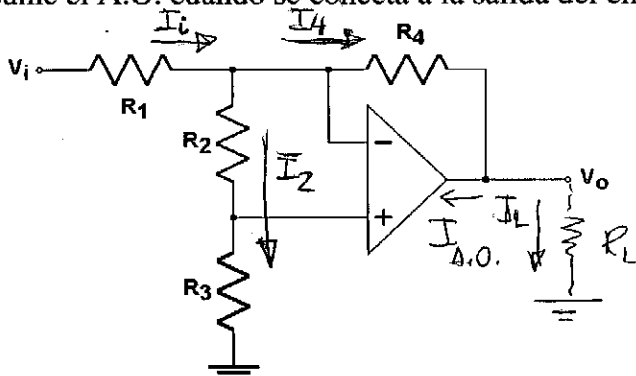


Apellidos.....Nombre.....

- 1) (4/12) El amplificador operacional del circuito está alimentado con tensiones simétricas de $\pm V_{CC}$.
- Obtener $v_o(v_i)$ suponiendo que se encuentra trabajando en la región lineal.
 - Si v_i es una señal alterna, hallar la máxima amplitud que puede tener sin que el A.O. abandone la región lineal.
 - Demostrar que para alguna de las resistencias del circuito, éste se comporta como una fuente de corriente ideal.
 - Hallar la corriente que sume el A.O. cuando se conecta a la salida del circuito una resistencia R_L .



$$a) \quad \frac{v_i - v_-}{R_1} = \frac{v_-}{R_2 + R_3} + \frac{v_- - v_o}{R_4} \quad \left\{ \begin{array}{l} v_o = -\frac{R_4}{R_1} v_i \\ v_- = v_+ \Rightarrow I_2 = 0 \Rightarrow v_+ = 0 \end{array} \right.$$

$$b) \quad |v_o|_{\max} = +V_{CC} \Rightarrow |v_i|_{\max} = \frac{R_1}{R_4} V_{CC}$$

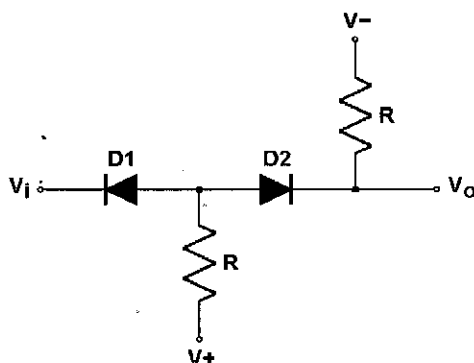
$$c) \quad I_i = \frac{v_i}{R_1}, \text{ depende de } R_1$$

$$\boxed{I_4 = -\frac{v_o}{R_4} = \frac{v_i}{R_1}}, \text{ que no depende de } R_4 \Rightarrow \text{fuente de corriente para } R_4$$

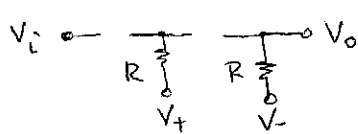
$$d) \quad I_{A.O.} = I_4 - I_L = \frac{v_i}{R_1} - \frac{v_o}{R_L} = \frac{v_i}{R_1} + \frac{R_4}{R_1 R_L} v_i; \quad \boxed{I_{A.O.} = \frac{v_i}{R_1} \left(1 + \frac{R_4}{R_L} \right)}$$

2) (4/12) Considerando para los diodos idénticos de la figura el modelo del voltaje umbral, con $V_T = 0,7V$, y sabiendo que V_i es una fuente de tensión variable y que $V_+ = 5V$, $V_- = -7V$:

- a) Obtener la tensión de salida del circuito que se obtendría para las combinaciones siguientes de los estados de D1 y D2: corte-corte, corte-conducción, conducción-corte y conducción-conducción; dibujar en cada caso el circuito sustituyendo los diodos por el modelo lineal correspondiente.
- b) Hallar los intervalos de la tensión de entrada que dan lugar a cada uno de los estados posibles de funcionamiento del circuito.

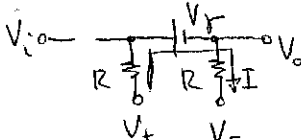


a) D1 corte - D2 corte:



$$V_o = V_- = -7V$$

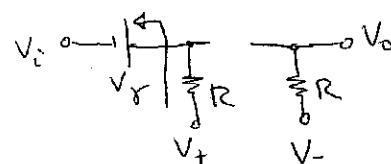
D1 corte - D2 conducción:



$$V_o = V_- + IR = V_- + \frac{(V_+ - V_T - V_-)}{2R}$$

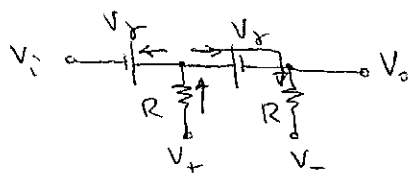
$$V_o = \frac{V_- + V_+ - V_T}{2} = \frac{-7V + 5V - 0,7V}{2} = -1,35V$$

D1 conducción - D2 corte:



$$V_o = V_- = -7V$$

D1 conducción - D2 conducción:



$$V_o = V_i + V_T - V_T$$

$$V_o = V_i$$

b)

- D1 corte, D2 corte. Condiciones: $V_{D1} < V_T$ y $V_{D2} < V_T$

$$V_{D1} = V_+ - V_i = 5V - V_i < V_T \Rightarrow V_i > 4,3V$$

$$V_{D2} = V_+ - V_- = 12V < V_T. \text{ No es posible. (Estado imposible)}$$

- D1 corte, D2 conducción. Condiciones: $V_{D1} < V_T$ y $I_{D2} > 0$

$$V_{D1} = V_o + V_T - V_i = -1,35V + 0,7V - V_i = -0,65V - V_i < 0,7V \Rightarrow V_i > -1,35V$$

$$I_{D2} = \frac{V_+ - V_T - V_-}{2R} = \frac{11,3V}{2R} > 0$$

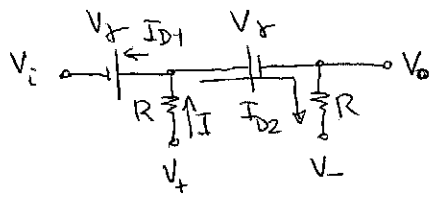
- D1 conducción, D2 corte. Condiciones: $I_{D1} > 0$ y $V_{D2} < V_T$

$$I_{D1} = \frac{V_+ - V_T - V_i}{R} = \frac{4,3V - V_i}{R} > 0 \Rightarrow V_i < 4,3V$$

$$V_{D2} = V_i + V_T - V_- = V_i + 0,7V + 7V < 0,7V \Rightarrow V_i < -7V$$

¡Mas restricción esta

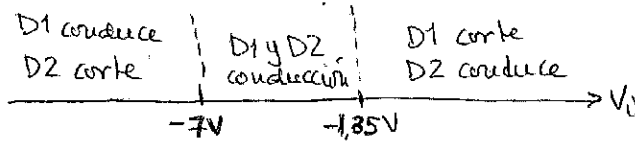
- D1 conducción, D2 conducción. Condiciones: $I_{D1}, I_{D2} > 0$



$$I_{D2} = \frac{(V_i + V_r - V_r) - V_-}{R} > 0 \Rightarrow \boxed{V_i > -7V}$$

$$I_{D1} = I - I_{D2} = \frac{V_+ - (V_i + V_r)}{R} - \frac{(V_i - V_-)}{R} > 0$$

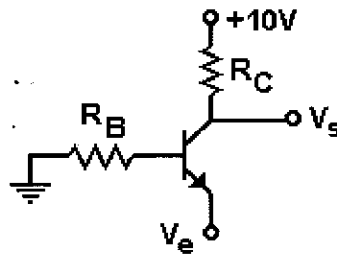
$$\Rightarrow V_i < \frac{V_+ + V_- - V_r}{2} \Rightarrow \boxed{V_i < -1,35V}$$



3) (4/12) a) Para cada una de las regiones de funcionamiento del transistor, activa, corte y saturación, y suponiendo un modelo lineal en cada región, determinar la expresión de la tensión de salida, V_s , en función de la de entrada, V_e (Parámetros de los modelos lineales: $V_{BE}=0.6V$ en serie con resistencia nula en conducción, $V_{CE,SAT}=0.2V$, ganancia de corriente β)

b) Determinar las tensiones de entrada para las que el transistor pasa de corte a activa y de activa a saturación.

c) Suponiendo $R_C=1k\Omega$, $R_B=100k\Omega$ y $\beta=200$, dibujar esquemáticamente el comportamiento de la tensión de salida frente a la de entrada para valores de ésta última comprendidos entre $-15V$ y $+5V$.



a) Corte: $V_s = 10V$

Activa: $V_s = 10V - R_C I_C = 10V - R_C \beta I_B$
 $I_B = \frac{-V_e - V_r}{R_B}$ $\left\{ \begin{array}{l} V_s = 10V + \beta \frac{R_C}{R_B} (V_e + V_r) \end{array} \right.$

Saturación: $V_s = V_e + V_{CE,sat}$

b) Corte-activa: $-R_B I_B - V_r = V_e$; $V_e = -V_r$

Activa-saturación: $I_C = \beta I_B$ y $V_{CE} = V_{CE,sat}$

$V_s = V_e + V_{CE,sat}$; $V_s = 10V + \beta \frac{R_C}{R_B} V_e + \beta \frac{R_C}{R_B} V_r$
 $\Rightarrow V_{e2} = \frac{-10V - \beta \frac{R_C}{R_B} V_r + V_{CE,sat}}{\beta \frac{R_C}{R_B} - 1}$

c) $V_s = 10V$ (Corte)

$V_s = 11.2V + 2V_e$ (Activa)

$V_s = V_e + 0.2V$ (Saturación)

$V_{e1} = -0.6V$ (corte-activa)

$V_{e2} = -11V$ (activa-saturación)

