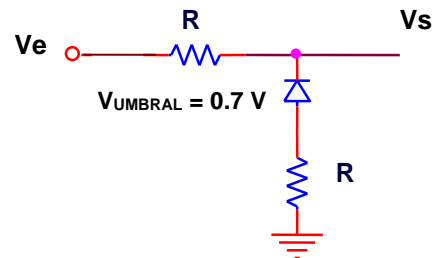


7 Cuestiones de TEORIA (6 puntos) . Puntuación: BIEN: +0.86 puntos. MAL: -0.21 puntos. N.C.: 0

1. Dado el circuito de la figura, indique la afirmación CORRECTA.

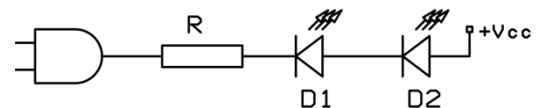
- [A] Para una entrada de $V_e > 0V$, el diodo no conduce y la salida será $V_s = V_e$.
- [B] El diodo sólo conduce para tensiones de entrada $V_e \geq 0.7V$.
- [C] El diodo solo conduce para tensiones de entrada $V_e < 0.7V$.
- [D] Si la entrada es $V_e = -10V$, el diodo conduce y la tensión de salida será $V_s = -5V$.



Para tensiones de entrada V_e positivas el diodo no conduce, por tanto, no hay corriente por el circuito ni caída de potencial en R. La salida será pues $V_s = V_e$.

2. En el circuito siguiente, si los LED de la figura requieren el paso de 15mA en directo para conseguir una iluminación adecuada, indique la afirmación correcta.

- [A] Con una $R = 150 \text{ Ohm}$, se conseguirá una iluminación adecuada.
- [B] Con una $R = 100 \text{ Ohm}$, se conseguirá una iluminación adecuada.
- [C] Para cualquier valor de R inferior a 133.3 Ohm , se obtendrá una intensidad en los LED superior al valor necesario.
- [D] No hay tensión de alimentación suficiente para conseguir la intensidad requerida.



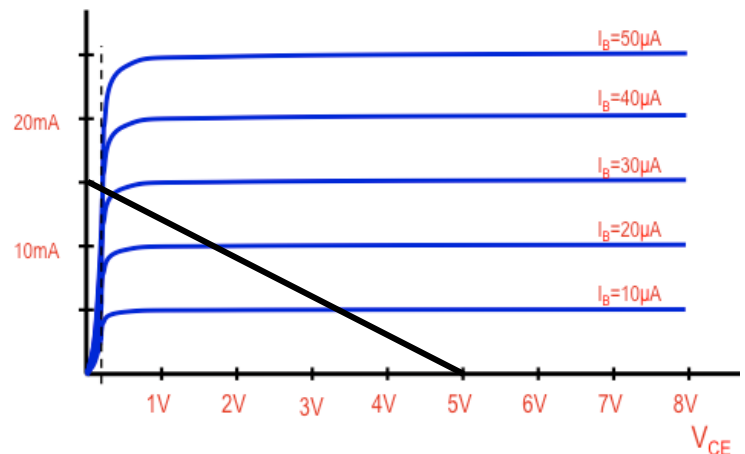
Datos:
 $V_{LED(ON)} = 1.5V$
 $V_{CC} = 5V$
 $V_{OL} = 0.5V$

$$I = 15mA = (V_{CC} - 2 \cdot V_{LED(ON)} - V_{OL}) / R = 5V - 3V - 0.5V = / R$$

$$R = 1.5V / 15mA = 0.1k\Omega = 100\Omega$$

3. A partir de las siguientes curvas características de un BJT NPN, indique la respuesta FALSA:

- [A] La β del transistor BJT NPN es 500
- [B] Para una $I_B = 50\mu A$, el transistor está en zona de saturación
- [C] A partir de una $I_B < 10\mu A$, el transistor ya se encontrará en zona de corte
- [D] La recta de carga puede corresponder a un circuito de emisor común con una $R_C = 333 \text{ ohmios}$



El transistor se corta cuando la corriente de base I_B es nula. El resto son correctas:

$$\beta = I_C / I_B = 20mA / 40\mu A = 500$$

En la gráfica se observa que para una $I_B = 50\mu A$ el corte con la recta de carga es para tensiones muy pequeñas de V_{CE} (saturación).

De la recta de carga, cuando $I_{Cm\acute{a}x}$: $V_{CC} - R_C \cdot I_C = 0$

El punto de corte con el eje de abscisas nos indica que $V_{CC} = 5V$

$$R_C = V_{CC} / I_{Cm\acute{a}x} = 333\Omega$$

4. Se diseña el siguiente circuito con BJT para encender un diodo LED. Indique la respuesta **CORRECTA**:

DATOS:

LED: $V_{\gamma} = 1.2V$, $I_{LED} = 10mA$ para un brillo deseado;

BJT: $V_{BEON} = 0.7V$, $V_{CESAT} = 0.2V$, $\beta = 100$;

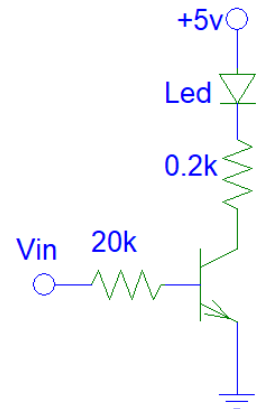
- [A] Es necesario que el BJT esté en saturación para que el LED brille adecuadamente.
 [B] Incluso con $V_{in} = 5V$ no se alcanza la saturación del BJT.
 [C] Es una configuración de encendido a nivel bajo, por lo que $V_{in} = "0"$ para encender el led.
 [D] **A partir de $V_{in} = 2,7V$ se alcanza el brillo deseado**

Para $V_{in} = 2,7V$ se tiene $I_B = (2,7V - 0,7V) / 20k\Omega = 0,1mA$

Si está en la zona activa se cumple: $I_C = \beta \cdot I_B = 100 \cdot 0,1mA = 10mA$

Comprobemos si está en activa:

$5V - 1,2V - 0,2k\Omega \cdot 10mA = 5V - 1,2V - 2V = 1,8V > V_{CESAT}$

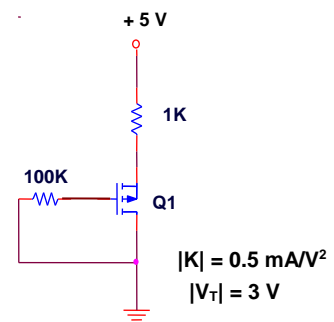


5. Dado el circuito de la figura, indique la zona de funcionamiento del MOSFET de canal P.

- [A] Corte
 [B] **Saturación, porque la tensión de drenador es igual a la tensión de la puerta.**
 [C] Óhmica (o lineal)
 [D] Conduce, pero faltan datos para saber si lo hace en zona óhmica o saturación.

Se trata de un PMOS, donde el terminal de drenador (el de abajo) está conectado al de puerta a través de la resistencia de 100K. Como no hay corriente de puerta, $V_{DS} = V_{GS}$

Si conduce, lo hace en saturación. Como V_{DD} , supera a $|V_T|$, el transistor estará saturado.



6. 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 se puede utilizar la expresión aproximada de la corriente siguiente: $I_{DS(ON)} \approx 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$

[A] **0.08V y 5V**

[B] 0.05V y 5V

[C] 0.01V y 5V

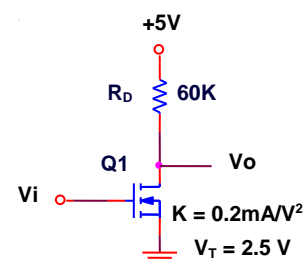
[D] 0V y 4.5V

Cuando conduce, lo hace en zona óhmica por lo que basta con calcular el valor de R_{ON} y plantear el divisor resistivo:

$R_{ON} = V_{DS} / I_{DS(ON)} = 1 / 2K(V_{GS} - V_T) = 1 / 2 \cdot 0,2 \cdot (5V - 2,5V) = 1k\Omega$

$V_o = V_{DD} \cdot 1k\Omega / (60k\Omega + 1k\Omega) = 0,08V$

Cuando la entrada es 0V la salida es V_{DD}



7. Acerca del transistor MOSFET se puede AFIRMAR

- [A] En la zona de saturación, la corriente I_{DS} aumenta cuadráticamente con la tensión V_{DS} (depende de V_{GS})
- [B] Los transistores MOSFET de canal P son más rápidos en conmutación que los de canal N debido a que los huecos tienen mayor movilidad que los electrones (es al revés)
- [C] En un transistor MOSFET podremos identificar el DRENADOR porque siempre es el terminal que se encuentra conectado al Substrato (es el terminal de fuente)
- [D] En la zona óhmica, la R_{ON} equivalente es menor cuanto mayor sea V_{GS}

Basta obtener la expresión de la R_{ON} de la expresión correspondiente: $I_{DS(ON)} \approx 2K(V_{GS}-V_T) V_{DS}$ y despejar R_{ON}

$$R_{ON} = V_{DS} / I_{DS(ON)} = 1 / 2K (V_{GS}-V_T)$$

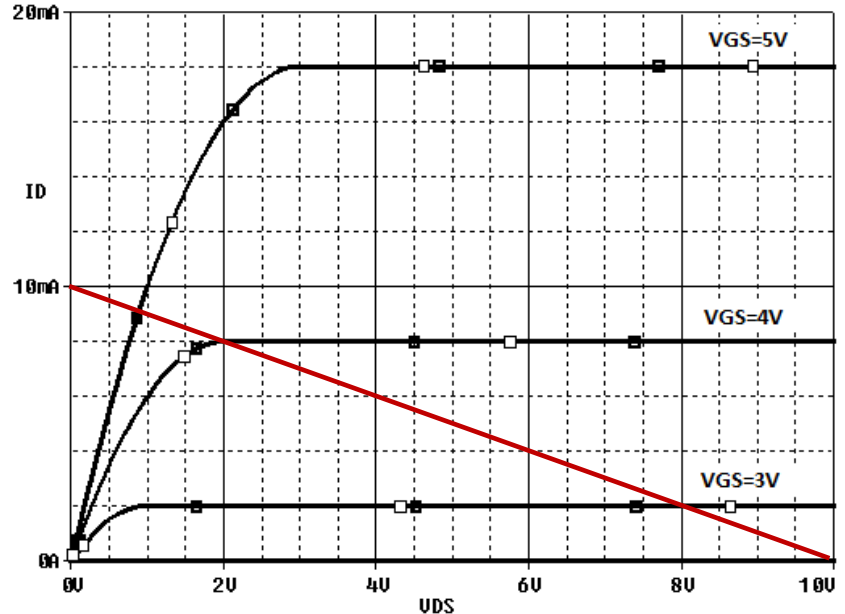
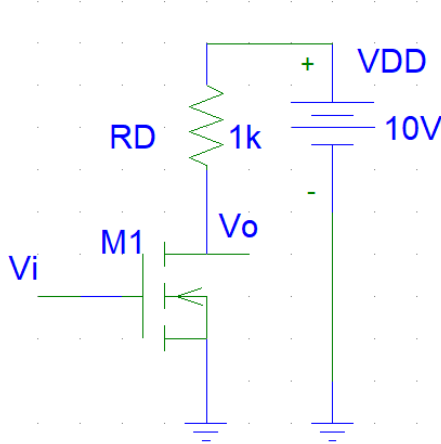
Apellidos:

Nombre:

PROBLEMA 1 (4 PTOS)

El circuito de la figura es una puerta lógica 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} .

[A] (0.8p) Obtenga a partir de la curva de $V_{GS}=4V$ el valor de la transconductancia K y de V_T del transistor MOSFET. **Justifique la respuesta.**

Para $V_{GS}=4V$ el punto límite Saturación/Ohmica es para una $V_{DS}=2V$
 $V_{DS}=V_{GS}-V_T$ se cumple en el punto límite
 $2V=4V-V_T$
 $V_T=2V$

Para $V_{GS}=4V$ $I_{DS}=8mA$ en la zona plana (Saturación)
 $I_{DS}=K(V_{GS}-V_T)^2$ en Saturación
 $8mA=K(4V-2V)^2$
 $K=8mA/4V^2=2mA/V^2$

$V_T = 2$ (V)	$K = 2$ (mA/V ²)
---------------	------------------------------

[B] (0.4p) Dibuje, sobre las curvas características, la recta de carga. **Justifique la respuesta.**

Recta de Carga: $V_{DD}-I_{DS} \cdot R_D - V_{DS} = 0$, $I_{DS} = (V_{DD}-V_{DS})/R_D$
Punto de corte con eje X: $I_{DS}=0$, $V_{DS}=V_{DD}=10V$
Punto de corte con eje Y: $V_{DS}=0$, $I_{DS}=V_{DD}/R_D=10V/1k=10mA$

[C] (0.4p) Para una tensión $V_i=4V$ indique, utilizando la recta de carga y las curvas características, el punto de trabajo del transistor y la zona de funcionamiento del mismo. **Justifique la respuesta.**

$V_{GS}=V_i=4V$. En el punto de corte entre la recta de carga y la curva $V_{GS}=4V$ la proyección sobre el eje Y es $I_{DS}=8mA$ y la proyección sobre el eje X es $V_{DS}=2V$. La zona de funcionamiento es el límite Saturación/Óhmica aquí se cumple que $V_{DS}=V_{GS}-V_T$ ($2V=4V-2V$).

VGS: 4 V	IDS: 8 mA	VDS: 2 V	Zona Funcionamiento: Límite Saturación/Óhmica
-----------------	------------------	-----------------	--

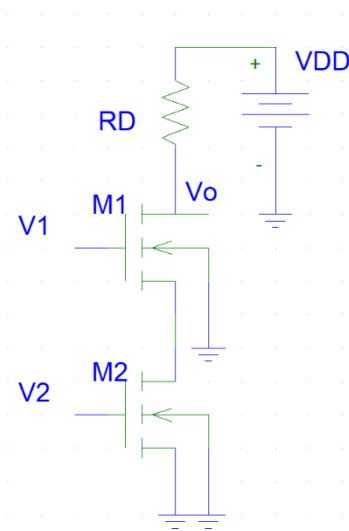
[D] (0.8p) Si $V_i = 5V$, ¿Cuál habrá de ser R_D para que la salida V_o sea de $0.5V$?. Utilizar la R_{ON} . **Justifique la respuesta.**

$V_{GS}=V_i=5V$
 $R_{ON}=1/(2K(V_{GS}-V_T))$
 $R_{ON}=1/(2*2*(5-2))$
 $R_{ON}=0,083k$

Por el divisor resistivo $V_o=V_{DD}*(R_{ON}/(R_{ON}+R_D))$
 $0,5=10*(0,083/(0,083+R_D))$
 $R_D=(0,83-0,0415)/0,5$
 $R_D=1,577k$

RD: 1,577 k

[E] (0.8p) Dibuje el circuito genérico de una puerta **NAND NMOS** de 2 entradas, y rellene la tabla de verdad adjunta.



V1	V2	M1 (OFF/ON)	M2 (OFF/ON)	Salida (Valor lógico)
0	0	OFF	OFF	1
0	1	OFF	ON	1
1	0	ON	OFF	1
1	1	ON	ON	0

[F] (0.8p) Calcule la tensión de salida de la puerta **NAND** de 2 entradas del apartado anterior cuando las entradas son $V_1=5V$ y $V_2=5V$. Nota: utilice la resistencia equivalente R_{ON} del MOSFET calculada en el apartado D, y tómese la resistencia de drenador $R_D = 5k$ y la $V_{DD}=5V$.

Por el divisor resistivo
 $V_o=V_{DD}*(2*R_{ON}/(2*R_{ON}+R_D))$
 $V_o=5*(2*0,083/(2*0,083+5))$
 $V_o=0,161V$

Vo: 0,161 V