APELLIDOS Y NOMBRE:

Sea el circuito de la figura 1

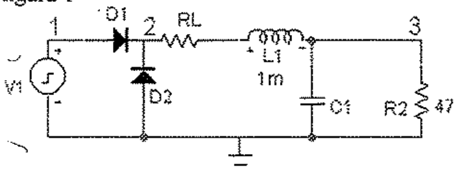


FIGURA 1

La fuente de tensión V1 es ideal de forma de onda cuadrada.
Los diodos D1 y D2, cuando conducen, tienen una caída de tensión prácticamente constante de valor E_D.
El valor de RL representa la resistencia interna de la bobina.
El coeficiente de autoinducción de la bobina es de 1mH.
La resistencia R2 vale 47 ohmios.
La capacidad es lo suficientemente elevada como para suponer la tensión v(3) constante, a efectos del cálculo de las corrientes en los elementos del circuito.
Se realizan las siguientes medidas:
$V_{1DC}=0$ $V_{1AC}=100$ v. Frecuencia=20Khz. $V_{2DC}=49$ v. $V_{3DC}=47$ v. $V_{3\,p\text{-}p}=0'75$ v.
($V_{XX\,AC}$ = valor eficáz de la componente alterna de la función. $V_{XX\,DC}$ = valor medio.)

Forma de onda de la tensión V1(t)	En hoja aparte
Forma de onda V2(t), teniendo en cuenta E_D	En hoja aparte
Valor eficáz de la c.a. de V2(t)	50 v.
Valor medio de la corriente a través de R2	1 Amp
Valor de R2	47Ω
Valor de RL	2Ω
Forma de onda de la corriente a través de L1	En hoja aparte
Valor máximo de la corriente a través de L1	1'65 Amp
Valor mínimo de la corriente a través de L1	0'35 Amp
Potencia media disipada en R2	47 W.
Potencia media disipada en RL	2'28 W
Evaluación del valor de E_D	1 V.
Potencia media disipada en D1	0'5 W
Potencia media disipada en D2	0'5 W
Potencia media entregada por la fuente	50'28
Forma de onda de la corriente a través de la capacidad	En hoja aparte
valor eficáz de la corriente a través de la capacidad	0'375
Con la tensión de rizado medida en el punto 3, evaluar el valor de C1	22µF

OBSERVACIÓN: Para el cálculo de la corriente a través de la autoinducción, suponer forma de onda triangular.

APELLIDOS Y NOMBRE:

1

EJERCICIO 2.-
Sea el circuito de la figura 2

La señal eg(t) es una función senoidal de frecuencia que puede variar entre 50 Hz y 100 Khz., con valor máximo de la componente alterna de (E_M) de hasta 10 mv, y una componente continua de +10 voltios.

La capacidad C se utiliza junto con la resistencia R para eliminar la componente continua de la señal y posteriormente amplificar la componente alterna. Se emplea un circuito amplificador con dos etapas de amplificadores operacionales montados como amplificadores no inversores.

Se desea obtener una ganancia en continua de 1000.

A) Para el rango de frecuencias especificado, (50 hz-100Khz.), el desfase entre la tensión en el nodo 2 y el nodo 1 debe ser inferior a 10 grados sexagesimales.
B) Para el rango de frecuencias especificado, 50-100KHz
Datos del A.O. empleado: Tensión de desviación a la entrada +/- 5 milivoltios, I_{osc}= 20 ma. F_T= 5 Mhz
SR= 1,5 v/µs , ganancia en lazo abierto en modo diferencial mayor de 100000. CCMR 85 db

Para el cumplimiento de las especificaciones, se pide:

Valor mínimo de la capacidad C (1 punto)	19'6 nF
Ganancia en continua de cada etapa	31'62
Anchura de banda de cada etapa. (1 punto)	158 Khz
Anchura de banda del conjunto de las dos etapas acopladas (1 punto)	101'7 KHz
Trabajando a f= 20Khz , valor máximo que puede tener Em para que no aparezca distorsión en ninguna de las etapas debido a una excesiva dv/dt. (1 pto)	11'5mv
Trabajando con Em=10 mv, determinar a qué frecuencia empezará a aparecer distorsión debido a una excesiva dv/dt. (1 punto)	24'4 Khz
Desfase entre la tensión de salida y la de entrada a una frecuencia de 50khz	-35'1°
Máximo valor de continua que puede esperarse en el nodo 3, debido a los offset de tensión de los A.O (1 punto)	5'157 v

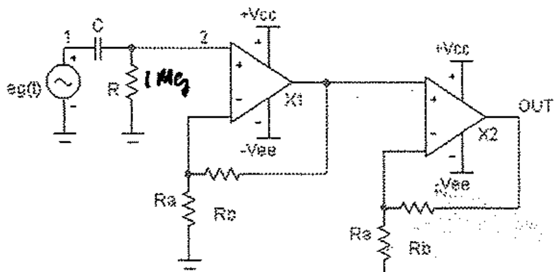


FIGURA 2

1

RESOLUCIÓN.

APELLIDOS Y NOMBRE:

EJERCICIO 3.-

Sea el circuito de la figura 3.

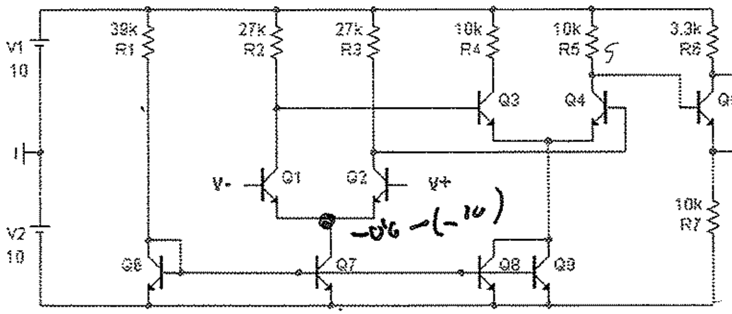


FIGURA 3

5'24

4'4v.

$\frac{4'4-(-10)}{10k} \approx 1'44mA$

El circuito representa la configuración interna de un A.O. sencillo.
Los transistores se consideran todos iguales, y trabajando a la misma temperatura H_{FE}=100, V_A=150 voltios, V_{BEQ}=0,6 voltios
Se desea analizar el circuto haciendo las hipótesis simplificadoras que estime oportuno
Se pide:
A) En ausencia se señal (v+ = v- =0 v.), P.Operación de cada transistor: (0,5 puntos por respuesta correcta)

	Q1&Q2	Q3&Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
I_{CQ}	0'25mA	0'5mA	1'44mA	0'5mA	0'5mA	0'[illegible]	0'5mA
V_{CEQ}	3'85v.	2'35v.	0'85v.	0'6v.	9'4v.	12'65v	12'65v.

B)

En ausencia de señal, valor aproximado de la tensión a la salida out1 (respecto a la referencia de masa)	4'4v.
En ausencia de señal, tensión a la salida out2.	5'25v.
En ausencia de señal, evalúe aproximadamente la potencia disipada por el circuito	
En ausencia de señal, evalúe las corrientes de polarización a la entrada	2'5μA
Calcule la ganancia aproximada en modo diferencial $v_{out1}/(v_+ - v_-)$	4.200
Calcule la ganancia aproximada en modo diferencial $v_{out2}/(v_+ - v_-)$	1.386
Calcule la impedancia de salida en out1	
Calcule la impedancia de salida en out2	3'3K
Evalúe la resistencia incremental en alterna entre emisores de Q1 y Q2 y masa. Nota: (Es muy elevada ya que prácticamente Q7 puede considerarse una f. Corriente cte.)	

C) En hoja aparte, trate de modificar, quitar o añadir algo al circuito, de forma que en ausencia de señal, la tensión vout1 a la salida, sea aproximadamente cero. (3 puntos)

EXAMEN ELECTRÓNICA ANALÓGICA.- CONVOCATORIA SEPTIEMBRE 2000
2° CURSO INGENIERIA TÉCNICA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

APELLIDOS Y NOMBRE:

EJERCICIO 4

Sea el circuito de la figura 4:

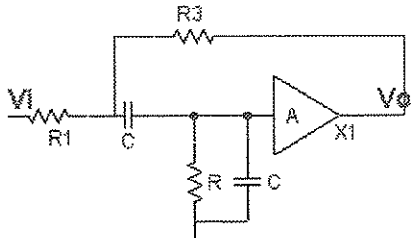


FIGURA 4

El bloque amplificador tiene una ganancia constante A, e impedancia de entrada infinita.
Se desea analizar el circuito.
Se pide:

5

1) Comprobar si el circuito es estable incondicionalmente(analizar condición de fase y condición de módulo en ausencia de señal (con Vi=0).
Si es condicionalmente estable, encontrar la expresión literal de la frecuencia de oscilación y de la condición de módulo a la citada frecuencia. **(5 Puntos)**

2°)) Para valores de los componentes que el sistema es estable, encontrar la expresión literal de función de transferencia $F(s) = V_o(S)/V_i(s)$ **(5 puntos)**

3°)Haciendo A= 2*(1+ R3/R1), diseñar un conjunto posible de valores R, C, R1, R3 y A, para obtener una función de transferencia de la forma:**(5 puntos)**

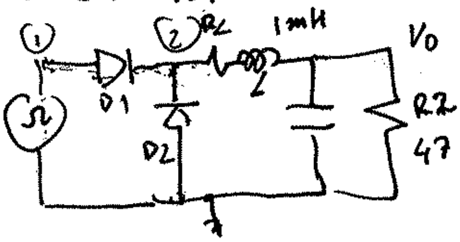
$$F(s) = \frac{K_1 s}{s^2 + K_2 s + K_3}$$

con los valores mas aproximados posibles siguientes:
K_1= 100 K_2= 100 y K_3= 10^6

EXAMEN ELECTRONICA ANALOGICA SEPTIEMBRE 2000

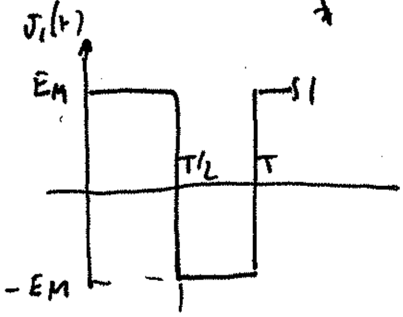
RESOLUCION

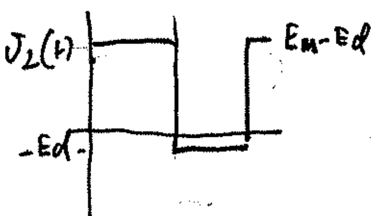
1.er Ejercicio.



$\overline{v_1(t)} = 0$

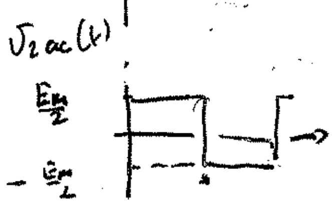
$V_1 \text{ eficaz}_{ca} = 100V \equiv E_M = 100V.$





$$\overline{v_2(t)} = \frac{(E_M - Ed)\,T/2 - Ed\,T/2}{T} = \frac{E_M}{2} - Ed = 50 - Ed$$

$$\overline{v_2(t)} = 49 = 50 - Ed \Rightarrow \underline{\underline{Ed = 1V}}$$



$$\left[v_2(t)\right]^2_{ef} = V^2_{2\,ef} = \frac{99^2 \cdot T/2 + (-1)^2 \cdot T/2}{T} = \frac{99^2 + 1^2}{2}\ 4901$$

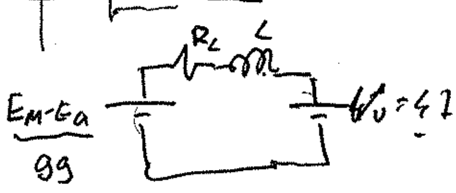
$V_{2\,ef} = 70\ v.$

$(E_M - Ed) - \left(\frac{E_M}{2} - Ed\right)$ $V^2_{ef\,ca\,2} = V_{ef}^2 - V_{media}^2 = \quad +4901 - 49^2 = 2500$

$\frac{E_M}{2}$

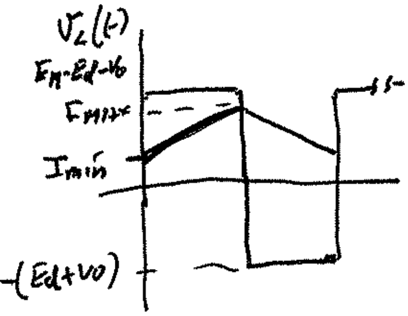
$\boxed{V_{ef\,ca_2} = 50V}$ $\boxed{V_{ef\,T_2} = 70V}$ $\boxed{V_{DC_2} = 49V}$

$I_0 = \frac{I_{max} + I_{min}}{2} = 1\,Amp$



$$\overline{i_{R2}(t)} = \frac{\overline{v_3(t)}}{R_2} = \frac{47V}{47\Omega} = 1\,Amp$$

$$\frac{\overline{v_2(t)} - \overline{v_3(t)}}{R_L} = 1\,Amp \Rightarrow R_L = \frac{49-47}{1} = 2\Omega$$



$$I_0 = I_L \simeq \frac{I_{MAX}+I_{min}}{2}$$

$0 < t \le T/2$:

$$v_L(t) = R_L\, i_L(t) + L\frac{d\, i_L(t)}{dt} = E_M-Ed-V_0$$

$$i(t) = K e^{-\frac{R_L t}{L}} + \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}$$

para $t=0$ $\quad i(0) = I_{min} = K + \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L} \Rightarrow K = I_{min} - \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}$

$$i(t) = \left(I_{min} - \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}\right) e^{-\frac{R_L}{L}t} + \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}$$

para $t = T/2$ $\quad i(T/2) = I_{MAX} = \left(I_{min} - \frac{E-Ed-V_0}{R_L}\right) e^{-\frac{R_L}{L}T/2} + \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}$

sustituyendo I_{min} por $2I_0 - I_{MAX}$

$$I_{MAX} = \left[2I_0 - I_{MAX} - \frac{E-Ed-V_0}{R_L}\right] e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}} + \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}$$

$$I_{MAX}\left[1 + e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}}\right] = \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}\left[1 - e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}}\right] + 2I_0\, e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}}$$

$$\boxed{I_{MAX} = \frac{E_M-Ed-V_0}{R_L}\cdot\frac{1-e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}}}{1+e^{-\frac{R_L}{L}T/2}} + 2I_0\cdot\frac{e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}}}{1+e^{-\frac{R_L}{L}\frac{T}{2}}}} \quad [1]$$

$$\boxed{I_{min} = 2I_0 - I_{MAX}} \quad [2]$$

Otra aproximación: R_L lo suficientemente pequeña para que podamos despreciarla

$$i(t) = I_{min} + \frac{E_M-Ed-V_0}{L}t$$

$$\boxed{I_{MAX} = I_{min} + \frac{E_M-Ed-V_0}{L}\frac{T}{2}} \quad [3]$$

$$\boxed{I_{min} = 2I_0 - I_{MAX}} \quad [4]$$

EVALUACIÓN NUMÉRICA DE [1]:

$$I_{MAX} = \frac{100-1-47}{2} \cdot \frac{1 - 0'951}{1 + 0'951} + 2 \cdot 1 \cdot \frac{0'951}{1+0'951} = 5$$

$$A = e^{-\frac{R_L}{2L}T} = e^{-\frac{R_L}{2Lf}} = e^{-\frac{2}{2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 20.000}} = 0'951$$

$$I_{MAX} = 26 \cdot 0'0251 + 0'975 =$$

$$\boxed{I_{MAX} = 0'653 + 0'975 = 1.6279 \text{ Amp}}$$

RESULTADO OPCIÓN 1
$$\left\{ \begin{array}{l} \boxed{I_{MAX} = 1'6279 \text{ Amp}} \\ \boxed{I_{min} = 2 - 1'6279 = 0'372 \text{ Amp}} \end{array} \right.$$

Suposición de R_L pequeña:

$$I_{MAX} = 2I_0 - I_{MAX} + \frac{E_M - E_d - V_0}{2Lf}$$

$$I_{MAX} = I_0 + \frac{E_M - E_d - V_0}{4Lf} = 1 + \frac{13}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 20.000} = 1 + 0'65$$

RESULTADO OPCIÓN 2
$$\left\{ \begin{array}{l} \boxed{I_{MAX} = 1'65 \text{ Amp}} \\ \boxed{I_{mi} = 2 - 1'65 = 0'35 \text{ Amp}} \end{array} \right.$$

Como puede observarse el error es asumible.

En general, si $\frac{L}{R_L} = \tau \gg \frac{T}{2}$ (intervalo) se puede realizar la aproximación de linealización:

$$i(t) = f(t) \simeq f(0) + \left.\frac{d}{dt} f(t)\right|_{t=0} t$$

$$\frac{L}{R_L} = \tau \; 5 \cdot 10^{-4} \quad : \quad \frac{T}{2} = \frac{1}{20000 \cdot 2} = 2'5 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

$$P_{R2} = \frac{V_{ef\,2}^2}{R_2} \simeq \frac{\overline{\quad}}{R_2} \simeq \frac{47^2}{47} = 47\,W.$$

$$P_{RL} = \left(I_{\text{ef}\,DC\,RL}^2 + I_{\text{ef}\,CA\,RL}^2\right) R_L = \left[1^2 + \underbrace{\left(\frac{I_{p\text{-}p}}{2\sqrt{3}}\right)^2}_{\text{SUPONIENDO FORMA DE ONDA TRIANGULAR}}\right] 2 = \left[1^2 + \left(\frac{1'3}{2\sqrt{3}}\right)^2\right] \cdot 2 =$$

$(I_{pp} = I_{max} - I_{mi})$

$$= 2'28\,W$$

$$P_{D1} = \overline{i_{D1}(t)} \cdot Ed = \frac{\left(\frac{I_{max}+I_{mi}}{2}\right) T/2}{T} \cdot Ed = \frac{I_o}{2} \cdot Ed = 0'5\,W$$

$$P_{D2} = \overline{i_{D2}(t)} \cdot Ed = \frac{I_L}{2} \cdot Ed = 0'5\,W$$

$$P_{FUENTE} = \sum \text{POTENCIAS MEDIAS} = P_{RL} + P_{R2} + P_{D1} + P_{D2} = 2'28 + 47 + 0'5 + 0'5$$

(BALANCE ENERGETICO)

$$P_{FUENTE} = 50'28\,W.$$

También podría hacerse aplicando: $P_{FUENTE} = \frac{1}{T}\int_0^T v_1(t) \cdot i_{o1}(t)\,dt$

pero de la otra forma, en este caso es inmediato.

FORMA DE ONDA DE CORRIENTE A TRAVÉS DE LA CAPACIDAD.

$$i_{L1}(t) = i_{C1}(t) + i_{R2}(t) \qquad \boxed{i_{R2}(t) \simeq cte = I_o = \overline{i_{L1}(t)}}$$

$$\Downarrow$$

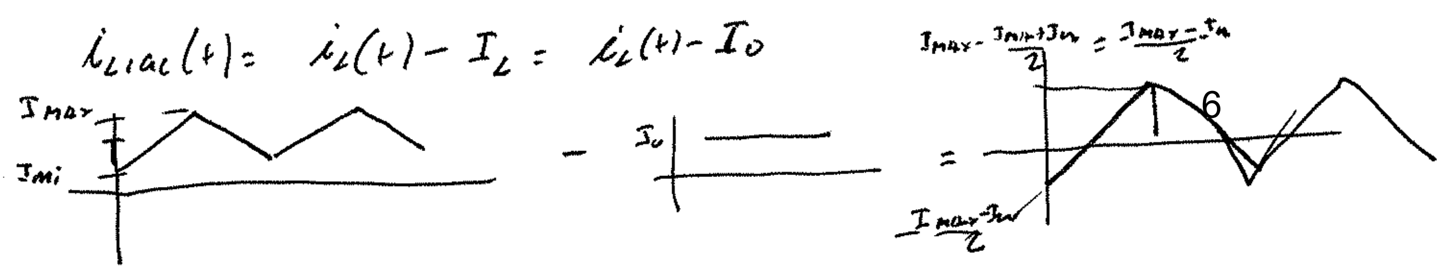
$$\overline{i_{L1}(t)} = \overline{i_{C1}(t)} + \overline{i_{R2}(t)} \Rightarrow \overline{i_{L1}(t)} = \overline{i_{R2}(t)} =$$

$$\Downarrow \qquad I_{L1} = I_o$$

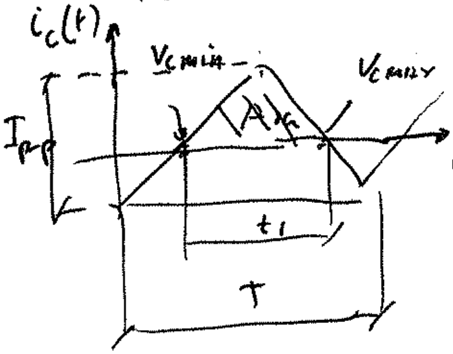
$$i_{L1}(t) = I_{L1} + i_{L1ac}(t).$$

$$\cancel{I_{L1}} + i_{L1ac}(t) = i_{C1}(t) + \cancel{I_{L1}} \Rightarrow \boxed{i_{C1}(t) = i_{L1ac}(t)}$$

$$i_{L1ac}(t) = i_L(t) - I_L = i_L(t) - I_o$$



$$I_{ef\,CONDENSADOR} \equiv I_{ef\,CA\,L} = \frac{I_{pp}}{2\sqrt{3}} = \frac{1'3}{2\sqrt{3}} = 0'3750\ \text{Amp}$$



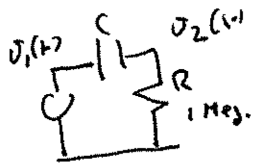
$$\frac{I_{p-p}}{T} = \frac{t_1}{\frac{I_{pp}}{2}} \Rightarrow t_1 = T/2$$

$$V_{C\,MAX} - V_{C\,MIN} = \frac{1}{C}\int_{T/2} i\,dt = \frac{1}{C}\,\text{Area} = \frac{1}{C}\cdot\frac{I_{p-p}\times\frac{T}{2}}{2}$$

$$V_{C\,MAX} - V_{C\,MIN} = \frac{I_{pp}}{4fC} \approx 0'75\,V$$

$$C = \frac{1'3}{4\times 20.000\times 0'75} \approx 21'7\,\mu F \approx \underline{22\,\mu F}$$

<u>EJERCICIO 2..</u>



$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{\omega}{\omega_c}j}{1+\frac{\omega}{\omega_c}j} \qquad \omega_c = \frac{1}{RC}$$

$$\arg\frac{V_2}{V_1} = 90 - \operatorname{artg}\frac{\omega}{\omega_c} < 10^\circ$$

$$80 < \operatorname{artg}\frac{\omega}{\omega_c}$$

$$\frac{\omega}{\omega_c} > \operatorname{tg} 80^\circ \Rightarrow$$

$$\frac{\omega}{\omega_c} = \frac{f}{f_c} > 5'67$$

$$f_c < \frac{f}{5'67} \Rightarrow f_c < \frac{50\,Hz\,(\text{peor caso})}{5'67}$$

$$f_c \leq 8'116\,Hz$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} = 8'116 \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi\times R\times 8'116} = \frac{1}{2\pi\times 10^6\times 8'116}$$

$$C \geq 1'96\times 10^{-8} \Rightarrow C \geq 19'6\,nF \approx 20\,nF$$

$n=2 \Rightarrow A_B = \sqrt[2]{1000} = 31'62$

8

$f_Z = f_B \cdot A_B \Rightarrow f_B = \frac{5\,MHz}{31'62} = \underline{158'12\,KHz}$

$F(\omega) = \left[\frac{A_B}{1+\frac{f}{f_B}j}\right]^2 \Rightarrow f_{Bn} \Big| \; |F(\omega)|_{f=f_{Bn}} = \frac{A_B^2}{\sqrt{2}}$

$|F(\omega)| = \frac{\cancel{A_B^2}}{\left[\sqrt{1+\left(\frac{f_{Bn}}{f_B}\right)^2}\right]^2} \cdot \frac{\cancel{A_B^2}}{\sqrt{2}} \Rightarrow 1+\left(\frac{f_{Bn}}{f_B}\right)^2 = \sqrt{2}$

$\sqrt{}$

$\left(\frac{f_{Bn}}{f_B}\right)^2 = \sqrt{2}-1$

$f_{Bn} = f_B \cdot \sqrt{\sqrt{2}-1} = 0'643\, f_B$

$f_{Bn} = 0'643 \cdot 158'12 = 101'65\,KHz$

$f = 20\,Khz \qquad |F(\omega)|_{@20K} = \frac{A_B^2}{\sqrt{1+\left(\frac{20K}{158K}\right)^2}} = \frac{A_B^2}{\sqrt{1+0}} \simeq 1000.$

$1000 \cdot E_m = E_{MAX}$ a la salida

$\frac{d}{dt} E_{MAX}\, \text{sen}\, \omega t = E_{MAX}\, \omega \cos \omega t \Rightarrow \frac{d}{d}\Big|_{MAX} = E_{MAX}\,\omega$

$E_{MAX} \cdot 2\pi \cdot f < \text{MAX S.R.}$

$E_{MAX_{salida}} < \frac{1'5\,v/\mu s}{2 \cdot \pi \cdot 20000} = \frac{1'5 \times 10^6}{2 \cdot \pi \cdot 20000} = 11'9\,v..$

8

Por tanto, podemos trabajar con tensiones a la entrada iguales o inferiores a $\underline{11'9\,mV}$

Con $E_M = 10mV$ ¿ $f_{máx}$? antes de distorsión.

$$\frac{1000}{1+\left(\frac{f_{max}}{f_D}\right)^2} \cdot 10mV \cdot 2\pi f_{max} \leq 1'5 \times 10^6 \, V/s$$

$$\frac{10}{1+x^2} \cdot 2\pi \cdot \frac{f_{max}}{f_B} \leq 1'5 \times 10^6 \cdot 1/f_B$$

$$\frac{10}{1+x^2} \cdot x = \frac{1'5 \times 10^6}{2\pi f_B} = \frac{1'5 \times 10^6}{2\pi \times 158 \times 10^3}$$

$$x \frac{10}{1+x^2} = 1'511 \Rightarrow$$

$$10x = 1'511 + 1'511x^2$$

$$1'511x^2 - 10x + 1'511 = 0$$

$$x = \frac{10 \pm \sqrt{10^2 - 4 \cdot 1'511 \cdot 1'511}}{2 \cdot 1'511} = \begin{cases} \frac{10 + 9'53}{2 \cdot 1'51} = 6'46 \\ \frac{10 - 9'53}{2 \cdot 1'51} = 0'1547 \end{cases}$$

$$x = \frac{f_{MAX}}{f_B}$$

El valor correcto es para $x = 0'1547 \Rightarrow$

$$f_{max} = 0'1547 \cdot 158K = 24'4 \, KHz$$

$$\arg \frac{V_o}{V_i} = 0 - 2 \, \mathrm{arctg} \frac{f}{f_B} = -2 \cdot \mathrm{arctg} \frac{50K}{158K} = -35'1^\circ$$

$$V_{OFFSET\,DA\,MAX} = [(5mV \cdot 31'62) + 5mV] \, 31'62 = 5'157 \, V.$$

EJERCICIO 3 -

$$I_{R1} = \frac{10-(-10)-0'6}{R_1} = \frac{20-0'6}{39K} = 0'497\,mA \simeq 0'5\,mA$$

$$I_{R2} = \frac{I_{C7}}{2} = 0'25\,mA. = I_{R3} = I_{CQ1} = I_{CQ2}$$

$$V_{C1} = V_{C2} = 10 - 27K \cdot 0'25\,mA = 3'25\,V.$$

$$V_{CEQ1} = V_{CEQ2} = V_{C1} - V_{E1} = 3'25 - (-0'6) =$$

$$V_{B3} = V_{B4} = V_{C1} = V_{C2} = 3'25\,V.$$

$$I_{E3} + I_{E4} = I_{C8} + I_{C9} = 2 \cdot I_{C6} = 0'5\,mA \cdot 2 = 1\,mA.$$

$$\Downarrow$$

$$I_{E3} \simeq I_{C3} = 0'5\,mA = I_{C4}$$

$$V_{CEQ3} = V_{CEQ4}$$

$$V_{C3} = V_{C4} = 10 - R_3 \cdot I_{CQ3} = 10 - 10K \cdot 0'5\,mA = 5\,V$$

$$V_{CEQ3} = V_{CEQ4} = 5 - [3'25 - 0'6] = 2'35$$

$$V_{E5} = 5 - 0'6 = 4'4$$

$$I_{E5} = \frac{4'4-(-10)}{10K} = 1'44\,mA$$

$$V_{CE5} = V_{C5} - V_{E5}$$

$$V_{C5} = 10 - 3'3K \cdot I_{C5} = 10 - 3'3K \cdot 1'44\,mA = 5'25\,V.$$

$$V_{CE5} = 5'25 - 4'4 = 0'85\,V.$$

$$I_{CQ6} = I_{CQ7} = I_{CQ8} = I_{CQ9} = 0'5\,mA$$

$$V_{CEQ6} = 0'6\,V \quad / \quad V_{CEQ7} = V_{C7} - V_{E7} = -0'6-(-10) = 9'4\,V. \quad /$$

$$V_{CEQ8} = V_{CEQ9} = V_{C8} - (-10) = 3'25 - 0'6 - (-10) = 12'65\,V.$$

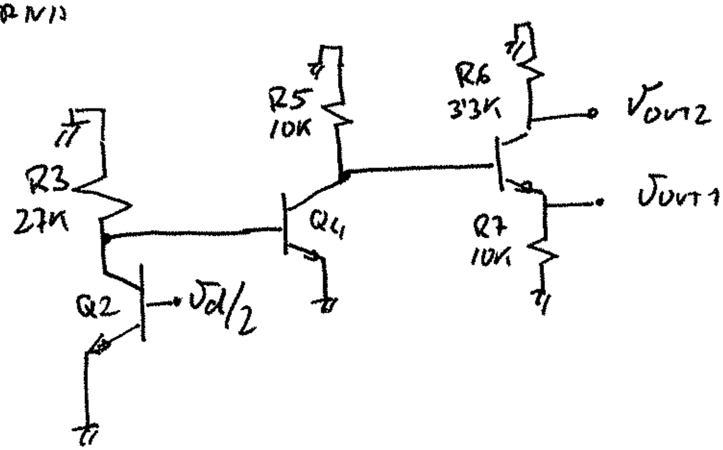
$V_{OUT1} = V_{E5} = 4'4V.$

$V_{OUT2} = V_{C5} = 5'25V.$

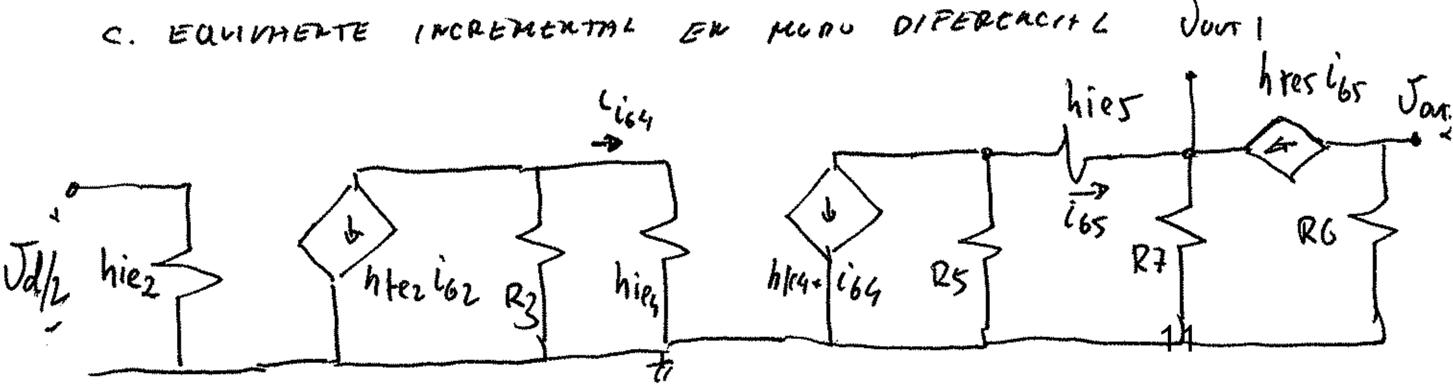
POTENCIA TOTAL DISIPADA: $\sum_i V_{CEQi} \cdot I_{CQi} + \sum I_{Ri}^2 \cdot R_i$

GANANCIA EN MODO DIFERENCIAL

C. EQUIVALENTE PARA LA SEÑAL EN MODO DIFERENCIAL: DE ALTERNA



C. EQUIVALENTE INCREMENTAL EN MODO DIFERENCIAL



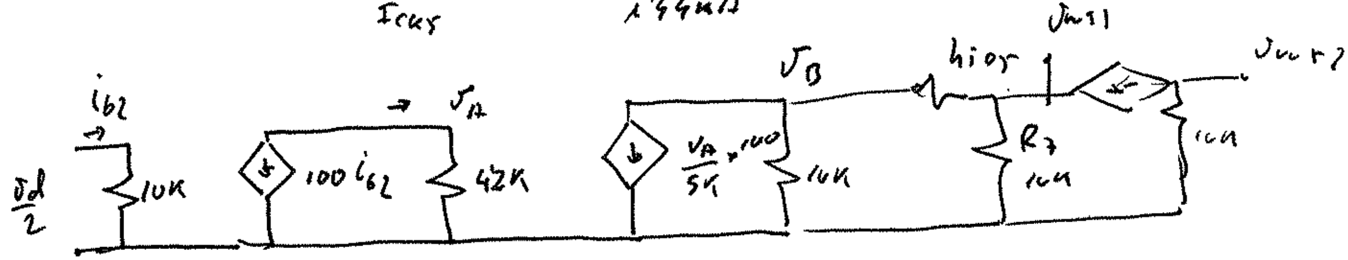
EVALUACIÓN DE PARAMETROS. V_T @ 27°C = 25mV.

$$h_{ie} \approx \frac{V_T}{I_{CQ}} \cdot h_{fe}$$

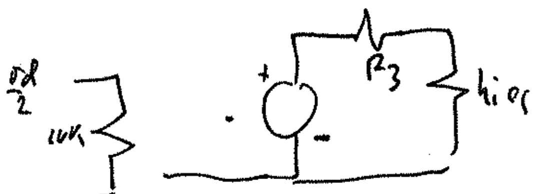
$$h_{ie2} = \frac{25mV}{0'25mA} \cdot 100 = 10K$$

$$h_{ie4} = \frac{25mV}{I_{CQ4}} \cdot 100 = \frac{25mV}{0'5mA} \cdot 100 = 5K$$

$$h_{ie5} = \frac{25mV}{I_{CQ5}} \cdot 100 = \frac{25mV}{1'44mA} \cdot 100 = 1'736K$$



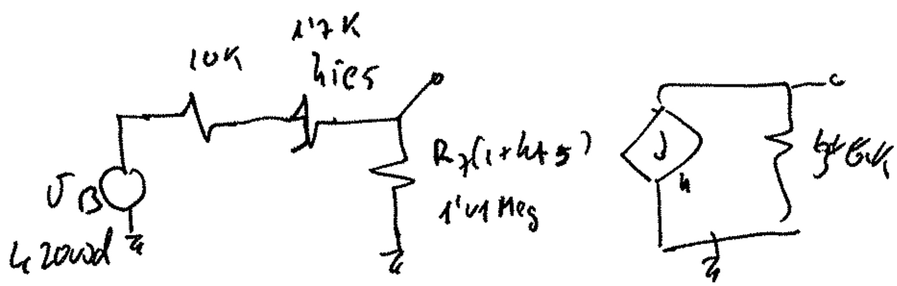
$$i_{b2} = \frac{v_d/2}{10K} = \frac{v_d}{20K}$$



$$v_A = \frac{4'2K\,v_d}{20K} \cdot 100 = -21\,v_d.$$

$$v_B \approx + \cdot \frac{100}{5K} \cdot 21\,v_d \cdot 10K\,v_d = 4.200\,v_d$$

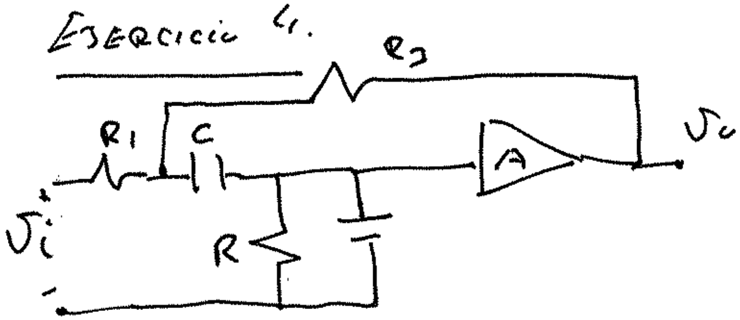
$$v_{out1} \approx v_B =$$



$$i_{b5} \approx \frac{4200\,v_d}{1Meg}$$

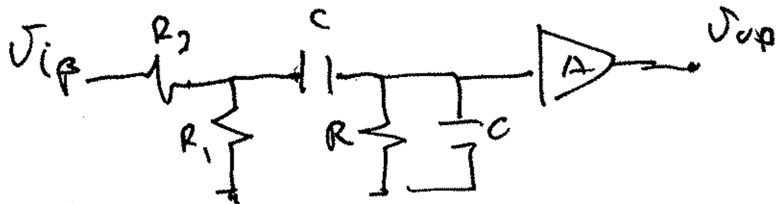
$$V_o = 39K \cdot h_{fe}\, i_b = \frac{39K \cdot 100 \cdot 4200}{10^6} \approx 1.38$$

Ejercicio 4.

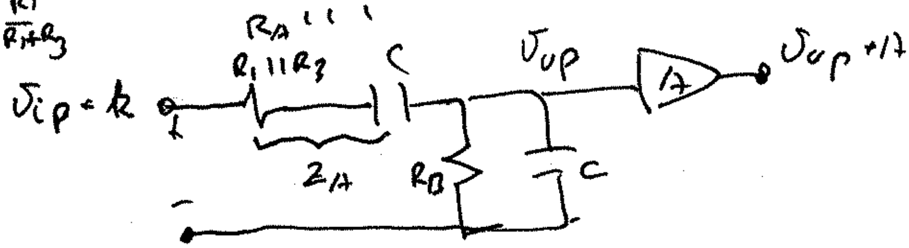


b) Estudio de la estabilidad:

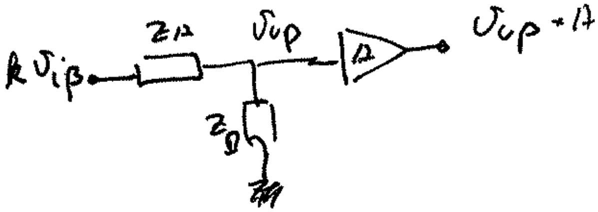
Se abre el lazo en ausencia de señal.



$k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$



≈ [1]



$$Z_B = R_B \parallel \frac{1}{C\omega j}$$

$$Z_A = R_A + \frac{1}{C\omega j}$$

$$\frac{Z_B}{Z_A + Z_B} \cdot kA = \beta(j\omega)$$

Operando:

$$\boxed{\frac{V_{o\beta}}{V_{i\beta}} = k \frac{R_B C \omega j}{R_A R_B C^2 \omega^2 j^2 + (R_A + 2R_B) C\omega j + 1}} \quad (2)$$

Condición de argument.

$$\arg \frac{v_{o\beta}}{v_{i\beta}} = 0 \Rightarrow \quad \arg^{\text{NUMERADOR}} = \arg^{\text{DENOMINADOR}} \Rightarrow$$

$$\boxed{1 - R_A R_B C^2 \omega^2 = 0} \Rightarrow \quad \omega_c = \frac{1}{\sqrt{R_A R_B}\, C} \Rightarrow$$

$$\boxed{f_C = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_A R_B} \cdot C}} \quad \text{con } R_A = R_1 \| R_3, \; R_B = R$$

FRECUENCIA DE OSCILACION

$$\boxed{f_C = \frac{1}{2\pi \sqrt{(R_1 \| R_3) \cdot R}\, C}}$$

Condición de módulo:

para $\omega = \omega_c$

$$A \times \frac{v_{o\beta}}{v_{i\beta}} = \frac{R_B C \omega j}{(R_A + 2R_B) C \omega j} \cdot k A$$

$$\boxed{A \times \left| \frac{v_{o\beta}}{v_{i\beta}} \right|_{\omega = \omega_c} = \frac{R_B}{R_A + 2R_B} k A}$$

$$\text{Si} \quad \frac{R_B \cdot k A}{R_A + 2R_B} < 1 \Rightarrow \text{ESTABLE}$$

$$\text{Si} \quad \frac{R_B \cdot k A}{R_A + 2R_B} \geq 1 \Rightarrow \text{inestable}$$

$$R_A = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} = R_1 \| R_3 \quad R_B = R \qquad k = \frac{R_1}{R_1 + R_3}$$

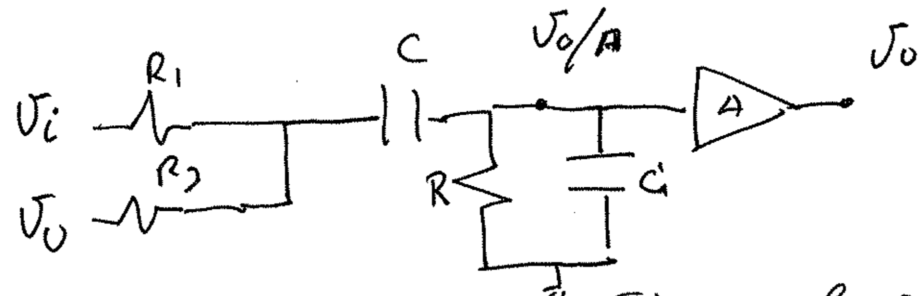
$$\frac{R \cdot k A}{(R_1 \| R_3) + 2R} > 1 \Rightarrow \text{inestable}$$

$$\frac{\frac{R \cdot R_1}{R_1 + R_3} \cdot A}{\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + 2R} = \boxed{\frac{R_1 R \cdot A}{R_1 R_3 + 2R(R_1 + R_3)} \geq 1}$$

$$\Downarrow$$

INESTABILIDAD

Función de transferencia caso de que el circuito sea estable:



OBSERVANDO EL CIRCUITO [1] y la EXPRESIÓN [2] Y APLICANDO SUPERPOSICIÓN

$$\left.\frac{v_o}{A}\right|_1 = k_1 \frac{R_B C\omega j}{R_A R_B C^2\omega^2 j^2 + (R_A+2R_B)C\omega j + 1}\, v_o$$

para $v_i = 0$ con $k_1 = \frac{R_1}{R_1+R_2}$ $R_A = R_1 \| R_2$ $R_B = R$.

$$\left.\frac{v_o}{A}\right|_2 = k_2 \frac{R_B C\omega j}{R_A R_B C^2\omega^2 j + (R_A+2R_B)C\omega j + 1}\, v_i$$

para $v_o = 0$ con $k_2 = \frac{R_2}{R_1+R_2}$ $R_A = R_1 \| R_2$ $R_B = R$

Es decir

$$\frac{v_o}{A} = k_1 \frac{R_B C\omega j \quad v_o}{R_A R_B C^2\omega^2 j + (R_A+2R_B)C\omega j + 1} + k_2 \frac{R_B C\omega j}{(D(j\omega))}\, v_i$$

$$v_o\left[1 - k_1 A \frac{R_B C\omega j}{(D(j\omega))}\right] = k_2 A \frac{R_B C\omega j}{(D(j\omega))}\, v_i$$

$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{k_2 A \frac{R_B C\omega j}{D(j\omega)}}{1 - k_1 A \frac{R_B C\omega j}{D(j\omega)}} = \frac{k_2 A R_B C\omega j}{D(j\omega) - k_1 A R_B C\omega j}$$

$$\boxed{\frac{V_o}{V_i} = \frac{A\left(k_2 R_B C\right)\omega j}{\left(R_A R_B C^2\right)(\omega j)^2 + \left[\left(R_A + 2R_B\right) - k_1 A R_B\right]C\omega j + 1}}$$

✓

$$\boxed{\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{A\, k_2 R_B C \; s}{\left(R_A R_B C^2\right) s^2 + C\left(R_A + 2R_B - k_1 A R_B\right) s + 1}}$$

Sustituyendo $k_1 = \dfrac{R_1}{R_1+R_2}$ $\quad k_2 = \dfrac{R_3}{R_1+R_3}$ $\quad R_A = R_1 \| R_3$ $\quad R_B = R$

$$\boxed{\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{A\left(\frac{R_3}{R_1+R_3} \times R\right) C \; s}{\left[(R_1\|R_3) R\, C^2\right] s^2 + C\left[\left((R_1\|R_3) + 2R\right) - A\frac{R_1}{R_1+R_3} \times R\right] s + 1}}$$

3.-) $\quad A = 2\left(1 + \dfrac{R_3}{R_1}\right) = 2 \times \dfrac{R_1+R_3}{R_1}$

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{\cancel{10^6}\left(\frac{R_3}{R_1}\right) R C\, s}{(R_1\|R_3) R\, C^2 s^2 + C\left[(R_1\|R_3) + 2R - 2R\right] s + 1}$$

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R\left(\frac{R_3}{R_1}\right) C \quad s}{(R_1\|R_3) R \; C^2 s^2 + C\left(R_1\|R_3\right) s + 1} =$$

16

$$\frac{V_U(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{R R_3}{R_1 (R_1 \| R_3) R C^2} s}{s^2 + \frac{(R_1 \| R_3) C}{(R_1 \| R_3) R C^2} s + \frac{1}{(R_1 \| R_3) R C^2}}$$

$$\frac{V_U(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{\cancel{R} R_3 (R_1 + R_3) C}{R_1 R_1 \cdot R_3 \cancel{R} C^2} s}{s^2 + \frac{1}{RC} s + \frac{1}{(R_1 \| R_3) \cdot R \cdot C^2}}$$

$$\frac{V_U(s)}{V_i(s)} = \frac{\left(\frac{R_1 + R_3}{R_1}\right) \cdot \frac{1}{R_1} \cdot \frac{1}{C} s}{s^2 + \frac{1}{RC} s + \frac{1}{(R_1 \| R_3) R C^2}}$$

$$\frac{V_U(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{A}{2 R_1 C} s}{s^2 + \frac{1}{RC} s + \frac{1}{(R_1 \| R_3) R C^2}}$$

$$\boxed{\begin{aligned} K_1 &= \frac{A}{2 R_1 C} = 100 \\ K_2 &= \frac{1}{RC} = 100 \\ K_3 &= \frac{1}{(R_1 \| R_3) R C^2} = 10^6 \end{aligned}}$$

$$\left(\frac{R_3}{R_1} + 1\right) 2 = A$$

Si $C = 1 \mu F$

$R = 10K$

$$(R_1 \| R_3) = \frac{1}{R C^2 \times 10^6} = 100$$

$$R_1 = \frac{A}{200 \cdot C} = \frac{A \cdot 10^6}{200}$$

$$R_1 = 5.000 \cdot A17$$

$$\left(\frac{R_3}{R_1} + 1\right) \cdot 2 = \frac{R_1}{5.000}$$

$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_1}{10000} - 1$$