

Aplicación de redes eléctricas IT 2ª parte: La impedancia de aislamiento

Ing. Sergio Lichtenstein

Ingeniero Electricista egresado de la Universidad de Buenos Aires. Especialista en Seguridad e Instalaciones Eléctricas Hospitalarias y en Redes Eléctricas IT de uso Industrial. Miembro permanente del Comité de Estudios C11 de la AEA y de la Comisión sobre Instalaciones Eléctricas del Colegio de Ingenieros Mecánicos y Electricistas COPIME

Solo en teoría las redes eléctricas se encuentran aisladas de tierra; la realidad indica que las partes activas de una red (como conductores y equipos receptores conectados a ella) se vinculan a tierra a través de capacidades parásitas y resistencias de aislamiento. En mayor o menor grado, toda red eléctrica manifiesta una impedancia de aislamiento respecto de tierra "impedancia de modo común" la que dista de ser infinita.

La figura 1 indica las resistencias de aislación y capacidades parásitas respecto a tierra presentes en una red IT trifásica tetrafilar.

Las corrientes que se derivan a tierra a través de las capacidades indicadas, dan origen a corrientes de "fugas farádicas".

Dado que la corriente por un condensador es proporcional a la capacitancia y al valor eficaz de la tensión alterna entre sus bornes, en redes de media y alta tensión las fugas farádicas pueden adquirir una magnitud significativa como para ser consideradas al proyectarse el esquema de protecciones de una red.

En redes trifásicas y monofásicas de baja tensión en general, las corrientes de fuga capacitivas de modo común no adquieren un valor relevante como para ser tenidas en cuenta. Una excepción a lo anterior lo constituyen las redes IT monofásicas de uso hospitalario, donde una corriente del orden de 20 μA que se derive a tierra atravesando el corazón de un paciente que disponga de cateterismo cardíaco, podría provocar el disparo de la fibrilación ventricular con singular riesgo de muerte. En salas de uso médico críticas (del grupo 2 según AEA 90364-7-710), las corrientes de fuga son protagonistas, y por lo tanto deben ser permanentemente monitoreadas.

Atento a que la magnitud de las capacidades parásitas de modo común dependen de la longitud considerada (geometría de la red), es de esperar que no se modificarán en el tiempo.

Para redes trifásicas de uso industrial, las normas relativas a compatibilidad electromagnética (CEM) indican la necesidad del filtrado de las corrientes de audio y radiofrecuencia que se puedan presentar en la red (perturbadoras), las que deberán ser derivadas a tierra a través de condensadores conectados a masa en los propios equipos receptores. Estas capacidades se adicionan a las parásitas de modo común, y en caso de producirse un primer fallo a tierra, la tensión de contacto podría superar la tensión límite, siendo necesaria la desconexión automática de la red (de lo contrario no sería segura). La interrupción del servicio eléctrico ante un primer fallo a tierra cuestionaría el criterio por el cual se adoptó un esquema IT.

La resistencia de aislación respecto a tierra de los conductores de la propia red y equipos receptores conectados a ella, generan corrientes que se derivan a tierra, "fugas galvánicas"; estas corrientes galvánicas se adicionan vectorialmente a las fugas farádicas. A diferencia de las capacidades parásitas, la resistencia de aislación se degrada con el paso del tiempo.

Fugas galvánicas muy pequeñas lentamente pueden adquirir mayores dimensiones y dar lugar, entre otros, a un defecto o fallo a tierra. Pocos fallos son los que se producen repentinamente.

Independientemente del esquema de conexión a tierra considerado, los defectos de aislación a tierra son los que normalmente se

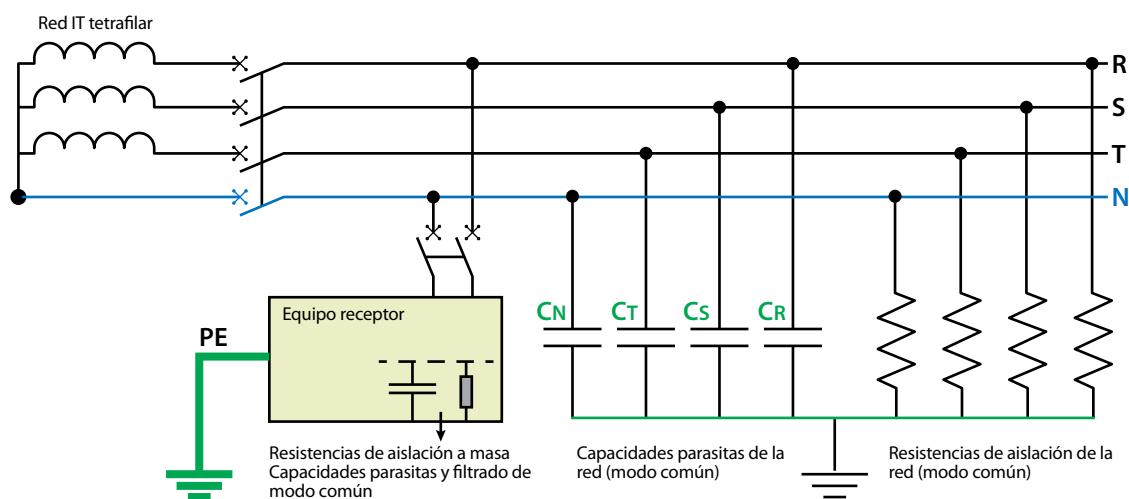


Figura 1

producen en redes eléctricas de baja tensión, en tanto que la magnitud de un primer fallo a tierra dependerá de la vinculación de la red con tierra. La figura 2 representa una red monofásica vinculada en forma rígida a tierra (esquema de conexión a tierra TN).

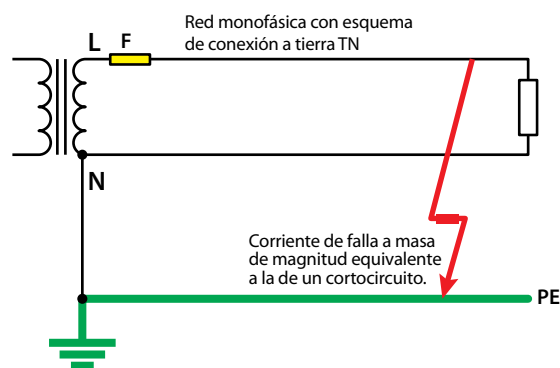


Figura 2

Ante un primer defecto de aislación franco a tierra, la corriente de falla adquiere un valor que se corresponde con la corriente de cortocircuito entre línea y neutro, teniendo lugar la interrupción del servicio por actuación de la protección del circuito.

Para una red monofásica IT como la indicada en la figura 3, la red se vincula a tierra a través de las resistencias de aislación y capacitancias parásitas con respecto a tierra.

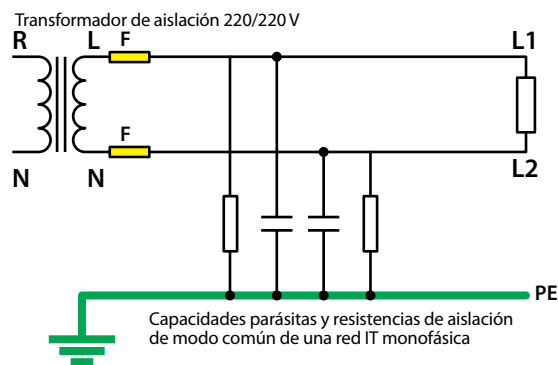


Figura 3

Ante un primer fallo a tierra (ver figura 4), una muy pequeña corriente se derivará a través de las capacitancias parásitas de los conductores (se despreció el efecto de las resistencias de aislación), no actuando protecciones y por lo tanto manteniéndose la continuidad del servicio eléctrico.

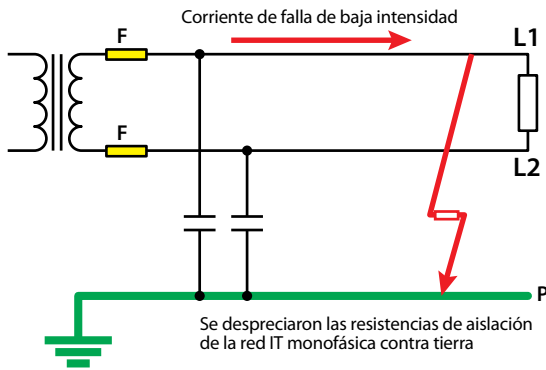


Figura 4

La necesidad de continuidad del servicio de las instalaciones va en aumento, haciéndose necesario predecir el primer defecto antes de que este ocurra, permitiéndose localizar a aquella fuga a tierra susceptible de transformarse a futuro en un defecto de aislación. Esto se logrará mediante el seguimiento (monitoreo permanente) de la aislación de la red respecto de tierra mediante el aparato de vigilancia del aislamiento (monitor de aislación), el cual se conecta entre los conductores de la red IT que se debe monitorear y el conductor de protección a tierra (ver figura 5). El monitor no es un dispositivo activo que de interrupción, solo da medición (lectura en kilo-ohmio) y aviso de alarma cuando el nivel de aislación es inferior al valor de respuesta que previamente fue ajustado, valor por debajo del cual puede representar un riesgo para el usuario. En redes IT trifásicas el monitoreo permite supervisar inclusive la aislación del conductor neutro.

La norma IEC 61557-8 establece las prescripciones particulares referidas a la fabricación de controladores permanentes de aislación (monitor de aislación).

Es de destacar que el monitor de aislación indicado en la figura 5 solo puede medir la resistencia de aislación de la red respecto de tierra (trabaja por inyección de una corriente continua de medición), apto para redes eléctricas industriales donde las corrientes de fuga farádicas no

son relevantes como para tener que ser monitoreadas en forma permanente.

Esta técnica de medición por inyección de corriente continua está acreditada desde hace varias décadas.

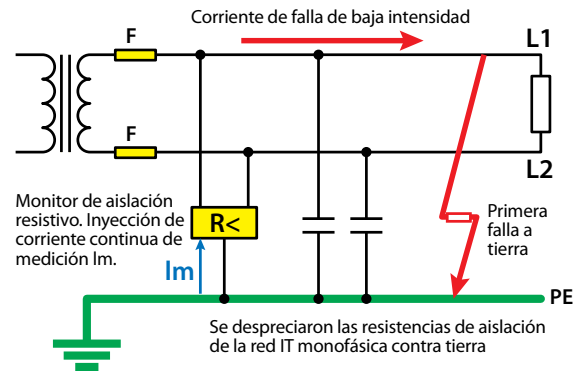


Figura 5

El seguimiento de la evolución de la aislación de redes IT, inclusive a distancia por medio de buses digitales (televigilancia), permite centralizar toda la información en un supervisor permitiendo programar las acciones del mantenimiento preventivo necesarias, lográndose:

- ▶ Mejora de los resultados de la producción.
- ▶ Mejora de la rentabilidad (menores costos).
- ▶ Aumento de la disponibilidad.
- ▶ Prolongación de la duración de uso de una instalación.
- ▶ Reducción de los tiempos de detención de la planta.
- ▶ Mejora de la competitividad.

De no localizarse y liberarse un primer defecto, una segunda falla a tierra (del otro conductor activo) será de magnitud equivalente a un cortocircuito entre L1 y L2 (ver figura 6), interrumpiéndose la continuidad del servicio eléctrico por actuación de las protecciones de la red IT.

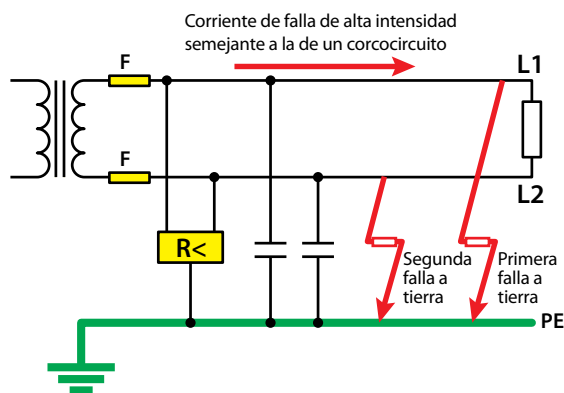


Figura 6

Con respecto al monitoreo de aislamiento de redes IT de uso hospitalario hay dos tendencias mundiales: la europea, que sigue los lineamientos de la norma IEC (monitoreo de la resistencia de aislamiento con lectura en kilo-ohmio) y la tendencia de Estados Unidos, que sigue los lineamientos de la norma UL (monitoreo de la impedancia de aislamiento con lectura en miliamperes (ver figura 7). Las capacidades parasitas de una red de uso médico solo son detectables por un monitor de impedancia y por lo tanto la medición es mas completa.

En la República Argentina, el Reglamento AEA 90364 parte 7 sección 710 adoptó una postura híbrida, pues para las salas del grupo 2A el monitoreo es resistivo, en tanto que en las salas del grupo 2B el monitoreo exigido es de impedancia.

Si el objetivo que se persigue con la red IT de uso hospitalario es minimizar riesgos de explosión e incendio (anestésico inflamable si lo hubiere), garantizar la continuidad del servicio eléctrico ante el primer fallo a tierra, y proteger al paciente de potenciales situaciones de macroshock, entonces se puede utilizar un monitor para la medición del fallo óhmico del aislamiento (previa verificación por medición que las capacidades parásitas de la red IT de la sala estén por debajo a los 10 nF).

Si el objetivo que se persigue con la red IT son todos los ya mencionados más la protección del paciente cateterizado de las corrientes

capacitivas aportadas por los propios equipos electromédicos conectados a la red IT (protección adicional de los pacientes por microshock), entonces se deberá adoptar el monitoreo para la vigilancia de la impedancia del aislamiento. ■

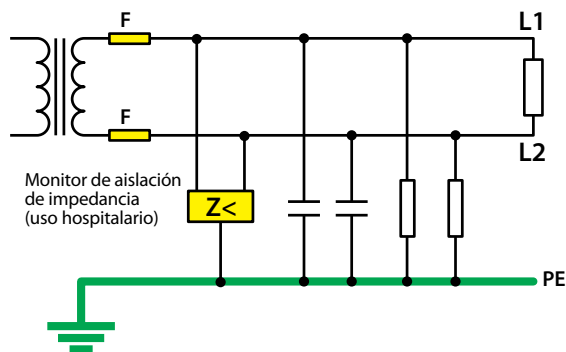


Figura 7

Bibliografía consultada:

Publicaciones técnicas de las empresas *Schneider Electric* y *Bender*



Asociación Electrotécnica Argentina