Módulo: Proyectos Eléctricos en Baja Tensión

Unidad 3 Instalaciones de alumbrado

Profesor: Carlos Herrera C.

Protecciones Eléctricas

Objetivos de la Protecciones Eléctricas

El sistema de protección de los equipos y/o instalaciones del sistema eléctrico tiene como objetivos:

1. Detectar las fallas para aislar los equipos o instalaciones falladas tan pronto como sea posible.

2. Detectar y alertar sobre las condiciones indeseadas de los equipos para dar las alertas necesarias; y de ser el caso, aislar al equipo del sistema.

3. Detectar y alertar sobre las condiciones anormales de operación del sistema; y de ser el caso, aislar a los equipos que puedan resultar perjudicados por tales situaciones.

El sistema de protección debe ser concebido para atender una contingencia doble; es decir, se debe considerar la posibilidad que se produzca un evento de falla en el sistema eléctrico, al cual le sigue una falla del sistema de protección, entendido como el conjunto Relè-Interruptor.
Por tal motivo, se debe establecer las siguientes instancias:

1. Las protecciones principales (primaria y secundaria) que constituyen la primera línea de defensa en una zona de protección y deben tener una actuación lo más rápida posible (instantánea).

2. Las protecciones de respaldo que constituyen la segunda instancia de actuación de la protección y deberán tener un retraso en el tiempo, de manera de permitir la actuación de la protección principal en primera instancia. Estas protecciones son las siguientes:

A. La protección de falla de interruptor que detecta que no ha operado Correctamente el interruptor que debe interrumpir la corriente de falla; y por tanto, procede con la apertura de los interruptores vecinos para aislar la falla.

B. La protección de respaldo, la cual detecta la falla y actúa en segunda instancia cuando no ha actuado la protección principal. Para ser un verdadero respaldo, este relé debe ser físicamente diferente de la protección principal.

I. Disyuntor Termomagnetico

La utilización de este término puede variar en distintas regiones para referirse a interruptores automáticos accionados por sobregargas de un circuito o para interruptores automáticos accionados por pérdidas de energía fuera del circuito. Para este último **Disyuntor** o **interruptor automático** es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que circula excede de un determinado valor, o en el que se ha producido un cortocircuito, el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática.

Se fabrican disyuntores de diferentes tamaños y características lo cual hace que sea ampliamente utilizado en viviendas, industrias y comercios.

Características y tipos

Los parámetros más importantes que definen un disyuntor son:

- º ***Calibre*** *o* ***corriente nominal***: Corriente de trabajo para la cual está diseñado el dispositivo.

- º ***Tensión de trabajo***: Tensión para la cual está diseñado el disyuntor.

- º ***Poder de corte***: Intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos

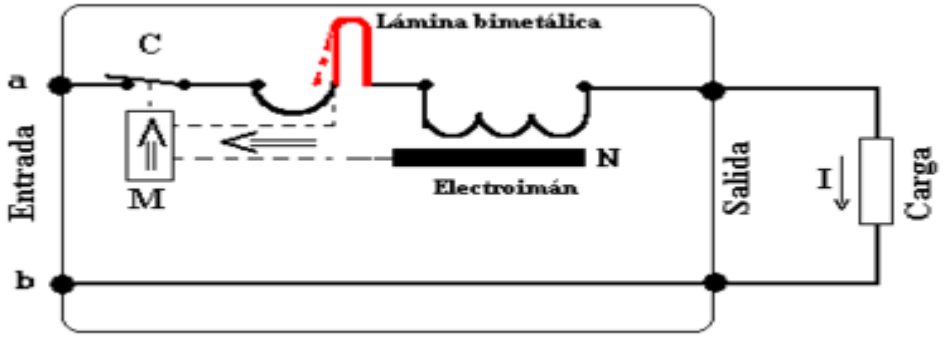
de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impedirían la apertura del circuito.

º **Poder de cierre**: Intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico.

º **Número de polos**: Número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático.

Los disyuntores más comúnmente utilizados son los que trabajan con corrientes alternas, aunque existen también para corrientes continuas.

Diagrama de un interruptor térmomagnetico



También es usada con relativa frecuencia, aunque no de forma completamente correcta, la palabra rele para referirse a estos dispositivos, en especial a los dispositivos térmicos.

Coloquialmente se da el nombre de “automáticos”, “fusibles”, “tacos”de circuit breaker o incluso “plomos” a los disyuntores magneto-térmicos y al diferencial instalados en las viviendas.

En el caso de los ferrocarriles se utiliza un disyuntor para abrir y desconectar la línea principal de tensión, cortando la corriente directamente a partir del pantógrafo al resto del tren.

Funcionamiento

Dispositivo térmico

Está compuesto por un bimetal calibrado por el que circula la corriente que alimenta la carga. Cuando ésta es superior a la intensidad para la que esta construido el aparato, se calienta, se va dilatando y provoca que el bimetal se arquee, con lo que se consigue que el interruptor se abra automáticamente. Detecta las fallas por sobrecarga.

Dispositivo magnético

Lo forma una bobina, un núcleo y una parte móvil. La intensidad que alimenta la carga atraviesa dicha bobina, y en el caso de que ésta sea muy superior a la intensidad nominal del aparato, se crea un campo magnético que es capaz de arrastrar a la parte móvil y provocar la apertura del circuito de forma casi instantánea. Detecta las fallas por cortocircuito que pueda haber en el circuito eléctrico.

	Descripción	In/A	Ancho en 17,5mm	Embalaje	**Referencia**
Interruptor Automático Magnetotérmico Unipolar	10 A	1	12		**MU 110A**
	16 A	1	12		**MU 116A**
	20 A	1	12		**MU 120A**
	25 A	1	12		**MU 125A**
	30 A	1	12		**MU 132A**
	40 A	1	12		**MU 140A**

II. Protector Diferencial

El Protector diferencial es un dispositivo de protección eléctrica que debe estar instalado en el tablero general de la vivienda; la función que tiene es desconectar la instalación eléctrica de forma rápida cuando existe una fuga a tierra, con lo que la instalación se desconectará antes de que alguien toque el aparato averiado.

En caso de que una persona toque una parte activa, el interruptor diferencial desconectará la instalación en un tiempo lo suficientemente corto como para no provocar daños graves a la persona. Los interruptores diferenciales se caracterizan por tener diferentes sensibilidades.

La **Sensibilidad** es el valor que aparece en catálogo y que identifica al modelo, sirve para diferenciar el valor de la corriente a la que se quiere que "salte" el diferencial, es decir, valor de corriente que si se alcanza en la instalación, ésta se desconectará.

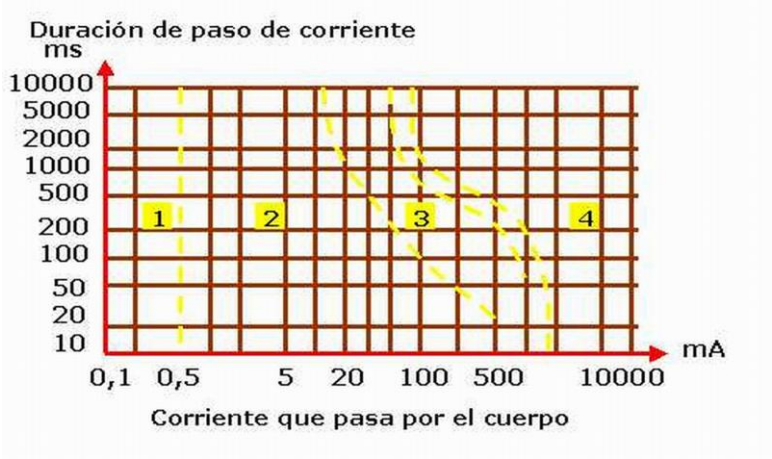
Las diferentes sensibilidades son:

A) Muy alta sensibilidad: 10 ma
B) Alta sensibilidad: 30 ma
C) Sensibilidad normal: 100 y 300 ma
D) Baja sensibilidad: 0.5 y 1 A

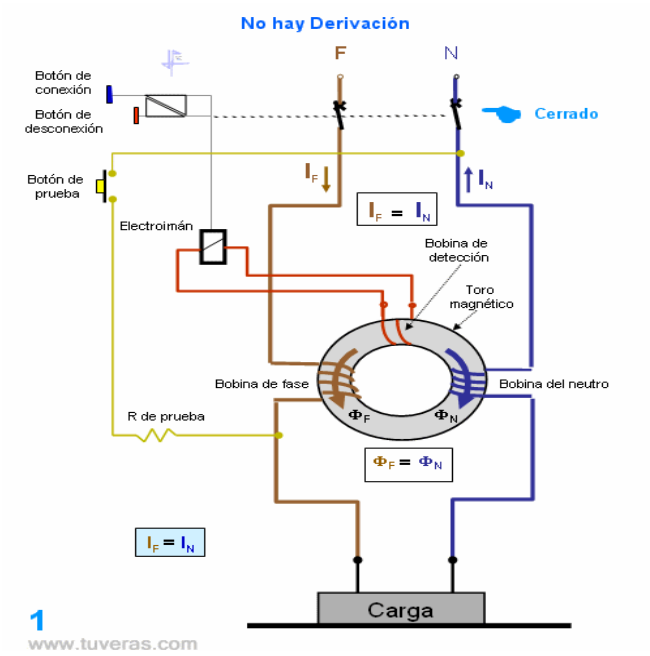
El tipo de interruptor diferencial que se usa en las viviendas es de alta sensibilidad (30 ma) o de muy alta sensibilidad (10 ma), ya que son los que quedan por debajo del límite considerado peligroso para el cuerpo humano.

Por regla general, en viviendas no se utilizan interruptores diferenciales de 10mA de sensibilidad, ya que se utiliza cuando los cables de instalación son cortos, por lo que en una vivienda lo único que provocaría es que el interruptor "saltara" constantemente. La sensibilidad en un interruptor diferencial para una vivienda debiera ser de 30 ma.

El grado de afectación en las personas, viene determinado por diferentes factores, en la **siguiente gráfica** se observa como afecta al organismo el paso de corriente en función del tiempo durante el que está pasando:



Estructura Interna del Protector Diferencial



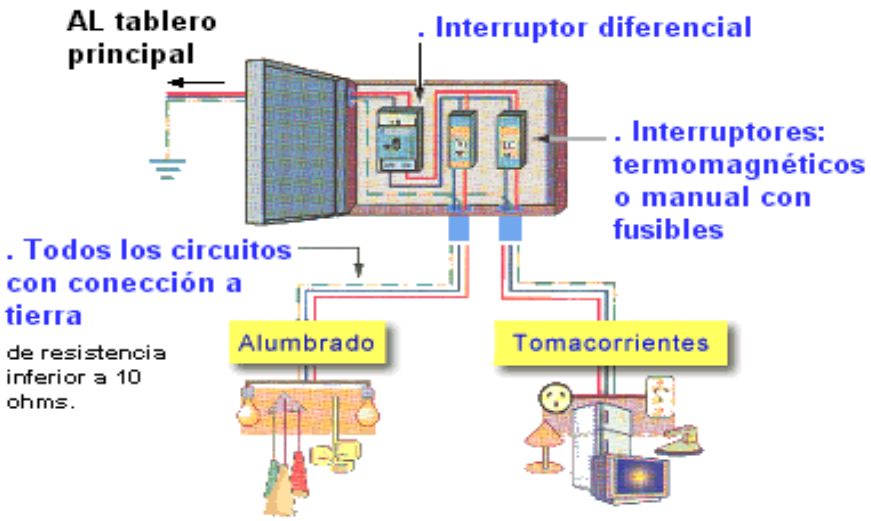
¿Cómo funciona el protector diferencial?

El principio es simple, se trata de asegurar que cada instalación cuente con un interruptor diferencial y que todos los tomacorrientes permitan conectar a tierra los aparatos que alimenta.

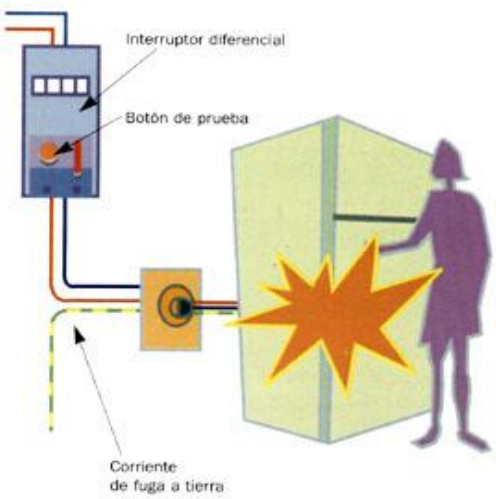
Cuando por una falla en la instalación de un aparato eléctrico sus partes metálicas queden sometidas a tensión, el conductor de protección hará circular una corriente de fuga, a tierra.

El interruptor diferencial detecta esta fuga y corta la alimentación en forma inmediata. También para casos de contactos accidentales con partes metálicas bajo tensión, la corriente a través del cuerpo humano se verá limitada por la rápida respuesta del interruptor diferencial que cortará la alimentación en milésimos de segundo

Conexionado del Protector Diferencial en los Circuitos de Alumbrados Domiciliarios



Operación del Protector Diferencial



Para los grados de electrificación Medio y Elevado se deberá instalar un interruptor termomagnético por cada circuito adicional. En los cuartos de baño la instalación eléctrica debe respetar la zona de prohibición, dentro de la cual no pueden instalarse interruptores, tomacorrientes, calefones eléctricos o artefactos de iluminación, y la zona de protección donde pueden instalarse artefactos de iluminación y aparatos eléctricos fijos, siempre que se encuentren protegidos contra posibles salpicaduras.

Una instalación eléctrica es segura y confiable cuando ha sido concebida y realizada por un instalador electricista habilitado, que ha aplicado la **reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles**, y ha utilizado materiales normalizados.

Poder de Ruptura de una Protección

Corresponde a la componente alterna de la corriente de cortocircuito prevista, que el interruptor es capaz de dejar pasar durante un tiempo de apertura y de cortar en condiciones especificas.

Categoría de utilización de las protecciones

Existen 2 categorías de utilización de las protecciones, las cuales son:

Categoría A:

Son aquellas Protecciones sin predisposición de retrasar la apertura en presencia de un cortocircuito.

Categoría B:

Son aquellas Protecciones con predisposición de retrasar la apertura de contactos frente a un cortocircuito.

Selectividad de Protecciones

La Selectividad de las protecciones guarda relación con la sectorización de los circuitos y con la operación de una protección cuando ocurre una falla o un cortocircuito, es decir siempre deben operar las protecciones mas próximas a la falla de menor a mayor capacidad, es muy importante al diseñar un esquema o sistema unilineal de protecciones la selectividad de la protecciones eléctricas.

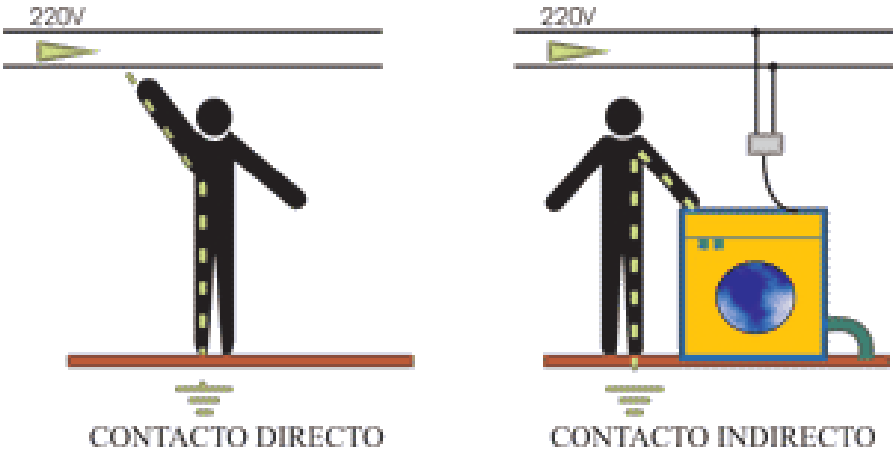
Coordinación de Protecciones

Guarda relación con el arte de asociar una protección de cortocircuito con algún otro dispositivo de protección como por ejemplo un fusible, un térmico, un rele etc.

La Electrización

Los Individuos que han experimentado descargas eléctricas se dice que han sufrido electrización.
El término de **Electrocución** debe reservarse únicamente para casos de Muerte.

Los Contactos Eléctricos



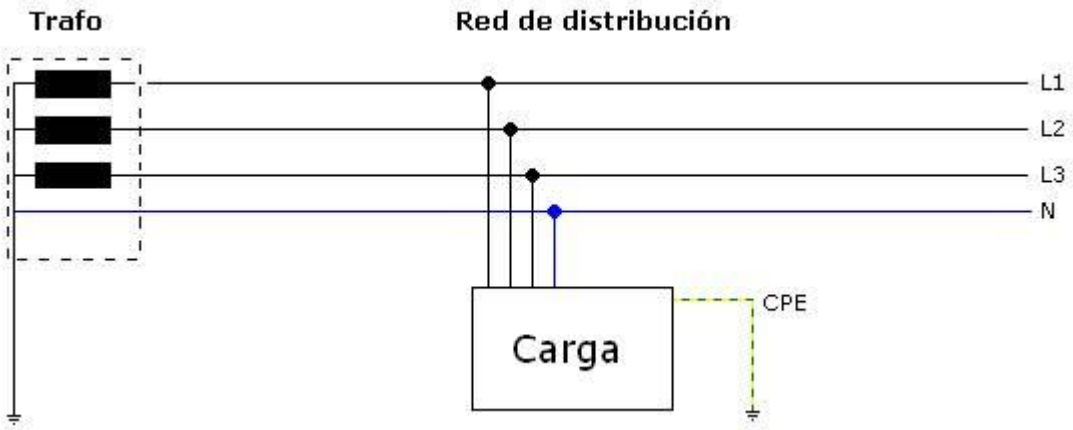
Contactos Directos

Se entenderá que el usuario queda sometido a un ***Contacto Directo*** cuando toca con alguna zona de su cuerpo una parte del circuito o sistema, que en condiciones normales esta energizada

Contactos Indirectos

Se entenderá que el usuario queda sometido a una tensión por ***Contacto Indirecto*** cuando toca con alguna zona de su cuerpo una parte metálica de un equipo eléctrico que en condiciones normales esta desenergizada, pero en condiciones de falla se energiza.

Sistemas de Puesta a tierra



Condiciones de dimensionamiento

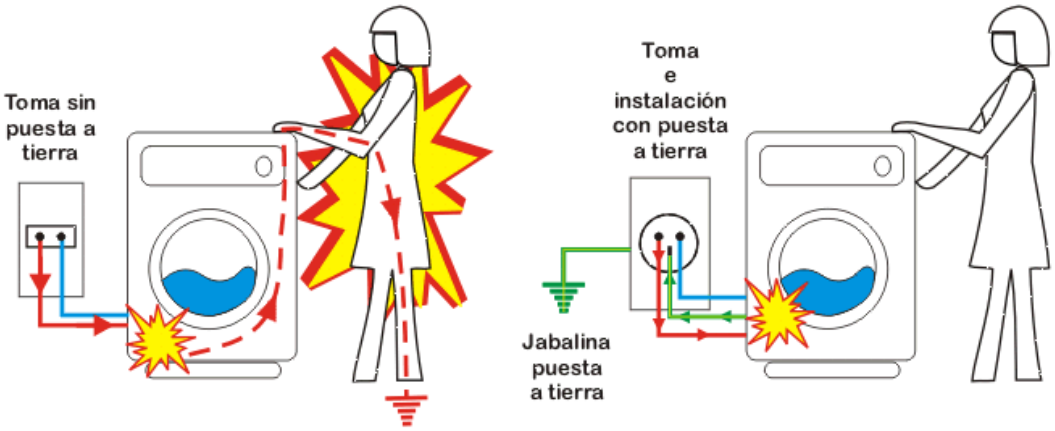
Los componentes de la puesta a tierra se dimensionan con distintos criterios según sea su función, los conductores se deben dimensionar con la mayor corriente que por ellos puede circular, y los dispersores para la mayor corriente que pueden drenar.

La corriente conducida por cada elemento de la red de tierra surge de determinar las distintas corrientes de falla, generalmente entre la corriente de cortocircuito trifásica y monofasica se encuentra el mayor valor.

La corriente drenada máxima se presenta entre una parte de la monofasica (la que efectivamente va a tierra) y la corriente de tierra de una falla bifásica a tierra

Es ciertos casos puede ser necesario considerar una falla bifásica que puede verse como dos fallas monofasicas a tierra en distintos puntos.

Puesta a tierra de servicio y seguridad



Puesta a tierra de servicio, es la conexión del neutro a tierra hecha en forma directa o a través de una impedancia (que limita las corrientes de falla monofasicas).

La puesta a tierra de servicio puede llevar permanentemente a tierra una cierta corriente, por ejemplo atribuida a que las capacitancias de líneas de distribución son distintas de una fase a otra (desequilibradas).

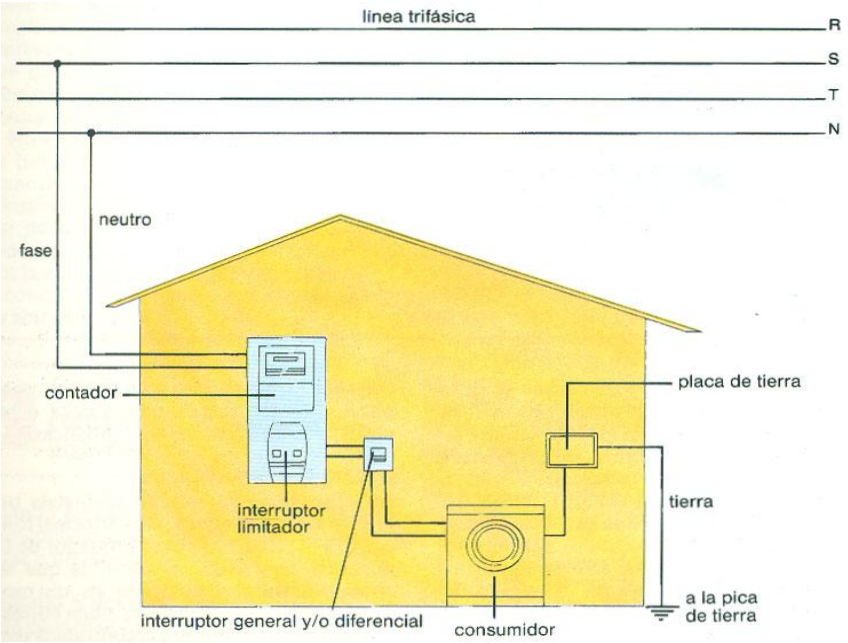
El objetivo de la puesta a tierra de seguridad es la protección de las personas de recibir una descarga eléctrica por fallas de aislacion, o cortocircuitos.

Con esta finalidad todas las canalizaciones metálicas, soportes, estructuras, gabinetes, tableros y en general toda estructura metálica (conductora) que por accidente pueda quedar bajo tensión, debe ser conectada a tierra.

La puesta a tierra de seguridad, no presenta normalmente corrientes drenadas, solo cuando se presenta una falla, un ejemplo es la conexión a tierra de las carcazas de las maquinas eléctricas, para que en caso de falla de sus arrollamientos no presenten tensiones hacia tierra.

En la figura siguiente se destacan la puesta a tierra de servicio del neutro y la de seguridad de la caja.

Sistema Domiciliario con Tierra de Protección



Alrededor de los elementos puestos a tierra, y en el terreno próximo a la red que drena corriente a tierra se presentan tensiones que pueden ser peligrosas para los seres vivos, y que se llaman tensiones de paso (Up) y tensiones de contacto (Uc), la tensión en el terreno depende del electrodo de puesta a tierra, que fija una función de la tensión que depende de la distancia del punto a los electrodos, como esquematiza la figura nótese la tensión total que asume la red de tierra respecto de un punto muy alejado (referencia) UT = RT * Ikd, que depende de la resistencia de puesta a tierra RT, y de la corriente drenada Ikd.

Se forma entonces un campo potencial alrededor del electrodo que drena y entre los pies de una persona que se acerca se presenta la diferencia de potencial llamada tensión de paso, y si una persona toca elementos conectados a la red de tierra entre sus pies y manos se presenta la tensión de contacto.

La tensión de paso aparece en la superficie del suelo entre dos puntos distantes (entre los pies de un paso convencional de 1 m) cuando se inyecta corriente en el suelo a consecuencia de una falla a tierra.

La tensión de contacto se presenta sobre el cuerpo de una persona que toca una carcasa, estructura o tablero, entre sus manos y sus pies (convencionalmente 1 m entre los pies y la proyección en el suelo de la mano)

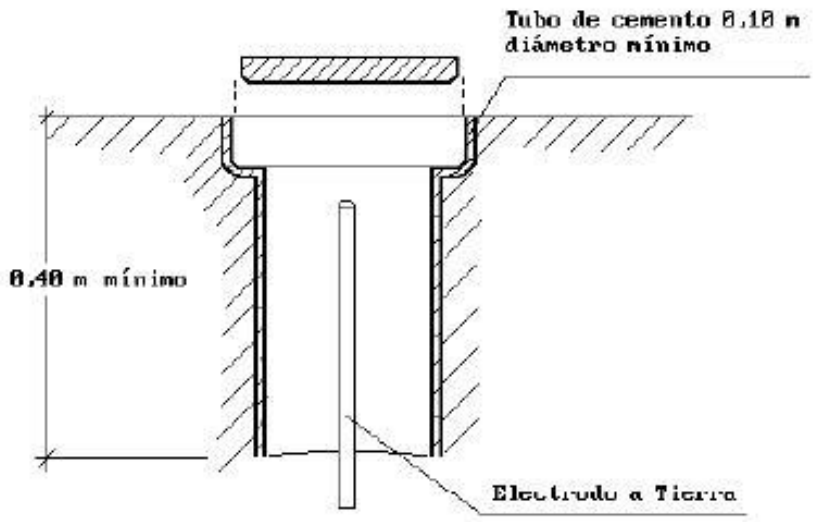
Ambas tensiones son causadas por la distribución de los potenciales de tierra al ocurrir una falla que es causa de la dispersión de corriente.

Para electrodos de formas simples se presentan formulas que dan la resistencia de los mismos y describen el potencial a su alrededor,

Para electrodos compuestos, con formas complicadas, se desarrollan programas de calculo que aplicando distintos métodos (imágenes, superposición, etc.) determinan los potenciales en la superficie del terreno, y en base a ellos permiten encontrar los puntos más peligrosos del área, y mejorar las condiciones de seguridad.

El dato fundamental para la determinación de la resistencia de la red de tierra es la resistividad del terreno, que es un valor muy variable de una zona a otra, e inclusive de un punto del terreno a otro, por lo que es importante realizar mediciones para evaluarlo correctamente.

Electrodo a Tierra



En la Práctica y tal como las normas lo admiten solo se considera la resistencia de la toma de tierra de protección RTP, la corriente de falla se sobre valora ligeramente, pero el margen de seguridad aumenta

$$IF: = \frac{VFT}{RTP}$$

IF: Corriente de circuito de falla (A)
VFT: Tensión de falla entre fase y tierra (V)
RTP: Resistencia de la tierra de protección (Ω)

La corriente de falla deberá ser de una magnitud tal que asegure la operación del dispositivo de protección en un tiempo no superior a los 5 segundos

$$IF: 4 \ X \ In$$

Es decir si un automático posee las siguientes características
Legrand, 10 amperes, curva C, 6 Ka

Su corriente de falla corresponderá a 40 A.

Una masa no puede permanecer a un potencial que exceda el valor de seguridad en relación con una toma de tierra, esto dependerá de la zona en que se encuentre

Zona seca: (VS) 50 V.
Zona Húmeda (VH) 24 V.

Ejemplo:

Determine la RTP si la protección es de 10 A. y la zona del circuito corresponderá a zona Húmeda

$$IF: = \frac{VFT}{RTP} = \frac{VH}{RTP} = \quad RTP = \frac{VH}{IF} = \frac{24}{40} \quad = 0{,}6 \ (\Omega)$$

Cuestionario

1.- Técnicamente La coordinación de protecciones la podemos definir como:

A. La unión entre un dispositivo de protección contra cortocircuitos con otros dispositivos de protección.
B. El arte de unir un dispositivo de protección contra cortocircuito con otros dispositivos de protección.
C. El arte de que funcionen u operen las protecciones en forma temporal.
D. Sólo B y C.
E. Guarda relación a la sectorización de los circuitos.

2. selectividad de las protecciones eléctricas obedece al criterio de que en presencia de un cortocircuito deben operar:

A. De mayor a menor valor de intensidad nominal.
B. Todas al mismo tiempo.
C De menor a mayor valor de intensidad nominal.
D Solamente las Protecciones Generales
E Las de menor corriente de Ruptura

3.- El objetivos de una Puesta a tierra de protección es:

A. Evitar cortocircuito eléctrico entre fase y tierra.
B. Conducir a tierra todas las corrientes de fuga.
C. Accionar rápidamente las protecciones Magnéticas.
D. Evitar que en las partes metálicas de los equipos eléctricos se mantengan tensiones peligrosas para las personas.
E. Sólo B y D.

4.- **El Protector diferencial actúa como elemento de protección por diferencia de potencial, este fundamental componente eléctrico tiene como prioridad proteger a:**

A. Los Equipos de cortocircuitos.
B. Los motores de sobre tensiones.
C. Las líneas de transmisión donde se generen sobre corriente.
D. Individuos o usuarios pertenecientes a las instalaciones.
E. Ninguna de las anteriores.

5.- El objetivo del esquema unifilar de protteciones debe cumplir entre otros requisitos son:

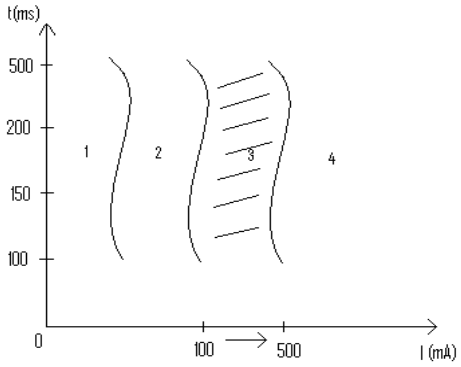
A. Las protecciones deben operar siempre y cuando exista puesta a tierra.
B. Las condiciones físicas del terreno de la instalación.
C. El tipo de carga asociada a la falla.
D. La selectividad de los conductores.
E. Las Protecciones deben operar en coordinación aguas arriba de la falla.

6.- En la representación de un esquema Unilineal de Cargas se debe considerar entre otros Factores:

A. La Sección de los conductores de Alimentación
B. La caída de tensión en las líneas Generales
C. El adecuado dimensionamiento de las líneas Generales
D. Selectividad y coordinación de las protecciones Eléctricas
E. Todas la Anteriores

7.- El Grado de percepción de una descarga eléctrica para un ser Humano a 200 mili segundos, y a una corriente entre 100 y 500 mili amperes como lo muestra la grafica corresponde a:

A. Gran Malestar y Dolor.
B. Contracciones Musculares.
C. Parao Cardiaco.
D. Leve percepción de la corriente eléctrica.
E. Inestabilidad nerviosa.



8.- Determine la corriente nominal para una protección termo magnética la cual la tierra de protección se considera en zona seca, y además se logra medir la Tierra de protección en 750 mili ohm :

A. 10 A.
B. 16 A.
C. 20 A.
D. 25 A.
E 32 A.

9.- La Sensibilidad en un Diferencial es el valor que aparece en el catalogo de la Protección y que identifica el modelo del componente. Por regla general y en Función de sus Características técnicas y apropiadas para una vivienda es recomendable utilizar un Diferencial de:

A. Media Sensibilidad 40 (mA)
B. Alta sensibilidad 30 (mA)
C. Baja sensibilidad 0,5 – 1 (A)
D. Sensibilidad normal 100 – 300 (mA)
E. Muy baja sensibilidad 0,2 – 0,5 (A)

10.- El objetivo principal de las Protecciones Electricas

Corresponde a:

A. Detectar las fallas para aislar los equipos o instalaciones falladas tan pronto como sea posible.
B. Detectar y alertar sobre las condiciones indeseadas de los equipos para dar las alertas necesarias
C. Aislar las fallas solamente en forma manual
D. Ser una alternativa de apoyo a los sistemas de seguridad internos de los Equipos
E. A y B son correctas

11.- Indique cual es la importancia del interruptor Automático, y cuales son los tipos que existen.

12.- Explique que es el Poder de corte en un Interruptor Automático.

13.- Establezca a lo menos 4 características de los automáticos al momento de generar su compra.

14.- Explique que entiende usted por corriente de cortocircuito en un interruptor Automático.

15.- Explique cual es el funcionamiento del Protector Diferencial.

16.- Desarrolle el diagrama de conexión del Protector Diferencial en un circuito de Vivienda.

17.- Defina Poder de Ruptura de una Protección.

18.- Explique en que consiste ambas categorías de utilización de las protecciones.

19.- Cual es la diferencia fundamental entre un contacto Directo y un Contacto Indirecto.

20.- Cual es la importancia de una implementación de una Puesta a tierra, y bajo que condiciones debe operar correctamente.