

Examen Medidas Eléctricas

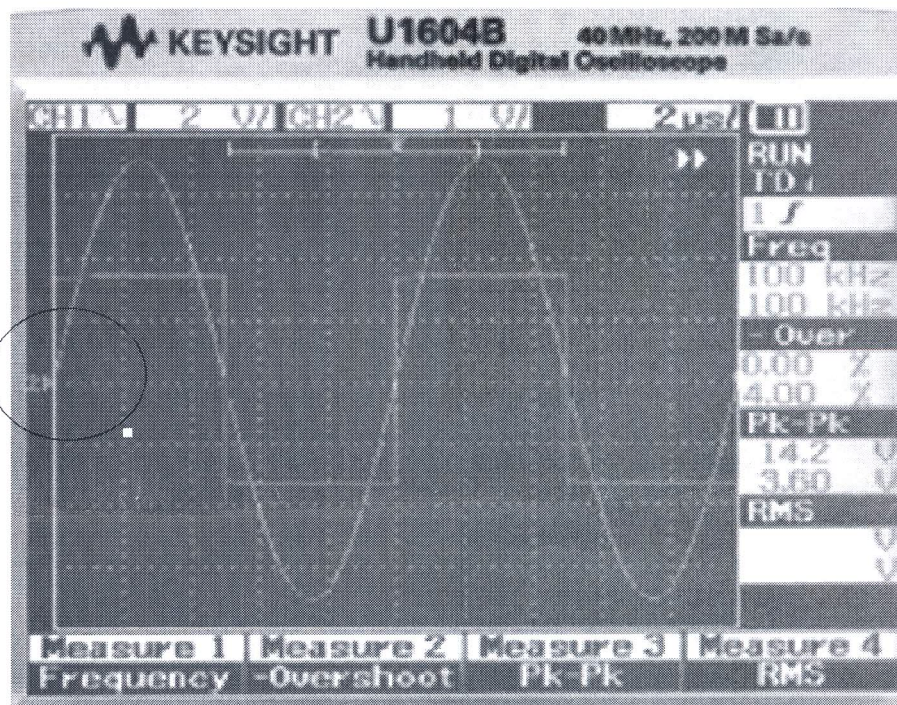
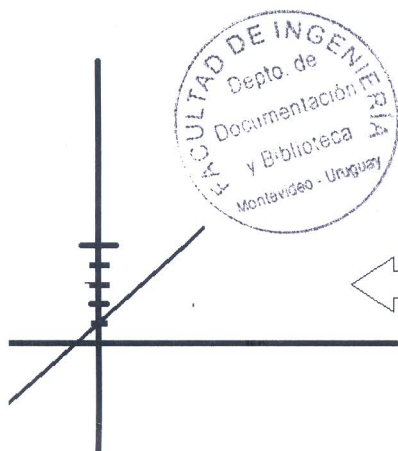
Problema 1(40p)

Models and specifications

	U1602B	U1604B	U1610A	U1620A
Bandwidth	20 MHz	40 MHz	100 MHz	200 MHz
Sample rate	Up to 200 MSa/s ¹		Up to 1 GSa/s ¹	Up to 2 GSa/s ¹
Record length	Up to 125 Kpts		Up to 120 Kpts	Up to 2 Mpts
Channels			2	
Display	4.5" color CSTN LCD (320x240)		5.7" VGA TFT LCD	
Channel isolation	N/A		Yes	
Vertical resolution			8 bits	
Vertical sensitivity	5 mV/div to 100 V/div		2 mV/div to 50 V/div	
Maximum input	CAT III 300 Vrms (up to 400 Hz) from terminal to ground		CAT III 600 Vrms (with 10:1 probe) CAT III 300 Vrms (direct 1:1 probe)	
Input impedance	1 MΩ < 20 pF		1 MΩ ± 1% ≈ 22 pF ± 3 pF	
Timebase range	50 ns to 50 s/div	10 ns to 50 s/div	5 ns/div to 50 s/div	2 ns/div to 50 s/div
Triggering	Edge, pattern, pulse width, video		Edge, glitch, TV, Nth edge, CAN, LIN	
Dimensions	24.1 cm high x 13.8 cm wide x 6.6 cm deep		27 cm high x 18.3 cm wide x 6.5 cm deep	
Weight	1.5 kg (3.3 lbs)		< 2.5 kg (5.5 lbs)	
Battery life	Up to 4 hours		Up to 3 hours	

1. Single-channel operation.

- a) Se realiza la siguiente lectura. Determinar que señal está en el canal 1 y que señal está en el canal 2, justifique.



De la imagen:

Vpp en el CH1 = 14.2 V, escala 2 V/div

Vpp en el CH2 = 3.6 V, escala 1 V/div

Ambas señales son sin nivel de DC.

Esto corresponde a:

un valor máximo de 3 divisiones y 2,75 subdivisiones en el CH1 (en la práctica solo da para ver un valor entre 2 y 3)

un valor máximo de 1 división y 4 subdivisiones en el CH2

De la imagen CH1 es la senoide, CH2 es la onda cuadrada

Configuración del trigger:

Modo norm, CH1, flanco de subida, nivel de disparo 0,4 V (una subdivisión)

- b) De una expresión analítica para la señal sinusoidal **tomando referencia del tiempo el instante de trigger (debe ser consistente con la expresión que usa, seno o coseno).**

$$v(t) = V_p \sen(\omega t + \varphi)$$

$$V_p = 7.1 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f = 628,3 \text{ krad/s (f = 100 kHz de la imagen)}$$

$$\varphi = \arcsen(0,4/7,1) = 56,4 \text{ mrad}$$

- **Nota:** si expresa la velocidad angular en radianes por segundo el ángulo debe estar en radianes o indicar que hay un factor de conversión.

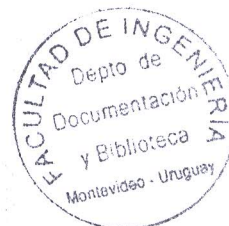
- c) La lectura de la medida 4 fue omitida, indique el valor que debería leer cada canal.

Medida 4 es el valor eficaz.

Para el CH1 es el valor eficaz de una senoide: $V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = 5,0 \text{ V}$

Para el CH2 es el valor eficaz de una onda cuadrada: $V_{eff} = V_p = 1,8 \text{ V}$

- d) Calcule la **mayor** cantidad de puntos que puede adquirirse con este osciloscopio **para esta señal.**



Hay dos interpretaciones posibles que dan el mismo resultado. La señal es la senoide y se considera solo el CH1 con un muestreo máximo de 200 MS/s o la señal son las dos y se consideran las dos señales simultáneas pero el muestreo es la mitad. Esto está indicado en la nota al pie de la hoja de datos.

Ventana temporal: $T = 20 \text{ us}$

Número de puntos: $N_p = T \cdot f_s = 4000 \text{ puntos}$

- e) Cuál es la **menor** frecuencia a la que se puede permite **visualizar un ciclo completo** en la pantalla de este osciloscopio.

Máxima base de tiempo = 50 s/div.

Máxima ventana temporal: $MV = 500 \text{ s}$

Frecuencia mínima: $f_s = \frac{1}{MV} = 2 \text{ mHz}$



- f) Determine el valor eficaz máximo para una señal sinusoidal **que puede visualizarse** en este osciloscopio.

Mayor escala: 100 V/div

Mayor voltaje de pico visualizable: 400 V

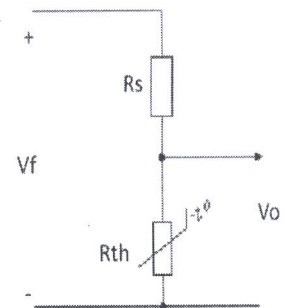
Mayor valor eficaz: $V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = 283 \text{ v}$

Nota: Se verifica que este valor es menor que el dato asociado a la protección del equipo, Voltaje Máximo CAT III 300 V. En caso de que el valor de protección sea menor que el de escala debe respetarse el valor de protección.

Problema 2 (40p)

Para una medida de temperatura, se utiliza un termistor 334-NTC102-RC (código del distribuidor de componentes Mouser). Para realizar la medida se utiliza un circuito con una batería de voltaje V_f , una resistencia serie R_s y el termistor. La salida se toma como el voltaje sobre el termistor.

Specifications: - Type: 5mm epoxy coated disc - Operating temperature: $-20^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ - RoHS Compliant - Maximum power rating: 500mW - Resistance tolerance: $\pm 15\%$ - Thermal dissipation constant: $6\text{mW}/^{\circ}\text{C}$					
Mouser Stock No.	Nominal Resistance @ $25^{\circ}\text{C}(\Omega)$	Beta Value $\pm 7\%(^{\circ}\text{K})$	Maximum Operating Current @ $25^{\circ}\text{C}(\text{mA})$	Thermal Time Constant (Sec.)	Part Marking
334-NTC101-RC	100	3100	200	19	110
334-NTC201-RC	200	3000	200	14	120
334-NTC301-RC	300	3000	150	15	130
334-NTC501-RC	500	3800	100	16	150
334-NTC102-RC	1000	3700	80	17	210
334-NTC152-RC	1500	3700	60	14	215
334-NTC202-RC	2000	4000	60	14	220
334-NTC302-RC	3000	4000	50	14	230
334-NTC502-RC	5000	4100	45	15	250
334-NTC103-RC	10000	4100	30	15	310



- a) Determinar la resistencia R_s de modo que la sensibilidad sea máxima a 25°C .

$$V_o = V_f \frac{R_{TH}}{R_{TH} + R_s}$$

Sensibilidad:

$$S = \frac{\partial V_o}{\partial T} = V_f \frac{R_s}{(R_{TH} + R_s)^2} \frac{\partial R_{TH}}{\partial T}$$



Para maximizar la sensibilidad derivamos respecto de R_s que es el componente que puedo ajustar. El máximo se da cuando la derivada se anula.

$$\frac{\partial S}{\partial R_s} = V_f \frac{(R_{TH} + R_s)^2 - 2R_s(R_{TH} + R_s)}{(R_{TH} + R_s)^4} \frac{\partial R_{TH}}{\partial T}$$

Se anula para:

$$(R_{TH} + R_s)^2 = 2R_s(R_{TH} + R_s)$$

$$R_{TH} = R_s$$

Nota: la derivada de R_{TH} respecto de la temperatura es una constante para la maximización de la sensibilidad. No depende de R_s

De los datos: $R_s = 1000 \Omega$

- b) Determinar la batería V_f de forma que la sensibilidad sea máxima, **especificar criterio utilizado**.

La sensibilidad es un valor lineal creciente con V_f , por ello la derivada no tiene máximo. Lo que limita es la potencia disipada en el componente.

Potencia máxima = 500 mW

Para realizar un diseño siempre se toma un valor sustancialmente menor que el límite máximo de potencia admisible. Este límite es un criterio de diseño y puede estar razonablemente ente $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ del máximo.

Consideramos en este caso como límite de diseño $P = 125$ mW

Para determinar la fuente, consideramos el punto de funcionamiento en el cual se disipa la máxima potencia. Este punto es cuando $R_s = R_{TH}$

$$P = \left(\frac{V_F}{(R_{TH} + R_s)} \right)^2 R_{TH}$$



Con estos valores da $V_f = 22$ V

Nota: Este valor es un diseño que maximiza la sensibilidad y protege el componente. Se verá en la parte (e) del ejercicio que dependiendo de la conductividad térmica puede introducir errores de autocalentamiento inaceptables.

- c) Determinar la lectura para $T = 0^\circ\text{C}$ y para $T = 50^\circ\text{C}$ e **incertidumbre expandida**. (No considerar el efecto del autocalentamiento para este cálculo).

Para determinar la lectura se utilizan los valores de R_{TH} a cada temperatura

$$R_{TH} = R_0 e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}}\right)}$$

$$R_0 = 1000 \Omega$$

$$T_{25} = 273,15 + 25^\circ\text{K}$$

$$R_{TH} \text{ a } 0^\circ\text{C}: R_{25}(273,15) = 3114 \Omega$$

$$R_{TH} \text{ a } 0^\circ\text{C}: R_{TH}(323,15) = 383 \Omega$$

El voltaje de salida se obtiene como

$$V_0 = V_f \frac{R_{TH}}{R_{TH} + R_s}$$

Voltaje de salida a 0 °C: $V_0(273,15) = 16,7 \text{ V}$

Voltaje de salida a 50 °C: $V_0(323,15) = 6.1 \text{ V}$

Para el calculo de la incertidumbre expandida hacemos la propagación con respecto a las variables que se consideran con incertidumbre, R_0 y B .

$$\Delta V_0 = \sqrt{\left(\frac{\partial V_0}{\partial R_0} \Delta R_0\right)^2 + \left(\frac{\partial V_0}{\partial B} \Delta B\right)^2}$$

$$\frac{\partial V_0}{\partial R_0} = V_f \frac{R_s}{(R_{TH} + R_s)^2} \frac{\partial R_{TH}}{\partial R_0}$$

$$\frac{\partial V_0}{\partial B} = V_f \frac{R_s}{(R_{TH} + R_s)^2} \frac{\partial R_{TH}}{\partial B}$$

$$\frac{\partial R_{TH}}{\partial R_0} = e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}}\right)}$$

$$\frac{\partial R_{TH}}{\partial B} = \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}}\right) R_0 e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{25}}\right)}$$

$$\Delta R_0 = 0.15 R_0 = 150 \Omega$$

$$\Delta B = 0.07 B = 260^\circ K$$

Incertidumbre expandida a 0 °C: $\Delta V_0(273,15) = 0.69 \text{ V}$

Incertidumbre expandida a 0 °C: $\Delta V_0(323,15) = 0.73 \text{ V}$

De esta forma el resultado es:

A 0 °C: $V_0(273,15) = 16,7 \pm 0.69 \text{ V}$

A 50 °C: $V_0(323,15) = 6.1 \pm 0.73 \text{ V}$



- d) El termistor está a temperatura 25 °C y se coloca rápidamente en un ambiente a 50 °C. Estimar el voltaje de salida para $t = 20$ s (**No considerar el efecto del autocalentamiento para este cálculo**).

La salida del sistema evoluciona exponencialmente con una constante de tiempo $\tau = 17$ s

$$V_0(t) = (V_0(50) - V_0(25)) \left(1 - e^{-t/\tau}\right) + V_0(25)$$

Sustituyendo

$$V_0(20) = 7,6 \text{ V}$$

Nota: si se quiere calcular la incertidumbre debida a los parámetros se sabe que es un valor intermedio entre los ya calculados en la parte c)

- e) Calcular el error de autocalentamiento en la temperatura nominal de 25 °C.

Error de autocalentamiento:

$$\Delta T = \frac{P}{k} = \frac{125}{6} = 21 \text{ °C}$$

Nota: El error es inadmisibile en una aplicación práctica, esto muestra que el criterio de maximizar la sensibilidad con la batería lleva a errores muy grandes.

Pregunta 1 (10p)

Un instrumento de imán permanente y bobina móvil diseñado para medir voltaje eficaz sinusoidal. Determinar el factor de corrección que debe aplicarse a la lectura si la señal aplicada es cuadrada simétrica sin componente de DC.

Pregunta 2 (10p)

Se dispone de un multímetro Amprobe 5XP-A. Se desea medir el voltaje de una batería de automóvil. Los resultados obtenidos son: [13.40 V, 13.45 V, 13.50 V, 13.45 V]

Specifications

Function	Range	Accuracy
Voltage		
DC Volts		
Ranges	200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1000 V	$\pm (1.0 \% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt})$
AC Volts (45 Hz to 500 Hz)		
Ranges	200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 750 V	$\pm (1.5 \% \text{ rdg} + 5 \text{ dgts})$
Resolution	100 μV	
Input Impedance	10 M Ω	

Dar el valor de la lectura en el formato indicando valor e **incertidumbre expandida**

