



## Fiche N°3 : les résistances

I.	A QUOI SERVENT LES RESISTANCES ? .....	1
II.	CARACTERISTIQUES.....	1
1.	CARACTERISTIQUES .....	1
2.	CODE COULEUR .....	3
3.	DEGAGEMENT DE CHALEUR : EFFET JOULE.....	3
4.	MODELE D'UNE RESISTANCE REELLE.....	4
5.	SA PUISSANCE MAXIMALE .....	4
6.	LES POTENTIOMETRES.....	4
III.	ASSOCIATION DE RESISTANCE.....	4
1.	EN SERIE : .....	4
2.	EN PARALLELE .....	5
IV.	LES PONTS DIVISEURS.....	5
1.	DIVISEUR DE COURANT.....	5
2.	DIVISEUR DE TENSION .....	6
V.	RESISTANCES ET MICROCONTROLEURS.....	6
1.	LE PROBLEME SUR UNE BROCHE D'ENTREE NUMERIQUE .....	6
2.	LA SOLUTION POUR CONTOURNER CE PROBLEME :.....	6
3.	MONTAGE PULL-UP/DOWN .....	7
4.	BROCHE EN SORTIE.....	8
VI.	INCONVENIENTS .....	8

### I. A quoi servent les résistances ?

- Résister au courant
- Limiter le courant (traversant une diode)
- Réduire la tension
- Diviser la tension
- Avec les broches des microcontrôleurs
- Calculer la température (sonde PT100)
- ...

### II. Caractéristiques

#### 1. Caractéristiques

##### a. Formes

Il existe principalement trois types de technologies :

1. Les plus courantes à couche de carbone
2. De qualité supérieure et souvent de meilleure précision : celles à couche métallique
3. Bobinées pour des puissances plus élevées.
4. CMS : destinée à la fabrication de carte électronique (CMS = Composants Montés en Surface)



Carbone



Bobinée 10 W



CMS

### b. Loi d'Ohm

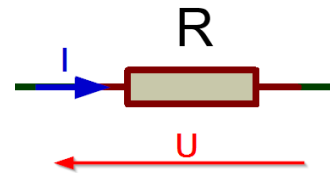
Une résistance est un dipôle (deux bornes) dont le principal rôle est de résister au courant suivant la loi d'Ohm :

U : la tension en Volt (V)

I : le courant parcouru en Ampère (A)

R : la valeur de la résistance en Ohm ( $\Omega$ )

$$U = R * I$$



### c. Unité

L'ohm est une petite unité, c'est pourquoi des unités multiples sont souvent utilisées : le kilo-ohm ( $k\Omega = 1000 \Omega$ ) et le mégaohm ( $M\Omega = 1\ 000\ 000 \Omega$ .)

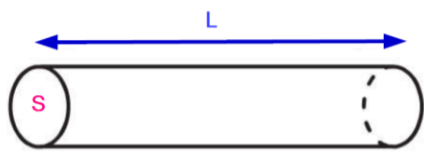
### d. Conductance

L'inverse de la résistance est la conductance, son unité est le Siemens :  $G = \frac{1}{R}$

### e. Résistivité

Pour terminer, la valeur de la résistance dépend de ses dimensions ainsi que la nature du matériau utilisé. La relation est :

$$R = \rho * \frac{L}{S}$$



L : la longueur

S : la section

$\rho$  : la résistivité en Ohm.mètre ( $\Omega.m$ )

Pour avoir un ordre d'idée la valeur de la résistivité : celle du cuivre à 25°C est  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega.m$

### f. Influence de la température

La valeur d'une résistance suivant la température est donnée par :

$$R = R_0 [1 + \alpha(\theta - \theta_0)]$$

Avec :

$R_0$  : est la valeur de la résistance à une température de  $\theta_0$

$\alpha$  : le coefficient de température associé

Pour plus de précision, la formule s'écrit :

$$R = R_0 [1 + A\theta + B\theta^2 - C(\theta - 100)\theta^3]$$

Avec :

R : est la valeur de la résistance à une température  $\theta$

$R_0$  : est la valeur de la résistance à une température 0°C



A, B et C : coefficients de température

## 2. Code couleur

Les résistances en électronique se présente avec des anneaux de couleurs représentant la valeur de la résistance.  
 Pour les résistances à 4 ou 5 bandes, la correspondance est celle-ci :

1er chiffre 2ème chiffre 3ème chiffre Multi Tolérance

Noir		0	0	x1	
Marron	1	1	1	x10	± 1%
Rouge	2	2	2	x100	± 2%
Orange	3	3	3	x1K	± 3%
Jaune	4	4	4	x10K	± 4%
Vert	5	5	5	x100K	± 0.5%
Bleu	6	6	6	x1M	± 0.25%
Violet	7	7	7	x10M	± 0.10%
Gris	8	8	8	x100M	± 0.05%
Blanc	9	9	9	x1G	
Or				+ 10	± 5%
Argent				+ 100	± 10%

D'après <http://www.electronique-radioamateur.fr/elec/composants/resistance-code-couleurs.php> :

Ainsi pour une 220 Ω.	Ainsi pour une 330 Ω.
1 <sup>er</sup> anneau : rouge donc 2	1 <sup>er</sup> anneau : orange donc 3
2 <sup>ème</sup> anneau rouge donc 2	2 <sup>ème</sup> anneau orange donc 3
3 <sup>ème</sup> anneau : marron multiplicateur donc *10	3 <sup>ème</sup> anneau : marron multiplicateur donc *10
4 <sup>ème</sup> anneau : or, tolérance de 5%	4 <sup>ème</sup> anneau : or, tolérance de 5%
D'où 22*10 = 220 Ω	D'où 33*10 = 330 Ω

	Marron : 1	
	Noir : 0	-> 10 k Ω
	Orange : *1k	

Les résistances les plus courantes, et les moins chers, ont une tolérance de 10

## 3. Dégagement de chaleur : effet Joule

Une résistance parcourue par un courant électrique dégage de la chaleur, c'est l'effet Joules.

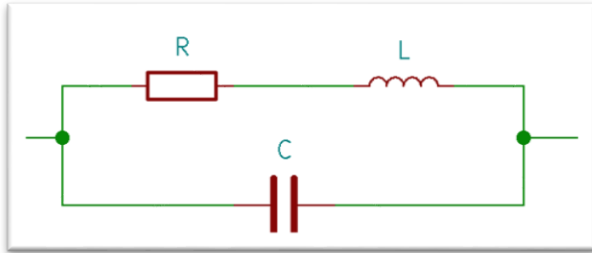


La puissance en Watt (W) dissipée par effet Joule est :

$$P = U.I \text{ et comme } U = R.I \rightarrow P = R.I^2 = \frac{U^2}{R}$$

#### 4. Modèle d'une résistance réelle

Dans les fréquences élevées, il peut être nécessaire de modéliser une résistance en prenant en compte des effets capacitif et inductif :



#### 5. Sa puissance maximale

Les résistances que vous trouverez au labo sont généralement de type « ¼ W » (un quart de Watt) : c'est la puissance maximale conseillée. ¼ W correspond donc à 0.25 W.

Il existe des résistances de plus grandes puissances ½ W, 1 W, 2 ou 5 W. Bien sûr, une résistance de 5W sera plus encombrante que sa jumelle de ¼ W

#### 6. Les potentiomètres

Ce sont des résistances dont on peut modifier manuellement la valeur :



Rotatif de 10k



Ajustable



Trimmer

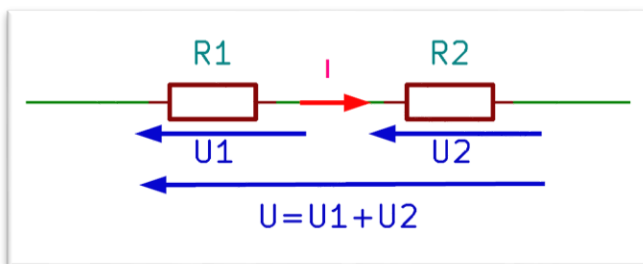


Ajustable

## III. Association de résistance

### 1. En série :

Pour des résistances mises en série, le courant est identique mais les tensions aux bornes s'ajoutent :

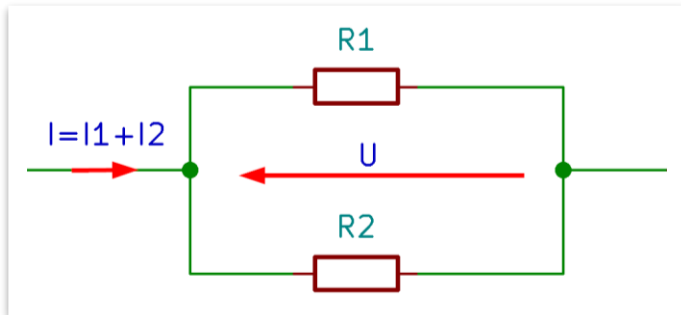


$$R_{eq} = R_1 + R_2 . \text{ Ce qui peut se généraliser par } R_{eq} = \sum R_k$$



## 2. En parallèle

Dans le cas de l'association en parallèle, la tension aux bornes des résistances est identique mais les courants qui traversent chacune des résistances, s'ajoutent :



Dans ce cas  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$  ce qui peut se généraliser par  $\frac{1}{R_{eq}} = \sum \frac{1}{R_k}$  Ainsi  $R_{eq} = \frac{1}{\sum \frac{1}{R_k}}$

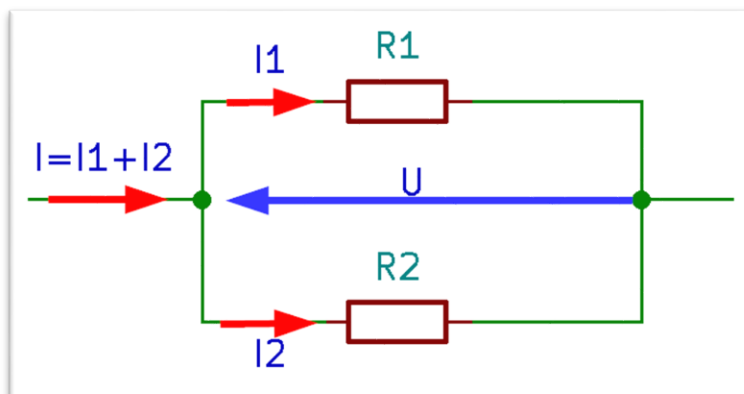
Ou avec les conductances :  $G_{eq} = G_1 + G_2$  . Ce qui peut se généraliser par  $G_{eq} = \sum G_k$

A noter que pour deux résistances la formule devient :  $R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

## IV. Les ponts diviseurs

### 1. Diviseur de courant

Soit le schéma suivant :



Les résistances sont associées en parallèle donc la résistance équivalente est  $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

Ainsi, d'après la loi d'Ohm la tension  $U = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$

Or  $I_1 = \frac{U}{R_1}$  et  $I_2 = \frac{U}{R_2}$  Ainsi  $I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$  et  $I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$



## 2. Diviseur de tension

	<p>Ce montage est bien plus utilisé que le précédent : il permet d'abaisser une tension en sortie.</p> $V_{CC} = (R_1 + R_2) * I \quad (1)$ $\text{Et } V_s = R_2 I \quad (2)$ <p>D'après (1) <math>\rightarrow I = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}</math></p> <p>On injecte dans (2) <math>\rightarrow V_s = \frac{R_2 V_{CC}}{R_1 + R_2} \quad (2)</math></p>
--	--

**Attention :** l'application de diviseur de tension suppose que le courant est soit nul ou alors négligeable. Dans les autres cas, il n'est pas applicable.

# V. Résistances et microcontrôleurs

## 1. Le problème sur une broche d'entrée numérique

La valeur d'une broche numérique est binaire : 1 correspond à un état haut si la broche est connectée à une tension (5V ou 3,3), 0 représente un état bas, donc la broche est à la masse.

Problématique : soit un montage avec un bouton-poussoir sur une broche d'entrée d'un microprocesseur :

	<p>Lorsque l'on appuie : la broche est à 5V donc l'état haut.</p> <p>Mais dans le cas contraire ?              On pourrait dire 0 V ?  <b>Non</b> car la broche va se comporter comme une petite antenne dont l'état va osciller entre 0 et 5 V</p> <p><b>Ainsi</b> le processeur reçoit une suite aléatoire d'états haut et bas</p>
--	--

## 2. La solution pour contourner ce problème :

**Imposer** un état lorsque le bouton n'est pas appuyé. Dans notre cas mettre à la masse avec une résistance assez importe (au moins 10k) :



	<p>Dans ce cas, un appui la broche d'entrée est connectée sur le +5V donc l'état est HAUT(HIGH), dans le cas contraire BAS (LOW)</p> <p>Ce montage est dit en <b>pull-down</b>, on « tire » vers le bas</p>
--	---

### 3. Montage pull-up/down

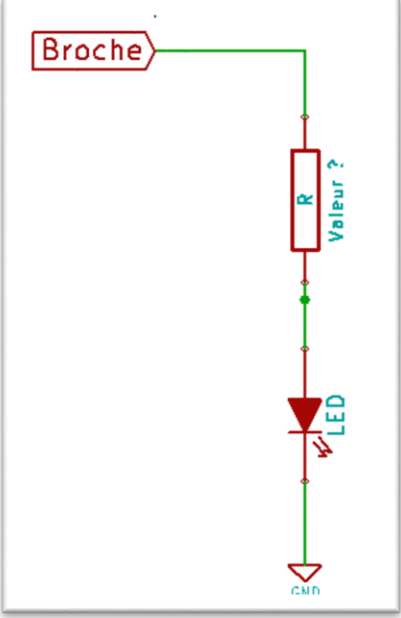
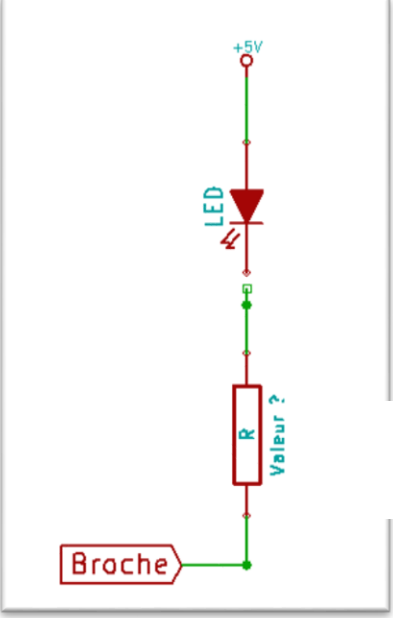
Il existe deux façons de mettre la résistance : soit en haut ou en bas.

Pull-up	Pull-down
<p>Quand le bouton est appuyé, la broche est à la masse :</p> <pre>#define BPOn digitalRead(Pous)==0</pre>	<p>Quand le bouton est appuyé, la broche est au 5V</p> <pre>#define BPOn digitalRead(Pous)==1</pre>

A noter que la plupart des microcontrôleurs possèdent des résistances internes de pull-up ou pull-down. Ce qui est le cas des Arduino, Raspberry PI et nucleo.



#### 4. Broche en sortie

Cathode vers la masse	Anode vers le Vcc
	
<p>Pour allumer la led, il faut un passage de courant entre la broche et la masse, donc la broche est à l'état haut  <code>#define LedOn digitalWrite(Led, HIGH)</code></p>	<p>Pour allumer la led, il faut un passage de courant entre le 5V et la broche, donc la broche est à l'état bas  <code>#define LedOn digitalWrite(Led, LOW)</code></p>

## VI. Inconvénients

- Dégagement de chaleur : effet Joules

Le passage du courant dans un conducteur électrique engendre un dégagement de chaleur : c'est un inconvénient puisque l'énergie dégagée est perdue !!!

Dans d'autres cas, c'est l'effet recherché pour par exemple, chauffer l'eau d'une bouilloire ou d'une machine à laver, chauffer une pièce avec des radiateurs ...

C'est également ce principe qui est recherché par les fusibles.

- Bruits dans le circuit
- Inductance
- Tolérance