

. Tipos de puesta a tierra para generadores:

1. Toma de tierra del generador.

El punto neutro de un generador suele estar conectado a tierra. Facilitar la protección del devanado del estator y sistema asociado.. La conexión a tierra también evita daños por sobretensiones transitorias en el caso de una falla de conexión a tierra o ferroresonancia.

Para los generadores de alta tensión, la impedancia generalmente se inserta en la conexión a tierra del estator para limitar la magnitud de la corriente de falla a tierra.

Existe una amplia variación en la corriente de falla a tierra elegida, siendo los valores comunes:

Corriente nominal

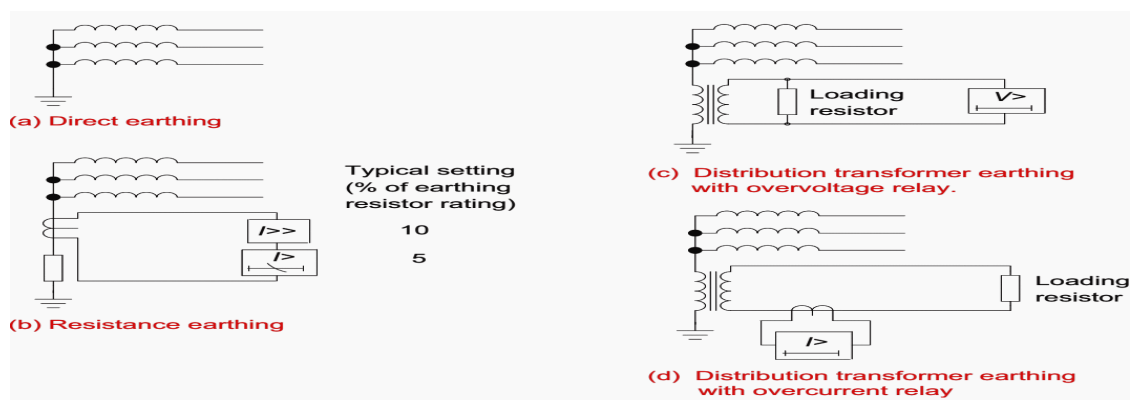
200A-400A (puesta a tierra de baja impedancia)

10A-20A (puesta a tierra de alta impedancia)

Los principales métodos de impedancia-puesta a tierra ael generador se muestra en la Figura 1. Los valores bajos de corriente de falla a tierra pueden limitar el daño causado por una falla, pero al mismo tiempo dificultan la detección de una falla hacia el punto de estrella del devanado del estator.

Excepto para aplicaciones especiales, tales como marina, Los generadores de baja tensión están normalmente conectados a tierra. Cumplir con los requisitos de seguridad.

Cuando se aplica un transformador elevador, eEl generador y el devanado de menor voltaje del transformador se pueden tratar como un sistema aislado que no está influenciado por los requisitos de conexión a tierra del sistema de potencia.



Métodos de puesta a tierra del generador.

Figura 1 - Métodos de puesta a tierra del generador.

Un transformador de puesta a tierra o una impedancia en serie. Puede ser utilizado como la impedancia. Si se usa un transformador de puesta a tierra, la clasificación continua generalmente está en el rango de 5-250 kVA. El devanado secundario se carga con una resistencia de un valor que, cuando se hace referencia a través de la relación del transformador, pasará la corriente de falla a tierra de corto tiempo elegida.

Esto es típicamente en el rango de 5-20 A.

La resistencia impide la producción de altasobretensiones transitorias en el caso de una falla de tierra de arco, lo que hace descargando la carga enlazada en la capacitancia del circuito. Por esta razón, el componente resistivo de la corriente de falla no debe ser menor que la corriente de capacitancia residual.

Esta es la base del diseño, y en la práctica. valores de entre 3-5 Ico son usados.

Es importante que El transformador de puesta a tierra nunca se satura.. De lo contrario, puede producirse una condición muy indeseable de ferresonancia.

El aumento normal de la tensión generada por encima deSe debe considerar el valor nominal causado por una pérdida repentina de carga o por forzamiento de campo, así como la duplicación del flujo en el transformador debido a la aplicación de voltaje de punto en onda.

Es suficiente que el transformador esté diseñado para tener un punto de arrollamiento primario e.m.f. igual a 1,3 veces la tensión nominal de línea del generador.

El ajuste no debe ser más del 33% de la corriente máxima de falla a tierra del generador, y una configuración más baja sería preferible, dependiendo de las consideraciones de calificación.

2.1.2 Protección de fallas a tierra sensible

Este método se utiliza en las siguientes situaciones:

Generadores de conexión directa que funcionan en paralelo.

Generadores con puesta a tierra neutral de alta impedancia, la corriente de falla a tierra se limita a unas pocas decenas de amperios.

Instalaciones donde la resistencia de la trayectoria de falla a tierra es muy alta, debido a la naturaleza del terreno.

En estos casos, la protección convencional contra fallas a tierra es de poca utilidad.

Se puede obtener la corriente de falla a tierra (residual). desde la conexión residual de los CT de la línea, una CBCT conectada a la línea o un CT en el neutro del generador. Esto último no es posible si es direccional. Se utiliza protección. El voltaje de polarización es generalmente la entrada de desplazamiento de voltaje neutro al relé, o el residual de los voltajes de tres fases, por lo que se debe usar un VT adecuado.

Para la puesta a tierra de Petersen Coil, también se puede utilizar una técnica de vatometría.

Para generadores conectados directamente que operan en paralelo, Puede ser necesaria la protección direccional de falla a tierra sensible.. Esto es para garantizar que un generador fallado se active antes de que exista la posibilidad de que la protección de sobrecorriente neutral dispare un generador paralelo en buen estado.

Al ser conducido por una fase conectada de forma residual. En los CT, la protección debe estabilizarse contra un disparo incorrecto con una corriente de derrame transitoria en el caso de una saturación de CT asimétrica cuando se pasa la falla de fase o la corriente de entrada de magnetización.

Las técnicas de estabilización incluyen la adición de impedancia del circuito de relé y / o la aplicación de un retardo de tiempo. Cuando el ajuste requerido de la protección es muy bajo en comparación con la corriente nominal de los CT de fase, sería necesario emplear un solo CBCT para la protección de falla a tierra para asegurar la estabilidad transitoria.

Dado que cualquier generador en el grupo en paralelo puede ser conectado a tierra, todos los generadores deberán estar equipados con protección de sobrecorriente neutral y protección de falta a tierra direccional sensible.

El ajuste de la tierra direccional sensible. la protección contra fallas se elige para coordinar con la protección diferencial del generador y / o la protección de desplazamiento de voltaje neutro para garantizar que el 95% del devanado del estator esté protegido.

La Figura 2 ilustra el esquema completo, incluidas las señales de bloqueo opcionales donde se producen dificultades para coordinar el generador y la protección de falla a tierra del alimentador corriente abajo.

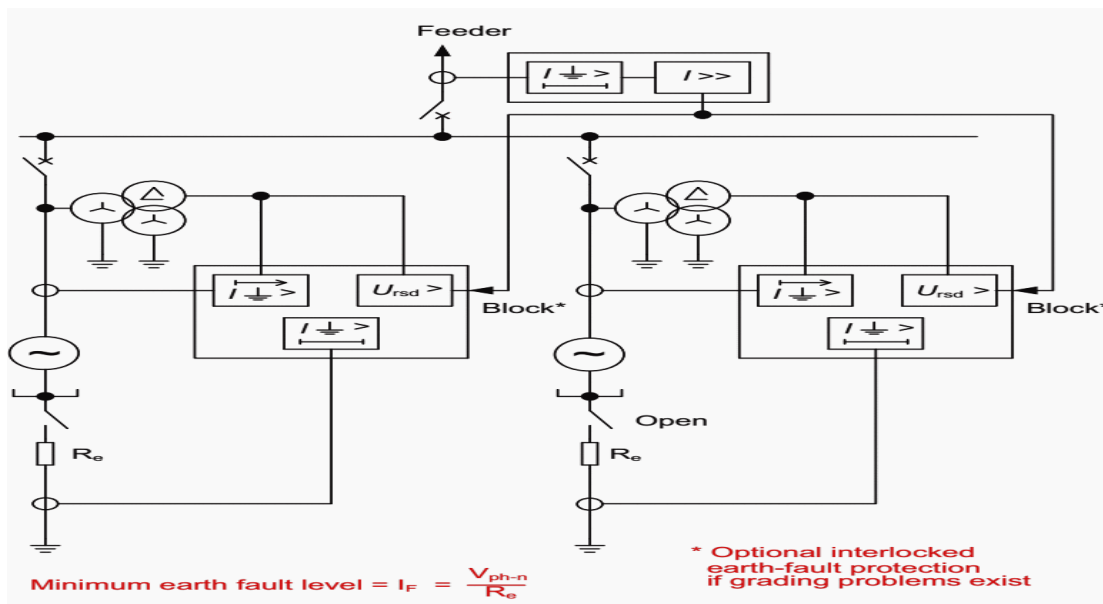


Figura 2 -
Esquema
integral de

protección de falla a tierra para generadores de conexión directa que funcionan en paralelo

Para los casos (b) y (c) encima, no es necesario utilizar una facilidad direccional. Se debe tener cuidado de utilizar la configuración correcta del ángulo de característica del relé (RCA) - por ejemplo, si la impedancia de puesta a tierra es principalmente resistiva, esto debería ser 0 °.

En sistemas con conexión a tierra aislados o de muy alta impedancia, se usaría un RCA de -90° , ya que la corriente de falla a tierra es predominantemente capacitiva.

También se puede usar protección de falla a tierra sensible direccional para la detección de fallas de tierra sinuosas. En este caso, el elemento de relé se aplica a los terminales del generador y se configura para responder a fallas solo dentro de los devanados de la máquina.

Por lo tanto, las fallas a tierra en el sistema externo no dan lugar a la operación de relé. Sin embargo, la corriente que fluye desde el sistema hacia una falla a tierra del bobinado causa la operación del relé. No funcionará en la máquina conectada a tierra, por lo que también deben aplicarse otros tipos de protección de falla a tierra.

Todos los generadores deben estar instalados, ya que cualquiera puede ser operado como una máquina conectada a tierra.

Protección de desplazamiento de voltaje neutro

En una red equilibrada, la adición de los tres voltajes fase-tierra produce un voltaje residual nominalmente cero, ya que habría poca tensión de secuencia cero presente.

Cualquier falla a tierra establecerá una tensión de sistema de secuencia cero, lo que dará lugar a una tensión residual no nula.

Esto se puede medir por un elemento de relé adecuado. La señal de voltaje debe derivarse de un VT que sea adecuado, es decir, debe ser capaz de transformar el voltaje de secuencia cero, por lo tanto, los tipos de 3 extremidades y aquellos sin conexión a tierra primaria no son adecuados.

Esta tensión de desequilibrio proporciona un medio para detectar fallas a tierra.

El elemento de relé debe ser insensible a las tensiones de terceros armónicos que puedan estar presentes en las formas de onda de tensión del sistema, ya que éstas se sumarán de forma residual.

Como la protección aún no está restringida, la configuración de voltaje del relé debe ser mayor que la configuración efectiva de cualquier protección de falla a tierra corriente abajo. También debe demorarse el tiempo para coordinar con dicha protección.

A veces, se utiliza un segundo elemento de configuración alta con un breve retardo de tiempo para proporcionar una protección de acción rápida contra fallas a tierra importantes del bobinado.

La figura 3 ilustra las posibles conexiones que pueden ser utilizadas.

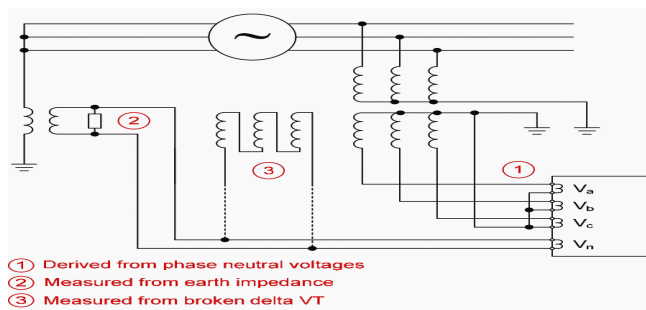


Figura 3 - Protección de desplazamiento de voltaje neutro

Generadores conectados indirectamente:

Como se señaló al principio de este artículo, una unidad de generador-transformador conectada a tierra directamente no puede intercambiar la corriente de secuencia cero con el resto de la red y, por lo tanto, no existe un problema de clasificación de protección de falla a tierra.

Los siguientes párrafos detallan los métodos de protección. Para las diversas formas de puesta a tierra por impedancia de generadores.:

Conexión a tierra de alta resistencia - Protección de sobrecorriente neutra:

Un transformador de corriente montado en el conductor de neutro puede conducir un elemento de relé de sobrecorriente instantáneo y / o con retardo de tiempo, como se muestra en la Figura 4 a continuación.

Es imposible proporcionar protección para todo el devanado, y la Figura 4 también detalla cómo se puede calcular el porcentaje de devanado cubierto. Para un elemento de relé con un ajuste instantáneo, la protección se limita típicamente al 90% del devanado.

Esto es para asegurar que la protección no funcionará mal con corriente de secuencia cero durante la operación de un fusible primario para una tierra VTfalla o con cualquier sobrecorriente transitoria que pueda fluir a través de la capacitancia de entrelazado del transformador elevador para una falla a tierra del sistema HV.

Un relé de retardo es más seguro a este respecto, y puede tener una configuración para cubrir el 95% del devanado del estator.

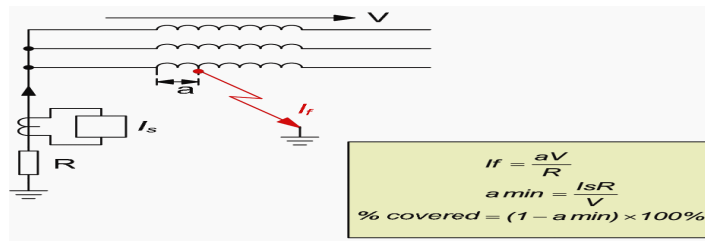


Figura 4 - Protección de falla a tierra del devanado del estator del generador conectado a tierra de alta resistencia utilizando un elemento de corriente

Dado que las unidades generadoras en consideración son generalmente grandes, a menudo se aplican elementos de relé instantáneos y con retardo de tiempo, con ajustes de 10% y 5% de la corriente máxima de falla a tierra respectivamente. Este es el compromiso óptimo en el rendimiento.

La porción de la bobina dejada sin protección para una falla de tierra está en el extremo neutral. Dado que el voltaje a tierra en este extremo del devanado es bajo, la probabilidad de que ocurra una falla a tierra también es baja.

Por lo tanto, a menudo no se aplica protección adicional.

Puesta a tierra del transformador de distribución utilizando un elemento actual

En esta disposición, que se muestra en la Figura 5 (a), el generador está conectado a tierra a través del devanado primario de un transformador de distribución. El devanado secundario está equipado con una resistencia de carga para limitar la corriente de falla a tierra.

Un elemento de relé de sobrecorriente energizado desde un transformador de corriente conectado en el circuito de resistencia se usa para medir la corriente de falla a tierra secundaria. El relé debe tener un ajuste efectivo equivalente a 5% de la corriente máxima de falla a tierra a la tensión nominal del generador, en orden Proteger el 95% del devanado del estator.

La respuesta del elemento relé a la corriente del tercer armónico debe limitarse para evitar un funcionamiento incorrecto cuando se aplica un ajuste sensible.

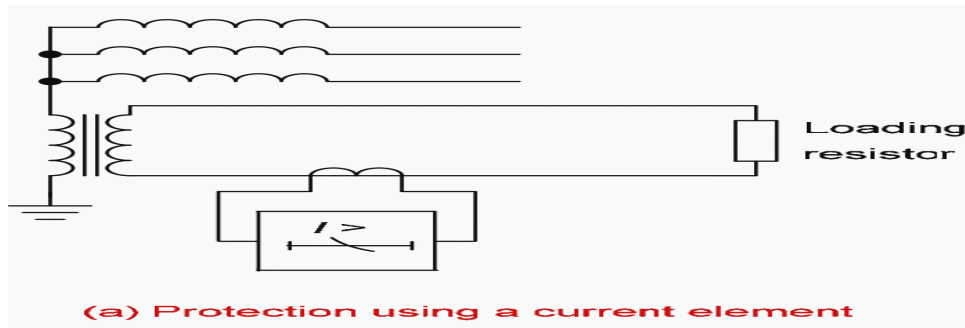


Figura 5 -
Protección de falla
a tierra del
bobinado del
generador: puesta

a tierra del transformador de distribución

- Protección mediante un elemento actual.

Como se discutió en la sección anterior "Conexión a tierra de alta resistencia - Protección de sobrecorriente neutra", La protección debe demorarse en el tiempo cuando se aplica un ajuste sensible, para evitar un mal funcionamiento en condiciones transitorias.

También debe clasificarse con la protección primaria del VT del generador (para una falla a tierra primaria del VT). Un tiempo de operación en el el rango de 0.5s-3s es usual.

También se puede aplicar una protección instantánea menos sensible. para proporcionar un disparo rápido para una condición de falla de tierra más pesada.

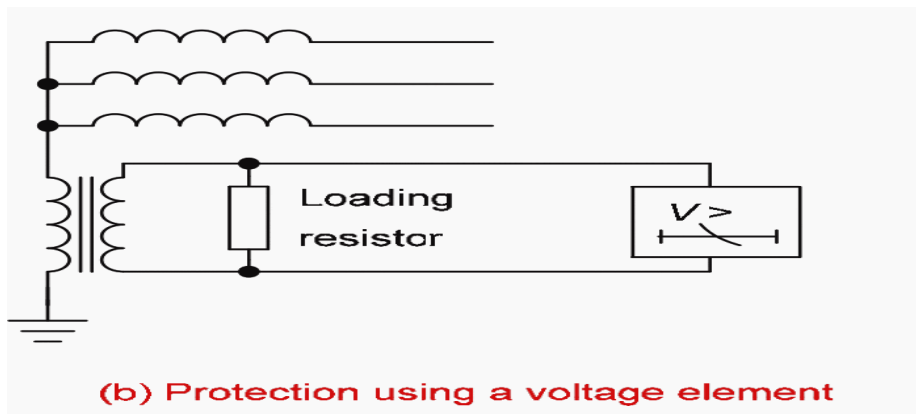


Figura 6 - Protección de falla a tierra del bobinado del

generador: puesta a tierra del transformador de distribución

- Protección mediante un elemento de tensión:

Aplicación tanto de tensión como de corriente. Los elementos para un generador con puesta a tierra del transformador de distribución proporcionan algunas ventajas. La función operada actualmente continuará operando en el caso de una resistencia de carga cortocircuitada y la protección de voltaje aún funciona en el caso de una resistencia de circuito abierto.

Sin embargo, ninguno de los dos esquemas funcionará en el caso de un flashover en los terminales primarios del transformador o del cable neutro entre el generador y el transformador durante una falla a tierra.

Un CT podría ser agregado en la conexión neutral, cerca del generador, para energizar un elemento de sobrecorriente de ajuste alto para detectar tal falla, pero la corriente de falla probablemente sea lo suficientemente alta para operar la protección diferencial de fase.

Protección de desplazamiento de voltaje neutro:

Esto se puede aplicar de la misma manera que para los generadores conectados directamente. La única diferencia es que no hay problemas de clasificación ya que la protección está intrínsecamente restringida.

SEGURIDAD PUESTA A TIERRA

INSTALANDO EL GENERADOR abordamos por último los sistemas de puesta a tierra por estar relacionados especialmente con nuestra seguridad. Una descarga eléctrica puede poner en peligro la vida de una persona. Para utilizar con seguridad los generadores eléctricos exceptuando relativamente los portátiles pequeños, siempre debemos conectar la toma de tierra.



CONEXIÓN A TIERRA DEL GENERADOR

símbolo de tierra:

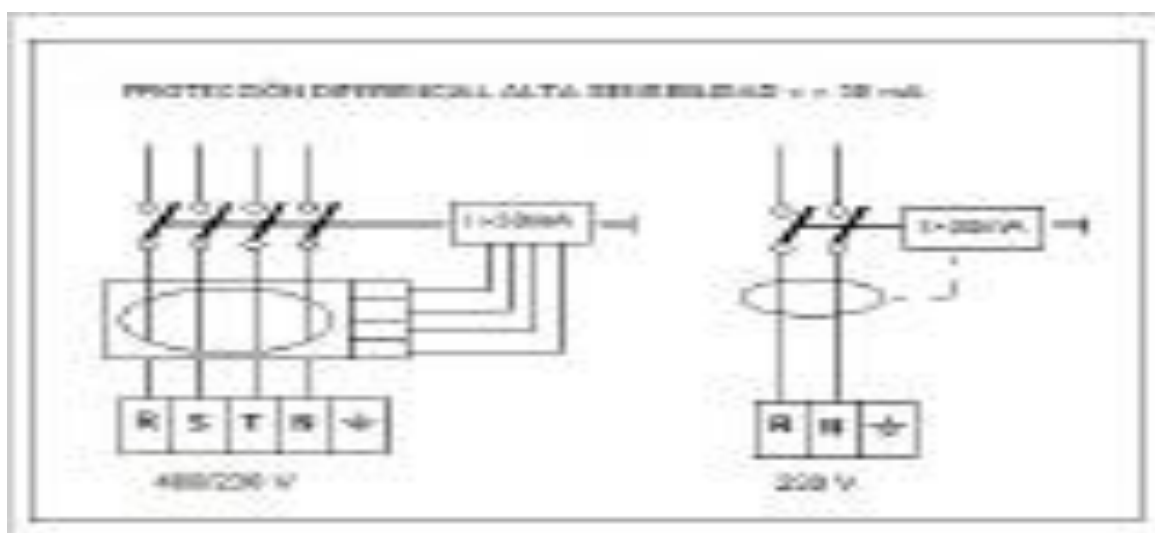
Cuando se adquiere un generador de cualquier tamaño encontramos fácilmente un tornillo identificado con el símbolo de tierra. Lo correcto es utilizar un cable verde-amarillo y conectarlo a una pica introducida en el terreno circundante. Acabamos de realizar una puesta a tierra de las masas metálicas del generador.



EL INTERRUPTOR DIFERENCIAL

Interrup. diferenciales IV-II:

Es muy importante familiarizarnos con este dispositivo que protege a las personas en los contactos indirectos con partes metálicas de receptores defectuosos. Incluso nos protege de esos “calambrazos” que alguna vez nos han sorprendido a todos al cambiar una bombilla. Actualmente es de obligada instalación en todas las instalaciones receptoras. La sensibilidad mínima para proteger a las personas debe ser de 30 mA. Superada este umbral de corriente deben interrumpir instantáneamente el suministro.

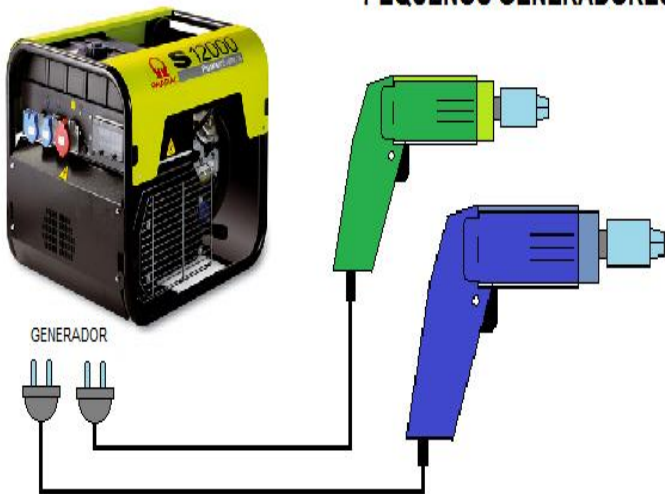


INSTALACION RECEPTORA, TIERRAS:

Como quiera que toda instalación eléctrica receptora debe incluir una toma de tierra propia, se presenta una nueva situación al encontrarnos con dos puestas a tierra diferentes: la necesaria para el generador y la obligatoria de la instalación. Como veremos y en general "no vale unir las". Los generadores pequeños con tensión de salida máxima de 250 V, no necesitan toma de tierra.

En los restantes casos deberá seguirse la normativa técnica que establece el vigente reglamento Electrotécnico de Baja tensión, en sus Instrucciones Técnicas complementarias (ITC's). - Seguidamente incluimos en PDF las medidas de protección que propone esta normativa oficial para los tres esquemas de distribución posibles en Baja Tensión : TT – IT – TN. Pero antes vamos a ver tres esquemas reales incorporados en nuestros generadores

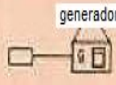
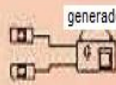
PEQUEÑOS GENERADORES QUE NO PRECISAN PUESTA A TIERRA

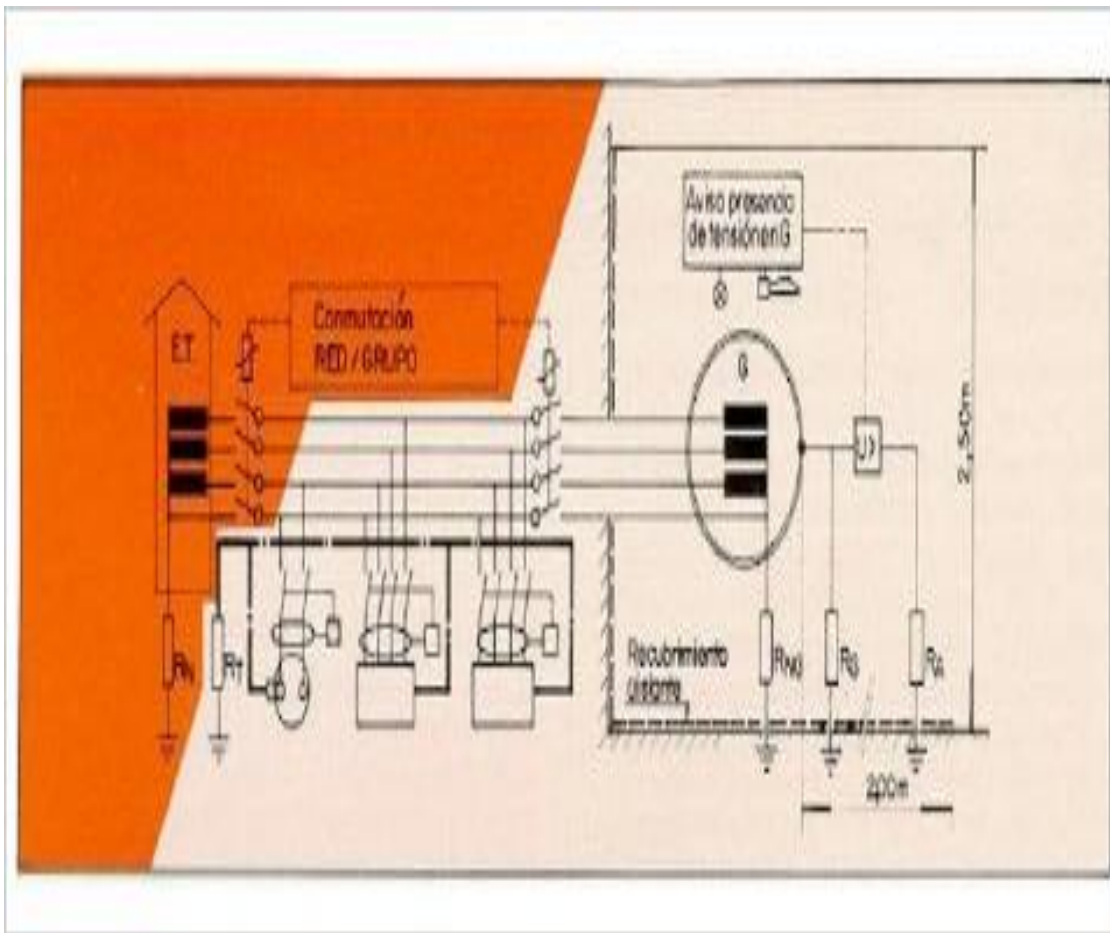


Un pequeño generador (< 10 KVA) con tensión monofásica inferior a 250 V, no se exige que sea puesto a tierra. Esto se debe a que sus dos conductores de salida no están referenciados a tierra, al contrario están totalmente aislados de esta. Un contacto accidental entre uno de sus polos en tensión y tierra carece de potencial y por tanto de peligro alguno para las personas. ¿Qué ocurre entonces con los interruptores diferenciales? Solo protegerían en caso de avería grave del bobinado del alternador con derivación a chasis (excepcional pero posible). En condiciones de servicio normales y solo en este tipo de generadores su utilidad es reducida.

No obstante la normativa pide que el alternador y los receptores dispongan de doble aislamiento y que para su utilización a la intemperie uno y otros tengan el grado de protección suficiente.

normativa oficial Real Decreto 842/2002 REBT

Pequeños grupos que no precisan puesta a tierra, (5)	
 UN SOLO RECEPTOR	 VARIOS RECEPTORES
La tensión nominal del alternador (entre fases, si es trifásico) no será superior a 220 V.	
El alternador del grupo electrógeno será de la Clase II, (Doble aislamiento  según UNE 20314), y su grado de protección (IP) estará adecuado a las condiciones del lugar de utilización (UNE 20324).	
El receptor será de la clase I ó II (UNE 20314) y su IP será adecuado a las condiciones del lugar de utilización.	Todos los receptores serán de la Clase II (UNE 20314) y su IP será adecuado a las condiciones del lugar de utilización.



NORMATIVA OFICIAL: medidas de protección MP. puesta a tierra de generadores eléctricos

Obtención del sistema con neutro

Para su obtención se utilizan como fuente generadores o transformadores con los devanados conectados en la estrella (Y).

1. Puesta a tierra sólidamente

Se refiere a la conexión del neutro del generador o del transformador puesto directamente a tierra.

- Sistema sólidamente puesto a tierra

2. Puesta a tierra con resistencia

En ella, el neutro es conectado a tierra por medio de una resistencia. En este método las tensiones de fase a tierra que existen durante una falla son casi iguales que para un sistema no puesto a tierra, excepto para los sobrevoltajes transitorios.

- Sistema puesto a tierra a través de una resistencia

3. Reactancia de puesta a tierra

Un reactor es conectado entre el sistema del neutro y tierra.

- Sistema puesto a tierra a través de una reactancia

Esquina de un sistema en delta

Puesta a tierra de un sistema delta en la mitad de un devanado

4. Neutralizador de falla a tierra

Es un reactor conectado entre el neutro de un sistema y tierra, y es seleccionado relativamente con un alto valor de reactancia.

Cuando la corriente de falla a tierra que puede circular en un sistema puesto a tierra está en función de la reactancia del neutro, la magnitud de la corriente de falla es muchas veces usada como criterio para describir el grado de la puesta a tierra.

La puesta a tierra de sistemas que no utilizan el neutro se realiza en los transformadores conectados en delta que no proveen acceso al sistema del neutro.

5. Autotransformadores

Frecuentemente son utilizados en sistemas de transmisión y distribución. Se usan para transformar el voltaje. Reducen el costo del transformador o evitan la creación de un nuevo sistema de puesta a tierra.

- Autotransformador alimentado por un sistema puesto a tierra

6. Transformadores estrella-estrella

Esta configuración del transformador es utilizada en sistemas de distribución de utilización sólidamente puestos a tierra. También y con particular atención, en sistemas no puestos a tierra para prevenir la ferresonancia cuando los interruptores de suministro pueden ser operados por un polo al mismo tiempo.

- Transformador estrella-estrella puesto a tierra

Cálculo y evaluación

En primer lugar, una puesta a tierra requiere exploraciones geológicas para determinar la resistividad del terreno. “Existen más de 45 parámetros importantes para la determinación de la resistividad o conductividad del terreno, algunos de carácter químico, mecánico, eléctrico, electrónico, iónico... y sería necesario el dominio de disciplinas como geología, geoquímica, geofísica, petrografía, minerología, magnetometría, litogeoquímica, petrografía metamórfica, lo cual inhabilita a cualquier persona para ser experto en puesta a tierra”.

Puesta a tierra de sistemas eléctricos

El objetivo principal del sistema es brindar un punto de descarga para las partes sin corriente.

El correcto funcionamiento de este tipo de protecciones garantiza seguridad a sus usuarios. Con los años, debido a su importancia, se han ido mejorando. Existe una norma que las regula, pero eventualmente no se cumple.

Puesta a tierra del neutro e instalación del puente de unión principal:

En la actualidad, de diferentes formas, todas las personas nos vemos involucradas con la electricidad. En nuestras casas u oficinas, estamos en constante relación con ella. Entender su comportamiento y aplicaciones aporta conocimiento relevante. La puesta a tierra en sistemas eléctricos es una de las tantas formas de protección existentes, ya que se puede orientar hacia la protección de equipos eléctricos, señales electrónicas o protección atmosférica.

Se afirma que la puesta a tierra en sistemas eléctricos es sumamente necesaria, ya que, primeramente, resguarda la seguridad de las personas que están cerca de las instalaciones. De igual forma también garantiza la correcta operación de las protecciones de sobrecorriente,

La corriente eléctrica que circula en un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica.

Dentro del sistema general de puesta a tierra existen otros subsistemas, como “puesta a tierra para la protección frente a descargas atmosféricas eléctricas”, “puesta a tierra para la seguridad eléctrica” o también llamada “Tierra del equipo” o “Tierra de seguridad”; “Tierra de alta frecuencia”, que no se rige por las mismas reglas de la tierra de baja frecuencia; “Puesta a tierra para la protección frente a las interferencias electromagnéticas” (EMI, por sus siglas en inglés), “frente a interferencias de radiofrecuencia” (RFI, por sus siglas en inglés) y “frente a descargas electrostáticas” (ESD, por sus siglas en inglés), y “Puesta a tierra para instrumentación y controles”.

Actualmente, la tecnología de estado sólido, basada en electrónica moderna, sigue evolucionando y se hace más sensible a los ruidos eléctricos y a la contaminación electromagnética, lo que precisa de un sistema de puesta a tierra libre de ruidos y compatibilidad electromagnética de todos los equipos y sistemas.

La puesta a tierra se utiliza en cualquier tipo de instalaciones, sean éstas industriales, comerciales o residenciales. Los objetivos de esta forma de protección consisten en habilitar la conexión a tierra en sistemas con neutro a tierra, proporcionar el punto de descarga para las carcassas, armazón o instalaciones; asegurar que las partes sin corriente, como armazones de los equipos, estén siempre a potencial de tierra, aun en el caso de fallar en el aislamiento, y proporcionar un medio eficaz para descargar los alimentadores o equipos antes de proceder en ellos a trabajos de mantenimiento.

La puesta a tierra de sistemas eléctricos limita cualquier voltaje elevado que pueda resultar de rayos, fenómenos de inducción o de contactos no intencionales con cables de voltajes más altos. Para ello se utiliza un conductor apropiado que se conecta a la tierra.

”

Objetivo de la puesta a tierra de un sistema eléctrico

A) Estabilizar el voltaje a tierra

B) Proveer un camino para que circule la corriente de falla a tierra, lo cual permitirá que los dispositivos de protección contra sobrecorriente operen para liberar la falla. Cabe destacar que en este tipo de instalaciones es necesario estar al tanto de las características de la línea, intensidad y tensión a la que la puesta será usada. También, es importante conocer el funcionamiento de los electrodos en sus resistencias durante el paso de la corriente eléctrica.

Este tipo de protecciones es relevante para un correcto y mejor funcionamiento del sistema. Con ellas se limitan los riesgos, se ahorra en costos y se asegura un mejor rendimiento.

Camino de la corriente en el cuerpo humano

Beneficios

En los últimos años, a este tipo de protecciones se le ha dado cierta importancia y gran prioridad debido a las pérdidas millonarias que ocasiona la caída total de un sistema, la cual genera daños catastróficos en los equipos y accidentes por miles, causados por choques eléctricos en seres humanos.

Por otro lado, al evitar fallas se ahorra presupuesto. Si un motor eléctrico de una bomba de agua sufre una falla, de no ser por el cable de puesta a tierra, la tubería del agua podría energizarse, poniendo en peligro a las personas; por otro lado, el motor sufriría un daño irreparable.

Según las estadísticas, la muerte por electrocución se encuentra en cuarto lugar entre las causas de accidentes industriales mortales. “La mayoría de estos accidentes hubieran podido ser evitados con el conocimiento básico de una puesta a tierra adecuada.

La protección de puesta a tierra limita los riesgos, permite ahorrar en gastos, asegurar un mejor rendimiento y proporciona seguridad al personal y público en general

Elementos y evaluación. Respetar valores y adecuarse a las normas

Poner a tierra el neutro (PTN) es una conexión entre los neutros de transformadores y generadores, y la malla general de puesta a tierra. Estos puntos de conexión se ponen a tierra sólidamente o a través de una resistencia baja o alta, una reactancia baja o alta, transformadores o autotransformadores.

Los elementos que se deben tener en cuenta al momento de efectuar el diseño de una puesta a tierra son el área de la planta en la que se encuentra, los planos del sitio y la del sistema de tierra; pruebas de la resistividad del terreno, medición del valor de resistencia de puesta a tierra y tamaño de los conductores.

De igual forma, es preciso determinar las tensiones de toque para los distintos sistemas, sean estos de baja, media o alta tensión. También es importante precisar las configuraciones geométricas del sistema electrodo de puesta a tierra, como malla de tierra, varillas, anillos de tierra, radiales o cualquier electrodo existente permitido por la Norma.

es necesario respetar el valor de resistencia a tierra requerido por la Norma y la industria, calculado durante el diseño y medido con un telurómetro de un sistema de tierra existente. Además, considera relevante determinar corrientes de falla para indicar el tamaño de los conductores de puesta a tierra y

tierra de seguridad, así como conocer el GPR o elevación de potencial de suelo, especialmente en sistemas de media y alta tensión. En el mismo orden, indica que se deben realizar cálculos de tensiones (tensión de toque y tensión de paso) para el diseño de una malla de tierra para una subestación. “Con el resultado de esos valores se realiza el diseño preliminar de una malla de tierra”.

Métodos de puesta a tierra en sistemas eléctricos

Obtención del sistema con neutro

Para su obtención se utilizan como fuente generadores o transformadores con los devanados conectados en la estrella (Y).

1. Puesta a tierra sólidamente

Se refiere a la conexión del neutro del generador o del transformador puesto directamente a tierra.

- Sistema sólidamente puesto a tierra

2. Puesta a tierra con resistencia

En ella, el neutro es conectado a tierra por medio de una resistencia. En este método las tensiones de fase a tierra que existen durante una falla son casi iguales que para un sistema no puesto a tierra, excepto para los sobrevoltajes transitorios.

- Sistema puesto a tierra a través de una resistencia

3. Reactancia de puesta a tierra

Un reactor es conectado entre el sistema del neutro y tierra.

- Sistema puesto a tierra a través de una reactancia

Esquina de un sistema en delta

Puesta a tierra de un sistema delta en la mitad de un devanado

4. Neutralizador de falla a tierra

Es un reactor conectado entre el neutro de un sistema y tierra, y es seleccionado relativamente con un alto valor de reactancia.

Cuando la corriente de falla a tierra que puede circular en un sistema puesto a tierra está en función de la reactancia del neutro, la magnitud de la corriente de falla es muchas veces usada como criterio para describir el grado de la puesta a tierra.

La puesta a tierra de sistemas que no utilizan el neutro se realiza en los transformadores conectados en delta que no proveen acceso al sistema del neutro.

Cálculo y evaluación

En primer lugar, una puesta a tierra requiere exploraciones geológicas para determinar la resistividad del terreno. “Existen más de 45 parámetros importantes para la determinación de la resistividad o conductividad del terreno, algunos de carácter químico, mecánico, eléctrico, electrónico, iónico... y sería necesario el dominio de disciplinas como geología, geoquímica, geofísica, petrografía, minerología, magnetometría, litogeoquímica, petrografía metamórfica, lo cual inhabilita a cualquier persona para ser experto en puesta a tierra”, sostiene el ingeniero Díaz.

Este valor de resistividad del terreno es necesario para la aplicación no sólo de ecuaciones complejas para el diseño de un sistema de puesta a tierra, que a cierto nivel requieren la asistencia de un programa computacional, sino para las ecuaciones prácticas/empíricas que han sido desarrolladas para obtener una idea preliminar de la resistencia a tierra de la configuración bajo consideración.

Propiedades de los conductores de puesta a tierra

Exceder el valor térmico de los conductores tiene los siguientes efectos:

A) Incrementa la temperatura del conductor y, por consiguiente, empezará a modificar las propiedades de su aislamiento en caso que el conductor de puesta a tierra se instale con aislamiento. Si se instala sin aislamiento, puede dañar a los conductores adyacentes cuando transporta la corriente de falla a tierra

B) Puede fundir el conductor de puesta a tierra, creando con ello una instalación eléctrica peligrosa, debido a que los dispositivos de protección contra sobrecorriente no operarían y no liberarían a tierra.

Tratamiento del terreno:

El valor de resistencia a tierra se determina con un telurómetro o terrómetro de tres terminales. La resistencia a tierra se mide utilizando varios métodos aceptados por la industria, como el “Método del 62%” y el “Método de Caída de Potencial”.

Evitar accidentes no tiene precio

Como en cualquier tipo de instalación, trabajar con materiales de buena calidad, profesionales capacitados y apegados a la norma no sólo garantiza la seguridad de los trabajadores, sino la de los usuarios. Escatimar en presupuesto es un grave error que puede costar vidas.

Este tipo de sistema no implica grandes inversiones. En cualquier obra civil, ya sea la construcción de un edificio, una planta industrial o una residencia, esta protección representa presupuestos poco significativos; sólo se precisa de cableado, conectores y electrodos de puesta a tierra. No obstante, uno de los elementos más costosos que presenta es el cobre.