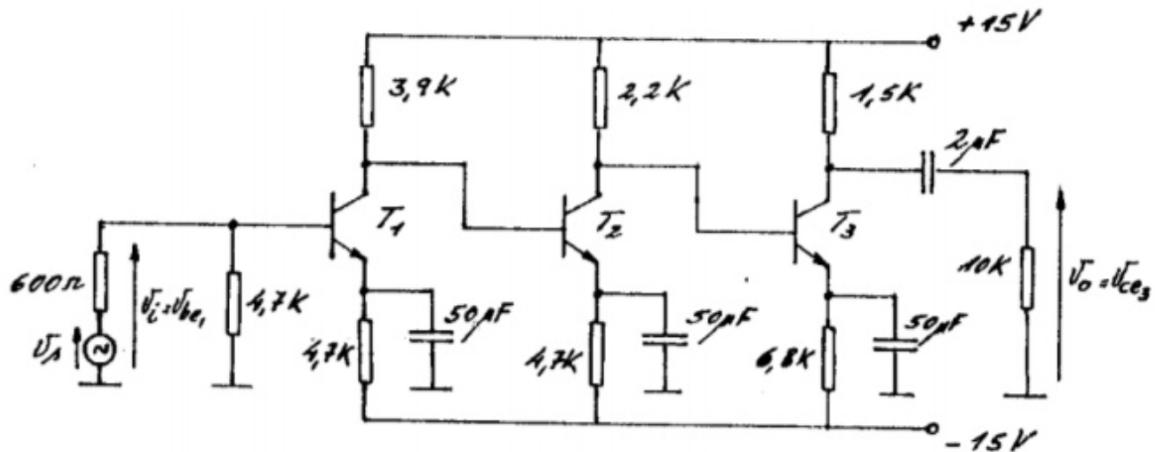


- 1) E-2.** Se tienen los siguientes amplificadores de tres etapas en emisor común con acople directo.
- a)** Dibujar el circuito de continua para ambos, indicando los sentidos de referencia de las corrientes, tensiones base-emisor, base-colector y de los terminales de los transistores contra común.
- b)** Determinar el punto de reposo de cada etapa. Construir un cuadro con las tensiones de los tres electrodos respecto de común. ¿Qué utilidad brinda tabular estos valores?. ¿Es necesario utilizar en este caso capacitores de acople entre etapas?. ¿Es necesario en alguno de los dos casos utilizar el capacitor de acople de la carga?. Justificar. Analizar la evolución de las tensiones de los colectores en cada circuito. Comparar, extrayendo conclusiones.
- c)** Dibujar el circuito de señal sin reemplazar los transistores por su modelo y obtener A_v , R_i , R_o , A_{vs} a frecuencias medias.
- d)** Determinar la máxima amplitud de la tensión de salida sin recorte. Verificar en estas condiciones si recorta la primera etapa. Determinar la máxima amplitud de la tensión de entrada v_i y de la tensión de vacío del generador de excitación v_s y sus valores eficaces. Comparar los valores para ambos circuitos y extraer conclusiones.



$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 150$$

Fig. E-2a

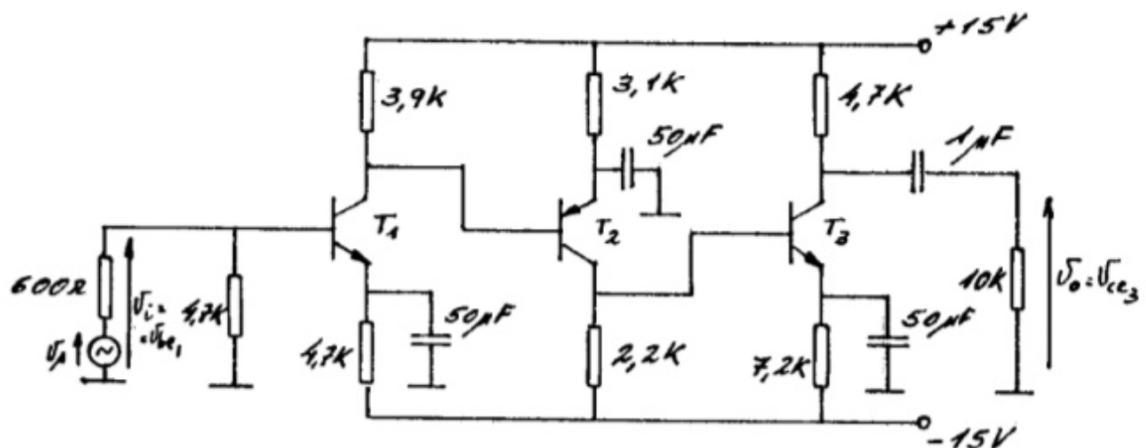


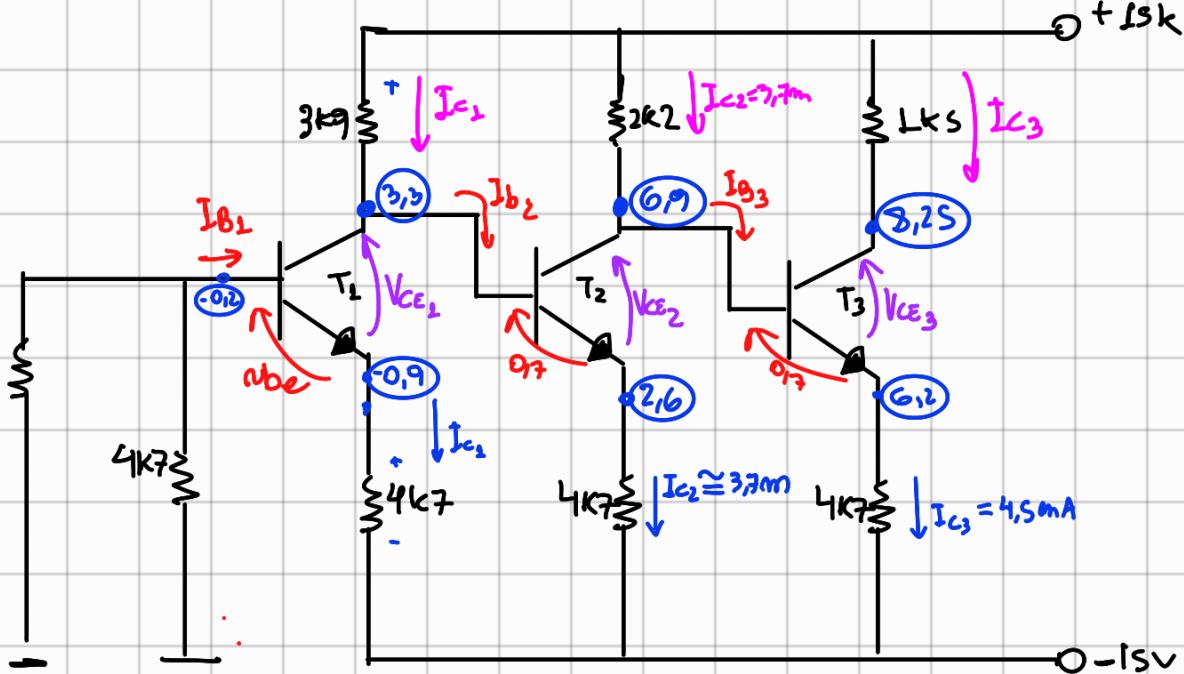
Fig. E-2b

$$T_L = T_2 = T_3$$

Polarización

$$I_E \approx I_C$$

600



Malla entrada

$N530$

$$-I_{B1} \cdot (600/4k7) - (V_{be} - I_{C1} \cdot 4k7) = -15V$$

$$15V - 0.7V = I_{C1} \left(\frac{530}{\beta} + 4k7 \right) \rightarrow$$

$$I_{C1} = \frac{14.3V}{\frac{530}{150} + 4k7} = 3mA.$$

Si I_{C2} esté en el orden de mA $\rightarrow I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta} \ll I_{C2}$

Por el resistor de $3k9$ pasa prácticamente I_C ,
(Idem con I_{B3} y I_{C2})

$$15V - I_{C1} \cdot 3k9 - V_{ce1} - I_{C1} \cdot 4k7 = -15V$$

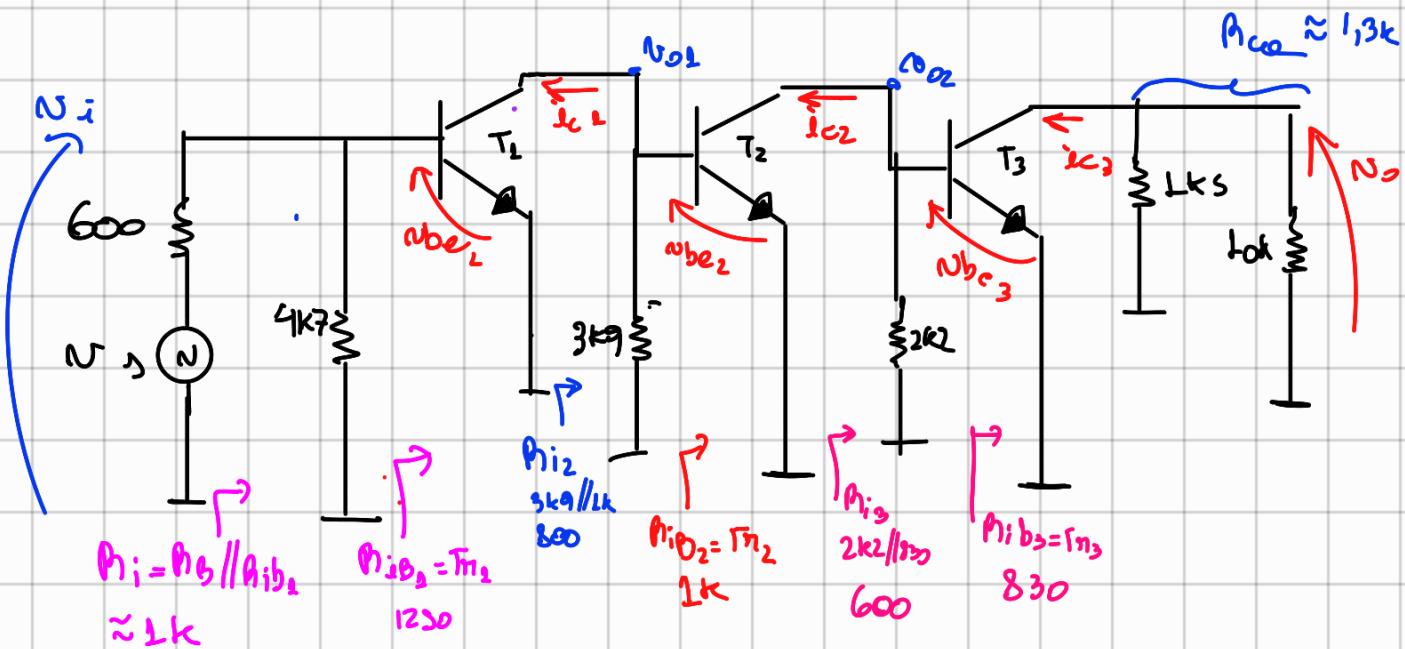
$$30V - I_{C1} \cdot (3k9 + 4k7) = V_{ce1} = 4.2V.$$

	I_{Cq}	I_{Bq}	V_{CEq}	S_m	Γ_7	V_B	V_E	V_C
T ₁	3mA	20μ	4,2V	120 m	1250	-0,2	-0,9	3,3
T ₂	3,7mA	27μ	4,3V	148m	1010	3,3	2,6	6,9
T ₃	4,5mA	30μ	2 V	180m	830	6,9	6,2	8,25

↓
NAD ✓

$$I_{B2} \ll I_{C1}$$

$$I_{B3} \ll I_{C2}$$



$$A_{v1} = \frac{R_{o1}}{R_i} = \frac{-i_{C1} R_{i2}}{n_{be}} = -\frac{S_m1 n_{be} \cdot 800}{n_{be}} = -96$$

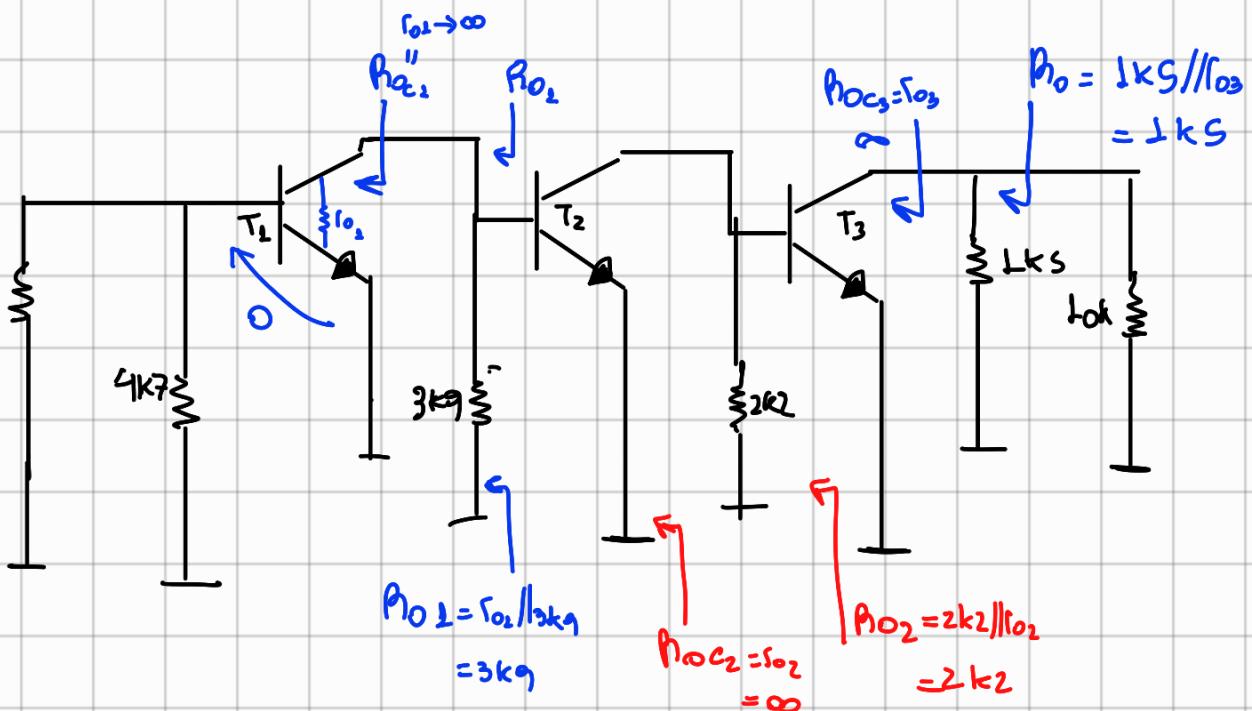
$$A_v = A_{v1} \cdot A_{v2} \cdot A_{v3}$$

$$A_{v2} = \frac{R_{o2}}{R_i} = \frac{i_{C2} \cdot R_{i3}}{n_{be2}} = -\frac{S_m2 n_{be2} R_{i3}}{n_{be2}} = -87$$

$$= -1.999.296$$

$$\approx -2.000.000.$$

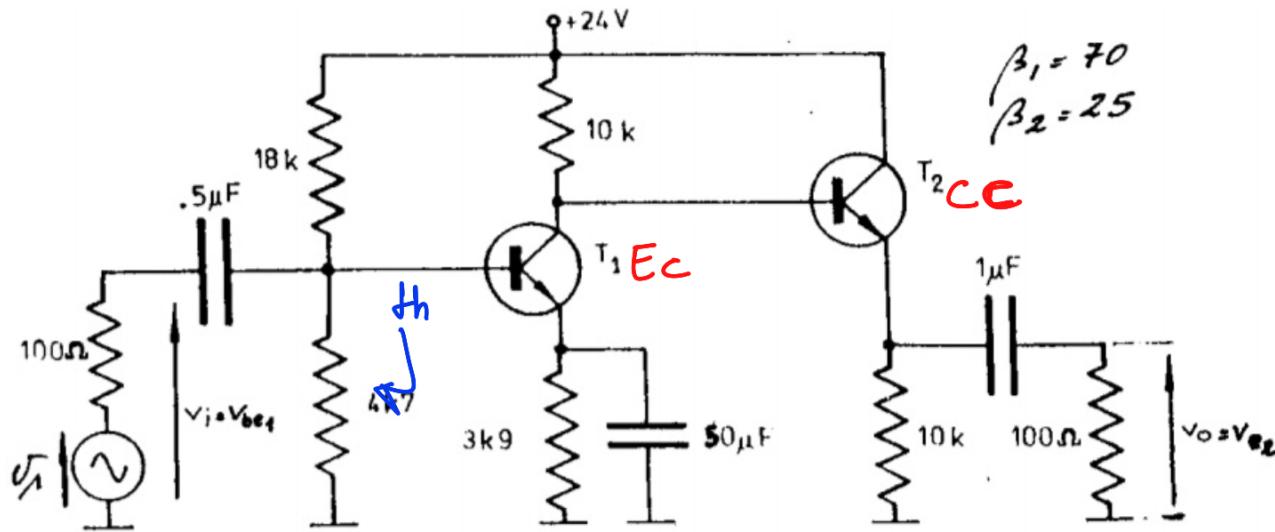
$$A_{v3} = \frac{R_o}{R_i} = \frac{i_{C3} R_{co}}{n_{be3}} = -\frac{S_m3 n_{be3} 1,3k}{n_{be3}} = -234$$



Al no estar activados los controladores ($R_{O1} \rightarrow \infty$), no se activan los generadores

2) E-3. Para los siguientes amplificadores, indicar la configuración en que funciona cada etapa y resolver los puntos indicados en el problema E-1.

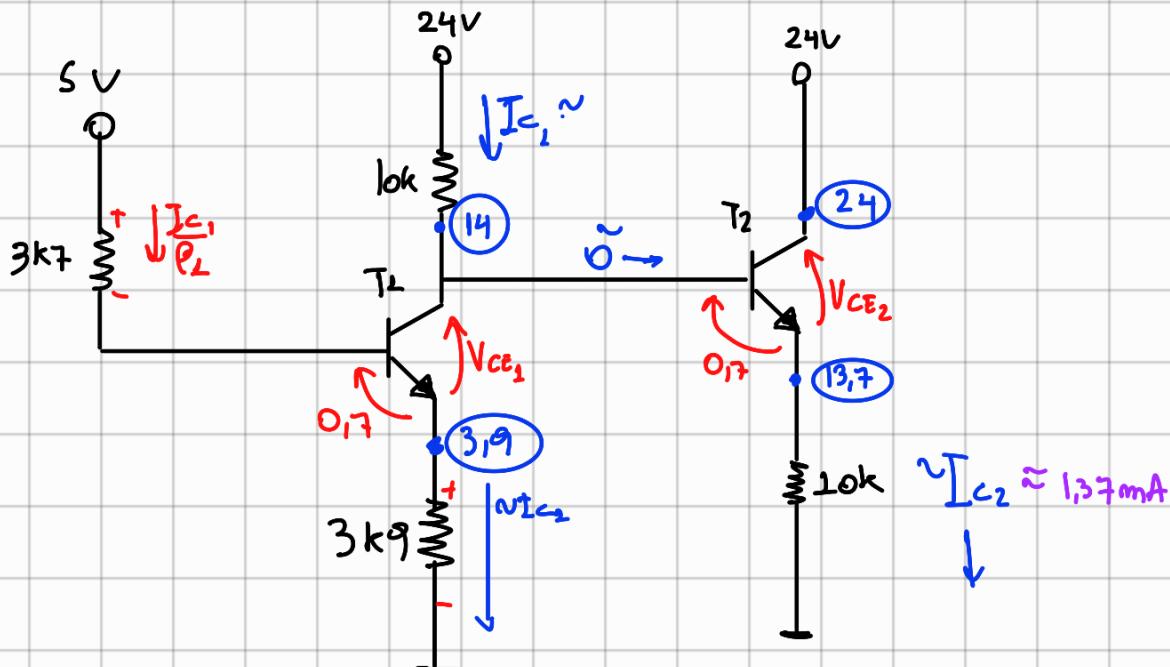
A los amplificadores de las figuras E-3e, f y g, se los conoce como **cascode**. Verificar que en estos casos se cumple: $A_v = g_m(T_1) \cdot R_{ca}(T_2)$. Analizar cualitativamente el significado de la expresión.



Polarización

$$\frac{V_{Th}}{B_2} = 24, \frac{4k7}{4k7 + 18k} \approx 5V$$

$$\frac{R_{B_2}}{B_2} = 18k // 4k7 = 3,7k$$



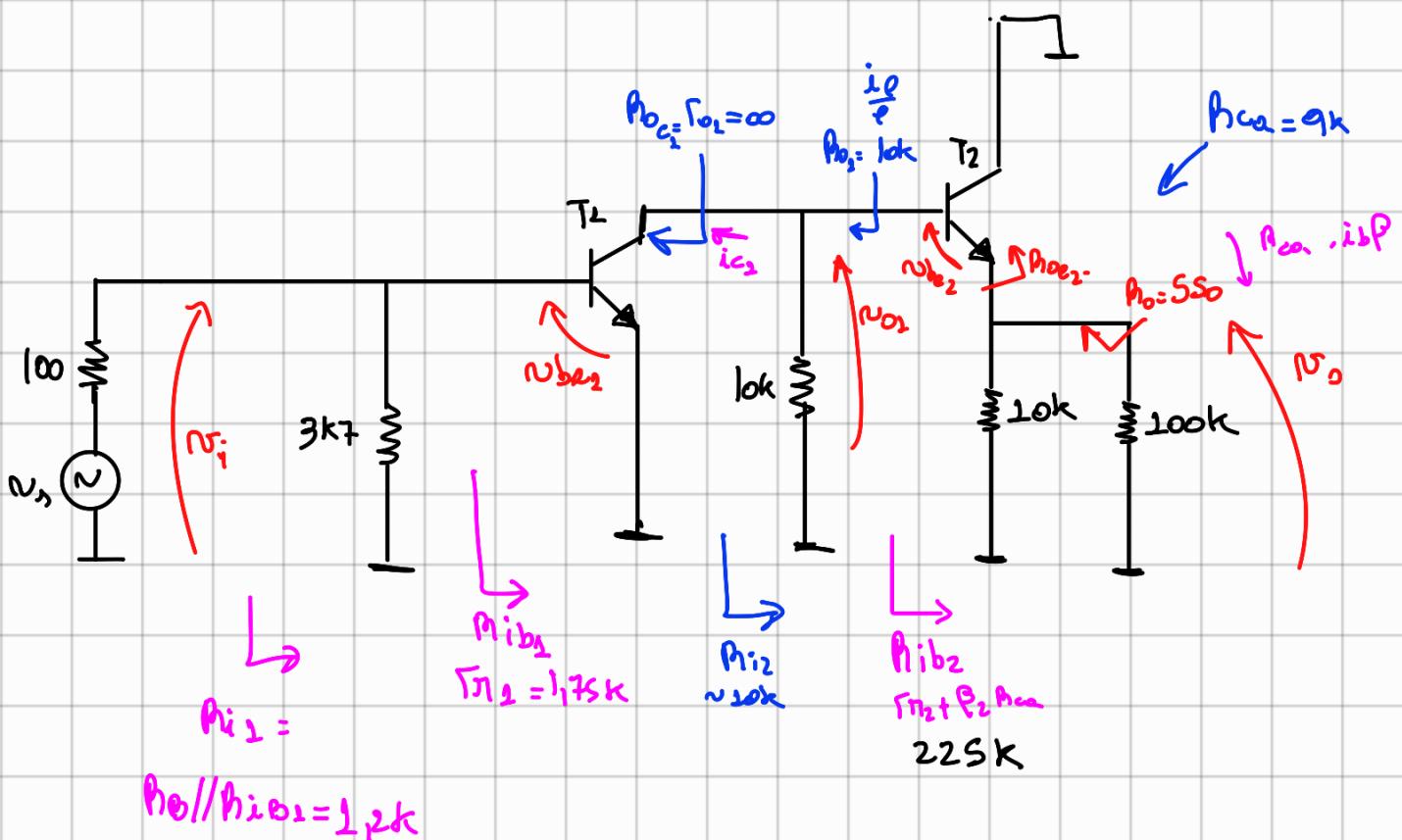
$$\text{Entrada: } I_{c_2} \cdot 3k9 + V_{be2} + \frac{I_{c_1}}{\beta_1} \cdot 3k7 = 5V \rightarrow I_{c_1} = \frac{5V - 0.7}{3k9 + \frac{3k7}{70}} \approx 1mA.$$

$$S_1 \quad I_{C2} \approx mA \rightarrow I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta_2} \ll I_{C1}$$

(mA)

	I_{Cg}	I_{Bg}	V_{CEg}	S_m	Γ_m	β
T_L	1mA	14nA	11.1V	40m	1.75k	70
T_2	1.37 mA	55 nA	10.3V	55m	450	25

$$R_{Oe2} = \frac{\Gamma_m + R_{o2}}{\beta_2} = SDO$$



$$A_{v2} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{i_{C2} \cdot \beta_{T2}}{R_{be2}} = \frac{S_{m2} \cdot R_{be2} \cdot \beta_{T2}}{R_{be2}} = 400.$$

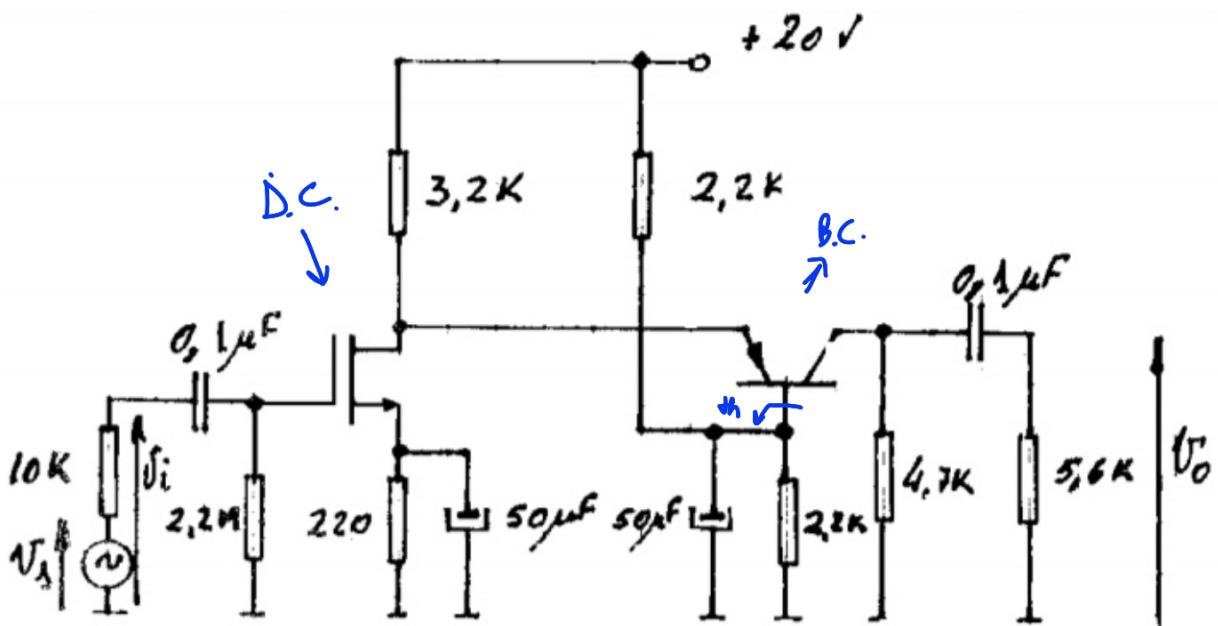
$$A_{v2} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{i_{C2} \cdot R_{ca}}{i_{C2} R_{ca} + R_{be2}} = \frac{S_{m2} R_{be2} \cdot R_{ca}}{S_{m2} R_{be2} R_{ca} + R_{be2}} = \frac{S_{m2} \cdot R_{ca}}{S_{m2} R_{ca} + 1}$$

$$A_{N2} = \frac{Gm_2 \cdot \rho_{ca}}{Gm_2 \rho_{ca} + 1} \stackrel{4as}{\approx} 1$$

$$Gm_2 = \frac{\rho c_2}{\rho_2} =$$

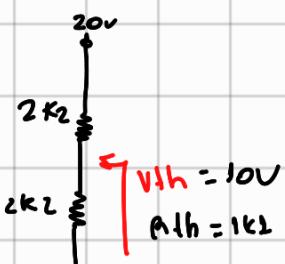
$$A_N = Gm_1 \cdot \rho_{i2} \cdot \frac{Gm_2 \cdot \rho_{ca}}{Gm_2 \rho_{ca} + 1} = 400$$

$$\{ A_N = Gm_1 \cdot \rho_{ca_2} ? \approx 360$$

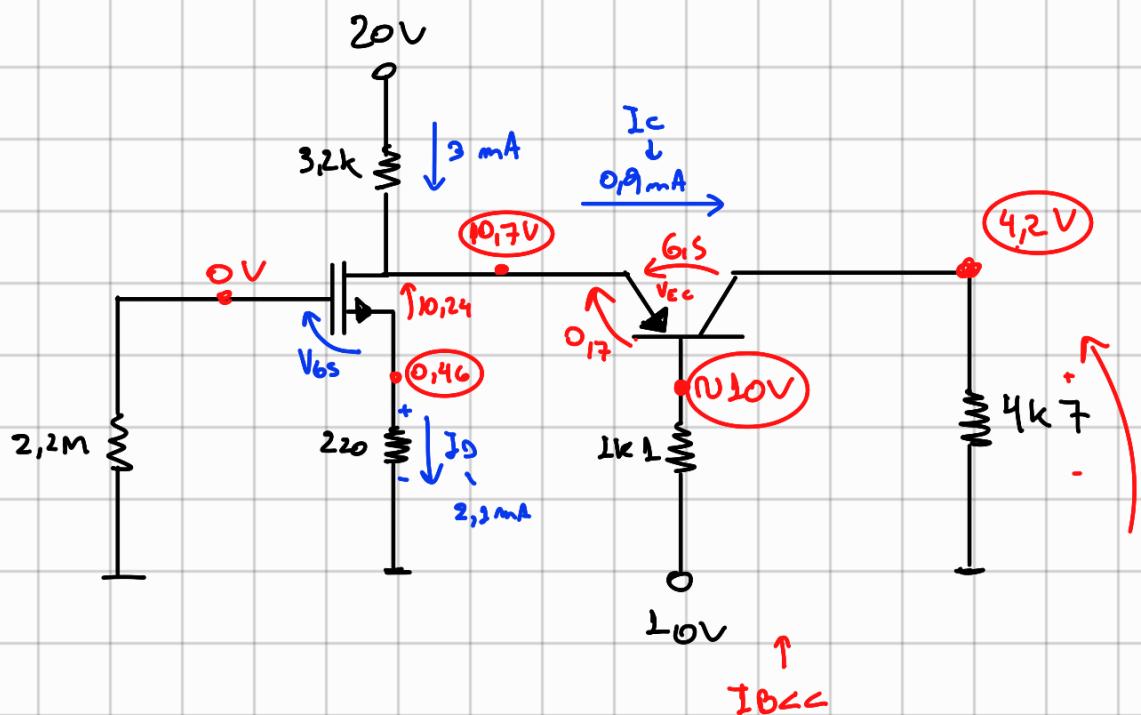


$$\beta = 130; |k| = 0.7 \text{ mA/V}^2; V_T = -2.2 \text{ V}$$

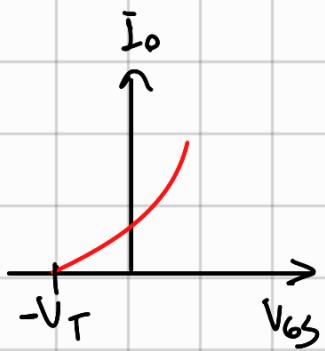
th en la base



Polarización



$$V_{GS} + \mu_0 \cdot J_0 = 0$$



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

$$I_D = k(-R_D \cdot I_D - V_T)^2$$

$$|k| = 0,7 \frac{mA}{V^2}$$

$$V_T = -2,2V$$

$$R_D = 220$$

$$0 = k R_D^2 I_D^2 + 2k R_D I_D V_T - I_D + k V_T^2$$

$$0 = I_D^2 (k R_D^2) + I_D (2k R_D V_T - 1) + k V_T^2$$

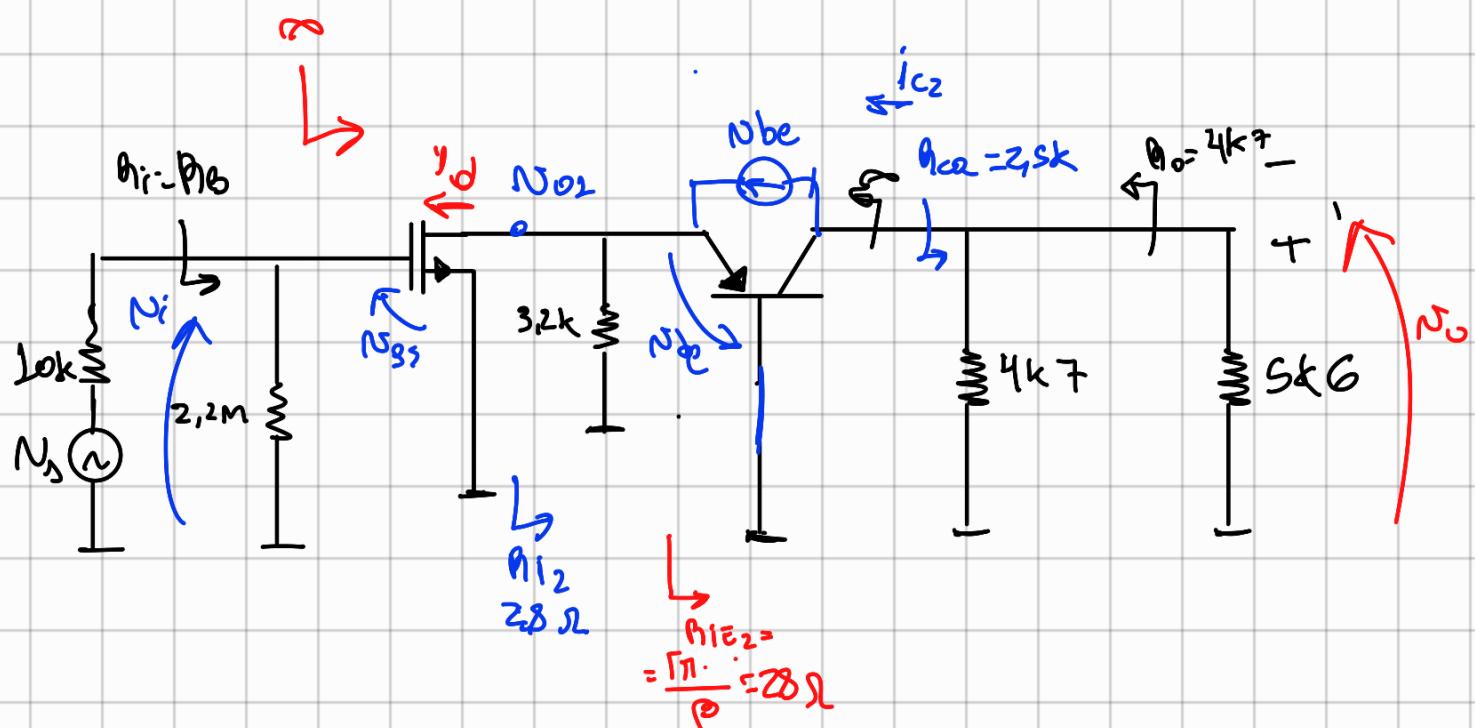
$$0 = I_D^2 (33,88) + I_D \cdot (-1,68) + 3,388 \cdot 10^{-3}$$

I_D → 47 mA → Mayor que la suministrada por la fuente
2,2 mA

Punto Q

$T_1:$ V_{DS} = 10,24V
 $I_D = 2,2\text{ mA}$
 $G_m: \sqrt{4kI_D} = 2,4 \frac{mA}{V}$

$T_2:$ V_{EC} = 6,5V
 $I_C = 0,9\text{ mA}$.
 $S_m = 36 \text{ mA/V}$
 $R_\pi = 3k6$.
 $\beta = 130$



$$A_{n2} = \frac{N_{O2}}{N_J} = \frac{-id \cdot R_{i2}}{n_{g3}} = \frac{g_m n_{g3} R_{i2}}{n_{g3}} = -g_m n_2 \cdot R_{i2}$$

$$A_{n2} = \frac{N_O}{N_{O2}} = \frac{-ic_2 \cdot R_{co}}{-n_{be}} = -\frac{Q_{m,n_{be},R_{co}}}{-n_{be}} = g_{m,n_{be}}$$

$$A_{nr} = -g_m n_2 \cdot R_{i2} \cdot g_m n_2 \cdot R_{co2}$$

$$= -g_m n_2 \cdot \underbrace{\frac{R_{i2}}{\beta}}_{\frac{1}{g_m n_2}} = g_m n_2 R_{co2} = -Q_{m,n_{be},R_{co2}} = -6000$$

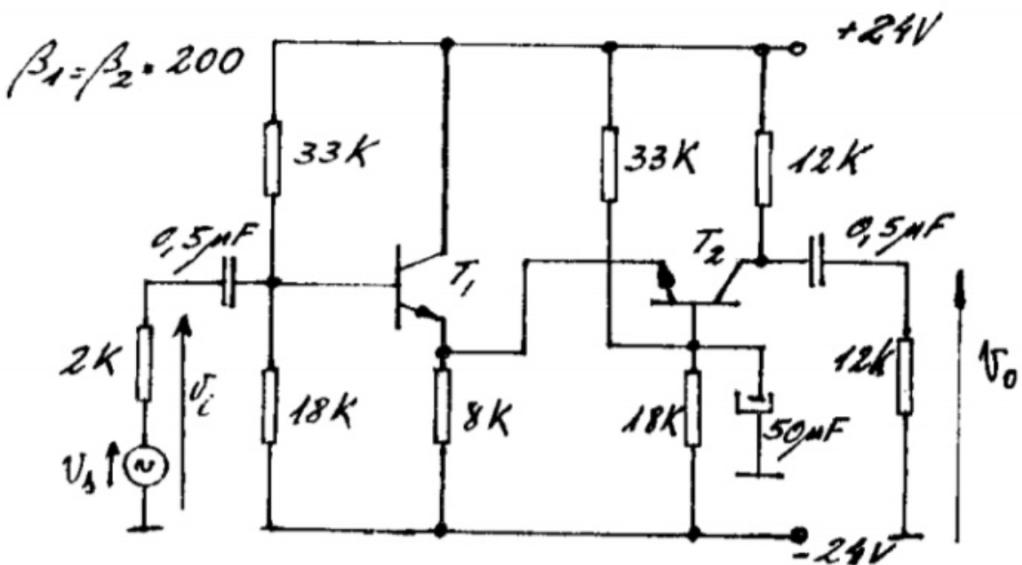
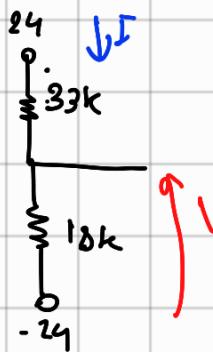


Fig. E-3h

h_T (Base 1)



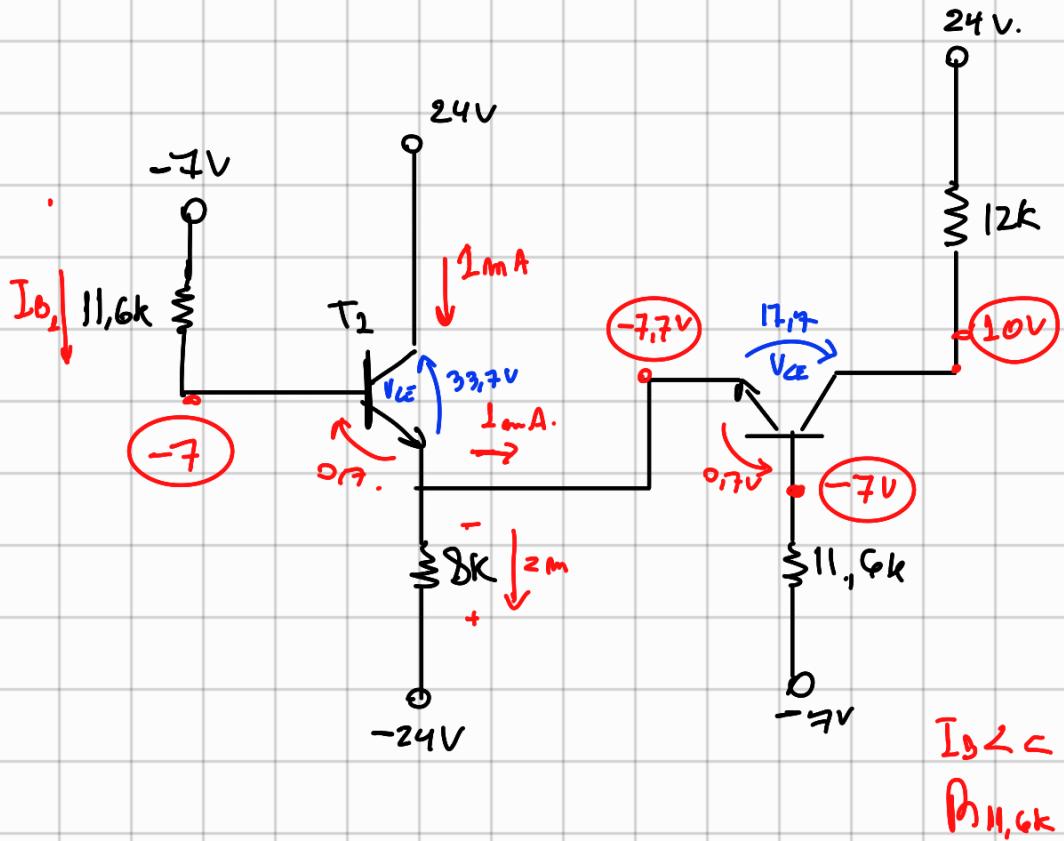
$$I = \frac{48}{33k + 18k} = 0,94 \text{ mA}$$

$$V_{th} = -24 + 0,94 \text{ mA} \cdot 18k \approx -7 \text{ V}$$

$$R_{th} = 33k \parallel 18k \approx 11,6 \text{ k}\Omega$$

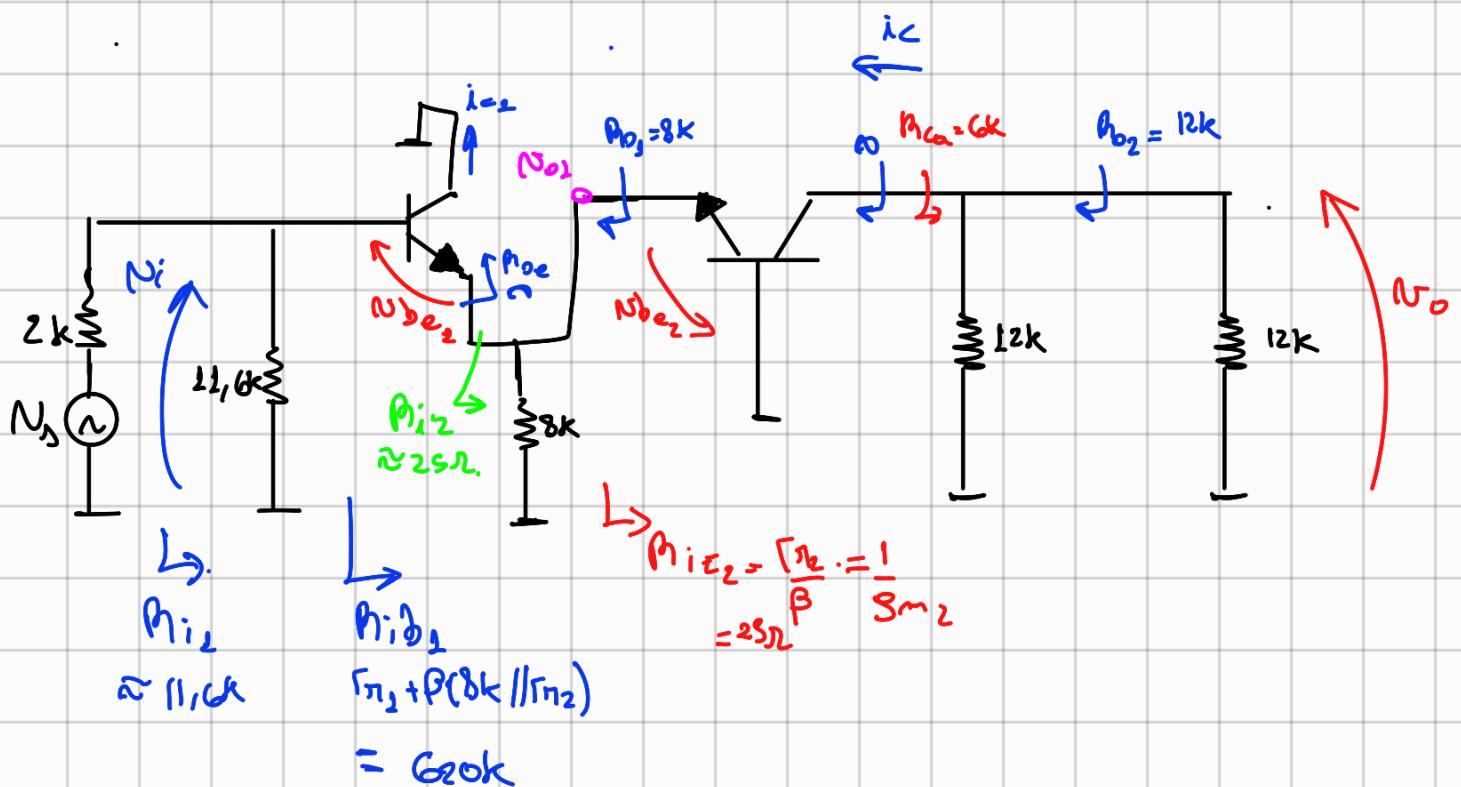
h_T (Base 2) → es igual.

Polarización.



Como $T_1 = T_2$, y los circuitos de base son identicos, $I_{C_1} = I_{C_2}$.

	I_{C_1}	I_{B_1}	V_{CE_1}	S_m	R_π	β
T_1	1mA	50A	37_{17}	40m	5k	200
T_2	1mA	50A	17_{17}	40m	5k	200



$$f_{N_2} = \frac{N_{O_2}}{N_i} = - \frac{i_{C_1} \cdot R_{i_2}}{N_{be_2} - i_{C_2} \cdot R_{i_2}} = \frac{S_m N_{be_1} \cdot R_{i_2}}{N_{be_2} + S_m N_{be_1} R_{i_2}} = \frac{1/g_{m_2}}{1/g_{m_1}}$$

$i_{C_1} = -S_m N_{be_2}$

$$= \frac{g_{m_1} R_{i_2}}{1 + g_{m_1} R_{i_2}} = \frac{40m \cdot 25}{1 + 40m \cdot 25} = 0,5$$

$$A_{n_2} = \frac{N_0}{N_{02}} = \frac{-I_c R_{Co}}{-N_{Be2}} = \frac{S_{m2} N_{Be2} R_{Co}}{N_{Be2}} = 40 \text{ m.} 12 \text{ k} = 480$$

$$A_n = A_{n_1} \cdot A_{n_2} = 240$$