

Nombre: \_\_\_\_\_

Nº Matrícula: \_\_\_\_\_

A

Asignatura: Fundamentos de Electrónica Plan: GITI

Fecha: 12/1/2016

Convocatoria: Enero 2015/16 Prectas: 26/1/2016

Revisión: 29/1/2016 10:00 h.

**PROBLEMA 1A.** (2 puntos)

Se dispone de un circuito amplificador, tal como muestra la figura 1, para el que consideramos todos los componentes ideales.

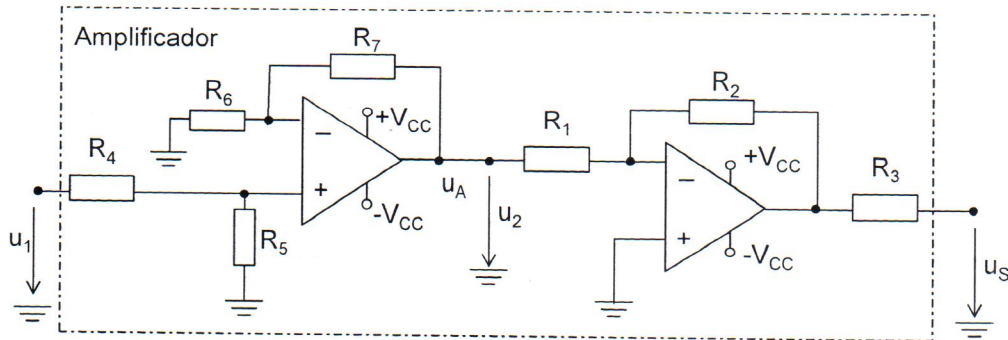


Figura 1

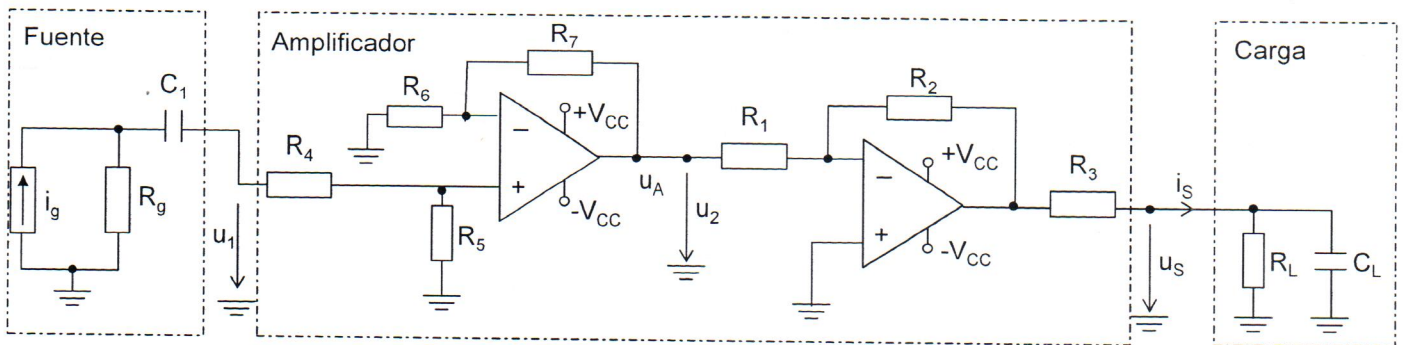


Figura 2

- a) Para la etapa amplificadora de la **figura 1**, determinar el circuito equivalente Thévenin del amplificador ( $u_s/u_1$ ). Indicar en qué rango de valores de entrada el circuito es válido.

$$\frac{u_s}{u_1} = \frac{u_s}{u_2} \cdot \frac{u_2}{u_1}; \quad u^- = u^+ = u_1 \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5}; \quad \frac{u^-}{R_6} + u^- = u_2 = u_1 \left[ 1 + \frac{R_7}{R_6} \right]$$

$$\frac{u_s}{u_1} \Big|_{R_L \rightarrow \infty} = - \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} \cdot \frac{R_6 + R_7}{R_6} = A_{uo} = -27.33 \text{ dB}$$

Es válido mientras no se saturen los A.O.  
 $-V_{CC} \leq u_s \leq +V_{CC} \Rightarrow u_s = \pm \frac{V_{CC}}{A_{uo}} \Rightarrow [-0.036, +0.036]$

$R_e = R_4 + R_5 = 3 \text{ k}\Omega$   
 $R_o = R_3 = 1 \text{ k}\Omega$

Al amplificador se le conecta una fuente y una carga, tal como se indica en la **figura 2**. Se pide:

- b) Expresión de la función de transferencia total  $i_s/i_g$  a frecuencias medias.

$$\frac{i_s}{i_g} = i_g \cdot \frac{R_g}{R_g + R_e} = 1, \quad u_1 = \frac{u_s}{R_e} \Rightarrow u_1 = i_g \frac{R_e R_g}{R_e + R_g}; \quad i_s = A_{uo} \cdot \frac{1}{R_o + R_L}$$

$$i_s = \frac{u_s}{R_L} \quad i_s = \frac{R_e R_g}{R_e + R_g} \cdot A_{uo} \cdot \frac{1}{R_o + R_L} \cdot i_g; \quad R_o = 0$$



Nombre: \_\_\_\_\_

Nº Matrícula: \_\_\_\_\_

A

- c) Expresión de la función de transferencia total  $i_s/i_g$  a frecuencias altas: Indicar posición de los polos y ceros (en caso de existir)

$$\text{Interviene } C_L: Z_L = \frac{R_L \cdot \frac{1}{j\omega C_L}}{R_L + \frac{1}{j\omega C_L}} = \frac{R_L}{1 + j\omega R_L C_L}$$

$$\text{El término } \frac{1}{R_0 + Z_L} = \frac{1}{R_0 + \frac{R_L}{1 + j\omega R_L C_L}} = \frac{1}{R_0 + R_L} \cdot \frac{1 + j\omega R_L C_L}{1 + j\omega C_L R_L / R_0}$$

$$\text{Polo: } f = \frac{1}{2\pi R_0 / R_L C_L} = 10^6 \text{ Hz}; \text{ Cero: } f = \frac{1}{2\pi R_L C_L} = 500 \text{ kHz}$$

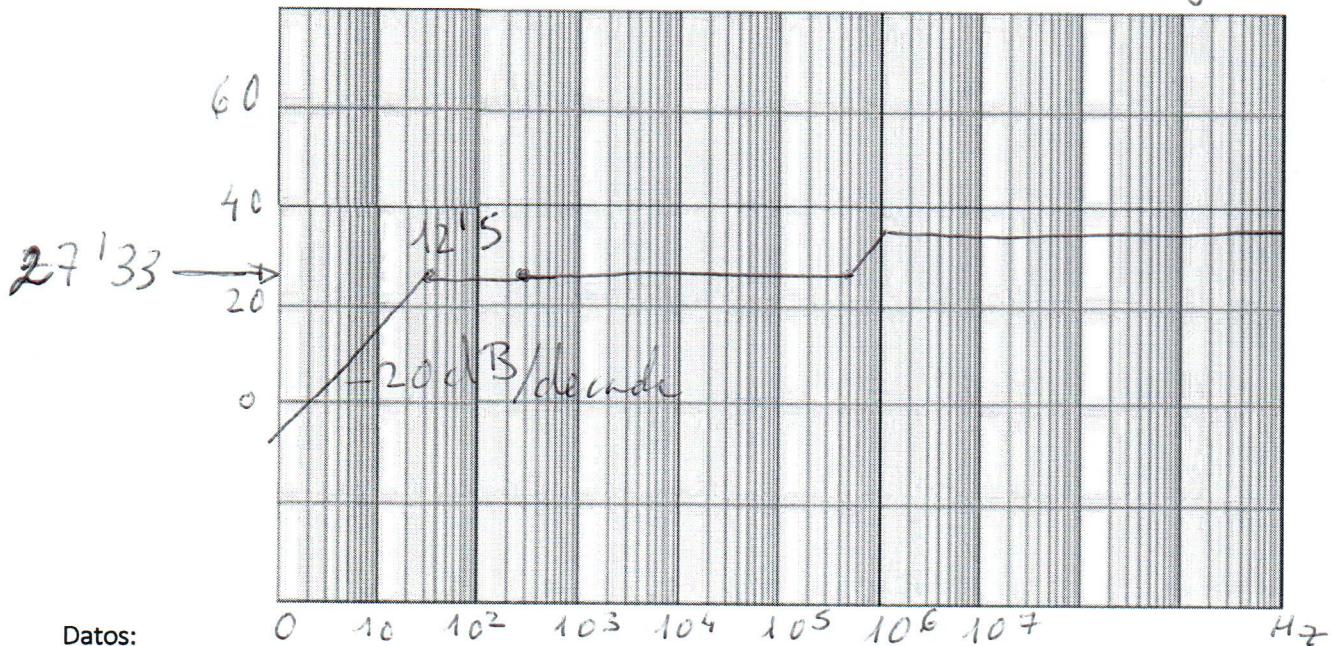
- d) Expresión de la función de transferencia total  $i_s/i_g$  a frecuencias bajas; Indicar posición de los polos y ceros (en caso de existir)

$$u_i = (R_4 + R_5) i_i = (R_4 + R_5) \cdot \frac{R_g}{R_g + R_4 + R_5 + \frac{1}{j\omega C_1}} \cdot i_g$$

$$\frac{u_i}{i_g} = \frac{R_g \cdot j\omega C_1}{1 + j\omega C_1 [(R_4 + R_5) + R_g]}$$

Cero en el origen  
Polo:  $\frac{1}{2\pi C_1 (R_e + R_g)} = 12.5 \text{ Hz}$

- e) Diagrama de Bode de la ganancia total  $i_s/i_g$  (módulo)



Datos:

$V_{CC} = 10V$

$R_1 = 1k\Omega; R_2 = 2k\Omega; R_3 = 1k\Omega; R_4 = 2k\Omega; R_5 = 1k\Omega; R_6 = 1k\Omega; R_7 = 40k\Omega; R_L = R_g = 1k\Omega$

$C_1 = (10/\pi)\mu F$

$C_L = (1/\pi)nF$

Nombre: \_\_\_\_\_

Nº Matrícula: \_\_\_\_\_

B

**PROBLEMA 1A.** (2 puntos)

En el circuito de la figura 1, el transistor tiene las curvas características de la figura 2. Asumiendo todos los componentes ideales y las caídas de tensión en las uniones PN con polarización directa igual a cero ( $V_{BE} = 0V$ ,  $V_{AK} = 0V$ ), se pide:

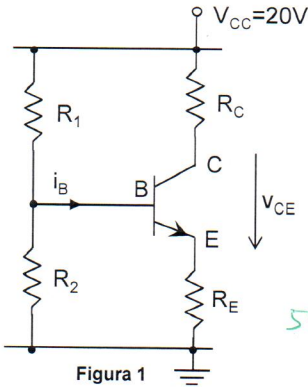


Figura 1

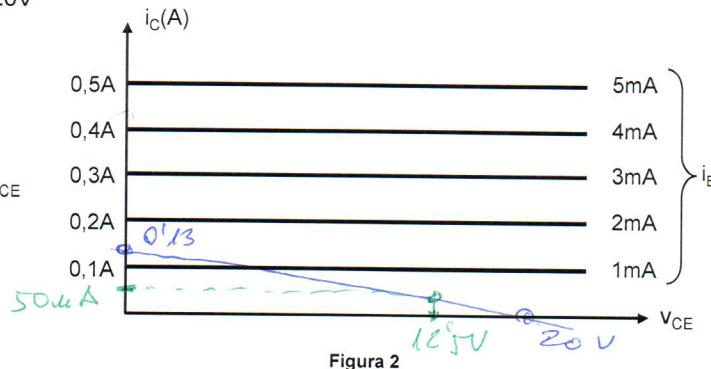


Figura 2

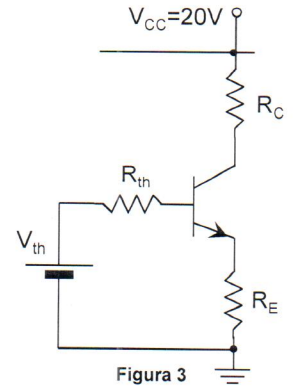
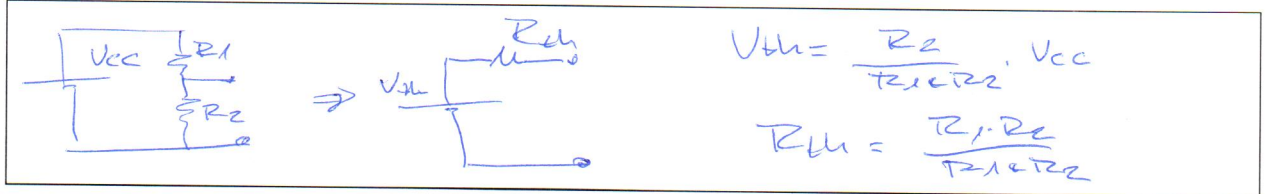


Figura 3

a) Calcular la  $\beta$  del transistor

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = 100$$

b) Calcular las expresiones de  $V_{th}$  y  $R_{th}$  de forma que el circuito de la figura 3 sea el equivalente del circuito de la figura 1.



c) En la figura 2, dibujar la recta de carga  $i_c - V_{CE}$  para  $R_C = 50\Omega$  y  $R_E = 100\Omega$ .  $V_{cc} = R_C i_c + V_{CE} + R_E (\beta + 1) I_C$

d) Marcar el punto de funcionamiento del transistor para  $R_1 = R_2 = 20k\Omega$ .  $I_C = 50\mu A$ ,  $V_{CE} = 12.5V$

e) Se conecta al circuito la fuente  $V_{in}$  mediante el diodo  $D$ , tal y como se muestra en la figura 4. Calcular y dibujar en la gráfica de la figura 5 la tensión en el colector del transistor ( $V_C$ ).

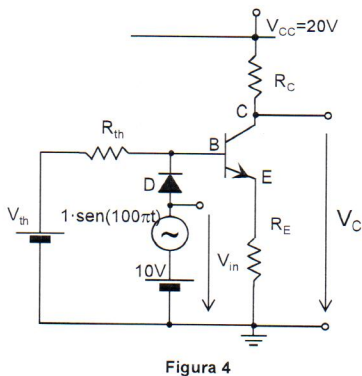


Figura 4

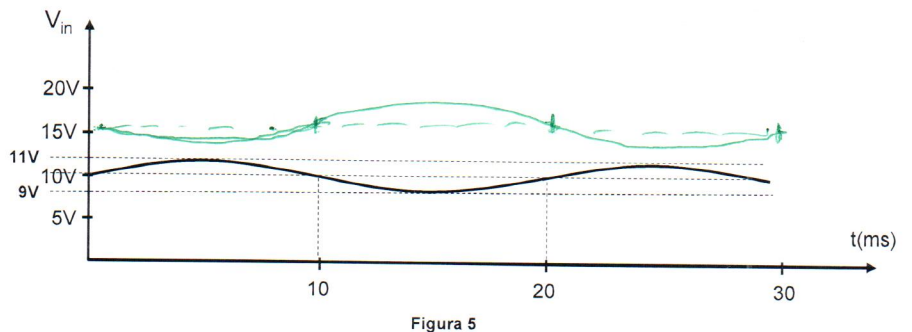
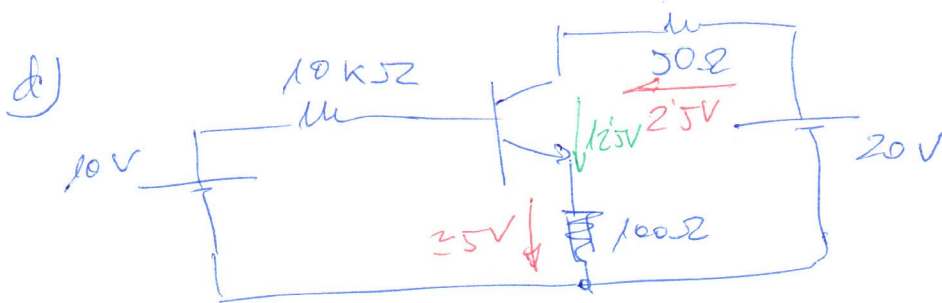


Figura 5

ver detrás:

$$V_C = 15 - 0.5 \cdot \sin(100\pi t)$$



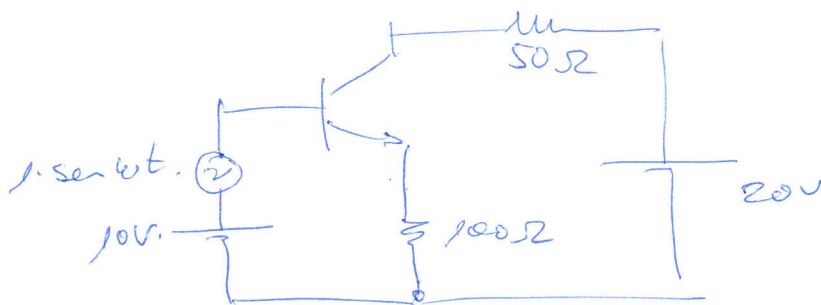


$$I_B = \frac{10}{10k + (\beta + 1) \cdot 100} \approx \frac{5}{10k} = 0.5 \mu A$$

$$I_C \approx 50 \mu A$$

$$V_{CE} = 20 - \underbrace{I_C \cdot 50}_{\approx 2.5V} - \underbrace{I_E \cdot 100}_{\approx 5V} \approx 12.5V$$

e)  $V_{in} = 10 + \sin(100\pi t) > 5V$ , por lo que D conduce siempre.



$$i_C \approx i_E = \frac{10 + \sin(100\pi t)}{100\Omega}$$

$$V_C = 20 - 50 \cdot i_C = 20 - 5 + 0.5 \cdot \sin(100\pi t) = 15 - 0.5 \cdot \sin(100\pi t)$$

Nombre: \_\_\_\_\_

Nº Matrícula: \_\_\_\_\_

Asignatura: Fundamentos de Electrónica Plan: GIT1

Fecha: 12/1/2016

Convocatoria: Enero 2015/16

Preactas: 26/1/2016

Revisión: 29/1/2016 10:00 h.

**PROBLEMA 1A.** (2 puntos)

Se dispone de un circuito amplificador, tal como muestra la figura 1, para el que consideramos todos los componentes ideales. Se pide:

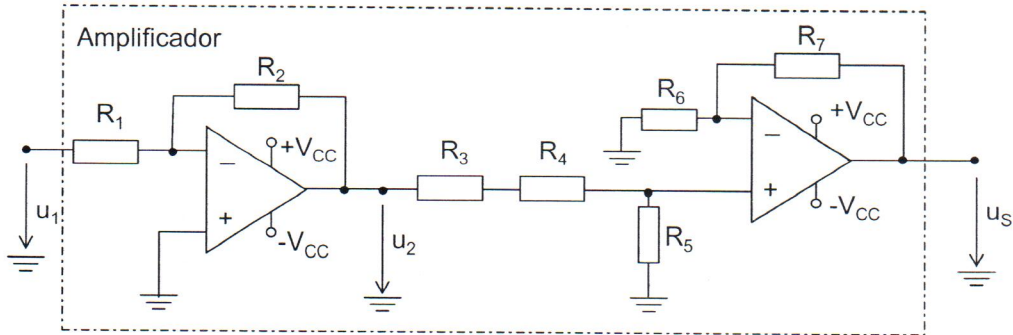


Figura 1

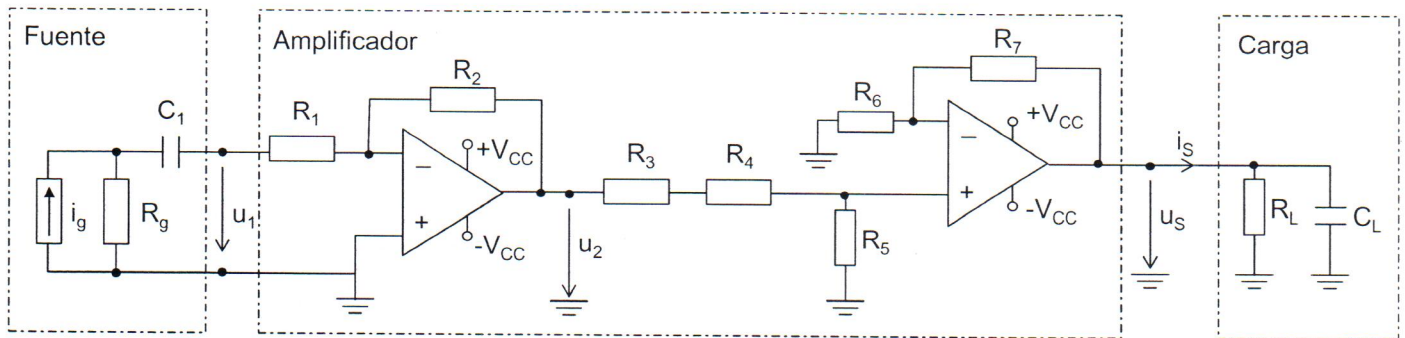


Figura 2

- a) Para la etapa amplificadora de la **figura 1**, determinar el circuito equivalente Thévenin del amplificador ( $u_S/u_1$ ). Indicar en qué rango de valores de entrada el circuito es válido.

$$\frac{u_S}{u_1} = \frac{u_S}{u_2} \cdot \frac{u_2}{u_1}; \quad u_2 = -\frac{u_1 \cdot R_2}{R_1}; \quad u^+ = u^- = \frac{u_2 \cdot R_5}{R_3 + R_4 + R_5} \Rightarrow u_S = u^+ \left[ 1 + \frac{R_7}{R_6} \right]$$

$$\frac{u_S}{u_1} = A_{uo} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{R_5}{R_3 + R_4 + R_5} \cdot \left( 1 + \frac{R_7}{R_6} \right)$$

$A_{uo} = -20,5$ ; Es válido mientras no se saturan los A.O.  $-V_{CC} \leq u_S \leq +V_{CC}$   
 Rango de trabajo:  $u_S = \pm V_{CC}/A_{uo} \Rightarrow [0,48 \leq u_S \leq 0,48]$

 Al amplificador se le conecta una fuente y una carga, tal como se indica en la **figura 2**. Se pide:

- b) Expresión de la función de transferencia total  $i_S/i_g$  a frecuencias medias.

$$\frac{i_S}{i_g} = i_g \cdot \frac{R_g}{R_g + R_e} = i_1 = \frac{u_1}{R_1}; \quad \frac{u_S}{R_L} = i_S$$

$$i_S = A_{uo} \cdot \frac{1}{R_L} \cdot \frac{R_1 R_g}{R_1 + R_g} \cdot i_g \quad \left| \frac{i_S}{i_g} = -10,25 \right.$$



Nombre: \_\_\_\_\_

Nº Matrícula: \_\_\_\_\_

B

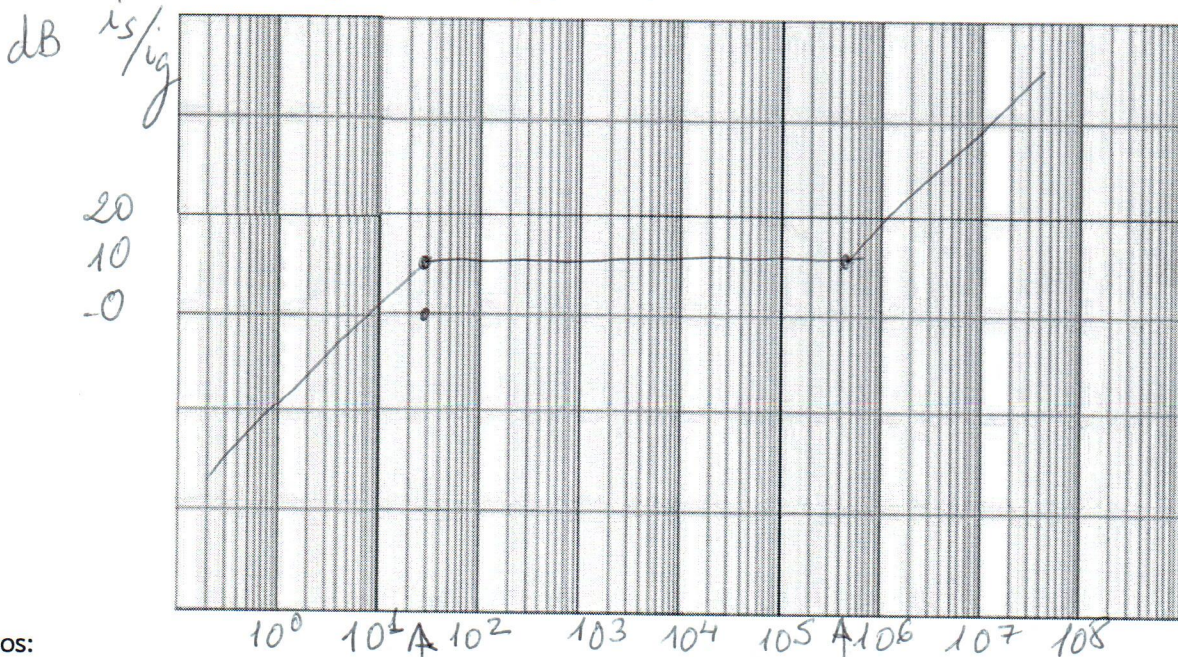
- c) Expresión de la función de transferencia total  $i_s/i_g$  a frecuencias altas; Indicar posición de los polos y ceros (en caso de existir)

Interviene  $C_L$ :  $Z_L = \frac{R_L \cdot 1/j\omega C_L}{R_L + 1/j\omega C_L} = \frac{R_L}{1+j\omega R_L C_L}$   
 el término  $\frac{1}{Z_L} = \frac{1+j\omega R_L C_L}{R_L}$  introduce un cero  
 en  $f = \frac{1}{2\pi R_L C_L} = 500 \text{ kHz}$

- d) Expresión de la función de transferencia total  $i_s/i_g$  a frecuencias bajas; Indicar posición de los polos y ceros (en caso de existir)

Interviene  $C_1$ :  $i_1 = i_g \frac{R_g}{R_g + R_1 + 1/j\omega C_1}$ ;  $i_s = A_{u0} \cdot R_1 \cdot i_1 \cdot \frac{1}{R_L}$   
 $i_1 = i_g \cdot \frac{j\omega C_1 R_g}{1 + j\omega C_1 (R_1 + R_g)}$ ; introduce un cero en el origen  
 un polo en  $\frac{1}{2\pi C_1 (R_1 + R_g)} = 25 \text{ Hz}$

- e) Diagrama de Bode de la ganancia total  $i_s/i_g$  (módulo)



Datos:

$V_{cc} = 10V$

$R_1 = 1k\Omega$ ;  $R_2 = 2k\Omega$ ;  $R_3 = 1k\Omega$ ;  $R_4 = 2k\Omega$ ;  $R_5 = 1k\Omega$ ;  $R_6 = 1k\Omega$ ;  $R_7 = 40k\Omega$ ;  $R_L = R_g = 1k\Omega$

$C_1 = (10/\pi)\mu F$

$C_L = (1/\pi)nF$

25 Hz

500 kHz