

## ELECCION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

### I Parte

#### **Introducción**

El título sugiere la posibilidad de elegir el sistema de puesta a tierra de una instalación. Esto es claramente posible cuando se diseña una instalación nueva y menos factible cuando se trata de una instalación existente. Aún así, en este último caso, ya sea ante ampliaciones de los sistemas eléctricos como a reformas en los existentes, es necesario conocer con precisión cual es el sistema instalado y como lo afectan nuestras acciones.

#### **Puesta a tierra**

En general se ha difundido el concepto de que poner a tierra consiste en vincular con el terreno, tal como si este fuera un *sumidero* de las fallas de los sistemas eléctricos, todo lo que sea posible. La extensión de este concepto implica que los proyectistas de los distintos sistemas eléctricos de una misma planta entierren por su lado cuanto cobre (material caro y escaso) se pueda y a la mayor profundidad posible.

A este punto es importante precisar que el grado de seguridad buscado no es directamente proporcional a la cantidad ni profundidad del cobre enterrado y, por el contrario, por este camino se pueden obtener más desventajas que beneficios.

A todo esto cabe señalar el hecho de que no pocas veces no se mide en forma adecuada la puesta a tierra, al no utilizar el instrumental adecuado o utilizarlo incorrectamente y además es frecuente encontrar

conclusiones discutibles de las mediciones efectuadas.

En virtud de la dispersión de criterios que el anterior aserto origina es conveniente reconsiderar el objeto y alcance de lo que en general se conoce como puesta a tierra. Se entiende que el objeto último de la conexión intencional a neutro o tierra es el *control de cualquier tensión dentro de límites prefijados*.

Estos conceptos son aplicables a sistemas eléctricos industriales de distribución que utilizan medias y bajas tensiones, usualmente dentro de áreas no extensas. En estos casos es usual la utilización de sistemas *efectivamente puestos a tierra* o sea aquellos que su vinculación a tierra es lo suficientemente pequeña. La forma de cuantificarlo es que se cumpla que:

$$0 < \frac{X_0}{X_1} < 3 \quad \text{y} \quad 0 < \frac{R_0}{X_1} < 1$$

Donde  $X_1$  es la reactancia directa del circuito y  $R_0$  y  $X_0$  son las resistencias y reactancias homopolares del mismo.

Para los casos citados, puede desglosarse la puesta a tierra, para su estudio, en objetivos múltiples como los siguientes:

a) Establecer un sistema de protección de personas, animales y bienes de los efectos perjudiciales de fallas en la aislación. Las mismas pueden originar corrientes eléctricas, ante contactos no previstos de aquellos, con partes accidentalmente bajo tensión.

b) Establecer un potencial único o de referencia que permita dotar a la instalación de un potencial fijo y cierto, al cual referir las tensiones de los distintos sistemas y así poder atenuar los efectos nocivos de las sobretensiones. Se involucra aquí la protección de equipamiento eléctrico *sensible* como lo son las computadoras, los controladores lógicos programables (PLC), sistemas de control distribuido, sensores de campo y equipos eléctricos similares.

c) Conducir a tierra corrientes originadas en cargas eléctricas de origen estático o en fenómenos atmosféricos de manera de evitar que caminos no previstos de circulación de estas produzcan daños a personas e instalaciones.

No se incluye dentro de esta discriminación la puesta a tierra destinada a la protección galvánica de estructuras o cañerías enterradas por entenderse obedecen a otros propósitos.

En principio cada uno de los conceptos podría originar una instalación individual de puesta a tierra. Más allá de que convenga o no la vinculación galvánica entre los distintos elementos a poner a tierra, tema que se analizará mas adelante, queda claro que en conjunto deben representar un sistema ya que ineludiblemente interactuarán entre sí modificando recíprocamente su comportamiento.

Proponemos, sin embargo, un análisis individual y luego plantear el conjunto.

### ***Protección contra fallas en la aislación.***

En este caso el sustento teórico de diseño es la utilización de otro sistema de protección en una función subsidiaria como lo es la protección contra contactos peligrosos por fallas en la aislación. El sistema aludido es el de protección de los circuitos eléctricos contra los cortocircuitos entre fases y/o con el neutro. En otras palabras, el principio de funcionamiento, consiste en que una falla en la aislación de un equipo eléctrico, derive en corrientes de corto-circuito que hagan actuar las

protecciones, diseñadas para proteger a los sistemas contra estas.

Este postulado deriva en la necesidad de que las corrientes producidas por fallas en la aislación sean lo suficientemente grandes como para que la actuación de las protecciones sea lo más rápida y segura posible. Por lo cual el camino de retorno de estas deberá tener la más baja impedancia posible como para no producir elevaciones de tensión peligrosas (Z.I) o calentamientos (R.I) que impliquen peligro de incendios.

Lo dicho antes requiere que las carcazas y cubiertas de los equipos se encuentren vinculadas, de alguna manera, al punto neutro del sistema de tensiones que alimenta la instalación. Esta vinculación se realiza en las formas denominadas TT y TN. El 1er carácter designa la conexión del neutro y el 2do de las masas. Los esquemas de las mismas se presentan en la Norma IRAM 2281-3, Pto 5.1.

El sistemas TT de puesta a tierra, utiliza la tierra como retorno para las corrientes, lo que requiere el hincamiento de jabalinas y/o mallas en el terreno para cada equipo y para el punto neutro de la fuente de alimentación. Este sistema, presenta varias desventajas:

a) Es caro, tanto en la inversión inicial como para el mantenimiento, dado que requiere constataciones periódicas y eventualmente reposición de jabalinas y red de puesta a tierra.

b) No asegura las más elevadas corrientes de cortocircuitos posibles, siendo estas, como ya se dijo, de importancia por que son la esencia de la protección contra fallas en la aislación. En general es complicado, con este sistema, en la actualidad, alcanzar la corriente de desconexión de los aparatos de protección.

c) La circulación de corrientes de falla por la tierra producen componentes de alta frecuencia en estas, que dan origen a campos magnéticos del mismo tipo en los bucles compuestos por la tierra y la fase en falla. Estos campos magnéticos pueden inducir tensiones parásitas en los aparatos

próximos al bucle. En las instalaciones industriales en las que se desarrollan procesos de automatización las tensiones parásitas son altamente indeseables y perjudiciales.

Como sistema alternativo al anterior se ha desarrollado el de puesta a neutro (TN) que consiste en uno de los dos siguientes:

1) Sistema TN-C. Consiste en utilizar para la puesta a neutro el conductor neutro del sistema trifásico, vinculado galvánicamente al centro de estrella del arrollamiento de baja tensión del o los generadores y/o transformadores de alimentación. Las masas de los equipos eléctricos se conectan directamente a él.

2) Sistema TN-S. Consiste en la utilización de un quinto conductor, de protección (PE), vinculado al centro de estrella del arrollamiento de baja tensión del transformador y/o generador de alimentación. Las masas de los equipos están directamente conectadas a este conductor de protección. La utilización de este esquema se impone cuando la sección del conductor de neutro, respondiendo a los requerimientos de demanda eléctrica, no es suficiente para los requerimientos mínimos de protección. (Conductores de las fases menores a 10 mm<sup>2</sup>).

Este sistema es más ventajoso que el anterior en los tres puntos antes mencionados, a saber:

a) Con gran número de equipos el quinto conductor, cuando sea necesario tenderlo,

es aún más económico que el conjunto de jabalinas. Si bien se requiere su contrastación periódica esta es más sencilla y las soluciones a los inconvenientes más económicas.

b) Las corrientes de falla *nunca penetran en la tierra* ya que el conductor de retorno al punto neutro del sistema es el conductor neutro del sistema de tensiones y/o el quinto conductor o conductor PE. La impedancia del circuito de falla depende de las secciones de estos conductores que son perfectamente determinables y modificables. Los valores de corriente por fallas en la aislación son elevados, conocidos y repetitivos. La actuación de las protecciones contra cortocircuitos es rápida y confiable.

c) La superficie de los bucles que forman las corrientes de falla se reduce considerablemente y por ende la posibilidad de perjuicios por interferencia en los aparatos próximos.

En virtud de las consideraciones anteriores, en los casos que se cuenta con generación propia o el transformador de alimentación al sistema se encuentra dentro de los límites del predio de la instalación industrial, y cuando estas no son muy extensas, se hace preferible excluyentemente el sistema de puesta a neutro (Sistema TN-C o TN-S).