

1. ¿Quina de les següents afirmacions sobre el transistor MOSFET d'acumulació de **canal P** és **FALSA**? Considere  $K$  i  $V_T$  en valor absolut i les variables  $V_{GS}$  i  $I_{DS}$  amb el seu signe.

[A] El corrent de porta és sempre zero, perquè la porta està aïllada.

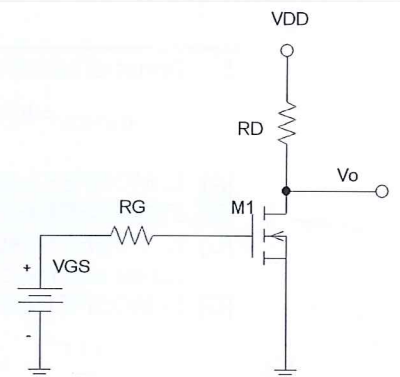
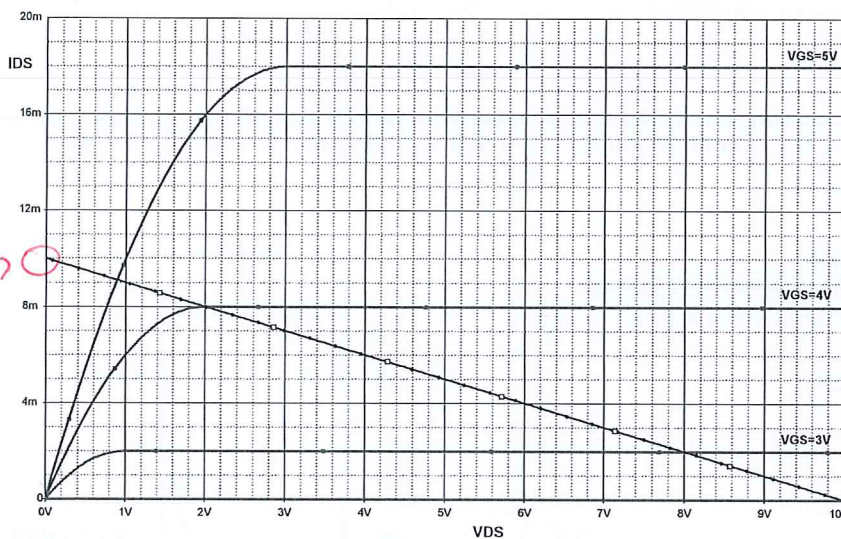
[B] En el tram rectilini de les corbes característiques de drenador (zona òhmica), es comporta com una resistència  $R_{ON}$  el valor de la qual augmenta proporcionalment amb  $(V_{GS} + V_T)$

[C] En la regió de saturació, el corrent  $I_{DS}$  és aproximadament constant per a una  $V_{GS}$  donada i proporcional a  $(V_{GS} + V_T)^2$

[D] Es forma canal quan  $V_{GS} < -V_T$

$$R_{ON} \approx \frac{1}{2K(V_{GS} + V_T)} \text{ en el PMOS}$$

2. Donades les corbes característiques del transistor MOSFET i la recta de càrrega corresponent al circuit de la figura, assenyal·le l'afirmació **FALSA**:



- [A]. La tensió llindar del transistor és  $V_T = 2V$   
 [B]. La resistència de drenador és  $R_D = 2k$   
 [C]. La tensió d'alimentació  $V_{DD}$  és de 10V  
 [D]. La transconductància del transistor és  $K = 2mA/V^2$

TALL VERTICAL DE LA RECTA DE CÀRREGA:  
 $10mA = \frac{V_{DD}}{R_D} = \frac{10}{R_D}$

$$R_D = 1k\Omega$$

3. Donat el circuit de la figura, indique la zona de funcionament del MOSFET.

[A] Tall

[B] Saturació, perquè la tensió de drenador és igual a tensió de la porta

[C] Òhmica o lineal

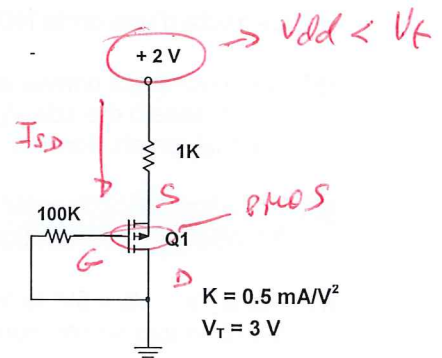
[D] Falten dades per a saber la resposta

És un PMOS (fletxa cap a fora)

conduïx de S → D,  $I_{SD}$

Com que  $I_G = 0 \rightarrow V_D = V_G \rightarrow V_{DS} = V_{GS}$

Sempre es complirà que, en conducció,  $V_{DS} < V_{GS} + V_T$   
 Conduïria en saturació. Però en aquest cas no conduïx,  
 perquè  $V_{DD} < V_T \rightarrow$  està tallat

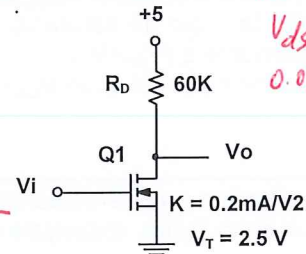


4. Indique els nivells de tensió mínima i màxima de l'eixida  $V_o$  en l'inversor lògic de la figura si  $V_i$  és una ona quadrada amb valors mínim i màxim de 0V i 5V. Supose que en la zona òhmica es pot utilitzar l'expressió aproximada del corrent:

$$I_{DS(ON)} \approx 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$$

- [A] 0.05V i 5V  
 [B] 0.08V i 5V  
 [C] 0.01V i 5V  
 [D] 0V i 4.5V

$V_i = 0V \rightarrow V_i < V_T \rightarrow V_{GS} < V_T \rightarrow \text{tall} \rightarrow V_o = 5V$   
 $V_i = 5V \rightarrow V_i > V_T \rightarrow V_{GS} > V_T \rightarrow \text{lineal}$   
 $R_{on} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} = \frac{1}{2 \times 0.2(5 - 2.5)} = 1k\Omega$   
 $\rightarrow$  divisor resistiu  $\rightarrow V_o = \frac{5 \times 1}{60 + 1} \approx 0.08V$



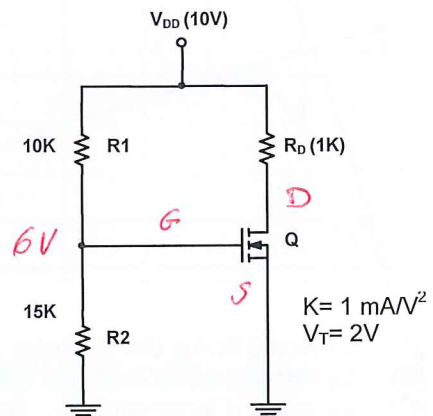
Pots comprovar  
 zona lineal:  
 $V_{DS} < V_{GS} - V_T$   
 $0.08 < 5 - 2.5$

5. Donat el circuit de polarització amb MOSFET de la figura, assenyalen la resposta correcta:

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

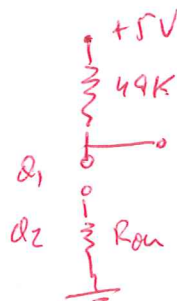
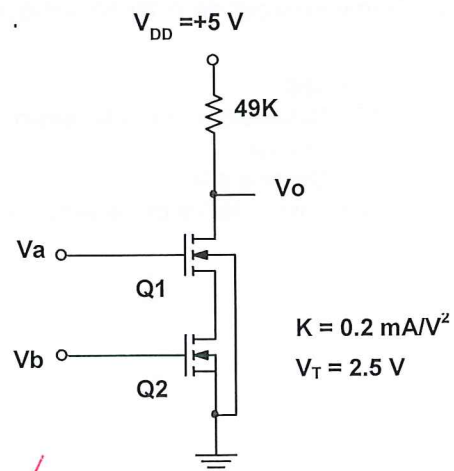
- [A] El MOSFET està saturat  
 [B] El MOSFET està en la zona òhmica (lineal)  
 [C] El MOSFET està en el límit entre la zona òhmica i la de saturació  
 [D] El MOSFET està en tall

$V_g = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 6V$  (divisor resistiu)  
 $V_{GS} > V_T \rightarrow \text{conduïx}$   
 Suposem saturació  $\rightarrow I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$   
 $I_{DS} = (6 - 2)^2 = 16mA \rightarrow V_{DS} = 10 - 16 = -6V$   
 i impossible! zona lineal  $\rightarrow$  el mínim és 0V



6. El circuit NMOS de la figura es comporta como una porta lògica. Indique quina de les següents afirmacions és **VERTADERA**:

- [A] Es tracta d'una porta NOR.  
 [B] Quan condueix només un dels dos transistors (Q1 ó Q2), la tensió d'eixida  $V_o$  es menor que quan condueixen els dos a la vegada.  
 [C] Per a  $V_a = 0V$  i  $V_b = 5V$ , el corrent és nul i la tensió d'eixida  $V_o$  és un nivell alt.  
 [D] Per a  $V_a = V_b = 5V$ , la tensió d'eixida és  $V_o = V_{DD}/2$ , ja que se comporta como un divisor resistiu.



$V_o = 5 - (I_x / 9) = 5V$



1. ¿Quin dels següents transistors funciona en saturació? Suposeu per a tots ells:

$$K = 0.25 \text{ mA/V}^2, |V_T| = 1 \text{ V:}$$

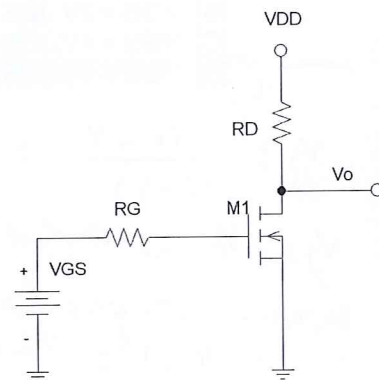
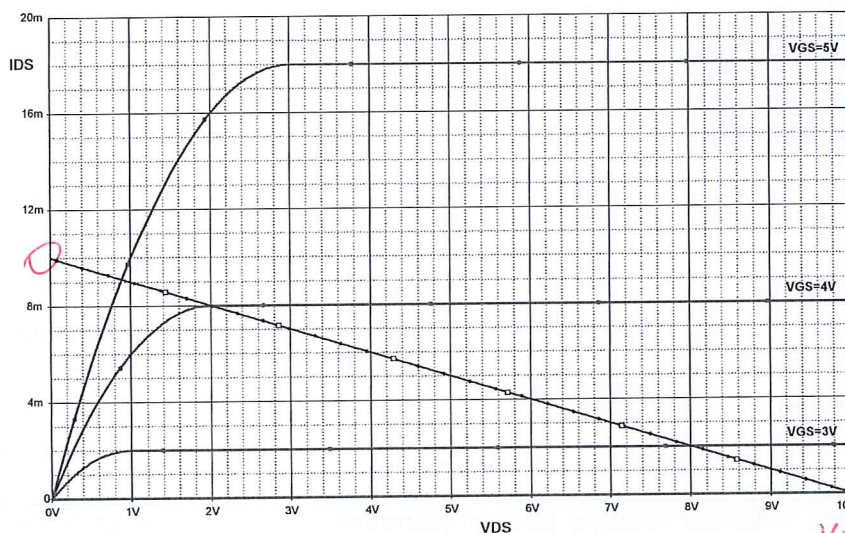
- [A] NMOS:  $V_{DS} = 5 \text{ V}, V_{GS} = 0 \text{ V}$   
 [B] PMOS:  $V_{DS} = -1 \text{ V}, V_{GS} = -3 \text{ V}$   
 [C] PMOS:  $V_{DS} = -4 \text{ V}, V_{GS} = -4 \text{ V}$   
 [D] NMOS:  $V_{DS} = 5 \text{ V}, V_{GS} = 7 \text{ V}$

$$\text{NMOS: } V_{DS} > V_{GS} - V_T$$

$$\text{PMOS: } V_{DS} < V_{GS} + V_T$$

electra amb el cas A), encara que es compleix  $V_{DS} > V_{GS} - V_T$   
 està tallat, perquè  $V_{GS} < V_T$

2. Donades les corbes característiques del transistor MOSFET i la recta de càrrega corresponent al circuit de la figura, assenyalet l'afirmació **CORRECTA**:



- [A]. La tensió llindar del transistor és  $V_T = 0 \text{ V}$   
 [B]. La resistència de drenador és  $R_D = 2 \text{ k}$   
 [C]. La tensió d'alimentació  $V_{DD}$  és de  $12 \text{ V}$   
 [D]. La transconductància del transistor és  $K = 2 \text{ mA/V}^2$

$$I_{DS} = k(V_{GS} - V_T)^2 \rightarrow 8 = k(4 - 2)^2$$

$$k = 2 \text{ mA/V}^2$$

$V_T = 2 \text{ V} = V_{GS}$  en línia  
 tall vertical  $\rightarrow 10 \text{ mA} = \frac{V_{DD}}{R_D}$   
 tall horitzontal  $\rightarrow V_{DD} = 10 \text{ V}$

3. Donat el circuit de la figura, indiqueu la zona de funcionament del MOSFET.

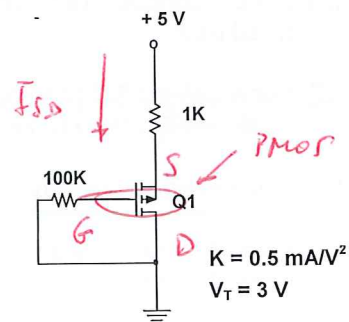
- [A] Tall  
 [B] Saturació, perquè la tensió de drenador és igual a tensió de la porta  
 [C] Òhmica o lineal  
 [D] Falten dades per a saber la resposta

Es un PMOS  
 condueix  $S \rightarrow D$ ,  $I_{SS}$

$$V_G = 0 = V_D$$

$$V_{DS} = V_{GS} \rightarrow V_{DS} < V_{GS} + V_T \text{ condueix en saturació}$$

NOTA: Si  $V_{DD} < V_T$  estaria tallat



4. Indique els nivells de tensió mínima i màxima de l'eixida  $V_o$  en l'inversor lògic de la figura si  $V_i$  és una ona quadrada amb valors mínim i màxim de 0V i 5V. Supose que en la zona òhmica es pot utilitzar l'expressió aproximada del corrent:

$$I_{DS(ON)} \approx 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$$

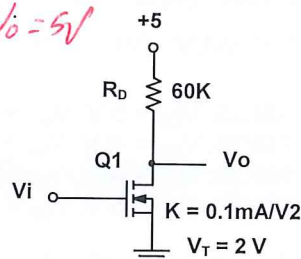
- [A] 0.05V i 5V  
[B] 0.08V i 5V  
[C] 0.14V i 5V  
[D] 0V i 4.5V

$$V_i = 0V \rightarrow V_i < V_T \rightarrow \text{tall} \rightarrow V_o = 5V$$

$$V_i = 5V \rightarrow V_i > V_T \rightarrow \text{lineal}$$

$$R_{on} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} = \frac{1}{2 \times 0.1(5 - 2)} = 1.67k\Omega$$

$$\text{divisor resistiu: } V_o = \frac{5 \times 1.67}{60 + 1.67} \approx 0.14V$$



5. Donat el circuit de polarització amb MOSFET de la figura, el punt Q és:

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

- [A]  $V_{GS} = 6V$ ,  $I_{DS} = 8mA$ ,  $V_{DS} = 2V$   
[B]  $V_{GS} = 2V$ ,  $I_{DS} = 0mA$ ,  $V_{DS} = 10V$   
[C]  $V_{GS} = 4V$ ,  $I_{DS} = 4mA$ ,  $V_{DS} = 6V$   
[D]  $V_{GS} = 4V$ ,  $I_{DS} = 8mA$ ,  $V_{DS} = 2V$

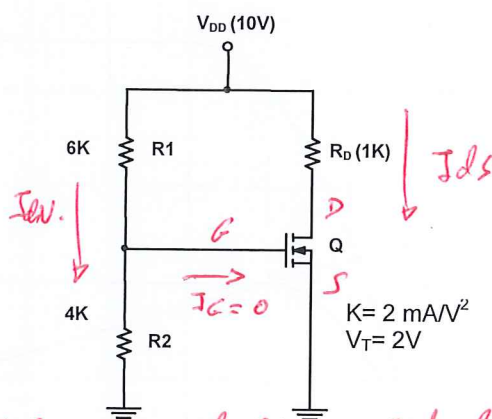
$$V_g = \frac{10 \times 4}{6 + 4} = 4V \quad \text{divisor resistiu}$$

$$V_{GS} > V_T \rightarrow \text{conduïx}$$

$$\text{suposem saturació} \Rightarrow I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$$

$$= 2(4 - 2)^2 = 8mA \rightarrow V_{DS} = 10 - (8 \times 1) = 2V$$

$$\text{verifiquem saturació} \Rightarrow V_{DS} > V_{GS} - V_T \Rightarrow 2 > 4 - 2 \rightarrow \text{en el límit sat-lineal}$$



6. En el circuit de la figura el Mosfet funciona com un interruptor que controla un LED. Assenyal·le l'afirmació **VERTADERA**.

**Dades LED:**  $I_{LED} = 15mA$ ;  $V_{LED} = 1.5V$

**Dades MOSFET:**  $V_T = 1V$ ;  $K = 2mA/V^2$

Zona lineal:  $I_{DS} \approx 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$

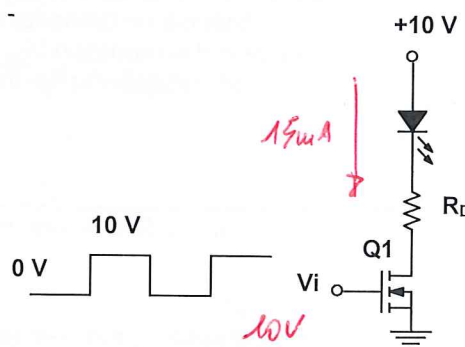
Zona saturació:  $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$

- [A] El LED condueix quan l'entrada de l'interruptor és un nivell baix.

- [B] Per a què el LED brille adequadament el valor de  $R_D$  ha de ser  $540\Omega$  o un poc menor.

- [C] Quan el transistor condueix, la  $V_{DS} = 0.04V$

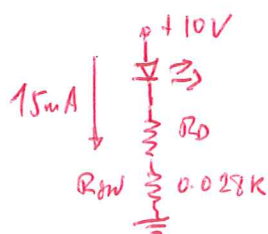
- [D] En el disseny hi ha que tindre en compte que el transistor commuta entre tall i saturació.



$$V_i = 0V \rightarrow \text{tall} \rightarrow \text{LED apagat}$$

$$V_i = 10V \rightarrow V_{GS} > V_T \rightarrow \text{lineal}$$

$$R_{on} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} = \frac{1}{2 \times 2(10 - 1)} \approx 0.028K$$



$$10 = \overbrace{1.5}^{V_{LED}} + \overbrace{15}^{I_{LED}} (R_D + 0.028)$$

$$R_D + 0.028 = \frac{10 - 1.5}{15} \approx 0.57 \rightarrow R_D = 0.54k\Omega$$

$$V_{DS} = 0.028 \times 15 = 0.42V$$