PROCESO DE GESTIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL

FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

- Denominación del Programa de Formación: TC ELECTRICISTA INDUSTRIAL
- Código del Programa de Formación: 832102 V1
- Nombre del Proyecto: DISEÑO DE PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGETICA EN INSTALACIONES INDUSTRIALES A TRAVÉS DEL MONTAJE, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN SEGÚN NORMATIVIDAD VIGENTE EN LA EMPRESA ZIJIN CONTINENTAL GOLD EN BURITICA ANTIOQUIA..
- Fase del Proyecto: PLANEACIÓN
- Actividad de Proyecto: AP03 -ESTABLECER ACCIONES DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES CON EL FIN DE REALIZAR UN CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES QUE PERMITAN CUMPLIR LOS TIEMPOS DE MANTENIMIENTOS EN LA OPERACIÓN
- Competencia: Montar instalaciones eléctricas internas de acuerdo con normativa
- Resultados de Aprendizaje Alcanzar: EJECUTAR ACCIONES DE MANTENIMIENTO A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ACORDE CON LAS NORMAS Y MANUALES DE PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS
- Duración de la Guía: 40 horas

2. PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

PREVENCIÓN DE RIESGOS ELECTRICOS-*PUESTA A TIERRA*

Es notorio que una importante cantidad de los accidentes relacionados con la electricidad tienen consecuencias fatales. Esto se debe a que el usuario común es, en general inconsciente del riesgo que la electricidad representa.

Debe tenerse en cuenta que el uso de equipos y artefactos eléctricos por parte de la población es creciente, variado y de nuevos diseños y funciones; y que se conectan a la instalación existente, normalmente insuficiente, obsoleta o que resulta con fallas de aislación.

Esto produjo un aumento en la conciencia sobre esta problemática dando lugar a la normatividad existente actualmente; de acuerdo con la reglamentación existente , se procura que no salgan a la venta artefactos eléctricos que no cumplan con los “requisitos esenciales de seguridad”; y además, deben aprobar los ensayos realizados por los laboratorios certificados.

Una de estas normas y requisitos mínimos de seguridad es la prohibición de la venta de artefactos con la clásica clavija de dos patas cilíndricas. Todos deben tener ficha de 3 patas, donde una es la ***toma a tierra,*** conectada a las partes metálicas (gabinete, manijas, carcasa, etc.) del aparato. De esta forma, sería prácticamente imposible que ese artefacto nos propine una descarga eléctrica salvándose la vida del usuario.

Pero de nada sirve tener un artefacto con clavija de 3 patas si no se tiene donde enchufarlo de manera correcta. Hace muchos años que está reglamentado que todos los tomacorrientes deben ser del tipo de 3 patas. Por lo tanto, el uso de adaptadores de 3 a 2 patas **cilíndricas está totalmente prohibido**, ya que de esta manera gran parte de la seguridad del artefacto queda inutilizada al anularse la tercera pata.

Pero con esto tampoco alcanza, el tomacorriente debe tener conexión a tierra, si no todo sería inútil, y la vida del usuario seguiría corriendo peligro de recibir un shock eléctrico. De todas maneras también se debe tener en cuenta que además es necesaria la instalación de ***disyuntores diferenciales*** e **interruptores automáticos (térmomagnéticos**) como mínimo para una mayor seguridad y uso de la electricidad minimizando y/o controlando los riesgos.

Resumiendo:

Si su artefacto eléctrico posee una ficha con 3 patas NO utilice adaptadores para poder enchufarlo a tomacorrientes de 2 orificios cilíndricos, ni alargues que no posean enchufes de 3 patas con su respectivo cable amarillo y verde o verde (color del cable tierra).

Si posee tomacorrientes de 3 patas, éstos deben estar conectados debidamente a tierra (con una electrodo de cobre de 2,4 metros enterrado cumpliendo con las normas estipuladas en el RETIE y la NTC -2050), y ahí es donde debe y como debe enchufarse un artefacto seguro.

3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1 Actividades de Reflexión Inicial

Principales factores a considerar

Para la prevención de riesgos eléctricos es importante considerar dos aspectos:

Sistema de puesta a Tierra

Puede ser considerado como la espina dorsal del sistema de seguridad eléctrica.

Está compuesto por un conjunto de elementos que permiten vincular con tierra el conductor de protección. Esta toma se realiza mediante electrodos, dispersores, placas cables, alambres, mallas metálicas, cuya configuración y materiales cumplan con las normas respectivas.

Importancia de la puesta a tierra en un circuito.

El interruptor diferencial no es suficiente. Cuando una instalación eléctrica no es segura pueden existir fugas de corriente de aparatos defectuosos a través de nuestro cuerpo hacia la tierra. Este

pasaje de corriente por nuestro cuerpo produce sensaciones que pueden ir desde un cosquilleo hasta la muerte.

La colocación de un interruptor diferencial en la instalación permite interrumpir el flujo de corriente cuando se detecta esta fuga.

Pero el interruptor diferencial actúa luego que detecta la fuga de corriente (una vez que ya está pasando por nuestro cuerpo), por eso, y a pesar que el tiempo de corte sea muy pequeño (lo recomendable es que no supere los 30 mseg.) antes que el interruptor diferencial accione, ya hemos recibido la descarga.

Una ***puesta a tierra adecuada*** (con una resistencia menor a 10 ohms y un conductor de 2,5 mm2), permite que cualquier fuga que se produzca busque la tierra como destino en forma inmediata y evitando así una descarga sobre quien, accidentalmente, entre en contacto con un equipo defectuoso.

Estado general de la Instalación Eléctrica
Las instalaciones eléctricas deben cumplir con un mínimo de condiciones para preservar la seguridad de las personas y de los bienes; así como asegurar la confiabilidad de su funcionamiento.

Importancia de la puesta a tierra
Protección contra distintos tipos de contactos, a saber:

Protección contra contactos directos.
Se trata del contacto accidental de personas con un conductor activo (fase o neutro) o con una pieza conductora que habitualmente está con tensión.
En Baja Tensión las medidas de protección consisten en poner las partes activas fuera del alcance o aislarlas adecuadamente. En forma complementaria es necesaria la instalación de un ***disyuntor diferencial.***

Protección contra contactos indirectos.

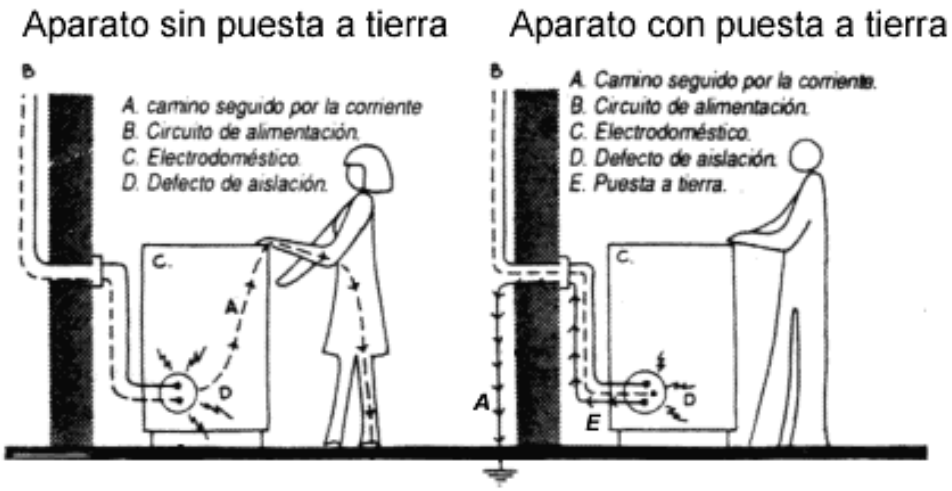
El contacto de una persona con masas metálicas accidentalmente puestas bajo tensión se denomina **contacto indirecto**. Esta conexión accidental a la tensión es el resultado de un **defecto de aislación**. Circula entonces una corriente de defecto y provoca una elevación de la tensión entre la masa del receptor eléctrico y tierra; la que es peligrosa si es superior a la tensión de seguridad.

La protección consiste en la conexión a tierra de las masas de los receptores y equipos eléctricos, para evitar que un **defecto de aislamiento** se convierta en el equivalente a un **contacto directo**; en la equipotencialidad de masas accesibles.

Protección contra contacto entre masas de distinto potencial.

La equipotencialidad de masas accesibles simultáneamente:

La interconexión de estas masas contribuye eficazmente a reducir la tensión de contacto. Esto se hace mediante el conductor de protección (CP) que interconecta las masas de los materiales eléctricos para el conjunto de un edificio, eventualmente completada con conexiones equipotenciales adicionales.



¿Por qué instalar un Sistema de Puesta a Tierra?
Se debe instalar un sistema de puesta a tierra porque ante una descarga atmosférica o un corto circuito, sin tierra física, las personas estarían expuestas a una descarga eléctrica, los equipos tendrían errores en su funcionamiento. Si las corrientes de falla no tienen un camino para disiparse, por medio de un sistema de conexión correctamente diseñado, entonces éstas encontrarían caminos no intencionados que podrían incluir a las personas.

1. Seguridad Humana
2. Seguridad de los Equipos eléctricos ó electrónicos
3. Buen funcionamiento de los equipos



Rattan Completing Grounding Circuit







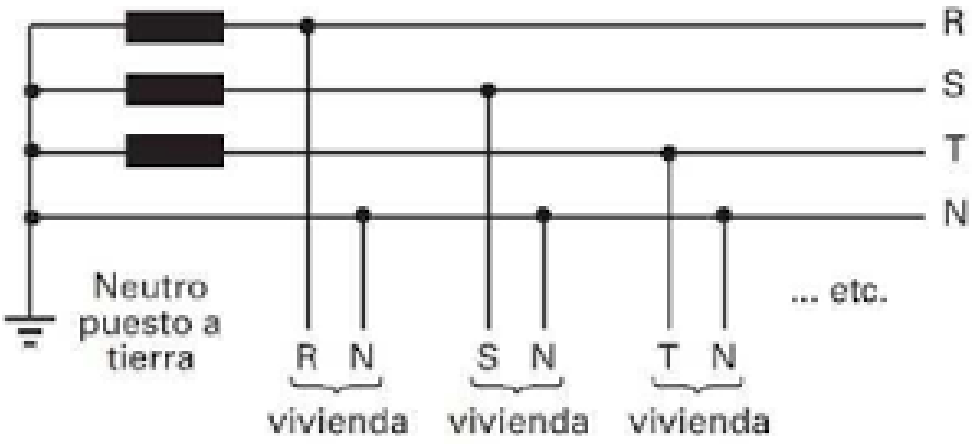


3.2 Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje.)

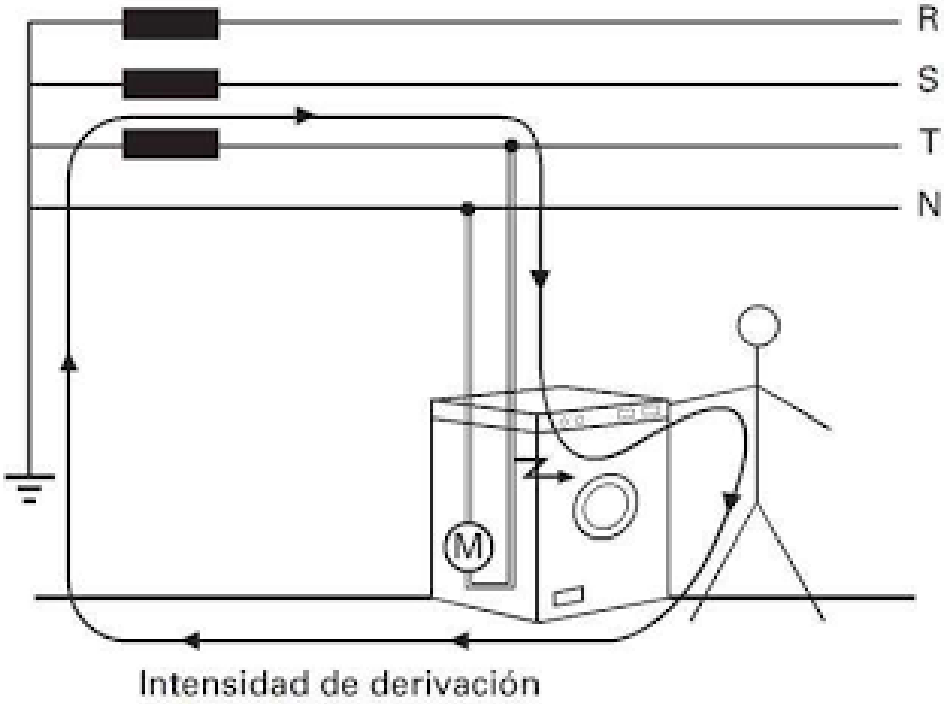
Importancia de un buen Sistema de Puesta a Tierra

Conductor de protección o puesta a tierra

La energía que nos suministran las empresas proviene de transformadores monofásicos y trifásicos. En este documento tomaremos como base el suministro de energía, por parte de un transformador trifásico a toda una zona determinada. La distribución de energía a las viviendas, se realiza tomando una o dos fases y un neutro.

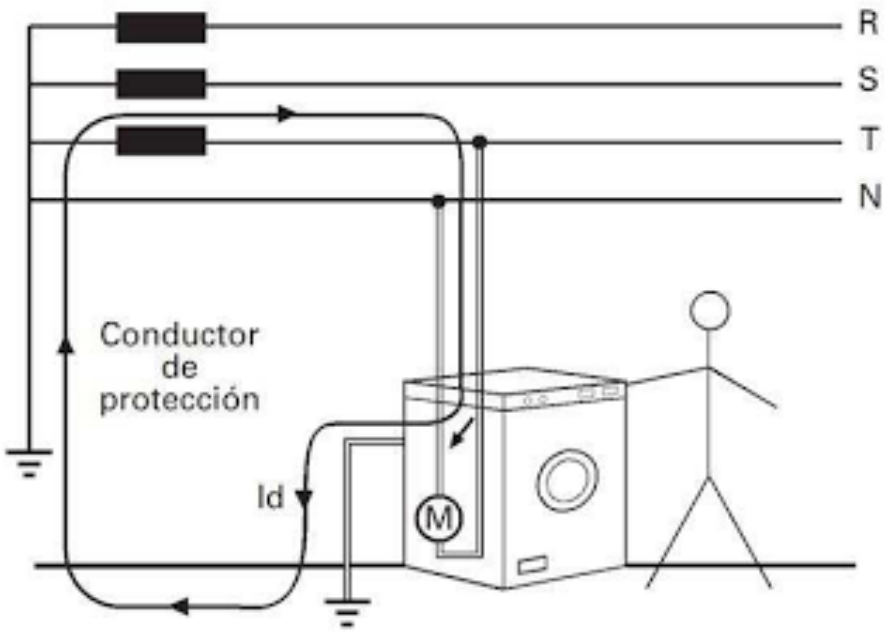


Por medidas de seguridad se suele conectar el neutro del transformador a tierra, de esta forma la tierra es como si fuese un conductor eléctrico más del sistema trifásico. En estas condiciones, veamos que ocurre cuando, por cualquier causa, falla un aislamiento y conductor eléctrico entra en contacto directo con una masa metálica accesible a las personas. Supongamos que dicha masa es el chasis de una lavadora.



Al ponerse en contacto un conductor activo con el chasis de la lavadora, toda su masa queda sometida a una cierta tensión respecto al suelo (tierra). Si en estas condiciones, una persona toca el chasis, someterá su cuerpo a dicha tensión. Un punto de contacto será el de la mano con el chasis y el otro se establecerá al tocar con los pies el suelo. Esto origina un paso de corriente eléctrica, a través del cuerpo humano, muy peligrosa, que puede llegar a causar accidentes mortales.

Para evitar que la corriente atraviese el cuerpo de la persona, se conecta el chasis a tierra mediante el conductor de protección o de tierra.

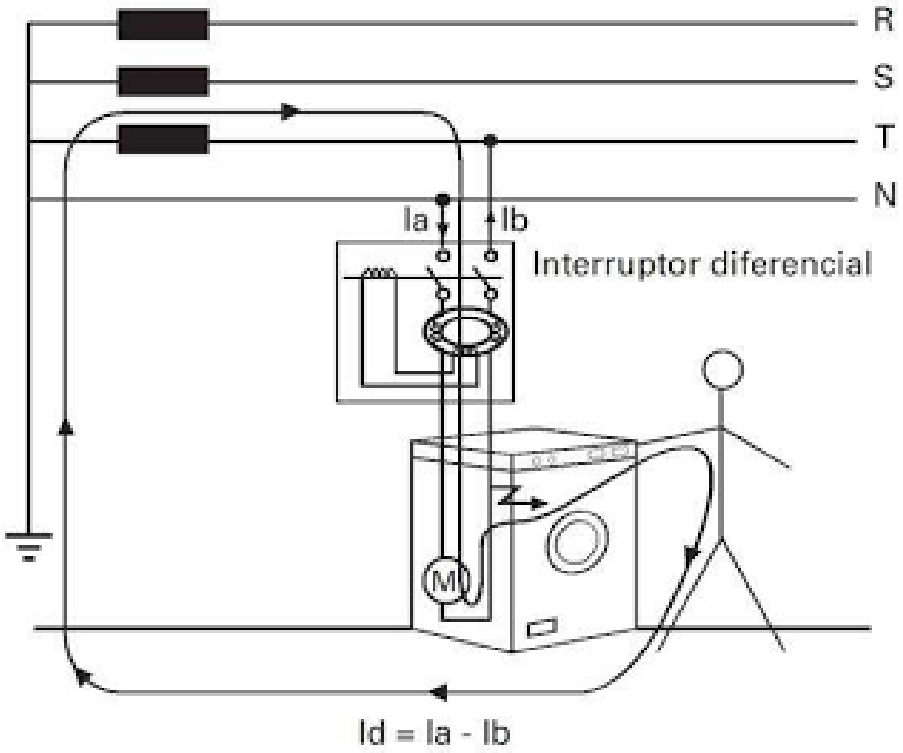


Al ser mucho menor la resistencia del conductor de protección que la del cuerpo humano, la corriente se desviará, prácticamente en su totalidad, por dicho conductor. De esta forma quedan protegidas las personas de estos defectos de aislamiento.

El interruptor diferencial

El interruptor diferencial es un dispositivo que interrumpe el circuito en caso de que exista un fallo de aislamiento. Así, por ejemplo, en el caso que estudiamos de fallo de aislamiento de la lavadora, de haber existido un interruptor diferencial, éste hubiera detectado rápidamente el fallo, desconectando el circuito general. De esta forma se elimina el peligro de electrocución para las personas.

¿Cómo actúa el interruptor diferencial?



En condiciones normales la corriente que entra por uno de los conductores es igual a la que sale por el otro, **(Ia=Ib).** Mientras se cumpla esta condición el interruptor diferencial permanecerá con sus contactos cerrados. Ahora bien, cuando aparece un efecto de aislamiento, existe una parte de la corriente eléctrica que se deriva por tierra (corriente de fuga o corriente de defecto), lo que hace que la intensidad de entrada sea diferente a la de salida. El interruptor diferencial está dotado de un sistema de detección que capta la diferencia **(Id= Ia-Ib**) y produce la apertura de sus contactos. De esta forma, en el momento en que aparece una corriente de derivación, el interruptor desconecta el circuito, evitando los posibles efectos de la corriente de defecto.

El sistema de detección diferencial funciona de la siguiente forma: los conductores de entrada y salida de la instalación se arrollan en un poco de espiras en un núcleo de hierro de forma toroidal. A su vez se incluye una bobina de bastantes espiras en el mismo núcleo que alimenta a un sistema de disparo electromagnético. La corriente alterna de entrada produce un campo magnético en el núcleo del hierro toroidal en un determinado sentido, que es contrarrestado por el producido por la corriente de salida, cuando éstas son del mismo valor.

En el caso de que se produzca una corriente de fuga, hacia tierra en la instalación, la corriente de entrada se hace mayor que la de salida, por lo que en el núcleo toroidal aparece un flujo magnético diferencial, proporcional a la diferencia de dichas corrientes. Como este flujo es alterno, en la bobina de disparo se induce una tensión suficiente para provocar una apertura del interruptor.

¿Qué es la sensibilidad del interruptor diferencial?

Para que el interruptor diferencial actué es necesario que se produzca una determinada intensidad de defecto. Así, por ejemplo, existen interruptores de alta sensibilidad que actúan por una intensidad de defecto **de 30mA (por debajo de esa intensidad no abren el circuito).**

Los valores de la sensibilidad están normalizados y son los siguientes:

Alta sensibilidad (Id=30mA)
Media sensibilidad (Id=300mA)
Baja sensibilidad (Id=500mA)

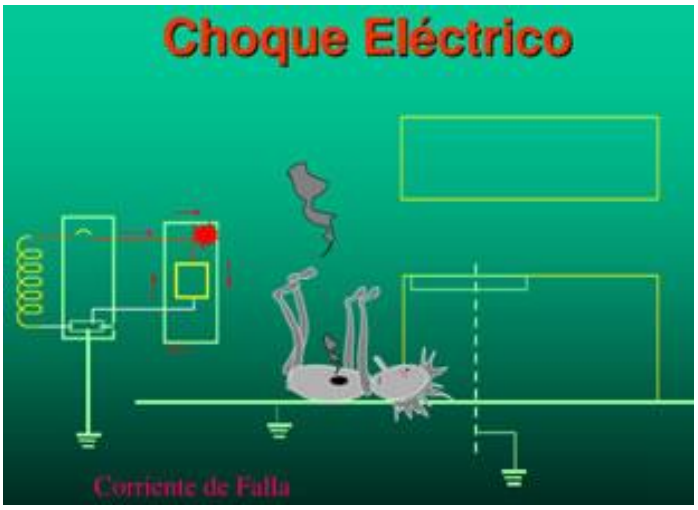
En las viviendas se recomienda utilizar interruptores diferenciales de alta sensibilidad.
Esta recomendación se hace ya que en el caso de que una persona toque un conductor sin aislamiento(por ejemplo un niño que mete los dedos en un enchufe) es decir, se ponga en contacto directo con una parte activa de una instalación, inevitablemente por su cuerpo atravesará una corriente eléctrica de fuga hacia la tierra. Esta corriente puede llegar a ser muy peligrosa.

Los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano debido al paso de la corriente eléctrica son los siguientes:

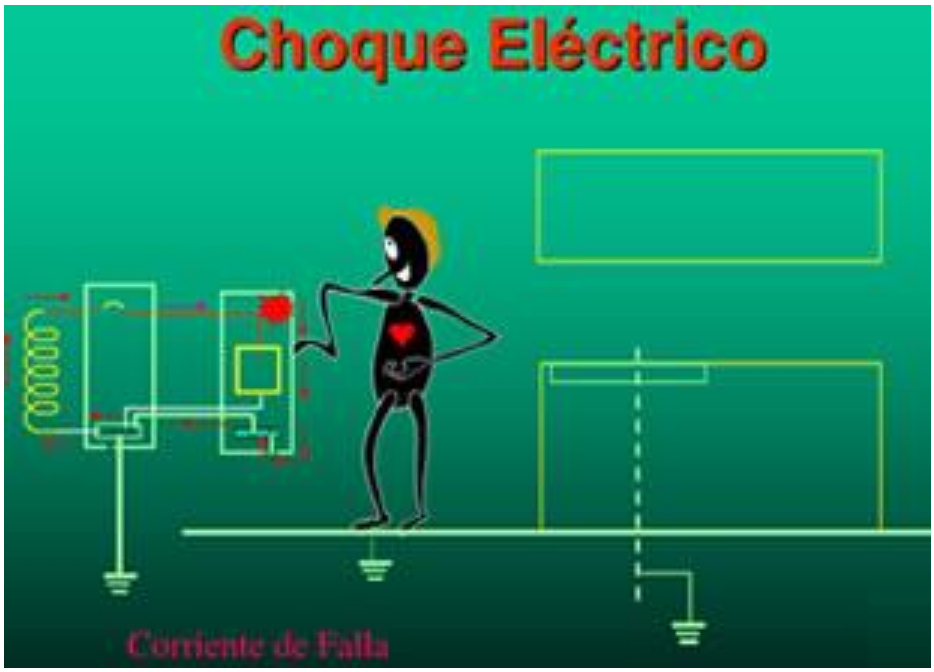
De 1 a 3 mA: no perceptibles.
De 5 a 10 mA: contracción involuntaria de músculos.
De 10 a 15 mA: Choque doloroso y dificultad de respiración.
De 15 a 30 mA: contracciones violentas. Alteración del ritmo cardíaco.
Más de 30 mA: riesgo de fibrilación cardíaca.(peligro de muerte)

Con esto queda claro por qué se recomienda el uso de interruptores se alta sensibilidad.

SIN SPT



CON SPT



3.3 Actividades de apropiación del conocimiento (Conceptualización y Teorización).

PUESTA A TIERRA

La importancia de entender el comportamiento de la electricidad y cuáles son sus aplicaciones, hoy en día es un hecho que todas las personas se ven involucradas de cualquier modo con electricidad tanto en sus casas como en el trabajo. Nos enfocaremos solo a una parte muy importante de las protecciones de electricidad como son las protecciones de puesta a tierra.

Como veremos más adelante existen normas que regulan la importancia de la puesta a tierra y tienen por misión entregar parámetros a los usuarios para asegurar una buena puesta a tierra. También se conocerán conceptos básicos como son los términos y lenguaje de ésta parte de la electricidad.

Sabiendo la importancia de la puesta a tierra de protección y de servicio, es que ha existido la importancia de mejorar las puestas a tierra debido que influye mucho las condiciones climáticas, y en todo momento se entiende que una puesta a tierra varia tanto por aspectos del terreno y las condiciones propia que constituyen un problema para medir y obtener una buena puesta a tierra.

Esto es por nombrar algunas condiciones de dificultad que se encuentra en la realidad. Debido a lo antes mencionado es que surge la necesidad de crear mejores puestas a tierra y mejores instrumentos que midan la tierra en donde se va a instalar una puesta a tierra.

Objetivos del sistema de puesta a tierra:

- Habilitar la conexión a tierra en sistemas con neutro a tierra.

- Proporcionar el punto de descarga para las carcasas, armazón o instalaciones.
- Asegurar que las partes sin corriente, tales como armazones de los equipos, estén siempre a potencial de tierra, aun en el caso de fallar en el aislamiento.
- Proporcionar un medio eficaz de descargar los alimentadores o equipos antes de proceder en ellos a trabajos de mantenimiento.

Una eficiente conexión a tierra tiene mucha importancia por ser responsable de la preservación de la vida humana, maquinarias, aparatos y líneas de gran valor. Muy importante es insistir y exigir a una instalación a tierra, eficaz y adecuada a su servicio para seguridad, buen trabajo y preservación.

Al estudiar una instalación a tierra es necesario conocer las características de la línea, la intensidad y tensión a la que puesta ser usada. Conocer el funcionamiento de los electrodos en sus resistencias al paso de la corriente eléctrica.

Definiciones y conceptos básicos

Tierra de Protección.
Los sistemas eléctricos se conectan a tierra con el fin de limitar la tensión que pudiera aparecer en ellos, por estar expuestos a descargas atmosféricas, por interconexión en casos de fallas con sistemas de conexiones superiores, o bien, para limitar el potencial máximo con respecta a tierra, producto por la tensión nominal del sistema. Este tipo de conexión se denominará Tierra de Servicio.

Tierra de Servicio.
Los equipos eléctricos se conectan a tierra pata evitar que la carcasa o cubierta metálica de ellos represente un potencial respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario u usuario del equipo. Este tipo de conexión a tierra se denominará Tierra de Protección.

Tierra de Referencia.
Se entiende por tierra de referencia a la tierra que se le asigna potencial.

Electrodo de Tierra.
Se entiende por electrodo de tierra a un conductor (cable, barra, tubo, placa, etc.) enterrado en contacto directo con la tierra o sumergido en agua que este en contacto con la tierra.

Mallas de Tierra.
Es un conjunto de electrodos unidos eléctricamente entre sí.

Conexión a Tierra.
Es la conexión eléctrica entre una malla o electrodo en tierra y una parte exterior. Las partes de conexiones a tierra no aisladas y enterradas, se consideran como parte de la malla de electrodo.

Poner a Tierra.
Cuando un equipo o instalación está conectado eléctricamente a una malla o electrodo a tierra.

Resistividad de un Terreno.

Es la relación entre la tensión de la malla con respecto a tierra de referencia y la corriente que pasa a tierra a través de la malla.

Gradiente Superficial.
Es la diferencia de potencial que existe entre dos puntos de la superficie del terreno o del agua, distante entre sí en 1 m.

Diferencias entre la conexión de tierra y neutro
Un error común en la conexión de un equipo o en la transmisión de tensión en un conducto es la confusión entre tierra (GND) y neutro (N). Aunque idealmente estos dos terminan conectados en algún punto a tierra, la función de cada uno es muy distinta. El cable de neutro es el encargado de la transmisión de corriente y el conductor de tierra es una seguridad primaria de los equipos contra el shock eléctrico. Identificarlos como si cumplieran la misma función seria anular la seguridad de tierra contra el shock eléctrico. En el hipotético caso se tome el neutro y tierra como la misma cosa, cuando el cable de tierra se corte o interrumpa, la carcaza de los equipos que estén conectados a esta tierra-neutro tendrá el potencial de línea y así toda persona o ser que tenga contacto con ello estará expuesta a una descarga eléctrica.

TIPOS DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo a su ***aplicación*** los sistemas de puesta a tierra son:

- ✓ Puesta a tierra para sistemas eléctricos.
- ✓ Puesta a tierra de los equipos eléctricos.
- ✓ Puesta a tierra en señales electrónicas.
- ✓ Puesta a tierra de protección electrónica
- ✓ Puesta a tierra de protección atmosférica

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.
El propósito de aterrar los sistemas eléctricos es limitar cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos. Esto se realiza mediante un conductor apropiado a la corriente de falla a tierra total del sistema, como parte del sistema eléctrico conectado al planeta tierra.

Puesta a tierra de los equipos eléctricos.
Su propósito es eliminar los potenciales de toque que pudieran poner en peligro la vida y las propiedades, de forma que operen las protecciones por sobrecorriente de los equipos.

Utilizado para conectar a tierra todos los elementos de la instalación que en condiciones normales de operación no están sujetos a tensiones, pero que pueden tener diferencia de potencial con respecto a tierra a causa de fallas accidentales en los circuitos eléctricos, así como los puntos de la instalación eléctrica en los que es necesario establecer una conexión a tierra para dar mayor seguridad, mejor funcionamiento y regularidad en la operación y en fin, todos los elementos sujetos a corrientes eléctricas importantes de corto circuito y sobretensiones en condiciones de falla.

Generalmente la resistencia a tierra en cualquier punto del sistema, no debe ser mayor a 10 Ohms. Para la conexión a tierra de los equipos, se instalan en los edificios, una barra de cobre electrolítico de dimensiones

adecuadas, instaladas a unos 60 cm sobre el nivel de piso con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de fuerza en las concentraciones de tableros de cada piso.

Puesta a tierra en señales electrónicas.
Para evitar la contaminación con señales en frecuencias diferentes a la deseada. Se logra mediante blindajes de todo tipo conectados a una referencia cero o a tierra.

Puesta a tierra de protección electrónica.
Para evitar la destrucción de los elementos semiconductores por sobre voltajes, se colocan dispositivos de protección de forma de limitar los picos de sobré tensión conectados entre los conductores activos y tierra.

La puesta a tierra de los equipos electrónicos y de control, consta de una serie de electrodos instalados remotamente al edificio. En el interior se instala una barra de cobre electrolítico de dimensiones adecuadas montada a 2.60 metros sobre nivel de piso terminado con una leyenda indicativa, que es de uso exclusivo para el sistema de electrónica.

La resistencia a tierra máxima en este sistema debe ser de unos 2 Ohms, cuando no se alcanza la resistencia deseada, se instala algún elemento químico para reducir la resistividad del terreno y alcanzar así, la resistencia a tierra requerida.

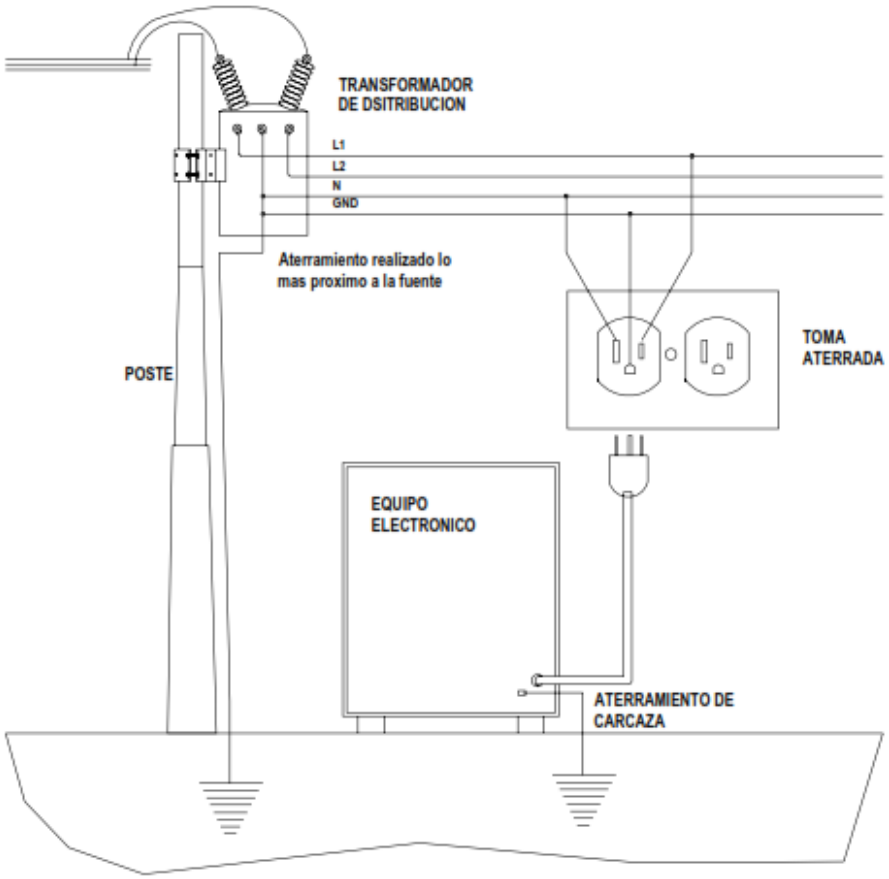


Figura 1
Puesta a tierra de equipo electrónico

Puesta a tierra de protección atmosférica.
Como su nombre lo indica, se destina para drenar a tierra las corrientes producidas por descargas atmosféricas (RAYOS) sin mayores daños a personas y propiedades.
Se logra con una malla metálica igualadora de potencial conectada al planeta tierra que cubre los equipos o edificios a proteger o se conforma con electrodos tipo copperweld y cable tipo pararrayos de cobre Clase 1 de 27 hilos.

La distancia del edificio con respecto al sitio donde se entierre el electrodo, no debe ser inferior a 2,50 metros y debe quedar totalmente aislado de los sistemas de tierras para fuerza y para electrónica.

Puesta a tierra de protección electrostática.
Sirve para neutralizar las cargas electroestáticas producidas en los materiales dieléctricos. Se logra uniendo todas las partes metálicas y dieléctricas, utilizando el planeta tierra como referencia de voltaje cero. Como pudo apreciar anteriormente cada sistema de tierras debe cerrar únicamente el circuito eléctrico que le corresponde.

Puesta a tierra para sistemas eléctricos.
Los sistemas eléctricos se conectan a tierra con el fin de limitar la tensión que pudiera aparecer en ellos, por estar expuestos a descargas atmosféricas, por interconexión en casos de fallas con sistemas de conexiones superiores, o bien, para limitar el potencial máximo con respecta a tierra, producto por la tensión nominal del sistema. Este tipo de conexión se denominará Tierra de Servicio.

PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN
Los equipos eléctricos se conectan a tierra pata evitar que la carcasa o cubierta metálica de ellos represente un potencial respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario u usuario del equipo. Este tipo de conexión a tierra se denominará Tierra de Protección.

La posibilidad de que ciertas partes de una instalación, que normalmente están sin tensión, puede quedar con una tensión con respecto a la tierra por fallas de aislamiento, se debe evitar conectando todas las partes metálicas con las que pueda una persona entrar en contacto y que no debe estar normalmente con tensión tensión.
Tensión.
Según la presente norma, se entiende por tierra de protección la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada.

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

MEDICIONES DE TIERRAS
Las características eléctricas del terreno en el cual se entierran los electrodos de una instalación de tierra es la principal causa de las indeterminaciones que se presentan en el estudio de una instalación.

A los efectos del comportamiento eléctricos del terreno nos interesa su resistividad, más ésta depende de la naturaleza química de la humedad presente, de la temperatura y de otras causas. No se puede pensar de un tratamiento analítico del problema sin antes considerar un gran número de variables y valoraciones, las cuales dadas las diversas cualidades del terreno, no son de segura determinación.

Constitución del terreno.
La química del terreno, la cantidad y la calidad de las sales minerales en el contenido pueden influir de modo notable en su resistividad. Los terrenos lluviosos o arcillosos con acentuadas capas de humos, son aquellos que presentan las resistividades más bajas y adicionalmente las menores variaciones en el tiempo.
Tiempo Los terrenos arenosos, pedregosos y rocosos presentan resistividad muy elevada y varían sus características en el tiempo, según la temperatura y la humedad, en límites muy amplios.

Los materiales que tienen los más altos valores de resistividad se pueden considerar como aislante, y los materiales que tengan los más bajos valores de resistividad como conductores no presentando problemas de dimensionamiento de los electrodos, mientras que sí originan problemas de protección personal. Así se desprende de esta tabla que un sistema de tierra que sería completamente adecuado en terrenos de arcillas, puede ser casi inservible en terrenos arenosos. También se ha observado que muestras de tierra de la misma clase, pero de diferentes lugares tienen distinta resistividad, la que puede variar hasta por un factor de 200

a 300%. De esto se concluye que el problema de tierra está estrictamente relacionado con el tipo particular de tierra en el cual debe efectuarse la conexión a tierra.

LA TIERRA Y LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Como hemos comentado previamente él termino "**resistividad de tierra"** expresado en centímetros ohm es una variable básica que afecta la resistencia a tierra de un sistema de electrodos. Pero se encontró que el valor real de la resistividad de la tierra no necesita medirse para verificar la resistencia de tierra del electrodo.

Las mediciones de resistividad de tierra pueden emplearse convenientemente para prospecto geofísico.
Las mediciones también pueden emplearse para determinar la profundidad de la roca. Las mediciones de la resistividad de la tierra también son útiles para encontrar la mejor ubicación y profundidad para electrodos de baja resistencia.

Tales estudios se realizan, cuando se van a construir unidades eléctricas nuevas tales como: estación generadora, subestación, torre de transmisión y central telefónica. Finalmente, se puede utilizar la resistividad de la tierra para indicar el grado de corrosión que se espera en tuberías subterráneas de agua, petróleo, gas, etc.

¿TIENEN EFECTOS LA HUMEDAD Y TEMPERATURA SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO?.

Indudablemente que sí, la resistividad del terreno esta muy influenciada primordialmente por la humedad y en menor medida no menos importante por su temperatura, son tan significativos estos efectos, que la resistencia del terreno disminuye con el aumento de la humedad y con el incremento de la temperatura.

El conocimiento de la acción de la humedad y temperatura sobre la resistencia del electrodo para puesta a tierra resulta indispensable para que una instalación de tierra conserve en el tiempo sus características.

EFECTOS DE LA HUMEDAD Y SALES DISUELTAS SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Para los efectos prácticos el resultado de la resistencia por la acción de la humedad y la temperatura nos obliga a mantener presente oportunos coeficientes para la determinación de la resistencia que debemos asignar a los electrodos con el fin de un buen funcionamiento en las instalaciones a tierra. Se podría omitir el factor de temperatura, para no efectuar tanto la influencia de la humedad en el terreno.

Otra causa de imprecisión en el conocimiento de la resistencia del terreno es la variación de valores de esta magnitud, cuando se pasa de capas superficiales o capas profundas, sobre todo, cuando se usa el electrodo cilíndrico de distinta naturaleza y resistividad.

Las variaciones de resistividad con la profundidad puede ser modificada debido a los estados de humedad del terreno, cuando por ejemplo, después de un larga periodo de sequía, un temporal humedece la capa superficial del terreno, dejando seca la capa inferior, la mayor parte de la corriente que eventualmente se distribuye hacia los dispersores, eligiendo un camino de menos resistencia, influirá únicamente la capa superficial, creando alrededor de los dispersores peligrosas gradientes superficiales.

En el terreno, la conducción de corriente es principalmente electrolítica. Por tanto, la cantidad de humedad y el contenido de sales del terreno afectan radicalmente su resistividad. La cantidad de agua en el terreno

varía, por supuesto, con el clima, época del año, la naturaleza del subsuelo y la profundidad del manto freático permanente.

EFECTOS DEL TIPO DE SUELO SOBRE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO.

Ya se trate de un suelo mayormente arcilloso o muy arenoso, la resistividad de la tierra puede cambiar mucho.
No es fácil definir exactamente a un suelo dado; la arcilla puede cubrir a una amplia variedad de suelos de tal manera que no podemos decir que cualquier suelo dado tiene una resistividad de tantos ohms–cm acompañando las **Tablas 5 y 6** desde dos libros de referencia diferentes se muestra el amplio rango en valores.

Nótese también la variedad de valores para los mismos tipos generales de suelos.

TABLA 5
RESISTIVIDAD DE DIFERENTES SUELOS

SUELO	RESISTIVIDAD OHM – CM		
	promedio	MIN	MAX
Rellenos de cenizas, partículas de madera quemadas, desperdicios de agua salada	2,370	590	7,000
Arcilla, rocas de arcilla endurecida, plantas gomosas, suelos ricos compuestos especialmente de arcilla arena y materia orgánica	4,060	340	16,300
Los mismos pero con proporciones variables de arena y grava	15,800	1,020	135,000
Grava, arena, piedras con un poco de arcilla o suelos ricos compuestos especialmente de arcilla arena y materia orgánica	94,000	59,000	458,000

TABLA 6 RESISTIVIDAD DE DIFERENTES SUELOS	
SUELO	**RESISTIVIDAD OHM – CM**
Suelos de superficie, suelos ricos compuestos especialmente de arcilla, arena y materia orgánica, etc	100-5,000
Arcilla	200-10,000
Arena y grava	5,000-100,000
Caliza superficial	10,000 -1,000,000
Caliza.	500-400,000
Rocas de arcilla endurecida	500-10,000
Arenisca.	2,000-200,000
Granitos, basaltos, etc	100,000
Partículas de rocas formadas de capas de cuarzo, mica, etc.	5,000-50,000
Rocas duras dispuestas en capas delgadas, etc	1,000-10,000

METODOS DE MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DE TIERRA

Las mediciones de resistividad del terreno deben realizarse con el objetivo de determinar la existencia de cambios significativos en los valores de resistividad con respecto a la profundidad del terreno. Para cualquier medición que se realice, se deben tomar lecturas de la temperatura ambiente y del contenido de humedad del terreno.

Método de los dos puntos:

A. El equipo consiste en dos electrodos, uno más pequeño que el otro, y unidos a una varilla aislada. La terminal positiva de una batería es conectada al electrodo de menor tamaño, a través de un miliamperímetro y la terminal negativa, al otro electrodo. El instrumento se puede calibrar para que realice las mediciones en **Ω.m** al voltaje nominal de la batería. *El dispositivo es portátil y se pueden realizar varias lecturas rápidamente en terrenos pequeños*. El método consiste simplemente en la determinación de una resistencia medida entre dos puntos.

Método de los cuatro puntos:

B. *Corresponde al método más confiable para mediciones de resistividad promedio de grandes áreas*. Consiste en la instalación de cuatro electrodos enterrados a una distancia “b” en metros de la superficie y distanciados, en línea recta, a intervalos de una distancia “a” en metros. Una corriente de prueba, se hace circular entre los electrodos exteriores y la caída de potencial “V” entre los electrodos interiores es medida con un voltímetro de alta impedancia.

FÓRMULA N°1

Por la Ley de Ohm, la resistencia en ohms (Ω), está dada por:

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

Existen dos variaciones del método de cuatro puntos:

- **Espaciamiento Idéntico (Método de Wenner**)

Corresponde al *método más utilizado*, principalmente, porque se *puede conocer la resistividad de capas profundas sin tener que enterrar los electrodos a distancias equivalentes*. En este caso, los electrodos son colocados a una separación idéntica de *"a" en metros*. La resistividad " p" en términos de las distancias "a" y "b", es:

FÓRMULA N°2

$$\rho = \frac{4\pi aR}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Donde:

p es la resistividad aparente del terreno (Ω·m).
R es la resistencia medida (Ω)
a es la separación entre electrodos adyacentes (m)
b es la distancia a la que se entierran los electrodos (m)

La configuración utilizada se muestra en la Figura N°1. Si se considera que "a", la distancia entre electrodos, es mayor a 20 veces la profundidad "b" a la que se entierran estos, entonces la fórmula se reduce a:

FÓRMULA N°3

$$\rho = 2\pi aR$$

Esta ecuación proporciona una aproximación de la resistividad promedio del suelo, a la profundidad "a" en metros.

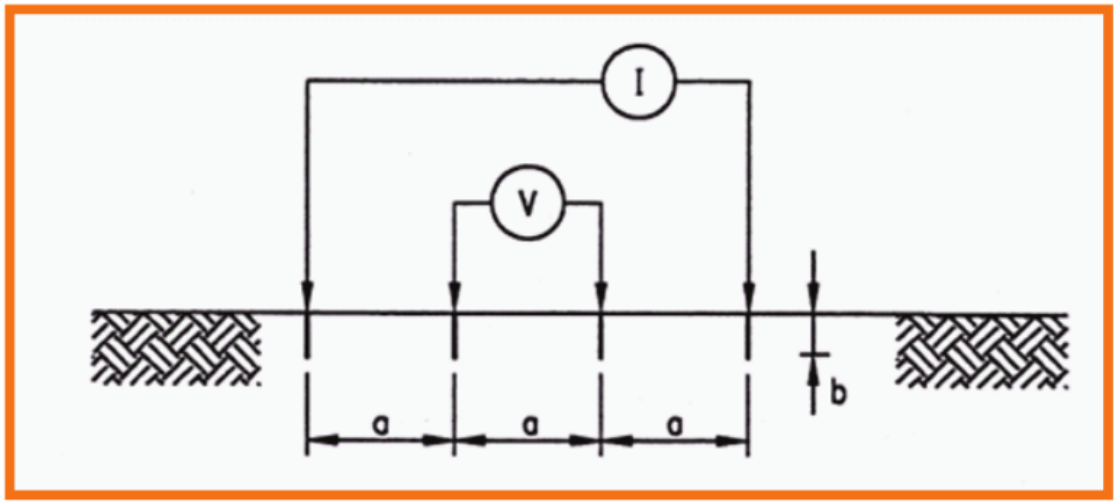


FIGURA N°1.
Método Wenner para medición de la resistividad del terreno.

Un conjunto de lecturas de resistividad graficadas contra las variaciones correspondientes en la separación "a" de los electrodos, muestra la existencia de distintas capas del suelo y la relación existente entre la resistividad y la profundidad del terreno.

- **Espaciamiento desigual (Método de Schlumberger-Palmer)**

Una *desventaja del método de Wenner es el rápido descenso de la magnitud de potencial* entre los dos electrodos internos cuando el espaciamiento entre ellos es relativamente grande, ya que muchos de los equipos disponibles comercialmente no son capaces de medir valores tan bajos. En situaciones en las cuales se desea medir la resistividad del terreno donde los espaciamientos entre los electrodos de corriente es muy grande, se puede utilizar la configuración de la Figura N°2, en donde los electrodos de potencial son ubicados en las cercanías de los electrodos de corriente para incrementar el potencial medido.

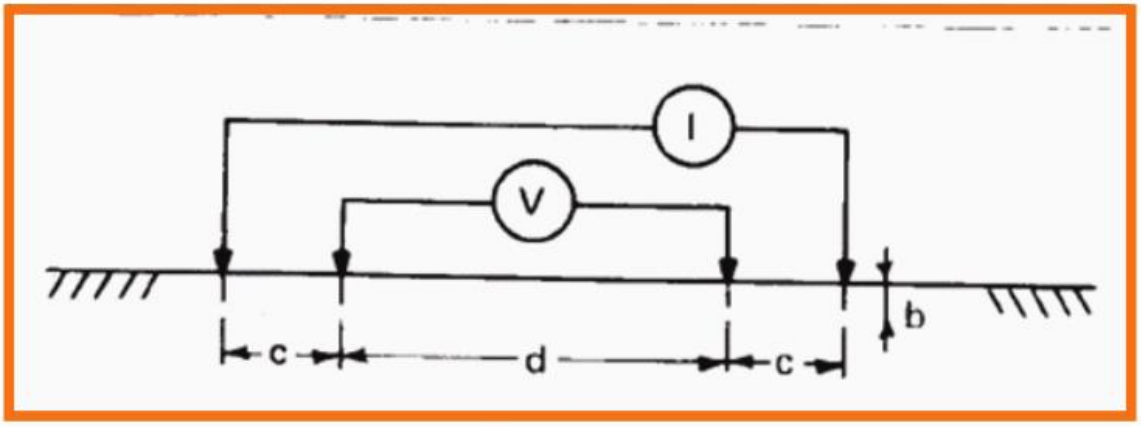


Figura N°2.
Método Schlumberger-Palmer para medición de la Resistividad del Terreno.

Con los electrodos enterrados a una profundidad “b” en metros, y siendo esta distancia mucho menor a las distancias de separación “d” y “c” (ver Figura N°2), la resistividad está dada por:

FÓRMULA N°4

$$\rho = \frac{\pi \cdot c \cdot (c+d) \cdot R}{d}$$

PUESTA A TIERRA –ALGUNAS NORMAS TÉCNICAS

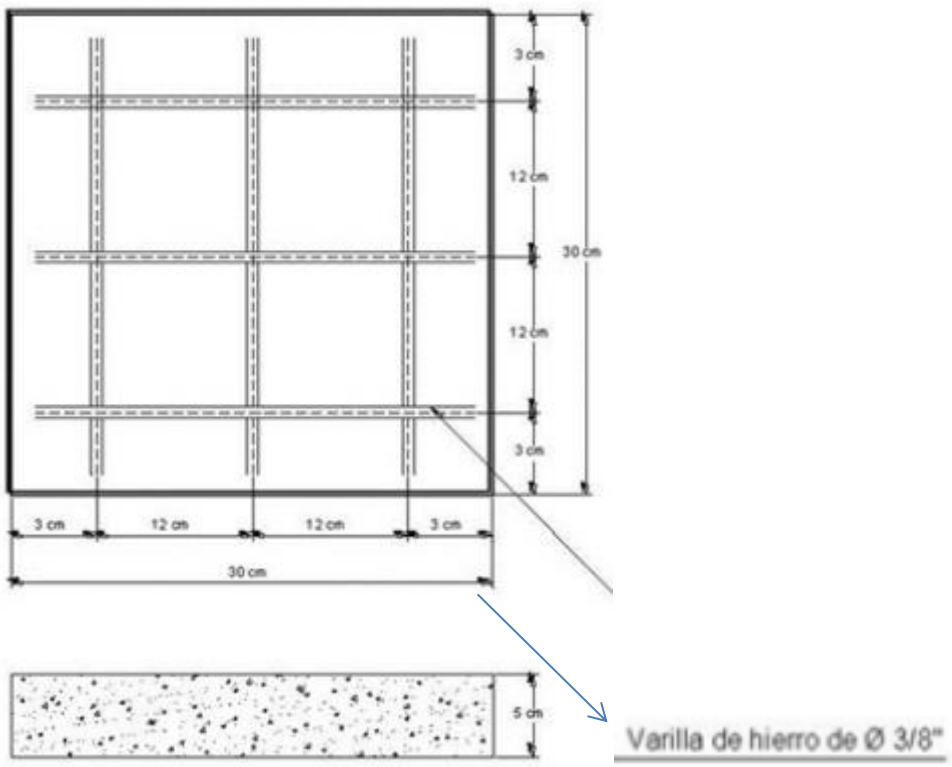
Los sistemas eléctricos serán puestos a tierra para la protección y la seguridad de las personas, y facilitar la operación de los equipos que limitan las sobretensiones debidas a descargas atmosféricas en la línea. Además mantendrán la tensión con respecto a tierra dentro de un rango normal de funcionamiento.
Los sistemas eléctricos se aterrizarán de manera sólida para facilitar la acción de los dispositivos de protección en caso de fallas a tierra.

Toda instalación eléctrica debe disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), de tal forma que en cualquier punto accesible a personas, éstas no queden sometidas a tensiones de paso o contacto superiores a los umbrales soportables por el ser humano.

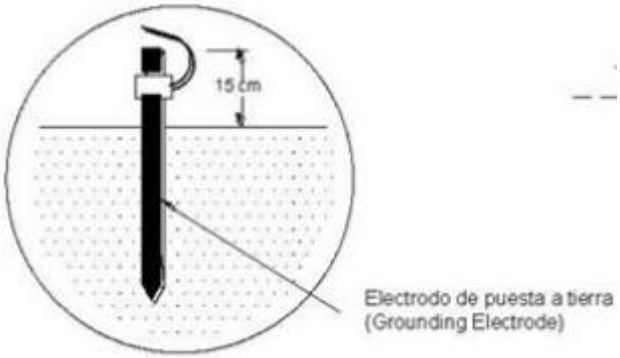
“En una caja o armario de medidores, se llamará “sistema de electrodo de conexión a tierra” , al conjunto de los siguientes elementos: El conductor desnudo o con aislamiento de color verde o verde amarillo, (o en su defecto con marcación en las partes visibles con pintura, con cinta o con rótulos adhesivos de color verde para la conexión a tierra), el barraje a tierra y el electrodo de puesta a tierra, los cuales se muestran en la Norma AE281.”

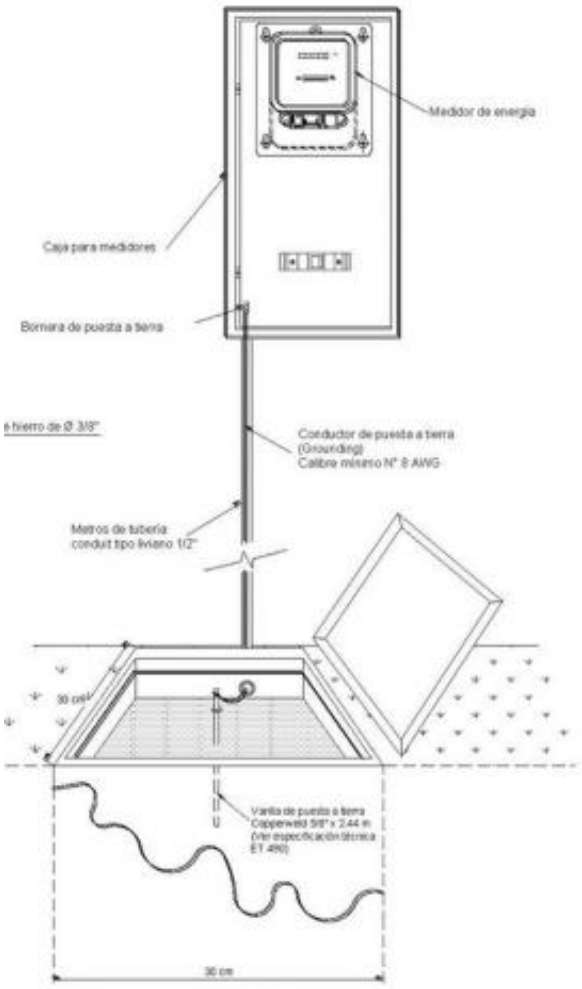
AE281 Elementos de puesta a tierra en baja tensión
NORMA TÉCNICA (1)

DETALLE TAPA



DETALLE



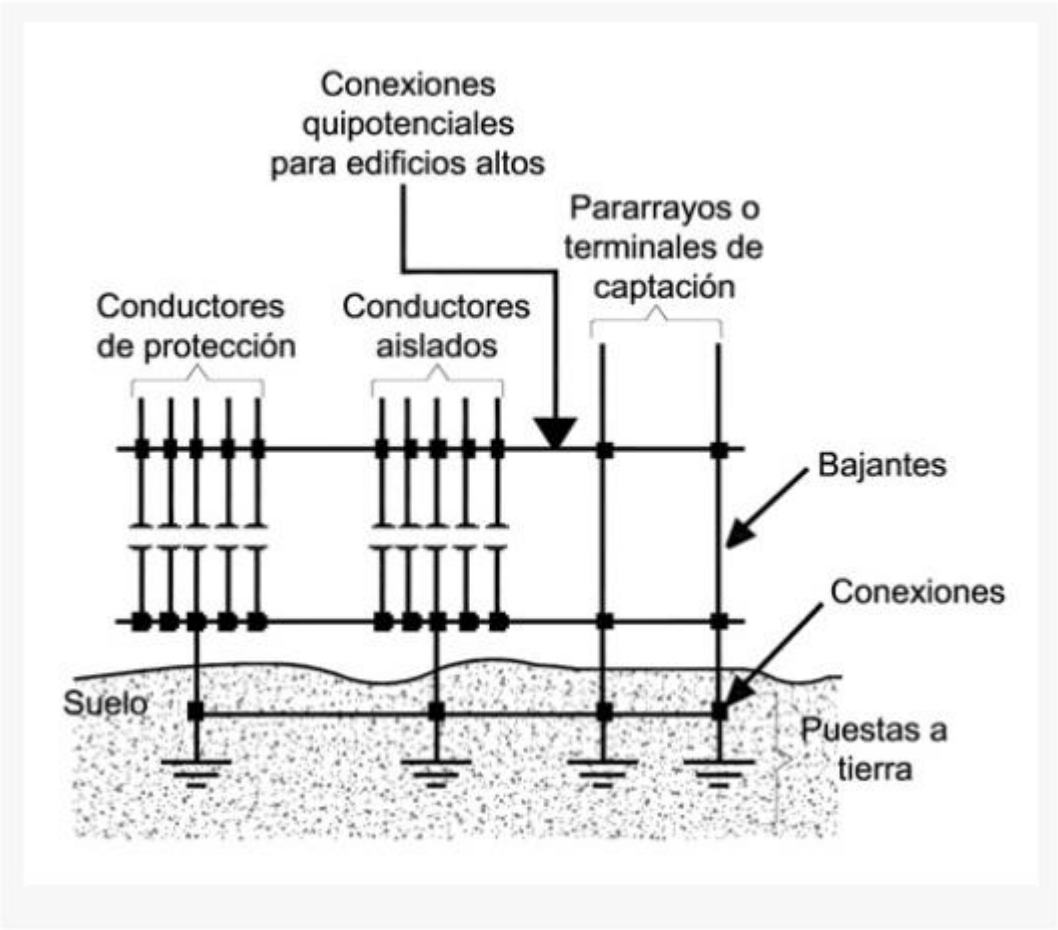


El conductor de tierra normalmente no deberá transportar corriente. Es conocido también con el nombre de polo a tierra. Sirve para aterrizar las partes metálicas de equipos eléctricos, tales como motores, estufas, electrodomésticos, lavadoras, lavaplatos, ducterías metálicas y pantallas metálicas de cables.

Aspectos generales

- Los elementos metálicos que no sean parte de las instalaciones eléctricas no se puede usar como conductores de puesta a tierra, sin embargo, deberán conectarse al sistema de puesta a tierra.
- Los elementos metálicos que sean refuerzo estructural de una edificación deben conectarse a tierra de manera permanente.
- Las conexiones en puestas a tierra que vayan por debajo del suelo deben ser realizadas con soldadura exotérmica o con un conector debidamente certificado.
- Se debe construir una caja de inspección de 30*30 cm o de 30 cm de diámetro para que las conexiones a tierra sean accesibles e inspeccionables.

- No es permitido utilizar aluminio enterrado en los componentes de puestas a tierra.
- Si en una edificación o inmueble existen varias puestas a tierra, estas deben ir interconectadas eléctricamente, según como se ilustra en la figura.



Conductor de puesta a tierra de equipos

Las instalaciones eléctricas que usan ducto metálico, utilizarán este mismo como conductor de puesta a tierra (grounding), y lo deberán sujetar con firmeza a la parte metálica de todas las cajas de paso y tableros. **La Norma NTC 2050, Sección 250-72**, permite varios métodos para realizar la sujeción firme.

Cuando la ductería sea en PVC, se deberá hacer continuidad entre todas las cajas metálicas, usando un conductor de cobre desnudo. El calibre de este conductor dependerá de la capacidad del interruptor automático del respectivo circuito ramal, siendo el calibre mínimo el N° 14 AWG.

Los conductores del sistema de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y si presentan empalmes, estos deben ser certificados. Además debe acompañar los conductores activos durante todo su recorrido y por la misma canalización.

La corriente máxima admisible en los conductores del SPT, bajo operación normal no debe sobrepasar los siguientes valores según ANSI/IEEE 80:

- 0,1 amperios si el circuito ramal es solo para carga electrónica y atendida solo por personal calificado.
- 25 mA si el circuito ramal es derivado o de uso general y no tiene cargas electrónicas.

En las cajas y armarios de medidores se unirán los conductores de neutro y tierra y se aterrizarán en un solo punto.
Para la puesta a tierra de los equipos y ducterías, se permitirá el uso de conductores desnudos o aislados.
Cuando este conductor sea aislado, el aislamiento deberá ser de **color verde continuo**, **verde** con franjas **amarillas** o identificadas con **marcas verdes en los puntos de inspección y extremos**.
El conductor utilizado para la conexión a tierra de equipos y ducterías, se selecciona de la **tabla 250-95 de la Norma NTC 2050.**

Calibre mínimo del conductor de continuidad de tierra para ducterías y equipos (Norma NTC 2050, tabla 250-95)		
Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes del equipo, tubos conduit, etc. (Amperios)	Sección transversal Conductor de cobre N°	
	mm^2	AWG
15	2.08	14
20	3.3	12
30	5.25	10
40	5.25	10
60	5.25	10
100	8.36	8
200	13.29	6
300	21.19	4
400	26.66	3
500	33.62	2
600	42.20	1
800	53.50	1/0
1000	67.44	2/0
1200	85.02	3/0
1600	107.21	4/0

Conductor del electrodo de puesta a tierra

Garantizada la continuidad de puesta a tierra del sistema eléctrico se deberá hacer la conexión al electrodo de tierra. El calibre del conductor usado para la puesta a tierra de la caja o armario de medidores, se determinará según los calibres de los conductores de acometida de acuerdo con la tabla **250-94 de la Norma NTC 2050**.
El conductor de puesta a tierra se deberá conectar entre la barra de neutro de la caja o armario de medidores y el electrodo de tierra, que normalmente consiste de una ***varilla de cobre o cobrizada de 5/8" x 2.4 m.*** El

valor de la ***resistencia de puesta a tierra, no deberá ser mayor de 25 ohmios (Sección 250-84 Norma NTC 2050).***

Para la puesta a tierra del conductor del neutro, ver tabla 250-94 de la NTC 2050.

Conductor del electrodo de puesta a tierra (Norma NTC 2050, tabla 250-94)		
Sección transversal del mayor conductor de acometida o su equivalente para conductores en paralelo	Sección transversal (calibre) del conductor al electrodo de puesta a tierra	
Cobre	mm^2	Cobre
2 o menor	8.36	8
1 o 1/0	13.29	6
2/0 o 3/0	21.14	4
4/0 hasta 350 kcmil	33.62	2
400 hasta 600 kcmil	53.50	1/0
650 hasta 1100 kcmil	67.44	2/0
1200 kcmil	85.02	3/0

Electrodo de puesta a tierra

Electrodo de puesta a tierra es un cuerpo metálico conductor en contacto permanente con el terreno y capaz de dispersar corrientes eléctricas. Está constituido por uno o varios elementos unidos entre sí, mediante conductores enterrados y no aislados del terreno. Algunos tipos de electrodos son: varillas, placas, anillos, flejes, cables o mallas construidas con conductores.

Los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con los siguientes requisitos:

Tipo de electrodo	Materiales	Dimensiones mínimas			
		Diámetro (mm)	Área (mm^2)	Espesor (mm)	Recubrimiento (µ m)
Varilla	Cobre	12,7			
	Acero inoxidable	10			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			250
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Cobre cincado	25		2	55
Tipo de electrodo	Materiales	Dimensiones mínimas			
Fleje	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		90	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable	Cobre	1,8 para cada hilo	25		
	Cobre estañado	1,8 para cada hilo	25		
Placa	Cobre		20000	1,5	
	Acero inoxidable		20000	6	

Los fabricantes de electrodos deben garantizar que la resistencia a la corrosión de cada electrodo sea por lo ***menos de 15 años a partir de la fecha de instalación***.

Si el electrodo es tipo varilla, ésta debe tener una ***longitud mínima de 2.4 m*** y debe estar identificada con los datos del fabricante y sus dimensiones dentro de los ***30 cm que quedan en la parte superior***.

Si el electrodo tiene alma de acero, debe ser de acero fino al carbono de una dureza Brinell comprendida entre 180 H y 220 H. El contenido de fósforo y azufre no debe exceder el 0.04%.

Si el electrodo está compuesto por dos o más metales, se debe asegurar la adherencia molecular entre estos. Para esto la capa o capas exteriores se depositarán mediante electrolisis, fusión u otro procedimiento que asegure la adherencia.

La parte superior del electrodo enterrado debe quedar a 15 cm de la superficie como mínimo.

Al momento de adelantar la obra civil para la instalación de un armario de medidores, caja para medidores o cajas para equipos de medida, se deberá dejar prevista la caja de la instalación del electrodo de puesta a tierra (Norma AE281). *Mirar componentes de la Norma al comienzo*

(1) Normatividad de CODENSA

La importancia de entender el comportamiento de la electricidad y cuáles son sus aplicaciones, hoy en día es un hecho que todas las personas se ven involucradas de cualquier modo con electricidad tanto en sus casas como en el trabajo.

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Estimado aprendiz:
La actividad de aprendizaje se satisface a través del desarrollo de diferentes evaluaciones en los ambientes de aprendizaje: Se debe tener en cuenta que cada Guía Taller Laboratorio entregada por su Instructor contiene las actividades propuestas y que deben ser resueltas y entregadas como evidencia de trabajo. Además se hace una evaluación escrita al final de cada guía donde se debe demostrar el conocimiento referente a cada tema desarrollado.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Evidencias de Conocimiento : Desarrollar cuestionario presentado en la guía de aprendizaje **Evidencias de Desempeño:** Realizar trabajo de sistema puesta a tierra en dos obras civiles **Evidencias de Producto:** Entregar sistema puesta a tierra debidamente elaborado.	Selecciona el terreno adecuado para la construcción del sistema de puesta a tierra. Determina la factibilidad de la instalación Aplica las normas técnicas y de seguridad correspondientes Determina el tipo de instalación a ejecutar Interpreta las mediciones correctamente Instala los elementos del sistema de puesta a tierra Aplica las normas sobre el tipo de soldadura a aplicar. Aplica normas de medio ambiente. Realiza el informe de la instalación. Verifica las especificaciones del sistema de puesta a tierra instalado. Racionaliza el uso de los recursos físicos. Aprovecha adecuadamente el uso de las TIC y de las herramientas informáticas	Cuestionario sobre el tema abordado, para investigar y exponer en el ambiente de aprendizaje, por cada aprendiz de acuerdo a las preguntas asignadas. Instrumentos de evaluación elaborados por el Instructor para desarrollar en el ambiente de aprendizaje en forma individual. Aprendizaje colaborativo: A través de análisis en grupos se desarrollaran los casos y trabajos de investigación entregados y propuestos por el Instructor. Elaboración in situ, de sistema a puesta a tierra según equipos de trabajo distribuidos para las diferentes trabajos a desarrollar.

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- Sistema Puesta a Tierra
- Soldadura Exotérmica
- Electrodos Puesta a Tierra
- Cálculos métodos Schlumberger y Werner de Puesta a Tierra
- Resistividad de Terrenos

6. REFERENTES BILBIOGRÁFICOS

- ✓ RETIE Capitulo 15
- ✓ NTC-2050 Sección 250

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	**Isaías Guzmán Montealegre**	**Instuctor**	**CTMAE Regional Antioquia**	**Agosto de 2022**

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					