

ULA. FACULTAD DE INGENIERIA.
ESCUELA DE MECANICA
INSTRUMENTACION

Mérida 27 de noviembre de 2014

2do EXAMEN PARCIAL. Teoría.

A. Conteste las cuatro (4) preguntas marcadas. Utilice ilustraciones para las explicaciones, sea lo más explícito y amplio posible. Escriba con letra clara y legible. (3 puntos cada una) (30 minutos).

1. Explique el funcionamiento de los termómetros bimetalicos, menciones sus partes y formas típicas de construcción.
2. Explique el funcionamiento de los termómetros de líquido en vidrio, menciones sus partes y formas típicas de construcción.
3. Explique el funcionamiento de los termómetros de resorte, menciones sus partes y formas típicas de construcción.
4. Explique el funcionamiento de los termómetros de resistencia de platino, y haga un esquema típico de su construcción. Menciones las ventajas y desventajas que esta posee en comparación con las otras sondas de resistencia.
5. Explique el funcionamiento de los termómetros de resistencia de cobre, y haga un esquema típico de su construcción. Menciones las ventajas y desventajas que esta posee en comparación con las otras sondas de resistencia.
6. Explique en qué consiste el error por temperatura ambiente en los termómetros de resorte, cuando es importante y como se corrige.
7. Explique en qué consiste el error por diferencia de altura en los termómetros de resorte, cuando es importante y como se corrige.
8. Explique en qué consiste el error por cambio de presión atmosférica en los termómetros de resorte, cuando es importante y como se corrige.
9. Explique en qué consiste el error por inmersión en los termómetros de resorte, cuando es importante y como se corrige.
10. Explique en qué consiste el error por depresión en los termómetros de resorte, cuando es importante y como se corrige.
11. Explique el funcionamiento de los termopares, y liste los estandarizados más comunes.
12. Nombre y explique brevemente los tres efectos en los que se basa el funcionamiento de los termopares.
13. Explique el funcionamiento de los termistores, y haga un esquema típico de su construcción. Menciones las ventajas y desventajas que esta posee en comparación con las otras sondas de resistencia.
14. Nombre y explique brevemente tres (3) de los métodos utilizados en la medición de la resistencia eléctrica de los RTD.
15. Explique el funcionamiento del pirómetro óptico.
16. Explique el funcionamiento de los pirómetros de radiación total.
17. Explique el funcionamiento del medidor de cristal, menciones tipos y muestre sus formas constructivas.
18. Explique el funcionamiento del medidor de nivel de flotador, mencione tipos existentes.
19. Explique el funcionamiento del medidor de fuerza de empuje y la ecuación que rige su funcionamiento.
20. Explique el funcionamiento del medidor manométrico y muestre su configuración y conexión al tanque.
21. Explique el funcionamiento del medidor de tipo burbujeo y muestre su configuración y conexión.
22. Explique el funcionamiento de la medición de nivel por ultrasonido, como se instala y para que tipos de productos se utiliza.

2do EXAMEN PARCIAL.

Problemas.

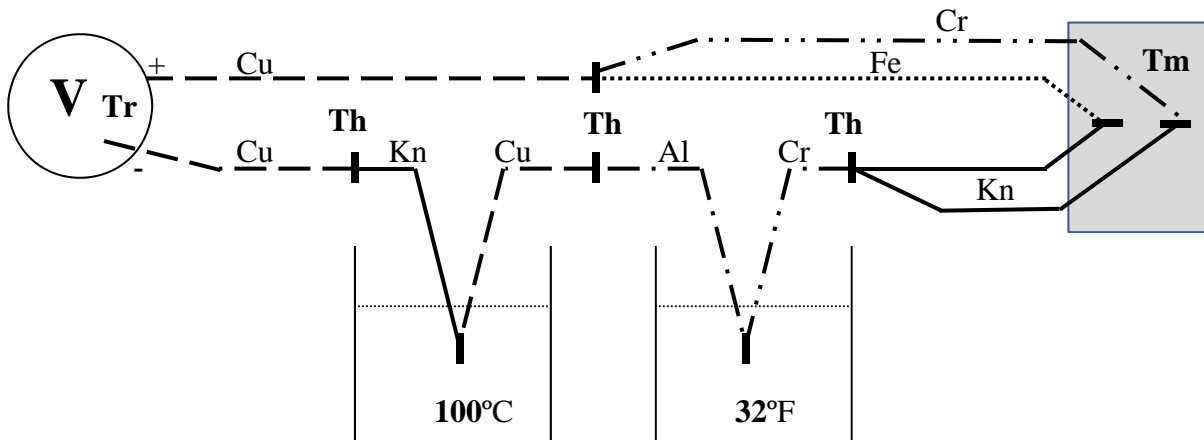
Nota: para cada problema utilice los datos marcados

1. Hallar el valor de T_m si

$V = 10\text{ mV}$	$V = 8\text{ mV}$	$V = 12\text{ mV}$
$T_h = 113\text{ }^\circ\text{F}$	$T_h = 131\text{ }^\circ\text{F}$	$T_h = 149\text{ }^\circ\text{F}$
$T_r = 20\text{ }^\circ\text{C}$	$T_r = 25\text{ }^\circ\text{C}$	$T_r = 30\text{ }^\circ\text{C}$

Nota: **Cu**: cobre, **Kn**: constantan, **Fe**: hierro, **Al**: aluminio, **Cr**: cromel.

(4 puntos)



2. Se tiene un termómetro de mercurio con un rango de 0 a 120 °C, el cual está hecho con un bulbo de cobre de volumen V y un capilar de vidrio. Si la temperatura es estable a T_1 y repentinamente cambia a T_2 . ¿Cuál es la magnitud del error que se produce por el efecto de depresión?

$$\beta_{Hg} = 0.1819 \times 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}; \beta_{Cu} = 28 \times 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{F}; \beta_{vidrio} \cong 0$$

$V = 15\text{ cm}^3$	$V = 20\text{ cm}^3$	$V = 25\text{ cm}^3$
$T_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$	$T_1 = 60\text{ }^\circ\text{C}$	$T_1 = 100\text{ }^\circ\text{C}$
$T_2 = 30\text{ }^\circ\text{C}$	$T_2 = 50\text{ }^\circ\text{C}$	$T_2 = 70\text{ }^\circ\text{C}$

(4 puntos)

(Duración 90 minutos)

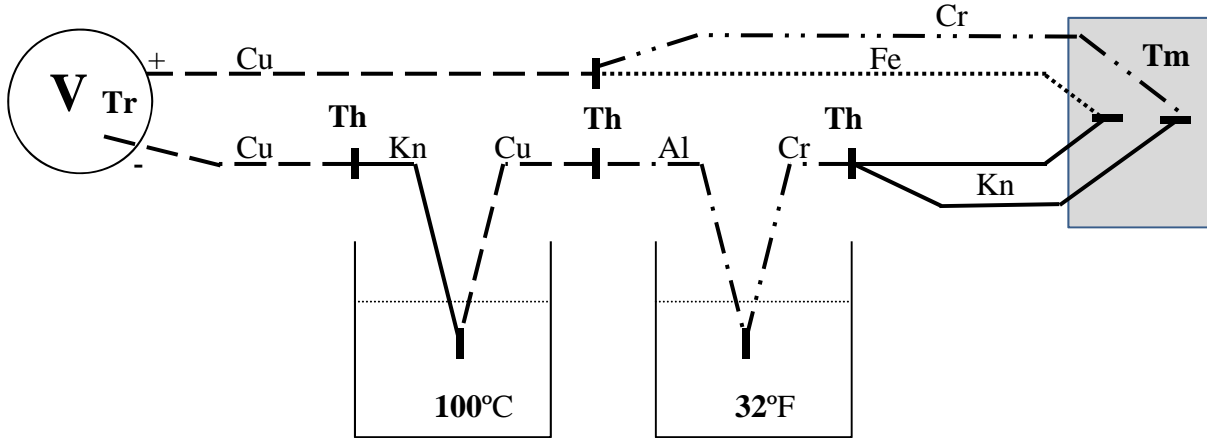
2do EXAMEN PARCIAL.

Solución Problemas.

1. Hallar el valor de T_m si $V = 10$ mV, $T_h = 113$ °F y $T_r = 20$ °C

Nota: **Cu**: cobre, **Kn**: constantan, **Fe**: hierro, **Al**: aluminio, **Cr**: cromel.

(6 puntos)



Solución:

Cálculos en °C

$$E_{Cu-Fe}|_{Tr}^{Th} + E_{Fe-Kn}|_{Tr}^{Tm} + E_{Kn-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Al}|_{Tr}^0 + E_{Al-Cu}|_{Tr}^{Th} + E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{100} + E_{Kn-Cu}|_{Tr}^{Th} - V_1 = 0$$

$$E_{Cu-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Kn}|_{Tr}^{Tm} + E_{Kn-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Al}|_{Tr}^0 + E_{Al-Cu}|_{Tr}^{Th} + E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{100} + E_{Kn-Cu}|_{Tr}^{Th} - V_2 = 0$$

Como los termopares están en paralelo

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$V = \frac{(E_{Cu-Fe}|_{Tr}^{Th} + E_{Fe-Kn}|_{Tr}^{Tm}) + (E_{Cu-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Kn}|_{Tr}^{Tm})}{2} + E_{Kn-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Al}|_{Tr}^0 + E_{Al-Cu}|_{Tr}^{Th} + E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{100} + E_{Kn-Cu}|_{Tr}^{Th}$$

Con la ley de los metales intermedios:

$$V = \frac{(E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{Th} + E_{Kn-Fe}|_{Tr}^{Th} + E_{Fe-Kn}|_{Tr}^{Tm}) + (E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{Th} + E_{Kn-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Kn}|_{Tr}^{Tm})}{2} + E_{Kn-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Al}|_{Tr}^0 + E_{Al-Cr}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Kn}|_{Tr}^{Th} + E_{Kn-Cu}|_{Tr}^{Th} + E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{100} + E_{Kn-Cu}|_{Tr}^{Th}$$

$$V = \frac{-E_{Fe-Kn}|_{Tr}^{Th} + E_{Fe-Kn}|_{Tr}^{Tm} - E_{Cr-Kn}|_{Tr}^{Th} + E_{Cr-Kn}|_{Tr}^{Tm}}{2} + E_{Cr-Al}|_{Tr}^0 - E_{Cr-Al}|_{Tr}^{Th} - E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{Th} + E_{Cu-Kn}|_{Tr}^{100}$$

Nombre: _____ C.I.: _____

Con la ley de las temperaturas intermedias:

$$V = \frac{-E_{Fe-Kn}|_0^{Th} + E_{Fe-Kn}|_0^{Tr} + E_{Fe-Kn}|_0^{Tm} - E_{Fe-Kn}|_0^{Tr} - E_{Cr-Kn}|_0^{Th} + E_{Cr-Kn}|_0^{Tr} + E_{Cr-Kn}|_0^{Tm} - E_{Cr-Kn}|_0^{Tr}}{2} - E_{Cr-Al}|_0^{Tr} - E_{Cr-Al}|_0^{Th} + E_{Cr-Al}|_0^{Tr} - E_{Cu-Kn}|_0^{Th} + E_{Cu-Kn}|_0^{Tr} + E_{Cu-Kn}|_0^{100} - E_{Cu-Kn}|_0^{Tr}$$

$$V = \frac{E_{Fe-Kn}|_0^{Tm} + E_{Cr-Kn}|_0^{Tm}}{2} - \frac{E_{Fe-Kn}|_0^{Th} + E_{Cr-Kn}|_0^{Th}}{2} - E_{Cr-Al}|_0^{Th} - E_{Cu-Kn}|_0^{Th} + E_{Cu-Kn}|_0^{100}$$

$$E_{Fe-Kn}|_0^{Tm} + E_{Cr-Kn}|_0^{Tm} = 2 \left(V + \frac{E_{Fe-Kn}|_0^{Th} + E_{Cr-Kn}|_0^{Th}}{2} + E_{Cr-Al}|_0^{Th} + E_{Cu-Kn}|_0^{Th} - E_{Cu-Kn}|_0^{100} \right)$$

De tablas:

	$Th = 45^\circ C = 113^\circ F$	$Th = 55^\circ C = 131^\circ F$	$Th = 65^\circ C = 149^\circ F$
$E_{Fe-Kn} _0^{Th} =$	2.322 mV	2.850 mV	3.382 mV
$E_{Cr-Kn} _0^{Th} =$	2.733 mV	3.365 mV	4.006 mV
$E_{Cr-Al} _0^{Th} =$	1.817 mV	2.230 mV	2.644 mV
$E_{Cu-Kn} _0^{Th} =$	1.823 mV	2.251 mV	2.687 mV

$$E_{Cu-Kn}|_0^{100} = 4.279 \text{ mV};$$

Por lo tanto (para $Th = 45^\circ C$ y $V = 10 \text{ mV}$):

$$E_{Fe-Kn}|_0^{Tm} + E_{Cr-Kn}|_0^{Tm} = 23.777 \text{ mV}$$

De tablas:

$$Tm \cong 196.73^\circ C$$

Otros datos numéricos (en $^\circ C$)

$E \text{ (mV)} =$	$Th = 45^\circ C = 113^\circ F$	$Th = 55^\circ C = 131^\circ F$	$Th = 65^\circ C = 149^\circ F$
$V=10$	23.777	26.619	29.492
$V=8$	19.777	22.619	25.492
$V=12$	27.777	30.619	33.492

$Tm \text{ (}^\circ C\text{)} =$	Th=95	Th=105	Th=85
$V=10$	196.73	218.60	240.55
$V=8$	165.59	187.76	209.95
$V=12$	227.47	249.11	270.86

3. Se tiene un termómetro de mercurio con un rango de 0 a 120 °C, el cual está hecho con un bulbo de cobre de volumen V y un capilar de vidrio. Si la temperatura es estable a T_1 y repentinamente cambia a T_2 . ¿Cuál es la magnitud del error que se produce por el efecto de depresión?

$$\beta_{Hg} = 0.1819 \times 10^{-3} \text{ } 1/^{\circ}C; \beta_{Cu} = 28 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}F; \beta_{vidrio} \cong 0$$

$V = 15 \text{ cm}^3$	$V = 20 \text{ cm}^3$	$V = 25 \text{ cm}^3$
$T_1 = 20 \text{ }^{\circ}C$	$T_1 = 60 \text{ }^{\circ}C$	$T_1 = 100 \text{ }^{\circ}C$
$T_2 = 30 \text{ }^{\circ}C$	$T_2 = 50 \text{ }^{\circ}C$	$T_2 = 70 \text{ }^{\circ}C$

(4 puntos)

Solución $V = 15, T_1 = 20, T_2 = 30$

La ecuación que rige el cambio de volumen en un termómetro de expansión de mercurio es:

$$V_L = V_{0L}(1 + \beta \Delta T)$$

$$V_B = V_{0B}(1 + \beta \Delta T)$$

El volumen del bulbo se mide a la temperatura mínima del rango, o un valor menor. Como no hay información supondremos que es a la temperatura mínima del rango 0°C.

Por lo tanto a la temperatura T_1 :

$$V_{L1} = V(1 + \beta_{Hg}T_1) = 15(1 + 0.1819 \times 10^{-3} \times 20) = 15.055$$

$$V_{B1} = V(1 + \beta_{Cu}T_1) = 15(1 + 1.5556 \times 10^{-5} \times 20) = 15.005$$

El volumen del líquido en el capilar será a esa temperatura:

$$V_{C1} = V_{L1} - V_{B1} = 4.9903 \times 10^{-2}$$

El error por depresión se produce cuando inicialmente el bulbo se expande, mientras que el líquido en él sigue a la temperatura inicial, por lo cual no hay expansión. Por lo tanto su valor máximo se produce cuando para la temperatura T_2 :

$$V_{L2} = V_{L1}$$

$$V_{B2} = V(1 + \beta_{Cu}T_2) = 15(1 + 0.1819 \times 10^{-3} \times 30) = 15.007$$

Para esas condiciones el volumen en el capilar será:

$$V_{C2} = V_{L2} - V_{B2} = 4.7570 \times 10^{-2}$$

El error en temperatura se calcula haciendo equivalente la pérdida que se produce en el capilar a un cambio de volumen de mercurio, y calculando una T_E .

$$V_{LE} = V_{L1} - (V_{C1} - V_{C2}) = 15.052$$

Por tanto:

$$T_E = \frac{V_{LE}}{V\beta_{Hg}} - \frac{1}{\beta_{Hg}} = \frac{15.052}{15 \times 0.1819 \times 10^{-3}} - \frac{1}{0.1819 \times 10^{-3}}$$

$$T_E = 19.145^{\circ}C$$

$$Error = T_E - T_1 = -0.8552^{\circ}C$$