

# Termómetro de Radiación, Infrarrojo

La accesibilidad y “practicidad” de los termómetros Infrarrojos ha llevado al incremento de su uso en aplicaciones de medición de temperaturas medias-bajas: tales como en el procesamiento, almacenaje y transportación de: alimentos, fármacos, mantenimiento industrial (en la detección de motores sobrecalentados, equipo defectuoso, ductos con fuga, detección de daños en paneles, etc.); en el sector médico, aplicado no sólo en hospitales sino también en el hogar.



Pero ¿sabemos cómo miden estos termómetros? ¿Qué representa la indicación que vemos desplegada en el indicador? ¿Por qué no coincide la indicación comparada con un termómetro de contacto? ¿Se pueden utilizar a cualquier distancia?

Todas estas cuestiones podemos aclarar si conocemos la forma en que funcionan estos equipos y así minimizar los errores al momento de realizar mediciones.

## *Apasionados por la Metrología*

*La Guía MetAs*, es el boletín electrónico de difusión periódica de MetAs & Metrologos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan: noticias de la metrología, artículos e información técnica; seleccionada por nuestros colaboradores, que deseamos compartir con Usted, colegas, usuarios, clientes, estudiantes, amigos y en fin, con todos aquellos interesados o relacionados con la metrología técnica e industrial.

Antonio Caso # 246. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: +52 (341) 4 13 61 23 multilínea  
E-mail: laguiametas@metas.mx. Web: www.metas.com.mx

### Servicios Metrológicos:

#### Laboratorios acreditados:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Acústica, Masa, Densidad, Volumen, Óptica, Mediciones Especiales y Tiempo & Frecuencia

#### Ingeniería:

Selección de Equipos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación y Mantenimiento

#### Gestión Metrológica:

Subcontratación de Servicios, Selección de Proveedores, Confirmación Metrológica

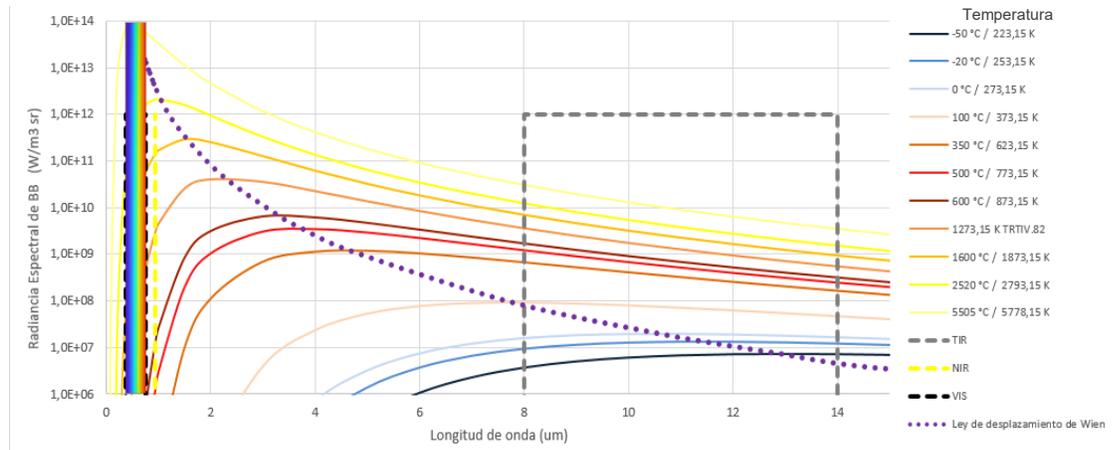
#### Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

## Radiación Térmica

Todos los objetos emiten radiación térmica (en forma de ondas electromagnéticas) cuando su temperatura está por encima del cero absoluto. La distribución y la intensidad de la radiación emitida por un objeto están determinadas en gran medida por la temperatura del objeto.

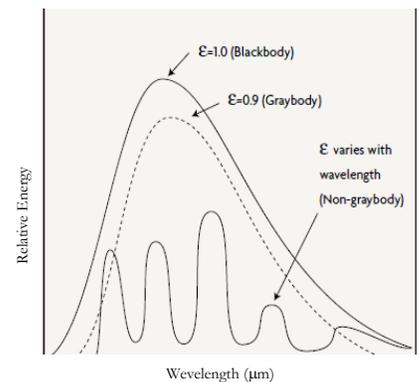
Cuanto mayor sea la energía emitida por el objeto, mayor será la temperatura.



El gráfico representa la distribución de la energía emitida por un cuerpo negro (Ley de Radiación de Planck), en la cual podemos observar que la radiación emitida varía con respecto a la longitud de onda. A medida que aumenta la temperatura, el índice de emisión aumenta y la longitud de onda máxima (Ley de desplazamiento de Wien) disminuye.

Toda la materia (cuerpos grises o cuerpos no negros) emite sólo una fracción de esta posible intensidad de radiación debida a su emisividad (propiedad de los objetos).

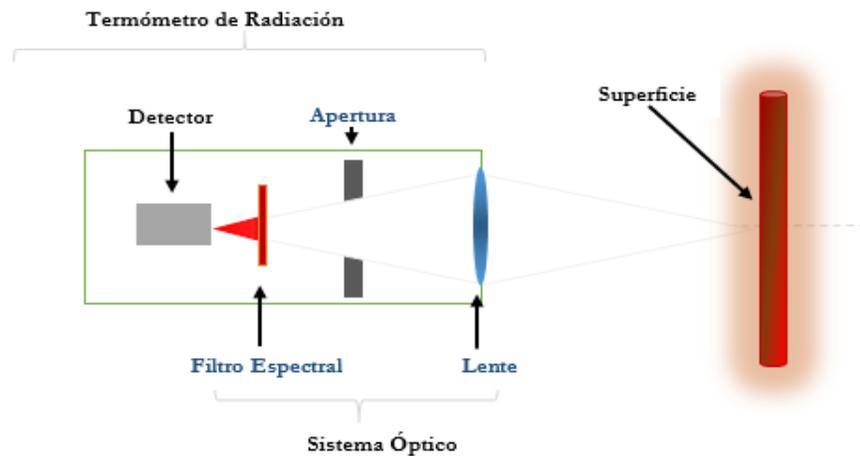
Cuando la radiación incide en algún material, esta se absorbe, se refleja (direccional o difusamente) y bajo ciertas condiciones que el material permite se transmite. La parte fraccional de la radiación incidente que se comporta de una de esas formas define: la absorptividad  $\alpha$ , la reflectividad  $\rho$  y la transmisividad  $\tau$ . La suma de estas tres cantidades es 1, de acuerdo con la ley de conservación de energía, si se considera toda la radiación reflejada (direccional y difusa).



$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

## Termómetro de Radiación Infrarrojo

Un termómetro de radiación infrarrojo determina la temperatura de un objeto a partir de la intensidad de la señal medida a la salida de su detector de radiación. La cual pasa por un algoritmo que convierte esa señal a temperatura de la superficie. Este algoritmo involucra la emisividad.



Termómetro Infrarrojo, básico:

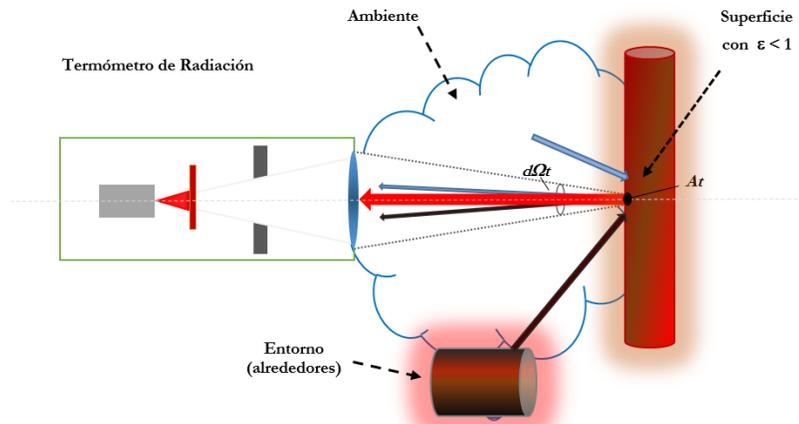
- ✓ Sistema óptico (lente, filtro, apertura),
- ✓ Detector,
- ✓ Procesador de Señal

El termómetro cuenta con un sistema óptico el cual transfiere el flujo radiante de un área del objeto a medir al detector, la cual pasa por un filtro que permite sólo el paso de cierto intervalo de longitud de onda (respuesta espectral). Cuenta también con aperturas que son utilizadas para definir los parámetros del campo de visión.

## Efectos en las mediciones

El desempeño de los termómetros de radiación es determinado principalmente por la calidad de los componentes ópticos: Lentes, ventanas, filtros, aberturas, detectores de radiación y marcadores (láser) del campo de medición, pero una buena medición no sólo se obtiene teniendo un "buen" termómetro y medir dirigiendo o apuntando el termómetro de radiación al objeto que deseamos medir.

En la práctica rara vez los objetos que medimos se aproximan a un radiador de cuerpo negro, además el ambiente y la atmósfera en la línea de visión del termómetro no están controladas durante la medición.



En la figura, el flujo saliente de la superficie es debido a tres procesos: Emisión del objeto que tiene una emisividad espectral menor que la unidad; Reflexión de la radiación debida a entornos calientes y de la atmósfera (flamas, combustión de gases calientes, etc.) y la absorción y emisión por los gases en la línea de enfoque.

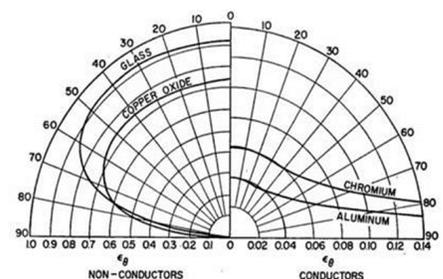
Por ello es evidente que el usuario necesita **conocer información de los alrededores y del ambiente** para poder relacionar la temperatura indicada, la temperatura de radiancia o aparente y la temperatura real de la superficie.

La transmisión atmosférica depende del intervalo espectral. Si se realizan mediciones a grandes distancia deberá considerar este efecto. En distancias menores a 1 m la atenuación es pequeña, del orden de 300 ppm, a grandes distancias puede ser significativa.

**Emisividad Espectral Direccional:**

Es la emisividad en una dirección y a una longitud de onda particular.

Otra consideración es conocer la **emisividad de la superficie** del objeto que se va a medir, la cual depende de varios factores: del material y condición de la superficie (condición de la superficie, estado de oxidación, etc.), del ángulo de emisión, la temperatura de la superficie y la longitud de onda. Para reducir el efecto del ángulo se recomienda que las mediciones se realicen en forma perpendicular a la superficie del objeto.



Si la superficie que se medirá es de emisividad baja, el factor de reflexión de la radiación debida a la radiación térmica incidente y reflejada desde la superficie de medición será significativa, sobre todo si es una temperatura baja y el ambiente es igual o superior a esta temperatura.

Es recomendable evitar las reflexiones protegiendo el material de los objetos de alta temperatura que lo rodean. En la práctica existen técnicas las cuales implica: medir sobre un material con emisividad conocida, el cual se adhiere a la superficie (puede ser pintura o cintas adhesivas de alta emisividad); Utilizar un hemisferio integrador (“Gold cup”) el cual bloquea las fuentes de energías reflejadas y enfoca toda la energía emitida en el detector del termómetro; Medir en una cavidad, hecha en el material a medir.

Tipo de  
Enfoque:

Ajustable

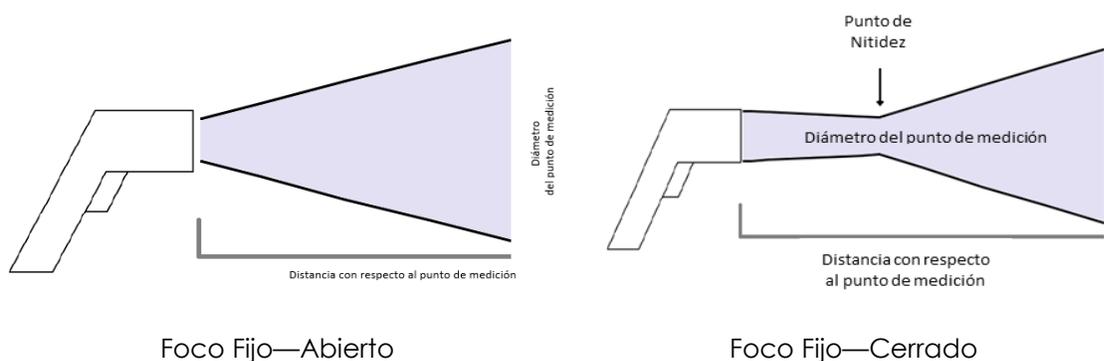
ó

Fijo

(Abierto o  
Cerrado)

Con respecto al termómetro infrarrojo, debemos considerar las **características de la óptica** que tiene, el cual puede estar indicado como campo de visión, relación óptica, relación de distancia-superficie (D:S) a un porcentaje de energía que el detector recibe; este determinará la distancia máxima que podemos alejarnos para que el campo de visión del instrumento siga cubriendo la superficie del objeto.

El **enfoque del termómetro** puede ser Ajustable o Fijo (Foco Abierto o Foco Cerrado). En los ajustables, el mecanismo puede ser manual o automático, el cual se ajusta hasta ver con nitidez la superficie de medición. En los fijos, el punto de nitidez se indica en los diagramas plasmados en los termómetros o en sus manuales de operación, e indican la superficie que mide en relación a la distancia; para los de foco cerrado, la relación óptica se indica para el punto de nitidez; para los de foco abierto, la relación óptica puede mantenerse para cualquier distancia o puede ser indicada para una distancia en específica.



Una de las causas más frecuentes de mediciones erróneas con los termómetros de radiación es debido a imperfecciones (daño) o a la contaminación del sistema de lentes, por lo que es recomendable mantenerla en buen estado y en caso de requerir limpieza que sea bajo las indicaciones del fabricante.

## MÉTODOS NORMALIZADOS Y REFERENCIAS

ASTM E2758 (2010). Standard Guide for Selection and Use of Wideband, Low Temperature Infrared Thermometers. ASTM.

IEC/TS 62492-2 (2013). Industrial process control devices—Radiation thermometers—Part 2: Determination of the technical data for radiation thermometers. Ed. 1, IEC.

JIS C 1612 (2000). Test Methods for Radiation Thermometers. JIS.

VDI/VDE 3511, Part 4 (2011). Temperature measurement in industry. Radiation thermometry. VDI/VDE

### Referencias

DeWitt, D.P. Nutter, G.D. (1988). Theory and Practice of Radiation Thermometry. John Wiley & Sons, Inc., New York, Introducción P. 1-4

Cárdenas, D. Arteaga, H.R. Hernández, J.E. Méndez, E. (2016). Requerimientos Técnicos para la Medición y Calibración en Termometría de Radiación. CENAM

Saunders, P. (2009). MSL TG 22. Calibration of Low Temperature Infrared Thermometers. MSL.

Bentley, R.E. (1998). Temperature and Humidity Measurement. Handbook of Temperature Measurement, Volume 1. Springer. Cap. 4