

MEDIDAS ELÉCTRICAS
CURSO 2021 (2do semestre) - PARCIAL MÓDULO B - 15/12/2021

Apellido y nombre:

Alumno N°:

Cantidad de hojas:

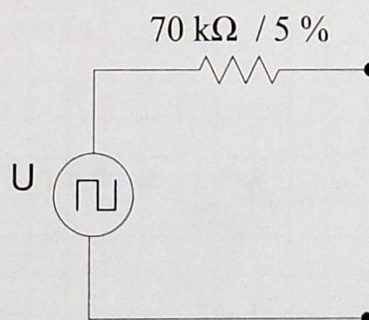
Unidad Temática N° 4:

Se desea verificar la frecuencia y la tensión pico a pico del generador U de la figura, el cual entrega una señal cuadrada de 5 Vp-p de amplitud y 150 kHz de frecuencia. Se requiere medir ambas características con un error límite menor al $\pm 5\%$, para lo cual se propone utilizar un osciloscopio con las siguientes características:

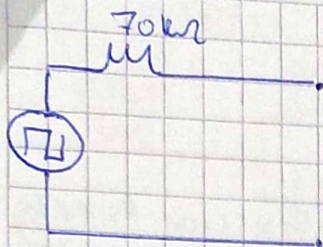
- Osciloscopio analógico de doble trazo con acoplamientos AC, DC y Tierra
- Ancho de banda: 200 MHz
- Rangos de tensión: desde 2 mV/div hasta 10 V/div en saltos de relación 1-2-5
- Error en vertical: $\pm 3\%$
- Base de tiempos: desde 50 ns/div hasta 0.5 s/div en saltos de relación 1-2-5
- Error en horizontal: $\pm 3\%$
- Impedancia de entrada: 1 M Ω en paralelo con 30 pF
- Presentación: 10 divisiones horizontales y 8 verticales
- Puntas atenuadoras x1, x10 y x100, todas con 1 m de cable coaxial de 100 pF/m
- Máxima tensión de entrada admisible por el osciloscopio: 200 V pico
- Modos de disparo: Auto, Normal, Single Sweep
- Fuente de disparo: Canal 1, Canal 2, Línea y Externo

- a) ¿Considera adecuada la elección del instrumento para realizar las medidas? Justifique su respuesta. En caso de no considerar adecuado el osciloscopio propuesto, indique qué instrumento requiere, especificando claramente las características especiales con las que deberá contar el mismo.
- b) Explique cómo realizaría cada una de las medidas, indicando claramente la conexión de las puntas al circuito, la disposición de los controles de disparo (fuente, modo, nivel y pendiente), atenuador vertical, acoplamiento, base de tiempo y qué tipo de punta utilizaría en cada caso.
- c) Determine y cuantifique cada uno de los errores que intervienen en las medidas, aunque los mismos resulten despreciables en el resultado final. Acote los resultados de las medidas utilizando la teoría de errores límites.
- d) Un operador dice que podemos mejorar la medición de la frecuencia utilizando además del osciloscopio, el generador de señales especificado más adelante. ¿Qué le parece que está proponiendo este operador? Justifique su respuesta. Las características del generador son:
- Frecuencia: 1500 kHz
 - Error en la frecuencia: $\pm 1\%$
 - Forma de onda: sinusoidal
 - Amplitud: 1 V pico
 - Impedancia de salida: 10 Ω

Si considera que se mejora la medición, indique con qué error límite se realiza la nueva medida.



UNº 4



$$U: 5(V)_{p-p}$$

$$f = 150 \text{ kHz}$$

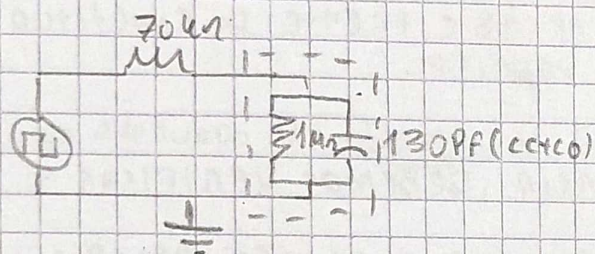
$$e < 5\%$$

2. como primer paso vemos que la frecuencia fundamental de la onda CUADRADA es mucho menor que el ancho de Banda del osciloscopio
 \therefore el osciloscopio es adecuado

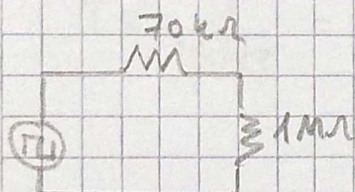
- También que la tensión a medir es mucho menor que la tensión de entrada admisible del osciloscopio.

6.

con puntas $\times 1$, el circuito a medir quedaria



Respuesta forzada



$$e_{ins} = \frac{U_m - U}{U} = - \frac{70k\Omega}{1M\Omega + 70k\Omega} \times 100\%$$

$$e_{ins} = -6,54\%$$

\hookrightarrow No despreciable frente al $\pm 3\%$

Debemos colocar puntas $\times 10$ o $\times 100$

$\times 10$

$$\frac{U_s}{U_e} = \frac{R_0}{R_P + R_0} = \frac{1}{10} \Rightarrow R_P = 9M\Omega$$

$$C_P \times R_P = (C_c + C_0) \cdot R_0$$

$$C_P = 130pF \times \frac{1M\Omega}{9M\Omega} = 14,44pF$$

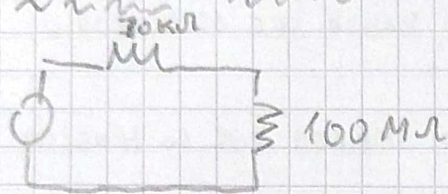
$\times 100$ $R_P = 10M\Omega$

$$C_P = 1,31pF$$

| | X 10 | X 100 |
|----|---------|--------|
| RP | 9MΩ | 99MΩ |
| CP | 14,44PF | 1,31PF |

⇒ como queremos HACER DESPRECIABLE EL ERROR DE INSERCIÓN FUENTE AL $\pm 3\%$ DEL DE INSERCIÓN ⇒ ELIJO PUNTAS X 100

Respuesta FORZADA (X 100)



$$e_{ins} = - \frac{70k\Omega}{100M\Omega + 70k\Omega} \times 100\%$$

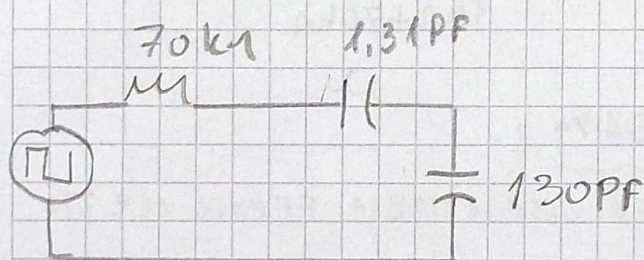
$$e_{ins} = -0,07\%$$

↓
Despreciable frente a exactitud del vertical

* como queremos medir frecuencia, debemos verificar

$5\tau < \text{Semi-ciclo } T$ → debido a que el osciloscopio tiene un capacitor

⇒ Respuesta NATURAL



$$C_T = C1 // C2$$

$$\text{Como } 1,31PF \ll 130PF$$

$$\Rightarrow C_T \approx 1,31PF$$

$$\Rightarrow \tau_{\text{semi-ciclo}} = 70k\Omega \times 1,31PF$$

$$\tau = 91,7ns$$

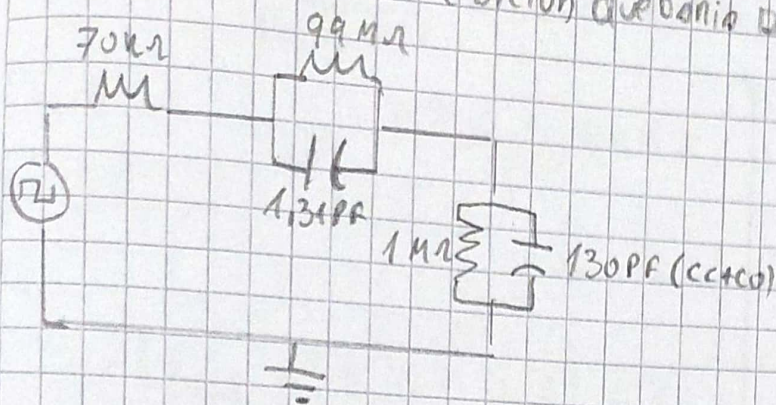
$$\Rightarrow 5\tau = 0,46\mu s$$

$$T_{\text{señal}} = \frac{1}{150kHz} = 6,66\mu s \Rightarrow T_{\text{semi-ciclo}} = 3,33\mu s$$

$$\Rightarrow 5\tau < T_{\text{semi-ciclo}}$$

∴ Podemos medir sin problemas

* EL circuito de medición quedaria de la sig. manera



CONTROLES

• Atenuador vertical ?

$$U_{p-p} = 5V \quad U_{p-p\text{ osc}} = \frac{5}{10} = 50mV$$

$$\Rightarrow \text{Atenuador V: } \frac{50mV}{8} = 6,25mV \rightarrow \text{Se ajusta a } 10mV \text{ div}$$

• Base de tiempo

$$T = \frac{1}{150KHz} = 6,66 \mu s$$

$$\bullet \text{ Base de tiempo: } \frac{6,66 \mu s}{10} = 0,66 \frac{\mu s}{div} \rightarrow \text{Se ajusta a } 1 \frac{\mu s}{div}$$

$$\Rightarrow \bullet \text{ Atenuador vertical: } 10mV \text{ div}$$

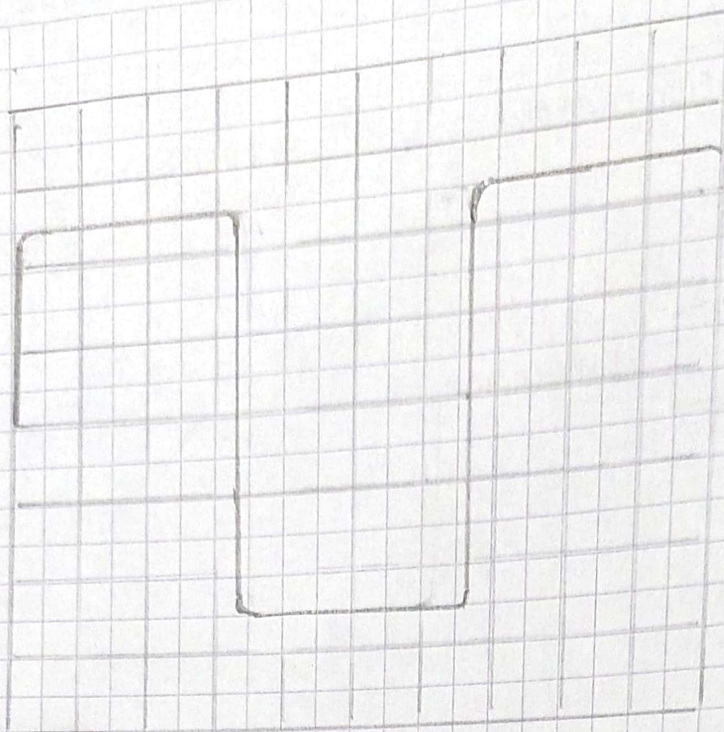
* ACOPLAMIENTO: DC

$$\bullet \text{ Base de tiempo: } 1 \frac{\mu s}{div}$$

+ trigger

- Fuente: CN1
- modo: normal
- nivel: 0+ ; pendiente "+"

c)



- En el vertical tenemos

- Error del Atenuador
- Error de la Punta (despreciable)
- Error de resolución
- Error de inserción (despreciable)

$$e_{v,p} = \pm \left(3\% + \frac{2/50 \text{ div}}{5 \text{ div}} * 100\% \right)$$

$$e_{v,p} = 3\% + 0,8\% = 3,8\% < 5\% \text{ (cumple)}$$

$$E_{v,p} = \pm \frac{3,8}{100} * 5 \text{ (V)} = \pm 0,19 \text{ (V)}$$

- En el horizontal

- Error de Atenuador
- Error de la Punta (despreciable)
- Error de resolución

$$e_r = \pm \left(3\% + \frac{2/50 \text{ div}}{6,6 \text{ div}} * 100\% \right)$$

$$E_r = \frac{3,6}{100} * 6,66 \text{ ns}$$

$$e_r = 3\% + 0,6\% = 3,6\%$$

$$E_r = 0,24 \text{ ns}$$

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow E_f = \pm \left(\left| \frac{\partial f}{\partial T} \right| * E_r \right)$$

$$\frac{\partial f}{\partial T} = -\frac{1}{T^2} \Rightarrow \left| \frac{\partial f}{\partial T} \right| = \frac{1}{T^2}$$

$$EF = \pm \frac{1}{(6,66 \mu s)^2} * 0,24 \mu s$$

$$EF = 5,4 \text{ kHz}$$

$$\bullet U_{p-p} = (5,0 \pm 0,2) [V] \bullet$$

$$\bullet F_0 = (1500 \pm 5) [kHz] \bullet$$