

## Control Tema 2

Cognoms, Nom:

*Solucions*

Tipus A

Qüestions: Bé: 1p, Mal: -0.25p Blanc: 0p

1. En el circuit de la figura, indique la tensió en el drenador del transistor quan la tensió en l'entrada fa que s'il·lumine el díode LED. El transistor funciona en commutació, entre tall i zona lineal.

Dades:

$V_T = 1V$ ,  $K = 1mA/V^2$ ,  $R_D = 0.5K\Omega$ ,  $V_{LED} = 1.7V$

Zona Òhmica  $\rightarrow I_{DS} = 2K(V_{GS} - V_T)V_{DS}$

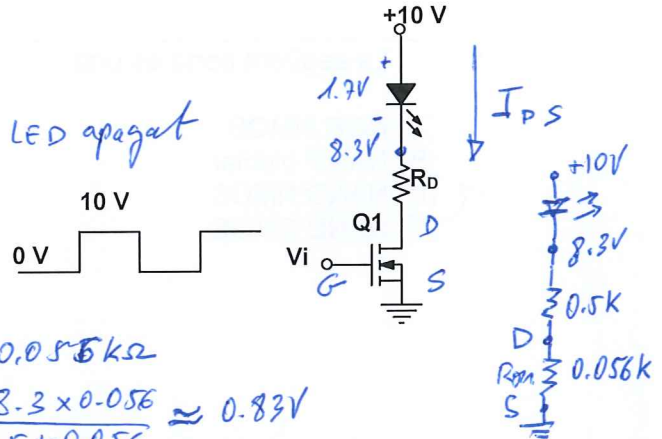
- [A] 10V
- [B] 0.37V
- [C] 8.3V
- [D] 0.83V

$V_i = 0V \rightarrow V_{GS} < V_T \rightarrow$  tall  $\rightarrow$  LED apagat  
 $V_i = 10V \rightarrow V_{GS} > V_T \rightarrow$  lineal

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

$$R_{on} = \frac{1}{2 \times 1 \times (10 - 1)} = \frac{1}{18} = 0.055k\Omega$$

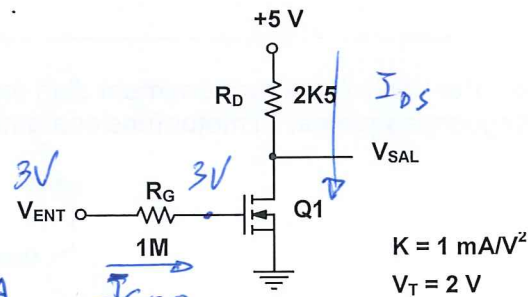
$$Divisor resistiu \rightarrow V_D = \frac{8.3 \times 0.056}{0.5 + 0.056} \approx 0.83V$$



2. Indique el punt de treball del transistor MOSFET de la figura quan  $V_{ent} = 3V$

- [A]  $V_{DS} = 1.5V$ ,  $I_{DS} = 1.4mA$ .
- [B]  $V_{DS} = 3V$ ,  $I_{DS} = 0.8mA$ .
- [C]  $V_{DS} = 2.5V$ ,  $I_{DS} = 1mA$ .
- [D]  $V_{DS} = 0.2V$ ,  $I_{DS} = 1.92mA$ .

$V_{GS} = 3V \rightarrow V_{GS} > V_T \rightarrow$  on  
 Sat?  $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2 = 1 \times (3 - 2)^2 = 1mA$   
 $V_{DS} = 5 - 2.5 = 2.5V > V_{GS} - V_T \rightarrow$  (S)



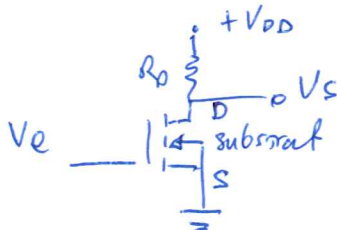
3. Quina de les següents afirmacions sobre el transistor MOSFET d'acumulació de canal N és FALSA?

- [A] La Font i el Drenador són zones semiconductors altament dopades de tipus N, mentre que el Substrat és de tipus P.
- [B] La Porta està unida a una capa molt fina d'aïllant, el que justifica que el corrent per dit terminal es considere nul ( $I_G = 0$ ).
- [C] En un transistor MOSFET que es trobe en conducció ( $I_{DS} > 0$ ), si algun dels terminals del transistor està connectat al Substrat sabem que es tracta del Drenador.
- [D] En un transistor MOSFET que es trobe en conducció ( $I_{DS} > 0$ ), depenent de la zona de funcionament, el dispositiu pot comportar-se com una resistència (zona lineal/òhmica) o com una font de corrent (saturació).

*El drenador mai es connecta al substrat*

*La font sí que es connecta*

*Exemple: porta NOT*



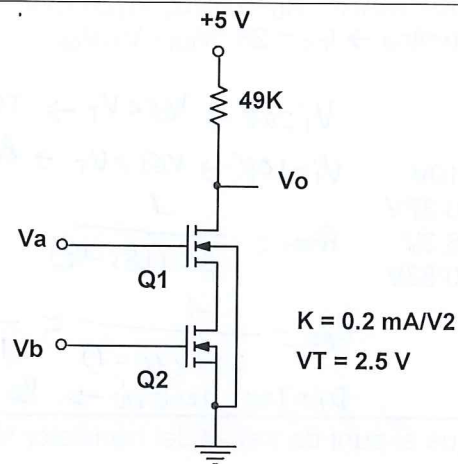
4. ¿Quin dels següents transistors funciona en saturació? Suposeu per a tots ells:

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

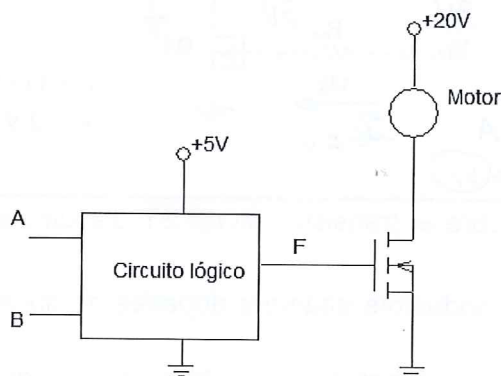
- [A] NMOS:  $V_{DS} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = 0 \text{ V} \rightarrow$  Tall,  $V_{GS} < V_T$   
 [B] PMOS:  $V_{DS} = -1 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = -3 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \leq V_{GS} + V_T \rightarrow \text{NO}$   
 [C] PMOS:  $V_{DS} = -4 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = -4 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \leq V_{GS} + V_T \rightarrow \text{SI}$   
 [D] NMOS:  $V_{DS} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = 7 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \rightarrow \text{NO}$

5. La següent porta es una:

- [A] NOR NMOS  
 [B] NAND bipolar  
 [C] NAND NMOS  
 [D] NAND CMOS



6. Per controlar el funcionament d'un motor per part d'un circuit lògic, es dissenya el següent esquema. El motor funciona amb 18V i 60mA.



*Varre solució atíper (B)*

Indique la resposta CORRECTA:

- [A] El motor funciona quan  $F = '0'$  lògic.  
 [B] Quan  $F = '1'$ , el transistor Mosfet condueix amb una  $R_{on} = 33\Omega$ .  
 [C] La potència dissipada pel Mosfet ( $P = V_{DS} \times I_{DS}$ ) es 1200mW.  
 [D] Quan  $F = '1'$ , el transistor Mosfet condueix amb una  $R_{on} = 100\Omega$ .

7. Sabent que la tensió d'entrada ( $V_{IN}$ ) és de 10 V per als 2 transistors, indique quina de les següents afirmacions és **FALSA**.

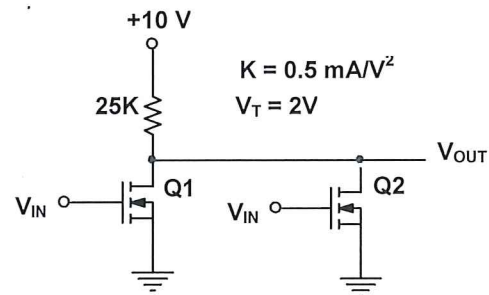
**Nota:** En zona òhmica utilitze l'expressió  $I_{DS} = 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$ , i en zona de saturació  $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$ .

[A] Es tracta d'una porta NOR NMOS.

[B] Ambdos transistors estan tallats, llavors  $V_{OUT} \approx 10V$ .

[C] Ambos transistors condueixen en zona lineal, i  $V_{OUT} \approx 0.025 V$ .

[D] El corrent en les entrades es 0.



*Vaure solució en tipus (B)*

# RESPOSTES:

	A	B	C	D
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NOTA:



Control Tema 2 Cognoms, Nom: Solucions  
Tipus B

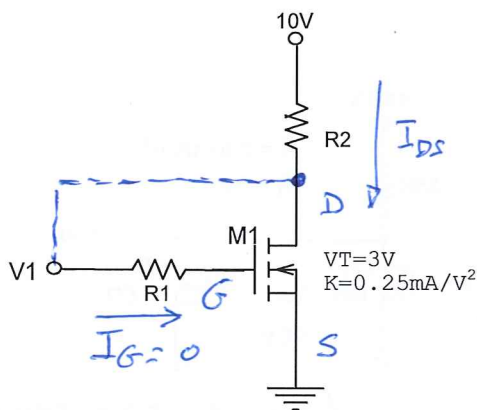
Qüestions: Bé: 1p, Mal: -0.25p Blanc: 0p

1. ¿Quina de les següents afirmacions sobre el transistor Mosfet d'acumulació de canal N és FALSA?

- [A] El seu nom és l'acrònim de Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor.  
 [B] En un NMOS, és suficient posar una tensió  $V_{GS} > V_T$  per a què circule corrent des del drenador fins la font.  
 [C] En la zona lineal, amb  $V_{DS}$  petites, es comporta com una resistència variable, el valor de la qual depèn de  $V_{GS}$ .  
 [D] Una vegada creat el canal amb  $V_{GS} > V_T$ , al augmentar la  $V_{DS}$  augmenta la  $I_{DS}$  fins que s'arriba al corrent de saturació, que es mantindrà aproximadament constant encara que cresca  $V_{DS}$ .

*Per a què circule corrent, a més de  $V_{GS} > V_T$ , cal que  $V_{DS} > 0$*

2. El circuit de la figura utilitza un transistor MOSFET. Indique quina de les afirmacions següents és correcta, si l'entrada  $V_1$  la connectem al drenador de  $M_1$ :



[A] El Mosfet està en tall sempre, donat que no circula corrent per la porta.

[B] El Mosfet està en saturació, perquè  $V_{DS} = V_{GS}$ .

[C] El Mosfet està en Zona Òhmica.

[D] L'estat del transistor dependrà del valor de  $R_2$ .

$$V_D = V_G$$

$$V_{DS} = V_{GS}$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_T \rightarrow \text{SATURAT}$$

3. ¿Quin dels següents transistors funciona en saturació? Supposeu per a tots ells:

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

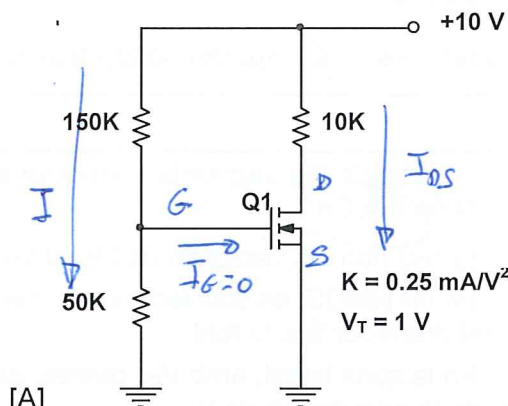
- [A] NMOS:  $V_{DS} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = 0 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \rightarrow 5 \geq 0 - 1 \rightarrow \text{Si}^*$   
 [B] PMOS:  $V_{DS} = -1 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = -3 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \leq V_{GS} + V_T \rightarrow -1 \leq -3 + 1 \rightarrow \text{No}$   
 [C] PMOS:  $V_{DS} = -4 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = -4 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \leq V_{GS} + V_T \rightarrow -4 \leq -4 + 1 \rightarrow \text{Si}$   
 [D] NMOS:  $V_{DS} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{GS} = 7 \text{ V} \rightarrow V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \rightarrow 5 \geq 7 - 1 \rightarrow \text{No}$

\* Però com  $V_{GS} < V_T$ , està TALLAT



4. El punt de treball del transistor de la figura és:

- [A]  $V_{GS} = 2.5 \text{ V}$ ,  $V_{DS} = 5 \text{ V}$ ,  $I_{DS} = 1 \text{ mA}$ .
- [B]  $V_{GS} = 2.5 \text{ V}$ ,  $V_{DS} = 4.4 \text{ V}$ ,  $I_{DS} = 0.56 \text{ mA}$ .
- [C]  $V_{GS} = 5 \text{ V}$ ,  $V_{DS} = 4.5 \text{ V}$ ,  $I_{DS} = 1.5 \text{ mA}$ .
- [D]  $V_{GS} = 1 \text{ V}$ ,  $V_{DS} = 10 \text{ V}$ ,  $I_{DS} = 0 \text{ mA}$ .



Handwritten calculations for question 4:

$$V_G = \frac{10 \times 50}{150 + 50} = 2.5 \text{ V} \rightarrow V_{GS} = 2.5 \text{ V}$$

Suposem saturació:  $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2 = 0.25(2.5 - 1)^2 = 0.56 \text{ mA}$

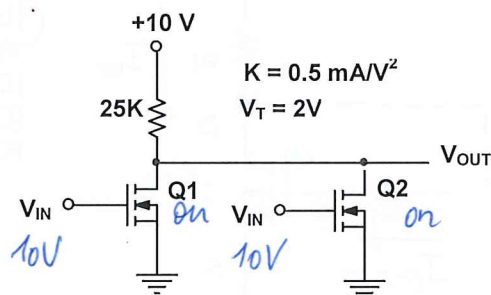
Then:  $V_{DS} = 10 - (10 \times 0.56) = 4.4 \text{ V}$

Conclusion:  $V_{GS} - V_T$  SAT

5. Sabent que la tensió d'entrada ( $V_{IN}$ ) és de 10 V per als 2 transistors, indiqueu quina de les següents afirmacions és **CERTA**.

**Nota:** En zona òhmica utilitzeu l'expressió  $I_{DS} = 2K(V_{GS} - V_T)V_{DS}$ , i en zona de saturació  $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$ .

- [A] Ambdós transistors estan tallats, llavors  $V_{OUT} \approx 10 \text{ V}$ .
- [B] Ambdós transistors condueixen en zona lineal, i  $V_{OUT} \approx 0.025 \text{ V}$ .
- [C] Ambdós transistors condueixen en zona lineal, i  $V_{OUT} \approx 0.5 \text{ V}$ .
- [D] Es tracta d'una porta NAND NMOS.

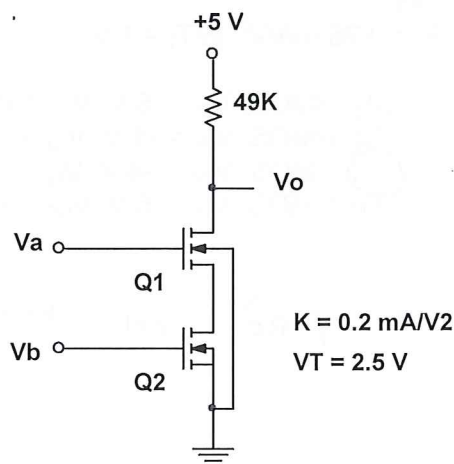


[D] Es tracta d'una porta NAND NMOS.

Handwritten note:  $V_{GS} > V_T \rightarrow \text{on}$ . Al ser un circuit digital, condueixen en zona lineal ( $R_{on}$ ). És una porta NMOS \*

6. La següent porta es una:

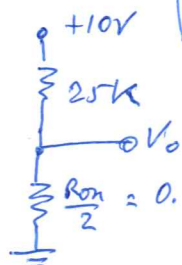
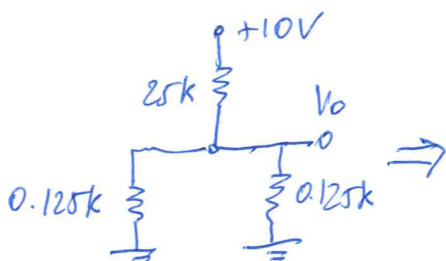
- [A] NOT NMOS
- [B] NAND NMOS
- [C] NAND bipolar
- [D] NOR CMOS



\* Pregunta 5. Continua

$$R_{on} \approx \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} = \frac{1}{2 \times 0.5(10 - 2)}$$

$$R_{on} = 0.125 \text{ K}\Omega$$

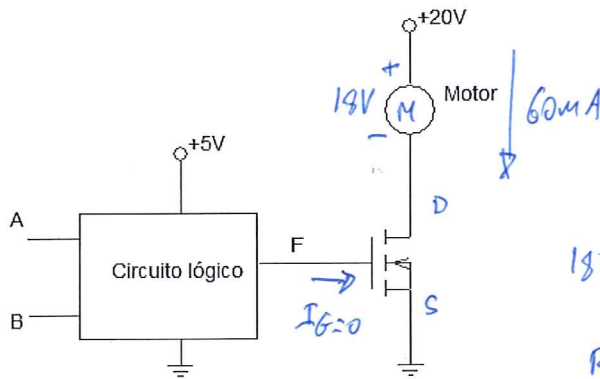


$$V_O \approx \frac{10 \times 0.0625}{25 + 0.0625}$$

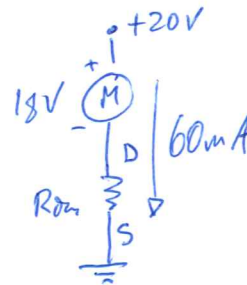
$$V_O = 0.0249 \approx 0.025$$

$$V_{DS} \ll V_{GS} - V_T \rightarrow 0.025 \ll 10 - 2.5$$

7. Per controlar el funcionament d'un motor per part d'un circuit lògic, es dissenya el següent esquema. El motor funciona amb 18V i 60mA.



$F = '0' \rightarrow V_{GS} < V_T \rightarrow \text{off}$   
 $F = '1' \rightarrow V_{GS} > V_T \rightarrow \text{on, lineal}$



$$V_{DS} = 20 - 18 = 2V$$

$$R_{on} = \frac{2V}{60mA} = 0.033k$$

$$R_{on} \approx 33\Omega$$

$$P = 2V \times 60mA = 120mW$$

Indique la resposta FALSA:

- [A] El motor funciona quan  $F = '1'$  lògic.
- [B] Quan  $F = '0'$ , el transistor Mosfet està tallat i el motor parat.
- [C] La potència dissipada pel Mosfet ( $P = V_{DS} \times I_{DS}$ ) es 120mW.
- ☒ [D] Quan  $F = '1'$ , el transistor Mosfet condueix amb una  $R_{on} = 100\Omega$ .

RESPOSTES:

	A	B	C	D
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

NOTA:

