

Table des matières

Les résistances.....	2
Les diodes.....	5
Les condensateurs	7
Les inductances.....	11
Les transistors à jonction.....	13
Les transistors à effet de champ.....	16
Les amplificateurs opérationnels.....	18
Régulateur de tension (Regulators).....	21
Quartz (Crystal).....	21
Micro-contrôleur (microprocessor).....	22

Les résistances

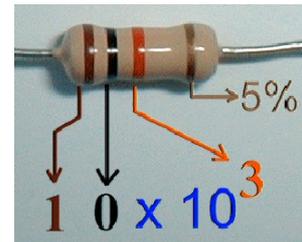
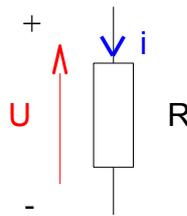
Pour des informations complètes voir : <http://electronics.free.fr/dossiers/index.htm>

Les fonctions techniques courantes

Les résistances peuvent être utilisées pour

- freiner le courant comme par exemple à l'entrée d'une led.
- maintenir un potentiel électrique exemple : montage diviseur de tension ou résistance de pull UP ou pull DOWN en entrée d'un micro contrôleur

Symboles

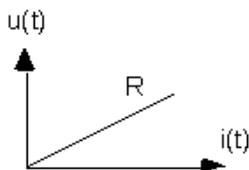


Comportement électrique

Modèle mathématique : $U = R \cdot i$

Avec :

U la tension en V
R la résistance en Ω (Ohm)
i le courant en A



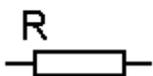
Caractéristique de transfert
résistance linéaire et autonome.

Une résistance freine le déplacement du courant.

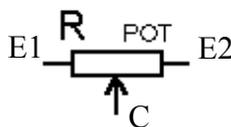
Pour une même tension à ses bornes, plus la résistance est grande plus le courant est faible.

Voir DR comportement électrique des matériaux pour voir la structure et la composition des condensateurs.

Composants dérivés



Résistances
fixes



Potentiomètres

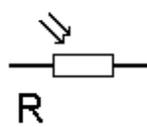
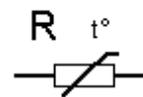


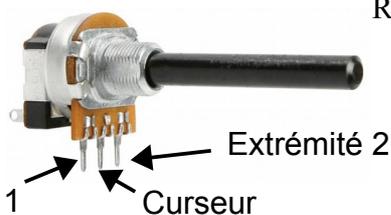
Photo
Résistances



Thermistances



Varistances



Potentiomètre

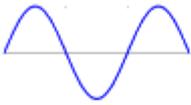
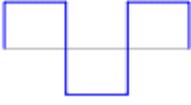
Aspect énergétique

Une résistance traversée par un courant s'échauffe. Ce phénomène est appelé effet Joule.
La puissance dissipée est :

En courant continu : $P = U \cdot I = R \cdot I^2$

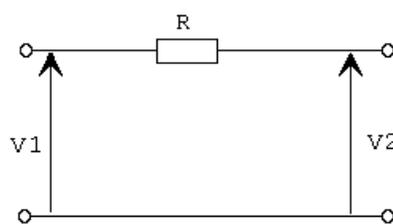
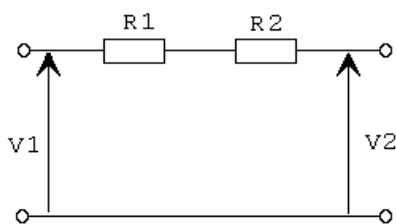
En courant périodique : $P = U_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}} = R \cdot I_{\text{eff}}^2$

Remarque : Comme $U=R \cdot I$ on écrit souvent $P = R \cdot I^2$

Signal (régime établi)	Forme d'onde	U_{eff}	I_{eff}
sinusoidal		$\frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$	$\frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$
triangulaire		$\frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{3}}$	$\frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{3}}$
carré		U_{max}	I_{max}

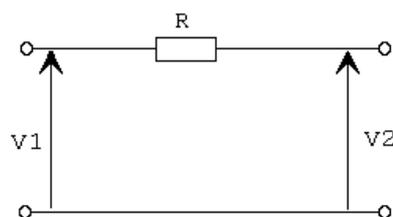
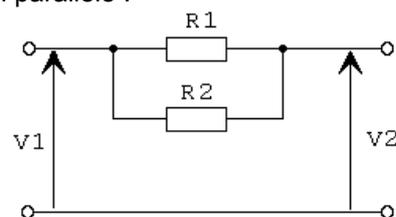
Associations de résistances

En série :



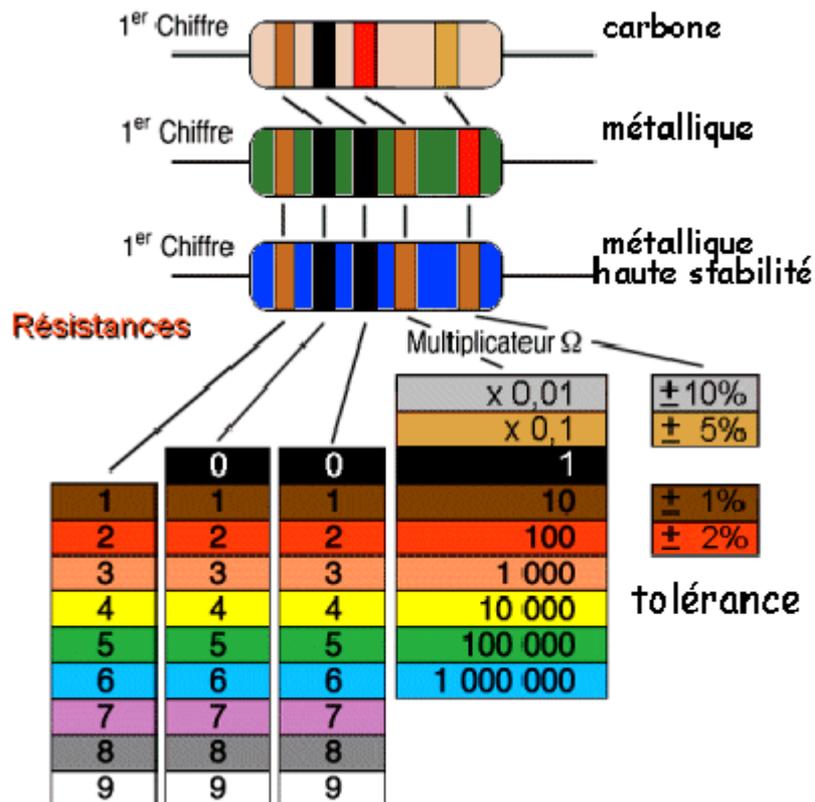
$$R = R_1 + R_2$$

En parallèle :

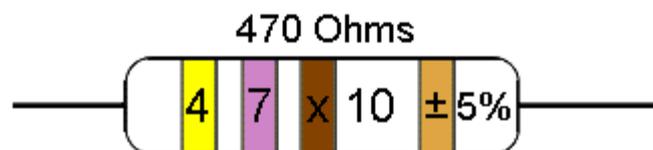


$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Codes couleurs



Exemple :



Comment repérer les anneaux ?

Le premier anneau est celui qui est le plus proche du bord.

Les deux premiers anneaux sont toujours les chiffres significatifs. La série E96 possède 3 chiffres significatifs (tolérance de 1% oblige), les 3 premiers anneaux sont donc les chiffres significatifs.

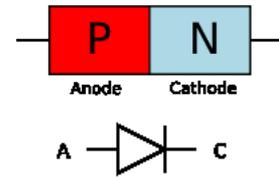
L'anneau suivant est le multiplicateur (le 3ème pour la série E24 et le 4ème pour la série E96),

Le dernier anneau indique la tolérance (marron, 1% pour la série E96).

Il peut exister un autre anneau donnant le coefficient de stabilité en température, uniquement dans le cas des résistances de précision.

Les diodes

Une jonction entre un semi-conducteur de type n et un semi-conducteur de type p est appelée une diode. Le courant électrique ne peut passer à travers une diode que dans un seul sens comme l'évoque son symbole en forme d'entonnoir.

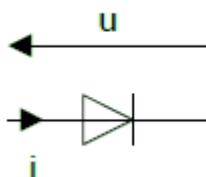
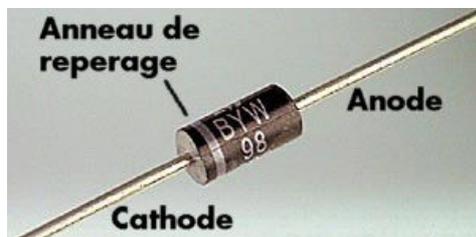


Le principe de fonctionnement de la diode est le suivant. Les électrons libres du semi-conducteur de type n ont tendance à aller boucher les trous du semi-conducteur de type p. Il en découle une diffusion des électrons de la région dopée n vers la région dopée p. Chaque électron qui se déplace laisse un ion positif dans la région n. Il s'ensuit donc un champ électrique de rappel vers la région n qui conduit à un équilibre. Dans cet équilibre, il y a une zone, appelée zone de charge d'espace qui ressemble à du silicium non dopé et où il y a en outre un champ électrique.

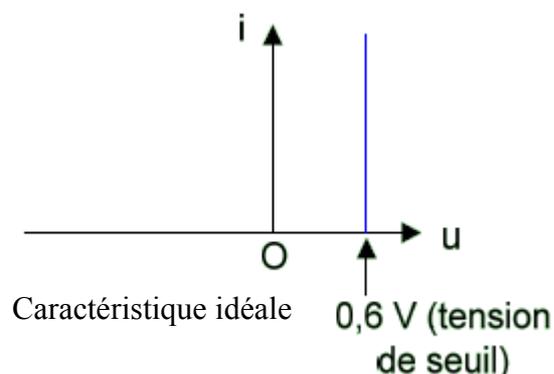
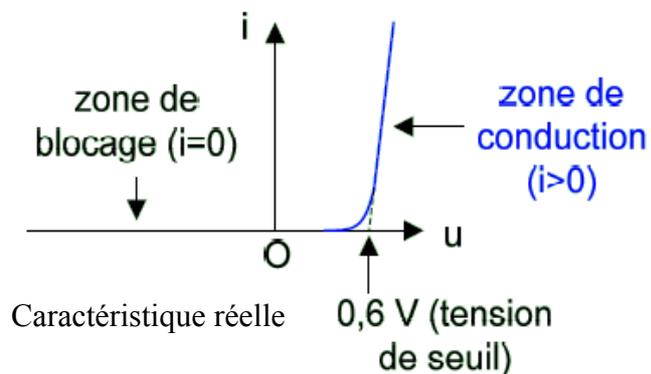
Si on applique une tension positive à la cathode et négative à l'anode, les électrons sont attirés vers le bord de la cathode et les trous vers le bord de l'anode. La zone de charge d'espace s'étend et la diode n'est pas conductrice. Si on contraire, on applique une tension positive à l'anode et négative à la cathode qui est supérieure au champ à l'équilibre, les électrons peuvent circuler de la cathode vers l'anode et la diode est conductrice.

On retrouve le sens passant et le sens bloqué sur la caractéristique ci-dessous.

On note que dans le sens passant il faut quand même appliquer une tension supérieure à la tension de seuil pour que la diode soit passante.



La caractéristique idéale est une caractéristique simplifiée plus facile à utiliser pour les calculs.

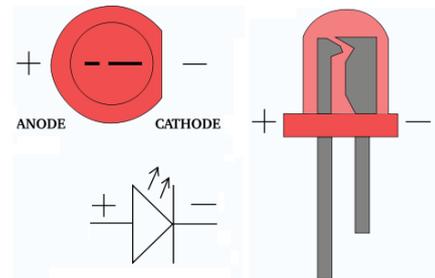


Les LED -Light Emitting Diode)

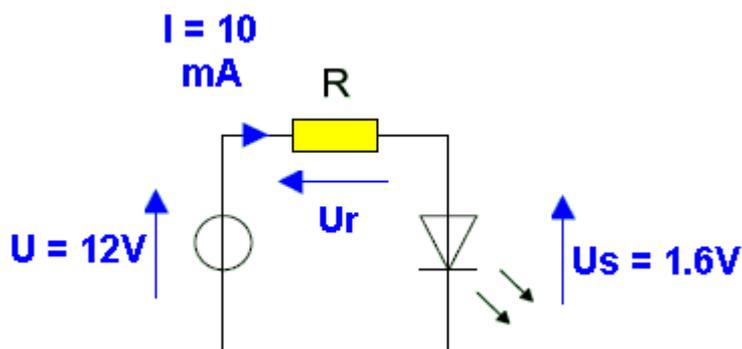
C'est une diode qui a la propriété d'émettre de la lumière quand elle est parcourue par un courant (phénomène d'électroluminescence).



Couleur	Tension de seuil
Verte, jaune, rouge	1,6 V
Infrarouge	1,15 V



Les LED ne supportent pas les courants trop forts. Il est donc souvent indispensable d'installer une résistance de protection en série avec les LED pour diminuer le courant qui les traverse.



Avec les valeurs ci-contre :

$$U = U_r + U_s$$

et

$$U_r = R \cdot i$$

D'où :

$$R = (U - U_s) / i$$

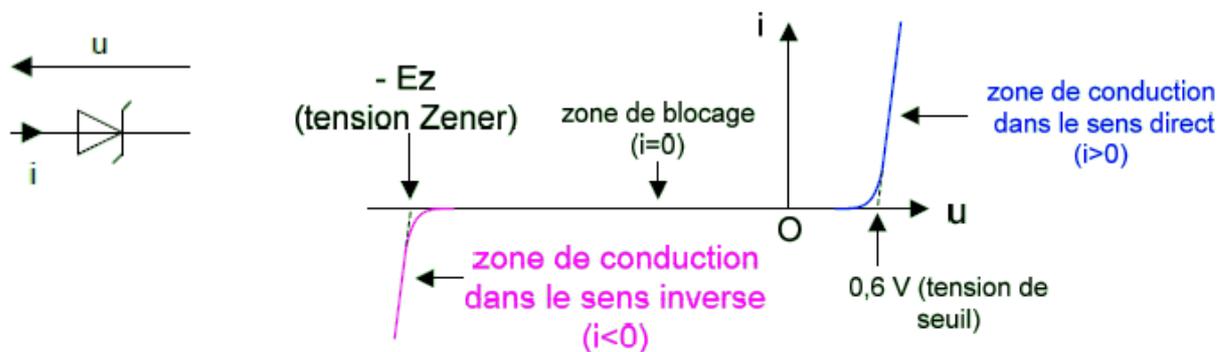
AN :

$$R = (12 - 1,6) / 0,01 = 1k\Omega$$

Pour que le courant ne dépasse pas 10mA dans la diode, il faut un résistance de protection de 1kΩ.

Les diodes Zener

Elles conduisent dans les deux sens mais avec des tensions de seuil différentes.



Les condensateurs

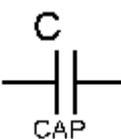
Pour des informations complètes voir : <http://etronics.free.fr/dossiers/index.htm>

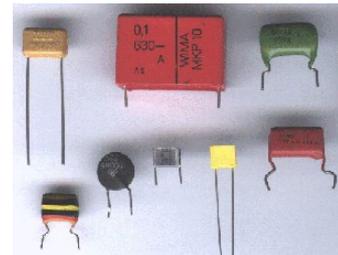
Les fonctions techniques courantes

Le condensateur est un composant électronique très courant. Il sert à emmagasiner des charges électriques pour pouvoir les restituer plus tard.

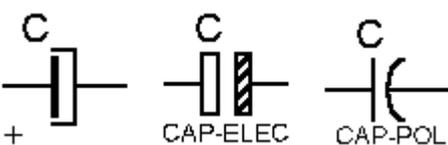
Un condensateur s'oppose aux variations de tension, il permet ainsi « d'étouffer » des pics de tension dans les circuits électroniques et les supers condensateurs peuvent remplacer les piles pour les systèmes consommant peu d'énergie électrique.

Symboles

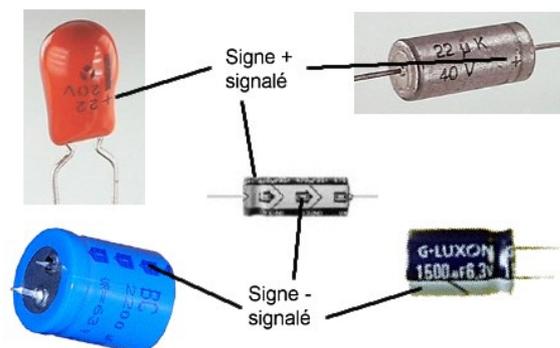
Condensateur classique : 



Condensateur à capacité variable : 

Condensateurs polarisés : 

Polarité



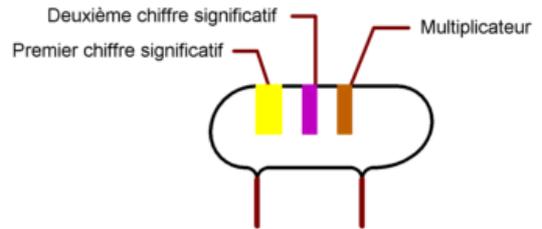
Caractérisation avec code couleur

Code couleur valeurs identiques aux résistances

Chiffres significatifs	Multiplicateur	Tolérance	Coefficient température	Tension de service
		Rien : +/- 20 %		Rien : 500 V
	Argent : x 0,01	Argent : +/- 10 %		Argent : 2000 V
	Or : x 0,1	Or : +/- 5 %	Or : + 100	Or : 1000 V
Noir : 0	Noir : x 1	Noir : +/- 20 %	Noir : 0	
Marron : 1	Marron : x 10	Marron : +/- 1%	Marron : - 30	Marron : 100 V
Rouge : 2	Rouge : x 100	Rouge : +/- 2 %	Rouge : - 80	Rouge : 200 V
Orange : 3	Orange : x 1 K		Orange : - 150	Orange : 300 V
Jaune : 4	Jaune : x 10 K		Jaune : -220	Jaune : 400 V
Vert : 5	Vert : x 100 K	Vert : +/- 5 %	Vert : - 330	Vert : 500 V
Bleu : 6	Bleu : x 1 M		Bleu : - 470	Bleu : 600 V
Violet : 7	Violet : x 10 M		Violet : - 750	Violet : 700 V
Gris : 8			Gris : - 2200	Gris : 800 V
Blanc : 9		Blanc : +/- 10 %		Blanc : 900 V

Condensateur "allongé et un peu arrondi" avec 3 bandes de couleur.

Ex : Condensateur de 470 pF

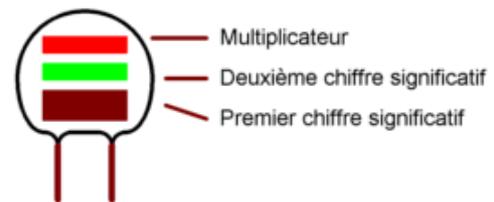


Condensateur disque avec 3 bandes de couleur

Les couleurs se lisent de bas en haut.

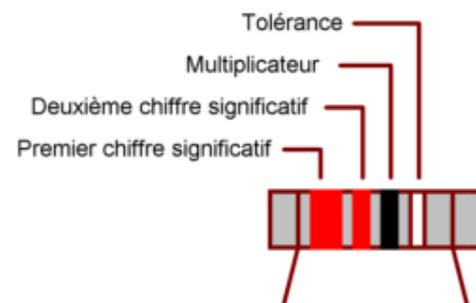
Ex : Condensateur de 1,5 nF

Attention, certains condensateurs ont une grande ressemblance physique avec celui-ci mais ont une patte prise plus haut que l'autre dans le composant. Pour ces derniers, la lecture se fait de haut en bas. En cas de doute, lire dans les deux sens, bien souvent une seule valeur normalisée ressort.



Condensateur tubulaire avec 4 anneaux de couleur

Ex : Condensateur de 22 pF, tolérance 10 %



Comportement électrique

Voir DR comportement électrique des matériaux pour voir la structure et la composition des condensateurs.

Relations

Avec la charge électrique accumulée : $C = \frac{Q}{U}$ (E1)

avec : C la capacité en Farad (F)

Q la charge positive stockée dans le condensateur en Coulomb (C)

U la tension aux bornes du condensateur

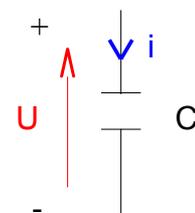
Avec le courant :

$$i(t) = C \cdot \frac{du(t)}{dt} \quad (E2)$$

avec : C la capacité en Farad (F)

u(t) la tension en Volts (V) aux bornes du condensateur à l'instant t

t le temps en secondes (s)



Comportement statique

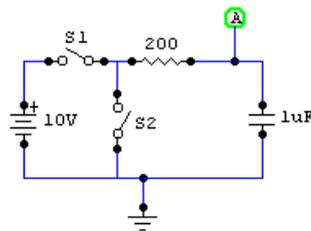
Si la tension appliquée à un condensateur est constante, le courant qui le traverse est nul. Ceci se retrouve dans l'équation (E2). En d'autres termes un condensateur bloque donc le passage d'un courant continu.

Comportement dynamique

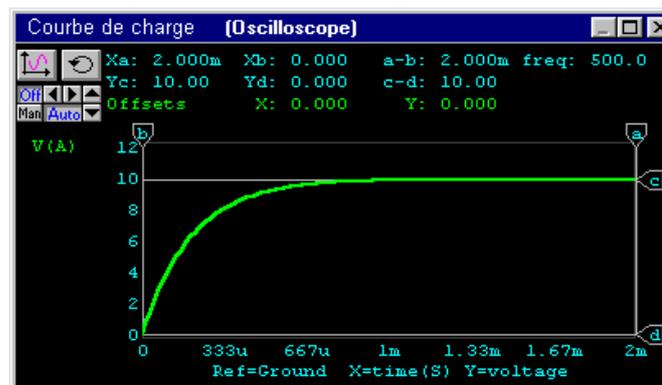
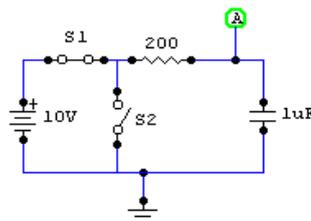
On déduit de (E2) que si la tension appliquée à un condensateur est variable alors le courant qui le traverse est proportionnel aux variations de tension. En d'autre terme un condensateur laisse passer la composante variable d'un courant et s'oppose au passage de la composante continue.

Charge et décharge d'un condensateur

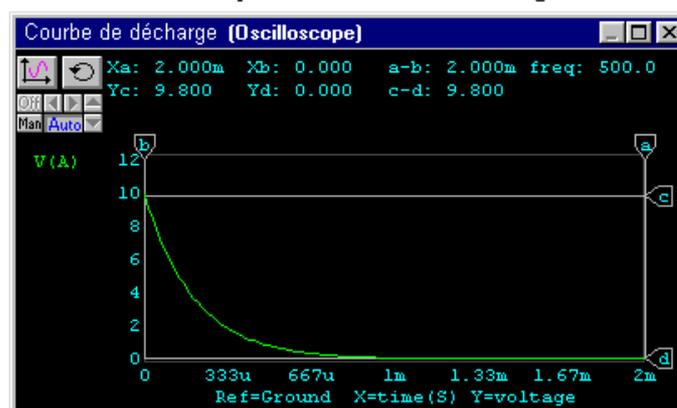
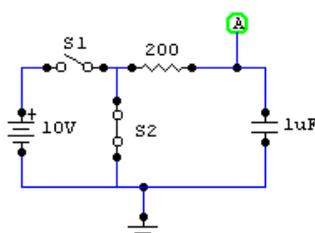
Au début S1 et S2 sont ouvert donc la tension au point A = 0



Ensuite on ferme S1 et on observe la tension qui donne la courbe de charge d'un condensateur.

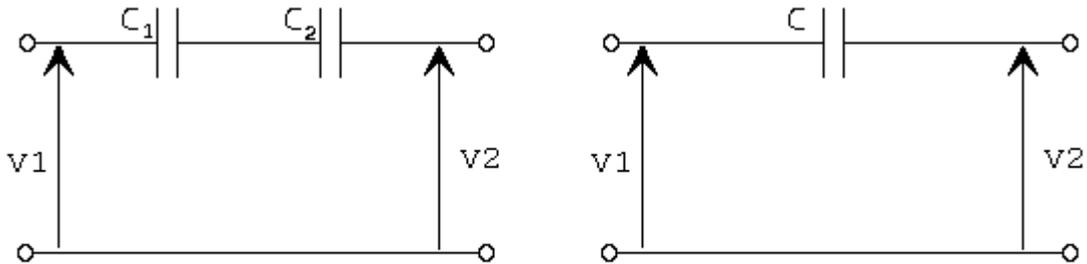


En fin si S1 est ouvert et S2 fermé on observe la tension qui donne la courbe de décharge.



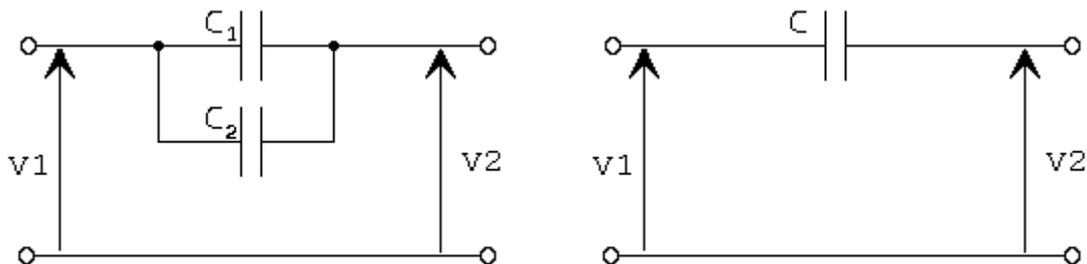
Association de condensateurs

Montage en série :



$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2}$$

Montage en parallèle :



$$C = C1 + C2$$

Aspect énergétique

Avec les mêmes grandeurs on peut calculer l'énergie E stockée dans un condensateur :

$$E = \frac{1}{2} C \cdot U^2 \quad \text{Avec E en joules (J)}$$

Les inductances

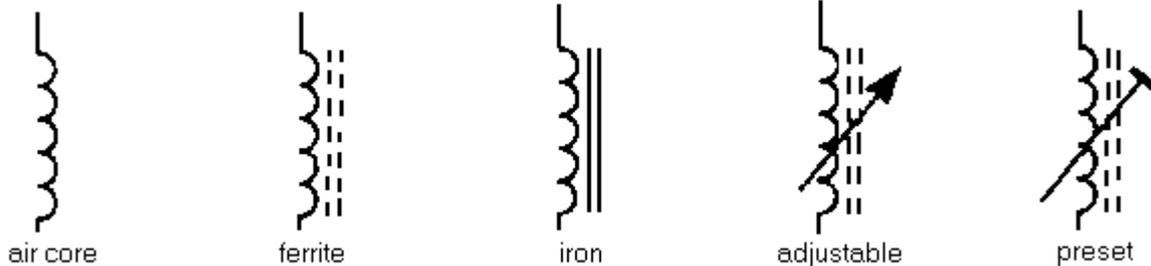
Pour des informations complètes voir : <http://etronics.free.fr/dossiers/index.htm>

Les fonctions techniques courantes

Une inductance est une bobine de fil qui peut être enroulé autour d'un noyau ferromagnétique pour concentrer le champ magnétique. Elle s'oppose aux variations de courants.



Symboles



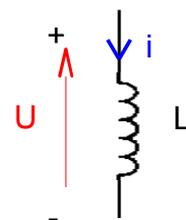
La différence entre 3 les inductances ci-dessus vient de la nature du noyau.

Comportement électrique

Équation

$$u(t) = L \cdot \frac{di}{dt} \quad (E1)$$

avec : L l'inductance en Henry (H)
 u(t) la tension en Volts (V) aux bornes de la bobine à l'instant t
 i(t) le courant à travers la bobine en ampère (A)
 t le temps en secondes (s)



Comportement statique

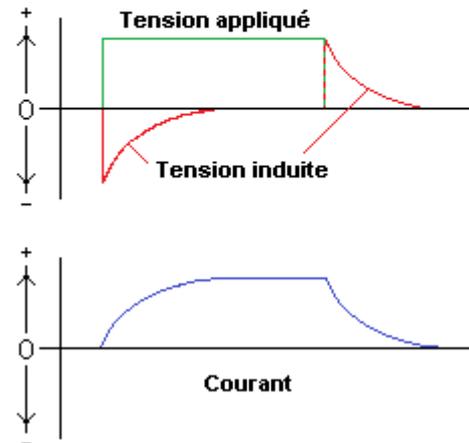
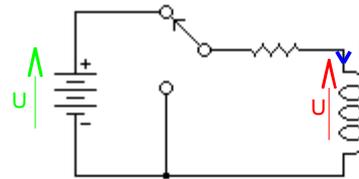
Une bobine ne perturbe pas le passage d'un courant continu de manière significative. Ce qui se retrouve dans l'équation (E1).

En continue, elle se comporte comme une résistance de faible valeur (quasiment comme un fil).

Comportement dynamique

La tension aux bornes d'une inductance est proportionnelle aux variations de courant qui la traverse. Ceci se retrouve dans l'équation (E2).

Une bobine s'oppose donc aux variations de courant mais laisse passer la composante continue. Et plus la fréquence des variations est grande et plus la tension qu'elle oppose est grande.



Caractéristiques d'un transistor

Le comportement d'un transistor est fréquemment présenté sous la forme d'un réseau de caractéristiques comme ci-dessous.

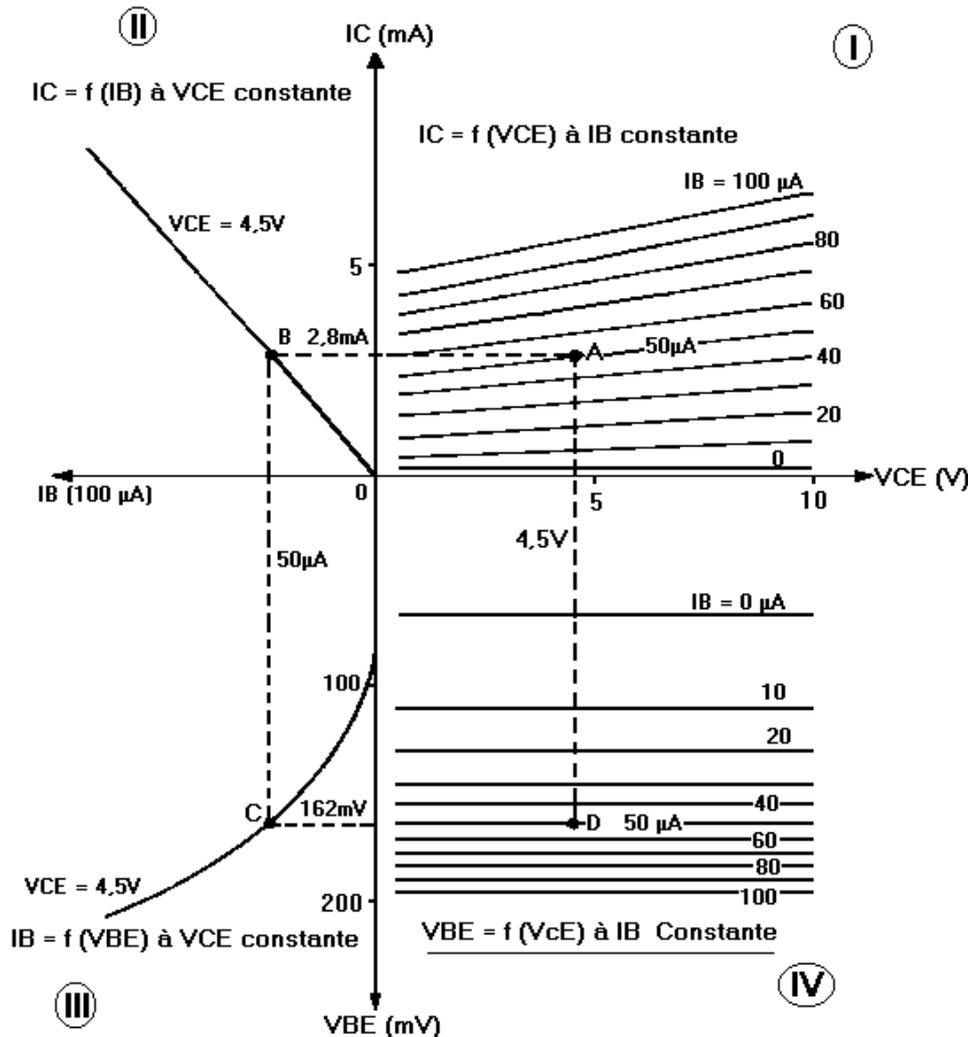
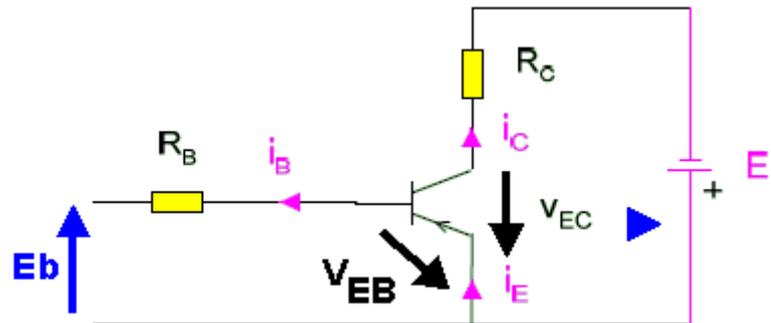


Fig. 8. - Diagramme des caractéristiques d'un transistor NPN monté en émetteur commun.

- Quadrant I : Caractéristiques de sortie. On trouve la valeur du courant de sortie I_C en fonction de la tension de sortie V_{CE} et cela à courant de base constant. On écrit : $I_C = f(V_{CE})$ à $I_B = \text{constante}$.
- Quadrant II : Caractéristiques de transfert. Permet de trouver le courant de sortie I_C en fonction du courant d'entrée I_B , à tension de sortie V_{CE} constante. On écrit : $I_C = f(I_B)$ à $V_{CE} = \text{constante}$.
- Quadrant III : Caractéristiques d'entrée. On y obtient la valeur du courant d'entrée I_B en fonction de la tension d'entrée V_{BE} à tension de sortie $V_{CE} = \text{constante}$. On écrit : $I_B = f(V_{BE})$ à $V_{CE} = \text{constante}$.
- Quadrant IV : Caractéristiques de réaction. Ces caractéristiques permettent de déterminer le rapport de réaction, c'est-à-dire l'influence de la tension de sortie V_{CE} sur la tension d'entrée V_{BE} , à courant de base I_B constant. On écrit : $V_{BE} = f(V_{CE})$ à $I_B = \text{constante}$.

Fonctionnement d'un PNP :

Le fonctionnement d'un PNP est analogue à celui d'un NPN aux signes près.



Si $E_b < 0V$ alors la base est mise à un potentiel électrique $V_{BE} < 0V$, l'émetteur et le collecteur sont connectés. Le transistor est dit passant.

Si au contraire, $E_b > 0V$ alors la base est mise à un potentiel $V_{BE} > 0V$, le circuit entre l'émetteur et le collecteur est ouvert. Le transistor est dit bloqué.

Typologie et brochage des transistors

Broches	Boîtier	Références
	 TO18	BC107..9, BC177..9, BC377..8, BF120, 2N914, 2N2222, 2N2906..7
	 TO220	BD201..4, BD239..42, BD645..52, BU104..9, BU180, BUX84..5, TIP29..66, TIP100..162, 2N6129, BDX33
	 TO92	BC167..9, BC257..9, BF422..3, 2N3702..11, 2N4058..62, 2N5209..10, 2N5219..28
	 TO92-A	BC170..4, BC182..4, BC237..9, BC307..9, BC327..8, BC337..8, BC41..6, BC546..50, BC556..60, BF314, BF414, 2N3646, 2N5134, 26000..25

Les transistors à effet de champ

Il s'agit de faire varier dans de grandes proportions la résistance d'un semi-conducteur par application d'un champ électrique de commande.

Ce champ électrique est créé par une tension appliquée entre la grille et la source (V_{GS}).

Il existe deux types de transistor à effet de champ (TEC) :

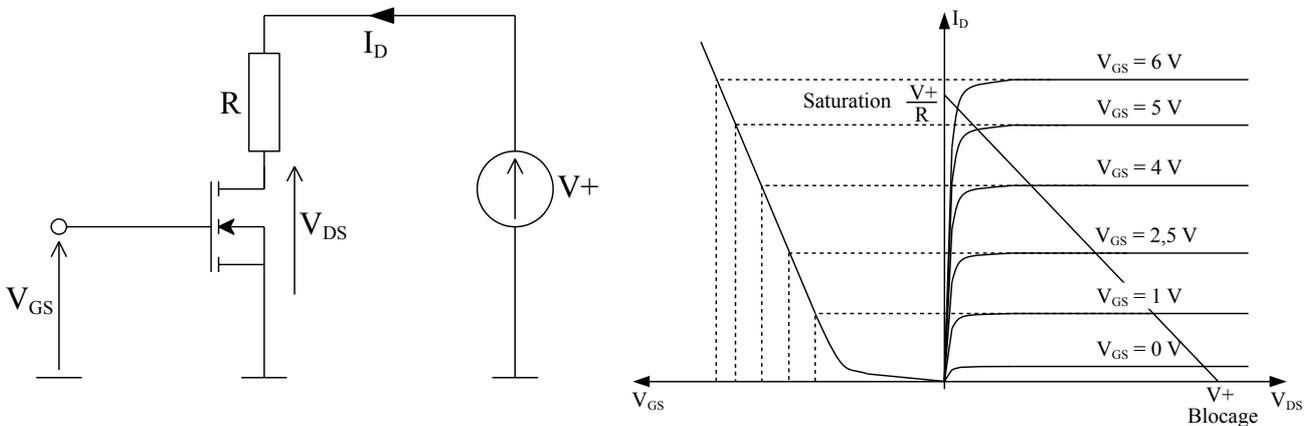
- le transistor à effet de champ à jonction (JFET : Junction Field Effect Transistor),
- le transistor à effet de champ à grille isolée (IGFET : Insuled Gate FET ou MOSFET : Metal Oxyde Semiconductor FET).

Dans les deux cas, on distingue deux types de transistor à effet de champ : canal N et canal P.

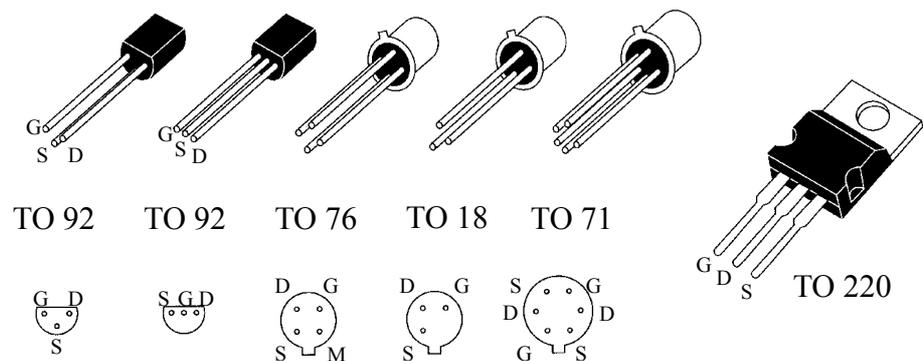
Symbole

TRANSISTOR FET		TRANSISTOR MOSFET	
Canal N	Canal P	Canal N	Canal P

Caractéristiques électriques $I_D = f(U_{DS})$ d'un transistor MOSFET canal N



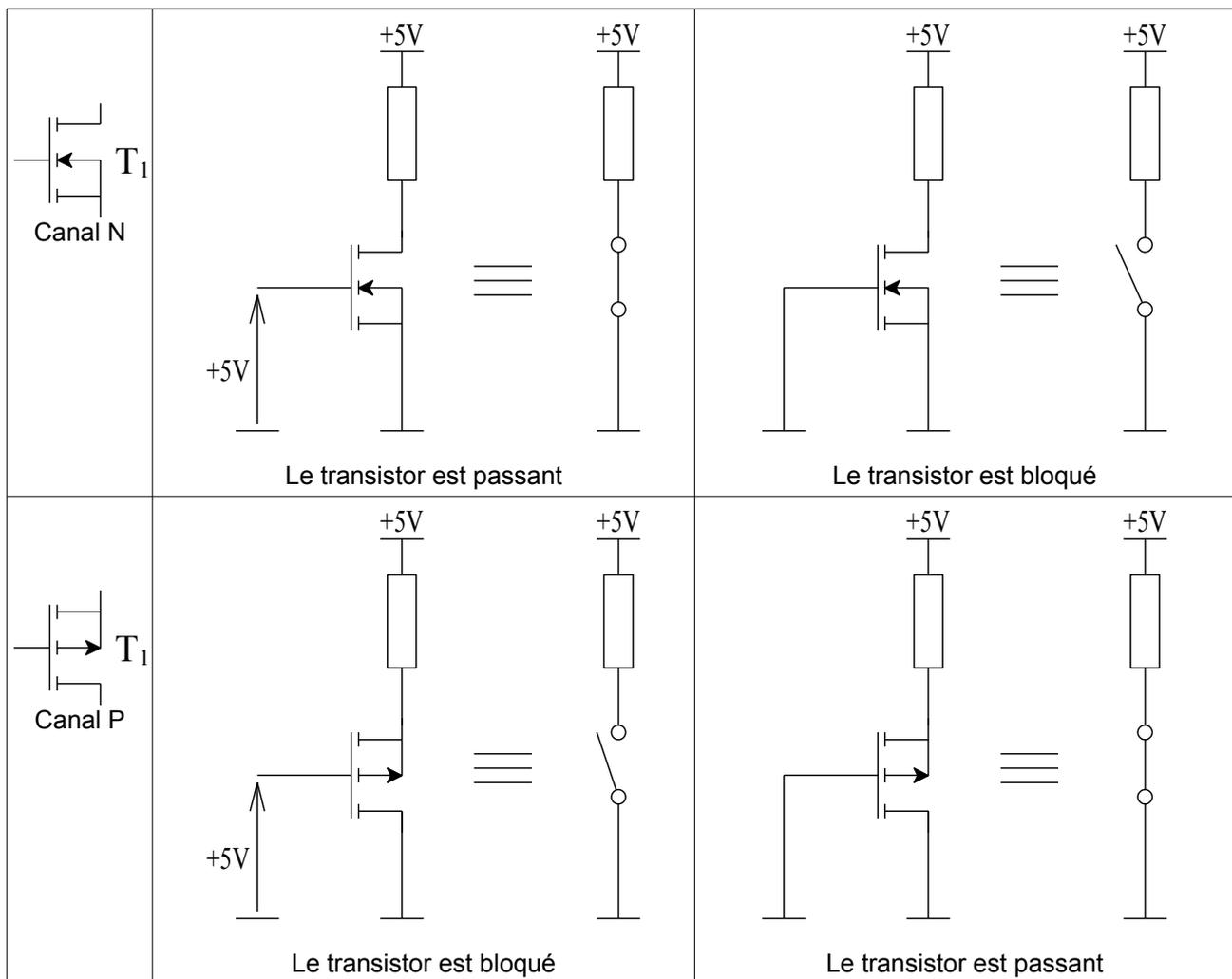
Boîtiers typiques



Intérêt des transistors à effet de champ

- Dans les montages amplificateurs : la résistance grille/source permet de réaliser des amplificateurs à fortes résistances d'entrées.
- Dans les montages en commutation : la résistance élevée à l'état bloqué (plusieurs $M\Omega$), la résistance faible à l'état passant ($< 1 \Omega$) et l'énergie de commande très faible.
- Dans les montages fonctionnant en haute fréquence : ils produisent moins de bruit et moins de distorsions que les transistors bipolaires.

Fonctionnement en commutation

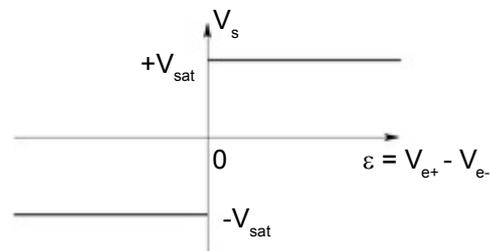


Comportement en mode saturé

La présence d'un gain différentiel infini implique que la moindre différence de potentiel entre les deux entrées de l'amplificateur l'amènera à saturer.

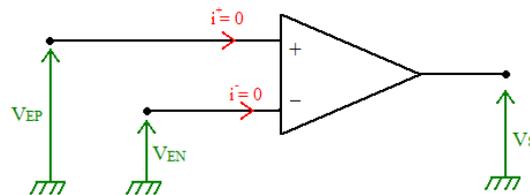
Dans ce mode, il n'a donc que deux valeurs de sortie possibles :

$$\begin{aligned} +V_{\text{sat}} & \text{ si } \varepsilon > 0 \\ -V_{\text{sat}} & \text{ si } \varepsilon < 0 \end{aligned}$$



Montage comparateur

Le signe de V_s permet de savoir si V_{EP} est inférieur ou supérieur à V_{EN} .



Comportement en mode linéaire

Si l'on ne désire pas que la tension de sortie de l'amplificateur soit uniquement limitée à $\pm V_{\text{sat}}$ suivant le signe de la différence de potentiel entre les deux entrées de l'amplificateur, l'utilisation d'une contre-réaction négative est obligatoire.

La contre-réaction sur l'entrée inverseuse (ou contre-réaction négative) d'un AOP permet de soustraire une partie du signal de sortie au signal d'entrée de l'amplificateur. On parle alors de mode linéaire car on peut faire varier la tension de sortie entre $\pm V_{\text{sat}}$ suivant la tension appliquée en entrée de l'amplificateur.

En mode linéaire $\varepsilon = 0$.

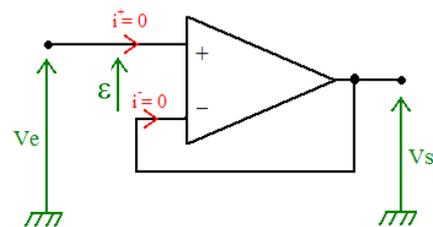
Ci-dessous sont donnés les montages courants en mode linéaire.

Montage suiveur

$$V_s = V_e$$

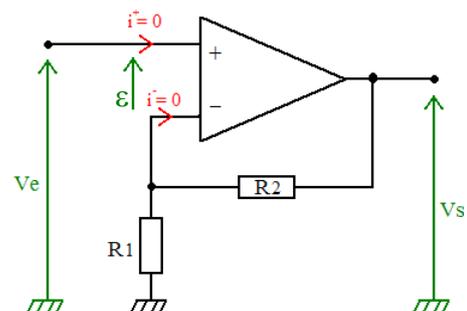
La résistance d'entrée du montage est infinie donc le courant d'entrée est nul.

Le suiveur permet de prélever une tension sans la perturber.



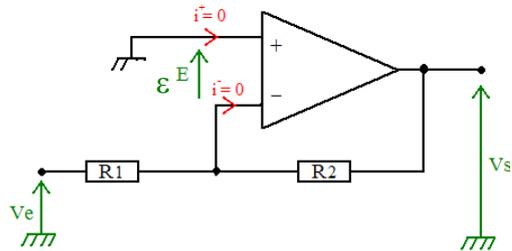
Amplificateur de tension non-inverseur

$$V_s = V_e \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$



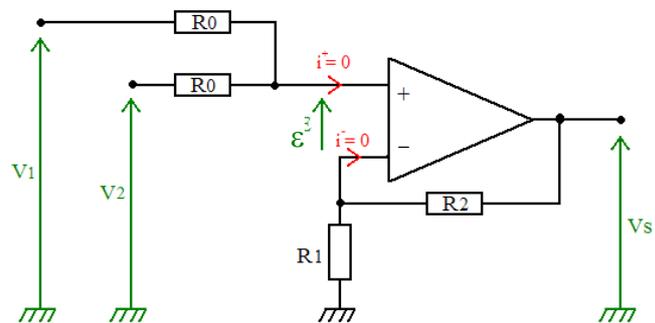
Amplificateur inverseur

$$V_s = -V_e \cdot \left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$



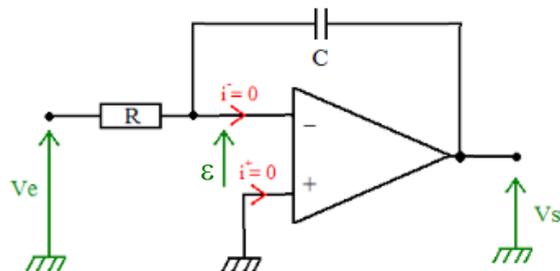
Additionneur non-inverseur

$$V_s = \left(\frac{R_1 + R_2}{2R_1}\right) \cdot (V_1 + V_2)$$



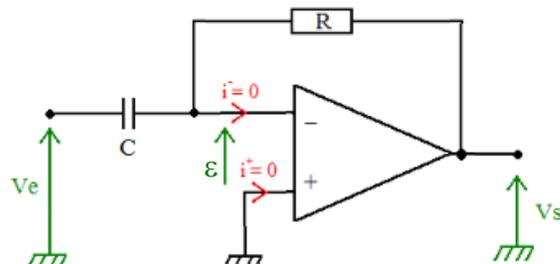
Intégrateur

$$V_s(t) = -\left(\frac{1}{RC}\right) \int V_e(t) dt$$



Dérivateur

$$V_s(t) = -RC \frac{dV_e(t)}{dt}$$



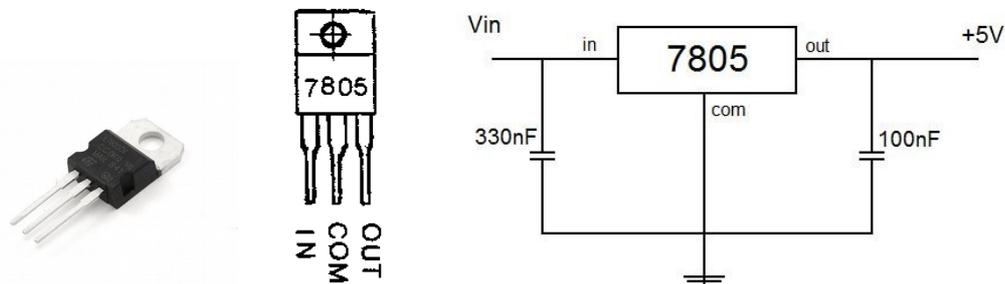
Régulateur de tension (Regulators)

Un régulateur de tension intégré est un composant à semi-conducteur dont le rôle consiste à rendre quasi continue une tension qui présente une ondulation (issue d'un pont redresseur, par exemple) et à stabiliser sa valeur.

Cette régulation s'opère en amont et en aval: en amont car la tension d'entrée V_{in} peut fluctuer et en aval car la charge branchée aux bornes de V_{out} peut elle aussi varier (variation du courant débité).

On trouve également des régulateurs fournissant des tensions positives ou négatives (pour l'alimentation symétrique d'un AOP, par exemple).

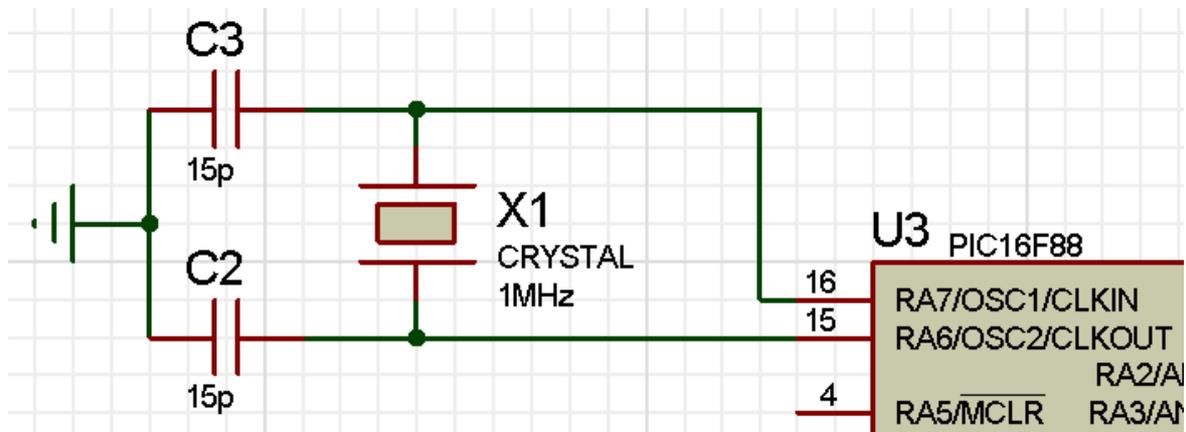
Nota: la tension d'entrée V_{in} doit toujours être supérieure de 2 à 3 V à la tension de sortie V_{out} : 7 V pour un 7805, 27 V pour un 7824... La différence correspond à la chute de tension interne (V_{drop}).



Quartz (Crystal)

Dans le cas d'utilisation d'un oscillateur externe, le quartz est très précis. Il en existe avec différentes fréquences :

1, 2, 4, 10, 19,661, 20 MHz



Micro-contrôleur (microprocessor)

Les PIC disposent de plusieurs technologies de mémoire de programme ROM : EPROM, EEPROM, UVPROM, flash.

Leurs noms se composent de 2 chiffres + 1 ou 2 lettres + un nombre.

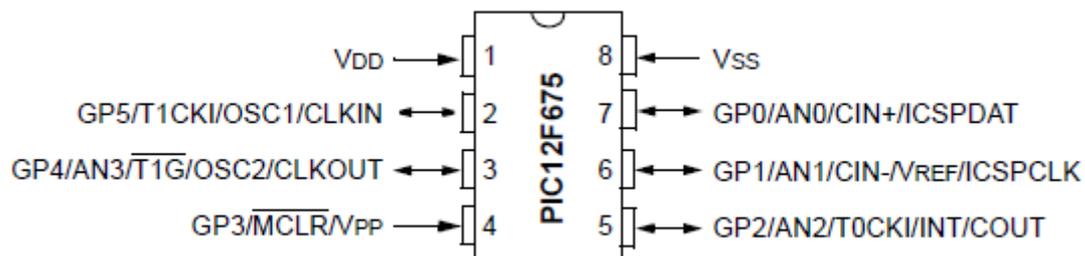
Exemple :

16F84 => 16 est le type de processeur, F est le type de mémoire flash, 84 est la version du PIC.

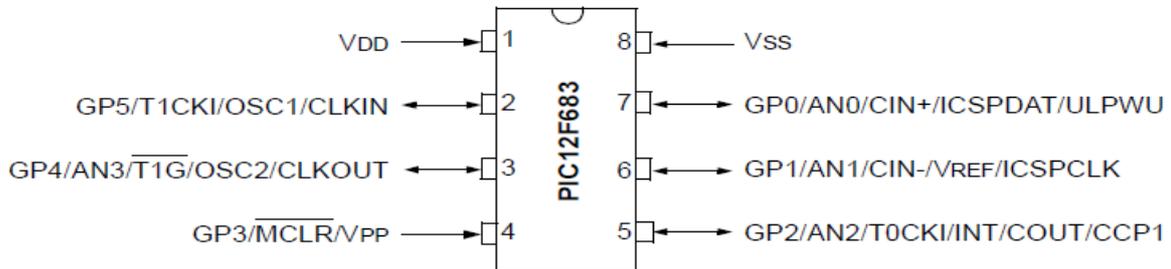
Quelques PIC :

Type	Mémoire programme	RAM	Broches	I/O pin	Max CPU speed MHz	Com.	A/D pin	PWM CCP1	INT	TMR
12F675	1,75 Kb	64 Ko	8	6	20	0	4	0	1	1-8 bit 1-16 bit
12F683	3,5 Kb	128 Ko	8	6	20	0	4	1-CCP	1	2-8 bit 1-16 bit
16F88	7 Kb	256 Ko	18	16	20	1 USART 1 SSP	7	1-CCP	1	2-8 bit 1-16 bit
16F886	14 Kb	256 Ko	28	25	20	1 USART 1 SSP	11	1-CCP 1-ECCP	1	2-8 bit 1-16 bit
16F777	14 Kb	368 Ko	40	36	20	1 USART 1 SSP	14	3-CCP	1	2-8 bit 1-16 bit

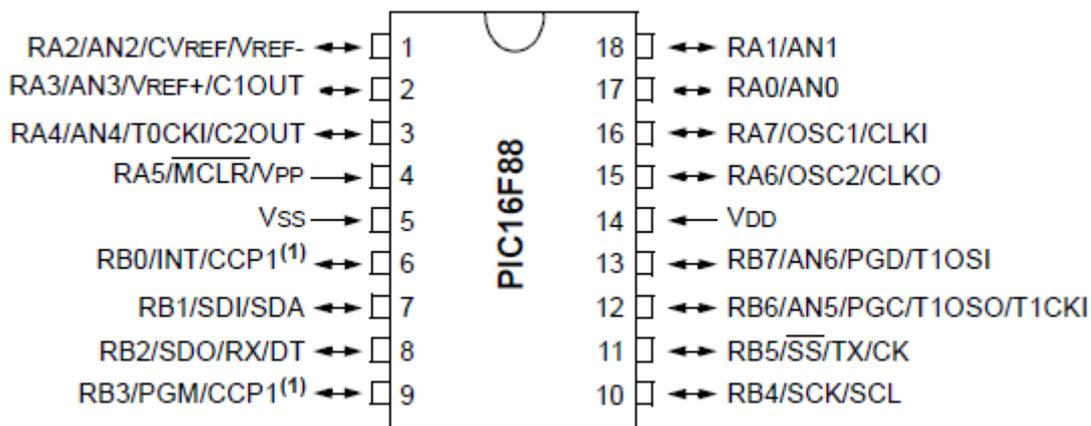
12F675



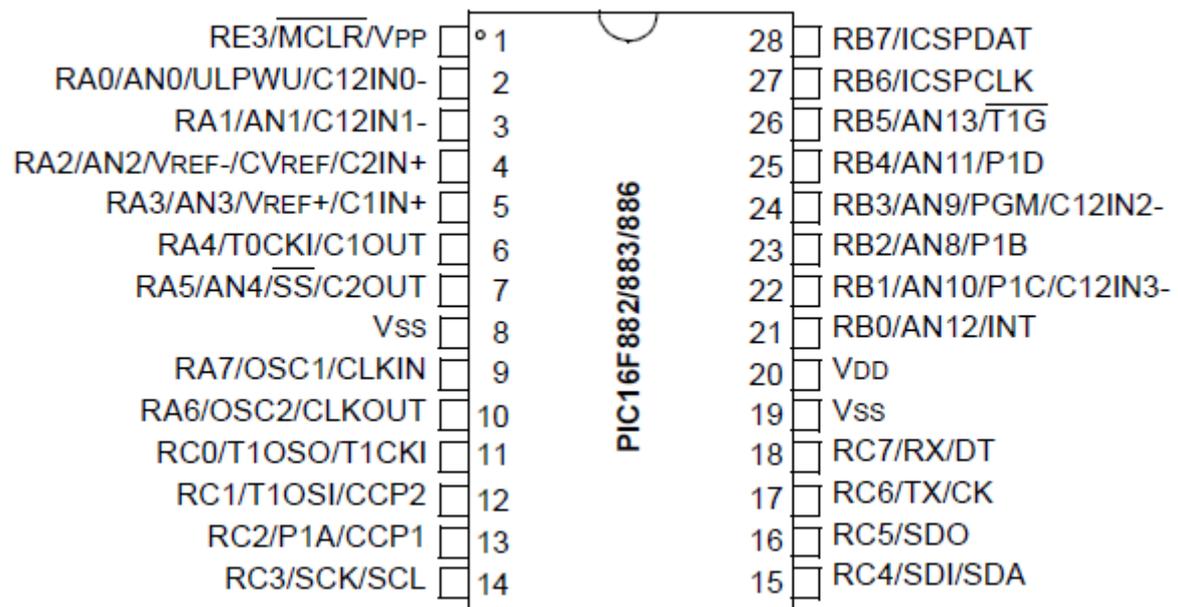
12F683



16F88



16F886



16F777

