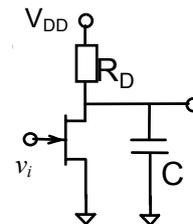


Guía de Problemas Unidad 3: EL TRANSISTOR COMO ELEMENTO NO LINEAL.

- 1 Determinar la forma de onda  $v_o(t)$  si:  $v_i(t)$  es una onda cuadrada de 0 a -5V, 1 kHz

$V_{DD} = 50\text{ V}$   
 $R_D = 50\text{ K}\Omega$   
 $C = 0,1\ \mu\text{F}$

FET:  
 $I_{DSS} = 8\text{ mA}$   
 $V_P = -2\text{ V}$



- 2 Si se dispone de un JFET con características :  $I_{DSS}=10\text{ mA}$ ,  $V_P=-2\text{V}$ , rediseñar el circuito del problema anterior para que la amplitud máxima de la onda de salida sea 6 V y el flanco descendente no supere el 10 % del período total si su frecuencia es 4 KHz.

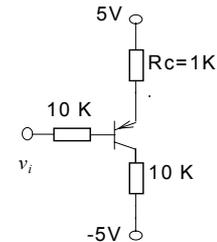
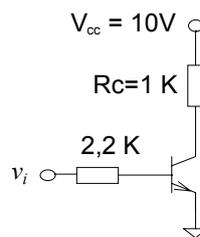
- 3 En los circuitos de la figura determinar:  
 a) las condiciones de trabajo del transistor indicando los valores característicos.  
 b) analizar el efecto que produce un aumento de  $R_c$ .  
 c) analizar el caso particular de  $R_c = 0$ .

Transistores:

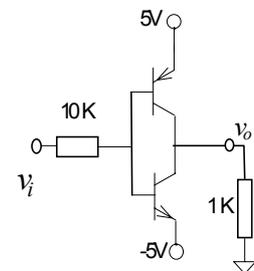
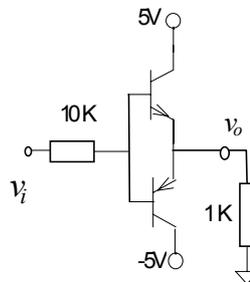
$\beta_{min} = 50$

$\beta_{max} = 100$

$v_i$ : Onda cuadrada de 0V a 5V



- 4 Analizar las condiciones de funcionamiento de los circuitos de la figura si los transistores tienen  $\beta = 100$  y  $v_i$  es una onda cuadrada entre -5V y 5V de frecuencia conocida.

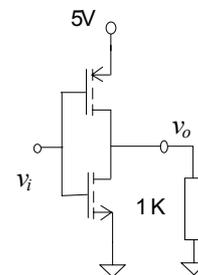


- 5 Repetir el ejercicio anterior para  $v_i$  variando entre -10 V y 10 V

- 6 En el circuito de la figura  
 a) Analizar el funcionamiento del circuito y dibujar la función transferencial indicando los valores característicos (considerar  $|V_{T1}| = |V_{T2}| = 1\text{V}$ ,  $K_1 = K_2 = 1\text{mA/V}^2$  y que  $v_i$  varía entre 0 y 5V).

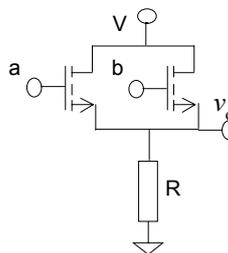
- b) ¿Cómo varía la función transferencial si se intercambia la resistencia de 1K por una capacidad  $C_L$ ?

- c) Estimar los tiempos de conmutación si la entrada es una onda cuadrada ideal entre 0 y V de frecuencia conocida y  $C_L = 10\text{ pF}$

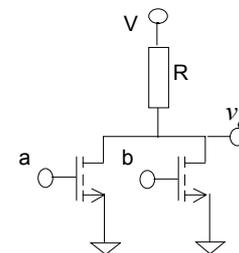


- 7 Para los siguientes circuitos determinar:

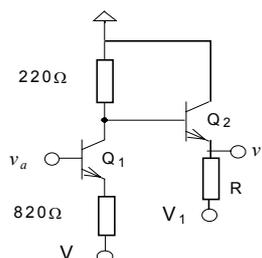
- a) la función que cumple el circuito si las entradas a y b pueden tomar los valores 0 y V.



- b) la forma de onda de la salida si las señales conectadas en a y b son ondas cuadradas de la misma frecuencia desfasadas 90° y amplitud V,



- 8 Analizar el funcionamiento del circuito de la figura si  $v_a$  varía entre V y 0. Graficar  $v_o = f(v_a)$  indicando valores característicos. Analizar la influencia de R en la función transferencial del circuito.



$V = -5\text{V} = 10/4\text{ V}_1$

$\beta = 100$

- 9 Diseñar una etapa adaptadora para funcionar como interfase entre los circuitos especificados si se dispone de un JFET con los siguientes parámetros:

$$V_P=4V; \quad I_{DSS}=10 \text{ mA}, \quad BV_{GSO}=10V, \quad BV_{DSO}=30V$$

Circuito A (emisor)  
 Corriente máxima : 0,2 mA  
 Niveles de tensión :  
 +6 V → ("0" lógico)  
 (-6 V) → ("1" lógico)

Circuito B (receptor)

Rango de tensiones admisibles: 0 - 5,25V

$$V_{ILMAX} = 0,4 \text{ V} \rightarrow ("0" \text{ lógico})$$

$$V_{IHMIN} = 1,5 \text{ V} \rightarrow ("1" \text{ lógico})$$

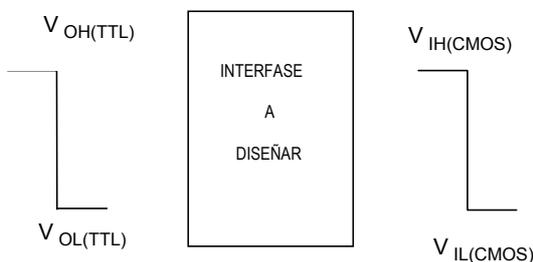
Corriente de entrada ("0" lógico): 1 mA saliente

Corriente de entrada ("1" lógico): nula

- 10 Se desea excitar un inversor CMOS alimentado entre 0 y 15 V con la salida de un circuito TTL. Diseñar un circuito que permita la interconexión de manera tal que la salida del inversor sea alta cuando la salida TTL es alta y viceversa. Se dispone de resistencias de todos los valores y transistores BJT de  $\beta=100$ . Entrada CMOS:  $V_{IHMIN} = 12 \text{ V}$ ;  $V_{ILMAX} = 3,4 \text{ V}$ .

Salida TTL:  $V_{OH}=2,75 \text{ V}$ ;  $V_{OL}=0,25 \text{ V}$  Corrientes máximas:  $I_{OH}=1\text{mA}$  (saliente);  $I_{OL}=10\text{mA}$  (entrante)

- 11 La salida de un equipo construido con tecnología TTL, debe excitar un circuito CMOS alimentado con 15 V. Diseñar una interfase que permita esta conexión manteniendo los niveles lógicos correspondientes (entrada alta - salida alta; entrada baja - salida baja) y las restricciones de entrada y salida de las diferentes familias, y que incluya un LED que se excite cuando la entrada esta en nivel alto.



Valores estándares

TTL:

$$V_{OH} = 2,7 \text{ V}$$

$$V_{OL} = 0,6 \text{ V}$$

$$I_{OH} = -1 \text{ mA}$$

$$I_{OL} = 20 \text{ mA}$$

Se dispone de BJT con  $\beta \geq 100$ .

Valores estándares CMOS:

$$V_{IH} = 75\%$$

$$V_{IL} = 25\%$$

$$I_{IH} = 0$$

$$I_{IL} = 0$$

$$V_{ONLED} = 1,2 \text{ V}$$

$I_D > 5 \text{ mA}$  para buena luminiscencia..

- 12 El circuito de la figura se excita con una onda senoidal de frecuencia 10 KHz y valor máximo  $V_i$ :

- a. Analizar el funcionamiento del circuito y determinar el  $h_{FE}$  mínimo de los transistores para que los mismos conduzcan saturados.

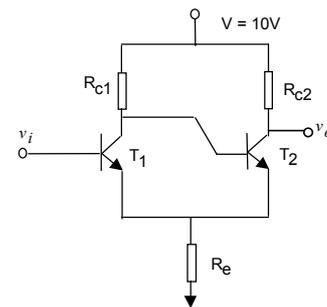
- b. dibujar la onda de salida  $v_o(t)$  y de entrada  $v_i(t)$  en gráficos correlativos indicando valores característicos.

$$v_i = V \text{ sen } \omega t$$

$$R_{c2} = 4K2\Omega \quad R_e = 2K2\Omega$$

$$V = 10 \text{ V} \quad V_{cc} = 10 \text{ V} \quad BV_{BEO} = 15 \text{ V}$$

$$R_{c1} = 7K2\Omega \quad BV_{CBO} = 40 \text{ V}$$



- 13 En el circuito de la figura:

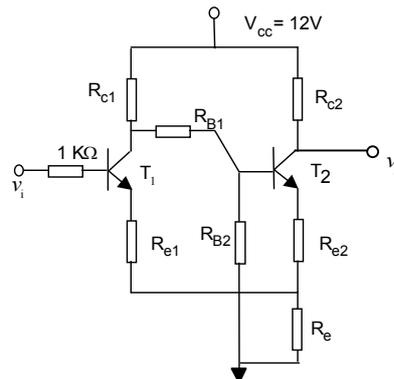
- a. Analizar el funcionamiento si  $h_{FE}=30$ , despreciando  $R_{e1}$  y  $R_{e2}$ .

- b. Graficar la función transferencia  $v_o = f(v_i)$  indicando los valores característicos en función de los elementos del circuito

- c. Analizar la función que cumplen  $R_{e1}$  y  $R_{e2}$  y relacionar sus valores con valores característicos de la función transferencia

$$V_{cc} = 12 \text{ V} \quad R_{c1} = 4 \text{ K}\Omega \quad R_{c2} = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_{B1} = 2 \text{ K}\Omega \quad R_{B2} = 6 \text{ K}\Omega \quad R_e = 3 \text{ K}\Omega$$

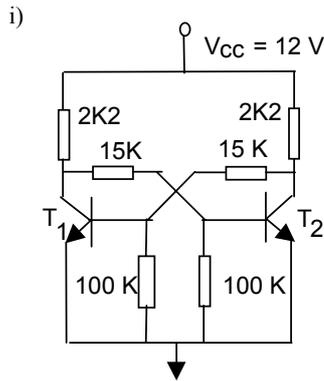


- 14 En el circuito propuesto  $T_1 \equiv T_2$  (transistores 2N914):

- a Analizar su funcionamiento y determinar los posibles estados estables de los transistores. Calcular las corrientes y tensiones más significativas para cada uno de los estados anteriores suponiendo  $h_{FE}$  (mín) = 20.

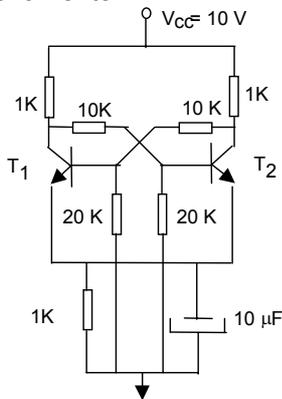
- b ¿Existe algún otro estado estable? En caso afirmativo ¿cuál sería dicho estado y qué señal debería inyectarse para producir un cambio?

- c Conectando el circuito de disparo (ii) en el colector de  $T_2$ , determinar el valor mínimo del pulso negativo a aplicar en dicho colector para producir una conmutación, y calcular el máximo valor admisible que puede tener este pulso, de modo tal que el flanco ascendente no produzca una nueva conmutación. Graficar las tensiones y corrientes de los transistores en función del tiempo.



15 En el circuito de la figura, los transistores son de Si, con  $h_{FE} = 50$ .

- a) Analizar su funcionamiento
- b) Si  $I_{CO} = 10 \mu A$  a  $25^\circ C$ , ¿cuál será la máxima temperatura a la cual el circuito opera satisfactoriamente



17 Analizar el funcionamiento del circuito Y realizar las gráficas de la evolución temporal de  $v_{c1}$ ,  $v_{c2}$ ,  $v_{b1}$  y  $v_{b2}$  suponiendo que  $R_1 = 2R_2 = R_c$  y  $C_1 = C_2$

- a) ¿Qué efecto se produce si  $R_1 = R_2 \gg R_c$ ?
- b) ¿Y si  $R_c > R_1 > R_2$ ?
- c) ¿Cómo se modifica el funcionamiento si  $C_1 = 2C_2$ ?

18 En el circuito propuesto:

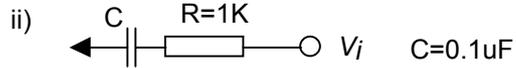
- a) Analizar el funcionamiento en forma cualitativa suponiendo que en  $t=0$  se conecta la alimentación (6V),.
- b) ¿Cómo haría para producir una conmutación en el estado de los transistores? Proponga los posibles circuitos de excitación.
- c) Determinar los valores de tiempo y tensión que caracterizan las tensiones de los colectores y realizar gráficas relacionadas de las tensiones  $v_{c1}$ ,  $v_{c2}$ ,  $v_{b1}$ ,  $v_{b2}$  si  $C = .47 \mu F$  y  $\beta_1 = \beta_2 = 50$ .

19 En el circuito de la figura la señal se inyecta a través de la base de  $T_1$ . Teniendo en cuenta esta singularidad y que  $T_1 = T_2$  (Ge) con  $r_{bb'} = 500 \Omega$  y  $h_{FE} = 30$ :

- a) Analizar el funcionamiento del circuito en forma cualitativa. ¿Cómo influyen en el mismo los valores absolutos y relativos de  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_b$ .
- b) Realizar gráficas correlativas de los diagramas temporales de  $v_{C1}$ ,  $v_{C2}$ ,  $v_{B2}$ , y  $v_E$  indicando los valores característicos.
- c) Analizar la función que cumplen  $C_i$  y  $C_b$ , y el efecto que tiene su valor en el funcionamiento del circuito.

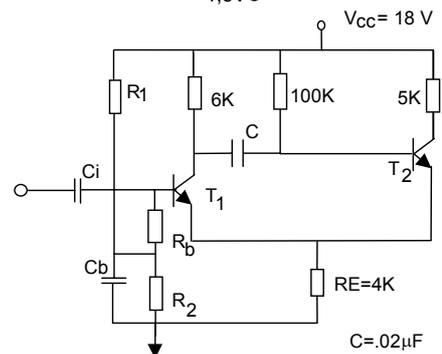
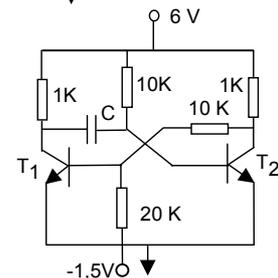
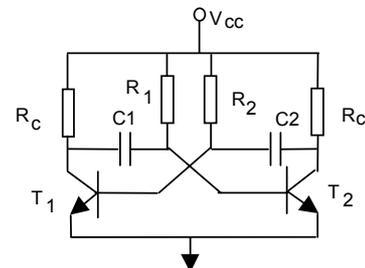
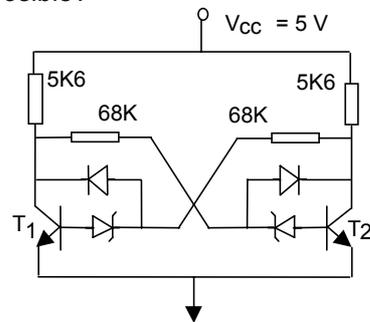
d) Conectando el circuito de disparo (ii) en la base de  $T_1$ , determinar el valor mínimo del pulso negativo a aplicar en dicho colector para producir una conmutación, y calcular el máximo valor admisible que puede tener este pulso, de modo tal que el flanco ascendente no produzca una nueva conmutación. Graficar las tensiones y corrientes de los transistores en función del tiempo.

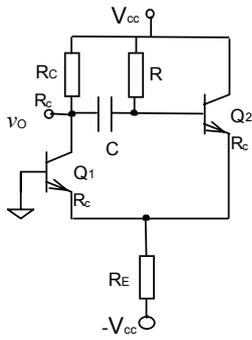
e) Analizar las ventajas y desventajas de ambas formas de provocar la conmutación.



16 En el circuito de la figura:

- a) analizar el funcionamiento e identificar la función de los diodos y la zona de trabajo de los BJT.
- b) calcular las corrientes que circulan por cada diodo y transistor si  $\beta = 50$  y  $V_Z = 2V7$ .
- c) ¿qué modificación introduciría en el circuito para lograr que los transistores conduzcan en la otra zona posible?





20 En el circuito de la figura los transistores no conducen simultáneamente. Iniciando el análisis en el instante que Q1 se corta y Q2 entra en conducción y teniendo en cuenta que:

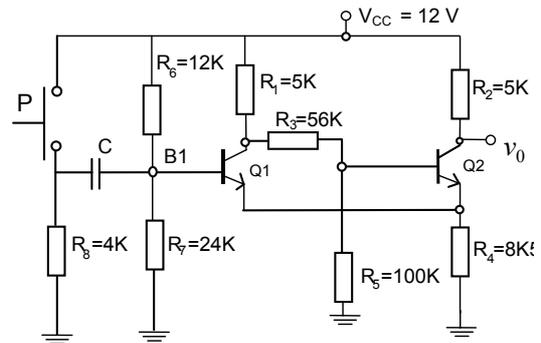
$$R \gg R_C \quad R > \beta R_E \quad V_{CC} \gg V_{BE(ON)} \quad h_{FE}=150$$

- Analizar la zona de trabajo de los transistores
- Dibujar las formas de onda de  $v_E$ ,  $v_{B2}$  y  $v_O$
- ¿Qué influencia tiene el valor de  $R_E$  en el funcionamiento del circuito? ¿Puede identificar sus valores límites?
- Cuando  $Q_1$  conduce ¿cuál es el  $\tau$  con que evoluciona el circuito?
- ¿Cuáles son los parámetros que determinan el tiempo de conducción de  $Q_2$ ?

21 En el circuito de la figura,  $Q_1 \equiv Q_2$  con  $\beta \geq 150$   $C=100\mu F$ .

Analizar el funcionamiento si mucho tiempo después de energizar el circuito se pulsa P, y se suelta al cabo de un tiempo suficientemente largo como para que se extingan los transitorios.

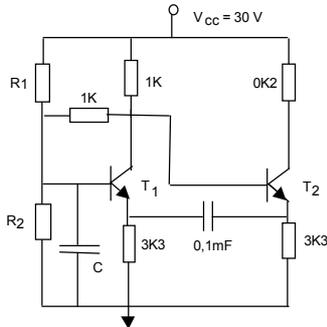
Graficar las formas de onda de tensión de salida  $[v_{O(t)}]$ , y en B1  $[v_{B1(t)}]$ , indicando los valores de tensión y tiempo característicos y de las constantes de tiempo.



22 En el circuito de la figura

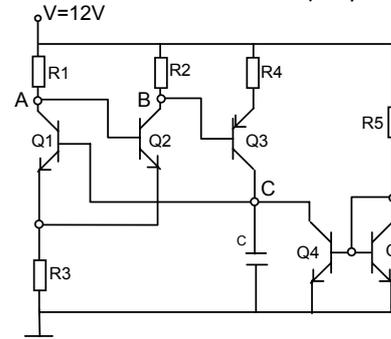
- Analizar el funcionamiento despreciando los valores de  $R_1$  y  $R_2$ .
- Dibujar  $v_{c2}(t)$ ,  $v_{e1}(t)$ ,  $v_{e2}(t)$ ,  $v_{b2}(t)$  en gráficas relacionadas indicando los valores característicos de tiempo y tensión.  $R_1=R_2$ ,  $T_1=T_2$  con  $\beta=100$  y  $\beta_{min}=50$ .

Nota: Las resistencias de 1K confluyen al mismo nudo.



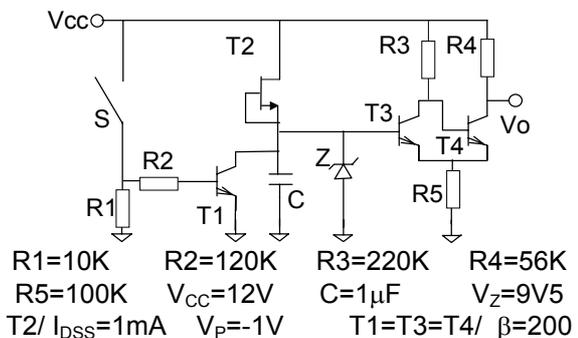
23 Analizar el funcionamiento del circuito y dibujar gráficas correlativas de las tensiones de los nodos A, B, C en función del tiempo indicando los valores característicos de tensión y tiempo.

$$R_1=820K \quad R_2=5K6 \quad R_3=10K \\ R_4=1K5 \quad R_5=12K \quad C=10\mu \quad \beta=100$$



24 En el circuito de la figura, S permanece abierta el tiempo suficiente como para que el circuito se estabilice. Una vez alcanzado este estado estable se cierra durante un tiempo suficientemente largo como para llegar a otro estado estable, abriéndose en una vez alcanzado ese nuevo estado.

- Analizar el funcionamiento y realizar un diagrama temporal mostrando la evolución de  $v_{BT1}$ ,  $v_C$  y  $v_O$  indicando valores característicos de tensión y tiempo.
- ¿Cuál es la influencia del valor de  $V_Z$  en el funcionamiento del circuito? Indicar, si existen, los valores límites.
- ¿Qué elemento debería modificar si desea aumentar el tiempo de conducción de T4?
- Si no dispone de FETs, ¿con qué otro dispositivo se podría reemplazar a T2 de manera de que el circuito siga funcionando en la misma forma?
- Suponiendo que la llave se reemplaza por un pulsador, explicar en qué forma depende la salida del tiempo que esté pulsado P



$$R_1=10K \quad R_2=120K \quad R_3=220K \quad R_4=56K \\ R_5=100K \quad V_{CC}=12V \quad C=1\mu F \quad V_Z=9V5 \\ T_2/ I_{BSS}=1mA \quad V_P=-1V \quad T_1=T_3=T_4/ \beta=200$$