UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL AVELLANEDA
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA
Ingenieria Electrónica (Integradora 1° Nivel)

Unidad N° *1* – Ejercicios y problemas

1) Cuestionario:
- a) Que es una magnitud fisica?
- b) Explique la diferencia entre una magnitud escalar y una vectorial. Dar 5 ejemplos para cada tipo de magnitud.
- c) Que es un vector?
- d) Que es una unidad de medida?
- e) Por qué en la determinación de una medida, usamos valores aproximados y hacemos solo una estimación del error que la afecta?
- f) Explique la diferencia entre errores sistematicos y casuales.
- g) Cuando una medición es de tipo directa y cuando es indirecta?

2) Una persona se encuentra en un punto determinado, camina 4 km hacia el sur durante 2 horas, y luego 3 Km hacia el oeste durante 1 hora y media. Cual es la distancia entre el punto de partida y el de llegada?, cuanto es el tiempo que demoró el recorrido?

3) Completar especificando: orden de magnitud; truncamiento y redondeo con 2 cifras decimales

valor	orden de magnitud	truncamiento	redondeo
15,891345......			
0,00999........			
0,04444........			
1,05736........			

4) Un cuadrado tiene una superficie de 6,18 cm^2. Usando una regla que aprecia hasta milimetros, que valor obtendriamos si midieramos el lado?

5) Dados los siguientes números, redondear hasta las centesimas, y calcular del error absoluto y relativo de las aproximaciones hechas:

a) $\sqrt{5}$ b) π c) 5/7

6) Indicar la cantidad de cifras significativas de cada uno de los sig. valores:

a) 15.625 Hz b) 0,0075 Kg c) 0,22 μF d) $4{,}05 \times 10^{-6}$ m^3

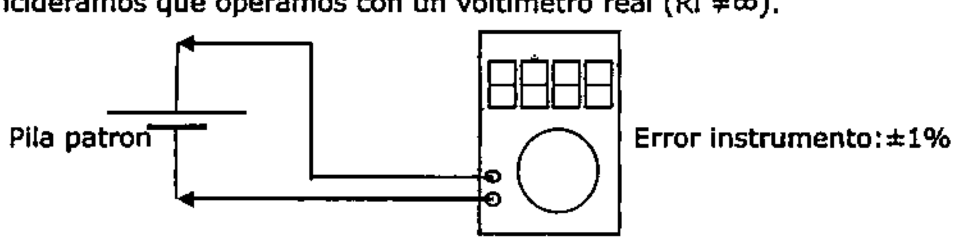
7) Dadas las sig. medidas, hallar el error relativo de cada una:
a) 25 Km ± 0,1 Km
b) 90 minutos ± 10 sg

8) Si en lugar de $\sqrt{0{,}45}$ para facilitar las cuentas usamos $\sqrt{0{,}49} = 0{,}7$
En cuanto se puede estimar el error, al realizar dicha aproximación ?

9) Se mide la temperatura del disipador de un chip con un termómetro cuya menor graduación es de 0,5°C, y el valor registrado es de 42,5°C. Determinar:

a) el valor representativo de la medición b) el error absoluto c) medida o resultado de la medición. d) cota mínima y cota máxima de la medida. e) el error relativo.

10) Con un voltimetro digital de taller con un display de 4 digitos, se mide la tensión de una pila patrón de 1,52v. Si el error que afecta a la medida es de ±1%, cuál es el valor indicado, si concideramos que operamos con un voltímetro real (Ri ≠∞).

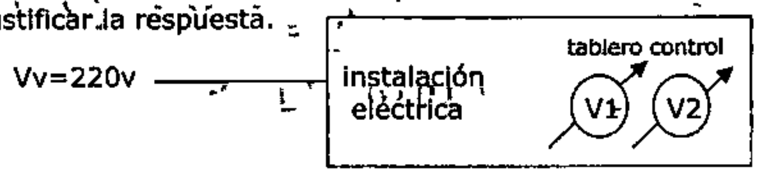


11) a) Indique a que refieren las cualidades de un método ó proceso de medición:
Fidelidad; Repetibilidad; Reproducibilidad; Sensibilidad; Precisión; Exactitud

b) Puede un proceso de medida ser muy exácto y poco preciso?
c) Cuales podrian ser las causas que expliquen que un proceso de medición resulte muy preciso y poco exácto?

12) Un capacitor fue medido en dos ocasiones; se usaron procesos de medición diferentes, y se obtuvo las sig. medidas: C1: (496 ± 25)μF ; C2: $5{,}6 \times 10^{-4}$ F ±10%
Determinar, justificando la respuesta: Cual de las 2 medidas es más exacta?

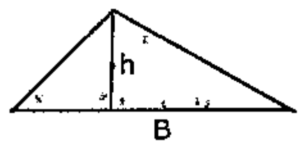
13) Un tablero de control, tiene 2 voltimetros que registran la tensión de red en 2 puntos distintos de la instalación. Si durante un tiempo, el 1° instrumento midió siempre un mismo valor de V1=205v, y por su parte, el 2° instrumento midió dos valores V2a=221v y V2b=218v en dos momentos del mismo periodo. Si sabemos que la tensión permaneció constante, y tomamos el valor nominal Vv=220v como verdadero, cual de los instrumentos es más exacto y cual más preciso?. Justificar la respuesta.



14) Dos resistores: R1= 100KΩ ±5% ; R2= 68KΩ ±2%, se conectan: a) serie ; b) paralelo
Determinar en cada caso la resistencia equivalente resultante R±ΔR

15) Utilizando una regla que aprecia hasta mm, se midió la base y la altura de un triángulo.
Determinar la superficie $S_0 \pm \Delta S$ del triángulo.

$$\begin{cases} h=(21,5 \pm 0,1)\text{cm} \\ B=(32,7 \pm 0,1)\text{cm} \end{cases}$$



16) En forma indirecta se mide la densidad de un cuerpo homogeneo, y para ello se midió su masa y su volumen. Hallar la medida de densidad, e indicar de que material es el cuerpo.

Masa: (371,4 ± 0,8) gr ; Volumen: (137 ± 6) cm^3

17) Se necesita ajustar en laboratorio un valor de resistencia de 99,6 Ω con tolerancia de ±0,1%. Se dispone de un resistor de 100,0 Ω con tolerancia de ±0,1%, y se propone colocar otro resistor en paralelo para alcanzar el valor buscado. Un operador plantea que el resistor a conectar en paralelo debe ser de 29,4 KΩ ±0,1%, otro operador propone 29,4 KΩ ±2% o sea un resistor del mismo valor pero de mayor tolerancia.
Cual de los 2 tiene razón?, justificar.

18) Se midió de manera indirecta la potencia en un resistor R=680Ω ±5%, para ello se hizo la medición de tensión sobre el mismo, siendo la indicación del voltímetro Vi=48,7v. Según la hoja de datos, el error instrumental es $\Delta V_{voltimetro}$=0,2v. Cual es la medida obtenida de potencia $Pm=(P_0 \pm \Delta P)$.

19) Utilizando un multímetro en función voltimetro de c.a. se mide una tensión senoidal.
La indicación obtenida es Vi = 12,36 v , y según la hoja de datos del instrumento, y para el rango usado Vpe=40v, el error instrumental es ΔV=±(1,2 % Vi + 10 dig).
Hallar el valor de la tensión medida Vm = Vi ± ΔV .

20) Para determinar el tiempo de aceleración de 0 a 100Km/hr a máxima potencia de un auto, se realizaron pruebas de velocidad. Luego de hacer el test en 4 oportunidades, se registraron los siguientes tiempos: 11,2sg ; 10,5sg ; 10,9 sg ; 11,8sg

a) Pensar y analizar esta experiencia, Qué caracteristicas tendrá el error de la medida.

b) Con los datos de las pruebas realizadas, y teniendo en cuenta el análisis del punto anterior, cual es el valor estimado del tiempo de aceleración $t = t_0 \pm \Delta t$

21) Para determinar el largo de una viga metálica, que por su función sufre deformaciones debido a cambios térmicos y esfuerzos mecánicos, se midió su longitud en 10 oportunidades y se obtuvo la sig. muestra: X1=15,08m ; X2=15,01m ; X3=14,98m ; X4=14,99m ; X5=15,05m ; X6=15,08m ; X7=15,03m ; X8=15,09m ; X9=14,17m ; X10=15,02m

a) Analizar los valores de la muestra, existe alguna inconsistencia?

b) Si consideramos despreciables los errores sistematicos en las medidas que integran la muestra, determinar la estimación de la longitud de la viga.

22) Se dispone de un lote de 5000 TRs (transistores), todos del mismo modelo y del mismo fabricante.
Se pretende utilizarlos (operando en circuitos equivalentes), pero no se conoce su β, que es una de las especificaciones de interés de un TR.
El β , es una especificación con alta variabilidad de una unidad a otra, aún para el mismo modelo, por lo tanto no es viable medirlo en uno de los TRs y tomarlo como valor de β para todos los TR del lote.
Se extrae una cantidad de TRs del lote, y se miden los β de cada uno, y se obtiene la sig. muestra:

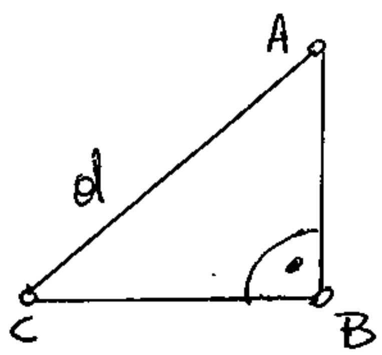
muestra

β1 = 275	β5 = 305	β9 = 304	β13 = 278
β2 = 290	β6 = 285	β10 = 324	β14 = 311
β3 = 312	β7 = 282	β11 = 308	β15 = 316
β4 = 298	β8 = 312	β12 = 288	β16 = 280

<u>Se pide</u>: a partir de la medición realizada, estimar el valor de β para todos los TRs del lote
(se desprecia los errores sistemáticos que afecta a los valores muestreados)

1) TEORICO (DEFINICIONES)

2)



$$\begin{cases} D_{AB} = 4 \text{ Km} \\ D_{BC} = 3 \text{ Km} \\ t_{AB} = 2 \text{ Hs.} \\ t_{BC} = 1{,}5 \text{ Hs.} \end{cases}$$

$$D_{AC} = \sqrt{D_{AB}^2 + D_{BC}^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$$

$$\boxed{D_{AC} = 5 \text{ Km}}$$

$$t_{AC} = t_{AB} + t_{BC} = 2 + 1{,}5$$

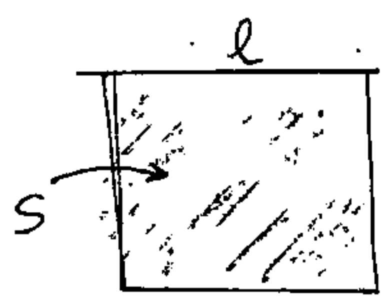
$$\boxed{t_{AC} = 3{,}5 \text{ Hs.}}$$

3)

Valor	ORDEN MAGNITUD	TRUNCAMIENTO	REDONDEO
15,891345	10	15,89	16,00
0,00999	0,01	0,00	0,01
0,04444	0,01	0,04	0,04
1,05736	1	1,05	1,06

A 2 CIFRAS DECIMALES

4)



$$S = 6{,}18 \text{ cm}^2$$

$$l = \sqrt{S} = \sqrt{6{,}18} = 2{,}48596\ldots..$$

$$\boxed{l = 2{,}5 \text{ cm}}$$

5 A) $\sqrt{5} = 2,23|6068....$

$$\boxed{\sqrt{5} \approx 2,24}$$

$\Delta X = |X_v - X_m| \longrightarrow \Delta X = |\sqrt{5} - 2,24| = 0,003932..$

$$\boxed{\Delta X = \pm\ 0,003932}$$

$\mathcal{E} = \frac{\Delta X}{X_v} \longrightarrow \mathcal{E} = \frac{0,003932}{\sqrt{5}} = \pm\ 0,001758...$

$$\boxed{\mathcal{E} = \pm\ 0,2\ \%}$$

B) $\pi = 3,14|15927.....$

$$\boxed{\pi \approx 3,14}$$

$\Delta X = |\pi - 3,14| = 0,0015926....$

$$\boxed{\Delta X = \pm\ 0,0015926...}$$

$\mathcal{E} = \pm\ \frac{0,0015926}{\pi} = \pm\ 0,0005....$

$$\boxed{\mathcal{E} = \pm\ 0,05\ \%}$$

c) $\frac{5}{7} = 0,71|42857....$

$$\boxed{5/7 = 0,71}$$

$\Delta X = |5/7 - 0,71| = \pm\ 0,0042857...$

$$\boxed{\Delta X = \pm\ 0,0042857...}$$

$\mathcal{E} = \pm\ \frac{0,0042857}{5/7} = \pm\ 0,0059999...$

$$\boxed{\mathcal{E} = \pm\ 0,6\%}$$

6 A) 15.625 Hz → 5 CIFRAS SIGNIFICATIVAS

B) 0,0075 Kg → 2 C.S.

C) 0,22 mF → 2 C.S.

D) $4{,}05 \times 10^{-6}\ m^3$ → 3 C.S.

7

A) 25 Km ± 0,1 Km

$$\varepsilon = \pm \frac{0{,}1}{25{,}0} = 0{,}004 \longrightarrow \boxed{\varepsilon = \pm\, 0{,}4\%}$$

B) 90 min ± 10 sg = 90 · 60 sg ± 10 sg

5400 sg ± 10 sg

$$\varepsilon = \pm \frac{10}{5400} = \pm\, 0{,}00185\ldots \longrightarrow \boxed{\varepsilon = \pm\, 0{,}2\%}$$

8

$\sqrt{0{,}45} = 0{,}6708203\ldots$

$\sqrt{0{,}49} = 0{,}7$

$$\Delta X = \left|\sqrt{0{,}45} - \sqrt{0{,}49}\right| = \left|0{,}6708203 - 0{,}7\right| = \pm\, 0{,}029179$$

$\Delta X = \pm 0{,}029$

$$\varepsilon = \pm \frac{0{,}029\ldots}{\sqrt{0{,}45}} = \pm\, 0{,}0432\ldots$$

→ REDONDEO A 1 C.S. POR EXCESO

$\varepsilon = \pm 0{,}05$

$$\boxed{\begin{array}{l} \Delta X = \pm\, 0{,}029 \\ \varepsilon = \pm\, 5\% \end{array}}$$

OTRA FORMA DE RESOLUCION

(si): $f(x) = \sqrt{x} = x^{1/2}$

$$df(x) = f'(x)\,dx$$

$$df(x) = \frac{1}{2} \cdot x^{-1/2} \cdot dx$$

$$\begin{cases} X_A = 0{,}45 \\ X_0 = 0{,}49 \end{cases}$$

$$\boxed{df(x) = \frac{1}{2\sqrt{x}}\,dx}$$

$$dx = |X_0 - X_A| = |0{,}45 - 0{,}49| = 0{,}04$$

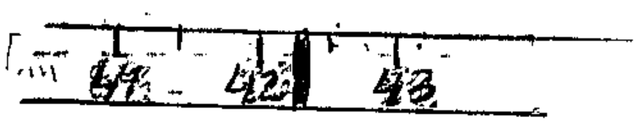
ERROR ABSOLUTO: $df(x) = \frac{1}{2\sqrt{X_0}} \cdot dx = \frac{1}{2\sqrt{0{,}49}} \cdot 0{,}04$

$$\boxed{\Delta X \cong df(x) = \pm 0{,}029}$$

ERROR RELATIVO: $\mathcal{E} \cong \frac{df(x)}{f_x} = \frac{\frac{1}{2\sqrt{X_0}}\,dx}{\sqrt{X_0}} = \frac{dx}{2X_0} = \frac{0{,}04}{2 \cdot 0{,}49}$

$$\boxed{\mathcal{E} = \pm 4\%}$$

9



A) $\boxed{T_0 = 42{,}5\,C}$ VALOR REPRESENTATIVO

B) $\boxed{\Delta T = \pm 0{,}5\,°C}$ ERROR ABSOLUTO Ó INDETERMINACION

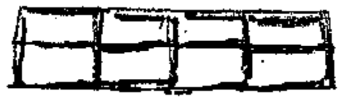
C) $\boxed{T_M = (42{,}5 \pm 0{,}5)\,C°}$ MEDIDA.

D)
$$\begin{cases} T_{MAX} = T_0 + \Delta T = 42{,}5 + 0{,}5 = 43\,°C & \text{COTA MAXIMA} \\ T_{min} = T_0 - \Delta T = 42{,}5 - 0{,}5 = 42\,°C & \text{COTA MINIMA} \end{cases}$$

E) $\mathcal{E} = \frac{\Delta T}{T_0} = \frac{0{,}5}{42{,}5} = \pm 0{,}0117\ldots \rightarrow \pm 0{,}02$

$$\boxed{\mathcal{E} = \pm 2\%}$$

(10) INDICACION



$$\begin{cases} V_V = 1{,}52\text{ v} \\ \mathcal{E} = \pm 1\% \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta V}{V_V} \longrightarrow \Delta V = \mathcal{E} \cdot V_V = 0{,}01 \cdot 1{,}52$$

$$\Delta V = \pm 0{,}0152\text{ v}$$

$$\Delta V = \pm |V_V - V_i| \longrightarrow V_i = V_V \pm \Delta V$$

$$V_{i_1} = V_V + \Delta V = 1{,}52 + 0{,}0152 = 1{,}5352\text{ v}$$

$$V_{i_2} = V_V - \Delta V = 1{,}52 - 0{,}0152 = 1{,}5048\text{ v}$$

Valor indicado ($R_i \neq \infty$)

$\boxed{1{,}505}$ v

(11)

Sensibilidad: Es la mínima variación de magnitud a medir que es capaz de detectar.

Exactitud: Es el grado de cercanía entre la medida y el verdadero valor.

Repetibilidad: Es el grado de concordancia entre el resultado de mediciones sucesivas de una misma magnitud, hechas en iguales condiciones y a intervalos de tiempo grandes

Reproducibilidad: Es el grado de concordancia entre el resultado de mediciones sucesivas de una misma magnitud, pero hechas en distintas condiciones (Instrumentos - Procedimiento) a intervalos de tiempo grandes respecto de la duración de la medición

Fidelidad: Repetibilidad + Reproducibilidad

Precisión: Es el grado de repetibilidad entre los resultados de mediciones hechas en iguales condiciones.

(12)

$$\begin{cases} C1: (496 \pm 25)\,\mu F \\ C2: 56 \times 10^{-4}\,F \pm 10\% \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} 560\,\mu F \pm 10\% \\ (560 \pm 56)\,\mu F \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varepsilon_{C_1} = \pm \dfrac{\Delta C_1}{C_{1_0}} = \pm \dfrac{25}{496} = \pm 0{,}05 \\ \varepsilon_{C_2} = \pm \dfrac{\Delta C_2}{C_{2_0}} = \pm \dfrac{56}{560} = \pm 0{,}1 \end{cases} \longrightarrow \varepsilon_{C_1} < \varepsilon_{C_2}$$

LA MEDIDA C_1 ES MÁS EXÁCTA

(13)

$$\begin{cases} V_V = 220\,v \\ V_1 = 205\,v \\ V_{2_A} = 221\,v \\ V_{2_B} = 218\,v \end{cases}$$

$$\varepsilon_1 = \frac{|V_V - V_1|}{V_V} = \pm \frac{|220 - 205|}{220} = \pm 0{,}068$$

$$\begin{cases} \varepsilon_{2_A} = \pm \dfrac{|220 - 221|}{220} = \pm 0{,}005 \\ \varepsilon_{2_B} = \pm \dfrac{|220 - 218|}{220} = \pm 0{,}009 \end{cases}$$

$\varepsilon_2 < \varepsilon_1 \Rightarrow$ 2do INSTRUMENTO ES MÁS EXÁCTO

COMO NO VARIO INDICACIÓN $\longrightarrow$ 1er INSTRUMENTO ES MAS PRECISO

(14)

R_1 100 KΩ ±5% ← 3 C.S.

R_2 68 KΩ ±2% ← 4 S.C. ← 66,6 K K ↔ 69,36 K

$$\begin{cases} \Delta R_1 = \varepsilon_1 \cdot R_{1_0} = 0{,}05 \cdot 100 = \pm 5\,K \\ \Delta R_2 = \varepsilon_2 \cdot R_{2_0} = 0{,}02 \cdot 68 = \pm 1{,}36\,K \end{cases}$$

A) Serie:

$$R_{S_0} = R_1 + R_2 = 100 + 68 = 168\,K\Omega$$

$$\Delta R_S = |\Delta R_1| + |\Delta R_2| = 5 + 1{,}36 = \pm 6{,}36\,K$$

TOMO ESTA ERROR $\longrightarrow \pm 7\,K\Omega$

$$\boxed{R_S = (168 \pm 7)\,K\Omega} \longrightarrow \boxed{R_S = 168\,K \pm 4\%}$$

B) Paralelo:

$$R_{P_0} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \cdot 68}{100 + 68} = 40{,}476\ldots K$$

$\hookrightarrow R_P = 40\,K\Omega$

$$\Delta R_P = \frac{\partial R_P}{\partial R_1} \cdot \Delta R_1 + \frac{\partial R_P}{\partial R_2} \cdot \Delta R_2$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial R_P}{\partial R_1} = \dfrac{R_2 (R_1 + R_2) - 1 \cdot R_1 R_2}{(R_1 + R_2)^2} = \dfrac{R_2^2}{(R_1 + R_2)^2} \\ \dfrac{\partial R_P}{\partial R_2} = \dfrac{R_1 (R_2 + R_1) - 1 \cdot R_2 R_1}{(R_1 + R_2)^2} = \dfrac{R_1^2}{(R_1 + R_2)^2} \end{cases}$$

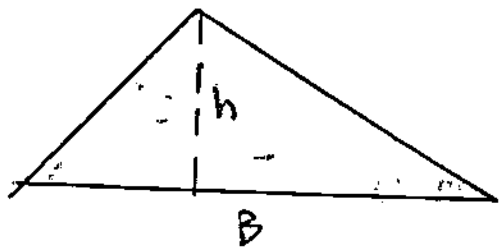
$$\Delta R_P = \frac{68^2 \cdot 5}{(100 + 68)^2} + \frac{100^2 \cdot 1{,}36}{(100 + 68)^2} \cong \pm 1{,}3\,K\Omega$$

$\Delta R_P = \pm 2\,K\Omega$

$$\varepsilon_{R_P} = \frac{\Delta R_P}{R_{P_0}} = \frac{1{,}3}{40{,}5} = \pm 0{,}032\ldots$$

$$\boxed{R_P = (40 \pm 2)\,K\Omega}$$

15



$$\begin{cases} h = (21{,}5 \pm 0{,}1)\ \text{cm} \\ B = (32{,}7 \pm 0{,}1)\ \text{cm} \end{cases}$$

$$S = \frac{h \cdot B}{2} = \frac{21{,}5 \cdot 32{,}7}{2} = 351{,}525\ldots$$

$S = 352\ \text{cm}^2$ (REDONDEO A 3 C.S.)

$$\Delta S = \left(\frac{\partial S}{\partial h}\cdot \Delta h + \frac{\partial S}{\partial B}\cdot \Delta B\right) = \left(\frac{B_0}{2}\cdot \Delta h + \frac{h_0}{2}\cdot \Delta B\right) = \left(\frac{32{,}7}{2}\cdot 0{,}1 + \frac{21{,}5}{2}\cdot 0{,}1\right)$$

$\Delta S = \pm 2{,}71\ldots$ (REDONDEO A UNIDADES DE cm^2) $\rightarrow \Delta S = 3\ \text{cm}^2$

$$\boxed{S = (352 \pm 3)\ \text{cm}^2}$$

16

$$\begin{cases} M = (371{,}4 \pm 0{,}8)\ \text{gr} \\ V = (137 \pm 6)\ \text{cm}^3 \end{cases}$$

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} = \frac{371{,}4}{137} = 2{,}71094\ldots$$

$\delta_0 = 2{,}71$ (REDONDEO A 3 C.S.)

$$\varepsilon_\delta = \left|\frac{\Delta M}{M}\right| + \left|\frac{\Delta V}{V}\right| = \left|\frac{0{,}8}{371{,}4}\right| + \left|\frac{6}{137}\right| = 0{,}04594\ldots$$

$$\Delta\delta = \varepsilon_\delta \cdot \delta_0 = 0{,}04594 \cdot 2{,}71 = 0{,}1245\ldots$$

$\Delta\delta = \pm 0{,}13\ \text{gr/cm}^3$

$$\boxed{\delta = (2{,}71 \pm 0{,}13)\ \text{gr/cm}^3}$$ Aluminio

17

R: $100{,}0\ \Omega$, $\pm 0{,}1$ R': $29{,}4\ \text{K}\Omega$, $\pm 0{,}1\%$ R'': $29{,}4\ \text{K}\Omega$, $\pm 2\%$

$\Delta R = R \cdot \varepsilon_R = 100{,}0 \cdot 0{,}001 = \pm 0{,}1\ \Omega \longrightarrow R = (100{,}0 \pm 0{,}1)\ \Omega$ 4 C.S.

$\Delta R' = R' \cdot \varepsilon_{R'} = 29.400 \cdot 0{,}001 = \pm 29{,}4\ \Omega \longrightarrow R' = (29400{,}0 \pm 29{,}4)\ \Omega$

$\Delta R'' = R'' \cdot \varepsilon_{R''} = 29.400 \cdot 0{,}02 = \pm 588\ \Omega \longrightarrow R'' = (29400 \pm 588)\ \Omega$

$$R'_{P_0} = R''_{P_0} = \frac{R \cdot R'}{R + R'} = \frac{100{,}0 \cdot 29.400{,}0}{100{,}0 + 29400{,}0} = 99{,}66102\ldots$$

$R'_{P_0} = R''_{P_0} = 99{,}66\ \Omega$

ERROR $\longrightarrow$ $\Delta R_P = \pm\left(\frac{\partial R_P}{\partial R}\cdot \Delta R + \frac{\partial R_P}{\partial R'}\cdot \Delta R'\right)$

1^a CASO: $\Delta R_p' = (R // R')$

$$\Delta R_p' = \pm\left(\frac{R'(R+R') - 1.R.R'}{(R+R')^2} \cdot \Delta R + \frac{R(R+R') - 1.R.R'}{(R+R')^2} \cdot \Delta R'\right)$$

$$\Delta R_p' = \pm\left(\frac{29.400.(29400+100) - 100.29400}{(29.500)^2} \cdot 0,1 + \frac{100(29500) - 1.100.29400}{(29.500)^2} \cdot 29,4\right)$$

$$\Delta R_p' = \pm(0,099323 + 0,000338) = \pm 0,0997 \longrightarrow \Delta R_p' = \pm 0,1\ \Omega$$

$$R_p' \begin{cases} (99,66 \pm 0,10)\ \Omega \longrightarrow \varepsilon_{R_p'} = \frac{0,10}{99,66} = \pm 0,1\% \\ 99,66\ \Omega \pm 0,1\% \end{cases}$$

$\longrightarrow$ CUMPLE LA ESPECIFICACIÓN

2^{do} CASO: $\Delta R_p'' = R // R''$

$$\Delta R_p'' = \pm\left(\frac{29.400.29500 - 100.29400}{(29500)^2} \cdot 0,1 + \frac{100.29500 - 29400.100}{(29500)^2} \cdot 588\right)$$

$$\Delta R_p'' = \pm(0,099323 + 0,006756) = \pm 0,1061\ldots \longrightarrow \Delta R_p'' = \pm 0,11\ \Omega$$

$$R_p'' \begin{cases} (99,66 \pm 0,11)\ \Omega \longrightarrow \varepsilon_{R_p''} = \frac{0,11}{99,66} = \pm 0,0011\ldots \\ 99,66\ \Omega \pm 0,11\% \end{cases}$$

$\longrightarrow \approx$ CUMPLE LA ESPECIFICACIÓN

18

$$\begin{cases} R = 680\ \Omega \pm 5\% \\ V_0 = 48,7\ v \\ \Delta V_{INST} = \pm 0,2\ v \end{cases}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad ; \quad P_0 = \frac{V_0^2}{R_0} = \frac{48,7^2}{680} = 3,4878\ldots$$

$$P_0 = 3,49\ W$$

$$\Delta P = \pm\left\{\left|\frac{\partial P}{\partial V}\right| \cdot |\Delta V| + \left|\frac{\partial P}{\partial R}\right| \cdot |\Delta R|\right\} \quad ; \quad \Delta R = \varepsilon_R \cdot R_0 = 0,05 \cdot 680$$

$$\Delta R = \pm 34\ \Omega$$

$$\Delta P = \pm\left\{\frac{2V}{R} \cdot \Delta V + \left|\frac{V^2}{R^2}\right| \cdot \Delta R\right\} = \pm\left\{\frac{2.48,7}{680} \cdot 0,2 + \frac{48,7^2}{680^2} \cdot 34\right\}$$

$$\Delta P = \pm\{0,0286 + 0,1744\} = \pm 0,2\ W$$

$$\boxed{P_M = (3,49 \pm 0,20)\ W}$$

(19)

1	2.	3	6

DIGITO MENOR PESO → RESOLUCIÓN = 0,01 v EN LA ESCALA DE $V_{pe} = 40\,v$

$$\begin{cases} V_i = 12{,}36\,v \\ V_{pe} = 40\,v \\ \Delta V = \pm(1{,}2\%\,V_i + 10\,dig) \end{cases}$$

VALOR REPRESENTATIVO DE LA MEDIDA: $V_0 = V_i = 12{,}37\,v$

ERROR DE LA MEDIDA:

$$\Delta V = \pm\left(\frac{1{,}2}{100}\cdot 12{,}36 + 10\cdot 0{,}01\right) = \pm\, 0{,}24|83\ldots v$$

REDONDEO

$$\Delta V = \pm 0{,}25\,v$$

MEDICION: $\boxed{V_m = (12{,}36 \pm 0{,}25)\,v}$

(20) DATOS: $\begin{cases} t_1 = 11{,}2\,sg\ ;\ t_2 = 10{,}5\,sg\ ;\ t_3 = 10{,}9\,sg \\ t_4 = 11{,}8\,sg \end{cases}$

a) EL TIPO DE SUCESO QUE SE ESTIMA CON LA MEDICIÓN, ES DEPENDIENTE DE FACTORES CASUALES.
EN LA ESTIMACION DEL TIEMPO DE ACELERACION, LA MEDIDA DEL TIEMPO TIENE MAYOR ERROR CASUAL QUE ERROR SISTEMATICO (ERROR INSTRUMENTAL DEL RELOJ)

b) SIENDO: $n < (6 \sim 10)$ → INTERPOLACION DE LOS VALORES

$$t_0 = \frac{t_{MAX} + t_{MIN}}{2} = \frac{11{,}8 + 10{,}5}{2} = 11{,}1|5\ sg$$

REDONDEO

$$t_0 = 11{,}2\,sg$$

$$\Delta t = \pm\frac{t_{MAX} - t_{MIN}}{2} = \pm\frac{11{,}8 - 10{,}5}{2} = \pm\, 0{,}6|5\ sg$$

REDONDEO

$$\Delta t = \pm 0{,}7\,sg$$

MEDIDA: $\boxed{t_m = (11{,}2 \pm 0{,}7)\,sg}$

(21) a) LA MEDIDA $X_9 = 14,17\,m$ PUEDE TOMARSE COMO CON ERROR GROSERO
PUEDE QUITARSE DE LA MUESTRA

b) INTERPOLACION DE VALORES $(n=9)$

$$X_0 = \frac{X_{MAX} + X_{MIN}}{2} = \frac{15,09 + 14,98}{2} = 15,035$$

$$\boxed{X_0 = 15,04\ m}$$

$$\Delta X = \frac{X_{MAX} - X_{MIN}}{2} = \frac{15,09 - 14,98}{2} = \pm 0,11\ m$$

$$\boxed{X_m = (15,04 \pm 0,11)\ m}$$

ESTUDIO ESTADISTICO ABREVIADO

$$X_0 = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_8 + X_{10}}{9} = 15,0366\dots$$

$$\boxed{X_0 = 15,04\ m}$$

E_{ap_i}	E_{ap}^2
-0,04	0,0016
0,03	0,0009
0,06	0,0036
0,05	0,0025
-0,01	0,0001
-0,04	0,0016
0,01	0,0001
-0,05	0,0025
0,02	0,0004

$$\sum E_{ap}^2 = 0,0133$$

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{E_{ap}2}{n-1}} = \pm\sqrt{\frac{0,0133}{8}} =$$

$$\sigma = \pm 0,04077\dots m$$

ERROR CASUAL $= 2 \cdot \sigma = \pm 0,0815$

ERROR CASUAL $= \pm 0,09\ m$

$$\boxed{X_m = (15,04 \pm 0,09)\ m}$$

(22) $\beta_0 = \frac{\sum \beta i}{n} \longrightarrow \beta_0 = 298,$

$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum E_{ap}^2}{(n-1)}} \longrightarrow \sigma = \pm 16$

$\Delta\beta = 2\sigma \longrightarrow \Delta\beta = \pm 32$

$\varepsilon_\beta = \pm \frac{\Delta\beta}{\beta_0} \longrightarrow \varepsilon_\beta = \pm 10\%$

$\Longrightarrow \boxed{\beta = 298 \; ; \; \pm 10\%}$