

PROCOLOS DE MEDICION PARA ATERRAMIENTO CON ELECTRODO MAGNETO ACTIVO

Contenido:

- Marco normativo.
- Sobre el equipo de aterramiento electrodomagnetoactivo. □ Funcionamiento del Electrodo Magnetoactivo □ Consideraciones de seguridad.
- Metodología de medición.
- Tabla para obtención de valores en terreno.

Marco normativo

Las recomendaciones de medición del presente protocolo están preparadas en forma que se obtenga una correcta medición de parámetros y toma las recomendaciones y regulaciones de las siguientes entidades normalizadoras y normativas.

NCH Elec. 4/2003

IEEE 81

ASTM g 57 95

Sobre el equipo de aterramiento electrodomagnetoactivo

Una barra magneto activa básicamente es un electrodo para puesta a tierra, que aprovecha las propiedades de un filtro LCR que genera un campo electromagnético interno en las conexiones al sistema eléctrico entregando unidireccionalidad a las cargas de la tierra eléctrica en régimen permanente. Esta propiedad permite a su vez que estos electrodos

puedan ser conectados a masas estructurales con lo cual es posible obtener muy bajos valores de resistencia de puesta a tierra sin inducir sobre estas masas cargas en régimen permanente que puedan afectar la constitución física de las mismas (provocar oxidación en las estructuras).

La necesidad de contar con tierras eléctricas de gran conductividad y bajos valores óhmicos es el resultado del desarrollo tecnológico. Con el advenimiento de nuevas tecnologías se han desarrollado una serie de equipos digitales muy sensibles en su funcionamiento a malos sistemas de puesta a tierra. Estos equipos se denominan genéricamente SENSITIVE ELECTRICAL EQUIPMENT GROUNDING (SEEG).

Como norma general son equipos muy sensibles a retornos desde el sistema de puesta a tierra que pueden producir malos funcionamientos, pérdidas de servicio y hasta destrucción de equipos. Como consecuencia de esto es que se desarrollaron sistemas de puesta a tierra que cumplan con algunos fundamentos básicos para su uso en este tipo de equipamientos:

- Deben ser unidireccionales en el sentido al planeta tierra.
- Deben tener muy buena conducción eléctrica.
- Deben tener muy buena conducción térmica.
- Deben ser de materiales con puntos de fusión elevados.
- Deben minimizar efecto par galvánico (constitución física homogénea).

Resulta evidente entonces que cualquier tipo de mejora introducida será muy bien recibida al momento de querer implementar esta nueva tecnología.

Es necesario aclarar que esta tecnología no ha sido diseñada para entregar soluciones para sistemas de puesta a tierra de gran envergadura, Alta Tensión, ya que básicamente estos tipos de proyectos lo que busca es la protección y seguridad de las personas por encima de los equipos. Para esos efectos existen lo que se denomina mallas de puesta a tierra, las cuales han sido ampliamente estudiadas y como consecuencia de ello es que existe una amplia gama de algoritmos y teoremas que permiten fundamentar los diseños. En general se puede decir que los electrodos magnéticos activos pueden ser utilizados en todos aquellos proyectos que involucren equipos SEEG y también en todos aquellos proyectos eléctricos de baja y media tensión quedando a criterio del profesional eléctrico utilizados para lo que estime adecuado.

Un electrodo magneto activo posee los siguientes componentes:

- Una estructura de tipo prisma de alta conductividad térmica y eléctrica □ Un filtro magneto activo que permitirá una direccionalidad.
- Tratamiento del suelo que permita una buena conectividad de tierras física.

□

Estos tres elementos son los básicos al querer evaluar el tipo de electrodo magnético activo que utilizaremos.

El sistema de aterramiento de Baselli ingeniería cumplen con las normas o recomendaciones emitidas por los siguientes institutos de normalización en su última edición vigente.

IEEE	: Institute of Electrical and Electronic Engineers
ASTM	: American Society for Testing and Materials
ANSI	: American National Standards Institute
NEC	: National Electrical Code
IEC	: International Electrotechnical Commission
NEMA	: National Electrical Manufacturers Association

Instalación y Funcionamiento del Electrodo Magneto activo

Primero es necesario determinar el punto de puesta a tierra, donde se hace una cavidad de dimensiones suficientes para enterrar el electrodo, en cuyo fondo se distribuye un cemento conductor el cual cubre el electrodo, esto permite reducir la resistencia e incrementa la capacidad del electrodo de puesta a tierra y así mismo otorga un punto de baja impedancia permanente.

Después se interconectan la bobina del equipo a las conexiones del edificio o estructura a aterrarse con esta acción se está generando equipotencialidad del filtro. Con las conexiones antes mencionadas estamos dando la condición para obtener un punto de baja impedancia cumpliendo con la ley de Kirchhoff, en donde al formarse un nodo la resistencia del mismo será la menor de las resistencias conectadas ahí, por lo tanto estaremos llevando hacia ese nodo las fallas o cargas no deseadas de nuestra red eléctrica, edificio o estructura aterrada o bien a una eventual caída de rayo, la forma de disipar esta energía en el terreno, es a través de un material mejor conductor de electricidad tal como el cobre con respecto al acero de la construcción o estructuras de referencia. Esta energía que es atraída al nodo en cuestión será liberada al terreno por la estructura de cobre que se está energizando en toda su área, estaremos acentuando esto con el cemento conductor cuyo valor de resistividad es de 4 ohms/mt el cual opera de manera de capacitor, tomando la energía del electrodo y descargándola al terreno natural en diferentes formas de energía como calor y luz. Por la construcción física del electrodo, los impulsos electromagnéticos del subsuelo provenientes de fuentes naturales y artificiales y su tiempo de incidencia, no es posible que sean inducidos los mismos hacia el equipo y reforzando esta condición se encuentra el filtro que nos garantiza tener solo en una dirección el flujo de corriente (hacia el planeta tierra) De esta manera se obtiene un electrodo estructural de alta eficiencia de puesta a tierra pues gracias a su conformación proporciona menos de 5 ohm de impedancia en tierra además de un flujo unidireccional de las fallas eléctricas. Cabe agregar que el electrodo cuenta con magnetismo propio y un aislador que evitan el rebote de descargas eléctricas ocasionado por las altas frecuencias de las mismas.

Consideraciones de Seguridad

Cuando se está haciendo la medición de la resistencia de puesta a tierra se podría quedar expuesto a gradientes de potencial letales que pueden existir entre la tierra a medir y la tierra remota. Para ello es importante tener muy presente las siguientes recomendaciones:

- No deben ser realizadas mediciones en condiciones atmosféricas adversas.
- La puesta a tierra debe estar desconectada de las bajantes de los pararrayos, del neutro del sistema y de las tierras de los equipos.
- Antes de proceder a la medición, debe medirse la tensión originada por corrientes expurgas. Si supera los 30 Voltios, no debe medirse la resistencia y debe localizarse la falla.
- Se debe utilizar guantes aislados y calzado con suela dieléctrica. Adicionalmente se deben conocer los requisitos de seguridad establecidos en la OSHA 1910.269.
- Uno de los objetivos de la medición es establecer la localización de la tierra remota tanto para los electrodos de potencial como de corriente; Por tanto, las conexiones de estos electrodos deben ser tratadas como una fuente de posible potencial entre los cables de conexión y el electrodo. Es importante tener precauciones en la manipulación de todas las conexiones. Bajo ninguna circunstancia se deben tener las dos manos o partes del cuerpo humano que complete o cierre el circuito entre los puntos de posible diferencia de alto potencial.
- Se debe procurar que alrededor del electrodo de corriente no haya personas ni animales durante la medida.
- Se deberán tener en cuenta además las recomendaciones dadas por el fabricante del equipo y el equipo adecuado para la medición.

Instrumentos, equipos y materiales

Telurómetro: Se debe utilizar instrumento homologado por SEC el cual debe estar correctamente calibrado y certificado.

Calibración de la medida: Para la medición de resistencia de puesta a tierra un buen equipo es vital, que esté calibrado mínimo cada año o después de 100 mediciones, cualquiera de las dos que ocurra primero y las recomendaciones del fabricante del equipo. El dispositivo debe ser bien seleccionado cuando se adquiere para tener medidas de alta calidad, también los materiales auxiliares como los electrodos auxiliares, cables y conectores se deben verificar su aptitud en ensayos de laboratorio

Cableado: El calibre del cable va desde 18 a 22 AWG de cobre, conductor de cableado B normal según ASTM B8. Cuando el equipo viene para distancias normalizadas y fijas en su medición el cable puede ser multiconductor y apantallado y con los terminales de conexión. Los terminales de conexión para el cable deberán ser de buena calidad y asegurar una baja resistencia de contacto de acuerdo con lo especificado en la UL-486 B. El aislamiento de

cable debe ser para uso pesado, no se debe desgastar contra el roce o abrasión que sufre el cable contra el piso. El cable debe estar empacado en carretes para su fácil transporte y manipulación.

Herramienta de Hincado: En suelos normales es recomendado un martillo de mano de 2 a 4 Kg para hincar el electrodo tipo varilla en el suelo en profundidad. Se debe tomar una distancia 2 a 3 metros entre cada varilla.

Metodología de medición

Para una correcta obtención de los valores de resistencia las mediciones se deben realizar con el sitio energizado conectado en su totalidad a la alimentación eléctrica definitiva funcionando.

Los equipos deben estar previamente conectorizados y en funcionamiento (con su consumo real).

Medición de resistencia de difusión de puesta a tierra (PAT)

Para la obtención de las medidas se utilizará el método de caída de potencial este consiste en clavar en el terreno dos varillas (picas) auxiliares, la varilla de corriente (**E3**) y la varilla de tensión (**E2**) conectadas al equipo. Uno de los bornes se debe conectar a la puesta a tierra (**E1**) cuya resistencia se requiere medir (ver configuración en Figura 1).

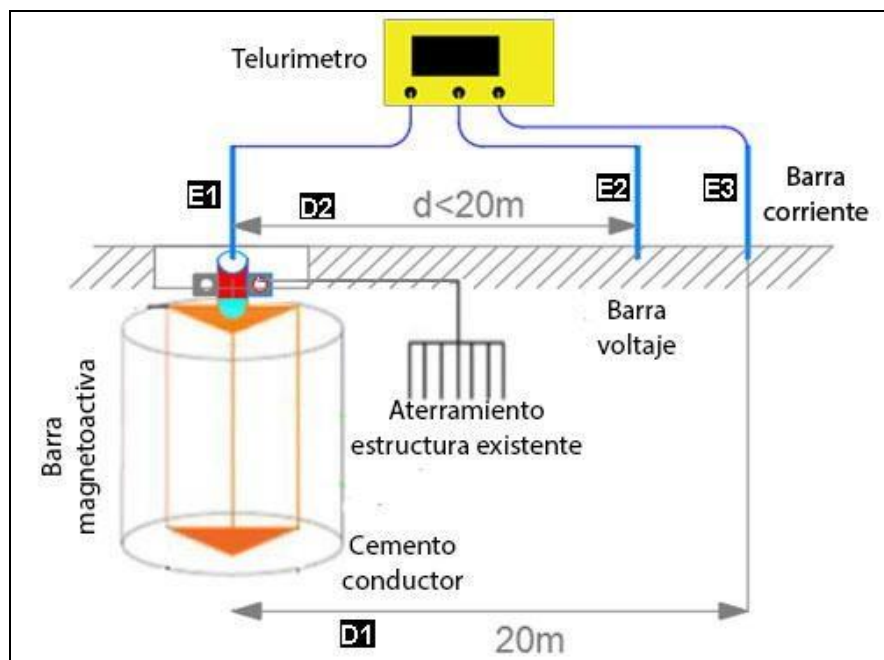


Figura 1. Esquema de medición de la resistencia de puesta a tierra

En la Figura 1, **D1** es la distancia entre la PAT **E1** y el electrodo de corriente **E3**, mientras que **D2** es la distancia entre PAT y la sonda **E2**. La corriente generada por el telurímetro circula por la PAT y el electrodo de corriente, y se mide la tensión entre PAT y la sonda **E2**. El valor de R (Ω) se obtiene como el cociente de la tensión y la corriente.

En la Figura 2 se ha graficado el perfil de potencial con respecto a la PAT en la zona comprendida entre ésta y el electrodo de corriente, asumiendo que la distancia entre esos puntos sea suficiente para que sus respectivas “zonas de influencia” no presenten superposición. Se denomina “zona de influencia” al área próxima a cada electrodo en la cual se observa un gradiente de potencial significativo. Fuera de esa zona el potencial es constante (meseta de potencia entre los puntos A y B de la Figura 2).

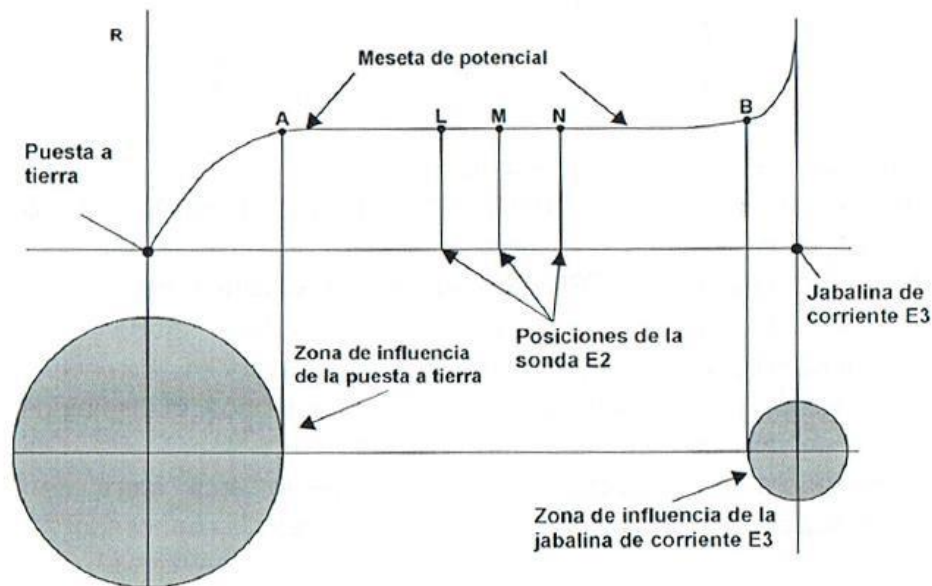


Figura 2. Gráfico de perfil de potencial con respecto a la PAT

Para obtener una medición válida de la resistencia de PAT es necesario alejar la varilla auxiliar de corriente lo suficiente como para que se cumpla la condición de no superposición de las zonas de influencia, y la varilla de tensión (sonda) debe estar hincada en la zona de la meseta de potencial. Como referencia puede adoptarse el criterio de considerar que el radio de la zona de influencia es del orden de 3 veces la mayor dimensión del electrodo.

El adecuado cumplimiento de esta condición debe verificarse haciendo tres medidas sucesivas de la resistencia de PAT manteniendo la posición de la varilla de corriente pero desplazando la de tensión unos 2 metros entre las medidas (punto L, M y N). Si las tres medidas presentan el mismo resultado (dentro del error especificado del telurímetro) la medición debe considerarse correcta. De lo contrario debe aumentarse significativamente la distancia hasta la varilla de corriente y repetir el proceso.

En general, las dimensiones de la PAT son mayores de las de la varilla auxiliar de corriente por lo que el diámetro de su zona de influencia también es mayor. Por eso la sonda debe hincarse más próxima a la varilla de corriente que a la PAT para cumplir la condición

requerida. Suele adoptarse una distancia del 62% como primera aproximación. Debe tenerse en cuenta que cuando se mide la resistencia de PAT de sistemas de gran tamaño (por ejemplo, mallas extensas de subestación) se requieren distancias que pueden llegar a cientos de metros para cumplir la condición. La literatura técnica describe métodos aproximados que permiten reducir esas distancias con resultados válidos. Todas estas consideraciones se refieren a aspectos físicos esenciales del proceso de medición, por lo que se aplican a todos los telurímetros, y no dependen del fabricante o la tecnología utilizada.

NOTA: La distancia disponible máxima para electrodo fijo auxiliar desde malla no debe ser mayor a 20 mts.

Tabla para valores obtenidos en terreno.

Estación	Distancia Barra Corriente	Distancia Barra Voltaje	Valor Resistencia
1	20 m	2m	
2	20 m	4m	
3	20 m	6m	
4	20 m	8m	
5	20 m	10m	
6	20 m	12m	
7	20 m	14m	
8	20 m	16m	
9	20 m	18m	
10	20 m	20m	

A través del análisis de los valores medidos según punto de equilibrio de curva obtenida por mediciones, se establecerá que la resistencia media al 62 % según la NCH 4/2003 apéndice 7 debe ser menor a **20 Ω** .