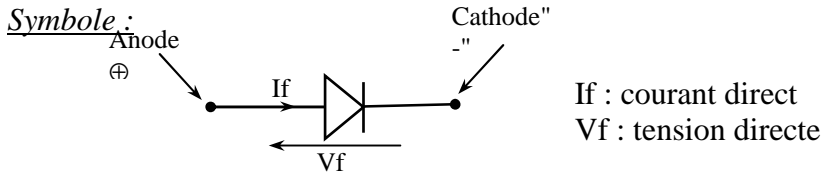


CONDITONNEMENT DU SIGNAL

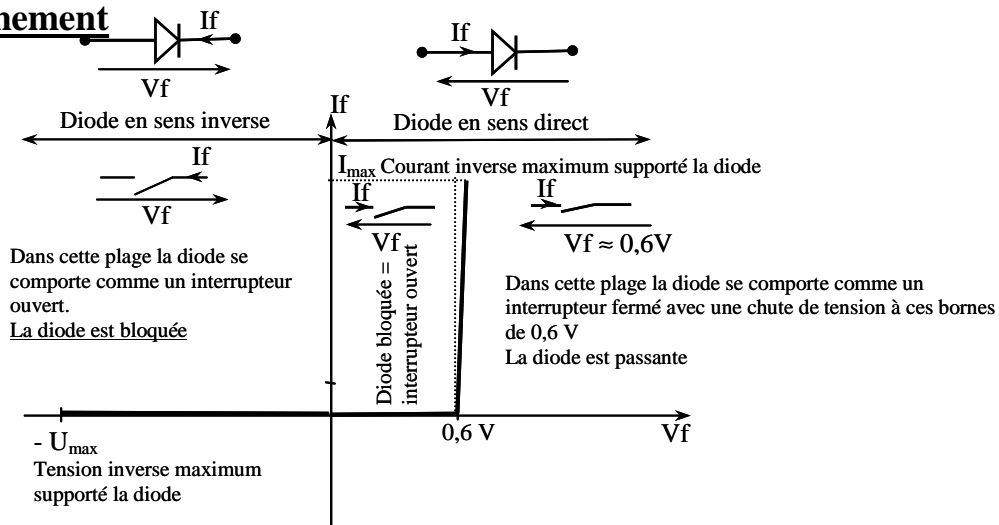
I) Présentation "La diode"

La diode est un composant électronique semi conducteur qui se comporte comme un interrupteur fermé quand elle est polarisée en direct et comme un interrupteur ouvert polarisée en inverse.



La diode est unidirectionnelle en courant. LE courant circule uniquement de l'anode vers la cathode.

II) Fonctionnement



- Pour mettre en conduction la diode, il faut lui appliquer une tension directe positive $V_f \geq 0,6V$, une fois mise en conduction la diode est traversée par un courant direct dont la valeur dépend de la charge et impose à ses bornes une tension $V_f = 0,6 V$
- Pour bloquer la diode, il faut annuler le courant direct ($I_f = 0$) et imposer une tension directe (V_f) négative pour assurer le blocage.

IV) Exercices

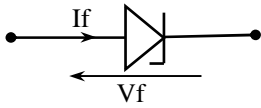
1/ Etude de la mise en conduction d'une diode

2/ Réaliser un montage pour allumer une LED (diode électroluminescente) sous $-5V$

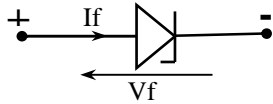
IV) Introduction "La diode Zener"

La diode Zener est particulièrement utilisée en inverse pour sa capacité à réguler la tension à ses bornes à une valeur précise.

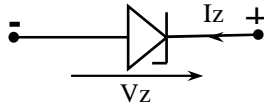
Symbole :



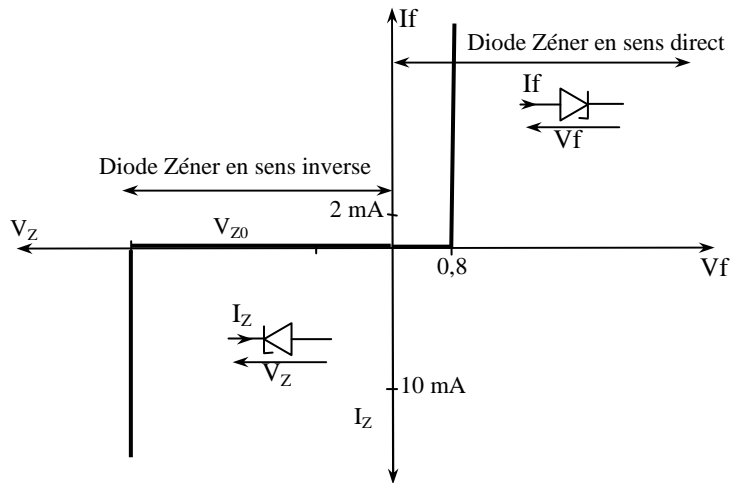
Montage en sens direct :



Montage en sens inverse : Effet Zener



IV) Fonctionnement de la "diode Zener"

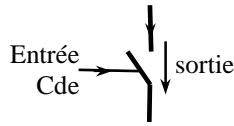


Effet Zener : La diode zener polarisée en inverse impose à ses bornes une tension V_z (si la tension d'alimentation est supérieure à V_z)

VII) Introduction "Le transistor bipolaire"

Il s'utilise soit en amplificateur de courant (fonctionnement linéaire) ou en commutation comme un interrupteur (fonctionnement non linéaire).

En fonctionnement commuté il joue le rôle d'interface capable de conduire un fort courant (circuit de puissance) commandé par un faible courant de commande. Pour les transistor bipolaire on parle d'interrupteur commandé en courant.

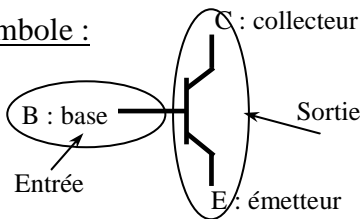


Historique et principe physique :

Le transistor bipolaire à jonction a été découvert en 1947 par **J BARDEEN**, **W BRATTAIN** et **W SCHOCKLEY**. Son apparition est une révolution dans l'électronique qui va permettre la naissance et le développement de circuits intégrés de plus en plus performants.

Il est constitué d'une très fine couche chimique P entre deux couches chimiques N (ou bien l'inverse). Lorsqu'on fait circuler un faible courant entre une couche P et une couche N (modèle similaire à la diode) un flux d'électrons entraîne une conduction entre les deux couches de même nature: c'est l'effet transistor. Ce composant va se répandre dans de nombreuses applications grâce à sa faible consommation en énergie et sa petite taille.

Symbole :



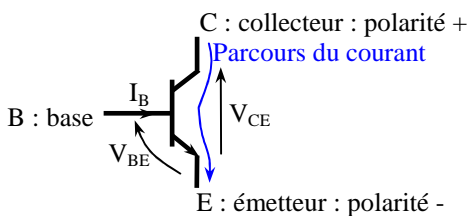
VIII) Fonctionnement du transistor en commutation :

Le transistor en commutation se comporte comme un interrupteur unidirectionnel en courant commandé par sa base.

Pour conduire le courant dans les deux sens on distingue de 2 types de transistor NPN et PNP pour inverser sa polarité.

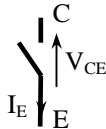
La flèche sur l'émetteur "E" indique le sens du courant de sortie.

Transistor de type NPN (N : comme négatif)



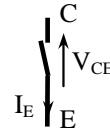
Etat bloqué \Rightarrow Interrupteur ouvert

$$I_E = I_C = 0 \text{ A}; V_{BE} < 0,6 \text{ V}, V_{CE} \gg 0,8 \text{ V}$$



Etat saturé \Rightarrow Interrupteur fermé

$$I_E = I_C \neq 0 \text{ A}; V_{BE} \geq 0,6 \text{ V}, V_{CE} \leq 0,8 \text{ V}$$



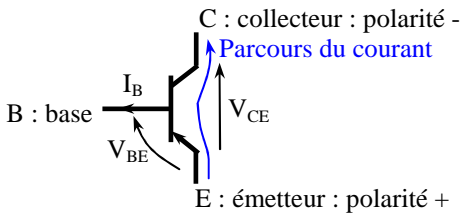
Loi de fonctionnement d'un transistor NPN :

Pour rendre le transistor passant il faut appliquer une tension V_{BE} supérieure à 0,6V (la jonction B – E se comporte comme une diode). Ce qui donne naissance à un courant de base I_B circulant de B vers E commandant ainsi la fermeture progressive "de l'interrupteur" entre C et E.

Si I_B est suffisamment élevée la sortie correspond à un interrupteur complètement fermé on parle alors d'un état saturé avec $V_{CEsat} = 0 \text{ V}$ en théorie dans la réalité environ 0,8 V.

Pour bloquer le transistor il faut lui appliquer une tension V_{BE} inférieure à 0,6V qui annule le courant de commande I_B et ouvre alors l'interrupteur $I_C=0$ A. On parle d'état bloqué.

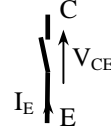
Transistor de type PNP (P : comme positif)



Etat bloqué \Rightarrow Interrupteur ouvert

Etat saturé \Rightarrow Interrupteur fermé

$I_E = I_C = 0$ A; $V_{BE} > -0,6$ V, $V_{CE} \gg -0,8$ V



Loi de fonctionnement d'un transistor PNP :

Pour rendre le transistor passant il faut appliquer une tension V_{BE} inférieure à -0,6V (la jonction B – E se comporte comme une diode). Ce qui donne naissance à un courant de base I_B circulant de E vers B commandant ainsi la fermeture progressive "de l'interrupteur" entre C et E.

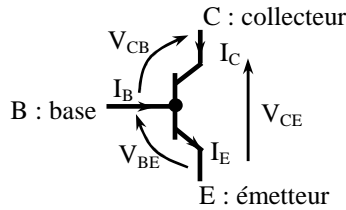
Si I_B est suffisamment élevée la sortie correspond à un interrupteur complètement fermé on parle alors d'un état saturé avec $V_{CEsat} = 0$ V en théorie dans la réalité environ -0,8 V.

Pour bloquer le transistor il faut lui appliquer une tension V_{BE} supérieure à -0,6V qui annule le courant de commande I_B et ouvre alors l'interrupteur $I_C=0$ A. On parle d'état bloqué.

Relations électriques

$$I_E = I_B + I_C$$

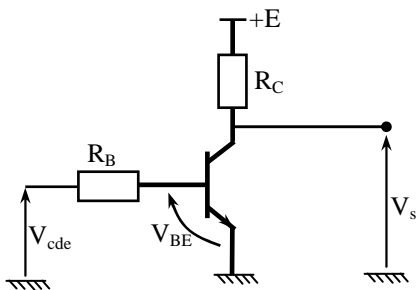
$$V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$$



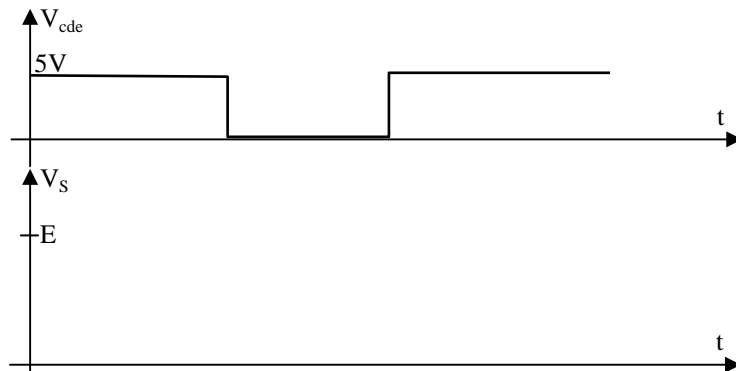
En linéaire quand le transistor n'est pas saturé (interrupteur non fermé complètement) on a $I_C = \beta \cdot I_B$ où β (appelé aussi Hfe) représente le gain entre le courant d'entrée et de sortie.

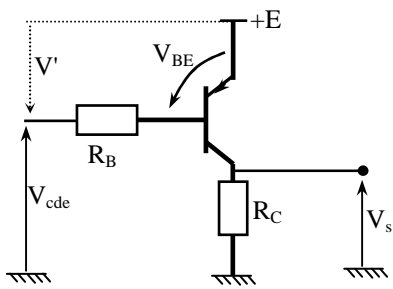
Si le transistor se sature on a $I_C = I_{CSAT}$ quelque soit $I_B \geq I_{Bsat}$

IX) Montages classiques à transistor NPN et PNP :

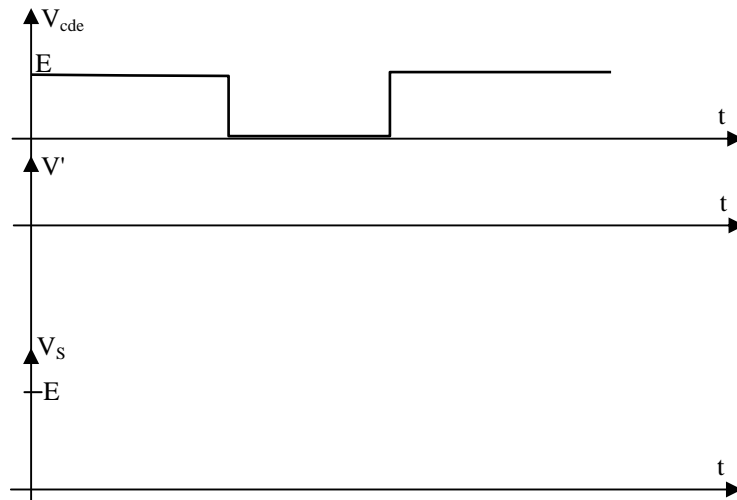


- Identifier le type de transistor
- Donner l'état du transistor en fonction de la commande (V_{cde})
- Compléter l'évolution de la tension de sortie du montage (V_s)



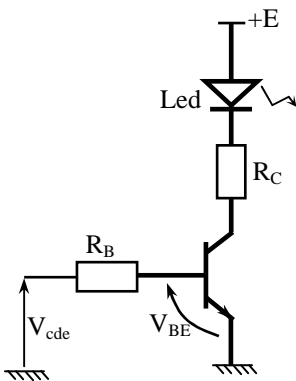


- Identifier le type de transistor
- Donner l'état du transistor en fonction de la commande (V_{cde})
- Compléter l'évolution de la tension de sortie du montage (V_s)



X) Exemples

1/ commande d'une Led par une interface à transistor :



- Calculer les valeurs des résistances R_c et R_b .

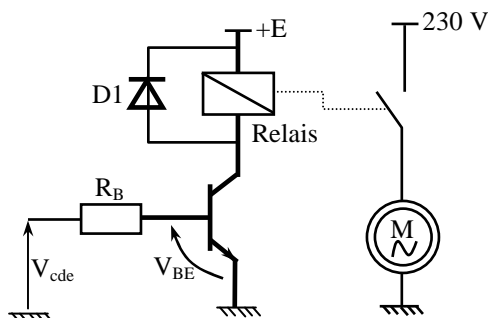
Caractéristique des composants :

Led : $V_f = 1,2 \text{ V}$ $I_f = 20 \text{ mA}$

Transistor : $V_{cesat} = 0,7 \text{ V}$ $V_{be} = 0,6 \text{ V}$ $\beta = 100$

Entrée de Cde : 0 ou 5V

2/ commande d'un relais par une interface à transistor



- Expliquer le fonctionnement du montage

- Quelle est le rôle de la diode D1 ?

- Calculer la valeur de la résistance R_b

Caractéristiques des composants :

Transistor : $V_{cesat} = 0,7 \text{ V}$ $V_{be} = 0,6 \text{ V}$ $\beta = 100$

Relais : équivalent à une résistance $R = 300 \Omega$

(Le relais est un bobine qui stocke de l'énergie et se comporte ensuite comme une résistance "en régime permanent")

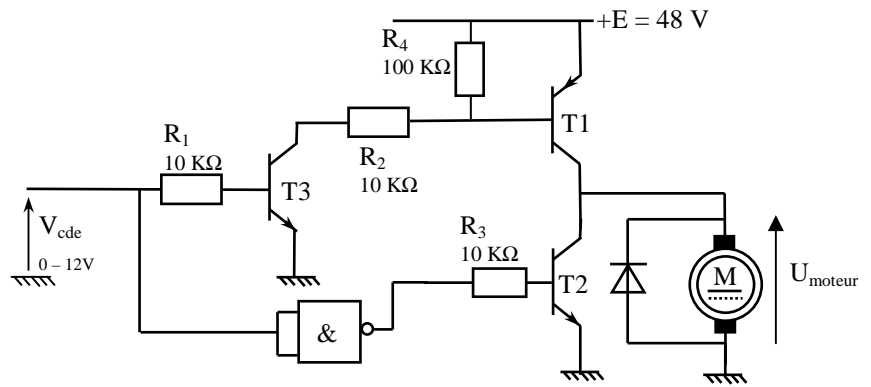
Entrée de Cde : 0 ou 5V

3/ Interface de commande d'un moteur

- Identifier les transistors T1, T2 et T3
- Expliquer le fonctionnement de l'interface en fonction de la tension de commande 0 et 12V.

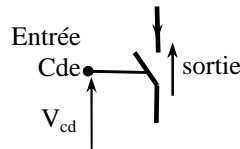
Pour chaque phase de fonctionnement établir un schéma de l'interface en modélisant les transistors par des interrupteurs.

- En déduire la tension aux bornes du moteur pour les différentes situations



XI) Les transistors à effet de champ

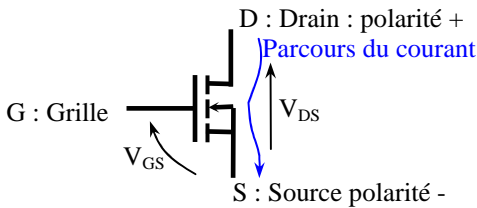
Comme pour le transistor bipolaire il est possible de le faire fonctionner en commutation mais à la grande différence que ces transistors ne sont pas commandés par un courant mais par une tension en entrée.



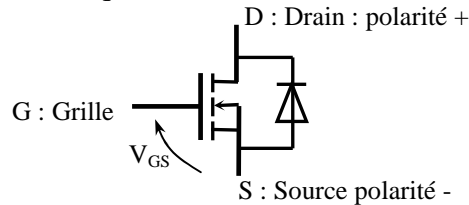
Transistor MOS à canal N (N : comme négatif)

Le canal N ou P indique la polarité de la broche source du transistor

Symbole :



La broche du transistor fléchée indique le sens du courant de la diode en antiparallèle qui se trouve entre S et D en interne.



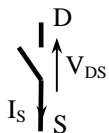
Loi de fonctionnement :

Pour rendre le transistor passant il faut lui appliquer une tension V_{GS} supérieure à sa tension de pincement environ 1V. Pour conduire la tension V_{GS} doit être positive
A l'état saturé la sortie du transistor (entre D et S) se comporte comme une résistance R_{DSON} de très faible valeur.

En appliquant une tension V_{GS} inférieure à sa tension de pincement on bloque le transistor.

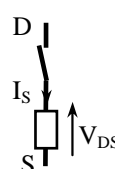
Etat bloqué \Rightarrow Interrupteur ouvert

$$V_{GS} < V_P \quad I_S = I_D = 0$$



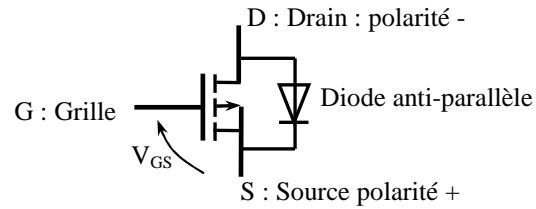
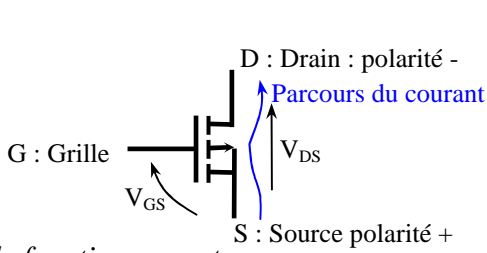
Etat saturé \Rightarrow Interrupteur fermé

$$I_S = I_D \neq 0 \text{ A}; \quad V_{GS} \geq V_P \geq 0 \text{ V}, \quad V_{DS} = R_{DSON} I_S$$



Dans tous les cas on peut considérer en régime permanent le courant I_G toujours nul

Transistor MOS à canal P (P : comme positif)



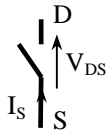
Loi de fonctionnement :

Pour rendre le transistor passant il faut lui appliquer une tension V_{GS} inférieure à sa tension de pincement environ $-1V$. Pour conduire la tension V_{GS} doit être négative
A l'état saturé la sortie du transistor (entre D et S) se comporte comme une résistance R_{DSON} de très faible valeur.

En appliquant une tension V_{GS} supérieure à sa tension de pincement on bloque le transistor.

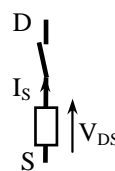
Etat bloqué \Rightarrow Interrupteur ouvert

$$V_{GS} > V_P \quad I_S = I_D = 0$$



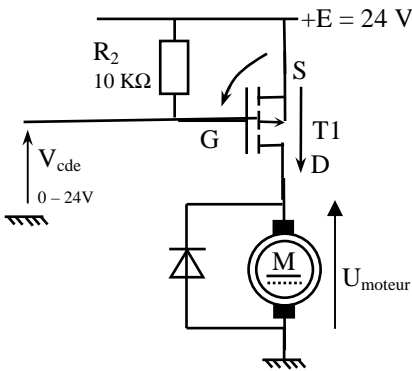
Etat saturé \Rightarrow Interrupteur fermé

$$I_S = I_D \neq 0 \text{ A}; \quad V_{GS} \leq V_P \leq 0V, \quad V_{DS} = R_{DSON} I_S$$

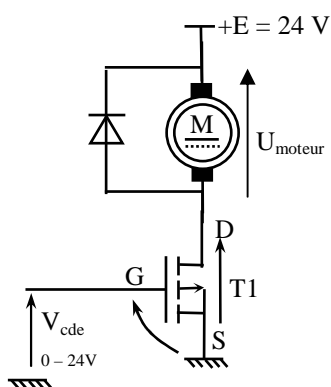


XII) Exemples

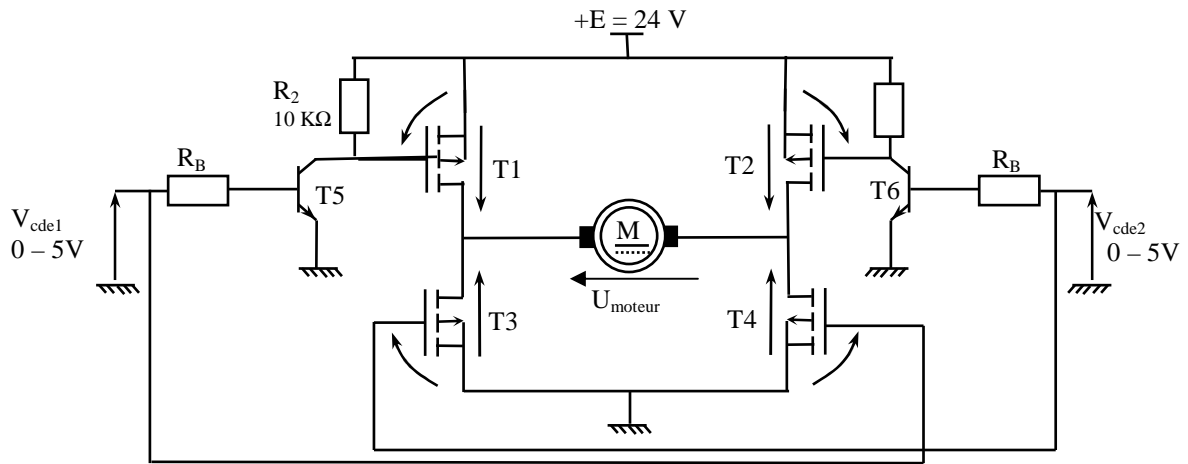
Interface de commande d'un moteur :



- Identifier la nature du transistor
- Déterminer le fonctionnement de cette interface en fonction de la tension de commande
- En déduire la tension aux bornes du moteur pour les différents cas



Mêmes questions que le montage précédent



- Identifier la nature des transistors
- Déterminer le fonctionnement de cette interface en fonction des tensions de commande
- En déduire la tension aux bornes du moteur pour les différents cas