

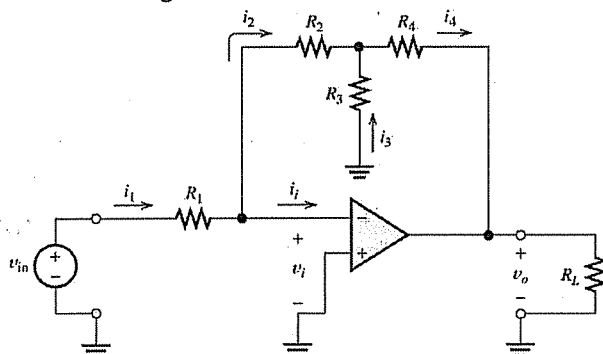
EXAMEN DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA.- CONVOCATORIA 02-07-2.002
2º CURSO DE INGENIERÍA TÉCNICA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

APELLIDOS Y NOMBRE:

RESOLUCIÓN

EJERCICIO 1.- Sea el circuito de la figura:

14 puntos



Se trata de una versión del amplificador inversor, con el que pueden conseguirse ganancias elevadas sin recurrir a un margen tan amplio de valores de resistencias como se precisa en la configuración standard.

Se pide:

A) A.O. ideal.

Se pide:

1º) Expresión literal simplificada de la ganancia en tensión en función de las resistencias representadas: (3 puntos)

$A_v = V_o/V_{in} = - \frac{R_2}{R_1} \left(\frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3} + 1 \right) \approx - \left(\frac{R_2 + R_4}{R_1} + \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} \right) = - \frac{R_1 R_2 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_4}{R_1 R_3}$	1
--	---

2º) Impedancia de entrada (0,5 puntos)	R_1	2
--	-------	---

3º) Impedancia de salida (0,5 puntos)	0	3
---------------------------------------	---	---

4º) Se desea diseñar una amplificador con la topología anterior, con las siguientes características:

Impedancia de entrada 1k

Ganancia en continua: -120

$R_1 = R_3$, $R_2 = R_4$

Evaluar R_1 y R_3 (1 punto)	$R_1 = R_3 = 1k$	4
Evaluar R_2 y R_4 (1 punto)	$R_2 = R_4 = 10k$	5

B) Si el A.O. es un LM741, con las siguientes características típicas:

$V_{OS} = 2$ mv (Tensión de desviación a la entrada.)

$I_{OS} = 50$ nA (Corriente de desviación a la entrada)

$I_{BIAS} = 150$ n Corriente de polarización de las entradas (entrantes).

$A_{VOL} = 200v/mv = 200.000$ (Ganancia en modo diferencial en lazo abierto en continua)

$R_{in} = 2$ Megohms (Resistencia de entrada en modo diferencial)

$R_{OUT} = 75$ ohmios (Resistencia de salida en lazo abierto)

$I_{SC} = 25$ mA (Corriente máxima antes de entrar la protección contra sobre corriente)

$SR = 0,5$ v/ μs

$f_t = 1$ Mhz. $V_{sat positiva} = +15$ voltios $V_{sat negativa} = -15$ voltios

Si en el circuito de la figura, $R_1 = R_3 = 1k$, y $R_2 = R_4 = 10k$, se pide (Considerando los efectos secundarios indicados):

OBSERVACIONES: La puntuación será el promedio de los puntos alcanzados.

Se valorará positivamente el haber contestado correctamente alguna pregunta de todos los ejercicios. Todas las respuestas deben estar clara y concisamente justificadas

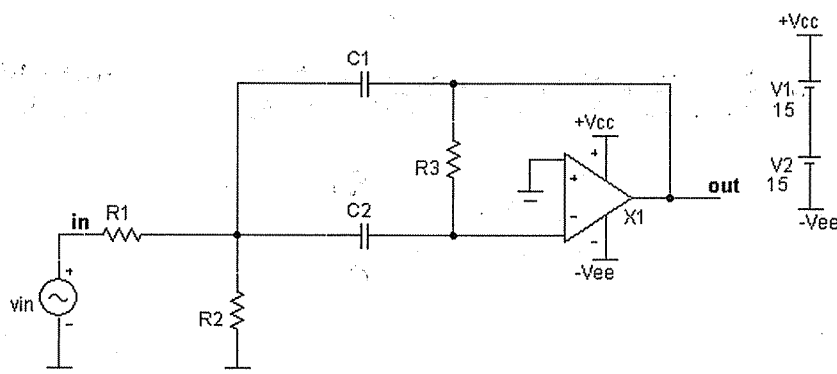
EXAMEN DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA.- CONVOCATORIA 02-07-2.002
2º CURSO DE INGENIERÍA TÉCNICA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

APELLIDOS Y NOMBRE:

Con la entrada a masa, y considerando nada mas el efecto de V_{OS} , evaluar el máximo valor previsible de la tensión de salida, (valor absoluto) (1 punto)	261'8 mV	6
Con la entrada a masa, y considerando nada mas el efecto de I_{BIAS} , evaluar el máximo valor previsible de la tensión de salida, (valor absoluto) (1 punto)	18 mV	7
Con la entrada a masa, y considerando nada mas el efecto de I_{OS} , evaluar el máximo valor previsible de la tensión de salida, (valor absoluto) (1 punto)	3 mV	8
Valor de la resistencia que pondría desde la entrada no inversora a masa, para minimizar el efecto de I_{BIAS} (1 punto)	816 Ω	9
Con $R_L = 2700$ ohmios, y $v_{in} = +1$ v. (c.c.), valor de la tensión V_o (Considere los efectos de saturación en tensión y/o corriente) (1 punto)	-15V.	10
Con $R_L = 2700$ ohmios, y $v_{in} = +1$ v. (c.c.), valor de la tensión $\bar{v}$ (Considere los efectos de saturación en tensión y/o corriente) (1 punto)	801 mV.	11
Con $R_L = 270$ ohmios, y $v_{in} = +1$ v. (c.c.), valor de la tensión V_o (Considere los efectos de saturación en tensión y/o corriente) (1 punto)	-6'75V.	12
Con $R_L = 270$ ohmios, y $v_{in} = +1$ v. (c.c.), valor de la tensión $\bar{v}$ (Considere los efectos de saturación en tensión y/o corriente) (1 punto)	864 mV	13

EJERCICIO 2.- Sea el circuito de la figura:

12 puntos



Se trata de un filtro pasa-banda de segundo orden, con ancho de banda relativamente estrecho.

Suponiendo:

- ☐ funcionamiento lineal del circuito
- ☐ amplificador operacional ideal
- ☐ $C1 = C2 = C$

Se pide:

1º) Demostrar que la función de transferencia V_{out}/V_{in} es de la forma: $\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{As}{s^2 + Bs + C}$ [14]

encontrando las expresiones literales de A, B y C en función de los parámetros del circuito ($R1, R2, R3, C$). (Las constantes no tienen por que depender de todos los parámetros). (3 puntos) [15]

2º) En régimen de tensiones y corrientes periódicas senoidales, encontrar la expresión literal de la frecuencia central f_0 expresada en hercios, a la cual el desfase entre v_{out} y v_{in} es de cero grados. (2 puntos) [16]

3º) Encontrar la expresión literal de la ganancia $H_0 = \left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right|$ a la frecuencia f_0 (2 puntos) [17]

4º) Aplicación numérica: $R1 = 9,76k$ $R2 = 2,43k$ $R3 = 196k$ $C = 8,2$ nF

Evalúe frecuencia central en hercios. (1 punto) [16]

Evalúe ganancia expresada en decibelios en la frecuencia central. (1 punto) [18]

Evalúe atenuación expresada en decibelios respecto a la ganancia en la frecuencia central a frecuencias $0,1 f_0$ y $10 f_0$ (2 puntos) [19]

Evalúe desfase de V_{out}/V_{in} a la frecuencia $10 f_0$ (1 punto). [20]

OBSERVACIONES: La puntuación será el promedio de los puntos alcanzados.

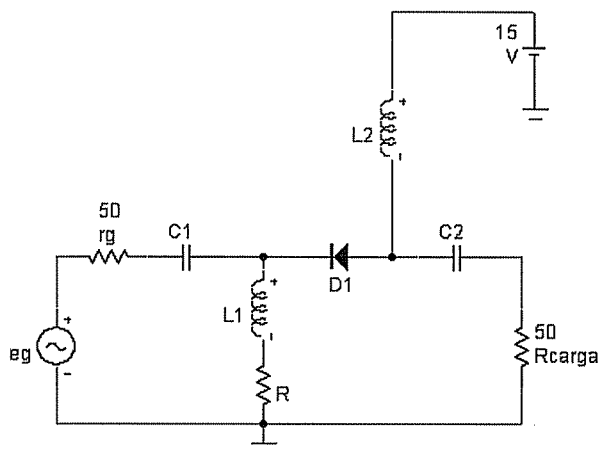
Se valorará positivamente el haber contestado correctamente alguna pregunta de todos los ejercicios. Todas las respuestas deben estar claras y concisamente justificadas

EXAMEN DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA.- CONVOCATORIA 02-07-2.002
2º CURSO DE INGENIERÍA TÉCNICA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

APELLIDOS Y NOMBRE:

RESULCCUN

EJERCICIO 3.-Sea el circuito de la figura:



Se trata de un conmutador estático para que la señal procedente del generador e_g pase o no a la carga R_{carga} . Cuando V vale +15 voltios la señal pasa a la salida sin apenas distorsión. Cuando V vale -15 volt, el diodo $D1$ debe estar a corte sea cual sea el valor instantáneo de e_g .

$r_g=50$ $R_{carga}=50$. Diodo de silicio a 27°C. ($V_{DQ} \approx 0,6$ voltios). Capacidades lo suficientemente elevadas como para suponerlas cortocircuitos a efectos de la componente alterna. Autoinducciones ideales, lo suficientemente elevadas como para suponerlas circuito abierto a efectos de la componente alterna.

V solo puede tomar dos valores: +Ecc (+15 voltios) ó -Ecc (-15 voltios)

Se pide:

En ausencia de señal, expresión literal de I_{DQ} y V_{DQ} en función de V y R_C y E_D (Para $V=+Ecc$ y para $V=-Vcc$) (1 punto)	1,5
Si superponemos una señal alterna senoidal $v_{in}(t)$, expresión literal de la corriente total a través del diodo $D1$, suponiendo que no hay interrupción de corriente a través del mismo (<i>con $V = +Ecc$</i>) (1 punto)	2,5
Condición entre el valor máximo de la tensión senoidal aplicada, R , y Ecc , para que no exista interrupción de corriente a través del diodo con $V=+Ecc$ (2 puntos)	3,5
Si la tensión V es negativa de valor -Ecc voltios. ¿Cuál es la máxima tensión de pico de la senoidal que se puede aplicar para que en ningún momento entre a conducir el diodo ($v_f=0,5$ voltios) (1 punto)	4,5
Evaluar las capacidades $C1$ y $C2$ para que la frecuencia de corte del circuito equivalente en alterna sea de 100 Khz. (Sugerencia: Dibujar el c.e. de alterna y agrupar elementos) (2 puntos)	5,5
Evaluar las autoinducciones $L1$ y $L2$ para que la frecuencia de corte del circuito equivalente sea de 5 Khz. (Sugerencia: Dibujar el c.e. de alterna suponiendo las capacidades cortocircuitos, y agrupar elementos). (2 puntos)	6,5
Evaluar numéricamente el valor de R , para que se pueda transferir a la carga una potencia media de 3 vatios (1 punto) (<i>Por con $V = -15V$ el diodo conduciría en ciertos intervalos</i>)	7,5
Con el valor de las tensiones de control disponibles, evaluar numéricamente la máxima potencia que se puede transferir, para que con $V=-15$ voltios el diodo no conduzca en ningún momento, y el valor que debe tener R en este caso (2 puntos)	9,5

OBSERVACIONES: La puntuación será el promedio de los puntos alcanzados.

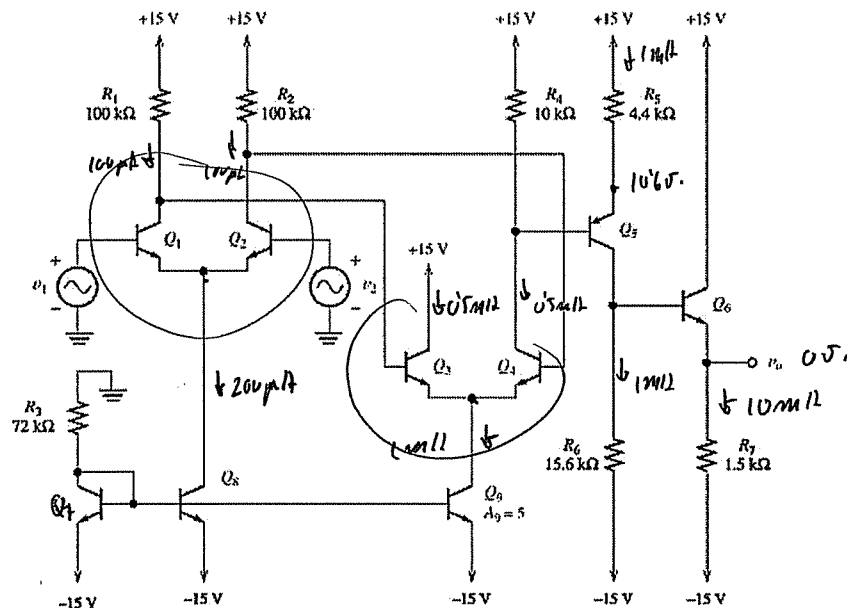
Se valorará positivamente el haber contestado correctamente alguna pregunta de todos los ejercicios. Todas las respuestas deben estar claras y concisamente justificadas

EXAMEN DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA.- CONVOCATORIA 02-07-2.002
2º CURSO DE INGENIERÍA TÉCNICA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

APELLIDOS Y NOMBRE:

EJERCICIO 4.-

Sea el circuito de la figura:



Todos los transistores son idénticos y las áreas relativas de los mismos son iguales salvo la de Q_9 que posee un área relativa de 5.

Se pide:

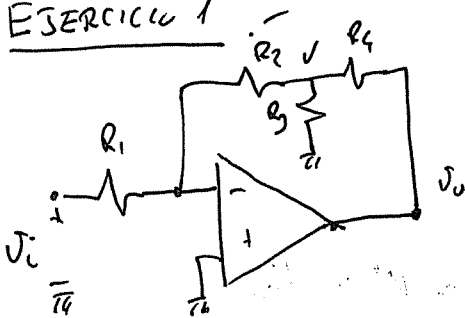
1º) En ausencia de señal, con v_1 y v_2 cero, hipótesis de beta infinito, y $V_{BEQ}=0,6$ voltios para todos los transistores, determinar las corrientes de colector en el punto de trabajo para todos los transistores, y hallar la tensión de salida v_0 . (4+2 puntos)

2º) Suponiendo que $\beta \approx 200$ para todos los transistores, utilizando las corrientes de polarización obtenidas en el apartado anterior, y suponiendo despreciable el efecto Early:

- Determinar r_π para los transistores Q_1 a Q_6 (3 puntos)
- Determinar la impedancia de entrada diferencial de la segunda etapa diferencial (1 punto)
- Dibujar el circuito equivalente en alterna en modo diferencial (1 punto)
- Dibujar el circuito incremental equivalente en modo diferencial. (1 punto)
- Deducir la expresión literal de la impedancia de entrada en modo diferencial. Evaluar numéricamente su valor. (1 punto)
- Deducir la expresión de la ganancia en modo diferencial. (3 puntos)
Evaluar numéricamente su valor. Expresarla en decibelios (1 punto)
- Deducir la expresión literal de la impedancia de salida (2 puntos)
Evaluar numéricamente su valor (1 punto)

OBSERVACIONES: La puntuación será el promedio de los puntos alcanzados.

Se valorará positivamente el haber contestado correctamente alguna pregunta de todos los ejercicios. Todas las respuestas deben estar claras y concisamente justificadas

EJERCICIO 1

$$V(G_2 + G_3 + G_4) - G_4 V_o = 0$$

$$V^+ = V^- = 0$$

$$V_o = \frac{G_4}{G_2 + G_3 + G_4} V_o \quad [1]$$

$$V^-(G_1 + G_2) - G_1 V_i - G_2 V = 0$$

$$V = -\frac{G_1}{G_2} V_i \quad [2]$$

Igualando [1] y [2].

$$\frac{G_4}{G_2 + G_3 + G_4} \times V_o = -\frac{G_1}{G_2} V_i$$

$$\frac{V_o}{V_i} = -\frac{G_1}{G_2} \times \frac{G_2 + G_3 + G_4}{G_4} = -\frac{R_2}{R_1} \left[\frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3} + 1 \right]$$

$$1^{\circ}) \quad \boxed{\frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_2}{R_1} \left[\frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{R_3} + 1 \right]}$$

$$\frac{R_2 R_4}{R_1 R_2} + \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} + \frac{R_2}{R_1}$$

$$2^{\circ}) \quad \boxed{Z_i = \frac{V_i}{I_i} = R_1}$$

$$\frac{R_4}{R_1} + \frac{R_4}{R_1} + \frac{R_2}{R_1}$$

$$3^{\circ}) \quad \boxed{Z_o = 0}$$

$$\left(\frac{R_2 R_4}{R_1} + \frac{R_2 R_4}{R_1 R_3} \right)$$

$$(4) : \quad Z_i = 1k \Rightarrow \boxed{R_1 = R_3 = 1k}$$

$$(5) \quad \frac{V_o}{V_i} = -\frac{R_2}{1k} \left[\frac{R_4}{R_2} + \frac{R_4}{1k} + 1 \right] = -\frac{R_2}{1k} \left[2 + \frac{R_4}{1k} \right] = -120$$

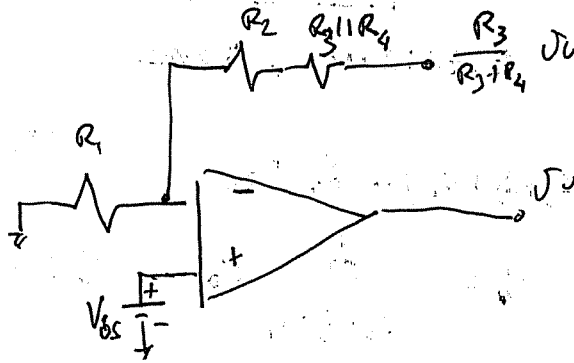
$$120 = [2x + x^2] \Rightarrow x^2 + 2x - 120 = 0$$

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 480}}{2} = \frac{-2 \pm 22}{2} = 10$$

$$\frac{R_4}{1k} = 10 \Rightarrow R_4 = 10k \Rightarrow \boxed{R_2 = R_4 = 10k}$$

G^a)

CIRCUIT EQUIVALENT:



$$V^- = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + (R_3 || R_4)} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_0 = V^+ = V_{0s}$$

$$V_0 = \frac{[R_1 + R_2 + (R_3 || R_4)] (R_3 + R_4)}{R_1 \cdot R_3} V_{0s}$$

$$R_1 = 1k = R_3$$

$$R_2 = R_4 = 10k$$

$$V_0 = \frac{[1k + 10k + (1k || 10k)] (1k)}{(1k)(1k)} V_{0s}$$

$$V_0 = \frac{11.9k \cdot 1k}{1k \times 1k} = 11.9 V_{0s}$$

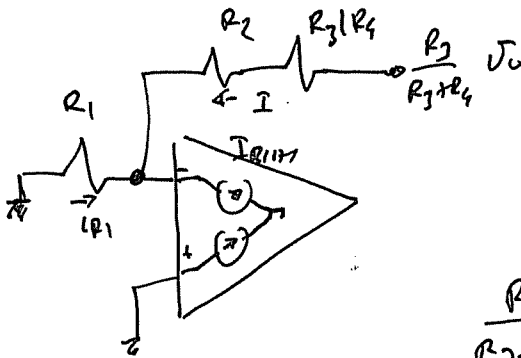
$$\text{Si } V_{0s} = 2mV \Rightarrow$$

$$V_0 = 11.9 \times 2mV = \underline{\underline{23.8 mV}}$$

$$\boxed{G^a) \quad 23.8 mV}$$



(2)



$$V^- = 0 = V^+ \Rightarrow i_{R1} = 0 \Rightarrow I = I_{BIAS}$$

$$\frac{R_3}{R_3 + R_4} \cdot V_0 - [(R_3 || R_4) + R_2] I_{BIAS} = 0$$

$$V_0 = \frac{[(R_3 || R_4) + R_2] I_{BIAS}}{\frac{R_3}{R_3 + R_4}}$$

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) [(R_3 || R_4) + R_2] I_{BIAS}$$

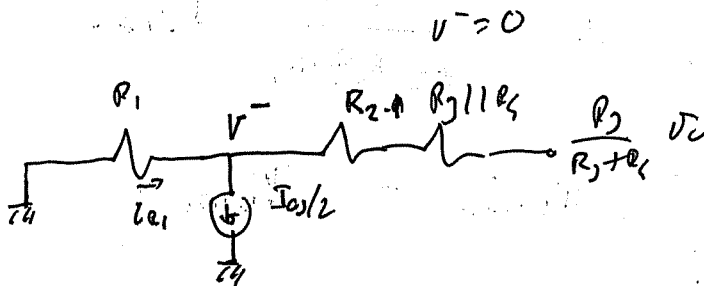
(1)

$$V_0 = (1 + 10) [1000\Omega + 10\Omega] \cdot I_{BIAS}$$

$$10'000\Omega + 11 = 120'000\Omega = I_{BIAS}$$

$$V_0 = 120.000 \cdot 150 \cdot 10^{-9} = \underline{\underline{18 \text{ mV}}}$$

$$7) \quad V_0 = 18 \text{ mV}$$



$$V^- = 0$$

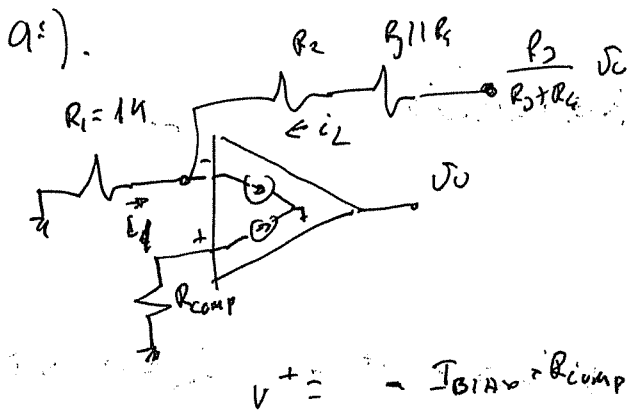
$$V^- = 0 \Rightarrow$$

$$i_{R1} = 0 \Rightarrow$$

la expresión calculada
anteriormente es la misma

$$V_0 = 120.000 \cdot \frac{I_{B2}}{2} = \underline{\underline{3 \text{ mV}}}$$

$$8) \quad V_0 = 3 \text{ mV}$$



$I_1 + I_2 = I_{BIAS}$

$$I_1 = \frac{V_0 - V^-}{R_1} = -\frac{V^-}{R_1}$$

$$I_2 = \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3} V_0 - V^- \right) / (R_2 + (g_m R_s))$$

$$I_{BIAS} = -\frac{V^-}{R_1} + \frac{\left(\frac{R_3}{R_2 + R_3} V_0 - V^- \right)}{R_2 + (g_m R_s)}$$

por $V^- = V^+ = -I_{BIAS} \cdot R_{comp}$

$$-I_{BIAS} = + \frac{R_{comp}}{R_1} I_{BIAS} + \frac{\frac{R_3}{R_2 + R_3} V_0 + R_{comp} \cdot I_{BIAS}}{R_2 + (g_m R_s)}$$

Si queremos que $V_0 = 0$, podemos despejar el valor que debe tener R_{comp}

$$I_{BIAS} = \frac{R_{comp}}{R_1} I_{BIAS} + \frac{R_{comp}}{R_2 + (g_m R_s)} I_{BIAS}$$

$$R_{comp} \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + (g_m R_s)} \right] I_{BIAS} = I_{BIAS}$$

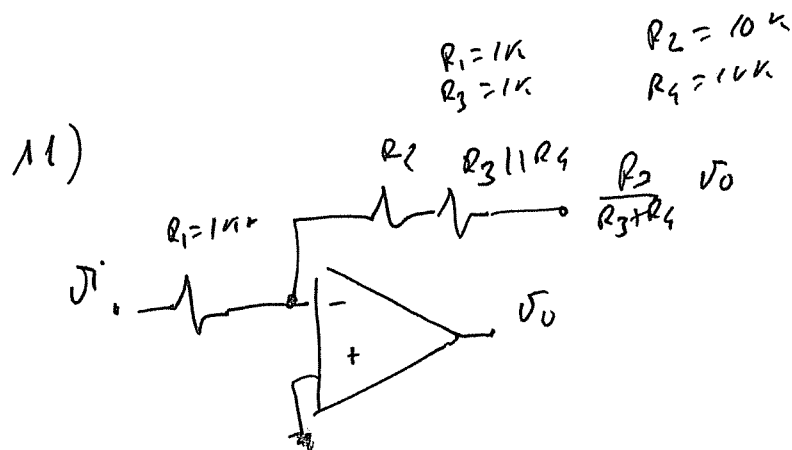
$$R_{comp} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2 + (g_m R_s)}} = R_1 \parallel (R_2 + g_m R_s)$$

9º $R_{comp} = R_1 \parallel (R_2 + g_m R_s) = 1K \parallel (10K + (1K \parallel 10K)) = 0.996K$

(3)

Si $V_{in} = 1V \Rightarrow$ Si A.C. funciona correctamente $\Rightarrow V_o = -120V \approx -120V$
 $-120V$

$\Rightarrow$ SATURACION A SATURACION NEGATIVA: $-15V$
 $I_o \approx -\frac{15}{270} = -55mA < I_{max} \Rightarrow$
 (0%) $V_o = -15V$



$$V^- = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + (R_3 \parallel R_4)} \cdot \frac{R_3}{R_3 + R_4} V_o + \frac{R_2 + (R_3 \parallel R_4)}{R_1 + R_2 + (R_3 \parallel R_4)} V_i$$

$$V^- = \frac{1}{1 + 10 + 0.91} \cdot \frac{1}{11} (-15) + \frac{10 + 0.91}{1 + 10 + 0.91} \cdot 1$$

$$= \frac{1}{11.91} \left[-\frac{15}{11} + 10.91 \right] = + \underline{\underline{801mV}}$$

$11.5 \quad 801mV$

12.) $R_2 = 270$ y $V_{in} = 1V$. V_o :

Si no hay saturación de corriente la salida estará a $-V_{sat} = -15V$.

$I_o = -\frac{15}{270} = -55mA \Rightarrow$ SATURACION en corriente.

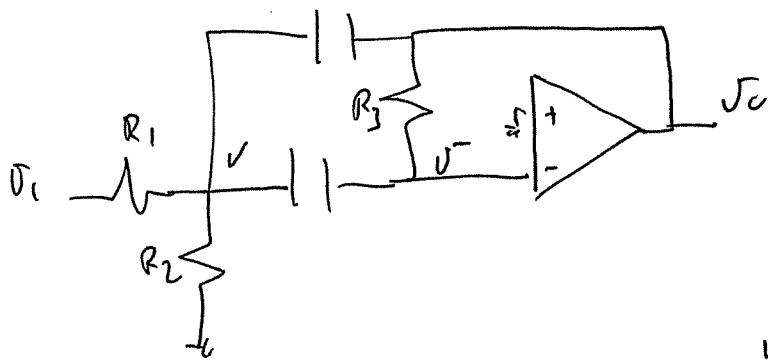
$$V_o \approx -270 \cdot 25mA = -6.75V$$

12. $V_o \approx -6.75V$

13.) Utilizando la expresión calculada en 11:

$$V^- = \frac{1}{11.91} \left[-\frac{6.75}{11} + 10.91 \right] = 864mV$$

EXERCICE 2



$$V^- = 0$$

$$V (G_1 + G_2 + 2Cs) - G_1 V_i - Cs V^- - Cs V_0 = 0$$

$$\boxed{V (G_1 + G_2 + 2Cs) - G_1 V_i - Cs V_0 = 0}$$

$$V^- (G_3 + Cs) - G_3 V_0 - Cs V = 0$$

$$V = - \frac{G_3}{Cs} V_0 = - \frac{1}{R_3 Cs} V_0$$

$$\boxed{V = - \frac{1}{R_3 Cs} V_0}$$

$$- \frac{1}{R_3 Cs} V_0 [G_1 + G_2 + 2Cs] - G_1 V_i - Cs V_0 = 0$$

$$- V_0 [G_1 + G_2 + 2Cs] - (G_1 + R_3 Cs) V_i - R_3 (Cs)^2 V_0 = 0$$

$$V_0 [G_1 + G_2 + 2Cs + R_3 (Cs)^2] = - G_1 R_3 Cs V_i$$

$$\frac{V_0}{V_i} = - \frac{G_1 R_3 Cs}{G_1 + G_2 + 2Cs + R_3 (Cs)^2} = - \frac{\frac{G_1 R_3 Cs}{R_3 C^2}}{\frac{G_1 + G_2 + 2Cs + R_3 (Cs)^2}{R_3 C^2}} =$$

$$\frac{V_0}{V_i} = - \frac{\frac{1}{R_1 C} S}{S^2 + \frac{1}{0.5 R_3 C} S + \frac{G_1 + G_2}{R_3 C^2}} = \frac{\frac{1}{R_1 C} S}{S^2 + \frac{1}{0.5 R_3 C} S + \frac{1}{R_3 (R_1 R_2)^2}}$$

Hay inversión

$$\frac{V_o}{V_i} = (-) \frac{\frac{1}{R_1 C} s}{s^2 + \frac{1}{0.5 R_3 C} s + \frac{1}{R_3 + (R_1 || R_2) C^2}}$$

1º)

$$A = - \frac{1}{R_1 C}$$

$$B = \frac{1}{0.5 R_3 C}$$

$$C = \frac{1}{R_3 + (R_1 || R_2) C^2}$$

2º)

$$\frac{V_o}{V_i}(s) = \frac{\frac{1}{R_1 C} \omega \angle}{\left(\frac{1}{R_3 + (R_1 || R_2) C^2} - \omega^2 \right) + \frac{1}{0.5 R_3 C} \omega \angle}$$

para $\frac{V_o}{V_i} = 0$ cuando la parte real del numerador sea cero.

$$\frac{1}{R_3 + (R_1 || R_2) C^2} - \omega^2 = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{R_3 + (R_1 || R_2) C^2}} = \omega_n$$

2º)

$$f_n = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{1}{R_3 + (R_1 || R_2)}}$$

3º)

$$\left| \frac{V_{out}}{V_{in}} \right| @ f_n = \frac{0.5 R_3 C}{R_1 C} = \frac{R_3}{2 R_1}$$

$$L_1) \quad R_1 = 9.76 \text{ k} \quad R_2 = 2.43 \text{ k} \quad R_3 = 196 \text{ k} \quad C = 8.2 \text{ nF}$$

$$f_m = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{1}{R_3(R_1 + R_2)}} = \frac{1}{2\pi \cdot 8.2 \cdot 10^{-9}} \cdot \sqrt{\frac{1}{196 \text{ k} \cdot 1.9456 \text{ k}}} = 993 \text{ Hz}$$

$$A_v|_{dB} = 20 \log_{10} A_v = 20 \log_{10} \frac{R_3}{2R_1} = 20 \log_{10} \frac{196 \text{ k}}{2 \cdot 9.76 \text{ k}} = 20 \log_{10} 10.052$$

$$\boxed{A_v|_{dB} = 20 \text{ dB}}$$

$$A_v|_{dB} @ 0.1 \text{ Hz} \quad , \quad \omega = 0.6$$

$$\frac{v_o}{v_i} \left(\frac{\omega}{\omega_m} \right) = \frac{\frac{1}{R_1 C} \left(\frac{\omega}{\omega_m} \right)}{\frac{\omega_m^2 - \omega^2}{\omega_m} + \frac{1}{0.5 R_3 C} \left(\frac{\omega}{\omega_m} \right)}$$

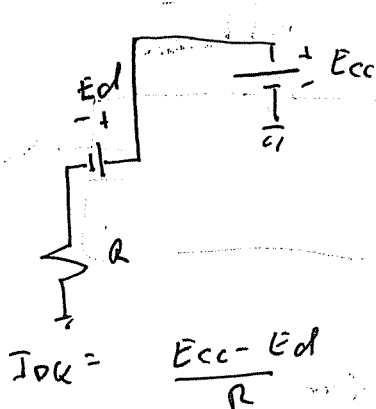
$$@ \omega = 0.1 \omega_m$$

$$\left| \frac{v_o}{v_i} \right|_{dB} = \frac{\frac{1}{R_1 C} \cdot 0.1}{\sqrt{\frac{1}{0.5 R_3 C} \cdot 0.1^2 + \omega_m^2 \left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_m} \right)^2 \right)^2}} \approx +3 \text{ dB}$$

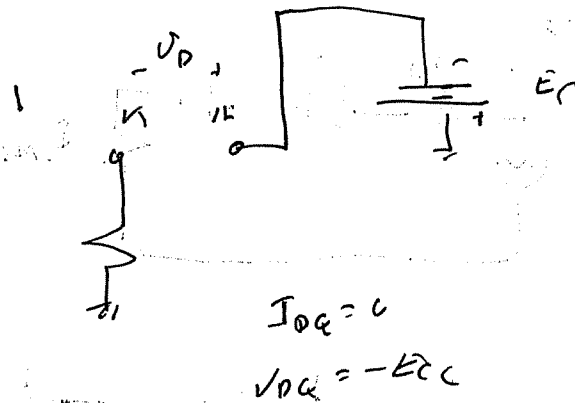
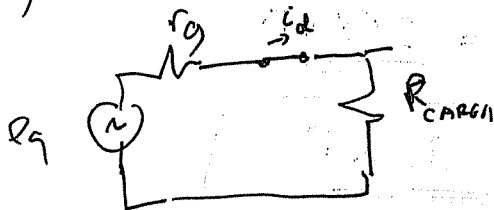
$$= \frac{\frac{1}{R_1 C} \cdot 0.1}{\frac{1}{0.5 R_3 C} \cdot 0.1^2 + \omega_m^2 (1 - 0.1^2)^2} \approx -13.9 \text{ dB}$$

EJERCICIO 3.

1) CIRCUITO EQUIVALENTE EN AUSENCIA DE CARGA.

con $V = +E_{cc}$ 

$$V_{DQ} = E_d$$

con $V = -E_{cc}$ 2.) C.E. ALTERN. ($I_d = 0$)

$$i_d = \frac{E_g}{r_g + R_{carga}}$$

$$i_D(\text{total}) = I_{DQ} - i_d = \frac{E_{cc} - E_d}{R} - \frac{E_m \sin \omega t}{r_g + R_{carga}}$$

$$i_D = \frac{E_{cc} - E_d}{R} - \frac{E_m \sin \omega t}{r_g + R_{carga}}$$

$$i_D > 0 \Rightarrow \frac{E_{cc} - E_d}{R} - \frac{E_m \sin \omega t}{r_g + R_{carga}} > 0$$

para con. $\sin \omega t = 1$

3a)

$$\frac{E_{cc} - E_d}{R} - \frac{E_m}{r_g + R_{carga}} > 0$$

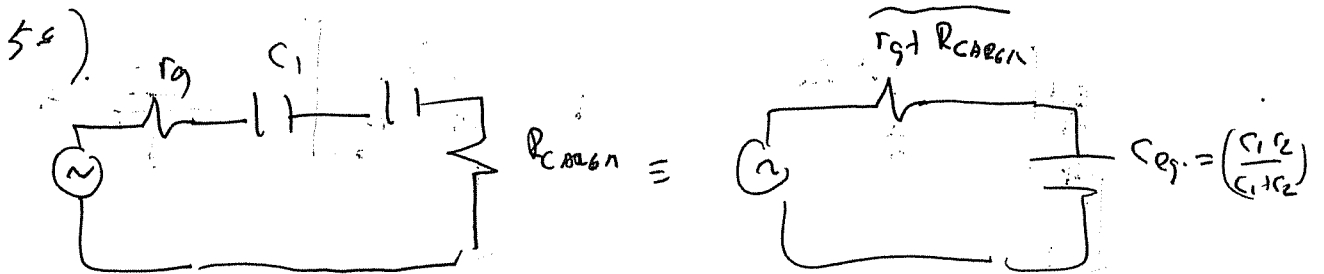
$$\frac{E_{cc} - E_d}{R} > \frac{E_m}{r_g + R_{carga}} \Rightarrow R < \frac{E_{cc} - E_d}{E_m} (r_g + R_{carga})$$

4. a) $V_0 = V - V_g < V_g$

$$-15 + E_M < V_g$$

$$E_M < V_g + 15 = 15.5 \text{ V}$$

4. b) $E_M < 15.5 \text{ V}$

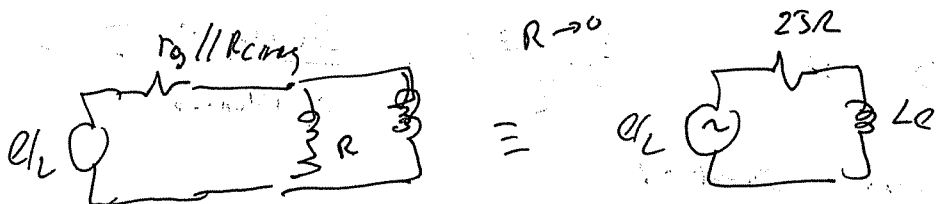
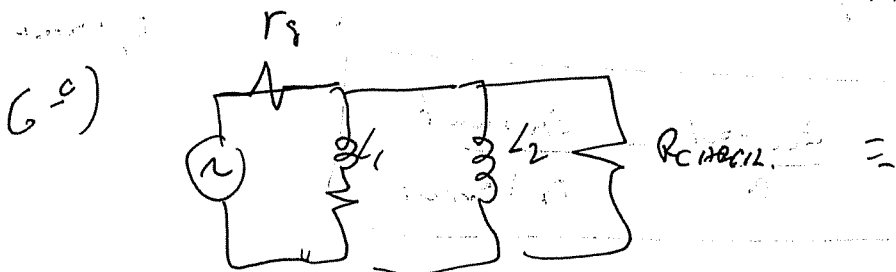


$$f_{cable} = \frac{1}{2\pi RC} = 100 \text{ kHz}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{2\pi \cdot 100 \times 100 \times 10^3} = 15.9 \text{ nF}$$

1) $C_1 = C_2 \Rightarrow C_1 = C_2 = 2C_{eq} = 31.8 \text{ nF}$

5. b) $C_1 = C_2 = 31.8 \text{ nF} \rightarrow 32 \text{ nF}$



$$Z = L/R$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi Z} = \frac{1}{2\pi L_C} = 5.000$$

$$L_1 = L_2 = 1.6 \text{ mH}$$

$$L_C =$$

$$\frac{5.000 \cdot 25}{2\pi \cdot 5.000} = 0.795 \text{ mH} \rightarrow$$



7º)

$$P_m = \frac{V_{om}^2}{R} = 3W \Rightarrow$$

$$V_{of} = \sqrt{3 \cdot 50} = 15V \Rightarrow V_{of} =$$

$$P_m = I_{of}^2 \cdot R_{carga} \Rightarrow$$

$$I_{of} = \sqrt{\frac{3}{50}} = 0.245 \text{ Amp}$$

$$I_{MAX} =$$

$$0.245 \sqrt{2} = \underline{\underline{346 \text{ mA}}}$$

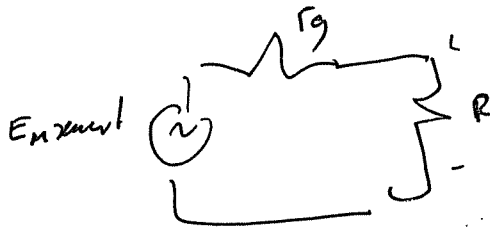
$$\Rightarrow I_{OQ} = 346 \text{ mA} \Rightarrow$$

$$\frac{15 - 0.6}{R} = 346 \text{ mA} \Rightarrow \underline{\underline{R = 41.6 \Omega}}$$

$$\boxed{R = 41.6 \Omega}$$

8º)

$$V_{MAX} \approx 15 + V_f = 15.5V.$$



$$V_{MAX} = 0.5 E_m = 0.5 \cdot 15.5 = 7.75V \Rightarrow V_{OQ, MAX} = 5.475V.$$

$$P_{MAX} = \frac{5.475^2}{50} = \frac{5.475^2}{50} = 600 \text{ mW}.$$

$$\boxed{P_{MAX} = 600 \text{ mW}.$$

$$I_{MAX} = \frac{V_{MAX}}{R_{carga}} = \frac{7.75}{50} = \frac{7.75}{50} = \underline{\underline{155 \text{ mA}}}$$

$$I_{OQ} = 155 \text{ mA} \Rightarrow \frac{V_{CC} - E_{of}}{R} \Rightarrow R = \frac{15 - 0.6}{0.155} = \underline{\underline{92.9 \Omega}}.$$

EJERCICIO 4.-

$$I_{CQ7} : \quad 0 - \frac{(V_{BE7} - 15)}{R_3} = \frac{15 - 0.6}{72k} = 0.2 \text{ mA} = 200 \mu\text{A}$$

$$I_{CQ7} = I_{CQ2} = 200 \mu\text{A}$$

$$I_{CQ1} = I_{CQ2} = \frac{200 \mu\text{A}}{2} = 100 \mu\text{A}$$

$$I_{CQ9} = 5 \times I_{CQ7} = 1 \text{ mA}$$

$$I_{EQ7} = I_{CQ7} = 0.5 \text{ mA}$$

$$V_{CQ4} = 15 - R_4 \times I_{CQ4} = 15 - 10k \times 0.5 \text{ mA} = 10 \text{ V}$$

$$V_{BE5} = 10 + 0.6 = 10.6 \text{ V}$$

$$I_{EQ5} \approx I_{CQ5} = \frac{15 - 10.6}{4.4k} = 1 \text{ mA}$$

$$V_{BC} = 15.6k \times 1 \text{ mA} - 15 = +10.6 \text{ V}$$

$$V_U = 0 \text{ V}$$

$$I_{CQ6} \approx I_{EQ6} = \frac{0 + 15}{1.5k} = 10 \text{ mA}$$

2:) $\beta = 200$

$$r_n = \beta \times \frac{V_T}{I_{CQ}} =$$

a)

$$r_{n1} = r_{n2} = 200 \times \frac{26mV}{100\mu A} = \underline{52k}$$

$$r_{n3} = r_{n4} = 200 \times \frac{26mV}{500\mu A} = \underline{10'4k}$$

$$r_{n5} = 200 \times \frac{26mV}{1mA} = \underline{5'2k}$$

$$r_{n6} = 200 \times \frac{26mV}{10mA} = \underline{520\Omega}$$

b) $Z_{id\text{ etape } 2} \approx 2r_{n3} = 2 \times 10'4k = \underline{20'8k}$

c)

