

MEDICION DE RESISTENCIA A TIERRA DE ELECTRODOS PEQUEÑOS

Por: Ing. Ramón Rivero de la Torre

Introducción

Un pequeño electrodo está formado desde una hasta varias decenas de varillas de tierra, sistemas que se encuentran en pequeñas subestaciones industriales y de potencia.

Se utiliza el megger de tierra con el que también se mide la resistividad de la tierra. Estas mediciones tienen por objeto establecer el valor real de la resistencia de tierra y así determinar la elevación de su tensión durante una falla a tierra y conocer si tal valor de resistencia es suficiente para limitar los gradientes a valores tolerables. Cuando se habla de impedancia o resistencia a tierra, el principio utilizado para su medición es el mismo; se inyecta una corriente a tierra a través del electrodo o red que se pretende medir y de un electrodo auxiliar, llamado electrodo de corriente, al mismo tiempo que se determina la tensión creada entre el electrodo o red bajo prueba y un punto sobre la superficie del terreno mediante un segundo electrodo llamado electrodo de potencial.

Algunos Métodos Utilizados

Existen varios métodos para medir dicha resistencia tierra:

a) El método directo de 2 terminales (figura 1):

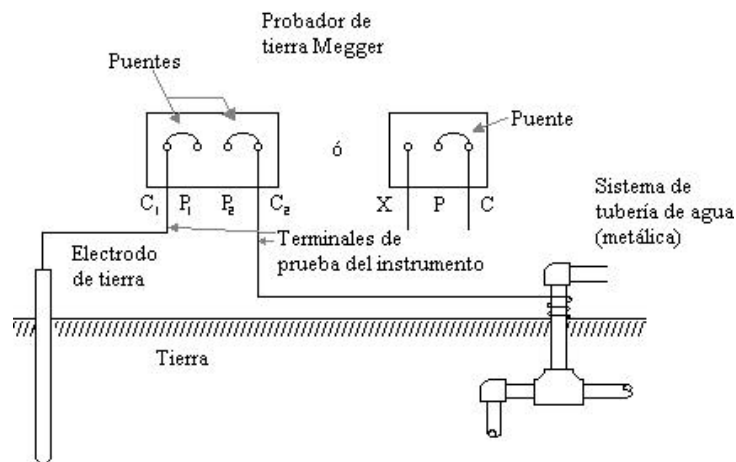


FIGURA 1

Usando un megger de tierra de 4 terminales se puentean las terminales **C1** con **P1** y **P2** con **C2**. **P1C1** se conecta al electrodo que se quiere medir y **P2 C2** se conecta a una tubería de agua. Usando un megger de tierra de 3 terminales, se conecta la terminal **X** al electrodo que se quiere medir y **PC** puenteados al sistema de tubería.

La resistencia de la tubería de agua debe ser menor a 1 Ω (debe tener bastante longitud). Con este método se mide la resistencia de los 2 electrodos en serie.

Este método tiene 3 limitaciones:

1. El sistema de tubería de agua deberá ser bastante amplio para que su resistencia sea menor de 1Ω .
2. No deberá tener algún aditamento no metálico.
3. El electrodo de prueba deberá quedar lejos de la tubería para que quede lejos del área de influencia de su campo eléctrico.
4. Instalar un electrodo vertical a la tubería de agua, para asegurar un valor bajo de resistencia de tierra.

Si se cumplen los incisos (1) y (2) y no el (3), se puede hacer la medición cuyos valores son aceptables.

b) El método Universal de caída de tensión:

En la figura 2, la corriente I_m de prueba se inyecta a través del electrodo o red bajo prueba y del electrodo auxiliar de corriente localizado a una distancia conveniente del primero. La elevación de tensión del electrodo V_m , creada por I_m , se mide por medio del electrodo de potencial.

La dirección ideal del cable asociado al electrodo de potencial deberá formar un ángulo de 90° en relación con la recta que forman el electrodo bajo prueba y el electrodo auxiliar de corriente. Para obtener el valor correcto de V_m , deberán efectuarse varias mediciones a distancias crecientes a partir del electrodo bajo prueba. Al obtener tres o más lecturas sucesivas similares, podrá considerarse que V_m es correcta.

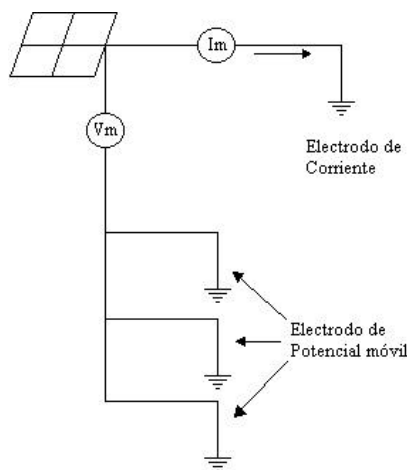


FIGURA 2

c) Método de Caída de Tensión de 3 terminales (figura 3):

El método comúnmente utilizado para determinar la resistencia a tierra del electrodo o red es el conocido como Caída de Tensión. Consiste en unir **C1** con **P1** y conectarlos al electrodo que se quiere probar. **P2** se conecta a un electrodo móvil y **C2** al electrodo de corriente lejano. Se va moviendo el electrodo de potencial de **C1** a **C2** obteniéndose una curva de resistencia óhmica. El megger de tierra lee la corriente entre electrodos **C1-C2** y el potencial entre electrodos **P1-P2** y aplica la Ley de Ohm, obteniendo una **R** que es la variación de voltaje a que se eleva la tierra entre **P1** y **P2**. La parte plana, que esta al 61.8% de **C1P1**, es lo que se

conoce como resistencia de tierra del electrodo bajo prueba. La distancia mínima entre **C1** y **C2** se calcula de 8 a 10 veces la longitud enterrada normalmente del electrodo bajo prueba, no menos de 8 veces porque se producen traslapes entre los campos eléctricos de **C1** y **C2**. Este método tiene el inconveniente de que para sistemas de tierra de menos de 1Ω , da valores erróneos, ya que la conexión **C1P1** al sistema que se quiere medir puede generar altos voltajes y por lo tanto alta resistencia. (Figuras 3 y 4)

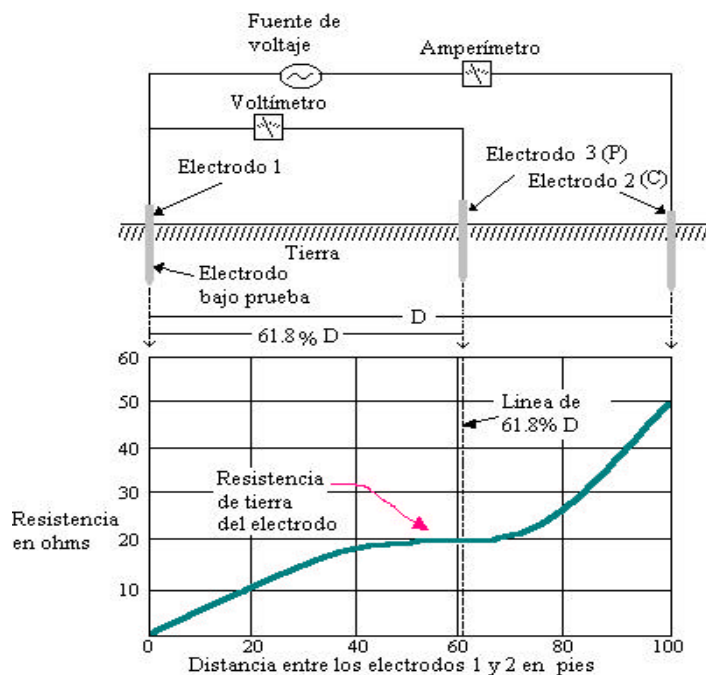


FIGURA 3
Método de caída de tensión de 3 terminales

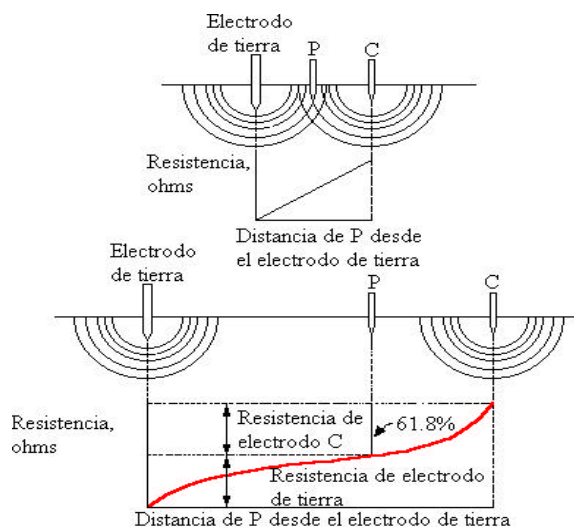


FIGURA 4
EFFECTO DE LOS CAMPOS ELECTRICOS EN LOS ELECTRODOS DE CORRIENTE

d) Método de caída de tensión de 4 terminales (figura 5):

Es similar al anterior solo que **C1** y **P1** no se unen con lo cual el voltaje medido por el aparato no incluye la caída de tensión de la conexión de **C1** al electrodo de prueba, con lo que no se altera la medición. Para evitar errores en las mediciones, éste es el mejor método que se debe utilizar.

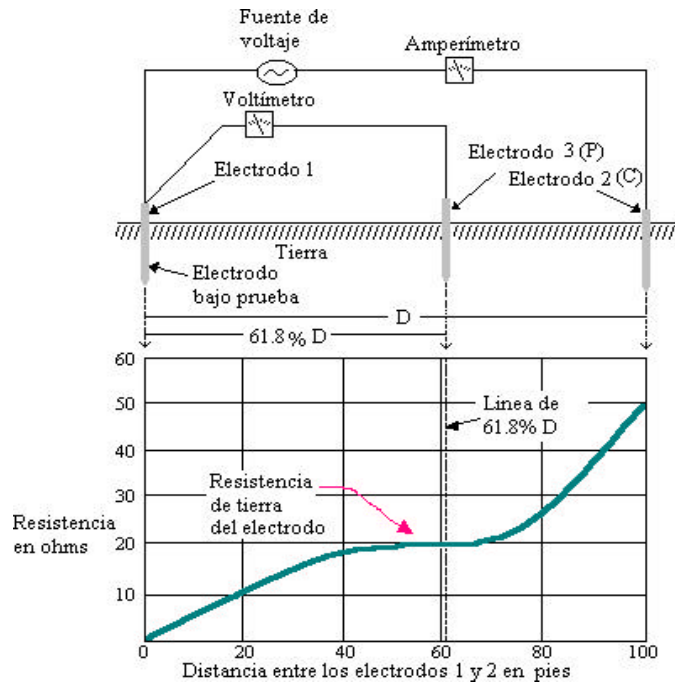


FIGURA 5

e) Método del IEEE Wiring Regulations. (figura 6):

1. Se colocan **C1** y **C2** a una distancia de 8 – 10 veces la longitud del electrodo, y el de potencial **P2** se coloca a la mitad, y se hace una medición.
2. Se efectúan 2 mediciones, colocando el electrodo 6 m antes y 6 m después de la parte media.
3. Si las 3 lecturas son similares, el promedio es la resistencia óhmica del electrodo.

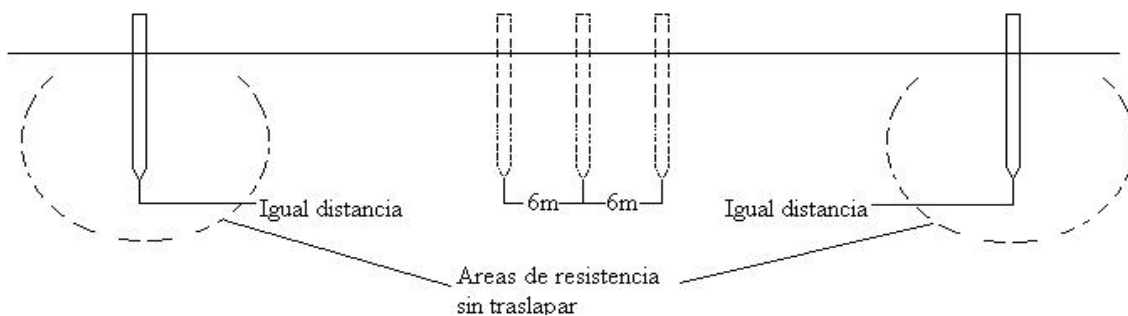


FIGURA 6

Método del IEEE Wiring Regulations

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ANSI-IEEE STD 80-1986 IEEE GUIDE FOR SAFETY IN AC SUBSTATION GROUNDING.
- 2.- CURSO SISTEMAS DE TIERRAY COORDINACION DE AISLAMIENTO EN LA CD. DE TAMPICO, TAMAULIPAS IMPARTIDO POR EL DR. RAUL VELAZQUEZ SANCHEZ.
- 3.- CURSO DE SUBESTACIONES, SISTEMAS DE TIERRA Y SOBRETENSIONES EN LA CD. DE MATEHUALA, S.L.P., IMPARTIDO POR EL DR. VICTOR MANUEL CABRERA MORELOS.
- 4.- CURSO SOBRE PUESTA A TIERRA, SOBRETENSIONES Y APLICACIÓN DE APARTARRAYOS EN LA CD. DE TORREON, COAHUILA, IMPARTIDO POR EL DR. VICTOR MANUEL CABRERA.
- 5.- LA PUESTA A TIERRA DE INSTALACIONES ELECTRICAS DEL ING. ROGELIO GARCIA MARQUEZ.
- 6.- INSTRUCTIVO DEL MEGGER DE TIERRA DIGITAL EARTH TESTERS MEGGER DET 3/2, DET 5/2 Y DET 5/2D.
- 7.- GETTING DOWN TO EARTH POR BIDDLE INSTRUMENTS.
- 8.- INTERNET SISTEMAS DE TIERRA.
- 9.- NORMA OFICIAL MEXICANA 1999
- 10.-CURSO DE SUBESTACIONES Y SISTEMAS DE TIERRA DE LAS UVIES EN TAMPICO.
- 11.-81-1983 IEEE GUIDE FOR MEASURING EARTH RESISTIVITY, GROUND MPEDANCE, AND EARTH SURFACE POTENTIALS OF A GROUND SYSTEM PART 1 NORMAL MEASUREMENTS 1983.

Ing. Ramón Rivero de la Torre.

E-mail: rivero@interxcable.net.mx

Tel: (833) 215-37-87

Instituto Tecnológico de Cd. Madero, Tams.