

10/6/2016 (en clase)

Thursday, September 26, 2024

11:06 AM

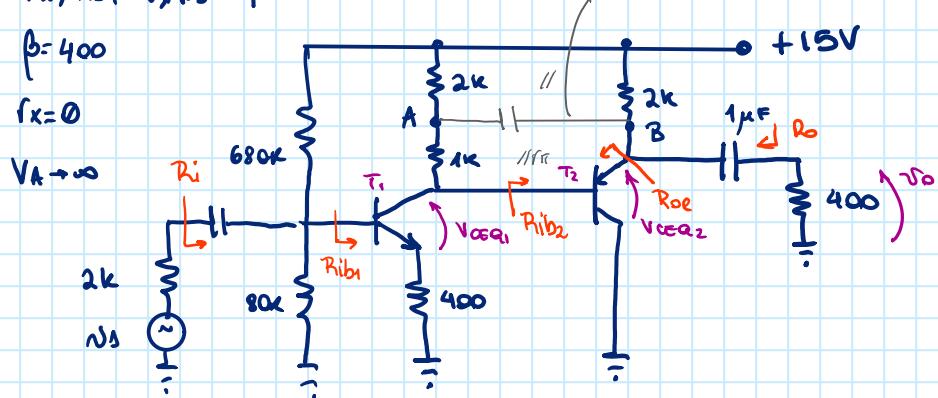
R_{hi} , R_o , A_v , A_{vo} f medias

$\beta = 400$

$f_x = 0$

$V_A \rightarrow \infty$

$2k$
NS



no es un Bootstrap
 $x g_1$ afecta R_{o2}

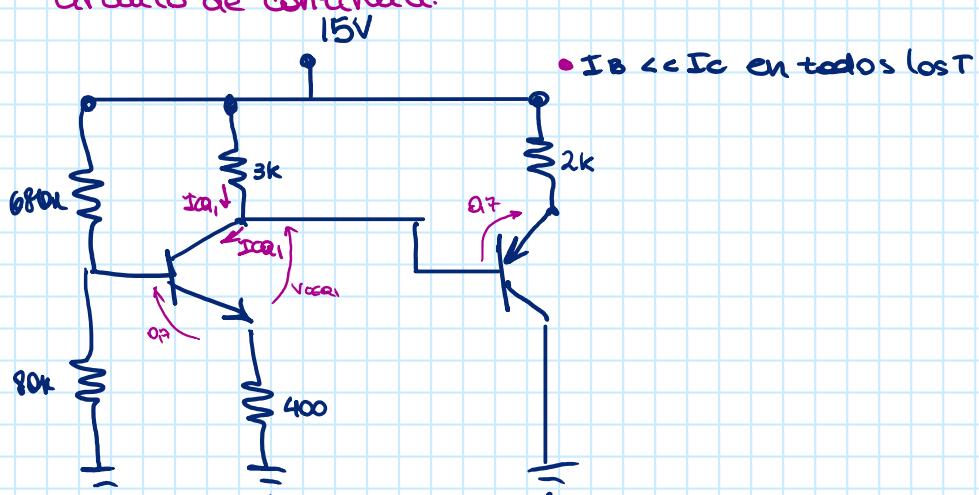
1. Analizo la fuente: No es partida

→ todas las tensiones darán < 0

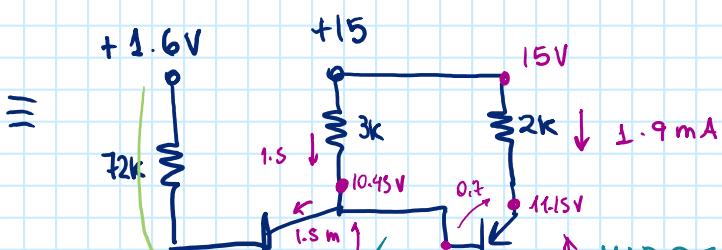
2. Señal: Acople capacitivo en la carga y en la fuente

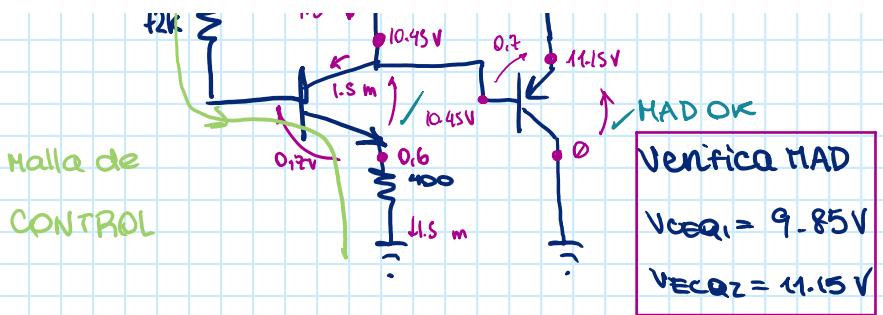
3. 2 etapas: Emisor común (T_1) - Colector común (T_2)
NPN PNP
Ganancia negativa

Circuito de continua:



• $I_B \ll I_C$ en todos los T

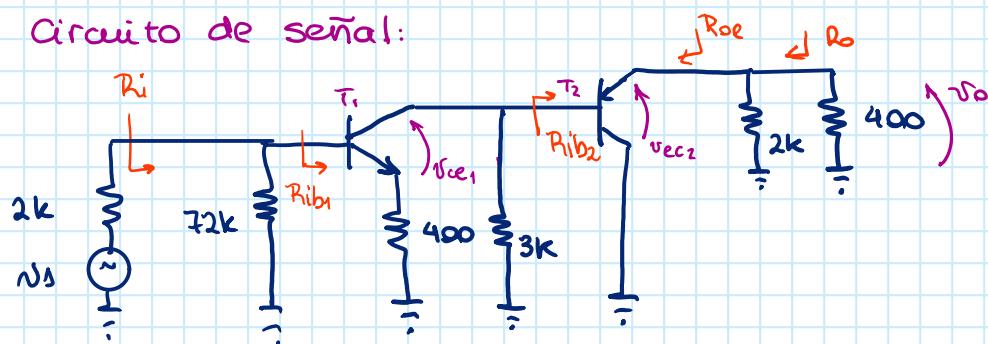




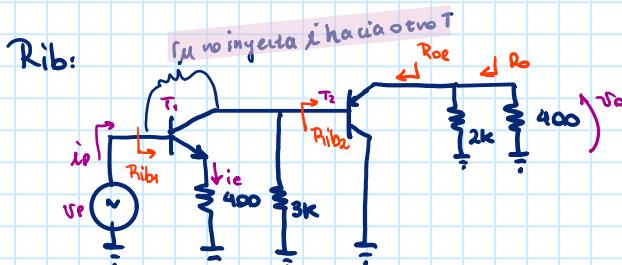
$$I_{CQ1} = \frac{1.6V - 0.7}{\frac{72k}{400} + 400} = 1.5mA \rightarrow g_{m1} = 0.06V \quad r_{\pi 1} = 6k\Omega$$

$$I_{CQ2} = 1.72mA \rightarrow g_{m2} = 7.7m \quad r_{\pi 2} = 5k\Omega$$

Circuito de señal:



$$R_i = R_{ib} // R_b$$

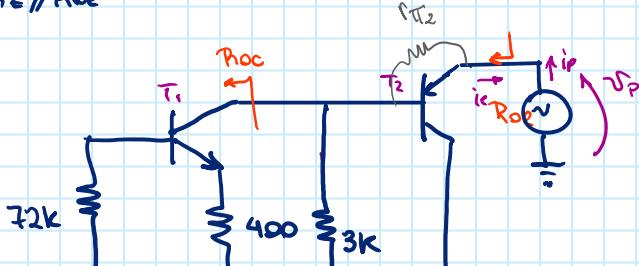


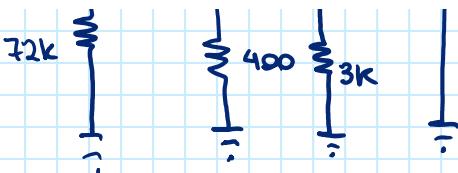
$$R_{ib} = \frac{v_o}{i_o} = r_{\pi} + R_E^* = r_{\pi} + (\beta + 1)R_E$$

$$\frac{v_o}{i_o} = \frac{i_b}{i_e} R_E = \frac{i_b}{i_e} (\beta + 1) R_E$$

$$R_i = 72k // [6k\Omega + 400^2] = 50k$$

$$R_o = R_E // R_{oe}$$

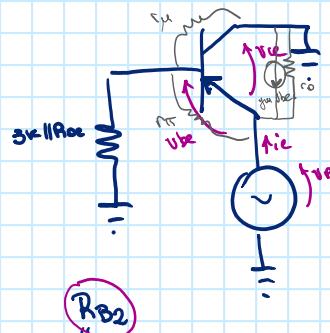




Predibujamos - Equivalente NPN

$$R_{oc} = R_E(1 + g_m R_E)$$

$i_o \rightarrow \infty$
 $R_{oc} \rightarrow \infty$



$$R_{oe} = \frac{V_P}{A_P}$$

$$R_{oc} = R_E \parallel R_{oe}$$

$$\downarrow$$

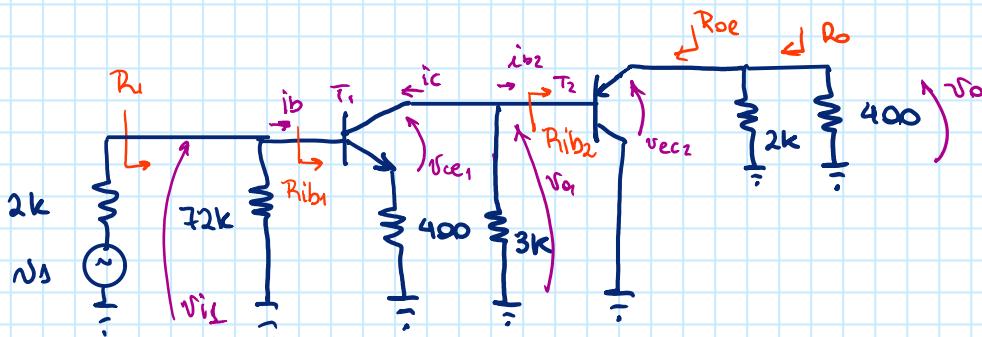
$$R_E \parallel \frac{V_P}{A_P}$$

$$\frac{V_P}{A_P} = \frac{3k + r_{\pi 2}}{\beta + 1} \parallel R_E \approx 0 \Omega$$

Por $3k + r_{\pi 2}$ pasa i_b ($\beta + 1$) + chica
 si la refleja en el emisor, donde
 para i_c le $\beta + 1$ veces + grande,
 debo dividir $\times \beta + 1$.

$$R_{oc} = R_E \parallel R_{oe} = 2k \parallel \frac{3k + r_{\pi 2}}{\beta + 1} \approx 19.8 \Omega$$

$A_{V1} < 0$ $0 < A_{V2} \leq 1$ $\Rightarrow A_{V1} < 0$ pero no tan grande.



A_{V1}

$$Vi_1 = i_b \cdot R_{ib1}$$

$$V_{o1} = -i_c [3k \parallel R_{ib2}]$$

R_{ca1}

$$\Rightarrow A_{V1} = \frac{-i_c \cdot 3k}{i_b [r_{\pi 1} + \beta R_{E1}]} = \frac{-3k}{R_E + R_{E1}} \approx -7.5$$

desp 400Ω

El hecho de estar realimentado (R_E) hace q' la ganancia baje.

Pero modiflico R_E y R_L y modiflico la ganancia.

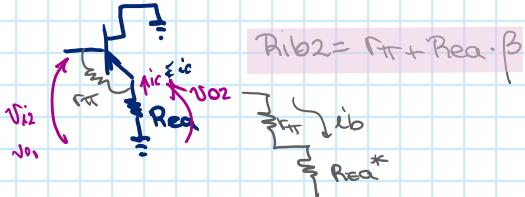
Pero modifco R_C y R_E y modifco la ganancia.

A_{V2} :

$$V_{i2} = -i_{b2} \cdot R_{ib2}$$

$$V_o = -i_c \cdot R_{e2}$$

$$\frac{V_{o2}}{V_{i2}} = \frac{i_{c2} \cdot R_{e2}}{i_{b2} \cdot R_{ib2}} = \frac{\beta \cdot R_{e2}}{r_T + \beta R_{e2}} \rightarrow 1$$



$$\frac{1}{1 + \frac{R_d}{R_E}}$$

$$A_{VT} = \frac{-R_C}{R_E \left[1 + \frac{R_d}{R_E} \right]} \approx -7.5$$

$$T_L = \frac{V_i}{V_S} = \frac{R_i}{R_i + R_S} \leq 1$$



$$A_{vS} = A_v \cdot T_L$$

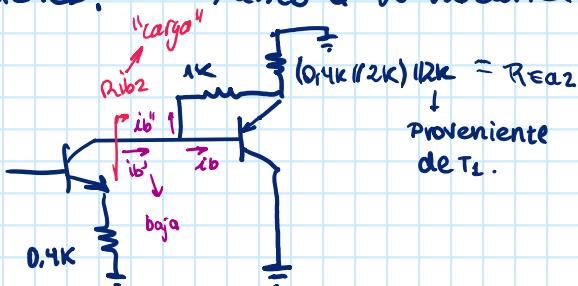
$$|A_{vS}| \leq |A_v|$$

se conecta un C de 22nF entre A y B,

como se modifican cualitativamente los

valores?

Punto Q no modifica nada, pero si es:



$$\beta = g_m r_T$$

$$A_v = g_m (r_T / 1k) \rightarrow \text{se degrada bastante}$$

modifica la carga R_{ib2} - baja A_v

A_{V_2} :

$\frac{f_{i+1}}{f_i} \Delta k$

$$\frac{f_{i+1}}{f_i} \Delta k = R_{i+1}^* = R_{i+1}^* (\alpha_i + s)$$

baja un polis,
parecería q'
seguimos teniendo
ganancia unitaria

Para una etapa Cuasi-Darlington con TBJs de parámetros conocidos:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta; V_{A1} = V_{A2} = V_A; r_{\pi 1} = r_{\pi 2} = 0$$

dónde el transistor de entrada T_1 resulta ser un PNP.

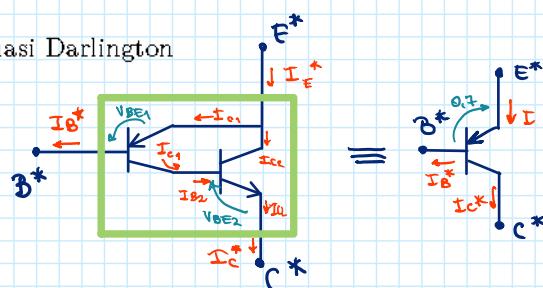
Justificar cuáles son los terminales C^* , B^* y E^* del transistor equivalente.

Definir y obtener por inspección, justificando el procedimiento, las expresiones de los parámetros de señal del transistor equivalente, en función de I_{CQ2} :

$$b_1) g_m^* \quad b_2) r_s^* \quad b_3) r_o^*$$

Cuasi Darlington

a)

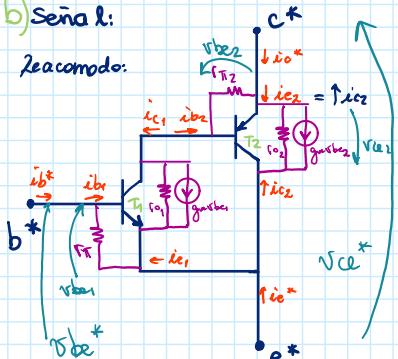


equivale a un PNP ya que I_B^* e $\perp c$ son salientes al dispositivo.

La tensión de control es $V_{BE1} \Rightarrow \nabla V_{BE1} \rightarrow$

b) Señal:

Reacomodo:



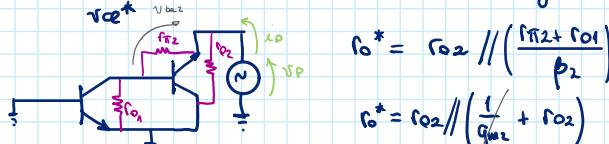
$$I) g_{mu}^* = \frac{Ic^*}{V_{be}^*} = \frac{Ic2}{V_{be1}} = \frac{-Ic2}{r_{be1}} = -\frac{\beta Ic2}{r_{be1}} = \frac{\beta Ic1}{r_{be1}} = \beta g_{mu1}$$

$$\beta g_{mu1} = \beta \frac{I_{CQ1}}{V_{th}} = \frac{\beta I_{B2}}{V_{th}} = \frac{I_{CQ2}}{V_{th}} = g_{mu2}$$

$$g_{mu}^* = g_{mu2} = \beta g_{mu1} = \frac{I_{CQ2}}{V_{th}}$$

$$II) r_{\pi}^* = \frac{V_{be}^*}{Ib^*} = \frac{V_{be1}}{Ib^*} = r_{\pi 1} = \beta r_{\pi 2} = \frac{\beta^2 V_{th}}{I_{CQ2}}$$

III) $I_0 = \frac{Ic^*}{V_{ce}^*}$ Coloco fuente de prueba y paso ∇b_1

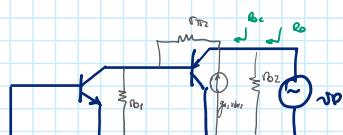


En donde esto y pasa en donde quiero reflejar para el b (β) veces chita) \rightarrow dividido x' β .

$$I_{01} = \frac{V_A}{I_{CQ1}} = \frac{V_A}{I_{CQ2}} = \frac{V_A \beta}{I_{CQ2}} = \beta I_{02}$$

$$I_0^* = \frac{I_{02}}{2} = \frac{V_A}{2 I_{CQ2}}$$

Averstirme sale + PNP:



$$V_{be1} = I_{B1} R_{pi2} = V_b - V_c \Rightarrow V_b - V_p \rightarrow I_{B1} = \frac{V_b - V_p}{R_{pi2}}$$

$$V_b = -I_{B1} R_{pi1} = \frac{V_b - V_p}{R_{pi2}} \cdot R_{pi1} \rightarrow V_b \left(1 + \frac{R_{pi1}}{R_{pi2}} \right) = \frac{V_p R_{pi1}}{R_{pi2}} \rightarrow V_b = \frac{V_p R_{pi1}}{R_{pi2}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{R_{pi1}}{R_{pi2}}} = V_p \frac{1}{1 + \frac{R_{pi1}}{R_{pi2}}}$$

$$V_p = -g_{mu2} V_{be2} = g_{mu2} (V_p - V_b) = g_{mu2} V_p \left[1 - \frac{1}{1 + \frac{R_{pi1}}{R_{pi2}}} \right]$$

$$-\frac{V_{be2}}{R_{pi2}} = -g_{mu2} \frac{V_{be2}}{\beta}$$

$$V_P = -g_{m2} V_{BEZ} = g_{m2} (V_P - V_D) \Rightarrow g_{m2} \frac{V_P}{V_D} \left(1 - \frac{1}{1 + R_{T2}/R_{D1}} \right)$$

$$\frac{-V_{BEZ}}{R_{T2}} = \frac{-g_{m2} V_{BEZ}}{R_{T2}}$$

lo despejamos

$$\frac{V_P}{V_D} = \frac{1}{g_{m2} \left(1 - \frac{1}{1 + R_{T2}/R_{D1}} \right)} = \frac{1}{g_{m2} \cdot \frac{R_{T2}/R_{D1}}{1 + R_{T2}/R_{D1}}} = \frac{R_{D1} \left(1 + R_{T2}/R_{D1} \right)}{g_{m2} R_{T2}} = \frac{R_{D1}}{g_{m2} R_{T2}} + \frac{1}{g_{m2}}$$

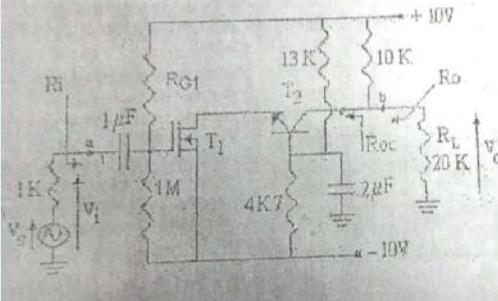
$$2. \quad k = 1 \text{ mA/V}^2; V_T = +2 \text{ V}; \lambda = 0,01 \text{ V}^{-1}; \beta = 200; V_A = 100 \text{ V}; R_X = 0 \Omega.$$

a) Obtener los puntos de reposo de los transistores, hallando R_{G1} de modo que la tensión de reposo sobre la carga R_L sea $V_{CQ} = 0 \text{ V}$.

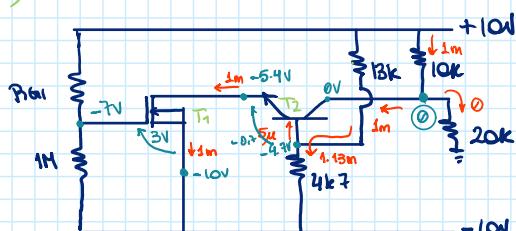
b) Dibujar el circuito de señal a frecuencias medias sin reemplazar los transistores por su modelo. ¿Qué significa frecuencias medias?. Definir y obtener por inspección los valores de R_i y R_o , A_v y A_{vs} . Justificar el considerar o no el efecto de r_o y r_{ds} .

c) Justificar cualitativamente cómo se modifican los puntos de reposo y los parámetros de señal calculados, si se desconecta del circuito el capacitor de $2 \mu\text{F}$.

d) Se conecta un resistor de $470 \text{ k}\Omega$ entre los puntos "a" y "b". Analizar la realimentación, justificando qué se muestrea, qué se suma, si es positiva o negativa y si afectará los valores de reposo y/o de señal.



a) Polarización:



$$I_{D1} = 1 \text{ mA} = k(V_{GS1} - V_T)^2$$

$$V_{GS1} = V_T + \sqrt{\frac{I_{D1}}{k}} = 2 + \sqrt{\frac{1 \text{ mA}}{1 \text{ mA}}} = 3 \text{ V}$$

$$-7 \text{ V} = 20 \text{ V} \cdot \frac{1 \text{ M}}{1 \text{ M} + 4.7 \text{ k}} - 10 \text{ V}$$

$$\frac{3}{20} = \frac{1}{1 + \frac{R_{GS1}}{1 \text{ M}}} \rightarrow \left(\frac{20}{3} - 1 \right) \cdot 1 \text{ M} = R_{GS1}$$

$$\frac{1}{3} \text{ M} = R_{GS1} = 5 \text{ M}\Omega$$

Chequeo régimenes de operación

$$V_{DS1} = -5.4 \text{ V} - (-10 \text{ V}) = 4.6 \text{ V} > 3 \text{ V} - 2 \text{ V} = 1 \text{ V} = V_{DSSE} \checkmark$$

$$V_{CEQ1} = 0 - (-5.4 \text{ V}) = 5.4 \text{ V} > 0.7 = V_{CEK} \checkmark$$

$$Q_1: (1 \text{ mA}; 4.6 \text{ V}) \quad Q_2: (1 \text{ mA}; 5.4 \text{ V})$$

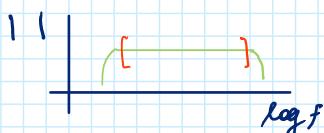
Parámetros de señal:

	T_1	T_2
g_{m1}/β	2 m	40 m
r_{T1}/β	-	5 k
r_{o2}/β	100 k	100 k

$$g_{m1} = 2\sqrt{k I_{D1}}$$

$$g_{m2} = \frac{i_{cas}}{V_{th}}$$

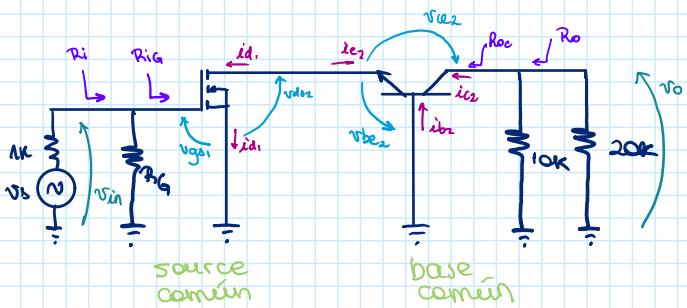
b) Frecuencias medias: Rango de f donde el parámetro g me interesa se mantiene estable o dentro de un error.



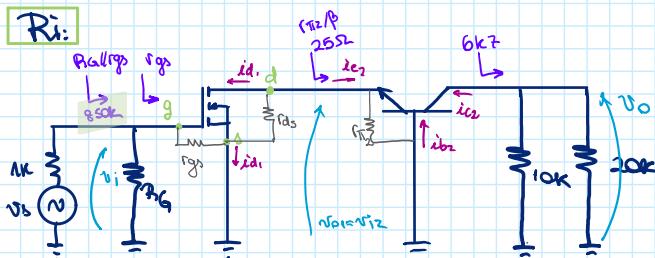
★ Frecuencias medias

Circuito de señal a fmed:





$$R_G = 2M \parallel 5M\Omega = 850k\Omega$$



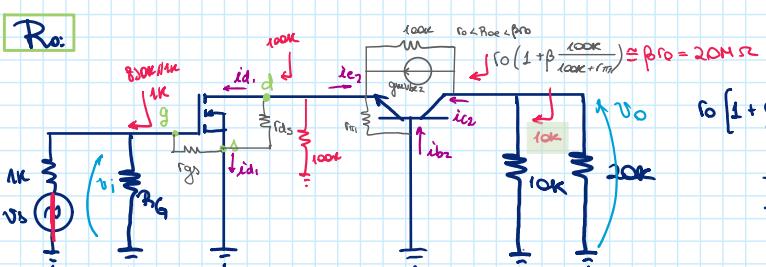
Av:

$$Av_1 = \frac{v_{o1}}{v_i} = \frac{-i_{d1} \cdot 25\Omega}{r_{gs1}} = -g_{m1} \cdot 25\Omega = -0.05$$

$$Av_{T2} \frac{v_o}{v_{i2}} = \frac{-i_{c2} \cdot 6k\Omega}{r_{k2}} = g_{m2} \cdot 6k\Omega = 268$$

$$Av = Av_1 \cdot Av_{T2} = \frac{v_{o1}}{v_i} \cdot \frac{v_o}{v_{o1}} = \frac{v_o}{v_i} = -0.05 \cdot 268 = -13.4$$

Av_T: $Av_T = Av \cdot T_i = Av \cdot \frac{R_i}{R_i + R_A} = Av \cdot \frac{850k\Omega}{850k\Omega + 1k} \rightarrow Av_T = -13.4$



Emisor común
// realim.

$$R_o \left[1 + g_{mu} \left(R_E \parallel r_{pi} \right) \right]$$

$$\frac{\beta \cdot R_{EE}}{R_E + R_{EE}} = \frac{\beta R_E}{R_E + R_{EE}}$$

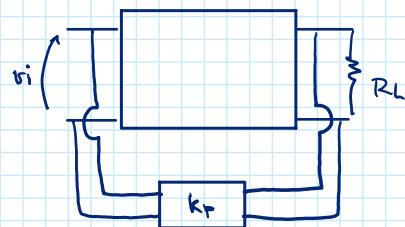
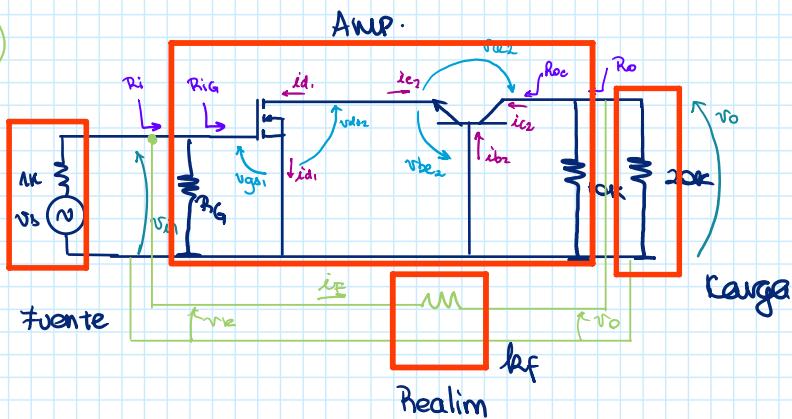
$$R_o \left[1 + \frac{\beta R_E}{R_E + R_{EE}} \right]$$

- 9) Si se desconecta el C, el punto de reposo no varía, ya que para $f = 0Hz$
 $X_C = \frac{1}{2\pi f C} \rightarrow 0$. Es lo mismo para el reposo

ponerlo o sacarlo. Si se lo quitara para el análisis en señal, habría una R_B en la base del T2. La R_B vista desde el drain hacia la derecha subiría $\rightarrow Av_1 \uparrow \rightarrow Av_T \rightarrow Av_T \uparrow$

R_{in} y R_{out} no se modificarían tanto

d)



Muestreo tensión,
sumo corriente

$$\text{Realim: } \begin{cases} +: & |1 + A_0 k_f| < 1 \\ -: & |1 + A_0 k_f| > 1 \end{cases}$$

$$A = \frac{A_0}{1 + A_0 k_f} \quad \frac{v_i}{v_i} \xrightarrow{\text{A}_0} \frac{v_o}{v_o} \xrightarrow{\text{R}_f} \frac{i_F}{i_F} \xrightarrow{\text{R}_L} \frac{i_o}{i_o} \quad \text{Realim} (-)$$

\downarrow

$$NRF = v_F - v_o = i_F R_F$$

21/10/16

Wednesday, October 9, 2024 7:56 AM

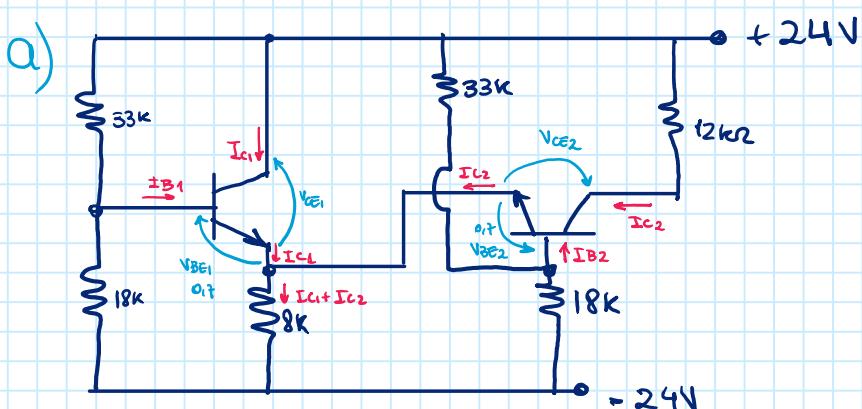
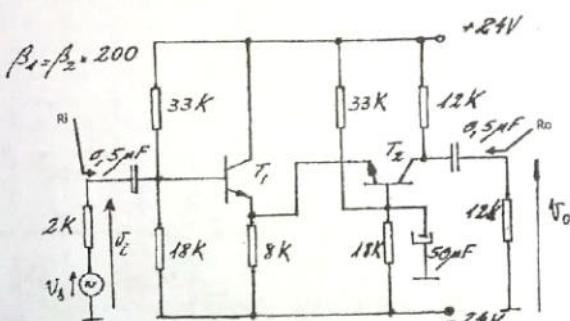
1. a) Dibujar el circuito de continua e indicar en él todos los sentidos de referencia de tensiones y corrientes. Determinar las corrientes de reposo y las tensiones de los terminales contra común.

- b) Dibujar el circuito de señal para frecuencias medias, sin reemplazar los transistores por su modelo. Definir "frecuencias medias".

Definir y obtener por inspección justificando el procedimiento, los valores de R_i , R_o , A_v y A_{v_m} .

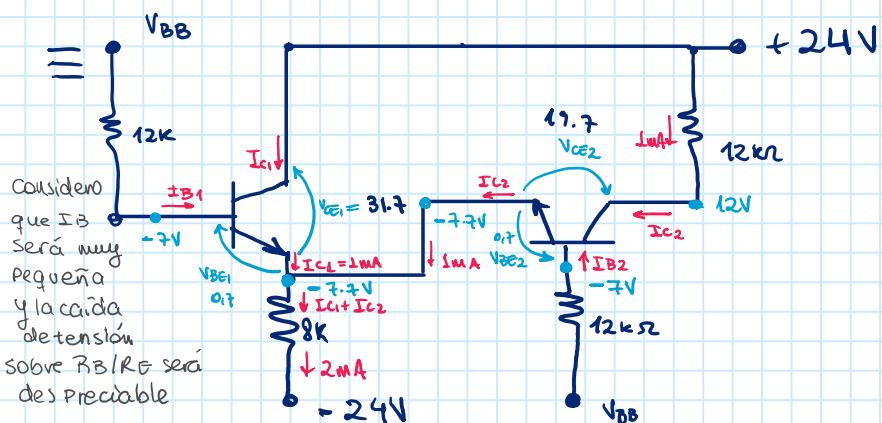
- c) Obtener el valor de la V_o máxima sin recorte en ambos semicírculos.

- d) Analizar cualitativamente cómo se modifican los valores de reposo y señal si se reemplaza T_1 por un JFET canal N, en igual configuración para la señal que el TBJ.



$$\beta = 200 \rightarrow I_B \ll I_C \rightarrow I_C \approx I_E$$

Dado a ambos casos



$$V_{BB_1} = 48V \frac{18k}{51k} - 24V = 7.05V$$

$$R_{B_1} = 33k \Omega // 18k \Omega = 12k \Omega$$

$$V_{BB_2} = V_{BB_1} = V_{BB}$$

$$R_{B_2} = R_{B_1} = R_B$$

$$I) V_{BB} - I_{C1} \cdot \frac{R_B}{\beta} - 0.17 - (I_{C1} + I_{C2}) \cdot 8k + 24 = 0$$

$$\text{II) } V_{BB} - Ic_2 \frac{R_B}{\beta} = 0,7 - (Ic_1 + Ic_2) 8k + 24 = 0$$

es la misma malla de polarización \Rightarrow ambas corrientes son =.

$$\text{I) - II) } -Ic_1 \frac{R_B}{\beta} + Ic_2 \frac{R_B}{\beta} = 0 \rightarrow Ic_1 = Ic_2$$

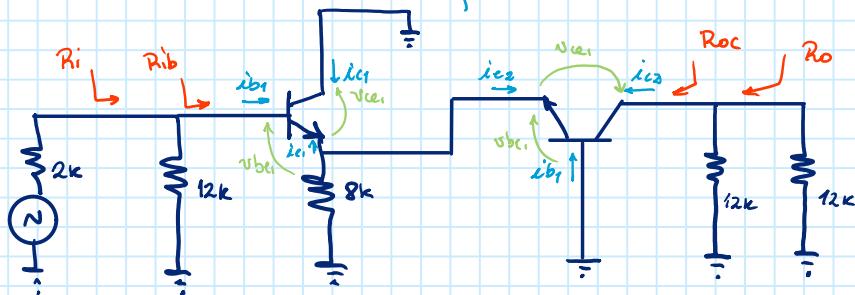
$$Q_1 = (1mA; 31.7V) \quad Q_2 = (1mA; 19.7V)$$

Parámetros de señal

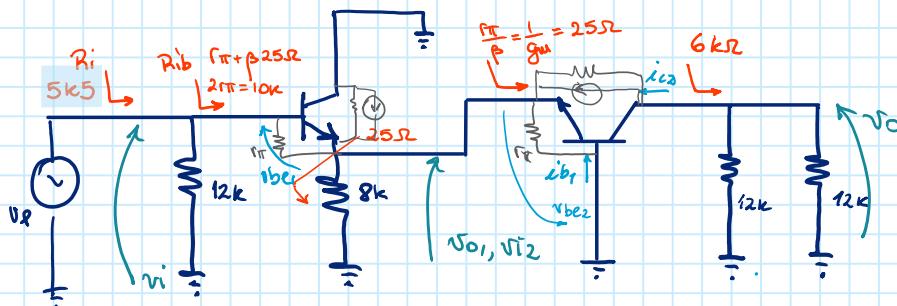
	T_1	T_2
g_m	$40 \frac{mA}{V}$	$40 \frac{mA}{V}$
r_{pi}	$5k\Omega$	$5k\Omega$
r_o	∞	∞

\rightarrow se toma $V_A \rightarrow \infty$ como valor t.p. al no especificarse.

b) Circuito de señal a fmed:



R_i :



$$\text{Av: } Av_1 = \frac{v_{o1}}{v_i} = \frac{-i_{c1} \cdot 25\Omega}{r_{be1} + i_{c1} 25\Omega} = \frac{i_{c1} 25\Omega}{r_{be1} + i_{c1} 25\Omega}$$

$$= \frac{25\Omega}{\frac{1}{g_m} + 25\Omega} \quad \frac{1}{g_m} = 25\Omega$$

$$Av_2 = 0,5$$

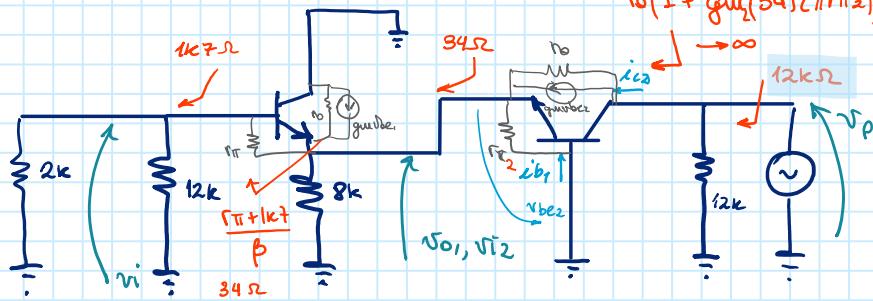
$$Av_2 = \frac{v_o}{v_{iz}} = \frac{-i_{c2} \cdot 6k\Omega}{r_{be2}} = g_m 6k\Omega =$$

$$= 40mA \cdot 6k\Omega = 240 \quad Av_2 = 240$$

$$Av = 120$$

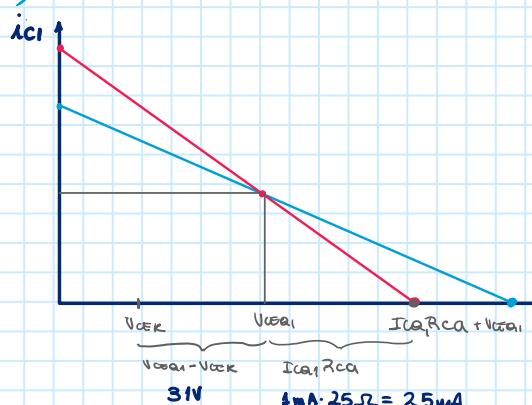
$$Av_3 = Av \cdot T_i = Av \cdot \frac{R_i}{R_i + R_S} = 120 \cdot \frac{5k5\Omega}{7k5\Omega} = 87$$

R_O:

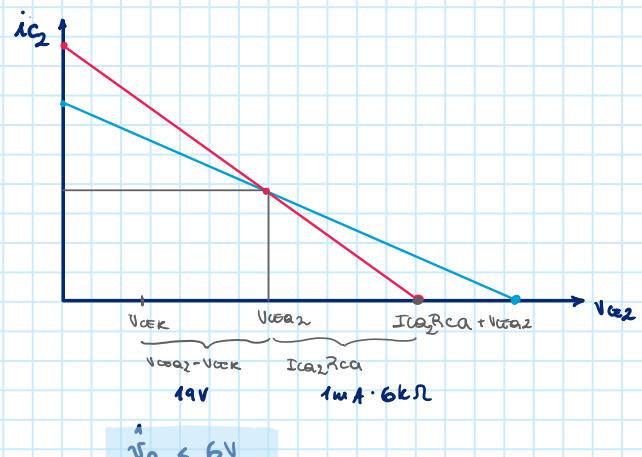


$$R_o \left(1 + g_m (34\Omega // R_{\pi 2}) \right)$$

c) Valor dc V_O máx sin recorte

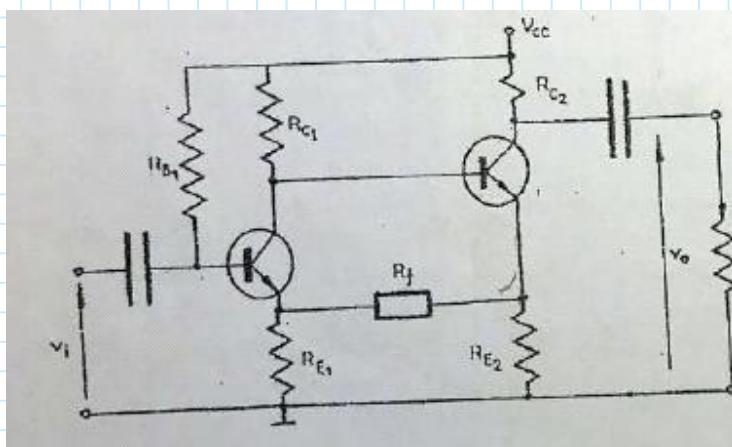


$$\hat{V}_o < 25\text{mV} \rightarrow \hat{V}_o < 6\text{V}$$



d) se reemplaza T₂ por un JFET

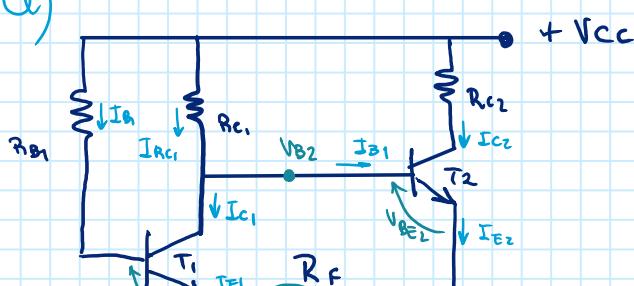
? JFET?



2.- a) Analizar cualitativamente, siguiendo el signo de los incrementos de la señal a través del lazo, el proceso de realimentación que se produce al conectar R_F en el circuito para la continua, justificando si estabiliza o no el punto de reposo.

b) Identificar los bloques en señal: amplificador, realimentador, generador y carga. Justificar qué muestrea y qué suma y si la realimentación es positiva o negativa.

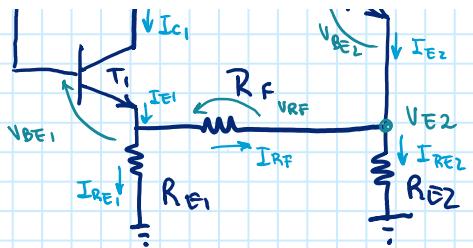
a)



Supongo q' ↑ β_i

$$\uparrow \beta_i \rightarrow \int I_{C1} \rightarrow \int I_{R_{C1}} \rightarrow \int V_{B2}$$

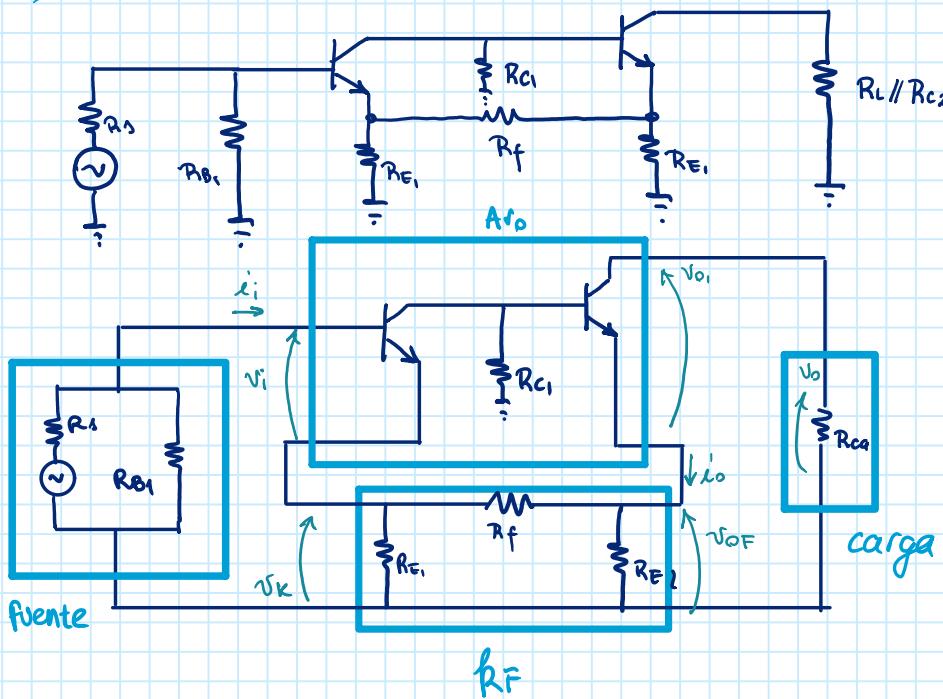
$$\Rightarrow \int V_{E2} (\text{V}_{BE} \approx \text{cte}) \Rightarrow \int V_{RF} \Rightarrow \int I_{RF}$$



$$\Rightarrow \sum V_{E2} (V_{BE} = \text{cte}) \Rightarrow \sum V_{RF} \Rightarrow \sum I_{c1}$$

No estabiliza el punto de reposo

b)

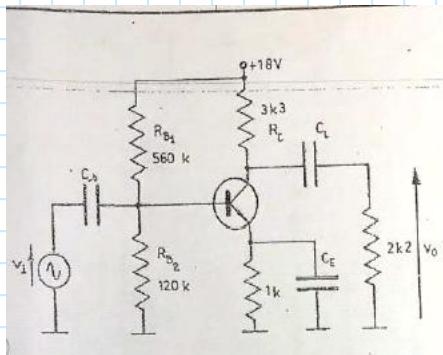


Huestreá corriente y suma tensión

r_F

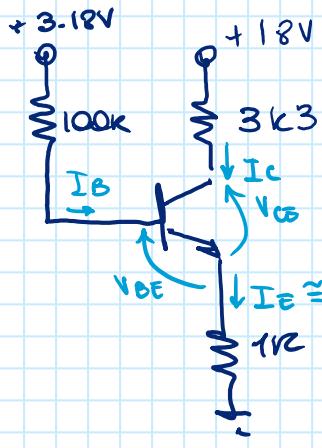
27/05/13

Wednesday, October 9, 2024 11:16 AM



- 1.- La señal de entrada resulta ser una senoidal de frecuencia tal, que su valor se encuentra en el rango de frecuencias medias. ¿Qué significa?
 a) Trazar las RCE y RCD. Calcular el punto de reposo (I_{CQ} , V_{CEQ}).
 b) Dibujar en forma aproximada las formas de onda que podría observarse en un osciloscopio (indicando los valores extremos *aproximados*) al medir V_0 , para $\hat{V}_i = 2,5\text{mV}$ y $\hat{V}_i = 250\text{mV}$.
 c) Repetir el punto b) si se producen las siguientes modificaciones al circuito, de a una por vez y siempre partiendo del circuito original.
 c1) Se cortocircuita C_E . c2) Se desconecta C_E .

a) Circuito de Polarización:



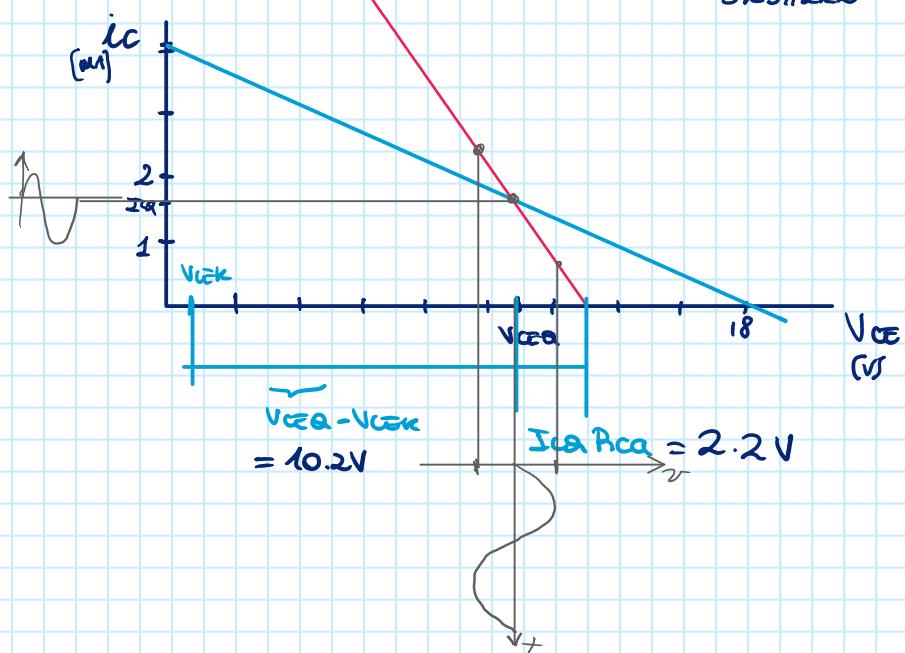
$$I_{CQ} = \frac{3.18V - 0.7V}{100k\Omega + 1k\Omega} = 1.65\text{mA}$$

$$V_{CEQ} = 18V - 4k3\Omega \cdot I_{CQ} = 10.9V$$

SUPONIENDO $\beta_{typ}=200$

$$I_C = \frac{18V - V_{CEQ}}{4k3}$$

$$i_C = \frac{V_{CEQ} - V_{CE}}{3k3/2k2} + I_{CQ}$$

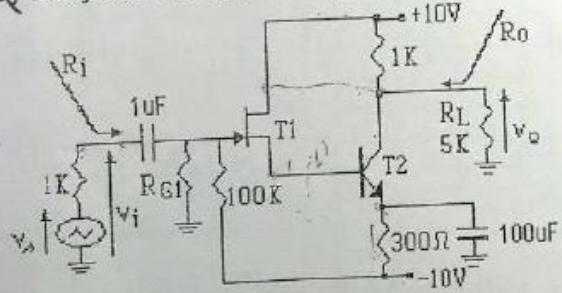


$$2.- B = 50 ; V_A \rightarrow \infty ; r_x = 100\Omega ; V_P = -1.5V ; I_{DSS} = 4 \text{ mA} ; r_{ds} \rightarrow \infty ; \lambda \equiv 0$$

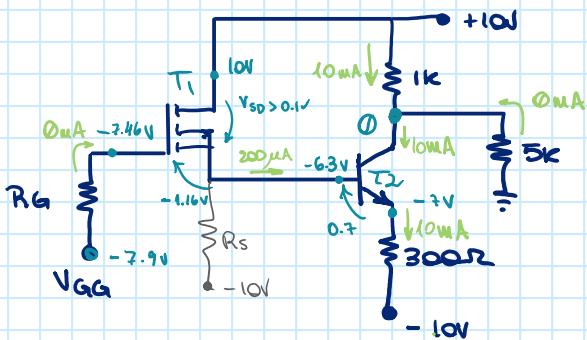
a) Hallar el valor de R_{G1} de modo tal de obtener una $V_{OQ} = 0 \text{ V}$.

b) Dibujar el circuito de señal para frecuencias medias sin reemplazar los transistores por su modelo circuital. Hallar las expresiones (justificando por inspección) y el valor de: las resistencias de entrada, de salida y de carga, así como la amplificación de tensión de cada etapa. Hallar R_i , R_o y A_v totales. Hallar $A_{vs} = V_o/V_s$.

c) Analizar cualitativamente cómo se modifican los valores de reposo y parámetros de señal si se conecta entre source y -10V una resistencia $R_{S1} = 2\text{ k}\Omega$.



a) Polarización:



$$I_D = 20 \mu\text{A} = k (V_{GS} - V_T)^2$$

$$V_{GS} = V_T - \sqrt{\frac{200 \mu\text{A}}{k}}$$

$$I_{DSS} = I_D \Big|_{V_{GS}=0} = k V_T^2$$

★ I-DSS

$$k = \frac{4 \text{ mA}}{2.25 \text{ V}^2} = 1.78 \frac{\mu\text{A}}{\text{V}^2}$$

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_T} \right)^2$$

$$V_{GS} = -1.5V + \sqrt{\frac{200 \mu\text{A}}{1.78 \mu\text{A}}} = -1.16V$$

$$V_{DS} = -0.335V$$

$$V_{GG} = -10V \cdot \frac{R_{G1}}{R_{G1} + 100k\Omega} = -7.46V \rightarrow \frac{1}{1 + \frac{100k}{R_{G1}}} = 0.746$$

$$R_{G1} = 100k\Omega \cdot \frac{\frac{1}{0.746} - 1}{\frac{1}{0.746} + 1} = 294 \text{ k}\Omega$$

$$\rightarrow R_{G1} = 436k \parallel 100k = 74k652$$

$Q_1 = 200 \mu\text{A}; 16.3V$

$Q_2 = 10 \text{ mA}; 7V$

Parámetros de señal

$$a_{m-} = 2\sqrt{k I_{DQ}}$$

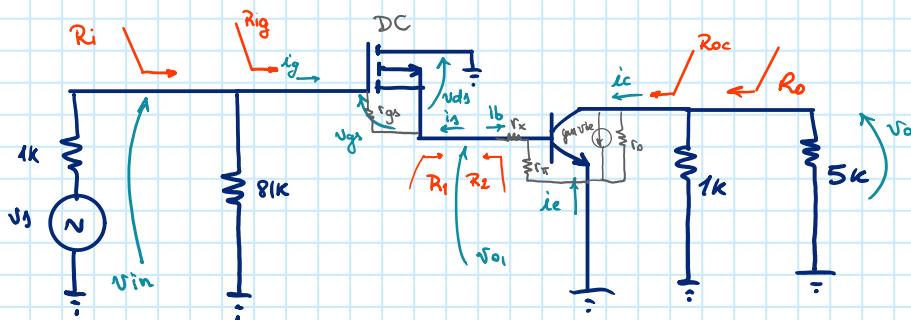
Parámetros de señal

	T_1	T_2
g_{m1}	1.19 m	0.4
r_{π}	-	125 Ω
r_o	∞	∞

$$g_{mT_1} = 2\sqrt{g_{m1} I_{DQ}}$$

$$r_o = \frac{1}{\lambda I_{DQ}}, \quad \frac{V_A}{I_{DQ}}$$

b) Circuito de señal para fmed:



R_{in} :

Voy de derecha a izq:

$$R_s = r_x + r_{\pi} = 100 \Omega + 125 \Omega = 225 \Omega$$

$$R_{ig} = r_{gs} + \frac{i_d}{i_g} \cdot R_1 = r_{gs}(1 + g_{m1} R_s) \rightarrow \infty$$

$$\beta_{NOSFET} = \frac{i_d}{i_g} = \frac{i_d}{i_g} \frac{V_{gs}}{V_g} = g_{m1} r_{gs}$$

$$R_i = R_g \parallel R_{ig} = R_g = 75 \text{ k}\Omega$$

★ βMOSFET

A_{v1} :

$$A_{v1} = \frac{V_{o1}}{V_i} = \frac{-i_1 R_1}{r_{gs} - i_1 R_1} = \frac{i_d R_1}{V_{gs} + i_d R_1} = \frac{R_1}{\frac{V_{gs}}{i_d} + R_1} = \frac{R_1}{g_{m1} + R_1} = 0,303$$

$$A_{v2} = \frac{V_o}{V_{o1}} = \frac{-i_c R_{ca}}{r_{be}} = -g_{m2} R_{ca} = -0,4 \cdot \frac{5 \text{ k}\Omega}{6} = -333$$

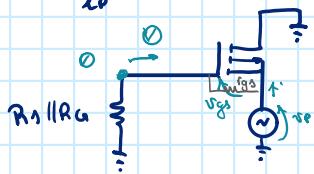
$$A_{VT} = \frac{-g_{m2} R_{ca} R_1}{g_{m1} + R_1} = -101$$

$$A_{v3} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_o}{V_i} \cdot \frac{V_i}{V_d} = A_{v1} \cdot T_1 = -101 \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = -101 \cdot \frac{81 \text{ k}\Omega}{81 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega} \approx -101$$

$$R_o = R_c // R_{oc}$$

R_{oc} :

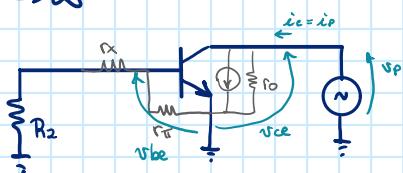
$$R_2 = \frac{r_o}{A_i}$$



$$R_2 = \frac{R_A // R_G + r_{ds}}{A_i} = \frac{R_s // R_G}{g_{ds} g_m} + \frac{1}{g_m}$$

$$R_2 = 840 \Omega$$

$$R_{oc} = r_o \rightarrow \infty$$



Pasivo $r_{be} \rightarrow g_{mr} r_{be} = 0 \rightarrow R_{oc} = r_o$

El otro caso \rightarrow abierto $\rightarrow i_b = 0 \rightarrow R_{oc} = r_o$

$$\text{loop de } r_o \rightarrow \frac{V_P}{i_o} = \frac{V_{CE}}{i_C} = r_o$$

$$R_o = R_{oc} // R_c = R_c = 1k \Omega$$

c) Se conecta R_s en el source.

Polarización: V_D sigue estando fija \times la condición impuesta, pero ahora $I_D \neq 200 \mu A$, si no que como aparece $I_{DS} \rightarrow I_D = I_S = 200 \mu A + I_{DS}$
 $I_D \leftarrow$ pero $V_{DS} = \text{cte}$

Señal: Ahora $R'_1 = R_s // R_1 \rightarrow R'_1$ disminuye ligeramente y $g_{m1}' < g_{m1} \Rightarrow A_V$ disminuirá

R_{in} no cambia

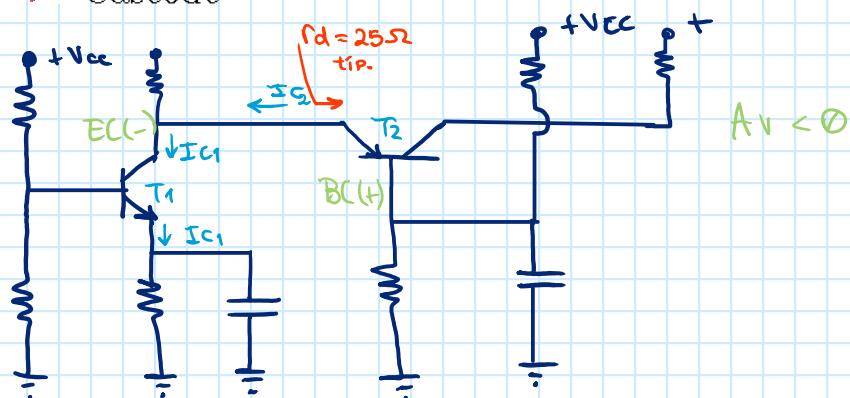
$R_{out} + r_o'$

$R'_2 = R_s // R_2 \rightarrow R'_2$ disminuye.

18/07/22 (en clase)

Wednesday, October 9, 2024 2:20 PM

Cascode



$$I_E = I_C + I_B = I_C \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \rightarrow I_C \text{ (MAD)}$$

$$I_{C1} = I_{C2}$$

$$g_{m1} = g_{m2}$$

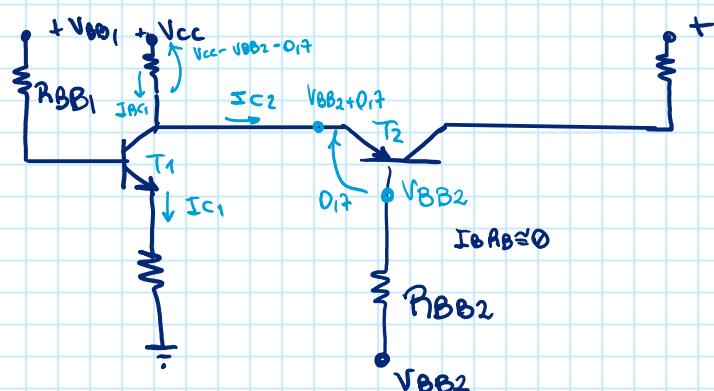
- $A_{V1} = -g_{m1} \cdot R_{in2} = -g_{m1} \cdot \frac{1}{g_{m2}} = 1$

- $A_{V2} = g_{m2} \cdot R_{ca}$
($R_{ca} \parallel R_L$)

- $A_{V_T} = -g_{m1} \cdot \frac{1}{g_{m2}} g_{m2} R_{ca} = -g_{m1} \cdot R_{ca}$ No depende del g_m del 2.

Tip: Siempre escribir la expresión de A_V para ver sus dependencias.

Polarización:

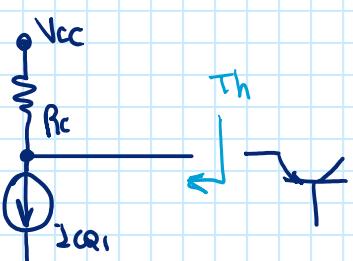


$$V_{BB} = V_{CC} - \frac{R_B2}{R_B1 + R_B2} \quad R_B = R_{B1} \parallel R_{B2}$$

$$I_{CA1} = \frac{V_{BB1} - V_{BF}}{\frac{R_{BB1}}{m} + R_E}$$

P

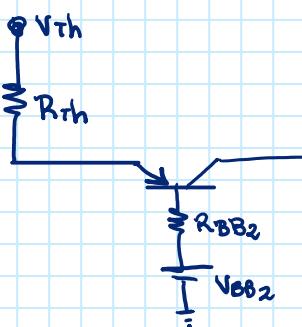
Otra forma:



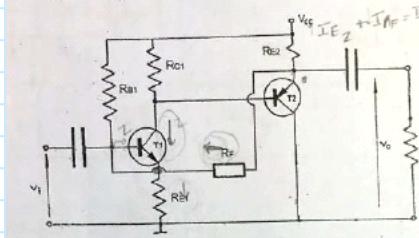
$$V_{Th} = V_{cc} - I_{cQ1} R_c$$

$$R_{Th} = R_c$$

\equiv

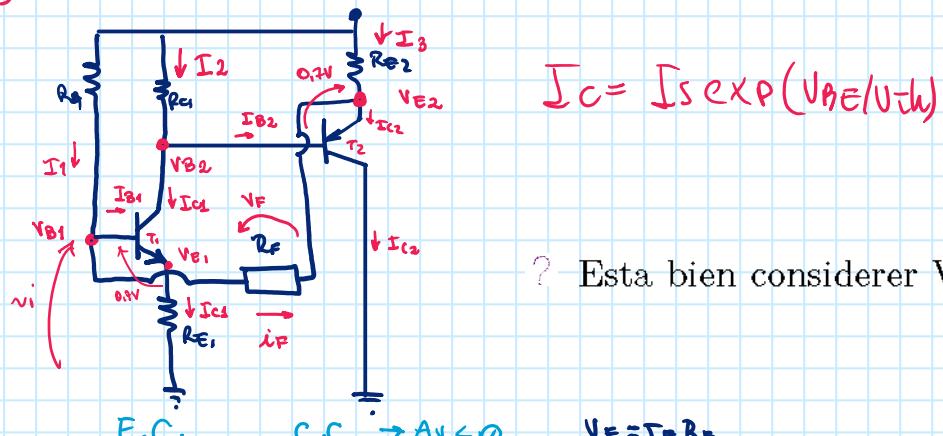


- 1.- a) Analizar, siguiendo los incrementos de los valores de reposo a través del lazo, si el agregado de R_F ayuda a estabilizar (o no) los puntos de reposo debido a la dispersión en el valor del β al reemplazar uno de los TB por otro del mismo tipo.



- b) Identificar los bloques del sistema realimentado en señal (a frecuencias medias) por la inclusión de R_F : amplificador, realimentador, generador y carga. Justificar qué muestrea y qué suma.
d) Analizar dónde debe conectarse el terminal de R_F a la entrada para invertir el signo de la realimentación.

1 a) Polarización



? Esta bien considerer $VBE = \text{cte}$?

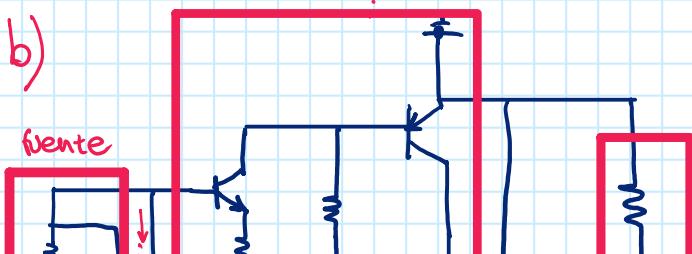
$$\begin{aligned} \uparrow \beta_1 &\rightarrow I_{C1} \rightarrow I_2 \rightarrow V_{B2} \rightarrow V_{E2} \rightarrow \\ &V_F \rightarrow I_F \rightarrow I_{B1} \rightarrow I_{C1} \end{aligned}$$

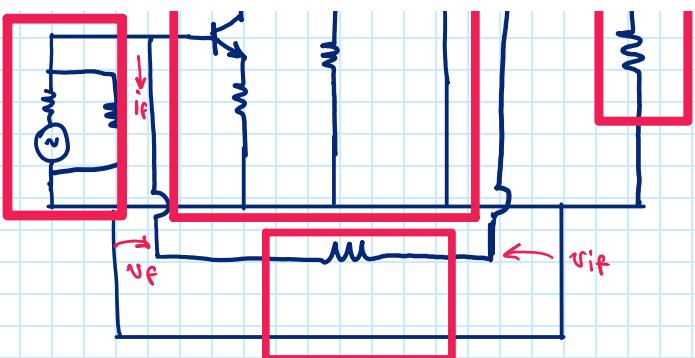
$$V_F = I_F R_F$$

$$\uparrow \beta_2 \rightarrow I_{C2} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_F \rightarrow I_{B1} \rightarrow I_{C1} \\ 2 \text{ catos} \quad I_3 \rightarrow 2V_{E2} \rightarrow V_F \end{array} \right.$$

$$\rightarrow I_2 \rightarrow V_{B2} \rightarrow V_{E2}$$

$$\rightarrow I_3 \rightarrow I_{C2}$$





MASI

A la salida tengo conectado en "paralelo" la entrada del realim., entonces, obtengo muestreando la tensión de salida

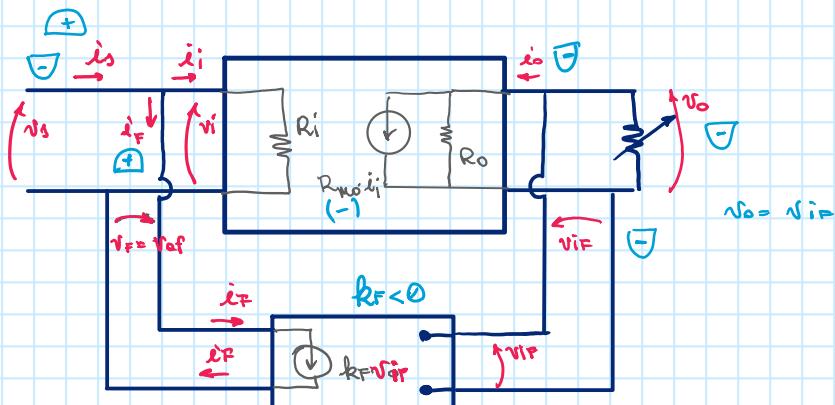
e introduciéndola a la entrada cero como? Bueno se observa q' esta el nodo

$$\begin{array}{c} i_s \rightarrow i_i \\ \downarrow i_F \end{array}$$

se suma corriente!

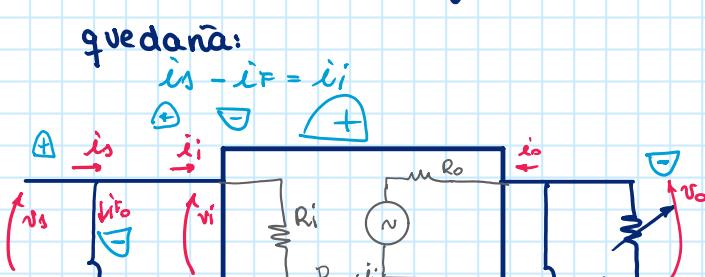
c) Necesito invertir el signo de la realim.

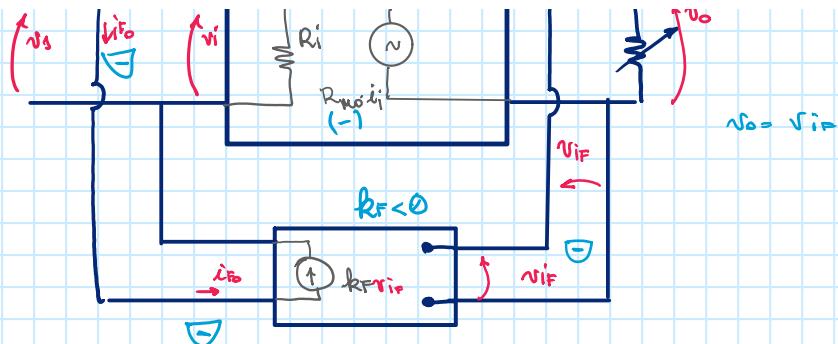
$$i_s - i_F = i_i$$



$$[k_F] = \frac{v_o}{i_F} \rightarrow [R_{mo}] = \frac{v}{i_A} R_{mo \cdot i_i}$$

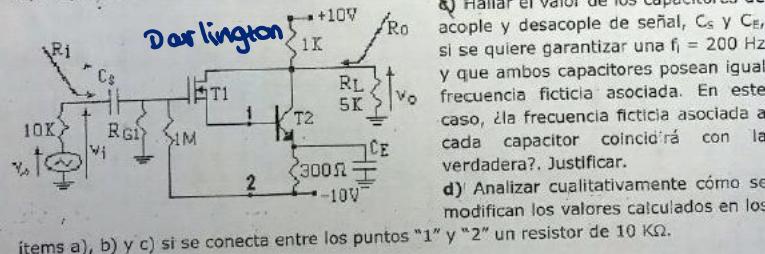
Si quiero invertir el valor de la realimentación, puedo invertir los cables, y quedaría:





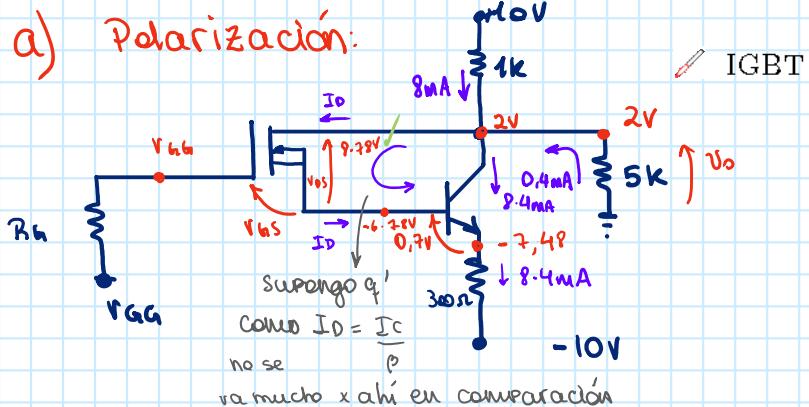
2.- Dada la siguiente configuración:
 $\beta = 50$; $V_A \rightarrow \infty$; $r_x = 100\Omega$; $V_T = -1,5V$; $k = 1 \text{ mA/V}^2$; $\lambda = 0$
 $C_p = 0,3 \text{ pF}$; $f_t = 300 \text{ MHz}$; $C_{gs} = 3 \text{ pF}$; $C_{gd} = 0,5 \text{ pF}$

- » Hallar el valor de R_{G1} de modo tal de obtener una $V_{OQ} = +2V$.
- » Dibujar el circuito de señal para frecuencias medias sin reemplazar los transistores por su modelo circuital. Hallar las expresiones (justificando por inspección) y el valor de: R_i , R_o y A_v totales. Hallar A_v .



- » Hallar el valor de los capacitores de acople y desacople de señal, C_s y C_e , si se quiere garantizar una $f_l = 200 \text{ Hz}$ y que ambos capacitores posean igual frecuencia ficticia asociada. En este caso, ¿la frecuencia ficticia asociada a cada capacitor coincidirá con la verdadera? Justificar.
- » Analizar cuantitativamente cómo se modifican los valores calculados en los items a), b) y c) si se conecta entre los puntos "1" y "2" un resistor de $10 \text{ k}\Omega$.

a) Polarización:



$$V_{GG} = -10V \cdot \frac{R_{G1}}{R_{G1} + 1M\Omega}$$

$$I_D = \frac{8.4mA}{50} = 0.168mA = K(V_{GS} - V_T)^2$$

$$V_{GS} = -1.5V + \sqrt{\frac{0.168mA}{1mA/V}} = -1.09V$$

$$\Rightarrow V_{GG} = -6.48V - 1.09V = -7.57V = -10V \cdot \frac{1}{1 + \frac{1M\Omega}{R_{G1}}}$$

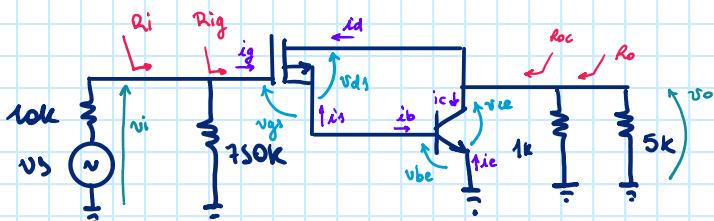
$$1 + \frac{1M\Omega}{R_{G1}} = \frac{10}{7.57} \Rightarrow R_{G1} = \frac{1M\Omega}{\frac{10}{7.57} - 1} = 3M\Omega \Rightarrow R_{G1} = \frac{3}{4} M = 750k$$

$$1 + \frac{1}{R_{in}} = 7.57 \rightarrow R_{in} = \frac{1M\Omega}{7.57 - 1} = 3M\Omega \rightarrow r_{in} = \frac{1}{4} M = 150k$$

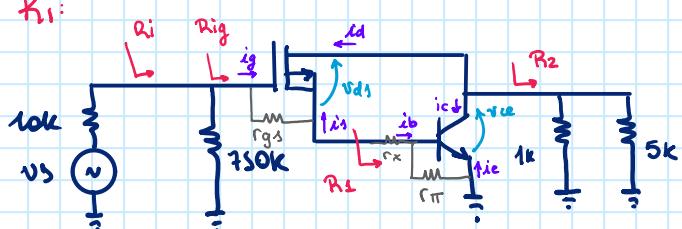
$$Q_2 = (9.48V, 8.4mA) \quad Q_1 = (8.78V, 0.168mA)$$

	$g_m [mA/V]$	$r_\pi [\Omega]$	$r_o [\Omega]$
T ₁	0,8	—	∞
T ₂	336	149	∞

b) Circuito de Señal en fred:



R_i:

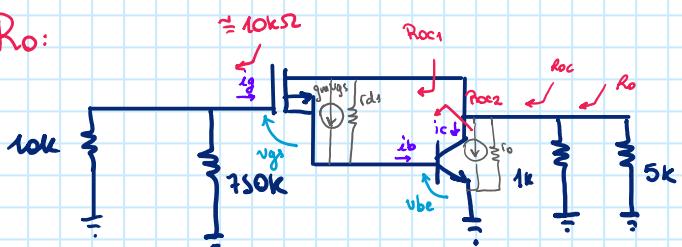


$$R_i = \frac{5}{6} k\Omega \quad R_L = r_\pi + r_x = 249 \Omega$$

$$R_{ig} = r_{gs} + \beta_{MOS} R_1 = r_{gs} + \frac{v_{gs} i_d}{v_{gs} i_g} R_1 \xrightarrow{v_{gs} \rightarrow \infty} R_1 = r_{gs} (1 + g_m R_1) \rightarrow \infty$$

$$R_i = 750k\Omega // R_{ig} = 750k\Omega$$

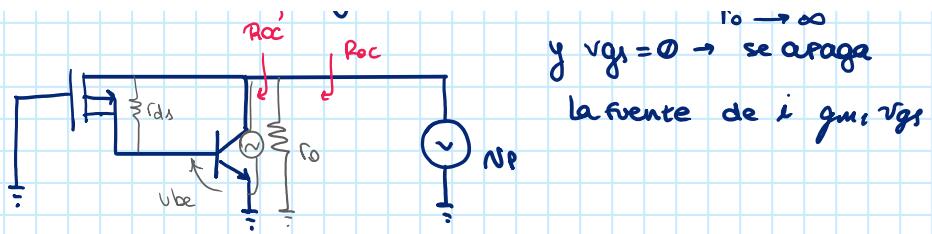
R_o:



Calculo la Ro del Darlington aislado: como $r_{ds} \rightarrow \infty$

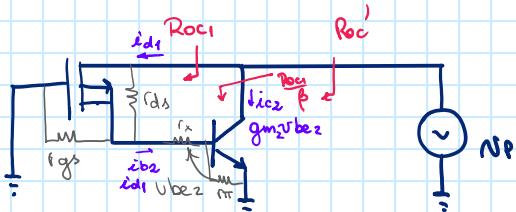


$$y v_{gs} = 0 \rightarrow \text{se apaga}$$



$r_0 \rightarrow \infty$
 $y v_{gs} = 0 \rightarrow$ se apaga
la fuente de i_{gms} , v_{gs}

$$R_{oc}' = R_{oc} // r_0 :$$



$$g_m z v_{be2} = g_m z r_{\pi} i_{b2} = \beta i_{b2} = i_{c2} = \beta i_{d1}$$

como la corriente i_{d1} es β veces +chica q'

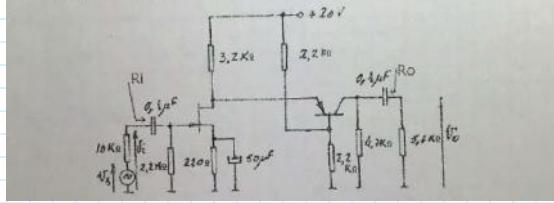
$i_{c2} \rightarrow$ desde el punto hacia abajo

se ve R_{oc1}/β , ya que $1/\beta$ veces.

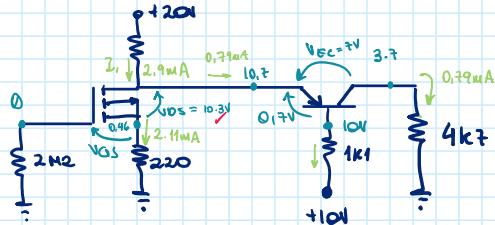
$$\Rightarrow r_0^* = r_0 // R_{oc1} // \frac{R_{oc1}}{\beta} =$$

$$R_{oc1} = r_{ds} \left[1 + g_{m1} (r_{gs} // r_x + r_{\pi}) \right] = r_{ds} \left[1 + g_{m1} (r_x + r_{\pi}) \right]$$

- 2) $\beta = 150$; $I_{DS} = 3.4 \text{ mA}$; $V_T = -2.2 \text{ V}$; $\lambda = 0.01 \text{ V}^2$; $V_A = 100 \text{ V}$; $r_s = 0.5 \Omega$
- Determinar los puntos de reposo, indicando las tensiones de los electronos contra común.
 - Dibujar el circuito de señal sin reemplazar los transistores por su modelo y obtener por inspección A_{vA} , R_o , A_{vA} a frecuencias medias.
 - Determinar la máxima amplitud de la tensión de salida sin recorte. Verificar en estas condiciones si recorta la primera etapa y obtener la correspondiente V_i pico máximo.
 - Justificar cualitativamente cuál de las siguientes dispersiones en los valores de parámetros afecta más la estabilidad en los valores de las corrientes de reposo: $\Delta I_{DS}/I_{DS}$ o $\Delta \beta/\beta$.



a) Polarización:



Suponemos q' $I_B \cdot 1k1 \ll 10^{-15} \rightarrow V_{BE}$ despreciable
 $\rightarrow V_B = 10V$

$$I_1 = \frac{20 - 10 \cdot \frac{1}{2}}{3k2} = 2.9 \text{ mA}$$

$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2 = I_{DSs} \left(\frac{V_{GS}}{V_T} - 1 \right)^2$$

$$\text{ME}_{T1}) \quad 0 = V_{GS} - I_D \cdot 220 \Omega = 0$$

$$V_{GS} = -I_D \cdot 220 \Omega = -0.46 + 2.2 = 1.7 \text{ V pico}$$

$$I_D = I_{DSs} \left(1 - \frac{I_D \cdot 220 \Omega}{2.2V} \right)^2$$

$$I_D = I_{DSs} - 2 I_{DSs} I_D \cdot 100 \frac{1}{\lambda} + I_{DSs} I_D^2 (100 \frac{1}{\lambda})^2$$

$$0 = I_{DSs} - I_D \left(1 + 2 I_{DSs} \cdot 100 \frac{1}{\lambda} \right) + I_{DSs}^2 I_D^2 (100 \frac{1}{\lambda})^2$$

$$I_{D1} = 0.047 \text{ mA} \quad I_{D2} = 2.11 \text{ mA}$$



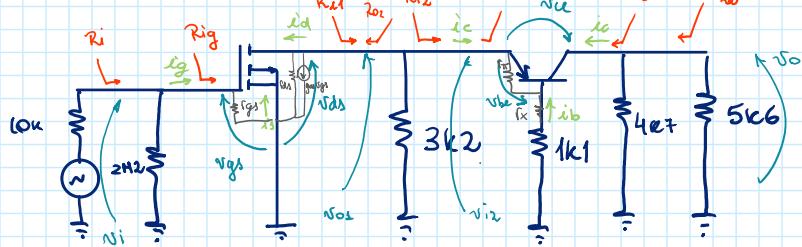
Q1: 2.11mA; 10.8V

	T1	T2
$f_{ul} [\text{Hz}]$	2.43	31.6
$r_o [\Omega]$	-	4k7
$r_o [2\Omega]$	47k	127k

Q2: 0.79mA; 7V

Parámetros de señal

b) Circuito de señal a freq.



R_{i1} : Vamos viendo de derecha a izq.

$$R_{i1} = r_x + r_\pi + 1k1 = r_{de} + 7.83 = 40 \Omega$$

R_{i1}: vamos viendo de derecha a izq.

$$R_{i2} = \frac{r_x + r_{\pi} + 1k1}{\beta} = r_{de} + 7.83 = 40\Omega$$

$$R_{i1} = 3k2 // 40 = 40\Omega$$

$$R_{ig} = \frac{v_{gs}}{i_g} = r_{gs} \rightarrow \infty$$

$$R_i = 2M2 // r_{gs} = 2M2$$

R_o: voy de izq a der.

R_{o2}: coloco fuente de prueba

$$R_{o2} = \frac{v_o}{i_o} = \frac{v_{ds}}{i_d} = r_{ds} = 47k5\Omega$$

$$R_{o1} = R_{o2} // 3k2\Omega = 47k5\Omega // 3k2\Omega = 3k5\Omega$$

$$R_{oc} = R_{o2} \left[1 + g_{m2} \left(R_{o1} // r_{\pi2} \right) \right] = R_{o2} \left[1 + \beta \frac{R_{o1}}{r_{\pi} + R_{o1}} \right] = 7M6\Omega$$

$$R_o = 4k7\Omega // R_{oc} = 4k7\Omega$$

A_v:

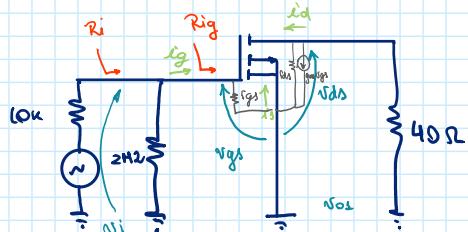
$$A_{v1} = \frac{v_{o1}}{v_{i1}} = \frac{-i_d R_{i1}}{r_{gs}} = -g_{m1} R_{i1} = -0.0936$$

$$A_{v2} = \frac{v_{o2}}{v_{i2}} = \frac{-i_c R_{ca}}{v_{be} - v_{re}} = \frac{i_c R_{ca}}{v_{be} + i_b R_E} = \frac{g_{m2} R_{ca}}{1 + \frac{R_E}{r_{\pi}}} = 65.4$$

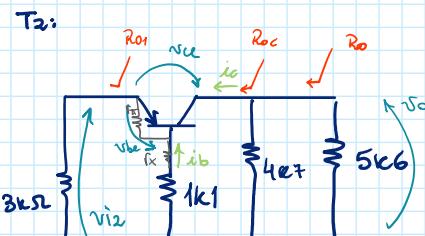
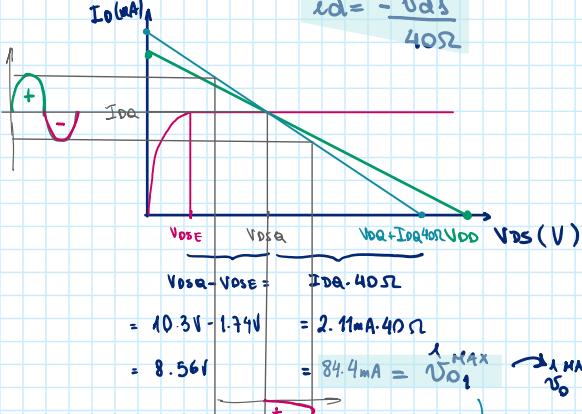
$$A_v = \frac{-g_{m2} R_{i2} g_{m1} R_{ca}}{1 + \frac{R_E}{r_{\pi}}} = \frac{-g_{m1} g_{m2} \left(R_S // \frac{r_x + r_{\pi} + R_E}{\beta} \right) R_{ca}}{1 + \frac{R_E}{r_{\pi}}} = -6.12$$

c) Para obtener V_{O MAX} hay que obtener la \hat{R}_C): $i_c(v_{ce})$ de cada transistor.

Para T₁:



$$i_D = -\frac{v_{ds}}{40\Omega}$$



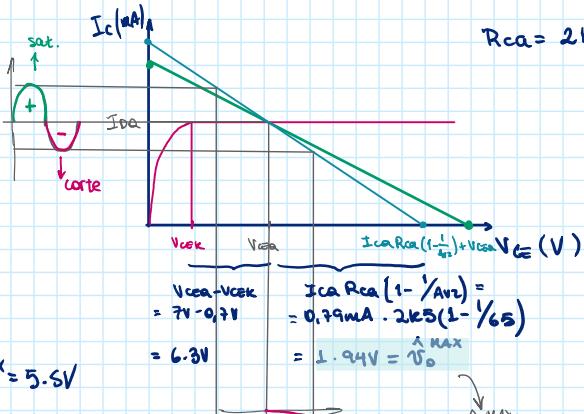
$$V_{ce} = V_o - v_{i2}$$

$$V_{ce} = V_o \left(1 - \frac{1}{A_{v2}} \right) =$$

$$V_{ce} = -i_c R_{ca} \left(\frac{1}{A_{v2}} \right)$$

$$i_c = -\frac{V_{ce} A_{v2}}{(A_{v2}-1) R_{ca}} \approx -\frac{V_{ce}}{R_{ca}}$$

$$R_{ca} = 2k6\Omega$$



$$= 9V \cdot 0.1 = 0.9V$$

$$= 8.56V$$

$$= 2.71V \cdot 0.0565L$$

$$= 84.4mA = \frac{I_{MAX}}{V_{O1}}$$

$$\rightarrow I_{MAX} = 5.6V$$

$$V_o = 901.7mV$$

recortará primero.

$$= 6.3V$$

$$= 1.94V = \frac{V_{MAX}}{V_o}$$

$$\rightarrow V_{o1}^{MAX} = 30mV (1.94/6.5)$$

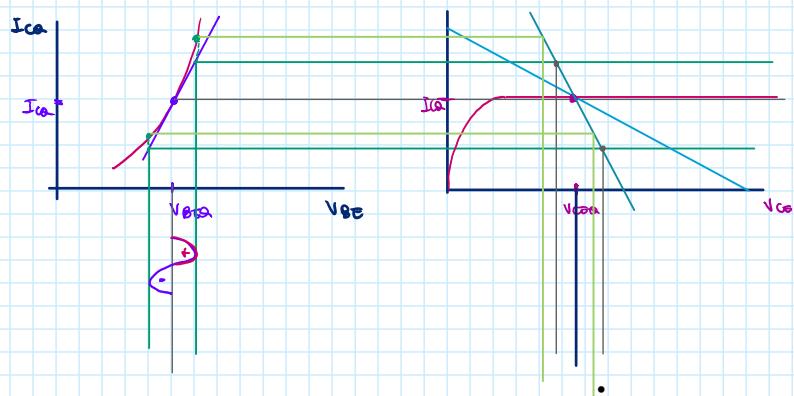
$$V_i^{MAX} = 320mV (1.94/6)$$

absolutos:

$$\frac{V_o}{V_o}^{MAX} = 1.94V$$

$$\frac{V_i}{V_i}^{MAX} = 320mV$$

Recortará en el $\frac{1}{2}$ ciclo inferior

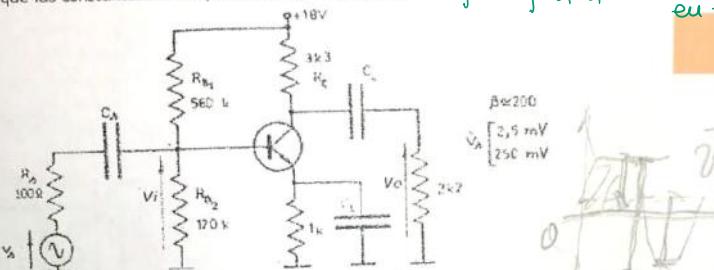


d) Que afecta $+\frac{\Delta \beta}{\beta}$ o $\frac{\Delta I_{SS}}{I_{SS}}$.

? Analizar. Hacer curvas con beta e Iss

1.- Para el circuito de la figura, se trabaja con una frecuencia tal, que el período de la señal es mucho menor que las constantes de tiempo asociadas a C_L , C_S y C_E . $\rightarrow f_s > f_{A,C_S,C_E}$

estamos en fred.

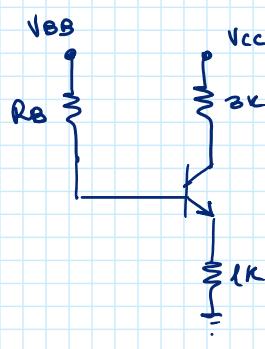


- a) Hallar las tensiones de los terminales del transistor contra común.
- b) Dibujar las formas de onda de V_o que podrían observarse en un osciloscopio para los valores de V_s indicados.
- c) Repetir a) y b) si C_E se desconecta del circuito original.
- d) Repetir a) y b) si se modifica R_{B2} a $12k\Omega$ en el circuito original.
- e) Repetir a) y b) si C_L se cortocircuita en el circuito original.

a) Polarización

se supone $H_T D$ y SAT

$$\left\{ \begin{array}{l} I_C = \beta I_D \\ I_E = I_C + I_D \approx I_C \end{array} \right. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V_{GS} > V_T \\ I_D = k(V_{DS} - V_T)^2 \end{array} \right.$$



$$R_B = 120k \parallel 560k = 100k\Omega$$

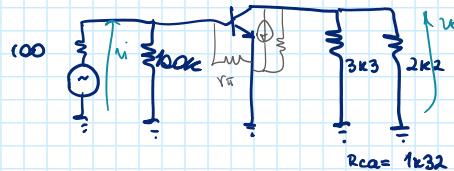
$$V_{BB} = 18V \cdot \frac{120k\Omega}{680k\Omega} = 3.2V$$

$$I_C = \frac{V_{BB} - 0.7}{R_B + 1k\Omega} = 1.67mA \rightarrow g_m = 66.7mA/V \quad r_e = 3k\Omega$$

P

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_E + R_C) = 10.93V$$

b) señal:



$$A_V = \frac{-i_C R_C}{r_{be}} = -g_m R_C = -66.7 \cdot 1.3 = -88$$

$$R_i = r_T / R_B = 3k \parallel 100k = 3k$$

$$A_{VI} = -A_V \cdot \frac{R_C}{R_E} \approx -88.$$

$$V_O^{HC} = I_{DQ} \cdot R_{CA} = 1.67mA \cdot 1k32 \approx \frac{10}{6} \cdot \frac{4}{3} = \frac{40}{18} \approx 2.22V \rightarrow v_i^{HC} = 22.3mV$$

$$v_O^{MS} = V_{CEQ} - V_{CEK} = 10.11V \rightarrow v_i^{MS} = 11mV \text{ Bueno q paga m}$$

cause. si saco CE en señal aparece RE $\rightarrow \downarrow A_V$. $A_V' = \frac{-i_C R_C}{r_{be} + i_C E} = \frac{-i_C R_C}{g_m + i_C R_E}$

si pongo en corto RE cambia el punto de sat $\rightarrow \uparrow I_C \downarrow V_{CE}$

$\uparrow g_m \uparrow A_V$. $A_V'' = -g_m' R_C$

Tuesday, October 15, 2024 4:16 PM

1.- Se tiene un amplificador con una transferencia a lazo abierto $A_0 = v_o/v_i > 0$, y resistencias de entrada y salida R_i y R_o , respectivamente. Se lo realimenta negativamente por muestreo y suma de tensión, mediante un realimentador de transferencia k . El sistema realimentado está cargado con una resistencia R_{ca} y recibe señal de un generador de tensión v_s .

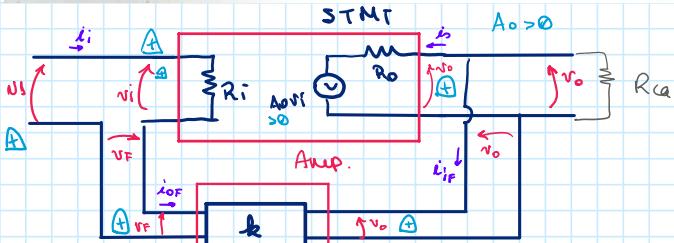
a)- Dibujar el esquema en bloques correspondiente. Definir como cociente de tensiones y/o corrientes, indicando en el diagrama todos los sentidos de referencia necesarios:

- o El factor de realimentación k .
- o La transferencia a lazo cerrado del sistema realimentado A .

Indicar sobre el diagrama los signos de los incrementos (o fases de señales alternas) de las distintas tensiones y corrientes para que la realimentación sea negativa, de acuerdo a los sentidos de referencia previamente fijados.

Justificar si k deberá ser > 0 ó < 0 .

b)- Hallar la expresión de $A = f(A_0, k)$. ¿A qué valor tiende A si $|A_0, k| > 1$? ¿Por qué se denomina a A parámetro estabilizado? Analizar a qué tipo de amplificador ideal tiende este sistema cuando se hace A_0, k suficientemente grande.



$$k_F = \frac{v_F}{v_o}$$

$$A_0 = \frac{v_o}{v_i} \quad A = \frac{v_o}{v_s}$$

$$k_F = \frac{v_F}{v_{iF}}$$

$$v_A - v_F = v_i \rightarrow \frac{v_o}{v_o} - \frac{v_F}{v_o} = \frac{v_i}{v_o}$$

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{A_0} + k_F$$

$$A = \frac{A_0}{1 + k_F A_0}$$

con $k > 0 \rightarrow$

$$v_A \rightarrow v_i \rightarrow v_o \rightarrow v_F \rightarrow v_i \rightarrow$$

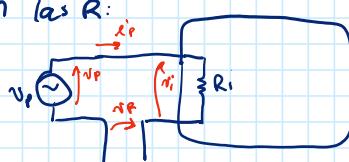
b) Si $|A_0 k_F| >> 1 \rightarrow A = \frac{A_0}{1 + k_F A_0} = \frac{A_0}{k_F A_0} = \frac{1}{k_F}$

A es denominado parámetro estabilizado ya que el realimentador hace que se vuelva independiente al dispositivo activo (amplificador) ya que este es lineal.

Análisis como cambian las R:

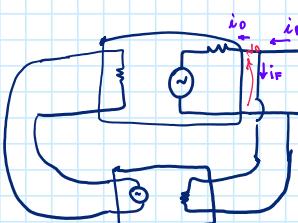
$$R_{ISR} = R_i = cte = \frac{v_i}{i_i}$$

$$R_{IR} = \frac{v_P}{i_P} = \frac{v_F + v_i}{i_i} > R_{ISR}$$



$$R_{OSR} = R_o = cte = \frac{v_o}{i_o}$$

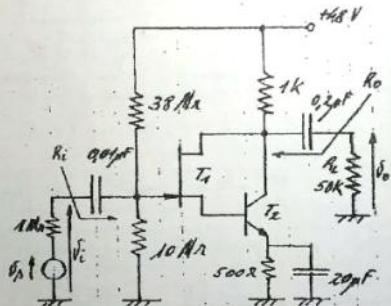
$$R_{OR} = \frac{v_P}{i_P} = \frac{v_o}{i_F + i_o} < R_{OSR}$$



Si $A_0 k$ es lo suficiente grande, $R_{IR} \rightarrow \infty$: Amplif. ideal de tensión.

Si R_{in} es lo suficiente grande, $R_{in} \rightarrow \infty$
 $R_{out} \rightarrow 0$: Amplif. ideal de tensión.

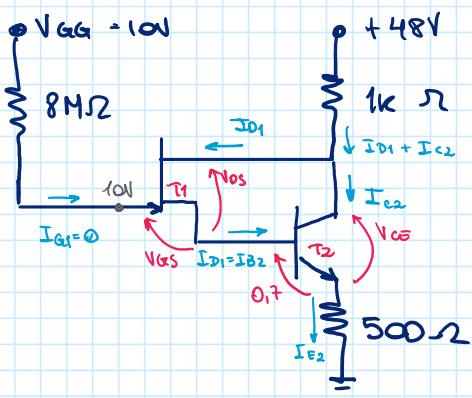
2. En el circuito de la figura se conoce: $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$; $V_T = -2 \text{ V}$; $\lambda = 0$; $\beta = 50$; $V_A \rightarrow \infty$



- a) Determinar los puntos de reposo, indicando la tensión de los terminales contra común.
 b) Dibujar el circuito de señal, sin reemplazar los transistores por su modelo. Calcular por inspección, justificando el procedimiento A_v , R_o , R_i y A_{op} .
 c) Analizar cuantitativamente cómo se modificarán los puntos de reposo y parámetros de señal calculados si se conecta entre source y común un resistor de 10 kΩ.

a) Reposo

IGBT 2



$$V_{GG} = 48V \cdot \frac{10}{48} = 10V$$

$$ME)_{T_2} 10V - V_{GS} - 0.7V - ? - I_{D2} \cdot 500 = 0 \rightarrow 10V - V_{GS} - 0.7 - IC_2 \cdot 500 = 0$$

$$MS)_{T_2} 48 - 1k(I_{D1} + IC_2) - V_{CE2} - 500 IC_2 = 0$$

$$ID_1 = ID_{SS} \left(\frac{V_{GS}}{V_T} - 1 \right)^2; \quad ID_1 = \frac{IC_2}{\beta}$$

$$IC_2 = \beta ID_1 = \frac{9.3V - V_{GS}}{500} \rightarrow ID_{SS} \left(\frac{V_{GS}}{V_T} - 1 \right)^2 = \frac{9.3V}{25000} - \frac{V_{GS}}{25000}$$

$$ID_{SS} \frac{V_{GS}^2}{V_T^2} - 2ID_{SS} \frac{V_{GS}}{V_T} + ID_{SS} = \frac{9.3V}{25000} - \frac{V_{GS}}{25000}$$

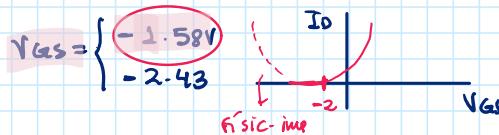
Suponemos

$$MAD: \beta \gg 1$$

$$\rightarrow I_E = I_C + I_B \approx I_C$$

Además, por el sentido

$$impuesto de IS, IS = ID$$



$$I_{C2} = \frac{9.34 + 1.6V}{500\Omega} = 21.8mA$$

$$ID_1 = 0.436mA$$

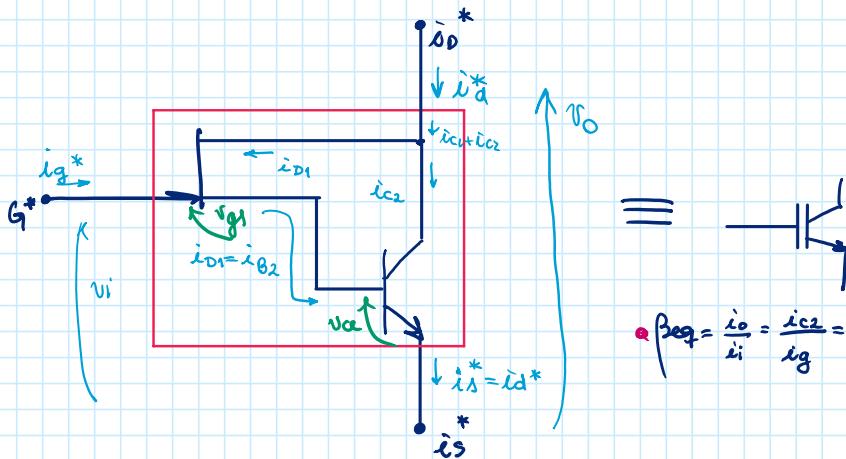
$$V_{CEQ} = 7.3V \quad V_{ds} = V_{cb} = 14.6V$$

$$I_{DSS} = k \cdot V_T^2$$

$$k = \frac{I_{DSS}}{V_T^2}$$

Parámetros de señal

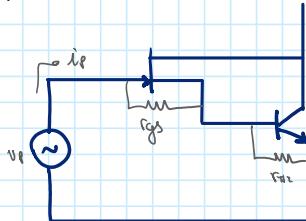
	g_m/g_i	r_{in}/r_{in}	r_o
T1	2.1	-	∞
T2	472	57	∞



$$\beta_{eq} = \frac{i_o}{i_i} = \frac{i_{c2}}{i_i} = \frac{\beta \cdot i_d}{i_g} = \beta \cdot \beta_{mos} = \beta_{eq,mos}$$

$$\bullet g_{mu}^* = \frac{i_o}{v_i} = \frac{i_c}{v_{ce} + v_{gs}} = \frac{1}{\frac{v_{ca}}{i_c} + \frac{v_{gs}}{\beta \cdot i_d}} = \frac{1}{\frac{1}{g_{m2}} + \frac{1}{\beta_{mos}}} = g_{m2} // \beta_{mos}$$

• R_{i^*} :

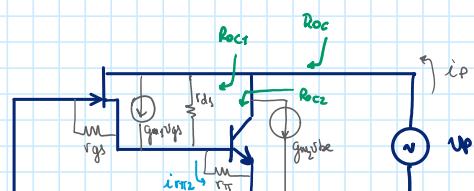
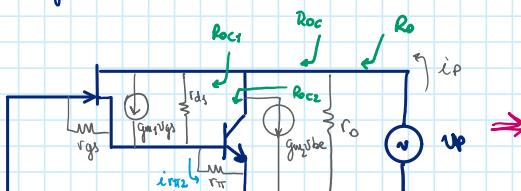


$$R_{i^*} = r_{gs} \left(1 + g_{m1} r_{pi} \right)$$

$$\bullet R_{o^*} = r_{ds} = i_b \cdot r_{pi} = i_d \cdot r_{pi} = \beta_{mos} \cdot r_{pi}$$

$$\beta_{mos} = g_{m1} \cdot g_{m2}$$

* R_o :



$$\bullet i_{RT2} = \frac{v_p}{R_{o1}} = v_{be} r_{pi} \rightarrow v_{be} = \frac{v_p r_{pi}}{R_{o1}}$$

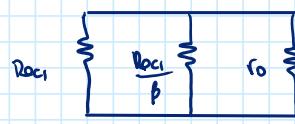
$$R_{o2} = \frac{v_p}{g_{m2} v_{be}} = \frac{v_p r_{pi}}{v_p \beta} = \frac{R_{o1}}{\beta}$$

$$\bullet g_{m2} v_{be} = \frac{g_{m2} r_{pi} v_p}{R_{o1}} = \frac{v_p \cdot \beta}{R_{o1}}$$

$$\bullet R_{o1} = r_{ds} \left(1 + g_{m1} \cdot r_{pi} \right)$$

emisor común con realiment.

Queda

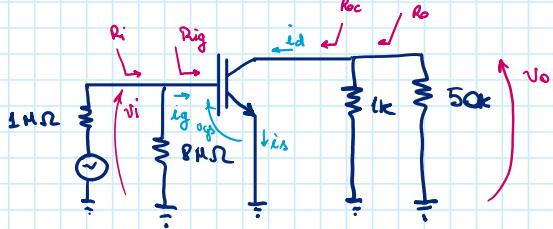


$$R_{o^*} = r_o // \left(R_{o1} // \frac{R_{o1}}{\beta} \right)$$

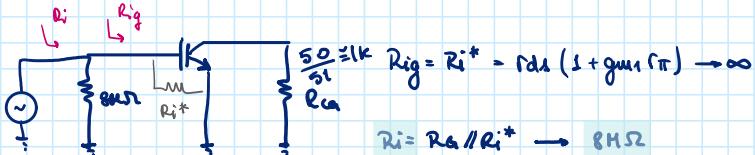
$$= r_o // \frac{R_{o1}}{\beta} = r_o // \frac{r_{ds}}{\beta} \left(1 + g_{m1} r_{pi} \right)$$

$$R_{o^*} = r_o // r_{ds} \left(\frac{1}{\beta} + \frac{g_{m1}}{g_{m1} r_{pi}} \right)$$

Señal:



R_i: Coloco fuente de prueba

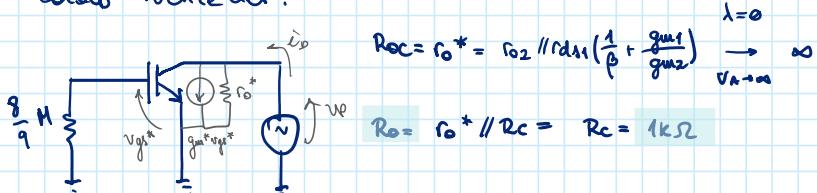


$$A_V = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-I_C R_{CA}}{V_{GS}} = -\frac{I_C}{V_i} \cdot R_{CA} = -g_{mu1}^* R_{CA} = -(g_{mu2}^* / g_{mu1}^*) R_{CA}$$

$$-\left(\frac{872 \text{ mA}}{\sqrt{V}} / 50 \cdot 2.1 \frac{\text{mA}}{\sqrt{V}}\right) \cdot 1 \text{ k}\Omega = -93.7$$

$$A_{VS} = A_V \cdot T_i = \frac{-(g_{mu2}^* / g_{mu1}^*) R_{CA} \cdot R_S}{R_S + R_S} = -93.7 \cdot \frac{8 \text{ M}\Omega}{8 \text{ M}\Omega} = -93$$

R_o: Coloco fuente de prueba:



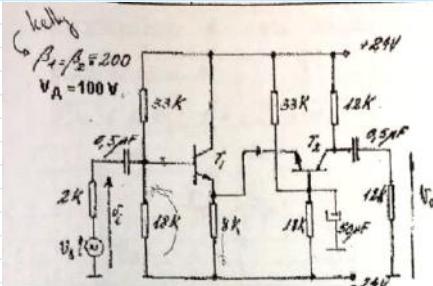
c) Se agrega una R_s entre source y común

POLARIZACIÓN: Ya no vale que ID1 = IB2 porque hay corriente que se va por R_s --> ID1 aumenta y como es despreciable la corriente que se va hacia la base, ID1 ~ IR_s. Al aumentar ID aumenta V_{gs} aunque en menor proporción ya que la relación es radical. V_{ce} se mantiene constante ya que IC2 no cambió mucho por lo q V_{ds} tampoco (V_{ds} = V_{ce} - V_{be}).

SEÑAL: Como aumenta ID1 --> gm1L --> AvL --> AvsL

20/10/17

Saturday, October 19, 2024 12:31 PM



1. a) Dibujar el circuito de continua e indicar en él todos los sentidos de referencia de tensiones y corrientes continuas. Determinar los respectivos puntos de reposo, indicando las tensiones de los electrodos contra común.

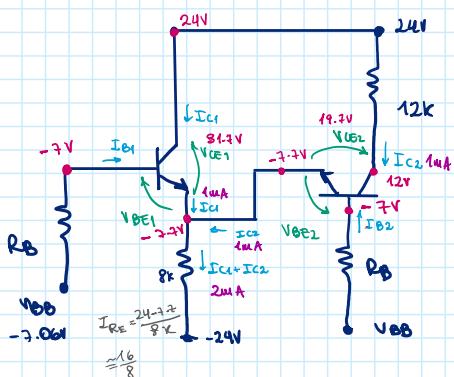
b) Dibujar el circuito de señal para frecuencias medias, sin reemplazar los transistores por su modelo. Definir, obtener las expresiones por inspección justificando el procedimiento y calcular la resistencia de entrada de cada etapa, la de carga para la señal de cada una, la A_v de cada una y los valores totales de A_v , R_i , R_o , A_{vs} .

c) Obtener la V_o pico máxima sin recorte en ambos semicírculos.

d) Justificar cualitativamente la dependencia de A_v y A_{vs} con el resistor equivalente de Thévenin $R_B(T_2)$, si se desconecta el capacitor de desacople de la base de T_2 .

Dicenos siempre repite el mismo ej lo hago
x ult. vez.

1a)



Supongo MAD

$$Ic1 = \beta I_B1, Ic2 = \beta I_B2$$

$$\begin{aligned} I_E1 &= I_C1 + I_B1, I_E2 = I_C2 + I_B2 \\ I_E1 &\approx I_C1 \quad I_E2 \approx I_C2 \end{aligned}$$

$$\rightarrow R_B = 18k\Omega / 33k\Omega = 1.1k\Omega$$

$$\rightarrow V_{BB} = 48V \cdot \frac{18k\Omega}{33k\Omega} - 24V = -7.06V$$

$$\text{Supongamos que } I_B1 \cdot R_B \ll V_{BB}$$

$$I_B2 \cdot R_B \ll V_{BB}$$

Mallas de Polarización:

$$1) V_{BB} - \frac{Ic1}{\beta} R_B - V_{BE1} - (Ic1 + Ic2) R_E + 24V = 0$$

$$2) V_{BB} - \frac{Ic2}{\beta} R_B - V_{BE2} - (Ic1 + Ic2) R_E + 24V = 0$$

Ambas tienen la misma malla de entrada

$$Ic1 = Ic2 = 1mA \quad I_B \cdot R_B = 5\mu A \cdot 12k\Omega = 0.06V \ll 1-7.06V$$

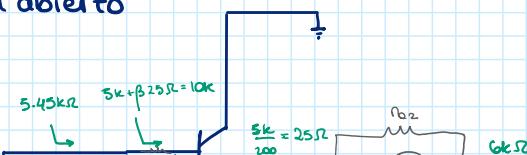
despreciable ✓

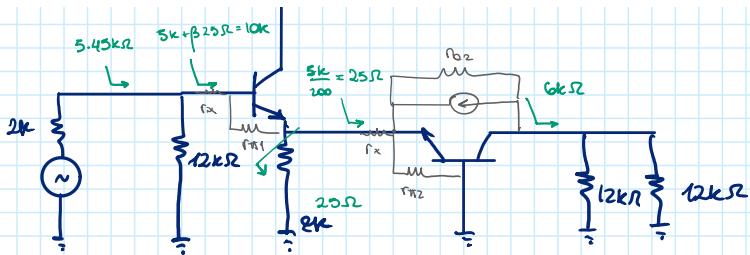
$$Q_1: V_{CE1} = 31.7V \quad Ic1 = 1mA$$

$$Q_2: V_{CE2} = 19.7V \quad Ic2 = 1mA$$

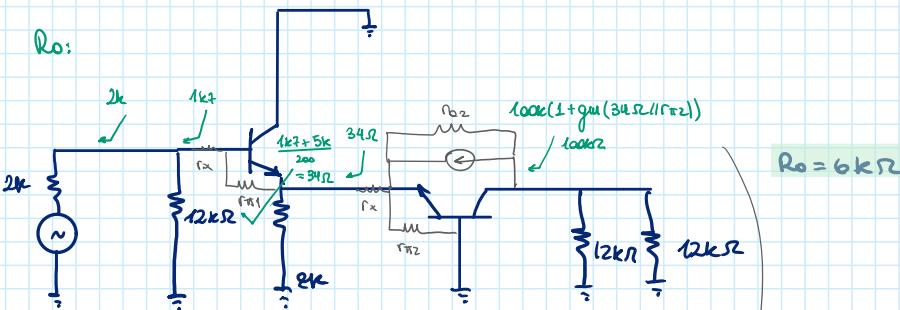
	g_m / mA	$r_f [k\Omega]$	$r_o [k\Omega]$
T1	40	5	100
T2	40	5	100

b) fmed: Las impedancias de los CAP externos son lo suficientemente bajos como para considerarlos un corto y las Z_{CIN} de los cintínseos a los T son lo suf altas como para considerarlos un abierto

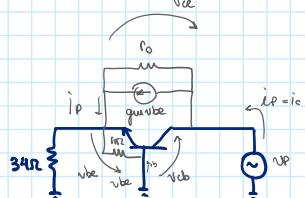




$$R_i = 5k5\Omega$$



$R_{oe}:$



$$\begin{aligned} i_p &= gm v_{be} + i_o = gm v_{be} + \frac{v_o}{R_o} = gm v_{be} + \frac{v_o}{R_o} - \frac{v_e}{R_o} \\ v_e &= i_p (34\Omega / R_\pi) \\ v_{be} &= -v_e = -i_p (34\Omega / R_\pi) \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} &= -gm i_p (34\Omega / R_\pi) + \frac{v_o}{R_o} + \frac{i_p (34\Omega / R_\pi)}{R_o} \\ \frac{v_o}{v_p} &= R_o \left[1 + gm (34\Omega / R_\pi) \right] + (34\Omega / R_\pi) \rightarrow R_o \left(1 + \frac{\beta 34\Omega}{34\Omega + R_\pi} \right) \rightarrow R_o \end{aligned} \right\}$$

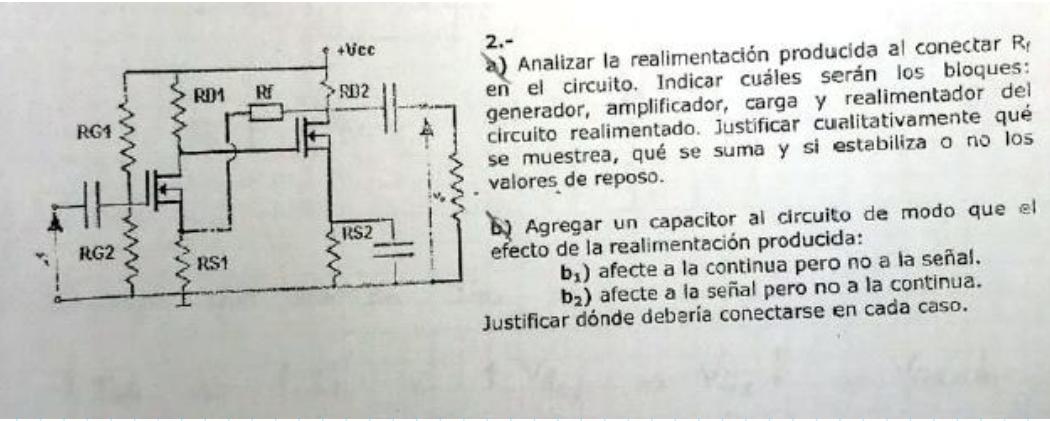
$$A_{v1} = \frac{v_o}{v_i} = \frac{i_c 25\Omega}{v_{be} + i_c 25\Omega} = \frac{25\Omega}{\frac{1}{gm} + 25\Omega} = 0.5$$

$$A_{v2} = \frac{v_o}{v_{in}} = \frac{-i_c \cdot 6k\Omega}{-v_{be}} = gm_2 \cdot 12k\Omega = 40 \cdot 6 = 240 \quad \text{Si estuviese conectado } R_{E2} \rightarrow$$

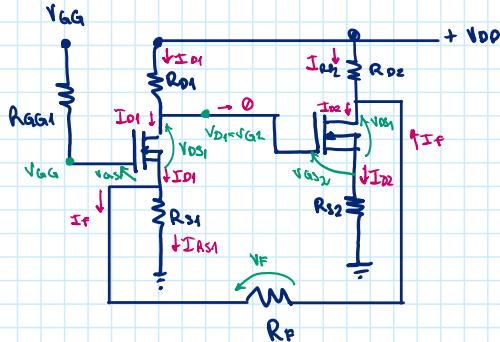
$$Av = Av_1 \cdot Av_2 = 120$$

$$Av_2 = \frac{-i_{C2} R_{C2}}{-v_{BE2} - i_{C2} R_E} = \frac{R_{C2}}{\frac{1}{gm_2} + R_E} \quad Av_2 \downarrow$$

No lo voy a hacer completo xq hay cosas + impos q practicar



Polarización



swonganos q' cambianas $T_1(k_1)$ oor $T_1'(k_1')$
 $k_1 < k_1'$

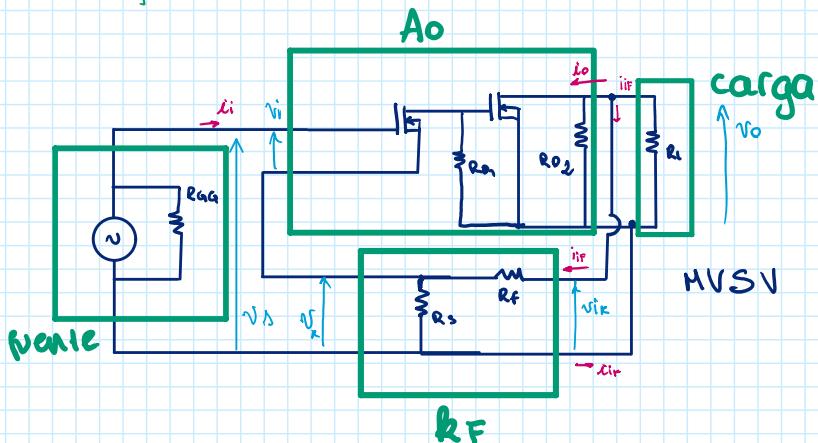
$$\begin{aligned} \rightarrow I_{D1} &\rightarrow V_{G2} \rightarrow V_{GS2} \rightarrow I_{D2} \rightarrow \\ \rightarrow I_f &\rightarrow I_{RS1} \rightarrow \\ V_{S1} &\rightarrow V_{GS1} \rightarrow I_{D1} \end{aligned}$$

otra forma: $k_2' > k_2$

$$\begin{aligned} \rightarrow I_{D2} &\rightarrow I_f \rightarrow I_{RS1} \rightarrow V_{S1} \rightarrow \\ V_{GS1} &\rightarrow I_{D1} \rightarrow V_{G2} \rightarrow V_{GS2} \rightarrow I_{D2} \end{aligned}$$

Realimentación Negativa

Bloques:



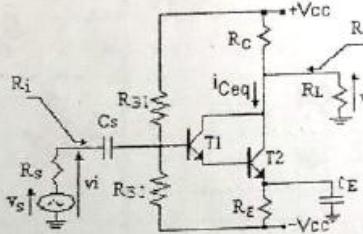
Se muestre a tensión: La entrada de f_F está conectada en \parallel a la salida de A_0 con el fin de muestrear v_o y sumarla de algún modo a la IN.

Se suma tensión: La salida del realimentador introduce una tensión v_k q' se suma a la entrada: $v_s - v_k = v_i$

Las corrientes se mantienen igual. Si

- b₁) Que la R_{on} afecte a la continua pero no a la señal: C en \parallel a R_s que en continua sea abierto, en señal cortocircuite a R_s y mande R_F a la carga
- b₂) Afecte a la señal pero no a la continua: un CAP en serie a R_F de Z_c suficientemente chica en señal como para ser considerado corto, y que en continua se abra.
y con R_s que hago?

2.- $V_{CC} = \pm 6V$; $R_{B1} = 400k\Omega$; $R_{B2} = 200k\Omega$; $R_E = 250\Omega$; $R_C = 500\Omega$; $R_L = 5k\Omega$; $R_S = 10k\Omega$; $C_S = 10\mu F$; $C_E = 100\mu F$; $\beta = 100$; $r_x = 0\Omega$; $V_A = 100V$



- a) Obtener los puntos de reposo de ambos transistores.
- b) Dibujar el circuito de señal a frecuencias medias. Obtener los parámetros del modelo de señal del transistor equivalente de T1-T2 (g_m^* , r_x^* , r_o^*) y hallar, utilizando dicho modelo, las expresiones por inspección de R_i , R_o , A_v y A_{v_s} .
- c) Determinar el valor de la frecuencia de corte inferior aproximada f_c .

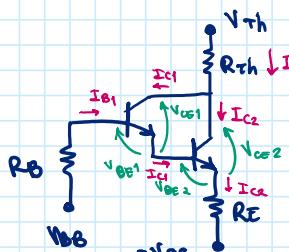
d) Analizar cualitativamente, cómo se modifican los valores de reposo y señal, si:

- d₁) se reemplaza T1 por un JFET canal N en igual configuración.
- d₂) se reemplaza T2 por un JFET canal N en igual configuración.

a) Polarización:

$$V_{BB} = 12V \cdot \frac{200k\Omega}{600k\Omega} - 6V =$$

$$V_{Th} = V_{CC} \cdot \frac{R_L}{R_E + R_C} = 6V \cdot \frac{5k}{5k + 500} \approx 5.45V$$



$$V_{BB} = 12V \cdot \frac{1}{3} - 6V = -2V$$

$$R_{EB} = 200k\Omega // 400k\Omega = 133k\Omega$$

$$ME) V_{BB} - \frac{R_B I_{C2}}{f^2} - 2V_{BEON} - I_{C2} R_E + V_{CC} = 0$$

$$I_{C2} = \frac{V_{BB} - 2V_{BEON} + V_{CC}}{R_E} = \frac{4V - 1.4V}{250\Omega} = 10mA$$

$$HS 2) V_{Th} - I_{C2} R_{Th} - V_{CE2} - I_{C2} R_E + V_{CC} = 0 \quad I_{C2} = \frac{2.6V}{250\Omega} \approx 10mA$$

$$V_{CE2} = V_{Th} - I_{C2}(R_{Th} + R_E) + V_{CC}$$

$$V_{CE2} = 5.45V - 10mA(454\Omega + 250\Omega) + V_{CC}$$

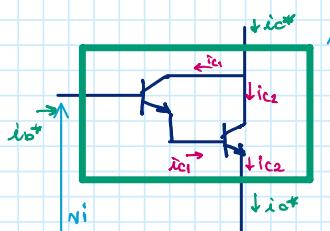
$$V_{CE2} = 4.4V$$

$$V_{CB2} = V_{CE2} - V_{BE2} = 4.4 - 0.7 = 3.7V$$

Parámetros de señal:

	$g_m [\mu A/V]$	$r_\pi [M\Omega]$	$r_o [\Omega]$
T1	4	25k	1M
T2	400	250	10k

Equivalente de Darlington:



se tiene que $i_{B1}^* = I_{C2}$ $\beta^* = \frac{i_{C2}}{i_{B1}} = \frac{i_{C2}\beta}{i_{B1}} = \frac{i_{B1}\beta^2}{i_{B1}} = \beta^2$

$$i_{B1}^* = i_{B1}$$

$$v_{BE1}^* = v_{BE1} + v_{BE2} = i_{B1} r_{\pi 1} + i_{B2} r_{\pi 2} = i_{B1} r_{\pi 1} + \beta i_{B1} r_{\pi 2} = i_{B1} (r_{\pi 1} + \beta r_{\pi 2}) = i_{B1} (1 + \beta) r_{\pi 2} = 2 v_{BE1}$$

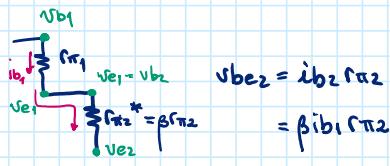
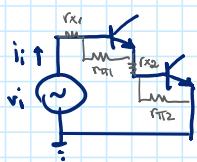
$$g_{m1}^* = \frac{i_{B1}}{v_{BE1}} = \frac{i_{C2}}{v_{BE1} + v_{BE2}} = \frac{1}{\frac{v_{BE1}}{i_{B1}} + \frac{v_{BE2}}{i_{B2}}} = \beta g_{m2} // g_{m1} = \frac{\beta g_{m2}}{\beta + 1} = 0.2$$

$$\gamma_1^* = \frac{\gamma_1}{\beta} :$$

$$\text{como } g_{m2} = \frac{I_{C2}}{V_{Th}} = \beta \frac{I_{C1}}{V_{Th}} = \beta g_{m1}$$

Darlington

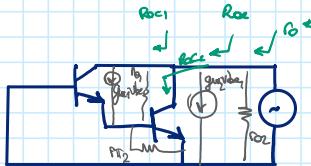




$$r_{i^*} = r_{pi1} + \beta r_{pi2} = 2r_{pi1} = 50k$$

$$r_{pi2} = \frac{V_{th}}{I_{B2}} = \frac{V_{th}}{\frac{V_{th}}{\beta I_{B1}}} = \frac{V_{th}}{\beta I_{B1}} = \frac{r_{pi1}}{\beta}$$

$$r_o^* = \frac{v_o}{i_o} :$$



$$R_{o2} = \frac{v_p}{i_{gen}}$$

$$i_{gen} = g_{m2} v_{be2}$$

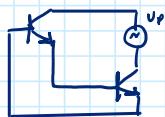
$$v_{be2} = i_{B2} r_{pi2} = \frac{v_p}{R_{o2}} \cdot r_{pi2}$$

$$R_{o2} = \frac{v_p}{g_{m2} v_p \cdot r_{pi2}} = \frac{R_{o1}}{\beta}$$

$$i_{B2} = \frac{v_p}{R_{o1}} = \frac{v_{be2}}{r_{pi2}} \Rightarrow v_{be2} = \frac{v_p r_{pi2}}{R_{o1}}$$

$$R_{o1} = \frac{v_p}{i_g} = \frac{R_{o1}}{\beta}$$

R_{o1}:



$$i_P = g_{m1} v_{be1} + i_{D1} = g_{m1} v_{be1} + \frac{v_p}{R_{o1}} = \frac{v_o}{R_{o1}},$$

$$v_E = i_C r_{pi2} = i_P r_{pi2}$$

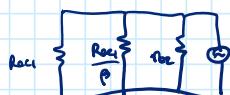
$$v_{be} = -v_E$$

$$i_P = -i_P g_{m1} r_{pi2} + \frac{v_p}{R_{o1}} = \frac{i_P r_{pi2}}{R_{o1}}$$

$$\frac{v_p}{i_P} = R_{o1} \left(1 + g_{m1} r_{pi2} \right) + r_{pi2}$$

$$R_{o1} = 2R_{o1} + r_{pi2} \rightarrow 2R_{o1}$$

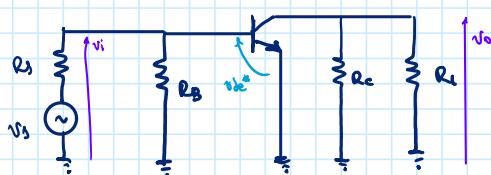
Queda:

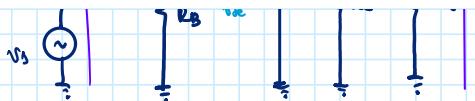


$$R_o^* = R_{o1} // \frac{R_{o2}}{\beta} // R_{o1} = \frac{2R_{o1}}{\beta} // R_{o2} = 2R_{o2} // R_{o1} = \frac{2}{\frac{1}{R_{o1}} + \frac{1}{R_{o2}}}$$

Piden calcular A_v, A_vS, R_o, R_i:

Señal:





$$R_{iB} \approx 50\text{ k}\Omega$$

$$R_i = 133\text{ k}\Omega // 50\text{ k}\Omega = 36\text{ k}\Omega$$

$$R_{oE} \approx r_o = 6\text{ k}\Omega$$

$$R_o = 6\text{ k}\Omega // 500\text{ }\mu\text{F} = 465\text{ }\Omega$$

$$A_V = -g_m \cdot R_{CA} = -0,24 \cdot 45452 \approx -100$$

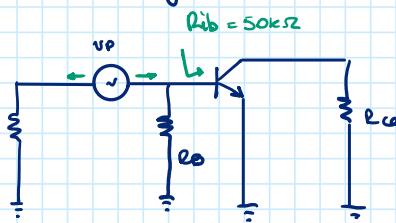
$$A_{V2} = A_V \cdot T_2 = -g_m \cdot R_{CA} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = -100 \cdot \frac{36\text{ k}\Omega}{46\text{ k}\Omega} = -78$$

$$A_{V3} = g_m \cdot R_{CA} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = -100 \cdot \frac{36\text{ k}\Omega}{46\text{ k}\Omega} = -78$$

Análisis pequeña señal:

Suponemos que los polos introducidos por los CTP están a más de una década de diferencia, así se puede estudiar x separado cada caso. Mientras analizo un CTP, los otros actúan como en fijo (corto).

Cs: para obtener R_{CS} vista desde C_S , allí se coloca V_P y se pasiva la fuente:

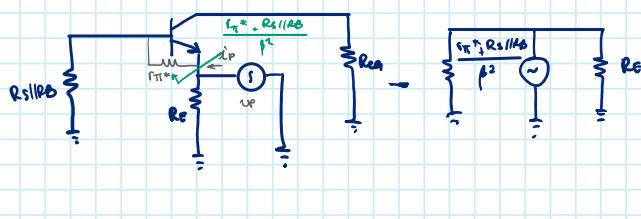


$$R_{CS} = R_{iB} + R_s = 46\text{ k}\Omega$$

$$Z_S = C_S \cdot R_{CS} = 10\text{ }\mu\text{F} \cdot 46\text{ k}\Omega = 460\text{ m}\Omega$$

$$f_S = \frac{1}{2\pi \cdot 460\text{ m}\Omega} = 0.36\text{ Hz}$$

C_E:



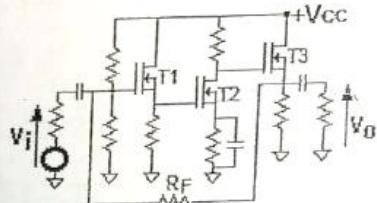
$$R_{CE} = \frac{50\text{ k}\Omega + 9\text{ k}\Omega}{10^4} // 250\text{ }\Omega = 6\text{ }\Omega$$

$$Z_E = 100\text{ }\mu\text{F} \cdot 6\text{ }\Omega = 600\text{ }\mu\text{s}$$

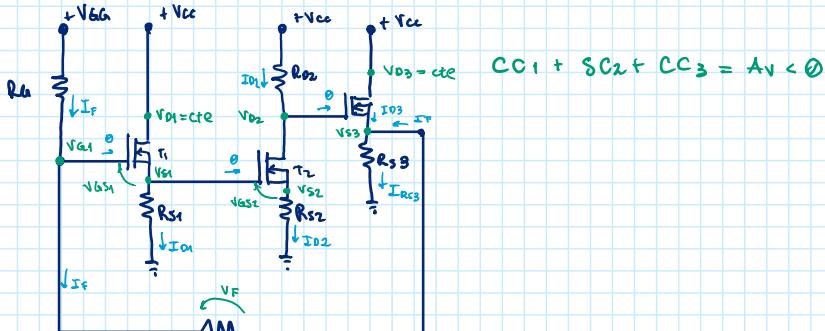
$$f_E = \frac{1}{2\pi \cdot 600\text{ }\mu\text{s}} = 265\text{ Hz}$$

$$f_I = 265\text{ Hz} \quad \text{ficticia}$$

1. Admitir que todos los MOSFETs de canal inducido están polarizados en la zona activa de trabajo ($V_{DS} > V_{DSsat}$), y que R_F es mucho mayor a cualquiera de los resistores del circuito.
- Justificar, mediante un análisis de incrementos, si la realimentación dada por R_F estabiliza el punto de reposo de los transistores, ante la dispersión del parámetro "k" de T1.
 - Justificar cómo se podría modificar el circuito para que la realimentación dada por R_F afecte solamente a la señal.
 - Dibujar el circuito de señal a frecuencias medias, indicar qué muestra y qué suma la realimentación del lazo que cierra R_F , definiendo los bloques correspondientes al amplificador, realimentador, generador y carga. Analizar mediante el comportamiento de incrementos de señal a través del lazo, si la realimentación es positiva o negativa.

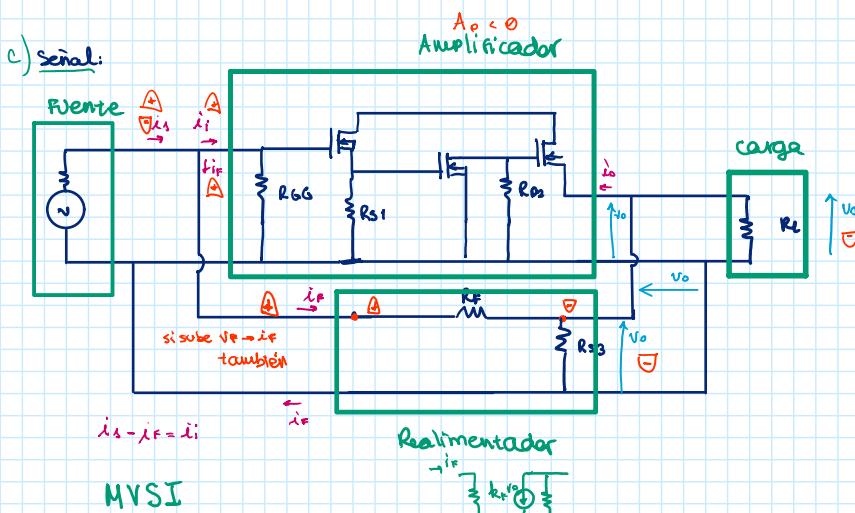


1a)



$$\begin{aligned} \uparrow k_1 \rightarrow \downarrow I_{D1} \rightarrow \downarrow V_{G1} = V_{G2} \rightarrow \downarrow V_{GS2} \\ \downarrow I_{D2} \rightarrow \downarrow V_{D2} = V_{G3} \rightarrow \downarrow V_{GS3} \rightarrow \downarrow I_{D3} \rightarrow I_{D3} + I_F = I_{R3} \\ \rightarrow \downarrow I_{R3} \rightarrow \downarrow V_{S3} \rightarrow \downarrow V_F \rightarrow \downarrow I_F (V_F = I_F \cdot R_F) \\ \rightarrow \downarrow V_{G1} \rightarrow \downarrow V_{GS1} \rightarrow \downarrow I_{D1} \text{ estabiliza } Q_1. \end{aligned}$$

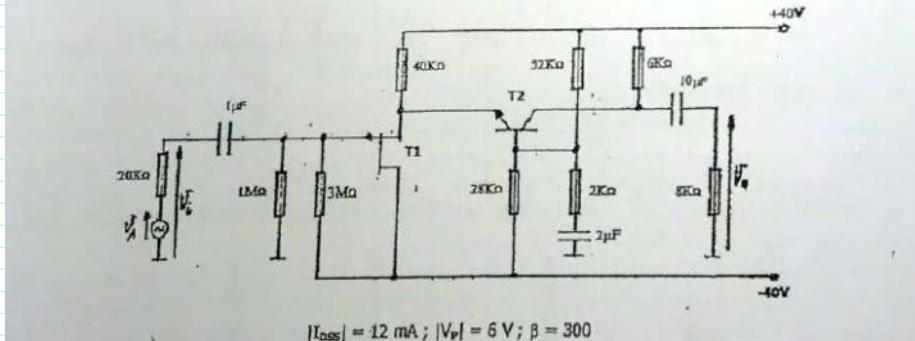
- b) Se coloca C en serie con R_F , cosa tal de que $Z_C = \frac{1}{2\pi f C}$ sea lo suficiente pequeño como para ser considerado un corto.



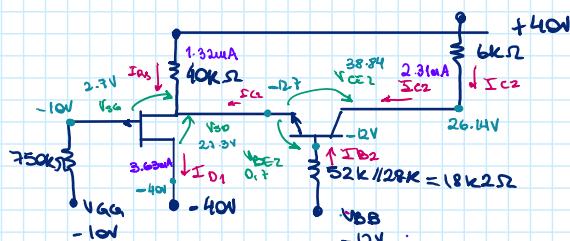
MVISI

La entrada del Realim. está conectada en // a la salida

2. a) Determinar el punto de reposo de cada etapa y las tensiones de los tres electrodos respecto de común.
 b) Dibujar el circuito de señal a frecuencias medias, sin reemplazar los transistores por su modelo. ¿Qué significa "frecuencias medias"? Obtener por inspección, justificando el procedimiento los valores de A_v , R_t (vista desde el generador de entrada), R_o (vista desde la carga) y A_{os} .
 c) Obtener por inspección el valor de la frecuencia de corte inferior aproximada f_i .
 d) Analizar cuantitativamente cómo varían las corrientes y tensiones de reposo si se reemplaza el resistor de $40\text{ k}\Omega$ por uno de $10\text{ k}\Omega$.



a) Polarización:



$$V_{AGE} = -40 \text{ V} \cdot \frac{1 \text{ M}\Omega}{4 \text{ M}\Omega} = -10 \text{ V}$$

$$V_{BB} = 80 \text{ V} \cdot \frac{2 \text{ k}\Omega}{80 \text{ k}\Omega} - 40 \text{ V} = -12 \text{ V}$$

Supongo

$$R_{B2} \cdot I_{B2} \ll V_{BB}$$

$$\rightarrow V_{B2} \approx V_{BB}$$

$$I_{D1} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_T} \right)^2 = 12 \text{ mA} \left(1 - \frac{2.7 \text{ V}}{6 \text{ V}} \right)^2 = 3.63 \text{ mA}$$

para que $V_{GS} < V_T \rightarrow V_T = 6 \text{ V}$
 y se cumpla saturación.

$$I_{C2} = 3.63 \text{ mA} - 1.32 \text{ mA} = 2.31 \text{ mA}$$

$$Q_1: I_{D1} = 3.63 \text{ mA}, V_{SD} = 27.3 \text{ V}$$

$$Q_2: I_{C2} = 2.31 \text{ mA}, V_{CE} = 38.84 \text{ V}$$

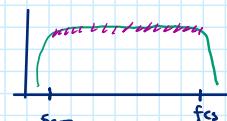
$$\frac{I_{C2}}{V_{TH}} / \sqrt{\frac{I_{DSS} \cdot I_{DSS}}{V_T^2}}$$

	$g_m [\mu\text{A/V}]$	$r_{\pi} [\Omega]$	$r_o [\Omega]$
T ₁	2.2		∞
T ₂	92.4	3 k Ω	∞

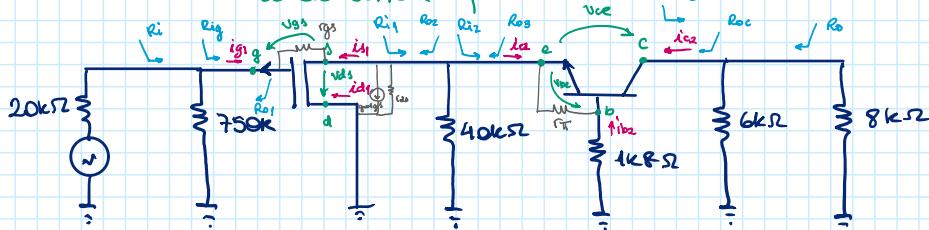
Valores típicos
propuestos al
no informar valor.

$r_{\pi} \rightarrow \infty$

b) Frecuencias medias: rango de f donde el fotómetro que mantiene estable o dentro de un error.



Circuito de señal a f med:



Lí: Ponemos fuente de prueba en donde está la entrada y ramas de derecha a izq.

$$R_{i3} = 6 \text{ k}\Omega // 8 \text{ k}\Omega = 3 \text{ k}45 \text{ }\Omega$$

$$R_{i2} = \frac{r_{\pi} + 1k\Omega}{p} = \frac{1}{g_{m2}} + \frac{1k\Omega}{p} = 11\Omega + 6\Omega = 17\Omega$$

$$R_{i2} = 40k\Omega // R_{i2} = 17\Omega$$

$$R_{ig} = r_{gs} + \beta \cdot g_{m2} \cdot R_{i2} = r_{gs} + r_{gs} g_{m2} R_{i2} = r_{gs} (1 + g_{m2} R_{i2})$$

$$R_i = R_a // R_{ig} = 750k\Omega // r_{gs}(1 + g_{m2} R_{i2}) \rightarrow 750k\Omega$$

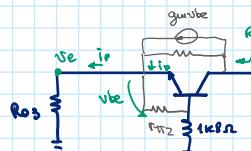
R_o: se coloca V_P en la carga, se pasiva V_I y se vuelve de daria izq.

$$R_{o1} = R_s // R_a = 20k\Omega // 750k\Omega \approx 20k\Omega$$

$$R_{o2} = \frac{r_{gs} + R_{o1}}{\beta \cdot g_{m2}} = \frac{1}{g_{m2}} + \frac{R_{o1}}{r_{gs} g_{m2}} \approx \frac{1}{g_{m2}} = 454\Omega$$

$$R_{o3} = R_{o1} // R_{o2} = 20k\Omega // 454\Omega = 454\Omega$$

R_{oc}: coloco fuente de prueba:



$$R_{oc} = \frac{V_p}{I_p}$$

$$I_p = g_{m2} V_{be} + i_{ds} = -g_{m2} I_p R_{o3} // R_{pi2} + \frac{V_p}{R_{o2}} - I_p \frac{R_{o3} // (R_{pi2} + R_{oe})}{R_{o2}}$$

$$V_{ce} = V_p - V_e$$

$$V_e = I_p R_{o3} // (R_{pi2} + R_{oe})$$

$$V_{be} = -V_e \quad (V_b = 0)$$

$$R_{oc} = r_o \left[1 + g_{m2} R_{o3} // (R_{pi2} + R_{oe}) \right] + R_{o3} // (R_{pi2} + R_{oe})$$

$$R_{oc} \rightarrow r_o \left[1 + g_{m2} R_{o3} // (R_{pi2} + R_{oe}) \right]$$

$$R_o = R_c // R_{oc} = 6k\Omega // \left[1 + g_{m2} R_{o3} // (R_{pi2} + R_{oe}) \right] \rightarrow 6k\Omega$$

$$\underline{A_V}: A_{v1} = \frac{V_{o1}}{V_i} = \frac{-i_{ds1} \cdot R_{i2}}{V_{gd}} = \frac{i_{ds1} R_{i2}}{V_{gs} - V_{ds1}} = \frac{i_{ds1} R_{i2}}{V_{gs} - V_S} = \frac{R_{i2}}{\frac{V_{gs} - V_S}{i_{ds1}}} = \frac{R_{i2}}{\frac{1}{g_{m2}} + R_{i2}}$$

$$A_{v1} = \frac{17\Omega}{\frac{1}{2.2 \frac{mA}{V}} + 17\Omega} = 0.036$$

$$A_{v2} = \frac{V_o}{V_{o1}} = \frac{-i_{ds2} \cdot R_{i2}}{-V_{be} + V_b} = \frac{R_{i2}}{\frac{1}{g_{m2}} + \frac{R_{oe}}{\beta}} = \frac{6k\Omega // 8k\Omega}{0.24 \frac{mA}{V} + \frac{1k\Omega}{300}} = 204$$

$$V_b = -i_{ds2} R_{oe}$$

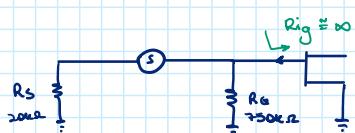
$$A_V = A_{v1} \cdot A_{v2} = \frac{R_{i2} \cdot R_{i2}}{(\frac{1}{g_{m2}} + R_{i2})(\frac{1}{g_{m2}} + R_{oe}/\beta)} = 7.3$$

$$A_{vf} = A_V \cdot \frac{R_i}{R_i + R_o} = A_V \cdot \frac{750k\Omega}{770k\Omega} = 7.15$$

c) Análisis en bajas frecuencias:

Supongo q las f_C de C/C están separadas x al menos 1 déc y analizo el efecto de C/C x separado, colocando V_P allí y pasivando el efecto del resco (en fred \rightarrow C_{ext} \rightarrow corto)

Busco R_{CS} :

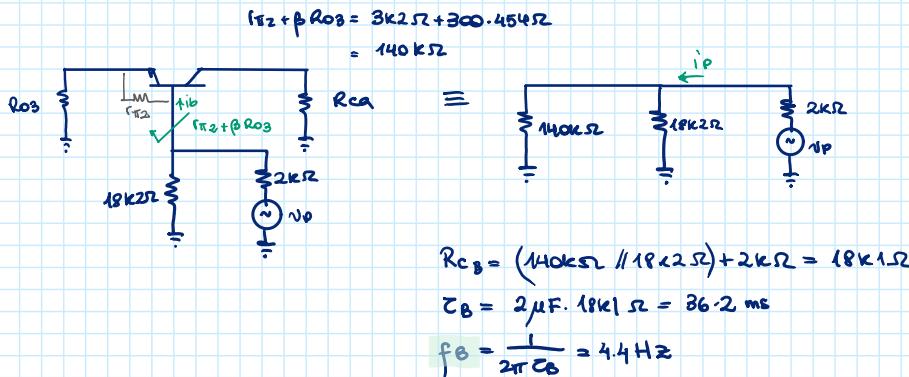


$$R_{CS} = R_S + R_G = 20k\Omega + 750k\Omega = 770k\Omega$$

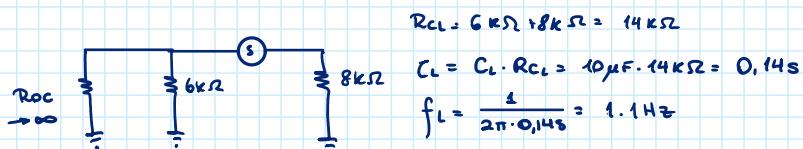
$$C_S = 1\mu F \cdot 770k\Omega = 770\text{ nS}$$

$$f_S = \frac{1}{2\pi C_S} = 0,21\text{ Hz}$$

Busco R_{CB} :



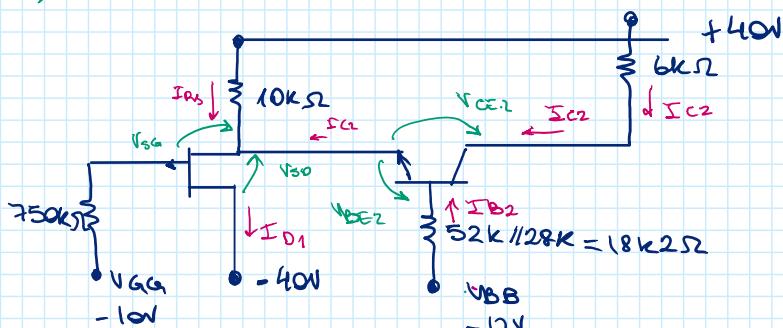
R_{CL} :



$$f_I = 4,4\text{ Hz} + 1,1\text{ Hz} + 0,2\text{ Hz} = 5,7\text{ Hz}$$

Los sumo ya que son parecidos y de esta forma me cubro.

d) Cambio R_{S1}



$$V_{BB} = 0,7 \text{ (casi cte)}$$

$$I_{RS} = \frac{40 - V_S}{R_S}$$

$$I_{RS} \rightarrow I_{RS} \xrightarrow{\text{I}} I_{B1} \xrightarrow{\text{I}} I_{C1} \xrightarrow{\text{I}} I_{C2} \xrightarrow{\text{I}}$$

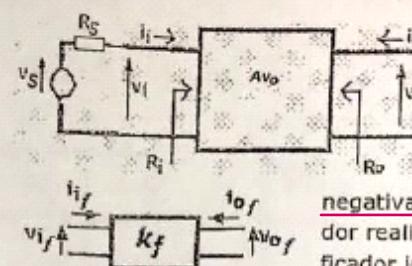
$$I_{C2} \xrightarrow{\text{I}} V_C \xrightarrow{\text{I}} V_{CE2} \xrightarrow{\text{I}}$$

$$V_{SD} = 80V - I_{RS} \cdot R_S$$

V_{SD} no cambió mucho

20/11/15

Sunday, October 20, 2024 7:13 PM



1.- Se posee un amplificador con carga R_L y excitado con un generador de señal (v_s ; R_s) como se muestra. Se conocen las resistencias R_i y R_o y la transferencia $Av_o > 0$ a frecuencias medias. Se requiere realimentarlo negativamente mediante el bloque " k_f ", de modo tal que el amplificador realimentado Av (amplificador + realimentador), tienda a un amplificador ideal de tensión.

a) ¿Qué parámetro se muestrea y cuál se suma para obtener las características descriptas en el amplificador realimentado?

b) Dibujar el circuito del amplificador realimentado completo, realizando las conexiones de modo que permita cumplir con las necesidades. Definir la transferencia "k" del realimentador con la relación de variables necesaria en este caso, indicando qué signo debe tener para que la realimentación sea negativa. Obtener la expresión de Av en función de Av_o y k_f . Justificar qué propiedades es conveniente que posea la red " k_f " para no incidir sobre el comportamiento de la salida del amplificador.

c) Justificar cuantitativamente siguiendo los incrementos a través del lazo, cómo se modifican los valores de las resistencias de entrada y salida en el amplificador realimentado, R_{if} y R_{of} , (aumentan, disminuyen o permanecen inalterados) respecto de R_i y R_o .

Nota: Respetar los sentidos de referencia indicados en los diagramas

a) Se debe muestrear tensión y sumar tensión para lograr lo pedido. Se muestrea la salida de tensión del AMP para luego sumarla como tensión a la salida.

b) Me da raja dibujarlo

$$\text{pero } V_S - V_{IF} = V_I$$

$$V_{OF} = V_O$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{V_I}{V_O} = A_V \\ \frac{V_I}{V_O} = A_{V_o} \\ \frac{V_{IF}}{V_{OF}} = k_f \end{array} \right. \Rightarrow \frac{V_S}{V_O} - \frac{V_{IF}}{V_{OF}} = \frac{V_I}{V_O}$$

$$\frac{1}{A_V} - \frac{k_f}{A_{V_o}} = \frac{1}{A_{V_o}}$$

$$A_V = \left(k_f + \frac{1}{A_{V_o}} \right)^{-1} = \frac{A_{V_o}}{1 + k_f A_{V_o}}$$

$R_{IF} \rightarrow \infty$ $R_{OF} \rightarrow 0$ para no incidir

sobre el comportamiento de la salida del AMP

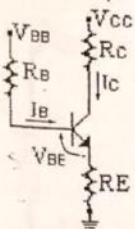
d) $R_{IR} = \frac{V_I}{I_I}$

$$R_{IR} = \frac{V_P}{I_P} = \frac{V_I + V_{IF}}{I_I} > R_{IS}$$

$$R_o = \frac{v_o}{i_o}$$

$$R_{oR} = \frac{v_o}{i_o + i_{RF}} < R_{oR}$$

- 1.- Se suponen conocidos todos los elementos del circuito de la figura y las características del TBJ.
 a) Analizar el proceso de estabilización de I_{CQ} frente a variaciones de β_F . Hacerlo cualitativamente, justificando por qué existe estabilización de I_{CQ} en base a la observación del circuito. ¿Qué ocurre con I_{BQ} ?

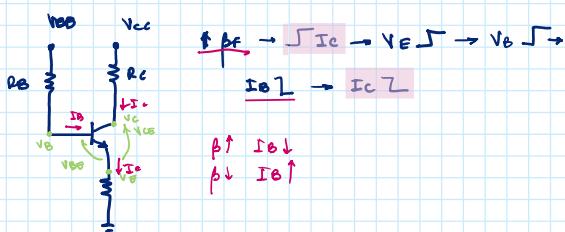


b) Si se reemplaza al tránsistor por un ejemplar cuyo β_F es el doble del inicial, colocar el signo que corresponda (mayor, menor o igual) entre los siguientes pares de valores:

$$I_{CQ2} \underset{?}{>} I_{CQ1} \quad | \quad I_{BQ2} \underset{?}{<} I_{BQ1} \quad | \quad (\Delta I_{CQ}/I_{CQ1}) \underset{?}{<} (\Delta \beta_F/\beta_{F1})$$

c) Analizar cuál debería ser la relación entre R_B y R_E para mejorar la estabilidad en continua. ¿Qué inconvenientes acarrea para la polarización del transistor y cómo degrada los parámetros de señal del amplificador?. Justificar cómo debería implementarse el circuito para maximizar la estabilidad en continua frente a variaciones de β_F . Dibujar el circuito resultante.

a)



$$\begin{aligned} & \beta_F \rightarrow I_C \rightarrow V_E \rightarrow V_B \rightarrow \\ & I_B \rightarrow I_C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \beta_F \uparrow \quad I_B \downarrow \\ & \beta_F \downarrow \quad I_B \uparrow \end{aligned}$$

b)

$$\beta_2 = 2\beta_1 \quad I_C/\beta$$

$$ME) \quad V_{BB} - I_B R_B - V_{BE} - I_C R_E = 0$$

$$I_C = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{\frac{R_B}{\beta} + R_E}, \quad I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + \beta R_E}$$

$$I_{CQ1} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{\frac{R_B}{\beta} + R_E}$$

$$I_{BQ1} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + \beta R_E}$$

$$I_{CQ2} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{\frac{R_B}{2\beta} + R_E}$$

$$I_{BQ2} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + 2\beta R_E}$$

$$\frac{I_{BQ2}}{I_{BQ1}} = \frac{R_B + \beta R_E}{R_B + 2\beta R_E} < 1 \rightarrow I_{BQ2} < I_{BQ1}$$

Lo q' está
debajo es + grande
que lo de arriba.

$$\frac{I_{CQ2}}{I_{CQ1}} = \frac{R_B/\beta + R_E}{R_B/2\beta + R_E} \geq 1$$

$$\frac{R_B/2\beta + R_E}{R_B/\beta + R_E} = 1 + \frac{1}{1 + R_E/2\beta} \geq 1$$

$$I_{CQ2} > I_{CQ1}$$

$$\frac{\Delta \beta_F}{\beta_{F1}} = 1$$

$$\frac{\Delta I_{CQ}}{I_{CQ1}} = \left(\frac{R_E}{\beta} + R_E \right) \left[\frac{1}{\frac{R_E}{2\beta} + R_E} - \frac{1}{\frac{R_E}{\beta} + R_E} \right] = \frac{R_E/\beta + R_E}{R_E/2\beta + R_E} - 1 \geq 1$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta \beta_F}{\beta_{F1}} > \frac{\Delta I_{CQ}}{I_{CQ1}}$$

$$\begin{aligned} & \frac{R_E}{2\beta} + R_E + \frac{R_E}{2\beta} - 1 \geq 1 \\ & \frac{R_E}{2\beta} + R_E \\ & \frac{1}{1 + R_E/2\beta} < 1 \\ & 1 + R_E/2\beta > 0 \end{aligned}$$

b) Habíamos llegado a que $\frac{I_{CQ2}}{I_{CQ1}}$ era

$$\frac{R_B/\beta_1 + R_E}{R_B/\beta_2 + R_E} - 1 = \frac{R_E/\beta_1 + R_E + R_E(\alpha-1)}{R_E/\beta_2 + R_E} = 1 + \frac{1}{\frac{1}{\alpha-1} + \frac{R_E/\beta_1}{R_B(\alpha-1)}}$$

Para mejorar la estabilidad se necesita

hacer I_{CQ2}/I_{CQ1} lo + cercano a 1 posible

→ el 2º termo debe tender a 0

$$\Rightarrow \frac{1}{\alpha-1} + \frac{R_E \beta}{R_E(\alpha-1)} \gg 1$$

↓

$$R_E \beta > 10 R_E$$

$$\alpha > 10 \frac{R_E}{\beta}$$

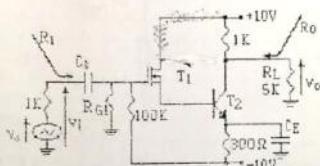
si $R_E \uparrow \rightarrow I_C \uparrow$ podría salir del Régimen
 $R_E \downarrow \rightarrow I_C \uparrow$ MAD y saturar.

Se suele colocar fuente de corriente



fuerza la corriente de reposo I_{C0}
 Realimenta negativamente

2.- Dada la siguiente configuración, donde se tienen transistores con características:
 $B = 50$; $V_A = 100V$; $r_x = 50\Omega$; $V_T = -1.5V$; $k = 1.8 \text{ mA/V}^2$; $\lambda = 0.01 \text{ V}^{-2}$

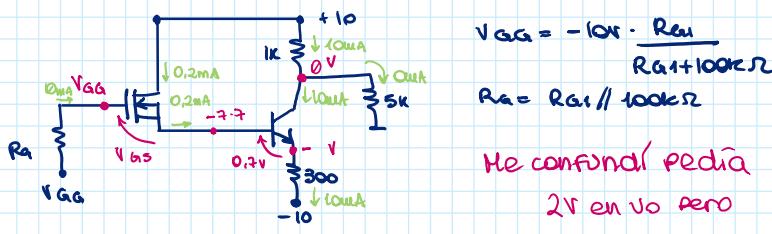


a) Hallar el valor de R_{E1} de modo tal de obtener una $V_{OA} = 2V$. Indicar en el circuito de continua los valores y signos de las corrientes de reposo y tensiones de cada terminal contra común. Justificar.

b) Dibujar el circuito de señal para frecuencias medias sin reemplazar los transistores por su modelo circuital. Definir frecuencias medias. Hallar las expresiones (justificando por inspección) y el valor de: las resistencias de entrada, de salida y de carga, así como la amplificación de tensión de cada etapa. Hallar R_s , R_o y A_v totales. Hallar $A_{vs} = V_o/V_s$.

c) Analizar cualitativamente cómo se modifican los valores de reposo y señal si:
 c1) se desconecta el drain de +10V y se lo conecta al colector de T_2 .
 c2) se reemplaza T_1 por un TBJ NPN en igual configuración.

d) Obtener por inspección el valor de la resistencia vista desde los terminales del capacitor C_E .



$$V_{GGA} = -10V \cdot \frac{R_{E1}}{R_{E1} + 100k\Omega}$$

$$R_{E1} = R_{G1} // 100k\Omega$$

Me confundí pedía
 2V en V_O pero
 ya fue.

$$I_D = 0.2mA$$

$$V_{GAS} = V_T + \sqrt{\frac{I_D}{k}} = -1.5V + \sqrt{\frac{0.2mA}{1.8mA/V^2}} = -1.17V$$

$$V_{GAA} = -8.87V = -10V \cdot \frac{1}{1 + \frac{100k\Omega}{R_{G1}}} \rightarrow R_{G1} = 782k\Omega$$

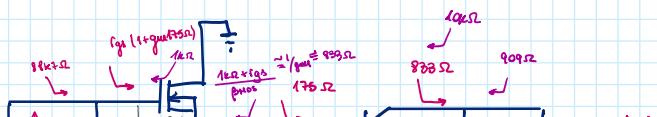
$$R_{G1} = 88.7k\Omega$$

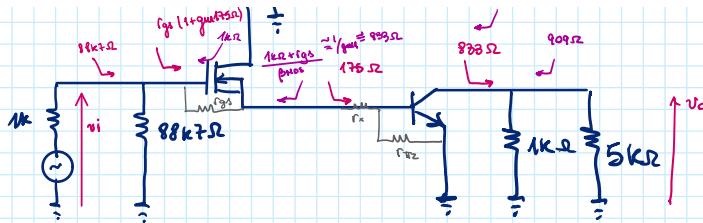
$$Q_1: 0.2mA; 17.7V$$

$$Q_2: 10mA; 2V$$

	$g_{m1} [\mu A/V]$	$f_T [Hz]$	$f_0 [Hz]$	$f_v [Hz]$
T_1	1.2		500k	
T_2	400	125	10k	500

b) Frec medias:





$$Av_1 = \frac{i_\alpha \cdot r_{\pi 2}}{v_{gs} + i_\alpha r_{\pi 2}} = \frac{r_{\pi 2}}{\frac{1}{g_{m2}} + r_{\pi 2}} = \frac{125\Omega}{958\Omega} = 0,13$$

$$Av_2 = \frac{-i_\beta R_{ca}}{v_{be}} = -g_{m2} 833\Omega = -333,2$$

$$Av_T = 43,3 \quad Av_3 = Av \cdot T_i = Av \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} \approx -333,2$$

c) APARECE UN IGBT.

A hora $v_{ds}=2V$

se la corriente x el drain pero como es p veces + chico que I_c la despreciamos.

En reposo no cambia nada pero los valores de señal si.

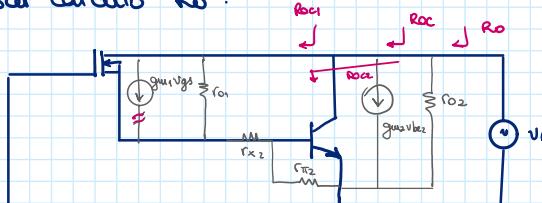
A hora T_1 no conforma un drain común sino un IGBT

$$R_i^* = \frac{r_{gs} + r_{\pi 2} \text{paras} + r_{\pi} \beta \text{mos}}{r_{\pi 2}^*} \quad g_{m2} \text{eq} = \frac{I_c}{v_i} = \frac{v_{c2}}{v_{gs} + v_{be}} = \frac{v_{c2}}{v_{gs} + v_{be}} = (g_{m2} \beta // g_{m2}) \rightarrow 50,4 / 400 \approx 40$$

R_i sigue siendo igual ($88k\Omega // \text{algo grande q' tiene q' ver con } g_{m1}$)

R_o sigue siendo igual ($833\Omega // \text{algo grande q' tiene q' ver con } R_{o2}$)

Para repasar cálculo R_o^* :



✓ Repaso Calculo R_o IGBT

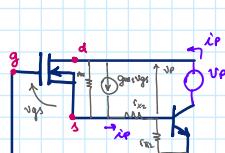
$$R_o = R_{o2} // R_{oc} = R_{o2} // R_{oc1} // R_{oc2}$$

$$i_{\pi 2} = \frac{V_p}{R_{oc1}} = \frac{v_{be2}}{r_{\pi 2}} \rightarrow v_{be2} = \frac{V_p \cdot r_{\pi 2}}{R_{oc1}}$$

$$i_{gen} = g_{m2} v_{be2} = \frac{V_p g_{m2} r_{\pi 2}}{R_{oc1}} = \frac{V_p \beta}{R_{oc1}}$$

$$R_{oc2} = \frac{V_p}{i_{gen}} = \frac{V_p R_{oc1}}{V_p \beta} = \frac{R_{oc1}}{\beta}$$

Cálculo R_{oc1} :



$$i_D = g_{m2} v_{gs} + i_{ro} = -g_{m2} i_D (r_{\pi 2} + r_{\pi 1}) + \frac{V_p}{R_{oc1}} - \frac{i_D (r_{\pi 2} + r_{\pi 1})}{R_{oc1}}$$

$$i_{ro} = \frac{V_p}{R_{oc1}} - \frac{V_p}{R_{oc1}}$$

$$v_{gs} = -V_b$$

$$V_b = i_D (r_{\pi 2} + r_{\pi 1})$$

$$\frac{V_p}{i_D} = R_{oc1} = R_{oc1} [1 + g_{m2} (r_{\pi 2} + r_{\pi 1})] + (r_{\pi 2} + r_{\pi 1})$$

$$R_{oc1} \approx R_{oc1} [1 + g_{m2} (r_{\pi 2} + r_{\pi 1})]$$

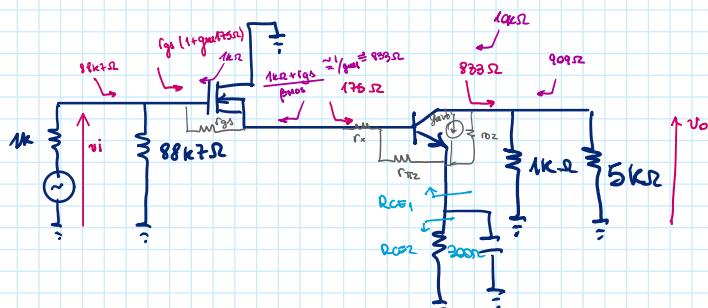
$$R_{o^*} = R_{o1} \parallel \frac{R_{o1}}{\beta} \parallel R_{o2} \rightarrow \frac{R_{o1}}{\beta} \parallel R_{o2} = \frac{R_{o1}}{\beta} \left[1 + g_m (f_{T2} + f_{T2}) \right] \parallel R_{o2}$$

Bastante grande también. Las ganancias sí caían

Ahora se ve la AR de un EC SC (FET)

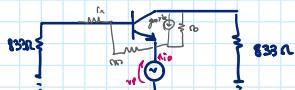
c)

R_{ce} :



$$R_{ce} = R_{o1} \parallel R_{o2}$$

$$R_{o1} =$$



el chico hizo toda

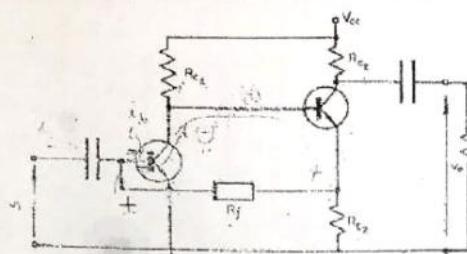
$$\text{una extensión}$$

$$\text{pero me da q' es}$$

$$R_{o1} = \frac{f_1 + f_{T2} + 833\Omega}{\beta} = 44\Omega$$

$$R_{ce} = 39\Omega$$

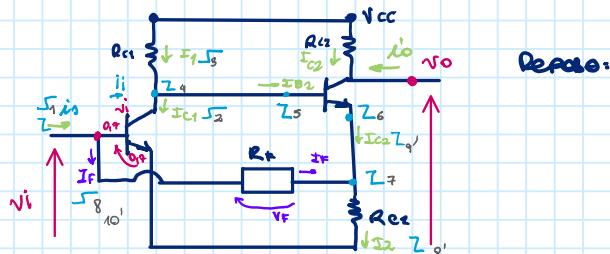
1.- a) Analizar la realimentación producida al conectar R_f en el circuito. Justificar qué se muestrea y qué se suma, indicando cuáles serán los bloques realimentador, generador, amplificador y carga del circuito realimentado.



¿Estabiliza los valores de reposo?

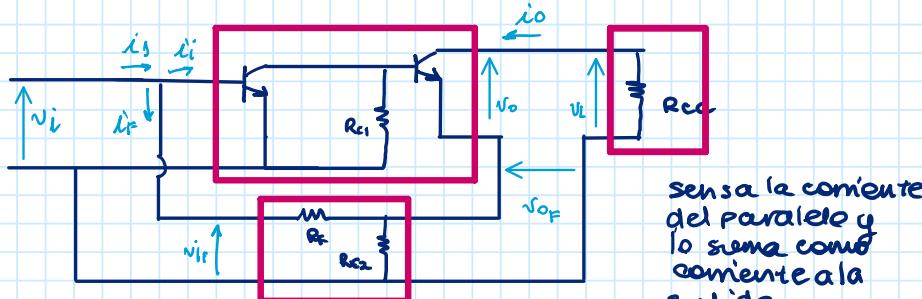
Analizar en base al comportamiento de una variación de tensión o corriente a través del lazo, si la realimentación es positiva o negativa.

b) Analizar cualitativamente cómo afecta los parámetros de señal R_i y R_o (aumentan o disminuyen respecto del circuito sin realimentar).



$$i_A - i_F = i_i$$

MISI

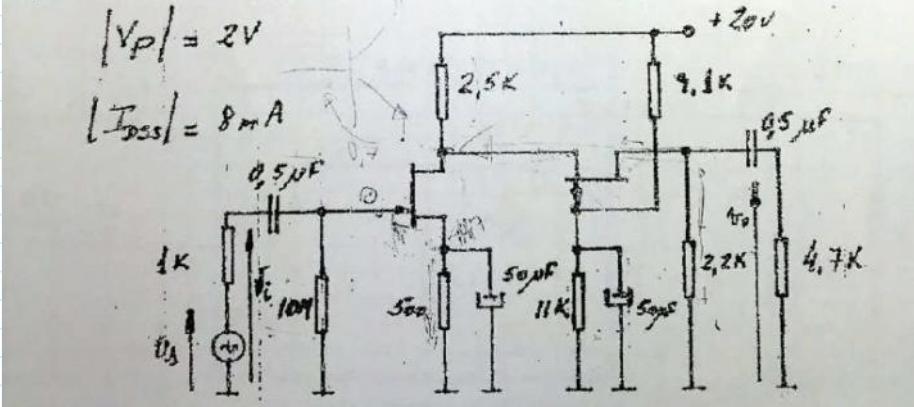


$$R_i = \frac{V_i}{i_i} \quad R_{iR} = \frac{V_p}{i_p} = \frac{V_i}{i_i + i_F} < R_{iSR} \quad i_F > 0 \text{ habíamos dicho}$$

$$R_o = \frac{V_o}{i_o} \quad R_{oR} = \frac{V_p}{i_p} = \frac{V_o + V_{oF}}{i_o} > R_{oSR}$$

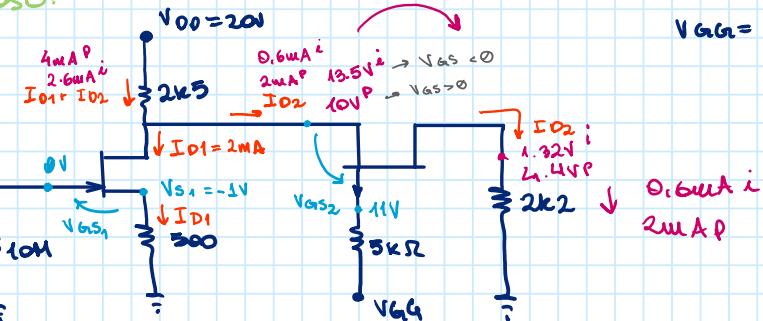
2. a) Determinar el punto de reposo de cada etapa, indicando las tensiones de los tres electrodos respecto de común.
 b) Dibujar el circuito de señal a frecuencias medias sin reemplazar los transistores por su modelo. Definir y obtener por inspección A_v , R_i , R_o , A_{vs} . ¿Qué significa "frecuencias medias"?
- c) Obtener la V_o pico máxima sin recorte en ambos semicírculos.
- d) Analizar cualitativamente, qué cambios ocurren en los parámetros de continua y señal si
 d1) se reemplaza T_2 por un TBJ.
 d2) se reemplaza T_1 por un TBJ.

(admitir $\lambda = 0,01 \text{ V}^{-1}$ y $r_{ds} \rightarrow \infty$)



? Punto d

Reposo:



$$V_{GGA} = 20V \cdot \frac{11k}{20k1} = 11V$$

$$\begin{aligned} i & V_{DSK} = -4.5V \\ r & V_{DSK} = -1V \end{aligned}$$

$$V_{AS1} = -V_{S1} = -ID1 \cdot 500 \Omega < 0 \quad \text{si osi} \rightarrow V_T < 0 \quad \text{canal preformado}$$

$$ID1 = IDSS \left(\frac{V_{GS1}}{V_T} - 1 \right)^2 = IDSS \left(\frac{V_S}{V_T} + 1 \right)^2 \quad V_T = -2V$$

$$V_{GS1} > -2V$$

Quise proponer una semilla de V_{GS} q este por sobre los -2V pero no me salio. $V_{GS}^{(0)} = -1.5V$

$$\frac{ID1}{IDSS} = \frac{ID1^2 (500 \Omega)^2}{V_T^2} + \frac{2 ID1 \cdot 500 \Omega}{V_T} + 1$$

$$0 = ID1^2 \left(\frac{500 \Omega}{V_T} \right)^2 + ID1 \left(\frac{1k \Omega}{V_T} - \frac{1}{IDSS} \right) + 1$$

$$\text{Dio} \quad ID1 = \begin{cases} 2 & \text{mA} \rightarrow V_{GS} = -1 \\ 8 & \mu\text{A} \rightarrow V_{GS} = -4 \end{cases}$$



Igualé las corrientes en la calcul y medio

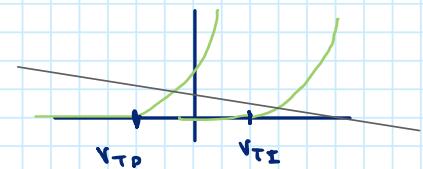
$$ID = 2\mu\text{A} \quad V_{GS} = -1V \quad \text{En ge o gbara + m.}$$

$$\text{ME2}) \quad V_{GA} - V_{GS2} + (ID1 + ID2) 2k5 - 20V = 0$$

$$ME_2) V_{GG} - V_{SG2} + (ID_1 + ID_2) 2k\Omega - 20V = 0$$

$$ID_2 = \frac{\frac{9V}{2k\Omega} - V_{SG2} - \frac{5V}{2mA \cdot 2k\Omega \cdot 2k\Omega}}{2k\Omega} = 8mA \left(\frac{V_{SG2}}{V_T} - 1 \right)^2$$

$$ID_2 = 1.6mA - \frac{V_{SG2}}{2k\Omega}$$



Desarrolla el pol:

$$1.6mA - \frac{V_{SG2}}{2k\Omega} = \left[\frac{V_{SG2}^2}{V_T^2} - \frac{2V_{SG2}}{V_T} + 1 \right] 8mA$$

$$\begin{aligned} V_{SG2}^{IND} &= 2.5V & V_{SG2}^{PREF} &= -1V & ID_1 &= 2mA \\ ID_1^{IND} &= 0.6mA \end{aligned}$$

Para q' sea pref $\rightarrow V_{SG} < 0$ implicaría que

$V_{S2} > 11V \rightarrow$ en la R de $2k\Omega$ caerían

$$+ de 9V \rightarrow I > \frac{9V}{2k\Omega} = 3.6mA = ID_1 + ID_2$$

Pref $ID_2 > (3.6 - 1mA) = 2.6mA$

Ind $ID_2 < 2.6mA$

Nuestros casos son:

Pref: $V_{SG2} = -1V \rightarrow ID_2 = 1.6mA + \frac{1V}{2k\Omega} = 2mA$

$$V_{S2} = 20V - 8mA \cdot 2k\Omega = 12.5$$

$$V_{GS} = -1.5$$

el preformado entonces.

A

Ind: $V_{SG2} = 2.5V \rightarrow ID_2 = 1.6mA - \frac{2.5V}{2k\Omega} = 0.6mA$

$$V_{S2} = 20V - 1.6mA \cdot 2k\Omega = 16V$$

X
implicaría $V_{SG} < 0$
y no es así.

Elijo preformado xq' sí.

Q1: 2mA ; 11V

Q2: 2mA ; 5.6V

Parámetros señal:

1.- Para una etapa darlington con TBJs de parámetros conocidos:

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta; V_{A1} = V_{A2} = V_A; r_{x1} = r_{x2} = 0$$

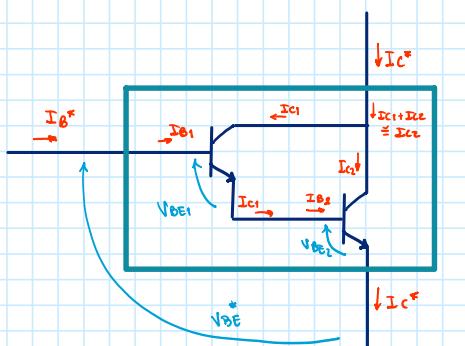
- a) Justificar cuáles son los terminales C^* , B^* y E^* del transistor equivalente, y definir y obtener por inspección, justificando el procedimiento, las expresiones de los parámetros de señal del transistor equivalente:

$$a_1) g_m^* \quad a_2) r_e^* \quad a_3) r_o^*$$

- b) Si se debe reemplazar uno de los transistores por un MOSFET, ¿cuál podría reemplazarse, sin agregar otros componentes al circuito? Justificar. ¿Cómo se modifican en ese caso los parámetros equivalentes calculados en a)?

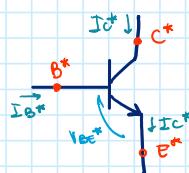
$$2.- \beta = 200; V_A \rightarrow \infty; r_x = 100\Omega; V_p = -3V; I_{DSS} = 12mA; \lambda \rightarrow 0$$

Etapa Darlington con 2 TBJs:



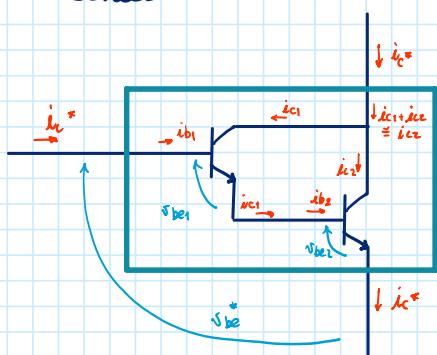
Como la juntura de control de un TBJ es la de base emisor, y además la corriente es entrante al colector

el modelo eq es:



- $I_{C2} = \beta I_{C1}$
- $\beta^* = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_{C2}}{I_{B1}} = \beta^2$
- $V_{BE}^* = 2V_{BE} = 1.4V$

señal:



$$g_{m1}^* = \frac{i_{o1}^*}{v_{i1}^*} = \frac{i_{o1}^*}{v_{be1}^*} = \frac{i_{o1}}{v_{be1} + v_{be2}} = \frac{\frac{1}{r_{be1}} + \frac{1}{r_{be2}}}{\frac{1}{\beta i_{c1}} + \frac{1}{\beta i_{c2}}} = \frac{\frac{1}{g_{m1}\beta} + \frac{1}{g_{m2}\beta}}{g_{m1} + g_{m2}} = \frac{g_{m2}}{2}$$

$$g_{m2} = \frac{I_{C2}}{V_{TH}} = \beta \frac{I_{C1}}{V_{TH}} = \beta g_{m1}$$

$$R_{i1}^* = \frac{v_i^*}{i_{o1}^*} = r_{x1} + r_{\pi1} + \beta(r_{\pi2} + r_{\pi1}) = 2(r_{\pi1})$$

coloco fuente de prueba.

$$r_{\pi1} = \frac{\beta}{g_{m2}} = \frac{\beta}{g_{m2}/\beta} = \beta \frac{\beta}{g_{m2}} = \beta r_{\pi2}$$

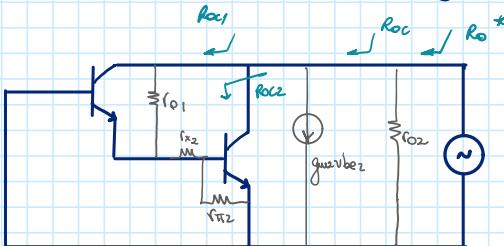
R_o^* coloco fuente de prueba y pasivo la entrada. De esta manera se apaga el generador de corriente del 1er T.

R_{o1}

$R_{o2} \rightarrow 0^*$

Cálculos auxiliares:

J generador de corriente del 1er T.



Cálculos auxiliares:

$$R_{OC1} = \frac{V_P}{ib_2 / r_{\pi 2}} \rightarrow V_{BE2} = \frac{V_P r_{\pi 2}}{R_{OC1}}$$

$$ib_2 = i_{C1}$$

$$R_{OC2} = \frac{V_P}{g_{m2} r_{\pi 2}} = \frac{V_P}{g_{m2} r_{\pi 2} / R_{OC1}} = \frac{R_{OC1}}{\beta}$$

se observa que R_{OC1} es la resistencia de salida de un emisor común realimentado por emisor. Esto se describe según:

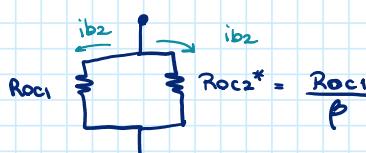
$$R_{OC1} = R_{\pi 1} (1 + g_{m1} R_{E1})$$

Donde "R_{E1}" = $r_{\pi 2} + r_{\pi 1}$ = $r_{\pi 2}$

$$\rightarrow R_{OC1} = R_{\pi 1} (1 + g_{m1} r_{\pi 2}) = R_{\pi 1} \left(1 + g_{m1} \frac{r_{\pi 1}}{\beta}\right) = 2 R_{\pi 1}$$

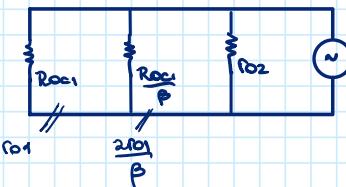
La corriente que pasa por R_{OC2} es $i_{R_{OC2}} = g_{m2} V_{BE2} = g_{m2} r_{\pi 2} i_{B2} = \beta i_{B2}$

y la corriente que pasa por R_{OC1} es $i_{C1} = i_{B2}$, es decir, la corriente que atraviesa R_{OC2} es β veces más grande que la que atraviesa R_{OC1} , por lo que existe una relación directa entre ambas para mantener constante la tensión del nodo que las une.



R_{OC2} deberá ser β veces más pequeña que R_{OC1} .

Queda el paralelo de 3Rs:



$$R_o^* = 2R_{OC1} // \frac{2R_{OC1}}{\beta} // R_{OC2} = \frac{2\beta R_{OC2}}{2\beta R_{OC1} + 2R_{OC1} + \beta R_{OC2}} = R_{OC2} \frac{2}{3}$$

se desprecia
por ser mucho
más grande

b)

Sólo se puede reemplazar el primer transistor por un MOSFET. Si el 2º T fuese un MOSFET y el 1º un TBJ, a la salida del TBJ habría $I_{C1} = 0$ por la acción del 2º, lo que despolarizaría el primer transistor y no funcionaría.

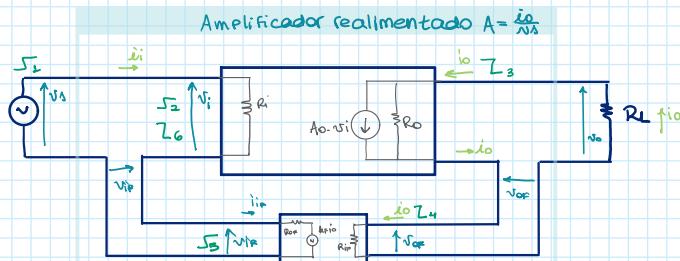
Se analiza un amplificador con una transferencia a lazo abierto $A_o = i_o/v_i > 0$ y resistencias de entrada y salida R_i y R_o , respectivamente. Está cargado con una resistencia R_L y recibe señal de un generador de tensión v_i . Se lo realimenta negativamente en señal por muestreo de corriente y suma de tensión mediante un realimentador de transferencia K .

- a)- Dibujar el esquema en bloques correspondiente. Definir como codiente de tensiones y/o corrientes, indicando en el diagrama todos los sentidos de referencia necesarios:

- El factor de realimentación K
- La transferencia a lazo cerrado del sistema realimentado A .

Indicar sobre el diagrama los signos de los incrementos (o fases de señales alternas) de las distintas tensiones y corrientes para que la realimentación sea negativa, de acuerdo a los sentidos de referencia previamente fijados. Justificar si K deberá ser > 0 ó < 0 .

- b) Hallar la expresión de $A = f(A_o, K)$. ¿A qué valor tiende A si $|A_o \cdot K| >> 1$? ¿Por qué se denomina a A parámetro estabilizado? Analizar a qué tipo de amplificador ideal tiende este sistema cuando $|A_o \cdot K| >> 1$.



$$\begin{aligned} k_F &= \frac{i_o}{v_{IF}} \\ A_o &= \frac{v_i}{i_o} < 0 \\ A &= \frac{i_o}{v_o} \end{aligned}$$

$$v_o - v_{IF} = v_i$$

Para que, si a un aumento de v_o , se establece v_i , v_{IF} debe aumentar también, para ello k_F debe ser negativo. Así si $v_o \rightarrow v_i \rightarrow i_o \rightarrow v_{IF}$

$$k_F i_o = v_{IF}$$

$$\frac{v_o}{i_o} - \frac{v_{IF}}{i_o} = \frac{v_i}{i_o} \rightarrow \frac{1}{A} = k_F + \frac{1}{A_o} \rightarrow A = \frac{A_o}{1 + k_F A_o}$$

Si muestrea corriente,

la variable de control del realimentador será i_o , y como la salida será v_o para sumar tensión a la entrada del amplificador k_F será una ganancia de transresistencia $\rightarrow k_F = \frac{v_o}{i_o}$ y de manera análoga pero inversa, A_o será de transconductancia: $A_o = \frac{i_o}{v_i}$

$$\text{Si } |k_F A_o| \gg 1 \quad A = \frac{1}{k_F}$$

Se denomina a A parámetro estabilizado ya que, a medida que $k_F A_o$ aumenta, este va perdiendo dependencia con la alinealidad del amplificador, que es justamente lo que busca el realimentador, que la salida/entrada no dependan del dispositivo activo.

A qué tipo de amplificador tiende?

Veamos como cambian las R de i y o con el realimentador:

$$R_{iR} = \frac{v_i}{i_i}$$

R_{iR} : conecto fuente de prueba a la entrada

$$v_o = v_{IF} + v_i$$

$$i_o = i_i$$

$$\left\{ \begin{array}{l} v_o = R_{iR} = \frac{v_{IF} + v_i}{i_i} \\ > R_{iR} \end{array} \right.$$

$$R_{oR} = \frac{v_o}{i_o}$$

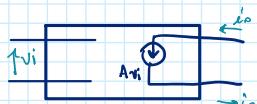
R_{oR} : conecto fuente de prueba en la carga y pasivo la entrada.

$$v_o = \frac{v_o + v_{IF}}{i_o} > R_{oR}$$

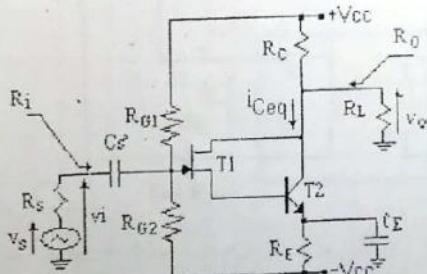
se apaga la fuente de corriente.

Si la R_{iR} y R_{oR} ambas suben, y tienden en un punto a un abierto \rightarrow

el amplificador resultante tiende a uno de transconductancia ideal, además de que $A (=) \frac{A}{v}$.



2 - $V_{CC} = \pm 6V$; $R_{G1} = 5M\Omega$; $R_{G2} = 1M\Omega$; $R_E = 330\Omega$; $R_C = 470\Omega$; $R_L = 4.7k\Omega$; $R_s = 1k\Omega$; $C_S = 10\mu F$; $C_E = 100\mu F$; $I_{DSS} = 8mA$; $V_P = -2V$; $\lambda = 0.01 V^{-1}$; $r_s \approx 0\Omega$; $V_A = 100V$



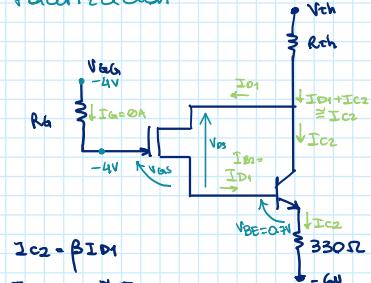
a) Obtener los puntos de reposo de ambos transistores.

b) Dibujar el circuito de señal a frecuencias medias, sin reemplazar los transistores por su modelo. Definir frecuencias medias. Hallar los valores por inspección de R_i , R_o , A_v y A_{vs} .

c) Obtener la v_o pico máxima sin recorte en ambos semidiodos.

d) Analizar cualitativamente, cómo se modifican los valores de reposo y señal, si se conecta un resistor de $10k\Omega$ entre el source de T_1 y $-V_{CC}$.

1) Polarización:



$$I_C2 = \beta I_D1$$

$$I_C2 + I_D1 \neq I_C2$$

$$I_D1 = I_B2$$

Propongo

$$V_{GS}^{(0)} = -1.78V \quad \text{itero}$$

$$I_{D1}^{(0)} = \mu A$$

$$V_{DS}^{(1)} =$$

$$V_{th} = 6V \cdot \frac{4k\Omega}{5.170\Omega} = 3.45V$$

$$R_{th} = 427.5\Omega / 4k\Omega = 427.5\Omega$$

$$R_{G1} = 1M\Omega // 5M\Omega = 833k\Omega$$

$$V_{AG1} = (V_{CC} - (-V_{ce})). \frac{1k\Omega}{5k\Omega + 1M\Omega} - V_{CC} = -4V$$

$$\text{M(Eq)}: V_{AG1} - V_{GS} - V_{BE2} - \beta \frac{I_D1}{R_E} R_E + V_{CC} = 0$$

$$V_{GS1} = 1.3V - 330\Omega \cdot 2.3k\Omega \cdot I_D1 = 1.3V - 33k\Omega \cdot I_D1$$

$$I_{D1} = I_{DSS} \left(\frac{V_{GS}}{V_p} - 1 \right)^2$$

como I_{CA} típico es del orden de los $(10 \sim 1) \mu A$ y I_{D1} es 100 veces + pequeña, del orden de los $(100 - 10) \mu A$,

por lo que $\frac{V_{GS}}{V_p} - 1$ sera pequeño:

$V_{GS} \approx V_p$. Pero $V_{GS} > V_p$ para estar en régimen de saturación.

No se xq' nunca mese a Tiene convergencia moltísima

$$I_{D1} = \frac{1.3V - V_{GS}}{33k\Omega} = 9mA \left(\frac{V_{GS}}{-2V} - 1 \right)^2$$

$$0 = -4.92m + \frac{V_{GS}}{264} + \frac{V_{GS}^2}{4V^2} + 2 \frac{V_{GS}}{2V} + 1$$

$$V_{GS} = (-1.784V) - 2.23V$$

$$I_{D1} = \frac{1.3 + 1.784V}{33k\Omega} = 93.45 \mu A \rightarrow I_{C1} = 9.34 mA$$

$$V_S = V_G - V_{GS} = -4V + 1.784V = -2.22V$$

$$V_D = V_C = V_{th} - I_{C2} R_{th} = 54.5V - 427.5\Omega \cdot 9.34mA = 1.46V$$

$$V_E = -V_{CE} - I_{C2} R_E = -6V + 9.34mA \cdot 330\Omega = -2.82V$$

$$V_{DS} = 3.28V \quad V_{DSE} = V_{GS} - V_T = -1.78V - (-2V) = 0.22V$$

$$V_{CE} = 4.4V \rightarrow 0.2V + V_{GS} = -1.08V$$

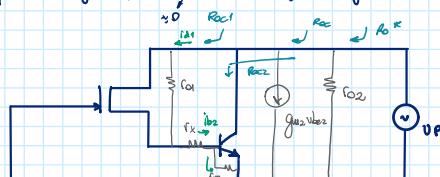
Parámetros de señal:

	$g_m [\mu A/V]$	$r_\pi [M\Omega]$	$r_o [M\Omega]$
T_1	0.865		1M
T_2	323.6	268	10k

$$g_{m1}^* = \frac{I_{C2}}{V_{GS} + V_{BE}} = \frac{1}{\frac{V_{GS}}{r_\pi} + \frac{V_{BE}}{I_{D1}}} = g_{m1} \beta // g_{m2} = 70.24 \frac{\mu A}{V}$$

$$R_{i1}^* = \frac{v_i}{i_i} = r_{gs} + \beta n \omega (r_\pi + r_\pi) = r_{gs} (1 + g_{m1} r_\pi) \rightarrow \infty$$

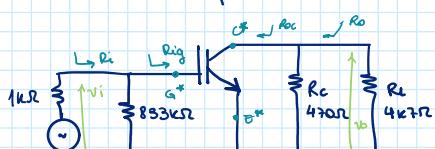
R_{o1} :

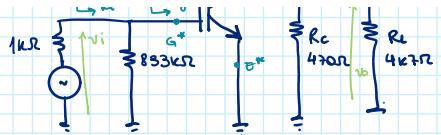


$$R_{o1} = r_{o1} (1 + g_{m1} r_\pi)$$

R_{o1}

Reemplazo por el modelo de JFET de señal equivalente





$$R_i = R_{g1} // R_{f1}$$

$$R_{o1}^* = g_{m1} (1 + g_{m1} R_f)$$

$$R_i = R_{g1} // \frac{1}{g_{m1}(1 + g_{m1} R_f)} \rightarrow R_i = 833k\Omega$$

$$R_o = R_{o1} // R_c$$

$$R_{o1} = R_{o1}^* = 5k\Omega$$

$$R_o = R_c // 5k\Omega = 470\Omega // 5k\Omega = 435\Omega$$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-I_C^* R_{o1}}{\lambda I_{D1}^*} = -g_{m1} R_{o1} =$$

tensión de control de Darlington

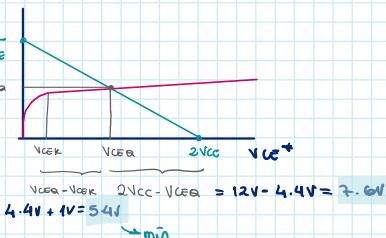
$$A_v = -70.24 \frac{mA}{V} \cdot 427.52 = -30$$

$$A_{vA} = A_v \cdot \frac{R_i}{R_i + R_s} = -30 \cdot \frac{833k\Omega}{834k\Omega} = -30$$

c) Para analizar la V_o max necesito la $R_{CD} = R_{CE}$ en este caso. Recomo la RS_{T2} :

$$RS_{T2} = V_{CC} - I_C^* R_E - V_{CE}^* - I_C^* R_E + V_{CC} = 0$$

$$I_C^* = \frac{2(V_{CC} - V_{CE}^*)}{R_E + R_E}$$



$$V_o = 5.4V$$

$$\Leftrightarrow V_{o,MAX} = 100 mV$$

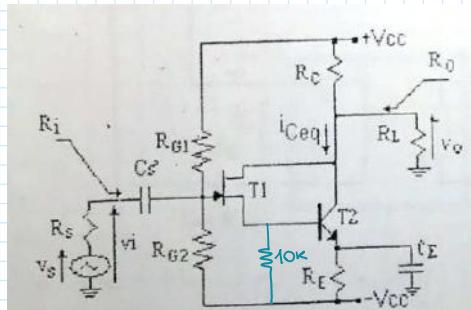
$$V_{GS}^{MAX} = 0.2 V_{DS} = 44 mV$$

$$V_{BE}^{MAX} = 10 mV$$

$$V_I^{MAX} = 54 mV (V_{DS} + V_{BE})$$

No afecta el resultado

c)



ya no se cumple

$$\text{que } I_{D1} = I_{B2} = \frac{I_C}{\beta}$$

así que $I_D \uparrow \rightarrow V_{GS} \uparrow$
 $\rightarrow V_S \uparrow \rightarrow V_{DS} \downarrow$

Ahora además $i_{CEQ} \uparrow$

$$V_C \downarrow \rightarrow V_{CE} \downarrow \rightarrow I_C \uparrow$$

En señal se modificarán los parámetros

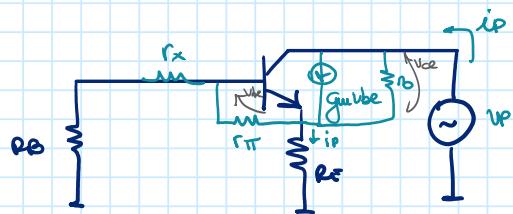
A_v : bajará, por tener realimentación en el source

R_i : cte $x g_m^* R_{f1} (1 + g_{m1} R_f)$ sigue $\rightarrow \infty$

R_o : como cambió $R_{o1} = r_{ds} (1 + g_{m1} (R_f // R_L))$ ahora $R_{o1} \downarrow$ y $R_o^* \downarrow$ y $R_o \downarrow$

Repaso cálculo R₀ EC

Friday, October 25, 2024 10:18 AM



$$I_C = i_P = g_m V_{BE} + i_{RO} = g_m V_{BE} + \frac{V_{CE}}{R_0} = g_m V_{BE} + \frac{i_P}{R_0} - \frac{V_E}{R_0}$$

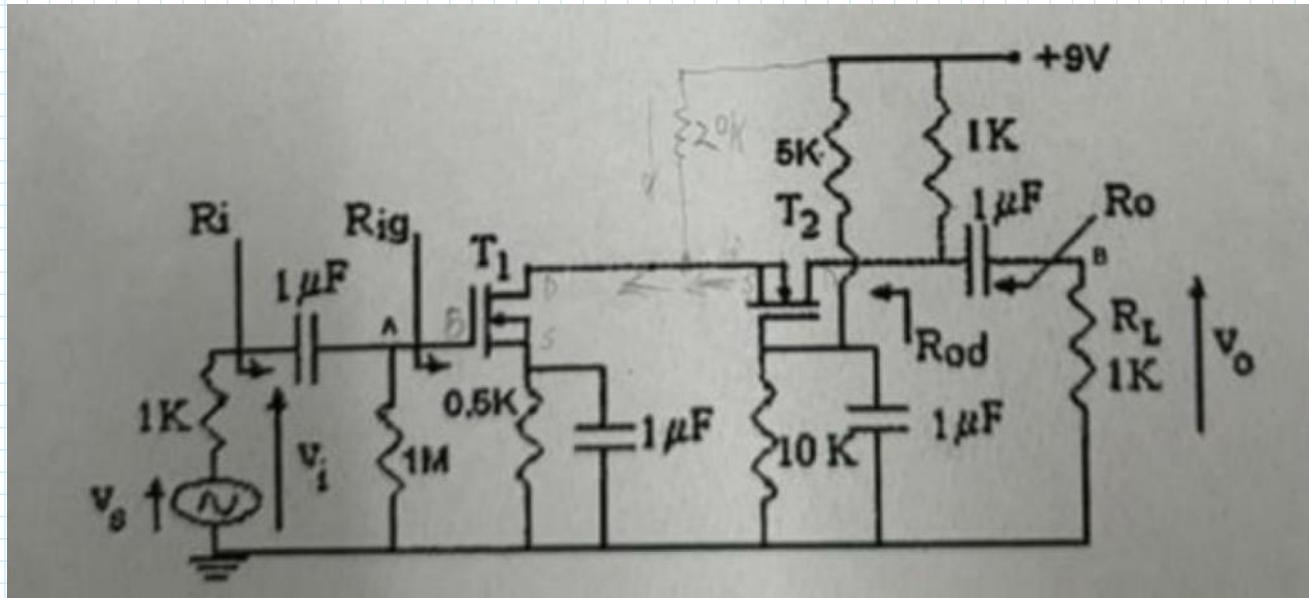
- $V_{BE} = -V_E$

- $V_E = i_P \left(R_E // (r_x + r_{\pi} + R_B) \right)$

$$i_P = -g_m i_P \left(R_E // (r_x + r_{\pi} + R_B) \right) + \frac{V_P}{R_0} - \frac{i_P}{R_0} \left(R_E // (r_x + r_{\pi} + R_B) \right)$$

$$\frac{V_P}{i_P} = R_0 \left[1 + g_m (R_E // r_x + r_{\pi} + R_B) \right] + R_E // (r_x + r_{\pi} + R_B)$$

$$R_{OE} = R_0 \left[1 + g_m \frac{R_E (r_x + r_{\pi} + R_B)}{R_E + r_x + r_{\pi} + R_B} \right]$$



$$Q_1: I_{D1} = 1mA; V_{DS1} = 4.5V; V_{GS1} = -0.5V$$

$$Q_2: I_{D2} = 1mA; V_{DS2} = 3.5V; V_{GS2} = 1.5V$$

corte $I_D = 0$

SAT
 $V_{GS} > V_T$
 $V_{DS} < V_{GS} - V_T$

$$I_D = k(V_{GS} - V_T)^2$$

LINEAL

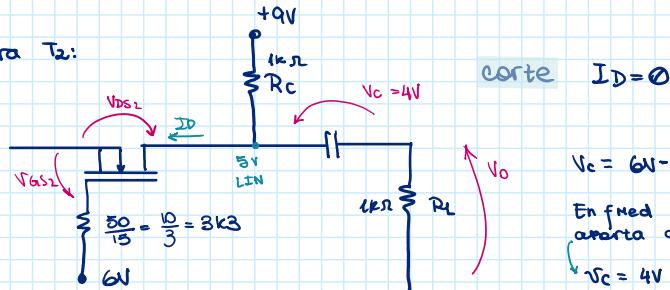
$$V_{GS} > V_T$$

$$V_{DS} < V_{GS} - V_T$$

$$I_D = 2k(V_{GS} - \frac{V_{DS}}{2} - V_T)V_{DS}$$

Analicemos recorte:

Para T_2 :



$$V_C = 6V - V_{GS2} + V_{DS2} = 6V - 1.5V + 3.5V = 4V$$

En fred como Cactusia como un corto no importa diferencia de pot.

$$V_C = 4V$$

$$V_O^{NC} = \frac{(9V - 4V) \cdot 1k\Omega}{2k\Omega + 1k\Omega} = 2.5V = V_O^{NC} \text{ semiciclo (+)}$$

si $V_O > 2.5V$ hay corte.

$$V_I^{NC} = \frac{2.5}{2} = 1.25V$$

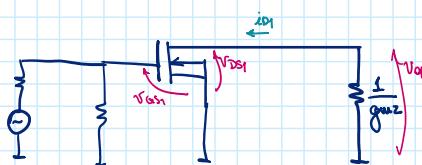
LINEAL:

$$V_{DS} = V_{GS} - V_T = 0.5V = V_{DSR}$$

$$V_D = 6V - V_{GS2} + V_{DSR} = 6V - 1.5V + 0.5V = 5V$$

$$V_O^{NL} = 1V \rightarrow V_I^{NL} = 0.5V$$

semiciclo (-)



corte: $I_{D1} = 0$

$$V_{DS1} = V_{O1} = -2ID_1 \cdot \frac{1}{g_m2}$$

$$ID_1 = -V_{DS} \cdot g_m2 + V_{DS} \cdot g_m2 + ID_{S1}$$

