

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

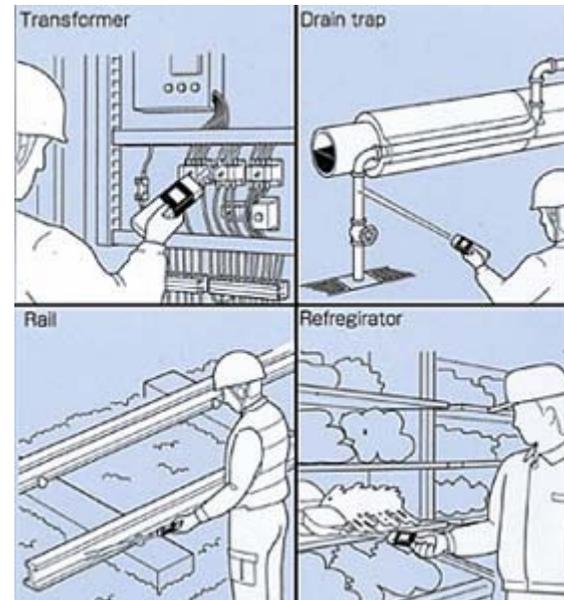
MEDICION DE TEMPERATURA POR RADIACION

Ing. José Luis Cravioto Urbina

TERMOMETROS DE RADIACIÓN

REVISAR LA TEORIA DE LA MEDICION DE TEMPERATURA POR RADIACION.

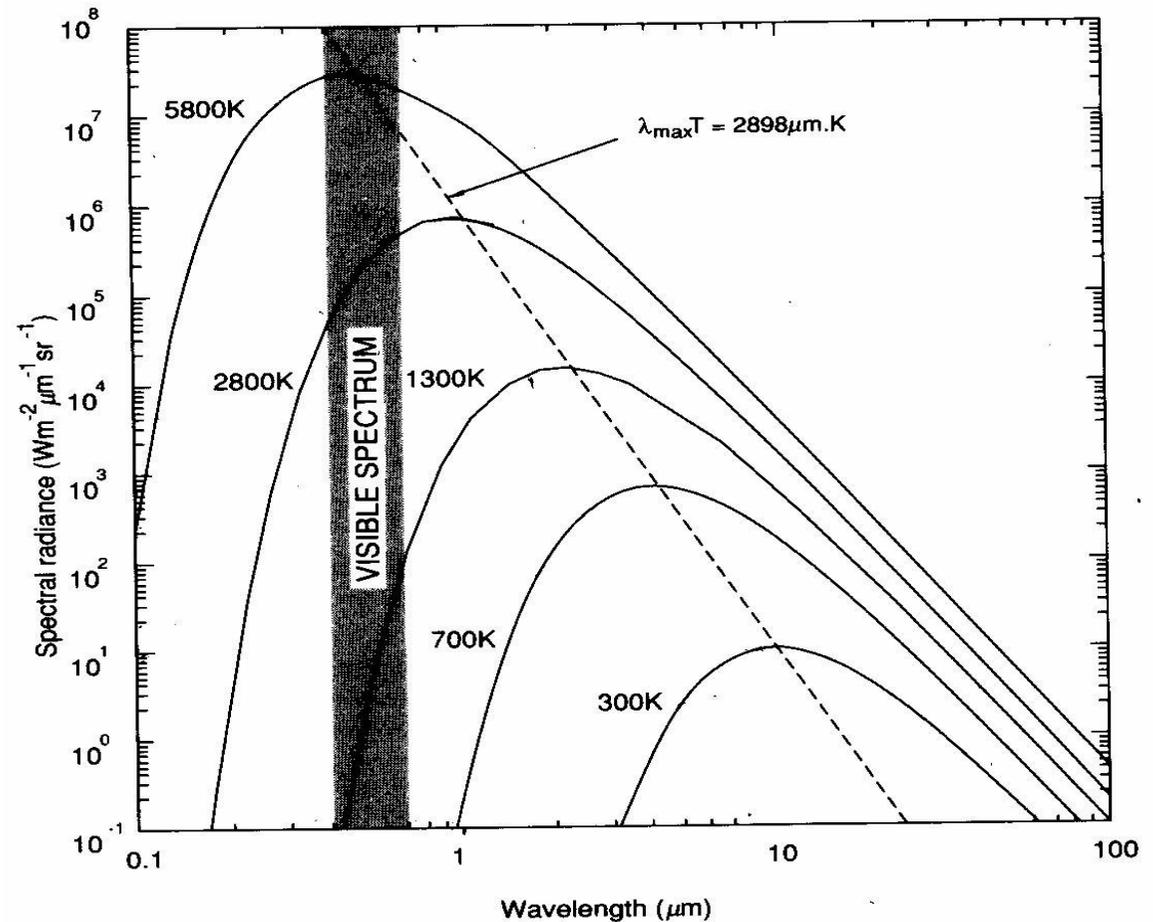
ESTUDIAR EL MODELO DE MEDICION DE TERMOMETROS DE BANDA ESPECTRAL Y QUE SE CORRIGEN POR EMISIVIDAD.



Ley de Planck.

La Radianza espectral emitida por una superficie de un cuerpo negro (L_λ) en función de la longitud de onda (λ) y de la temperatura absoluta del cuerpo.

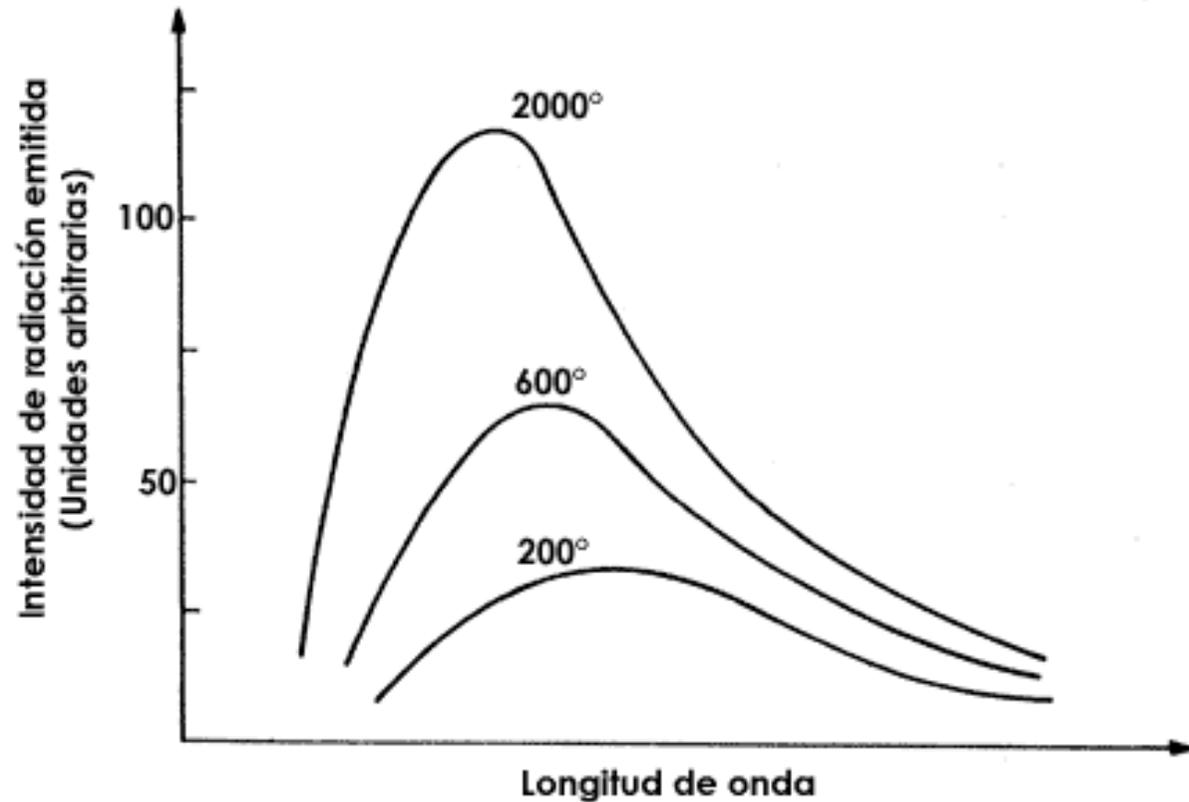
$$L_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5 \cdot \left(e^{\left(\frac{c_2}{\lambda T} \right)} - 1 \right)}$$



Ley de Stefan-Boltzmann.

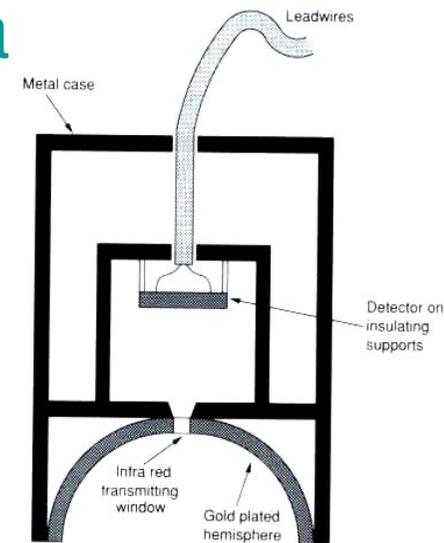
La intensidad de energía radiante emitida por una superficie de un cuerpo negro aumenta proporcionalmente a la cuarta potencia de la temperatura absoluta del cuerpo. Se obtiene integrando en todo el intervalo de λ .

$$\phi = \sigma AT^4$$



Termómetros de Radiación Total

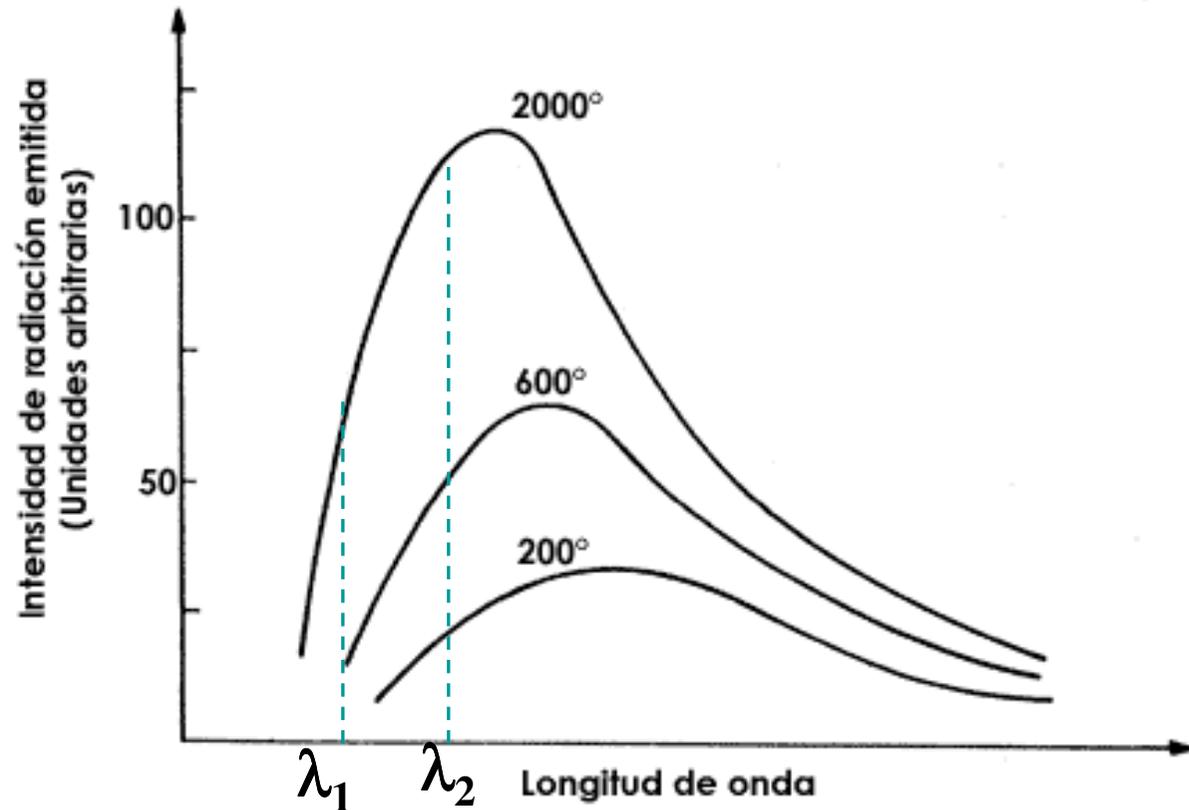
- Operan con el principio establecido en la Ley de Stefan- Boltzmann. Miden la energía total radiada transmitida entre el cuerpo a medir y el pirómetro. Mide la radiación total sobre una superficie.



Termómetros de Banda Espectral

La intensidad de energía radiante emitida por una superficie de un cuerpo negro se integra* de en el ancho de Banda (BW) y a temperatura absoluta (T) del cuerpo. La integración se realiza en el intervalo de λ_1 a λ_2 .

$$\phi = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_{\lambda} d\lambda \Big|_T$$

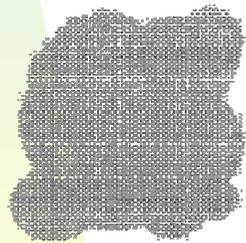
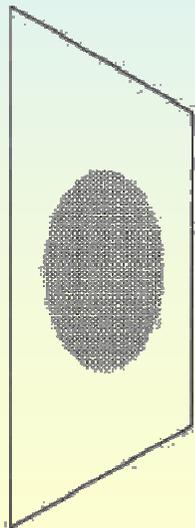


*La Integración se realiza mediante un método numérico.

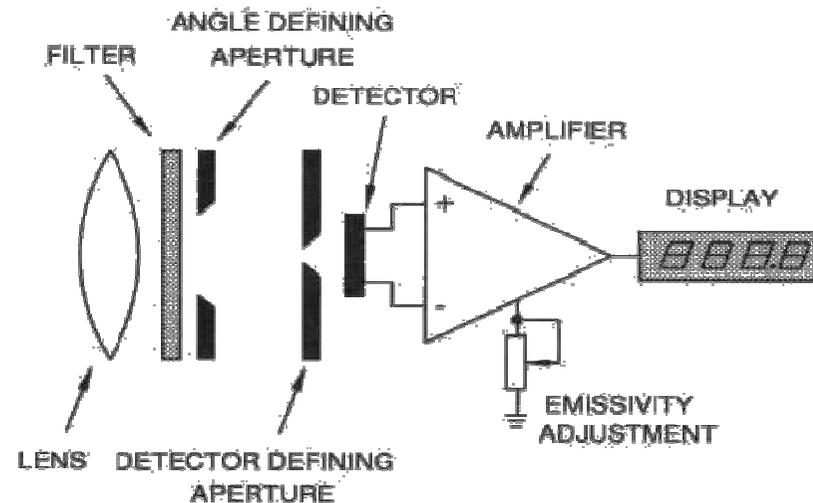
Termómetros de banda espectral

- El principio básico es obtener la radiación de una superficie, después se filtra al ancho de banda (BW) y con un detector de señal se procesa en el sistema

RADIANT TARGET
(The temperature sensor)



TRANSMISSION PATH
(Air, Dust, Windows)



Termómetros de banda espectral

- En la práctica la medición de Radiación (L) se realiza a través del efecto termopar, y afectado por la emisividad ε de la fuente de emisión, por lo que el modelo de medición de T con corrección por emisividad :

$$T_{\text{corregida}}(\varepsilon) = T \left(L_B + \frac{\Delta L}{\varepsilon} \right)$$

- $T_{\text{corregida}}(\varepsilon)$: Temperatura absoluta corregida a emisividad ε en K
- ε : Emisividad
- L_B : Radianza total a la temperatura de la junta de referencia (T_B) (Background).
- ΔL : Diferencial de Radianza total generado de la temperatura de referencia a la del objeto a medir.

Cuerpo Negro.

- Absorbe y emite toda la radiación, (absorbe y radia energía máxima en todas las longitudes de onda del espectro en función de su temperatura).
- Emite radiaciones no visibles a temperatura ambiente

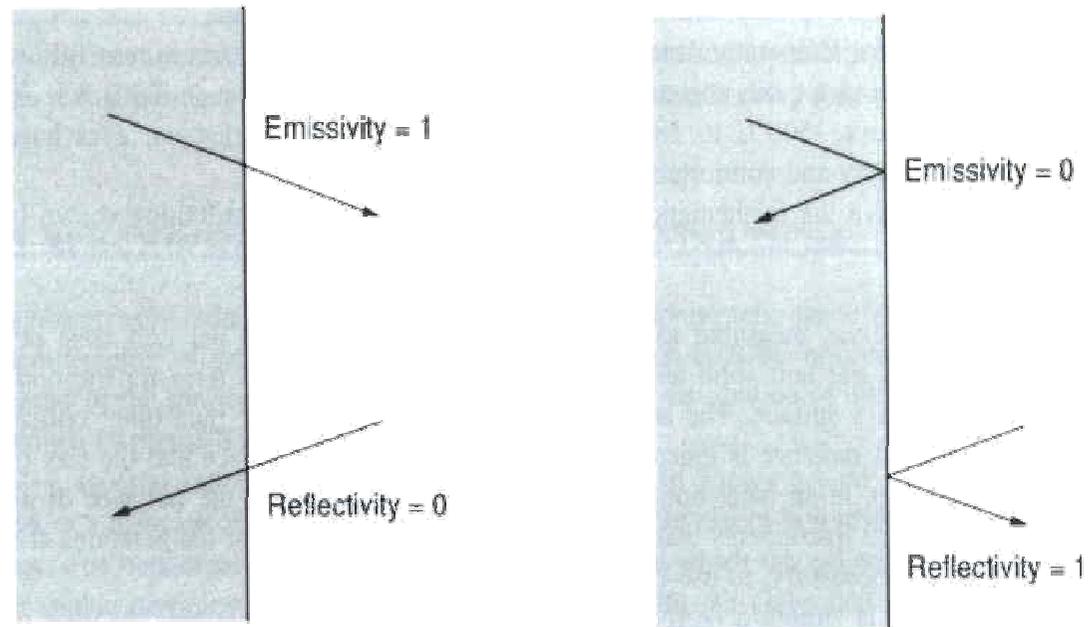
Cuerpo brillante

- A temperatura ambiente es así, porque refleja, no porque emita.

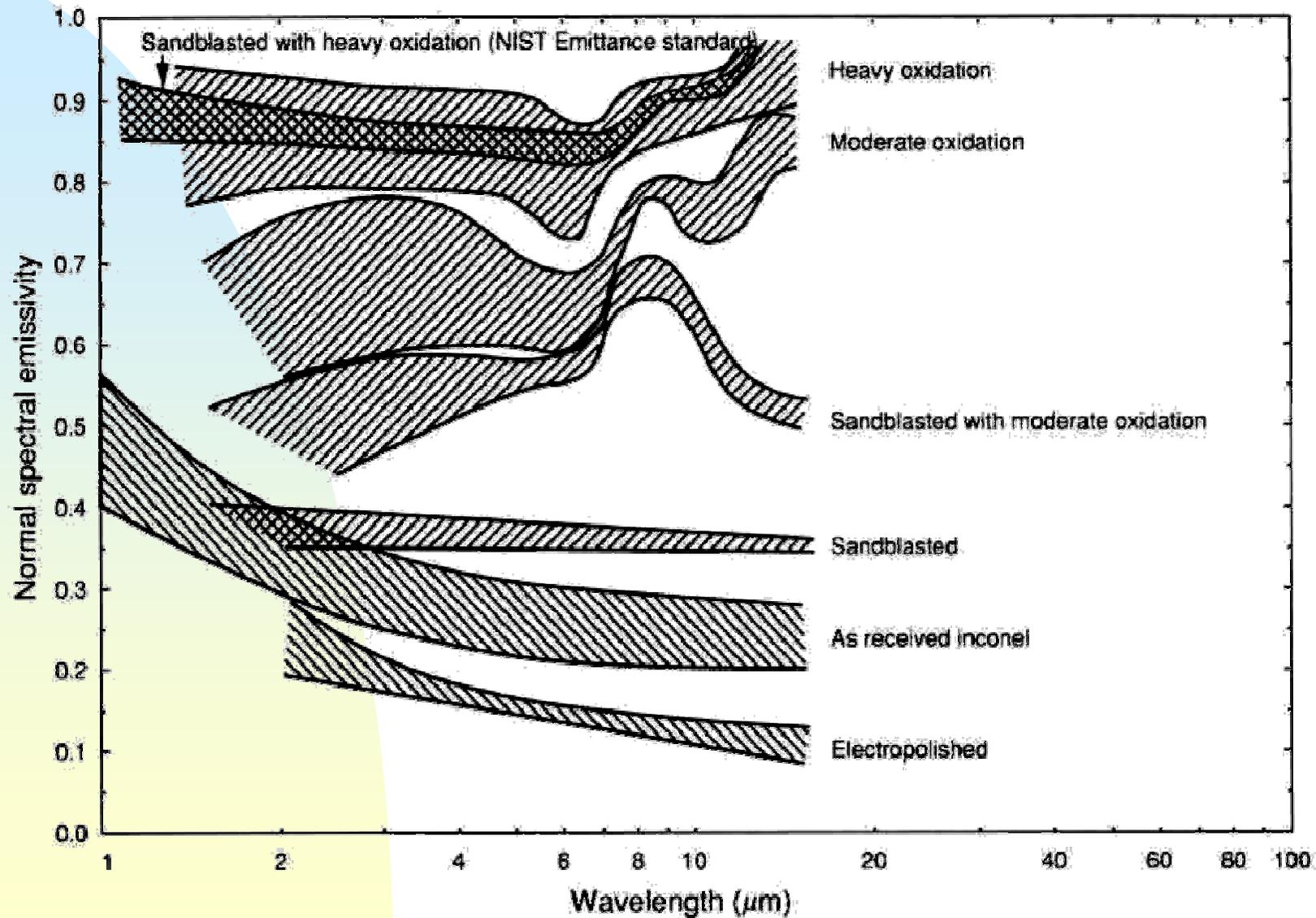
Cuerpo Opaco o Cuerpo Gris

Reflectividad (ρ) y Emisividad (ε) son propiedades complementarias para los cuerpos opacos.

$$\rho + \varepsilon = 1$$



Intervalos de Emisividad de un acero en diferentes condiciones



Termómetros de banda espectral

- Se puede obtener un modelo de Radianza total (L) realizando la integración de la ecuación de Planck, en el ancho de banda de λ_1 a λ_2 . y para un intervalo de temperatura:

$$L(T) = a_0 + a_1 \cdot T + a_2 \cdot T^2 + a_3 \cdot T^3 + a_4 \cdot T^4$$

- Además de proponer un modelo de inverso de Temperatura (T), valido en el ancho de banda de λ_1 a λ_2 . y para el mismo intervalo de temperatura:

$$T(L) = b_0 + b_1 \cdot L + b_2 \cdot L^2 + b_3 \cdot L^3 + b_4 \cdot L^4$$

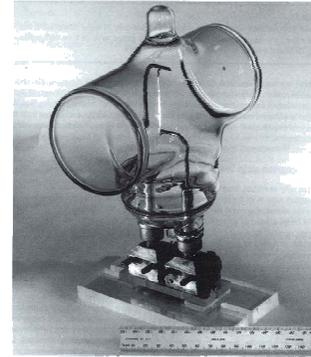
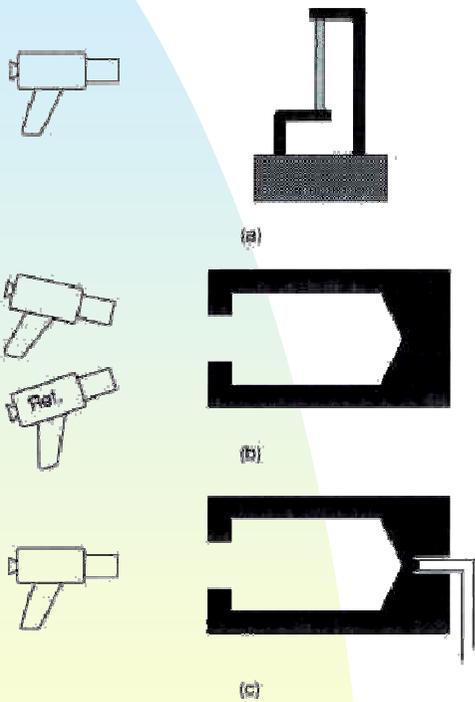
Termómetros de banda espectral

- En la práctica la medición de Radiación (L) se realiza a través del efecto termopar, y afectado por la emisividad ε de la fuente de emisión, por lo que el modelo de medición de T con corrección por emisividad :

$$T_{\text{corregida}}(\varepsilon) = T\left(L_B + \frac{\Delta L}{\varepsilon}\right)$$

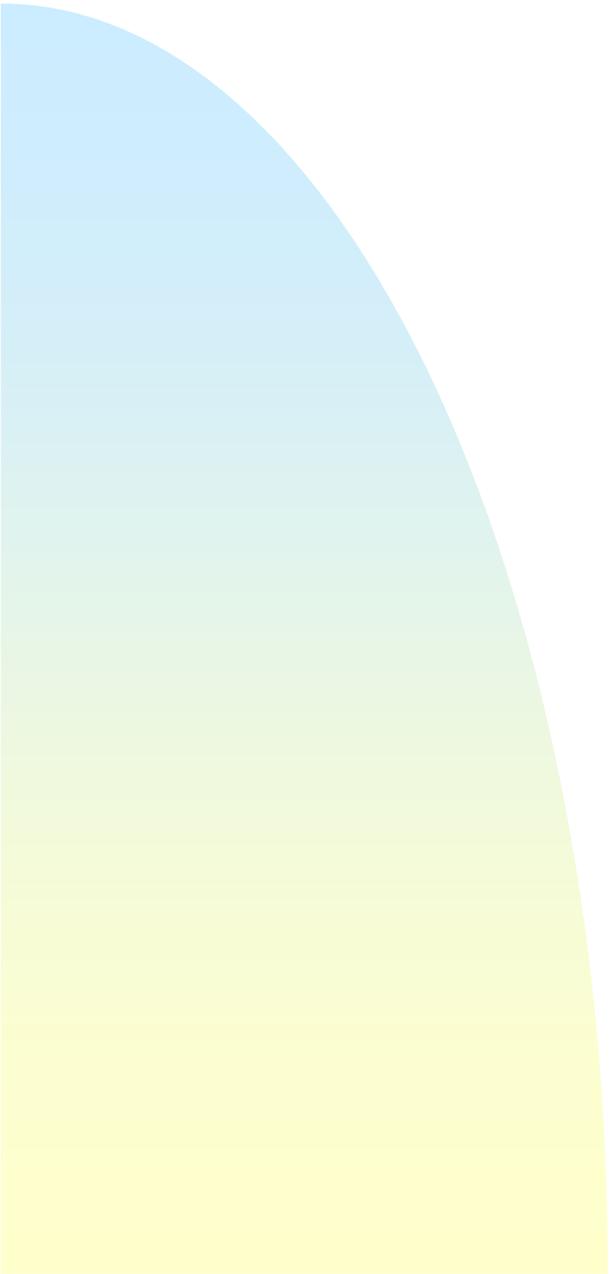
- $T_{\text{corregida}}(\varepsilon)$: Temperatura absoluta corregida a emisividad ε en K
- ε : Emisividad
- L_B : Radianza total a la temperatura de la junta de referencia (T_B)(Background).
- ΔL : Diferencial de Radianza total generado de la temperatura de referencia a la del objeto a medir.

FORMAS DE CALIBRACIÓN



CONCLUSIONES

- La medición de **Termómetros de banda espectral**, son los más usados industrialmente.
- Para modelar se requiere conocer el ancho de banda y alcance de operación.
- Los modelos propuestos son en función de λ_1 y λ_2 , y a un intervalo de temperatura T definido (No se recomienda un modelos con intervalos amplios porque se tiene mayor error), y se estiman a partir de la Ley de Planck (modelo de medición de Temperatura absoluta).
- La conversión de temperatura parte de mediciones relativas (emplea el efecto termopar) y afectado por ε .
- La emisividad es un parámetro influyente que es función la longitud de onda λ y de condiciones de físicas del objeto.
- En el método de calibración que se emplea un Pirómetro Patrón es necesario conocer su Ancho de Banda y la diferencia con el Pirómetro bajo calibración, para considerar que una corrección por la fuente de radiación. Es decir conocer la respuesta espectral de la fuente.



FIN

©Copyright JLC CIDESI