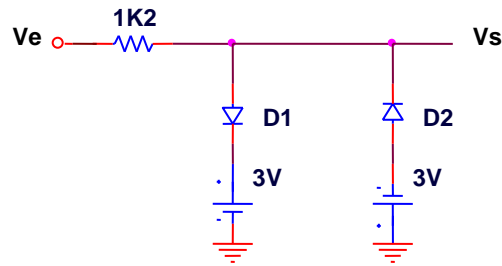


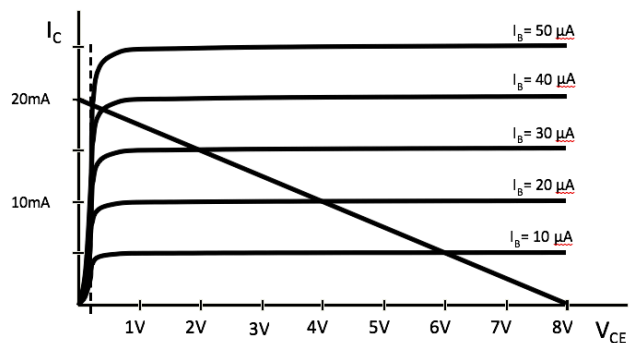
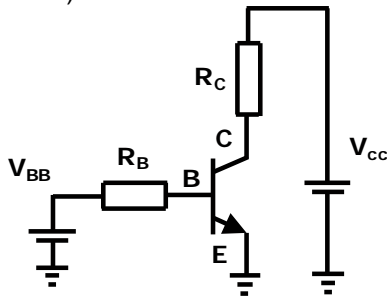
10 Cuestiones de TEORIA (6 puntos) . Puntuación: BIEN:+0.6 puntos. MAL: -0.15 puntos, N.C: 0

1. Dado el circuito recortador de la figura, si en V_e se conecta una señal senoidal que varía entre $-7V$ y $7V$, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre V_s es **CORRECTA**? (Supóngase $V_\gamma = 0,7V$ para ambos diodos)

- [A] $V_s=3.7V$ cuando $V_e > 3.7V$
 [B] $V_s=3.7V$ cuando $V_e > 2.3V$
 [C] $V_s=-2.3V$ cuando $V_e < -2.3V$
 [D] $V_s=-3V$ cuando $V_e < -3V$
 Para tensiones positivas con $V_e > 3.7$,
 D1 conduce (D2 en OFF), por lo que
 salida será $V_s = 3V + V_\gamma = 3.7V$



2. Para el circuito de la figura se han representado las curvas características del transistor y la recta de carga del circuito. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es **FALSA**: (Datos: $R_B = 100k\Omega$; $V_{BE(ON)} = 0.7V$; $V_{CE(SAT)} = 0.2V$)



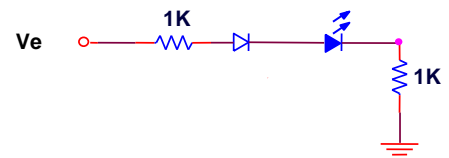
- [A] $V_{CC} = 8V$
 [B] $R_C = 4k\Omega$
 [C] $\beta = 500$
 [D] Para una V_{BB} de $3.7V$, se tiene $V_{CE} = 2V$

De la ecuación de la recta de carga $V_{CC} - R_C I_C - V_{CE} = 0$, se puede despejar $I_C = (V_{CC} - V_{CE}) / R_C$
 El punto de corte con el eje de abscisas ($I_C = 0$) es $8V$ y se corresponde con V_{CC}
 Si tomamos el punto de corte de la recta de carga con el eje de ordenadas ($V_{CE} = 0V$):
 $I_{Cm\acute{a}x} = 20mA = (V_{CC} - 0) / R_C$ y entonces, despejando R_C se tiene
 $R_C = V_{CC} / I_{Cm\acute{a}x} = 8V / 20mA = 0.4 k\Omega$

3. Para el circuito siguiente, Indique la respuesta **FALSA**:

- [A] Si $V_e < 2V$ el diodo LED no conduce ni emite luz.
 [B] Si $V_e > 1V$ circula corriente por el diodo, pero no por el LED.
 [C] Si $V_e = 22V$ el LED brilla de forma adecuada.
 [D] Si ambas resistencias fuesen de 500Ω y la $V_e = 12V$, la corriente por los dos diodos sería exactamente de $10mA$.

Datos:
 $V_{LED} = 1,4V$
 $I_{LED} = 10mA$
 $V_\gamma(\text{diodos}) = 0,6V$



Para que los diodos, que están en serie, puedan conducir, se necesitaría que:

$$V_e > V_{LED} + V_\gamma = 1.4V + 0.6V = 2V$$

Al estar en serie, no puede ocurrir que conduzca el diodo pero no el LED.

4. Acerca de los transistores MOSFET, es **FALSO** afirmar que:

- [A] Permiten una alta densidad de integración (VLSI).
 [B] Los circuitos digitales basados en MOSFET presentan un bajo consumo.

[C] Tienen una muy alta impedancia de entrada.

[D] Son más lineales que los BJT.

En la zona plana de las curvas del MOSFET, que es donde se utilizan como amplificadores, la corriente de drenador crece cuadráticamente con V_{GS} (zona de saturación), mientras que en los BJT la relación de la corriente de colector es proporcional a la corriente de base (zona activa).

5. Acerca del transistor MOSFET de canal N, señale la respuesta **FALSA**.

[A] En la zona de saturación, la corriente aumenta cuadráticamente en función de $V_{GS} - V_T$.

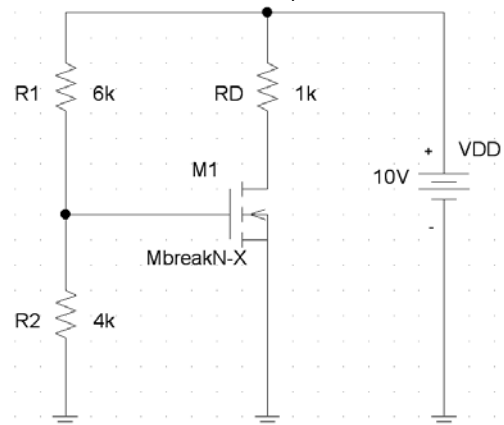
[B] En la zona óhmica, la R_{ON} equivalente es menor cuanto mayor es V_{GS} .

[C] El límite entre la zona óhmica y la de saturación viene dado por la ecuación: $V_{DS} = V_{GS} - V_T$.

[D] La saturación se produce cuando $V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$.

La expresión adecuada es $V_{DS} > V_{GS} - V_T$.

6. En el circuito de polarización de la figura, indique la afirmación **CORRECTA** acerca de la zona de funcionamiento del transistor MOSFET. (Parámetros del transistor: $V_T = 2V$, $K = 2mA/V^2$)



[A] El transistor está Cortado.

[B] El transistor está en la Zona Activa.

[C] No es posible determinar la zona de funcionamiento. Los datos son insuficientes.

[D] El transistor se encuentra en el límite entre zona Ohmica y Saturación.

$V_G = 10V \cdot 4k / (6k + 4k) = 4V$ del divisor resistivo.

$V_{GS} = 4V > V_T = 2V$ por lo que conduce.

Suponemos en saturación $I_{DS} = K (V_{GS} - V_T)^2 = 2mA/V^2 (4V - 2V)^2 = 8mA$

$V_{DS} = V_{DD} - R_D \cdot I_{DS} = 10V - 1k \cdot 8mA = 2V$

Se puede comprobar que se cumple $V_{DS} = V_{GS} - V_T$, esto es, $2V = 4V - 2V$

lo que indica que está en el límite entre ambas zonas. La expresión de saturación es todavía válida en el límite.

7. Dado el siguiente circuito recortador a dos niveles, indique el punto de trabajo para cada diodo sabiendo que $V_i = -3.7V$ y $R = 1k\Omega$ y $V_\gamma = 0.7V$ para ambos diodos.

[A] D1($V_{AK} = -8.7V$, $I_{AK} = 0mA$), D2($V_{AK} = -3.7V$, $I_{AK} = 0mA$)

[B] D1($V_{AK} = 5.7V$, $I_{AK} = 2mA$), D2($V_{AK} = -0.7V$, $I_{AK} = 0mA$)

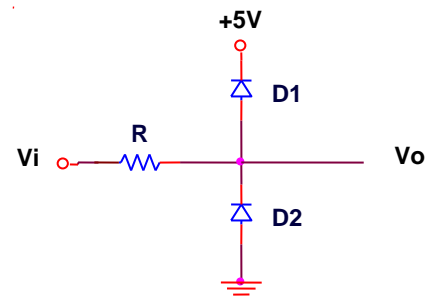
[C] D1($V_{AK} = -5.7V$, $I_{AK} = 2mA$), D2($V_{AK} = -3.7V$, $I_{AK} = 0mA$)

[D] D1($V_{AK} = -5.7V$, $I_{AK} = 0mA$), D2($V_{AK} = 0.7V$, $I_{AK} = 3mA$)

Para $V_i = -3.7V$ se tiene que D2 conduce (está directamente polarizado) y D1 no lo hace (está inversamente polarizado).

Para calcular la V_{AK} del D2, se tiene en cuenta que $V_o = 0 - V_\gamma = -0.7V$

Observando que V_o es el ánodo de D1 y que su cátodo está fijo a $+5V$, se tiene que la V_{AK} del D1 es $-0.7V - 5V = -5.7V$



8. En el circuito con transistor de la figura, y para los datos que se indican, calcule la β del transistor.

Datos: $V_1 = 3.7V$, $V_{CC} = 8V$, $V_{CE} = 4V$, $R_1 = 150k\Omega$, $R_2 = 0.4k\Omega$, $V_{BE(ON)} = 0.7V$

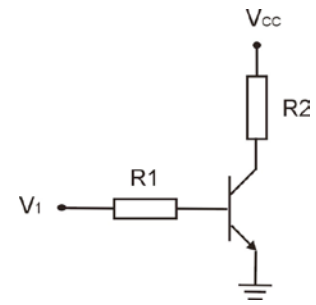
[A] $\beta = 650$ [B] $\beta = 500$ [C] $\beta = 100$

[D] Faltan datos.

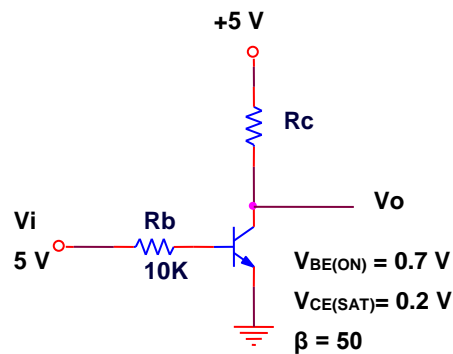
$$I_B = (3.7V - 0.7V) / 150k = 0.02mA$$

$$I_C = (8V - 4V) / 0.4k = 10mA$$

Como está en activa ($V_{CE} = 4V$) basta dividir I_C/I_B para obtener $\beta = 500$



9. ¿En el circuito con BJT de la figura, ¿Cuál es la mínima resistencia R_C para que el transistor esté saturado?

[A] $R_C = 323\Omega$ [B] $R_C = 223\Omega$ [C] $R_C = 123\Omega$ [D] $R_C = 183\Omega$ 

$$I_B = (5V - 0.7V) / 10k = 0.43mA$$

$$\text{En el límite activa-saturación: } I_C = \beta * I_B = 50 * 0.43mA = (5V - 0.2V) / R_C$$

$$\text{Despejando } R_C = 4.8V / 21.5mA = 223\Omega$$

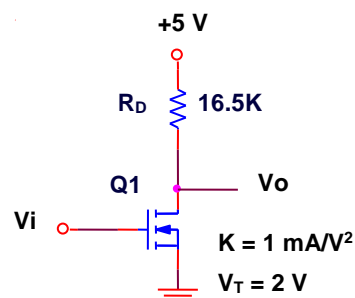
10. Indique los niveles de tensión mínima y máxima de la salida V_o en el inversor lógico de la figura si V_i es una onda cuadrada con valores mínimo y máximo de 0V y 5V. [Suponga que en la zona óhmica la $R_{DS(ON)}$ equivalente del MOSFET se puede aproximar por: $R_{DS(ON)} \approx 1/(2K(V_{GS}-V_T))$]

[A] 5V y 0.05V

[B] 5V y 0.2V

[C] 3V y 0.01V

[D] 3V y 0.2V



Cuando la entrada es 0 el transistor está cortado y la salida es la alimentación (5V)

Cuando la entrada es 5V, debe estar en la zona óhmica y el transistor se comporta como una resistencia de valor:

$$R_{DS(ON)} = 1/(2K(V_{GS}-V_T)) = 1/(2 * 1mA/V^2 (5V-2V)) = 0.17k$$

Para obtener la tensión de salida basta plantear la ecuación del divisor resistivo:

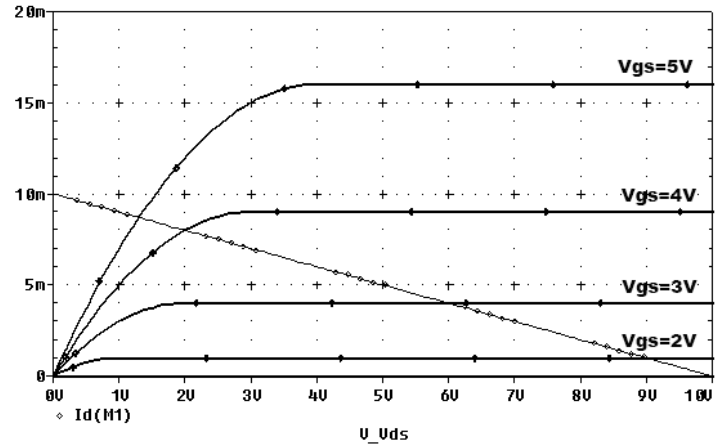
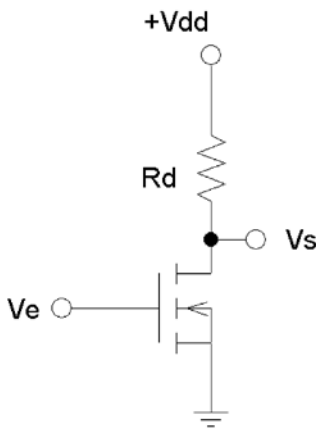
$$V_o = 5V * 0.17k / (16.5k + 0.17k) = 0.05V$$

Apellidos:

Nombre:

PROBLEMA (4 PUNTOS)

El circuito de la siguiente figura utiliza un transistor MOSFET cuyas curvas características y recta de carga del circuito se muestran en la gráfica de la derecha. Sabiendo que el valor de la V_T del transistor es de 1V, se pide:



A. (0.5puntos) Obtenga el valor de la transconductancia K del MOSFET. Justifique la respuesta.

Tomando la curva de $V_{gs}=5V$, se tiene: $K = \frac{16mA}{(5-1)^2} = 1mA/V^2$

B. (0.5puntos) ¿Cuál será el valor de la tensión de alimentación V_{dd} del circuito?. Justifique la respuesta.

A partir del cruce de la recta de carga con el eje horizontal, se observa que $V_{dd}=10V$

C. (0.5puntos) Calcule el valor de la resistencia R_d . Justifique la respuesta.

A partir del cruce de la recta de carga con el eje vertical se puede calcular R_d :

$$R_d = \frac{V_{dd}}{10mA} = \frac{10V}{10mA} = 1k\Omega$$

D. (1punto) Si se aplican 3V a la entrada V_e del circuito, ¿Cuál será el Punto de Trabajo del MOSFET?. Calcule V_{GS} , V_{DS} e I_{DS} y compruebe la zona de funcionamiento del transistor.

Supondremos inicialmente que el MOSFET se encuentra en SATURACION, ya que la intersección de la curva de $V_{gs}=3V$ con la recta de carga parece estar en la zona horizontal.

$V_{gs} = V_e = 3V$;

Aplicando la ecuación de saturación: $I_{DS} = K(V_{gs} - V_T)^2 = 1(3-1)^2 = 4mA$

Y ahora, la recta de carga: $V_{DS} = V_{dd} - R_d \cdot I_{DS} = 10V - 1k \cdot 4mA = 10 - 4 = 6V$

Comprobación de saturación: $V_{DS} > V_{GS} - V_T$; $6V > 3V - 1V$; **OK.SAT.**

(Además, estos valores coinciden con los que podemos observar en la intersección de la recta de carga con la curva de $V_{gs}=3V$)

E. (1punto) Si se desea utilizar el circuito anterior como una puerta lógica inversora y aplicamos a la entrada una tensión $V_e=10V$, ¿Cuál será el valor de la tensión de la salida correspondiente (V_{OL})?. *Nota: puede utilizarse la ecuación de la zona óhmica simplificada: $R_{ON}=1/(2 K (V_{GS}-V_T))$*

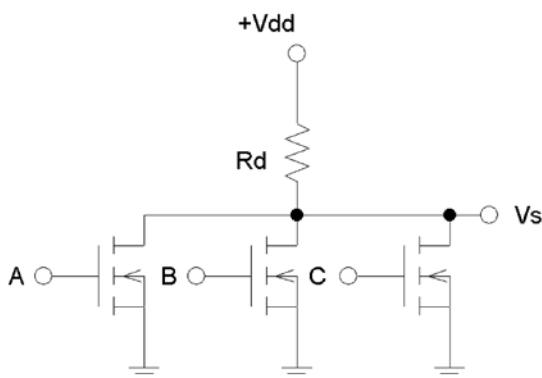
Ya que se nos dice que vamos a trabajar como puerta lógica, el MOSFET trabajará en corte o en Z. Ohmica simplificada.

Si $V_e=10V$, estará en Z. Ohmica, por lo que se comportará como una resistencia equivalente R_{ON} que podremos calcular : $R_{ON}=1/(2 K (V_{GS}-V_T)) = 1/(2 \cdot 1 \cdot (10-1)) = 1/18 = \mathbf{0.0555 \text{ k}\Omega}$

Por tanto, el circuito de salida será un divisor resistivo cuyo valor de tensión salida será:

$$V_s = 10V \cdot (R_{ON} / (R_{ON} + R_d)) = 10 \cdot (0.0555 / 1.0555) = \mathbf{0.53V}$$

F. (0.5puntos) Si añadimos dos transistores más al circuito tal como se indica en la figura siguiente, obtendremos una nueva puerta lógica con tres entradas A B y C. Indique cuál es la expresión lógica de esta función $F(A,B,C)$ y calcule cuál será el valor de la tensión de salida V_s para la combinación de entradas $A=10V$, $B=10V$ y $C=10V$.



En este caso, la puerta lógica será una puerta NOR de tres entradas A B y C, ya que basta con que cualquiera de las entradas sea un '1' (10V) para que la salida sea un '0', ya que el transistor correspondiente se comportará con una R_{ON} del mismo valor que el apartado anterior.

En el caso de las tres entradas a nivel alto (10V) cada transistor se comportará como una R_{ON} , por lo que el circuito resultante a la salida será equivalente a un divisor resistivo con una resistencia equivalente de los tres MOSFET en paralelo

$$R'_{ON} = R_{ON} / 3 = 0.01851$$

Por tanto, el valor de la tensión de salida será ahora:

$$V_s = 10V \cdot (R'_{ON} / (R'_{ON} + R_d)) = 10 \cdot (0.01851 / 1.01851) = \mathbf{0.182V}$$