

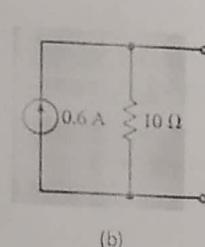
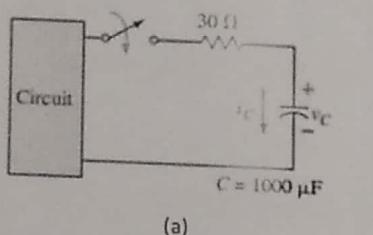
Laboratorio 66.02 /

Calificación _____

Introducción a la Ingeniería Electrónica 86.02

Evaluación Integradora - 3ra. oportunidad - 2do. cuatrimestre 2018 - 07-02-2019
 Apellido y Nombres _____ Calificación _____
 Padrón _____ Hojas entregadas _____
 TP aprobado en cuatr. de 20 _____; Carrera _____; Plan _____

1) a)	1) b)	2) a)	2) b)	3) a)	3) b)	4) a)	4) b)	5) a)	5) b)	Final



- 1) La llave de la figura (a) es cerrada en $t = 0$ s. El equivalente de Norton del circuito de la caja es (b). El capacitor está inicialmente cargado con $V_C(0) = 3$ V. Determine las expresiones y grafique para:

a) $V_C(t)$ e $I_C(t)$.

- b) Suponga ahora que el generador de corriente produce una senoidal $i(t) = 0.6 \text{ A} \sin(\omega t)$. Determine la frecuencia de corte y la amplitud de la señal sobre el capacitor a esa frecuencia.

- 2) En el diagrama de la figura de la derecha indique las tensiones que mediría sobre R_P debido a V_1 y V_2 en forma independiente, y luego V_1+V_2 , usando un MMD de valor medio de 3 ½ dígitos (sabiendo que en alterna es un multímetro de valor medio sinusoidal con capacitor en serie) con escalas V_{DC} [4 V $\pm(0.3\% + 1)$, 40 V $\pm(0.3\% + 1)$] y V_{AC} [4 V $\pm(1.9\% + 2)$, 40 V $\pm(1.5\% + 2)$] y una "Rent = 10 MΩ":

a) Indique qué escalas correspondería utilizar y exprese el resultado que se obtendría con la incertidumbre correspondiente.

b) Qué valor indicaría un Voltímetro de Valor Eficaz Verdadero en modo V_{DC+AC} .

- 3) En el diagrama de la figura de la derecha:

a) Indique las potencias disipadas sobre R_P debido a V_1 , luego V_2 y finalmente V_1+V_2 .

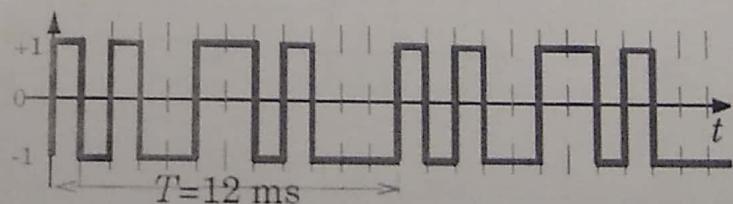
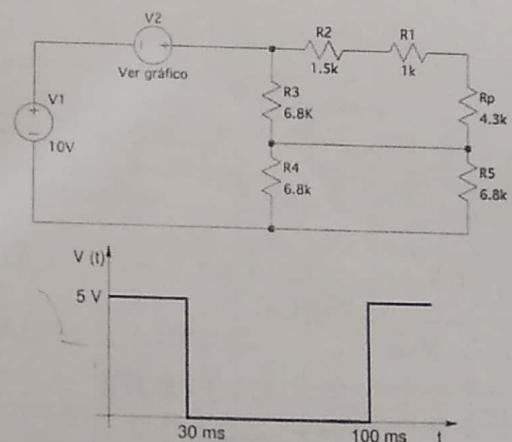
b) ¿Cuál debería ser el valor de R_5 para que R_P disipe la máxima potencia?

c) ¿Cuál debería ser el valor de R_P para que R_P disipe la máxima potencia?

- 4) Tiene que medir con el osciloscopio la señal indicada y lo único que sabe es que su valor pico a pico es de 2 V y $T = 12$ ms aproximadamente.

a) Indique cómo ubicaría los controles para poder medir ambos datos con la menor incertidumbre.

b) Haga lo mismo pero suponiendo ahora que desea medir el máximo y el mínimo de tensión al eliminar el valor medio. ¿Qué valores son?



ACLARACIONES:

MMD=Multímetro Digital

ddp=Diferencia de Potencial

Por favor ponga en cada hoja su nombre y apellido, número de padrón y el número de hoja correspondiente. Cuente la cantidad total de hojas entregadas INCLUYENDO esta y complete el cuadro de arriba de esta hoja.

Las condiciones que se crean no especificadas deberán ser establecidas explícitamente antes de hacer los cálculos. Si hay errores, indíquelos. Si sobran datos o son incompatibles, justifique cuáles usa.

Expresar correctamente las unidades de medida, las incertidumbres y proponer respuestas breves; todos estos factores afectan la calificación. Un error conceptual o una cantidad incorrecta pueden invalidar la respuesta.

(*) Las preguntas 1, 2, 3 y 4 evalúan distintos conceptos por lo que la evaluación es global.

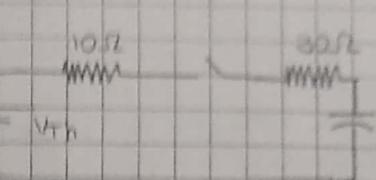
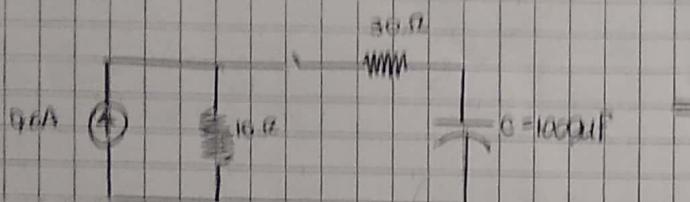
Final 7/2/19

done

- a) La llave se cierra en $t=0$ s. El equiv Norton de lazo es:
- El cap está inicialmente cargado con $V_C(0) = 3V$

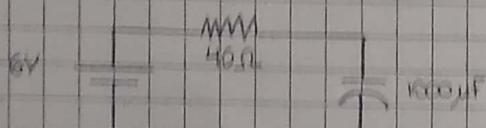
b) Determine $V(t)$ y $I(t)$

b) Suponga q ahora eligen es $I_s(t) = 0,6A$ entonces determine P_C y amplitud de la señal sobre el cap a esa frecuencia



$$V_{th} = I_R \cdot R_{th} = 6V$$

CIRCUITO EQUIV



Es un circuito RC donde

$$\tau = RC = 0,04\text{seg}$$

$$i_C(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt}$$

$$i_C(t) = C \cdot (-3V) \cdot e^{-t/\tau}$$

$$i_C(t) = \frac{3V}{R} \cdot e^{-t/\tau}$$

\uparrow (0) EA3

0,0475

0,0275

0,0075

$$V_C(t) = (V_{th} - E) \cdot e^{-t/\tau} + E$$

precarga Fuente

$$V_C(t) = (3V - 6V) e^{-t/\tau} + 6V$$

$$V_C(t) = -3V \cdot e^{-t/\tau} + 6V$$

\uparrow $V_C(t)$ [V]

5,97

5,69

4,76

3V

2,24

1,96

1,68

1,40

1,12

0,84

0,56

0,28

0,00

b)



$$V(t) = I(t) \cdot R_N = 6V \cdot \sin(\omega t)$$

$$\tau + RC = 40\Omega \cdot 1000\mu F$$

$$f_C = \frac{0,35}{\tau} = \frac{1}{2\pi\tau} = 3,98\text{Hz}$$

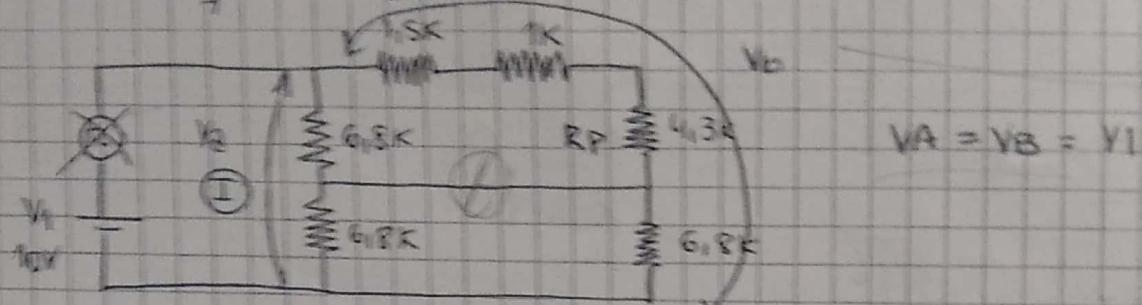
La amplitud a la freq de corte se atenúa en 3dB

$$\Rightarrow \text{Amp}V_C = 0,707 \cdot \text{Amp}V(t) = 0,4242V$$

2) Indique tensiones sobre R_P debido a V_1 y V_2 de forma independiente y luego $V_1 + V_2$ usando un ratio de valor medio de 3% dig (sabiendo q en AC es un 3% de valor V_2 similar al concepto en serie)

$$\begin{aligned} V_{AC} &= 4V \pm 0.3\% \cdot 1 = 4.0V \pm 0.3\% \cdot 1 \\ V_{AC} &= 4V \pm 1.2\% \cdot 2 = 4.0V \pm 4.5\% \cdot 2 \end{aligned} \quad R_{int} = 10M\Omega$$

- a) Indique escalas apropiadas y resultados con Δ
b) Indique media de VRMS V_{AC}



Recomiendo malla I

$$10V - 2 \cdot 6.8K\Omega = 0V$$

$$V_{6.8K\Omega} = 5V \therefore I = 0.7353mA$$

$$\text{Idem malla II} \quad I = 0.7353mA$$

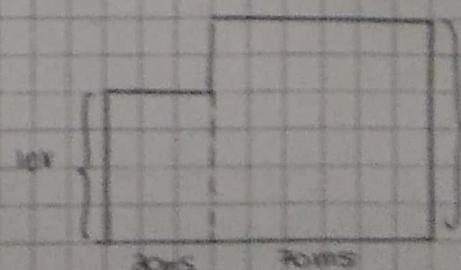
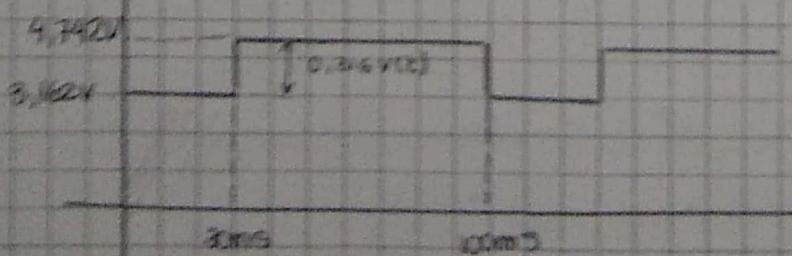
$$\Rightarrow V_{4.3K\Omega} = 3.1618V$$

$$I \quad V_{6.8K\Omega} = \frac{V(t)}{2} \therefore I = \frac{V(t)}{2 \cdot 6.8K\Omega}$$

$$I \quad V_{4.3K\Omega} = \frac{V(t)}{2 \cdot 6.8K\Omega} \cdot 4.3K\Omega = 0.316 \cdot V(t)$$

$$VRMS_{medio} = \sqrt{\text{Area}(V_p^2)} \div t$$

$V_p(t)$



$$VRMS_{AC+DC} = 18.74V$$

$$VRMS_{AC} = 3.162V$$

$$VRMS_{DC} = 17.5V$$

$$VRMS_{AC+DC} = 17.78V$$

3) a) Indique pot disipadas por RP V_1, V_2, V_1+V_2

$$P_R = V \cdot I$$

$$V_1 \rightarrow 2,825W$$

$V_2 \rightarrow$ no vemos PQS

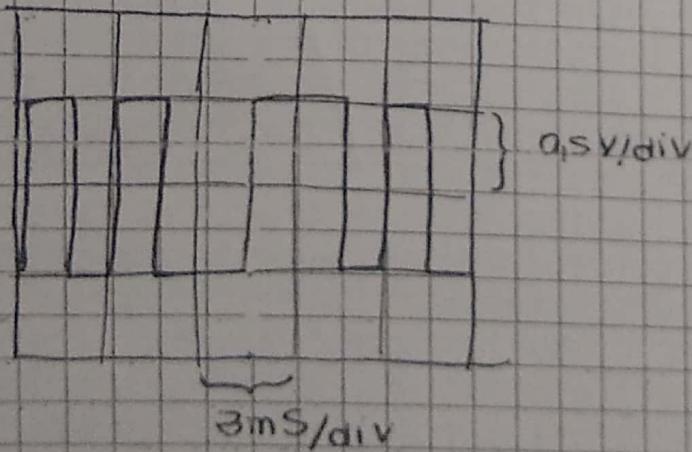
$V_1+V_2 \rightarrow$ no vemos PQS

b) R_S / R_P disipemax

R_S debe valer el igual al R_{Th} equiv
Idem R_P

4) De un señal solo se sabe q su $V_{PP} = 2V$ y $T = 12ms$

a) Busco escala mas grande que albergue toda la amplitud
y el tiempo



Coupling AC/DC
Thiger AUTO

b) Coupling AC

Laboratorio 66.02 /

Categoría

Introducción a la Ingeniería Electrónica 86.02

Evaluación Integradora

= 4^a oportunidad = 2do. cuatrimestre 2013 = 17-02-2014

Apellido y Nombres _____

Hojas entregadas _____

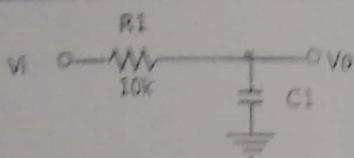
Padrón _____

; TP aprobado en cuatr. _____ de 20 _____; Turno de TP _____

Carrera _____ Plan _____

1) a)	1) b)	2) a)	2) b)	3) a)	3) b)	4) a)	4) b)	5) a)	5) b)	Final

- 1) Se dispone de un osciloscopio analógico con las características indicadas más abajo, al cual se lo usa para medir la capacitancia en un circuito R-C. Admitiendo que el ancho de banda es muy superior al necesario para realizar la medición, y que el valor de la capacitancia obtenida es 100 pF, se pide, por favor: a) Determine el error sistemático cometido en la medición. b) Dibuje el banco de medición que utilizaría. Indicando claramente qué punta usa y por qué (2,5p)



Especificaciones del osciloscopio.

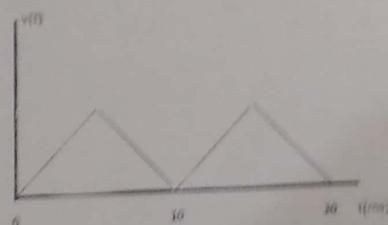
Punta de osciloscopio: X10 X10

ORC: 25pF

Capacitancia del cable: 150pF

Resistencia de entrada ORC: 1MΩ

- 1) Se mide la forma de onda indicada a continuación, que proviene de un generador de funciones, con un voltímetro analógico de valor medio, de onda completa, obteniéndose una lectura de 5V. Si se modifica la forma de onda a senoidal, sin cambiar ningún otro control, por favor, indique cuál será el valor de la lectura. (2,5p)

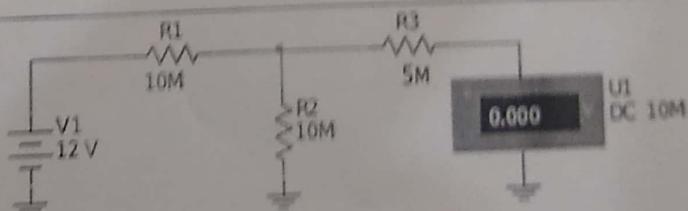


- 2) Se desea medir la tensión con el voltímetro digital de 3 1/2 dígitos. Por favor, determine el valor que le atribuiría a esa tensión

$$\Delta V = \pm(0,5\% \text{ lectura} + 2\text{dgs})$$

$$R_s = 10M\Omega$$

(2p)



- 3) Trace por favor una curva de respuesta en frecuencia de un osciloscopio analógico, indicando claramente los ejes y sus escalas. Explique el concepto de frecuencia de corte.

¿Se modificará el gráfico si cambiamos el modo de acoplamiento del canal vertical? (2p)

- 4) Explique, por favor, los conceptos de *Incertidumbre*, *error*, *error sistemático* y *precisión*. Indique algún ejemplo para el caso del DVM. (1p)

ACLARACIONES:

IBM=Instrumento de Bobina Móvil

ORC=Osciloscopio de Rayos Catódicos

ddp=Diferencia de Potencial

CU=Contador Universal

MMD=Multímetro Digital

Por favor ponga en cada hoja su nombre y apellido, número de padrón y el número de hoja correspondiente. Cuente la cantidad total de hojas entregadas INCLUYENDO ésta y complete el cuadro de arriba de esta hoja.

Las condiciones que se creen no especificadas deberán ser establecidas explícitamente antes de hacer los cálculos. Si hay errores, indíquelos. Si sobran datos o son incompatibles, justifique cuáles usa.

Expresar correctamente las unidades de medida, las incertidumbres y proponer respuestas breves; todos estos factores afectan la calificación. Un error conceptual o una cantidad incorrecta pueden invalidar la respuesta.

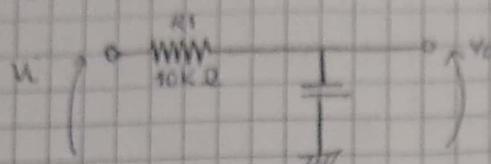
(*) Las preguntas 1, 2, 3, 4 y 5 evalúan distintos conceptos por lo que la evaluación es global.

Final 19/2/14

- a) Se dispone de un osciloscopio monoplano para medir la frecuencia admisible del oscilador que se obtiene una capa de 100 pF.

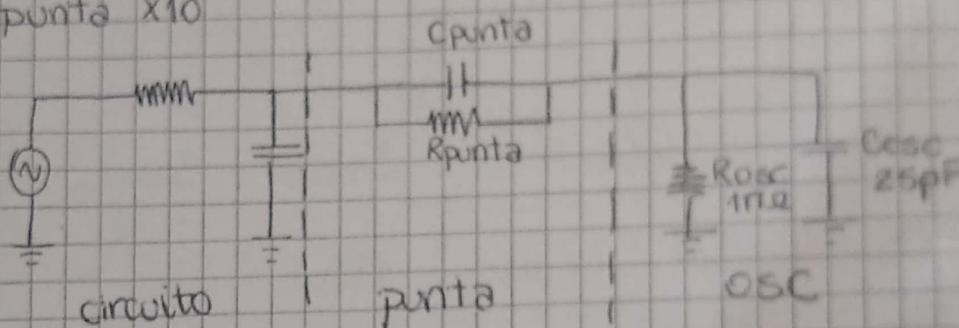
a) Determine el error sistemático cometido

b) Dibuje banco



Banco X10 & X10
OSC 25pF
Cable 100pF
Rint OSC = 10Ω

Análisis punto X10



$$\text{Punto} \cdot R_{\text{punto}} = R_{\text{osc}} \cdot C_{\text{osc}}$$

resistivo puro en paralelo

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R_{\text{osc}}}{R_p + R_{\text{osc}}} = \frac{1}{10} \quad (\text{punto } X10)$$

Impedancia de entrada

$$Z = \frac{1}{jR_p + j\omega C_p} = \frac{1}{jR_{\text{osc}} + j\omega C_{\text{osc}}}$$

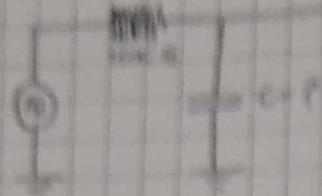
$$Z = \frac{R_p}{1 + j\omega R_p C_p} + \frac{R_{\text{osc}}}{1 + j\omega R_{\text{osc}} C_{\text{osc}}} = \frac{R_p + R_{\text{osc}}}{1 + j\omega^2}$$

$$Y = \frac{1 + j\omega^2}{R_p + R_{\text{osc}}} = \frac{1}{R_p + R_{\text{osc}}} + j \frac{\omega^2}{R_p + R_{\text{osc}}} \quad \text{C equivalente}$$

$$\text{C equivalente} = \frac{1}{R_p + R_{\text{osc}}} = \frac{R_{\text{osc}} C_{\text{osc}}}{R_p + R_{\text{osc}}} = \frac{C_{\text{osc}}}{10}$$

$$\text{Req} = R_p + R_{\text{osc}} = 10 R_{\text{osc}}$$

Por lo tanto tengo

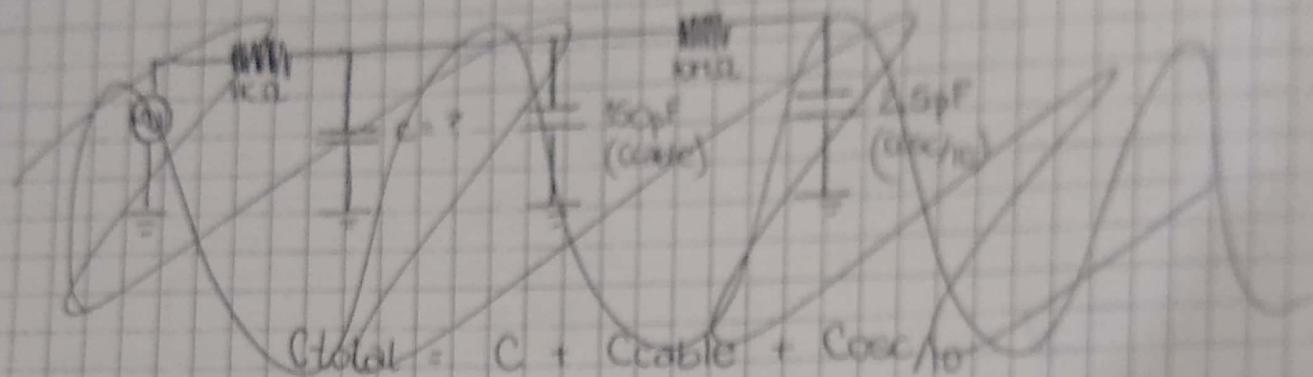


(Real P.D.)

10kΩ
Vm

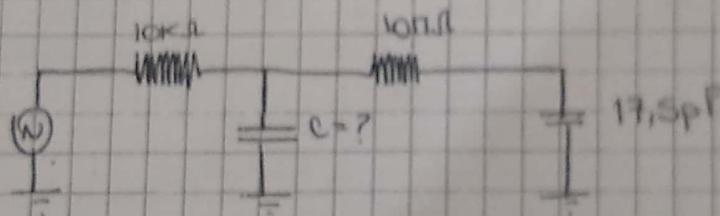
2,5pF (10x/pd)

Si además tenemos en cuenta el capacitor del cable



$$C_{osc'} = C_{osc} + C_{cable} = 175pF$$

$$\frac{C_{osc'}}{10} = 17,5pF$$



$$C_{medido} = C_{real} + \cancel{17,5pF} + \frac{C_{osc'}}{10}$$

$$100pF = C_{real} + \frac{C_{osc'}}{10}$$

$$100pF - 17,5pF = C_{real} = 82,5pF$$

$$E_{sist} = \frac{V_{real} - V_{med}}{V_{real}} = 21,21\%$$

Se usa punto X10 para atenuar la ~~excesiva~~ capacitancia del capacitor a 10 veces menos y reducir el error sistemático.

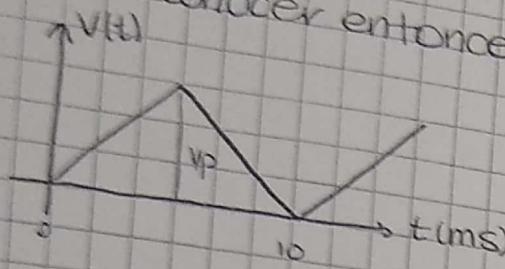
Notas

laboratorio 66.02

CÁLCULOS

11-02-2015

- 2) Se mide la señal con un voltímetro analógico de valor medio de onda completa y se lee 5V. Si se modifica a \sim que se leería ahora
- Quiero conocer entonces V_p



DVM mide valor medio y multiplica por ff

$$V_{CC} = \int_0^{10} V(t) dt = \frac{10 \text{ ms}}{2} \cdot \frac{V_p}{10 \text{ ms}}$$

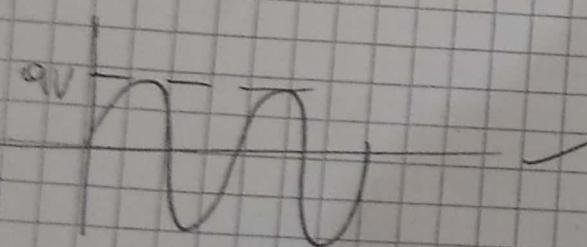
$$V_{CC} = \frac{V_p}{2}$$

$$V_{leido} = V_{CC} \cdot ff$$

$$V_{leido} = \frac{V_p}{2} \cdot 1,11 = 5V$$

$$\therefore V_p = 9,009V \approx 9V$$

$$V_{leido}(\text{senoidal}) = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = 6,364V$$



→ Se come Rectifican y
Ajustan continua

9) Volt. dig > Vol. sig

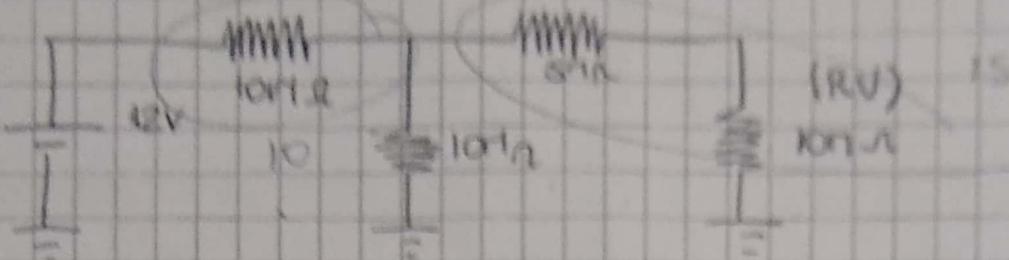
X YY

0,1,2,3 0,1

indique lectura

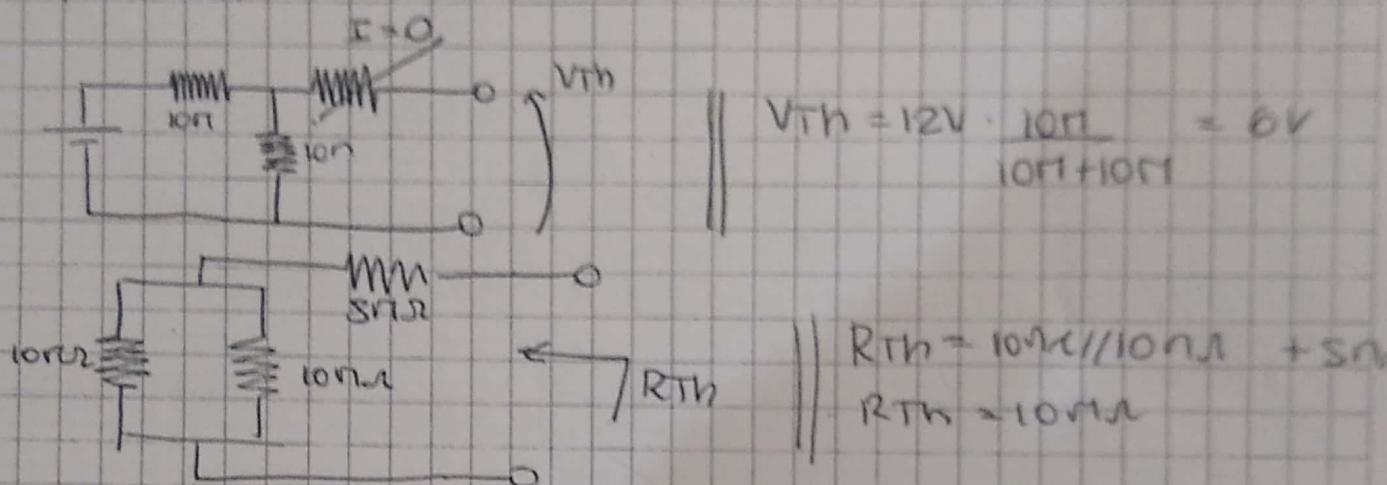
$$2,5V = 2 \cdot 0,5V/\text{lect} + 2,0V$$

$$R_i = 10\Omega\Omega$$



1,2

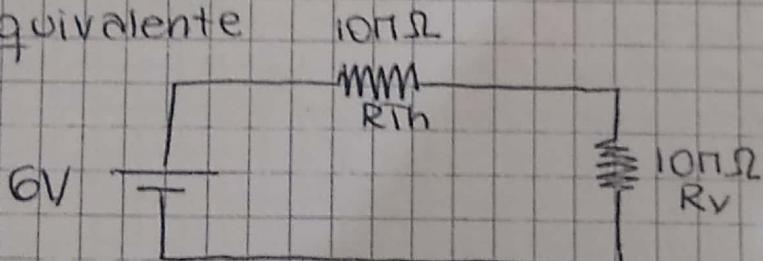
Thevenin



$$V_{Th} = 12V \cdot \frac{10\Omega}{10\Omega + 10\Omega} = 6V$$

$$R_{Th} = 10\Omega // 10\Omega + 5\Omega \\ R_{Th} \approx 5\Omega$$

Equivalent



$$V_{RV} = 6V \cdot \frac{10\Omega}{10\Omega + 10\Omega} = 3V$$

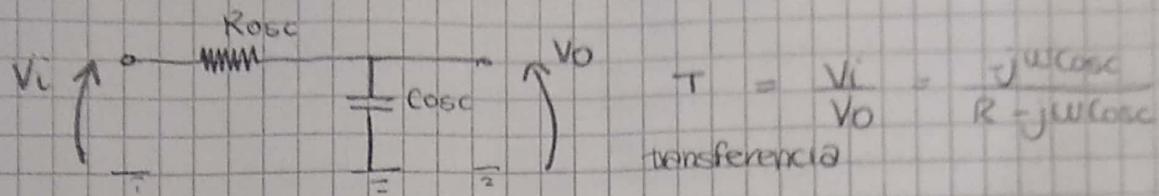
$$V_{leido} = 3,000V$$

$$\Delta V = \pm 0,5\% \cdot 3V + 0,002V$$

$$V = 3,000V \pm 0,017V$$

4) Curva de respuesta de osc analógico

Funciona como un pasabajo con una fc muy alta
Y tambien como un pasaalto con fc muy baja (en coupling AC)



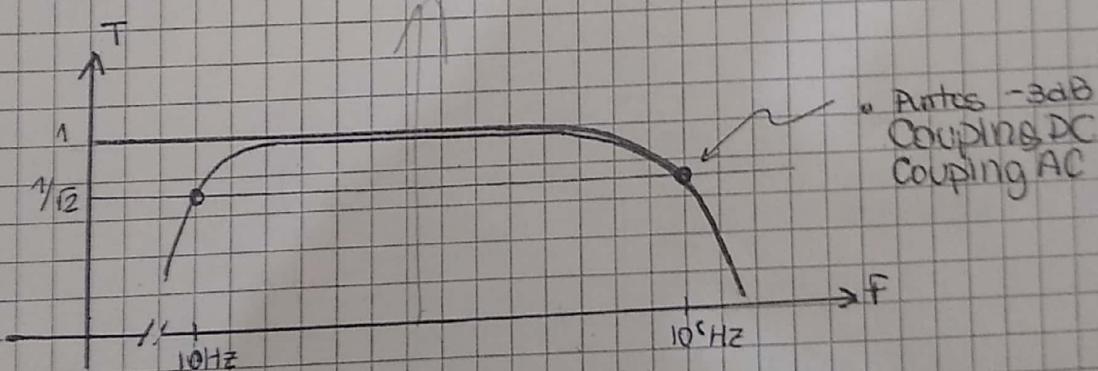
en la freq de corte (q denota los puntos de 3dB) la transferencia baja a $\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$

~~$$\frac{j - j\omega C_{osc}}{R - j\omega C_{osc}} = \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{R_j - j\omega C_{osc}}{R - (1-j\omega C_{osc})} = \frac{1}{j\omega C_{osc}}$$~~

~~$$\frac{j\omega C_{osc}}{jR + \omega C_{osc}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$~~

$$\frac{V_i}{V_o} = \frac{j\omega C_{osc}}{R - j\omega C_{osc}} = \frac{1}{1 + j\omega C_{osc} R}$$

$$|T| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega C R)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \therefore \quad \omega C R = 1 \Rightarrow \omega_{corte} = \frac{1}{R C}$$



Dibujo para osc típico

$f_{cs} \approx 10^4 \text{ Hz}$

$f_{ci} \approx 10 \text{ Hz}$

5) Define

Δ Incertidumbre: Valor de dispersión atribuida a una medida de forma razonable

E_f: Error: Dif entre valor medido y valor verdadero

Carga: Error sistemático: Aquel presente indefectiblemente por el método de medición adoptado (por lo general indirecto)

Voltímetro: Precision: Repetitividad en los resultados obtenidos a lo largo del tiempo ej: reloj adelantado 2hs pero q al mediodía siempre dice 14 hs

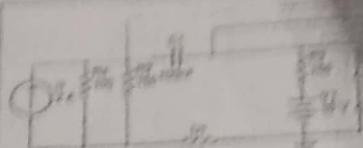
Evaluación Migratoria - 3.0. oportunidad
Apellido y Nombre _____

Laboratorio 66.1
Ing. Informática

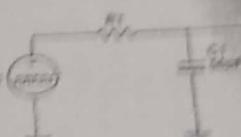
padrón _____ Cuenta _____ Año _____ Currículum _____

1	1	1	0
1	1	2	2

- 1) Tracé el sig. circuito, donde el capacitor se encuentra en circuito estacionario hace que se cierre la llave A_1 en el instante $t=0$. Por favor, determine el valor de amplitud que indicaría cada canal de un osciloscopio sobre el capacitor C_1 , en el instante $t=1\text{ ms}$. Consideraciones despreciables el efecto de curva y la incertidumbre. (2p)



- 2) Se desea medir la resistencia R_1 mediante la medida del tiempo de crecimiento realizado con un osciloscopio. El tiempo observado en la pantalla es $t_{\text{m}} = 18.8 \pm 4\text{ ms}$, mientras que las características de los instrumentos son: $f_{\text{osc}} = 2\text{ ns}$ (punto-mueca); $B_{\text{m-oc}} = 50\text{ MHz}$. Por favor, determine el valor de la resistencia, expresándola adecuadamente con su incertidumbre. (3p) Nota: El generador es ideal.



- 3) Trace por favor una curva de respuesta en frecuencia de un osciloscopio analógico, indicando claramente las unidades de escalas. Explique el concepto de frecuencia de corte. ¿Se modificará el gráfico si cambiamos el número de canales del canal vertical? (2p)

- 4) La onda del gráfico se la mide con un contador universal en modo Intervalo de tiempo. Los controles están puestos del siguiente modo:

Nivel de disparo: 2V Pendiente CH

Az: -

Acoplamiento: DC

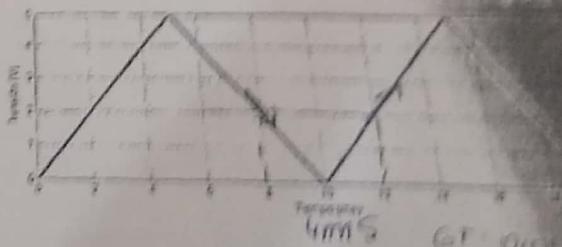
Bz: +

GT: 0.01s

Pendiente CH

Atenuación: ×1

Determine por favor el valor indicado, considerando solo la incertidumbre de cuantificación. (2p)



ACLARACIONES:

IBM=Instrumento de Bobina Móvil

ORC=Osciloscopio de Rayos Catódicos

ddp=Diferencia de Potencial

CU=Contador Universal

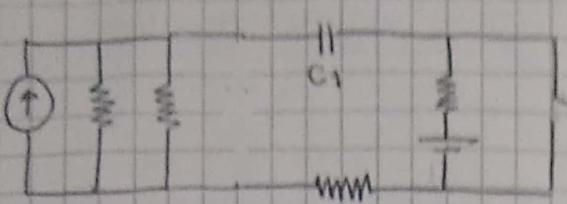
MMD=Multímetro Digital

Por favor ponga en cada hoja su nombre y apellido, número de padrón y el número de hoja correspondiente. Cuente la cantidad total de hojas entregadas INCLUYENDO ésta y complete el cuadro de arriba de esta hoja.

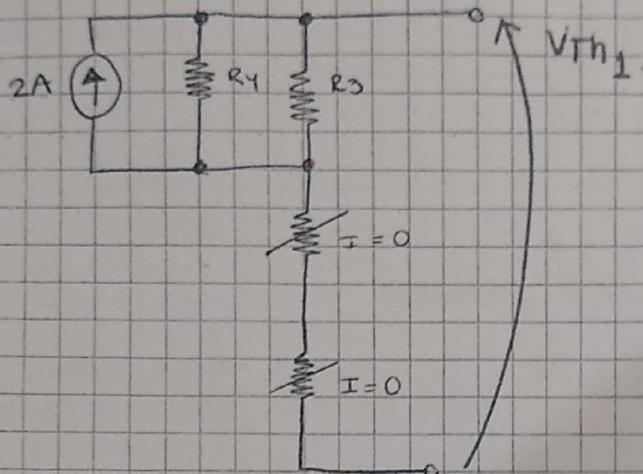
Las condiciones que se creen no especificadas deberán ser establecidas explícitamente antes de hacer los cálculos. Si hay errores, indique cuáles obran datos o son incompatibles, justifique cuáles usa.

Presar correctamente las unidades de medida, las incertidumbres y proponer respuestas breves; todos estos factores afectan la calificación. Un error conceptual o una cantidad incorrecta pueden invalidar la respuesta.

Las preguntas 1, 2, 3, 4, evalúan distintos conceptos por lo que la evaluación es global



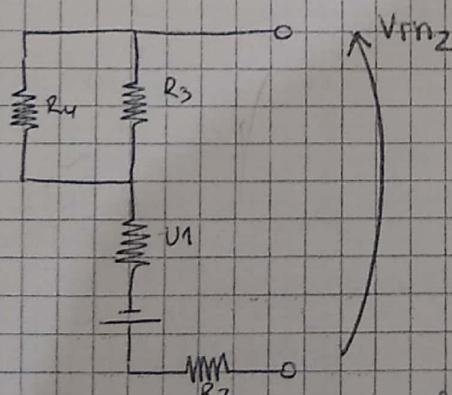
Averiguo V_o que cargó a C_1 por superposición



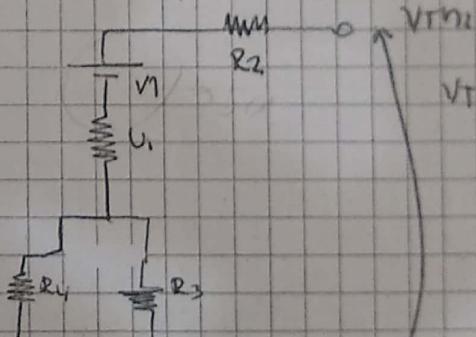
$$V_{Th1} = V_{R3} = V_{R2} = I \cdot R_4$$

$$I_{R3} = 2A \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} = 1A$$

$$V_{Th1} = 1A \cdot R_3 = 100V$$



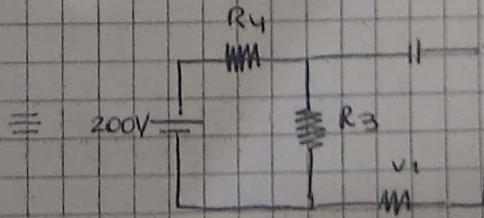
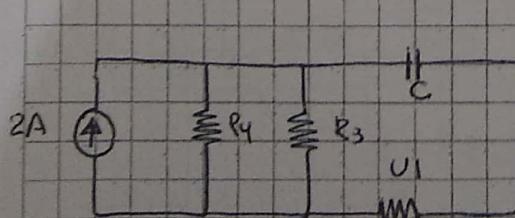
$$V_{Fnz} = V_1$$



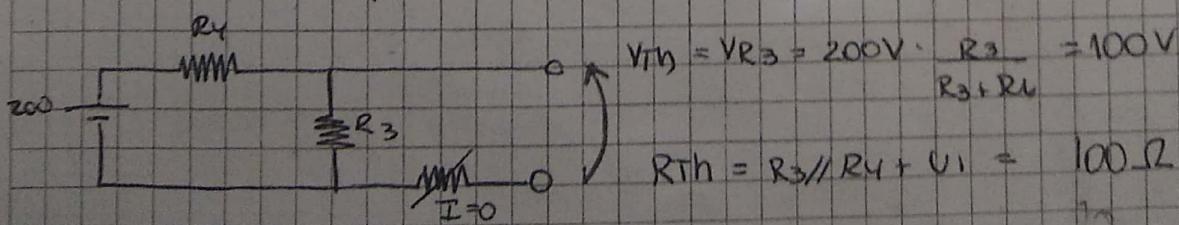
$$V_{Th2} = V_1 = 10V$$

$$100 - 10 = 90.$$

El capacitor se cargó con 110V, luego se encuentra bajo el circuito

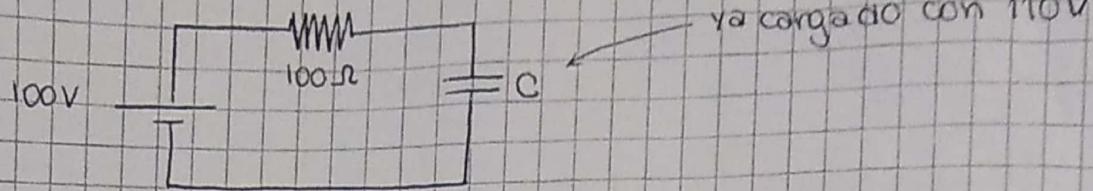


$$V_{Th} = V_{R3} = 200V \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 100V$$



$$R_{Th} = R_3 // R_4 + V_1 = 100\Omega$$

Circuito desde $t = 0$



$$V_C(t) = (110V - 100V) \cdot e^{-t/\tau} + 100V$$

$$V_C(0) = 110V$$

$$V_C(1\mu s) = 109,90$$

$$V_C(5\tau) = 100V$$

2) De un circ RC con $C = 56pF$ se mide

$$t_{obs} = 18ns \pm 4ns \quad \text{obnd e} \quad t_{plas} = 2ns \\ BW_{obs} = 50MHz$$

Para tiempo de crecimiento medido

$$t_{obs}^2 = t_{r}^2 + t_{gen}^2 + t_{osc}^2 + t_{BW}^2$$

\uparrow \uparrow \uparrow
ideal 2ns $\frac{0,35}{50MHz}$

$$t_{circ}^2 = t_{obs}^2 - t_{osc}^2 - t_{BW}^2$$

$$t_{circ}^2 = (t_{obs} \pm \Delta t_{obs})^2 - (2ns)^2 - (7ns)^2$$

$$t_{circ,MAX} = \sqrt{(18ns + 2ns)^2 - 4ns^2 - 49ns^2} = 18,628ns$$

$$t_{circ,MIN} = 14,248ns$$

$$t_{circ} = 16,46 ns$$

$$\Delta t_{circ} = t_{MAX} - t_{MIN} = 4,38ns$$

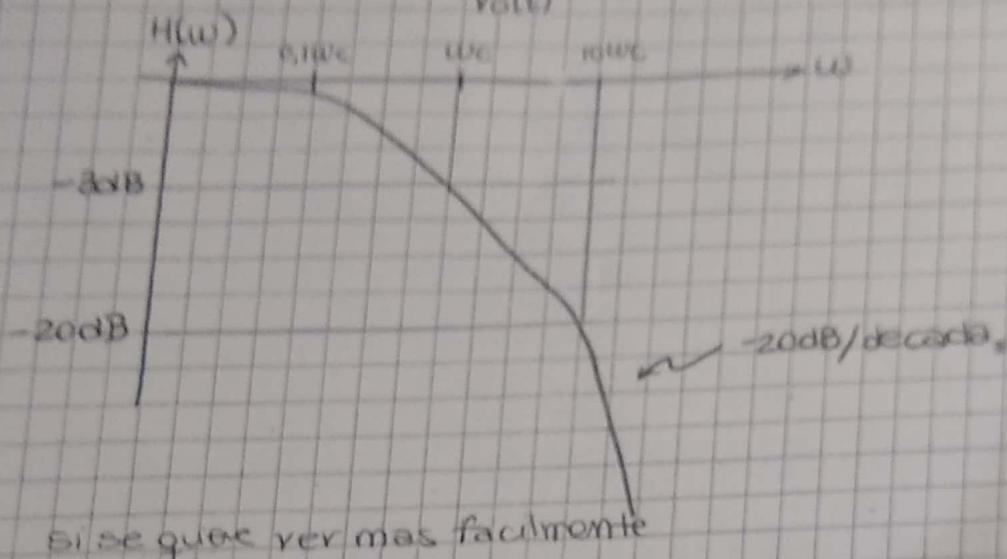
$$R = \frac{t_{circ}}{2,2 \cdot C} = 133,6 \Omega$$

$$|| R = 133\Omega \pm 36\Omega$$

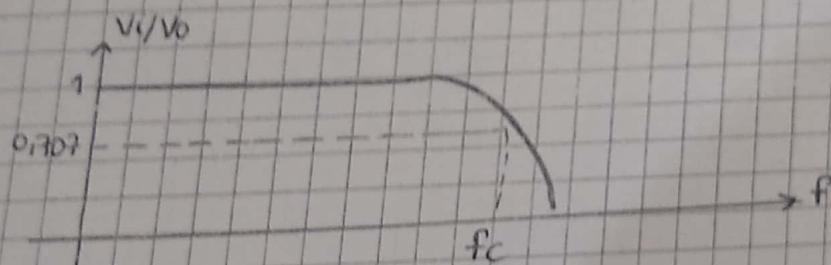
$$\Delta R = \frac{\Delta t_{circ}}{2,2 \cdot C} = 35,55 \Omega$$

3) Respuesta en Frecuencia

$$\text{Transferencia: } \frac{V_L(t)}{\text{Volt}} = H(\omega)$$



Si se quiere ver más fácilmente

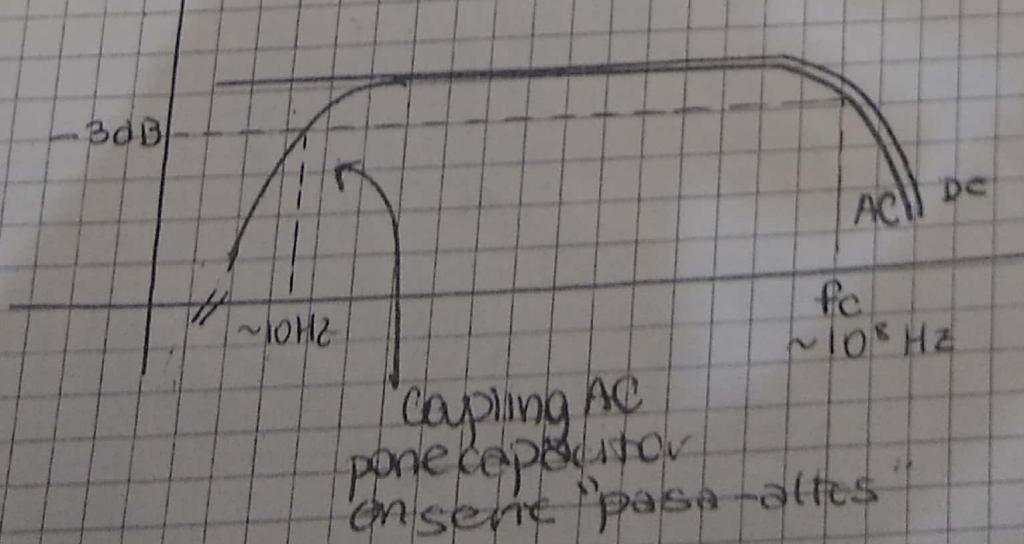


En la frecuencia de corte existe una atenuación de 3dB .

$$V_{Lc} \approx 0.707 V_{\text{origen}}$$

Respuesta en freq de un osc

$$\alpha(\text{dB}) = 20 \log \left(\frac{v_0}{v_i} \right) = 20 \log \left(\frac{1}{2} \right)^{1/2} = -3\text{dB}$$



Laboratorio 66.02 /
Introducción a la Ingeniería Electrónica 86.02

Calificación _____

Evaluación Integradora - 2da. oportunidad - 2do. cuatrimestre 2013 - 16-12-2013

Apellido y Nombres _____

Hojas entregadas _____

Padrón _____; TP aprobado en cuatr. de 20 _____; Turno de TP _____

; Carrera _____; Plan _____

1) a)	1) b)	2) a)	2) b)	3) a)	3) b)	4) a)	4) b)	5) a)	5) b)	Final

1) a) Tiene que medir una señal con el osciloscopio y lo único que sabe es que su valor medio es de 2 V y su componente alterna es de 20 mV y de 50 Hz. Indique cómo ubicaría los controles para poder medir ambas componentes con la menor incertidumbre.

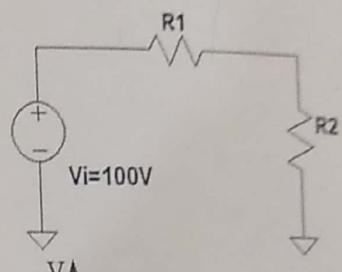
b) Haga lo mismo pero suponiendo ahora que la componente alterna tiene una amplitud de 20 V.

2) Se dispone de un multímetro digital con una resistencia de entrada de $10M\Omega$ y se desea medir la tensión sobre R_1 en el siguiente circuito:

a) Para $R_1 = 200 k\Omega$ y $R_2 = 300 k\Omega$, ¿Qué tensión indicaría el multímetro? Si ahora se cambia el multímetro anterior por uno analógico, cuya resistencia de entrada es $100 k\Omega$. ¿Qué tensión indica ahora el multímetro?

b) ¿Cuál de las dos mediciones realizadas es más exacta? ¿por qué?

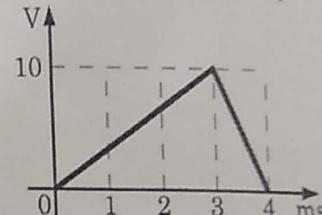
Nota: para cada caso, indique claramente el banco de medición empleado.



3) Se mide una señal de tensión periódica; en la figura se muestra un período.

a) ¿Qué mide un MMD en modo CC (3½ dígitos, incert.=±(0,5 % lect. + 1 díg.), usar rango óptimo)?

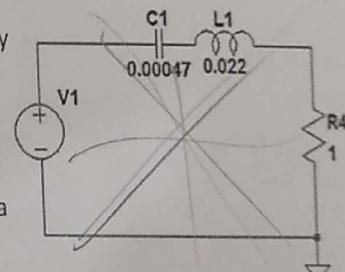
b) ¿Qué mide un MMD de verdadero valor eficaz en modo CA (3½ dígitos, incert.=±(1 % lect. + 2 díg.), usar rango óptimo)? Determine el valor pico a pico.



4) Sabiendo que en resonancia un circuito de dos terminales con inductores y capacitores tiene al menos una frecuencia en la cual su impedancia no tiene componente imaginaria (se comporta como un resistor puro):

a) Calcule la frecuencia a la cual se produce la resonancia en el circuito de la figura. Valores en Farad, Henry y Ohm.

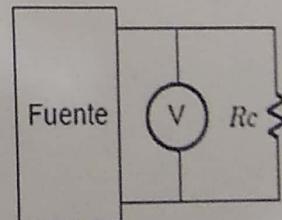
b) Indique la fase de la ddp. sobre R_4 respecto de V_1 para esa frecuencia, para la mitad y para el doble.



5) La siguiente figura muestra un esquema de conexión para la medición de la resistencia de salida de una fuente de alimentación. La incertidumbre del voltímetro no es menor de 1 %, al igual que la incertidumbre con la que se conoce el valor de la resistencia de carga R_c . Se varía ésta, obteniendo las lecturas que brinda la siguiente tabla;

a) Hallar el modelo de Thévenin de la fuente de alimentación.

b) Indicar las incertidumbres de cada una de sus componentes (resistencia y tensión).



Resistencia de carga (Ohm)	Lectura del voltímetro (Volt)
1	11
5	11,5

ACLARACIONES:

IBM=Instrumento de Bobina Móvil

ORC=Osciloscopio de Rayos Catódicos

ddp=Diferencia de Potencial

CU=Contador Universal

MMD=Multímetro Digital

Por favor ponga en cada hoja su nombre y apellido, número de padrón y el número de hoja correspondiente. Cuente la cantidad total de hojas entregadas INCLUYENDO ésta y complete el cuadro de arriba de esta hoja.

Las condiciones que se creen no especificadas deberán ser establecidas explícitamente antes de hacer los cálculos. Si hay errores, indíquelos. Si sobran datos o son incompatibles, justifique cuáles usa.

Expresar correctamente las unidades de medida, las incertidumbres y proponer respuestas breves; todos estos factores afectan la calificación. Un error conceptual o una cantidad incorrecta pueden invalidar la respuesta.

(*) Las preguntas 1, 2, 3, 4 y 5 evalúan distintos conceptos por lo que la evaluación es global.

- (a) Debe medir 1 voltaje con escala de $R_x = 2 \times 10^3$ ohmios al tener 20000 μV
 $\nu F = 50\text{Hz}$ indica centímetros / 40 ms

• Coupling = AC (solo quería tensión de 20msr)

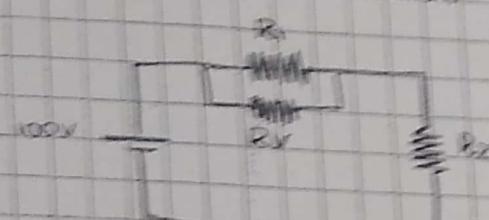
- Escala Vert = 5mV/div (200V en escalas) (40mV) $T = 0.02\text{msr}$
- Escala Horiz = 2mS/div (20msr)

b) Intentar si comp. AC = 20V

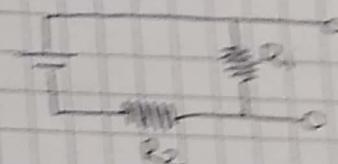
Escala vert = 5V/div (40V)

- 2) Se dispone de un multímetro digital con $R_{int} = 10M\Omega$, ¿cómo medir la tensión sobre R_1

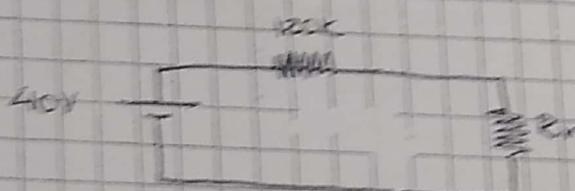
a) Si $R_1 = 200k$ $R_2 = 200k$ ¿Qué sucede?



Transistor



$$VRx = 100V \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 50V$$



$$VRx = 100V \cdot \frac{R_4}{R_1 + R_2} = 20V$$

$$V_{dig} = 39.52V$$

$$V_{analog} = 18.13V$$

b) ¿Cuál es más EXACTA

→ La del digital, por acercarse más al valor "puro" o "ideal" (los 40V de la fuente)

3) QC mide la señal

a) QC mide un Rms (modo CC)

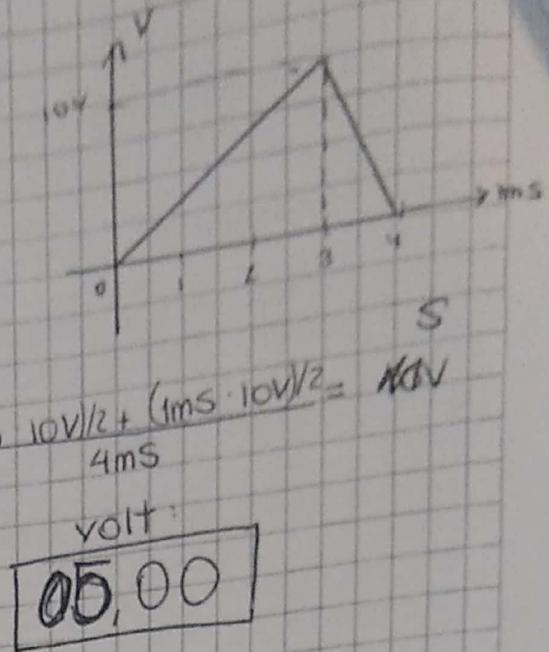
$$3\frac{1}{2} \text{ dig } \Delta V = 0,5 \cdot 10 \text{ mV} + 1 \text{ mV}$$

mide valor medio y NO
mult x 1000

$$V_{CC} = \frac{\Delta V}{4 \text{ ms}} = \frac{(3 \text{ ms} \cdot 10 \text{ V})/2 + (1 \text{ ms} \cdot 10 \text{ V})/2}{4 \text{ ms}} = 10 \text{ V}$$

$$V_{CC} = \frac{S}{4 \text{ ms}}$$

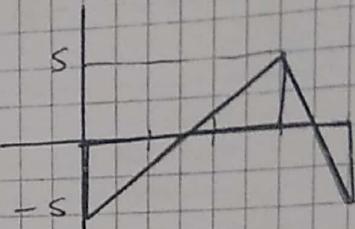
$$\Delta V = 0,035 \text{ V}$$



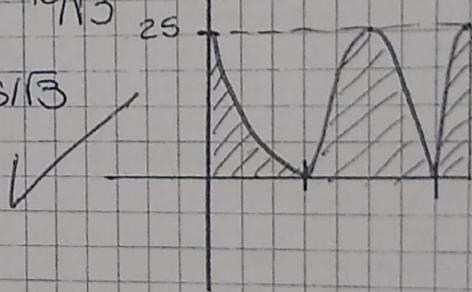
b) QC mide un Rms AC mide valor RMS de comp alterna

no es nada fácil
xq no es cuadrada

si asumo q es triangular

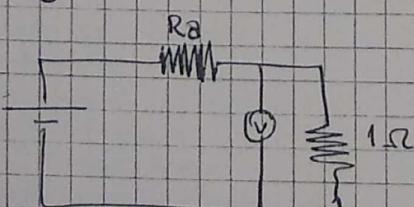


$$\left\{ \begin{array}{l} V_{RMS, AC+DC} = V_p / \sqrt{3} = 10 / \sqrt{3} \\ V_{RMS, AC} = V_p / \sqrt{3} = 10 / \sqrt{3} \end{array} \right.$$



4) Cancelled

5)



$$\left\{ \begin{array}{l} V - V_{Ra} = RV \\ V - V_{Ra'} = 11,5V \end{array} \right.$$

$$V \left(1 - \frac{R_a}{R_a + 1\Omega} \right) = 11V$$

$$V_{Ra} = V \cdot \frac{R_a}{R_a + 1\Omega}$$

$$V \left(1 - \frac{R_a}{R_a + 5\Omega} \right) = 11,5V$$

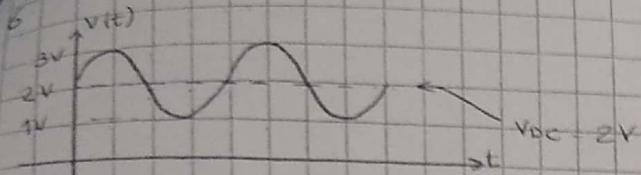
$$V_{Ra'} = V \cdot \frac{R_a}{R_a + 5\Omega}$$

$$11V \left(1 - \frac{R_a}{R_a + 5\Omega} \right) = 11,5V \left(1 - \frac{R_a}{R_a + 1\Omega} \right)$$

$$1 - \frac{R_a}{R_a + 5\Omega} = 1,045 - \frac{1,045 R_a}{R_a + 1\Omega}$$

$$\frac{R_a}{R_a + 1\Omega}$$

6. ¿De mide un TRMS para una senoidal c/ continua?

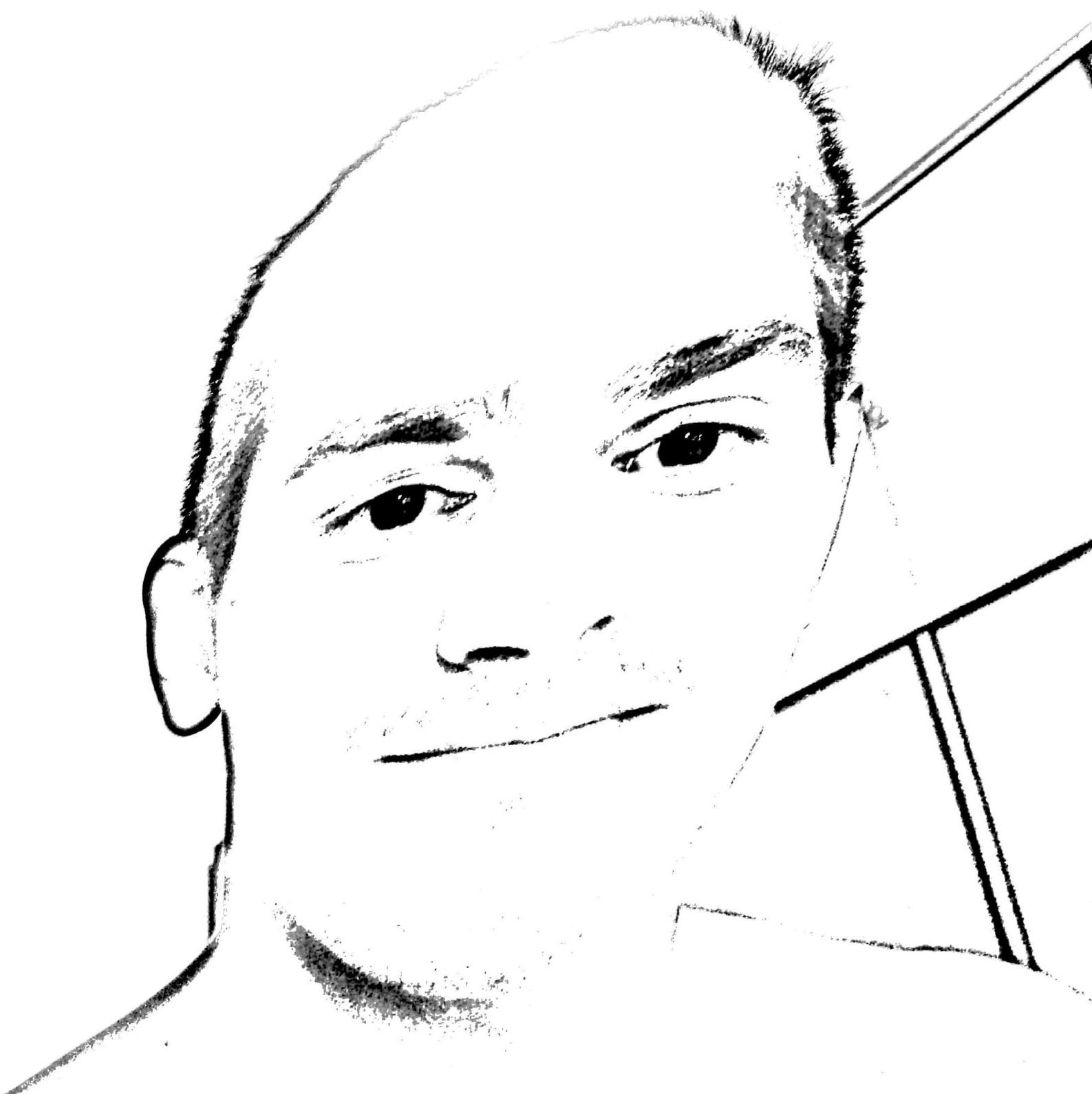


$$V_{RMS\ AC+DC} = \sqrt{V_{DC}^2 + V_{RMS\ AC}^2}$$

$$V_{RMS\ AC} = \frac{V_P}{\sqrt{2}} = \frac{1V}{\sqrt{2}}$$

$$V_{RMS\ AC+DC} = \sqrt{(2V)^2 + \left(\frac{1V}{\sqrt{2}}\right)^2} = \sqrt{4V^2 + 0,5V^2}$$

$$V_{RMS\ AC+DC} = 2,12V$$



Laboratorio 66.02
Ingeniería Informática

Calificación _____

5^a. oportunidad - 1^{er}. cuatrimestre 2014

Fecha: 04-08-2014

Hojas entregadas _____

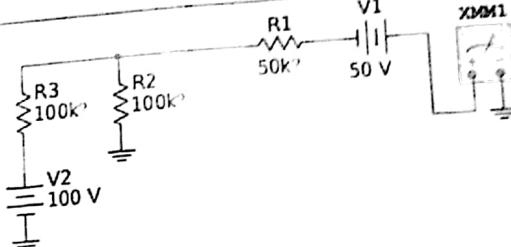
Plan:

Evaluación Integradora
Apellido y Nombres _____
Padrón _____ TP _____

ado en cuatrimestre: de 20

	1) a)	1) b)	2) b)	3) a)	3) b)	4) a)	4) b)	5) a)	5) b)	Final

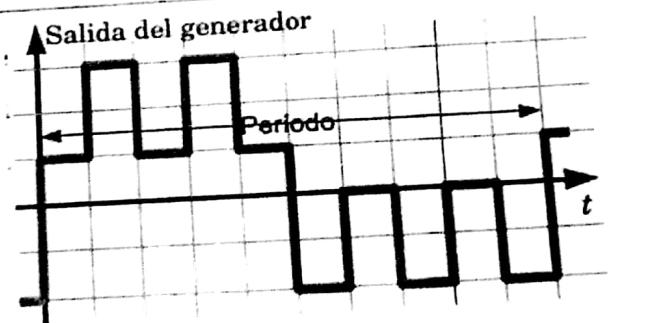
- 1) Para el circuito dado, por favor, determine:
 a) Valor indicado en un IBM de onda completa en AC.
 b) Valor indicado en un DVM de media onda en AC. (2.5p)
 IBM: 100 div, $S_v=15\text{k}\Omega/\text{V}$, $\text{I}_{\text{g}}=1\text{mA}$
 Incertidumbre de clase: 2%
 Los resultados deben estar expresados con las cifras significativas apropiadas en el IBM



- 2) Se sabe que la misma onda rectificada en un ciclo de trabajo de 0.5. Se obtiene con un DVM en DC, es de $4.00\text{V}\pm 0.03\text{V}$, de una onda cuadrada unipolar. Luego, la onda obtenida con un voltímetro TRUE RMS (AC+DC), da como resultado $8.94\text{V}\pm 0.06\text{V}$. Determine, por favor el valor de la tensión pico de la onda cuadrada. Con su incertidumbre. (3p)

3) Se desea usar la frecuencia del control de los controles principales de tiempo. (1,5p)

- 4) Se tiene la señal de salida del generador dada a la derecha. La cual se mide con un medidor universal, en el cual se dispone algunos controles de la sig. manera: Modo frecuencia, CT=1, polaridad positiva, CT=1, indicado por el símbolo de disparo, aceptando que la intensificación es mucho mayor que la de tiempo. (1,5p)



Escalas 1V/div; 10ms/div

- 5) Explique por qué, en la directa, resulta adecuada, qué diferencias aprecia en la impedancia de entrada de una punta de atenuada. Se consideran los casos en los cuales sea excluyente el uso de cada una de ellas. (1,5p)

LARACIONES.

IM=Instrumento de medida

CD=Contador Digital

favor ponga en cada hoja entregadas 1% de los resultados condicionales para sacar datos exactos.

OPCIÓN: Osciloscopio de Rayos Catódicos

ddp=Diferencia de Potencial

MV=Medidor Digital

ombre y apellido, número de padrón y el número de hoja correspondiente. Cuente la cantidad total de hojas impresa el cuadro de anotación de esta hoja. Especifique las tolerancias establecidas explícitamente antes de hacer los cálculos. Si hay errores, indíquelos. Si justifique cualquier resultado.

Si el resultado es incorrecto, no obstante su respuesta breve; todos estos factores afectan la calificación.

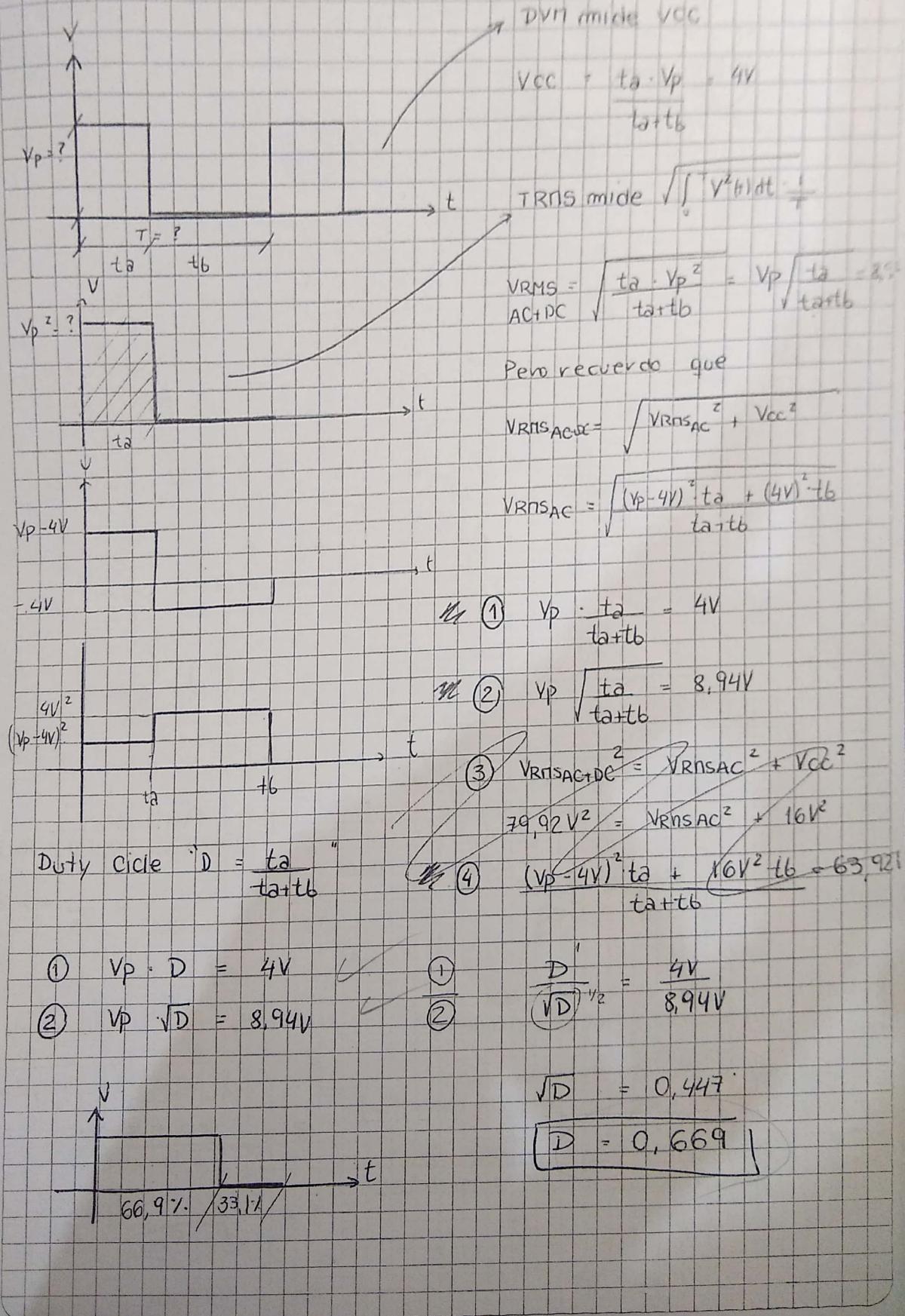
Pinal
4/18/14

$$2) \text{ DVM (DC)} : 4,00V \pm 0,05V$$

$$\text{TRMS (AC+DC)} : 8,94V \pm 0,06V$$

onda cuadrada inversa

Determine Duty Cycle

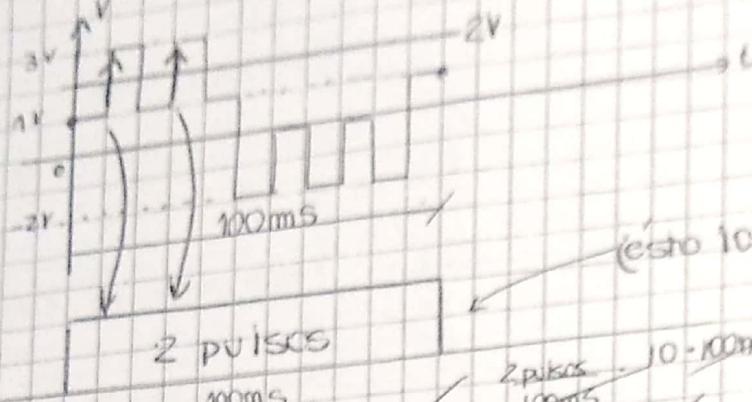


4) Indicar lectura de un contador con

DISP = 2V
Band = 1s
GT

másc. freq

con $S_{\text{tot}} = 2 \times 10^3 \text{ Hz}$



(esto 10 veces)

$$n = 2 \cdot 10^{10} = 20$$

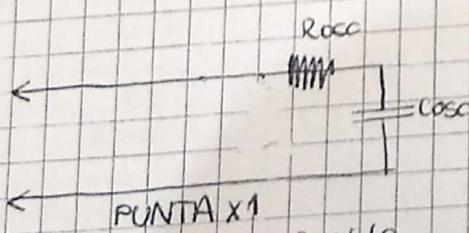
$$f = \frac{n}{GT} = 20 \text{ Hz}$$

$$\zeta \pm 1 = \frac{1}{n} = 0,05$$

$$\begin{aligned} S_{\text{tot}} &= S_{\text{1s}} + S_{\text{1s}} \\ S_{\text{tot}} &\approx S_{\text{1s}} \end{aligned}$$

$$f = 20 \text{ Hz} \approx 1 \text{ Hz}$$

5)



PUNTA X1
 $Cosc' = Cosc + Ccable$

$$Req \equiv Rosc$$

$$Cosc' \equiv Ceq$$

Punta X10
Calibrada $R_p C_p = R_o C_o = 2$

$$\text{Trans} \quad \frac{V_i}{V_o} = \frac{Rosc}{R_p + Rosc} = \frac{1}{1 + j \omega C_p} = \frac{1}{1 + j \omega C_o}$$

$$Imp \quad Z = \frac{1}{j \omega C_p} = \frac{1}{j \omega C_o}$$

$$Z = \frac{R_p}{1 + j \omega C_p R_p} + \frac{Rosc}{1 + j \omega C_o Rosc}$$

$$Z = \frac{R_p + Rosc}{1 + j \omega Z}$$

$$Y = \frac{1}{(R_p + Rosc)} + \frac{Req}{(R_p + Rosc)}$$

Ceq

$$W Cosc Rosc / (R_p + Rosc)$$

① Uso punta X1 si amplitud señal muy pequeña y X10 ya es indetectable

② Uso punta X10 para disminuir error de Ceq (ej: pl. medir cap o tar)

disminuyendo Ceq (aumento BW)
pero atenua la señal 10 veces

$R \uparrow 10$

$Ceq \downarrow 10$

$$Req = 10 Rosc$$

$$Ceq = Ceq \cdot Rosc =$$

$$Ceq / 10$$

Evaluación de instrumentos de medida
Punto de vista: **Alumno** - Punto de vista: **Profesor**
Evaluación: **Calidad** - Punto de vista: **Alumno** - Punto de vista: **Profesor**

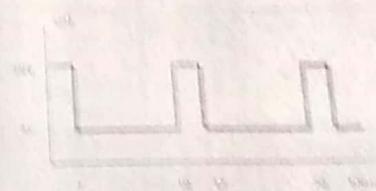
[Alumno] [Profesor] [Alumno] [Profesor]

- 3) Se tienen 400 miliamperios y un voltímetro analógico de 1000 divisiones en la escala de 20V del voltímetro. Si los losc se pone medir una resistencia de 10 ohms. Ajustando el selector de amperímetro tiene una resistencia despreciable y el voltímetro una que despreciable. Supongamos que el voltímetro mide 100 mV a 100 V real y viceversa, es decir, tiene 1000 divisiones en su escala. a) Dibuje por favor el circuito de medida. b) Si se aplica una tensión de 30V, determine que tensión se han obtenido de acuerdo a que se ha hecho la medida. c) ¿Cuál es la exactitud?

- 4) Se tiene unaonda cuadrada bipolar de tension, la cual se ha medido con un voltmeter, el cual consta de los siguientes valores: Voltímetro: 1% = 3.50V a 0.35V.

- a) Dibuje por favor un esquema de la señal.
b) Determine por favor el valor de tránsito del frente de pulso. (2p)

- c) Se pretende medir la frecuencia de la señal dibujada con un osciloscopio analógico. Si la comienza se ha dispuesto en 1V/div y 100 ms/div de tiempo. Por favor, determine el valor indicado por el instrumento aceptando que la magnitud de la base es 100mV es despreciable respecto de la señal. (2p)



- d) Se compra un osciloscopio de ancho de banda de 50 MHz, para medir ondas cuadradas de periodo 20 ns. Seña una fuerza eléctrica a dicha velocidad. Explique el resultado. (2p)

ATENCIÓN:

Este instrumento de medida tiene

el efecto de Silenciamiento

de la señal de retroalimentación.

Atención Profesor:

No se permite un cable largo en la medida de la señal. Los cables largos son causa de errores.

b) Es necesario que se ajuste la velocidad de medida en el orden de 100 ms/div. Si no se hace esto, se obtendrá un resultado incorrecto.

c) Si se hace la medida en el orden de 10 ms/div, se obtendrá un resultado correcto.

100 ms/div

Este es el resultado de la medida correcta sobre lo que se ha visto en la clase de física.

c) El resultado es que el resultado correcto es que la señal es cuadrada. Si las señales miden bien, se obtendrá un resultado correcto.

d) Si se hace la medida en el orden de 10 ms/div, se obtendrá un resultado correcto.

10 ms/div

16/12/2019

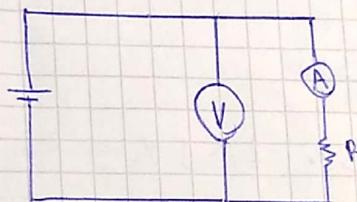
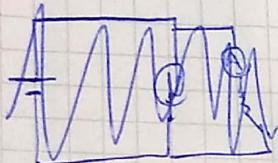
FINAL 16-12-2019.

- ① se tiene un Amperímetro y un Voltímetro Analógico.
incertidumbre \rightarrow 2% de alcance.

El Amperímetro tiene resistencia despreciable y
el Voltímetro infinita.

dibuje el circuito.

Conección larga



→ Circuito.

- ⑥ USANDO UNA FUENTE DE 20V, INDIQUE SI HAY UN RANGO DE RESISTENCIA
EN LA CUEVA MEDIRSE CON UN ERROR DE MENOS AL 8%.

Por Ley de Ohm.

$$V = R \cdot I \rightarrow R = \frac{V}{I} \rightarrow \Delta R = \frac{\Delta V}{V} \cdot V + \frac{\Delta I}{I} \cdot I$$

$$\Delta R = \frac{\Delta V}{I} + \Delta I \cdot \left(\frac{V}{I^2} \right) \quad \Delta R = \frac{\Delta V}{I} + \Delta I \cdot \frac{V}{I^2}$$

Siendo $\epsilon_s \rightarrow$ el relativo.

$$\epsilon_r = \frac{\Delta V}{I \cdot R} + \frac{\Delta I \cdot V}{I^2 \cdot R} \rightarrow \frac{\Delta V}{I \cdot R} + \frac{\Delta I}{I} \cdot \frac{V}{R}$$

$$\epsilon_s = \epsilon_v + \epsilon_i$$

como tengo un voltmetro IDEAL, y nose que el valor de $V = 30V$.

$$\Delta V = \left(2\%, 300V + 0,25\% \cdot 300V \right)$$

$$\Delta V = \underline{0,02 \cdot 300V}$$

$$e_V = \left(\frac{0,02}{30} \cdot 100 + \frac{0,25}{30} \cdot 100 \right) = 0,3375 + 0,02525$$

$$e_V = 0,36275 \approx 2,81\%$$

$$E_I = E_V + e_I \leq 8\%$$

$$\rightarrow e_I \leq 8\% - 2,81\%$$

$$e_I \leq 5,19\%$$

error de I es.

$$\frac{0,02 \cdot 100}{I_{medido}} \cdot 100\% + \frac{0,25}{I_{medido}} \cdot 100\% = \frac{0,02 \cdot 100 + 0,25}{I_{medido}} \cdot 100\%$$

$$= \frac{2 + 0,25}{I_{medido}} \cdot 100\%$$

$$\frac{2,25}{I_{medido}} \leq \frac{5,19}{100} \cdot 100\%$$

$$R = \frac{V}{I}$$

$$2,25 \leq 0,0519 \cdot I_{medido}$$

$$43,35A \geq I_{medido}$$

entonces $V \rightarrow 30V$

$$I \in (43,35, 100mA)$$

$$R \in (1845 \Omega, 800 \Omega)$$

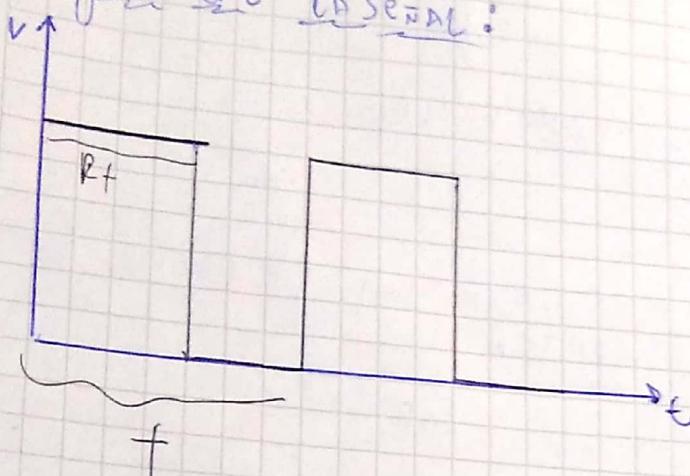
(2)

Se tiene UNA ONDA CUADRADA.

Voltímetro en DC = 2,50 V \pm 0,10 V

Voltímetro en AC (RMJ-AC) = 4,33 V \pm 0,21 V

diagrama de la señal:



$\frac{Rf}{T}$ = Ciclo de TRABAJO.

$$V_p \cdot \frac{T_R}{T} = 2,5 \text{ V} \quad \Rightarrow V_p \cdot \text{dc} = 2,5 \quad \Rightarrow \text{DC} = \frac{2,5}{V_p}$$

y en true RMS, FILTRA CONTINUA.

$V_p = 6 \text{ m}$

$$V_{AC \text{ DC}}^2 + = V_{DC}^2 + V_{AC}^2$$

$$V_p^2 \cdot \text{dc} = V_m^2 + 4,33^2$$

$$\hookrightarrow V_p = 10 \quad V_p = 10$$

$$V_{DC} = 0,25 \text{ V}$$

③

94.000 s.

100000 sV

A

25.000 s - Agitación en la gráfica. El resultado.

Periodo

modo 2 modo, modo periodo y modo frecuencia.

modo frecuencia

$$n = \frac{t_2}{t_1} = F \cdot t_2 \Rightarrow n \text{ es la cantidad de pulsos que} \\ \text{conta.}$$

FOR

modo periodo

$$n = \frac{t_1}{t_{\text{BS}}} \rightarrow n = \frac{10}{0.01} = 1000$$

$$\text{Dado } n = \frac{0.01}{10 \cdot 10^3} = 1 \rightarrow F = 100 \pm 1 \text{ Hz. un error gigante.}$$

$$\frac{n \cdot 0.1}{1} = 0.1 \text{ kHz. error } \rightarrow 0.12 \text{ kHz.}$$

S0/7/15

Laboratorio 06.02
Ing. Informática

Evaluación _____

Evaluación integradora

Apellido y Nombres

Padrón _____

Carrera _____

Año _____

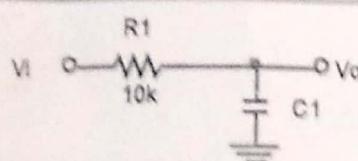
Curso _____

Hojas entregadas _____

Página _____

1) a)	1) b)	2) a)	2) b)	3) a)	3) b)	4) a)	4) b)	5) a)	5) b)
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

- 1) Se tiene un amperímetro y un voltímetro ambos de clase 2, se los usa para medir la potencia en una resistencia. Admitiendo que el amperímetro tiene una resistencia despreciable y el voltímetro una que podemos suponer infinita, siendo además los alcances 100mA y 100V respectivamente.
- Dibujo por favor el circuito.
 - Usando una fuente de 80V, indique por favor si hay algún rango de potencias que pueda medirse con una incertidumbre relativa como mucho del 5%. Explique su decisión. Admitimos despreciable la incertidumbre de apreciación.
- 2) Se dispone de un osciloscopio analógico con las características indicadas más abajo, al cual se lo usa para medir la capacitancia en un circuito R-C. Admitiendo que el ancho de banda es muy superior al necesario para realizar la medición, y que el valor de la capacitancia obtenida es 100 pF, se pide, por favor:
- Determine el error sistemático cometido en la medición.
 - Dibuje el banco de medición que utilizaría. Indicando claramente qué punta usa y por qué.



Especificaciones del osciloscopio

Punta de osciloscopio: X10 X10

ORC: 25pF

Capacitancia del cable: 150pF

Resistencia de entrada ORC: 1MΩ

- 3) Trace por favor una curva de respuesta en frecuencia de un osciloscopio analógico, indicando claramente los ejes y sus escalas. Explique el concepto de frecuencia de corte.
¿Se modificará el gráfico si cambiamos el modo de acoplamiento del canal vertical? (2p)

4)

Supóngase que tiene que medir un fuente de tensión continua de 600V con voltímetros de clase 1 y S=60kOhm/V, con alcances 10-50-100-500. Plantee la medición como una conexión en serie de 2 voltímetros en los siguientes casos:

- Uno con alcance 500V y el otro con alcance 500V
- Uno con alcance 500V y el otro con alcance 100V

¿Cuál es la mejor medición? desarrolle y justifique correctamente.

ACLARACIONES:

IBM=Instrumento de Bobina Móvil

ORC=Osciloscopio de Rayos Catódicos

ddp=Diferencia de Potencial

CU=Contador Universal

MMD=Multímetro Digital

Por favor ponga en cada hoja su nombre y apellido, número de padrón y el número de hoja correspondiente. Cuente la cantidad total de hojas entregadas INCLUYENDO ésta y complete el cuadro de arriba de esta hoja.

Las condiciones que se creen no especificadas deberán ser establecidas explícitamente antes de hacer los cálculos. Si hay errores, indíquelos. Si sobran datos o son incompatibles, justifique cuáles usa.

Expresar correctamente las unidades de medida, las incertidumbres y proponer respuestas breves; todos estos factores afectan la calificación. Un error conceptual o una cantidad incorrecta pueden invalidar la respuesta.

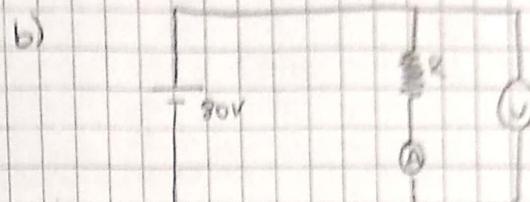
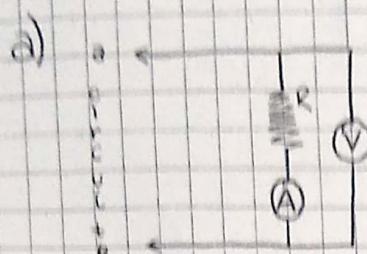
(*) Las preguntas 1, 2, 3, 4 evalúan distintos conceptos por lo que la evaluación es global

- 1) Se tiene un amperímetro y un voltímetro de clase 2, se usa para medir la potencia en una lámpara.

Con Rango 30 y Rango 0 con alcance de 100mA, 100V.

a) Dibuja circuito

b) Usando una fuente de 80V indica rango de pot. / variación sea 2%. Explique, desordene, aparezca.



$$\bar{P} = V \cdot I$$

$$\Delta P = I \Delta V + V \Delta I$$

Clase 2

$$\xi_{\text{clase}} = 2\%$$

$$\xi_{\text{voltaje}} = \frac{2\% \cdot \text{Rango}}{V_{\text{medido}}}$$

$$\xi_{\text{corriente}} = \frac{2\% \cdot \text{Rango}}{I_{\text{medido}}}$$

$$\xi_P = (\Delta V + \Delta I) / VI$$

$$\xi_P = \xi_V + \xi_I$$

$$\xi_V = 2\% \cdot \frac{100V}{80V} = 0,025$$

$$\xi_I = 2\% \cdot \frac{100\text{mA}}{x\text{mA}}$$

Enunciado

$$\xi_P = \xi_V + \xi_I < 0,05$$

$$0,025 + \xi_I < 0,05$$

$$\xi_I < 0,025$$

$$2\% \cdot \frac{100\text{mA}}{x\text{mA}} < 0,025$$

$$\frac{2\% \cdot 100\text{mA}}{0,025} < x\text{mA}$$

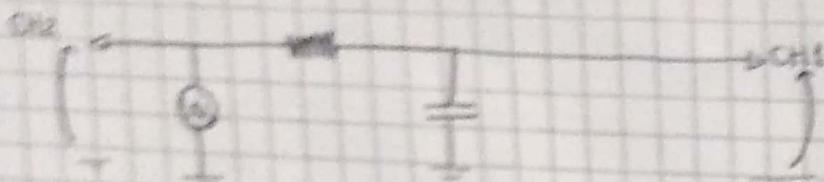
$$x\text{mA} > 80\text{mA}$$

Potencia $P \in (6,4\text{W}; 8\text{W})$

2) 952.432 log \rightarrow 100 \rightarrow 25pF Capable: 150pF

Se mide la capacitancia de un circuito RC. Admitiendo que es una resistencia, que $C_{cap} = 100\text{pF}$.

- Determine el error sistemático.
- Dibuje bosquejo de medida (un cuadro punto).



(Admitiendo las capacidades del sistema)

C capas

Casa cap totalizado

$$C' = C_0 + C_{cap}$$

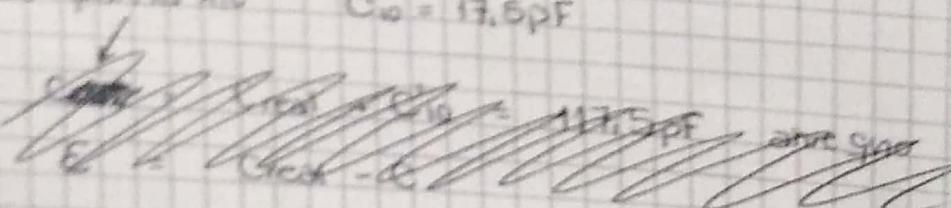
$$C' = 175\text{pF}$$

• Si utilizo punto X1

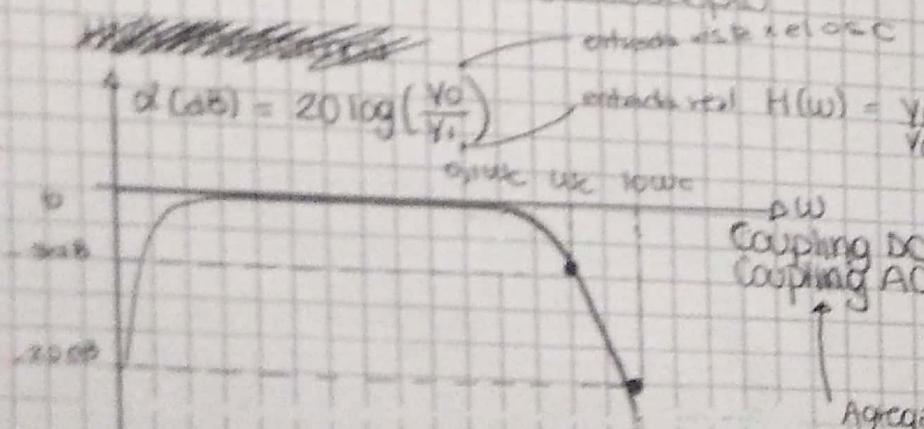
$$C' = 175\text{pF}$$

• Si utilizo punto Y0

$$C_{10} = 17.5\text{pF}$$



3) Respuesta en frecuencia de un osciloscopio



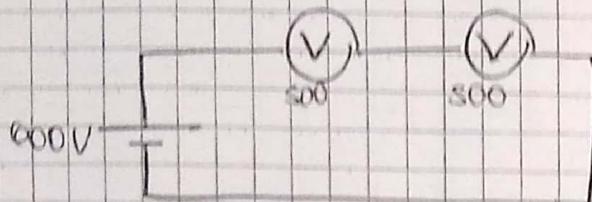
frec. de corte: la transferencia del sistema a el valor de la amplitud cae al 70% del valor maximo.

Agrega un capacitor en serie a la entrada q. actua como paso alto (atenuando bajas frec)

4) Para 2 voltímetros dese

$$1 \quad S = S_0 k_A / V \quad \text{con alc } 10 - 20 - 100$$

conviene medir



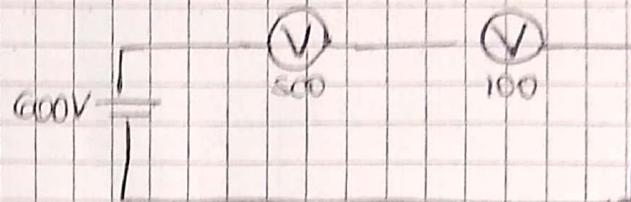
$$R_{500} = 25\Omega$$

$$V_{500,1} = V_{500,2} = 300V$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = 1/ \cdot 500V = 5V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V = 10V$$



$$R_{100} = 5M\Omega$$

$$V_{100} = 600V \cdot \frac{5M\Omega}{5M\Omega + 20M\Omega}$$

$$V_{100} = 100V$$

$$V_{500} = 500V$$

$$\Delta V_1 = 5V$$

$$\Delta V_2 = 1/ \cdot 100V = 1V$$

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V = 6V$$

comviene
esta