Transistors bipolaires et MOS : généralités

La commutation consiste à établir ou à couper un circuit, permettant ou non la circulation d'une intensité d'une portion de circuit électrique à une autre. Elle est réalisée à l'aide d'interrupteurs (ou commutateurs) électriques.

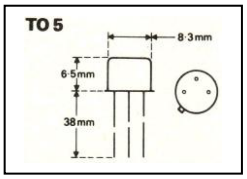
Les composants permettant de réaliser cette fonction sont les relais électromagnétiques, les transistors et les thyristors.

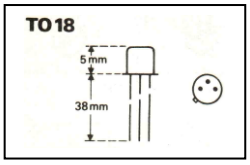
Le composant transistor.

Symboles :

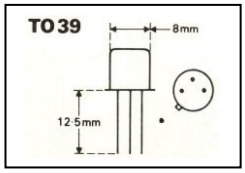
Bipolaire		Transistor à effet de champs = T.E.C. = F.E.T.		T.E.C. à grille isolée = MOSFET = MOS	
NPN	PNP	Canal N	Canal P	Canal N	Canal P

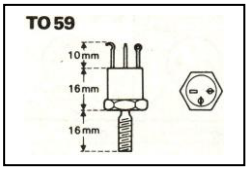
La constitution interne de ces transistors est différente → leur principe de fonctionnement est différent.

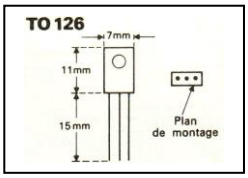


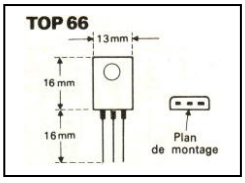


Quelques exemples de boîtiers

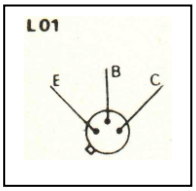


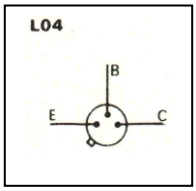


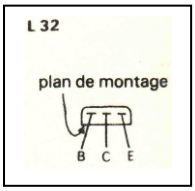


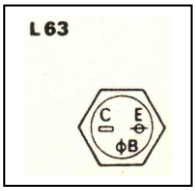


Quelques exemples de brochages



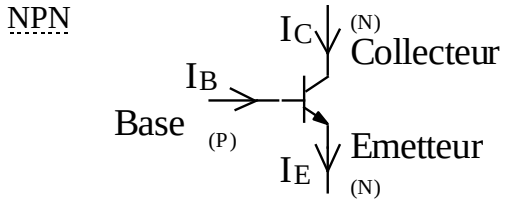


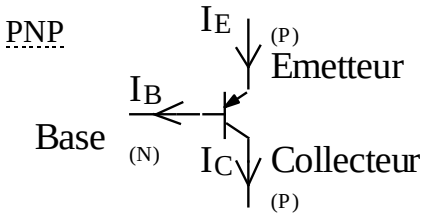




Le Transistor bipolaire

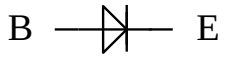
Matériau utilisé : le silicium *(Si.)*, précédemment le germanium *(Ger)* était utilisé, mais sa tenue en température est moins bonne.

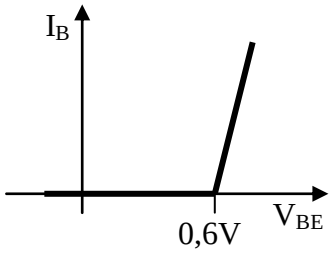




L'analyse qui suit porte sur les transistors NPN

La jonction Base-Emetteur fonctionne comme une jonction de diode classique :





Un transistor bipolaire se commande en courant même si il est indispensable d'avoir une tension entre Base et Emetteur non nulle pour qu'il conduise.

Le transistor amplifie le courant I_B, et fonctionne selon 3 régimes différents selon la valeur donnée à l'intensité I_B :

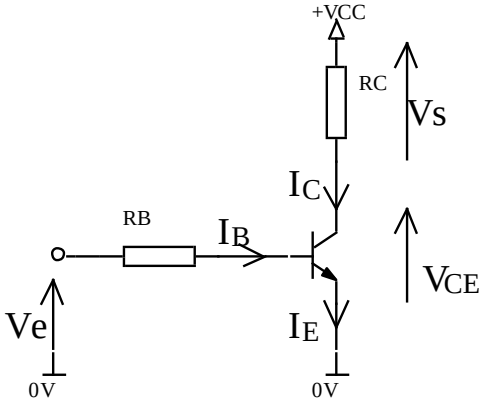
⇒ le régime de blocage : obtenu pour une intensité $I_B = 0$ *(la tension de mise en conduction de la jonction Base Emetteur n'est pas atteinte)* état bloqué du transistor, son schéma est équivalent à un interrupteur ouvert.

⇒ le régime d'amplification : fonctionnement linéaire du transistor.

⇒ le régime de saturation : l'intensité injectée dans la Base est égale ou supérieure à la valeur nécessaire à l'obtention de V_{CE}sat état saturé du transistor, son schéma équivalent est un interrupteur fermé ou un générateur de tension de valeur V_{CE}sat.

Les régimes de blocage et de saturation correspondent à un fonctionnement en commutation du transistor.

Montage de base :



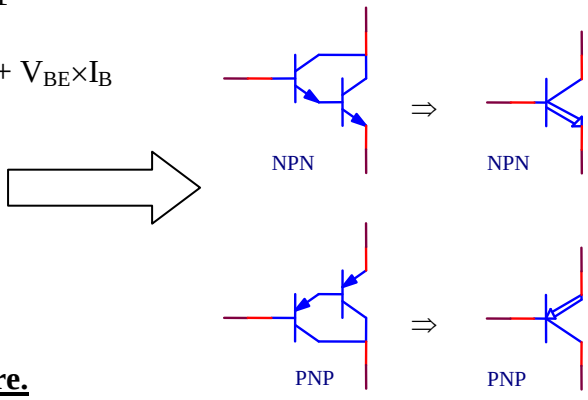
Relations entre les différentes grandeurs électriques.

* I_B est amplifié par β, qui est le "gain en courant" du transistor : $I_C = \beta \times I_B$
  β est aussi appelé sur certaines documentations : h_{FE} ou h_{21E}
  La valeur du β varie d'un transistor à l'autre, de quelques dizaines à quelques centaines (sans unité, c'est le rapport entre 2 intensités).

* $I_E = I_C + I_B = I_C + I_C/\beta = I_C \times (1+1/\beta) \approx I_C$ si $\beta >> 1$

* Puissance dissipée par le transistor : $P_T = V_{CE} \times I_C + V_{BE} \times I_B$

* Les transistors Darlington qui intègrent dans un même boîtier 2 transistors on un β équivalent de plusieurs milliers :



Caractéristiques essentielles du transistor bipolaire.

* Type : NPN ou PNP
* V_{CE}max (doit être supérieur à V_{CC}) **à ne pas confondre avec V_{CE}sat**
* $I_C$max (doit être supérieur à $I_C$sat) **à ne pas confondre avec $I_C$sat**
* β (min)
* $P_T$max

A connaître ou évaluer également pour calculer les composants de polarisation : V_{BE}sat et V_{CE}sat.

Saturation :

Pour que le transistor soit saturé il faut que : $I_B\text{sat} \geq I_C\text{sat}/\beta\text{min}$

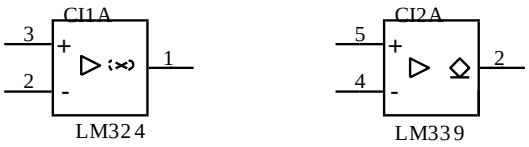
Coefficient de sursaturation :

C'est I_B qui détermine l'état de saturation du transistor. Pour I_B, R_C et β donnés, si on s'arrange pour multiplier la valeur de I_B théorique par un coefficient allant de 2 à ≈ 5, on est d'autant plus sûr que le transistor sera saturé. Il s'agit du coefficient de sursaturation, aussi appelé k.
Dans le 1er calcul effectué, recalculer $I_B$sat et R_B, si on prend cette fois un coefficient de sursaturation k = 4.

Sortie à collecteur ouvert

Comparaison des structures de sortie des LM 324 et LM 339.

Symboles :



Intérêts de ce type de sortie :

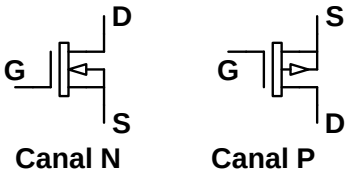
⇒

Le Transistor MOS *(Metal Oxyde Semiconductor)*

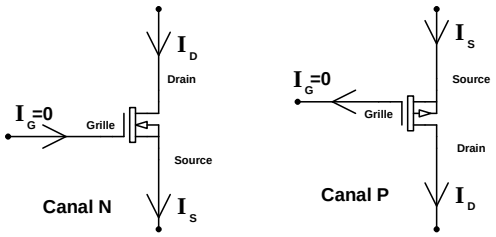
Aussi appelés MOSFET. Matériau utilisé : le silicium *(Si.)*

Nom des broches

Transistors MOS à enrichissement



Le résistance d'entrée (entre la Grille et la Source) d'un transistor MOS est considérée infinie, l'intensité dans la Grille est donc considérée nulle. La commande d'un transistor MOS se fait donc en tension.



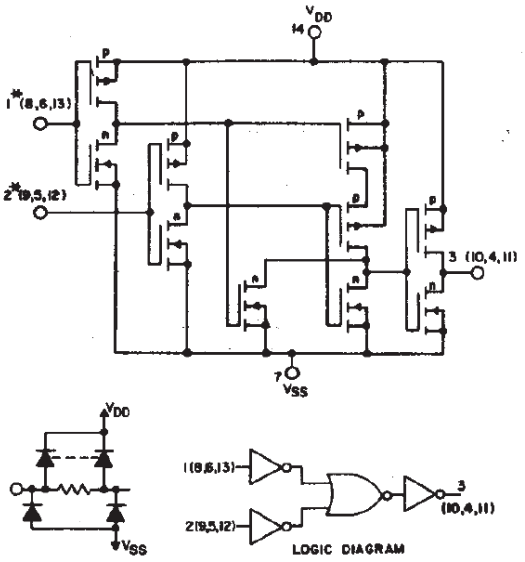
Pour un transistor MOS Canal N la tension V_{GS} doit être positive et au moins égale à VGS_{ON} pour que le transistor conduise.
Pour un transistor MOS Canal P la tension V_{GS} doit être négative et inférieure ou égale à VGS_{ON} pour que le transistor conduise.

Plus un transistor MOS conduit, plus sa résistance équivalente entre Drain et Source diminue, jusqu'à une valeur appelée $R_{DS(ON)}$ qui selon les modèles peut être très faible (qqs mΩ) ce qui permet à ce type de transistor d'avoir une tension de sortie quasi nulle et de dissiper relativement peut de puissance pour de forts courants, comparativement aux transistors bipolaires.

Caractéristiques essentielles du transistor MOS.

* Type : Canal P ou N
* V_{DS}max = V_{DSS}max
* $I_D$max
* $V_{GS(TH)}$
* $R_{DS(ON)}$
* $P_T$max = P_{TOT}

Sortie à drain ouvert
C'est l'équivalent MOS du collecteur ouvert.

Technologie CMOS = Complementary MOS
Technologie qui associe sur ses sorties des transistors MOS Canal P et N appairés
Exemple 4011 (portes NAND)

Attention : l'expression «un transistor CMOS» est fausse