

TERMOCONVERTIDORES CON RESISTORES PLANOS PARA LA TRANSFERENCIA C.A.-C.C. DE 100 V A 1000 V

M. Klonz ¹. S. Campos

¹Physikalisch - Technische Bundesanstalt. Laboratorium 2.32 AC-DC-TRANSFER
 Bundesallee 100. 33116 Braunschweig, Deutschland

Tel: +49-531-592-2320 Fax: +49-531-592-2345, Manfred.Klonz@ptb.de
 Centro Nacional de Metrología, División de Mediciones Electromagnéticas
 km 4,5 Carretera a los Cués. El Marqués. Querétaro, México
 Tel: 4 211-05-00 ext. 3424, Fax: 4 211-05-48, scampos@cenam.mx

Resumen: Desde 1998 el CENAM ha trabajado en colaboración técnica con el PTB para realizar mejoras al patrón de transferencia c.a.-c.c. en tensión. Recientemente se han construido y caracterizado resistores planos, con respuesta uniforme en frecuencia, para el escalamiento en tensión en el intervalo de 100 V a 1000 V (10 Hz a 100 kHz). Con estos resistores se mejoran considerablemente problemas de disipación de potencia presentes en estos niveles de tensión. Por otro lado el diseño de una pantalla reduce el efecto de campos eléctricos y disminuye considerablemente el valor de la diferencia c.a. - c.c.

INTRODUCCION

El patrón de tensión en c.a. del CENAM está siendo mejorado con el uso de termoconvertidores multiunión tipo planar (PMJTC's). Estos dispositivos trabajan en el intervalo de frecuencia de 10 Hz a 1 MHz y son fabricados para trabajar a tensiones nominales de máximo 3 V.

Algunas de las principales características de estos dispositivos son las siguientes:

- Por su particular diseño con técnicas de película delgada (fig.1) muchos efectos térmicos son minimizados [1].

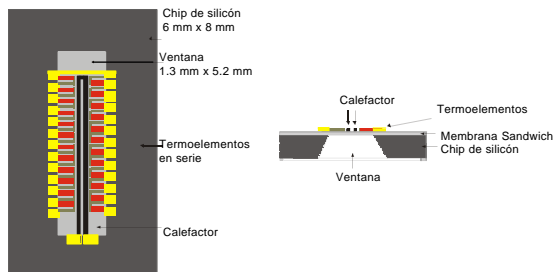


Fig.1 Estructura de un termoconvertidor multiunión tipo planar (PMJTC)

- Tienen una respuesta plana en el intervalo de audio frecuencias (fig. 2 y 3)

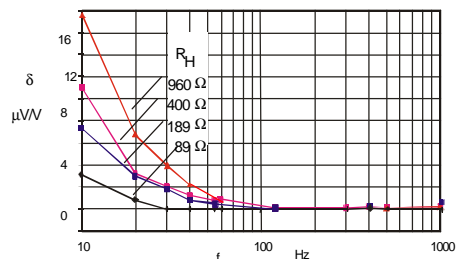


Fig.2 Comportamiento en baja frecuencia de los PMJTCs, dependiendo de su resistencia de calefactor. (R_{Heater})

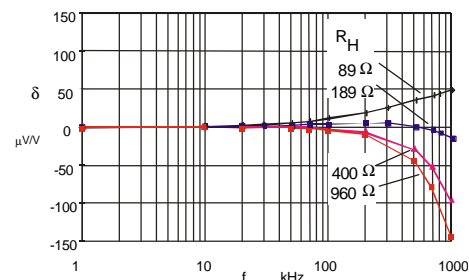


Fig.3 Comportamiento en alta frecuencia de los PMJTCs, dependiendo de su resistencia de calefactor

- Su respuesta es independiente del nivel de tensión aplicado.

Ya que los PMJTC's sólo son fabricados a tensiones de 3 V, para utilizarse a tensiones mayores se requiere el uso de resistores, conectados en serie, que limiten la corriente que circula por el PMJTC. Considerando la característica de independencia del nivel de tensión de los PMJTCs y usando resistores

adecuados, la diferencia c.a.-c.c. de un conjunto PMJTC + Resistor puede considerarse constante del 10 % de su intervalo de tensión hasta casi el 110 %.

En el intervalo de 1 V a 100 V los resistores empleados fueron resistores comerciales marca CADDOCK, modelo MS318, los cuales cuentan con bajo coeficiente térmico y pueden disipar potencia de hasta 10 W, sin embargo pruebas realizadas con estos resistores a tensiones mayores a 100 V arrojan resultados no muy confiables [2]. Por esta razón el PTB en colaboración con el IPHT¹ de Alemania diseñó resistores planos con características de alta conductividad térmica y muy bajo coeficiente resistivo térmico.

Durante finales del 2000, el CENAM trabajo en colaboración técnica con el PTB para caracterizar estos resistores planos en conjunto con los PMJTCs, los resultados se muestran en este documento.

CONSTRUCCION DE LOS RESISTORES PLANOS

Dos nuevos resistores fueron construidos para ser utilizados en el intervalo de 100 V a 1000 V. El primero con un valor de 30 k Ω y el segundo con un valor de 124 k Ω . A estos intervalos de tensión la potencia disipada es de 1 W a 10 W, para evitar que el calor generado por la disipación de esta potencia afecte el valor del resistor, es necesario llevar de manera rápida el calor al exterior. Un diseño especial del contenedor fue diseñado para cumplir con ese objetivo.

Tanto el contenedor como los resistores planos son un diseño del Dr. Manfred Klonz del PTB, del Dr. Héctor Laiz del INTI y del Dr. E. Kessler del IPHT¹. Una película de NiCrSi es depositada sobre un sustrato de AlN, de dimensiones: 100 mm x 100 mm x 5 mm, el sustrato es colocado de manera axial en un cilindro de latón, cuyos extremos laterales están sellados con radiadores, que a su vez están en contacto directo con el sustrato.

El material del sustrato: AlN, fue elegido por su alta conductividad térmica (140 Wm⁻¹K⁻¹). Esta característica permite conducir fácilmente el calor generado por el resistor hacia los disipadores que lo llevan al exterior. El material empleado para llevar a cabo la deposición del resistor fue NiCrSi, material que también es usado para construir el elemento calefactor de los PMJTC, debido a su bajo coeficiente térmico. La estructura del resistor fue depositada en forma de meandro, para eliminar efectos capacitivos (Fig. 4 y 5) [3]

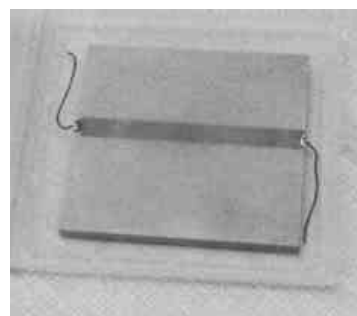


Fig. 4 Resistor de tipo planar empleado para la construcción de divisores resistivos para tensiones mayores a 100 V

A tensiones mayores a 100 V, los campos eléctricos producidos entre el resistor plano y el contenedor del resistor, aumentan considerablemente el valor de la diferencia c.a. - c.c. Para minimizar estos efectos, se introdujo una pantalla de blindaje dentro del contenedor.

La pantalla de blindaje está hecha igualmente de latón y cubierta con una baño de oro. Para minimizar los efectos del campo eléctrico se ajusta la posición de la pantalla sobre el resistor, hasta lograr que las líneas equipotenciales sean perpendiculares al resistor y por lo tanto los campos eléctricos paralelos a éste. Cuando esto sucede no hay corrientes de fuga entre el resistor y el contenedor, ni entre el resistor y el blindaje, por lo que los efectos causados por las corrientes de fuga cuando no estaba presente la pantalla se ven minimizados.

La figura 5 muestra el diseño del resistor plano antes de insertar el blindaje.

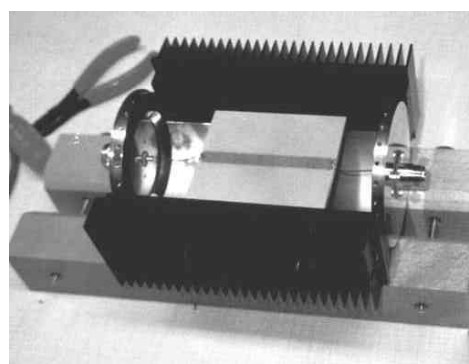


Fig. 5 Resistor plano para tensiones mayores a 100 V

¹ Institut für Hochtechnologie. Jena, Germany

RESULTADOS

Para obtener el valor de diferencia c.a.-c.c. de un termoconvertidor de tensión desconocido, éste debe ser calibrado contra un termoconvertidor conocido, usando un plano de referencia bien definido, comúnmente el centro de un conector "T".

Para calibrar el nuevo conjunto, Resistor plano + PMJTCs, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

Primero fue calibrado el conjunto PMJTC + Resistor plano sin blindaje, contra el patrón de 1000 V del PTB. Se conoce que el patrón del PTB tiene respuesta independiente del nivel de tensión. Del resultado de esta calibración puede verse que el conjunto PMJTC + Resistor plano es también independiente del nivel de tensión, pero con un valor de diferencia c.a.-c.c muy alto, particularmente para el resistor de 1000 V. (Fig.7a)

El segundo paso en el proceso de calibración es introducir la pantalla de blindaje y calibrar nuevamente en los mismos puntos.

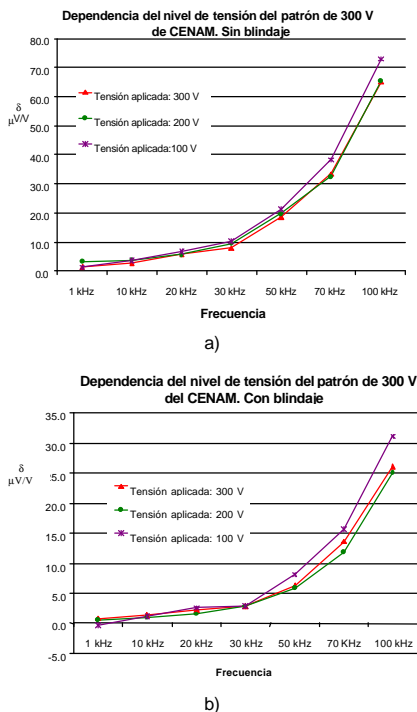


Fig. 6 Dependencia del nivel de tensión del conjunto PMJTC + resistor plano, para el patrón de 300 V. a) sin pantalla de blindaje y (b) con pantalla de blindaje.

Las gráficas de la figura 6 b) y 7 b) muestran los resultados después de varios ajustes de la posición del blindaje sobre el resistor. Se aprecia que la diferencia c.a.-c.c. fue reducida, en el caso del patrón de 300 V, de 70 μV/ V a 30 μV/V y en el caso del

patrón de 1000 V de 1500 μV/ V a - 40 μV/ V, ambos valores para la frecuencia de 100 kHz

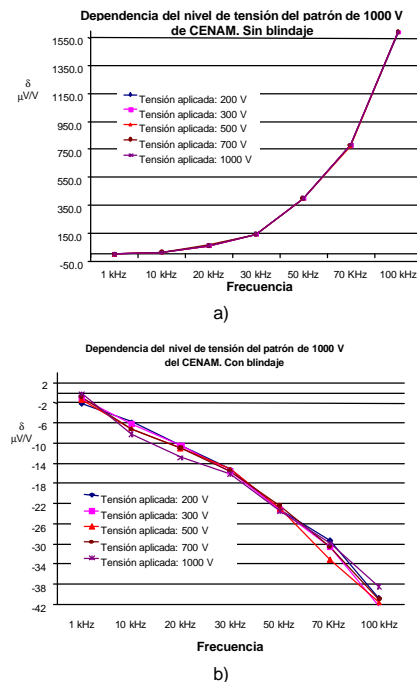


Fig. 7 Dependencia del nivel de tensión del conjunto PMJTC + resistor plano, para el patrón de 1000 V (a) sin pantalla de blindaje y (b) con pantalla de blindaje.

Después de los ajustes para encontrar la posición óptima de la pantalla de blindaje dentro del contenedor, ésta fue adherida con silicón. Mediciones posteriores a su fijación muestran que el efecto del silicón es despreciable. La figura 8 muestra el resistor plano con pantalla de blindaje.

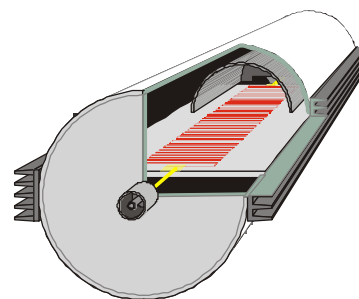
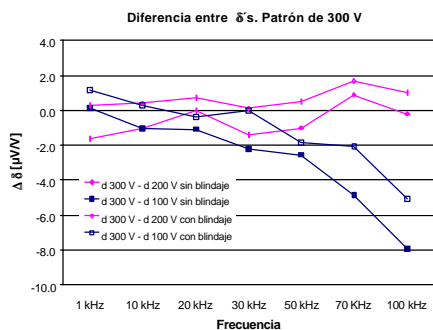
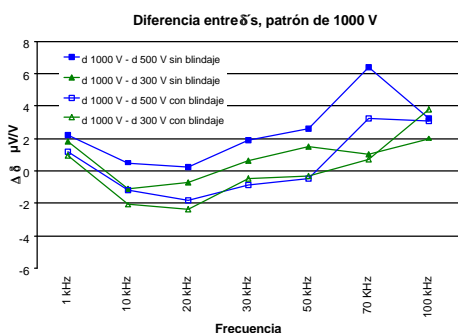


Fig. 8 Divisor resistivo con pantalla de blindaje.

Finalmente se analizaron los efectos de la introducción del blindaje en la dependencia del nivel de tensión. Se comparó la diferencia entre los valores de diferencia c.a.-c.c. para diferentes niveles de tensión aplicado, sin blindaje y la diferencia entre los diferentes niveles de tensión aplicado, con blindaje. De la figura 9 puede apreciarse que las diferencias encontradas de la dependencia del nivel de tensión con y sin blindaje son menores a $5 \mu\text{V/V}$.



a)



b)

Fig. 9 Diferencia entre δ (diferencia c.a.-c.c.) a diferentes niveles de tensión, con y sin blindaje. a) Patrón de 300 V, b) Patrón de 1000 V.

CONCLUSIONES

El valor de diferencia c.a. - c.c, casi constante, obtenido al aplicar diferentes niveles de tensión a los nuevos patrones de 300 V y 1000 V, corroboran el bajo coeficiente térmico de los nuevos resistores planos diseñados por el PTB-IPHT,

La introducción de la pantalla de blindaje al resistor no tiene ningún efecto nocivo en la dependencia del nivel de tensión, todo lo contrario, mejora considerablemente la respuesta en frecuencia del conjunto PMJTC + Resistor plano, decreciendo considerablemente el valor de la diferencia c.a. para frecuencias de 100 kHz y reditúa un valor muy cercano a cero para frecuencias entre 40 Hz y 1 kHz.

Basados en los resultados obtenidos de la calibración de estos dos nuevos resistores planos, se conoce su independencia del nivel de tensión, por lo que el patrón de 300 V puede ser también empleado para verificar los valores de los patrones de 100 V y 50 V.

AGRADECIMIENTOS.

El CENAM agradece la asesoría y todas las facilidades para el uso de sus instalaciones al personal del laboratorio 2.32 AC/DC Transfer, del PTB de Braunschweig, particularmente al Dr. Manfred Klonz por todas sus atenciones y por su colaboración con el laboratorio de tensión e intensidad de corriente alterna del CENAM desde 1998.

REFERENCIAS

- [1] M. Klonz, H. Laiz and E. Kessler, "Development of Thin Film Multijunction Thermal Converters in PTB/IPHT," Symposium on Microtechnology in metrology and metrology in Microsystems August 2000. The Netherlands, pp 7-11.
- [2] J.P.M. de Vreede, "CCE Intercomparison of ac-dc transfer standards," IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol. 42 April 1993, pp 99 -108.
- [3] M.Klonz, T. Spiegel, H. Laiz, "A 1000 V Resistor for AC-DC Voltage Transfer," IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol. 48 No. 2 April 1999, pp 404 - 407.