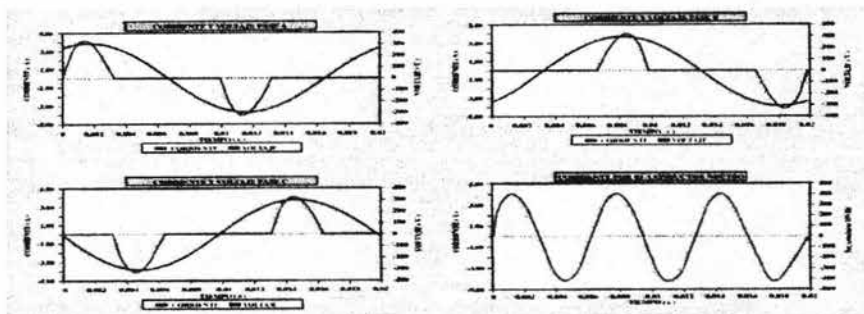


Fig.3.5  
Corriente armónicas equilibradas en un sistema trifásico.

Bajo la hipótesis de un sistema con idéntico consumo no-lineales en las tres fases, circulan una corriente por el neutro igual a 3 veces la corriente de armónica tres que circulan por una fase. Esto significa que si un consumo esta constituido solo por computadoras televisores, la corriente por el neutro serán superior a la corriente de fase y este deberá dimensionales tomando en consideración lo anterior.

Armónica	Corriente fase A ( $I_A$ )		Corriente neutro ( $I_N$ )	
	[A rms]	[A rms <sup>2</sup> ]	[A rms]	[A rms <sup>2</sup> ]
1	1.201	1.442	0.000	0.000
3	0.977	0.955	2.931	8.591
5	0.620	0.384	0.000	0.000
7	0.264	0.070	0.000	0.000
9	0.069	0.005	0.204	0.042
11	0.114	0.013	0.000	0.000
13	0.089	0.008	0.000	0.000
15	0.029	0.001	0.087	0.008
17	0.042	0.002	0.000	0.000
19	0.044	0.002	0.000	0.000
21	0.019	0.000	0.057	0.003
23	0.020	0.000	0.000	0.000
TOTAL	1.698	2.882	2.940	8.643
	[A rms]	[A rms <sup>2</sup> ]	[A rms]	[A rms <sup>2</sup> ]
	100%	---	173%	---

Tabla 4  
Corriente de fase y corriente de Neutro.

### 3.4 Tableros exclusivos dedicados a computadoras.

Es común observar en grandes edificios, que se deja un tablero de uso exclusivos para conectar computadoras y equipo electrónicos. Si este tablero es trifásico, se tendrá en las tres fases un consumo similar al mostrado en la figura 7 (detallado en la tabla 3) y por el neutro circulan las corrientes armónicas impares múltiplos de 3 (3,9,15,21). La tabla 4 muestra el resultado que se obtiene.

Se ha agregado una columna con los valores al cuadrado para facilitar la realización de la suma total necesaria para calcular el valor efectivo r.m.s total. El resultado es que la corriente de neutro resulta igual a 1.73 veces la corriente de fase, situación que si no es prevista por el proyectista producirá problemas: Normalmente el conductor de neutro no tiene protección de sobrecarga.

### 3.5 Corriente medidas en un edificio de oficinas.

Los valores reales medidos en edificios confirman lo anterior. La tabla 5 muestra el consumo por fase y el del neutro en 8u edificio (1), observándose incrementos de la corriente de neutro con respecto a las de fase.

#### 3.5.1 Corriente de entrada de fuentes de poder no interrumpidas trifasicas.

En sistemas computacionales de gran valor es usual emplear fuentes de poder no interrumpidas (UPS) para alimentar los consumos durante los cortes de energía, también, para garantizar que la alimentación de los equipos tenga una regulación adecuada. Esta fuente de poder es rectificadora similares a los ya explicados, por tanto inyecta armónicas a la red.

Las fuentes de poder no interrumpidas pueden ser monofasicos, como las ya analizadas, o trifasicas, es decir, sobre la base de un rectificador trifasico se carga las baterías de respaldo para los momentos en que no hay energía. Este rectificador trifasico no tiene conexión de neutro; Esto imposibilita la circulación de armónicas múltiplos de 3 por cada fase de un rectificador trifásico. Al realizar el análisis armónico de esta corriente se observa que la Armónica más importante es la numero cinco, es decir, de 250 Hz, lo que corresponde a un 18% de la corriente fundamental Figura 9.

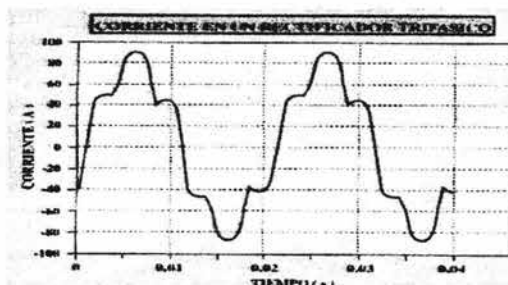


Fig. 3.6  
Corriente por fase de un rectificador trifásico



### 3.5.2 Efectos de las corrientes armónicas.

La figura 10 muestra el circuito equivalente de un sistema típico constituido por un transformador de alimentación, un banco convencional de condensadores y una fuente de armónica que inyecta 38 a de armónica cinco, correspondiente a 250 Hz de una frecuencia fundamental de 50 Hz.

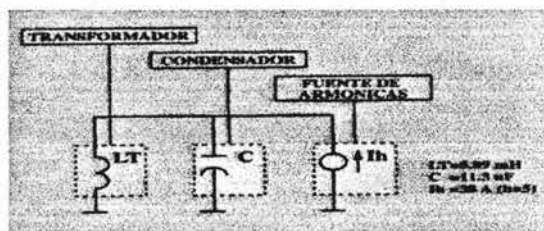


Fig. 3.7  
Circuito equivalente

El voltaje del sistema analizado es 20 kv.

Es decir, se trata de una distorsión de un valor normal aceptado por Normas.

Al conectar el condensador de componentes de factor de potencia, el voltaje armónico será:

La distorsión del sistema crece. Pero lo que es mas grave, el sistema presenta una resonancia alrededor de la armónica trece. En efecto:

Esto significa que los condensadores aumentan la distorsión en un sistema y contribuyen a producir el fenómeno de Resonancia, es decir un aumento de la distorsión enormemente elevado, que termina por hacer explotar condensadores o transformadores, si es que las protecciones no operan debido precisamente a la presencia de armónicas en el sistema.

### 3.5.3 Compensación con condensadores antiresonantes.

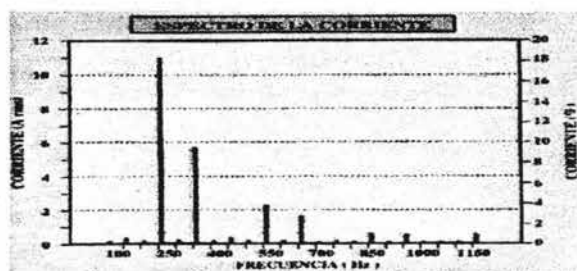


Fig. 3.8  
Análisis espectral de la corriente de fase de un rectificador

La fig. 11 muestra la solución del problema de compensar reactivos en sistemas distorsionados. Básicamente consiste en agregar una inducción en serie con el condensador de compensación de reactivos:

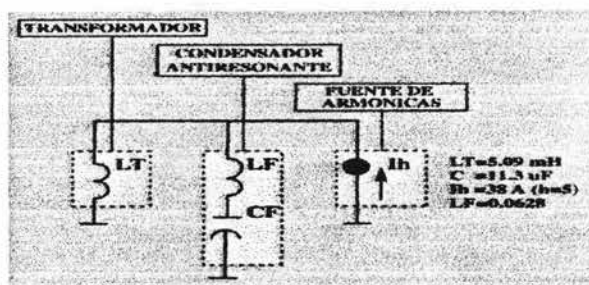


Fig.3.9  
Compensación de potencia reactiva antiresonante.

La tabla 6 muestra los valores de las impedancias en cada armónica:

$Z_T$  = impedancia del transformador

$Z_f$  = impedancia del filtro

$Z_{EQ}$  = impedancia ( paralelo de transformador y filtro)

Empleando los valores de la tabla 6 es posible calcular la distorsión de tensión:

Es decir, la distorsión del sistema disminuye lentamente. Sin embargo. Lo mas relevadores

Es decir la distorsión del sistema disminuye lentamente es que han desaparecido los riesgos de resonancia, pues el sistema Lf, se comporta como una Inductancia de los condensadores antiresonantes comparados con el de los condensadores convencionales.

### 3.5.4 Incremento de perdidas: El factor K.

Las corriente armónicas producen un incremento de las perdidas. Particularmente en el interior del transformador se producen dos perdidas relevantes:

Las perdidas proporcionales a la resistencia de los devanados y a la suma a los cuadrados de las corrientes fundamentales y armónicas.

Las perdidas por corriente parásitas ( eddy currents) que son proporcionales al cuadrado de la corriente armónica y al cuadrado de la corriente armónica y al cuadrado del orden de la armónica.

En cables y conductores de cobre solo la primera de ellas este presente y por tanto, es relativamente simple calcularlas con los procedimientos hasta ahora indicados.

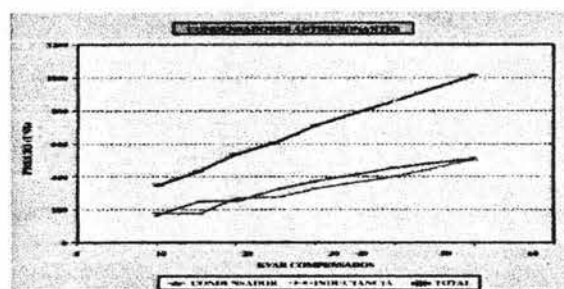


Fig.3.10  
Precio de condensadores antiresonante (baja tensión)

En el caso de transformadores sometidos a corrientes armónicas, existen ambas pérdidas y el cálculo es más complicado. El procedimiento que se describe a continuación se basa en la Recomendación IEEE C57 mediante:

De no existir un dato más fidedigno, es posible que en ausencia de armónica, las pérdidas por corriente parásitas son un 15% de las pérdidas por resistencia en los devanados.

Se define el factor de K de una corriente mediante:

El valor de  $I_h$  en 0/1 es:

Empleando esta definición, la máxima corriente que soporta un transformador es

La figura 13 muestra el valor esta corriente en función de k. Se observa que si el valor de K es 15 entonces la máxima corriente que soporta un transformador es 0.6 veces la nominal.

En la tabla 7 se muestra valores habituales de las corrientes armónicas en un rectificador trifásico. Simultáneamente, en la misma tabla calcula el factor K.

De la carga anterior se deduce que el factor K de un puente rectificador trifásico convencional es 2.72, de modo que observando la gráfica  $i$ , la carga máxima que soporta un transformador es 90.4% de la nominal, si la unidad cargada que existe es el rectificador citado.

En la actualidad existe transformadores diseñados para trabajar en sistemas con valores de K especificados en su placa.

6. Errores de instrumentación convencionales por efecto de las armónicas

La presencia de armónicas afectadas severamente la lectura de los instrumentos, lo que implica tomar en cuenta diversas precauciones al realizar una lectura. El análisis que se realizan a continuación se refiere a los instrumentos de uso frecuente.

### 3.5.5 Instrumentos de aguja de tipo electrodinámico.

Estos instrumentos son de uso común en tableros industriales. Su principio de función es tal que indica el verdadero valor efectivo (true rms) de la onda, dado que emplean inductivas y solo consideran usualmente hasta la armónica cinco en forma fidedigna. Su mayor problema se relaciona con la calibración, ya que al existir piezas mecánicas giratorias, el roce provoca un error de lectura.

### 3.5.6 Instrumentos digitales con rectificador a la entrada.

La gran mayoría de los instrumentos digitales a la entrada disponible de un rectificador de modo tal que lo que mide realmente es el valor medio de la onda rectificada. Si la onda es sinusoidal, el instrumento mide un valor inferior al valor eficaz. En la medición de corrientes como las registradas en computadoras, el instrumento mide un 30 % menos que el valor efectivo (rms de la corriente: Tal muestra valore medidores en unos edificios de oficinas.

En el caso de la medición de corriente de neutro, es muy frecuente que un instrumento digital con rectificador mida con errores. En efecto, si la corriente de neutro tiene la forma señalada, entonces la medición es precisa, ya que si la onda es de 150 Hz entonces es aproximadamente sinusoidal: pero si el consumo es desequilibrado (situación que no se observa en la tabla) entonces el error en la medición de corriente por el neutro será también elevado, debido a que se tendrá una componente de 50 Hz sumada con otra de 150 Hz.

### 3.5.7 Instrumentos de valor verdadero (true rms)

En estos instrumentos digitales se emplea un sensor que registra la elevación de temperatura con una resistencia por la cual circula la corriente efectiva de la corriente ( o el voltaje) incluyendo todas las armónicas: Debido a que se mide un fenómeno térmico el instrumento no es apto para medir consumo de rápida variación, registrando usualmente una medición cada 1 o 2 segundos.

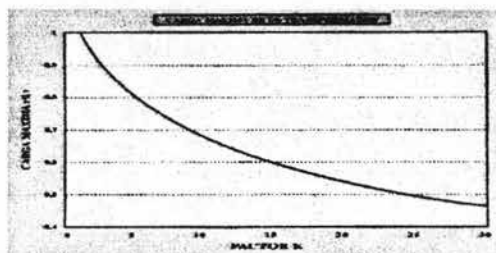


Fig.3.11  
Carga máxima en un transformador en función del factor K

Otros equipos de mayor calidad realizan la medición empleando un convertidor analógico-digital (llamado de doble rampa) el proceso de lectura en este caso toma 400 milisegundos.

### **3.5.8 Instrumento para medir armónica.**

Para determinar el contenido de la corriente o el voltaje, no existe otro procedimiento que emplea un medidor de armónicas, que generalmente despliega en pantalla las formas de onda, el valor de la fundamental y de cada armónica, el valor efectivo, el valor máximo y la distorsión total.

### **3.6 Regulación de voltaje.**

La causa principal para cuantificar las variaciones de voltaje respecto al valor nominal, es garantizar el funcionamiento de equipos en rangos específicamente determinados. Los equipos en rangos específicamente determinados. Los equipos que son más afectados por una mala regulación de voltaje son las luminarias ( que disminuye fuertemente su vida útil cuando el voltaje y a veces no funcionan cuando el voltaje es muy bajo).

Una caída de voltaje elevado en el sistema de transformación se puede deber a:

Transformación subdimensionados

Cable subdimensionados.

### **3.7 Normas.**

Las Normas Internacionales plantea las siguientes holguras con respecto al voltaje nominal en cualquier punto de conexión entre una empresa eléctrica y cada usuario:

- a) En baja tensión (BT). Excluyendo periodos con interrupciones de suministro, el voltaje deberá estar dentro del rango de  $-7.5\%$  a  $+7.5\%$  durante el  $95\%$  del tiempo de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro: se entiende por BT los voltajes nominales de 127 V hasta 5 Kv. Entre fases.
- b) En Media tensión (MT). El rango de voltaje deberá estar entre  $-6.0\%$  y  $+6.0\%$  en las mismas condiciones descritas en el párrafo a. Se define como MT a los voltajes mayores que 5 KV y menores o iguales a 35 KV entre fases.
- c) En alta tensión (AT). Se distinguen dos casos:  
Tensiones Normales menor o igual a 134 KV El rango de voltaje deberá estar entre  $-5.0\%$  y  $+5.0\%$ .

Sé entiende por AT los voltajes superiores a 35 Kv. Entre fases y menores o iguales a 230 KV entre fases Los voltajes superiores se denominan EAT, es decir alta tensión.

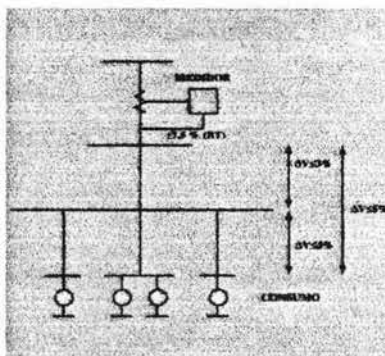


Fig.3.12

**CAPÍTULO IV**  
**PROTECCIÓN ELÉCTRICA**

## **CAPÍTULO IV**

### **PROTECCIÓN ELÉCTRICA**

#### **4.1 Características operativas de una instalación eléctrica.**

La electricidad es innegablemente un factor que contribuye al desarrollo de la nación y un elemento facilitado de la vida de las personas, pero al mismo tiempo, puede ser causa de accidentes que asegura la integridad de las personas y de los equipos

Por esto es de gran importancia el conocimiento que el profesional eléctrico de las protecciones eléctricas, para la seguridad de los bienes y los usuarios a los servirá unas instalaciones determinada.

Durante su funcionamiento, toda instalación eléctrica puede presentar dos estados operativos:

##### **4.1.1 Estado operacional normal.**

Es el estado de funcionamiento de una instalación en el cual todos los parámetros de los circuitos (voltajes, consumo, corriente, frecuencia, temperatura de los conductores, etc.) se encuentra dentro de los márgenes previstos.

##### **4.1.2 Estado de operación anormal.**

Cuando unos o más parámetros de las instalaciones eléctricas exceden las condiciones previstas decimos que el circuito esta operado anormalmente. En este caso ocurren situaciones como el sobreconsumo, el aumento de temperatura en los conductores, variación de voltaje, cortocircuito, etc.

Según la gravedad que presenta las anomalías, estas a su vez se clasifican en:

##### **Perturbaciones.**

Corresponde a las anomalías de duración que no constituyen riesgos para la operación de una instalación eléctrica. Por ejemplo, son perturbaciones de este tipo las variaciones momentáneas de voltaje

##### **Fallas.**

Estas son anomalías en las cuales se ponen la integridad de las instalaciones eléctrica, de los bienes materiales y la vida de las personas. Debido a la gravedad extrema de la situación anormal, el sistema eléctrico no pudo continuar operando. Los tipos de fallas más comunes son las sobrecargas, los cortocircuitos, las fallas de aislamiento, el corte de conductores, etc.



## 4.2 Tipo de Fallas.

### 4.2.1 Sobrecarga.

Se produce cuando la magnitud del voltaje o corriente supera el valor previsto como normal para la instalación (llamada valor nominal).

Es un conjunto de aparatos situados en el origen de la instalación interior cuya finalidad es la protección, la seguridad y la maniobra, y consta de los siguientes elementos (por orden de colocación en el cuadro):

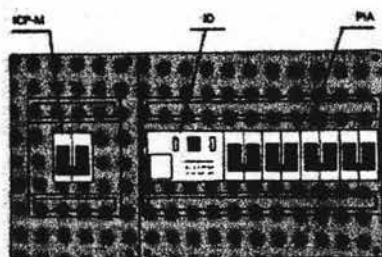


Fig.4.1  
Interruptor Termomagnético.

- Interruptor automático de corte omnipolar (ICP-M) y que estará calibrado en función de la potencia contratada.
- Interruptor Diferencial (ID).
- Pequeños interruptores automáticos (PIA), en número igual al de circuitos interiores y de acuerdo con el grado de electrificación de la vivienda.
- Un borne de tierra para la verificación de aislamiento con respecto a tierra de los conductores activos de la instalación interior.

Las sobrecargas de corriente más comunes se originan en el exceso de consumo en la instalación eléctrica.

Debido a esta situación de mayor demanda, se produce un calentamiento excesivo de los conductores eléctricos, lo que puede conducir a la destrucción de su aislamiento provocando incluso su inflamación, con el consiguiente riesgo para las personas y la propiedad.

### 4.2.2 Cortocircuito.

Es la falla de mayor gravedad para una instalación eléctrica. En el cortocircuito el nivel de corriente alcanza valores tan altos, que los conductores eléctricos se pueden fundir en los puntos de falla, produciendo calor, chispa e incluso flamas generando un riesgo de incendio del inmueble.

Los cortocircuitos se pueden originar por la unión fortuita de dos líneas eléctricas entre las cuales existe una diferencia de potencial.

#### 4.2.3 Falla de aislamiento.

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

#### Vivienda todo eléctrico. Esquema unifilar de principio

Esquema unifilar sugerido para viviendas con múltiples aplicaciones eléctricas.

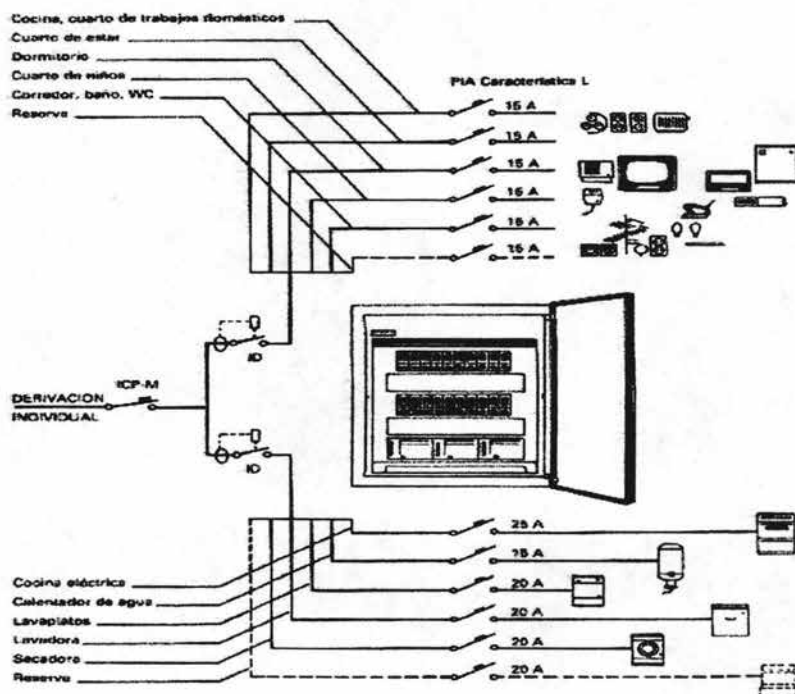


Fig.4.2  
Esquema Unifilar.

El origen de las fallas de aislamiento esta en el envejecimiento del mismo, los cortes de algún conductor, uniones mal aisladas, mala ejecución de las reparaciones, uso de artefactos en mal estado, etc.

Como hemos visto, la instalación eléctrica se debe diseñar para que en situaciones de mal funcionamiento ante una perturbación, sea capaz de soportar esta anomalía pasajera y volver a operar correctamente, sin arriesgarla integridad de las personas.

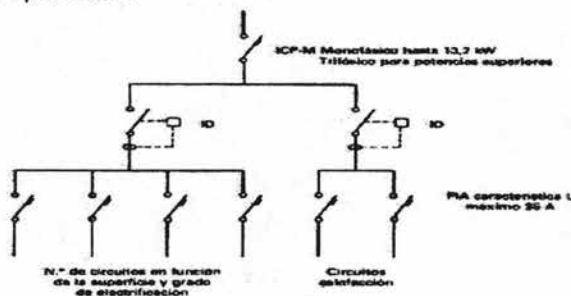


Fig.4.3  
Esquema unifamiliar para viviendas con calefacción eléctrica integrada.

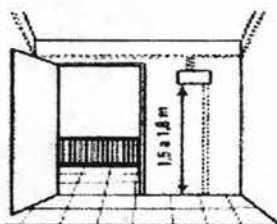


Fig.4.5  
Su altura o distancia al suelo estará comprendida entre 1,5 y 1, 8 metros.

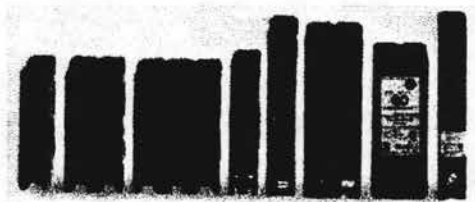


Fig.4.6  
Interruptores termomagnéticos

### 4.3 Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

Cualquier instalación eléctrica debe estar provista de protecciones, cuyo objetivo es reducir al máximo los efectos producidos por un cortocircuito o una sobrecarga.

Para que esto sea posible, las protecciones deben ser diseccionadas adecuadamente según las características del circuito. Las protecciones comunes que existen son:

- Los fusibles
- Los disyuntores termo-magneticos.

#### 4.3.1 Función de los fusibles.

Los fusibles son elementos de protecciones de las instalaciones o sus componentes, diseñados para interrumpir la corriente por la función de uno de sus partes integrantes, cuando los valores de corriente en el punto protegido exceden de ciertos valores establecidos durante un tiempo preestablecido.

Los fusibles están compuestos por un solo conductor de bajo punto de fusión, que se sustenta entre dos cuerpos conductores, en el interior de un envase cerámico o de vidrio, que le da su forma característica al fusible.

Este hilo conductor permite el paso de corriente por el circuito mientras los valores de esta se mantengan entre los límites aceptables. Si estos límites son excedidos, el hilo se funde, aislando la falla y protegiendo así la instalación de los efectos negativos de este exceso.

La sección que debe tener un hilo fusible para fundirse a una determinada corriente, es establece recordando la ley de joule, de la cual se puede derivar la siguiente expresión:

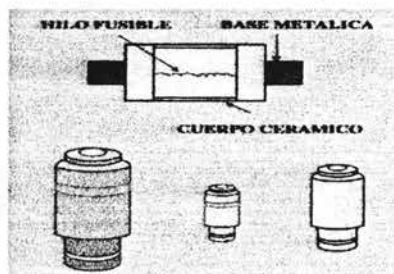


Fig.4.1  
Fusibles

Para determinar que la protección brinda por un fusible a una instalación o artefacto en particular sea efectiva se le debe seleccionar de modo que la magnitud de la corriente que lo haga operara, el tiempo en que dicha operación se produzca y la capacidad de ruptura del fusible sean las adecuadas a las características del consumo y de la instalación en el punto que el fusible este colocado.

#### 4.3.2 Clasificación de los fusibles.

Los fusibles utilizados en instalaciones de baja tensión se clasifican según sus características de funcionamiento.

**Fusible L:** para uso domestico, son empleados para la protección de cables y conductores, protegen los circuitos contra las bajas y altas sobrecargas, y por supuesto, contra los cortocircuitos.

**Fusibles M:** Para uso industria, m protegen instalaciones y aparatos de conexiones contra las elevadas sobrecargas y los cortocircuitos; Ellos están calculados para resistir a ciertas sobrecargas como, por ejemplo, arranque de motores. , Estos fusibles deben pues estar obligatoriamente asociados a un dispositivo de protección térmica contra las débiles sobrecarga como por ejemplo, arranque de motores. Estos fusibles deben pues estar obligatoriamente asociados a un dispositivo de protección térmica contra las débiles sobrecargas.

**Fusibles R:** De uso general y para protección de semiconductores.

El tipo de fusibles utilizados es el L, que provocan una desconexión del circuito, para sobrecarga como frente a situación de cortocircuito.

#### 4.3.3 Curva característica de los fusibles.

En los fusibles de la clase M, la corriente de interrupción es cuatro veces su intensidad nominal, por lo que se utilizan solo cuatro veces su intensidad nominal, por lo que se utiliza solo para la protección contra cortocircuito y no contra sobrecargas. Por ejemplo, si la capacidad nominal del fusible M es de 10 amperes, su hilo conductor se funde a los amperes.

La operación de un fusible, es decir, la intensidad de corriente frente a la cual actúa la protección, se refleja en la curva característica para cada tipo de fusible. Esta curva es una gráfico en el cual se indica el tiempo que demora el hilo en fundirse, según el nivel de corriente que existe, En la figura se muestra la curva característica de un fusible de la familia L.

En esta curva se distingue claramente tres zonas, que delimitan la operación del circuito que los fusibles esta protegiendo:

**Zona 1:** Es la zona en condiciones normalmente de operación. La protección fusible no actúa, porque la intensidad de corriente de operación es menor a la corriente nominal ( $I_n$ ) del fusible.

**Zona 2:** zona bajo condiciones anormales de operación, en situaciones de sobrecarga.

La protección fusible actúa en tiempos superiores a los 10 segundos, dando la posibilidad de que la sobrecarga desaparezca antes de ese tiempo y el sistema continúe operando. Esto es útil cuando un circuito existe artefactos que momentáneamente generan una sobrecarga, por ejemplo, el encendido de motores pequeños como el del refrigerador, el encendido de iluminación incandescente, etc.

**Zona 3:** zona en condición anormal de operación, en situación de cortocircuito. La protección fusible actúa en tiempos inferiores a 10 segundos, pudiendo llegar a tiempos de operación de milésimas de segundos, según la magnitud de la falla. Si el aumento de intensidad es muy violenta, el fusible funde casi instantáneamente.

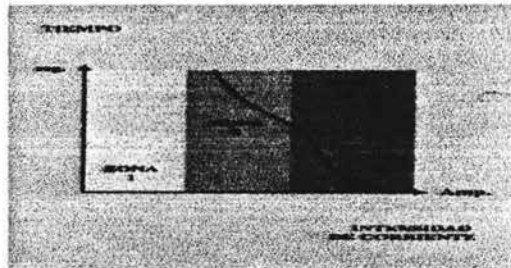


Fig.4.2  
Curva de un fusible L.

#### 4.3.4 Selección de una protección fusible.

Para dimensionar una protección fusible que resulte eficiente y adecuada a un circuito eléctrico determinado, hay que considerar que la protección no debe operar frente a condiciones información sobre los fusibles que vamos a usar:

- Intensidad mínima (1 min.): Corriente mínima de operación que origina la función del hilo fusible (este valor se sitúa entre 1,6 a 2 veces la corriente nominal de los fusibles).
- Tiempo de operación (top): tiempo en que el hilo fusible demora en fundirse.
- C). Intensidad nominal (In): corriente nominal del protector fusible.

Como criterios de dimensiones, deben elegir la protección fusible que cubre los requisitos antes descrito. Por ejemplo, si se tiene un circuito de alumbrado de 10 amperes, elegiremos un fusible con  $I_n = 10 \text{ A}$ , de manera que para valores inferiores de corriente 1 mínima aproximadamente 16 A), la operación no actúa, pero si lo hará para valores superiores.

Los fusibles se caracterizan en su operación, por

- Alta seguridad de protección.
- Perdidas reducidas ( calentamiento).
- Bajo costo de mantenimiento y reposición.
- Gran capacidad de ruptura ( corriente máxima que la protección puede aislar en un cortocircuito).

La principal desventaja de este tipo de protección es que son fácilmente alterables, lo que puede ocurrir al reemplazarlos cambiando los valores apropiados, por ejemplo, reemplazar un fusible de 10 amperes por uno de 20 amperes.

#### 4.3.5 Disyuntores termo-magneticos.

Los disyuntores termo-magneticos, conocidos comúnmente como pastillas o breakers, son dispositivos de protección que se caracterizan fundamentalmente por:

- Desconectando o conectando a voluntad un circuito eléctrico en condiciones de operación.
- Desconectando un circuito eléctrico en condiciones de falla ya sea frente una sobrecarga o frente a un cortocircuito.
- Es posible que se utilice nuevamente después de la corrección de una falla, a diferencia de los fusibles a una falla se debe a dos tipos de elementos.

El disyuntor termo-magnetico es un interruptor que desconecta el circuito, cuyo accionamiento frente a una falla se debe a dos tipo de elementos:

##### 4.3.5.1 El elemento térmico.

Este dispositivo de protección esta formado por un bimetetal, mismo que se dilata con el que produce el exceso de corriente, haciendo actuar el mecanismo de apertura del interruptor, que desconecta el circuito.

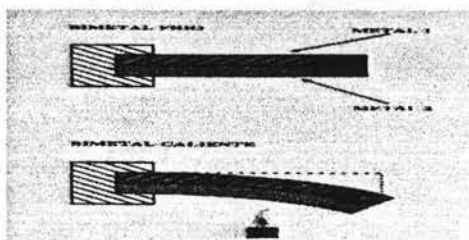


Fig.4.3.

Esquema del elemento térmico

Todos los materiales. Cuando aumenta la temperatura aumenta su longitud. Así por ejemplo, en verano las líneas eléctricas aéreas describen una curva mayor que en invierno, producto de la mayor temperatura.

El bimetálico es una pieza formada por dos trozos de distintos metales, los que se dilatan en forma diferente. Al estar unidos, como uno de los metales se alargan en menor proporción que el otro, la pieza se curva.

La curvatura que se origina en el bimetálico es regulada para que sea proporcionada a la corriente que circula a través del circuito.

Cuando la corriente supera el valor permitido, la curvatura llega a un punto extremo que hace actuar un mecanismo de desenganche, logrando el disparo (desconexión) del interruptor y aliviando la sobrecarga.

La protección térmica actúa especificaciones para sobrecargas, pues el calentamiento del bimetálico es equivalente al calentamiento de los conductores de los circuitos. La protección no es instantánea, sino que demora un tiempo en actuar, por lo que se define como de tiempo retardado.

Esto se puede apreciar en la gráfica que muestra la relación entre tiempo e intensidad de corriente en una protección térmica, donde se define dos zonas:

**Zonas 1:** Situación de operación normal del circuito. La instalación absorbe la corriente sin que la protección actúe, hasta que se alcanza el valor  $I_n$  (intensidad de corriente nominal de la protección).

**Zona 2:** situación de operación anormal del circuito. Si la corriente es mayor que  $I_n$ , la protección actúa desconectando el circuito. Así mientras mayor sean la corriente de sobrecarga, la protección actúa en menor tiempo.

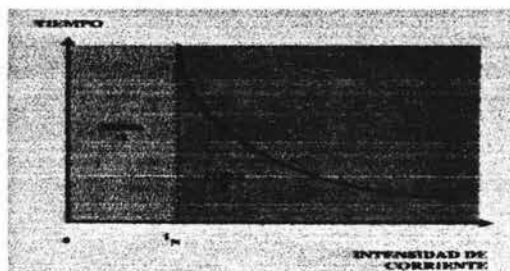


Fig.4.4  
Curva de la Protección Térmica



Esta parte de la protección esta formada por una bobina, es decir un conductor enrollado con gran cantidad de vueltas alrededor de un núcleo magnético, que al ser recorrido por una corriente eléctrica genera una acción magnética. Esta bobina esta conectada en serie con el circuito que se va a proteger. Cuando la corriente alcanza un valor muy grande ( dos o más veces la corriente nominal del disyuntor), el magnetismo generador atrae un contacto móvil que activa la desconexión del interruptor. Esto ocurre en un lapso que muestra la curva de operación del elemento magnético.

Por una gran rapidez de disparo (desconexión), la protección magnética se utiliza para aislar las fallas producidas por cortocircuito.

En la figura aprecia un disyuntor termo-magnético real, con sus diferentes elementos:

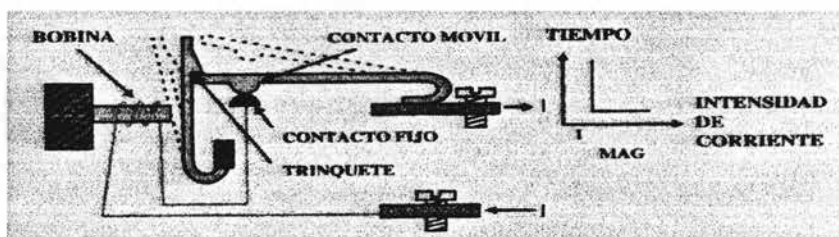


Fig. 4.5.  
Esquema del elemento magnético

- Dispositivos térmicos bimetal que actúa frente a sobrecargas.
- Dispositivos magnéticos: bobinas que actúan frente a cortocircuito.
- Cámara de extinción de arco: es un dispositivo incluido en el disyuntor para extinguir el arco eléctrico que se produce cuando hay cortocircuito.

El arco eléctrico es un fenómeno que impide desconectar el paso de corriente, a pesar de la separación física de los contactos del interruptor del disyuntor, porque la corriente pasa a través del aire ionizado entre los contactos, comportándose como un rayo en miniatura. Por ello, para que este interruptor efectivamente actúe desconectando el circuito, el disyuntor posee esta cámara de extinción del arco eléctrico.

En circuito eléctrico de alumbrado lo usual es utilizar disyuntores de gran sensibilidad para operación del dispositivo magnético, es decir, que son muy sensibles antes un cortocircuito. Esto disyuntores son denominado tipo L, y poseen una curva de operación como la siguiente:

En esta curva, el dispositivo térmico opera cuando se supera la intensidad nominal  $I_n$ , y el dispositivo magnético opera cuando se alcanza la intensidad mag, que es 3,5 a 5 veces la intensidad nominal.

Es decir, si  $I_n = 10$  ampere,  $I_{mag} = 35 - 50$  A.

Como criterio para un correcto funcionamiento del disyuntor que se van a colocar en un circuito determinado, debe seguir las siguientes recomendaciones:

El protector termo-magnético protege a un circuito eléctrico contra sobrecarga y cortocircuitos, siempre y cuando este bien dimensionado.

El valor de la protección termo-magnética se debe elegir a partir de:

- La capacidad del circuito que se protege. Por ejemplo, si el circuito demanda 13 amperes de corriente, se deberá elegir una protección de 15 amperes y no una 10 amperes.
- La capacidad térmica de los conductores del circuito, es decir, la temperatura que soporta los conductores sin que haya riesgos eléctricos, lo que depende de la sección del conductor. Así por ejemplo, para un circuito de alumbrado cuyo conductor es de 1,5 mm, la protección usualmente utilizada es la de 10 amperes; para un conductor de 2,5 mm se usa una protección de 15 A.

#### **4.3.6 Selección y coordinación de protecciones.**

La selección de las protecciones es un concepto de extraordinaria importancia, el cual lamentablemente, no se es de aplicación frecuente por parte de los proyectistas en la industria de la construcción.

Salvo en instalaciones muy elementales, hay siempre dos o más protecciones conectadas en serie entre el punto de alimentación y los posibles puntos de falla. Para delimitar la falla a la menor área posible, de modo que las perturbaciones que ella introduzca al resto de la instalación sean mínimas, la protección que este más aproximada al punto de la falla debe operar primero y, si este cualquier motivo, no opera dentro deberá hacer y así sucesivamente. Vale decir, debe hacer un funcionamiento escalonado que partiendo desde el punto de falla debe ir acercándose al punto de alimentación, si es que ello fuese necesario.

Las protecciones deberán entonces elegir y regular, de acuerdo a sus curvas características, de modo que operen frente a cualquier eventualidad en la forma descrita.

Cuando ello se consigue que las protecciones sean selectivas y el estudio que se ha hecho para conseguir se denomina coordinación de protecciones.

¿ Como el tipo de falla, sobrecarga o cortocircuito, se utilizan los siguientes criterios:

##### **1. Sobrecargas:**

Utilizar las curvas de zonas de funcionamiento de los diferentes aparatos de protección. Sobre un mismo banco, las zonas de funcionamiento no deben cortarse.

## 2. Cortocircuito:

Utilizar las tablas de resistencia (esfuerzo) térmico. En el esfuerzo térmico total del sistema de protección, el inferior debe ser menor al esfuerzo térmico del pre-arco de las protecciones superiores.

### 4.3.7 Diferencia entre esfuerzo térmico de pre-arco y de arco.

Un fusible aislado un cortocircuito en los dos tiempos: el pre-arco luego el arco.

El esfuerzo térmico de pre-arco corresponde a la energía mínima necesaria para que el elemento de los fusibles llegue a su punto de fusión.

Es importante conocer este esfuerzo térmico para determinar la selección sobre cortocircuito entre los varios sistemas de protecciones en serie.

El esfuerzo térmico de arco corresponde a la energía limitada entre el fin del pre-arco y la interrupción total.

Fig.4.6. Los esfuerzos térmicos de pre-arco y de arco están ligados a la forma de estas curvas.

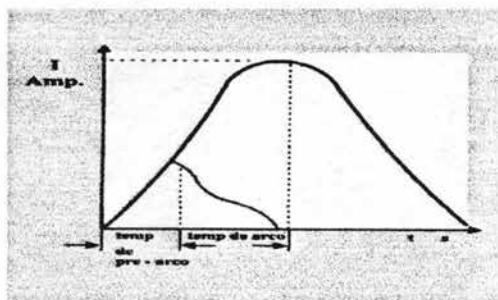


Fig.4.6

### Selección entre fusibles.

El esfuerzo térmico de pre-arco dan el esfuerzo térmico total.

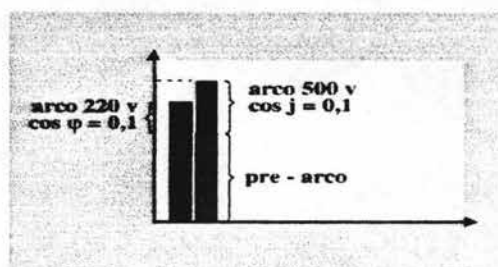


Fig. 4.7

La suma de los térmicos de arco y de pre-arco da el esfuerzo térmico total.

## Selección de disyuntores.

Es difícil realizar sin recurrir a una selección crónica. En el caso mostrado en la figura, las curvas de operación de los distintos disyuntores, deben estar en la posición relativa mostrada para que estos estén coordinados.

**Selección de fusibles y disyuntor.** En la condición propuesta, el disyuntor está más próxima al consumo, de modo que opera primero; esto se logra seleccionando un disyuntor y un fusible que tenga curva de operación similares a las mostradas en la figura. Existirá coordinación un disyuntor y un fusible que tenga curva de operación similares a las mostradas en la figura. Existirá coordinación siempre que el esfuerzo térmico total de ruptura del disyuntor.

El esfuerzo térmico de pre-arco de un fusible puede ser considerado como una constante, pero el esfuerzo térmico total de ruptura de un disyuntor está ligado a la corriente de falla. La coordinación será por consiguiente asegurada hasta un valor corriente llamado umbral de selectividad (punto B en la figura).

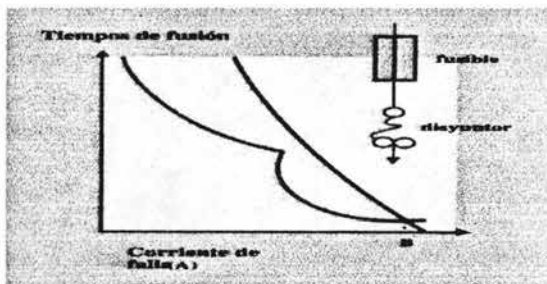


Fig. 4.9  
Tiempo fusión

**CAPÍTULO V**  
**TIPO DE CONDUCTORES**

## CAPÍTULO V

### TIPO DE CONDUCTORES

#### 5.1 Conductor Eléctrico.

Desde el inicio de su recorrido en las centrales generadoras hasta llegar a los centros de consumos, la energía eléctrica es conducida a través de líneas de transmisión y redes de distribución formadas por conductores eléctricos.

Se aplica este concepto a los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad.

Un conductor eléctrico está formado primeramente por el conductor propiamente tal, usualmente de cobre.

Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias o alambres torcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

Aunque ambos metales tienen en la conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno u otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiere dar y del costo.

Esta característica lleva a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre eléctrico de alta pureza, (99.99 %).

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semi duro y blando o recocido.

##### 5.1.1 Cobre de temple duro.

- Condiciones del 97 % respecto a la del cobre puro.
- Resistencia de  $0.018 \left( \frac{\Omega \cdot \text{mm}}{\text{m}} \right)$  a 20 ° C de temperatura.
- Capacidad de ruptura a la carga, oscila entre 37 a 45 kg/mm.

Por esta razón se utiliza en la fabricación de conductores desnudos y para líneas aéreas de transportar de energía eléctrica y para líneas aéreas de transporte de energía eléctrica, donde se exigen una buena resistencia mecánica.

### 5.1.2 Cobre recocido o de temple blando.

- Conductor del 100 %
- Resistencia de  $0.01724 = \frac{1}{58} \left( \frac{\Omega \times mm}{m} \right)_a$  20 ° C respecto del cobre puro, tomando este como patrón.
- Carga de ruptura media de 25 Kg./mm.
- Como es dúctil y flexible se utiliza en la fabricación de conductores aislados.

Los conductores eléctricos se pueden componer de tres partes:

- El elemento conductor
- El aislamiento.
- Las cubiertas protectoras.

En este punto nos referimos solamente al elemento conductor lo referente al aislamiento y cubiertas protectoras se trata específicamente mas adelante.

### 5.2 El elemento conductor.

Se fabrica solo en cobre y su objeto es servir de camino a la energía eléctrica desde las centrales generadoras a los centros de distribución (Subestaciones, redes y derivaciones), para alimentar a los diferentes centros de consumo ( industriales, comerciales, habitacionales, etc.).

Los conductores se clasifican de acuerdo a varios criterios:

#### 5.2.1 Según su constitución.

**Alambre:** Conductor eléctrico cuya alma conductora esta formada por un solo elemento a hilo conductor.



Fig.5.1  
Alambre

Se emplea en línea aérea, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.

**Cable:** conductores eléctricos cuya alma conductora esta formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, tiene una gran flexibilidad.



Fig.5.2  
Cable

### 5.2.2 Según el número de conductores.

**Monoconductores :** Conductores eléctricos con una sola alma conductora, con aislamiento y con o sin cubierta protectora.



Fig.5.3  
Monoconductor

**Multiconductores:** conductor de dos o más almas conductoras aislantes entre si, envueltas cada una por su respectivas capa de aislante y con una o más cubiertas protectoras comunes.



Fig.5.4  
Multiconductores

### 5.3 Características del conductor.

El conductor esta identificado en cuanto a su tamaño por un calibre, que puede ser milímetro y expresado en mm o americano y expresarse en AWG o MCM con una equivalencia en mm.

### 5.4 Características de los aislantes.

El objeto del aislante en un conductor es evitar que la energía eléctrica que circula por él, entre contacto con las personas o con objetos, ya sean estos,



ductos, artefactos u otros elementos que forman parte de una instalación. Del mismo modos, el aislante debe evitar que conductores de distintos voltaje puedan hacer contacto entre sí.

Los materiales aislantes en la actualidad son polímeros, en química se define como un material formado por la unión de muchas moléculas idénticas, para una nueva molécula más grande.

Antiguamente los aislantes fueron de origen natural, tela y papel. Posteriormente la tecnología los cambio por aislantes artificiales de uso común en la fabricación de conductores eléctricos.

Los diferentes tipos de aislantes de los conductores están dados por su comportamiento térmico y mecánico, considerando el medio ambiente las condiciones de canalización a que se verán sometidos los conductores que protegen, su resistencia a los agentes químicos, a los rayos solares, a la humedad, a altas temperaturas, llamadas etc. Entre los materiales usados para el aislamiento de conductores podemos mencionar el PVC o cloruro de polivinilo, el polietileno o PE, el corcho, la goma, el neopreno y el nylon.

Si el diseño del conductor no requiere otro tipo de protección se le denomina integral, porque el aislante cumple su función y la de revestimiento a la vez.

Cuando los conductores tienen otra protección polimerica sobre el aislante, esta última se llama revestimiento, chaqueta o cubierta.

### 5.5 Cubierta Protectora.

El objetivo fundamental de esta parte de un conductor, es proteger la integridad del aislamiento y del alma conductora contra daños mecánicos, tales como raspaduras, golpes, etc.

Si las protecciones mecánicas son de acero, latón u otro material resistente, a esta se le denomina "armadura" que puede ser de cinta o alambre trenzados.

Los conductores también pueden estar dotados de una protección de tipo eléctrico formado por cintas de aluminio o cobre. En el caso que la protección, en vez de cinta este constituye por alambres de cobre, se le denomina "pantalla o blindaje".



Fig.5.5

## **5.6 Clasificación de los conductores eléctricos de acuerdo a su aislamiento y número de hebras.**

Al proyectar un sistema, ya sea de suministro de energía, de control o de información, deben respetar ciertos parámetros imprescindibles para la especificación de los cables.

- Voltaje del sistema, tipo ( CC o CA)
- Corriente o potencia a suministrar.
- Temperatura de servicio, temperatura ambiente y resistencia térmica de alrededores.
- Tipo de instalación, dimensiones (profundidad, radio de curvatura, distancia entre vanos, etc.)
- Sobrecargas o cargas intermitentes.
- Tipo de aislamiento.
- Cubierta protectora.

Todos estos parámetros están íntimamente ligados al tipo de aislamiento y a las diferentes construcciones de los conductores eléctricos, lo que permite determinar de acuerdo a estos antecedentes la clase de uso que se les dará.

De acuerdo a estos, podemos clasificar los conductores eléctricos según su aislamiento, construcción y número de hebras en Monoconductores y Multiconductores.

Tomando en cuenta su tipo, uso, medio ambiente y consumo que servirá, los conductores eléctricos se clasifican en la siguiente forma:

### **5.6.1 Conductores para transmitir y distribución.**

- Alambre y cable ( N de hebras 7 a 61).
- Tensión de servicios: 0.6 a 35 kv. (MT) y 46 A 65 kv. (AT)
- Ejemplo de uso: instalación de fuerza y alumbrado (área, subterráneas e
- Tendido fijo.

### **5.6.2 Cables armados.**

- Cable (N de hebras: 7 a 37)
- Tensión de servicio: 600 a 35,000 volts.
- Ejemplo de uso instalación en minas subterráneas (ductos, bandejas, aéreas y subterráneas.)
- Tendido fijo.



Cable Armado  
Fig.5.6

### 5.6.3 Conductor para control e instrumentación.

- Cable ( N de hebras 2 a 27)
- Tensión de servicios: 600 volts
- Ejemplo de uso: Operación e interconexión en zonas de hornos y altas temperaturas ( ductos, bandejas, área o directamente bajo tierra)
- Tendido fijo.

### 5.6.4 Cables portátiles.

- Cable ( N de hebras: n 266 a 2,107).
- Tensión de servicio: 1,000 a 5,000 volts.
- Ejemplo de uso: en soldadores eléctricas, locomotoras y maquinas de tracción de minas subterráneas. Grúas palas y perforadoras de uso minero.
- Resistencia a: intemperie, agenda química, al fuego y grandes solicitaciones mecánicas como arrastres, cortes e impactos.
- Resistencia s a: intemperie, agendas químicas, al fuego y grandes solicitaciones mecánicas como arrastre cortes e impactos.
- Tendido provisional móvil.

### 5.6.5 Cables submarinos.

- Cables (N de hebras: 7 a 37).
- Tensión de servicios: 5 y 15 kv.
- Ejemplo de uso: en zonas bajo agua o totalmente sumergidas, con protección mecánica que los hacen resistentes a corrientes y fondos marinos
- Tendidos fijo.

### 5.6.6 Cables navales.

- Cables ( N de hebras: 3 a 37)
- Tensión de servicios: 750 volts.
- Ejemplo de uso: instalación en barcos, en circuitos de poder, distribución y alumbrado.
- Tendido fijo.

Dentro de la gama de alambres y cables se fabrican en el país, existente otros tipos destinados a diferentes usos industriales, como los cables telefónicos, los alambres magnéticos esmaltados para uso en la industria y en el embobinado de motores, los cables para parlantes y el alambre para timbre, etc.

### **5.7 Calcificaciones de los conductores eléctricos de acuerdo a sus condiciones de empleo.**

Para tendidos de alta y baja tensión, existen varios tipos de conductores de cobre, desnudos y aislados, diseñados para responder a distintas necesidades de conducción y a las características del medio en que la instalación presenta sus servicios.

La selección de un conductor debe hacer considerado una capacidad suficiente de transporte de corriente, una adecuada capacidad para soportar corriente de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un comportamiento apropiado a las condiciones ambientales en que operara.

#### **5.7.1 Los conductores de cobre desnudos ya sean estos alambres o cables, son utilizados para.**

- Líneas aéreas de redes urbanas y suburbanas.
- Tendidos aéreos de alta tensión a la intemperie.

#### **5.7.2 Los alambres y cables de cobre con aislamiento son utilizados en.**

- Líneas aéreas de transmisión y distribución, derivaciones, etc.
- Instalaciones interiores de fuerza motriz y alumbrado, ubicadas en ambientes de distinta naturaleza y con diferentes tipos de canalización.
- Tendido aéreo en instalaciones mineras.
- Tendido directamente bajo tierra, bandeja o ductos.
- Controles de circuitos eléctricos.
- Tendido eléctrico en zonas de hornos y altas temperaturas.
- Tendido eléctrico bajo el agua (cables submarinos) en barcos (conductores navales).
- Otros que requieren condiciones de seguridad.

Condiciones de uso de los conductores aisladores con secciones awg.

### **5.8 Dimensiones de conductores de conductores eléctricos de cobre.**

Es frecuente que las instalaciones eléctricas presenten problemas originados por la calidad de la energía:

- Variación de voltaje
- Variación de frecuencia.
- Señal de tensión con altos contenidos de impurezas.
- Etc.

Estos efectos producen un funcionamiento irregular en los equipos eléctricos y generan pérdidas de energía por calentamiento de los mismos y de sus conductores de alimentación.

La norma ANSI/IEEE C57. 110 – 1986, recomienda que los equipos de potencia que deben alimentar cargas no lineales ( por ejemplo computadoras), operan a no más de un 80 % de su potencia nominal: es decir los sistemas deben calcularse para una potencia del orden del 120 % de la potencia de trabajo en régimen efectivo.

Como se puede apreciar, el correcto dimensionamiento de conductores tiene una importancia decisiva en la operación eficiente y segura de los sistemas.

Al circular eléctricamente en un conductor, la corriente eléctrica origina calentamiento en los conductores ( efecto Joule:  $I \times R$ )

El exceso de temperatura genera dos efectos negativos en el aislamiento:

- Disminución de la resistencia de aislamiento.
- Disminución de la resistencia mecánica



Fig.5.7  
Dimensiones de Conductores

El servicio de la energía y su seguridad depende directamente de la calidad e integridad de los aislamientos de los conductores.

Los aislamientos deben ser calculados con relación a la carga de energía eléctrica que transporten los conductores y a la sección o diámetro de los mismos.

### **5.9 Daños que genera el mal dimensionamiento y mal uso de los conductores en una instalación eléctrica.**

- Cortes de suministro.
- Incendios.
- Pérdidas de energía.

Las tablas que se presentan a continuación establecen los límites de corriente admisibles para conductores de sección milimétrica y AWG, bajo las siguientes condiciones:

Temperaturas ambiente 30 C

N máximo de conductores por ductos: 3

## Empalmes



No está permitido efectuar empalmes por retorcimiento directo, debiendo efectuarse éstos mediante piezas adecuadas tales como bornes, regletas de conexión, etc.

### 5.10 Factor de corrección a la capacidad de conducción.

La capacidad de conducción de los conductores de los conductores esta restringida por su capacidad de disipar la temperatura en el medio que los rodea. Par ello, los aislantes no deben ser sometidos a una temperatura de servicio de los conductores.

Para el caso específico de las tablas de conductores consignadas anteriormente, la temperatura ambiente y el número de conductores por ductos son un factor relevante en la capacidad de la temperatura: finalmente la capacidad de conducción de los conductores queda consignados siguientes expresión:

### 5.11 Lubricantes para el Tendido de Cables en Conductos.

Existen cinco tipos de lubricantes que se usan principalmente para ayudar en el tendido de cables de protección en conductos. Estos lubricantes se elaboran a base de:

- Jabón
- Emulsiones (de grasa, ceras, etc.)
- Gel.
- Polímeros (de reciente desarrollo)

Un buen lubricante para cables:

- Reduce sustancia el factor de fricción entre cables y el conducto, permitiendo una instalación sencilla, limpia, sin riesgo de daño mecánicos para el cable, y con menos costo.
- Puede usarse en todo los tipos de cable y conductos, ya que es químicamente compatible con los materiales de estos.
- Mantiene su estabilidad en el medio ambiente y en la gama de temperatura en que va a operar el cable.

- Permite retirar sin dañarlos, cables que fueron instalados con ese lubricante.
- Puede usarse sin desgarrar el medio ambiente.

De acuerdo a estudios realizados reciente, con cubiertas de PVC, neopreno, así como con ductos de acero, polietileno, PVC, concreto o fibra, y utilizando lubricante comercial, jabón o mezcla de talco con agua no mostrada degradación de las cubiertas de los cables después de un periodo de mas de un año de contacto con el lubricante.

#### LUBRICANTE PARA EL TENDIDO DE CABLE EN CONDUCTOS

LUBRICANTE	MATERIAL DE LA CUBIERTA			
	PVC	Polietileno	Neopreno o Hypalon	
Plomo	-	-	-	-
Aceites y grasas	Sí	Sí	-	-
A base bentonita	Sí	-	Sí	-
Basándose en jabón	Sí	Sí	Sí	Sí
Basándose en polímero	Sí	-	Sí	-

#### Talco

1. - No se recomienda usar lubricante en cables con cubierta de plomo ya que su efecto en el factor de fricción es adverso.
  2. - Las bajas temperaturas generalmente incrementan el factor de fricción de muchos lubricantes.
  3. - Los lubricantes que contienen agua como agente, tiene a sacar durante el proceso de tendido y sus propiedades se afectan seriamente por las bajas temperaturas.
  4. - Los nuevos lubricantes polimericos son generalmente de viscosidad múltiple pero también de alto costo.
  8. Tension de jalado para la instalación de cables en conductos.
- La fuerza requerida para instalar un conductor o un grupo de cable (tensión de instalación o jalado de un sistema subterráneo de ductos enterrado o en un banco de ductos de factor tales como.

- Peso del cable
- Longitud del circuito
- Coeficiente de la fricción entre el ducho y los cables.
- Geometría de la trayectoria ( recta, curva, etc.)
- Acomodo de los cables dentro del conducto.

### 5.12 Tensión Máxima Aceptable de Instalación o de Jalado.

El máximo aceptable de la fuerza que se puede aplicar a un cable para su instalación depende del elemento del cable en donde se aplica la fuerza: el conductor, la cubierta o la armadura de alambres.

1) Tensión máxima aceptable usando anillo de tracción en el conductor.

a) Conductor de cobre:  $T_{max} = 3.63 \times n \times A$

c) Conductores de aluminio:

$T_{max.} = 2.72 \times n \times A$  donde:  $T_{max} =$  Tensión máxima aceptable de jalado (Kg.).

$N =$  Numero de conductores transversal de cada uno de los conductores (miles de Circular-Mils: KCM).

2) Tensión máxima aceptable usando manga de malla de acero sobre la cubierta:

a) Cable con cubierta polimerica (PVC, Polietileno, Neopreno, etc.)

$T_{max.} = 455 \text{ Kg.}$

b) Cable con cubierta de plomo:

$T_{max.} = 3.31 (D-t) t$  donde :  $D =$  Diámetro sobre la cubierta (mm).  
 $T =$  Espesor de la cubierta (mm).

3) Cable con conductores pequeños, se aplica el valor que se resulta menor de las opciones 1) y 2).

4) Cable con armado de alambre de acero:

$t_{max.} = \frac{40 \times n \times A}{F_s}$  donde :  $n =$  No de alambres de acero.

$A =$  Area de cada alambre ( $\text{mm}^2$ ).

$F_s =$  Factor de seguridad.

III.- Calculo de la tensión necesaria para la instalación.

La tensión necesaria para instalar un cable con peso  $W$  en una longitud de conducto de  $L$  metros, se puede calcular como sigue:

i) Tramo recto:

donde:  $T_n =$  Tensión en el punto  $n$  (Kg).



$$T_n = L_n \times W \times f$$

$L_n$  = Longitud de ducto (m)

$W$  = Peso del cable (Kg/m).

$F$  = coeficiente de fricción (generalmente =0.5).

## 2) Curvatura Intermedia:

$$T_n = T_{n-1} f_c$$

donde:  $T_n$  = Tensión en el punto n (kg.)

$L_n$  = Longitud de ducto (m)

$W$  = peso del cable (Kg/m).

$F$  = Coeficiente de fricción (generalmente =0.5).

## 2) Curva Intermedia:

$$T_n = T_{n-1} f_c$$

donde:  $T_n$  = Tensión en el punto n (Kg).

$T_{n-1}$  = Tensión necesaria para jalar el cable hasta el punto inmediato anterior a la curva.

$F.c.$  = Factor de curva.

VALORES DE $f_c$ PARA ANGULOS COMUNES				
ANGULOS GRADOS	F=0.4	F=0.5	F=0.6	F=0.75
15	1.11	1.14	1.17	1.22
30	1.23	1.30	1.36	1.48
45	1.52	1.48	1.87	2.19
60	1.52	1.68	1.87	2.19
90	1.87	2.19	2.57	3.25

Nota: La presión máxima lateral no debe exceder 450 Kg. por cada metro de radio de la curva, esto significa que la tensión inmediata después de una curva no debe ser mayor que 450 veces el radio de la curva expresado en metros.

## IV.- Ejemplo:

Cable POLYCON EPR-PVC, 15 KV, 100% N de A. Conductor de cobre calibre 500 KCM para jalarlo a través de un ducto con la forma y dimensiones descritas en la figura ( $W= 3.5$  Kg./m,  $f=0.5$ )

$$TNT = LNG \times W \times f$$

$$T_n = T_{n-1} \text{ fc donde: } \text{fc}(45^\circ) = 1.48 \text{ y } \text{fc}(90^\circ) = 2.19$$

La tensión máxima permisible, jalando el cable con un ojo de jalado es:

$$T \text{ máx} = 3.63 \times n \text{ A}$$

$$T \text{ máx} = 3.63 \times 500 = 1,815 \text{ Kg.}$$

Jalando del punto = al punto 5

$$T1 = 200 \times 3.5 \times 0.5 = 350$$

$$T2 = 350 \times 2.19 = 766.5$$

$$T3 = 766.5 + 50 \times 3.5 \times 0.5 = 854$$

$$T4 = 854 \times 1.48 = 1263.9$$

$$T5 = 1263.9 + 100 \times 3.5 \times 0.5 = 1438.9 \text{ Kg.}$$

Jalando del punto 5 al punto 0

$$T4 = 100 \times 3.5 \times 0.5 = 175$$

$$T3 = 175 \times 1.48 = 259$$

$$T2 = 259 + 50 \times 3.5 \times 0.5 = 346.5$$

$$T1 = 346.5 \times 2.19 = 758.8$$

$$T0 = 758.8 + 200 \times 3.5 \times 0.5 = 1108.8 \text{ Kg}$$

Radio mínimo de los codos.

$$\text{Codo 1-2, R min.} = \frac{758}{450} = 1.69m$$

$$\text{codo 3-4, R min.} = \frac{259}{450} = 0.58m$$

El cable debe jalarse del conductor, ya que se excede la tensión máxima de jalado de la cubierta, la cual es de 454 kg. Por otro lado, debe jalarse desde el punto 5 hacia el punto 5 hacia el punto 0, ya que es la opción en la que se necesita aplicar una tensión menor.

**CAPÍTULO VI**  
**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## **CAPÍTULO VI**

### **SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

#### **6.1 Diseño de la puesta a tierra.**

Todo sistema de puesta a tierra, involucrado al conjunto "electrodos-suelo " es decir la efectividad de toda puesta a tierra será la resultante de las características geoelectricas del terreno y de la configuración geométrica de los electrodos a tierra.

#### **6.2 Características Geoelectricas del suelo.**

##### **6.2.1 Mecanismos de Conducción.**

Los suelos están compuestos principalmente por oxido de silicio y oxido de aluminio que son muy buenos aislantes; sin embargo, la presencia de sales y aguas contenidas en ellos mejora normalmente la conducción de los mismos.

El mecanismo de conducción de los suelos es principalmente, un proceso electrónico ( agua y sal contenida); sin embargo, en un terreno totalmente seco, el factor predominan en la continuidad será el tamaño de las practicas y el volumen de aire aprisionado en ellas.

##### **6.2.2 Factores que determinan la resistividad de los suelos.**

Entre los números factores que determinan la resistividad de los suelos, los más relevantes son:

- Naturaleza de los Suelos
- La humedad
- La temperatura
- La Concentración de Sales disueltas
- La Compactación del Terreno.

##### **6.2.3 Naturaleza de los suelos.**

La resistividad que presenta un determinado terreno estará en función directa de la naturaleza de los materiales que lo componen. La siguiente tabla indica los valores de resistividad característicos de algunos tipos de suelos de aguas.

## Valores característicos de la resistencia de los suelos

TIPO DE SUELOS O AGUA	VALORES DE RESISTIVIDAD TÍPICO (P) (Ω)
Agua de mar	2
Arcilla	40
Agua subterránea	50
Arena	2,000
Granito	25,000
Hielo	100,000

### 6.2.4 La humedad.

La resistencia que presenta un terreno esta en relacionado directamente con los porcentajes de humedad contenida en él; la gráfica muestra la variación de resistencia, en una muestra de arcilla roja.

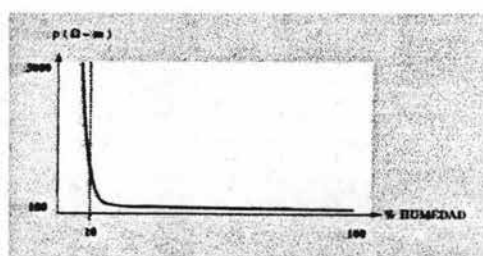


Fig.6.1  
Resistencia del terreno

### 6.2.5 La temperatura.

La resistencia de los suelos depende de la temperatura; en la siguiente gráfica, se puede observar como se puede observar como aumenta la resistencia de un terreno en funcionamiento del descenso de la temperatura.

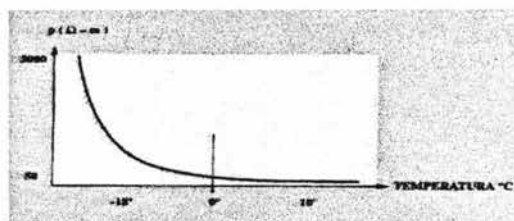


Fig.6.2

### 6.2.6 La concentración de sales disueltas.

A la presentación una mayor concentración de sales disueltas en un terreno, se mejora notablemente la conductividad del mismo; la siguiente gráfica muestra la variación de la resistencia de un terreno en función del porcentaje de sal presente.

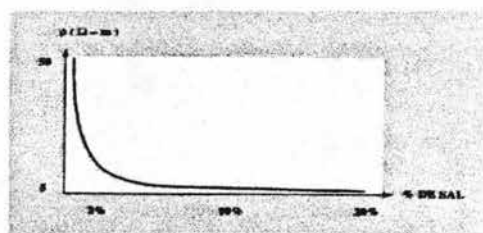


Fig.6.3

### 6.2.7 La compactación del terreno.

En siguiente se muestra cualitativamente la influencia de la compactación del suelo, en la variación de la resistividad.

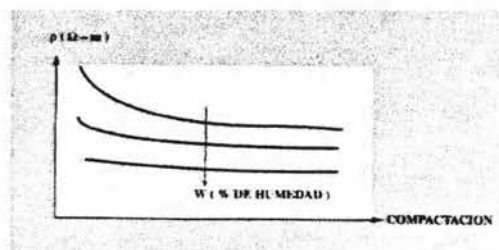


Fig.6.4

### 6.3 Configuración geométrica de la puesta a tierra.

El otro factor relevante en todo sistema de puesta a tierra, es el de los electrodos a tierra y de la configuración geométrica en que estos se disponen; en la descripción de los siguientes sistemas, se establece la fórmula de cálculo y la aplicación a un caso característico.

#### LA PUESTA A TIERRA.

En toda instalación es necesario garantizar la seguridad de las personas que harán uso de ella. Para tal efecto es necesario dotarla de los mecanismos de protección que corresponda.

Cuando se trata de instalar eléctricamente para eléctricamente para alimentar mucho aparato eléctrico, fijo y móviles; con estructuras susceptibles de deterioro desde el punto de vista eléctrico, es fundamental la protección contra las fallas de aislamiento que origina la aparición de tensión por contactos indirectos.

Las tensiones por contacto se originan en las estructuras metálicas de los equipos eléctricos, cuando un conductor o terminal energizado, ante la pérdida de aislamiento, establece contacto con la estructura energizada a esta.

Para minimizar los efectos de dicho contacto indirectos todas instalaciones eléctricas debe contar con un sistema de protecciones; el método más efectivo y el presentan la mayor seguridad para las personas es el sistema de puesto a tierra.

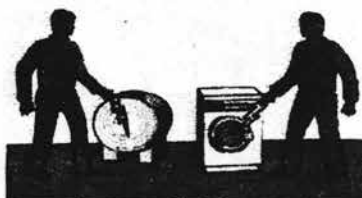


Fig.6.5

Ejemplo del contacto indirecto

### 6.4 Peligrosidad de la corriente eléctrica.

Los efectos de la corriente eléctrica sobre las partes vitales del cuerpo humano dependen de los siguientes:

- Magnitudes y trayectorias de la corriente eléctrica en el cuerpo.
- Durante a la exposición.
- Resistencia eléctrica del cuerpo.

Con respecto a la resistencia eléctrica del cuerpo, varía según las condiciones físicas del sujeto y estado de su piel (seca o mojada) entre otras.

Se estima que la resistencia y estado de su piel seca puede ser de 100, 000 a 300.000 Ohms por cm, pero la resistencia de la piel humedad puede abatirse a 1% de esto valores: las corrientes más débiles que pueden producir movimiento inesperados y por ello algún accidente se llama corriente de reacción.

El cuadro siguiente describe los efectos de las corrientes de reacción en el cuerpo humano:

En relación con este mismo tema, es útil analizar la curva de peligro que representa la corriente eléctrica para el cuerpo humano.

### **6.5 Valores característicos.**

Para lograr valores óptimos de resistencia a tierra en una instalación de puesta a tierra, se debe considerar los siguientes factores:

Es necesario conocer que tan buen conductor de la electricidad es el suelo y para esto es necesario saber su resistencia eléctrica, la cual esta determinada por el tipo de suelo, el contenido de humedad del suelo y su composición química.

#### **6.5.1 Alternativamente para la disposición de un sistema de tierra.**

No todos los terrenos resultan ser buenos conductores de la electricidad por ejemplo la tierra orgánica humedad es 10 veces mejor conductores de electricidad que la tierra humedad t 100 veces mejor conducta de la electricidad en componente con la tierra seca.

En México se tiene una amplia variedad de suelos y para cada tipo y determinada composición climática existe una alternativa diferente en diseño y disposición de una sistema de tierra para poder obtener un valor idóneo de resistencia a tierra tales como:

### **6.6 Requisitos para él calculo de una puesta a tierra.**

- Electrodo vertical.
- Electrodo profundo
- Electrodo horizontal
- Electrodo múltiples.
- Electrodo de placa electrodo de anillo
- Electrodo químicos.



## Uso de aditivos

El agregar aditivos al terreno para mejorar la conductividad de una falla de aislamiento no debe superar los niveles de tensión que resultan peligrosos para la vida de las personas; a estos niveles de tensión se les denomina tensión de seguridad ( $V_s$ ).

- $V_s = 65 \text{ V}$ , en ambientes secos o de bajo eléctrico.
- $V_s = 24 \text{ V}$ ; en ambiente húmedo o de alto riesgo eléctrico.

### 6.6.1 Tensión para seguridad.

Para que una puesta a tierra controle estos potenciales eléctricos de seguridad, es que la tensión que aparece entre una carcasa energizada y la tierra, no supera los niveles de peligro para la vida de las personas. La puesta a tierra debe tener el óptimo valor de resistencia a tierra.

**Ejemplo:** para determinar la resistencia de una puesta a tierra en una instalación eléctrica ejecutada en un lugar seco y protegido por un interruptor de 10 A; aplicado la ecuación descrita anteriormente; tenemos:

La resistencia que debe presentar la puesta a tierra es significativamente baja; si consideramos que un electrodo de puesta a tierra tipo copperweld de 1.5 m de longitud y con un diámetro de 5/8 presenta una resistencia del orden de 40 a 100 Ohms.

Cerca de la superficie del suelo, por lo general se tiene valores de alta resistencia a tierra, bajo contenido de humedad. Cuando esta condición se presenta y la constitución del terreno lo permite, se impone el uso de electrodos de tierra verticales de superficie longitud que también llamamos electrodos profundos.

Con esto obtiene el contacto con los niveles del suelo con mayor humedad.

Cuando las condiciones del terreno no permiten instalar electrodos verticales, es recurre a otros métodos, uno de ellos muy eficientes es los electrodos horizontales.

### 6.7 Medición de puesta a tierra.

Para verificar las condiciones de la resistencia de la puesta a tierra se debe tener presente los siguientes requerimientos

- La instalación debe estar desenergizada.
- Se debe retirar todas las condiciones a LA PUESTA A TIERRA.
- Las mediciones se efectúan utilizando un instrumento especial para la evaluación de puesta a tierra; por ejemplo el Geohm III, Vibro ground.

- Una de las terminales de corriente del instrumento se conecta al electrodo de tierra.
- Una segunda terminal de corriente del instrumento se conecta terminal de corriente del instrumento se conecta al terreno a través de un electrodo auxiliar a una distancia no inferior a los 20 m, en el caso de una malla y a una distancia de 10 Veces la longitud de un electrodo vertical.
- El tercer electrodo del instrumento ( potencia), se conecta a través de un segundo electrodo auxiliar al terreno y se desplaza sucesivamente entre los electrodos de corriente.
- Cada medición se gráfica y finalmente se concluye el valor de la puesta a tierra.

**CAPÍTULO VII**  
**RED ESTRUCTURAL**

## CAPÍTULO VII. RED ESTRUCTURAL

### 7.1 Conductores de uso general

Los conductores de mayores en instalación de utilización; sus requisitos se refieren principalmente a conductores aislados y establecen, en general, la forma en que estos son designados, su capacidad de corriente, sus modos de uso y la forma en que deben estar marcados.

Los canales sirven para alojar los conductores. Se fabrican de varias secciones y, en caso necesario, salen de fábrica provistos de soportes para los conductores. Si se instala por separado las líneas de energía y las de telecomunicaciones, se utilizan canales con tabique separador (canal doble) o bien dos canales agrupados. Los canales se fijan sobre el hormigón del suelo y se empotran en el pavimento. Hay que tener cuidado de recubrir suficiente los canales agrupados. Los canales se fijan sobre el hormigón del suelo y se empotran en el pavimento. Hay que tener cuidado de recubrir suficientemente los canales, evitando irregularidades y desniveles en el suelo. Si el reducido el número de conductores de pequeño diámetro exterior o el pavimento es de escasa altura, en lugar de utilizar a veces tubo sujeto al techo del piso inferior, que se introduce desde abajo en las cajas empotradas en el suelo.

Estas cajas sirven para efectuar conexiones y derivaciones en los conductores y para colocar o aplicar la caja de conexión o las tomas de corriente.

En la mayoría de los métodos de edificación con piezas con piezas prefabricadas las paredes no se revocan y las obras adicionales de empotrado no son posibles ni rentables. Por ello el material de montaje (tubos vacíos, cajas de derivación y cajas para interruptores) tienen que empotrarse en las piezas prefabricadas en el momento de su fabricación. Raras veces, y solo empotran cable con envoltura. Una vez ensamblados las planchas, se unen tubos y cajas en los puntos previstos de antemano para formar una red en la que después se introducen los conductores. Por lo tanto, la instalación eléctrica debe planificarse al mismo tiempo que se proyecta las piezas prefabricadas. Esto debe hacerse muy cuidadosamente, ya que todo error en el proyecto se multiplicaría.

En sistema de conductores a pie de obra, el tubo y conductores a instalación en las planchas depende de los esfuerzos mecánicos a que se hayan de estar sometidos al echar el hormigón; puede ser tubo de plástico estriados al echar el hormigón; pueden ser tubos de plástico estirados y flexiones, tubos de plásticos blindados y flexibles o cables con envolturas.

Si el material de montaje han de instalarse en encontrados cerrados (por ejemplo, encontrados en túneles), los tubos y conductores han de instalarse suspendiéndolos desde arriba, pero las cajas de derivación deben de introducirse desde fuera.

Para ello, es necesario hacer las correspondiente aberturas en el encofrado, que al mismo tiempo servirá para tirar hacia debajo de los conductores o tubos, con la mano. Dichas aberturas quedan cerradas por las cajas de derivación para aparatos antes de echar el hormigón.

## 7.2 Usos de conductores desnudos

- Para conductores de puesta a tierra, dentro de la misma canalización de los conductores aislados del circuito o bien llevan en forma independiente
- En líneas aéreas, en el exterior de edificios.

### Uso de conductores aislados

- Los conductores que se empleen en instalaciones deben estar aislados, de acuerdo con su tensión de servicio y condición de operación.

Es evidente, que como primera medida y de acuerdo con el grado de electrificación previsto, lo primero que debe hacerse es situar en su punto exacto todas las cajas necesarias para las tomas de corriente, interruptores, etc., y como consecuencia situar los puntos donde deben ubicarse las cajas de empalme o derivación.

En los puntos marcados para la colocación de los mecanismos o cajas de derivación se practicarán unos huecos que se harán en función de su tamaño y tipo.

Los huecos para los interruptores se practicarán a una altura que podrá oscilar entre 1,10 y 1,30 m del suelo y a una distancia entre 15 y 20 cm de los marcos de las puertas; asimismo, los huecos para tomas de corriente podrán oscilar entre 20 y 30 cm del suelo.

Para la ejecución de las rozas se procurará seguir caminos verticales y horizontales. Si no se puede evitar pasarlos junto a las ventanas se han de tener en cuenta los posibles puntos de sujeción para garfios de cortinas y cajas de persianas.

Las rozas se realizarán coincidiendo con los tabiques huecos de los ladrillos y siempre se procurará que tengan una profundidad tal que el tubo tenga un revestimiento de obra de 1 cm.

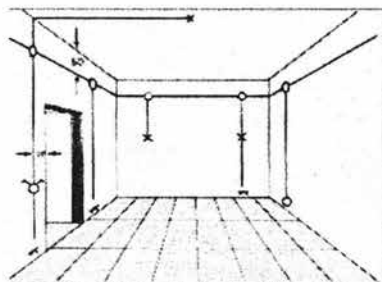


Fig. 7.1 Colocación de cajas y tubos

Las cajas se colocarán de forma que quede enrasadas con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo. Sólo tendrán abiertas las huellas necesarias para llegada de tubos.

Para los elementos colgantes se dejará siempre un taco de fijación o elemento apropiado. Los tubos formarán una canalización ininterrumpida desde caja a caja y desde éstas a mecanismos. Si fuera necesario efectuar empalmes se efectuarán mediante manguitos o bien el extremo del tubo anterior quedará dentro del tubo siguiente en el sentido de la corriente.

### **7.3 Canalización.**

En la relación a tuberías y canalización, esto dos términos incluidos a todos los tipos de tuberías, ductos, charolas, trincheras, etcétera: que se utilizan para introducir, colocar o simplemente apoyar, los conductores eléctricos para proteger contra esfuerzos mecánicos y medios ambiente desfavorables como son los húmedos, corrosivos, oxidantes, explosivos, etc. Dentro de las Tuberías de uso común destacan los siguientes:

1. - Tubo Conduit flexible de PVC, conocido generalmente como Tubo Conduit Plástico no Rígido, o también como manguera rosa.
2. - Tubo Conduit Flexible de Acero.
3. - Tubo Conduit de Acero Esmaltado.
  - a) Pared Delgada.
  - b) Pared Gruesa.
4. - Tubo Conduit de Acero Galvanizado.
  - a) Pared Delgada.
  - b) Pared Gruesa.
5. - Conducto Cuadrado.
6. - Tubo Conduit de Asbesto - Cemento.  
Clase A-3 y Clase A-5.
7. - Tubo de Albañil.

### **7.4 Características específicas de cada una de las Tuberías de uso común.**

**1. - Tubo Conduit Flexible de PVC.-** Resistencia a la corrosión, muy Flexible, ligero, fácil de transportar, de corta, precio bajo, mínimo resistencia mecánica al aplastamiento y la penetración. Se compra por metro.

Para cambio de dirección a 90° se dispone de codos y para unir dos tramos de tubo se cuenta con coplees, ambos del mismo material y de todas las medidas. Este tipo de tuberías, generalmente se sujeta a las cajas de conexión introduciendo los extremos en los orificios que quedan al botar los chiqueadores. Su uso se ha generalizado en instalaciones en las que de preferencia la tubería deberá ir ahogada en piso, muro, losas, castillos, columnas, traveses, etcétera.

**2. - Tubo Conduit Flexible de Acero.-** Fabricado basándose en cintas de acero galvanizado y unidades entre si a presión en forma helicoidal, este producto se compra por metro. Por su consistencia mecánica y notable flexibilidad, proporcionada por los anillos de acero m forman helicoidal, se utiliza en la conexión de motores eléctricos, y en forma visible para amortiguar las vibraciones evitando se transmitan a las cajas de conexiones y a las tapas de conexiones de los motores, por medio de juegos de conectores y curvos según se requiera.

### **3. - Tubo Conduit de Acero Esmaltado.**

**a). Pared Delgada.-** Tiene demasiado delgado su pared, lo que impide se le pueda hacer curda. La unión de tubo, se realiza por medio de coplees sin cuerda interior que se son sujetos solamente a presión, la unión de los tubos a las cajas de conexión se hace con juegos de conectores.

**b). Pared Gruesa.-** Su pared es lo suficientemente gruesa, trae de fabrica cuerda en ambos extremos y puede hacerse en obra cuando así se requiera. Como la unión de tubo es con juego de contra y monitores, la continuidad mecánica de las canalizaciones es 100 % efectiva.

En ambas presentaciones de pared Delgada y Pared Gruesa, se fabrica en tramos de 3.05 metros de longitud, para cambios de dirección a 90 ° se dispone de codos de todas las medidas. Su utilización básicamente es en lugar en los que no se expone a altas temperaturas, humedad permanente, elementos oxidantes, corrosivos, etcétera.

### **4. - Tubo Conduit de Acero Galvanizado.**

- a) Pared Delgada.
- b) Pared Gruesa.

En sus presentaciones de Pared Delgada y Gruesa, reúne las mismas características del Tubo Conduit de Acero Esmaltado en cuanto a espesor de paredes, longitud de los tramos, formados de unión y sujeción. El galvanizado es por inmersión, que le proporciona la protección necesaria para poder ser instalada en lugares o locales expuesto a humedad permanente, en locales con ambiente oxidación o corrosión, en contacto con aceites lubricante, gasolina, solventes, etcétera.

**5. - Conductos Cuadrados.-** Este se fabrica para armar por pieza como tramos rectos, codos, tees ( T ) adaptadores, cruces reductores, colgadores. Se utilizan como cabeza en grandes concentraciones de medición e interruptores como en Instalaciones Eléctricas de departamentos, comercio, de oficinas, etcétera. También se utilizan de departamentos, comercio, de oficinas, etcétera. También se utiliza con bastante frecuencia en instalaciones Eléctricas Industriales en las que el número y calibre de los conductores es de consideración.

**6. - Tubo Conduit de Asbesto.-** Cemento Clase A-3 y Clase A-5. - Se fabrican en tramo de 3.95 metros, la unión entre tubos se realiza por medio de coplees del mismo material con muescas interiores en donde se colocan los anillos de hule que sirven de empaques. Para el acoplamiento entre tubos y coplees a través de los anillos, hay necesidad de valerse de un lubricante especial.

El uso de este tipo de tuberías se ha generalizado en redes subterráneas, en acometidas de las Compañías suministradas del Servicio Eléctrico a las Subestaciones eléctricas de las condiciones normales de trabajo 3 y 5 Atmósferas estándar de presión, lo que explica la razón por la cual las clases A-7, se utilizan para redes de abastecimiento de agua potable.

**7. - Tubería de Albañil.-** El uso de este tipo de tubería en las instalaciones eléctricas es mínimo, prácticamente sujeta a condiciones provisionales. Se le utiliza principalmente en obras en proceso de construcción, procurando dar protección a conductores eléctricos (alimentadores generales, extensiones, etcétera.) Para dentro de lo posible, evitar que el aislamiento permanente en contacto ocasional dañe como el cemento, cal grava, arena, varilla, etcétera.

**8. -Cajas de conexiones.-** esta designación incluye además de las cajas de conexión fabricación exclusivamente para las Instalaciones Eléctricas, algunas para instalaciones de teléfonos y los conocidos registrados construidos, se pueden mencionar las siguientes:

- a) Cajas de Conexiones Negras o de Acero Esmaltado.
- b) Cajas de conexiones de PVC, Conocidas como cajas de conexiones.
- c) Cajas de Conexiones de PVC, Conocida Como Cajas de Conexiones Plástica.

#### **7.5 Sub-clasificación de las cajas de conexión, según su forma, dimensiones y usos.**

**1. -Cajas de conexiones Tipo Chalupa.-** Son cajas rectangulares de aproximadamente 6x10 cm. de base por 38 mm. de profundidad. Se utiliza para instalar en ellas apagadores, contactos, botones de timbre, etcétera, cuando el número de estos dispositivos intercambian o una mezcla de ello no exceda de tres;



aunque se recomienda instalar solo dos, para facilitar su conexión y reposición cuando se requiera.

Esta caja de conexiones chalupa, solo tiene perforaciones para hacer llegar tubería de 13 mm de diámetro, además de ser las únicas que no tiene tapa del mismo material.

**2. - Caja de conexiones Redonda.-** Son en realidad caja octagonales bastante reducidas de dimensiones, consecutivas de área útil interior de aproximadamente 7.5 cm de diámetro y 38 mm de profundidad. Se fabrica con una perforación por cada dos lados, una en el fondo y una que trae la tapa, todas para recibir tubería de 13 mm de diámetro. Por sus reducidas dimensiones, son utilizadas generalmente cuando el número de tuberías, de conductores y de empalme son mínima, como es el caso de arbotantes en baños, en patios de servicio, etcétera.

**3. - Cajas de conexiones Cuadradas.-** Se tiene de diferentes medidas y su clasificación es de acuerdo al mayor diámetro de los tubos que pueden ser sujetos a ellos, así como se conoce como cajas de conexiones cuadradas de 13, 19, 25, 32 y 38 mm. Dentro de esta categoría, se tiene las siguientes subclasificaciones:

- a) .- Cajas de Conexiones Cuadradas de 13 mm.- Cajas de 7.5 x 7.5 cm de la base por 38 mm de profundidad, con perforación tanto en los costados como en el fondo, para sujetar a ellas únicamente tubos Conduit de 13 mm de diámetro.
- b) .- Cajas de Conexiones Cuadradas de 19 mm- tiene 10x10 cm de base por 38 mm de profundidad, con perforación alternadas para tuberías de 13 y 19 mm de diámetro.
- c) .- Cajas de Conexiones Cuadradas de 25 mm- De 12 x 12 cm de base por 55 mm de profundidad, con perforación alternadas para tuberías de 13, 19 y 25 mm de diámetro. Para tuberías de diámetro mayores, se cuenta con cajas de conexiones de 32, 38 y 51 mm o bien cajas especiales dentro de las cuales se deben considerar los registros de distribución de teléfonos cuyas medidas comúnmente utilizadas son las de 20 x 20 cm de base por 13 cm de profundidad.

**En la tabla se indica los tipos de conductores aislados más comunes y las características de aislamiento.**

Nombre comercial	Tipo	Temp. Maxi. °C	Material aislante	Cubierta Exterior	Utilización
Hule Resistente al calor	RH RHH	75 90	Hule resistente al calor	No metálica, resistente a la humedad	Locales secos
Hules Resistente al calor y a la humedad.	RHW	75	Hule resistente al calor y a la humedad.	No metálica, resistente a la humedad.	Locales húmedos y secos.
Hules látex, resistente al calor.	RUH	75	90 % Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad.	Locales secos.
Hules látex, resistente a la humedad	RUW	60	90 % Hule no molido, sin grano	No metálica, resistente a la humedad.	Locales húmedos y secos.
Termoplásticos	T	60	Compuesto termoplástico retardado de la flama	Ninguna	Locales secos
Termoplástico resistente a la humedad	TW	60	Termoplástico , resistente a la humedad, retardado de la flama.	Ninguna	Local húmedos y secos.
Termoplásticos dúplex resistente a la humedad.	TWD	60	Termoplástico , resistente a la humedad, retardado de la flama.	Ninguna	Locales húmedos y secos.
Termoplásticos resistente al calor, con cubierta de naylon.	THHN	90	Termoplástico , resistente al calor, retardado de la flama.	Nylon.	Locales secos.
Termoplástico resistente a la humedad y al calor	THW	75	Termoplástico , resistente a la humedad y al calor, retardado de la flama	Ninguna	Locales secos

Termoplásticos resistente a la humedad y al calor, con cubierta de Nylon.	THW N	60	Termoplástico , resistente a la humedad y al calor retardado de la flama.	Nylon	Locales con grasas, aceite y gasolina.
		75			Locales secos y húmedos.
Termoplástico resistente a la humedad (doble forro)	DF	75	Termoplástico , resistente a la humedad	No metálica, resistente a la humedad, retardada de la flama.	Locales secos y húmedos Hasta 1000 V.
Sistemático resistente al calor	SIS	90	Hule resistente al calor	Ninguna	Solo alambrado de tableros.
Aislante mineral cubierta metálica	MI	85	Oxido de magnesio	Cobre	Locales Húmedos
		250			Temp. Máxima de operación para aplicación especial.
Silicon asbesto	SA	90	Hule Silicon	Asbesto o vidrio	Locales secos
		125			Temp. Max. De operación para aplicación especial.
Etileno propileno	EP	90	Etileno Propileno	No metálico resistente a la humedad y al calor y retardado de la flama.	Locales húmedos y secos y directamente enterrados.
Etileno Propileno Fluorido	FEP	90	Etileno propileno fluorinado	Ninguna	Locales secos
	FEPB	200	Etileno Propileno Fluorinado.	Malla de vidrio o malla de asbesto.	Aplicación especial en locales secos.

**Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)**

Temperaturas máximas del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN,RUW,T, T W, TWD, MTW.		RH,RHW,RUH,T HW,THWN,DF,X HHW		PILC,V,MI		TA,TBS,SA,AV BSIS,FEP,THW, RHH,THHN,MT W,EP,XHHW	
Calibre AWG MCM	En tuberías o cobre	Al aire	En tuberías o cable	Al aire	En tubería o cobre	Al aire	En tubería o cobre	Al aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
0	125	195	150	230	155	245	155	245
00	145	225	175	265	185	285	185	285
000	165	260	200	310	210	330	210	330
0000	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425

**Capacidad de corriente de conductores de cobre aislados (amperes)**

Temperaturas máximas del aislamiento	110 °C		125 °C		200 °C	
Tipos	AVA,AVL		AI,SA,AIA		A,AA,FEPB	
Calibre AWG MCM	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire	En tubería o cable	Al aire
14	30	40	50	40	30	45
12	35	50	40	50	40	55
10	45	65	50	70	55	75
8	60	85	65	90	70	100
6	80	120	85	125	95	135
4	105	160	115	170	120	180
3	120	180	130	195	145	210
2	135	210	145	225	165	240
1	160	245	170	265	190	280
0	190	285	200	305	225	325
00	215	330	230	355	250	370
000	245	385	265	410	285	430
0000	275	445	310	475	340	510
250	315	495	335	530		
300	345	555	380	590		

## **7.6 Tubo metálico rígido**

### **7.6.1 Sección y diámetro.**

La sección transversal del tubo debe ser circular. No debe usarse tubo metálico rígido de dimensiones nominales inferiores a 13 milímetros (1/2 pulgada). Todos los conductores no deben ocupar más del 40 por ciento de la sección transversal del tubo en el caso de 3 conductores o más del 55 por ciento cuando se trate de un solo conductor.

### **7.6.2 Superficie**

La superficie inferior del tubo debe ser lisa evitar daños al aislamiento o a la cubierta de los conductores.

### **7.6.3 Monitores.**

Cuando el tubo entre a una caja, ducto o gabinete, debe colocarse un monitor o boquilla que evite raspaduras en el aislamiento de los conductores.

### **7.6.4 Doblador**

El doblado del tubo metálico rígido debe hacerse con una herramienta especial, de manera que no se produzca grietas y que su diámetro inferior no se reduzca apreciablemente.

## **7.7 Tubo metálico rígido pesado y semipesado (pared gruesa).**

### **7.7.1 Uso.**

Pueden usarse en instalaciones visibles u ocultas en concretos o embutidos en mampostería, en toda clase de edificio y bajo cualquier condición atmosférica o directamente enterrados tiene que recubrir adecuadamente.

### **7.7.2 Accesorios de unión.**

Los accesorios de unión, con o sin rosca que se usen con el tubo, deben quedar bien ajustados con objeto de asegurar una continuidad eléctrica efectiva en todo el sistema. De canalización.

### **7.7.3 Tubo metálico rígido ligero. (Pared delgada).**

El tubo metálico rígido ligero puede usarse en instalaciones visibles u ocultas embutido en mampostería, pero solamente en lugares de ambiente seco, no expuestos a la humedad o a un ambiente corrosivo.

#### **7.7.4 Uso no permitido.**

El tubo metálico rígido tipo no debe instalarse:

- a) Cuando durante su instalación o después de ellos este expuesta a baño mecánico.
- b) Embebido en concreto o embutido en mampostería cuando este expuesto a la acción permanente de la humedad o de un ambiente corrosivo.
- c) Directamente enterrado.
- d) En lugares húmedos o mojados.
- e) En lugares clasificados como peligrosos.

#### **7.7.5 Diámetro máximo.**

No debe usarse tubo metálicos mayores de 2 pulgadas. (51 milímetros).

Los tubos metálicos rígidos tipo ligero no debe unirse entre sí, ni a las cajas, ductos o gabinetes, mediante roscas en las paredes de los tubos.

#### **7.7.6 Tubo metálicos flexibles.**

Es hecho de cinta metálica engargolada (en forma helicoidal), sin ningún recubrimiento, y un tipo de tubo metálico flexible con una cubierta exterior de un material no metálico, que lo hace hermético a los líquidos y es resistente a los efectos de los rayos solares.

#### **7.7.7 Números de conductores.**

El número de conductores que pueden alojarse en el tubo metálico flexible es el que resulta de consideración los mismos factores de relleno que para los tubos rígidos.

#### **7.7.8 Soportes.**

Deben estar mediante abrazaderas grapas o accesorios similares que no dañen el tubo, debiendo esto colocarse a intervalos no mayores de 1.50 metros y una distancia no mayor de 30 centímetros de cada caja o accesorios.

#### **7.7.9 Tubo no metálico.**

Se aplica a los tubos conducto hechos de material no metálico. Esta designación incluye al tubo rígido de policloruro de vinilo. (PVC) y al tubo de polietileno.

#### **7.7.10 Tubo rígido de PVC.**

El tubo Conduit de PVC debe ser autoextinguible, resistente al aplastamiento, resistente a la humedad y resistente a gases químicos específicos. Se identifica por el color verde olivo.

### **7.7.11 Uso permitido.**

El tubo rígido de PVC puede usarse en las condiciones siguientes:

- a) En instalaciones ocultas.
- b) En instalaciones visibles, siempre que el tubo no este expuesto a daño mecánico.
- c) En lugares expuestos a los agentes químicos específicos para los cuales el tubo y sus accesorios son especialmente resistentes.
- d) Enterrado a una profundidad no menor de 0.50 metros, a menos que se protejan con un recubrimiento de concreto de 5 centímetros de espesor como mínimo.

### **7.7.12 Uso no permitido.**

El tubo rígido de PVC no debe usarse en las condiciones siguientes:

- a) En área y los locales clasificados como peligroso.
- b) En teatros, cines y locales similares.
- c) Para soportar luminarias u otros equipos.
- d) Donde este expuestos a temperaturas mayores

### **7.7.13 Soporte.**

Las instalaciones con tubo rígido PVC deben soportar a intervalos no mayores que los que indican a continuación.

Tubo de 13 y 19 mm	1.20 metros.
Tubos de 25 a 51 mm	1.50 metros.
Tubos de 63 y 76 mm	1.80 metros.
Tubos de 89 y 102 mm	2.10 metros.

### **7.7.14 Tubo de polietileno.**

El tubo conduit de polietileno debe ser resistente a la humedad y resistente a agentes químicos específicos. Además debe tener suficiente resistente mecánica, se identifica por el color amarillo.

Fabricado con recubrimiento de PVC sobre alma de acero pre-galvanizado engargolado helicoidalmente para formar un tubo flexible y hermético a prueba de líquidos

Brinda protección a los cables contra, grasas, agua ambiente salinos, polvo, intemperie, etc.

Fabricado de conformidad con normas norteamericanas con gruesa capa de PVC diseñada para aplicaciones industriales.



Diámetro mm	Nominal Pulg.
10 mm	3/8
13 mm	½
19 mm	¾
25 mm	1"
32 mm	1" ¼
38 mm	1" ½
50 mm	2"
63 mm	2" ½
75 mm	3"
100 mm	4"

### **Conduit metálico ultraflexible.**

Fabricado de acero pregalvanizado engargolado helicoidalmente con doblez a escuadra recalcado altamente flexible y resistente a la tensión. Ideal para cable en interiores de muros huecos y otros lugares secos donde se requiera protección y soporte del cableado.

### **7.8 Accesorios para Tuberías**

- Conectores Recto
- Conectores Curvos.
- Conectores opresor.
- Monitores.
- Conectores pared delgada
- Contratuercas.
- Coplee pared Delgada
- Reductores tipo RE
- Unas fundidas.
- Uña Industrial
- Omega Industrial
- Colgador tipo clevis

- Colgador tipo pera
- Abrazaderas " U " Roscado
- Abrazaderas Unicanal.
- Tuercas de resorte
- Taquetes Expansores Z
- Taquetes de acero ADI.
- Ancla de camisa.
- Varillas roscadas
- Sujetador Mariposa
- Taquetes comerciales.

### **7.9 Conductos para piso.**

Se aplica a un tipo de conducto hecho de materiales metálicos o no metálicos, especialmente diseñados para instalar bajo el piso de locales para oficinas o tiendas, cuando se requieren un gran número de salidas en diferentes puntos de dichos locales.

### **7.10 Charolas para cables.**

Se aplican a las estructuras y continuas especialmente construidas para soportar cables, tales como charolas canales, escalerillas y estructuras similares, las cuales pueden ser de metal o de otro material no combustibles.

#### **7.10.1 Instalaciones.**

- a) Las charolas deben instalarse como un sistema completo antes de la colocación de los cables.
- b) Deben proveerse soportes para evitar esfuerzos en los cables cuando estos se deriven fuera de la charola hacia cualquier tipo de canalización.
- c) En las partes de la charola donde se requiera una protección adicional contra daño mecánico, debe usarse tapa o cubierta incombustibles que den la protección necesaria.
- d) Cuando una charola para cable contenga circuitos de tensión diferentes estos deben separarse mediante una barrera incombustible que se extienda a todo lo largo de la charola o por medio de una distancia adecuada que dé la charola o por medio de una distancia adecuada que dé protección equivalente.
- e) Una charola puede extenderse atravesando muros, en locales secos o húmedos, siempre que la sección de la misma dentro de los muros sea continua y esté cubierta, o bien que la abertura por donde pase proporcione espacio libre suficiente.
- f) Una charola puede extenderse atravesando piso o plataformas, en locales secos o húmedos, siempre que la misma este totalmente cerrada cuando pase a través de la abertura del piso o plataforma y hasta una distancia no menor de 1.80 metros sobre el nivel del piso o plataforma, para dar protección contra mecánico.

- g) Debe proveerse espacios adecuados alrededor de las charolas para la instalación de los cables su mantenimiento.

La alimentación horizontal para cada piso conectado a la distribución correspondiente de la alimentación vertical. Para esta parte de la instalación rige las mismas disposición constructiva que para la alimentación vertical. La alimentación horizontal puede realizarse según una distribución en forma centralizada o no centralizada.

**CAPÍTULO VIII**  
**ACCESORIOS**

## CAPÍTULO VIII. Elementos de una Instalación Eléctrica (Accesorios)

### 8.1 Los accesorios de control.

1. - Apagadores Sencillos.- Son apagadores de 3 vías o de escalera, apagadores de 4 vías o de paso, etcétera.

2. - Caso Secundario cuando por alguna circunstancia se tiene contactos controlados con apagador.

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

4. - Las Estaciones de Botones para el control manual de motores, equipos y unidades completas.

5. - Interruptores de presión de todo tipo.

Dentro de la amplia variedad de los accesorios de control y protección, se puede considerar los de uso mas frecuente, como son.

- a) Interruptores (switches). - Que puede ser abierto o cerrados a voluntad de los interesados, además de producir protección por si solo a través de los elementos fusibles cuando se presenta sobre corrientes (sobrecargas) ( peligrosas.
- b) Los interruptores termomagnéticos.- Que además de que suelen ser operados manualmente, proporcionan protección por sobrecargas en forma automática.
- c) Arrancadores a Tensión Plena Arrancadores a Tensión Reducida.- Para el control manual o automático de motores, equipos y unidades complejas.

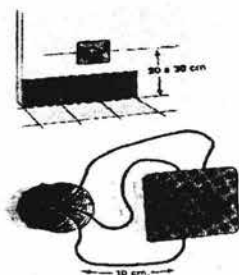


Fig. 8.1

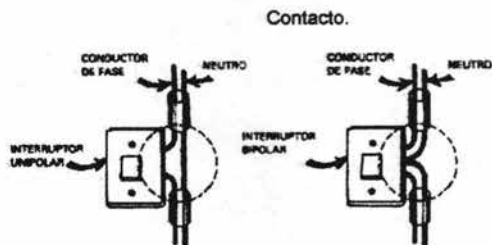


Fig.8.2  
Apagador.

## 8.2 Lámparas.

Como en diseño de cualquier área de la iluminación, el diseño para interiores requiere no solo un conocimiento básico del equipo, sino también la comprensión de los procedimientos de diseño. Esto a la vez significa que el experto en iluminación debe conocer los datos fotométricos que publican los fabricantes para sus productos.

La luz es una forma de energía radiante que se evalúa en cuanto a su capacidad para producir la sensación de la visión. Los científicos, hoy en día utilizan dos conceptos al explicar la Naturaleza de la luz. Esto son la Teoría de las Ondas Electromagnéticas y la Teoría del Quantum.

La teoría Electromagnética, establece que los cuerpos luminosos emiten luz bajo la forma de energía radiante que se transmite en forma de ondas electromagnéticas y que estas ondas actúan sobre nuestra visión para producir la sensación de luz.

La Teoría del Quantum, establece que los cuerpos luminosos emiten energía radiante en forma de grupos, los que son expulsados en líneas rectas y actúan sobre la visión para producir la sensación de luz.

El movimiento de la luz a través del espacio, puede realmente explicarse mejor por medio de la Teoría Electromagnética. El efecto de la luz sobre la materia, se explica más fácilmente por medio de la Teoría del Quantum.

Los focos y los tubos se pueden clasificar en categorías generales según la forma en que produzca la luz.

La luz incandescente, tipo utilizado con mayor frecuencia en los hogares, proviene de un filamento de tungsteno que se "incendia" y consume lentamente adentro de una bombilla de vidrio al vacío.

Los focos A, los tradicionales, también los hay en variantes de tres intensidades y de larga vida. Los focos R, PAR y ER producen un rayo más controlado; los del pico planteado difunden la luz desde su interior. También se puede conseguir focos decorados.

La iluminación incandescente de bajo voltaje para uso en interiores es nueva en el uso residencial. Con 12 o 24 voltios en operación, necesaria transformadores que, con frecuencia, está integrados en los equipos compactos para la iluminación de acento, donde la luz debe colocarse o dirigirse precisamente sobre un área pequeña. Las luces miniatura de bajo voltaje son decorativas y útiles, pero son relativamente caras. En general, la iluminación de este tipo consume poca energía y debe planearse con cuidado.



Fig.8.3  
Lampara fluorescente

La luz fluorescente se produce cuando la energía y el vapor de mercurio crean un arco que activa los fosfatos que cubre el interior de la bombilla. Debido a que la luz se emite uniformemente en la superficie completa del tubo, se difunde en todas direcciones y crea una luz estable, sin sombra. Los tubos requieren de una balaustra para el encendido y para mantener el flujo eléctrico uniforme.

Los tubos fluorescentes no tienen rival en lo que eficiente de energía se refiere, y tiene mucha más duración que los focos incandescentes. En áreas donde se necesita energía, conviene que la iluminación ambiental para las cocinas y los baños nuevos sean fluorescente.

Los tubos fluorescentes antiguos producen ruido, parpadean y dan poco rendimiento del calor.

Fig.8.4 Lámpara Incandescente



### 8.2.1 Alumbrado.

Generalmente :La luz de la velocidad de circulación de la energía radiante, evaluada con relación a la sensación visual.

El aspecto visible corresponde a una gama de frecuencia de 400- 7500 Nanometros, y dependen de la longitud de onda los diferentes colores.

Violeta	4 000	4 400	Nonometros
Indogo	4 400	4 600	Nonometros
Azul	4 600	5 000	Nonometros
Verde	5 000	5 600	Nonometros
Amarillo	5 600	5 900	Nonometros
Anaranjado	5 900	6 300	Nonometros
Rojo	6 300	7 500	

La cantidad de luz o flujo luminoso se mide en lúmenes.

Lúmenes. Es igual a la intensidad luminosa que difunde uniformemente en todas direcciones una bujía.

Lux o luxes. Es la cantidad la iluminación se han convertido en una actividad altamente especializada, en que sus especialidades se une en dos sistemas de aplicación general, que son iluminadas de interiores e iluminación de exteriores.

Se considera iluminación de interior, aquella iluminación que se va efectuar en un local techado y las diferentes de iluminación, son propias exclusivas del trabajo o funcionamiento del local.

Se considera iluminación de exteriores, aquellos estudios efectos para iluminar fachadas de edificios, monumentos, jardines aven9idas, estadios, arenas pistas de aterrizaje, andenes, m





Fig. 8.5  
Lampara de Tubo fluorescente

### 8.2.2 Aparatos de mando.

Este grupo comprende de mando no automáticos, destinados a uso domestico y similares. La notable capacidad de corriente permite usar los interruptores para el mando de lamparas (Incandescente o fluorescente) y de pequeños electrodomésticos pueden usarse en cualquier aplicación de señalización acústica, ya sea en combinación con uno o más zumbadores o timbres de mayor potencia.

Las condiciones de prueba más significativas de los aparatos de mando son:

- Tensión de prueba: 1250 V 60 Hz gradualmente por minuto.
- Resistencia de aislamiento probada a 500V: 75Ω
- Poder de interrupción: 200 maniobra a 1:25 1.10V os φ
- Prueba de vida: 40,000 maniobra a In Van cos φ

#### Conmutador con tecla doble

El conmutador con doble se emplea básicamente para el mando de motores con dos sentidos de giro (cortinas, persianas, etc.)

El conmutador con doble tecla es un mecanismo de tres posiciones 1-0-2. En función de la tecla que se presione se activa una salida y/o se desactivará la otra.

Cuando se presiona la tecla superior ésta queda activada cerrándose el contacto y una persiana conectada al conmutador realiza la función de subir (abrir la ventana), para desconectar se ha de presionar la tecla inferior. De la misma manera, si se presiona la tecla inferior la persiana hace funcionar de bajar (cerrar la ventana).

Al tratarse de un conmutador las dos salidas no se puede activar al mismo tiempo, protegiendo de esta forma el motor, ya que nunca recibirá alimentación en los dos sentidos.

### 8.3 Aparatos de derivación.

Las tomas de corriente cuentan con un diagrama que impide el contacto con objetos extraños a una clavija (ejemplo: Desarmadores, pinzas, etc.) ofreciendo así una seguridad adicional contra riesgos de electrocución por contacto accidental. Por esto las tomas de corriente se recomienda en lugares donde existen niños.

Las condiciones de pruebas más significativas a que se someten los aparatos de derivación son:

- Tensión de prueba: 1250V 60 Hz graduales durante un minuto.
- Resistencia de aislamiento probada a: 500V:  $> 5 \text{ M}\Omega$
- Prueba de interrupción: 100 maniobras de conexión y desconexión de la clavija, energizada a  $1.10 \text{ van } \cos \phi 0.6 1.25 \text{In}$

Toma de TV.

En este grupo se incluyen las tomas coaxiales destinadas a salidas para usuarios de antenas colectivas o individuales.

La impedancia característica es en todos los casos de 75 Ohms ( $Z_0$ ); la relación de onda estacionaria (SWR) es menor a 1.5

### 8.4 Conectores de transmisión de datos.

Se define a una red (network) como un sistema que conecta muchos aparatos diferentes o similares (workstation, impresoras, monitores, etc.), ubicados en una misma oficina, en el mismo edificio o también en distintas regiones geográficas.

La función de la red es transferir datos e informes de un punto a otro de un modo rápido y seguro permitiendo a cada usuario conectado, la comunicación con cualquier otro usuario permitiendo el acceso en cada workstation a los periféricos, como impresoras, registradoras de código de barras, host computer, etc.

En base a las dimensiones de la red se pueden distinguir 3 tipos.

- WAN (Wide Area Networks): Red geográfica entre ciudades y nacionales.
- MAN (Metropolitan Area Networks): red en la ciudad.
- LAN (Local Area Networks): red local

Estos conectores han proyectado para satisfacer los requisitos legales a las interconexiones telefónicas.

También han sido largamente usados en la realización de redes de datos.

Se encuentran instalados en los sistemas ISDN (Integrated Service Digital Network) en los cuales viene integrada la transmisión de datos con señal de videofono.

### 8.5 Lámpara de emergencia.

El aparato está formado por una base de recarga más una lámpara con batería, que se enciende automáticamente al fallar la tensión en la red.

El grupo "lámpara" es de tipo extraíble para poderla usar como una linterna común recargable. Comprende también dos leds que señalizan el tipo de función en curso y un interruptor deslizante para habilitar o excluir dicho dispositivo (esto es esencial a fin de evitar el encendido en caso de interrupción voluntaria del servicio eléctrico.)

#### Características nominales.

- Soporte con conector de seguridad protegido.
- Ampolleta 2,2V -0,25 A
- Batería recargable: 2 elemento Níquel Cadmio tipo KRH 18/29; 1,2V -0,5A
- Autonomía: aproximadamente 2 horas
- Tiempo de recarga total: próximamente 36 horas
- Dispositivo electrónico de recarga: en tampón
- Alimentación: 127/220V~ +/- 10 % 60Hz
- Sección máxima conductores: 2,5 mm (14AWG)
- Dimensiones: 2 módulos.

#### 8.6 Regulador de tensión y luminosidad (Dimmer)

El dimer con pulsantes, puede controlar desde uno o más puntos, cargas resistivas o transformadores ferromagnéticos con una potencia comprendida entre los 50W y 500W para cargas resistivas y entre 50VA y 300VA para cargas inductivas. Está realizado con una nueva tecnología que resguarda las emisiones de disturbios electromagnéticos sin la necesidad de utilizar una bobina de filtro. Esta característica hace que el aparato sea absolutamente silencioso eliminando el tipo zumbido debido a la bobina misma.

Una rápida presión del pulsador incorporado o de uno de los pulsadores instalados externamente

Provoca el encendido de la carga al nivel de la última regulación efectuada, una segunda presión rápida provocada el apagador.

La presión prolongada del pulsador del pulsador permite la regulación del nivel máximo o el nivel mínimo la regulación se interrumpe, para continuar se debe volver a pulsar. Para el encendido el aparato alcanza el nivel de luminosidad predeterminado de manera gradual a fin de evitar fenómenos extraños (soft-start), también el apagador se realiza gradualmente.

El dimer está autoprotegido contra el calentamiento a través de una protección térmica y de un cortocircuito a través del fusible incorporado tipo T5H

250V. Este aparato cumple con la norma IEC 669-2-1

### **8.7 Detector de Presencia.**

El detector a rayos infrarrojos pasivos, abre nuevas perspectivas en el campo de la automatización permitiendo el encendido de equipo de manera automática al paso de las personas (por ejemplo la luz se enciende sin el accionamiento de un interruptor o pulsador).

Se puede regular el umbral de intervención del aparato en función de la iluminación natural del ambiente, como regular el retardo de la desconexión automática después del último movimiento a fin de optimizar las prestaciones. El campo de acción se puede aumentar instalando más aparatos en distintos puntos con las salidas en paralelo.

La cobertura volumétrica queda asegurada por 3 niveles de rayos A, B y C orientados a +2,

-5 y - 30 grados respecto del eje de instalación, extendidos por 6 metros.

Características técnicas

➤ Alimentación : 127V

**CAPÍTULO IX**  
**VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES**

## CAPÍTULO IX VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 9.1 Supervisión Eléctrica.

Es una evaluación consta de calidad y seguridad del trabajo realizado. La seguridad de los usuarios de estas instalaciones y de sus bienes es el producto de un trabajo efectuado con idoneidad y ética profesional. Considerando que muchas etapas de una instalación sola serán conocidas por quienes la ejecuten, es de vital importancia que la técnica sea bien realizada.

Las normas eléctricas establecidas establecen que toda instalación, antes de ser sometida a diversas pruebas o ensayos, a fin de verificar que ella ha sido bien realizada y cumple con los estudios y especificaciones inherentes al proyecto. Lo mismo se exige para las extensiones y modificaciones de instalaciones existentes.

### 9.2. Inspección de las instalaciones.

Los técnicos encargados de la supervisión de las instalaciones eléctricas, cuando están finalizando, deberán disponer para su labor de toda la documentación relacionada con la obra eléctrica, esto es:

- Planos definitivos de las instalaciones
- Esquemas y diagramas eléctricos.
- Tablas, características y especificaciones técnicas de los componentes de la instalación
- Memoria de calculo al proyecto
- Elemento de inspección ( escalas, herramientas e instrumentos para desarrollar las mediciones finales, etc.)



Fig.9.1  
Elementos de Inspección

Durante la realización de las instalaciones eléctricas y de los ensayos o pruebas a las instalaciones, debe ser tomadas las precauciones que garantizan la seguridad de las personas encargadas de la supervisión, asimismo, las que eviten daños al equipo y a la propiedad.

La inspección visual de las instalaciones, precede a las pruebas finales y se realiza a través de la inspección física de la instalación, recorriéndola desde el punto de acometida hasta el último elemento de cada circuito de la instalación.

La inspección visual permite tener una idea general de la instalación y de las condiciones técnicas de la ejecución, revisando los siguientes aspectos:

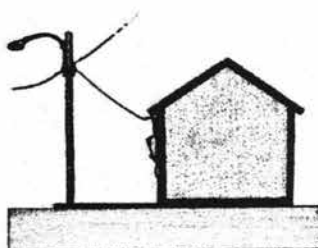


Fig.9.2  
Acometida.

### 9.3 Punto de acometida.

Verifica que se encuentren los conductores, tablas, cajas puestas a tierra especificados en plano eléctrico.

En este punto se debe verificar además la posición de los tableros, que el alambrado esté ordenado, ausencia de suciedad.

Tableros de distribución

Verifica las condiciones físicas de:

- Estructura de la caja: pintura, térmica y tamaño.
- Ubicación: altura de montaje, fijación y presentación.
- Componentes: protecciones, alambres, barras, llegada y salida de ductos, boquillas, tuercas, etc.

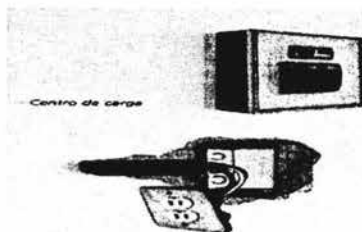


Fig.9.3  
Centro de cargas.

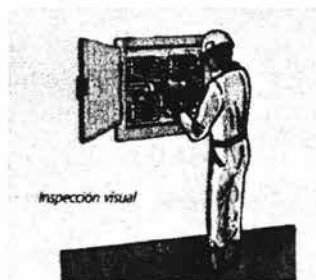
## 9.4 Circuitos.

Al momento de revisarlos se debe verificar

- El dimensionamiento de líneas; revisando la sección de los ductos
- Los conductos: Sus diámetros y bajadas a caja.
- Las cajas de derivación: inspección la continuidad de líneas, el estado mecánico de los conductores y empalmes la ausencia de rebabas y la limpieza.
- Las cajas de interruptores y conexiones: el estado mecánico de unión al elemento, a la llegada de ductos y la calidad de los dispositivos.
- Las puestas a tierras: verificando la sección de conductores, el código de colores, la calidad de las uniones a la puesta de tierra, la llegada al tablero, y la unión a las barras de tierras de servicio y tierra de protecciones situadas en el tablero.

En resumen, la inspección visual y el análisis de la documentación entregada, tiene el objeto de verificar que los componentes o elementos permanentemente conectados cumplen las siguientes condiciones:

- Seguridad: lo indica por normas y reglamentos vigentes.
- Materiales: selecciones e instalaciones de acuerdo a proyecto.
- Montaje: de materiales y equipos en buenas condiciones.
- Medidas de protecciones: contra descargas eléctricas por contacto directo e indirecto, contra sobrecargas y cortocircuito para seccionamiento y control.
- Sensibilidad para la operación y mantenimiento.



Inspección visual

Fig.9.4  
Inspector de Instalaciones Eléctricas

## 9.5 Mediciones y pruebas de la instalación.

Es esta etapa de la supervisión se recurre de instrumento para verificar, entre otros detalles, el estado de los aislamientos y puesta a tierra, factores de gran importancia para la seguridad de los usuarios de la instalación eléctrica.



Las normas indican pruebas a seguir y recomienda la manera como proceder en su aplicación.

### 9.6 Las pruebas y mediciones recomendadas.

- Continuidad de los conductores de las tierras de servicio y de protecciones
- Separación eléctrica de los circuitos.
- Resistencias de aislamiento de la instalación.
- Resistencia de pisos.
- Mediciones de las resistencias de los electrodos de las tierras de protección.
- Verificación de las características de los dispositivos de protecciones contra indirectos y directos.
- Verificación de las características de los dispositivos contra cortocircuito y sobrecarga.
- Verificación de polaridades.
- Pruebas de tensión.
- Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas antes mencionadas, además de asegurar el correcto funcionamiento de un sistema o circuito eléctrico, están destinados a proteger al operador, evitando que corra el riesgo de ser sometido a tensiones peligrosas por contacto directo o indirecto.

Por esto fundamentalmente que se cumplan las normas y reglamentos eléctricos vigentes.



Fig.9.5  
Medición y ensayo

#### **Mediciones de aislamiento y puesta en marcha.**

El aislamiento de los conductores activos de una instalación eléctrica (neutro y fase), tienen contacto físico entre sí y con tierra, y cuando se aplica una tensión entre los conductores se genera una corriente de fuga.

Para instalaciones de hasta 100 metros de longitud se acepta que la corriente de fuga en la salida de la protección general, entre un conductor activo

(fase o neutro) y tierra, o entre los dos conductores activos, no sea superior a 1 miliampere (mA).

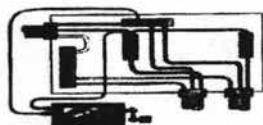
Dicho de otro modo, la resistencia que el aislamiento opone al paso de la corriente de fuga, o resistencia de aislamiento mínima debe ser:

- De 300, 000 ohms para la instalación cuya tensión de servicio sea hasta 220 volts.
- Para instalaciones con tensión de servicio superior a 220 volts, se aceptara una resistencia de aislamiento de 1000 ohms por cada volé de tensión de servicio, es decir, si la tensión de servicio es de 380 volts, la resistencia de aislamiento mínima es 380, 000 ohms.

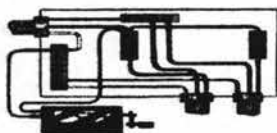
### 9.7 Las pruebas de aislamiento que se deben realizar durante la supervisión eléctrica Aislamiento entre cada conductor activo y tierra.

- Aislamiento entre conductores activos.

Para hacer estas mediciones, la instalación debe estar en las siguientes condiciones:



*Medidas de aislamiento entre conductores activos a tierra*



*Medida de aislamiento entre conductores activos*

Fig..9.6

- Sin alimentación de energía eléctrica
- Sin carga, es decir, sin focos en los portalámparas, y sin equipos p aparatos conectados a los contactos.
- Los interruptores que controlan la carga deben estar cerrados, para continuidad eléctrica de la instalación.

Para realizar la prueba de aislamiento, se debe contar con un instrumento llamado megger, que mide la resistencia de aislamiento.

Para efectuar el ensayo de la resistencia de aislamiento, se debe conectar el instrumento a la instalación tal como se muestra en la figura, para cada una de las mediciones indicadas anteriormente.

## 9.8 Mediciones de la puesta a tierra.

La puesta a tierra de protecciones debe tener un valor específico, de acuerdo a los requerimientos de las medidas de seguridad contra tensiones por contactos indirectos.

Las mediciones de supervisión eléctrica, para las protecciones contra indirectos son dos:

1. Medidas de tierra de protección
2. Medidas de tensión de paso y contacto.

### 9.8.1 Los objetos de la puesta a tierra.

- Conducir a tierra ( al suelo) todas las corrientes producidas por una falla de aislamiento que energizado las carcazas de los equipos eléctricos.
- Evitar que en las carcazas metálicas de los equipos eléctricos aparezcan tensiones que resulten peligrosas para la vida humana.
- Permitir que la protección del circuito (el disyuntor magneto-termico) despeje la falla en un tiempo no superior a los 5 segundos.
- Controlar el nivel de tensión (voltaje) que aparece en las carcazas de los equipos eléctricos antes una falla de aislamiento, para que este no alcance valores superiores a las tensiones de seguridad, es decir, 65 volts, en ambientes secos o de bajo riesgo eléctrico (habitaciones interiores y secas) 24 volts, en ambiente húmedo o de alto riesgo permanente, baños. Etc.

Para efectuar la prueba de medición de una puesta a tierra, se deben tener presente las siguientes condiciones previas:

- Las instalaciones deben estar sin energía.
- Se debe retirar las puestas a tierra de la instalación, es decir se debe desconectar la conexión del conductor de puesta a tierra, con la toma a tierra principal (electrodo o barra copperweld).
- La medición se efectúa utilizando un instrumento especial para la evaluación de puesta a tierra.
- La medición se efectúa utilizando, los instrumento esenciales para la evaluación de puesta a tierra.

Este instrumento se posee tres terminales, los cuales deben ser conectados como lo indica la figura siguiente:

- Una de las terminales se conecta a la puesta a tierra de la instalación ( electrodo copperweld)
- Las otras dos terminales se conectan a dos distancias pertinentes.
- Posteriormente sé, se efectúa la medición.

- La aguja indica el valor de la resistencia de la puesta a tierra, el que deberá ser igual o menos al valor del proyecto.

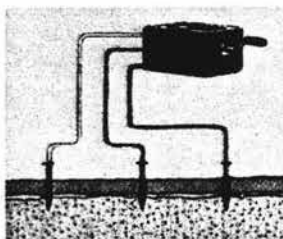


Fig. 9.7  
Medición de la puesta a tierra

### 9.9 Medición de la resistencia de pisos.

Para establecer si un piso es aislante, se efectúa una medida de resistencia colocando sobre el piso un paño húmedo de forma cuadrada y de aproximadamente 270 mm de lado sobre el cual se colocara una placa metálica limpia, sin óxido, se colocara una placa de madera de igual dimensión y de un espesor mínimo de 20 mm, el conjunto se carga con un peso de aproximadamente 70 Kg

Se medirá la tensión mediante un voltímetro de resistencia interna  $R_i$  de aproximadamente 33,000 ohms, sucesivamente entre.

- Un conductor de fase y la placa metálica, esta tensión la llamaremos  $V_2$
- Entre el mismo conductor de fase y una toma de tierra eléctrica distinta de la placa, y de resistencia despreciable frente a  $R_i$ ; esta tensión la llamaremos  $V_1$ .
- La resistencia buscada estará dada por la relación:

En un mismo local se efectúa por lo menos tres mediciones. Si existe un elemento conductor en la zona, por lo menos una de las mediciones deben hacerse a una distancia de un metro.

Para que el piso sea considerado aislante, ningún de las mediciones deben arrojar valores inferiores a 50,000 ohms.

La disposición descrita aquí no es aplicable a sistemas o circuitos con neutro aislado de tierra.

#### **9.10 Pruebas de polaridades.**

Es aplicable cuando las normas de instalación no permiten el uso de dispositivos unipolares de secciones del neutro.

#### **9.11 Pruebas de tensión aplicada.**

Tiene por objeto verificar la rigidez de los componentes de la instalación.

#### **9.12 Pruebas de funcionamiento.**

Debe ser realizado cuando este montados todos los elementos de la instalación, tales como: tableros, dispositivos de acciones, controles y de protecciones, artefactos, etc., para verificar si el conjunto esta en conformidad con las prescripciones y normas establecidas.

## Glosario

**A prueba de.** En general se aplica al equipo (o instalaciones diseñadas o construido de tal modo que su buen funcionamiento no es afectado por la presencia del agente externo contra el cual se considera protegido y que debe mencionarse en cada caso Esta definición se aplica, por ejemplo, a los términos: a prueba de agua, a prueba de intemperie " a prueba de lluvia", a prueba de polvo", etc.

**Abierto.** ( Aplicado a equipo eléctrico). Se dice de una maquina, aparato o dispositivo, construido sin protección especial de sus partes sometidas a potencial o en movimiento.

**Accesorio** Elemento complementario o auxiliar en una instalación o en un equipo.

**Accesible (aplicado a canalización).** Que se puede ver o retirar sin dañar partes de la constitución o su acabado, o que no esta permanente encerrada por la construcción o cubierta por el acabado.

**Acometida ( área o subterránea).** Los conductores que ligan la red de distribución, del sistema de suministro con el punto en que se conecta el servicio a la instalación de un usuario. Se llama también línea de servicio.

**Ajuste.** ( De un interruptor automático). Valor de la corriente que determina su disparo.

**Apagador.** Interruptor pequeño, de acción rápida, operacional manual y baja capacitancia, que generalmente se usa para el control de aparatos pequeños domésticos y comerciales y unidades pequeñas de alambrado.

**Apartarrayos** Aparato o dispositivo que se emplea para proteger el equipo conectado a un circuito eléctrico, contra el efecto de onda de sobre tensión que se producen, tanto por descargas atmosféricas, directas a circuitos aéreos. Como por la operación de interruptores o por otras causas de disturbios en el propio circuito.

**Automático** Que actúen por si mismo cuando es afectado por una acción personal, ya sea por una variación de intensidad de corriente, presión temperatura etc.

**Cable** ( aplicado a la forma de construcción de un conductor). Conductor formado por varios filamentos torcidos, con lo cual se obtiene un conductor más flexible que el alambre ( conductor sólido) de secciones equivalente.

**Cable aislado.** Conductor (generalmente formado por filamento) o grupo de conductores, provisto cada uno de su propio aislamiento y envuelto el conjunto por una capa aislante y por una cubierta exterior protectora.

**Canalización.** El medio que se usan para alojar al conductor de una instalación eléctrica y que son diseñados, contru9idos y utilizados solamente para tal fi. Las canalizaciones pueden ser de metal o de cualquier otro material aprobado.

**Conductor puesto a tierra.** Un conductor de un circuito a sistema que intencionalmente se conecta a tierra, como es le caso del conducto neutro de un sistema puesto a tierra (se llama también conductor conectado a tierra).

**Contacto** ( como dispositivo de instalación eléctrica). Dispositivo formado por un receptor no (del tipo de casquillo roscado) previsto como salida de una instalación eléctrica y que se usa para recibir las clavijas de cordones o cables flexibles de aparatos que están alimentados por este medio.

**Controlador** Dispositivo o grupo de dispositivos que sirven para gobernar, en algunas formas predeterminadas, la potencia eléctrica suministrada a los equipos, a los cuales están conectados.

**Desconectador** : Dispositivo a abrir en aire un circuito, solamente después de que se ha desconectado la carga por algún otro medio, pero que puede tener potencia aplicada en el momento de su operación.

**Conducto.** Canalización sencilla, cerrada de cualquier forma de sección. Este termino se aplica a algún tipo especiales de canalización y tiene un uso particular en el caso de líneas subterráneas.

**Electrodo de tierra.** Una o más partes conductores (generalmente varillas, tubos o placas), enterradas en el suelo, con el propósito de hacer contacto electrónico firme con la masa general de la tierra en el lugar.

**Equipo del servicio.** Es el conjunto de aparatos, propiedad del organismo suministrado o bajo su cuidado, necesario para la adecuada suministro del servicio, tal como equipo de medición, transformadores de instrumentos y gabinetes que los contienen, cuchillas auxiliares, etc., que se encuentran instalados en el extremo de la acometida más próxima al servicio.

**Equipo de utilización.** Equipo que consume energía eléctrica para uso mecánico, químicos, calorías, luminosos, etc.

**Equipo eléctrico.** Termino general que comprende aparatos, maquinas, dispositivos, etc., que se usan en instalaciones eléctricas, para generación, conversión, transformación o utilización de energía eléctrica, incluyendo instrumentos de medición, dispositivos de protección y aparatos accesorios.

**Hermético a.** (aplicación a equipos eléctricos) Construido de tal modo que el agente extremo de que se trata ( y que en cada caso debe mencionar) no puede penetrar a la caja que protege al equipo.

**Instalación eléctrica** Cualquier combinación de equipo eléctrico que se encuentra interconectado, incluyendo los conductores y demás elementos de interconexión, y accesorios, dentro de un espacio o localización determinados.

**Instalación oculta.** La que tiene canalización embutida en muros, techos, pisos, etc., o dentro de estos en forma que no sea visible.

**Instalación visible.** Instalación en líneas abierta o en canalización colocada en forma que sea visible.

**Interruptor.** Dispositivo que puede abrir un circuito eléctrico, cuando circula corriente con un valor hasta el de la capacidad del mismo dispositivo, sin sufrir daño alguno.

**Interruptor automático.** Interruptor que abre automáticamente por una sobre-corriente en el circuito, incluyendo condiciones de cortocircuito en el mismo, pudiendo ser también operado a voluntad.

**Interruptor de fuga a tierra.** Dispositivo cuya función es interrumpir el circuito cuando una corriente de falla a tierra excede determinados valor, que es apreciablemente menor que el requerimiento para que opera el dispositivo de protección contra sobre-corriente del propio circuito. El objetivo primordial del uso de este tipo de interruptor es contar con una protección contra choques eléctricos debidos a corrientes de fugas a tierra en circuitos o equipos defectuosos.

**Línea abierta.** La que forma un conductor o forma varios conductores, colocados paralelamente y separados entre sí, sin estar dentro de una canalización.

**Línea aérea.** Es aquella que esta construida por conductores desnudos o aislados, teniendo en el exterior de edificios o en espacios abiertos que están soportados por estructuras o poste, con los accesorios necesarios para la fijación, separación y aislamiento de los mismos conductores.

**Líneas subterráneas.** Es aquella que esta constituida por uno o varios cables aislados que forman parte de un circuito eléctrico o de comunicación, colocados bajo el nivel del suelo, ya sea directamente enterrado, en ductos o con cualquier otro medio de protección mecánica.

**Lugar de condiciones corrosiva.** Se incluyen en esta designación los lugares húmedos o mojado; lugares situados en zonas costeras (hasta aproximadamente 50 kilómetros tierra adentro); los lugares donde existen gases, vapores polvos de productos químicos ácidos o alcalinos y lugares similares.



**Lugares húmedos.** Lugares sujetos a un moderado grado de humedad por condensación, tal como algunos sótanos, algunos graneros, depósitos de refrigeración y similares.

**Lugares mojados.** Lugares donde puede existir condiciones extremas de humedad tales como los lugares expuestos a la intemperie, locales para lavado en garajes y lugares similares. Las instalaciones subterráneas, en contacto con la tierra, se considera como instalación en lugares mojados.

**Lugares peligrosos.** Area o local donde las instalaciones y el equipo eléctricos quedan expuesto a las condiciones de peligro que se originan por la existencia y concentración, en la atmósfera de los lugares, de gases, vapores, líquidos volátiles, polvos o combustible e inflamables.

**Luminarios.** Es un aparato que distribuye, fibra o controla la luz emitida por una o varias lámparas, el cual incluye todos los accesorios necesarios para fijación, protección y funcionamiento de dichas lámparas.

**Materiales eléctricos.** Comprende de una instalación eléctrica tales como conductores, canalización, cajas de conexión y otros que individualmente no constituye un equipo eléctrico.

**Medio de desconexión** Dispositivo o grupo de dispositivo por medio de los cuales los conductores de un circuito puede desconectarse, a voluntad de su fuente de suministro.

**Motor completamente cerrado.** El que, sin necesariamente hermético, está cubierto en forma de que se restrinja efectivamente el paso del aire del exterior al interior o viceversa.

**Pararrayos de edificios** (o de estructuras) dispositivos de protección contra descargas atmosféricas, que constituyen un medio de conducir a tierra las descargas que inciden directamente sobre los puntos más elevados de un edificio o de una estructura de cualquier tipo.

**Partes no conductoras expuestas.** Parte metálicas extremas de un equipo, que generalmente sirven para protegerlo o reformar mecánicamente y que, por su situación, puede ser tocadas por las personas.

**Partes vivas.** Son aquellas que se encuentran conectadas a una fuente de potencia eléctrica o carga de electricidad en tal forma que tiene un potencial diferencial al de tierra.

**Personas autorizada.** Es aquella persona idónea que cuenta con facultades especiales para intervenir en la operación y mantenimiento de una determinada instalación eléctrica. La familia con la construcción y el funcionamiento de los aparatos e instalaciones eléctricos y con los peligros que entrañan.

**Portalámparas.** Es el accesorio que soporta directamente a una lámpara y que al mismo tiempo, constituye el elemento de conexión a los conductores que la alimentan.

**Puesto a tierra ( o conexión a tierra)** Acción y efecto de conexión a tierra efectivamente a ciertos elementos de un equipo o de un circuito.

**Salida.** En una instalación de utilización caja de conexiones de la cual se toma la alimentación para una o varias cargas eléctricas determinadas, tales como las de luminarios, motores, contactos, etc.

**Servicio o tipo de trabajo ( de una máquina o aparato).** Se refiere a los regímenes de carga a los cuales están sometida una máquina o aparatos con su duración respectivamente y su orden de sucesión en el tiempo.

**Sistema de tierras.** Conjunto de conductores, eléctricos accesorios, etc., que interconectado eficazmente entre sí, tiene objeto a tierra las cubiertas y otras partes metálicas de los eléctricos, así como aquellos elementos de los circuitos que lo requieran.

**Sobrecarga.** Condiciones de operación de un equipo en la que se determina una potencia en exceso de la nominal, o de unos conductores por el cual circula una corriente en exceso de su valor permisible, cuando dicha condición persiste durante suficiente tiempo para causar daños o sobrecargas para causar daños o sobre calentamiento perjudicial. Una sobrecarga no incluye condiciones de cortocircuito o fallas a tierra.

**Sobre-corriente (aplicación a un equipo o un conductor)** Cualquier valor de corriente que exceda a la corriente nominal de un equipo o a la corriente permisible en un conductor, según el caso. Puede resultar de una sobrecarga, de un cortocircuito o de una falla a tierra.

**Subestación de usuario.** La subestación que es propiedad de un usuario del servicio eléctrico y cuya función, en el caso general, es modificar la tensión de alimentación del servicio en la forma en que se requiere para la distribución interior para la utilización de la energía.

**Tablero de pared.** Un gabinete metálico que incluye principalmente barras, interruptores y otros dispositivos de protección contra sobre corriente, empleado para la distribución de circuitos con cargas relativamente pequeños de alumbrado, fuerza, calefacción etc. Y diseñados para sobreponerse o embutirse en paredes o estructuras y con acceso únicamente por el frente.

**Tableros de piso.** Gabinete metálico con una estructura que lo soporta colocada sobre el piso y el cual puede estar formado por una o varias secciones ensambladas incluye generalmente barras, interruptores y otros dispositivos de protecciones, así como aparatos de medición y control. Este tablero generalmente tiene acceso por el frente y por atrás.

**Tensión nominal ( de un circuito o sistema)** valores que se asigna a un circuito o a un sistema para designar convenientemente su clase de tensión.

La tensión real a la cual opera un circuito puede variar, con respecto al valor nominal, dentro de ciertos límites que corresponde a la operación satisfactoria del equipo.

**Usuario.** Cualquier persona, física o moral, a quien el organismo suministrador proporciona servicio eléctrico ( se llama también consumidor).

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo de tesis se incluyó información teórica y práctica para la elaboración de trabajos eléctricos en general de baja tensión ayudando a fundamentar un diseño mejor.

Con el paso del tiempo la tecnología avanza, facilitándonos el diseño, el cálculo y el planteamiento de los problemas, solo se tiene que tener datos y ingresar a los programas para poder tener los resultados con mayor precisión y así ahorrar tiempo, los conocimientos que adquirimos a través de las experiencias son buenas, ya que nos ayudan a solucionar los problemas con mayor rapidez.

Hoy en día los diseños eléctricos, presenta una gran cantidad de omisiones y/o especificaciones obsoletas en cuanto a los parámetros necesarios para garantizar un diseño más eficaz.

Por eso es necesario basarse en especificaciones actualizadas para no poner en riesgo al personal que realice el proyecto.

Se tiene que realizar las pruebas necesarias antes de poner en marcha el sistema eléctrico, utilizando las protecciones adecuadas, de acuerdo a las normas.

Así mismo la integración adecuada del diseño de la instalación eléctrica, contando con las especificaciones, cálculos y planos necesarios, nos permite mejorar los procesos de licencias y constructivos en general, lo cual se traduce en un menor costo y tiempo, que es lo que toda empresa o constructora requiere.

## BIBLIOGRAFIA

- Catalogo de Bticino living.  
International.
- Manual del Electricista  
Viakon (Conductores Monterrey)
- Catalogo Patricio Sordo  
Material eléctrico.
- Catalogo General PHILIPS  
Construlita.
- Normas Técnicas para instalaciones eléctricas.
- Sistemas de Iluminación Industriales  
John P. Frier  
Mary E. Gazley Frer  
Ed. LIMUSA.
- Instalaciones Eléctricas Tomo II  
Publicación por Alber Spitta Redacción Gonter G Seip  
Ed. DOSSAT, S.A.
- Becerril, Onésimo (1998). Installations Electricas Practicas. Mexico Editorial  
Del Instituto Politecnico Nacional.
- Ravinnbranath, Chandra (1990). Protection de Sistemas de Potencia e  
Interruptores. Mexico: Editorial Limusa-Noriega Editores.
- Secretaria de Energia (1998) La Energia en Mexico. Revision anual de la  
Secretaria de Energia. México.
- Manual de Instalaciones Electricas Residenciales e Industriales.  
Gilberto Enriquez Harper  
Limusa.
- Diseño de las Instalaciones Electricas Necesarias para la Utilizacion de la  
Energia Electrica.
- Aurelio Moctezuma Garduño.  
Trillas.
- Normas Recomendadas y Especificas de:  
Luz y Fuerza del Centro, L y FC.