

# ASPECTOS TÉCNICOS RELEVANTES EN LA MEDICIÓN DE VALORES DE RESISTENCIA MAYORES A 1 MΩ

Felipe Hernández-Márquez  
Centro Nacional de Metrología – División de Mediciones Electromagnéticas  
Carretera a Los Cués km 4,5 Mpio. El Marques, Querétaro  
Correo Electrónico: fhernand@cenam.mx

**Resumen:** El intervalo de valores en el que se mide resistencia eléctrica es amplio, puede ir desde  $10^{-4} \Omega$  hasta  $10^9 \Omega$  o incluso  $10^{12} \Omega$ . El trabajar en este intervalo tan amplio de valores involucra una serie de consideraciones técnicas, las cuales no pueden ser aplicadas, de manera generalizada, en todo el intervalo de valores, es decir, algunas consideraciones que son importantes para ciertos valores no lo es para otros. Las consideraciones técnicas incluyen, entre otras, a los métodos y técnicas de medición a emplear, los sistemas de medición, así como también a las condiciones ambientales y de medición. El peso que tienen estas consideraciones técnicas depende básicamente de dos aspectos, del valor de resistencia que se pretende medir, pero sobre todo de la incertidumbre de medición que se desea obtener. Partiendo de este análisis se podrán encontrar soluciones óptimas para cada problemática de medición. Para así, llegar a concluir que no existe una receta o regla mágica que nos dé respuestas, sino que todo parte de un análisis basado en el conocimiento físico de lo que ocurre en un proceso de medición.

## INTRODUCCION

Para llevar a cabo una medición de resistencia es necesario contar con dos informaciones básicas, la primera tendrá que ver con el valor que se pretende medir y la segunda con el nivel de incertidumbre de medición que se pretende alcanzar. Dependiendo de esta información será posible distinguir entre los métodos y técnicas de medición más apropiados, así como definir el sistema de medición más adecuado, sin perder de vista la incertidumbre de medición que se quiere alcanzar. La incertidumbre de medición debe servir de guía para poder identificar las condiciones ambientales y de medición que son necesarias tener para llevar a cabo la medición.

En muchas ocasiones el no tener presente esta información inicial dificulta la labor de medición, es decir, se puede caer en sobreestimar o subestimar el problema. En este trabajo se trata de dar respuesta a la problemática de medición de altos valores de resistencia donde se tengan presentes los aspectos más comunes que se pueden pasar por alto y que influyen sobre la calidad de los resultados de medición. Esta información no busca crear generalidades sino pretende dar información que conduzca a tener un dominio más amplio sobre el problema de medir altos valores para que en función de este dominio se sea capaz de dar respuestas optimizadas a un problema de medición sin perder de vista la incertidumbre de medición que se quiere lograr.

## PROBLEMAS EN ALTOS VALORES DE RESISTENCIA

En esta sección se tratan los problemas que están presentes en las mediciones de resistencia en valores mayores de 1 MΩ. Para estas mediciones se pueden emplear tensiones de medición que van desde los 100 V hasta 10 kV o incluso más, este tipo de mediciones se caracterizan por manejar bajas corrientes, por ejemplo, si a un resistor de 100 MΩ se le alimenta con una tensión de 100 V, la intensidad de corriente que circula a través de él es de 1 μA, para estos niveles de corriente, existe una gran susceptibilidad al ruido electromagnético y a las corrientes estáticas existentes en el lugar donde está ubicado el sistema de medición, para poder contrarrestar estos efectos es necesario blindar el sistema de medición, como se muestra en el Fig. 1.

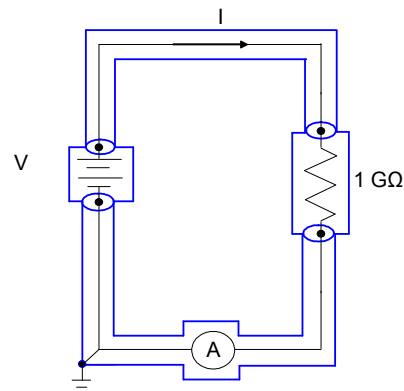


Fig. 1

El blindaje, sin embargo, hace necesario que se tenga mucho cuidado en la generación de corrientes de fuga, debido a la presencia de una resistencia de fuga a través del material aislante que está presente entre el conductor principal y el blindaje, esto puede representarse como se muestra en la Fig. 2

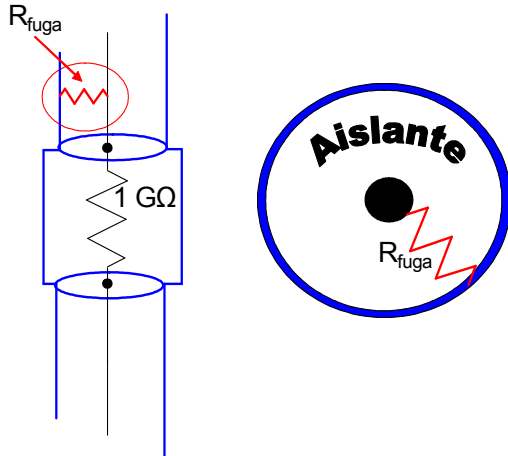


Fig. 2

El valor de la resistencia de fuga depende, como en cualquier resistor, de la resistividad del material y de las dimensiones físicas, no se debe pasar por alto que la resistencia está definida por:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (1)$$

Donde:  $R$  es la resistencia ( $\Omega$ )  
 $\rho$  es la resistividad del material ( $\Omega\text{-cm}$ )  
 $l$  es la longitud (cm)  
 $A$  es el área de la sección transversal ( $\text{cm}^2$ )

La expresión anterior indica que la resistividad es directamente proporcional a la resistencia, es decir que un material que tenga una mayor resistividad tendrá una mayor resistencia de fuga. Debido a esto se emplean en las mediciones de altos valores de resistencia cables blindados con aislamiento de teflón, debido a que este material ofrece una resistividad mayor a  $10^{18} \Omega\text{-cm}$ , esto no quiere decir que este sea el valor de la resistencia de fuga, porque para ello se deben considerar las dimensiones físicas de acuerdo a la ecuación 1. Para poder determinar la resistencia de fuga lo más conveniente es medirla, para ello es necesario contar con una fuente de tensión y un ampermetro que sea capaz de medir bajos niveles de corriente, solo baste pensar que si la resistencia de fuga es del orden de  $10^{13} \Omega$  y se alimenta el circuito con una fuente de 100 V, la corriente que se tendría que medir es del orden de 10 pA. La Fig. 3 muestra el esquema del sistema de medición para medir la resistencia de fuga, el

blindaje que debe llevar este sistema no se muestra en la figura, pero es fundamental para llevar a cabo la medición.

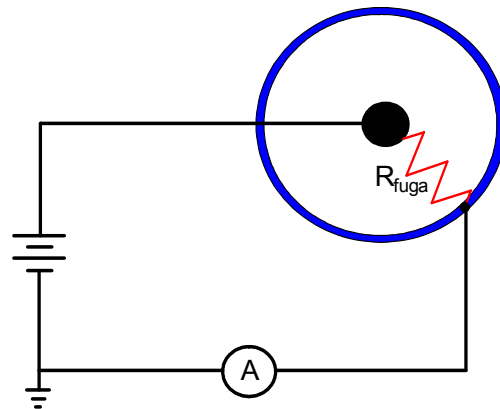


Fig. 3

La medición de la resistencia de fuga se debe realizar de manera periódica debido a dos aspectos fundamentales que alteran la calidad aislante del material, el primero está relacionado con la humedad, cada material en particular es capaz de absorber humedad del medio ambiente, esto conduce a la degradación de la calidad aislante, otro factor es la adecuada limpieza, sobre todo en los conectores que deben ser protegidos del polvo u otros materiales los cuales también degradan la calidad del aislante. Estos dos aspectos también aplican a los resistores de referencia o de trabajo que en condiciones de alta humedad (mayor a 50% de humedad relativa) y condiciones de poca limpieza provocara el cambio del valor de resistencia.

Otro factor importante a considerar es el coeficiente de tensión que presentan los resistores de alto valor y que afecta no tan solo en las mediciones de alta resistencia eléctrica sino también en la medición de alta tensión y de rigidez dieléctrica. Para poner de manifiesto su importancia considere un resistor calibrado a una tensión de 1000 V y cuyo coeficiente de tensión es de  $5 (\mu\Omega/\Omega)/\text{volt}$ , el cual se quiere utilizar de referencia para una medición donde se le aplicaran a este mismo resistor 5000 V. El cambio relativo que puede tener el valor de resistencia de acuerdo a su coeficiente de tensión será de 20 000 ( $\mu\Omega/\Omega$ ), en términos porcentuales esto representa un cambio del 2%.

## CONCLUSIONES

Se han puesto de manifiesto los problemas más relevantes en la medición de altos niveles de resistencia, los cuales tienen un impacto muy fuerte sobre la medición, así como de la incertidumbre de medición que se quiere lograr.