Chapter 1

Courants continus.

1.1 Loi D'Ohm et résistances.

1.1.1 Enoncé de la loi.

$$U = RI$$

R est la résistance qui s'oppose au passage du courant électrique (voir modèle de la résistivité plus loin), R se calcule en Ohm.

Lintensité du courant électrique notée I se calcule en ampères (A) ou Coulomb (Cb) par seconde.

L'ampère est un nombre délectrons par seconde: 1A=1Cb/sec, la charge électrique Q est mesurée en Coulomb, la charge de l'électron vaut $1.610^{-19}Cb$.

U est la tension (ou différence de potentiel).

Pour comprendre la notion de potentiel; électrique, on peut faire un parallèle avec la notion de potentiel gravitationnel.

On travaille dans le système MKSA (Mètre, Kilogramme, Seconde, Ampère).

1.1.2 Résistivité.

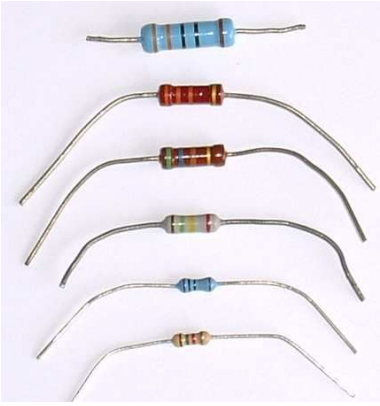
$$R = \frac{\rho l}{S}$$

où ρ est la résistivité du matériau utilisé (carbone par exemple), R la résistance du composant; l sa longueur (l = longueur du fil en m) et S sa section.(S = section (surface) du fil en m^2)

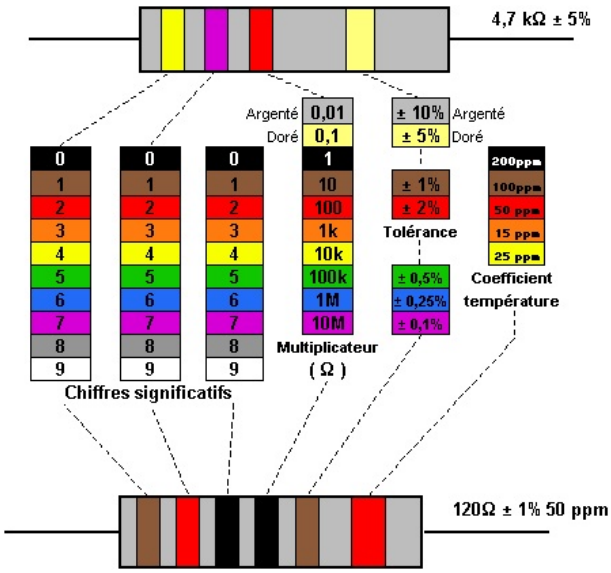
$\rho_{carbone} = 32\ 10^{-6}\Omega m$

$\rho_{cuivre} = 17\ 10^{-9}\Omega m$

Résistances.



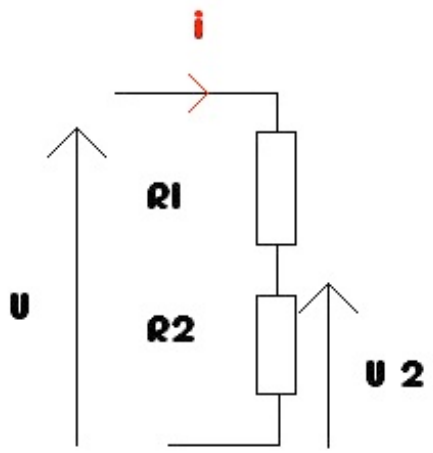
Les résistances que nous utiliserons au laboratoire sont constituées de carbone enrobé dans un isolant sur lequel est imprimé un code standard de couleurs permettant de repérer leur valeur et leur précision.



1.1.3 Résistances en série - diviseur de tension.

$R_tot = R_1 + R_2$ $U = U1 + U2$ $U = R_tot.I$ $U = (R_1 + R_2).I$ $U_1 = R_1.I$ $U_2 = R_2.I$

Exemple: diviseur de tension



$U = (R_1 + R_2).I$

$U_2 = R_2.I$

$U/U_2 = ((R_1 + R_2).I)/R_2.I = (R_1 + R_2)/R_2$

$U_2 = U.R_2/(R_1 + R_2)$

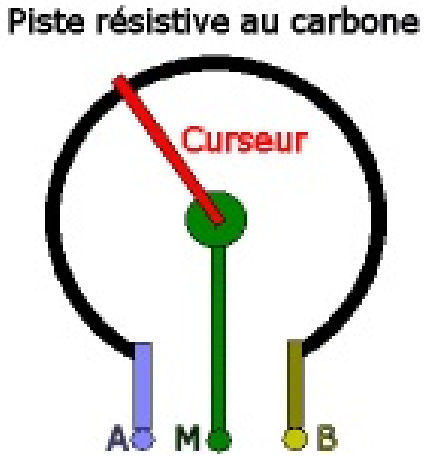
Cas particulier: $R_1 = R_2$

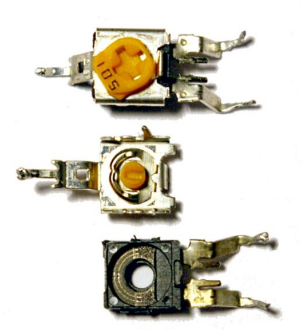
$U_2 = U.R_1/2R_1 = U/2$

Autre cas particulier: $R1 = 2R_2$

$U_2 = U.R_2/(2R_2 + R_2) = U/3$

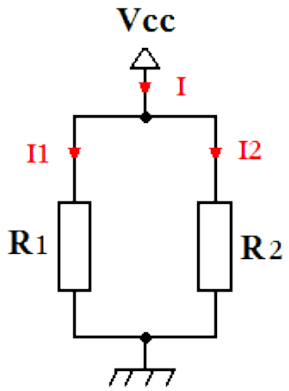
Résistance variable (potentiomètre)





Le potentiomètre constitue une mise en application du pont diviseur de tension.

1.1.4 Résistances en parallèle.



Formule: $1/R_1 + 1/R_2 = 1/R_{tot}$
Mais cela marche quel que soit le nombre de résistances.
U = 5V $U = R_1 I_1$ $U = R_2 I_2$ $U = R_{tot} I_{tot}$
$I_{tot} = I_1 + I_2$
En particulier (cas simple): prenons $R_1 = R_2$
$U = R_1 I_1 = R_2 I_2$ où R2 = R1
$R_2 I_1 = R_2 I_2$ $I_1 = I_2$
Comme $I_{tot} = I_1 + I_2$
$I_{tot} = 2I_2$
$I_{tot}/2 = I_2$
Donc si $R_1 = R_2$ alors$I_1 = I_2 = I_{tot}2$
$U = R_{tot} I_{tot} = R_{tot} 2I2$
$U = R_2 I_2$
$R_{tot} = 2I_2 = U = R_2 I_2$ $R_{tot} = R_2/2 = R_1/2$
Donc quand je mets 2 résistances de même valeur ($R_1 = R_2$) en parallèle, j'obtiens une résistance qui vaut la moitié de la valeur.
Si $R_1 = R_2$
$1/R_1 + 1/R_2 = 1/R_1 + 1/R_1 = 1/R_{tot}$
$2/R_1 = 1/R_{tot}$
$R_{tot} = R_1/2$

1.1.5 Voltmètre.

1.2 Puissance et énergie.

Puissance P se calcule en Watt (W)
$P = UI = RI^2 = U^2/R$
Energie E se calcule en Joule (J)
W = F . d (force . déplacement)
1 W = 1 J/sec
En mécanique/gravitation: $F = (G.m_1.m_2)/r^2$

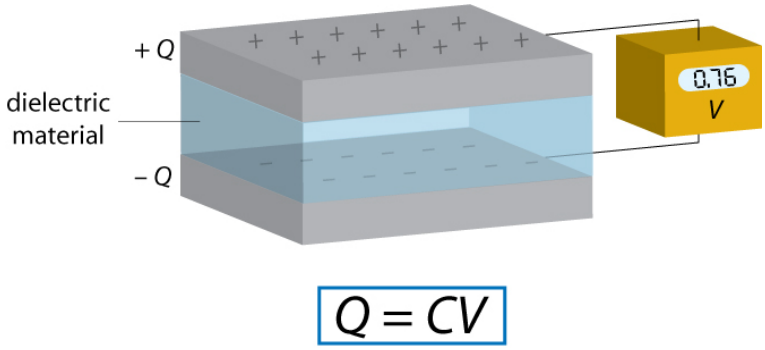
En électromagnétisme: $F = (k.q_1.q_2)/r^2$
avec $k = 1/(4.\pi.10^-7)$
Champ électrique: $E = k.q/r^2$
Energie (travail) $W = k.qq/r$
Potentiel $U = k.q/r$
$W = q.U$
si q = e-
réponse en eV (électron-volt) ou J

$$P = RI^2$$

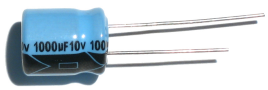
Avec résistances 1/4W = 0,25W
$0,25 = P = R.I^2 = 10.I^2$
Uout = 5 = R . I = 10 . I . I = 5/10 = 0,5A
$SiI = 0,5AetR = 10\Omega$: P = R I2 = 10.(0,5)2 = 10 . 0,25 = 2,5W
La résistance va donc brûler!
Quel est le courant I maximal possible sans que la résistance ne brûle?
$P = 0,25 = 10I20,25/10 = I^2$
I = 0,158A

1.3 Condensateurs.

1.3.1 Capacité du condensateur.



On a une accumulation de charges (si on a soumis le dispositif à une DDP U)
Si on note cette charge: Q
On a alors: Q = C .U
avec $C = \epsilon_0\epsilon_r S/d$
la capacité du condensateur en Farad (F).



avec:
S = la surface des plaques du condensateur
d = la diistance séparant les deux plaques du condensateur
ϵ_0 la permittivité électrique du vide
ϵ_r la permittivité relative du matériau (diélectrique) situé entre les plaques
Exemples: $\epsilon_r = 1$ pour le vide (la valeur est à peu près la même pour lair)
$\epsilon_r = 26$ pour le tantale

1.3.2 Energie du condensateur.

$W = CU^2/2$
donne l'énergie stockée dans le condensateur.

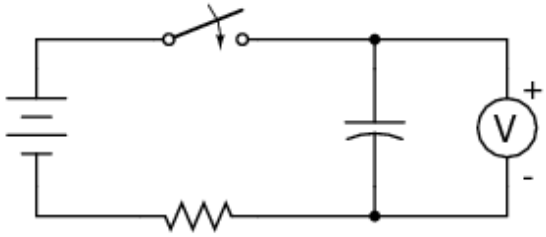
1.3.3 Condensateurs en parralèle.

$Ctot = C_1 + C_2 + \ldots$

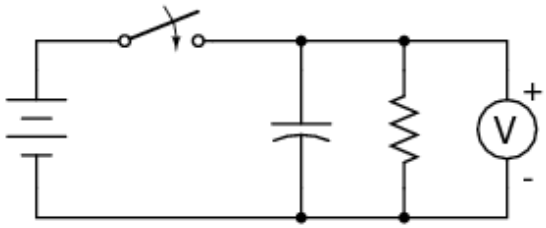
1.3.4 Condensateurs en série.

$1/Ctot = 1/C_1 + 1/C_2 + \ldots$

1.3.5 Charge .



Charging circuit



Discharging circuit

Au départ, le condensateur n'est pas chargé
$I(t) = dQ(t)/dt = Q'(t)$(dérivée par rapport au temps)
I(t) = intensité du courant (Cb/sec) et $Q(t) = charge(Cb)$
$U = R.I(t) + U_c(t) = RC.U_c'(t) + U_c(t)$ (1)
équation différentielle dordre 1 (dérivée 1ère) en t pour $U_c(t)$

Solution: $U_c(t) = U(1 - -e(-t/RC))$ (*)

$R.I(t)$: aux bornes de la résistance. $U_c(t) = U$ aux bornes du condensateur. $\tau = RC$ = constante de temps.

Rem: on montrera aux séances dexercices que lexpression (*) pour Uc(t) est bien solution de léquation (1)

Si t = 0: $Uc = 0(e - \infty = 1/e\infty = 0)$ au départ,$U_c = 0$ Si t = infini: $Uc = U$ après avoir attendu suffisamment longtemps, $U_c = U$ Si t = RC: $U_c = 2/3U$

Détails de calcul: $RI(t) = RQ'(t) = RCU_c'(t)$

1.3.6 Décharge .

Au départ, le condensateur est chargé

$U_c(t) = R.I(t)$

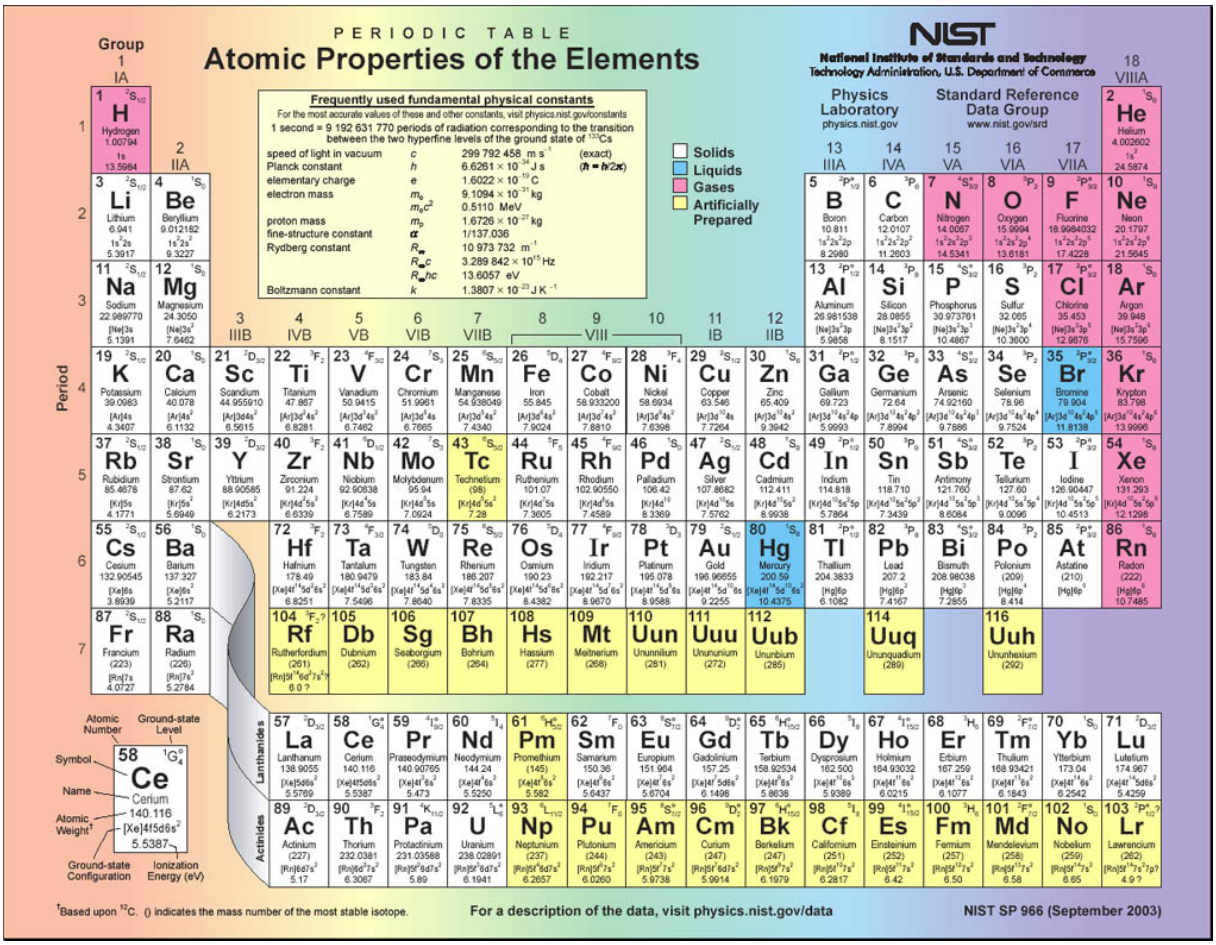
$U_c(t) = RCdU_c(t)/dt$

Solution: $U_c(t) = Ue(-t/RC)$

Notes du graphique: Si t = 0: $U_c(t) = U$ Si t = infini: $U_c(t) = 0$ Si t = RC: $U_c(t) = U/3$

1.4 Semi-conducteurs.

1.4.1 Jonction et diode.

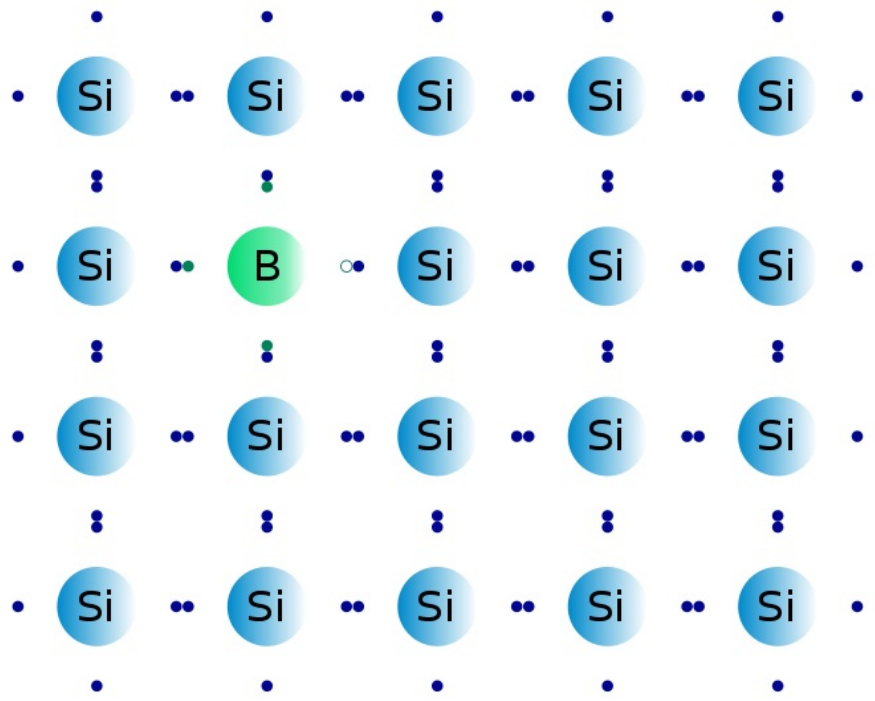


Les semi-conducteurs sont des éléments sutués dans la colonne IV du tableau périodique (Ge, Si ...) ou des composés formés avec des éléments des colonnes III et V par exemple tels que AsGa l' Arséniure de Gallium. A temperature ambiante, leur conductivité est faible.

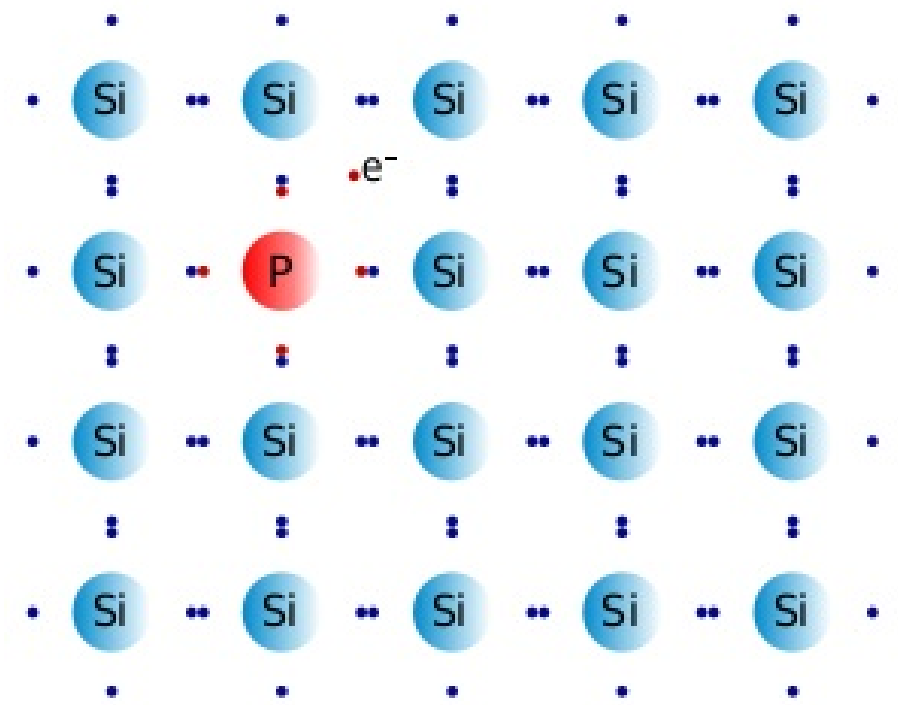
De nos jours, on utilise principalement le Silicium comme substrat, pour obtenir les composants électronique (la diode est le composant le plus simple), on va doper differentes zones du silicium pour obtenir des zones dites P ou N.

Le dopage st une opération qui consiste a introduire des atomes étrangers à titre d'impureté (un atome d Aluminium par exemple pour un million d'atomes de Silicium).

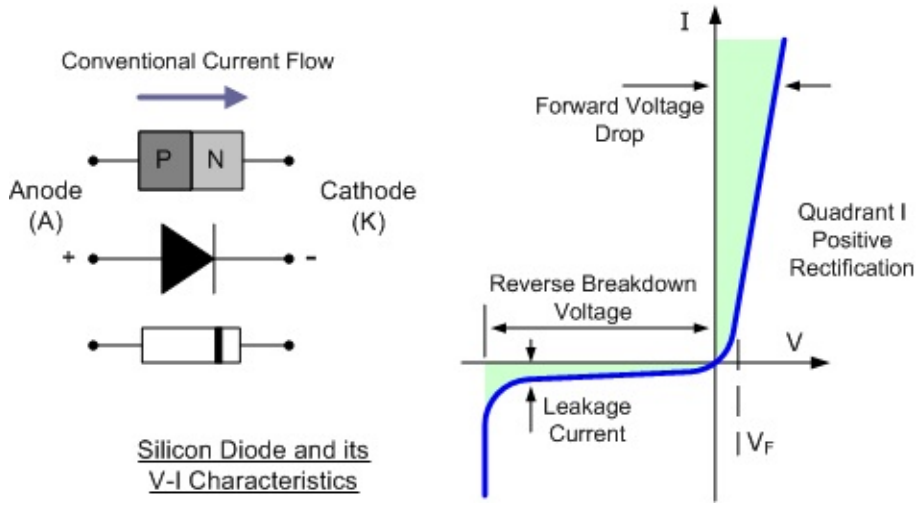
Si on dope à l'Aluminium, au Gallium, au Bore .... (éléments de la colonne 3), on aura de-ci de-là, des "trous" ou absence d'électrons, on obtient ainsi une zone dite P.

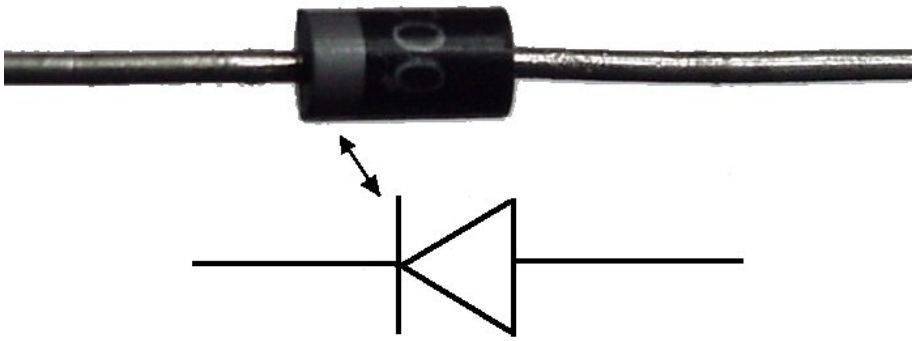


Si on dope au Phosphore, à l'Arsenic .... (éléments de la colonne 5), on aura de-ci de-là, des électrons en excès, on obtient ainsi une zone dite P.



Une diode est constituée de deux zones N et P accolées, on parle de jonction PN, le symbole et le sens de branchement sont indiqués ci-dessous. Un graphe nous montre que la diode conduit essentiellement dans un sens (a condition de dépasser une tension de seuil dépendant du matériau utilisé) , le courant en sens inverse est petit sauf pour une tension donnée où l'on a un effet d'avalanche, c'est le principe de la diode Zener (voir plus loin).

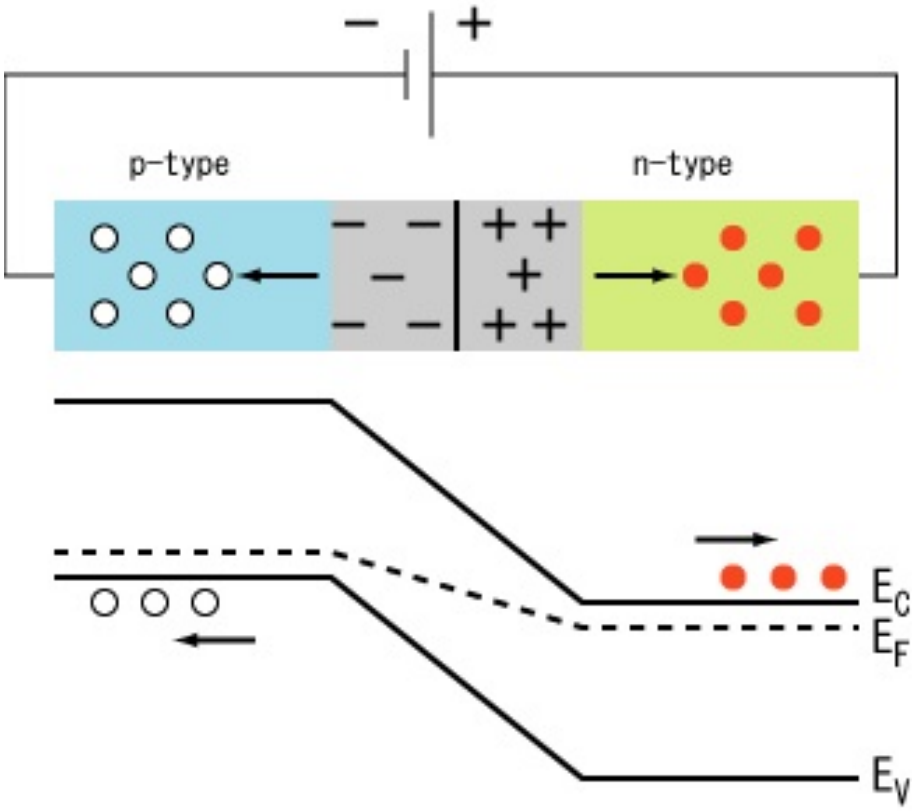




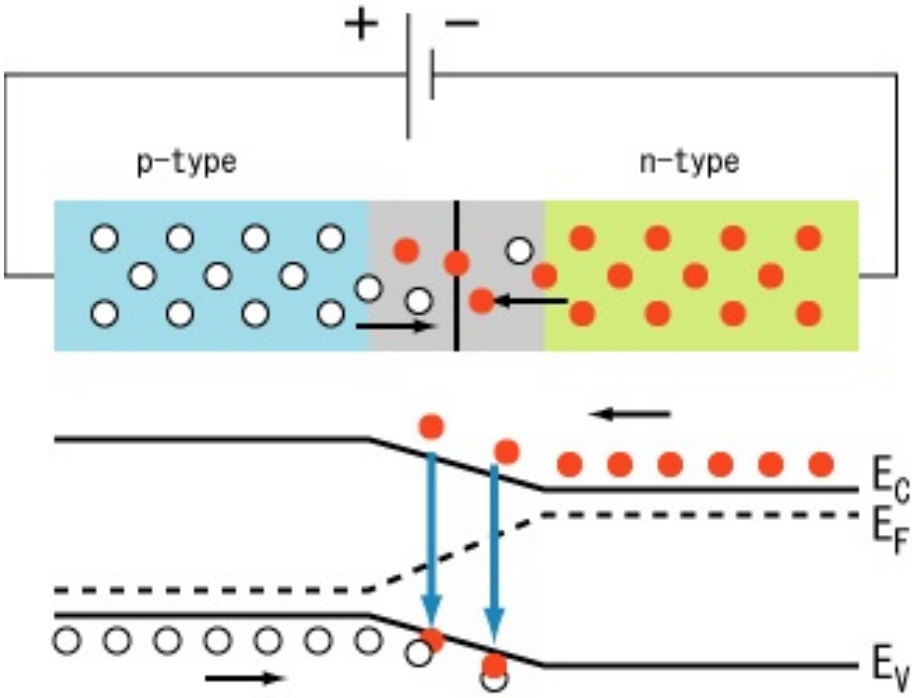
Fonctionnement.

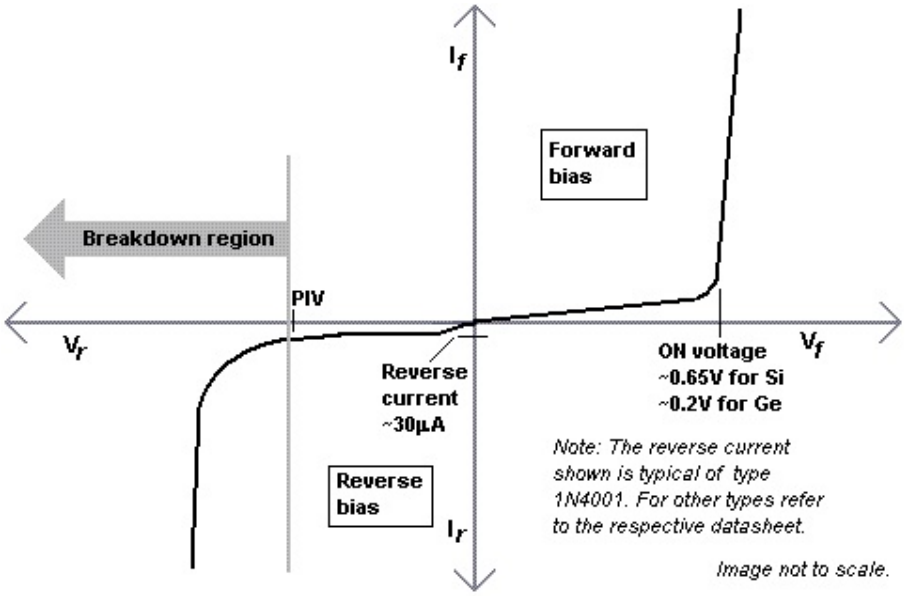
L'(ad)jonction des zones N et P entraîne l'apparition d'une zone vide de porteurs de charge (depletion zone en a nglais) et d' une barrière de potentiel.

Lorsqu'on polarise la jonction (junction en anglais) dans le sens dit inverse (reverse en anglais), la zone vide de porteurs de charge s'agrandit ainsi que la barrière de potentiel le courant ne passe pratiquement pas le schéma ci-dessous permet de comprendre pourquoi: les porteurs de charges sont attirés par les pôles (de la pile) et on se retrouve au sein de la diode avec une large zone centrale pratiquement vide de porteur de charge.



Lorsqu'on polarise la jonction (junction en anglais) dans le sens direct (forward), le courant passe dès que la tension dépasse un certain seuil, le schéma ci-dessous permet de comprendre pourquoi: les porteurs de charges sont repoussés par les pôles (de la pile) et la zone vide de porteurs de charge se réduit (depletion zone)

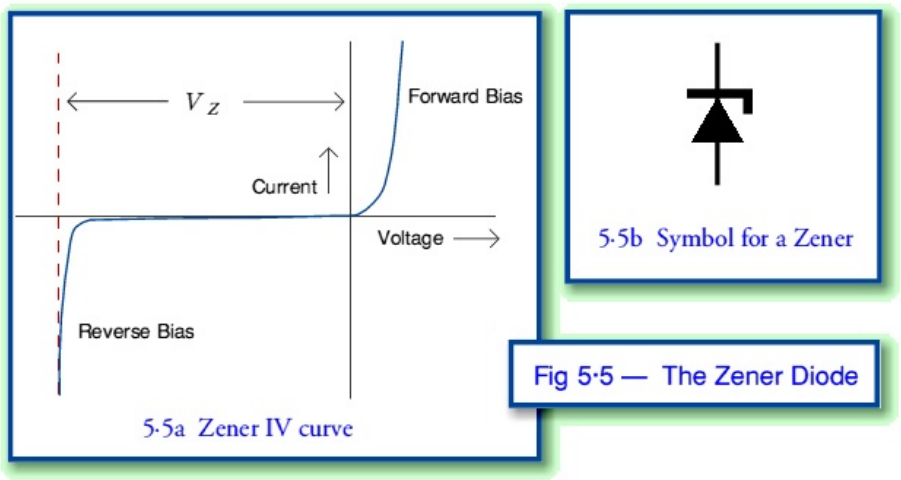




Tant qu'une certaine tension dite de seuil nest pas atteinte, l'intensité dans le sens direct est petite.

Rem: U_seuil vaut 0,3V pour le Ge et 0,7V pour le Si.

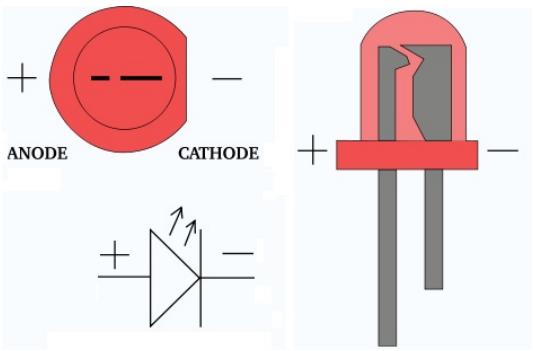
Diodes Zener.



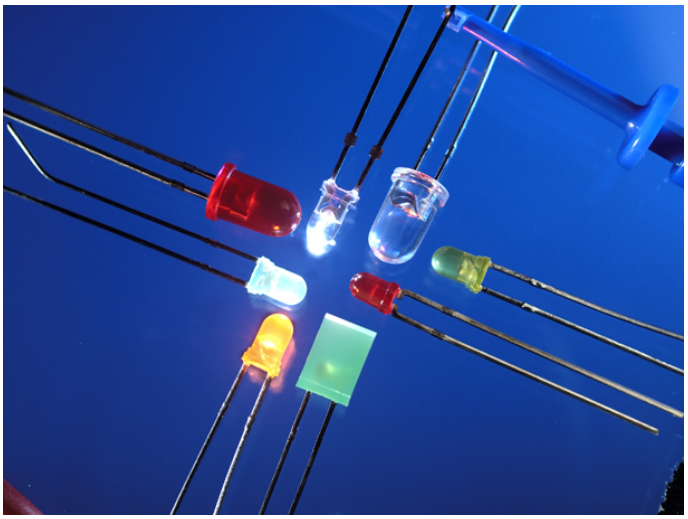
La diode Zener est montée en inverse, le courant est donc faible sauf à la tension dite de Zener (Uz), pour laquelle lintensité monte brusquement.

LED

Les LED(Light Emiting Diode) sont polarisées dans le sens direct; Useuil = + - 2V dépendant du matériau utilisé.



Fabriquées par exemple avec du GaP pour les Leds vertes.



Pourquoi les diodes émettent selon des couleurs différentes? La couleur percue par l'être humain dépend la fréquence . Le fonctionnement de la LED repose sur le principe (quantique) de l'effet photoélectrique.

$Energie = h.f$

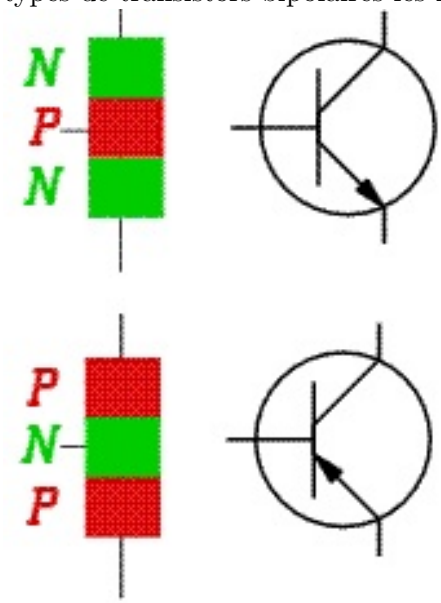
avec f la fréquence de la lumière émise et h = la constante de Planck

l'énergie est celle correspondant au changement dorbite électronique lors duquel un photon (particule constituant la lumière) est émis avec une énergie donnée (quantifiée)

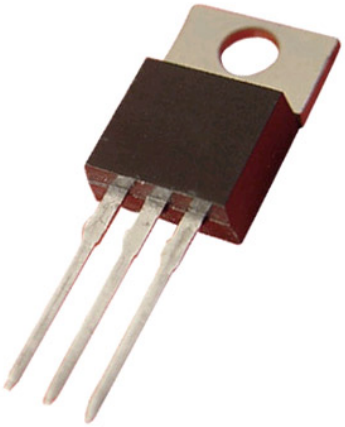
1.4.2 Les transistors.

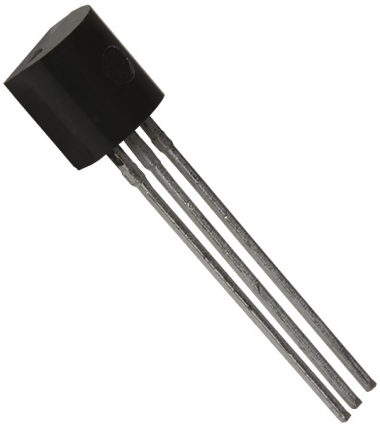
Transistors bipolaires.

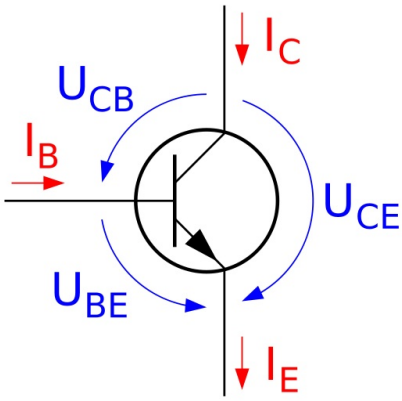
Les transistors dits bipolaires sont fabriqués en dopant trois zones de silicium:, il y a deux types de transistors bipolaires les NPN et les PNP.



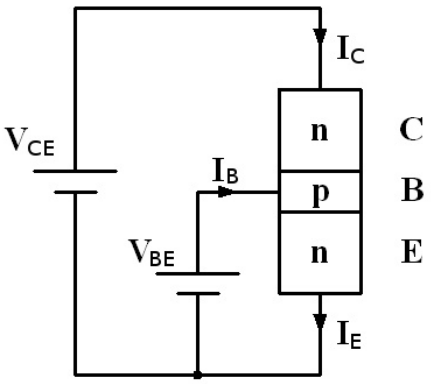
Voici quelques boitiers courants (3 pattes donc) pour les transistors:





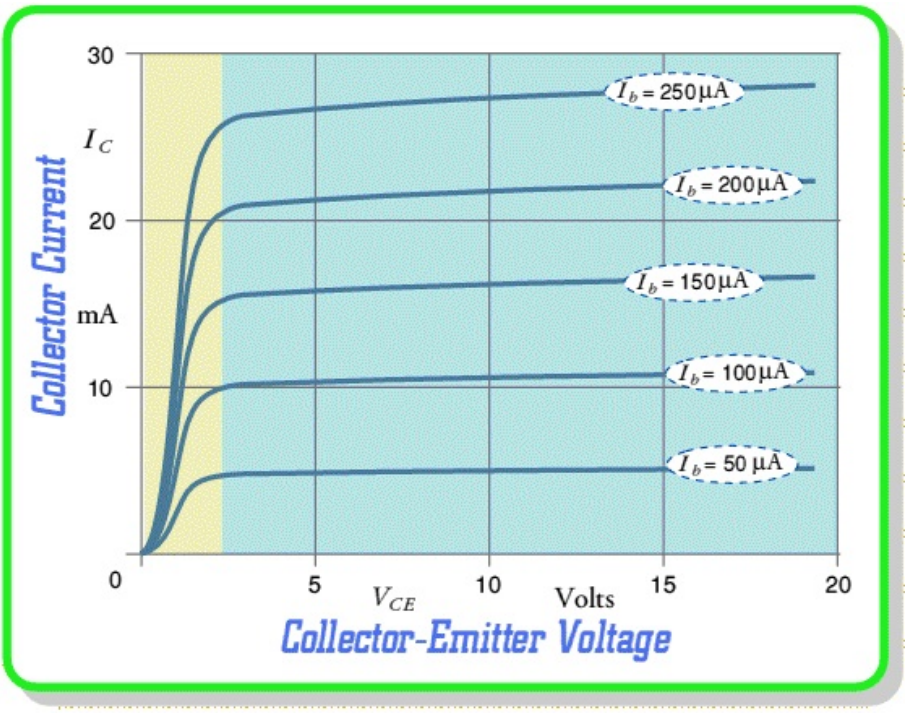


Le schéma indique les nomenclatures utilisées pour les courants et tensions, les 3 pattes connectées aux jonctions respectives sont appelées Collecteur, Emetteur (patte flèchée) et Base (à gauche).

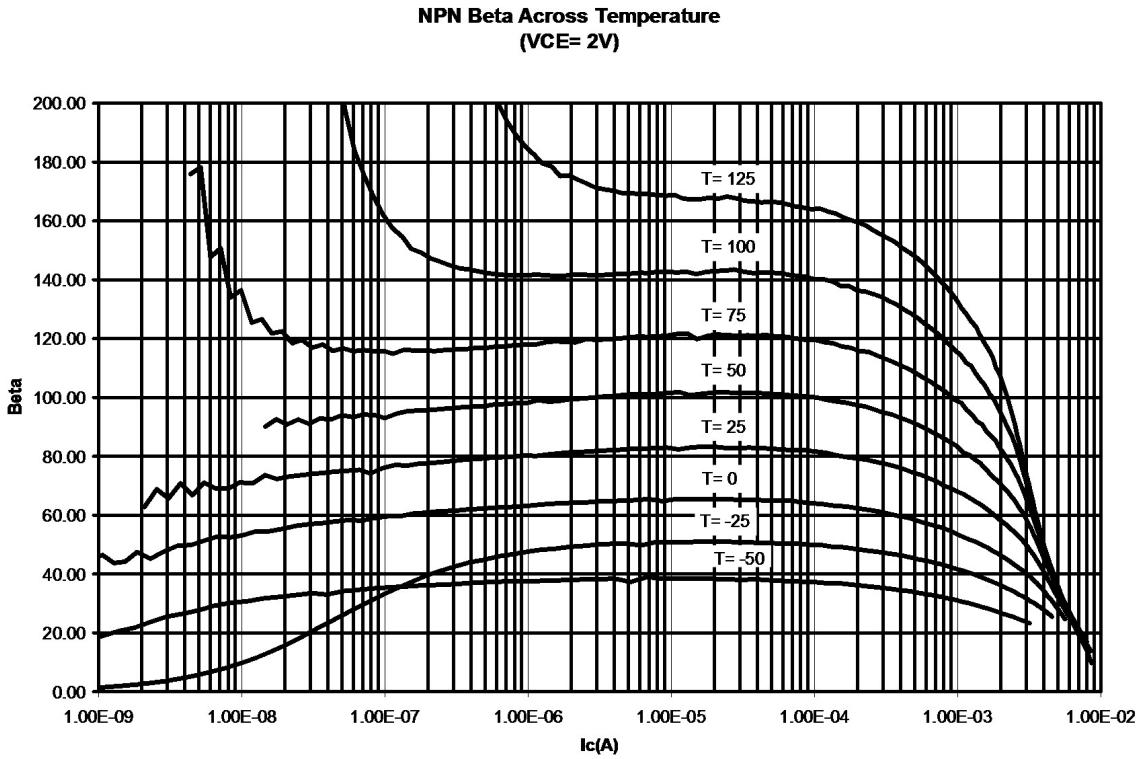


Pour fonctionner correctement un transistor NPN peut être polarisé comme indiqué, le courant de base "commande" alors un courant de collecteur plus grand (amplificateur de coefficient Beta).

Les courbes ci-dessus détaillent les grandeurs des intensités.

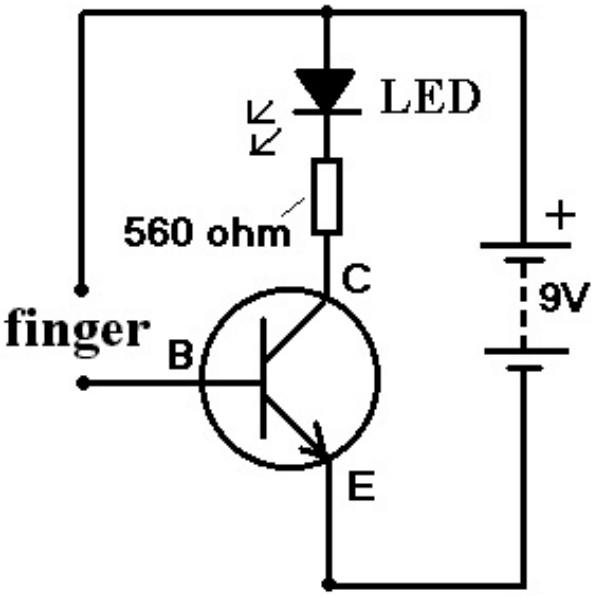


Le coefficient d'amplification Beta varie selon plusieurs paramètres.



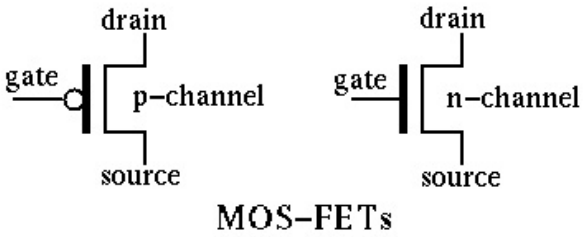
Un exemple amusant de circuit utilisant un transistor ....

Votre doigt (finger en anglais) assure la polarisation adéquate de la base, un très petit courant (typiquement quelques dizaines de microampères) passe par la base (se référer au labo 1 durant duquel nous avons mesurer la résistance de notre corps, typiquement quelques centaines de Kohms), le courant de collecteur qui permet l'allumage de la led est typiquement 100 fois plus grand (quelques milliampères).



Les transistors à effet de champ.

FET (Field Effect Transistors)

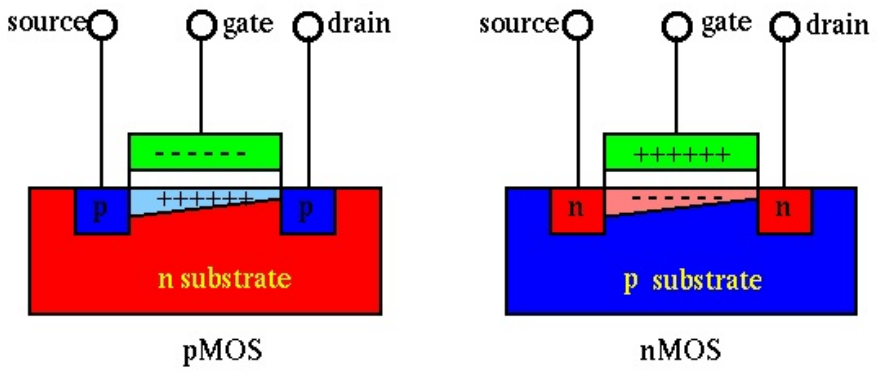


Ici aussi on dopera différentes zones de silicium en N ou P pour fabriquer ces transistors, cependant la Gate est constituéee d'un dépot métallique (bien souvent sur un isolant: MOSFET), pour les autres pattes on parle de Source et de Drain.

On ne parlera plus de courant de base , mais de tension de Gate U_G, il n'y a pas de courant à proprement parler mais bien un champ électrique du a cette tension de Gate qui va repousser ou attirer les porteurs de charges (on parle ainsi d'effet de champ)et permettre ou empècher le passage d'un courant électrique entre Source et Drain.

Il y a de nombreux types de FET (on distingue non seulement les types de substrat dopés P ou N, mais également la forme (VFET par exemple pour une forme en V) et le type de la zone centrale (enrichissement (enhancement mode) ou appauvrissement (depletion mode))

Les schémas suivants résument le fonctionnement des FET à enrichissement.



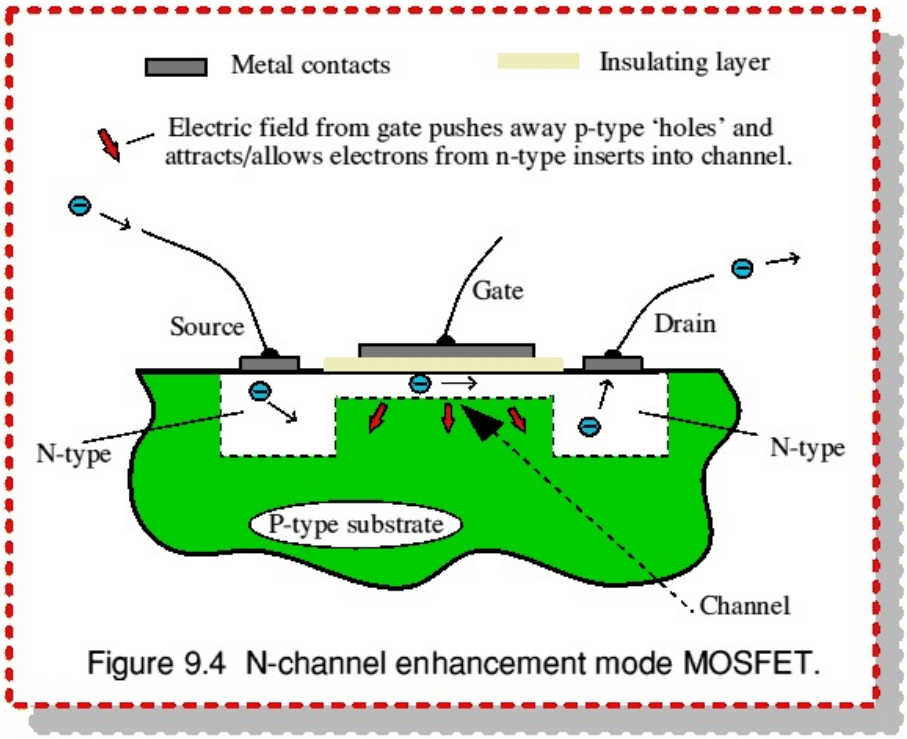
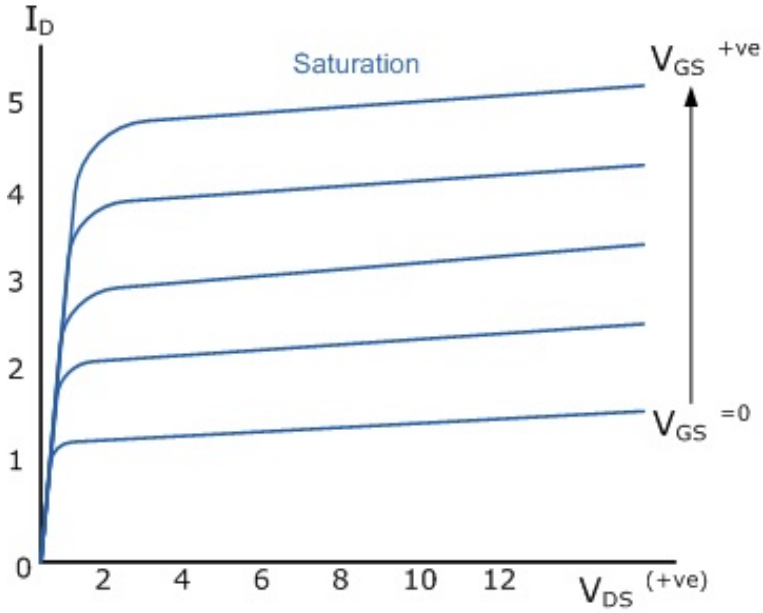


Figure 9.4 N-channel enhancement mode MOSFET.



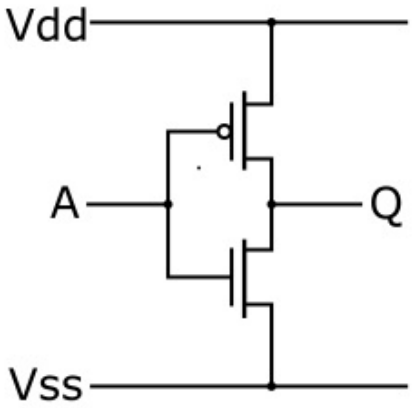
Chapter 2

Electronique numérique.

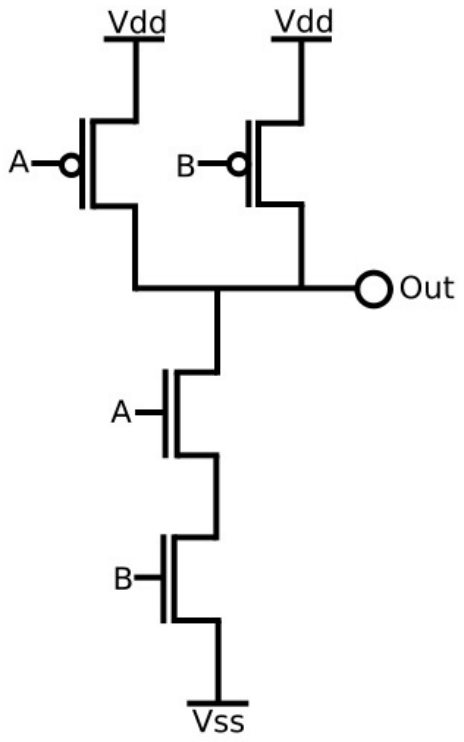
Le but de ce bref chapitre est de faire un parallèle avec le cours de structure , on a en structure parler de portes logiques AND, OR, XOR..., , de processeur, voyons ici comment on pourrait construire de tels circuits à partir des composants vus dans le chapitre précédent.

2.1 Du transistor au microprocesseur.

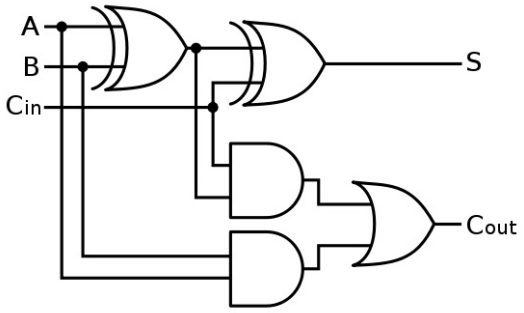
Le schéma suivant montre comment on peut en utlisant 2 transistors obtenir un circuit CMOS inverseur (correspondant à l'opérateur logique NON). Un circuit CMOS est un circuit utilisant deux transistors Complémentaires (N channel et P channel) de type MOSFET, ce type de circuit consomme très peu de courant et est à la base du fonctionnement des puces modernes peuplant les cartes mères de nos ordinateurs, ces circuits comme tous les MOS sont sensibles à l'électricité statique.



Voici à présent un circuit NAND (NON-ET) de type CMOS

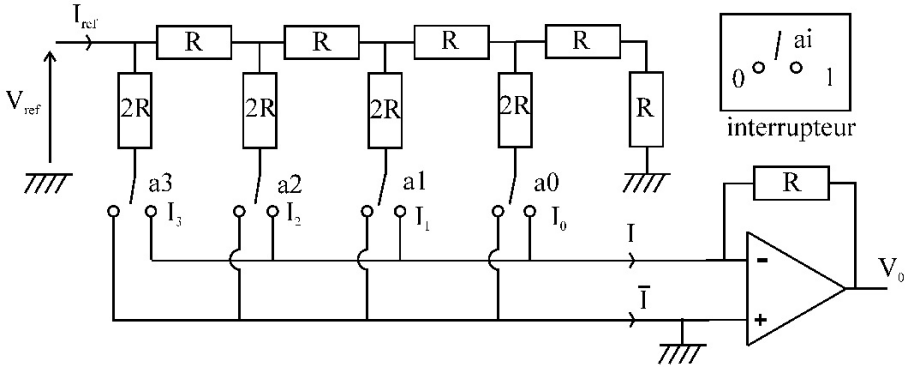


On peut en combinant des circuits XOR, AND et OR obtenir un additionneur 1-bit complet (tenant compte en entrée d'un report Cin: Carry bit), en multipliant les éyages on peut obtenir un additionneur n bits et en combinant avec des circuits de décalage de bit, on obtiendrait un multiplicateur n-bits, en utilisant ce genre de circuit et une représentation des nombres en virgule flottante (software), on a alors obtenu une unité de calcul en virgule flottante, un processeur moderne même monocore contient plusieurs de ces unités.



2.2 Circuits spécialisés dans le traitement des signaux.

Nous en donnant ci-dessous un exemple, il s"agit d"un convertisseur digital analogique (CAD), présent dans les circuits ou cartes d'interfacage du PC avec le monde humain extérieur (carte son par exemple).



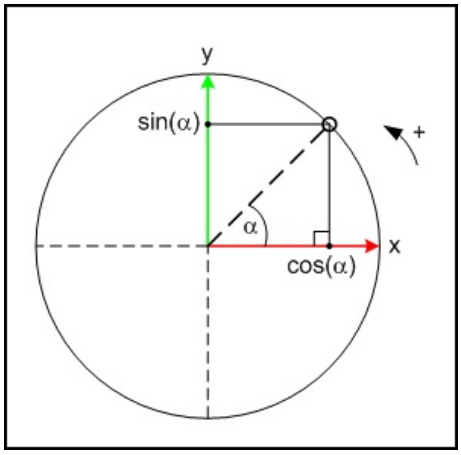
Les interrupteurs...

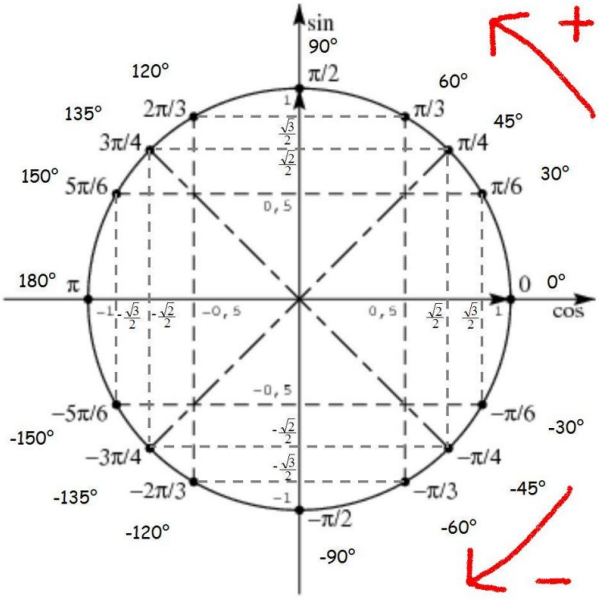
Chapter 3

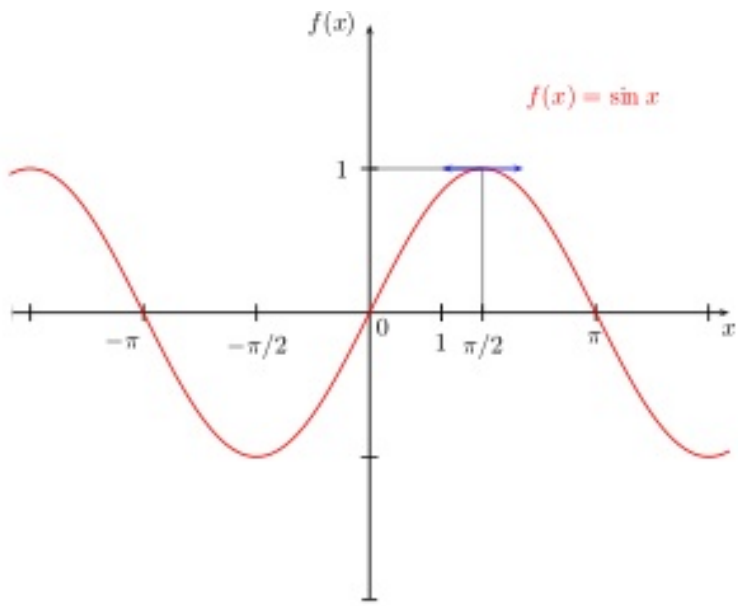
Courant alternatif et ondes.

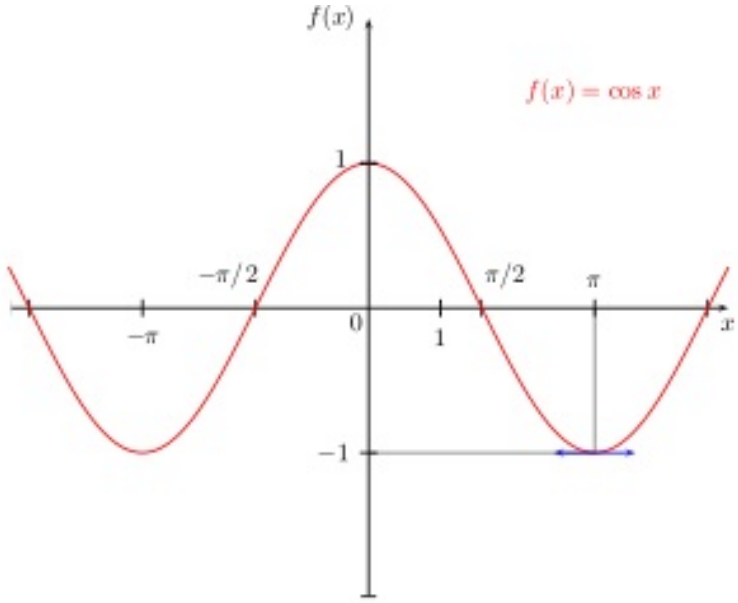
3.1 Mouvement circulaire et fonctions périodiques.

On défini le sinus et le cosinus dans un cercle trigonométrique:




sin
90°
π/2
120°
2π/3
60°
π/3
135°
3π/4
45°
π/4
150°
5π/6
30°
π/6
180°
π
0
0°
cos
−5π/6
-150°
−π/6
-30°
−3π/4
−π/4
-135°
−2π/3
−π/3
-45°
−π/2
-120°
-60°
-90°
+
−


f(x)
f(x) = sin x
1
−π
−π/2
0
1
π/2
π
x



On passe facilement d'une fonction d'un angle noté x ou α à une fonction de t apte à décrire les phénomènes physiques qui nous intéressent, en notant:

$\omega t = \alpha$

avec ω la vitesse angulaire mesurée en degrés par seconde ou en radians par seconde

On notera que le sinus et le cosinus sont déphasés (décalés horizontalement) de 90deg $\pi/2$, autrement dit un sinus, c 'est la même qu'un cosinus à une phase ϕ près.

Le sinus et le cosinus ayant étés définis dans un cercle de rayon 1 sont bornés par -1 et 1, si l'on vaut des valeurs plus générales pour la fonction, on multipliera par un réel A (amplitude), on pourra donc écrire:

$U(t) = Asin(\omega t + \phi)$, de même pour I(t)

Enfin, on définira la fréquence f telle que:

$\omega = 2\pi f$

unités: [rad/sec] pour ω et donc [1/sec ou encore Hertz] pour f

$U(t) = Asin(2\pi f t + \phi)$

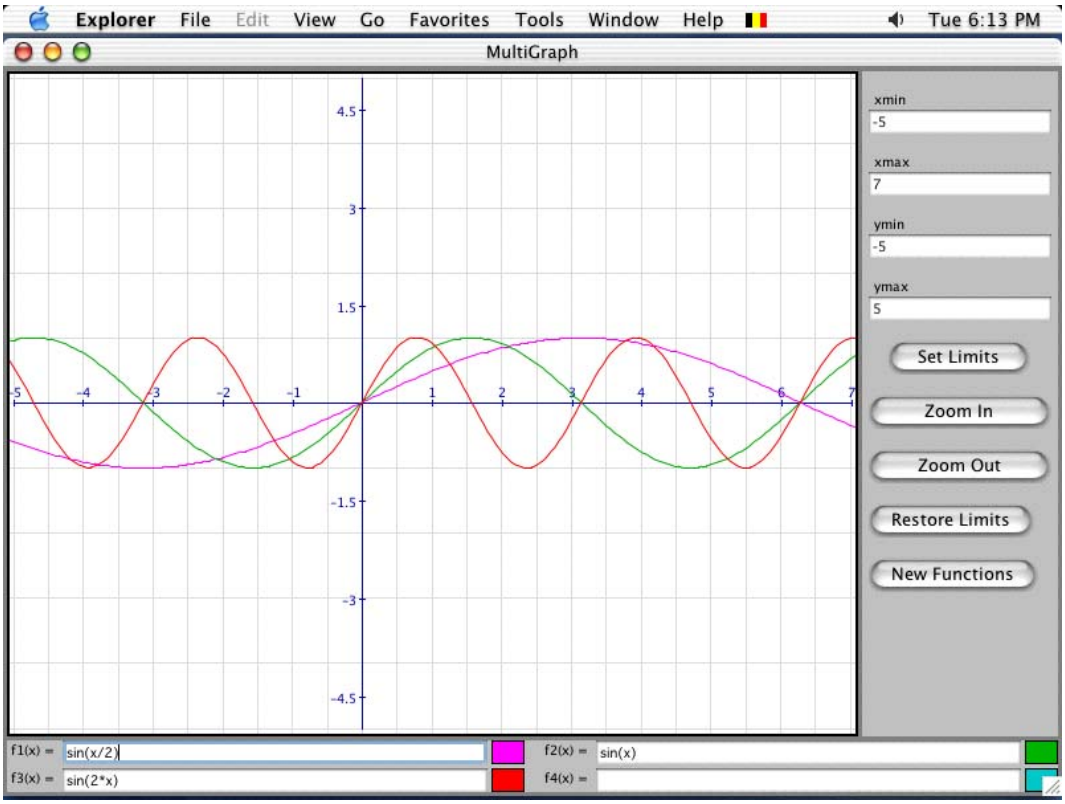
La période T dune fonction I(t)est telle que: I(t) = I (t + T)

Pour sinus α, T vaut 2 π rad ou encore 360 degrés, ce qui correspond à un tour (du cercle trigonométrique), on peut ainsi écrire:

$\omega = 2\pi/T$ un nombre de tours par seconde

et $f = 1/T$

Si la période de sin x vaut 2 π, celle de sin (2x) vaut $\pi/2$ et celle de celle de sin (x/2) vaut 4 π



Notons q'un changement d'amplitude reviendrait à comprimer ou dilater le graphe verticalement et qu'un changement de la vitesse angulaire(ou de la fréquence), revient à comprimer ou dilater le graphe horizontalement, enfin,un changement de la phase se manifesterait par une décalage horizontal, notons cela, on en reparlera dans le chapitre suivant lorsque qu'on introduira le concept de modulation.

Exemple: le courant alternatif délivré par le secteur.

$U(t) = U_{max}\ sin(2\pi ft + \phi)$

avec f = 50Hz (60Hz dans certains pays) et $U_{efficace}$ =220V

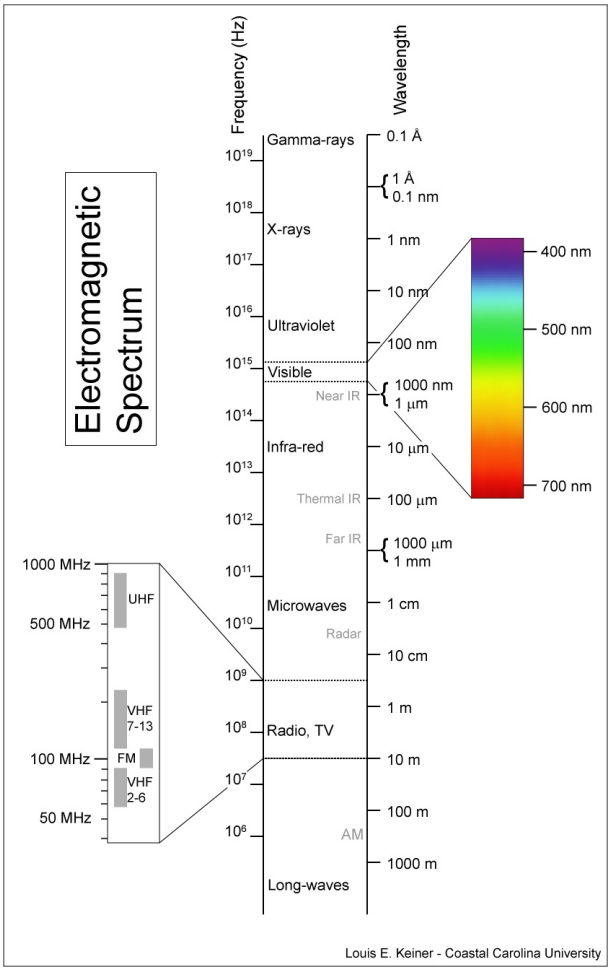
Tension efficace:

$U_{eff} = U_{max}/\sqrt{2}$

$U_{max} = \sqrt{2}U_{eff}$

Définition: La tension efficace est la même que celle dun courant continu qui dégagerait la même quantité de chaleur que le courant alternatif considéré.

3.2 Longueur d'onde et spectre en fréquences.



$v_{propagation} = \lambda f$ avec λ la longueur d'onde mesurée en mètres.

Ondes électromagnétiques: $v_{propagation}$ dans le vide (ou l'air) = 3 10^8 m/sec = vitesse de la lumière dans le vide notée c.

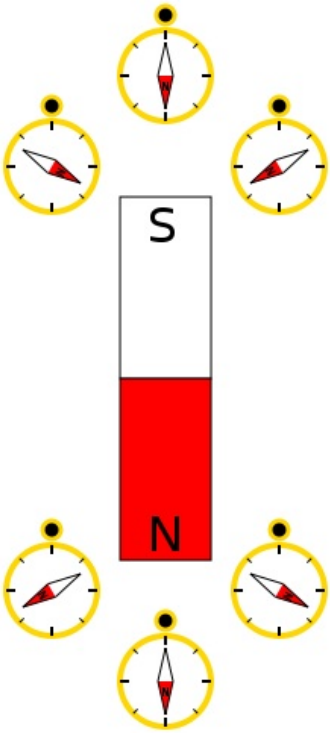
Exercice:

f = 100Mhz λ = c/f = 3 10^8 / 10^8 = 3 m

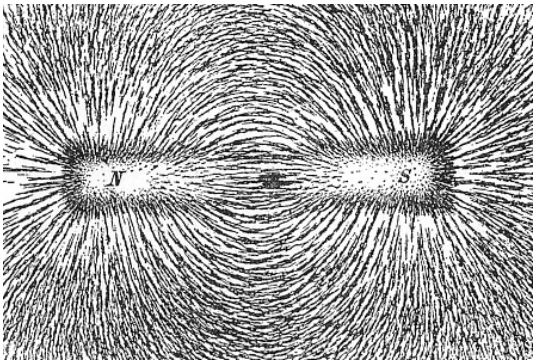
3.3 Electro-magnétisme.

3.3.1 Magnétisme.

Depuis le moyen-âge, on savait que l'aiguille d'une boussole s'orientait dans une direction et un sens précis (le pôle magnétique Nord terrestre) et on parlait de magnétisme. Un aimant déviait également l'aiguille d'une boussole.



On obtenait des aimants dotés de pôles magnétiques dits Nord et Sud, il suffit par exemple de frapper un barreau de fer doux avec un marteau pour obtenir un tel aimant, on pouvait matérialisé les lignes du champ magnétique en déposant de la limaille de fer.



On sait maintenant que les propriétés magnétiques résultent de l'alignement des atomes (on parle de spins) suite au coup de marteau porté, la Terre est elle même un gigantesque aimant comme la plupart des planètes et des étoiles, les propriétés magnétiques de la Terre viendraient de son noyau métallique composé de métaus tels que le Fer et le Nickel, les mouvements de ce noyau fluide entraineraient déplacement des pôles magnétiques, le champ magnétique des planètes gazeuses géantes et des étoiles proviendrait de l'hydrogène métallique en leur centre (température et pression élevée).

3.3.2 Interaction entre électricité et magnétisme.

Champ magnétique d'un conducteur rectiligne.

On raconte qu'Oersted dans son laboratoire remarqua qu'un courant électrique parcourant un fil de cuivre faisait dévier l'aiguille d'une boussole voisine, la boussole s"orientant selon les lignes de champ concentriques.

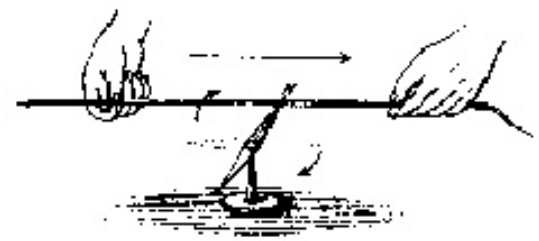
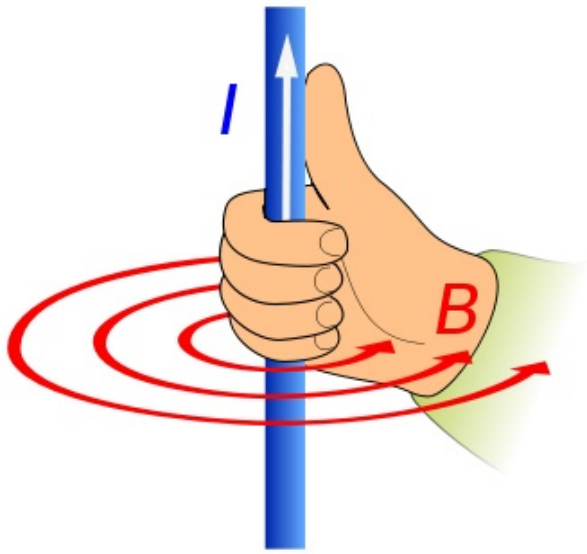


Figure 1

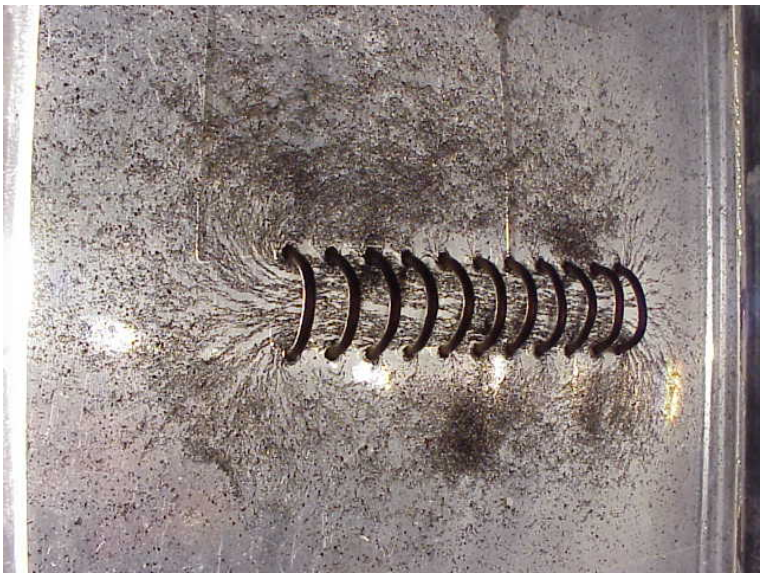


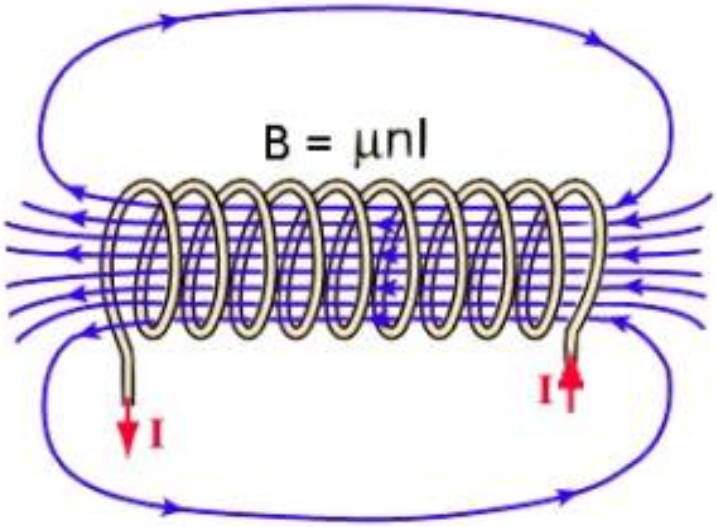
Le champ magnétique H est donné par: $H = I/2\pi d$ unités: Ampère/mètre

avec I le courant parcourant le fil et d la distance à laquelle on se situe par rapport au fil

Pour rappel le champ électrique E était mesuré en Volt/mètre

Champ magnétique d'un bobinage.





$H = IN/l$ avec I le courant parcourant le bobinage,N le nombre de spires et l la longueur du bobinage

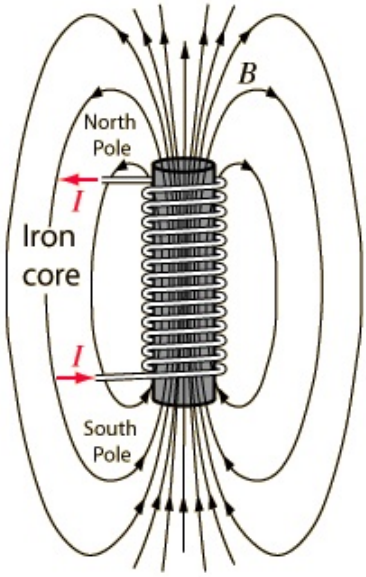
$H = nI$ si on définit l comme le nombre de spires par unité de longueur

Introduisons l'induction magnétique B mesurée en Tesla (T) donnée par

$B = \mu H$

dans le cas du bobinage, on a donc: $B = \mu nI$

avec $\mu = \mu_0 \mu_r$ où μ_0 est la permittivité magnétique du vide (ou de l'air) et μ_r la permittivité magnétique du matériau éventuellement présent dans la spire (on peut par exemple introduire comme on le voit sur la figure suivante un noyau cylindrique de fer (iron core en anglais) et obtenir une induction magnétique plus grande).

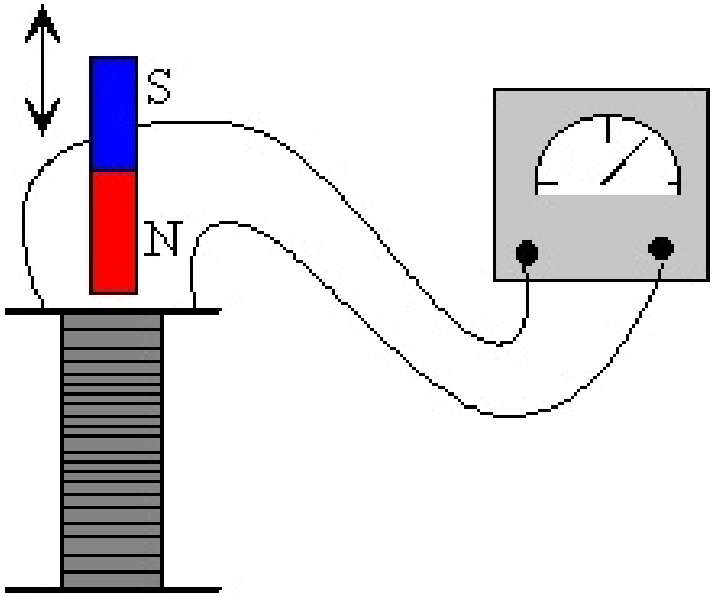


Si l'on se rapelle que l'on avait défini une permittivité électrique ϵ_0 pour le vide lors de l'étude du condensateur, on peut écrire:

$1/c^2 = \mu_0\epsilon_0$

le carré de la vitesse de la lumière c dans le vide (qui est la vitesse de propagation de toutes les ondes électro-magnétiques dans le vide: lumière, radio, TV; UV ....) est donc lié aux constantes naturelles ϵ_0 et μ_0 caractérisant respectivement les propriétés électriques et magnétiques du vide.

Allons plus loin, petite expérience faite dans l'auditorium...

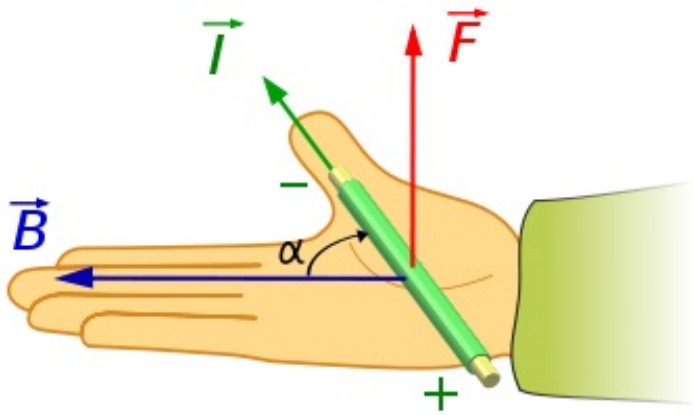


Comme le suggère le schéma suivant, nous avons fait osciller un aimant au bour d'un ressort de telle matière qu 'il pénètre et ressorte d'un bobinage relié à un amperemètre,

on observe que l'aiguille de l"appareil oscille selon le mouvement de l'aimant, il y a donc production d'un courant électrique (alternatif) dans le bobinage, nous avons fabriqué une génératrice de courant très ...artisanale et élémentaire, il n"y a production de courant que lorsqu'on bouge l aimant, lorsque l'aimant est immobile (et même s'il a pénétré dans le bobinage), le courant est nul.

Force exercée sur un conducteur parcouru par un courant.

Elle est donnée (en norme) par $F = BIl$ et sa direction et sons sens par la règle de la main (droite)représentée ci-dessous.

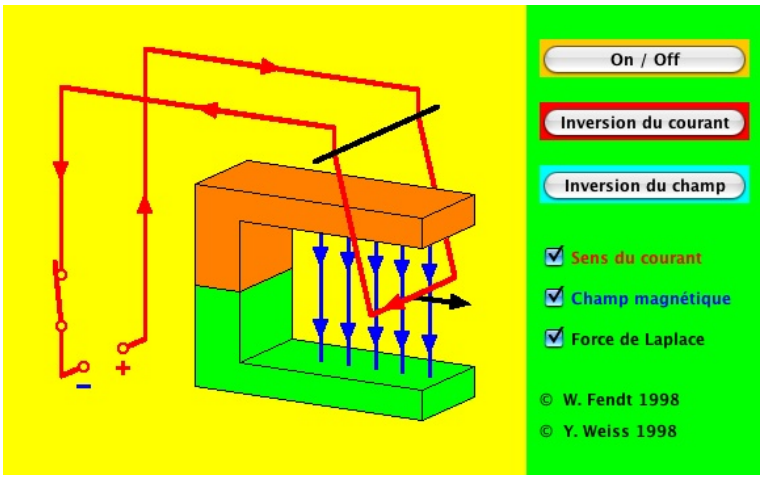


On peut également l'écrire comme $F = qvB$ si on note que $I = q/t$ et $l = vt$

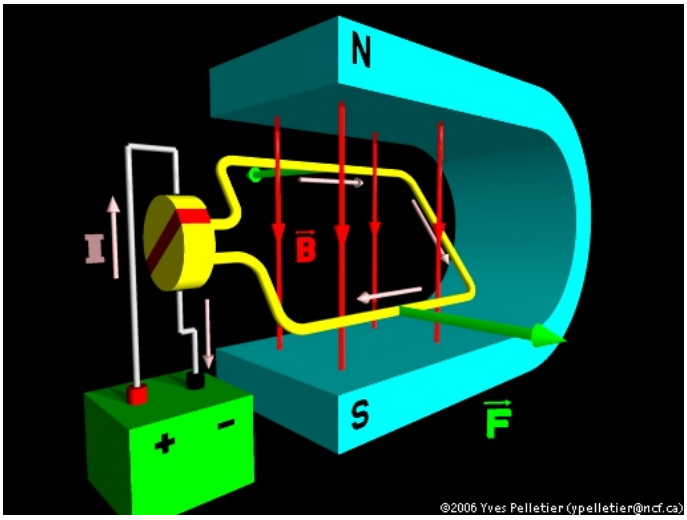
avec l la longueur du conducteur plongé dans B et v la vitesse de la charge q le parcourant ($I = q/t$)

Remarque générale: pour ce cours on a considéré des grandeurs scalaires et non pas des grandeurs vectorielles (on a pris la norme de ces vecteurs). Vectoriellement: $F = qVXB$ (X : produit vectoriel) $= qvBsin\alpha$

La capture d'écran ci-dessous (merci à Walter Fendt), montre le sens de déplacement du conducteur subissant la force indiquée par la flèche noire.

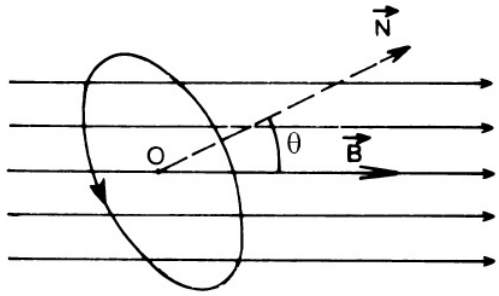


De manière équivalente on aura un courant I blanc qui sera produit si on fait tourner un cadre conducteur jaune dans un champ magnétique rouge(avec les sens représentés).



Application: moteur éléctrique dans le premier cas et génératrice de courant dans le second cas.

Flux magnétique à travers une surface.



$\phi = BScos(\theta)$ Flux à travers une spire de surface S et de normale N mesuré en Weber

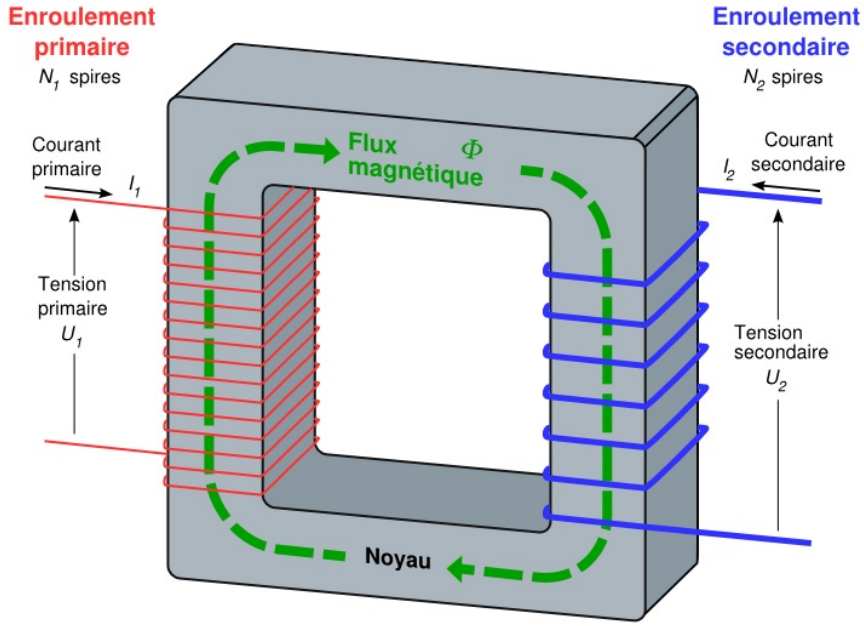
Loi de Lenz, courant induit.

Voyons cela en prenant lexemple du transformateur de tension:

On peut écrire comme vu pour le bobinage 1: $B_1 = \mu N_1 I_1/l$

mais alors le flux à travers la section du bobinage 2 est donné par:

$\phi_2 = B_1 S N_2 = \mu N_1 N_2 I_1 S/l$



La loi de Lentz nous dit que le bobinage 2 qui est plongé dans le champ magnétique variable (un tranformateur ne fonctionne qu'en courant alternatif) du bobinage 1 sera parcouru par un courant électrique dont la tension $U_{induite}$ est donnée par

$U_{induite} = -MI^{'}(t)$ avec $M = \mu N_1 N_2 S/l$ où I'(t) est la dérivée par rapport au temps du courant I parcourant le bobinage 1 (si I est constant, sa dérivéée est nulle, B_1 est constant et $U_{induite}$ est nulle).

M est appelé coefficient d'induction mutuelle.

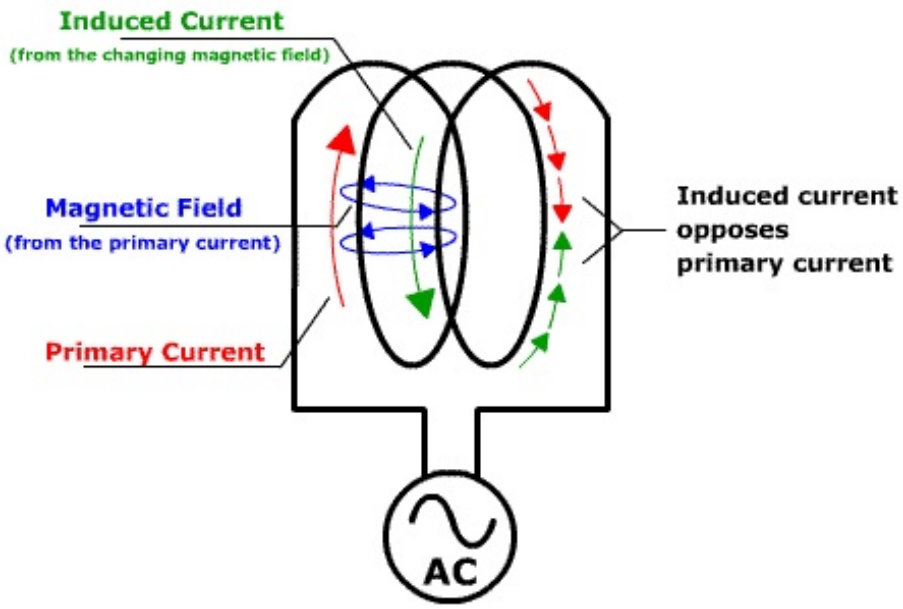
Self induction.

Un bobinage parcouru par un courant alternatif aura le même effet sur lui-même, on parle de self-induction.

$U_{induite} = -LI^{'}(t)$

avec Ł $= \mu N^2 S/l$ appelé coefficient de self-induction ou inductance.

A noter le signe moins dans la formule, on dit que le courant induit s'oppose au courant "inducteur".

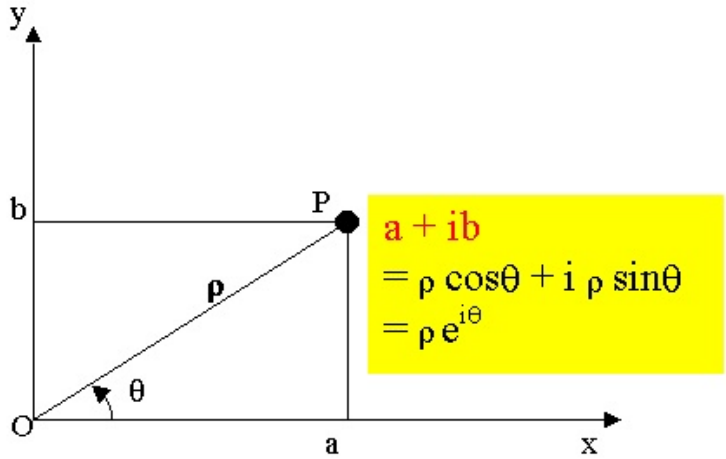


3.4 Circuits RLC en courant alternatif.

3.4.1 Introduction aux nombres complexes.

On introduit i tel que: $i^2 = -1$.

Quelques trucs utiles: $i. - i = 1$ et $(a + bi)(a - bi) = a^2 + b^2$



$Z = a + bi = \rho e^{i\theta}$

Le module de Z se note: $|Z| = \rho = \sqrt{a^2 + b^2}$ et l'argument (on parlera de phase) est $\theta = \arctan b/a$

3.4.2 Impédance et admitance.

Impédance Z et admitance $Y = 1/Z$

$U = ZI$

$Z_R = R$

$Z_C = 1/i\omega C$

$Z_L = i\omega L$

Eléments en série: somme des Z

Eléments en parallèle: somme des Y

On travaille avec des impédances complexes pour les développements mais les résultats physiques sont ... réels. On prendra donc le module pour avoir l'expression de Z (reliant par exemple le courant à la tension) et le déphasage (entre la tension et le courant) sera donné par $tan\phi$.

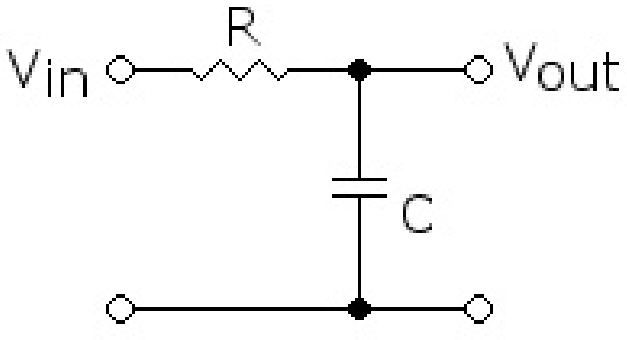
3.4.3 Filtres et résonance.

Les filtres et montages résonants sont très utilisés dans le domaine des transmissions et du traitement des signaux, ces matières seront étudiées dans la suite du cours, mais nous allons donnez ici quelques exemples typiques de filtres et de circuit d'accord.

Filtre passe-bas.

Comme son nom l'indique, ce type de filtre laissera passer les basses fréquences (en dessous d'une fréquence $f_c = 1/2\pi RC$ dite de coupure, pour laquelle l'atténuation en tension sera de $1/\sqrt{2}$ ce qui correspond à -3 dB: voir plus loin).

Le filtre le plus simple de ce type peut-être réalisé en utilisant un condensateur C et une résistance R montés comme ci-dessous:

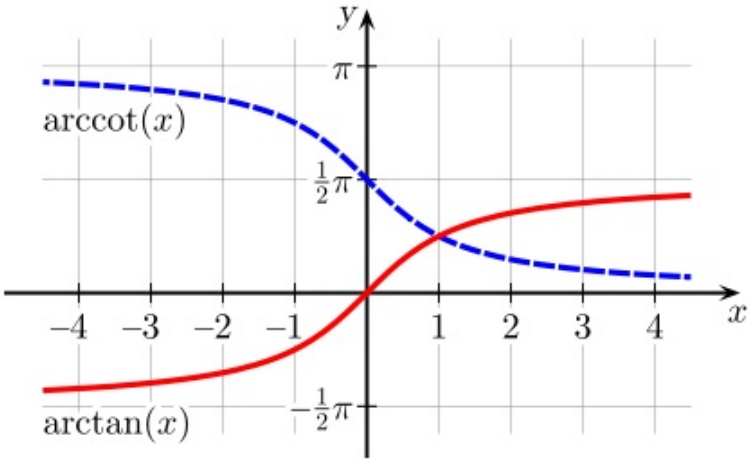


$U_{out}/U_{in}= \frac{1/i\omega C}{R+1/i\omega C}= \frac{1}{Ri\omega C+1}$ $(= ... = \frac{1-Ri\omega C}{R^2\omega^2C^2+1})$

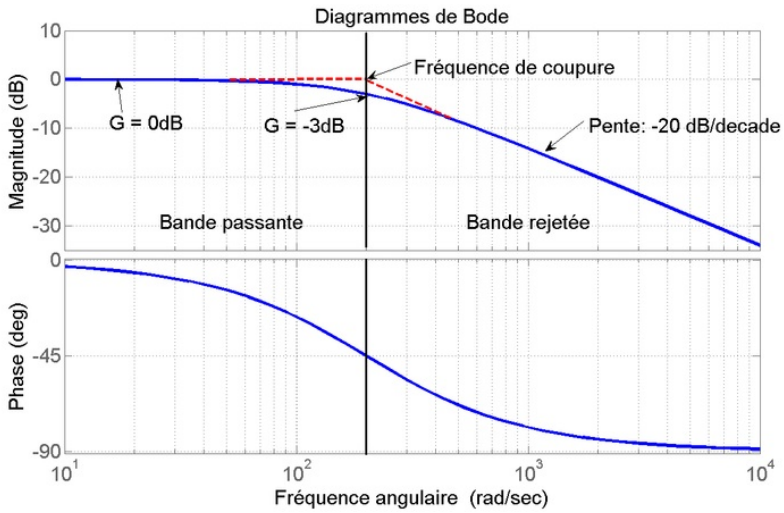
On peut utiliser les propriétés des nombres complexes pour simplifier les calculs, on a entre autres que:

si $Z = 1/a + bi$ alors son module $|Z| = \frac{1}{\sqrt{a^2+b^2}}$ et $\phi = -\arctan b/a$
Ce qui va donner pour notre filtre: $|Z| = \frac{1}{\sqrt{R^2\omega^2C^2+1}}$ et $\phi = -\arctan R\omega C$

Pour rappel la fonction Arctangente est définie sur l 'intervalle $-\pi/2 < y < \pi/2$



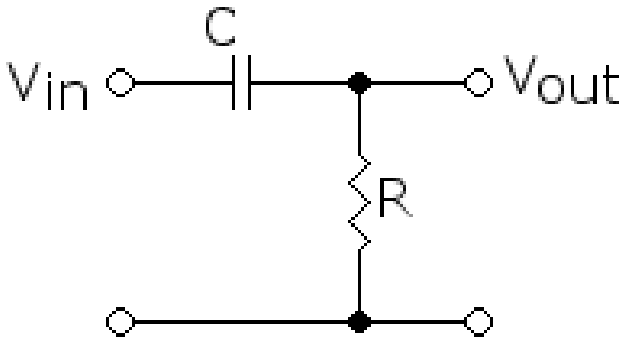
Pour notre filtre, on obtient le graphe suivant:



Filtre passe-haut.

Ce type de filtre laissera passer les hautes fréquences (au dessus d'une fréquence de coupure f_c).

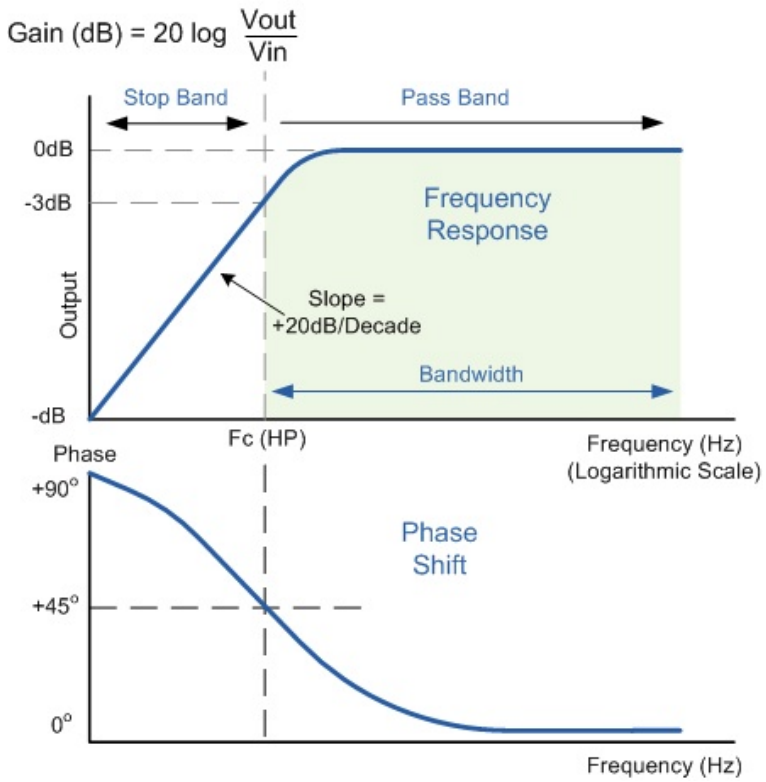
Le filtre le plus simple de ce type peut également être réalisé en utilisant un condensateur C et une résistance R montés comme ci-dessous:



U_{out}/U_{in}= $\frac{R}{R+1/i\omega C}$= $\frac{1}{1+1/Ri\omega C}$ = $\frac{Ri\omega C}{Ri\omega C+1}$

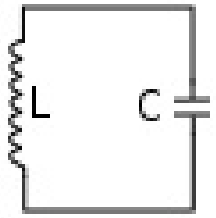
$|Z| = \sqrt{\frac{R^2\omega^2C^2}{R^2\omega^2C^2+1}}$

$\phi = \pi/2 - \arctan R\omega C$



Circuit LC parallèle résonant.

Ce circuit est typique de l'étage dit d'accord d'un récepteur radio, il agit comme filtre de sélection de fréquence, pour une fréquence dite de résonance donnée par $f_{res} = 1/2\pi\sqrt{(LC)}$, l'impédance de ce filtre peut devenir très grande (cela dépend de la résistance du filtre, une résistance nulle est irréaliste, dans ce cas l'impédance serait infinie). Un faible courant créé dans le fil d'antenne va donner lieu a une tension plus importante à la fréquence de résonance (porteuse de l'émetteur radio par exemple) grâce au circuit LC.



$Y = Y_L + Y_C = 1/i\omega L + i\omega C$
$Z = 1/Y = \frac{i\omega L}{1-\omega^2 LC}$
$|Z| = \frac{\omega L}{\sqrt{1-\omega^2 LC}}$

Chapter 4

Signaux et transmissions.

4.1 Modulation.

4.1.1 Rappels de trigo.

4.2 Signaux rectangulaires.

4.2.1 Les séries de Fourrier.

$\sum 3n$ = 0(sin((2n + 1)?t)(-1)n)/2n+1 = sin (?t)-(sin (3?t))/3 + (sin (5?t)/5)

4.3 Transmission de l'information, formule de Shannon.

$BPS = BWlog(1 + 10^{SNR/10})$

$dB = 20log(U_1/U_2)$

soit Ps = 1000W et Pn = 1W

SNR en dB?

SNR= 10 $log_1$0 (1000/1) = 30dB

Téléphone: BW = 3000Hz

SNR = 30dB BPS =?

$BPS = 3000(log10(1 + 10^{30/10})/log_{10}2)$ = 3000 $(log_{10}1000)/0,3$ = +-30000bps

4.4 Echantillonage des signaux, théorème de Shannon.

$fech >= 2fmax$

SNR = 6 n + 2 [dB] (n = nbre de bit utilisés lors de la quantification) Si n = 16bits alors SNR = 6 * 16 + 2 = 92dB

cd audio fech = 44,1kHz n=16bits Son stéréo (X2) Bps = 44100*16*2 = 1,41Mbits/sec = +- 150kB/sec

Téléphone: 300 - 3400Hz fech = 8KHz n=8bits son mono!! rapport signal/bruit (SNR): 6. N + 2 = 6 . 8 + 2 = 50dB BPS= 8000 .8 = 64 000bits/sec

4.5 Supports de transmission.

voir présentation slides

4.6 Transmissions sans fil.

voir présentation slides

4.7 Annexes: modem ADSL et modem Cable.

voir présentation slides

4.8 Traitement des signaux sonores.

transformée de Fourrier
voir présentation slides

4.9 Traitement d'image.

transformée de Fourrier
voir doc Toolbox Scilab

Chapter 5

Cryptographie.

voir présentation slides