

Apellidos:

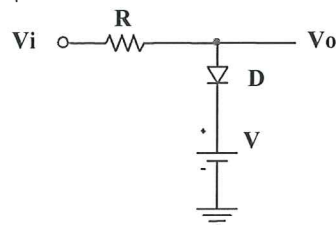
SOLUCIONES

Nombre:

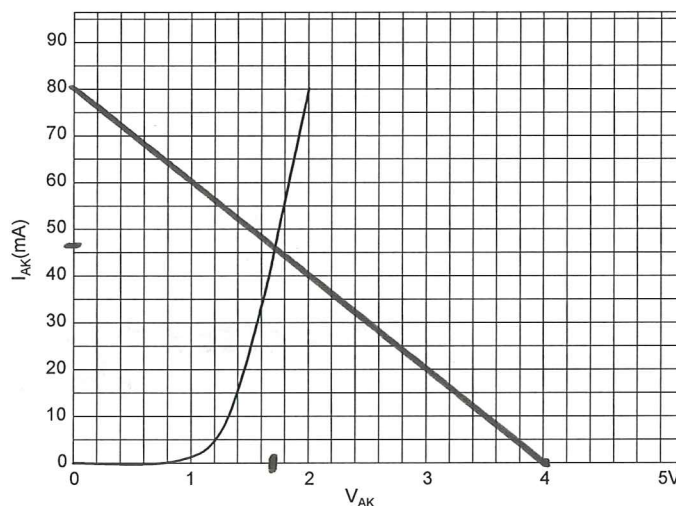
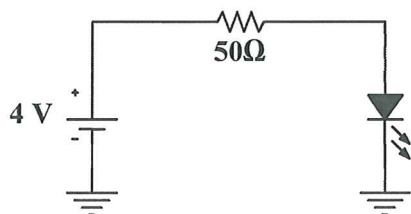
10 Cuestiones de TEORÍA (6 puntos) . Puntuación: BIEN +0.6 ptos., MAL -0.15 ptos, N.C 0

1. En el circuito con diodos de la figura y suponiendo la aproximación del diodo **ideal**, se puede AFIRMAR que:

- [A] Si la tensión de entrada (V_i) es positiva, el diodo conduce y la salida es V .
 [B] Si la tensión de entrada (V_i) es negativa, el diodo no conduce y la salida es 0.
 [C] Cuando la tensión de entrada (V_i) es mayor que V , la salida V_o es igual a V_i .
 [D] Cuando la tensión de entrada (V_i) es menor que V , la salida V_o es igual a V_i .



2. Indique el punto de trabajo del diodo LED cuya curva característica se muestra. Se recomienda utilizar la recta de carga.

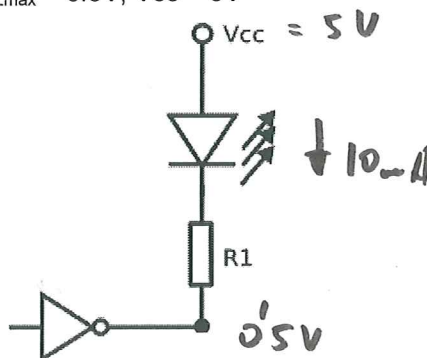


- [A] 1.6V, 34mA
 [B] 1.7V, 46mA
 [C] 1.8V, 55mA
 [D] 1.9V, 67mA

3. El circuito con diodo LED de la figura nos permitirá conocer, en función de su estado, si la salida de la puerta es '0' o '1'. Calcule el valor de la resistencia R_1 que asegure las especificaciones del LED.

DATOS: $V_{LED} = 1.5V$; $I_{LED} = 10mA$; $V_{OHmin} = 2.4V$; $V_{OLmax} = 0.5V$; $V_{CC} = 5V$

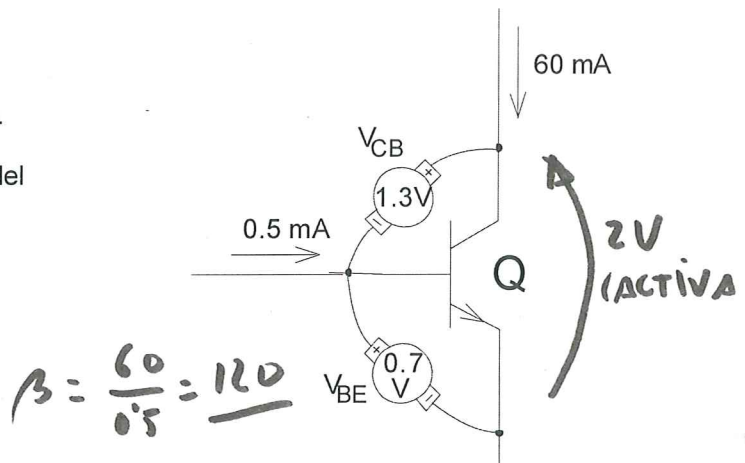
- [A] $R_1 = 300\Omega$
 [B] $R_1 = 1k\Omega$
 [C] $R_1 = 500\Omega$
 [D] $R_1 = 450\Omega$



$$R_1 = \frac{5 - 1.5 - 0.5}{10 \times 10^{-3}} = \frac{3}{10} = 0.3k\Omega$$

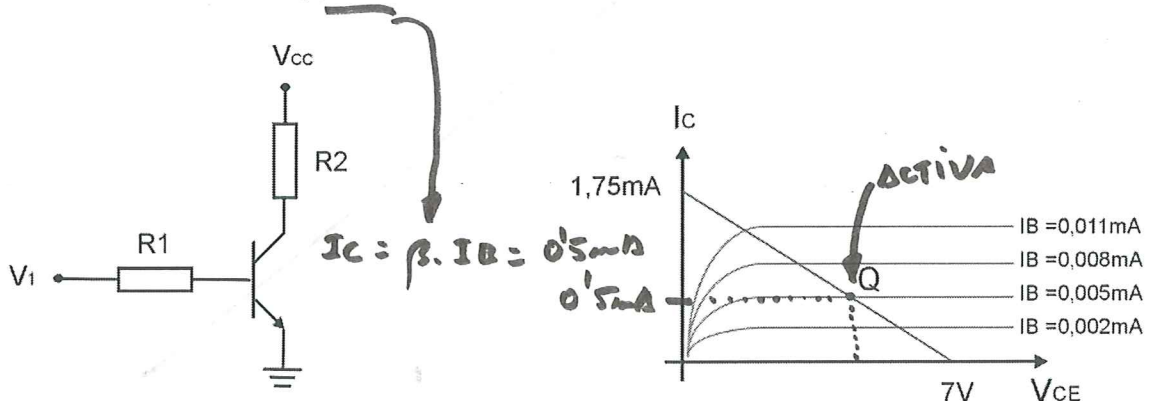
4. La figura muestra un transistor bipolar, que forma parte de un circuito, al que se le han medido varias tensiones y corrientes. A la vista de estas medidas, se podrá afirmar que:

- [A] El transistor está saturado.
 [B] El transistor está en la zona activa, y su β es de 120.
 [C] El transistor está en corte.
 [D] Faltan datos para saber la zona de funcionamiento del transistor.



5. Dado el siguiente circuito, su correspondiente recta de carga, punto de trabajo Q y curvas características del transistor. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **VERDADERA**?

DATOS: $V_{CESAT} = 0,2V$; $V_{BEON} = 0,7V$ y $\beta = 100$.



- [A] Gráficamente se observa que el transistor se encuentra saturado.
 [B] Aumentando la corriente de base nunca se llevará el transistor a la zona de saturación.
 [C] La V_{CE} del transistor es 7V.
 [D] La I_C del transistor es 0,5mA.

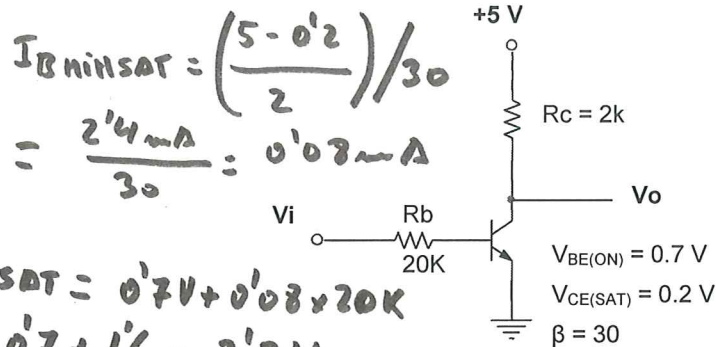
6. Indique la afirmación **FALSA** acerca del transistor BJT:

- [A] Es un dispositivo de 3 terminales: base, emisor y colector.
 [B] En la zona activa, la corriente de colector es proporcional a la corriente de base.
 [C] En conmutación funciona como un interruptor controlado por la corriente de base.
 [D] La relación de corrientes en el transistor es $I_C = I_B + I_E$

No

7. En el circuito inversor con BJT de la figura, el transistor pasa de corte a activa con $V_i = 0.7$. Calcule el valor de V_i para que pase de activa a saturación ($V_{i_{\text{minsat}}}$)

- [A] $V_{i_{\text{minsat}}} = 1.60\text{V}$
 [B] $V_{i_{\text{minsat}}} = 1.67\text{V}$
 [C] $V_{i_{\text{minsat}}} = 2.30\text{V}$
 [D] $V_{i_{\text{minsat}}} = 2.37\text{V}$

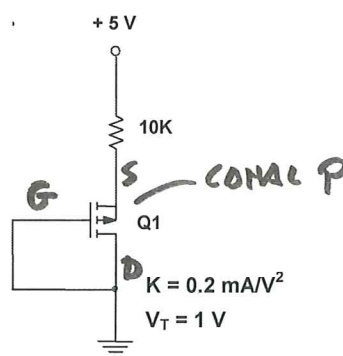


8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el transistor MOSFET de canal N es FALSA?

- [A] Tiene la puerta aislada
 [B] En la zona óhmica, el transistor es equivalente a una resistencia que disminuye al aumentar V_{GS}
 [C] En la zona de saturación y para una V_{GS} fija, la corriente I_{DS} aumenta exponencialmente con V_{DS}
 [D] Se forma canal cuando $V_{GS} > V_T$

9. Dado el circuito de la figura, indique la zona de funcionamiento del Mosfet.

- [A] Corte
 [B] Saturación
 [C] Óhmica o lineal
 [D] Activa



Handwritten notes: $V_{GS} < -V_T$, γ
 como $V_{GS} = V_{DS} \Rightarrow \text{SATURACIÓN}$

10. En el circuito de polarización con MOSFET de la figura, calcule el valor de R_D para obtener una tensión de salida $V_o = 8\text{V}$.

Datos del MOSFET: $V_T = 2\text{V}$; $K = 1\text{mA/V}^2$

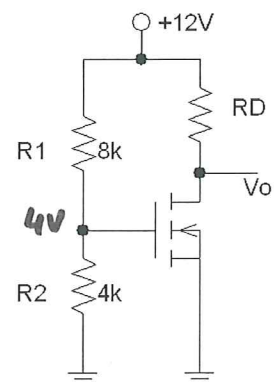
- [A] $8\text{k}\Omega$
 [B] $2\text{k}\Omega$
 [C] $0.5\text{k}\Omega$
 [D] $1\text{k}\Omega$

Handwritten calculations:

$$\text{SUP. SAT: } I_{DS} = 1 \cdot (4 - 2)^2$$

$$= 4 \text{ mA}$$

$$\text{LUEGO } R_D = \frac{12 - 8\text{V}}{4 \text{ mA}} = \underline{1\text{k}\Omega}$$

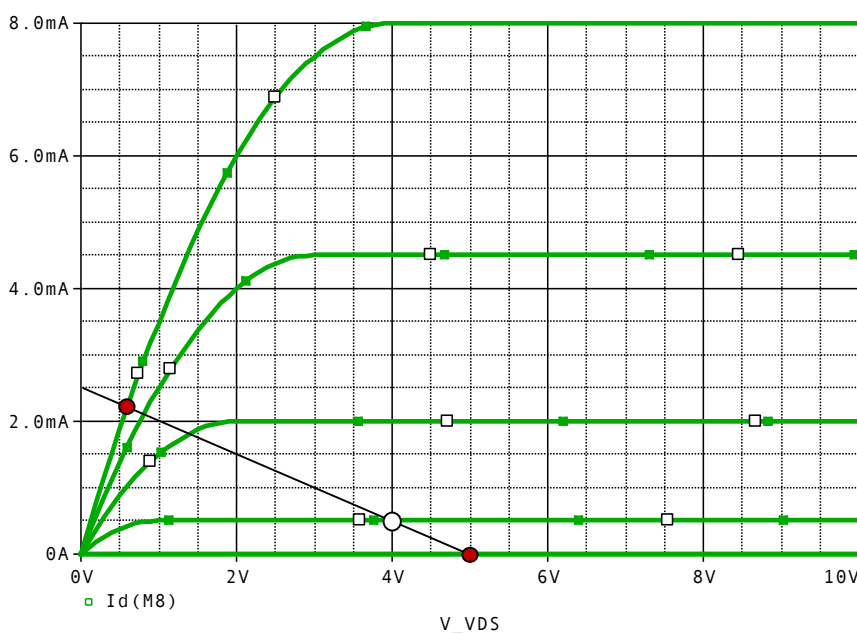
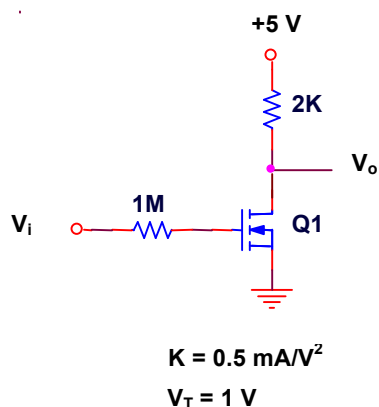


Apellidos:

Nombre:

1 PROBLEMA 1 (4 PTOS)

El circuito de la figura es un inversor NMOS. Se pide:

Nota: En zona óhmica utilice la expresión aproximada $I_{DS} \approx 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$, y en saturación $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$ **Nota:** Las curvas representadas son para incrementos de 1V de V_{GS} .1.1 (10%) Calcule el punto de trabajo Q (V_{GS} , V_{DS} , I_{DS}) y el valor lógico de salida V_o con una entrada a "0" ($V_i = 0V$). Justifique la respuesta.

- 1) Malla GS: $V_{GS} = V_i \rightarrow V_{GS} = 0V < V_T \rightarrow$ el transistor está en corte
- 2) $I_{DS} = 0 \text{ mA}$
- 3) Malla DS: $5V - I_{DS} \times 2k - V_{DS} = 0 \rightarrow V_{DS} = 5V - 0 \text{ mA} \times 2k = 5V$

$V_{GS} = 0 \text{ (V)}$	$V_{DS} = 5 \text{ (V)}$	$I_{DS} = 0 \text{ mA}$	$V_o = "1"$
--------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------

1.2 (20%) Calcule el punto de trabajo Q (V_{GS} , V_{DS} , I_{DS}) y el valor lógico de salida V_o con una entrada a "1" ($V_i = 5V$). Justifique la respuesta.

- 1) Malla GS: $V_{GS} = V_i \rightarrow V_{GS} = 5V > V_T \rightarrow$ el transistor conduce
Como es un inversor, en lugar de suponer saturación, suponemos óhmica o lineal.
- 2) Calculamos la R_{ON}

$$R_{ON} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} = \frac{1}{2 \times 0.5(5 - 1)} = \frac{1}{4} = 0.25k$$

- 3) Malla DS: Es un divisor resistivo:

$$I_{DS} = \frac{V_{DD}}{R_{ON} + R_D} = \frac{5}{0.25 + 2k} = 2.22 \text{ mA}$$

- 4) Comprobamos óhmica: $V_{DS} < V_{GS} - V_T$? $0.55 < 5 - 1 \rightarrow$ correcto

$$V_{DS} = V_o = \frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D} \times V_{DD} = 0.55V$$

$$\begin{aligned} V_{DD} - 2 \times K \times (V_{GS} - V_T) \times V_{DS} \times R_D &= V_{DS} \\ 5(V) - 2 \times 0.5(\text{mA/V}^2) \times (5 - 1)(V) \times V_{DS} \times 2(k\Omega) &= V_{DS}(V) \\ 5 - 1 \times 4 \times 2 \times V_{DS} &= V_{DS} \\ 5 - 8 \times V_{DS} &= V_{DS} \\ V_{DS} &= 5(V) / 9 = 0.555(V) \\ I_{DS} &= 2 \times K \times (V_{GS} - V_T) \times V_{DS} = 2 \times 0.5(\text{mA/V}^2) \times (5 - 1)(V) \times 0.555 \\ I_{DS} &= 2.222(\text{mA}) \end{aligned}$$

$V_{GS} = 5 \text{ (V)}$	$V_{DS} = 0.55 \text{ (V)}$	$I_{DS} = 2.22 \text{ mA}$	$V_o = "0"$
--------------------------	-----------------------------	----------------------------	-------------

1.3 (20%) Dibuje sobre las curvas características, la recta de carga y los dos puntos de trabajo de los apartados anteriores. Justifique la respuesta.

Los puntos de trabajo son la intersección de la recta de carga y las curvas de V_{GS} correspondientes a cada caso, es decir para $V_{GS} = 0$ (sobre el eje X) y con $V_{GS} = 5$, que es la curva más alta. Comprobamos en cada caso que la V_{DS} e I_{DS} corresponden con las obtenidas en apartados anteriores.

1.4 (10%) Si $V_i = 2V$, ¿en qué zona de funcionamiento se encuentra el transistor? Se recomienda el uso de la gráfica. Justifique la respuesta.

Como $V_T = 1V$, tenemos curvas para $V_{GS}=2V$, $V_{GS}=3V$, $V_{GS}=4$ y $V_{GS}=5$
El punto que nos pide está sobre la primera curva de abajo, con $V_{DS} = 4V$ y $I_{DS}=0.5mA$
La zona es de saturación, porque está en la parte recta y horizontal de la curva.

Zona de funcionamiento	Saturación
------------------------	------------

1.5 (20%) Se quiere mejorar la tensión de salida a nivel bajo, de modo que sea menor o igual que 0.2V. Calcule el nuevo valor de la resistencia de drenador. Suponga $V_i = 5V$.

$$V_{DS} = V_O = 0.2 = \frac{R_{ON}}{R_{ON} + R_D} \times V_{DD}$$

Como V_{GS} es 5V, la R_{ON} es la misma que la calculada en el apartado 1.2, es decir 0.25k

$$\frac{0.25}{0.25 + R_D} \times 5 = 0.2V$$

$$V_{DS} = V_O = V_{DD} - 2 \times K(V_{GS} - V_T) \times V_{DS} \times R_D = 0.2V$$

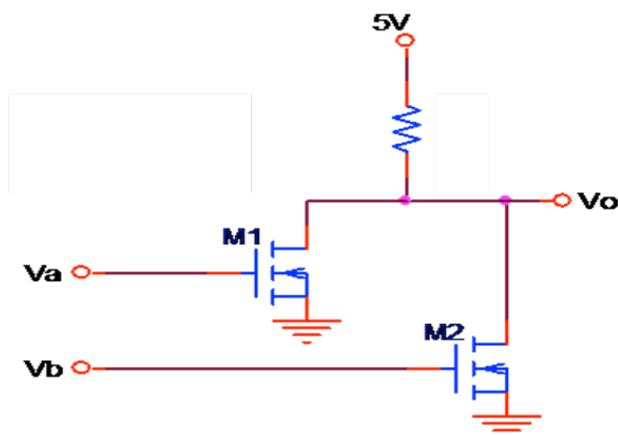
$$5V - 2 \times 0.5(mA/V^2)(5-1)(V) \times 0.2(V) \times R_D(k\Omega) = 0.2V$$

Despejando $R_D = 6k$

$$R_D(k\Omega) = \frac{(5-0.2)V}{(2 \times 4 \times 0.2)mA} = 6(k\Omega)$$

$R_D = 6k$

1.6 (20%) Partiendo del diseño base del inversor, diseñe una puerta **NOR** de 2 entradas, y rellene la tabla de verdad adjunta.



Va	Vb	M1 (OFF/ON)	M2 (OFF/ON)	Vo
0	0	OFF	OFF	"1"
0	1	OFF	ON	"0"
1	0	ON	OFF	"0"
1	1	ON	ON	"0"