



UNIVERSIDAD DE ALCALÁ, E. P. S.
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial

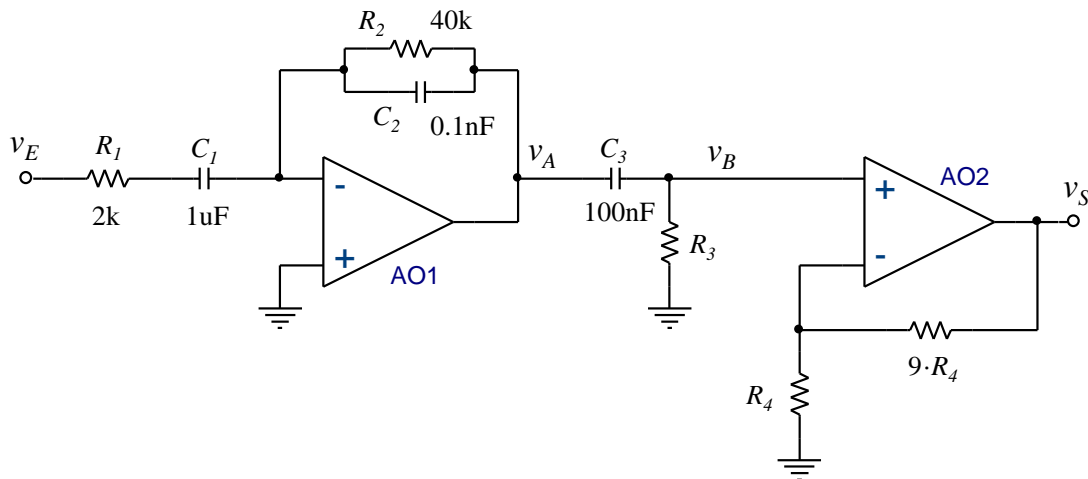


ASIGNATURA:	600008 - ELECTRÓNICA ANALÓGICA	FECHA:	13-enero-2015
APELLIDOS:		Nombre:	
PRUEBA:	Prueba de Conjunto	Número:	

Duración: 120 mins.

¡Atención!: No se admitirán respuestas no justificadas adecuadamente

Problema 1.-(35 puntos)- Considere inicialmente los AO's del circuito de la figura siguiente como ideales:



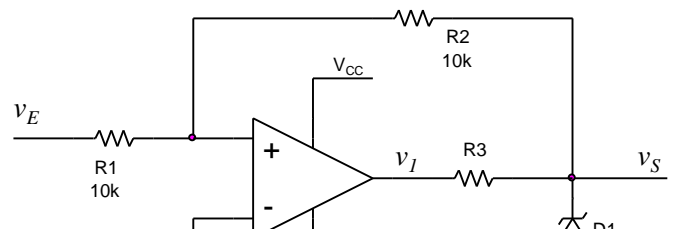
Determine:

- Expresión de la ganancia de tensión de la primera etapa en función de (s): $G_1(s)=(v_A/v_E)(s)$, detallando los valores de ceros, polos y ganancia en medias.
- Determine el valor de R_3 para que la relación $G_2(s)=(v_B/v_A)(s)$ tenga un polo en $f_3=80\text{Hz}$
- Ignorando el efecto del GBW, represente en un diagrama de Bode la ganancia de tensión total del circuito, esto es: $G_{VT}(s)=(v_S/v_E)(s)$
- Obtenga (en Hz) las frecuencias de corte superior e inferior del circuito.
- Si el AO2 del circuito tuviese un $\text{GBW}=1\text{MHz}$, describa cualitativamente el efecto que tendría este dato sobre la respuesta en frecuencia total del amplificador.

Problema 2.-(20 puntos)- En el circuito mostrado en la figura, el AO usado es de características ideales.

Otros datos son:

V_{CC} : indeterminada, entre 10 y 15V
 $V_\gamma = 0.7\text{V}$



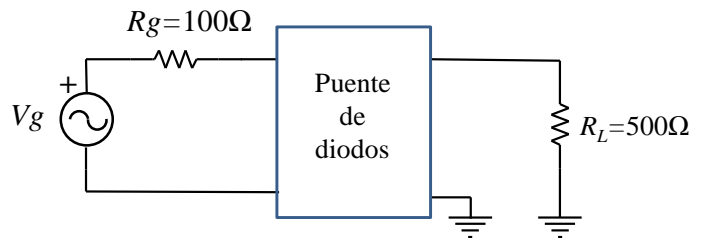
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

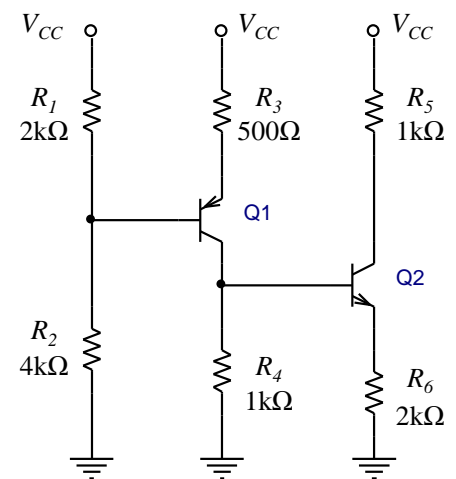
Problema 3.-(15 puntos)-Se desea rectificar en doble onda la señal procedente del generador de tensión senoidal de la figura siguiente, para lo cual se utiliza un puente de diodos.

- Considerando los diodos ideales ¿qué valor de pico debiera tener la señal de V_g para que en la carga hubiese una componente continua (valor medio de la tensión) de 9V?
- Dibuje el esquema completo del circuito resultante, detallando la estructura interna del puente de diodos y el conexionado adecuado a generador y carga.



Problema 4.-(30 puntos)-En el circuito de la figura adjunta, en donde $V_{CC} = 12V$, el transistor NPN tiene una $\beta_N = 200$ mientras que el PNP tiene una $\beta_P = 100$. Si lo necesita, tome $|V_{BE}| = 0.7V$ y $|V_{CE-sat}| = 0.2V$.

- Suponiendo que β_N y β_P se pueden considerar muy grandes, obtenga el punto de trabajo $Q(I_C, V_{CE})$ de ambos transistores.
- ¿Para qué valores de R_5 podría saturarse el transistor Q_2 ?
- A partir de su respuesta en (a), obtenga los valores de las corrientes de base I_{B1} e I_{B2} . A la vista de estos valores, justifique la validez de la aproximación realizada.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

PROBLEMA 1

a)

$$G_1(s) = - \frac{z_2(s)}{z_1(s)} \quad \left\{ \begin{array}{l} z_1(s) = R_1 + \frac{1}{C_1 \cdot s} = \frac{1 + R_1 \cdot C_1 \cdot s}{C_1 \cdot s} \\ z_2(s) = R_2 \parallel \frac{1}{C_2 \cdot s} = \frac{R_2}{1 + R_2 \cdot C_2 \cdot s} \end{array} \right.$$

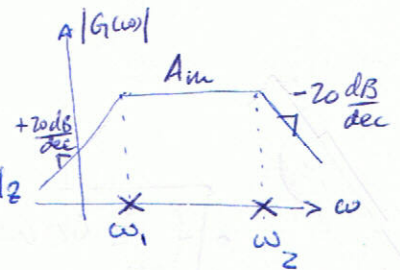
$$G_1(s) = - R_2 \cdot C_1 \frac{s}{(1 + R_1 \cdot C_1 \cdot s)(1 + R_2 \cdot C_2 \cdot s)} = - R_2 \cdot C_1 \frac{s}{\left(1 + \frac{s}{\omega_1}\right)\left(1 + \frac{s}{\omega_2}\right)}$$

* Cero en 0

* polos

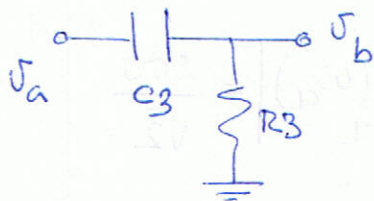
$$\omega_1 = \frac{1}{R_1 \cdot C_1} = \frac{1}{2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6}} = 500 \text{ rad/s} \Rightarrow 80 \text{ Hz}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{R_2 \cdot C_2} = \frac{1}{40 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-9}} = 25 \cdot 10^4 \text{ rad/s} \Rightarrow 40 \text{ kHz}$$



* $A_m = |G_1(\omega)|_{\omega_1 < \omega < \omega_2} = -R_2 C_1 \cdot \frac{1}{\frac{1}{\omega_1} \cdot 1} = -R_2 C_1 \cdot \omega_1 = -\frac{R_2 C_1}{R_1 C_1} = -\frac{R_2}{R_1} = -20$

b)



$$V_b = V_a \frac{z_4}{z_3 + z_4} \quad \left\{ \begin{array}{l} z_3 = \frac{1}{s \cdot C_3} \\ z_4 = R_3 \end{array} \right.$$

$$G_2(s) = \frac{V_b}{V_a} = \frac{R_3 \cdot C_3 \cdot s}{1 + R_3 \cdot C_3 \cdot s} = R_3 \cdot C_3 \frac{s}{1 + s/\omega_3} \Rightarrow \text{Polo en } \omega_3 \text{ y cero en } 0$$

Si polo en 80 Hz $\Rightarrow \omega_3 = 2\pi \cdot 80 = \frac{1}{RC} \Rightarrow R_3 = \frac{1}{C_3 \cdot \omega_3}$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

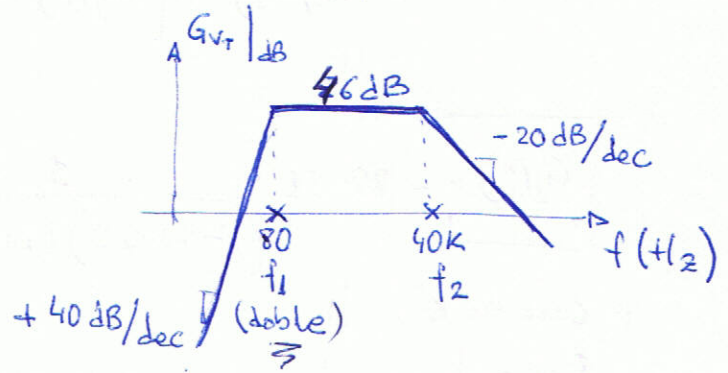
c)

$$G_{VT} = G_1 \cdot G_2 \cdot G_3 = -R_2 \cdot C_1 \frac{s}{(1 + \frac{s}{\omega_1})(1 + \frac{s}{\omega_2})} \cdot R_3 \cdot C_3 \frac{s}{(1 + \frac{s}{\omega_3})} \left(1 + \frac{R_4}{R_1}\right)$$

$$G_{VT} = - \frac{R_2 \cdot 10^2}{R_1} \frac{s^2}{(s + \omega_1)^2 (1 + \frac{s}{\omega_2})}$$

-200

$$G_{m2} = 20 \lg 200 = \underline{\underline{46 \text{ dB}}}$$



(*) Significat. para $f_{cl} \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ceros en } \phi \\ \text{polo doble en } f_1 \end{array} \right.$

d)

- $f_{CH} = 40 \text{ kHz}$ per ser polo dominante

- f_{CL} no se puede asegurar que sea 80 Hz porque no es dominante. [NOTA: tomamos en G_{VTL} los términos significativos]*

$$\left| G_{VTL}(s) \right| = \frac{200 s^2}{\left(\sqrt{s^2 + \omega_1^2} \right)^2} \quad \text{"} \quad \left| G_{VTL}(\omega_{cl}) \right| = \frac{200}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{\omega_{cl}^2}{\omega_{cl}^2 + \omega_1^2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{"} \quad (\sqrt{2} - 1) \omega_{cl}^2 = \omega_1^2$$

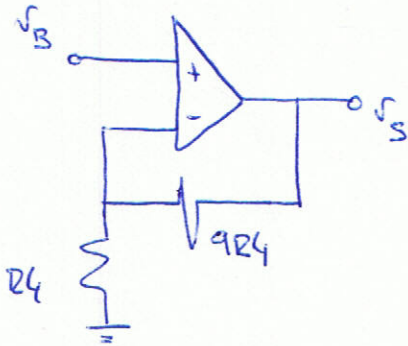
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

e)

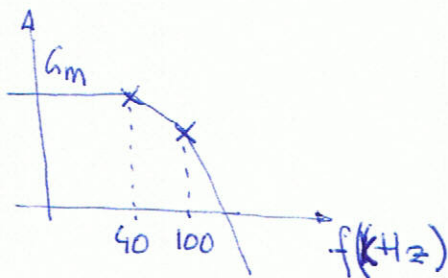
Si A02 tiene $GBW = 10^6 \text{ Hz} \Rightarrow$ limitación en frecuencia. Introduce un polo.



$$G_{m3} = 1 + \frac{9R4}{R4} = 10$$

$$GBW = G_{m3} \cdot f_{P4} \rightarrow f_{P4} = \frac{GBW}{G_{m3}} = \frac{10^6}{10} = 10^5 \text{ Hz}$$

Esto modifica el Bode de altas frecuencias del sistema:



Esto hace que f_{P2} ya deje de ser polo dominante y, por lo tanto, para calcular la frecuencia de corte superior habría que irse a la definición.

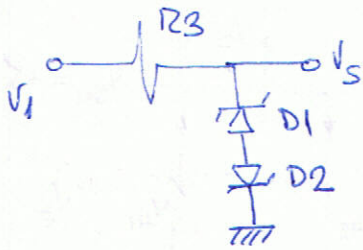
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

PROBLEMA 2

a)



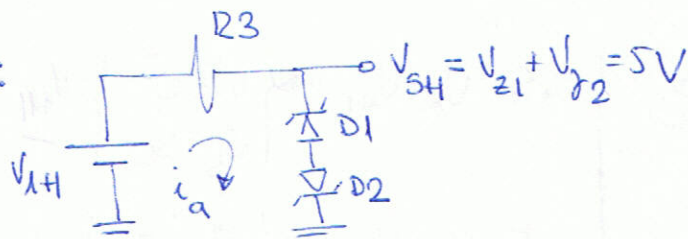
Garantiza, dentro de ciertas márgenes, que V_S tome valores fijos e independientes de la alimentación o las características de salida del AO.

- $V_1 |_{\text{alto}} \rightarrow V_{SH} = V_{z1} + V_{z2} = 5V$

- $V_1 |_{\text{bajo}} \rightarrow V_{SL} = -V_{z1} - V_{z2} = -5V$

b)

Suponiendo $V_1 |_{\text{alto}}$:



$$\begin{cases} i_a = (V_{1H} - V_{SH}) / R_3 \\ I_{z1k} \leq i_a \leq I_{z1max} \end{cases} \begin{cases} I_{z1k} = 1 \text{ mA} \\ I_{z1max} = \frac{P_z}{V_z} = \frac{1 \text{ W}}{4.3 \text{ V}} = 232.6 \text{ mA} \end{cases}$$

$$R_3 < \frac{V_{1H} - V_{SH}}{I_{z1k}} \Big|_{\text{min}} = \frac{10 - 5}{1 \text{ m}} = 5 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 > \frac{V_{1H} - V_{SH}}{I_{z1max}} = \frac{10 - 5}{232.6 \text{ mA}} = 43 \Omega$$

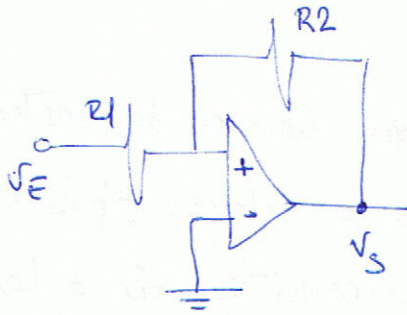
Por ejemplo: $R_3 = 4 \text{ k}\Omega$

Cartagena99

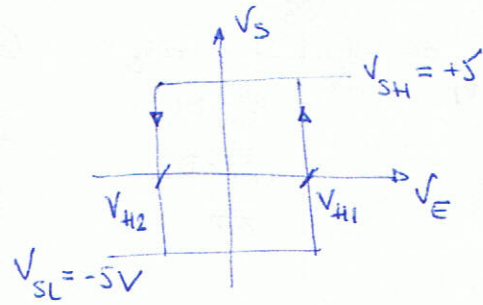
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

c)



Compunder no-inversor con histéresis



Conmuta a V_{H1} ó $V_{H2} \Rightarrow V^+ = V^-$

$$\begin{cases} V^+ = V_E \frac{R2}{R1+R2} + V_S \frac{R1}{R1+R2} = \frac{V_E}{2} + \frac{V_S}{2} \\ V^- = \phi \end{cases}$$

$$\begin{cases} \text{Si } V_E = V_{H1} \rightarrow \begin{cases} V^+ = V^- \\ V_S = V_{SL} \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} V_{H1} = -V_{SL} = \underline{5V} \\ - \end{array} \right. \\ \text{Si } V_E = V_{H2} \rightarrow \begin{cases} V^+ = V^- \\ V_S = V_{SH} \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} V_{H2} = \underline{-5V} \\ - \end{array} \right. \end{cases}$$

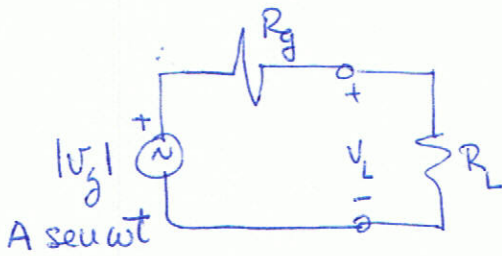
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

PROBLEMA 3

a) siendo los diodos ideales $\rightarrow V_r \approx 0V$



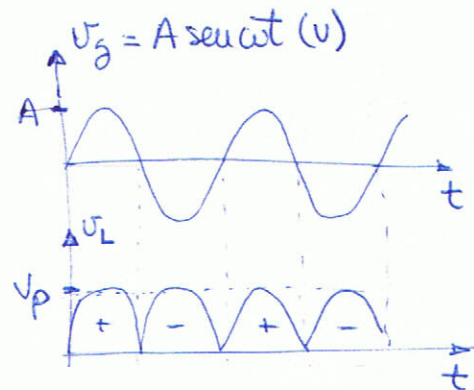
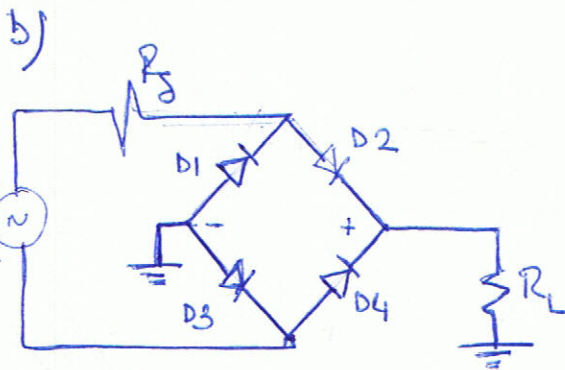
$$v_L(t) = |v_g| \frac{R_L}{R_L + R_g} = |v_g| \frac{5}{6}$$

$$V_{DC} = V_m = \frac{1}{T} \int_0^T v_L(t) dt = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} v_p \cdot \text{sen } \omega t \cdot dt = \frac{2}{T} \frac{v_p}{\omega} [-\cos \omega t]_0^{T/2}$$

$$V_m = \frac{2 \cdot T}{T \cdot 2\pi} v_p \left[\cos 0 - \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{2} \right) \right] = \frac{2 v_p}{\pi} \stackrel{\uparrow}{=} 9V$$

según especificaciones

$$\hookrightarrow v_p = \frac{9\pi}{2} V = A \cdot \frac{5}{6} \Rightarrow \boxed{A = \frac{6}{5} \cdot \frac{9\pi}{2} \approx 17V}$$



$$En(t): \begin{cases} D2, D3 \rightarrow ON \\ D1, D4 \rightarrow OFF \end{cases}$$

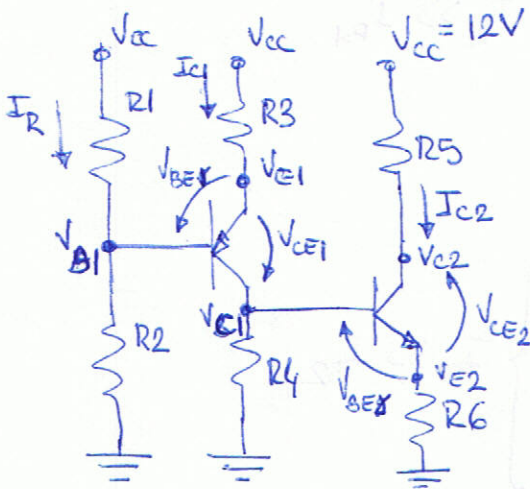
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

PROBLEMA 4

a)



Aproximación de $\beta \rightarrow \infty \Rightarrow I_B \rightarrow 0$

Hipótesis: ambos en activa:

$$\begin{cases} I_c = \beta I_B \\ V_{CE} > V_{CE_{sat}} = 0,2 V \end{cases}$$

$$V_{B1} = V_{CC} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 12 \cdot \frac{4}{6} = 8V \rightarrow V_{E1} = V_{B1} - V_{BE1} = 8 - (-0,7) = 8,7V$$

$$I_{C1} = \frac{V_{CC} - V_{E1}}{R_3} = \frac{12 - 8,7}{500} = 6,6 \text{ mA}$$

$$V_{C1} = I_{C1} \cdot R_4 = 6,6V \quad V_{E2} = V_{E1} - V_{BE2} = 6,6 - 0,7 = 5,9V$$

$$I_{C2} = \frac{V_{E2}}{R_6} = \frac{5,9}{2K} = 2,95 \text{ mA}$$

$$V_{C2} = V_{CC} - I_{C2} \cdot R_5 = 12 - 2,95 \text{ mA} \cdot 1K = 9,05V$$

$$\begin{cases} Q_1(I_{C1}; V_{CE1}) = (6,6 \text{ mA}; 2,1V) \\ Q_2(I_{C2}; V_{CE2}) = (2,95 \text{ mA}; 9,15V) \end{cases}$$

b) Límite saturación-activa: $V_{CE} = V_{CC} +$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

c)

$$I_{B1} = \frac{I_{C1}}{\beta_{PNP}} = \frac{6,6 \text{ mA}}{100} = 66 \mu\text{A}$$

$$I_R = \frac{V_{CC}}{R1 + R2} = \frac{12}{6 \text{ K}} = 2 \text{ mA}$$

$I_R \gg I_{B1}$

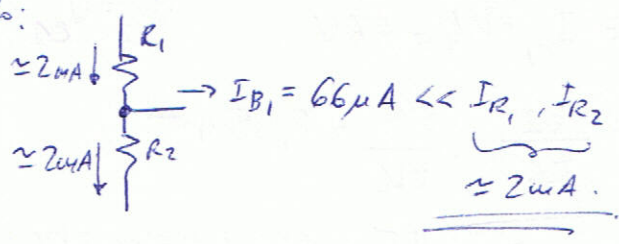
$$I_{B2} = \frac{I_{C2}}{\beta_{NPN}} = \frac{2,95 \text{ mA}}{200} = 14,8 \mu\text{A}$$

$$I_{C1} = 6,6 \text{ mA}$$

$I_{C1} \gg I_{B2}$

∴ la aproximación realizada queda justificada.

Nótese que la comparación es con las otras corrientes del nodo de I_{Bx} ; por ejemplo:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70