

CRITERIOS DE DISEÑO DE UN DIVISOR DE TENSIÓN RESISTIVO CON RESPUESTA PLANA EN FRECUENCIA PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Adrián de Jesús Castruita Romero, Sergio Antonio Campos Montiel, René David Carranza López Padilla
 Centro Nacional de Metrología
 km 4.5 Carretera a los Cués. El Marqués Querétaro. C.P. 76246
 442-211-05-00 / acastroi@cenam.mx

Resumen: Este trabajo presenta los criterios de diseño de un divisor de tensión resistivo que reúne características de patrón de referencia para medición en el intervalo de frecuencias desde corriente continua hasta 6 kHz y con una relación de división de 240:1. Este patrón se desarrolla para su uso en la medición de parámetros de calidad de la potencia. Este trabajo se orienta a disminuir los efectos de las magnitudes de influencia en la relación de transformación del divisor, lo cual permitirá cuantificar los errores sistemáticos del divisor, de manera que se puedan corregir, manteniendo su nivel de patrón metrológico.

1. INTRODUCCIÓN

Para proveer trazabilidad a la medición de parámetros de calidad de la potencia eléctrica en condiciones estáticas, el Laboratorio de Potencia y Energía Eléctrica del CENAM desarrolló un patrón de medición de referencia, en el cual, el divisor resistivo de tensión constituye una parte fundamental. La figura 1 presenta el sistema de referencia desarrollado.

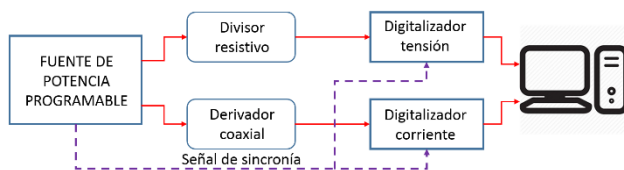


Fig. 1. Diagrama a bloques del sistema de referencia de parámetros de calidad de la potencia.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

El divisor resistivo diseñado por el CENAM está basado en criterios de construcción que permitirán desarrollar un modelo eléctrico del mismo que proporcione información de su función de transferencia, según la cual sea posible determinar la magnitud de la relación de división de tensión dentro de un intervalo de frecuencias. Adicionalmente, el diseño permitirá obtener información sobre su desempeño respecto de la temperatura y la potencia disipada. El alcance operativo del divisor de tensión es para una tensión de entrada de 120 V y una tensión de salida de 0.5 V. El intervalo de frecuencias es de cero Hertz hasta 6 kHz.

Alta impedancia de entrada igual a 1 MΩ. El divisor resistivo no debe drenar corriente eléctrica en el nodo en que se mide la tensión de interés. Respecto de la potencia que pueda disipar, esta depende de la impedancia del mismo y el cuadrado de la corriente. Para medición de tensiones eléctricas nominales de 120 V, se espera que la impedancia de entrada del divisor resistivo sea igual que 1 MΩ, por lo que se tendrá una corriente máxima sustraída del nodo de la tensión a medir igual o menor a 100 μA. De manera similar, la potencia disipada por el divisor resistivo es de 10 mW.

Impedancias parasitas que cambian con la frecuencia y con la temperatura: utilizar resistores con las menores componentes inductivas y capacitivas especificadas por el fabricante para obtener el mejor desempeño con respecto del incremento de la frecuencia y a las variaciones de la temperatura.

Dependencia del valor de resistencia con respecto a la temperatura: utilizar resistores de bajo coeficiente térmico, TCR, por sus siglas en inglés.

Dependencia del valor de resistencia con respecto a la potencia de trabajo: se utilizan resistores de bajo coeficiente de potencia resistivo, el cual indica el cambio del valor nominal del resistor con respecto a la potencia de trabajo. Es imperativo que los resistores trabajen por debajo del 25% de su potencia nominal para evitar su degradación.

Valor de resistencia en corriente continua del divisor resistivo: permite calibrar periódicamente el divisor resistivo en corriente continua con trazabilidad al efecto Hall cuántico. Su valor y desempeño con respecto a la frecuencia es determinado por su modelo eléctrico, posteriormente es confirmado con calibraciones periódicas en diferencia CA-CC en tensión eléctrica alterna.

Campos eléctricos externos: se utiliza una configuración coaxial en el divisor resistivo, la cual está protegida con un blindaje eléctrico.

Auto inductancia en el circuito de corriente. Se utilizan resistores no inductivos y un diseño coaxial del divisor resistivo [1].

Guarda equipotencial: se diseña una guarda equipotencial, mostrada en Figura 1, que tiene el propósito de formar una capacitancia distribuida, que, en conjunto con el divisor resistivo, formen un filtro de paso bajo con una frecuencia de corte mayor a 6 kHz. De esta manera, el divisor resistivo puede operar con amplitud y fase constante dentro de este ancho de banda. Sin la guarda equipotencial, existen corrientes capacitivas que desvían la corriente del divisor resistivo hacia el blindaje del mismo. Estas corrientes no pasan por el resistor dispuesto al final del divisor resistivo, por lo que la relación de división tiene un error sistemático que es difícil de corregir. Por otro lado, estas corrientes capacitivas resultan en que la frecuencia de corte del divisor resistivo sea mucho menor a 6 kHz.

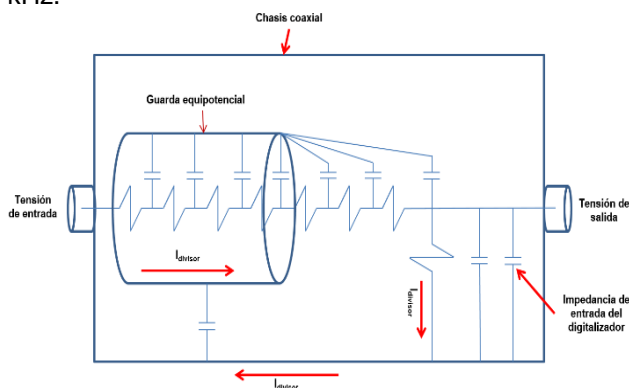


Fig. 2. Diagrama eléctrico del divisor resistivo de tensión.

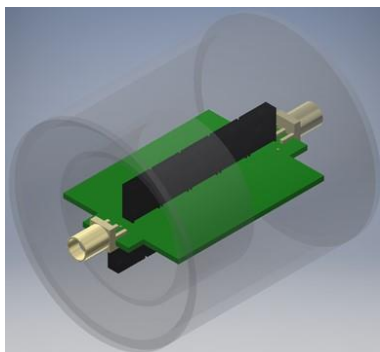


Fig. 3. Diseño en CAD del Divisor resistivo de tensión con guarda equipotencial y blindaje de corriente de retorno a tierra.

La figura 3 muestra el blindaje equipotencial, el blindaje de retorno de corriente a tierra y los conectores de conexión tipo SMB los cuales aseguran un intervalo de operación en frecuencia de corriente continua a 4 GHz.

3. EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

En el simposio se presentarán los resultados de caracterización de:

- 1) Su respuesta en amplitud con respecto a la frecuencia.
- 2) Su estabilidad del valor de resistencia con respecto a la señal de tensión de entrada, específicamente, cambios de su valor con respecto a la potencia disipada.
- 3) Desempeño con respecto a señales de tensión con alta distorsión armónica.
- 4) Estabilidad del valor nominal del divisor resistivo de tensión a corto y largo plazo.

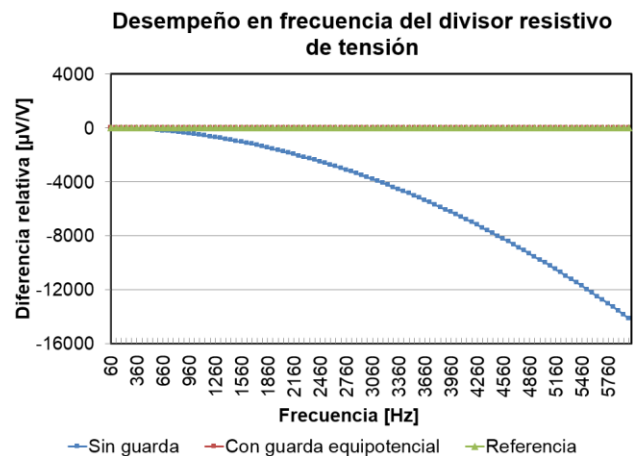


Fig. 4. Desempeño esperado del divisor resistivo de tensión con respecto a la frecuencia.

4. CONCLUSIONES

Los criterios de diseño presentados permiten minimizar las magnitudes de influencia, cuantificarlas y corregirlas para obtener el mejor desempeño posible con respecto al intervalo de frecuencia especificado para ser utilizado en la medición de parámetros de calidad de la energía.

REFERENCIAS

[1] 1. K.-E. Rydler, S. Svensson, V. Tarasso "voltage dividers with low phase angle errors for a wideband power measuring system".