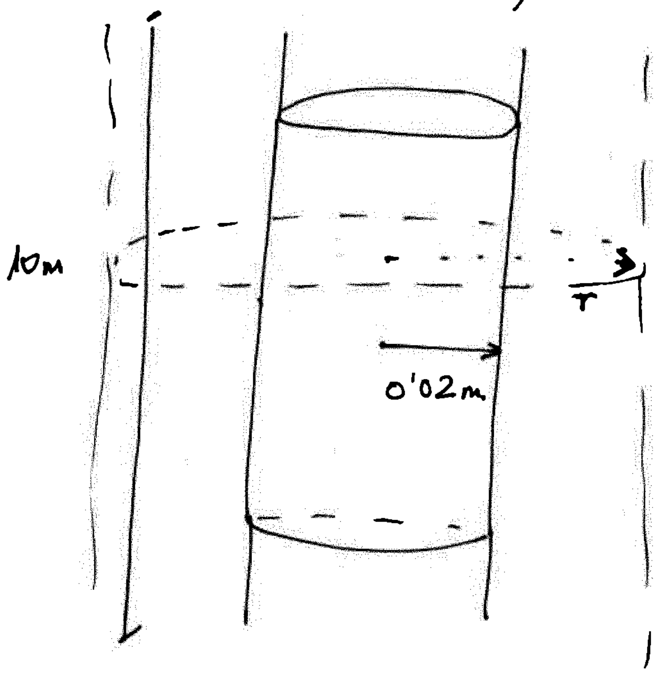
EJERCICIO 1

$R = 0'02\ m.$

$L = 10\ m.$

$Q = -3C.$

a) Calcular el campo eléctrico.



Tma. Gauss

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{\Sigma Q}{\varepsilon_0}$$

$\vec{E}$ dirección radial $\Rightarrow$ Sólo contribuye a $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$ la superficie lateral que escojo como superficie de Gauss.

$\boxed{\text{FUERA DEL CILINDRO}}$

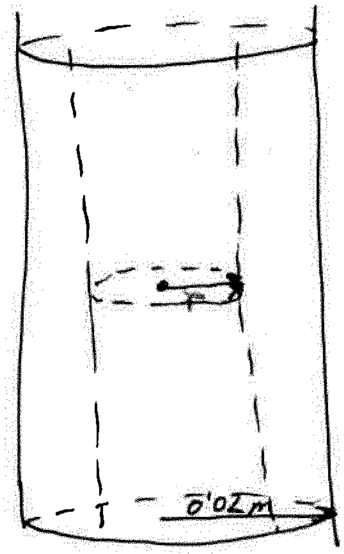
$$E \cdot 2\pi r L = \frac{-3\,C}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{-3\,\cancel{C}}{2\pi\ 10\,\cancel{m} \cdot 8'85\ 10^{-12} \frac{C^2}{\cancel{Nm^2}}\ r}$$

r ↑ radio de la superficie de Gauss

$$E = -\frac{CTE}{r} = -\frac{5'4\ 10^9}{r}\ \frac{N}{C}$$

↳ r en m.

DENTRO DEL CILINDRO



¿Cuánta carga hay dentro de la nueva superficie de Gauss?

→ densidad volumétrica es cte ⇒

$$\rho = \frac{-3C}{\pi \cdot (0'02)^2 \cdot \cancel{10\,m^3}} = \frac{Q'}{\pi r^2 \cancel{10\,m^3}}$$

$$\boxed{Q' = \frac{-3C\, r^2}{(0'02)^2}}$$ → r en m

Aplico Teorema de Gauss.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q'}{\varepsilon_0} \Rightarrow \quad E \cdot 2\pi r L = \frac{Q'}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{Q'}{2\pi r L \varepsilon_0} = \frac{-3\,r^{\cancel{2}}}{(0'02)^2 \cdot 2\pi \cancel{r}\, 10m \;\; 8'85\,10^{-12}}$$

$$E = \frac{-3}{(0'02)^2 \cdot 2\pi\, 10 \cdot 8'85\,10^{-12}} \cdot r = -1'35\,10^{13}\, r \;\frac{N}{C}$$

↓ r en m.

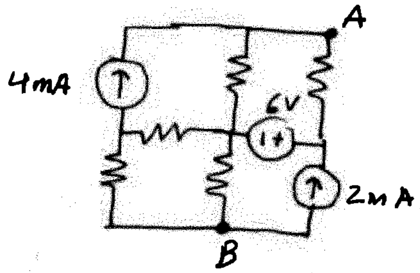
b) Potencial? → la región está fuera del cilindro:

$$\Delta V = + \int_{0'05}^{0'07} \frac{CTE}{r}\, dr = + CTE \left[\ln 0'07 - \ln 0'05\right] = 1'82\,10^{9}\ V.$$

↓

Como la región está fuera del cilindro, escojo la expresión de $\vec{E}$ calculada para fuera del cilindro.

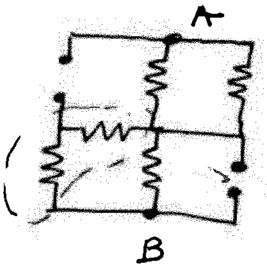
a) Equivalente Thevenin

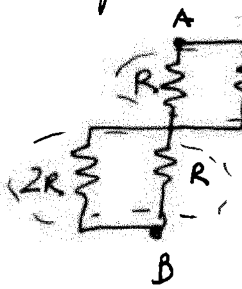


$R = 2k\Omega$

$\boxed{R_{th}}$ → anulo las fuentes: (+ 0'5)

serie



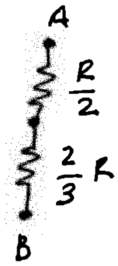


Paralelo 1

Paralelo 2

$$R_{p1} = \frac{R \cdot R}{R+R} = \frac{R}{2}$$

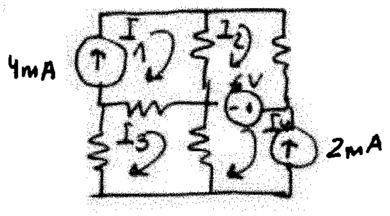
$$R_{p2} = \frac{2 \cdot R \cdot R}{2R+R} = \frac{2R^{\cancel{2}}}{3\cancel{R}} = \frac{2}{3}R$$



Serie $\frac{R}{2} + \frac{2}{3}R = R\left(\frac{3+4}{6}\right) =$

$= R \cdot 1'16 = \boxed{2'33k\Omega = R_{th}}$

$\boxed{V_{th}}$ → Resuelvo el circuito.



Malla 1 Resuelta $\boxed{I_1 = 4mA}$

Malla 2 $-6V = R I_2 + R I_2 - R I_1$

$-6V = 2R I_2 - R \cdot 4mA = 2 \cdot 2k\Omega\, I_2 - 2k\Omega\, 4mA$

$-6V = 4k\Omega\, I_2 - 8V \Rightarrow 8V - 6V = 4k\Omega\, I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{2V}{4k\Omega} = \boxed{0'5mA = I_2}$

Malla 3 $0 = 3R I_3 - R I_1 - R I_4$

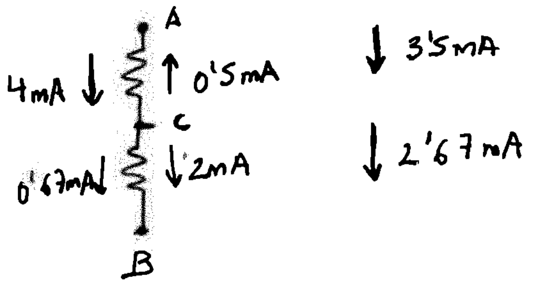
Malla 4 Resuelta $I_4 = -2mA$

$\Rightarrow 0 = 3 \cdot 2k\Omega\, I_3 - 2k\Omega \cdot 4mA - 2k\Omega \cdot (-2mA)$

$0 = 6k\Omega\, I_3 - 8V + 4V$

$0 = 6k\Omega\, I_3 - 4V$

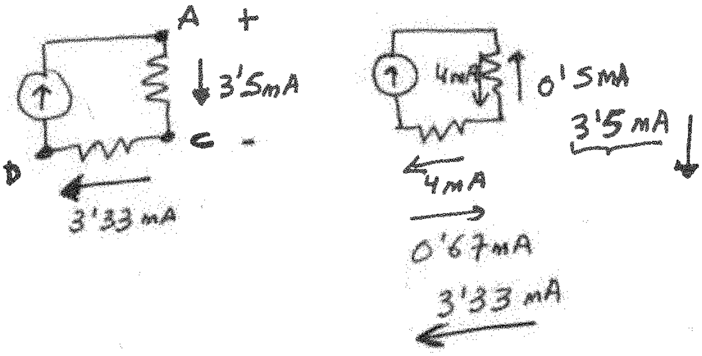
$4V = 6k\Omega\, I_3 \Rightarrow \boxed{I_3 = 0'67mA}$



$V_A - V_B = V_A - V_C + V_C - V_B = 2k\Omega \cdot 3'5mA + 2k\Omega \cdot 2'67mA =$

$= 7V + 5'34V = \boxed{12'34V = V_A - V_B}$

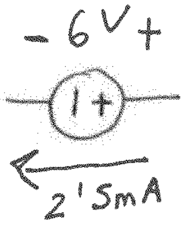
b)



$V_A - V_D = 2k\Omega \cdot 3'5mA +$

$+ 2k\Omega \cdot 3'33 mA =$

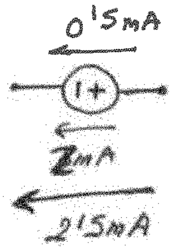
$= 7V + 6'66V = 13'66V$



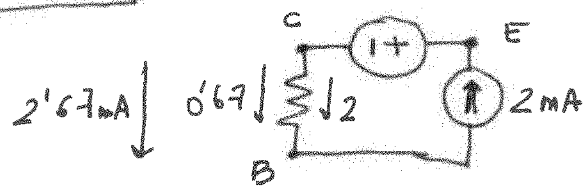
$P = 2'5 \cdot 10^{-3} \cdot 6 =$

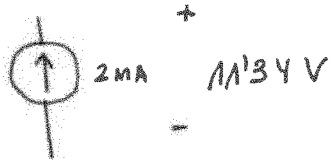
$= \boxed{15mW = P}$

CONSUMIDA



[redacted]





$V_C - V_B = 2k\Omega \cdot 2'67mA = 5'34V$

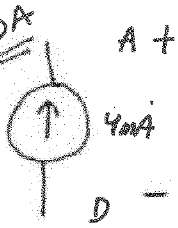
$V_E - V_C = 6V$

$V_E - V_B = V_E - V_C + V_C - V_B = 11'34V$

$\boxed{P = 11'34V \cdot 2 10^{-3} A = 22'68mW}$

SUMINISTRADA

[redacted]



$\Rightarrow P = 13'66V \cdot 4 10^{-3} A = \boxed{54'64mW = P}$

SUMINISTRADA

[redacted]

Calculo a continuación la potencia consumida en las resistencias para hacer la comprobación de que toda la potencia consumida es igual a la potencia suministrada:

Comprobado con las resistencias:

4mA $\downarrow$ $\uparrow$ 0'5mA $\Rightarrow$ $\downarrow$ 3'5mA $\Rightarrow$ $P = VI = I^2 \cdot R = (3'5)^2 2 . mW = 24'5 mW$

0'5 mA $\downarrow$ $\Rightarrow$ $\downarrow$ 0'5mA $\Rightarrow$ $P = VI = I^2 R = (0'5)^2 . 2 mW = 0'5 mW$

0'67mA $\uparrow$ $\Rightarrow$ $\uparrow$ 0'67mA $\Rightarrow$ $P = I^2 R = (0'67)^2 . 2 mW = 0'9 mW$

0'67mA $\downarrow$ $\downarrow$ 2mA $\Rightarrow$ $\downarrow$ 2'67mA $\Rightarrow$ $P = I^2 R = (2'67)^2 . 2 mW = 14'26 mW$

4mA $\leftarrow$ 0'67m $\rightarrow$ $\Rightarrow$ $\leftarrow$ 3'23mA $\Rightarrow$ $P = (3'23)^2 2 mW = 22'18 mW$

$P_{resistencias} = 62'34 mW$

$P_{CONSUMIDA} = (\underset{\text{RESISTENCIAS}}{62'34} + \underset{\text{FUENTE DE TENSIÓN}}{15}) mW = 77'4 mW$

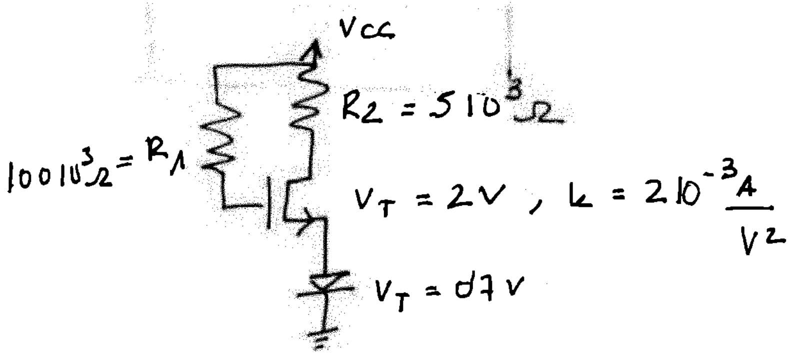
$P_{SUMINISTRADA} = (22'68 + 54'64) mW = 77'32 mW$

$\uparrow$ $\uparrow$ FUENTES DE CORRIENTE.

COMPROBADO

[redacted]

EJERCICIO 3



1º) Supongo diodo ON

$\Rightarrow \boxed{V_S = 0'7V = V_T}$

2º) Supongo transistor corte $\Rightarrow I_D = 0$ y ¿Está en corte? ¿$V_{GS} < V_T$?

$V_G = V_{CC} = 10V$
$V_S = 0'7V$
$\Big\}\; V_{GS} = 9'3V > V_T = 2V \Rightarrow$ NO ESTÁ CORTE

3º) Supongo saturación

$$I_D = \frac{2\,10^{-3}}{2}(V_{GS}-V_T)^2 = 10^{-3}(9'3V-2V)^2 = 5'33\,10^{-2}A = I_D.$$

¿Está en sat? ¿$V_{DS} > V_{GS} - V_T$?

$V_{DS} = ? \Rightarrow V_D = V_{CC} - R_2 I_D = 10V - 5\,10^3 \cdot 5'33\,10^{-2} = -256'45V$

$$V_{DS} = \underbrace{-256'45V}_{V_D} \underbrace{-0'7V}_{-V_S} < 7'3V \Rightarrow \text{NO ESTÁ EN SAT.}$$

4º) Supongo lineal.

Ecuación general: $V_{DS} = 10V - 5\,10^3 I_D$

Ec. particular $I_D = 10^{-3}(2 \cdot 7'3\,V_{DS} - V_{DS}^2)$

$V_D - V_S = V_{DS}$

$\boxed{V_D = V_{DS} + V_S}$

$$I_D = \frac{10 - V_D}{5\,10^3} = 10^{-3}(2 \cdot 7'3\,V_{DS} - V_{DS}^2) \Rightarrow$$

$$10 - V_{DS} - 0'7 = 5 \cdot (14'6\,V_{DS} - V_{DS}^2) = 73V_{DS} - 5V_{DS}^2$$

$$0 = -\cancel{10}\,9'3 + 74V_{DS} - 5V_{DS}^2 \Rightarrow \frac{-74 \pm \sqrt{74^2 - 4 \cdot (-5)(-9'3)}}{2 \cdot (-5)}$$

$$\frac{-74 \pm 72'64}{-10} \rightarrow \boxed{0'136\,V} \rightarrow$$ Ésta es la única que cumple $< 7'3V$

$\rightarrow 14'66\,V$

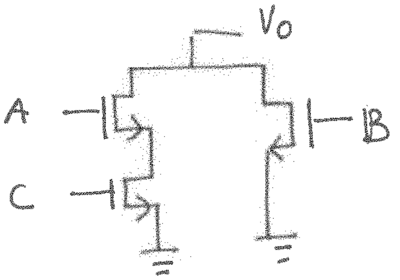
$$\boxed{I_D = 1'97\,10^{-3}A}$$

Respuesta:
- → Diodo ON, MOSFET LINEAL
- → $I_D = 1'97\,10^{-3}A$
- → $V_{DS} = 0'136\,V$.

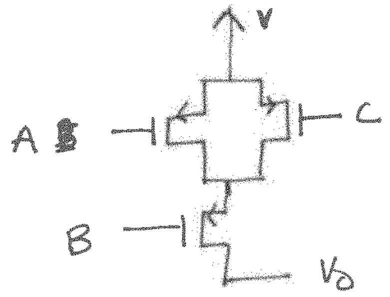
EJERCICIO 5

$f(A,B,C) = A \cdot C + B$ Mínima potencia $\Rightarrow$ CMOS

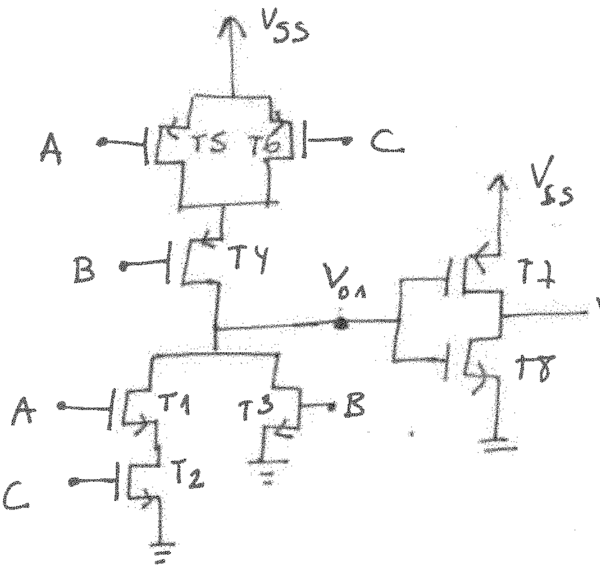
Transistores N-MOS



Transistores P-MOS



Si los acoplo lo que tendría es un circuito que realiza la operación: $\overline{A \cdot C + B}$

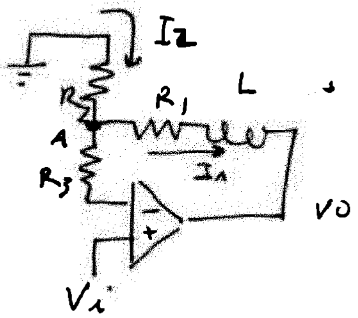


$V_0 = f(A,B,C) = A \cdot C + B$

			NMOS			PMOS			PMOS		NMOS	
A	B	C	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	f(A,B,C)	T8	V_{01}
1	1	1	LIN	LIN	LIN	CORT	CORT	CORT	LIN	1	CORT	0
0	0	0	CORT	CORT	CORT	LIN	LIN	LIN	CORT	0	LIN	1
0	1	0	CORT	CORT	LIN	CORT	LIN	LIN	LIN	1	CORT	0

[redacted]

EJERCICIO 4



$R = 10k\Omega = 10^4 \Omega$

$L = 1 mH = 10^{-3} H$

a) $T(\omega) = \dfrac{V_o}{V_i}$

Condiciones:

→ A.O. ideal: $I^- = I^+ = 0$

→ Realim. Negativa: $V^+ = V^-$

en este caso $V^+ = V_i \Rightarrow V_i = V_-$

Ecuaciones del circuito:

→ Por R_3 no pasa corriente xq $I^- = 0 \Rightarrow V_A = V^- = V_i$

→ R_1 y L están en serie $\Rightarrow Z_{eq} = R_1 + j\omega L$

→ ley de Ohm a R_2: $0 - V_A = 0 - V_i = -V_i = I_2 \cdot R_2$

→ ley de Ohm a Z_{eq}: $V_A - V_o = Z_{eq} I_1 = V_i - V_o = Z_{eq} I_1$

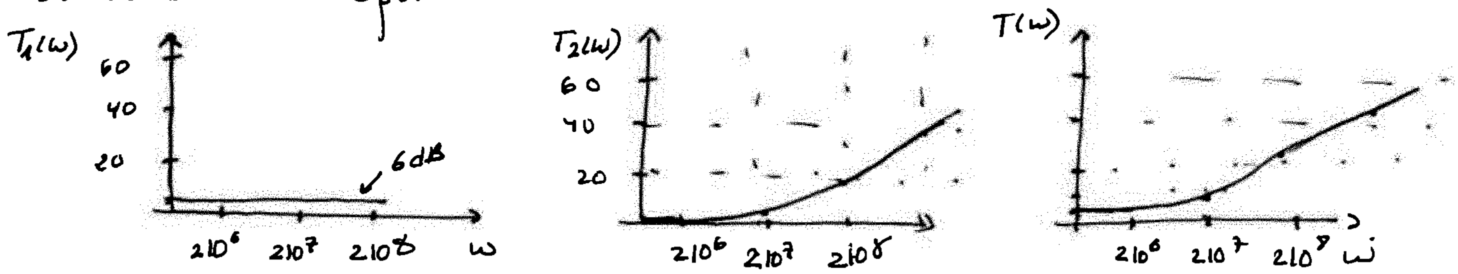
→ ley de Nudos en A: $I_1 + \cancel{I^-}^{\,0} = I_2 \Rightarrow I_1 = I_2$

$$\frac{-V_i}{R_2} = \frac{V_i - V_o}{Z_{eq}} \Rightarrow -Z_{eq} V_i = R_2 V_i - R_2 V_o \Rightarrow R_2 V_o = R_2 V_i + Z_{eq} V_i$$

$$R_2 V_o = (R_2 + Z_{eq}) V_i \Rightarrow \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_2 + Z_{eq}}{R_2} = \frac{R_2 + R_1 + j\omega L}{R_2}$$

→ Sustituyendo valores: $T(\omega) = \dfrac{2\,10^4 + j\omega 10^{-3}}{10^4} = 2 + j\omega 10^{-7} = \underbrace{2}_{T_1(\omega)}\underbrace{\left(1 + \dfrac{j\omega}{\underbrace{2\,10^7}_{\omega_0}}\right)}_{T_2(\omega)}$

b) Bode en amplitud:



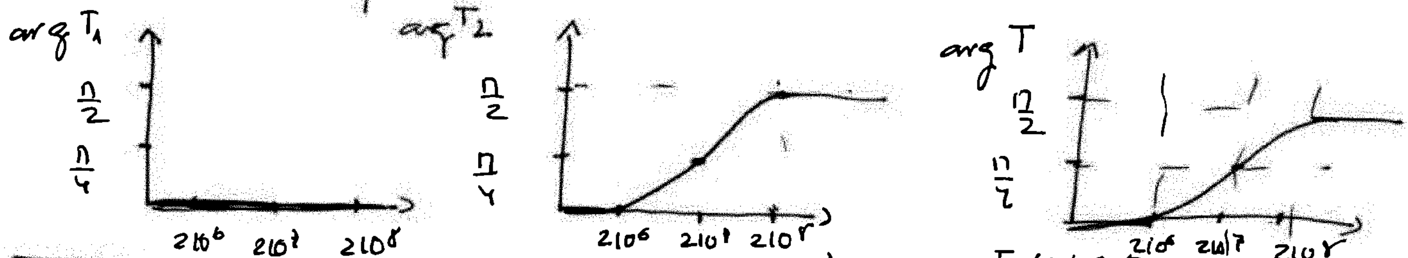
$\boxed{T_2(\omega)}$ → $|T_2(\omega)| = \sqrt{1 + \left(\dfrac{\omega}{2\,10^7}\right)^2}$

→ si $\omega \ll 2\,10^7 \Rightarrow 20\log|T_2(\omega)| \approx 0$

→ si $\omega = 2\,10^7 \Rightarrow 20\log|T_2(\omega)| \sim 3dB$

→ si $\omega \gg 2\,10^7 \Rightarrow 20\log|T_2(\omega)| \sim 20\log\omega - 20\log(2\,10^7)$

Bode en fase



$\boxed{T_2(\omega)}$ → $\arg T_2(\omega) = \operatorname{arctg} \dfrac{\omega}{2\,10^7}$

→ si $\omega \ll 2\,10^7 \Rightarrow \arg T_2(\omega) \sim 0$

→ si $\omega = 2\,10^7 \Rightarrow \arg T_2(\omega) \sim \pi/4$

→ si $\omega \gg 2\,10^7 \Rightarrow \arg T_2(\omega) = \pi/2$

Explicación

Bode en amplitud → la salida es siempre mayor que la entrada, para $\omega < 2 10^6$ la amplificación no depende de la frecuencia pero a partir de $2 10^6$ si $\omega \uparrow$ ⇒ la amplificación aumenta.

Bode en fase → si $\omega < 2 10^6$ salida y entrada tienen la misma fase pero si $\omega \uparrow\uparrow$ ⇒ las dos señales empiezan a desfasarse cada vez más y cuando ω supera los $2 10^8$ el desfase entre las dos señales se queda en $\frac{\pi}{2}$

c) Por R_3 pasa I^- y como el AO es ideal, $I^- = 0 \Rightarrow I_{R_3} = 0$.

d) $v_i(t) = 10 \cos(2 10^5 t)\, V$

Esta señal trabaja a $\omega = 2 10^5 \frac{rad}{s}$

→ Calculo $T(\omega = 2 10^5) = 2\left(1 + j\,\frac{2 10^5}{2 10^7}\right) = 2(1 + j\,10^{-2})$

$|T(\omega = 2 10^5)| = \sqrt{2^2(1^2 + 10^{-4})} \sim 2$

$\arg T(\omega = 2 10^5) = \operatorname{arctg} \frac{10^{-2}}{1} \sim 0$

$\left.\begin{array}{l} \dfrac{|V_o|}{|V_i|} = 2 \Rightarrow |V_o| = 2 \cdot 10 = 20\,V \end{array}\right.$

$\arg(V_o) - \arg(V_i) = 0 \Rightarrow \arg(V_o) = \underbrace{\arg(V_i)}_{\text{xq este es cero}} = 0$

$v_o(t) = \underbrace{20}_{|V_o| = 20\,V} \cos(\underbrace{2 10^5 t}_{\omega \text{ no cambia}})\, V$

arg Vo = 0