



DEPARTAMENTO DE
MATEMÁTICA APLICADA



Instituto de
Matemática
Interdisciplinar

Seminario de Matemática Aplicada

Ignasi Colominas

Universidade da Coruña

“Cálculo y Diseño por Ordenador de Tomas de Tierra en Instalaciones Eléctricas: Una Formulación Numérica basada en el Método Integral de Elementos de Contorno”

En esencia, una toma de tierra es un electrodo conductor (normalmente una malla de cobre) que se entierra bajo una instalación eléctrica. Los objetivos de un sistema de toma de tierra son garantizar la integridad de los equipos y la continuidad del suministro eléctrico cuando tienen lugar situaciones de fallo (permitiendo el transporte y disipación de la corriente eléctrica en el terreno), y evitar que las personas que se encuentren transitando o trabajando en las inmediaciones de una instalación conectada a tierra estén expuestas a una descarga eléctrica peligrosa.

Para el análisis y el diseño de estos sistemas de protección es preciso determinar una serie de parámetros característicos, como la resistencia equivalente del sistema y las denominadas tensiones de paso, mano y contacto (máximas diferencias de potencial a las que puede estar sometido un ser humano que se encuentre en las inmediaciones de la instalación). A su vez, la evaluación de estas tensiones requiere conocer la distribución de potencial en la superficie del terreno cuando se produce una derivación de corriente a tierra.

Los estudios sobre el cálculo de tomas de tierra se han planteado tradicionalmente con el fin de obtener fórmulas sencillas que permitan la estimación de estos parámetros. Este tipo de fórmulas, que en la actualidad son la base de los procedimientos de cálculo recomendados por las normas, se fundamentan en modelos extremadamente simples, en resultados obtenidos empíricamente mediante ensayos de laboratorio y en la experiencia profesional acumulada por reconocidos expertos durante muchos años.

Desde mediados de los años setenta se han desarrollado algunos métodos de cálculo matricial: los denominados computer methods en la norma IEEE Std. 80. En este tipo de métodos los electrodos de la toma de tierra se subdividen en segmentos, cuyos efectos e interrelaciones se modelan a partir de algunas hipótesis básicas, ideas intuitivas (como la superposición de fuentes de corriente puntuales y el promediado del error) y simplificaciones poco justificadas, cuando no cuestionables.

A pesar del importante avance que han representado estas técnicas, se han puesto de manifiesto algunas anomalías notables en su aplicación práctica, tales como sus elevados requerimientos computacionales, los resultados poco realistas que se obtienen al aumentar la segmentación de los conductores, y la incertidumbre en su margen de error.

En este trabajo se presenta una formulación numérica para el cálculo y diseño asistido por ordenador de tomas de tierra que es aplicable a un amplio rango de instalaciones eléctricas reales. La formulación propuesta se basa en la solución de una ecuación integral de Fredholm de primera especie mediante el Método de Elementos de Contorno. La solución de la ecuación integral proporciona la densidad de corriente que emana de la superficie del electrodo conductor. Una vez que se conoce la densidad de corriente, es posible evaluar de forma sencilla tanto la resistencia equivalente del sistema como el potencial en cualquier punto de la superficie del terreno.

El problema se planteará en primer lugar para un modelo de terreno uniforme y seguidamente se extenderá a modelos de terreno estratificados. Asimismo se analizarán otros problemas que se derivan del cálculo de una red de tierras como es el problema de potenciales transferidos.

Organizado por el Departamento de Matemática Aplicada de la UCM, el Grupo MOMAT y el IMI

Fecha: 3 de noviembre de 2009, a las 12.00 horas
Seminario Alberto Dou (aula 209) - Fac. de CC. Matemáticas