

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

PIROMETROS OPTICOS DEL TIPO DE DESAPARICION DEL FILAMENTO [OIML R 18: 1989, IDT]

Visual disappearing filament pyrometers

REPRODUCCION PROHIBIDA

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta norma:

- Ha sido elaborada por la Oficina Nacional de Normalización.
- Es idéntica a la Norma Internacional OIML R 18 Visual disappearing filament pyrometers, edición 1989.
- Las referencias normativas que aparecen en el texto con respecto a la norma OIML se sustituyen por las relativas a las normas cubanas que correspondan con dichas normas, en los casos en que éstas existan.

© NC, 2002

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

**Oficina Nacional de Normalización (NC).
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

Impreso en Cuba

PIROMETROS OPTICOS DEL TIPO DE DESAPARICION DEL FILAMENTO

Capítulo I

Generalidades

1. Alcance

1.1 La presente Recomendación se aplica a los pirómetros y micropirómetros ópticos¹ para la medición de la temperatura de radiación de los cuerpos en las partes visibles e infrarroja del espectro según el principio del filamento que desaparece². La medición de la temperatura en la parte infrarroja del espectro se efectúa usando pirómetros que tengan un ocular con convertidor de imagen.

1.2 El objetivo de la Recomendación es asegurar las condiciones siguientes:

1.2.1 Todos los pirómetros que tengan la misma longitud de onda efectiva darán la misma indicación (dentro de los límites de los errores máximos permisibles) cuando miden la misma temperatura de un mismo cuerpo, independientemente de que éste sea o no un cuerpo negro.

1.2.2 Los pirómetros se calibran y verifican dentro del intervalo de temperaturas desde 400 °C hasta 6 000 °C, con la exactitud especificada más abajo.

1.3 La Recomendación establece para estos instrumentos:

- las unidades de medición de la temperatura autorizadas,
- las características técnicas generales,
- los principales parámetros que caracterizan las cualidades metrológicas,
- los métodos básicos a utilizar para asegurar la uniformidad de la calibración y de la verificación

¹ De aquí en lo adelante, "pirómetros", salvo cuando deba hacerse una distinción.

² La presente Recomendación se aplica también a los pirómetros ópticos con prisma gris, si las condiciones físicas son apropiadas

Capítulo II

**Unidades de medida
Características técnicas, características metrológicas****2. Unidades de medida**

2.1 Los pirómetros estarán graduados según la Escala Internacional (Práctica) de Temperatura³.

La temperatura se expresará:

- en grados Celsius, °C
- o, en Kelvin, K,

y designarse por t o T, respectivamente.

2.2 Se admiten pirómetros sin indicación directa de la temperatura si la correspondencia entre la intensidad de la corriente que alimenta la lámpara pirométrica y la temperatura es conocida.

3. Características técnicas

3.1 Los pirómetros tendrán incorporados:

- todos los componentes ópticos necesarios: objetivo, ocular...,
- una lámpara pirométrica con su sistema de alimentación eléctrica y los dispositivos de ajuste y medición de la corriente que la recorre. No es necesario que el sistema de alimentación y los dispositivos de ajuste y medición formen parte integrante del pirómetro
- un dispositivo de absorción diseñado para atenuar la radiación aparente de los cuerpos examinados cuyas temperaturas son superiores a 1 400 °C ó 1 225 °C (ver también apartado 4.3).
- un filtro rojo para los pirómetros que operan en la parte visible del espectro, o un convertidor de imagen infrarroja con filtro para los pirómetros que operan en la parte infrarroja del espectro, o ambos inclusive

3.1.1 La longitud de onda efectiva de los pirómetros con filtro rojo incorporado debe ser $(0,655 \pm 0,1) \mu\text{m}$.

3.1.2 Además del filtro rojo, se permite la utilización de otro filtro selectivo cuya longitud de onda efectiva sea conocida.

3.1.3 La longitud de onda efectiva de los pirómetros con convertidor de imagen infrarroja debe ser $(1,00 \pm 0,1) \mu\text{m}$.

Se permite la utilización de este tipo de pirómetros con otro valor de la longitud de onda efectiva siempre que ésta sea indicada

³ En el momento que fue impresa esta Recomendación la escala vigente era la EPIT-68 la cual deberá ser sustituida posteriormente por la EIT 90.

3.1.4 Los dispositivos de absorción en los pirómetros cuya longitud de onda efectiva está conforme con el apartado 3.1.1 deben ser tales que el valor de atenuación pirométrico A^4 sea constante dentro de los límites de $\pm 1,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

3.1.5 Los micropirómetros deben ser capaces de medir la temperatura de los objetos con dimensiones⁵ del orden de $100 \mu\text{m}$ y menos.

3.1.6 El filamento de una lámpara pirométrica será de forma tal que la parte del filamento a utilizar este exactamente definida: si el filamento es rectilíneo, la parte del filamento a utilizar estará indicada claramente.

3.2 El dispositivo indicador de un pirómetro puede tener una, dos o varias escalas.

3.2.1 Las escalas deben tener el símbolo de la unidad utilizada ($^{\circ}\text{C}$ ó K) y la indicación del rango de medición del instrumento para la escala en cuestión.

3.2.2 Un mismo instrumento no debe tener simultáneamente escalas graduadas, una en grados Celsius y otras en Kelvin.

3.2.3 El dispositivo indicador puede tener una escala de temperatura real para un material determinado. Esta escala debe diferenciarse de las escalas de las temperaturas de radiación por la escritura de las cifras o por el color de las marcas de escala y las cifras.

⁴ El valor de atenuación pirométrico, A , se define como la solución del siguiente par de ecuaciones simultáneas:

$$A = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \quad \text{y} \quad \int_0^{\infty} \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \tau'_\lambda \tau_\lambda Y_\lambda d\lambda = \int_0^{\infty} \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T_0}} \tau_\lambda Y_\lambda d\lambda$$

donde:

T = la temperatura de radiación real de un cuerpo

T_0 = la temperatura de radiación aparente de un cuerpo

τ'_λ = la transmitancia del filtro rojo

τ_λ = la transmitancia del dispositivo de abso

Y = la eficiencia de la radiación espectral

λ = la longitud de onda

C_2 = la segunda constante de radiación

⁵ La "dimensión del objeto" es la mínima dimensión lineal que caracteriza el objeto, por ejemplo, el ancho de una cinta, diámetro de un círculo, el eje pequeño de una elipse, etc.

4. Características metrológicas

4.1 Los pirómetros se dividen en dos clases de exactitud: exactitud común y alta exactitud.

4.2 Las cualidades metrológicas de los pirómetros se caracterizan por:

- error de sesgo⁶
- error de repetibilidad⁷

4.3 Los errores de sesgo y de repetibilidad de los pirómetros en uso, en las condiciones de funcionamiento, no deben exceder los valores máximos permisibles indicados en la Tabla siguiente:

Clase de exactitud	Rango de medición ⁽¹⁾ (°C)	Error de sesgo máximo permisible	Error de repetibilidad máximo permisible
		Como % del límite superior del rango de medición	
Exactitud común	400 – 800	± 1,5	1
	800 – 1 400	± 1,5	1
	1 400 – 2 000	± 1,5	1
	2 000 – 3 200	± 2,5	2
	3 200 – 6 000	± 4,0	3
Alta exactitud	400 – 800	± 1,0	0,5
	800 – 1 400	± 0,6	0,25
	1 400 – 2 000	± 0,6	0,25
	2 000 – 3 200	± 1,2	0,5
	3 200 – 6 000	± 2,0	1,0

⁽¹⁾ El límite de 1 400 °C puede sustituirse por cualquier valor entre 1 225 °C y 1 400 °C.

Los instrumentos de medición eléctricos deben ser operados bajo sus condiciones de funcionamiento.

Las condiciones de funcionamiento son:

- temperatura ambiente: (20±5) °C
- humedad relativa (65±15) %
- ausencia de campos magnéticos externos, excepto el campo terrestre.

Los errores de sesgo y de repetibilidad de los instrumentos de medición eléctricos se incluyen en los valores anteriormente señalados para el pirómetro completo.

⁶ El error de sesgo se calcula como la diferencia entre la media de 5 mediciones de la misma temperatura de radiación y el valor convencionalmente verdadero de esta temperatura de radiación

⁷ El error de repetibilidad se calcula como la diferencia entre la indicación máxima y mínima del instrumento en una serie de 5 mediciones de la misma temperatura del mismo cuerpo.

4.4 La variación de las indicaciones debida a las variaciones de la temperatura ambiental dentro de los límites de la temperatura de funcionamiento desde 0 °C hasta + 40 °C , no debe exceder la mitad del valor absoluto del error de sesgo permisible, para cada variación de 10 °C de la temperatura del aire.

4.5 Durante la medición de la temperatura de un objeto cuya dimensión es la mínima para el micropirómetro dado, el aumento del error no debe exceder la mitad del error de sesgo permisible.

4.6 Se admiten pirómetros cuyo límite inferior de medición en el espectro visible es de 700 °C (ó 650 °C), con la condición de que el error de sesgo en el rango de temperatura desde 700 °C hasta 800 °C (ó 650 °C a 800 °C) no exceda el 150 % (ó 200 %) del indicado para el rango desde 800 °C hasta 1 400 °C .

Capítulo III

Calibración de pirómetros

5. Método

5.1 La calibración de las escalas de bajas temperaturas “ t_0 ” de los pirómetros que funcionan en el espectro visible en el rango desde 700 (650) °C hasta 2 000 °C se efectuará por comparación directa con el instrumento patrón, o una lámpara termométrica patrón o un pirómetro patrón en combinación con una fuente apropiada (lámpara termométrica o cuerpo negro)

El error del instrumento patrón no debe exceder el valor máximo permisible indicado en la tabla siguiente:

Rango de medición (°C)	Errores máximos permisibles del instrumento patrón (°C)	
	Para pirómetros de exactitud común	Para pirómetros de alta exactitud
650 – 800	± 8,0	± 5,0
800 – 1 400	± 4,0	± 2,5
1 400 – 2 000	± 6,0	± 4,0

5.2 La calibración de las escalas de alta temperatura “ t ” de pirómetros que funcionan en el espectro visible por encima de los 2 000 °C se efectúa por:

- calibración directa de las escalas de bajas temperaturas “ t_0 ” como se indica arriba,
- utilización del valor A de atenuación pirométrica debido al dispositivo de absorción,
- utilización del término Δt que resulta de la divergencia entre las ecuaciones de Wien y de Planck para las altas temperaturas, dado el caso, y aplicando la fórmula:

$$\frac{1}{273 + t + \Delta t} = \frac{1}{273 + t_0} - A$$

que permite calcular el valor de la temperatura de radiación t representada por cierta marca de escala, en la escala de alta temperatura, como una función de la temperatura de radiación, t_0 , indicada por la marca de escala correspondiente en la escala de baja temperatura.

5.2.1 El valor A de atenuación pirométrica, se determina midiendo la temperatura de radiación aparente t_0^8 de un patrón cuya temperatura de radiación real t es conocida, y aplicando la fórmula:

$$A = \frac{1}{t_0 + 273} - \frac{1}{t + 273}$$

5.2.2 Los valores Δt se ofrecen en la Tabla siguiente; estos son los mismos para todos los pirómetros ópticos con filtro rojo cuya longitud de onda efectiva es la especificada en el apartado 3.1.1 de la presente Recomendación.

Temperatura t (°C)	Δt (°C)	Temperatura t (°C)	Δt (°C)
3 200	0	4 800	+ 15
3 400	0	5 000	+ 20
3 600	+ 5	5 200	+ 25
3 800	+ 5	5 400	+ 30
4 000	+ 5	5 600	+ 35
4 200	+ 5	5 800	+ 45
4 400	+ 10	6 000	+ 55
4 600	+ 10		

5.3 La calibración de las escalas de los pirómetros que funcionan en la parte infrarroja del espectro, en el intervalo desde 400 °C hasta 800 °C debe efectuarse por comparación con una fuente apropiada, por ejemplo un cuerpo negro o una lámpara termométrica patrón con filtro corrector⁹.

En vista de lo cual, una lámpara termométrica patrón con un filtro corrector debe calibrarse a la longitud de onda efectiva conforme al apartado 3.1.3.

⁸ La temperatura de radiación aparente t_0 de un cuerpo que está a la temperatura de radiación real t , es la temperatura a la cual ese cuerpo, cuando éste se observa a través de un pirómetro sin interposición del dispositivo de absorción, a una radiación igual a la radiación que presenta cuando, a la temperatura t , este se observa a través del mismo pirómetro con interposición del dispositivo de absorción

⁹ El filtro corrector garantiza la igualdad de la temperatura de radiación y de la temperatura de color de la fuente.

5.3.1 El error en la temperatura suministrada por el cuerpo negro o por la lámpara termométrica patrón con el filtro corrector no debe exceder la tercera parte del error máximo permisible de sesgo para el pirómetro, en el rango de temperatura considerado.

5.3.2 El filtro corrector, puede por ejemplo, tener una transmitancia (con una desviación típica del 2 %) correspondiente a los valores indicados en la siguiente tabla:

λ μm	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3
τ %	13	15	19	23	27	32	37	42	47	53	60

5.4 La calibración incluirá también el control de la estabilidad en el tiempo de las lámparas pirométricas, para garantizar que los errores máximos permisibles no se excederán durante el tiempo de utilización del pirómetro entre dos verificaciones sucesivas.

Capítulo IV

SUPERVISIÓN METROLÓGICA

6. Controles metrológicos

Cuando en un país, los pirómetros ópticos se someten a los controles metrológicos estatales, éstos deberán incluir, según la legislación interna de este país, todos o algunas de las operaciones siguientes:

6.1 Aprobación de modelo

6.1.1 Cada modelo de pirómetro de cada productor debe someterse al procedimiento de aprobación de modelo.

6.1.2 No se podrá modificar el modelo aprobado sin una autorización especial.

6.2 Verificación inicial

Los pirómetros nuevos, reparados o reajustados deben estar sujetos a la verificación inicial.

6.3 Verificaciones posteriores

Las verificaciones posteriores garantizarán que los pirómetros en uso conserven sus cualidades metrológicas obligatorias.

6.4 Los procedimientos y el período de validez de estos controles se establecen en las regulaciones nacionales.

7. Calibración y verificación

7.1 Los pirómetros ópticos deben ser calibrados y verificados según las especificaciones detalladas de conformidad con esta Recomendación.

7.2 Todos los instrumentos patrones (lámparas termométricas patrones o pirómetros patrones) utilizados para la calibración y verificación de pirómetros deben ser verificados como mínimo cada dos años.

7.3 Para garantizar la uniformidad de las mediciones de altas temperaturas, es necesario comparar sistemáticamente las diferentes lámparas termométricas patrones y pirómetros patrones.

8. Marcación y certificado

Los instrumentos que hayan pasado satisfactoriamente la verificación recibirán una marca de verificación o serán acompañados de un certificado.