

De l'électronique à l'Arduino

Quelques notions d'électronique

FabLab Marseille
Le 4 février 2016

<http://wiki.centrale-marseille.fr/fablab>

Formation ElectroLab

Une formation proposée par :

Sylvain NATOLI,

Élève-Ingénieur de première année à l'ECM

Co-Responsable Électronique du FabLab 2016

Chargé des formations Electrolab

snatoli@centrale-marseille.fr

Justin CANO,

Elève-Ingénieur de deuxième année à l'ECM

Président du Club de Robotique de l'ECM

Vice-Président 2015 du FabLab Marseille

Responsable Electronique 2015

jcano@centrale-marseille.fr

Plan

1) Composants Élémentaires

loi d'Ohm, résistances, ponts de résistances, condensateurs et bobines

2) Quelques Montage Linéaires

Montage RC, approche fréquentielle, filtrage Passe-Bas, montages à AOP

3) Non-Linéarité ou « tout ou rien »

LEDs, autres Diodes, transistors, relais de puissance

4) Rappels sur l'Arduino (support : WIKI)

Cette partie se fera au tableau !

5) Construisez vos montages !

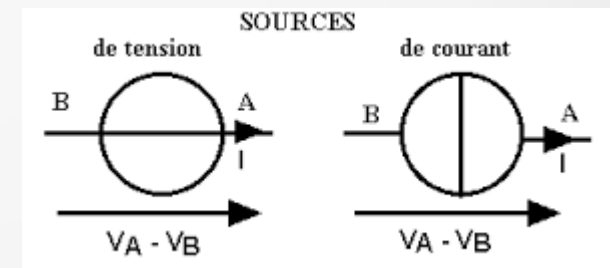
Et là, c'est à vous de bosser !

Partie 1

Composants élémentaires

Notions fondamentales

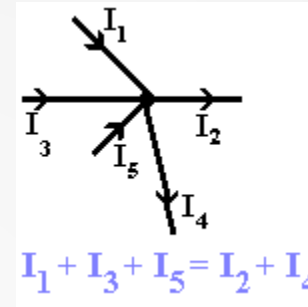
- Tension U (V)
assimilable à une pression
Mesure entre V et com en série
- Intensité I (A)
assimilable à un débit
Mesure entre I et com en parralèle
- Puissance P (W)
$$P = UI$$



Lois des noeuds et des mailles

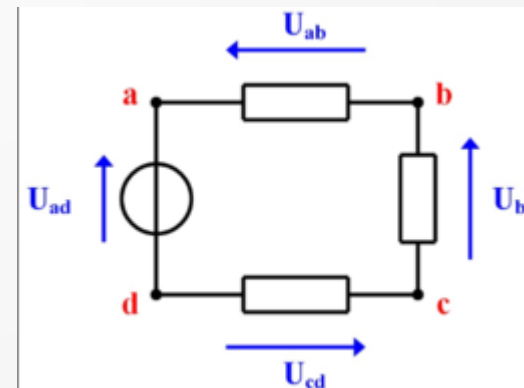
- Lois des noeuds :

« Les intensités qui rentrent dans un noeud sont égales à celles qui sortent »



- Lois des mailles

« La somme des tensions autour d'une maille prise dans le même sens est toujours nulle »



$$U_{ad} = U_{ab} + U_{bc} + U_{cd}$$

Loi d'ohm

- Pour tout résistor de résistance pure R,

$$U = RI \quad \text{où } R \text{ est exprimée en Ohms } (\Omega)$$

- Conséquence 1 :

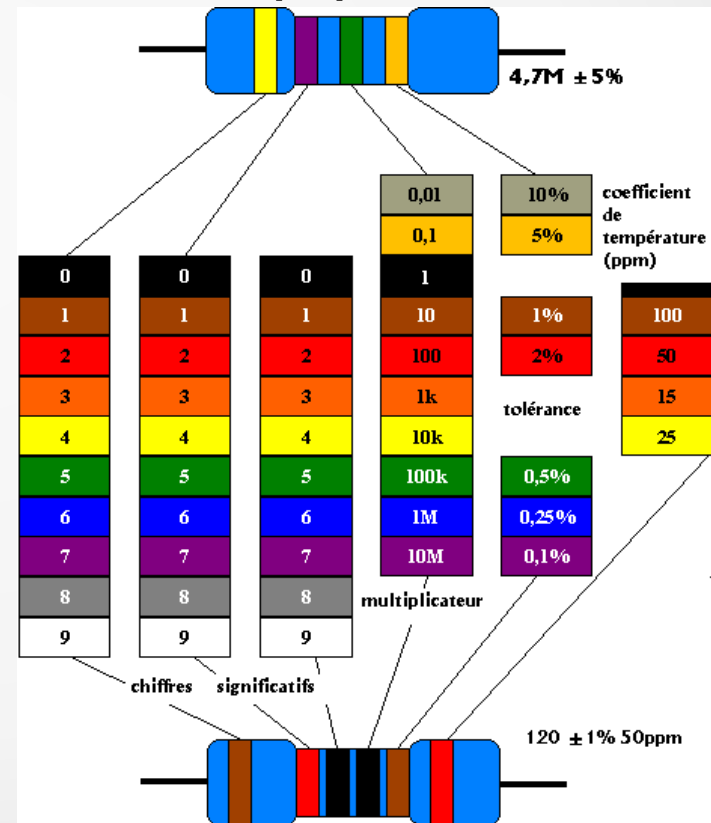
$$P = UI \text{ et } U = RI$$

donnent

$$P = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

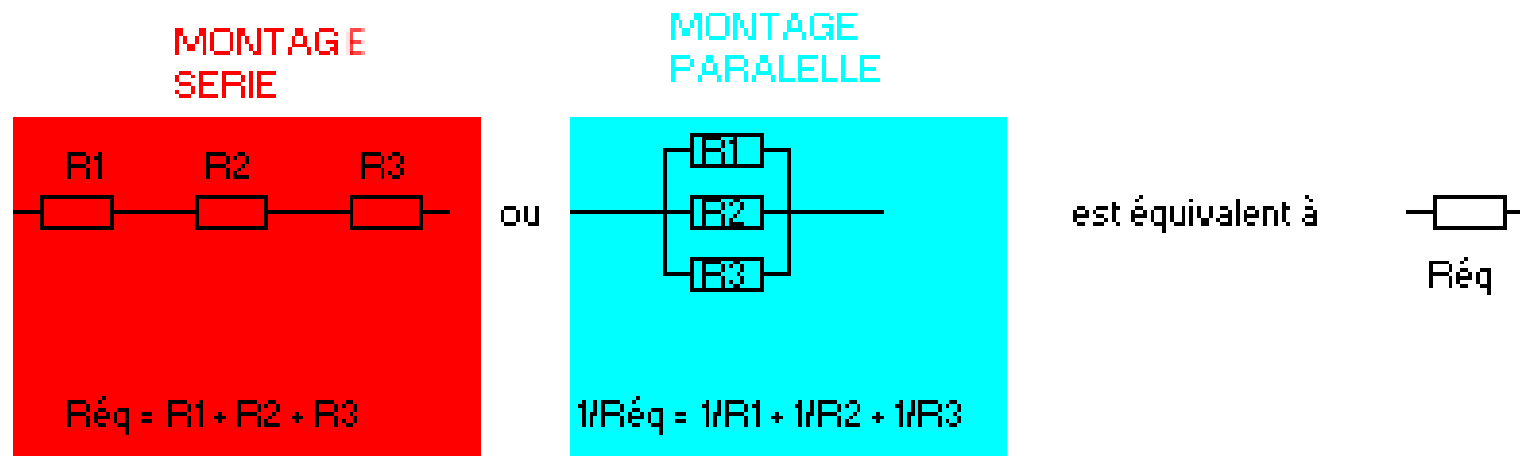
Puissance dissipée par
Effet Joule

**Ne pas dépasser la puissance indiquée
sur une résistance**



Loi d'ohm

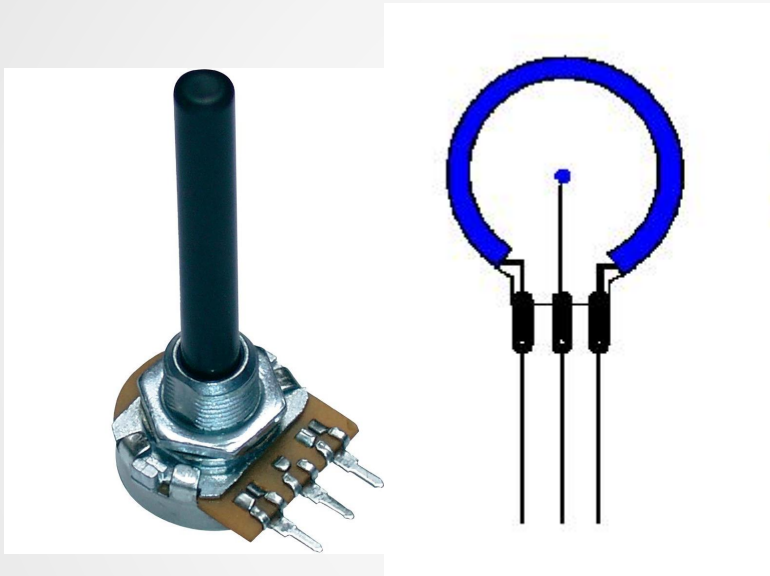
* Conséquence 2 :



Remarque : les formules suivantes peuvent se généraliser à autant de résistances que l'on veut.

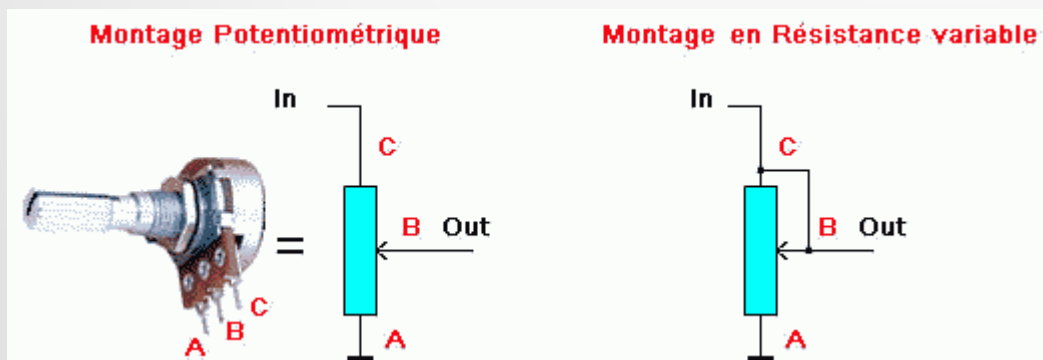
Différents types de résistances

- Potentiomètres ou résistances ajustables



- Il existe plusieurs lois de comportements : Linéaire, logarithmique, log-inverse....
- Pour des applications Arduino, on utilise souvent ce composant en montage potentiométrique en loi linéaire.
- Il existe des potentiomètre multi-tours

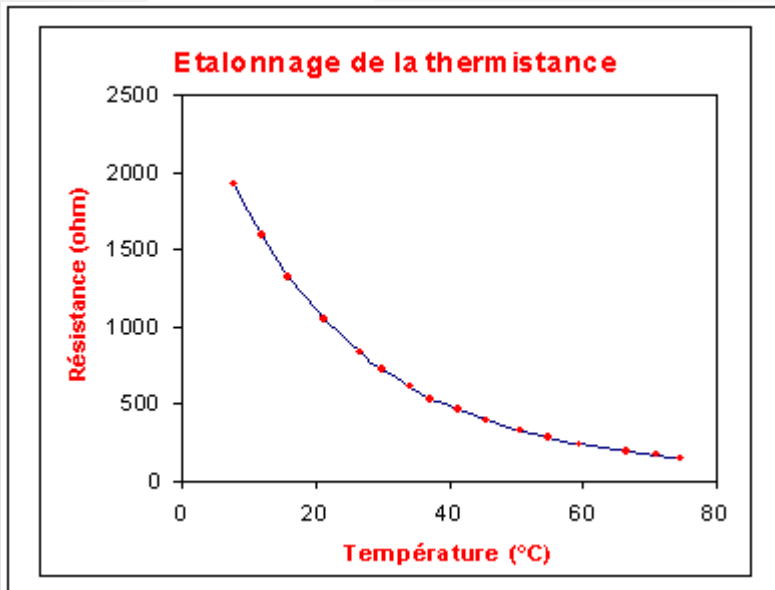
Applications :



Différents types de résistances

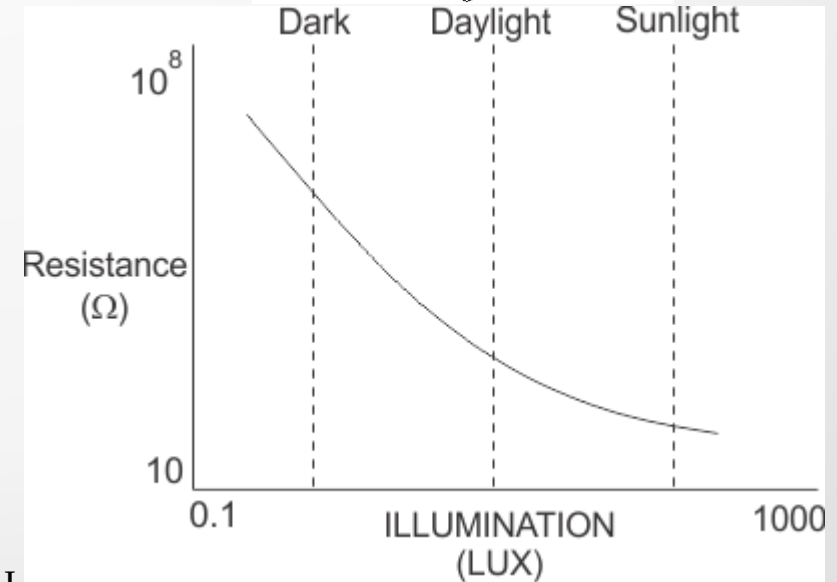
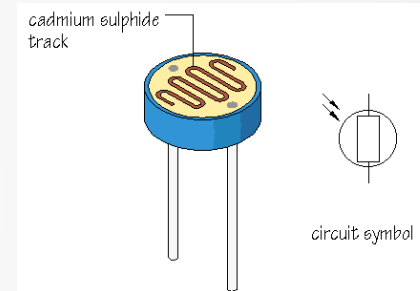
- CTN

(Résistance à Coefficient de Température Négatif)



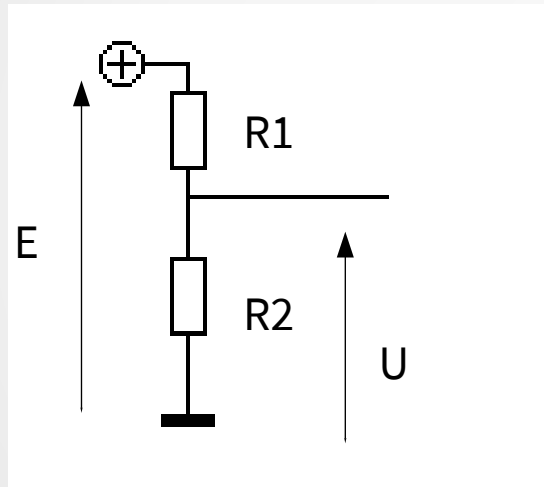
- LDR

(Light Dependant Resistor)



Pont diviseur de tension

- Il s'agit d'un montage très fréquemment utilisé en électronique



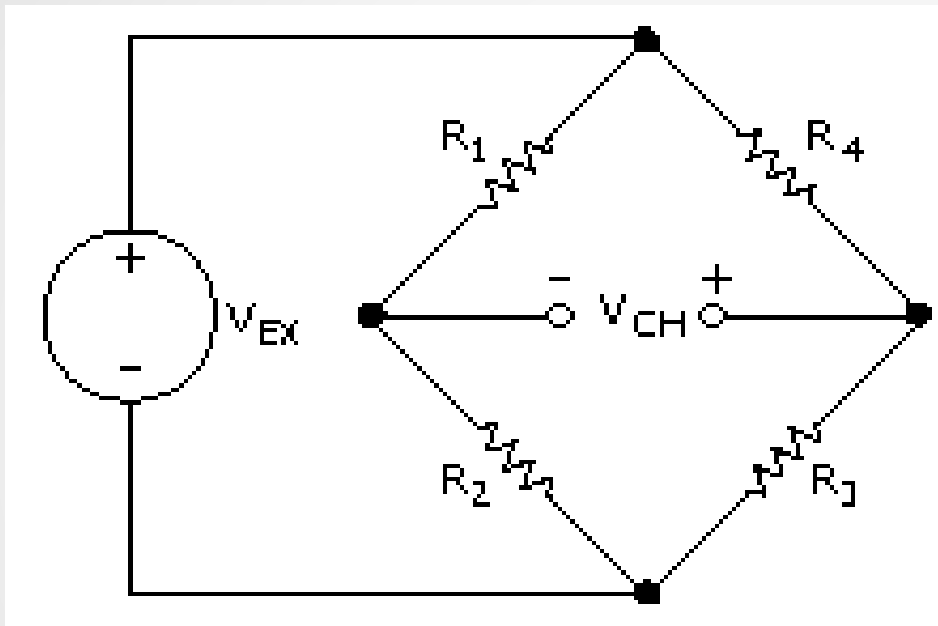
$$U = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

Application: On met en pont diviseur une résistance fixe ainsi qu'une CTN et on obtient... un thermomètre !

De même pour une LDR → Luxmètre

Rq : Le montage est aussi appelé **montage potentiométrique**

Pont de Wheatstone



Source inépuisable d'exercices d'électronique !

On peut s'en servir pour instrumenter des capteurs en substituant une ou plusieurs résistances par ces derniers

Pas trop utilisable en Arduino du fait que V_{CH} peut devenir négative.

Condensateur

- Il s'agit de deux plaques qui sont positionnée en regard, c'est un « garage à électrons »

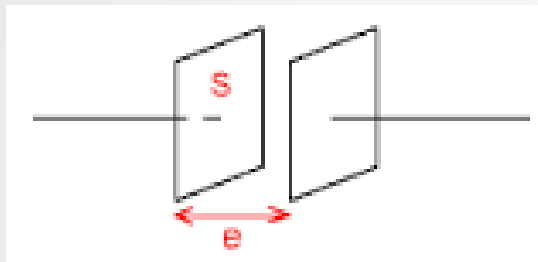
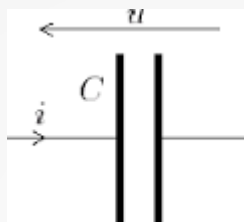


Schéma « physique »



Symbole

$$Q = CU$$

Où :

C = Capacité du condensateur exprimée en Farads (F)

U = Tension aux bornes

Q = Charge présente dans le Condensateur exprimée en Coulombs (C)

Remarque : l'intensité est un débit d'électrons par unité de temps

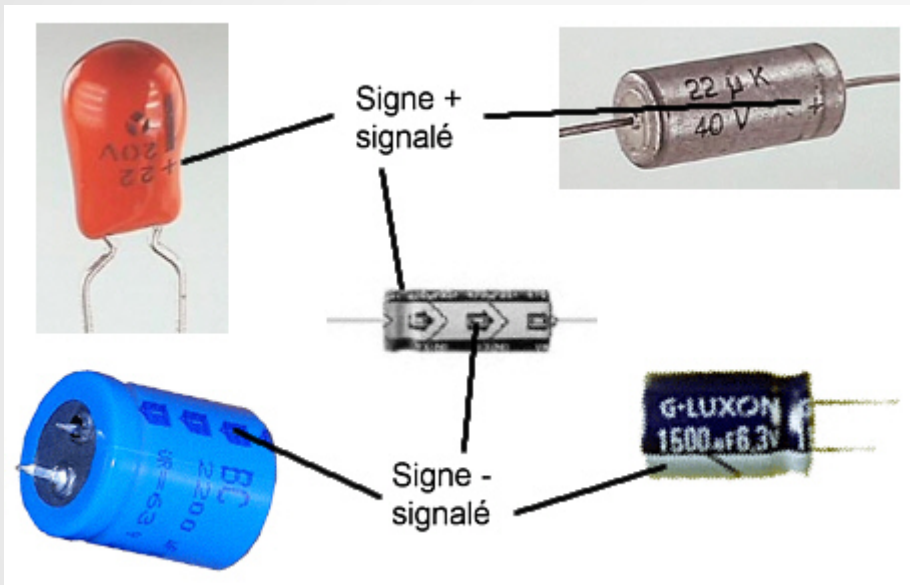
$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Donc :

$$I = C \frac{dU}{dt}$$

Condensateur

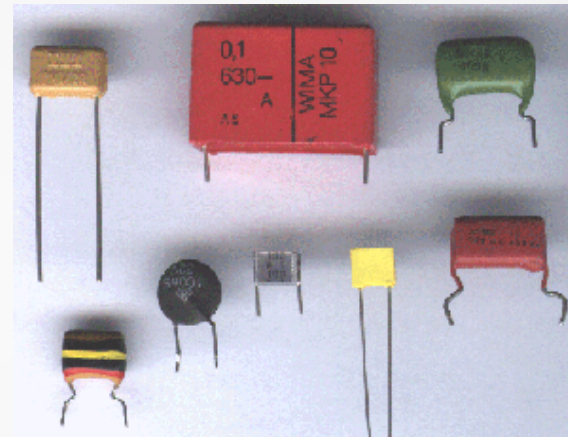
- Condensateurs polarisés



- ✓ Forte capacité
- ✓ Faible tension max
- ✓ Polarisé

ATTENTION :
Polarité & tension max !

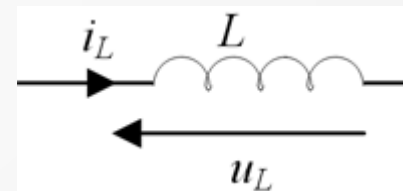
- Condensateurs non-polarisés



- ✓ Faible capacité
- ✓ Forte tension max
- ✓ Non-polarisé

Bobine

- Une bobine (ou self, ou inductance) est un composant non polarisé.
- Nous allons donner seulement les comportements ici car ce composant reste marginal en Arduino.



$$U_L = L \frac{di_L}{dt}$$

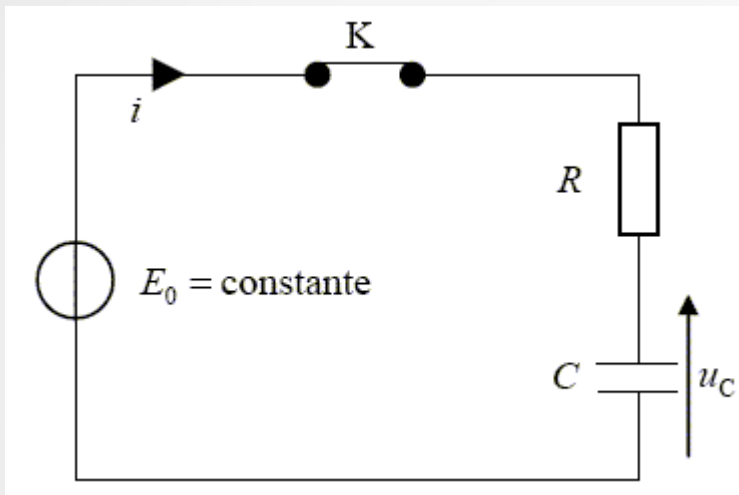
L : Inductance de la bobine exprimée en Henry (H)

Partie 2

Quelques montages linéaires

Montage RC

Charge d'un condensateur :



$$U_R + U_c = E \Rightarrow R * I + U_c = E$$

$$\Rightarrow R * C \frac{dU_c}{dt} + U_c = E$$

Équation différentielle du premier ordre

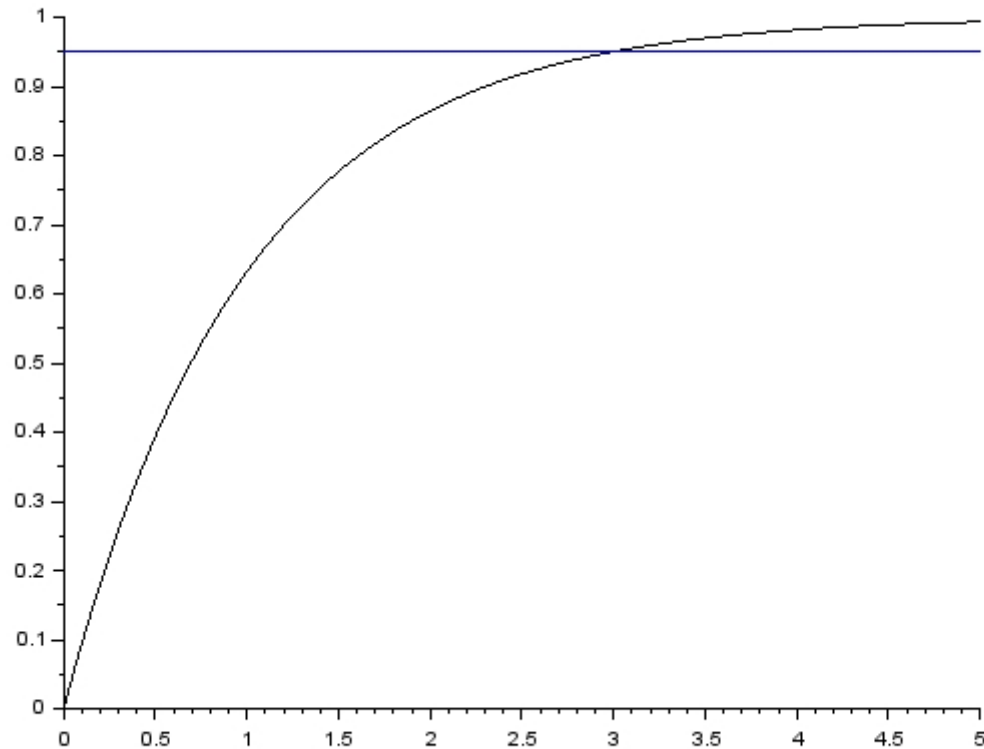
$$U_c(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

$$\tau = RC$$

Constante de temps

Montage RC

Charge d'un condensateur :



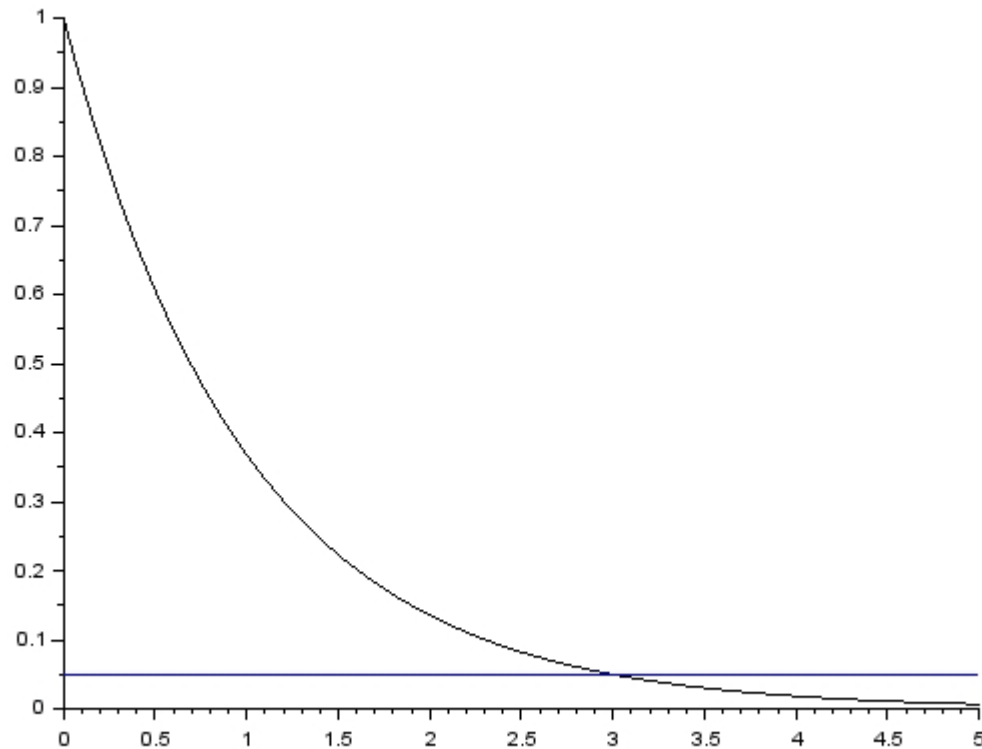
$$U_C(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$

$$RC = \tau = 1 \text{ s}$$

$$E = 1 \text{ V}$$

Montage RC

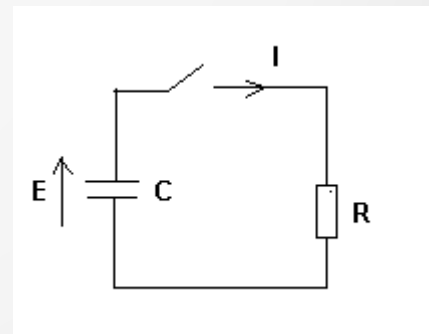
Décharge d'un condensateur :



$$U_C(t) = E e^{\frac{-t}{RC}}$$

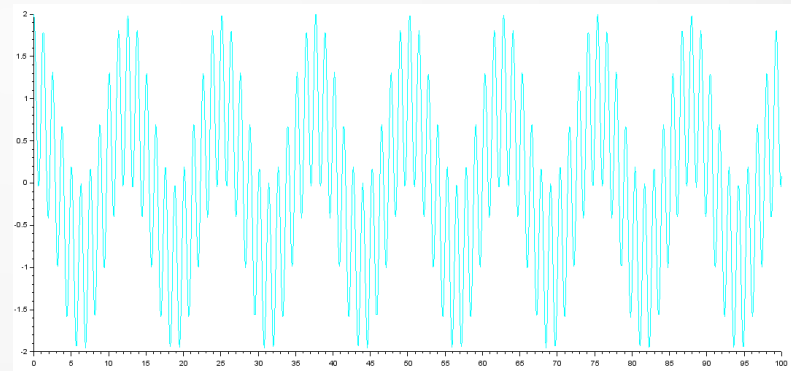
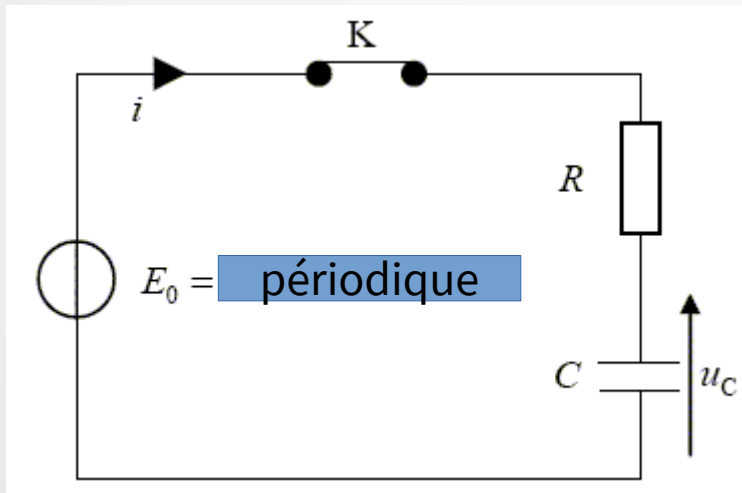
$$RC = \tau = 1\text{ s}$$

$$E = 1\text{ V}$$

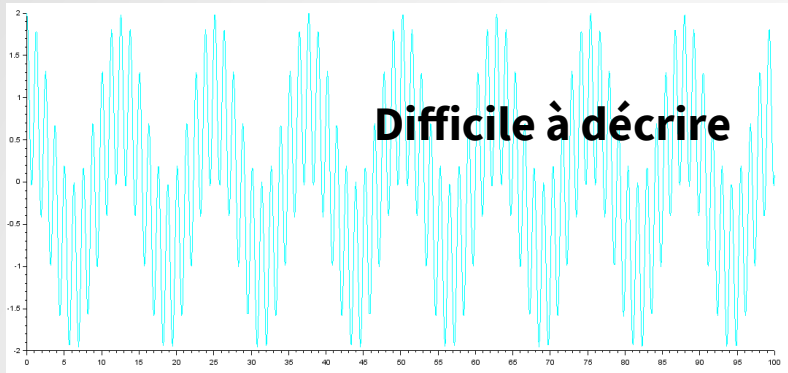


Représentation fréquentielle

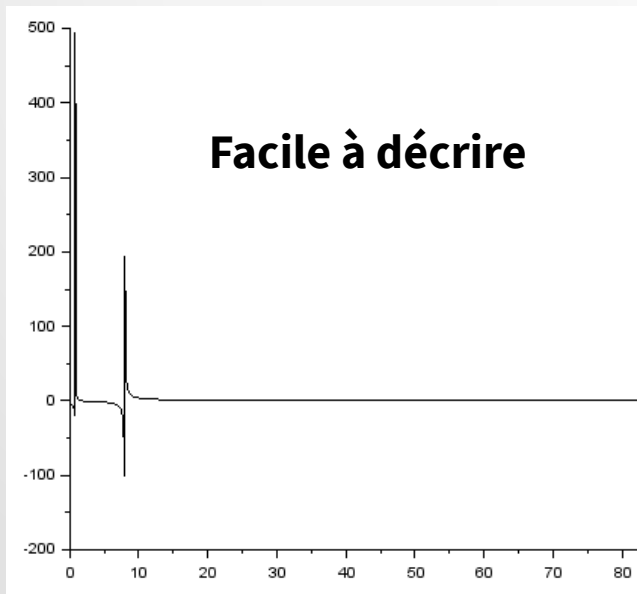
- Souvent des signaux périodiques sont présents en électronique et nous devons nous doter d'outils adéquats pour traiter ces signaux.
- Il est nécessaire de passer dans une représentation fréquentielle :



Représentation fréquentielle, intérêt



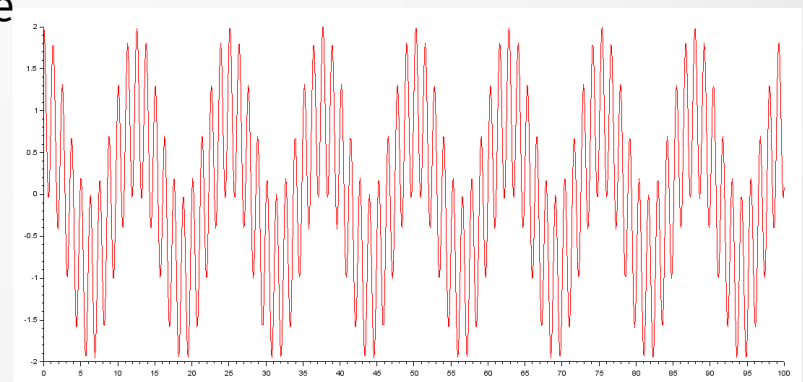
Transformée de Fourier



Transformée de
Fourier
inverse

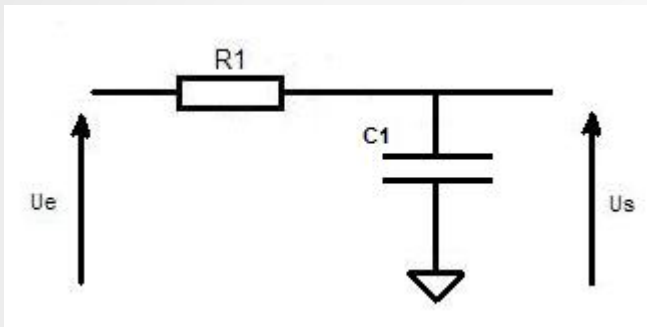


Signal reconstruit



Montage RC, le retour

- On peut démontrer avec des éléments d'analyse fréquentielle que :



si $U_e = \sqrt{2} E \cos(2\pi ft + \varphi)$ on a :

$$\frac{U_{s,eff}}{U_{e,eff}} = \text{Gain} = G = \frac{E}{\sqrt{1 + (2\pi RCf)^2}}$$

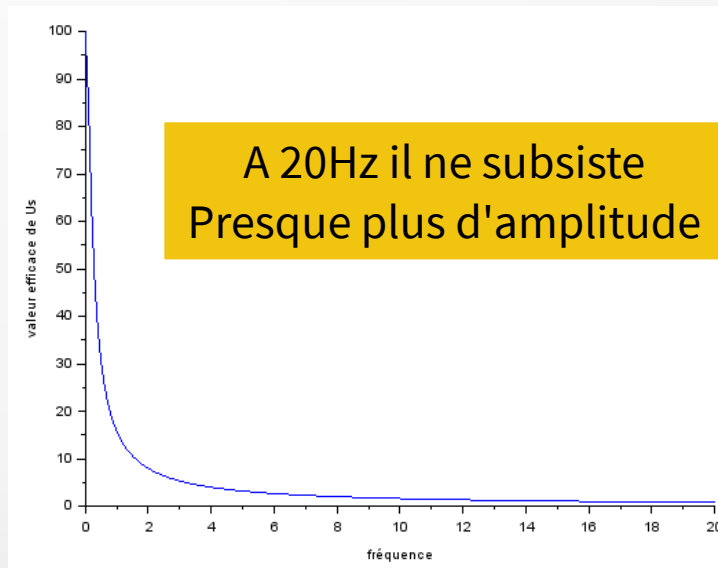
Exemple :

On a $E=100V$

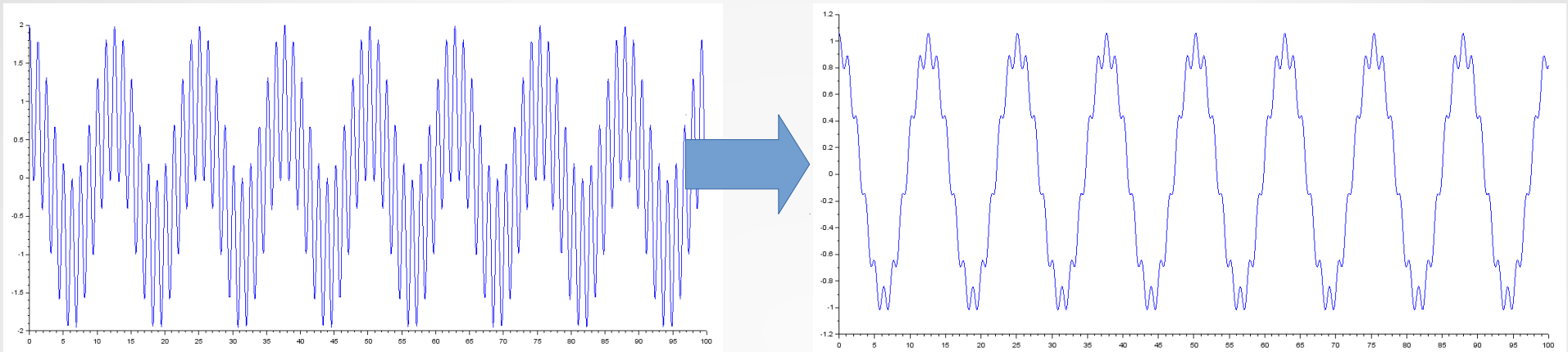
Et la fréquence qui varie

Que vaut la valeur efficace de E

Avec $RC = 1 \text{ s}$



Un passe bas ça sert à quoi ?

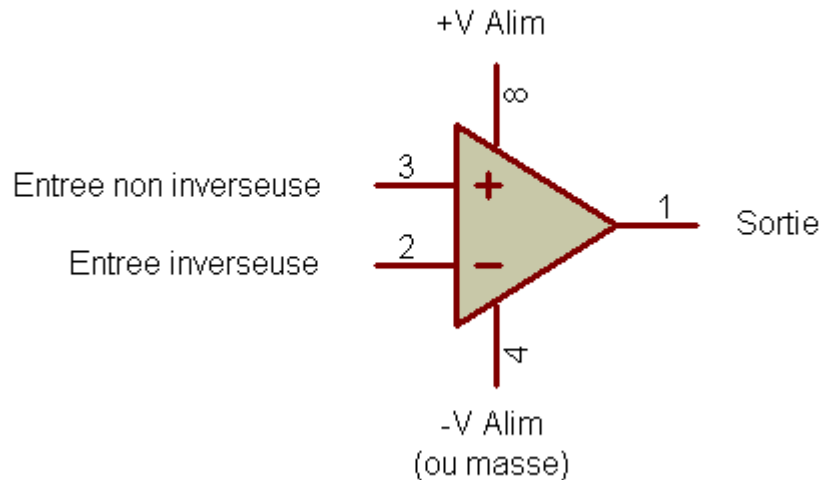


Un passe bas sert à supprimer les composantes à haute fréquence indésirables (bruit)

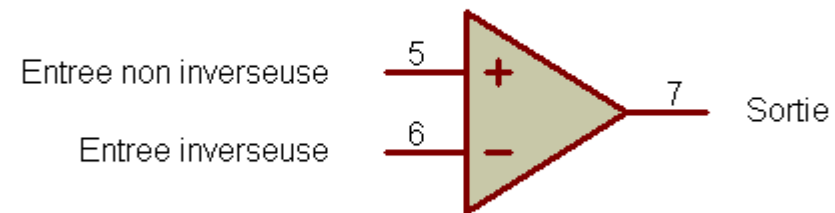
Exemple : commutation intempestive d'un interrupteur sur un BreadBoard

Amplificateur opérationnel parfait

Représentation avec les broches d'alimentation :



Représentation sans les broches d'alimentation :

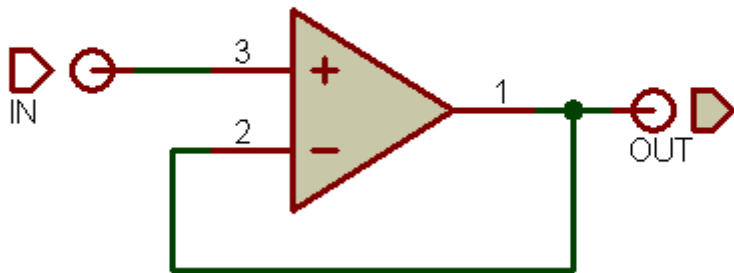


Ce qu'il faut savoir :

- **Si** l'amplificateur est bouclé moins (si il existe un composant entre la Sortie et l'Entrée Inverseuse)
- **Alors** : $V_+ = V_-$ (Les tensions aux entrées sont nécessairement égales)
- **Mais** : Les tensions ne pourront pas dépasser les tensions d'entrée (**phénomène de saturation**)

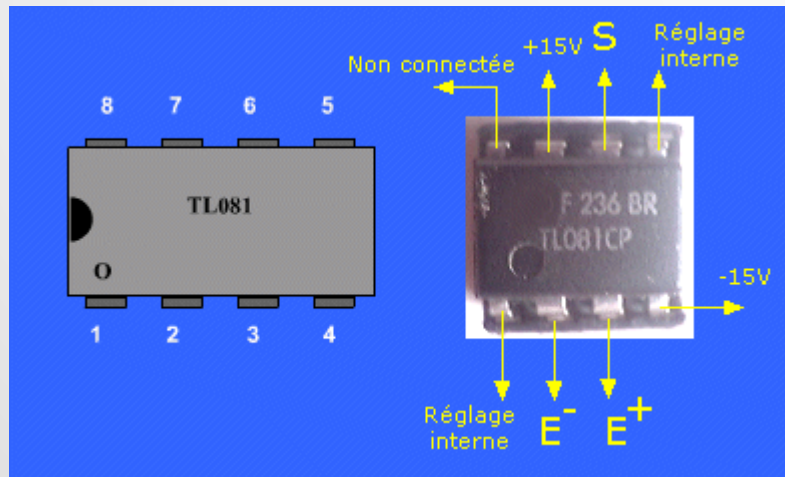
Montage Ampli Suiveur

Montage en suiveur de tension :



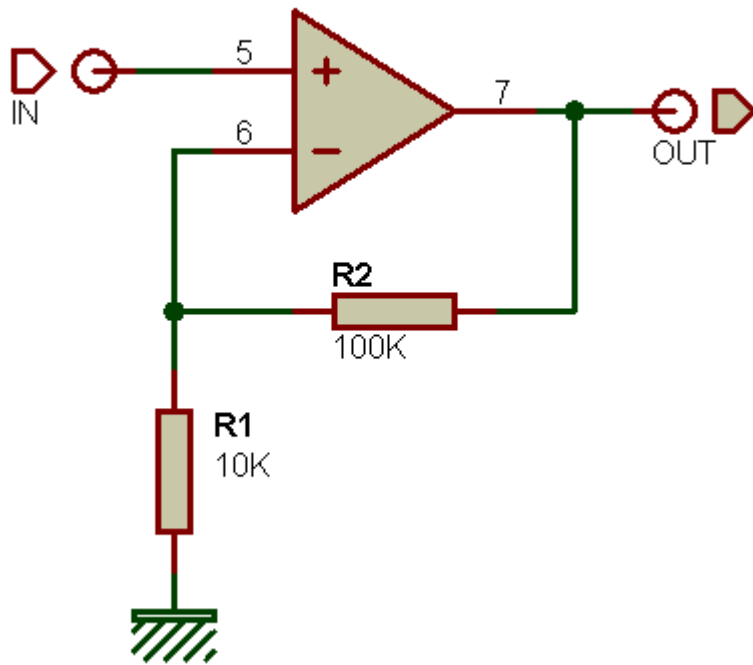
$$U_{OUT} = U_{IN}$$

- On peut remplacer les résistances par un potentiomètre
- Le courant d'entrée est quasi-nul



Montage Ampli Non-Inverseur

Montage en amplificateur non-inverseur :

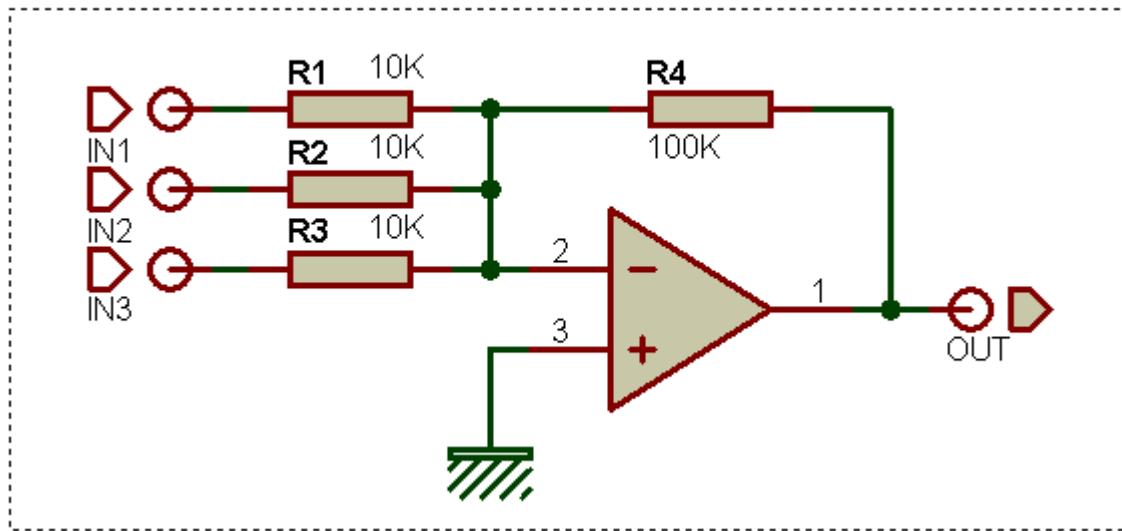


$$U_{OUT} = U_{IN} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

- On peut remplacer les résistances par un potentiomètre
- Le courant d'entrée est quasi-nul

Montage Ampli Additionneur

Montage en sommateur (additionneur) :



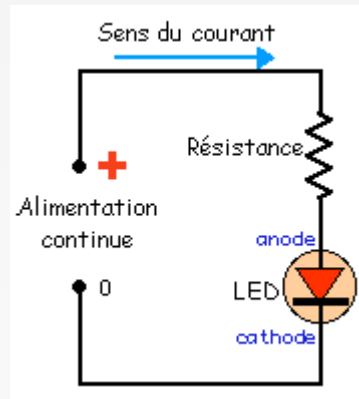
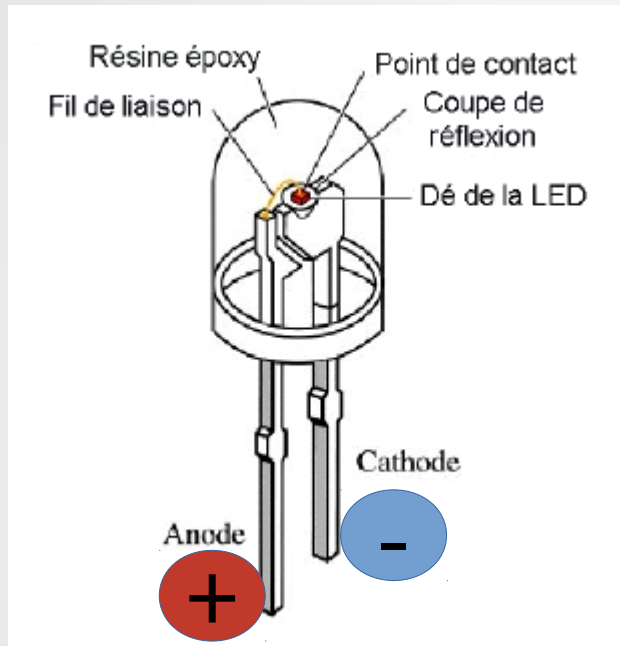
$$U_{OUT} = U_{IN1} + U_{IN2} + U_{IN3}$$

- Relation vraie que si les résistances sont égales (pas comme sur le schéma)
→ Sinon on a un gain qui vient multiplier les tensions (ici out est égale à 1/10 fois la somme des entrées)

Partie 3

Quelques composants non
linéaires astucieux...

LED



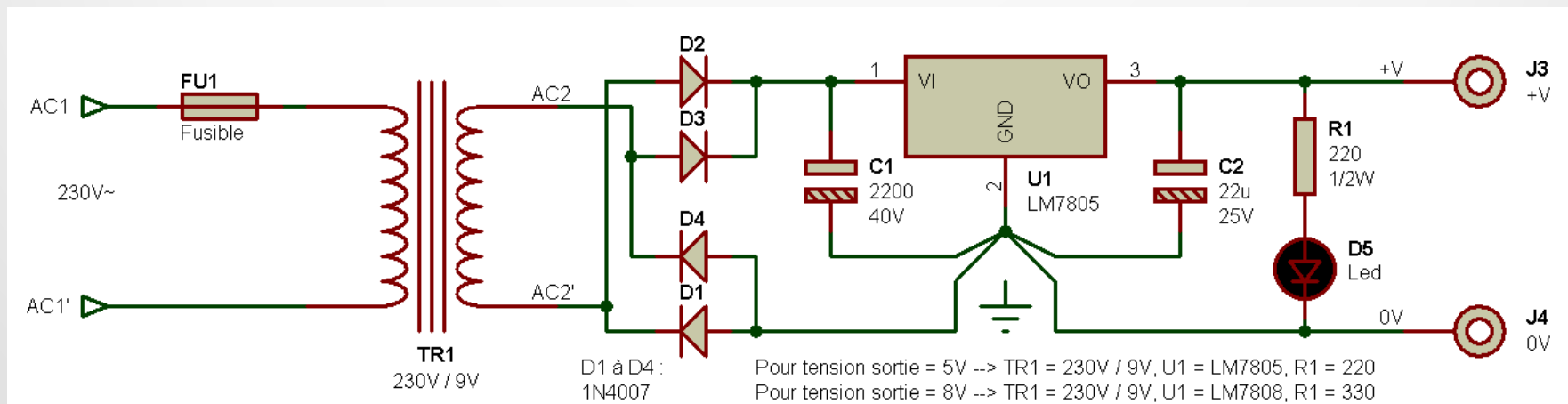
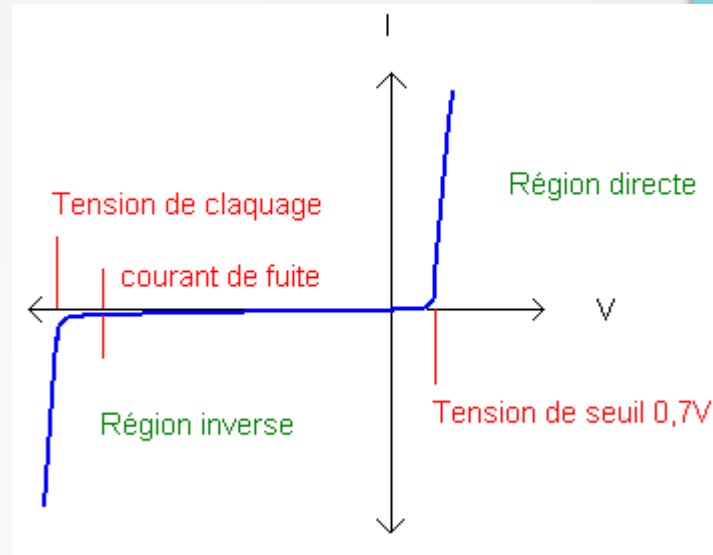
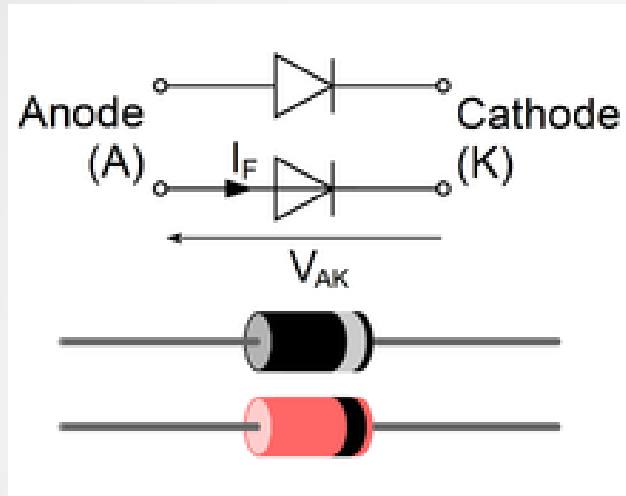
**Toujours mettre une
résistance chutrice de
Tension !!**

Typiquement, pour une LED
rouge :

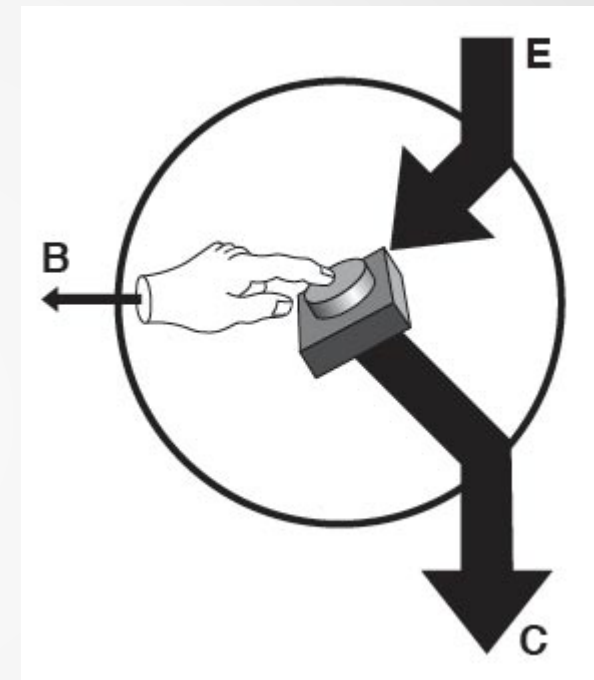
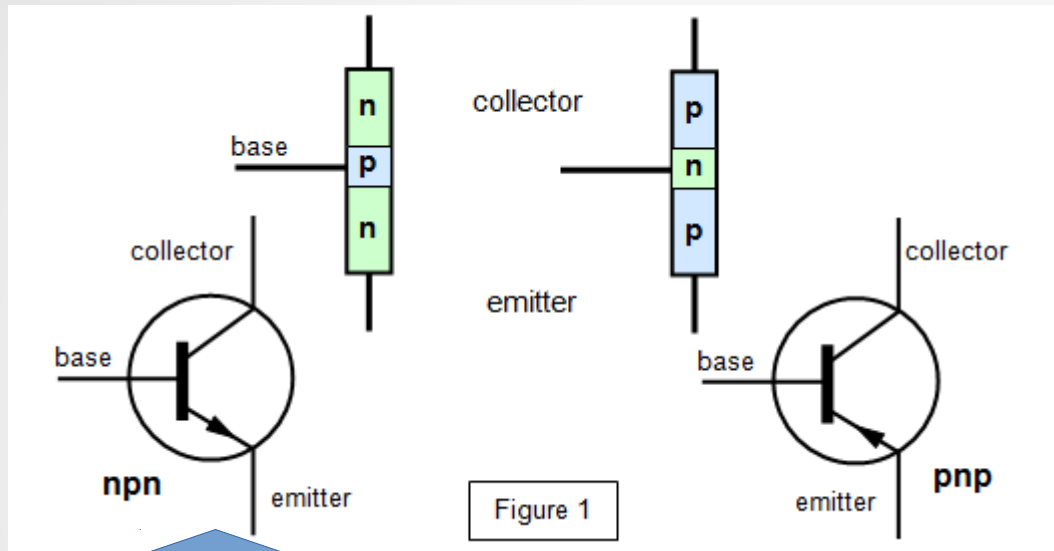
$$R_{chutrice} = \frac{U_{alimentation} - 2}{0.01}$$

$$R_{chutrice} = \frac{U_{alimentation} - U_{nominaleLED}}{I_{nominaleLed}}$$

Diodes « classiques »



Transistor NPN, introduction



Un transistor est un **amplificateur de courant** qui sous certaines conditions peut être vu comme un **interrupteur commandé**.

La base (B) Joue le rôle de la commande

Le collecteur (C) est branché à la source de tension

L'Émetteur (E) est branché au récepteur

On va s'intéresser au NPN car il s'agit d'un transistor qui se commute avec des courants positifs.

Transistor NPN, caractéristiques

Un transistor est caractérisé (entre autres) par :

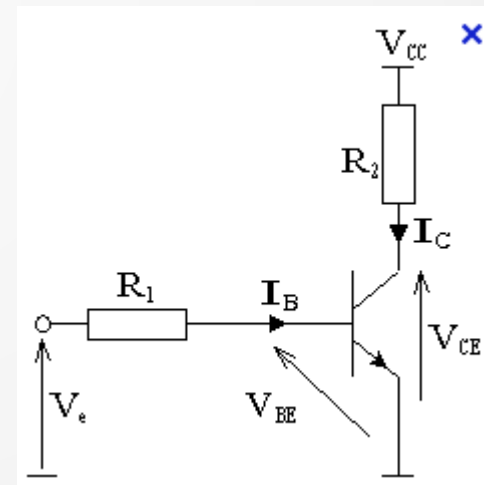
- Son gain en courant β
- Son intensité maximale émetteur collecteur I_{max}

Caractéristiques à vérifier
pour l'Arduino

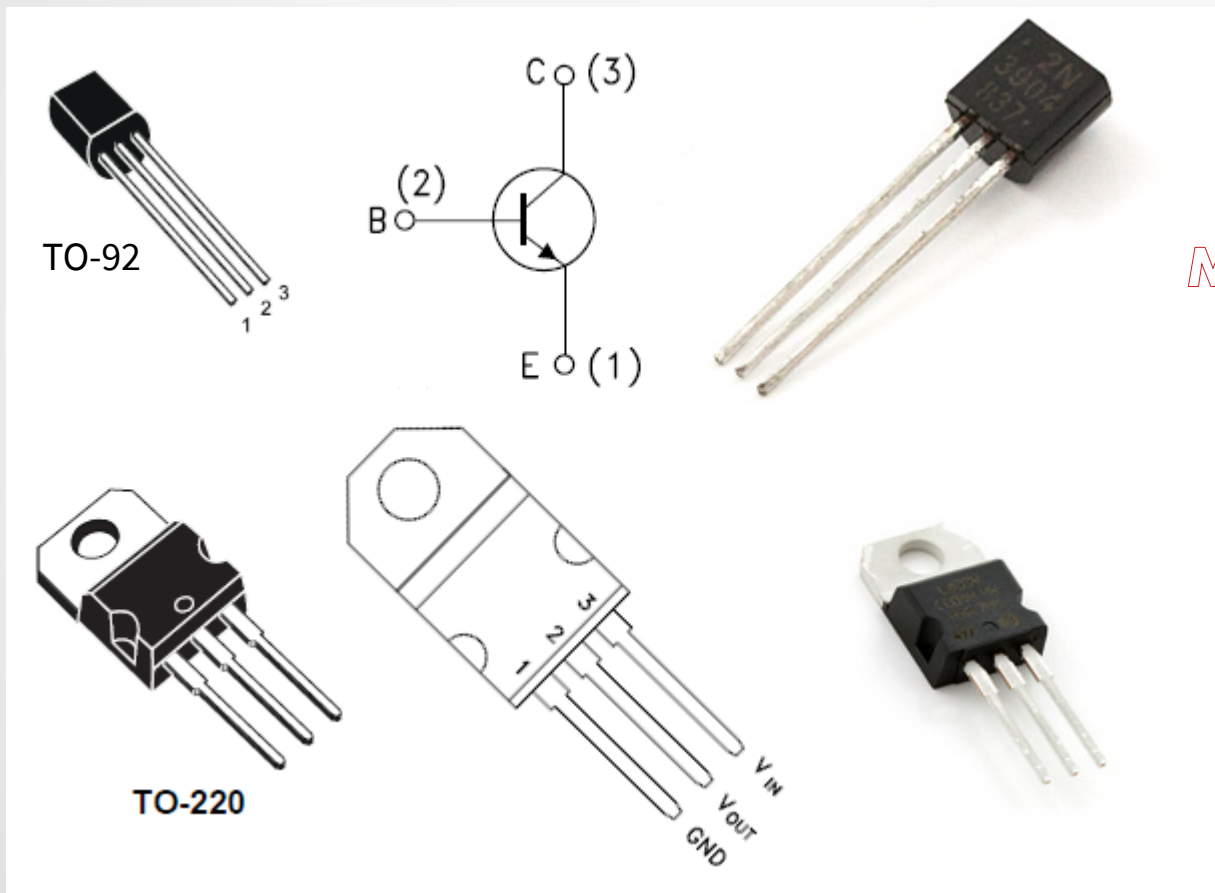
- Sa tension max
- Sa réponse fréquentielle

On travaille à BT et à BF
→ Pas pertinent

$$I_C = \beta I_B$$



Transistor NPN, principales familles



TO-92

Fort Gain $\sim 100-1000$

Mais faible $I_{max} \sim 0.1-0.6 A$

TO-220

Fort $I_{max} \sim 0.5-20 A$

Mais faible Gain $\sim 10-50$

Montage Darlington

Combinons les avantages !

T1 : TO-92 (Petit transistor)

$$I_{C1} = \beta_1 I_{B1} \quad I_{max,1}$$

T2 : TO-220 (Grand transistor)

$$I_{C2} = \beta_2 I_{B2} \quad I_{max,2}$$

T : Transistor équivalent (combinaison)

$$I_C = \beta_1 \beta_2 I_B \quad I_{max} = I_{max,2}$$

TO-92

Fort Gain $\sim 100-1000$

Mais faible $I_{max} \sim 0.1-0.6 \text{ A}$

+

TO-220

Fort $I_{max} \sim 0.5-20 \text{ A}$

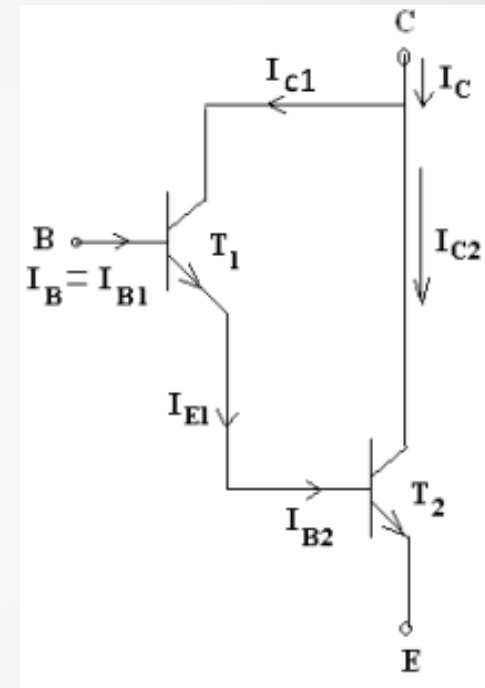
Mais faible Gain $\sim 10-50$

=

TO-220 et TO-92

Fort $I_{max} \sim 0.5-20 \text{ A}$

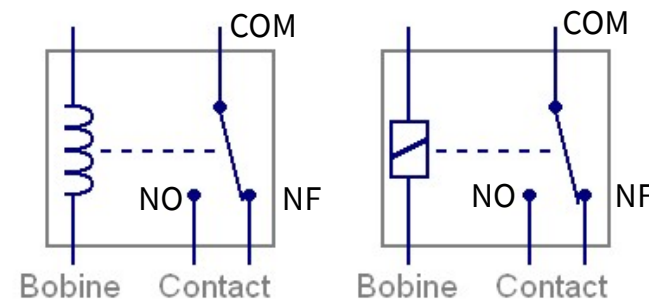
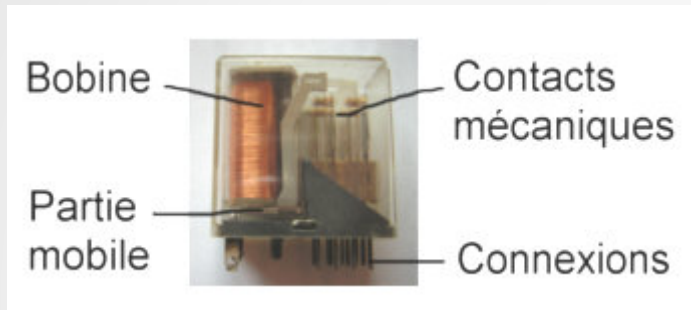
Fort Gain $\sim 1000-5000$



On multiplie les gains
Et $I_{max} =$ la plus grande

Relais, application

- C'est un **interrupteur magnétique**

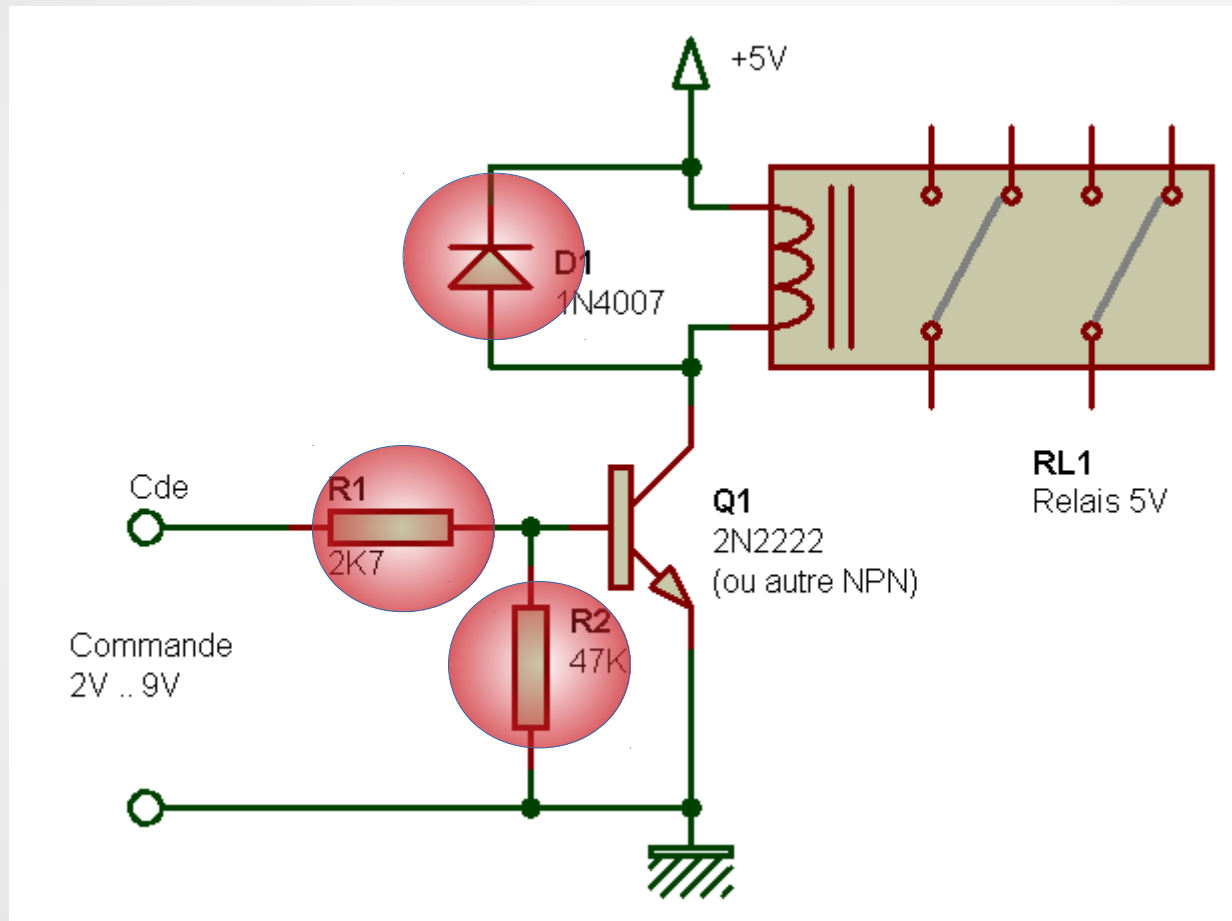


Symboles du relais

- Il existe cinq pins sur le relais
 - Deux entrées pour la bobine (activation de l'électroaimant) $I_a \sim 50\text{mA}$ courant nécessaire
 - Une entrée commune (COM, reliée à la source de courant)
 - Une sortie NO (Normalement ouverte)
 - Une sortie NF/NC (normalement fermée)

**Ne pas dépasser la puissance max
Indiquée sur le relais entre COM et NO/NF**

Application du relais



NE PAS OUBLIER
LA DIODE DE
RETOUR !

NI LES
RÉSISTANCES
PROTECTRICES

Relais vs Transistor

- Transistor

- Faire attention à I_{max} et à β (qu'il soit suffisant pour commuter)
- Permet de commuter sur les hautes fréquences
- Permet de faire du linéaire (hacheur ou PWM)

- Relais

- Faire attention à $P_{max} = U \cdot I_{max}$ mais généralement, c'est suffisamment élevé
- Ne permet pas de commutation à haute fréquence (1 commutation par seconde max, risque d'usure)
- Tout ou rien (interrupteur)

Partie 4

Rappels sur l'Arduino

L'Arduino dans le circuit

- Allons sur le Wiki

→ <http://wiki.centrale-marseille.fr/fablab>

Partie 5

Concevez **vos** montages !

Méthodes

- Concevoir un circuit électronique
 - 1) Se donner un cahier des charges (identifier le besoin)
 - 2) Identifier les sorties/entrées
 - 3) Faire un logigramme (physique et code)
 - 4) Faire un premier schéma : bien vérifier que tout va bien au niveau puissance → recommencer sinon
 - 5) Faire sur breadboard le montage
 - 6) Coder **en testant**
 - 7) Frimer (accessoirement)

Maintenant, à vous de jouer

- **Cahier des charges 1 :**
- Concevoir un lampadaire intelligent qui s'allume en fonction de la luminosité
- Les lampes de la mairie sont de l'ordre de 500W et surtout il ne faut pas les allumer et les éteindre plus d'une fois toutes les dix secondes.

Maintenant, à vous de jouer

- **Cahier des charges 2 :**
- Concevoir un dé électronique à LED, activation par bouton-poussoir.

Maintenant, à vous de jouer

- **Cahier des charges 2.5 :**
- Concevoir un dé électronique à LED, activation par variation de lumière.

Maintenant, à vous de jouer

- **Cahier des charges 3 :**
- Un shield de capteur de pression donne des tensions entre 0 et 10V, visualiser la pression sur ordinateur.
- La pression est donné par

$$P = 0.3 * u^2 - 0.03 \quad \text{\textbackslash\textbackslash avec } u \text{ en mV}$$

Maintenant, à vous de jouer

- **Cahier des charges 3.5 :**
- Un shield de capteur de pression donne des tensions entre -10V et 10V, visualiser la pression sur ordinateur.
- La pression est donné par

$$P = 0.3 * u^2 - 0.03 \quad \text{\textbackslash\textbackslash avec } u \text{ en mV}$$

Sources

- Sonelec Musique
- Wikipedia
- AOP free.fr
- Nitraced
- Ptitrain
- School Physics
- Learn Sparkfun
- Astucespratiques.fr
- Samomoi
- Divers...