



Commuter un courant, adapter en tension avec un transistor MOSFET

1. Objectif

Les systèmes de traitement de l'information travaillent généralement dans une gamme de tensions basses entre 1 et 5V et ne peuvent commuter un courant au-delà de quelques milliampères.

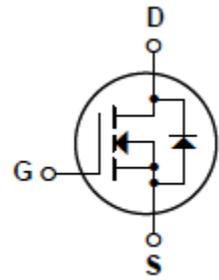
Dès que ces systèmes doivent commander un actionneur il est généralement nécessaire d'adapter cette commande en tension et en courant. Le transistor MOSFET est une solution bien qu'il en existe d'autres.

2. Le MOSFET

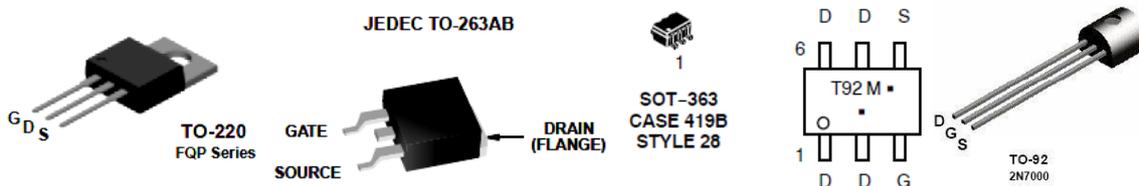
C'est un transistor « à effet de champ » (Field Effect Transistor). Le type de transistor à effet de champ le plus couramment utilisé est le MOSFET canal N (Metal Oxyde Silicium Field Effect Transistor). C'est celui que nous présentons ici.

Le MOSFET a trois broches :

- G : la grille (gate) qui sert à commander le transistor,
- D : le drain par lequel entre le courant,
- S : la source par laquelle sort le courant.
- On remarque qu'une diode est associée au transistor. Elle est toujours présente. En utilisation classique elle est polarisée en inverse et donc bloquée.



Il se présente sous de nombreuses formes (boîtiers).

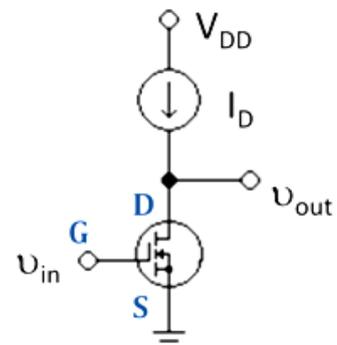


3. La commutation

Pour commander le courant I_D on bloque ou on fait conduire le transistor.

Pour cela on fait varier la tension V_{GS} (entre G et S).

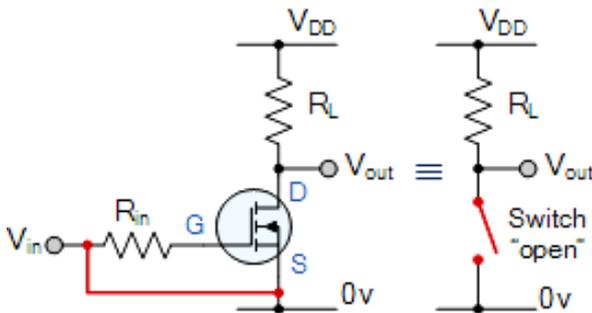
Il existe un seuil ($V_{GS_{th}}$) en dessous duquel le transistor ne conduit pas et au-dessus duquel il commence à conduire.





COURS - CIRCUITS SCIENTIFICS DU NUMÉRIQUE

3.1. Transistor bloqué



Le plus simple pour bloquer le transistor est de fixer V_{gs} à 0V.

Le transistor est alors bloqué, aucun courant ne circule ($I_D=0A$) et on se retrouve avec la tension d'alimentation (ici V_{dd}) aux bornes du transistor ($V_{ds}=V_{dd}$).

La puissance dissipée par le transistor est nulle.

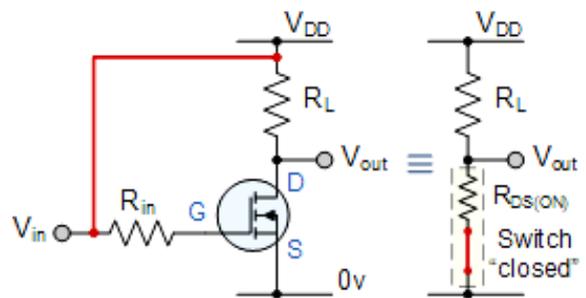
$V_{gs} < V_{gs_{th}}$	$I_D = 0A$	$V_{ds} = V_{dd}$	$R_{ds} = \infty$	$P_t = 0W$
------------------------	------------	-------------------	-------------------	------------

3.2. Transistor passant

Pour faire conduire le transistor il faut appliquer une tension V_{gs} supérieure au $V_{gs_{th}}$ de ce transistor. Un courant I_D circule alors et V_{ds} diminue.

Le modèle équivalent du transistor est une simple résistance entre D et S, R_{ds} . La valeur de cette résistance est appelé $R_{ds_{on}}$. Cette résistance a une valeur minimum que l'on peut atteindre lorsque V_{gs} est suffisamment élevée.

Le transistor conduit, un courant I_D circule. Le transistor chauffe selon la valeur de I_D et les conditions de saturation.



$V_{gs} > V_{gs_{th}}$	$I_D > 0A$	$V_{ds} < V_{dd}$	$R_{ds} = R_{ds_{on}}$	$P_t = V_{ds} \times I_D$ et $P_t = R_{ds_{on}} \times I_D^2$
------------------------	------------	-------------------	------------------------	---

4. Caractéristiques

Les caractéristiques principales associées aux Mosfets sont :

- La tension V_{DS} maximum que le transistor peut supporter en général lorsqu'il est bloqué.
- Le courant I_D maximum qui peut le traverser quand le transistor est passant, bien conducteur (saturé), et bien refroidi.
- La tension de seuil $V_{gs_{th}}$ à partir de laquelle le transistor conduit. Cette tension doit être inférieure à la tension V_{gs} que l'on appliquera pour le faire conduire.
- La résistance minimum $R_{ds_{on}}$ que peut atteindre R_{ds} lorsque le transistor conduit.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS $T_A = 25^\circ C$, unless otherwise noted					
Parameter	Symbol	10 s	Steady State	Unit	
Drain-Source Voltage	V_{DS}	12		V	
Gate-Source Voltage	V_{GS}	± 8			
Continuous Drain Current ($T_J = 150^\circ C$) ^a	I_D	$T_A = 25^\circ C$	25	17	A
		$T_A = 70^\circ C$	20	13	
Pulsed Drain Current (10 μs Pulse Width)	I_{DM}	60			
Continuous Source Current (Diode Conduction) ^a	I_S	2.9	1.3	W	
Maximum Power Dissipation ^a	P_D	$T_A = 25^\circ C$	3.5		1.6
		$T_A = 70^\circ C$	2.2	1	
Operating Junction and Storage Temperature Range	T_J, T_{stg}	- 55 to 150		$^\circ C$	



COURS - CIRCUITS SCIENTES DU NUMÉRIQUE

On Characteristics

$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250 \mu A$	1.0	–	2.5	V
$R_{DS(on)}$	Static Drain-Source On-Resistance	$V_{GS} = 10 V, I_D = 16 A$	–	0.027	0.035	Ω
		$V_{GS} = 5 V, I_D = 16 A$	–	0.035	0.045	
g_{FS}	Forward Transconductance	$V_{DS} = 25 V, I_D = 16 A$ (Note 4)	–	24	–	S

5. Saturation et considérations thermiques

Lorsque le transistor conduit il dissipe une puissance $P_t = R_{DS} \times I_D^2$.

On souhaite alors généralement maintenir R_{DS} à une valeur la plus basse possible. On y arrive en appliquant une tension V_{GS} suffisamment haute par rapport à $V_{GS_{th}}$.

La puissance que pourra dissiper le transistor dépend :

- Du type de boîtier,
- Du montage de ce boîtier,
- De la présence et du type du dissipateur,
- Du flux d'air qui circule autour (ventilation),
- De la température ambiante,
- De la présence d'un système de refroidissement (water-cooling ou autre).

6. Exemple de schéma

Dans beaucoup de cas le schéma suivant permet d'obtenir un fonctionnement correct :

- On peut omettre la diode de roue libre (flywheel diode) lorsque l'on commande une charge purement résistive.
- On peut omettre R_{IN} et R_{GS} lorsque l'on commute le transistor à basse fréquence (quelques centaines de Hertz).
- On doit maintenir R_{GS} s'il existe des risques que l'entrée (V_{IN}) soit en haute impédance. Le transistor pourrait commuter intempestivement.

