

Datos:

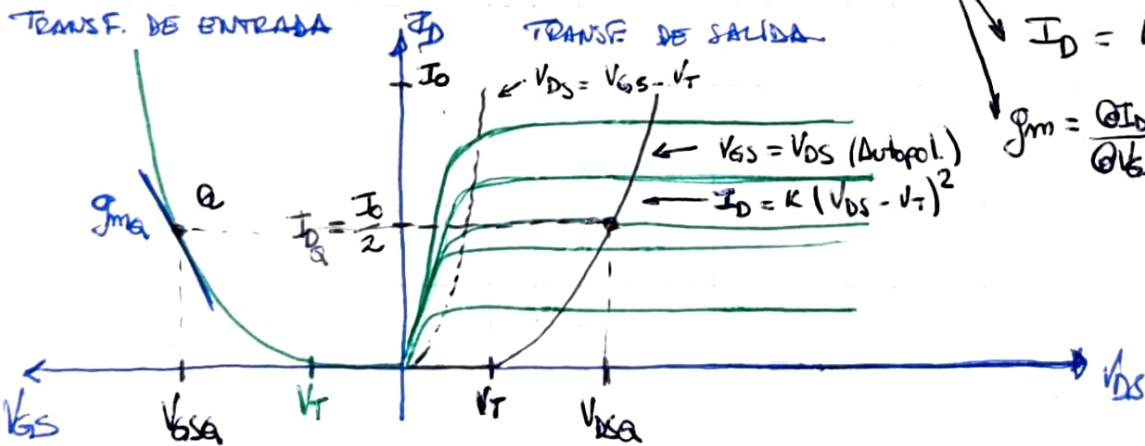
$V = 18V$, $R_2 = 3K\Omega$, $R_3 = 7K\Omega$, $R_4 = 1K\Omega$, $V_{D1} = 3V$, $r_{D1} = 2\Omega$

$Q_1 \equiv Q_2$; $V_T = 1V$, $K = 0.6mA/V^2$, $r_{DS} = 120K\Omega$, $\alpha_3 / \beta_3 = 400$.

1) Si $I_0 = 3mA$, determinar Q_1, Q_2 y Q_3 ($V_{GSQ1,2}$, $V_{DSQ1,2}$, $I_{DQ1,2}$, I_{EQ3} , V_{EBQ3} , V_{ECQ3}) y la tensión en V_S .

NMOS en zona de corriente constante en AD.

TRANSF. DE ENTRADA



$$V_{GS} > V_T$$

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

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

$$g_m = \left. \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} \right|_Q = 2K (V_{GS} - V_T)$$

Los NMOS del AD \rightarrow Autopolarización \Rightarrow Como $I_{Q1,2} \approx 0 \Rightarrow V_{RF_{Q1,2}} = 0$

$$I_{DQ1,2} = K (V_{DS_{Q1,2}} - V_T)^2 \Leftrightarrow \begin{cases} V_{GS_{Q1}} = V_{DS_{Q1}} \\ V_{GS_{Q2}} = V_{DS_{Q2}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} V_{GS_{Q1}} = V_{DS_{Q1}} \\ V_{GS_{Q2}} = V_{DS_{Q2}} \end{cases}$$

$$I_{D_{Q1,2}} = \frac{I_0}{2} = K \left(V_{GS_{Q1,2}} - V_T \right)^2 = 1,5 \text{ mA} \Rightarrow \begin{cases} V_{GS_A} = -2,58 \text{ V} \\ V_{GS_B} = +2,58 \text{ V} > V_T \end{cases}$$

De ①: $V_{R_2} = V_{D1} + V_{R_4} + V_{E_{B_{Q3}}} \Rightarrow V_{R_4} = I_{C_{Q3}} \cdot R_4 = V_{R_2} - V_{D1} - V_{E_{B_{Q3}}}$

$$\Rightarrow I_{C_{Q3}} = \frac{V_{R_2} - V_{D1} - V_{E_{B_{Q3}}}}{R_4} = \frac{1,5 \text{ mA} \cdot 3 \text{ k}\Omega - 3 \text{ V} - 0,6 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 0,9 \text{ mA}$$

$$V_{E_{C_{Q3}}} = V - V_{D1} - V_{R_4} - V_{R_3} = 18 \text{ V} - 3 \text{ V} - 0,9 \text{ mA} \cdot (1 \text{ k}\Omega + 7 \text{ k}\Omega) = 6,27 \text{ V}$$

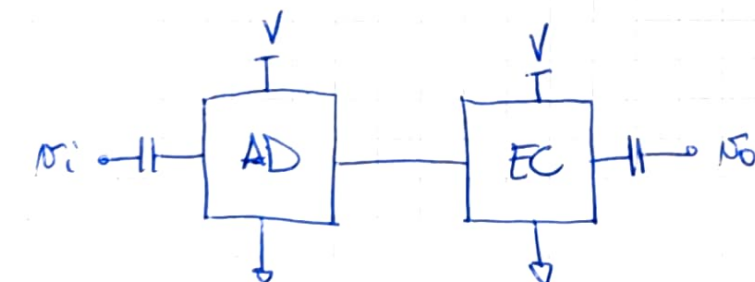
$$V_S = V - V_{R_2} - V_{D_{S_{Q1,2}}} = 18 \text{ V} - 1,5 \text{ mA} \cdot 3 \text{ k}\Omega - 2,58 \text{ V} = 9,57 \text{ V}$$

2) Se excita por G_1 con $v_i = V_m \sin(\omega t)$, completar el circuito indicando la conexión correcta de las entradas, determinar la ganancia a frecuencias medias (V_o/v_i) e indicar la relación de fase entre Ent/sal.

• Conexiones ver circuito.

• Relación de fase \rightarrow Entrada G_1 \rightarrow Salida en fase $D_2 \rightarrow$ Salida contrafase Q_3 .

• Ganancia A_{VT} :



$$A_{V_{AS}} = \frac{g_m R_2}{2}$$

$$Z_i = \infty$$

$$Z_o = R_2 \parallel R_{DS} \approx R_2$$

$$Z_i = \beta R_4$$

$$Z_o = R_3$$

$$A_{V_{EC}} = -\frac{R_3}{R_4}$$

$$A_{VT} = A_{V_{DS}} \cdot A_{V_{EC}}$$

\uparrow

$$|s| Z_{o_{AD}} \ll Z_{i_{EC}}$$

$$A_{VT} = \frac{g_m \cdot R_2}{2} \cdot \left(-\frac{R_3}{R_4}\right) = \frac{2/K (V_{GS} - V_T)}{2} \cdot \frac{R_2}{2} \times \left(-\frac{R_3}{R_4}\right)$$

$$= \frac{-9,6 \text{ mA}}{2} \cdot (2,581 - 1V) \cdot 3K9 \times \frac{7K2}{1K5} = -3,7 \times 4,8 = -17,75$$

↑
Contrafase

3) Determinar V_{MAX} en v_{oi} para que el circuito funcione linealmente.

• Si R_3 satura $\Rightarrow V_{EC_{Q3}} = 0,7V \Rightarrow I_{C3_{MAX}} = \frac{V - V_{D1} - V_{EC_{Q3_{MAX}}}}{R_3 + R_4}$

$I_{C3_{MAX}} = 1,54 \text{ mA} \Rightarrow V_{O_{MAX}} = 1,54 \text{ mA} \cdot \frac{R_3}{7K2} = 11,08V$

$V_{O_Q} = I_{C_{Q3}} \cdot R_3 = 0,9 \text{ mA} \cdot 7K2 = 6,48V$

$\Rightarrow A_{VT} = \frac{\Delta v_o}{\Delta v_i} = \frac{V_{O_{MAX}} - V_{O_Q}}{\Delta v_i} \Rightarrow A_{v_i} = \frac{11,08V - 6,48V}{17,75} = 259 \text{ mV}$

• La entrada máxima en el AD con NMOS:

$v_{id} = v_{i_{max}} = \sqrt{\frac{I_0}{K}} = \sqrt{\frac{3 \text{ mA}}{1V}} = 2,23V$

\therefore la etapa EC satura antes que el AD.

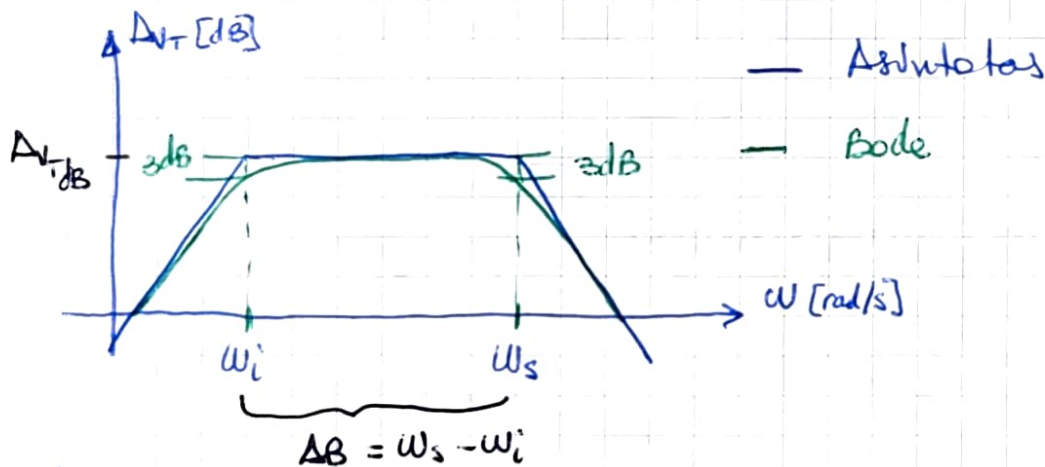
4) Analizar si $I_0 \uparrow$, $R_F \uparrow$, $R_4 \downarrow$

	$I_{D_{Q1,2}}$	$V_{DS_{Q1,2}}$	$V_{GS_{Q1,2}}$	$I_{C_{Q3}}$	$V_{EC_{Q3}}$	$A_{v_{DS}}$	$A_{v_{EC}}$	A_{v_T}
$I_0 \uparrow$	↑	↑	↑	↑	↓	↑	=	↑
$R_F \uparrow$	=	=	=	=	=	=	=	=
$R_4 \downarrow$	=	=	=	↑	↓	=	↑	↑

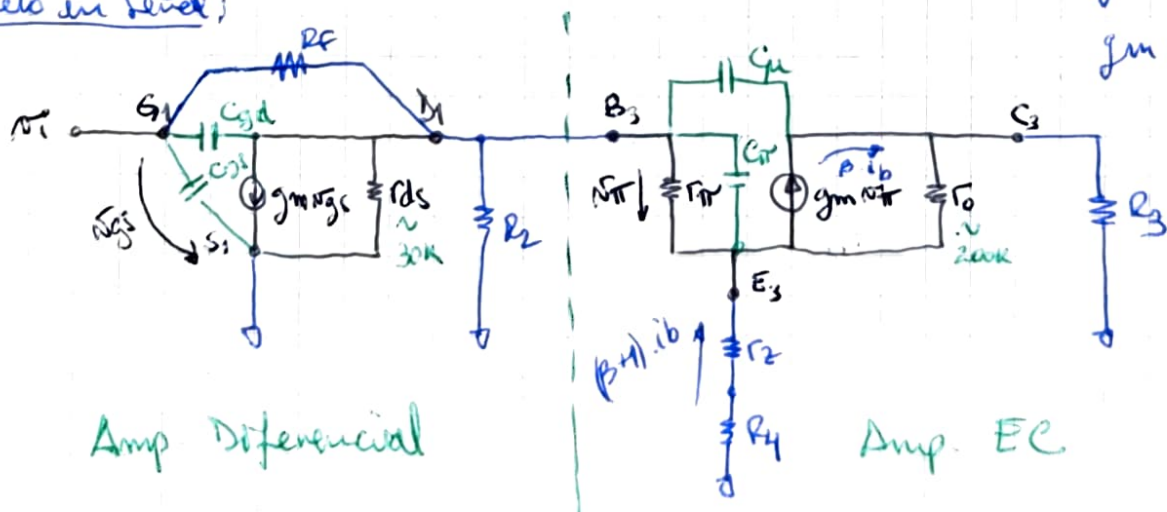
5) Dibujar el Bode aproximado de la ganancia A_{vT} y los modelos en señal para determinar el ancho de Banda AB. Indicar los parámetros provistos por el fabricante y cuales pueden determinarse a partir de los mismos, Indicar ~~los~~ el procedimiento para el calculo de las frecuencias de corte y que parámetros se utilizan para obtener los mismos.

Def: Ancho de Banda: rango de frecuencia donde la ganancia A_{vT} se mantiene constante

$$A_{vT, dB} = 20 \log(A_{vT})$$



Modelo en señal:



Datos fabricante:

Amp. Def.

NMOS: C_{gs}, C_{gd}

Amp. EC.

BJT: $C_{\mu} \equiv C_{ob}, f_t$

$$\downarrow$$

$$C_{\pi} = \frac{g_m}{2\pi f_t} - C_{\mu}$$

Frecuencias de corte:

$$\omega_i = \sum \frac{1}{\tau_{is}}$$

τ_{is} = Constantes de tiempo en cortocircuito

$$\omega_s = \frac{1}{\sum \tau_{io}}$$

τ_{io} = Constantes de tiempo en circuito abierto.

τ_{is} τ_{io}
 C_i, C_o Determinan ω_i

$C_{\mu}, C_{\pi}, C_{gs}, C_{gd}$ determinan ω_s .
 $R_{th_{\mu}}, R_{th_{\pi}}, R_{th_{gs}}, R_{th_{gd}}$

$$\omega_i = \frac{1}{\tau_{is} C_i} + \frac{1}{\tau_{io} C_o}$$

$$\omega_s = \frac{1}{\frac{1}{R_{th_{\mu}} C_{\mu}} + \frac{1}{R_{th_{\pi}} C_{\pi}} + \frac{1}{R_{th_{gs}} C_{gs}} + \frac{1}{R_{th_{gd}} C_{gd}}}$$

\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow
 R_{th} vista en bornas de C_{μ} con C_{π}, C_{gs}, C_{gd} abiertas
 τ_{dem} con C_{π}