

Notions d'électricité

Hainaut Patrick 2021

But de cette présentation

- Nos ordinateurs sont alimentés électriquement
- Il est donc indispensable d'avoir des notions d'électricité

Introduction

- L'électricité est partout et on ne saurait plus s'en passer
- Notre quotidien regorge d'appareils alimentés électriquement
- Mais on ne peut pas alimenter n'importe quoi n'importe comment et il faut pouvoir choisir sa source d'alimentation en toute connaissance de cause

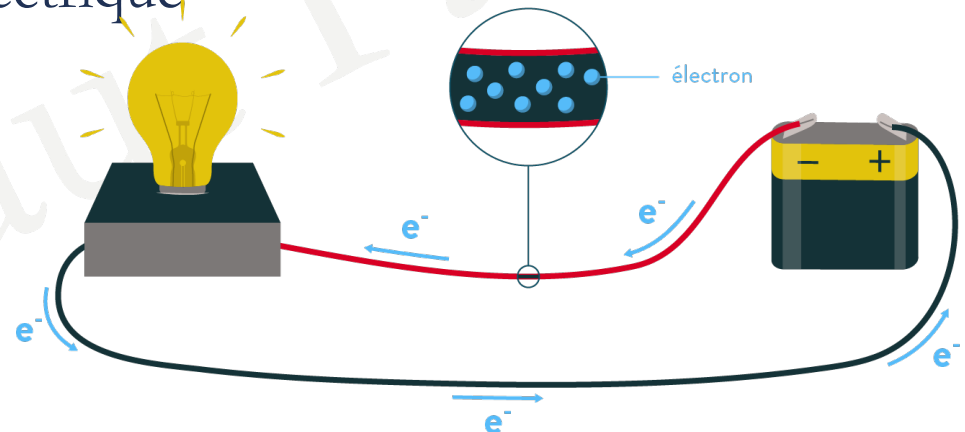
Qu'est-ce que l'électricité ?

- C'est une forme d'énergie invisible, dont on voit les manifestations, qui peut être transformée en d'autres formes d'énergie comme la lumière et la chaleur
- L'électricité est produite lorsqu'on force les électrons des atomes à se déplacer d'un atome à l'autre
- Généralement, on fait tourner une turbine (via eau, vapeur, vent, ...) reliée à un alternateur qui va faire tourner un aimant autour duquel se trouve une bobine de cuivre, ce qui entraîne un déplacement d'électrons dans la bobine et donc une production d'électricité

Qu'est-ce que le courant ?

- Le « courant électrique » correspond au **déplacement d'électrons** à l'intérieur d'un conducteur
- Lorsqu'une différence de potentiel est appliquée aux extrémités du conducteur, elle provoque le déplacement de ces électrons, ce que l'on appelle courant électrique

- **I** (le courant) s'exprime en Ampères (**A**).



- Cela correspond au débit dans un circuit hydraulique
- Le courant se mesure avec un ampèremètre

Qu'est-ce que la tension ?

- La tension, ou différence de potentiel, constitue la pression provenant d'une source d'alimentation d'un circuit électrique qui pousse les électrons chargés (le courant) le long d'une boucle conductrice, leur permettant d'accomplir un travail, tel qu'éclairer une ampoule.

- **U** (la tension) est mesurée en volts (**V**)



- Dans un circuit hydraulique, cela correspond à la pression
- La tension se mesure avec un voltmètre

La résistance électrique

- Une résistance est une charge qui transforme l'énergie électrique en chaleur
- Une résistance électrique provoque une diminution de l'intensité du courant électrique, ce qui veut dire que plus la résistance dans un circuit augmente et plus l'intensité du courant diminue
- La valeur de **R** (la résistance) est donnée en Ohm (Ω)
- La valeur de la résistance se mesure avec un ohmmètre

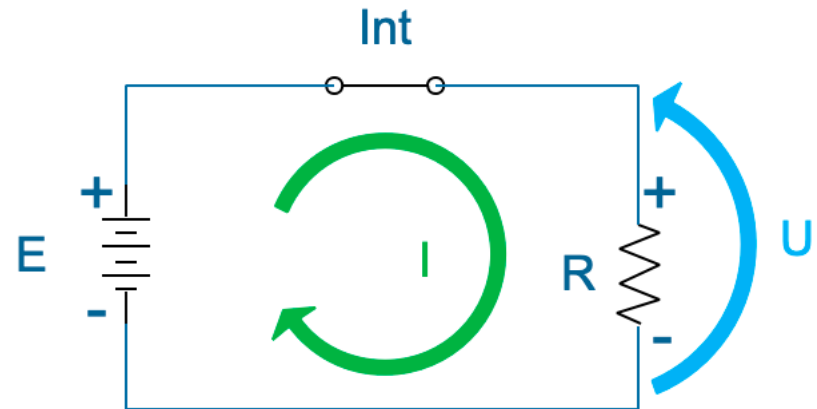
La loi d'Ohm

- C'est en 1827 que Georg Ohm, un professeur allemand, a établi ses lois relatives à la résistance électrique des conducteurs.
- La **résistance** électrique d'un conducteur : c'est la difficulté générée par ce conducteur au passage du courant électrique.

$$R = \frac{U}{I} \text{ et donc } U = R.I \text{ et } I = \frac{U}{R}$$

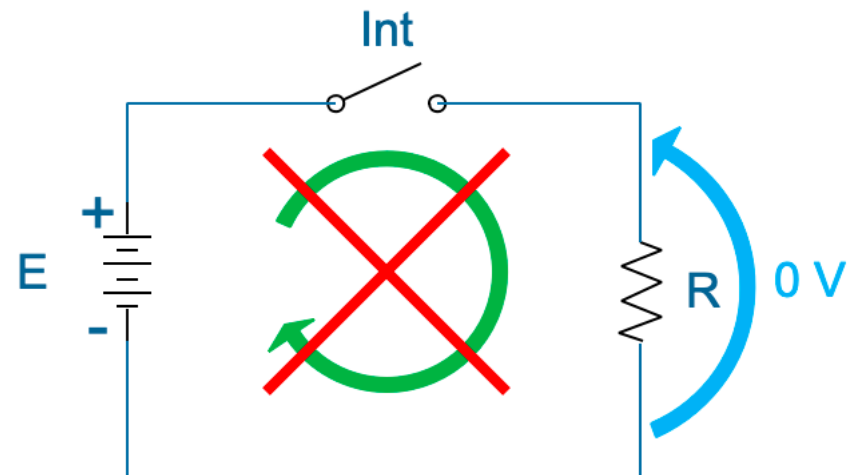
Loi d'Ohm

- Soit un circuit simple comportant une alimentation continue E (pile, adaptateur secteur, ...) un interrupteur fermé Int , et une résistance R
- La tension aux bornes de la résistance U est égale à la tension d'alimentation $E \rightarrow U=E$
- Un courant circule dans la résistance et il se calcule selon la loi d'Ohm: $I = \frac{U}{R}$
- Donc, si $E=9V$, $R=18\Omega$
 $I = \frac{9}{18} = 0,5A$
- La tension s'exprime en volts, le courant en ampères et la résistance en ohms



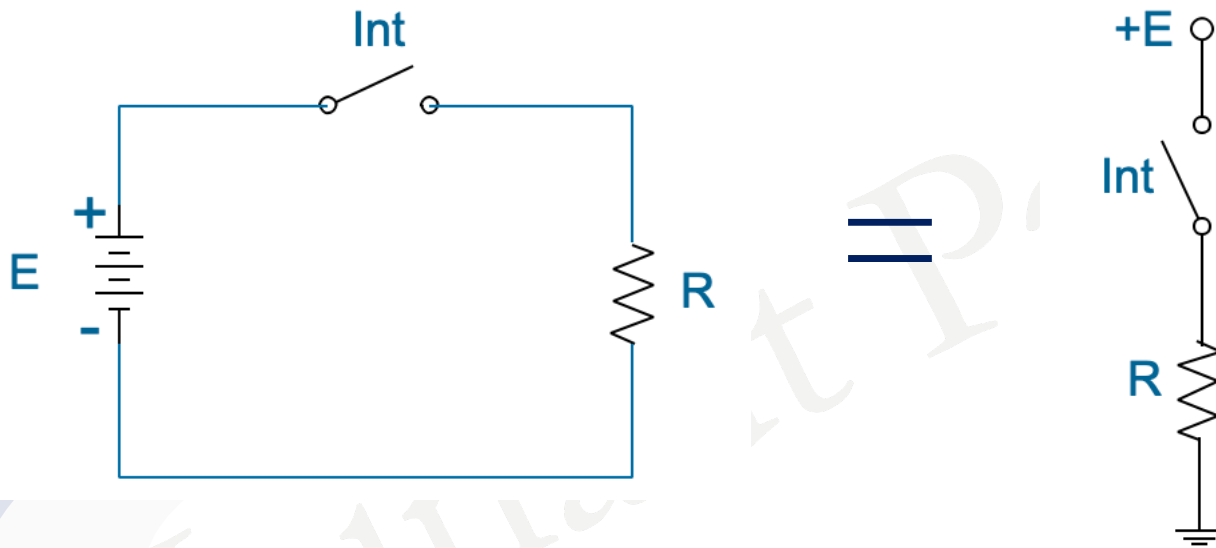
Loi d'Ohm

- Si on ouvre l'interrupteur, le circuit est ouvert et il n'y a plus de courant dans ce circuit
- La tension aux bornes de la résistance est égale à 0V ($U=R.I$ avec $I=0$)
- Toute la tension E se retrouve aux bornes de l'interrupteur

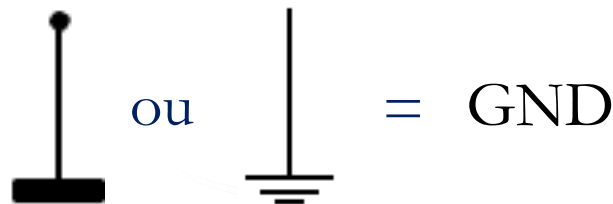


Loi d'Ohm

- On peut dessiner différemment le circuit précédent:

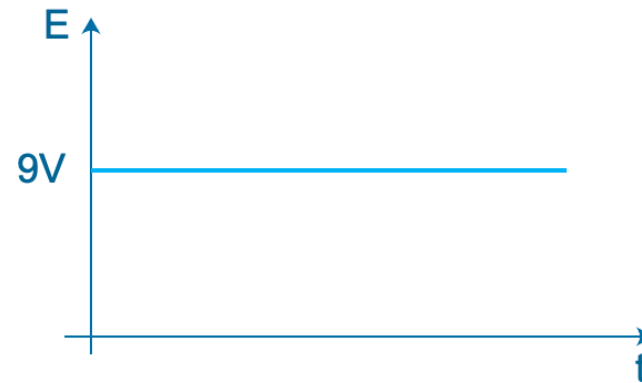


- La borne négative de l'alimentation est mise à la masse (GND, 0V)



Loi d'Ohm: tension continue

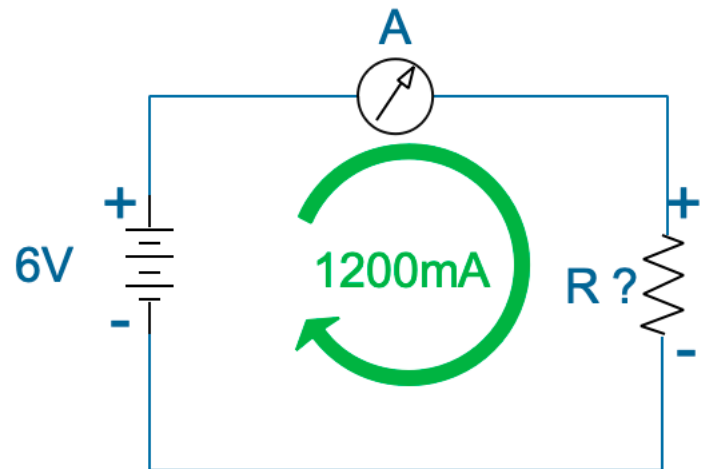
- Une tension continue est une tension qui ne varie pas dans le temps
- La plupart des appareils électriques sont alimentés en continu avec une tension d'alimentation bien déterminée (généralement indiquée)



- La valeur de cette tension doit être respectée !
- Ne branchez pas une alimentation de 12V DC sur un appareil prévu pour du 6V DC ! (DC pour Direct Current)

La loi d'Ohm : Exercice 1

- Soit une alimentation de 6 V connectée à une charge
- L'ampèremètre indique 1200 mA
- Quel est la résistance de charge ?



Données

$$I = 1200 \text{ mA} = 1,2 \text{ A}$$

$$U = 6 \text{ V}$$

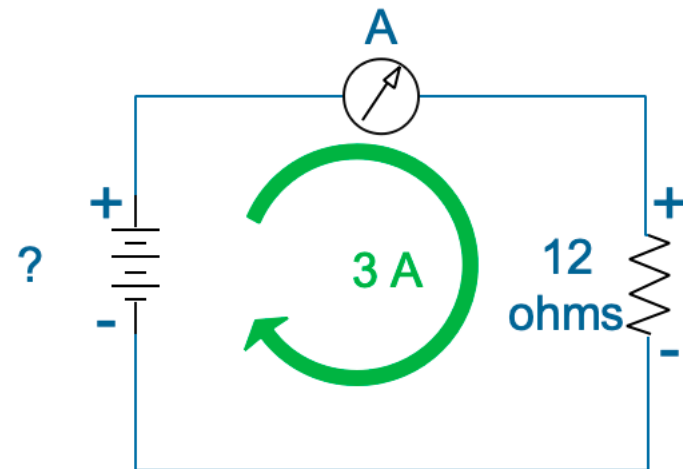
$$R = ?$$

Solution

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6}{1,2} = 5 \Omega$$

La loi d'Ohm : Exercices

Nous avons relié une résistance de $12\ \Omega$ à une batterie dont la tension nous est inconnue. Nous mesurons dans le circuit un courant de $3\ \text{A}$. Quelle est la tension fournie par la batterie?



Données

$$R = 12\ \Omega$$

$$I = 3\ \text{A}$$

$$U = ?$$

Solution

$$U = R \cdot I = 12 \cdot 3 = 36\ \text{V}$$

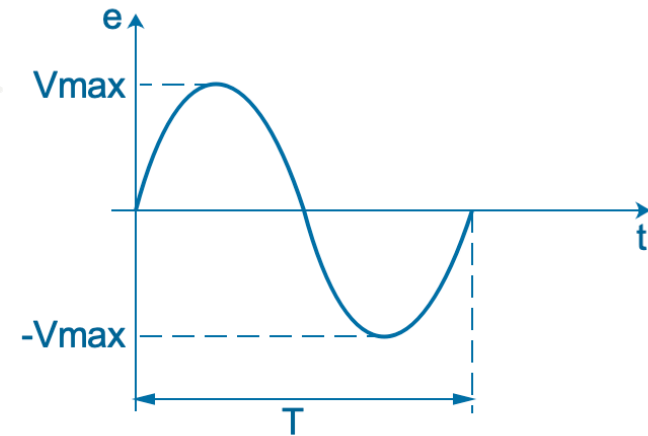
La loi d'Ohm : Exercices

Une machine à laver consomme 2000 Watts. La résistance de cette machine est de 26,45 Ω . Combien d'Ampères seront nécessaires à son bon fonctionnement sous 230 V ?

Données	Solution
$R = 26,45 \Omega$ $U = 230 \text{ V}$ $I = ?$	$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{26,45} = 8,7 \text{ A}$

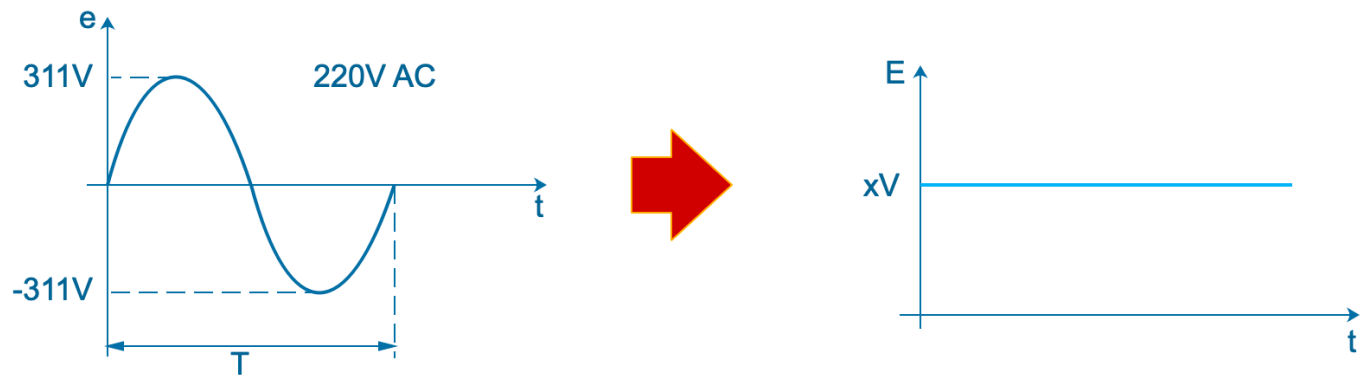
Loi d'Ohm: tension alternative

- Une tension alternative est une tension qui varie dans le temps, souvent en suivant une sinusoïde, on parle alors de signal sinusoïdal
- Exemple: la tension secteur de 220V sinusoïdal, 220V étant la tension moyenne ($V_{\max} = \sqrt{2} \times V_{\text{moy}}$)
- La période T est le temps que met le signal alternatif pour parcourir la sinusoïde
- T est l'inverse de la fréquence: $f = \frac{1}{T}$
- La tension secteur à une fréquence de 50Hz (en Europe car aux USA, la tension secteur est de 110V 60Hz)



Loi d'Ohm: redressement

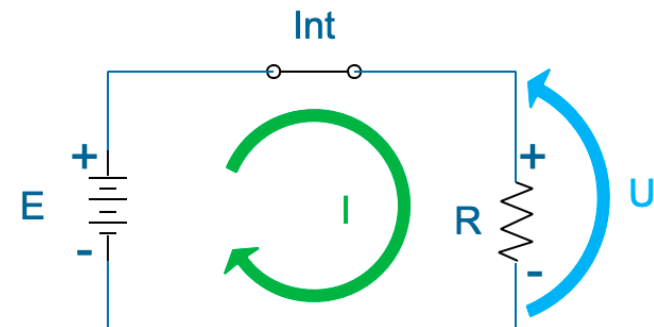
- On peut abaisser la tension secteur grâce à un transformateur abaisseur de tension
- Si on redresse et si on filtre cette tension, on obtient une tension continue



- C'est comme ça que fonctionne les adaptateurs secteur qui ont une tension d'entrée de 220V AC (AC pour Alternative Current) et qui fournissent une tension de sortie de xV DC (x étant la valeur de la tension de sortie, 5V par exemple)

Loi d'Ohm: sens du courant

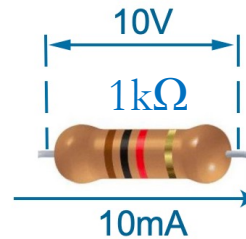
- Le courant électrique est comme un débit d'eau dans une tuyauterie, si le robinet est fermé (ce qui correspond à un interrupteur ouvert), l'eau ne circule pas et le débit d'eau est égal à 0
- Si on ouvre le robinet (ce qui correspond à un interrupteur fermé), l'eau coule et il y a un débit d'eau dans la tuyauterie
- Le sens conventionnel du courant électrique va du + vers le –
- Ce courant est en fait un courant d'électrons et va donc du – au +, mais cela ne change rien aux principes de fonctionnement, et pour ne pas changer tous les manuels, on a gardé le sens conventionnel



Notion de puissance

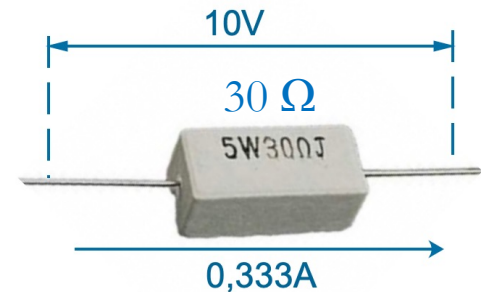
- Un courant traversant un composant génère de la chaleur et consomme une certaine puissance
- On la calcule avec la formule: $P=U.I$ avec P la puissance en watts

- La résistance de gauche est traversée par un courant de $\frac{10}{1000} = 0,01A$



Sa puissance doit être d'au moins $10.0,01=0,1W$

- La résistance de droite est traversée par un courant de $\frac{10}{30} = 0,33A$
Sa puissance doit être d'au moins $10.0,33=3,3W$



Notion de résistivité

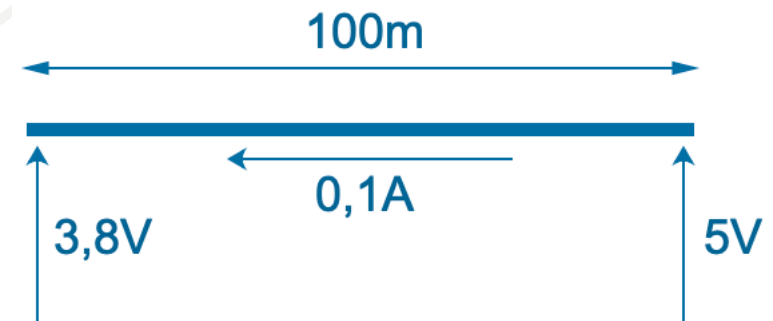
- Chaque matériau possède une résistivité
- Plus elle est faible, plus le matériau est conducteur d'électricité
- La cuivre possède une résistivité de plus ou moins $0,018 \Omega$
- On peut calculer, avec la loi de Pouillet, la résistance au bout d'une certaine longueur

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{0,018 \cdot 100}{0,15} = 12 \Omega$$

Avec ρ la résistivité,
 l la longueur en m,
 S la section en mm^2

Notion de résistivité

- Ca veut dire qu'au bout de 100 m, on a une perte de signal en fonction du courant traversant le conducteur
- Si on a un courant de 0,1A, la chute de tension au bout de 100 m sera de $0,1 \cdot 12 = 1,2V$



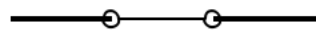
Quelques composants: l'interrupteur

- Un interrupteur (int) peut prendre deux états permanents:

- ouvert: le courant ne passe pas

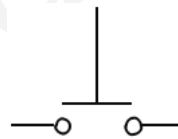


- fermé: le courant passe

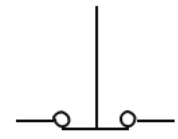


- Un bouton poussoir (BP) peut prendre deux états, dont un temporaire:

- BP normalement ouverts (NO)



- BP normalement fermés (NF)

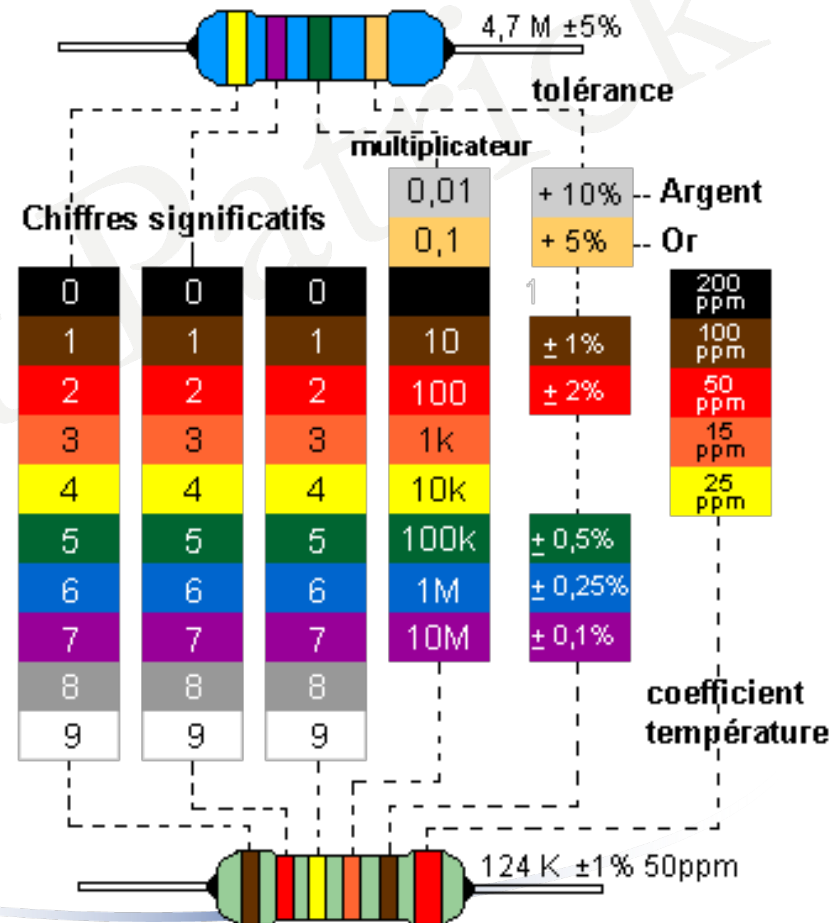


Quelques composants: la résistance

- La résistance permet de limiter le courant et/ou la tension



- Un code couleur permet de retrouver sa valeur
- Les résistances utilisées dans le cadre de ce cours, sont des résistances d'1/4 ou 1/2W



Quelques composants: la résistance

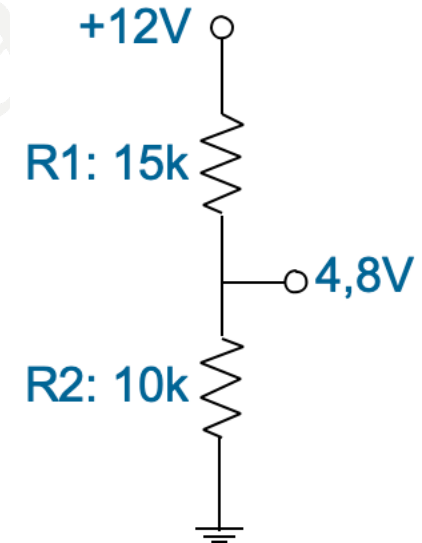
- Les valeurs des résistances sont standardisées, la série E12 est la plus courante
- C'est aussi valable pour les multiples; en E12, on trouvera des résistances de 1,2kΩ et de 1,5 kΩ mais pas 1,4 kΩ par exemple

Série									
E12	E24	E48	E12	E24	E48	E12	E24	E48	
10%	5%	2%	10%	5%	2%	10%	5%	2%	
10	10	10	22	22	22,6	47	47	46,4	
		10,5			23,7			48,7	
	11	11			24,9			51	51,1
		11,5			26,1				53,6
12	12	12,1	27	27	27,4	56	56	56,2	
		12,7			28,7			59	
	13	13,3			30,1			62	61,9
		14			31,6				64,9
15	15	14,7	33	33	33,2	68	68	68,1	
		15,4			34,8			71,5	
	16	16,2		35	36,5		75	75	
		16,9	39		38,3			78,7	
		17,8		40,2	82,5				
18	18	18,7	39	43	42,2	82	82	86,6	
		19,6			44,2			90,9	
	20	20,5		43	91		95,3		
		21,5							

Application: le diviseur de tension

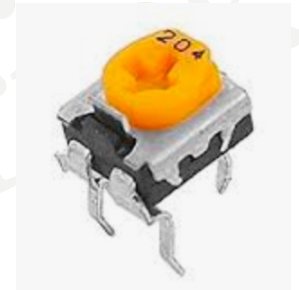
- Si on veut alimenter une charge et qu'on possède une source d'alimentation d'une tension trop élevée, on peut utiliser un diviseur de tension

- $$V_{\text{out}} = \frac{V_{\text{in}} \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 \cdot 10}{15 + 10} = 4,8\text{V}$$

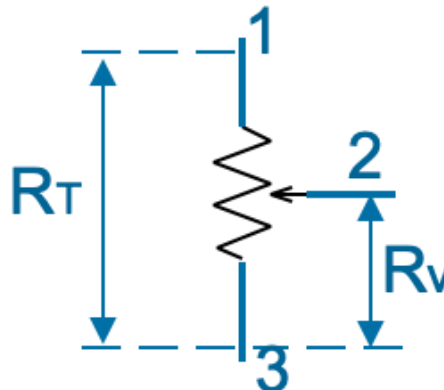


Quelques composants: le potentiomètre

- Le potentiomètre est une résistance variable



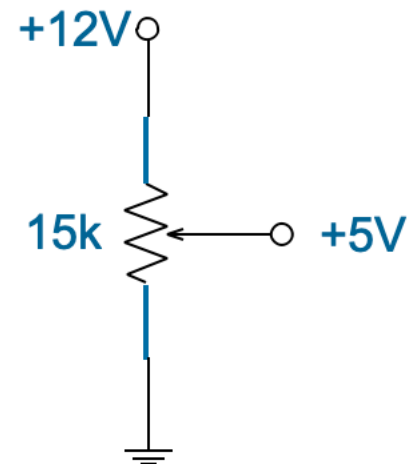
- Entre les bornes 1 et 3, on a la valeur totale de la résistance
- Entre les bornes 2 et 3, on a une valeur (R_V) qui varie entre 0 et R_T



Application: le diviseur de tension

- On améliore notre pont diviseur précédent en faisant un pont diviseur variable où l'on pourra ajuster la résistance variable pour avoir tout juste 5V en sortie
- La partie de la résistance au-dessus du curseur est R_1 et celle en-dessous du curseur est R_2 , la résistance totale R_T valant $R_1 + R_2$
- En transformant la formule précédente, on peut calculer R_2 (et R_1)

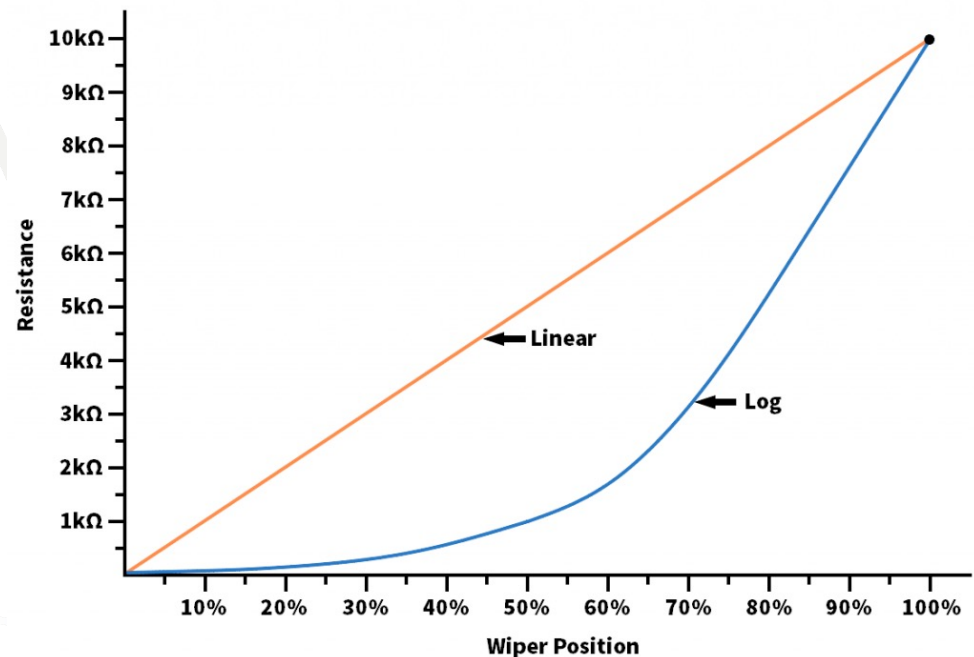
$$R_2 = \frac{V_{out} \cdot (R_1 + R_2)}{V_{in}} = \frac{5 \cdot 15}{12} = 6,25 \text{k}\Omega$$



- On peut avec ce genre de montage contrôler une intensité lumineuse ou la vitesse d'un petit moteur DC

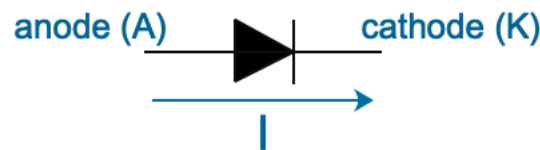
Le potentiomètre: remarque

- Il existe des potentiomètres linéaires et logarithmiques
- Les potentiomètres logarithmiques sont utilisés pour l'audio car l'oreille humaine a un comportement logarithmique
- Si on veut pouvoir doser le son correctement (sans une augmentation trop forte pour peu de mouvement au niveau du potentiomètre), on est obligé d'utiliser ce genre de potentiomètre
- Application: bouton de volume d'un ampli

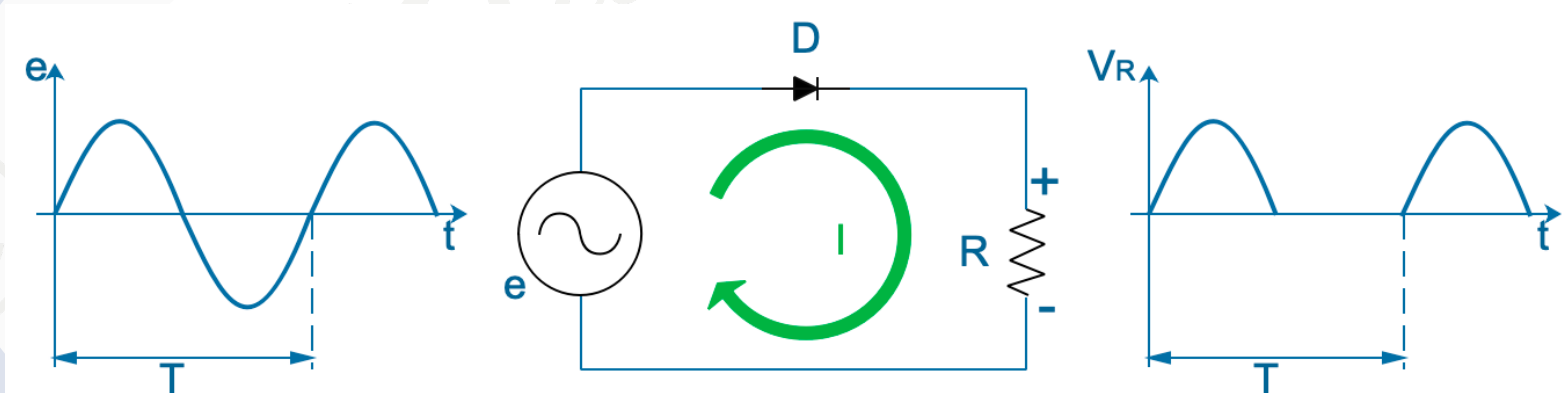


Quelques composants: la diode

- La diode est un composant semi-conducteur qui laisse passer le courant dans un sens
- On la retrouve dans les circuits de redressement et de protection

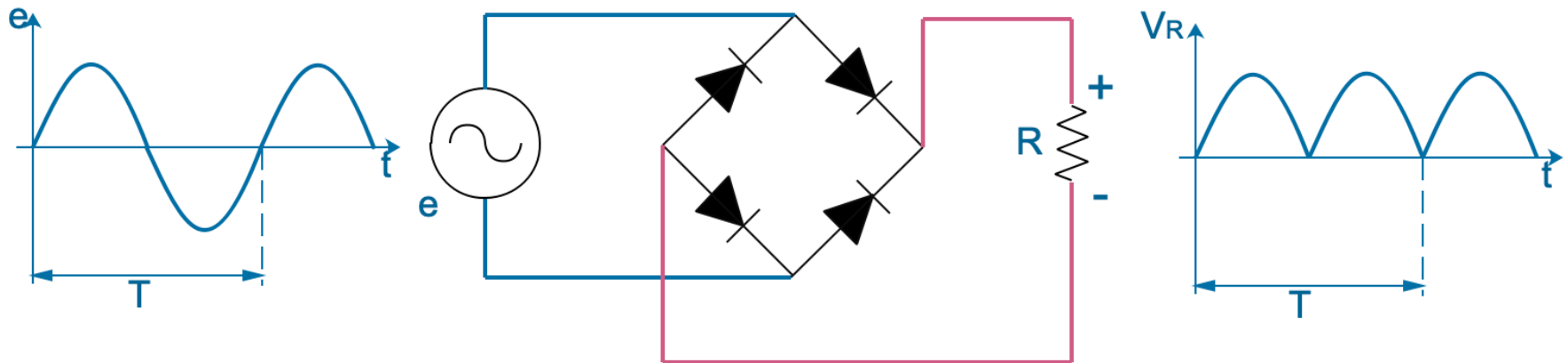


- Exemple d'utilisation pour le redressement simple alternance:



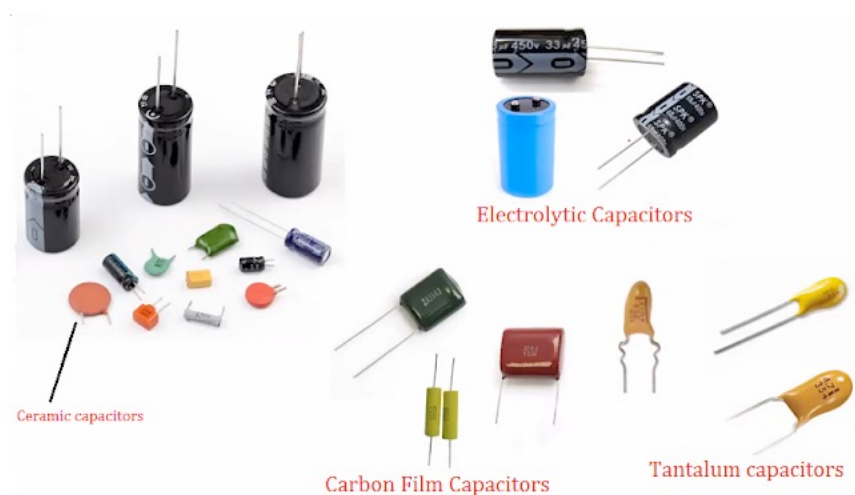
Application: redressement double alternance

- Si on utilise un pont de diodes, on peut redresser les deux alternances
- Quelque soit l'alternance, le courant circule toujours dans le même sens dans la résistance



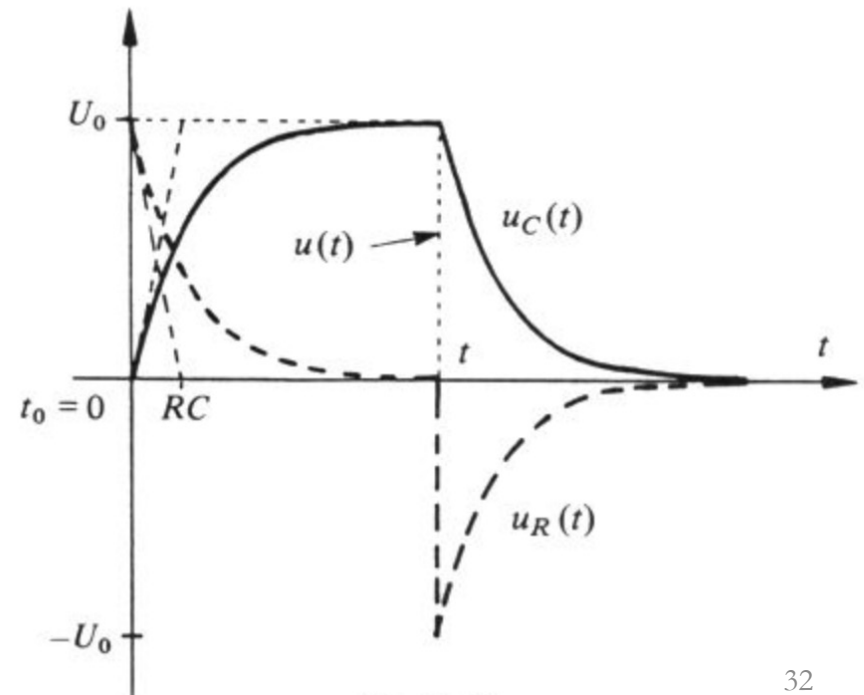
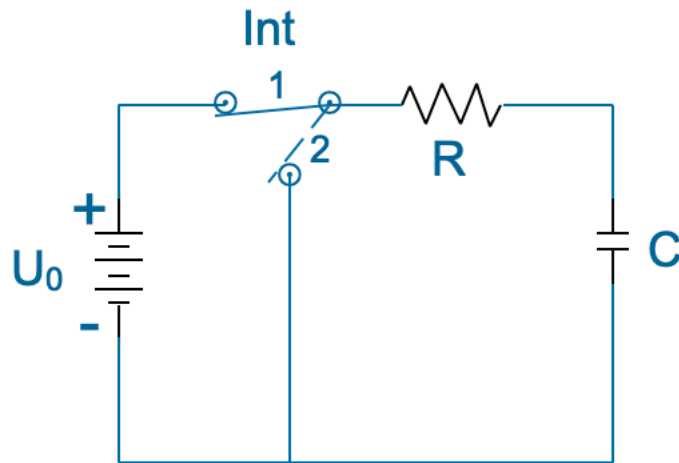
Quelques composants: le condensateur

- Le condensateur permet de stocker une charge électrique
- On l'utilise pour du filtrage ou pour séparer le continu de l'alternatif qui est bloqué par le condensateur
- La valeur d'un condensateur s'exprime en farad (F)



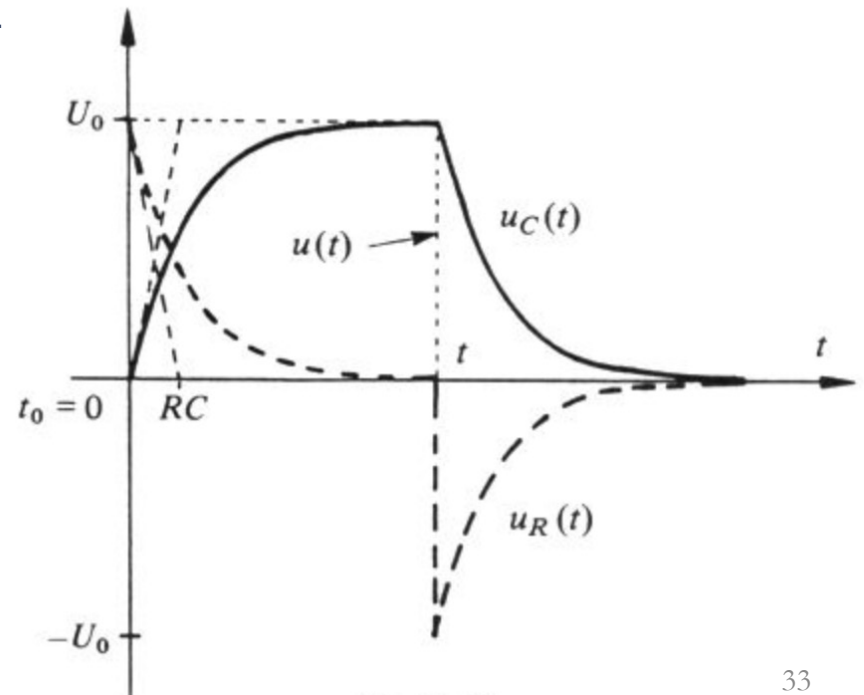
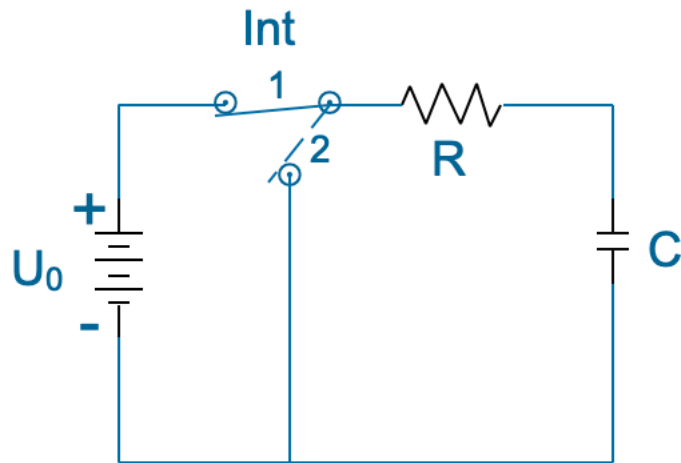
Quelques composants: le condensateur

- Pour qu'un condensateur se charge ou se décharge, il faut un certain temps
- Le graphique montre l'évolution de U_C et de U_R si on met l'interrupteur en position 1, puis en position 2



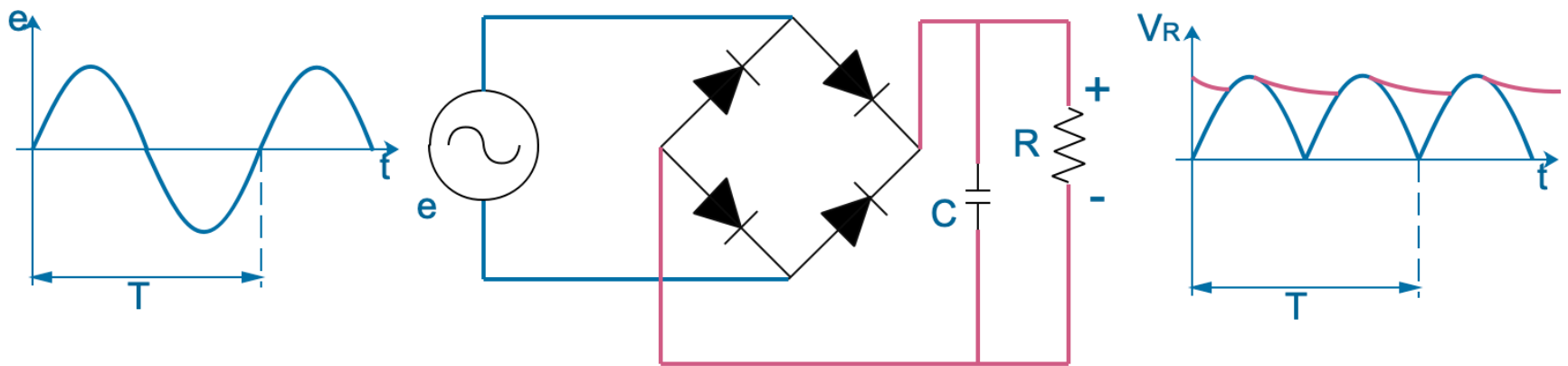
Quelques composants: le condensateur

- La constante de temps se calcule par: $\tau = R.C$
- Lors de la charge, $U_C = U_0.(1 - e^{-t/\tau})$
- Lors de la décharge, $U_C = U_0.e^{-t/\tau}$



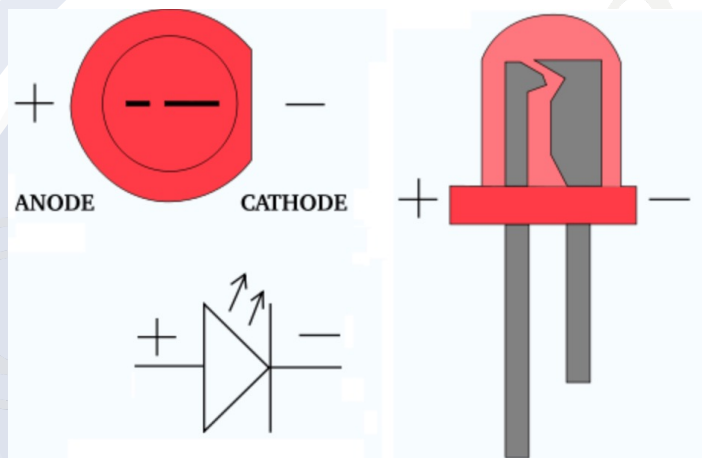
Application: redressement double alternance avec filtrage

- On peut utiliser un condensateur pour filtrer la sortie du pont de diodes et se rapprocher ainsi d'un signal continu



Quelques composants: la LED

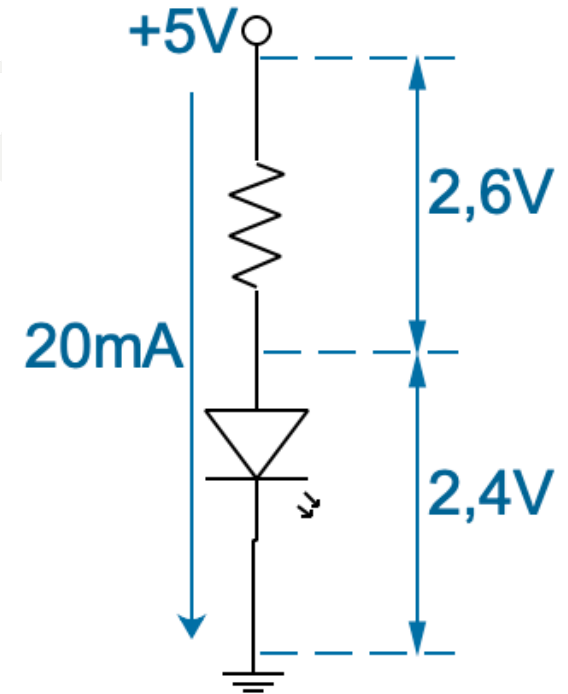
- La LED est une diode électroluminescente qui s'éclaire lorsqu'un courant la traverse
- Comme c'est une diode, on doit la brancher dans le bon sens
- Les LEDs standards acceptent un courant nominal de 20 mA
- Le tableau ci-dessous indique la tension aux bornes de la LED



Couleur	Voltage
Rouge	1,6V
Orange	2V
Jaune	2,4V
Verte	2,4V
Bleue	3V
Blanche	3,5V

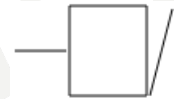
Quelques composants: la LED

- On doit donc utiliser une résistance en série avec la LED pour prendre l'excès de tension
- On considère une tension d'alimentation de 5V (valeur que l'on trouve sur une broche de sortie de l'arduino) et un courant de 20 mA dans le circuit
- On choisit une diode orange qui prend 2,4V à ses bornes
- La résistance prendra donc 2,6V à ses bornes
- Sa valeur sera de $2,6/0,02=130 \Omega$
- On prendra la valeur du commerce la plus proche (120 ou 150 Ω)



Quelques composants: le buzzer

- Le buzzer permet de produire du son
- Deux types:
 - Buzzer actif: il produit un son lorsqu'on l'alimente en continu
 - Buzzer passif: c'est un haut-parleur élémentaire, il faut lui fournir le signal audio à diffuser



- Attention à la polarité



Conclusion

- Nous voilà au bout de cette introduction à l'électricité