

Los informes se envían a:
experimental.uno@gmail.com

Escala de temperatura

No hay un Kelvin patrón, las convenciones para medir temperatura se basan en fenómenos físicos y puntos fijos.

Un poco de historia....

1933- científicos de 31 naciones adoptan una nueva escala con puntos fijos y principios termodinámicos:

patrón de resistencia de platino (cable de platino) -190°C _ 660°C , 660°C _ 1.063°C (oro) termocupla patrón, $T >$ pirómetro óptico

1954- Punto triple del agua 273.16K (611.73Pa)

1990 (ITS90)- 0.65K ->

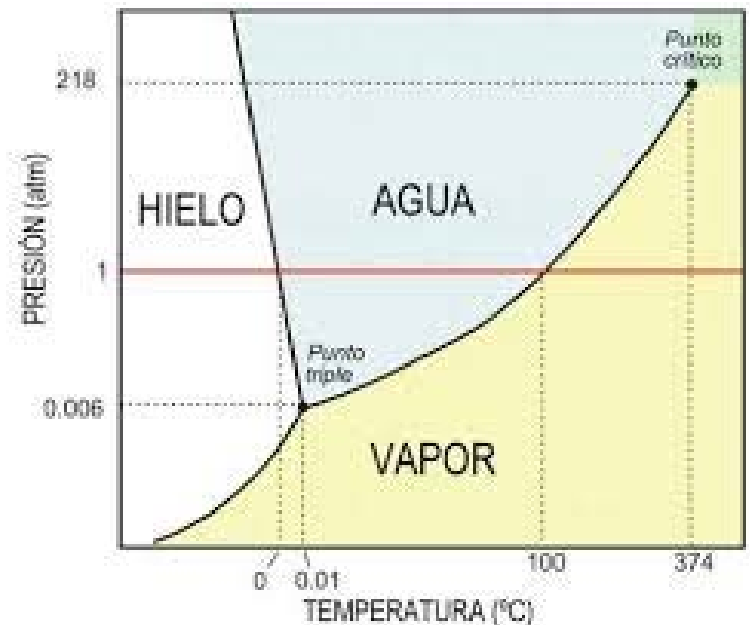
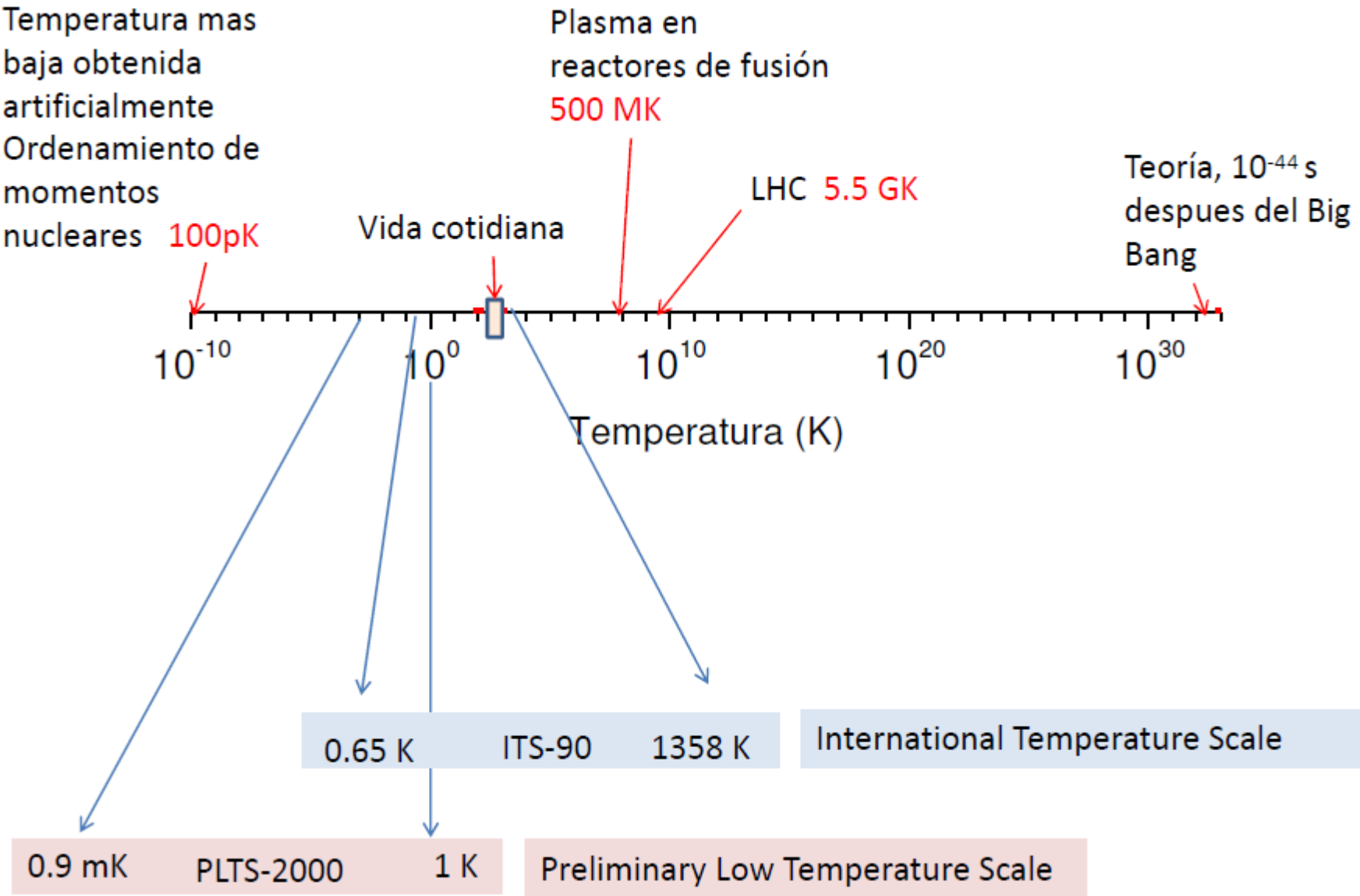


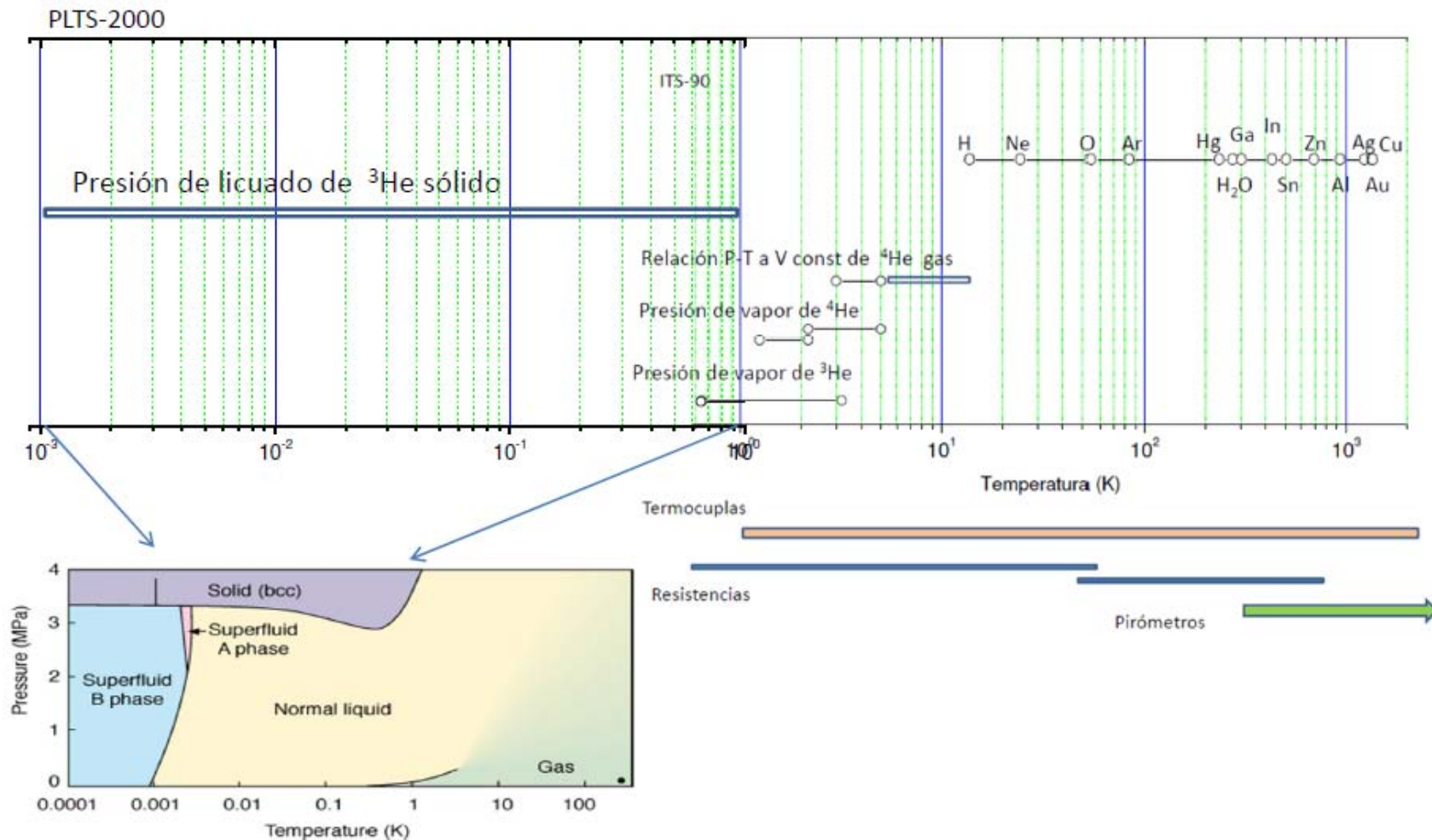
Tabla ITS-90:

Punto fijo	Temp. (K)	Temp. (°C)
Punto triple del hidrógeno	13.8033	-259.3467
Hidrógeno a 32,9 kPa	17	-256,15
Hidrógeno a 102,2 kPa	20,3	-252,85
Punto triple del neón	24,5561	-248,5939
Punto triple del oxígeno	54,3584	-218,7916
Punto triple del argón	83,8058	-189,3442
Punto triple del mercurio	234,3156	-38,8344
Punto triple del agua	273,16	0,01
Punto de fusión del galio	302,9146	29,7646
Punto de fusión del indio	429,7485	156,5985
Punto de fusión del estaño	505,1181	231,928
Punto de fusión del zinc	692,73	419,527
Punto de fusión del aluminio	933,473	660,323
Punto de fusión de la plata	1234,93	961,78
Punto de fusión del oro	1337,33	1064,18
Punto de fusión del cobre	1357,77	1084,62



Preliminary Low Temperature Scale

International Temperature Scale



Termómetros que se usan en el laboratorio

- Expansión térmica de sólidos, líquidos o gases
- Resistencia eléctrica de metales o semiconductores
- Poder termoeléctrico: Termocuplas
- Emisión de radiación: Pirómetros

Expansión térmica de sólidos, líquidos o gases

$$V = V_0 + \alpha (T - T_0)$$

$$A_0 L = A_0 L_0 + \alpha (T - T_0)$$

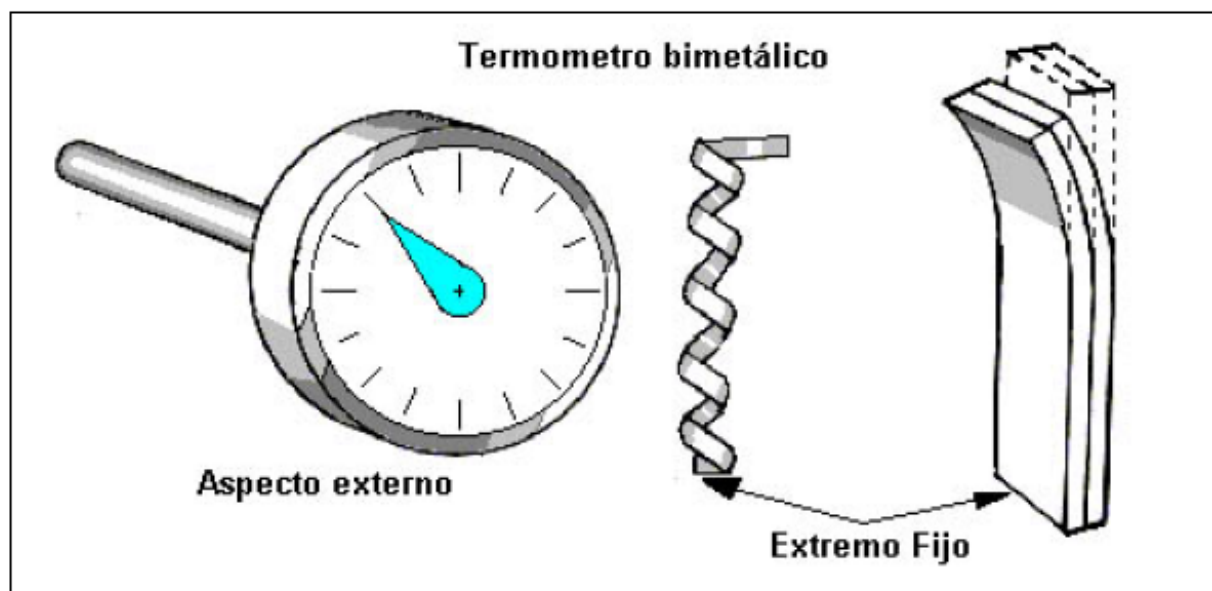
$$L = L_0 + \beta (T - T_0)$$



Supuesto

A_0 constante
a lo largo del tubo

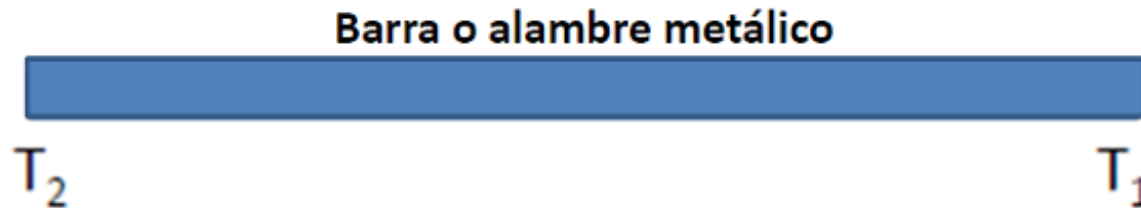
$\frac{\Delta V}{V (\Delta T)}$	Alcohol	$1.01 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
	Mercury	$1.8 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$



Las combinaciones mas usuales son

Par Bimetalico	Temperatura máxima de utilización
Aluminio - Invar	250°C
Níquel - Cuarzo	600°C
Bronce - Invar	600°C
Níquel Cromo - Porcelana	1000°C

Poder termoeléctrico: Termocuplas



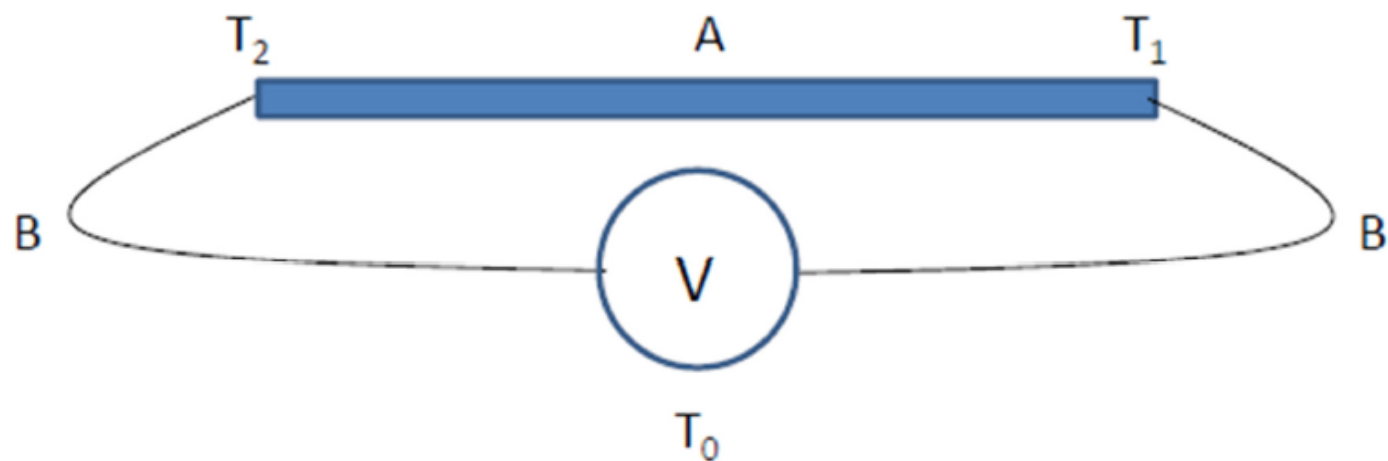
Seebeck

$$\vec{J} = \sigma \cdot \vec{E} + L_{ET} \vec{\nabla} T$$

$$\vec{E} = -\frac{L_{ET}}{\sigma} \vec{\nabla} T = -S \cdot \vec{\nabla} T$$

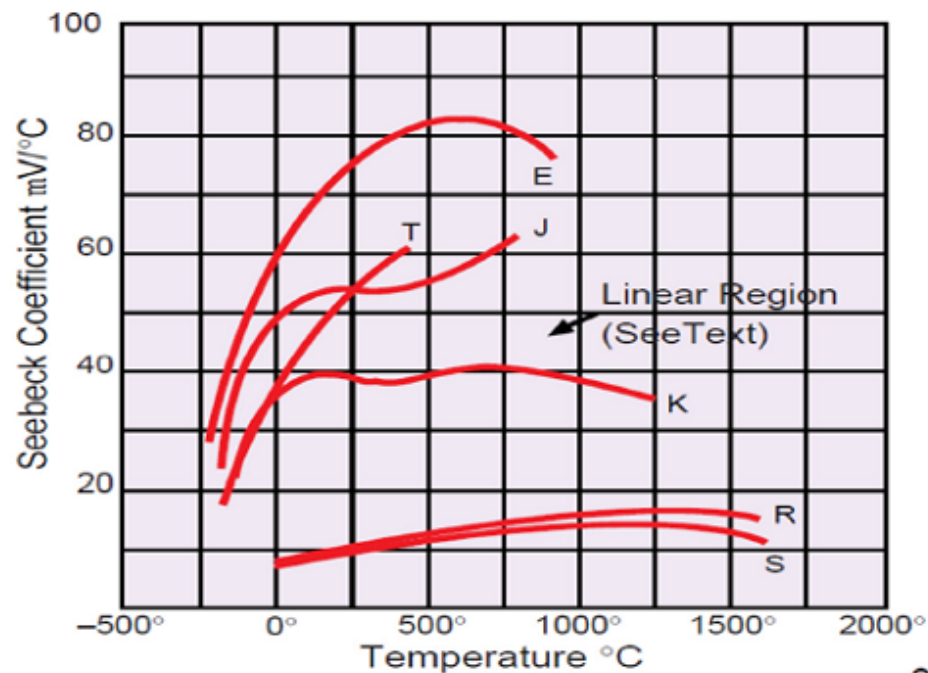
$$V = -\int_1^2 E \cdot dx = \int_1^2 S \cdot \frac{dT}{dx} \cdot dx = \int_{T_1}^{T_2} S \cdot dT$$

Termocuplas

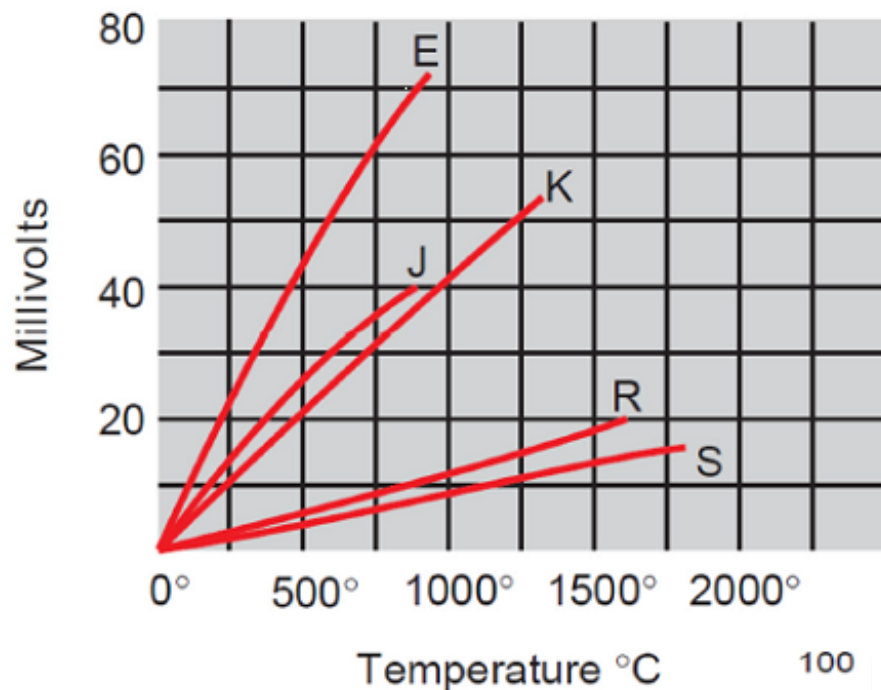


$$V = \int_{T_0}^{T_1} S_B \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} S_A \cdot dT + \int_{T_2}^{T_0} S_B \cdot dT = \int_{T_2}^{T_1} S_B \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} S_A \cdot dT$$

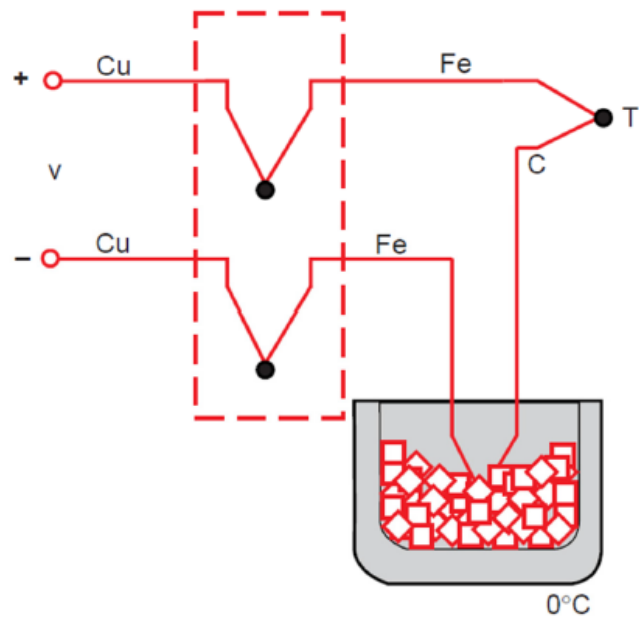
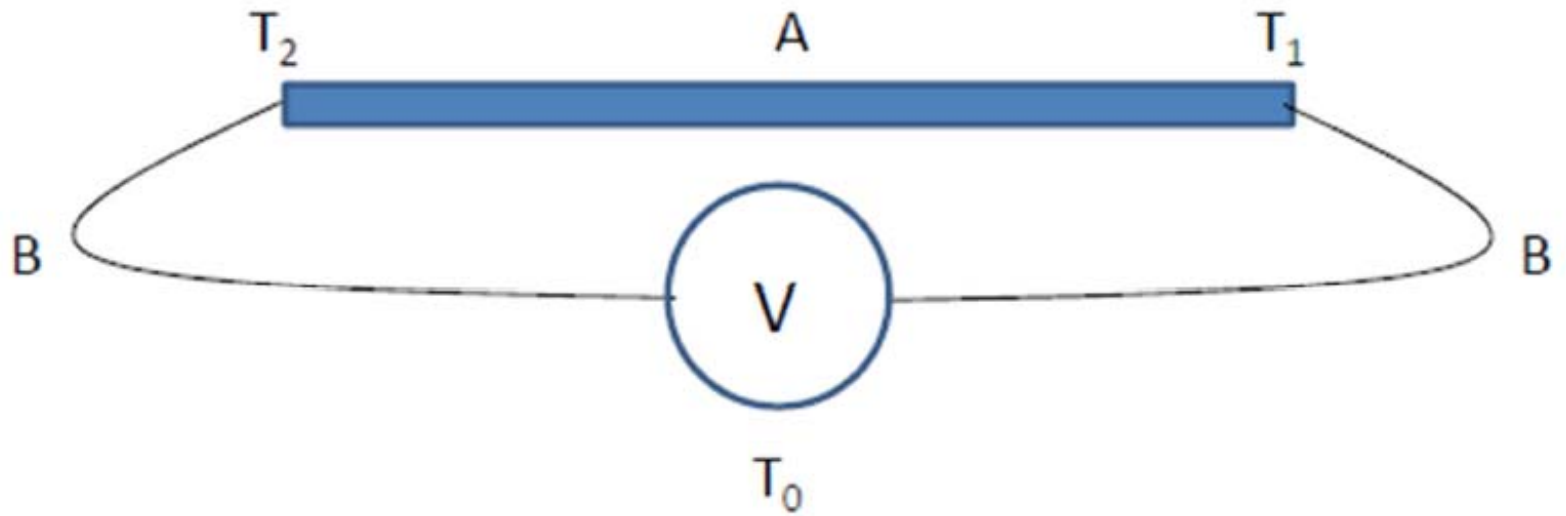
$$V = \int_{T_1}^{T_2} (S_A - S_B) \cdot dT = \Delta S \cdot (T_2 - T_1)$$



Type	Metals
	+ -
E	Chromel vs. Constantan
J	Iron vs. Constantan
K	Chromel vs. Alumel
R	Platinum vs. Platinum 13% Rhodium
S	Platinum vs. Platinum 10% Rhodium
T	Copper vs. Constantan



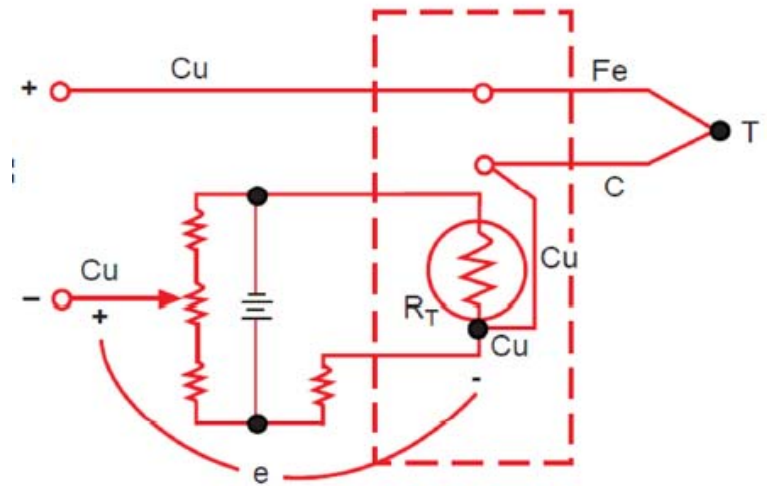
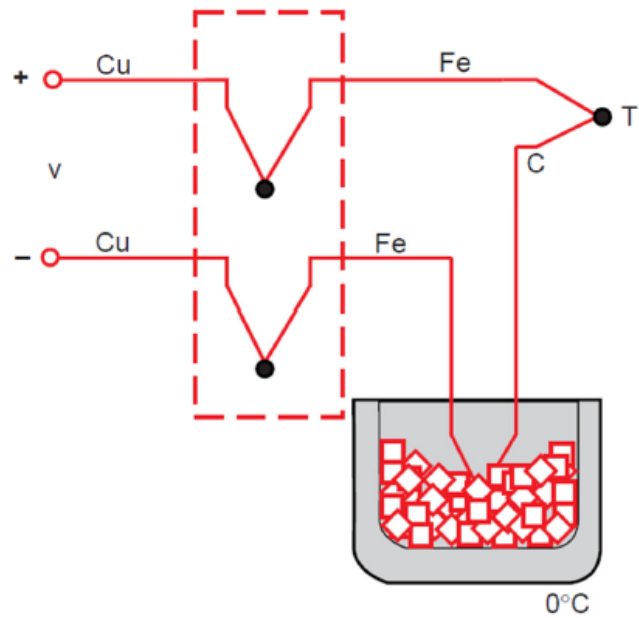
Termocuplas



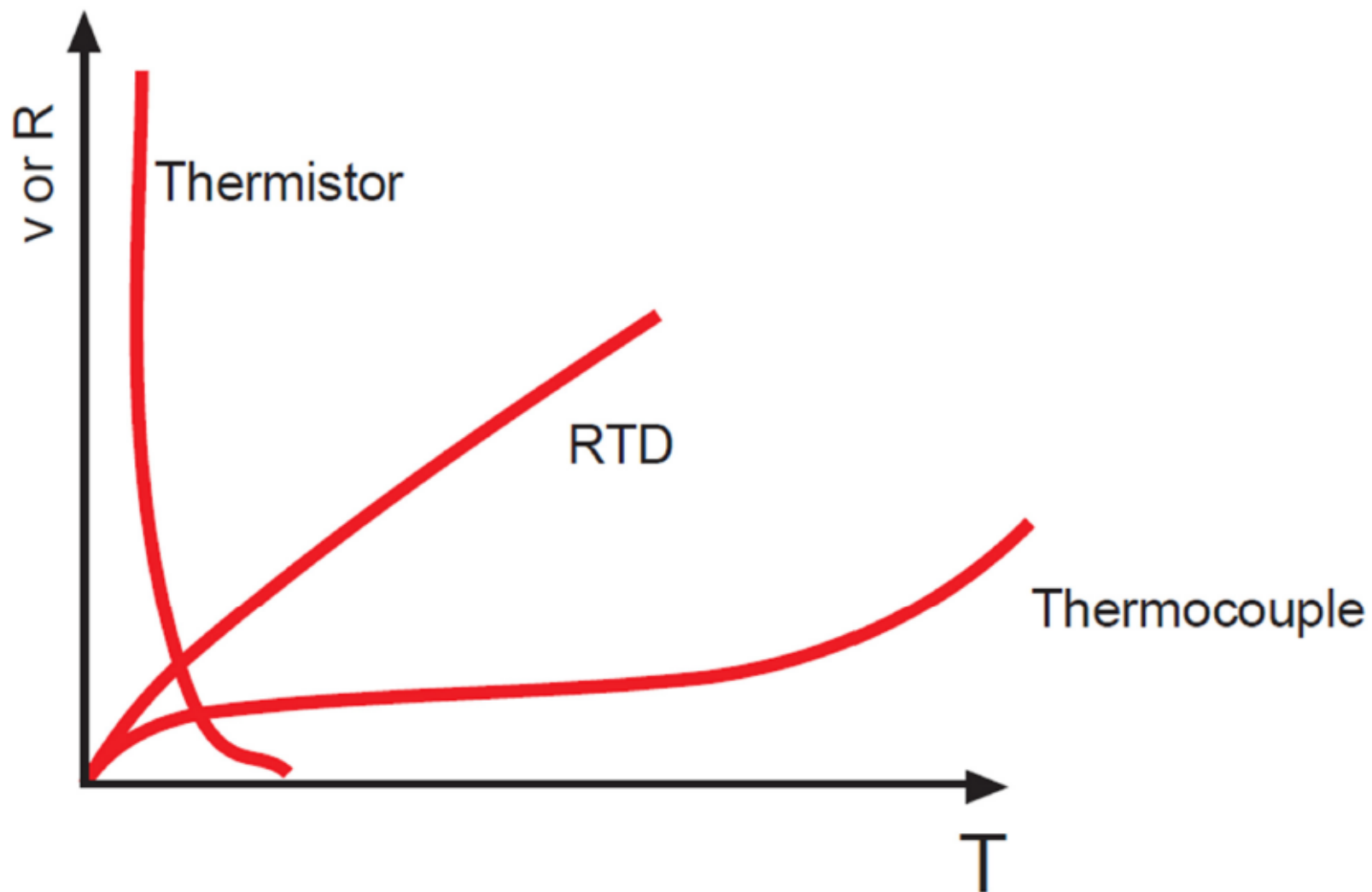
$$V = \int_{T_0}^{T_1} S_B \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} S_A \cdot dT + \int_{T_2}^{T_0} S_B \cdot dT = \int_{T_2}^{T_1} S_B \cdot dT + \int_{T_1}^{T_2} S_A \cdot dT$$

$$V = \int_{T_1}^{T_2} (S_A - S_B) \cdot dT = \Delta S \cdot (T_2 - T_1)$$

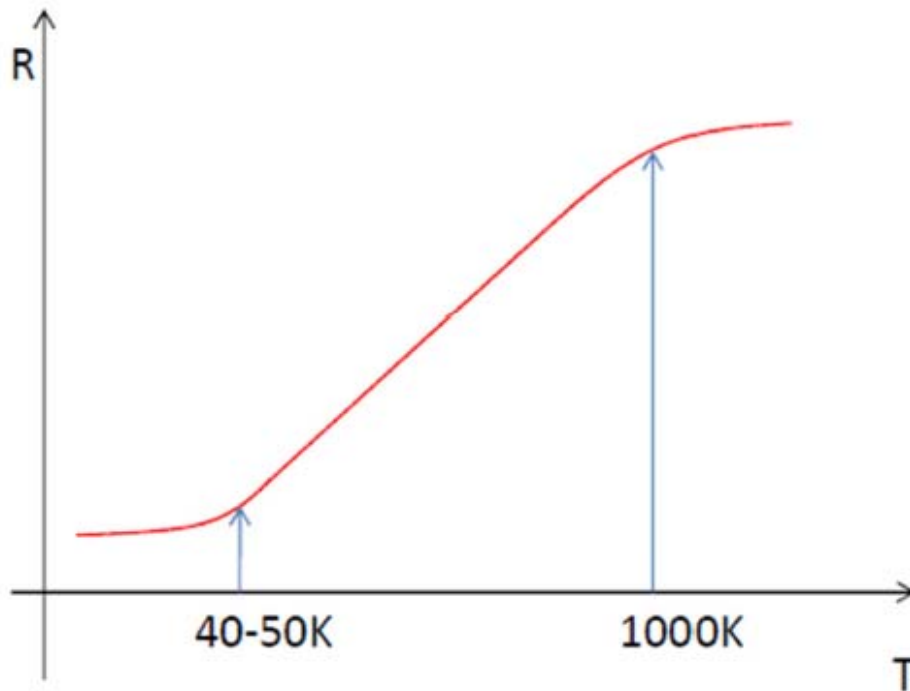
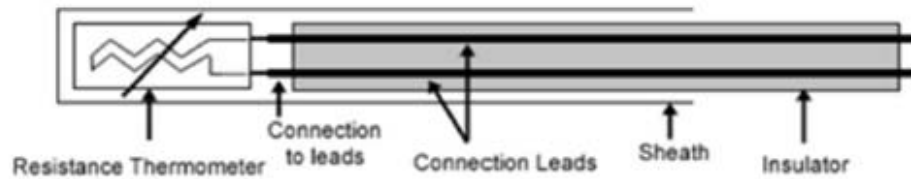
cero electrónico



- Resistencia eléctrica de metales o semiconductores



Resistencias de metales – (Pt100)

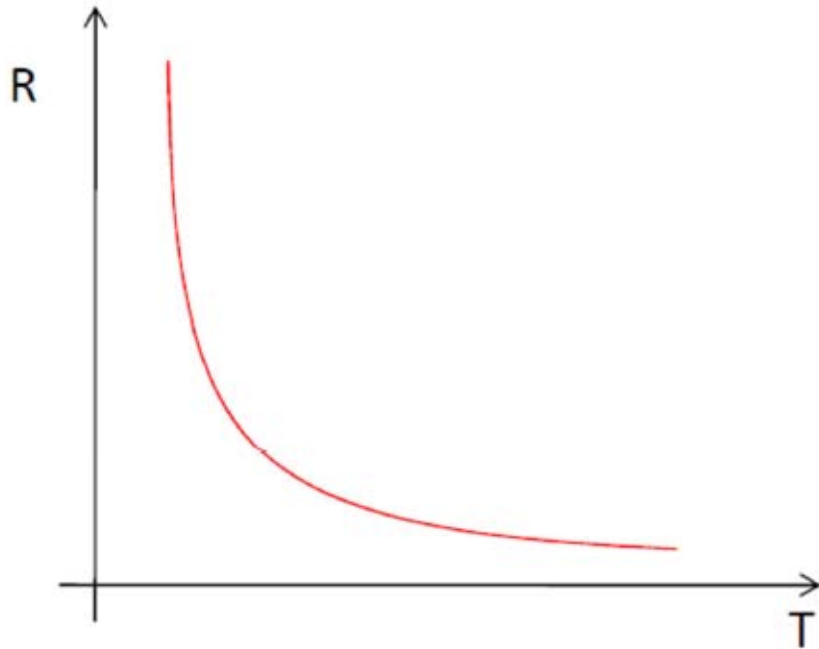


$$\rho = \rho_o (1 + \alpha \cdot T)$$

0,385Ω/° C
Standard Europeo

0,392Ω/° C
Standard Americano

Termistores



Semiconductores

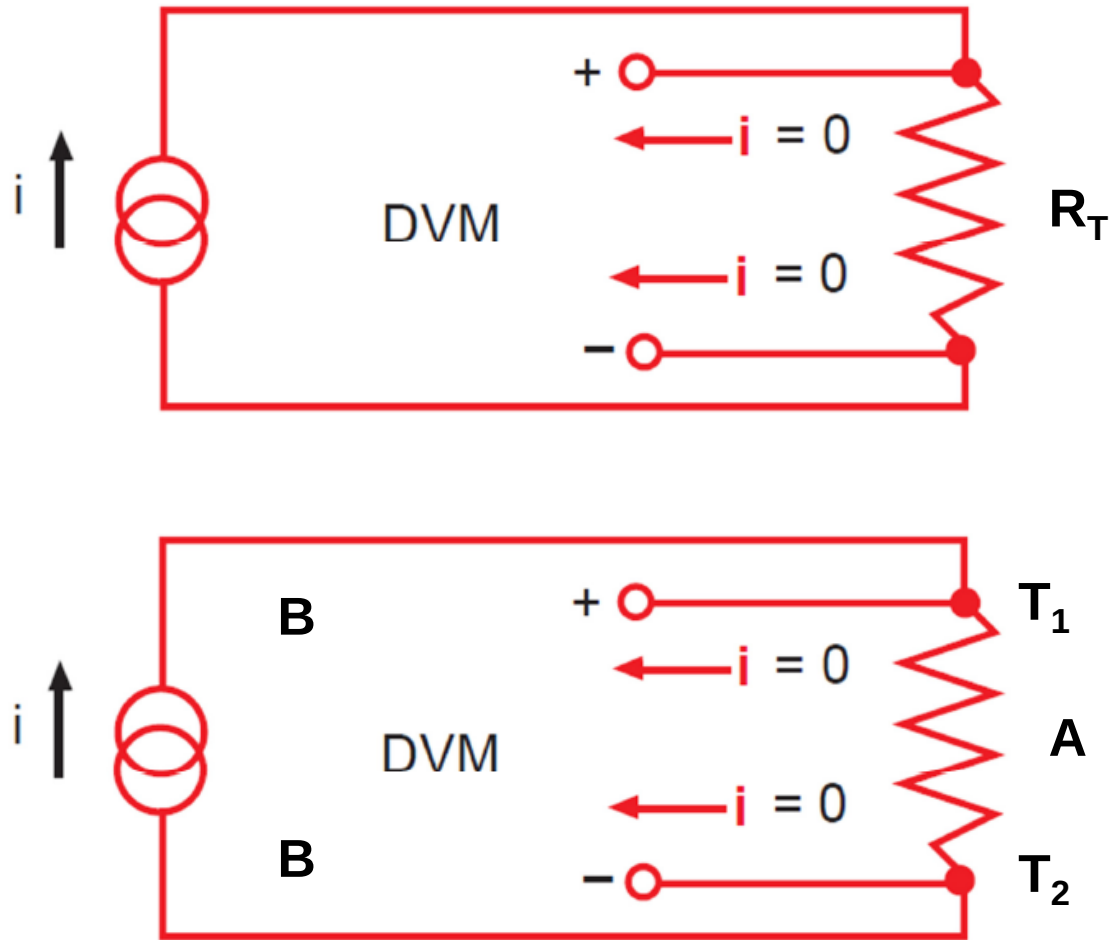
$$\frac{dR}{dT} < 0$$

Ecuación de Steinhart-Hart

$$\frac{1}{T} = A + B \cdot \ln R + C(\ln R)^3$$

Se usan principalmente a bajas temperaturas

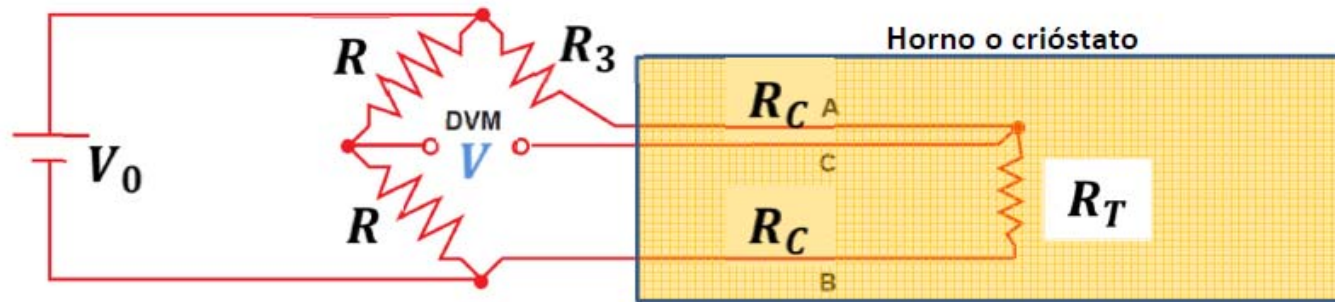
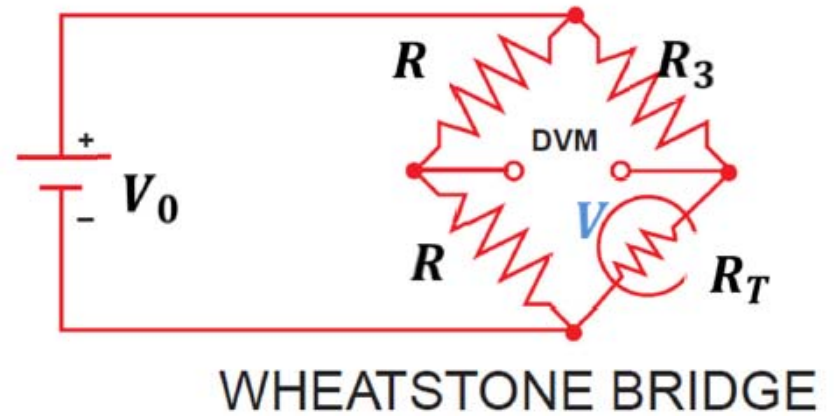
Medición de resistencias a 4 puntas



Se suele usar puentes de wheastone para medir resistencias a bajas temperaturas

- Evita la alta disipación (Joule) en el termómetro por la baja corriente con que es posible medir en esta configuración.

$$V = \frac{V_o (R_3 - R_T)}{2 (R_T + R_3)}$$

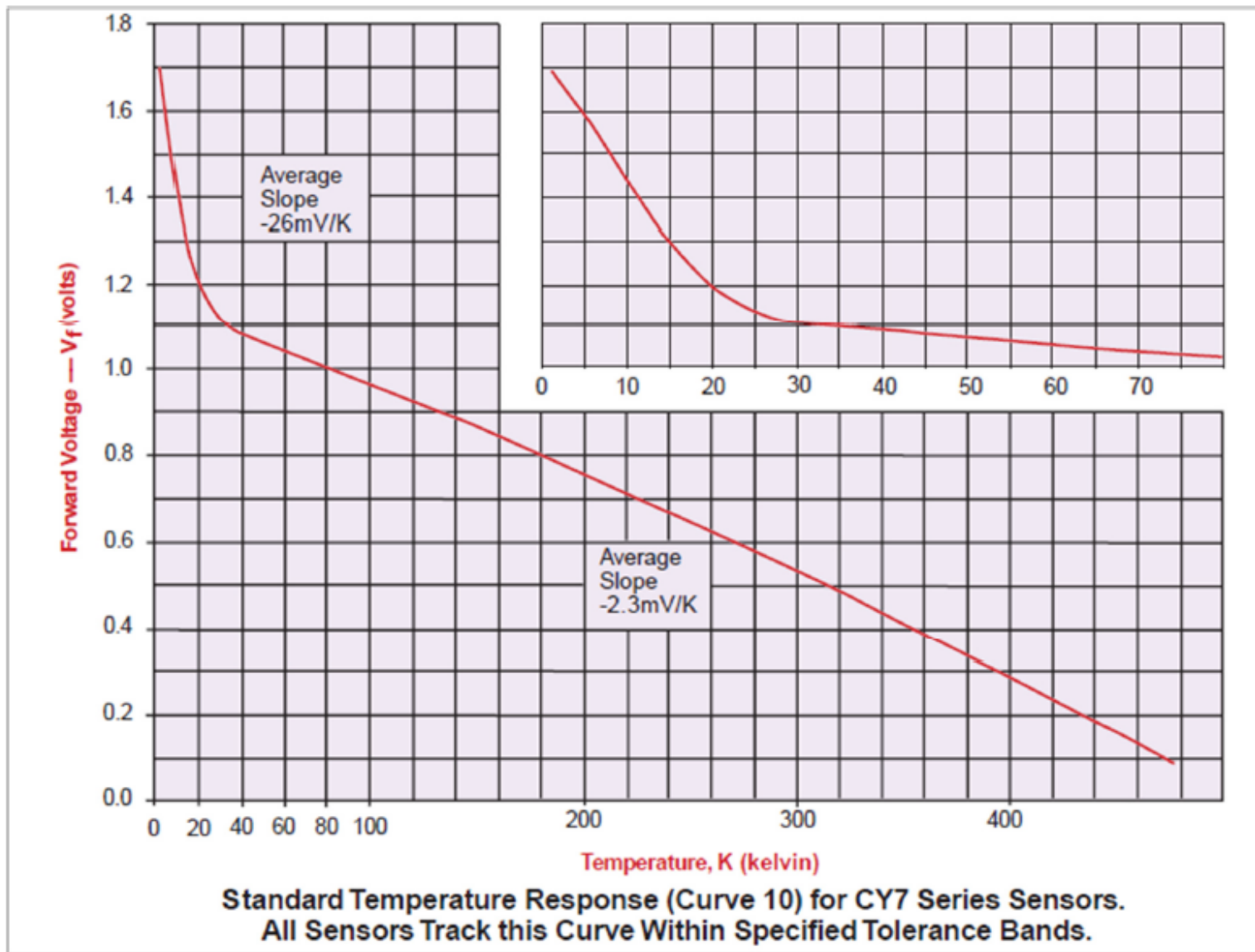


- El método de tres puntas evita errores sistemáticos por gradientes de temperatura en los cables.

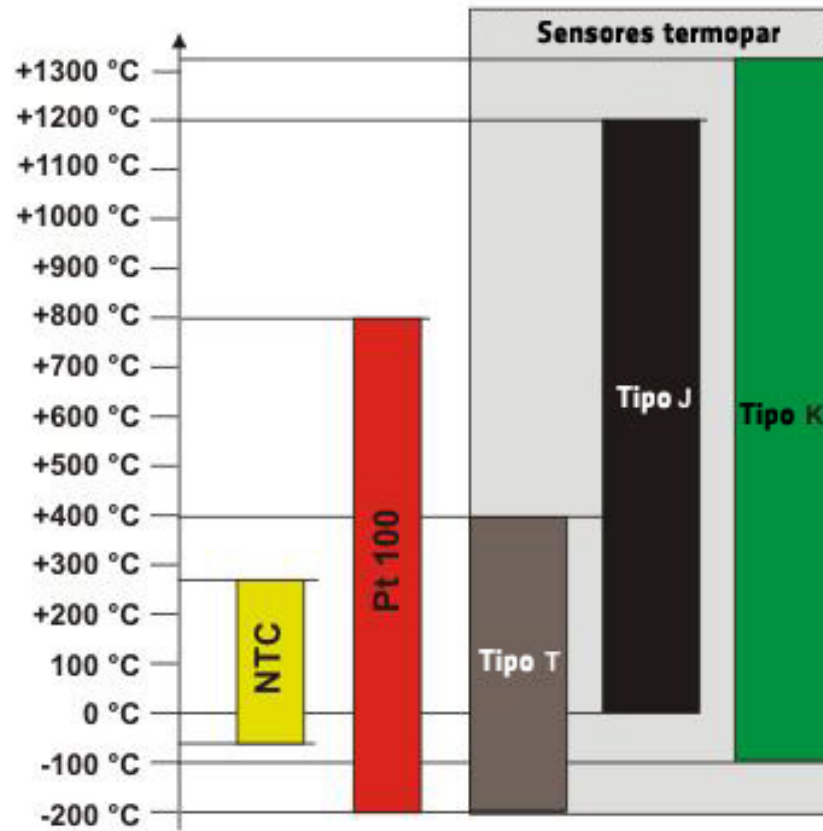
$$V = \frac{V_o (R_3 + R_C - (R_T + R_C))}{2 (R_T + 2R_C + R_3)}$$

DIODO

En este caso la corriente, típicamente de microamperes debe ser muy estable.

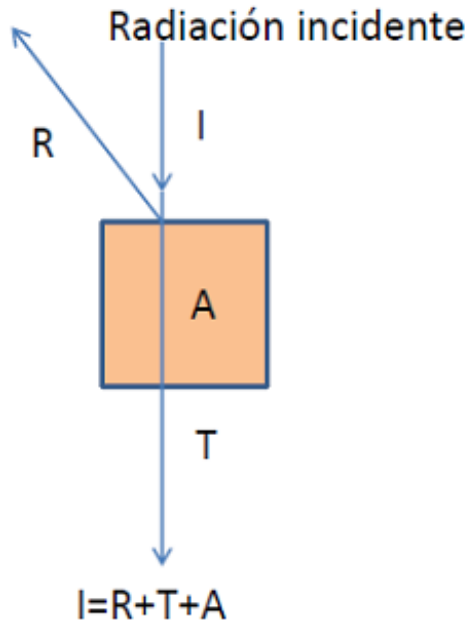


Diferentes tipos de sensores



Pirómetros

Se basan en la medición de la energía radiada por un cuerpo negro

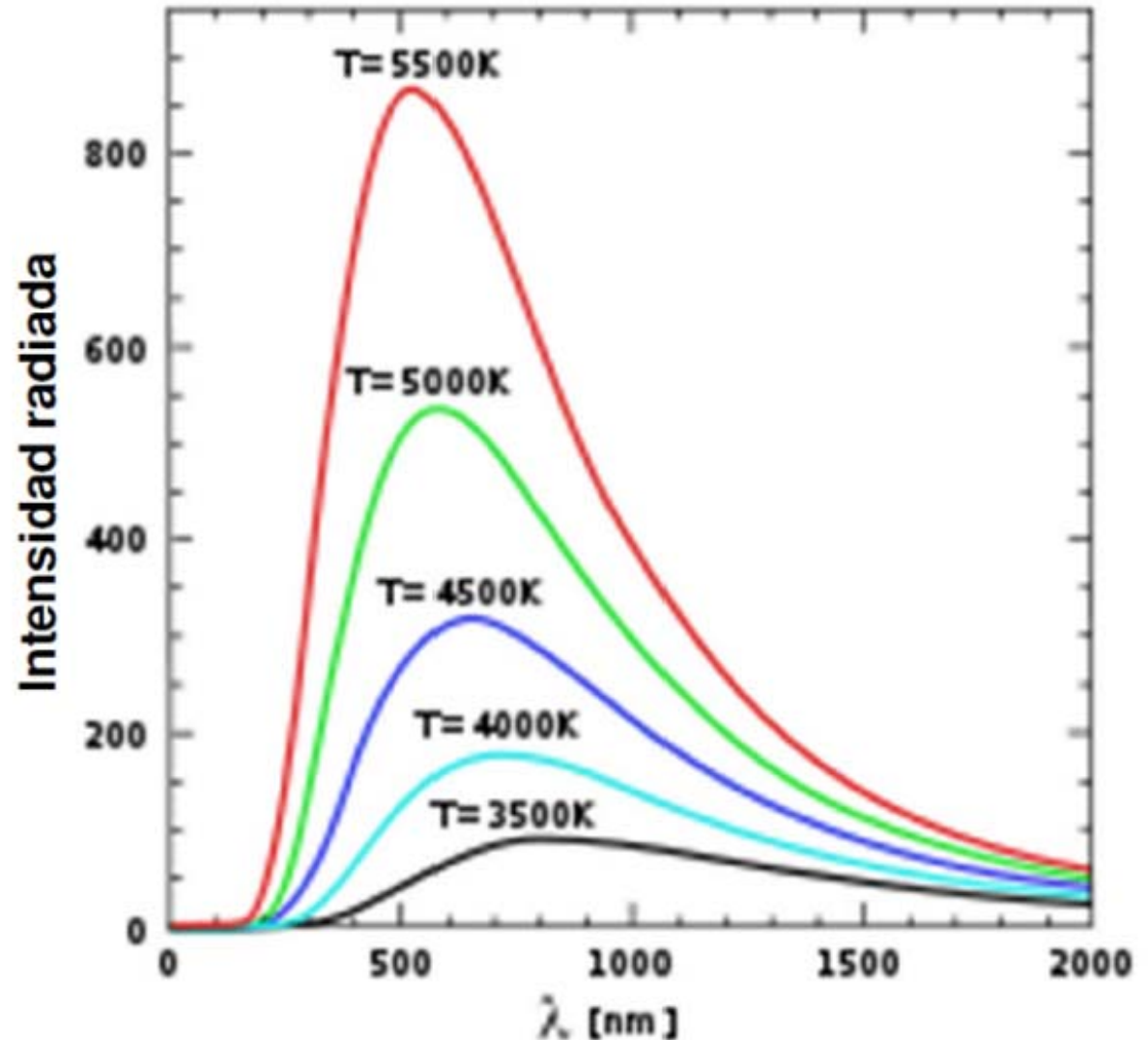


En un cuerpo negro

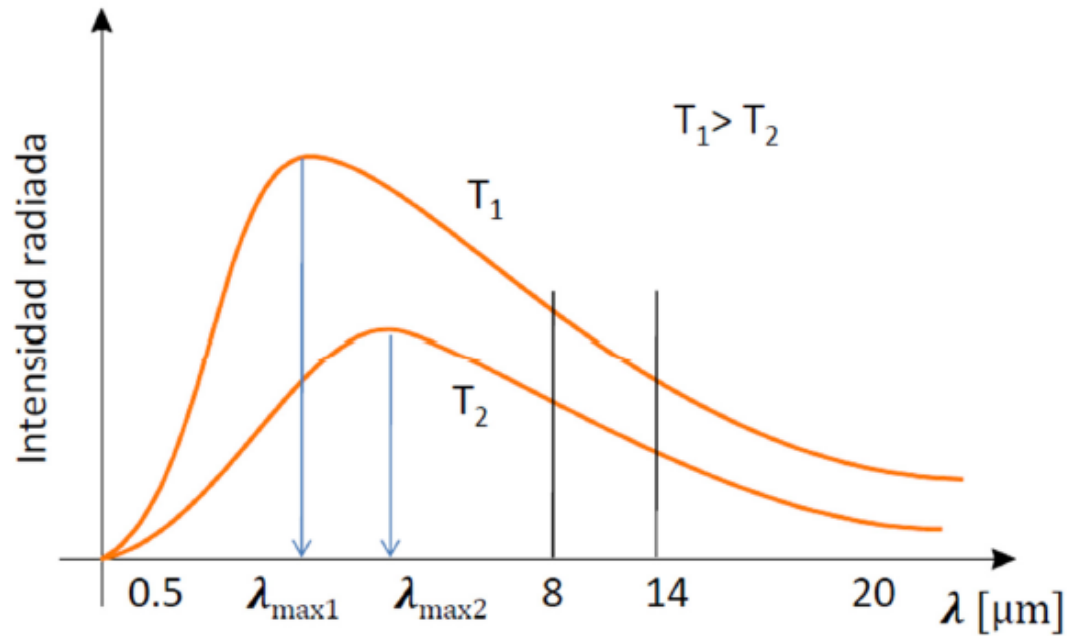
$R=T=0$

En equilibrio $A = E$

En un cuerpo negro $E=1$



Termómetros infrarrojos o Pirómetros



Supuestos: emisibilidad de cuerpo gris
no hay absorción en el medio

Temperatura mas
baja obtenida
artificialmente
Ordenamiento de
momentos
nucleares

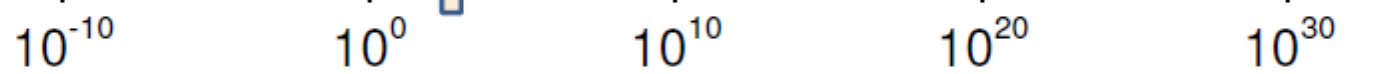
100pK

Vida cotidiana

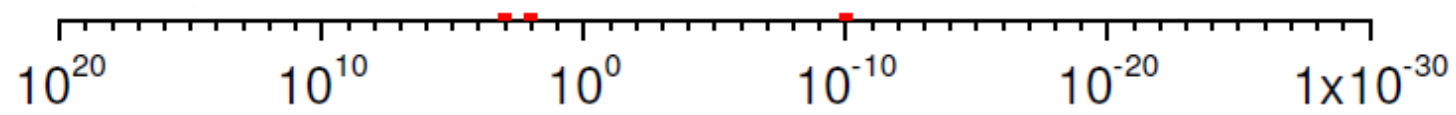
Plasma en
reactores de fusión
500 MK

LHC 5.5 GK

Teoría, 10^{-44} s
despues del Big
Bang



Temperatura (K)



Long de onda (nm)