

Medidas Eléctricas

Recuperación Final de Evaluación Parcial del Módulo A

Curso 2024 (segundo semestre) - 12/02/25

7

Apellido y nombre: CARDOZO BARANDIERRA ALUMNO Nro.: 71225.19

Comisión Nro. 31 Cantidad de hojas: 2

Unidad Temática Nro. 1

Ejercicio 1

Para obtener un resistor patrón R de $99,00 \Omega$ se conectan en paralelo dos resistores, R_1 y R_2 , con las siguientes características:

- R_1 : $100,00 \Omega$ conocido con una incertidumbre expandida de $\pm 0,01\Omega$ expresada con un factor de cobertura $k=2$ para distribución gaussiana.
- R_2 : resistor de estabilidad adecuada, que fue medido con un óhmetro digital, 50.000 cuentas, $E_R = \pm[0,05 \% R_m + 2 \text{ díg.}]$, Alc. $50 \text{ k}\Omega$. Se tomaron cinco lecturas consecutivas, con los siguientes resultados:

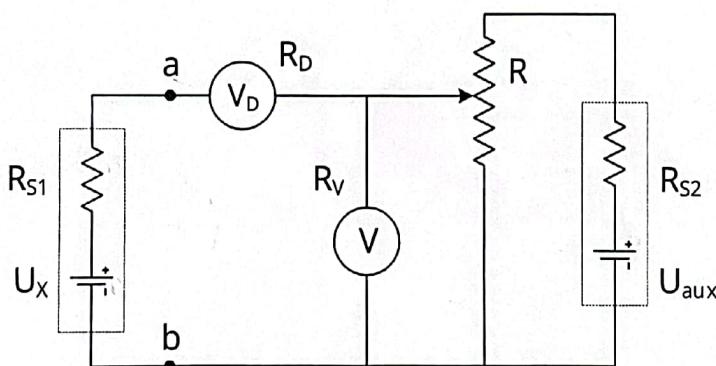
$R_2 [\text{k}\Omega]$	9,910	9,920	9,940	9,900	9,920

Empleando el método de la Guía ISO, calcule el valor de R y exprese el resultado en la forma $[R \pm U_R]$, para un intervalo de confianza del 95%.

Ejercicio 2

El circuito de la figura se usará para medir la tensión U_x , cuyos bornes accesibles son a y b. El detector de cero (V_D) y el voltímetro (V) son digitales, de 4000 cuentas, con $E_V = \pm(0,2 \% U_m + 1 \text{ díg.})$, $R_V = 10 \text{ M}\Omega$, y alcances: 40 mV, 400 mV, 4 V, 40 V, 400 V y 1000 V.

- Detalle claramente los pasos necesarios para efectuar la medición, enumerando todos los errores presentes.
- Empleando errores límites, calcule el menor error conque se podrá efectuar la medición de U_x (suponiendo que el valor obtenido será igual al dado como aproximado). Exprese el resultado de la medición correctamente acotado.



- $U_x \approx 6 \text{ V}$
- $U_{aux} = 12 \text{ V}$
- $R_{S1} \approx 10 \text{ M}\Omega$
- $R_{S2} \approx 0,1 \Omega$
- R : resistor de cursor, 5000Ω , $P_{admisible} = 200 \text{ W}$, longitud 30 cm, mínima regulación estable 2 mm.

71225/9

CATACELARIO FABUNDO EBRAVIRU

UTI

D1

$$R_1 = 100 \Omega$$

$$\mu_{n1} = \pm 0,01 \Omega ; K = 2$$

$$\rightarrow U_{n1} = \mu_{n1} \cdot R = \pm 0,02 \Omega$$

CALCULO \bar{R}_2 R_2 :

$$\bar{R}_2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_i = 99,8 \Omega$$

INCERTIDUMBRE TIPO A.

$$\sigma_{n-1} = 14,83 \Omega$$

$$\mu_A(R_2) = \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{5}} = 6,633 \Omega$$

INCERTIDUMBRE TIPO B

$$E_{R_2} = \pm (0,05\% \cdot \bar{R}_2 + 2 \text{ DIG})$$

$$E_{R_2} = \pm 6,959 \Omega$$

↳ ALCANCE 50KΩ

$$\mu_{B1}(R_2) = \frac{E_{R_2}}{\sqrt{3}} = 4,0177 \Omega \quad 49,999 \\ 63 \text{ DIGITOS} = 0,001 \Omega$$

$$\text{RESOLUCIÓN} = \frac{0,001 \Omega}{\pm} = 0,5 \Omega ; \mu_{B2}(R_2) = \frac{0,5 \Omega}{\sqrt{3}} = 0,288 \Omega$$

DADO QUE MEDIMOS CON UN OAMETRO LOS COEFICIENTES DE SENSIBILIDAD SON UNITARIOS

$$\rightarrow \mu_B(R_2) = \sqrt{\mu_{B1}^2(R_2) + \mu_{B2}^2(R_2)} = 4,028 \Omega$$

$$\mu(R_2) = \sqrt{\mu_A^2(R_2) + \mu_B^2(R_2)} = 7,76 \Omega ?$$

$$V_{eff} = \frac{\mu(R_2)}{\mu_A(R_2) + \mu_B(R_2)} = \frac{7,76}{4 + \infty} = 1,93 ; \text{ ADOTAMOS } V_{eff}=8$$

→ PARA UN 95%, K = 2,31

$$\therefore U_{R2} = 14(R_2) \cdot 1\% = 17,92 \text{ mV}$$

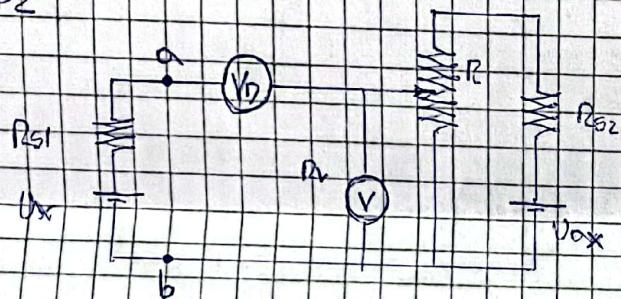
$$\rightarrow R_2 = \frac{U_1}{U_{R2}} = \frac{100 \text{ mV}}{100 \text{ mV} + 17,92 \text{ mV}} = 99,0017 \text{ mV}$$

$$U_R = \pm \left(\frac{Q_1 R_1}{Q_2 R_2} \right) \cdot U_{R1} + \left(\frac{Q_1 R_1}{Q_2 R_2} \right) \cdot U_{R2} =$$

$$U_R = \pm \left(\frac{R_1^2}{(R_1+R_2)^2} \cdot U_{R1} + \frac{R_2^2}{(R_1+R_2)^2} \cdot U_{R2} \right) = 0,0115 \text{ mV}$$

$$\therefore R = \frac{[100,00 \pm 0,01] \text{ mV}}{X}$$

P2



a)

- 1º - AJUSTAMOS R_1 PARA QUE EL DETECTOR DE CERO MARQUE "0V"

- 2º - CON EL VOLTMÍMETRO, MEDIMOS EL VALOR DE TENSIÓN U_x ENTRE LOS BORNES a Y b

b)

ERRORES PRESENTES

- ↳ ERRORES FORTUITOS
- ↳ ERRORES DE INSTRUMENTACIÓN

ERRORES FORTUITOS

$$\Delta U_x = \pm (0,2\% \cdot U_m + 1,716)$$

6V

↳ PRECISIÓN 40V

39,99

↳ 2 DÍGITOS = 0,01V

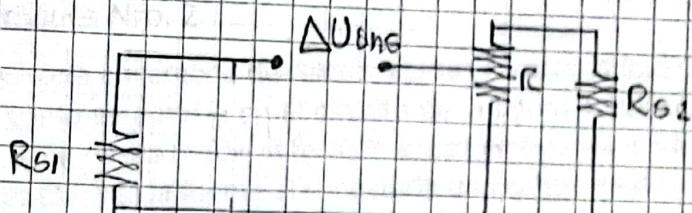
Medidas Eléctricas

F1225/9

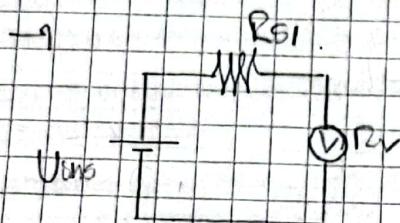
2

U_m

ERRORES DE INSENSIBILIDAD



SE PUEDE DEDUCIR QUE, $R_{S1} = 10M\Omega \gg R \parallel R_{S2}$



$$U_m = U_{m,s} \cdot \left(\frac{R_L}{R_{S1}} + 1 \right)$$

$$\rightarrow \text{Riesen} = \Delta U_{res} \left(\frac{R_{S1} + R_L}{R_L} \right) < \frac{E_U}{R_L}$$

USANDO 'ALCANCE' 40V

$$\rightarrow 39,99 \quad \hookrightarrow 2 \text{ DIGITOS} = 0,01V$$

$$\text{Riesen} = 0,01V \left(\frac{20M\Omega}{10M\Omega} \right) = 20mV > 2,2mV$$

USANDO 'ALCANCE' 0V

$$\rightarrow 3,999 \quad \hookrightarrow 3 \text{ DIGITOS} = 0,001V$$

$$\text{Riesen} = 0,001V \left(\frac{20M\Omega}{10M\Omega} \right) = 2mV < 2,2mV$$

PODEMOS USAR ALCANCES 40mV, 400mV Y 4V. LOS OTROS
VAMOS A USAR ALCANCE 4V PARA TENER MEJOR
EXACTITUD

$$\therefore U_x = [6,00 \pm 0,02]V$$

Medidas Eléctricas

Curso 2024 (segundo semestre) - Recuperación del Módulo A – 12/02/25

Apellido y nombre: CATAELMAO RACUNDO BERNARDEZ Alumno Nro.: 71225 /9

Comisión Nro.: 31 Cantidad de hojas: 2

Unidad Temática Nro. 2

Ud. es la persona encargada de relevar ciertas características de una fuente de tensión que puede modelarse como se aprecia en el circuito de la figura 1. Allí se verifica que solo son accesibles los bornes a y b. Se desea medir la tensión eficaz en bornes a y b, en vacío. Luego, medir la corriente continua que entrega la fuente al conectarle una carga resistiva de $1\text{k}\Omega$.

Requisitos de exactitud, medir tensión con error $e_{Um} < \pm 0,9\%$, corriente con error $e_{Im} < \pm 2,5\%$.

El instrumento se encuentra sobre una placa conductora referenciada a tierra.

Para realizar las mediciones dispone de los multímetros HP972, HP974, resistores tipo shunt de valores 1Ω , 10Ω , 100Ω con tolerancia $\pm 0,8\%$ y un resistor de carga de potencia adecuada de $1\text{k}\Omega$

Los valores estimados se encuentran expresados en valor eficaz en la Tabla 1, V_1 es una tensión continua y V_2 es una señal senoidal.

- Elija el equipamiento para llevar a cabo cada medida, justificando su elección. Explique de forma clara y sencilla como haría cada medición, detallando modos y alcances elegidos, realizando un diagrama que ilustre la ubicación de cada elemento que interviene en la medida. Analice las posibles fuentes de errores, indicando si son despreciables o no, y acote los resultados por propagación de errores límites. Suponga los valores indicados por el instrumento a través de los valores estimados de la señal presentados en la tabla.
- Un operador se acerca y le comenta que la tensión de modo común presente al medir corriente no le permitirá realizar la medida. ¿Ud. qué opina? ¿Se debe arrepentir de lo que dijo o está en lo cierto? Justificar.
- Un operador asegura que debe seleccionar el mayor de los alcances en todos los casos para medir adecuadamente, debido al factor de cresta. ¿Ud. qué opina?

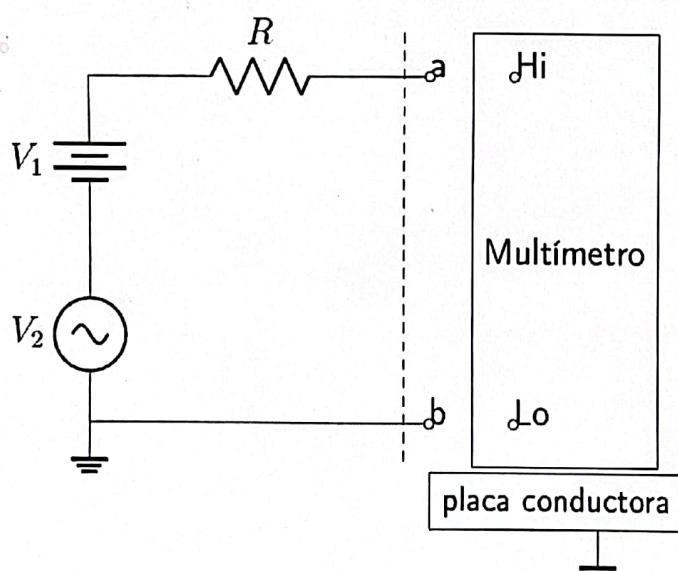


Figura Nro. 1

Valores		Frec.	
V_1	390	V	DC
V_2	70	V	50 Hz
R	500	Ω	--

Tabla 1

Nota: Si no cuenta con las especificaciones de los instrumentos puede solicitar una copia al docente.

7/225/9

CATACOMBO Facundo BERONIPI

1

UT2

QUIERO MEDIR LA TENSION EFICAZ EN VACIO ✓

$$U_{\text{ef}} = \sqrt{U_{\text{de}}^2 + U_{\text{ar}}^2}$$

DESPUES MEDIR LA CORRIENTE DE CONTINUA.

PARA MEDIR LA TENSION EFICAZ, VEMOS QUE TENEMOS UNA CONTINUA SUPERPUESTA CON UNA SINUSOIDAL, PUNTONOSES PODRIAMOS USAR CALCULADORA MULTIMETRO, DADO QUE NO TENEMOS PUNTO DE REFERENCIA DE CERO EN EL MULTIMETRO AP972 ✓

SR: REVISAR EL MULTIMETRO AP974, DADO QUE ES UN MULTIMETRO DE VALOR EFICAZ VERDADERO, Y PRESENTA MENOR ERROR QUE EN EL AP972.

PRIMEROS PONGO AL MULTIMETRO EN SU FUNCION DE CONTINUA,

$$\rightarrow U_m = 390V$$

ERRORES PRESENTES

- ↳ FORTUITO
- ↳ DE INSERCIÓN
- ↳ DE MODO NORMAL

ERROR FORTUITO:

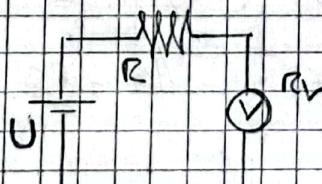
$$E_{Um} = \pm (0,05\% \cdot U_m + 2 \text{ DIG})$$

$$E_{Um} = \pm 0,215V$$

$$E_{Um} = \frac{E_{Um}}{U_m} \cdot 100 = 0,055\% < \pm 0,9\%$$

es dentro
pero para decir
al final lo que
comporta esto

ERROR DE INSERCIÓN



$$E_{\text{inser}} = \frac{U_m - U}{U} ; U_m = \frac{U \cdot R}{R + R_V}$$

$$\rightarrow E_{\text{inser}} = - \frac{R}{R + R_V} \cdot 100 = -4,99 \times 10^{-3}\%$$

PARA QUE SEA DESPRECIOABLE, $E_{\text{inser}} < \frac{eV}{10}$

$$4,99 \times 10^{-3}\% < 5,5 \times 10^{-3}\%$$

 \rightarrow SE DESPRECIA BUR

ERRORES EN MODO NORMAL

UMRR > 60dB PARA SOLO 50 dB GARANTIZAR

20log($\frac{U_{mox}}{U_{vssba}}$) > 60dB

$$\frac{U_{mox}}{U_{vssba}} > 10^{\frac{60}{20}}$$

$$U_{vssba} < \frac{U_{mox}}{1000} = \frac{\sqrt{2} \cdot 70V}{1000} = 0,099V$$

PARA SER SEA DESPRECIOABLE, $U_{vssba} < \frac{R_U}{10}$
 $0,099V > 0,0215V$

→ NO ES DESPRECIOABLE Y POR MAS SERAN
DE NATURALEZA DISTINTA DESEN
DARG AL PELICOR TOTAL

PONGO AL MULTIMETRO EN SU FUNCION DE
AUTORAMA

$$U_{mag} = 70V$$

ERRORES PRESENTES:

↳ FORTUITO

↳ DE INSERCIÓN

↳ VERIFICACION DE FACTOR

DE CRISTAL

ERROR FORTUITO

$$E_{Um} = \pm (0,5\% \cdot U_m + 30\text{ DIG})$$

70V

↳ ALCANCE 500V

$$E_{Um} = \pm 0,65V$$

10mV

$$e_{Um} = \frac{E_{Um}}{0,92} \cdot 100 = 0,93\%$$

ERRORE DE INSERCIÓN:

MISMO SER EN EL MODO DE CONTINUA

$$\rightarrow E_{ohser} = -4,99 \times 10^{-3}\% < \frac{E_U}{10} ; \text{ES DESPRECIOABLE}$$

ERROR DE CRISTAL

$$\frac{U_{mox}}{U_{ep}} < 3$$

$$U_{mox} < 3 \cdot U_{ep} ; \sqrt{2} \cdot 70V < 3,500V$$

↳ ALCANCE ELEGIDO

T1225/9

CATACRISTICO PARCIALMENTE REFERENCIAL

USO APLICABLES

PROTECCIONES DE REDONDES

$$P_{U_{ef}} = \pm \left(\left| \frac{\partial U_{ef}}{\partial U_{DC}} \right| \cdot P_{U_{DC}} + \left| \frac{\partial U_{ef}}{\partial U_{AC}} \right| \cdot P_{U_{AC}} \right)$$

SABEMOS: ∂U_{ef} :

$$U_{ef} = \sqrt{U_{DC}^2 + U_{AC}^2} = 396,23 \text{ V}$$

$$\rightarrow \left| \frac{\partial U_{ef}}{\partial U_{DC}} \right| = \frac{U_{DC}}{\sqrt{U_{DC}^2 + U_{AC}^2}} = 0,98 \text{ V} \quad (\text{X})$$

$$\left| \frac{\partial U_{ef}}{\partial U_{AC}} \right| = \frac{U_{AC}}{\sqrt{U_{DC}^2 + U_{AC}^2}} = 0,17 \text{ V} \quad (\text{X})$$

$$P_{U_{DC}} = \pm (E_{Um_{DC}} + NM_{RF}) = \pm (0,215 \text{ V} + 0,099 \text{ V}) = \pm 0,314 \text{ V}$$

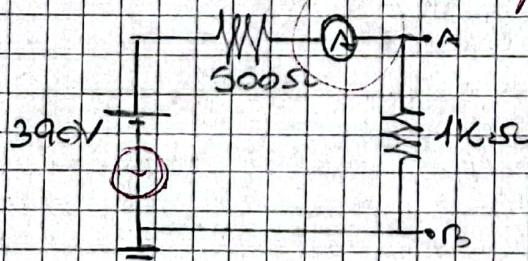
$$P_{U_{AC}} = \pm E_{Um_{AC}} = \pm 0,165 \text{ V}$$

$$\rightarrow P_{U_{ef}} = \pm 0,418 \text{ V} ; \epsilon_{U_{ef}} = \pm 0,105 \% < 0,9\%$$

$$\therefore U_{ef} = [396,2 \pm 0,4] \text{ V}$$

PARA MEDIR LA CORRIENTE CONTINUA, USO EL
AMPÈREMETRO COMO AMPÈREMETRO, EN SU FUNCIÓN DE
CONTINUA

(X) No considera
MC



$$I_V = \frac{390 \text{ V}}{1,5 \text{ k}\Omega} = 0,26 \text{ A}$$

USAMOS ALTAVOLTAJE U_{oomA}
CON R_A = 8Ω

PERSONAS PRESENTES

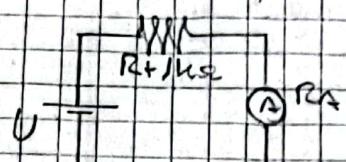
- ↳ PERSONAS
- ↳ DE INSERCIÓN

ERRORES FORTUITOS:

$$P_{Im} = \pm \left(\underbrace{1\% \cdot I_m}_{0,26 \text{ A}} + \underbrace{2\% \cdot I_G}_{100 \mu\text{A}} \right) = \pm 2,8 \text{ mA}$$

$$\epsilon_{Im} = 1,07\%.$$

Error por inserción



$$\text{Error} = \frac{I_{\text{m}} - I}{I}$$

$$I_{\text{m}} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_{\text{P}}} ; I = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

$$\rightarrow \text{Error} = \frac{I}{R_1 + R_2 + R_{\text{P}}} - \frac{I}{R_1 + R_2} \cdot 100 = \frac{I}{R_1 + R_2}$$

$$\text{Error} = \left[\frac{R_1 + R_2}{R_1 + R_2 + R_{\text{P}}} - 1 \right] \cdot 100 = -0,537 \% > \epsilon_{\text{Im}} / 10$$

→ NO ES DESpreciable y nuevamente considero la otra situación

$$\epsilon_I = \pm (\epsilon_{\text{Im}} + \text{Error}) = \pm 1,607 \% < \pm 2,5 \%$$

$$\text{E}_{\Sigma} = \frac{E}{100} \cdot I_V = \pm 4,178 \text{ mA}$$

$$\therefore I = [260 \pm 4] \text{ mA}$$

c) EL OPERADOR SE PONE EN VENTA, PARA LAS MEDIDAS DE CONTINUA EL VALOR NO VA A VARIAR Y PARA LAS MEDIDAS ALTERNAS, CON EL QUE SE RESPETE UN PCSS, LA MEDICIÓN SE PUEDE HACER TRANQUILAMENTE.

b)

