

FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

Curso 2013-2014

RELACIÓN DE PROBLEMAS DEL TEMA IV

4.1. En los siguientes circuitos determina en qué región de operación se encuentra el transistor y los valores de I_B , I_C , I_E , V_{BE} , V_{CE} y V_{BC} . Todos los transistores son de Si con $\beta_F = 100$.

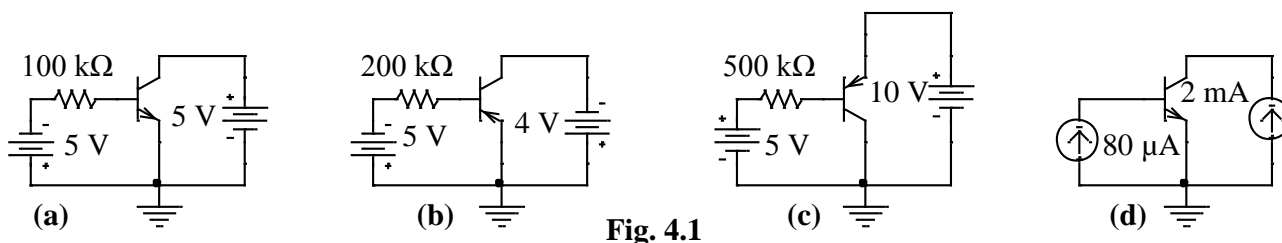


Fig. 4.1

4.2. El transistor de Si de la figura 4.2 tiene una ganancia $h_{FE} = 110$. Con los siguientes valores: $V_{BB} = 6\text{ V}$, $V_{CC} = 20\text{ V}$, $R_B = 40\text{ k}\Omega$, $R_C = 1,5\text{ k}\Omega$, $R_E = 0,5\text{ k}\Omega$

- Calcule I_B e I_C suponiendo que el transistor trabaja en región activa.
- Calcule V_{CE} y compruebe que la suposición anterior es cierta.
- Si $V_{BB} = 10\text{ V}$ calcule I_B , I_C y V_{CE} suponiendo que el transistor trabaja en activa y compruebe que no es así. Determine de nuevo los valores suponiendo saturación y compruebe que así es.

4.3. El transistor de Si de la figura 4.3 tiene una $\beta_F = 100$. Determine la región de trabajo y calcule las corrientes del transistor y la tensión V_{CE} . Datos $V_{BB} = 5\text{ V}$, $V_{CC} = 10\text{ V}$, $R_B = 100\text{ k}\Omega$, $R_C = 3\text{ k}\Omega$. Repita el problema con $R_C = 1,5\text{ k}\Omega$.

4.4. En el circuito de la figura 4.4, representa a un elemento inversor en la lógica RTL (ResistorTransistorLogic). A una entrada V_i de tensión baja (decimas de V como mucho) debe corresponder en la salida una tensión alta (del orden de la tensión de polarización) y viceversa.

El circuito que se plantea aquí utiliza un transistor NPN de Si, tomando la salida en el colector. Los valores de los otros elementos son los siguientes, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_B = 100\text{ k}\Omega$, $R_C = 2\text{ k}\Omega$. Considere $\beta_F = 120$

- Calcule V_o para $V_i = 0$ y para $V_i = 5\text{ V}$.

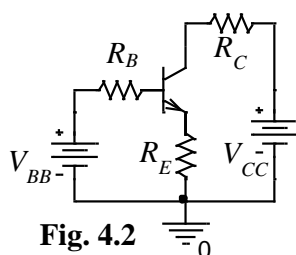


Fig. 4.2

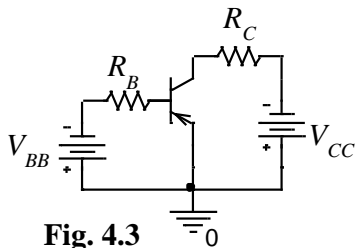


Fig. 4.3

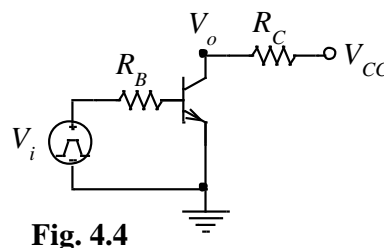


Fig. 4.4

4.5. En el circuito de la figura, ambos transistores son de Si e idénticos. Con los valores: $\beta_F = 150$, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $R_B = 200\text{ k}\Omega$, $R_C = 2\text{ k}\Omega$, calcule V_o en los siguientes casos. Discuta la utilización de este circuito como puerta lógica.

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

puerta tiene un espesor de 15 nm. El óxido de puerta es SiO_2 , con una permitividad relativa $\epsilon_r = 3,9$. La movilidad de electrones en el canal es $\mu_n = 550 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$. La relación entre la anchura del canal y la longitud del canal es $W/L = 20$. La tensión umbral es $V_T = 2,3 \text{ V}$.

- Determina el valor de V_{GS} necesario para que el transistor opere en saturación con $I_D = 0,2 \text{ mA}$.
- ¿Para qué rango de la tensión V_{DS} el transistor operará en las condiciones especificadas en el apartado anterior?
- Determina la corriente I_D para $V_{DS} = 20 \text{ mV}$. Compruebe la validez de la aproximación lineal en este caso.

Dato adicional: Permitividad del vacío $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-14} \text{ Fcm}^{-1}$.

4.7. El transistor del circuito de la figura 4.7 está caracterizado por $V_T = -3 \text{ V}$ y $k = 0,05 \text{ AV}^{-2}$. Determina en qué región opera el transistor y calcula V_{GS} , V_{DS} e I_D para las siguientes tensiones de alimentación:

- $V_1 = 2 \text{ V}$; $V_2 = 5 \text{ V}$.
- $V_1 = 3,5 \text{ V}$; $V_2 = 4 \text{ V}$.
- $V_1 = 5 \text{ V}$; $V_2 = 1 \text{ V}$.

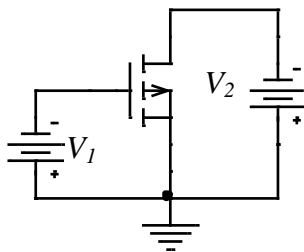
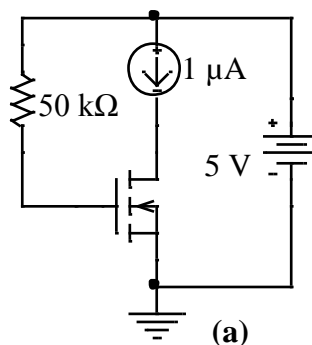
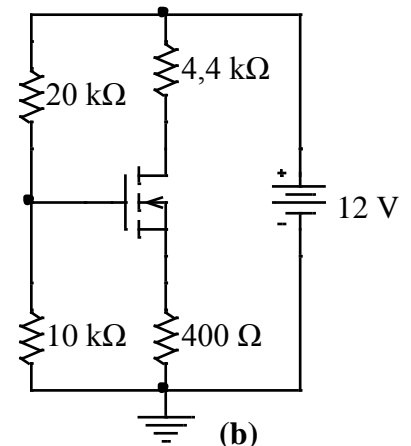


Fig. 4.7



(a)

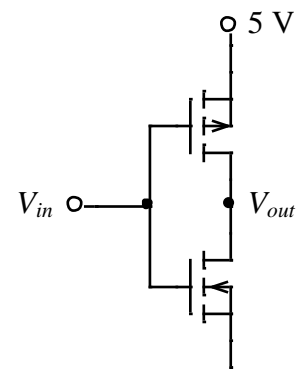
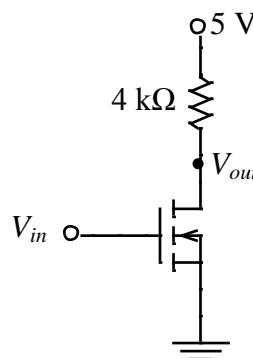
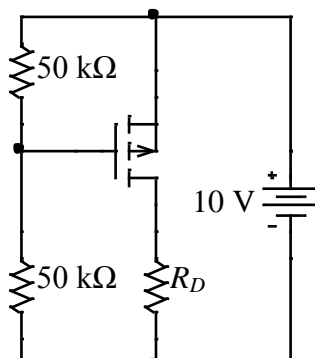


(b)

Fig. 4.8

4.8. Para los dos circuitos de la figura 4.8 determina en qué región opera el transistor y los valores de V_{GS} , V_{DS} e I_D . Parámetros del transistor: $V_T = 2,5 \text{ V}$ y $k = 10 \text{ mA}\text{V}^{-2}$.

4.9. El transistor del circuito de la figura 4.9 se caracteriza por: $V_T = -3 \text{ V}$ y $k = 3 \text{ mA}\text{V}^{-2}$. Determina en qué región opera y los valores de V_{GS} , V_{DS} e I_D para $R_D = 800 \Omega$ y $R_D = 1,5 \text{ k}\Omega$.



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

4.11. El circuito de la figura 4.11 corresponde a un inversor CMOS. Calcula V_{out} para $V_{in} = 0$ y $V_{in} = 5$ V. Considera que para los dos transistores $|V_T| = 2,5$ V y $k = 84 \times 10^{-4}$ AV⁻².

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a white arrow pointing to the right, and a dark blue shadow is cast below the text.

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

SOLUCIONES DE LOS PROBLEMAS DEL TEMA 4

4.1.

- (a) Corte: $I_C = I_B = I_E = 0$. $V_{BE} = -5$ V. $V_{CE} = 5$ V. $V_{BC} = -10$ V.
(b) Activa: $I_B = -0,0215$ mA. $I_C = -2,15$ mA. $I_E = 2,17$ mA. $V_{BE} = -0,7$ V. $V_{CE} = -4$ V.
 $V_{BC} = 3,3$ V.
(c) Activa: $I_B = -8,6$ μ A. $I_C = -0,86$ mA. $I_E = 0,87$ mA. $V_{BE} = -0,7$ V. $V_{CE} = -10$ V.
 $V_{BC} = 9,3$ V.
(d) Saturación: $I_B = 0,08$ mA. $I_C = -0,86$ mA. $I_E = 0,87$ mA. $V_{BE} = 0,7$ V. $V_{CE} = 0,2$ V.
 $V_{BC} = 0,5$ V.

- 4.2. (a) $I_B = 0,0555$ mA. $I_C = 6,105$ mA. (b) $V_{CE} = 7,76$ V $> 0,2$. También $I_B > 0$.
(c) Suponiendo activa: $I_B = 0,0974$ mA. $I_C = 10,71$ mA. $V_{CE} = -1,47$ V. No cumple
 $V_{CE} > 0,2$ V.

Suponiendo saturación: $I_B = 0,108$ mA. $I_C = 9,87$ mA. $V_{CE} = 0,2$ V. Se cumple $I_B > 0$ e $I_C/I_B < \beta_F$.

- 4.3. Con $R_C = 3$ k Ω . Saturación: $I_B = -0,043$ mA. $I_C = -3,27$ mA. $I_E = 3,31$ mA. $V_{CE} = -0,2$ V.
Con $R_C = 1,5$ k Ω . Activa: $I_B = -0,043$ mA. $I_C = -4,3$ mA. $I_E = 4,34$ mA. $V_{CE} = -3,55$ V.

- 4.4. Para $V_i = 0$, transistor en corte. $V_o = 5$ V.
Para $V_i = 5$ V, transistor en saturación, $V_o = 0,2$ V.

4.5. En todos los casos, el transistor cuya entrada es 0, estará en corte. El transistor cuya entrada es 5 V está en saturación. Cuando los dos transistores están en corte, $V_o = 5$ V. Cuando cualquiera de los dos transistores o ambos están en saturación, $V_o = 0,2$ V. EL circuito funciona como una puerta NOR.

4.6. Cálculos previos: $C_{ox} = 2,30 \times 10^{-7}$ Fcm $^{-2}$. $k = 2,53 \times 10^{-3}$ AV $^{-2}$.

- (a) $V_{GS} = 2,70$ V.
(b) $V_{DS} \geq 0,4$ V.
(c) El transistor está en región lineal. Con la expresión de I_D completa: $I_D = 1,96 \times 10^{-5}$ A.
Con la aproximación lineal: $I_D = 2,01 \times 10^{-5}$ A. (Se comete un error del 2,6%).

- 4.7. (a) Transistor en corte. $V_{GS} = -2$ V. $V_{DS} = -5$ V. $I_D = 0$.
(b) Transistor en saturación. $V_{GS} = -3,5$ V. $V_{DS} = -4$ V. $I_D = -6,25$ mA.
(c) Transistor en zona lineal. $V_{GS} = -5$ V. $V_{DS} = -1$ V. $I_D = -75$ mA (sin aplicar la aproximación lineal).

- 4.8. (a) Transistor en región lineal. $V_{GS} = 5$ V. $V_{DS} = 4 \times 10^{-5}$ V. $I_D = 1$ μ A.
(b) Transistor en saturación. $V_{GS} = 3,15$ V. $V_{DS} = 1,82$ V. $I_D = 2,12$ mA.

- 4.9. (a) $R_D = 800$ Ω . Transistor en saturación. $V_{GS} = -5$ V. $V_{DS} = -5,2$ V. $I_D = -6$ mA.
(b) $R_D = 25$ k Ω . Transistor en región lineal. $V_{GS} = -5$ V. $V_{DS} = -0,066$ V. $I_D = -0,397$ mA.
(Utilizando la aproximación lineal).



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