

ANÁLISIS DE CONTINGENCIAS ELÉCTRICAS EN CENTROS COMERCIALES.

CAPÍTULO I. CONCEPTOS GENERALES.

1.1 Introducción a las instalaciones eléctricas.

La electricidad siempre ha tenido un papel de gran importancia en nuestra vida cotidiana, tanto en nuestros hogares como en los lugares de trabajo, por esto es indispensable conocer todo lo relacionado a la electricidad y los peligros que trae consigo. Una faceta de la electricidad se refiere a las instalaciones eléctricas, tema que abarcaremos en gran medida en este trabajo.

1.1.1 Definición

Para comenzar, basta decir que existen diferentes definiciones de instalación eléctrica, sin embargo todas conllevan al mismo objetivo. En este trabajo se define como el conjunto de elementos interconectados para proveer energía eléctrica en la cantidad y tiempo que sea requerida en forma óptima y segura. En otras palabras, es el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilizan, como: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, receptáculos, canalizaciones y soportes, entre otros.

El campo de estudio de las instalaciones eléctricas es bastante amplio, por ello mencionaremos un panorama general sobre el tema, indicando los objetivos y características principales, su desarrollo y la interacción con otros sistemas.

1.1.2 Principio y objetivos.

Una instalación eléctrica debe distribuir la energía a los equipos conectados de la mejor manera posible, cuidando la continuidad en el servicio y un suministro de energía de “buena calidad”.

De acuerdo a lo anterior, los objetivos de la instalación eléctrica son:

- Seguridad.
- Eficiencia.
- Economía.
- Mantenimiento.
- Distribución.
- Accesibilidad.
- Flexibilidad.

1.1.3 Clasificación.

Debido a la diversidad de las instalaciones eléctricas, se clasifican en diferentes formas, pero para nuestro estudio, mencionaremos sólo las relativas al nivel de voltaje, las que se relacionan de acuerdo al tipo de instalación y las que se deben al modo de operación.

- Nivel de voltaje:
 - ❖ Instalaciones no peligrosas. Se refieren a las instalaciones que utilizan un voltaje de operación menor o igual a 12 Volts.
 - ❖ Instalaciones de baja tensión. Cuando su voltaje con respecto a tierra es menor a 750 Volts.

- ❖ Instalaciones de media tensión. Son las que utilizan un rango de voltaje entre 1 y 34.5 kV. En México los voltajes más comunes para usuarios en media tensión son de 13.8 y 23 kV.
 - ❖ Instalaciones de alta tensión. Se refieren cuando los voltajes de operación son superiores a los antes mencionados.
- Tipo de instalación:
- ❖ Aparentes. Son aquellas que se encuentran con sus componentes a la vista y prácticamente sin protección, un ejemplo se ilustra en la figura 1.1.
 - ❖ Parcialmente ocultas. Nos referimos a éstas cuando las partes constitutivas de este tipo de instalación se encuentran de manera oculta entre muros, muros y plafones, etc., en otras palabras, se puede tener acceso a ellas en la mayoría de sus componentes (figura 1.2).
 - ❖ Totalmente ocultas o ahogadas. Este tipo de instalaciones se muestra en la figura 1.3. Sólo permiten tener acceso a ellas en los puntos en donde se realizan conexiones o derivaciones, pero no se tiene acceso a las trayectorias en general.
- Modo de operación:
- ❖ Operación normal. Aquí nos referimos cuando el sistema eléctrico trabaja sin ninguna contingencia que provoque la continuidad del servicio.
 - ❖ Operación en emergencia. Las instalaciones eléctricas que se encuentran en este rubro son aquellas que requieren una continuidad en el servicio permanentemente, no se pueden quedar sin energía eléctrica; por tal motivo requieren de fuentes alternas de energía que absorban la carga cuando el sistema normal falle. Comúnmente son cargas críticas que tienen una importancia vital en el funcionamiento de las actividades a desarrollar.



Figura 1.1 Instalación eléctrica aparente.



Figura 1.2 Instalación eléctrica parcialmente oculta



Figura 1.3 Instalación eléctrica totalmente oculta o ahogada.

1.1.4 Vida y mantenimiento de una instalación eléctrica.

Este apartado es muy importante, debido a que la mayoría de las personas erróneamente tiene el concepto que una instalación eléctrica ya esta vieja en el momento que suceden fallas recurrentes e inclusive accidentes fatales, es otras palabras cuando se vuelve inservible. Sin embargo, la instalación por naturaleza propia y los elementos que la constituyen tienen un tiempo de vida útil, el cual es difícil de precisar ya que influyen muchos factores, entre los cuales podemos mencionar el uso y el mantenimiento. Así mismo se recomienda en base a experiencia que la instalación sea sustituida por una nueva aproximadamente cada 10 años.

Respecto al mantenimiento se puede decir que hay instalaciones sencillas que no lo requieren, pero que se debe tener cuidado sobre las modificaciones y el mal uso. En aquellas instalaciones donde sí se requiera; consiste básicamente en la limpieza, para evitar acumulación de polvo o basura, el apriete de empalmes en donde se requieran, ajustes de contactos y revisión de los elementos de protección. Para instalaciones que cuenten con equipos especiales, se debe realizar el mantenimiento que el fabricante o distribuidor indica, sino fuese así, proteger a los equipos contra mal usos.

En conclusión, está claro que un mantenimiento adecuado y el buen uso alargan la vida útil de la instalación.

1.1.5 Calidad del suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica por parte de la compañía suministradora, no está exento de presentar eventualidades que deriven en una "mala calidad de la energía" dando por resultado diversas fallas en el sistema eléctrico del usuario. Existen diversas contingencias de origen externo al suministrador y que también repercuten en el sistema, en consecuencia el usuario podría presentar daños a sus equipos, así como a la instalación misma.

De lo anterior, podemos realizar una pequeña lista de los eventos más comunes que presenta la energía eléctrica que se nos entrega.

- Discontinuidad en el servicio.
- Variaciones de voltaje.
- Variaciones de frecuencia.
- Contenido de armónicas.
- Sobretensiones.

1.1.6 Componentes básicos de una instalación eléctrica.

Es de vital importancia conocer la estructura y elementos de una instalación eléctrica, esto da partida a identificar, en un momento dado, una falla y de qué tipo es. Otro beneficio que se logra; es cuando se realizan cambios en la instalación, ya que se facilita de manera considerable el desarrollo de los mismos. En fin, podemos mencionar diferentes ventajas, pero lo importante es que si conocemos la estructura y los dispositivos que forman a la instalación, se pueden evitar contingencias y daños mayores.

La estructura de una instalación eléctrica se puede definir a grandes rasgos en la siguiente lista, ya que en los siguientes capítulos abundaremos más en el tema, indicando la importancia de cada componente y el buen desarrollo de la instalación.

- Suministro (Acometida).
- Medición.
- Protecciones.
- Distribución.
- Protecciones.
- Carga.

1.2 Organizaciones y normas que rigen el rubro de las instalaciones eléctricas.

1.2.1 Antecedentes.

En las instalaciones eléctricas de tiempos anteriores y debido a la diversidad de las mismas, existían constantemente diferentes errores, por tal motivo fue necesario regular y estandarizar los métodos para desarrollarlas, por medio de la creación de normas y organismos certificados para realizar esta acción. En la actualidad estos organismos son los que nos rigen. Sabemos que un buen proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta los requerimientos de los reglamentos y los códigos aplicables sin olvidar que el diseño de instalaciones eléctricas debe realizarse bajo un marco legal.

Es de conocimiento público que existen diferentes reglamentos aplicables a este tipo de instalaciones. Entre los cuales se pueden mencionar los que son “obligatorios” o los que se obtienen a través de experiencias acumuladas y que son de gran ayuda para el desarrollo de la instalación.

En la actualidad, las instalaciones eléctricas deben cumplir con la normatividad vigente para que su diseño y construcción se realice con la mayor seguridad y evitar que las personas que tengan contacto con los aparatos eléctricos no sufran una descarga o se comience un incendio.

1.2.2 Normas y reglamentos.

A continuación se mencionan y se describen a grandes rasgos el objetivo y alcance de las diferentes normatividades aplicables al tema.

a. NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones eléctricas (Utilización).

Esta norma es la más importante en el cumplimiento de las especificaciones y lineamientos de las instalaciones eléctricas, ya que tiene por objetivo establecer todos los requerimientos que sean necesarios para la seguridad de las personas y sus pertenencias. Su alcance va desde una casa habitación hasta una propiedad industrial, así como desde un circo hasta clínicas y hospitales.

El seguimiento adecuado de esta norma cuando se diseña una instalación eléctrica, da como resultado una instalación segura y eficiente.

b. NOM-007-ENER-2004. Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

En este reglamento se encuentra las especificaciones complementarias respecto a las instalaciones de alumbrado en las propiedades, referidas especialmente en la eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de alumbrado de acuerdo a la Densidad de Potencia Eléctrica de Alumbrado (DPEA), con el fin de ahorrar energía y evitarle un gasto mayor a la compañía suministradora.

c. NOM-025-STPS-1999. Condiciones de iluminación en centros de trabajo.

Lo mencionado en esta norma se refiere a los sistemas de iluminación en los centros de trabajo, de tal forma que no sea un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

d. NRF-011-CFE-2004. Sistemas de tierras para plantas y subestaciones eléctricas

La presente es una norma de referencia que proporciona los criterios y requerimientos para el correcto diseño de la malla de puesta a tierra de subestaciones de distribución, incluye procedimientos y algunas ecuaciones de cálculo, con el fin de establecer las bases para que la malla diseñada guarde las medidas de seguridad necesarias. Además tiene gran concordancia con normas internacionales.

- e. NMX-J-549-ANCE-2005. Sistemas de protección contra tormentas eléctricas, especificaciones, materiales y métodos de medición.

Este reglamento establece el diseño y especificaciones, así como materiales y métodos de medición que se requieren en la protección contra tormentas eléctricas, con el objetivo de reducir el riesgo de daño a las personas, seres vivos, edificios y su contenido; para esto se basa en el método de la esfera rodante.

Al parecer el alcance de esta norma, no es aplicable a puntas pararrayos que basan su desarrollo en diferentes métodos al mencionado anteriormente, sin embargo en concordancia con normas internacionales, la mayor parte de lo indicado por esta norma es aplicable a los sistemas de pararrayos utilizados en nuestro país.

- f. Especificaciones y normas de CFE.

Estos documentos indican los procedimientos, materiales, dispositivos y requisitos que deben presentar las instalaciones en las diferentes tensiones eléctricas suministradas por este organismo. Lo anterior se establece con el fin de evitar en gran medida fallas en el suministro, obteniendo como resultado un sistema eléctrico confiable y seguro. Estas normas sirven de ayuda como referencia y complemento para el cálculo correcto, orientación y conocimiento de diversos dispositivos, entre otras finalidades.

- g. PEC-2005. Procedimiento para la evaluación de la conformidad.

El PEC establece dentro de un marco legal, la metodología que mediante la verificación comprueba y lleva a cabo el cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2005. Instalaciones Eléctricas (Utilización), con el objetivo de salvaguardar la seguridad de las personas y sus bienes.

Este procedimiento puede ser usado, tanto por la unidad verificadora como la autoridad competente de forma fundada y motivada, debido a que nos indica el alcance que tienen los antes mencionados, así como las obligaciones del usuario. Indica de forma ordenada las disposiciones generales de este procedimiento, el desarrollo del mismo, los aspectos técnicos del proyecto a verificar y la documentación requerida.

1.2.3 Normas internacionales.

La concordancia entre las normas mexicanas y normas internacionales, es de gran ayuda en el desarrollo del proyecto y ejecución de las instalaciones, debido a la profundidad o al esclarecimiento sobre algunos temas en particular. Entre las más destacadas podemos mencionar las siguientes:

- a. NEC-2005 ó 2008. National electrical code.

Este reglamento nos da la opción de comprobar lo que la NOM nos indica, con la ventaja de que ilustra de forma gráfica los artículos mencionados con el fin de tener una visión más clara al respecto.

- b. NFPA-80-2004. Standard for the installation of lightning protection systems.

Esta norma es utilizada como complemento para el desarrollo de sistema de pararrayos. Está muy ligada con la norma mexicana NMX-J-549-ANCE-2005.

- c. UNE-21-186. Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado.

La UNE es la norma española que rige a las instalaciones de sistemas de pararrayos con dispositivos de cebado (PDC), que es equivalente en nuestro aquí en México con las pararrayos conocidos como "Puntas Ionizantes"; dispositivos que no se encuentran en el alcance de la norma mexicana NMX-J-549-ANCE-2005, pero que son bastante utilizados en nuestro país. Cabe mencionar que existen en el mercado diversos pararrayos que se

rigen por la norma francesa NFC-17-102, la cual lleva por título el mismo que la presente, la diferencia radica en los reglamentos de cada país.

d. Estándares de la IEEE. Instituto de ingenieros eléctricos electrónicos.

Estos documentos son consultados por los ingenieros eléctricos de nuestro país, ya que nos otorgan mucha información sobre diversos temas dentro de la ingeniería eléctrica. Los más utilizados son los que se conocen comúnmente como “Color Books”.

1.2.4 Organizaciones que rigen a las instalaciones eléctricas.

De acuerdo a lo antes mencionado, se entiende que todo proyecto, ejecución y mantenimiento de una instalación eléctrica debe cumplir con cada uno de estos reglamentos, sin embargo es necesario que se verifique cabalmente dicho cumplimiento, por tal motivo es necesario que las instalaciones sean supervisadas por organizaciones acreditadas debidamente por instancias oficiales correspondientes. En nuestro país existen diferentes tipos de organizaciones dedicadas a esta acción, algunas de manera directa y otras de forma indirecta.

a. Unidad verificadora de instalaciones eléctricas (UVIE).

La unidad verificadora de instalaciones eléctricas es una organización que se encarga de manera directa de verificar que las instalaciones cumplan con la norma oficial mexicana vigente, esta acción la realiza por medio de inspecciones tanto en proyecto como en obra. Su objetivo principal es que el usuario tenga una instalación eléctrica segura para salvaguardar la integridad de las personas así como el de sus bienes físicos.

Esta entidad pone a la disposición del usuario a especialistas capacitados para afrontar cualquier proyecto eléctrico en las diferentes tensiones eléctricas que puedan ser aplicables. En base a ello, el cliente resulta ser beneficiado en los siguientes aspectos:

- Al obtener su dictámen de verificación, el usuario se encuentra amparado ante cualquier auditoria interna ó externa sobre sus instalaciones eléctricas.
- Protege su inversión al prevenir un desempeño ineficiente de su operación, o como parte de un escenario mas serio, la ocurrencia de siniestros provocados al operar instalaciones eléctricas defectuosas ó mal calculadas, asegurando la continuidad en sus operaciones.
- La prevención en la ocurrencia de siniestros, es la mejor manera de salvaguardar la integridad física de sus recursos más valiosos.

b. Instituciones de manera indirecta.

Las instituciones que se relacionan con el cumplimiento de la instalación pero de manera indirecta, son aquéllas que se encargan de realizar pruebas a los equipos y materiales utilizados en la instalación eléctrica. En tanto el usuario tiene la obligación de corroborar que los materiales y equipos eléctricos que forman parte de la instalación como receptáculos, apagadores, tubo (conduit), cable, interruptores, tableros, etc., deben estar certificados por un organismo de certificación, el cual otorga el certificado y un sello en el producto, que indica que ha satisfecho las pruebas de laboratorio que se indican en la norma oficial mexicana y pueden ser utilizados en una instalación eléctrica. Si se utilizan productos no certificados se corre el riesgo de una contingencia.

A continuación se enumeran algunas de estas instituciones:

- SECOFI.

La Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, se encarga del estudio a detalle del área de medición y productos eléctricos y electrónicos. Para efecto de nuestro análisis, las normas: NOM-063-SCFI-2001, NOM-003-SCFI-2000 y NOM-064-SCFI-2000, son las que nos incumben, las cuales indican todo lo relacionado sobre conductores eléctricos e iluminación.

- Dirección general de normas (DGN).

Acredita a los organismos de certificación y emite certificados de productos para las cuales no exista un organismo de certificación.

- Entidad mexicana de acreditación (EMA).

La Entidad Mexicana de Acreditación, a.c. es la primera entidad de gestión privada en nuestro país, que tiene como objetivo acreditar a los organismos de la evaluación de la conformidad como son laboratorios de prueba, laboratorios de calibración, organismos de certificación y unidades de verificación u organismos de inspección.

- Asociación de normalización y certificación a.c. (ANCE).

Esta institución se constituyó el 10 de diciembre de 1992 de forma privada y sin fines de lucro, concebida con el fin de brindar apoyo y servicios en materia de normalización, laboratorio de pruebas, certificación de sistemas de calidad, certificación de productos y verificación.

- Fideicomiso para el ahorro de energía (FIDE).

El FIDE como muchas otras, logra un avance en mejora de nuestro país, impulsa el ahorro de la energía eléctrica en la industria, el comercio, los servicios, el campo y los municipios, así como en el sector doméstico nacional, al tiempo que promueve el desarrollo de una cultura del uso racional de este fundamental energético.

- Asociación nacional de manufacturas eléctricas (NEMA).

Los equipos importados deben cumplir con las normas nacionales, pero conviene conocer las normas del país de origen. Gracias a la creación de este instituto se crearon varios más, con el mismo fin, certificación de sistemas de gestión, capacitación y asistencia técnica, entre otros.

- Underwriters laboratorios (UL).

La Underwriters Laboratorios, es una institución extranjera que ha marcado los ensayos de pruebas de equipo eléctrico en nuestro país.

Finalmente debemos tener en cuenta que los dispositivos que se utilizan en las instalaciones eléctricas son sometidos a varias pruebas, las cuales algunas son hechas en el extranjero y otras en nuestro país, de ahí la importancia de este instituto.

1.3 Contingencias y Protecciones Eléctricas.

Cuando escuchamos la frase “falla de energía eléctrica” (que de ahora en adelante se interpretará como contingencia eléctrica), rápidamente la asociamos con alguna lámpara, aparatos electrodomésticos, bombas de agua, etc., por mencionar algunos de los servicios y actividades que no podríamos realizar sin la energía eléctrica. ¿Pero en realidad sabemos si la protección eléctrica de la instalación es adecuada para ofrecer condiciones de seguridad hacia las personas y sus equipos? Seguramente la respuesta no es favorable, entonces se vuelve indispensable conocer los tipos de contingencias eléctricas y los diferentes dispositivos de protección existentes.

1.3.1 Las contingencias eléctricas.

En México, el consumo de energía eléctrica es cada vez mayor ya que continuamente más y más aplicaciones de nuestra vida cotidiana requieren de este servicio, sin embargo la mayoría de la gente le resulta difícil reflexionar acerca de la falta de este suministro. Esto ha dado partida a que los usuarios, debido a la costumbre, se olviden de los riesgos que trae consigo la energía y en las pocas veces que piensan en los accidentes a causa de la electricidad, hacen referencia sólo a ser impactados por un “rayo” o por alguna explosión de un equipo.

Para poder localizar la falla es necesario tener conocimientos acerca de cómo se comporta la energía en un circuito y entender los principios. También es necesario conocer los diferentes instrumentos o equipos de medición y además utilizar nuestra lógica.

1.3.1.1 Tipos de peligros y de lesión.

Tomando en cuenta lo anterior, es necesario establecer que estas contingencias no son todas las que pueden suceder, ya que existen diferentes peligros de lesión producidos por la electricidad.

➤ Tipos de peligros:

- ❖ El fuego.
- ❖ La descarga eléctrica (shock eléctrico).
- ❖ El relámpago de arco.
- ❖ Explosión de arco.
- ❖ Luz intensa.
- ❖ Daños a la piel.
- ❖ Ruido concentrado.

➤ Tipos de lesión:

- ❖ Quemaduras.
- ❖ Lesiones a los oídos y ojos.
- ❖ Electrocuación por una descarga eléctrica.
- ❖ Lesiones causadas por el contacto eléctrico.
- ❖ Lesiones por impacto de piezas a causa de la explosión del equipo eléctrico.

Muchos instaladores e ingenieros electricistas confían en demasía en su experiencia cuando realizan trabajos con equipos energizados y a veces las consecuencias suelen ser graves. Una instalación incorrecta puede provocar accidentes, de aquí la necesidad de crear una cultura sobre la seguridad eléctrica, de tal manera que el diseño y construcción de una instalación debe efectuarse por personas calificadas para evitar riesgos eléctricos.



Figura 1.4 Irresponsabilidad eléctrica.

En muchas de las contingencias eléctricas, lo primero que se hace es cambiar el dispositivo dañado o el conductor quemado o a restablecer el interruptor que operó, sin embargo se debe realizar una detección adecuada y dar solución a las fallas suscitadas.

Vale la pena profundizar un poco más sobre un tema en particular, el fuego, ya que dentro de los siniestros provocados por contingencias eléctricas es el de mayor presencia. Cuantas veces hemos escuchado la noticia de que “se incendió el supermercado de la avenida central y hubo tantas pérdidas humanas, el origen del siniestro se presume fue por una falla eléctrica”. Sin embargo, no queremos entender que la instalación eléctrica está ligada a eventualidades que ponen en riesgo nuestra vida.

El origen del fuego tiene su justificación en la siguiente teoría: la energía eléctrica se transforma en calor intenso que provoca la combustión de algún material alrededor o incluso actuando directamente sobre la persona misma. El fuego en realidad necesita de tres elementos base para poder existir, si no aparece alguno de ellos, el fuego no se presenta. En la figura 2.2 se muestra el triángulo del fuego, en donde se indica de manera gráfica la evolución del mismo.

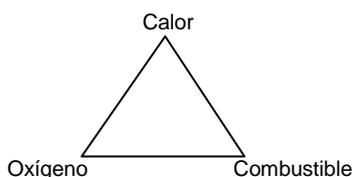


Figura 1.5 Triángulo del fuego.

Como dato adicional al respecto en el año 2005, según el cuerpo de bomberos del Distrito Federal, se registraron un promedio de 59 cortos circuitos por mes en establecimientos comerciales, lo que originó conatos de incendio e incendios generales del lugar. También en el estado de Tamaulipas (por mencionar alguno) en las épocas de sembrina, los registros alcanzaron un dato histórico, según Protección Civil de la región, llegando a un 80% de atención de incendios, provocados por una falla eléctrica resaltando un corto circuito. De acuerdo a estas estadísticas y datos proporcionados por organizaciones no gubernamentales, en nuestro país la electricidad es la tercera causa de incendios y según el INEGI en ese mismo año las pérdidas humanas fueron alrededor de 50,000 y las pérdidas económicas alcanzaron el 0.3% del PNB.



Figura 1.6 El fuego causante de incendios.

1.3.1.2 Contingencias eléctricas más comunes en centros comerciales.

En todos los establecimientos comerciales existen diferentes tipos de contingencias eléctricas, éstas pueden ser provocadas por diversos fenómenos, ya que la falla puede ocurrir desde el proyecto eléctrico y como no fue detectada en su momento, este error se arrastra hasta la ejecución de la obra, además como se mencionó anteriormente, existen fenómenos naturales imprescindibles que también causan fallas. Sin embargo, podemos asumir que la mayoría de las contingencias son provocadas por falta de mantenimiento o un mal uso de la instalación eléctrica. A continuación, se describen los fenómenos más comunes responsables del origen de las contingencias eléctricas.

➤ Voltajes peligrosos.

Estos voltajes se refieren a los que se originan en determinadas condiciones y que ponen en peligro vidas humanas y las instalaciones en general.

❖ Voltajes por falla de aislamiento.

En los equipos eléctricos por envejecimiento, su aislamiento llega a fallar, debido a daños por esfuerzos o vibraciones, originando la energización de las partes metálicas que normalmente no lo están y que se vean expuestas a potenciales peligrosos, de ahí la necesidad de poner a tierra estructuras y armazones metálicos.

❖ Sobrevoltajes de origen atmosférico.

Este tipo de voltajes es ocasionado por descargas atmosféricas, las cuales son originadas por la presencia de nubes que debido a la fricción del aire con pequeñas gotas de agua se cargan negativamente. Al mismo tiempo esto provoca que se acumule carga positiva en la superficie de la tierra y cuando el gradiente se vuelve suficientemente grande, surge la descarga. Regularmente las descargas empiezan en las nubes.

❖ Voltajes por fricción.

En la naturaleza hay materiales que se cargan por una fricción entre sí y al descargarse pueden lastimar a las personas, dando origen a incendios y/o daños a los equipos eléctricos. Existen otras cargas que pueden aparecer por la fricción entre el viento y cualquier cuerpo metálico en movimiento. Estas cargas generadas por fricción reciben el nombre de cargas electrostáticas y para poder descargar los materiales cargados de esta forma, se requiere de una conexión de puesta a tierra.

➤ Corto circuito.

Esta contingencia es la más común en cualquier instalación eléctrica, sus causas pueden ser: fallas de aislamiento, errores de operación, ondas de voltaje peligrosos, deficiencias en el mantenimiento, vandalismo, agentes naturales como viento, roedores, pájaros, ramas de árboles, también puede ser por contaminación entre otros. De tal manera en el capítulo IV abundaremos en el tema, mientras tanto analizaremos los siguientes ejemplos de corto circuito.

Cuando dos conductores de fase se ponen en contacto directo o solo el conductor de fase con el conductor neutro del sistema, o en su defecto el conductor de fase con el conductor de puesta a tierra; lo que se origina es que súbitamente la corriente incrementa su valor nominal debido a que en ese preciso instante no existe resistencia eléctrica alguna que limite el paso de esta corriente. Sin embargo, como a todo mal hay una cura, existen dispositivos que están diseñados para este efecto, el ejemplo más claro es elemento bimetálico de un interruptor termomagnético (se define más adelante), el cual al suceder este evento presenta un flexión del mismo y provoca el disparo del interruptor. Una forma simple de entender el fenómeno de la flexión del bimetálico es cuando recurrimos al ejemplo del frasco de cajeta que se pone en baño maría para poder abrir la tapa metálica. El calor hace que la tapa se dilate y así el frasco se abre con mayor facilidad. Entonces se entiende que el dispositivo no requiere ninguna energía adicional para darnos protección.



Figura 1.7 Corto circuito entre dos conductores.

➤ Sobrecargas eléctricas.

Se entiende por sobrecarga eléctrica al exceso de la corriente nominal del circuito, su origen se debe a una demanda mayor de la potencia nominal o alguna deficiencia en la instalación. Debido a esta demanda paulatina pero creciente de la corriente, la sobrecarga tiene siempre un efecto de incremento de temperatura, ya sea en el equipo eléctrico, en los conductores de la instalación y/o en las protecciones. El incremento en la temperatura puede causar fatiga en los elementos de la instalación y disminución de su vida útil, pero también puede ser tan grande el calor que puede generar incendios, si la falla de sobrecarga no se interrumpe.

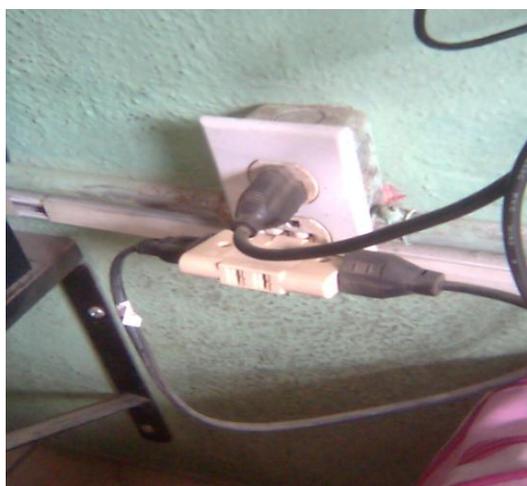


Figura 1.8 Sobrecarga de una salida eléctrica.

❖ Sobrecarga por demanda mayor de potencia eléctrica.

Este caso es el más radical, ya que por lo regular sucede bajo el consentimiento de las personas de mantenimiento, esto sucede debido a que el sistema va creciendo por las necesidades del mismo; para el caso particular de los centros comerciales, es debido a las promociones de artículos de venta o eventos especiales que requieran alimentación eléctrica, puede haber exceso de unidades alimentadas a una salida o equipos de mayor potencia a la prevista, entre otros.

- ❖ Sobrecarga por deficiencias en el alimentador.

Aquí el daño principal es el que sufre el conductor eléctrico del circuito alimentador (considerando las posibles consecuencias antes mencionadas), principalmente se debe a tres razones fundamentales:

- a. Voltaje de alimentación menor al nominal.

Algunos equipos eléctricos, por ejemplo un motor se conectan a un circuito alimentador con una tensión de operación menor a la del propio equipo, entonces si la potencia mecánica es constante, surgirá una disminución en el voltaje dando origen a un incremento en la corriente.

- b. Consideración de carga a futuro.

Esta situación aunque no parezca se presenta con frecuencia en las instalaciones, debido a que desde el desarrollo del proyecto eléctrico no se considera de manera adecuada el incremento de carga a futuro, entonces al conectar esa carga, le demanda mayor corriente al alimentador, la cual no puede suministrar debido a su ampacidad, ocasionando que en la mayoría de las veces se queme y provoque algún conato de incendio; pero si el circuito está “bien protegido”, la protección opera.

- c. Fricciones internas en motores.

Este tipo de sobrecarga no es muy común en las instalaciones eléctricas, pero si es necesario tomarla en cuenta porque nos hace referencia a un tema de suma importancia, el mantenimiento preventivo para los motores. En otras palabras, la fricción interna de un motor puede aumentar por diferentes razones, tales como una chumacera en mal estado, una pieza suelta, la acumulación de suciedad o cualquier objeto extraño que produzca un desbalanceo. Todo esto provoca un incremento en el par y se traduce como una sobrecarga.

- Altas temperaturas.

En ocasiones no le damos la importancia que se tiene a esta contingencia, ya que la mayoría de las veces nos imaginamos que el aislante del conductor se degrada solo por corto circuito o sobrecarga y dejamos abierta la posibilidad a otros factores que también lo afectan. El aumento de temperatura de los valores nominales, acorta definitivamente la vida útil del aislamiento eléctrico. Entre los factores más descuidados se encuentran:

- ❖ Incidencia directa a los rayos del sol.
- ❖ Falsos contactos.

Es importante hacer notar que ambos factores requieren de un cuidado especial; en el primer caso, se puede prevenir desde el proyecto, ya que este punto se encuentra normado, y es importante consideración de diseño, debido a la diversidad de aislantes de conductores. Para el segundo caso, este tipo de fallas son de las más frecuentes en la instalación pero de las menos atendidas, esto es, toda unión de materiales conductores tiene una resistencia de contacto y es inversamente proporcional a la presión aplicada sobre los puntos de contactos para mantenerlos unidos. Si se aumenta la resistencia de contacto, se presenta el efecto Joule y por consiguiente, el calor puede provocar que los aislamientos de los conductores se degraden hasta carbonizarse originando una falla entre los conductores y posiblemente el inicio de un incendio.

- Eliminación de protecciones.

Es muy común encontrarse instalaciones con protecciones eléctricas improvisadas, primitivas y en donde no se tiene el mínimo rango de seguridad, aunque también existen instalaciones en las cuales la protección eléctrica es la más actual y segura, pero está mal utilizada. Dos

ejemplos muy claros de lo anterior, es cuando se sustituye a la protección por un puente conductor, o cuando se coloca la protección eléctrica de una mayor o menor capacidad. Si eliminamos la protección eléctrica de una u otra manera, estamos eliminando cualquier rango de seguridad y poniendo en grave peligro la vida.

1.3.2 Las protecciones eléctricas.

Al circular sobre un conductor una intensidad de corriente eléctrica se produce una transformación de energía eléctrica a energía térmica lo que provoca un calentamiento, el cual si es excesivo se pueden causar daños irreparables. Para regular el paso de la intensidad de corriente se disponen de dispositivos que su función es evitar que corrientes eléctricas circulen por un lapso de tiempo considerable.

Aunque no es posible, construir una instalación eléctrica totalmente a prueba de fallas, vale la pena dedicar tiempo y esfuerzo al análisis de contingencias y diseñar cuidadosamente el sistema de protecciones. Se entiende que una instalación está razonablemente protegida si cuenta con un sistema coordinado de elementos que desempeñe las siguientes funciones: evitar situaciones peligrosas para las personas, minimizar los daños provocados por condiciones anormales y aislar la zona en donde aparece la falla de tal forma que el resto de la instalación continúe operando en las mejores condiciones posibles.

Existen diversos elementos de protección en una instalación eléctrica, sin embargo los más comunes y usuales son los fusibles, interruptores termomagnéticos y los interruptores de falla a tierra, pero también tenemos como opción a los sistemas que por su propia naturaleza y construcción forman parte de las protecciones eléctricas, nos referimos a los sistemas de puesta a tierra, los sistemas de pararrayos, las distancias de trabajo, entre otros.

1.3.2.1 Sistema de puesta a tierra.

El sistema de puesta a tierra, es de vital importancia en todo lo que se refiere a las descargas electrostáticas y cortos circuitos, ya que con la conexión a tierra de cualquier parte metálica (que un momento dado se puede convertir en portadora de corriente eléctrica), se reduce el voltaje entre el objeto y tierra y al mismo tiempo la corriente circulante hacia tierra, provoca que la protección del circuito opere.



Figura 1.9 Registro de puesta a tierra.



Figura 1.10 Puesta a tierra de carcasa de transformador.

1.3.2.2 Sistema de pararrayos.

Las puntas pararrayos se utilizan como protección contra las descargas atmosféricas, su función es la disipar a tierra la corriente de la descarga. Su funcionamiento depende del tipo de punta pararrayos, puede ser "punta faraday", punta dipolo corona o punta con dispositivo de cebado. El diseño de este sistema está en función del nivel de protección que se requiera, así como la frecuencia de descargas atmosféricas registradas en el lugar de instalación. El sistema

consta de un electrodo utilizado como receptor, un conductor trenzado como bajante de la corriente y un conductor de cobre electrolítico interconectado a un sistema de puesta a tierra.

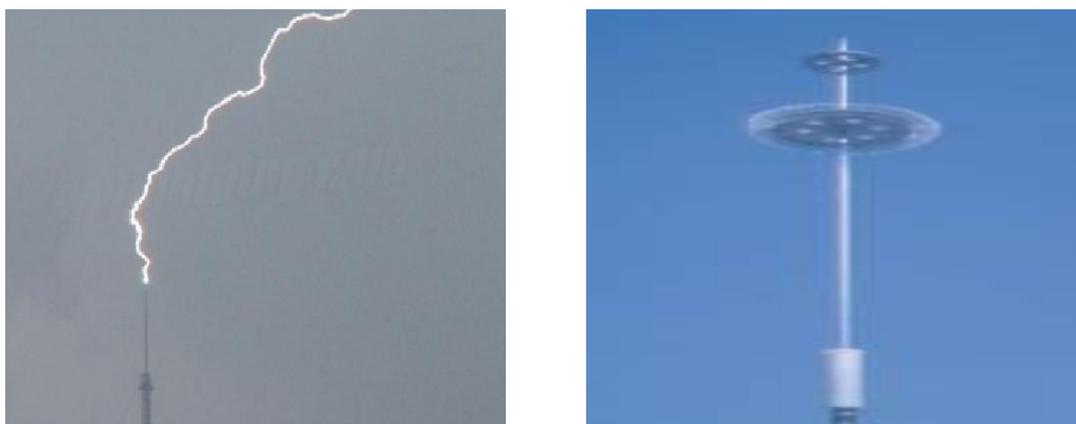


Figura 1.11 Punta Pararrayos.

1.3.2.3 Distancias de trabajo.

Este apartado se refiere a las distancias mínimas de seguridad de cualquier equipo eléctrico que esté expuesto a potenciales dañinos para las personas, así como para otros equipos o partes metálicas. La NOM-001-SEDE-2005, en el artículo 110-16 (a) muestra las distancias de trabajo que deben cumplir los equipos eléctricos de 600 V nominales o menos para diferentes condiciones, como se indica en la tabla 1.1

Tensión eléctrica nominal a tierra (V)	Distancia libre mínima (m)		
	Condición 1	Condición 2	Condición 3
0-150	0.90	0.90	0.90
151-600	0.90	1.10	1.20

Las condiciones son las siguientes:

- Partes vivas expuestas en un lado y no vivas ni conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados. No se consideran partes vivas los cables o barras aislados que funcionen a 300 V o menos.
- Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado.
- Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Tabla 1.1 (Tabla 110-16(a) de la NOM). Distancias de trabajo.

Cabe mencionar que la norma restringe aún más este artículo, ya que textualmente indica “además de las dimensiones expresadas en la anterior tabla 110-16 (a), el espacio de trabajo no debe ser menor que 80 cm de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la exigida por esta sección. En todos los casos el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90° grados las puertas o paneles abisagrados del equipo”. Tomando en cuenta lo que indica la tabla 1 y el texto anterior, en la figura 1.12 se muestra un ejemplo.

Por otro lado, es necesario señalar la importancia de la separación entre conductores de fuerza y los conductores destinados para los circuitos a tensión regulada control, debido a que en muchas ocasiones por mal diseño u otro motivo, estos dos sistemas se llegan a canalizar en el mismo conducto provocando efectos dañinos a estos sistemas, ya sea por inducción magnética o inclusive fallas en los conductores de alimentación. Un ejemplo de canalizaciones separadas es el que se muestra en la figura 1.13.



Figura 1.12 Distancias de trabajo de equipos eléctricos.

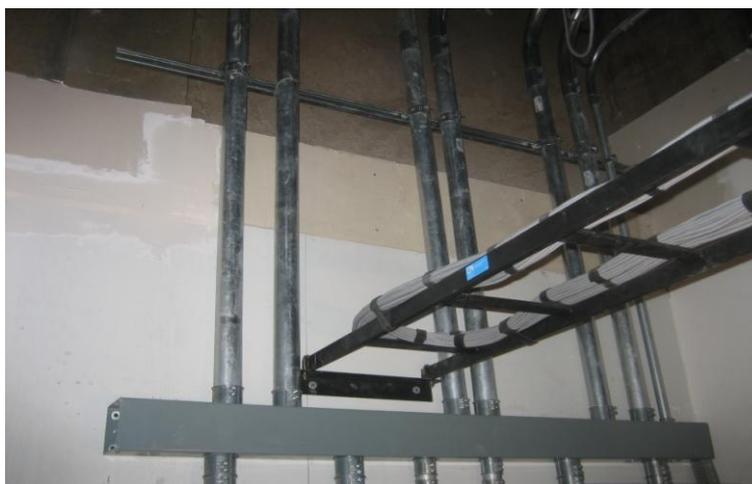


Figura 1.13 Distancias de trabajo (separación) de sistemas de fuerza y de control.

1.3.2.4 Dispositivos de protección.

➤ Definición.

Entendamos primero qué es un dispositivo de protección, al cual definiremos como aquel que opera cuando sucede una contingencia eléctrica. La forma de operar se manifiesta a través de un censado de la falla y así poder realizar la interrupción.

➤ Características.

Una vez definido este dispositivo, se requiere conocer sus características principales y poder seleccionar el correcto para cada aplicación. Además de las que a continuación se enuncian, cabe mencionar que este elemento, debe tener la suficiente robustez para soportar los cambios de temperatura y los esfuerzos por vibraciones.

❖ Rapidez.

Este término se asocia definitivamente al tiempo que tarda una protección en operar, lo ideal sería que las protecciones operaran de forma inmediata al ocurrir la contingencia, sin embargo esto no es posible, debido a la naturaleza de la electricidad ya que requiere de un cierto tiempo para accionar los mecanismos quienes realizan la orden de interrupción. No obstante se ha logrado diferenciar a las protecciones en dos grandes grupos: los de operación instantánea y los de operación de tiempo definido, el primer grupo se caracteriza por no tener retraso de tiempo voluntario y el segundo integra cierta variable en el tiempo.

❖ Confiabilidad.

La peculiaridad principal de esta característica es la de dar seguridad al usuario, evitando incertidumbres y preservando la garantía de que la protección operará siempre al momento de una contingencia para la cual fue diseñada. Esta característica es la de mayor importancia.

❖ Selectividad.

Gran parte de las contingencias eléctricas, se debe a la mala selección de los dispositivos de protección, ya sea de forma individual o en conjunto. En ocasiones no se calcula bien o se trata de sustituir con otro pero de forma inadecuada, esto ocasiona que el dispositivo no opera cuando se presente una falla. Es cierto que al momento de contingencia, la mayoría de las protecciones reciben o censan una señal (puede ser pequeña o no), pero no todas operan, algunas si lo hacen pero de manera incorrecta, lo cual se erradica con un buen diseño y una calibración adecuada para que trabajen selectivamente, obteniendo así una “coordinación de protecciones”.

➤ Tipos.

Es sabido por todos nosotros que existen diversos tipos de dispositivos de protección y que pueden llegar a ser tan confusos como caros, sin embargo, si se conoce como funcionan y sus características principales se obtendrán resultados más satisfactorios. A continuación se muestran los tipos más utilizados en una instalación eléctrica de un centro comercial, tomando en consideración que la diversidad varía según lo que el sistema eléctrico requiera.

❖ Interruptor de seguridad.

Para nuestro tema de estudio, este tipo de protección es el más utilizado como medio de conexión y desconexión de equipos de aire acondicionado y/o motores pequeños, se puede emplear tanto en interiores como en exteriores, además sirve también como protección en caso de corto circuito. En ocasiones llega a ser usado como protección principal cuando la carga es relativamente pequeña, ya que estos dispositivos son fabricados en diferentes capacidades.

Un error muy común que se comete con este elemento en las instalaciones en estudio, es cuando se utiliza como “desconectador” por su enorme parecido con este dispositivo, sin embargo son completamente distintos y se usan para diferente fin. Mientras el desconectador sólo es utilizado como medio de desconexión y conexión (para mayor seguridad) al momento de trabajar con equipos que así lo requieran, el interruptor de seguridad cuenta con fusibles, los cuales realizaran la función de protección y las cuchillas se encargan de la continuidad e interrupción del servicio; además que el desconectador tiene la peculiaridad de sólo contar con barras, las cuales se deben calcular de acuerdo a norma con el fin de soportar la corriente de arranque de los motores con los que va trabajar

❖ Fusibles.

El fusible estrictamente es el elemento más utilizado en cualquier instalación eléctrica, para fines prácticos se trata de un elemento conductor que tiene cierta calibración para operar y fundirse en el momento que circule por él una corriente que sobrepase del límite al cual fue calculado. Este dispositivo puede encontrarse rodeado en arena de cuarzo, aire o cualquier otro material destinado para extinguir los gases provocados por el arco eléctrico. Estos dispositivos se fabrican en diferentes capacidades dependiendo de la tensión eléctrica de operación. En instalaciones de centros comerciales es muy frecuente encontrarlos ya sea en baja o media tensión, los de media se conocen como “cortacircuitos fusible” que son utilizados en exteriores y principalmente en la acometida eléctrica. Así mismo fusibles que forman parte de interruptores de potencia en la subestación eléctrica. Los fusibles de baja tensión se utilizan principalmente en los interruptores de seguridad antes mencionados y son de diferentes capacidades

interruptivas, las cuales varían respecto a los cambios de forma o al aumento de arena. Los más usuales son los que conocemos en forma de zig-zag (para aumentar su longitud) o también conocidos como los de “listón” y los que se encuentran rellenos de arena.

Dentro de las características de los fusibles, podemos mencionar que son de operación única e individual, tienen un tiempo de operación bastante corto, de ahí que resulta difícil coordinarlos con otras protecciones; son baratos y bastantes seguros, siempre y cuando se utilicen de manera adecuada.

❖ Interruptor termomagnético.

Dentro de las protecciones en baja tensión este dispositivo es el más común, debido a su estructura compacta, sencilla de instalar y las ventajas que ofrece respecto a las protecciones anteriores. Las funciones que realiza son variadas, puede ser usado como medio de conexión y desconexión, así como protección contra corto circuito y contra sobrecarga. Existen variantes de este elemento, las cuales se utilizarán dependiendo de las necesidades del sistema, en el capítulo II se ilustrará el uso de algunos de ellos.

Los interruptores termomagnéticos (ITM) están constituidos de forma exterior por una caja moldeada y una palanca que realiza su funcionamiento, internamente contiene dos contactos, uno móvil y otro fijo, así como una cámara de extinción del arco. El sistema de disparo trabaja por medio de energía almacenada, esto es, al momento de accionar la palanca para “cerrar” los contactos se oprime también un resorte, el cual se encarga del almacenamiento de energía y entonces cuando este dispositivo opera libera esta energía, mientras que la fuerza del resorte separa los contactos y por lo tanto el circuito queda abierto. Analicemos a continuación las dos situaciones en donde el dispositivo opera de manera adecuada.

Cuando la falla es por sobrecarga debemos recordar que este dispositivo actúa de acuerdo a su curva tiempo–corriente, así como al valor mismo de la corriente. Cuando esto sucede una barra bimetálica (recibe ese nombre porque es un par de placas metálicas empalmadas de distinto material por las que circula la corriente eléctrica) que se encuentra en su interior provoca el disparo que abre los contactos, como se aprecia en la figura 1.14. De esta manera, una sobrecarga es el tiempo de respuesta de mayor duración, debido a la elevación de la temperatura, de aquí lo indispensable de conocer las curvas de respuesta de los interruptores termomagnéticos. Lo anterior es la diferencia más radical respecto a los fusibles, porque en un sobrecalentamiento originado por una sobrecarga es difícil que el fusible actúe, debido a que éste sólo protege contra un cortocircuito y para detectar la falla sólo nos daremos cuenta si los cables y el fusible están demasiados calientes y para lograrlo es necesario contar con un analizador de temperatura.

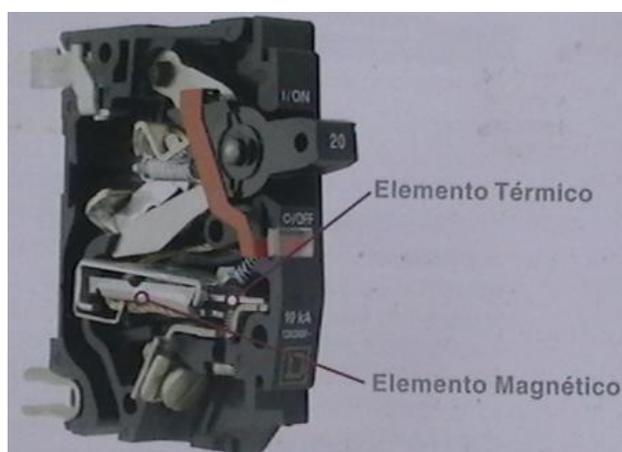


Figura 1.14. Interior de un ITM.

Si la falla es por corto circuito, en donde sabemos que la corriente es excesiva y el calor producido es bastante intenso, origina que una placa del bimetetal se flexione más que la otra, así mismo se crean fuerzas electromagnéticas de atracción capaces de producir el movimiento que da paso a la apertura de los contactos en un tiempo muy corto. En el centro del interruptor se encuentra un conductor por el cual circula corriente eléctrica, alrededor del conductor existe un yugo de hierro que se utiliza para formar un campo magnético. Cuando la corriente fluye en el conductor se produce un campo magnético que conduce por el yugo, si el campo es débil como el causado por la corriente nominal, el resorte mantiene la placa superior de hierro en la parte de arriba y el entrehierro se mantiene abierto. Pero si la corriente es muy intensa, como la producida por una falla de corto circuito, entonces el campo magnético también se vuelve intenso, originando que la placa superior de hierro se junte con el yugo magnético inferior y se venza la fuerza del resorte. Este movimiento es el que se utiliza para activar el sistema de disparo del interruptor y entonces producir la apertura de los contactos, con lo que el corto circuito se interrumpe. Esto se ilustra en la figura 1.15.

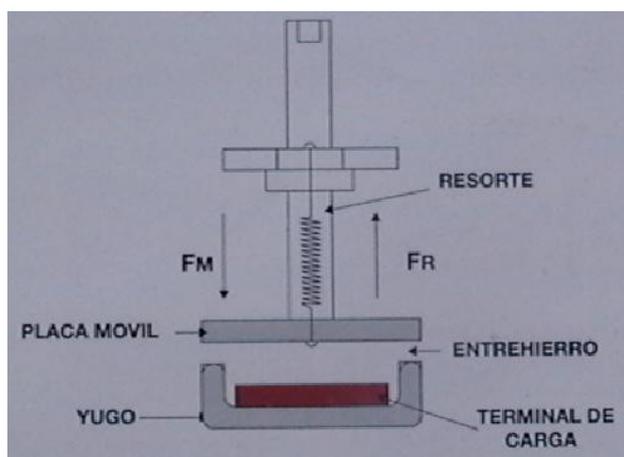


Figura 1.15. Interrupción del corto circuito.

Para finalizar este capítulo es importante que recordemos que las contingencias están presentes en cualquier instalación eléctrica, ya sea residencial, comercial o industrial, lo importante a destacar es que una vez que se tenga conocimiento sobre el tema (aunque sea de manera superficial), nos da un panorama diferente. Hasta ahora sabemos como funciona una instalación eléctrica, que normatividades son aplicables y las personas indicadas para realizar esta acción; de la misma manera conocimos que no todas las contingencias son iguales, que existen diversidad y tipos de protecciones recordando que estas últimas son un aspecto fundamental y crítico de la instalación, por lo que es indispensable contar con los dispositivos de protección adecuados y de calidad garantizada.