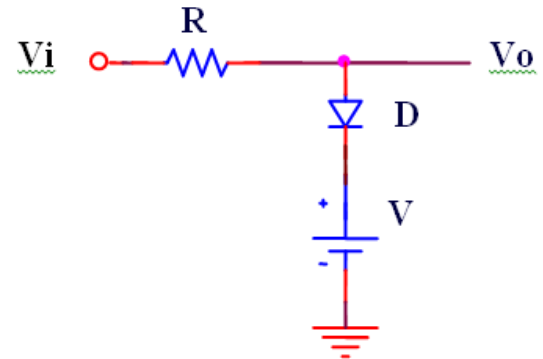


8 Cuestiones de TEORIA (6 puntos) . Puntuación: BIEN: +0.75 puntos. MAL: -0.1875 puntos, N.C: 0

1. En el circuito con diodos de la figura, señale la afirmación **FALSA**:

Datos: $V = 2V$; Diodo: $V_Y = 0.7V$;

- [A] Para $V_i = -3V$, la tensión de salida $V_o = V_i = -3V$, ya que el diodo no conduce.
 [B] Cuando el diodo conduce ($V_{AK} = V_Y$), no puedo conocer el valor de la tensión de salida V_o , ya que depende del valor de la resistencia R .
 [C] Para tensiones de entrada (V_i) positivas y mayores que $2.7V$, la corriente por el diodo aumenta cuando aumenta V_i .
 [D] Para $V_i = 5V$, la caída de potencial en la resistencia R es de $2.3V$.

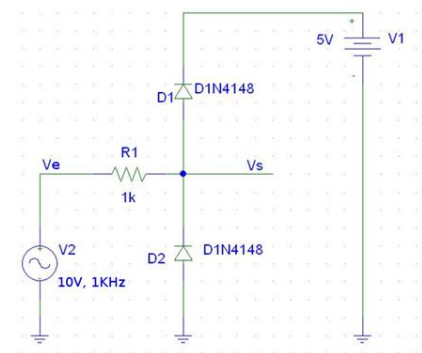


Cuando el diodo conduce, mantiene constante una tensión V_{AK} , es decir $V_A - V_K = V_Y$, independiente del valor de la resistencia R , y por tanto la tensión en el ánodo ($V_A = V_o$) se mantendrá constante a $V_K + V_Y = 2.7V$.

2. Para el circuito con diodos de la figura, y suponiendo que el generador de señal proporciona una onda senoidal simétrica de $10V$ de amplitud (o 20 Voltios pico-a-pico), señale la afirmación **FALSA**:

Datos: Diodos $V_Y = 0.7V$

- [A] En los semiciclos positivos la tensión de salida V_s se recorta a un valor máximo de $5.7V$
 [B] En los semiciclos negativos, la tensión de salida V_s se recorta a un valor mínimo de $-5.7V$
 [C] El circuito se comporta como un recortador a dos niveles (la onda senoidal aparece recortada en ambos semiciclos).
 [D] El circuito puede usarse para proteger las entradas de los circuitos con transistores MOSFET.

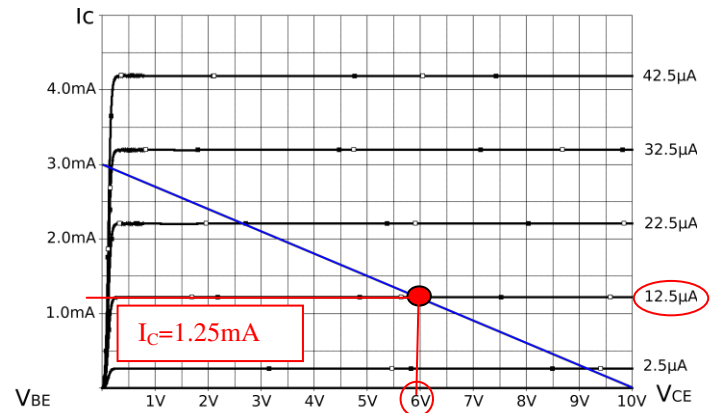
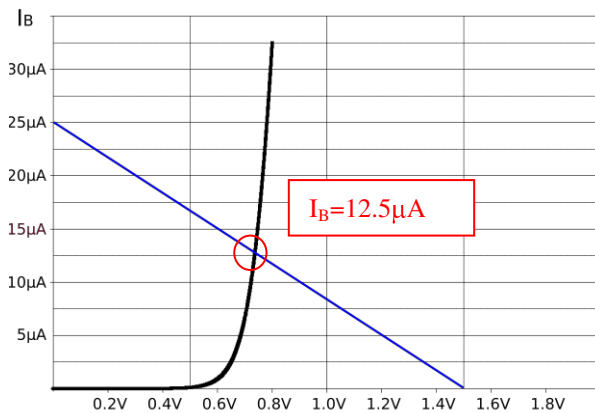


En los semiciclos negativos la tensión de salida se recorta a $-0.7V$.

El diodo $D2$ conduce cuando la tensión en el cátodo es inferior a la tensión en el ánodo menos la tensión umbral ($V_A - V_K = V_Y$) y por tanto conduce con tensiones en el cátodo inferiores a $0 - V_Y = -0.7V$, es decir, $D2$ conduce en los semiciclos negativos por debajo de $-0.7V$. Cuando conduce, mantiene constante la tensión $V_{AK} = 0.7V$ y por eso la señal de entrada queda recortada a $-0.7V$.

3. Para los datos que se indican sobre un circuito con un transistor bipolar. ¿Cuál es la zona de funcionamiento y el punto de trabajo?

Nota: la gráfica de la izquierda representa la recta de carga de la malla de entrada con la curva característica de la unión base-emisor de un transistor bipolar, la derecha representa las curvas características de un transistor bipolar.



[A] Activa directa, $V_{CE} \approx 9.2V$, $I_C \approx 0.25mA$

[B] Activa directa, $V_{CE} \approx 6V$, $I_C \approx 1.25mA$

[C] Activa directa, $V_{CE} \approx 2.6V$, $I_C \approx 2.25mA$

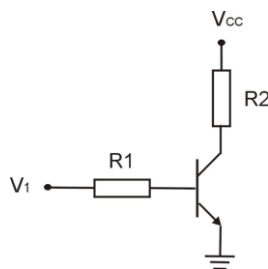
[D] Saturación, $V_{CE} \approx 0.2V$, $I_C \approx 3mA$

El punto de trabajo es la intersección entre la recta de carga y la curva característica. Primero obtenemos la corriente de base de la curva de la izquierda ($12.5\mu A$) y después, con esta corriente de base en la figura de la derecha obtenemos la V_{CE} y la I_C , $6V$ y $1.25mA$ respectivamente.

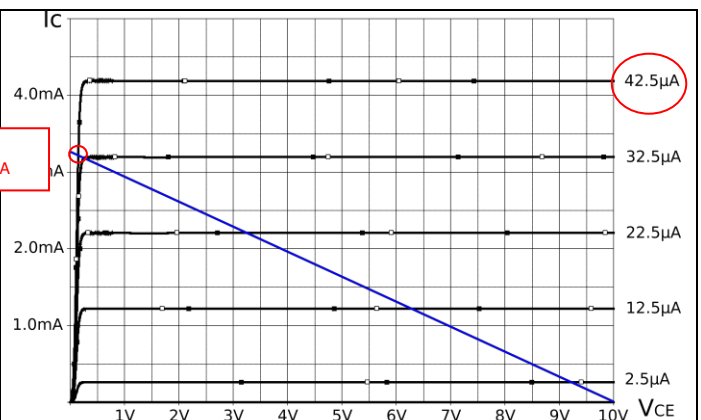
4. En el circuito de la figura, y para los datos que se indican, calcule el valor de R_1 para que el transistor trabaje en conmutación (entre corte y saturación).

NOTA: para calcular el valor de R_1 utilice la curva de la figura que mejor asegure la saturación (I_C máxima para el circuito de polarización dado).

Datos: $V_{BEON} = 0.7V$; $V_1 = [0V, 5.7V]$



Mayor Saturación:
Curva de $I_B = 42.5\mu A$



[A] $R_1 \approx 222,2k\Omega$

[B] $R_1 \approx 87,8k\Omega$

[C] $R_1 \approx 117,6k\Omega$

[D] No es posible. Faltan datos.

El valor de la resistencia se calcula cuando el transistor conduce (saturación) y por tanto la tensión de entrada utilizada será la de $5.7V$.

Aplicando Ohm a la malla de entrada $V_1 - I_B \times R_1 - V_{BE} = 0$, despejando queda $R_1 = (5.7 - 0.7) / 42.5\mu A = 117,6k\Omega$

5. Con respecto a los diodos y los transistores bipolares. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **FALSA**?

- [A] La RECTA de CARGA no depende de los elementos externos añadidos al dispositivo (diodo o transistor).
- [B] Los diodos Schottky se utilizan en circuitos digitales de alta velocidad.
- [C] Los diodos LED emiten luz sólo en polarización directa.
- [D] En los transistores bipolares NPN la corriente entra en la base y en el colector y sale por el emisor

La recta de carga siempre depende del circuito de polarización, que son los elementos externos añadidos para situar al dispositivo en un punto de trabajo.

6. Dado el circuito de polarización con MOSFET de la figura, señale la respuesta correcta:

$$I_{DS(SAT)} = K(V_{GS} - V_T)^2$$

- [A] El MOSFET está saturado
- [B] El MOSFET está en la zona óhmica
- [C] El MOSFET está en el límite entre la zona óhmica y la de saturación
- [D] El MOSFET está en corte

Calcular V_G

Divisor resistivo: $V_G = V_{DD}(R_2/(R_1+R_2)) = 6V$

Condición de conducción:

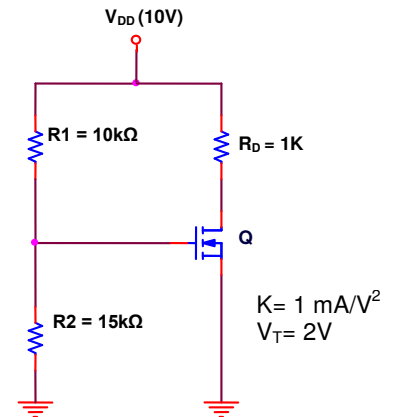
$V_{GS} > V_T$

$6V > 2V \rightarrow$ Conduce, en Óhmica o saturación?

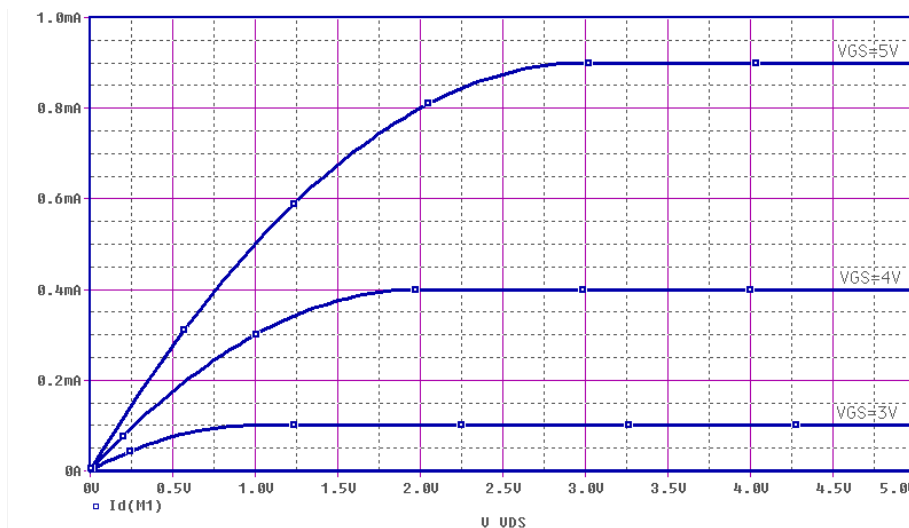
Suponemos Saturación:

$$I_{DS(SAT)} = K(V_{GS} - V_T)^2 = 1mA/V^2 (6V - 2V)^2 = 16mA$$

$$V_{DS} = V_{DD} - I_{DS} \times R_D = 10V - 16mA \times 1K = -6V \rightarrow \text{IMPOSIBLE!!} \rightarrow \text{Zona Óhmica.}$$



7. A la vista de la siguiente gráfica, señale la respuesta **FALSA**:



- [A] Para $V_{GS} = 5V$ el límite entre saturación y óhmica es $V_{DS} = 3V$.
- [B] En cualquier punto de trabajo con $V_{GS} = 4V$ e $I_{DS} = 0.4mA$, el transistor está en saturación.
- [C] En cualquiera de las curvas (con $V_{GS} > 2V$), cerca del origen el transistor se comporta como una resistencia, mayor cuanto menor es la pendiente.
- [D] En cualquier curva con el transistor conduciendo, la corriente aumenta siempre con el aumento de tensión drenador-fuente.

El transistor conduce en zona óhmica o en zona de saturación, y en la zona de saturación, aunque aumente la tensión V_{DS} (tensión drenador-fuente) la corriente permanece constante.

8. Acerca del transistor MOSFET, señale la respuesta **FALSA**:

- [A] La parábola que delimita las zonas óhmica y saturación de un transistor NMOS viene dada por la expresión $V_{GS} > V_{DS} - V_T$
- [B] Los transistores MOSFET de canal P son más lentos en la conmutación debido a que los huecos tienen menor movilidad que los electrones.
- [C] Para evitar la ruptura de la capa *thinnox* (aislante de la puerta) del transistor se suele utilizar un circuito recortador a dos niveles en el terminal de puerta, diseñado con diodos.
- [D] En los transistores PMOS, con V_{DS} pequeñas podemos usar la expresión óhmica aproximada: $I_{SD} \approx 2K(V_{GS} + V_T)V_{DS}$, tomando V_T en valor absoluto.

La parábola de saturación es $V_{DS} = V_{GS} - V_T$

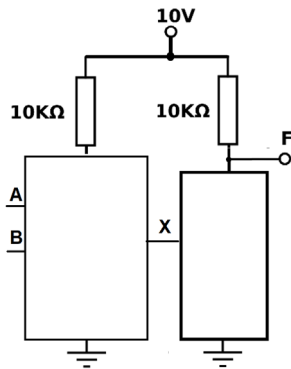
Apellidos:

SOLUCION

Nombre:

PROBLEMA 1 (4 PTOS)

Se desea implementar la función lógica AND de dos entradas (A y B), a partir de una NAND, seguida de una NOT. Para ello, se utiliza el circuito de la figura, que consta de dos bloques de transistores MOSFET, todos del mismo tipo. El bloque de la izquierda tiene como entradas A y B, y salida X, y el de la derecha tiene como entrada X y salida F. Se pide:

**Datos de los transistores:**

$$V_T = 1V$$

$$K = 0.5 \text{ mA/V}^2$$

$$\text{En zona óhmica: } R_{ON} \approx \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)}$$

Asumir la misma R_{ON} para todos los transistores, en caso de conducción, y que estos trabajan en conmutación.

Nota:

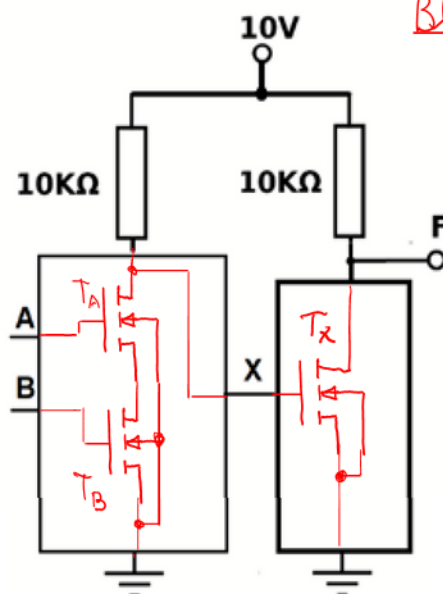
El "0" lógico equivale a 0V.

Y el "1" lógico equivale a 10V.

[A] (0.2p) A partir de las características definidas en los datos de este tipo de transistor. ¿Qué tipo de transistor se va a utilizar? (NMOS o PMOS)?

Tipo = NMOS

[A] (0.8p) Dibuje todo el circuito anterior con los transistores seleccionados, incluyendo todos los componentes representados en la figura (V_{DD} , R, etc). Para el dibujo de los transistores debe utilizarse el transistor con sus cuatro terminales (Puerta, Drenador, Fuente y Substrato).



Bloque izquierdo:

Entradas: A y B;

2 transistores T_A y T_B NMOS en serie;

Salida: X,

Hace la función de puerta NAND $\Rightarrow X = \overline{A \cdot B}$

Bloque derecho:

Entrada: X

1 Transistor T_X NMOS,

Salida: F,

Hace la función de Inversor $\Rightarrow F = \overline{X} \Rightarrow$

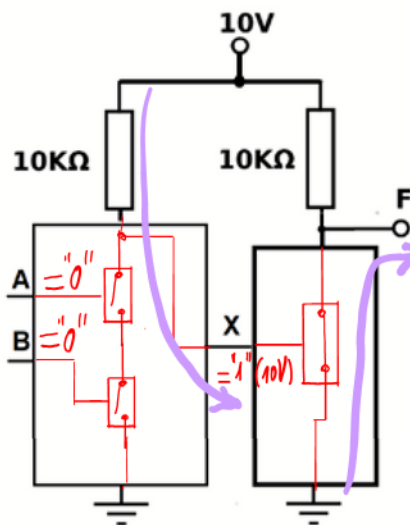
$$F = \overline{\overline{A \cdot B}} = A \cdot B \quad (\text{Puerta AND de 2 Entradas})$$

[B] (0.4p) Rellene la siguiente tabla:

Donde A y B representan las entradas lógicas del circuito; X debe expresar el valor lógico del bloque de la izquierda, y T_A y T_B , el estado de los transistores del bloque de la izquierda en cada caso: Lineal (L), o Cortado (C):

A	B	X	T_A	T_B
0	0	1	C	C
0	1	1	C	L
1	0	1	L	C
1	1	0	L	L

[C] (0.6p) Cuando las entradas A="0", y B="0", dibuje el circuito equivalente con INTERRUPTORES. Calcule el valor lógico de "F" ("0" o "1"). Y JUSTIFIQUE su respuesta.



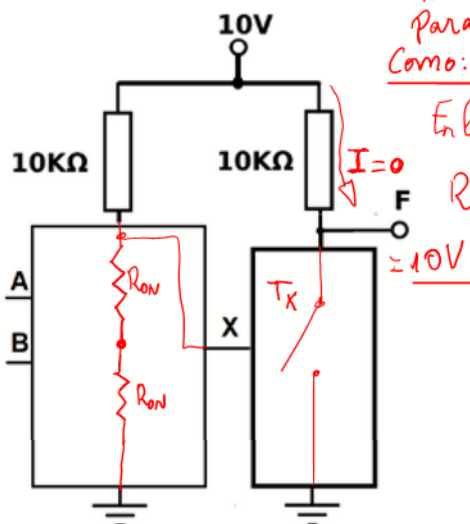
Si: $A = B = "0"$

$T_A = \text{Abierto (OFF)}$
 $T_B = \text{Abierto (OFF)}$

En X, no hay caída de tensión de la fuente $V_{DD} \Rightarrow$
 Por lo tanto, en la entrada X tenemos un nivel alto
 $\Rightarrow X = "1" (10V) \Rightarrow \text{Transistor } T_X = \text{cerrado (ON)!}$

En "F" se produce un nivel lógico "0", por la conexión con masa con el interruptor, que está cerrado.

[D] (1p) Calcule el valor de F (en Volts), cuando A="1", B="1". Dibuje el circuito equivalente con RESISTENCIAS (R_{ON}), y JUSTIFIQUE su respuesta.



Para poder calcular la tensión en F, necesitamos conocer el valor de V_X
 Para saber si el transistor 'X' está en conducción (lineal) o cortado
 Como: $A = B = 1 \Rightarrow T_A \text{ y } T_B$ conducen y se comportan como dos resistencias R_{ON} en serie:

En la zona lineal:

$$R_{ON} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} \quad \left\{ \begin{array}{l} K = 0.5 \text{ mA/V}^2 \\ V_{GS} = 10 \text{ V} \\ V_T = 1 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow R_{ON} = \frac{1}{2 \times 0.5 \times (10 - 1)} \text{ K}\Omega = \frac{1 \text{ V}}{9 \text{ mA}} = 0.111 \text{ K}\Omega$$

$$R_{eq} = R_{ON} + R_{ON} = 2R_{ON}$$

V_X se puede calcular como un divisor resistivo:

$$V_X = \frac{R_{eq}}{R_D + R_{eq}} \times V_{DD} = \frac{0.222 \text{ K}\Omega}{10 \text{ K}\Omega + 0.222 \text{ K}\Omega} \times 10 \text{ V} = \frac{0.222}{10.222} \times 10 \text{ V} = 0.217 \text{ V} \Rightarrow \text{se considera como nivel bajo}$$

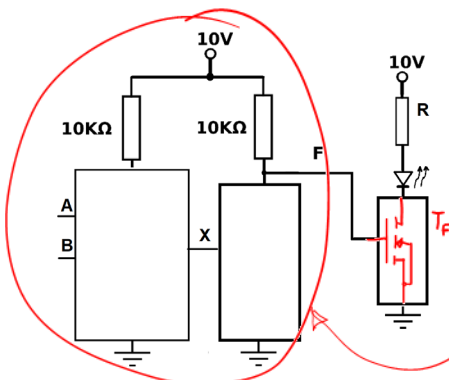
\Rightarrow La tensión en "F" es de 10V

[E] (1p) Para visualizar el estado de la función F (nivel bajo, nivel alto), se le ha añadido al circuito de salida, un diodo LED, y además otro transistor del mismo tipo que los anteriores. con $R_{ON} = 5\Omega$

Datos del LED: $V_{LED} = 1.5 \text{ V}$, $I_{LED} = 30 \text{ mA}$.

(a) (0.5p) Realice las conexiones de este nuevo transistor con sus cuatro terminales, y

(b) (0.5p) Determine el valor de R. ¿Con qué valor lógico de F se enciende el LED, ("0" o "1")?



Cuando $F = "1" (10 \text{ V})$ conducirá el Transistor T_F ; y habrá paso de corriente hacia GND, y se comportará como una resistencia en la z. lineal R_{ON} , con un circuito equivalente:

$$V_{DD} = 10 \text{ V} \quad V_{DD} - I_{LED} \cdot R - V_{LED} - I_{LED} \cdot R_{ON} = 0$$

$$10 \text{ V} - 1.5 \text{ V} - 30 \text{ mA} \times 0.005 \text{ K}\Omega = 30 \text{ mA} \cdot R$$

$$R = \frac{8.5 \text{ V} - 0.15 \text{ V}}{30 \text{ mA}} \approx 0.28 \text{ K}\Omega$$

Nivel lógico "1" (o nivel alto) enciende el LED;

Apagado el LED con $F = "0"$