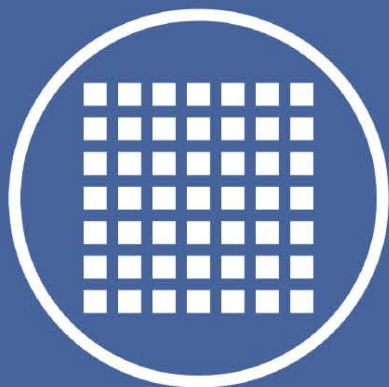


Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Centro de Desarrollo e Investigación
en Física y Metrología



INTI



Procedimiento específico: PEC12

CALIBRACIÓN DE TERMÓMETROS DIGITALES POR COMPARACIÓN CON TERMOCUPLAS

Revisión: Abril 2015

Este documento se ha elaborado con recursos del Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

PEC12 Lista de enmiendas: Abril 2015

[illegible]

PEC12 Índice: Abril 2015

NOMBRE DEL CAPÍTULO	REVISIÓN
Página titular	Abril 2015
Lista de enmiendas	Abril 2015
Índice	Abril 2015
Calibración de termómetros digitales por comparación con termocuplas	Abril 2015

PREPARADO POR

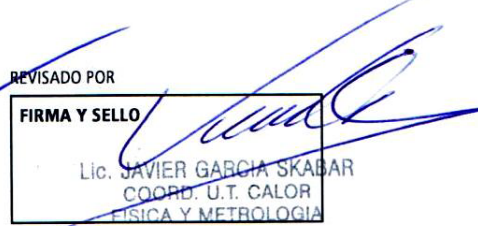
FIRMA Y SELLO



TCC. MARIANO LISTE
U. T. CALOR
FISICA Y METROLOGIA
INTI

REVISADO POR

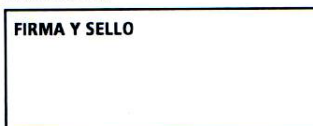
FIRMA Y SELLO



Lic. JAVIER GARCIA SKABAR
COORD. U.T. CALOR
FISICA Y METROLOGIA
INTI


REVISADO POR

FIRMA Y SELLO



REVISADO POR

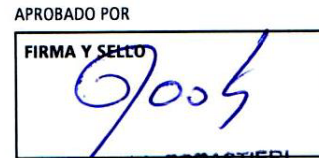
FIRMA Y SELLO



ING. PATRICIA VARELA
COORD. CALIDAD Y ADMINISTRACION
INTI - FISICA Y METROLOGIA

APROBADO POR

FIRMA Y SELLO



Ing. JUAN A. FORASTIERI
DIRECTOR TECNICO
INTI - FISICA Y METROLOGIA

PEC12 : Abril 2015

1. Objetivo

Determinar la corrección a aplicar a la indicación del instrumento en valores seleccionados previamente (tres como mínimo).

2. Alcance

Establecer los métodos para la calibración de termómetros con indicadores digitales o analógicos, en el rango comprendido entre 0°C y 1100°C, que cumplan con las siguientes características:

- De inmersión.
- De longitud mínima 40 cm y diámetro máximo 8 mm.

3. Definiciones y abreviaturas

Medición: Se considerará así a un grupo de cuatro barridas o lecturas de cada canal o instrumento a medir.

4. Instrumentos de referencia

- 4.1. Termocuplas patrones de platino/platino 10% rodio con junta fría en 0°C, rango de trabajo 0°C a 1100°C. Identificadas como 2CEFIS00 y 1INTI92.
- 4.2. Nanovoltímetro digital (multímetro) marca Hewlett Packard, modelo HP 34420A, números de serie US36002178 y US36001616, rango de trabajo: 0mV a 100mV, exactitud de 0,00001mV.
- 4.3. Scanner marca Keithley, modelo 705, con plaqueta marca keithley, modelo 7059.
- 4.4. Computadora personal.
- 4.5. Horno calibrador marca AΣΛ, modelo B1100.
- 4.6. Horno calibrador Heraeus, modelo Rok/f.4/60.
- 4.7. Bloques ecualizadores de plata, cobre niquelado, acero inoxidable.

5. Documentación de referencia

NIST Monograph 175 (ITS90).

6. Responsabilidades

6.1. Del Coordinador de la Unidad Técnica Calor

Supervisar la realización de las calibraciones. Verificar que se cumplan los procedimientos y revisar los resultados.

6.2. Del personal del laboratorio

Realizar las calibraciones aplicando el presente procedimiento. Procesar los datos correspondientes y emitir el certificado.

7. Calibración

Al efectuar la calibración se deben tener en cuenta las siguientes condiciones:

- 7.1. Se introducirá un bloque ecualizador en el horno de calibración a utilizar (a criterio del personal técnico del laboratorio, en función de la exactitud, rango y características de la calibración). En el bloque, instalado en el centro del horno, se insertan las termocuplas patrones y el sensor del instrumento a calibrar a la misma profundidad.
- 7.2. Se colocan las juntas frías de las termocuplas patrón en baño de hielo, realizado según PEC01.
- 7.3. Se selecciona, utilizando el controlador del horno, la temperatura máxima de calibración.
- 7.4. Para la calibración se utiliza el programa CALITER, que se inicia ingresando todos los datos allí solicitados.
- 7.5. Una vez estabilizada la temperatura del horno, se selecciona la función “medir” del programa CALITER. Se realizan por lo menos dos mediciones que son aceptadas para archivar o no a criterio del personal técnico y en función de las desviaciones estándar de la temperatura del horno en relación a la exactitud requerida en la calibración.

PEC12 : Abril 2015

7.6. Una vez concluida la calibración en la temperatura en que se encuentra estable el horno se procede a disminuir su temperatura hasta el siguiente valor de calibración solicitado.

7.7. Se repiten los ítems 7.5. y 7.6. hasta llegar al valor mínimo de temperatura a calibrar.

7.8. Se repite lo indicado en los ítems 7.4. a 7.7.

7.9. Los datos ingresados, valores medidos y resultados de los cálculos realizados por el programa, se almacenan en tres archivos:

A. “__ent” contiene información acerca del instrumento a calibrar, los patrones utilizados y los canales en los que se encuentran conectados.

B. “__.gra” contiene los resultados de cada medición.

C. “__.gra” contiene todos los datos obtenidos durante la calibración.

8. Cálculos

Se obtendrán del archivo “__.gra” o “__.sal” los promedios para cada valor de calibración solicitado.

9. Incertidumbre de medición

La corrección (C_x) del termómetro es:

$$C_x = T_r + \delta 1 + \delta 2 + \delta 3 + \delta 4 + \delta 5 - T_x + \delta 6 + \delta 7$$

Y su incertidumbre ($U(C_x)$) para cada valor obtenido en 8.1 será estimada de acuerdo al siguiente balance:

Fuente de incertidumbre	Símb	Valor estimado	Tipo	Dis	Intervalo (\pm)	Fac	u_i	n_i	c_i	$(c_i u_i)^2$	W-S	%
Temperatura calculada (fem medida)	tr	99,95 °C	A1	N	°C		- °C	32	1	0,0E+00	0E+00	0,0%
estadística	$\delta 1$	0 °C	A1	N	°C	0,0	0,070 °C	32	1	4,9E-03	8E-07	13,7%
Calibración de la referencia	$\delta 2$	0 °C	BN	N	0,30 °C	2,0	1,50E-01 °C	50	1	2,3E-02	1E-05	63,1%
Inhomogeneidad del horno	$\delta 3$	0 °C	BR	R	0,10 °C	1,7	5,77E-02 °C	50	1	3,3E-03	2E-07	9,3%
linealidad multimetro (patron)	$\delta 4$	0 mV	BR	R	9,0E-09 mV	1,7	5,20E-09 mV	50	100	2,7E-13	1E-27	0,0%
resolucion multimetro (patron)	$\delta 5$	0 mV	BR	R	5,0E-06 mV	1,7	2,89E-06 mV	50	100	8,3E-08	1E-16	0,0%
Temperatura indicada por el termometro	T_x	100 °C	A1	N	- °C	0,0	0,050 °C	16	1	2,5E-03	4E-07	7,0%
error por inmersion (patron)repetibilidad del te	$\delta 6$	0 °C	A1	N	- °C	0,0	0,040 °C	16	1	1,6E-03	2E-07	4,5%
resolucion del termometro	$\delta 7$	0 °C	BR	R	5,0E-02 °C	1,7	2,89E-02 °C	50	1	8,3E-04	1E-08	2,3%
Corrección del termómetro	C_x	-0,1 °C		N	0,4 °C	2,0	0,189 °C	33				100%

$$C_x = (-0,1 \pm 0,4) ^\circ\text{C}$$

donde:

C_x es la corrección a aplicar para la temperatura indicada por el termómetro a calibrar

T_r es la temperatura calculada para la fem medida por las termocuplas patrones, su incertidumbre $U(T_r)$ es cero.

$\delta 1$ es la corrección de la temperatura debida a la dispersión estadística de los valores medidos, su incertidumbre $U(\delta 1)$ se obtiene del promedio de las dispersiones de los valores medidos.

$\delta 2$ es la corrección de la temperatura debida a la calibración de los termómetros patrones, su incertidumbre $U(\delta 2)$ es la incertidumbre informada en el certificado de calibración.

$\delta 3$ es la corrección de la temperatura debida a la Inhomogeneidad de la temperatura del horno, su incertidumbre $U(\delta 3)$ se evalúa con las especificaciones del fabricante o con la caracterización del horno utilizado.

PEC12 : Abril 2015

$\delta 4$ es la corrección de la temperatura debida a la resolución del voltímetro para los termómetros patrones, su incertidumbre $U(\delta 4)$ se considera $\frac{1}{2}$ dígito de la resolución del voltímetro.

$\delta 5$ es la corrección de la temperatura debida a la exactitud del voltímetro para los termómetros patrones, su incertidumbre $U(\delta 5)$ se evalúa con las especificaciones del fabricante.

T_x es el promedio de las temperaturas indicadas por el termómetro (obtenidas en 8.1 su incertidumbre $U(T_x)$ se obtiene del promedio de las dispersiones de los valores medidos.

$\delta 6$ es la corrección de la temperatura debida a la reproducibilidad del termómetro, su incertidumbre $U(\delta 6)$ se obtiene de la desviación estándar de los valores medidos.

$\delta 7$ es la corrección de la temperatura debida a la resolución del termómetro, su incertidumbre $U(\delta 7)$ se evalúa de igual forma que $U(\delta 4)$.

10. Confección del certificado de calibración

Además de lo indicado en el capítulo 9 del MC, en el certificado de calibración se informa:

10.1. Una breve descripción del método de calibración utilizado.

10.2. Una tabla con los valores de corrección para las temperaturas de calibración solicitadas y sus respectivas incertidumbres.

11. Registro de la calidad

Se conservan registros manuscritos de las observaciones originales, copia de los certificados emitidos, como así también copia de la orden de trabajo, salida de elementos y demás documentación relacionada, de acuerdo con el Manual de la Calidad del INTI - Física y Metrología, capítulo 11.

12. Apéndices y anexos

No Aplica.