

## PROBLEMAS DE FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA

1<sup>er</sup> curso de Grado en Ingeniería Informática – Curso 22/23

1<sup>er</sup> curso del Doble grado en Informática y Matemáticas – Curso 22/23

### TEMA 5: Transistores

1.- En el circuito de la figura:

a) Calcular el punto de trabajo del transistor, siendo:

$$V_{CC} = 5 \text{ V}$$

$$V_{BB} = 1 \text{ V}$$

$$R_C = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_B = 10 \text{ k}\Omega$$

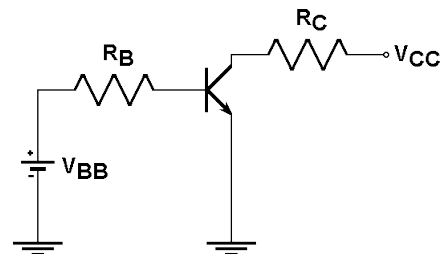
$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$$

$$V_{CE,\text{sat}} = 0.2 \text{ V}$$

$$\beta = 100$$

b) Calcular la resistencia de colector mínima que pase el transistor a saturación.

c) Con  $R_C = 1 \text{ k}\Omega$ , ¿qué valores de  $R_B$  pasan el transistor a saturación?



2.- En el circuito de la figura,  $V_{CC} = 10 \text{ V}$ :

a) Si se emplea un transistor con  $\beta = 99$ , y las resistencias dadas son

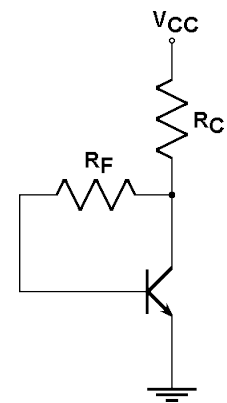
$R_C = 2.7 \text{ k}\Omega$  y  $R_F = 180 \text{ k}\Omega$ , hallar los valores de  $V_{CE}$  e  $I_C$ . Tomar

$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}.$$

b) Repetir (a) con  $\beta = 199$ .

c) Suponiendo que  $\beta = 5$ , determinar los valores de las resistencias

$R_C$  y  $R_F$  para que  $V_{CE} = 2.5 \text{ V}$  e  $I_C = 1 \text{ mA}$ .



3.- La figura muestra un circuito de autopolarización para un transistor.

a) Determinar el punto de trabajo del dispositivo cuando:

$$V_{CC} = 12 \text{ V},$$

$$R_1 = 120 \text{ k}\Omega,$$

$$R_2 = 24 \text{ k}\Omega,$$

$$R_C = 2.4 \text{ k}\Omega,$$

$$R_E = 680 \Omega,$$

$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V},$$

$$\beta = 100$$

b) Determinar el punto de trabajo del dispositivo cuando:

$$V_{CC} = 15 \text{ V},$$

$$R_1 = 100 \text{ k}\Omega,$$

$$R_2 = 50 \text{ k}\Omega,$$

$$R_C = 5 \text{ k}\Omega,$$

$$R_E = 3 \text{ k}\Omega,$$

$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V},$$

$$\beta = 100$$

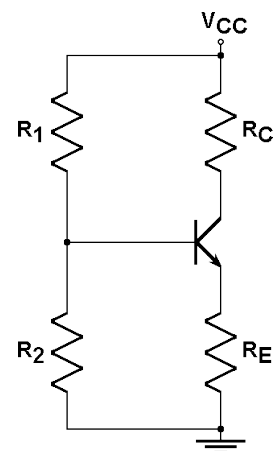
c) Determinar  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_E$  para que el punto de funcionamiento del transistor sea tal que  $V_{CE} = 6 \text{ V}$  e  $I_C = 2 \text{ mA}$ , al tiempo que se verifica la relación de corrientes:  $I_{R1}/I_B = 30$ , y suponiendo que:

$$V_{CC} = 15 \text{ V},$$

$$R_C = 3 \text{ k}\Omega,$$

$$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V},$$

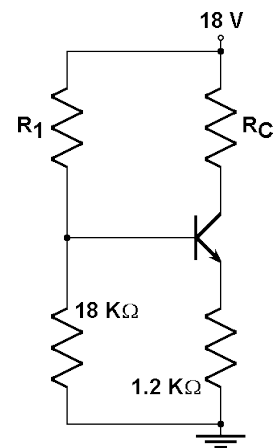
$$\beta = 50$$



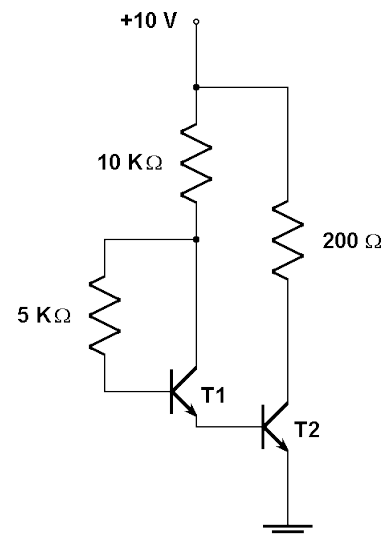
4.- Determinar  $R_1$  y  $R_C$  para que la intensidad de colector y la tensión entre colector y emisor en el punto de reposo valgan respectivamente  $I_{CQ} = 2 \text{ mA}$  y  $V_{CEQ} = 10 \text{ V}$ .

Suponer  $V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$  y que se verifica el criterio de estabilidad de la polarización frente a variaciones de la temperatura [ $R_B \ll (\beta + 1) R_E$ ].

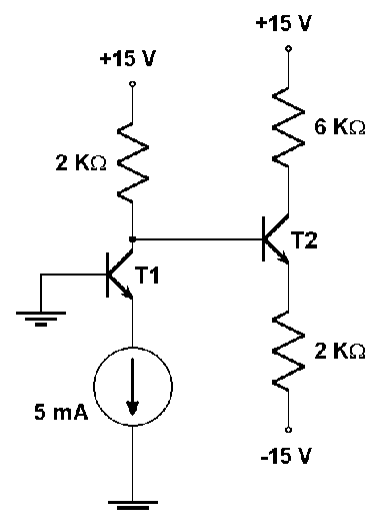
Suponer:  $\beta \gg 1$ .



5.- Determinar el punto de trabajo ( $I_C$ ,  $I_B$ ,  $V_{CE}$ ) de los dos transistores suponiendo que la ganancia en corriente es la misma para ambos ( $\beta = 100$ ),  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$  en activa o saturación y  $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$  en saturación.



6.- Sabiendo que los dos transistores del circuito de la figura están ensaturación, determinar la corriente de base del transistor T1 ( $V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$ ;  $V_{CE,\text{sat}} = 0.2 \text{ V}$ ).



7.- En el siguiente circuito:

a) Encontrar el valor mínimo de la tensión  $V_{BB}$  para que el transistor T2 pase de corte a conducción.

b) Para  $V_{BB} = 3 \text{ V}$  encontrar el valor mínimo que debe tomar  $R_2$  para que el transistor T2 se encuentre saturado.

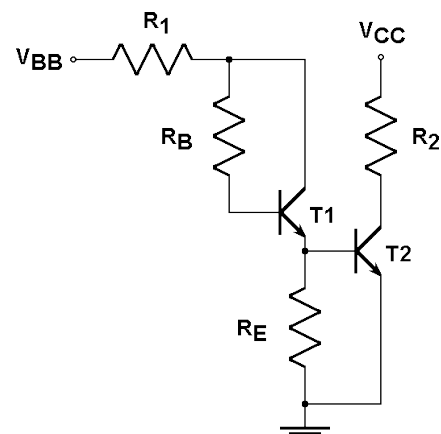
Datos:  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ;

$R_1 = R_E = 1 \text{ k}\Omega$ ;  $R_B = 10 \text{ k}\Omega$ ;

$V_{BE,\gamma} = 0.7 \text{ V}$ ;

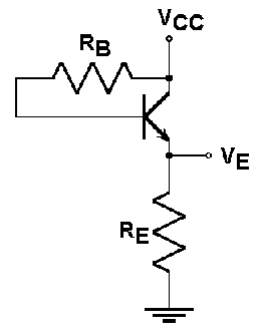
$V_{CE,\text{sat}} = 0.2 \text{ V}$ ;

$\beta = 19$



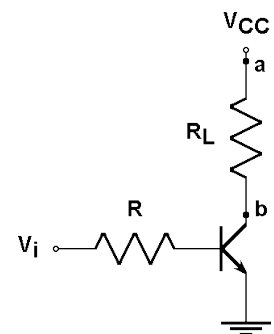
8.- Suponiendo un transistor de unión típico de silicio, deducir las expresiones de  $V_E$  para los distintos rangos de  $V_{CC}$  ( $V_{CC} \geq 0$ ) en los que el transistor se encuentra en los estados de corte o conducción posibles. Indicar expresamente dichos rangos y el estado correspondiente del transistor.

Suponer conocidos los valores de  $V_{CC}$ ,  $R_B$  y  $R_E$ , y las aproximaciones lineales para el transistor:  $V_{BE, \text{conducción}} \approx V_{BE, \gamma}$ ,  $V_{CE, \text{saturación}} \approx V_{CE, \text{sat}}$  y  $\beta \equiv$  ganancia de corriente en activa (emisor común).



9.- Demostrar que el circuito de la figura se comporta, entre los nodos a y b, como una fuente de corriente constante, siempre y cuando el transistor esté en la región activa.

- ¿Qué relación existe entre la corriente en la resistencia  $R_L$  y la tensión de entrada  $v_i$ ?
- ¿Entre qué valores puede variar  $R_L$  para que el transistor funcione en activa?



Suponiendo que  $V_i = 5$  V, y que:

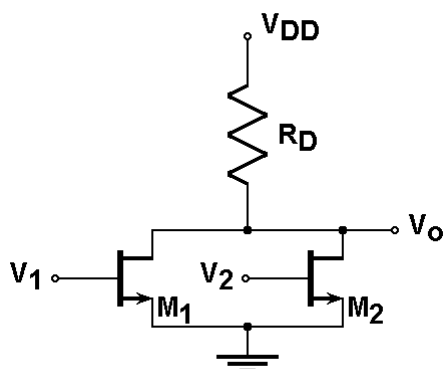
$$R = 10 \text{ k}\Omega, \quad V_{CC} = 15 \text{ V},$$

$$V_{BE, \gamma} = 0.7 \text{ V}, \quad \beta = 100,$$

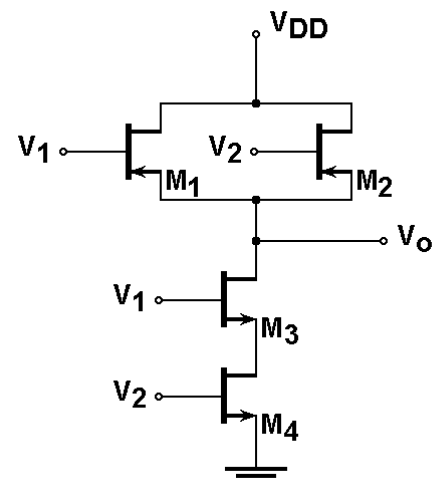
calcular dicho intervalo de valores de  $R_L$ .

10.- Deducir la función lógica que realiza cada uno de los circuitos con transistor MOSFET siguientes:

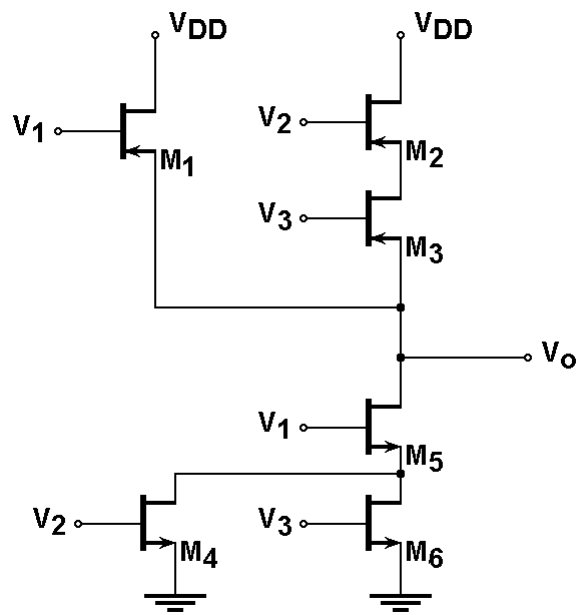
a)



b)



c)



## SOLUCIONES DE LOS PROBLEMAS

Grado en Ingeniería Informática y Doble grado en Informática y Matemáticas

### TEMA 5: Transistores

- 1.- a)  $I_B = 30 \mu\text{A}$ ;  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ;  $I_C = 3 \text{ mA}$ ;  $V_{CE} = 2 \text{ V}$   
b)  $R_C = 1600 \Omega$   
c)  $R_B = 6250 \Omega$
- 2.- a)  $V_{CE} = 4.42 \text{ V}$ ;  $I_C = 2.05 \text{ mA}$   
b)  $V_{CE} = 3.025 \text{ V}$ ;  $I_C = 2.57 \text{ mA}$   
c)  $R_C = 6250 \Omega$ ;  $R_F = 9 \text{ k}\Omega$
- 3.- a)  $I_B = 14.7 \mu\text{A}$ ;  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ;  $I_C = 1.47 \text{ mA}$ ;  $V_{CE} = 7.46 \text{ V}$   
b)  $I_B = 12.8 \mu\text{A}$ ;  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ;  $I_C = 1.28 \text{ mA}$ ;  $V_{CE} = 4.72 \text{ V}$   
c)  $R_1 = 9.42 \text{ k}\Omega$ ;  $R_2 = 3.20 \text{ k}\Omega$ ;  $R_E = 1.47 \text{ k}\Omega$
- 4.-  $R_1 = 86.5 \text{ k}\Omega$ ;  $R_C = 2.8 \text{ k}\Omega$
- 5.-  $T_1$ :  $I_B = 8.5 \mu\text{A}$ ;  $I_C = 0.85 \text{ mA}$ ;  $V_{CE} = 0.72 \text{ V}$   
 $T_2$ :  $I_B = 0.86 \text{ mA}$ ;  $I_C = 49 \text{ mA}$ ;  $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$
- 6.-  $I_{B1} = 1.48 \text{ mA}$
- 7.- a)  $V_{BB} = 2.45 \text{ V}$   
b)  $R_2 = 683 \Omega$
- 8.-  $v_E = 0$ , si  $V_{CC} < V_{BE,\gamma}$  (Corte)  
$$v_E = R_E(1 + \beta) \frac{V_{CC} - V_{BE,\gamma}}{R_B + (1 + \beta)R_E}, \text{ si } V_{CC} > V_{BE,\gamma} \text{ (Activa)}$$
- 9.- a)  $I_C = \beta \frac{v_i - V_{BE,\gamma}}{R}$   
b)  $R_L < 344 \Omega$
- 10.- a) NOR  
b) NAND  
c)  $V_o = /V1 + V1 \cdot /V2 \cdot /V3$