

Nom i Cognoms: solucions

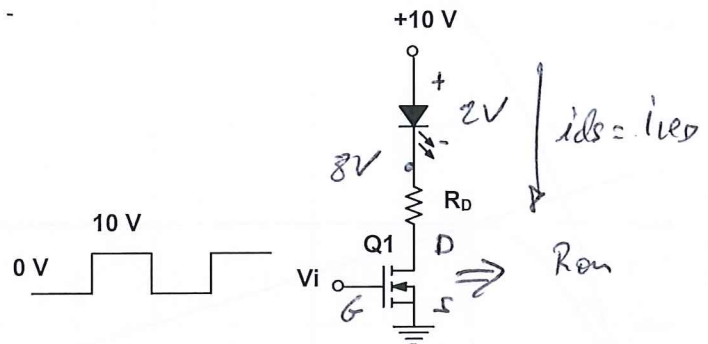
1. En el circuit de la figura, indique la tensió en el drenador del transistor quan la tensió en l'entrada fa brillar al díode LED. El transistor funciona en commutació, entre tall i zona lineal.

Dades:

$$V_T = 2V, K = 1 \text{ mA/V}^2, R_D = 4K\Omega, V_{LED} = 2V$$

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

$R_{on} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)}$
 $R_{on} = \frac{1}{2 \times 1 \times (10 - 2)} = \frac{1}{16}$



$$R_{on} = 0.0625 K\Omega$$

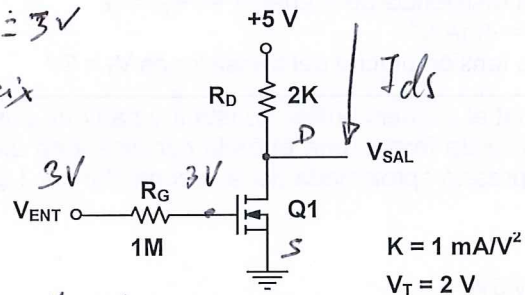
equació de la malla del LED: $10 - 2 - I_{DS}(R_D + R_{on}) = 0$
 $I_{DS} = 8 / 4.0625 \rightarrow V_{DS} = I_{DS} \times R_{on} = 0.12V$

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

- ☐ [A] $V_{DS} = 1.5V, I_{DS} = 1.4 \text{ mA}$
☒ [B] $V_{DS} = 3V, I_{DS} = 1 \text{ mA}$
☐ [C] $V_{DS} = 2.5V, I_{DS} = 1 \text{ mA}$
☐ [D] $V_{DS} = 5V, I_{DS} = 0 \text{ mA}$

$V_g = 3V \rightarrow V_{GS} = 3V$
 $V_{GS} > V_T \rightarrow \text{conduir}$

supose saturació $\rightarrow I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$
 $I_{DS} = 1 \cdot (3 - 2)^2 = 1 \text{ mA}$
 $V_{DS} = 5 - R_D I_{DS} = 5 - 2 = 3V \rightarrow V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \rightarrow 3 \geq 3 - 2 \rightarrow \text{OK saturat}$



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 semiconductores 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] El corrent augmenta al créixer la relació (W/L) ample/llarg del canal.
☐ [D] En la zona de saturació el transistor funciona com una resistència R_{on} que depèn de V_{GS} .

R_{on} és en la zona lineal, quan $V_{DS} \ll V_{GS} - V_T$

4. Donat el circuit de polarització amb MOSFET de la figura, assenyal la resposta correcta:

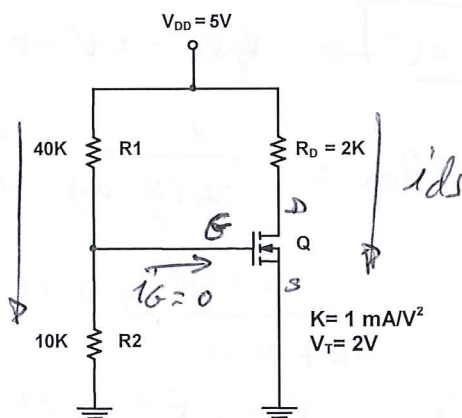
$$I_{DS(SAT)} = K(V_{GS} - V_T)^2; \quad I_{DS(OHM)} = K[2(V_{GS} - V_T)V_{DS} - V_{DS}^2]$$

- ☐ [A] El MOSFET està en la zona òhmica.
☐ [B] El MOSFET està en el límit entre la zona òhmica i saturació.
☒ [C] El MOSFET està saturat.
☐ [D] El MOSFET està en tall.

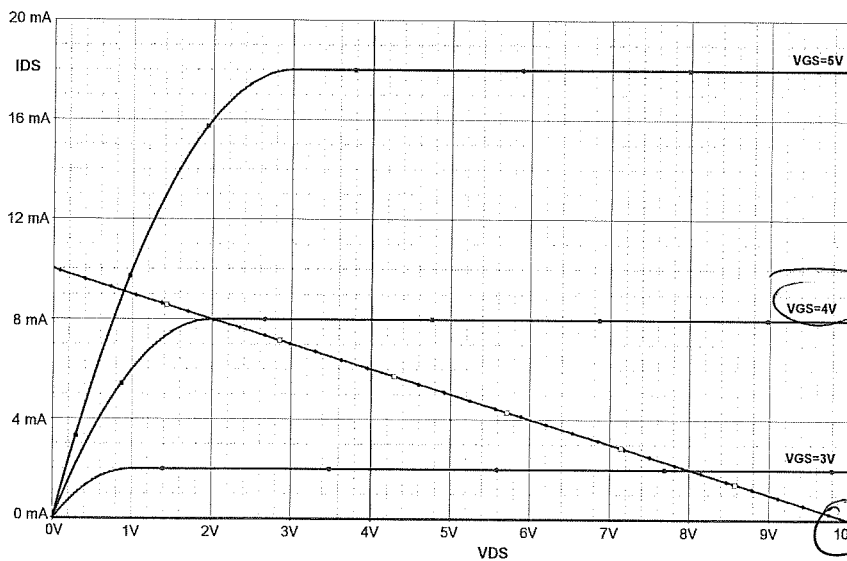
$V_g = \frac{5 \times 10}{40 + 10} = 1V$
 $V_{GS} = 1V < V_T$

$V_{GS} < V_T \rightarrow I_{DS} = 0$

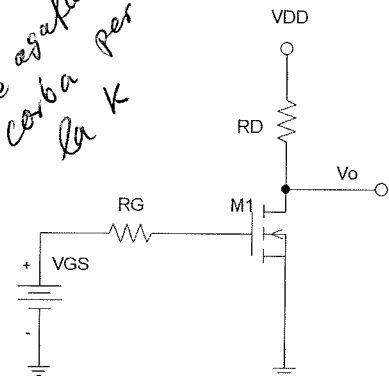
Mosfet tallejat $\rightarrow I_{DS} = 0$



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



he agafat aquesta corba per calcular la K



- [A]. La tensió d'alimentació V_{DD} és de 10V.
 [B]. La resistència de drenador és $R_D = 1k$
 [C]. $K = 4mA/V^2$
 [D]. La tensió umbral del transistor es $V_T = 2V$

tall vertical $\rightarrow 10mA = \frac{V_{DD}}{R_D} = \frac{10V}{R_D}$

$R_D = 1k\Omega$

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

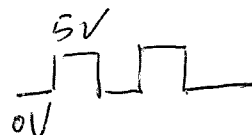
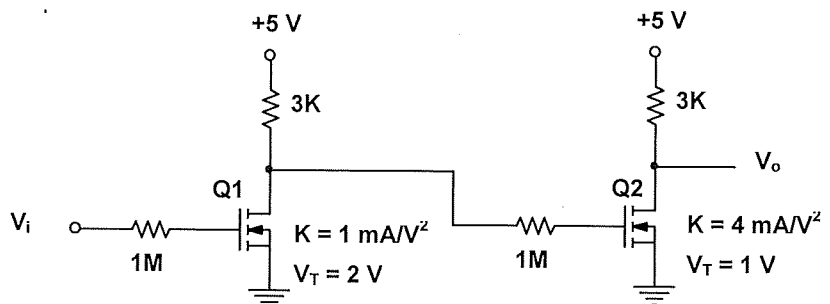
6. Donat el següent buffer, construït a partir de dos circuits inversors NMOS en sèrie, indique els valors obtinguts en l'eixida front a una entrada consistent en un tren de polsos amb 0V a nivell baix i 5V a nivell alt. (Utilitze l'expressió aproximada per a la zona òhmica: $I_{DS} = 2K(V_{GS} - V_T)V_{DS}$)

- [A] 0V y 5V.

- [B] 0.05V y 5V.

- [C] 0.35V y 5V.

- [D] 0.1V y 5.5V.



$V_i \rightarrow \overline{V_i} \rightarrow V_o = \overline{\overline{V_i}} = V_i$

Si $V_i = 0V \rightarrow V_{GS1} = 0V \rightarrow Q1$ tall $\rightarrow V_{D1} = 5V \rightarrow V_{GS2} = 5V$

$R_{on} = \frac{1}{2K(V_{GS} - V_T)} = \frac{1}{2 \times 1 (5 - 2)} = \frac{1}{6} = 0.167k\Omega$

$V_o = \frac{5 \times 0.031}{3 + 0.031} \approx 0.05V$ $Q2$ lineal

Si $V_i = 5V \rightarrow V_{GS1} = 5V \rightarrow Q1$ lineal $\rightarrow V_{D1} = 0.05V \rightarrow V_{GS2} = 0.05V$
 $V_{GS2} < V_T \rightarrow Q2$ tall $\rightarrow V_o = 5V$

Nom i Cognoms: _____

Solucions

1. Sabent que la tensió d'entrada (V_{IN}) és de 10 V per als dos transistors, indique quina de les següents afirmacions és **CERTA** respecte a la tensió d'eixida (V_{OUT}).

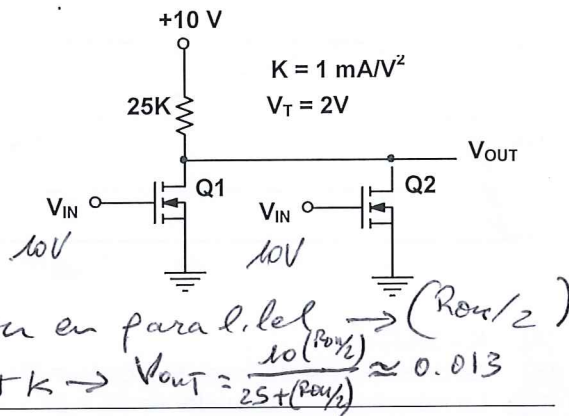
Nota: En zona òhmica utilitze l'expressió $I_{DS} = 2K(V_{GS} - V_T) V_{DS}$, i en zona de saturació $I_{DS} = K(V_{GS} - V_T)^2$.

[A] Ambdos transistors estan tallats, i per tant $V_{OUT} \approx 10V$

[B] Ambdos transistors condueixen, i $V_{OUT} \approx 0.025 V$

[C] Es tracta d'una porta NAND, i $V_{OUT} \approx 0 V$

[D] Ambdos transistors condueixen, i $V_{OUT} \approx 0.013 V$



$V_{in} = 10V \rightarrow V_{GS} = 10V > V_T \rightarrow \text{condueixen}$

Es una porta NOR, un arxíu digital \rightarrow a R_{on} en paral·lel $\rightarrow (R_{on}/2)$

$$R_{on} = 1 / 2K(V_{GS} - V_T) = 1 / 2 \times 1(10 - 2) = 0.0625 K \rightarrow V_{out} = \frac{10(R_{on}/2)}{25 + (R_{on}/2)} \approx 0.013$$

2. Quin dels següents transistors funciona en saturació?

Supose per a tots ells: $K = 0.25 \text{ mA/V}^2$, $|V_T| = 2V$:

NMOS: $V_{DS} \geq V_{GS} - V_T$

PMOS: $V_{DS} \leq V_{GS} + V_T$

[A] NMOS: $V_{DS} = 5V$, $V_{GS} = 0V \rightarrow$ tall

[B] PMOS: $V_{DS} = -2V$, $V_{GS} = -3V \rightarrow$ sat

[C] PMOS: $V_{DS} = -4V$, $V_{GS} = -3V \rightarrow$ lineal

[D] NMOS: $V_{DS} = 5V$, $V_{GS} = 8V \rightarrow$ lineal

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

[A] $V_{GS} = 5V$, $V_{DS} = 4V$, $I_{DS} = 1 \text{ mA}$.

[B] $V_{GS} = 10V$, $V_{DS} = 0V$, $I_{DS} = 12.25 \text{ mA}$.

[C] $V_{GS} = 5V$, $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 1 \text{ mA}$.

[D] $V_{GS} = 1V$, $V_{DS} = 15V$, $I_{DS} = 0 \text{ mA}$.

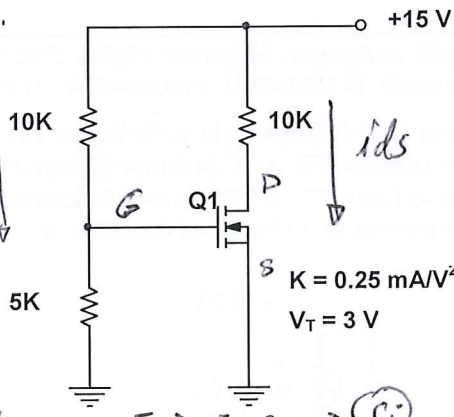
$$V_g = \frac{15 \times 5}{5 + 10} = 5V \rightarrow V_{GS} = 5V$$

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

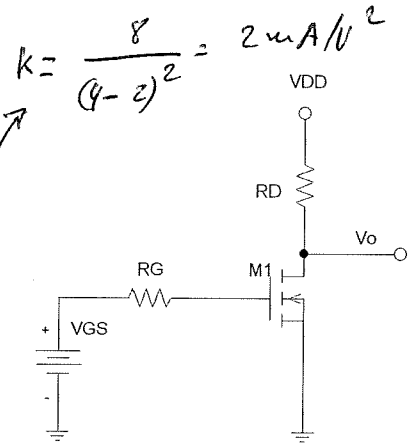
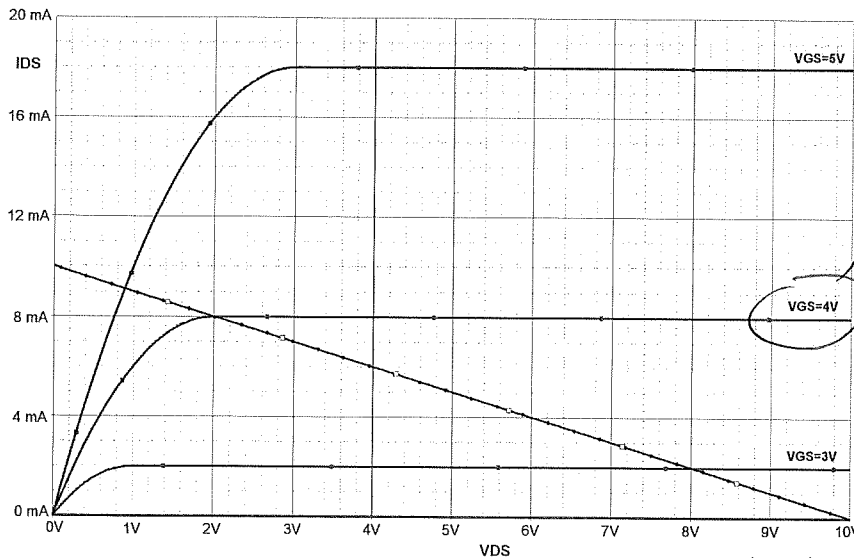
$$I_{DS} = 0.25(5 - 3)^2 = 1 \text{ mA}$$

$$V_{DS} = 15 - (10 \times 1) = 5V$$

comprova saturació $\Rightarrow V_{DS} \geq V_{GS} - V_T \rightarrow 5 \geq 5 - 3 \rightarrow$ (C)



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



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

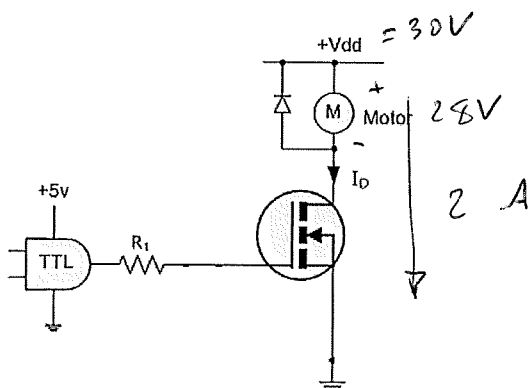
tall horitzontal $\rightarrow V_{DD} = 10 \text{ V}$
 tall vertical $\rightarrow 10 \text{ mA} = \frac{V_{DD}}{R_D} \rightarrow R_D = 1 \text{ k}\Omega$
 per calcular la k , en fore en una de les corbes planes i aplique $I_{DS} = k(V_{GS} - V_T)^2$
 $k = I_{DS} / (V_{GS} - V_T)^2$

5. Quina de les següents afirmacions sobre el transistor **MOSFET d'acumulació de canal P** és **FALSA**?

- [A] El corrent de porta (I_G) es considera sempre zero, perquè la porta està aïllada.
 [B] Es forma el canal quan $V_{GS} > -V_T \rightarrow V_{GS} < -V_T$
 [C] En la regió de saturació, per una V_{GS} donada, el corrent I_{SD} és constant i proporcional a $(V_{GS} + V_T)^2$
 [D] En el tram rectilini de les corbes característiques de drenador (zona òhmica o lineal), el transistor és equivalent a una resistència R_{on} , el valor de la qual decreix amb el valor absolut de V_{GS} .

6. El circuit de la figura correspon al control digital d'un motor de continu mitjançant un transistor Mosfet que funciona en commutació. Si $V_{DD} = 30 \text{ V}$, $V_{\text{motor}} = 28 \text{ V}$ i $I_{\text{motor}} = 2 \text{ A}$, indique la resposta **CORRECTA**:

- [A] El motor funciona quan l'eixida de la porta lògica TTL = "0"
 [B] Quan l'eixida de la porta TTL = "1" el motor funciona i la R_{on} del transistor és 1Ω
 [C] Quan l'eixida de la porta TTL = "1" el motor funciona i la R_{on} del transistor és $0.5 \text{ k}\Omega$
 [D] Quan el motor funciona la tensió en el drenador del transistor és $V_{DD} + 0.7 \text{ V}$, gràcies al díode retallador



$$R_{on} = \frac{V_{DS}}{I_{DS}} = \frac{30 - 28}{2} = \frac{2 \text{ V}}{2 \text{ A}}$$

$$R_{on} = 1 \Omega$$