

## Artículo técnico

---

---

### Impedancias Dinámicas en los Sistemas de Puesta a tierra (SPAT)

---

---

*Ing. Luis R. Thielen,* Thor C.A.

---

---

***La mayoría de los Equipos Electricos y Electrónicos, poseen características no lineales, por esto los SPAT poseen impedancias dinámicas dependientes de la naturaleza de las señales por las que sean solicitados.***

Los Sistemas de Puesta a Tierra (SPAT), son la referencia Universal en la operación de todos los Sistemas Electricos y Electrónicos, así como al mecanismo de drenaje o absorción de toda corriente o perturbación no deseada o nivel energético requerido por el sistema.

En la realización de sus funciones básicas, los SPAT han de estar interconectados con los diferentes componentes del sistema, esto es realizado mediante elementos de interconexión capaces de transportar las corrientes solicitadas. Estos elementos pueden ser sólidos o trenzados, los sólidos pueden ser en forma de barras, platinas o conductores sólidos y los trenzados en forma de conductores multifilares.

Básicamente los elementos sólidos son empleados como elementos de distribución, empalmes o puentes entre componentes (distancias muy cortas). Los elementos trenzados son utilizados como mecanismo de interconexión entre grupos de equipos o elementos, pudiendo ser de mayor longitud por sus características particulares de ser mas eficientes.

Esto se debe al hecho que, por efecto Skin, la corriente eléctrica en DC circula por la sección transversal del elemento y la corriente pulsante solo por la superficie y los sistemas requieren o drenan una corriente eléctrica cuya naturaleza es pulsante (la resultante algebraica de todos los componentes), siendo mucho mas eficiente la utilización de elementos trenzados.

Al ser elementos que transportan corrientes de naturaleza pulsante y con una característica de frecuencias muy altas, los conductores se ven sometidos a grandes y significativos efectos electromagnéticos, los cuales serán en mayor grado dependientes de la geometría, su configuración e instalación. Por estas razones para minimizar el efecto de incrementar la impedancias de los conductores a utilizar, se deben considerar ciertas practicas que nos conducen a minimizar este efecto tales como:

- Evitar los radios de curvaturas pronunciados.
- Evitar el paralelo con otras líneas de alimentación o datos.
- Evitar elementos metálicos que crean anillo a los conductores.
- Evitar el uso de tuberías metálicas.

Para cumplir los parámetros anteriores se deben utilizar tuberías, elementos soportes y canalización en resinas no metálicas y resistentes a la radiación UV, en las áreas exteriores. En algunos casos es requerido la instalación de conductores sólidos lo que resulta una practica no adecuada, dado a la baja utilización o eficiencia del conductor, en donde solo posee relativa mayor resistencia a la corrosión para un mayor costo de instalación y su inherente fragilidad en las conexiones. Por esto se recomienda protegerlos y la utilización de conductores trenzados tipo B.

Como una recomendación adicional para evitar los problemas de altas impedancias dinámicas es la utilización de terminales doble ojos y la utilización de grasa conductora en los puntos de unión, así como en los puntos de empalmes o derivación, mediante el proceso de fusión en frío mediante una prensa Hidráulica de 10.000 PSI (Higround) y en las áreas exteriores o en aquellas en donde sea permitido la utilización de soldadura de fusión termoquímica, la cual por normas no es considerada un empalme, sino eléctricamente continua y no posee ningún tipo de mantenimiento.

Hay que recordar un hecho que los elementos soportes a pesar de ser de resinas, los mismos han de ofrecer una adecuada fijación mecánica dado a los esfuerzos dinámicos a los que se ven solicitados durante la conducción de una corriente de falla o cortocircuitos. Tal es el caso de los bajantes de los pararrayos en los cuales los esfuerzos mecánicos no son nada despreciables.

Normalmente cuando realizamos las mediciones de los valores de resistencia de un sistema, estos son realizados en DC o a frecuencias muy bajas, sin embargo en condiciones de fallas las frecuencias son altas y no son conocidas y por consiguiente los valores de resistencia dinámica (impedancia) no son nada despreciables, dado que los elementos metálicos conductores utilizados poseen un valor de inductancia apreciable, la cual se ha de multiplicar por la frecuencia y una constante de  $2\pi$  dando valores significativos de impedancia, que al final influyen en la capacidad del sistema de drenar rápidamente las corrientes solicitadas o no deseadas.

Podemos reflexionar un poco al respecto, si la naturaleza de operación de los sistemas de transmisión de voz, video y datos es dentro de la operación de frecuencias muy altas mega hertz y giga hertz, es razonable pensar que el ruido generado por estos

sistemas será una fracción de las frecuencias de trabajo, otro si son todos los equipos de variadores de velocidad y torque mediante el control de la tensión, frecuencia, etc los cuales generan intrínsecamente armónicos y ruido de alta frecuencias, etc. Como vemos la resultante del sistema será la sumatoria vectorial de cada una de estas componentes, lo que predice un escenario impredecible para cualquier elemento de apantallamiento o protección, con valores de impedancia dinámicas muy elevadas, las cuales se han de minimizar.