Instituto Nacional de Tecnología Industrial
INTI

Centro de Investigación y Desarrollo en Física
CEFIS

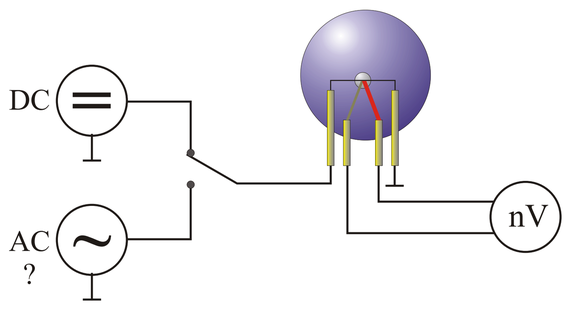
JORNADAS DE DESARROLLO E INNOVACION
OCTUBRE 2000

Instrumentación, Control y Metrología
Precompetitivo
Desarrollo Tecnológico

Nuevo sistema de transferencia AC-DC basado en Termoconversores de Film Delgado

H. Laiz[1], J.L. Prego
[1]Subgerencia de Laboratorios de Referencia
laiz@inti.gov.ar

El método más exacto para medir una tensión alterna desconocida consiste en comparar el efecto térmico por ella producido con el de una tensión continua conocida. Para realizar esta comparación, denominada transferencia ac-dc, se utilizan termoconversores en los cuales una o más termocuplas miden la elevación de temperatura producida por la alterna y la continua sobre una resistencia.



SJTC

diferencia ac-dc en tensión $\delta = \frac{U_{iac} - U_{idc}}{U_{idc}}$ cuando $U_{0ac} = U_{0dc}$

El nuevo sistema de transferencia ac-dc desarrollado en INTI está compuesto por una combinación de termoconversores de simple juntura, SJTC, y de termoconversores multijuntura de película delgada, (PMJTC) (ver Fig. 2).

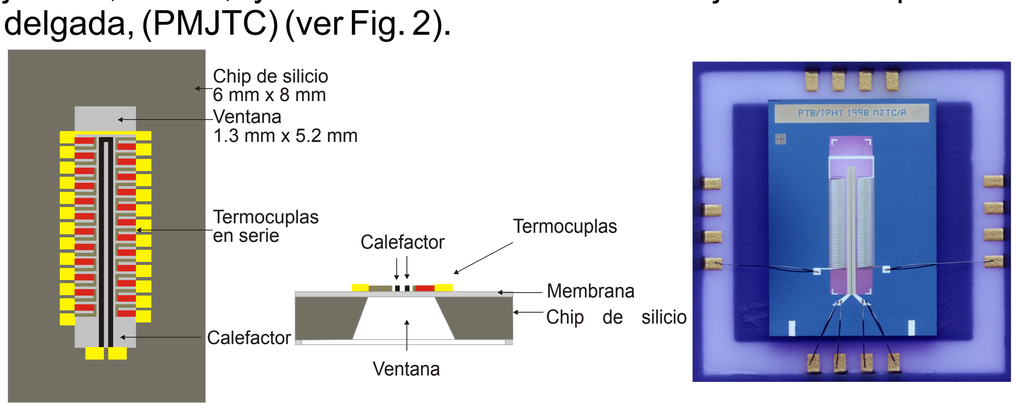


Figura 2. Termoconversor Multijuntura de film delgado

La alta sensibilidad de los PMJTCs permite realizar grandes escalones en el proceso de step-up lo que lleva a una sistema sobre-determinado. De este modo se pueden chequear las hipótesis asumidas en el proceso de step-up y obtener una evaluación objetiva de las incertidumbres.

Conjunto base

A 1,5 V 4 PMJTC forman la base del sistema. Sus diferencias ac-dc y las correspondientes incertidumbres son establecidas de tres modos diferentes dependiendo de la frecuencia. A frecuencias menores a 100 Hz son calibrados contra un PMJTC de baja frecuencia con diferencias ac-dc despreciables. Entre 100 Hz y 20 kHz el valor medio de las diferencias ac-dc de los cuatro termoconversores es supuesto como cero y las diferencias ac-dc individuales son calculadas por cuadrados mínimos. A frecuencias superiores a 20 kHz se toman los valores asignados en calibraciones realizadas en el PTB, pero las comparaciones entre ellos y el cálculo por cuadrados mínimos se realiza del mismo modo para permitir la determinación de las incertidumbres asociadas a la medición.

PMJTC - de baja frecuencia

A baja frecuencia las diferencias AC-DC de los termoconversores son causadas por las no linealidades en los mecanismos de transporte del calor y de la conversión termoeléctrica. Se diseñó un nuevo dispositivo con un circuito interno de compensación que eliminan este efecto y con el cual se reduce la incertidumbre en la determinación de la diferencia AC-DC a 0,3 μV / V a 10 Hz. Al reducirse la diferencia ac-dc y eliminarse su correspondiente dependencia con la potencia de entrada se reduce la incertidumbre en el proceso de step-up. [fig. 3] [1,2]

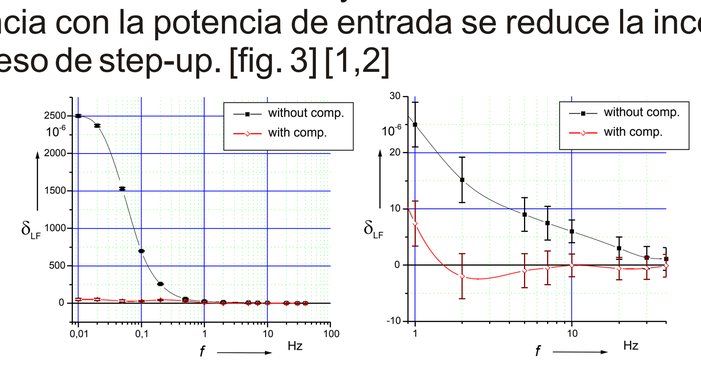


Figura 3. Diferencia de transferencia ac-dc a baja frecuencia δ_{LF} de PMJTC con optima compensación

Proceso de step-up

Tensiones hasta 250 V

A tensiones mayores se utiliza básicamente la misma idea. Para frecuencias inferiores a 100 Hz un LF-PMJTC con resistor de rango es usado como referencia. A frecuencias mayores se construye un sistema de comparación en el cual se usan como referencia dos o más termoconversores que han sido calibrados a niveles inferiores de tensión. Este sistema redundante permite determinar objetivamente las incertidumbres asociadas a cada patrón. [3]

Tensiones mayores a 250 V

Un resistor de film delgado de diseño plano en conjunto con un PMJTC es usado como patrón hasta 1000 V. El mismo es calibrado a 250 V y no tiene dependencia con la tensión de entrada apreciable [4]. Otros dos patrones son usados para calcular la incertidumbre de la comparación a estos niveles de tensión.

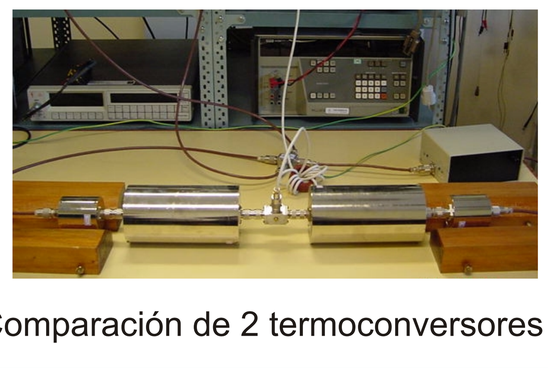
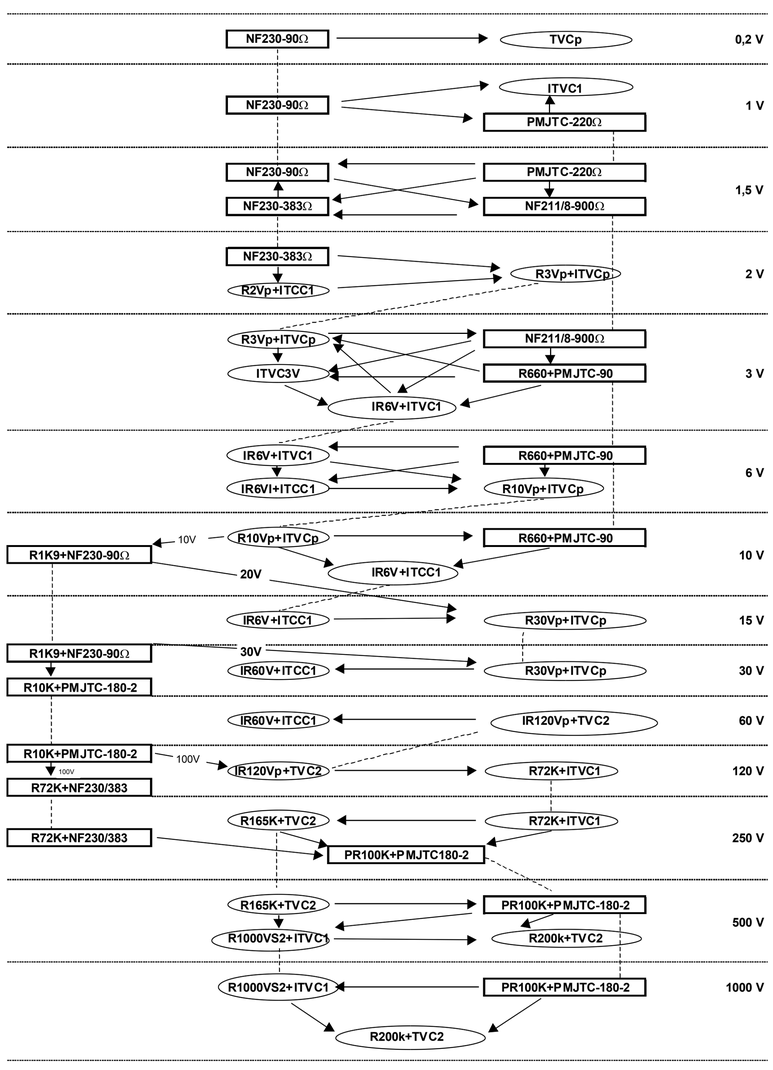


Figura 4. Comparación de 2 termoconversores de 1000 V.



Conclusiones

Con el nuevo sistema de transferencia ac-dc desarrollado en el INTI se ha reducido la incertidumbre a los valores presentados en la tabla 1. Esto permite reducir la incertidumbre en las mediciones de tensión, corriente, potencia y energía alterna.

TABLA 2: Incertidumbre estándar de la diferencia ac-dc de los patrones del INTI

Tension en V	Patrón	Frecuencia en kHz														
		0.01	0.02	0.03	0.04	0.5	1	10	20	50	70	100	200	500	700	1000
0.2	PMJTC-90ohm	2	2	2	2	2	2	2	2	4	6	7	9	13	16	20
1.5	230-90ohm	2	2	1.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	2	3	5	7	11	15
	PMJTC-180ohm	2	2	1.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	2	3	5	7	11	15
	230-383ohm	2	2	1.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	2	3	5	7	11	15
	211/8-900ohm	2	2	1.5	1	0.5	0.5	0.5	1	1	2	3	5	7	11	15
3	211/8-900ohm	2	2	1.5	1	0.6	0.6	1	1.2	2.5	3	5	7	11	12	15
	R3Vp+ITVCp	3	2	2	1	1	1	1	2	3	3	5	7	11	12	15
	ITVC3V	3	2	2	1.5	1	1	1	2	3	3	5	7	11	12	15
	IR6V+ITVC1	3	2	2	2	1.5	1.5	1.5	2	3	4	6	8	13	15	20
	R660+PMJTC-90ohm	1.5	1.5	1.5	1	0.6	0.6	1	1.2	2.5	3	5	7	11	12	15
6	IR6V+ITVC1	4	2	2	1	1	1	2	2	3	5	7	10	15	17	20
	R660+PMJTC-90ohm	1.5	1.5	1.5	1	1	1	1.5	1.5	3	5	6	8	12	15	17
	IR6VI+ITCC1	4	2	2	1	1	1	2	2	3	5	7	10	15	17	20
	R10Vp+TVCp	3	2	1.5	1	1	1	1.5	1.5	3	5	6	8	12	15	17
10	R660+PMJTC-90ohm	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	4	6	7	8	13	16	19
	R10Vp+TVCp	3	2.5	2	1.5	1.5	1.5	2	2	4	6	7	8	13	16	19
	IR6V+ITCC1	4	3	2	2	2	2	2	2	4	6	8	10	15	17	20
	R1k9+230-90ohm	3	2.5	2	1.5	1.5	1.5	2	2	4	6	7	8	13	16	19
20	R1k9+230-90ohm	4	3	3	2	2	2	3	3	5	7	8	9	14	18	22
	R10k+180-2	4	3	3	2	2	2	3	3	5	7	8				
30	R30Vp+TVCp	4	3	3	2	2	2	3	3	5	7	8				
60	IR60V+ITVC1	8	5	4	3	3	3	4	4	6	8	9				
100	R10k+180-2	6	5	4	4	4	4	5	5	7	9	10				
120	IR120V+TVC2	10	6	5	4	4	4	5	5	7	9	10				
300	R72k+ITVC1	12	7	6	5	5	5	5	6	8	10	12				
	R72k+230-383	7	6	6	5	5	5	5	6	8	10	12				
	PR100k+180-2	7	6	6	5	5	5	5	6	8	10	12				
500	R1000Vs2+ITVC1	13	7	6	6	6	6	8	8	8	12	15				
	R200k+TVC2	13	7	6	6	6	6	8	8	8	12	15				
	PR100k+180-2	8	7	6	6	6	6	6	7	9	11	14				
700	PR100k+180-2	9	8	7	6	6	6	7	8	10	12	16				
1000	R1000Vs2+ITVC1	13	8	7	7	7	7	10	12	17	20	25				
	R200k+TVC2	13	8	7	7	7	7	10	12	17	20	25				
	PR100k+180-2	10	8	7	7	7	7	8	10	12	15	20				
	PMTCs															

Referencias

[1] H. Laiz, "Low Frequency Behaviour of Thin-Film Multijunction Thermal Converters," Tesis, TU Braunschweig, PTB-E-63, 1999.
[2] H. Laiz, M. Klonz, "A Simulation Tool for the AC-DC Transfer Difference of Thermal Converters at Low Frequencies," *IEEE Trans. Instr. Meas.*, vol 48, pp. 1155-1160, 1999.
[3] M. Klonz, H. Laiz, "New Ac-dc Transfer Step-Up Calibration and Uncertainty Calculation in PTB and INTI," *Digest Conf. Prec. Electromagnetic Meas. CPEM´2000*, 12-19 May 2000, Sydney, Australia, pp. 490-491
[4] M. Klonz, T. Spiegel, H. Laiz, E. Kessler, "A 1000-V Resistor for AC-DC transfer," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 48, No.2., April 1999.