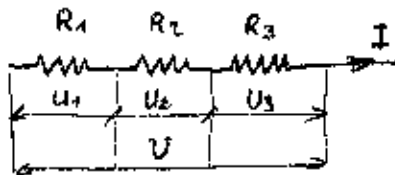


## Grouperment de résistances

### Résistances en série

Si on monte trois résistances en série (= mises bout à bout) et si on applique aux extrémités une tension, il apparaît aux bornes de chaque résistance les tensions  $U_1, U_2, U_3$ .



les tensions (différences de potentiel électrique) s'ajoutent si bien que

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Le courant qui traverse les trois résistances est le même

En appliquant la loi d'Ohm à chacune des résistances on obtient

$$U_1 = R_1 I$$

$$\text{comme } U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$U_2 = R_2 I$$

$$\text{on obtient } U = R_1 I + R_2 I + R_3 I = (R_1 + R_2 + R_3) I$$

$$U_3 = R_3 I$$

$$\text{ou encore } \frac{U}{I} = R_1 + R_2 + R_3$$

Or d'après la loi d'Ohm  $\frac{U}{I}$  représente la résistance  $R$  entre les extrémités du groupement de résistances

Les trois résistances en série sont équivalentes à une résistance

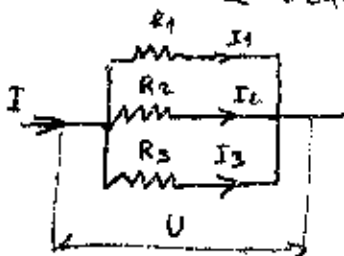
$$\text{unique } \boxed{R = R_1 + R_2 + R_3}$$

Les résistances en série s'ajoutent

Ex  $47\Omega + 12\Omega + 18\Omega$  est équivalent à  $47 + 12 + 18 = 77\Omega$

### Résistances en parallèle

Le montage en parallèle correspond au schéma suivant



la tension aux bornes de chaque résistance est la même et vaut  $U$

Par contre le courant  $I$  se partage en  $I_1$ ,  $I_2$  et  $I_3$   
(tout comme l'eau d'un fleuve qui se partage entre les différents bras de son delta)

Comme il n'y a pas d'électron qui disparaît  $I = I_1 + I_2 + I_3$   
En appliquant la loi d'Ohm à chaque résistance

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad \text{et} \quad I_3 = \frac{U}{R_3} \quad \text{d'où} \quad I = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3}$$

$$\text{soit encore} \quad I = U \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) \quad \frac{I}{U} = \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$\frac{I}{U}$  représente  $\frac{1}{R}$   $R$  étant la résistance équivalente de l'ensemble

$$\text{si bien que} \quad \boxed{\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

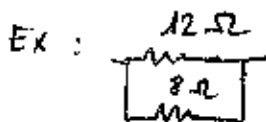
l'inverse d'une résistance  $R$  vaut  $\frac{1}{R}$  et est appelé conductance  
l'unité de conductance est le Siemens (Symbole S)

Lorsque les résistances sont montées en parallèle les conductances s'ajoutent.

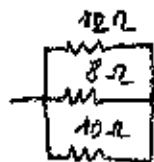
Cas de deux résistances en parallèle



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} \quad \text{ou encore} \quad \boxed{R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

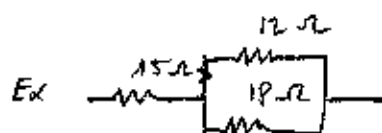


$$R = \frac{8 \times 12}{8 + 12} = 4,8 \Omega$$



Si on considère les deux résistances de  $12 \Omega$  et  $8 \Omega$   
elles sont équivalentes à  $4,8 \Omega$  et  $4,8 \Omega$   
en parallèle avec  $10 \Omega$  vaut :

$$\frac{4,8 \times 10}{4,8 + 10} = 3,24 \Omega$$



$12\Omega$  en parallèle à  $18\Omega$  est équivalent à

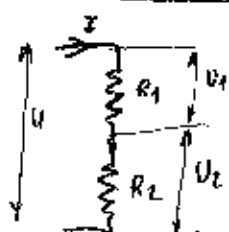
$$\frac{12 \times 18}{12 + 18} = 7,2\Omega$$

et  $7,2\Omega$  en série avec  $15\Omega$  donne  $7,2 + 15 = 22,2\Omega$

A noter que lorsqu'on monte des résistances en série on obtient une résistance équivalente toujours supérieure à la plus grande des résistances.

Lorsqu'on monte des résistances en parallèle on obtient une résistance équivalente toujours inférieure à la plus petite des résistances.

### Diviseur de tension



Si aux bornes de deux résistances en série  $R_1$  et  $R_2$  on applique une tension il apparaît aux bornes de chaque résistance une tension  $U_1$  et  $U_2$  telles que

$$U = U_1 + U_2$$

Le courant qui traverse les résistances est  $I = \frac{U}{R}$

avec  $R = R_1 + R_2$   $I = \frac{U}{R_1 + R_2}$

la tension aux bornes de  $R_2$  est  $U_2$  et vaut  $U_2 = R_2 I = R_2 \frac{U}{R_1 + R_2}$

ou encore  $U_2 = U \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

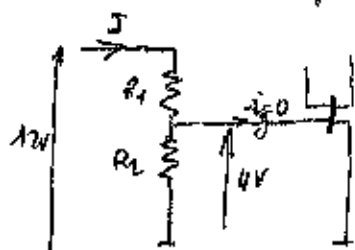
On voit qu'en faisant varier  $R_1$  et  $R_2$ ,  $U_2$  peut varier de 0 à  $U$

Le montage est appelé diviseur de tension - Il permet de diviser la tension  $U$  dans le rapport souhaité

EX :

Soit à polariser la grille d'un transistor à effet de champ à  $+4V$

Pour cela on fixe le potentiel de la grille à  $4V$  par un pont diviseur  $R_1, R_2$  - (la grille est isolée  $i_g = 0$ )



Avec  $12V$  aux bornes de  $R_1 - R_2$  on obtient :

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{12}{R_1 + R_2} = \frac{4}{R_2} \Rightarrow 12 \cdot R_2 = 4 (R_1 + R_2)$$

$$12 R_2 = 4 R_1 + 4 R_2 \Rightarrow (12 - 4) R_2 = 4 R_1 \Rightarrow 8 R_2 = 4 R_1$$

$$R_1 = 2 R_2$$

$$\text{Si par exemple } R_2 = 33 \text{ k}\Omega \quad R_1 = 66 \text{ k}\Omega$$

### Puissance dissipée dans une résistance

Lorsqu'une résistance est parcourue par un courant électrique elle dissipe de la chaleur Ex : radiateur électrique, ampoule électrique...

C'est l'effet de Joule

L'unité d'énergie utilisée en électricité est le Joule (symbole J)

En chauffage on utilise d'autres unités telles que la calorie, la thermie ou le kilowatt-heure.

La puissance c'est l'énergie dissipée pendant une seconde  
l'unité est le Watt (symbole W) 1 watt = 1 Joule par seconde

L'énergie calorifique (chaleur) dégagée par une résistance est produite par le déplacement des électrons dans la résistance  
Plus il y a d'électrons qui circulent (= plus le courant est important) plus "ça chauffe"

Plus la pression sur les électrons est forte (= plus la tension aux bornes de la résistance est élevée) plus "ça chauffe"

Plus le courant passe longtemps, plus la quantité de chaleur dégagée est importante

Tout cela s'exprime par la loi de Joule:

l'énergie dissipée dans une résistance vaut:

$$W = U \times I \times t \quad (\text{tension} \times \text{courant} \times \text{temps})$$

la puissance P (énergie par seconde) vaut  $P = \frac{W}{t}$  soit

$$\boxed{P = U \times I} \quad P \text{ en Watts, } U \text{ en Volts, } I \text{ en Amperes.}$$

En combinant la loi de Joule  $P = U \times I$  avec la loi d'ohm

$U = R I$  on obtient diverses formules:

$$P = UI \quad \text{et} \quad I = \frac{U}{R} \quad \text{donnent} \quad P = U \times \frac{U}{R} \quad \boxed{P = \frac{U^2}{R}}$$

$$P = UI \quad \text{et} \quad U = RI \quad \text{donnent} \quad P = RI \times I \quad \boxed{P = RI^2}$$

Ex : le courant qui passe dans une cafetière électrique de 800 W branchée sur le 220 V est tel que  $P = UI$  ou  $I = \frac{P}{U}$

$$I = \frac{800}{220} = 3,64 \text{ A}$$

Une ampoule électrique de 100 W - 220 V a une résistance telle que  $P = \frac{U^2}{R}$  soit  $R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$

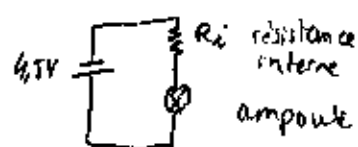
### Force électromotrice - Résistance interne d'un générateur

Avez-vous remarqué que ampoules des lampes de poche étaient marquées 3,5 V - 0,1 A alors qu'on les branche sur une pile de 4,5 V.



En fait si vous mesurez la bonne tension aux bornes de la pile non branchée vous avez 4,5 V et dès que vous branchez l'ampoule il n'y a plus que 3,5 V.

L'explication tient au fait que le générateur (ici la pile) possède une "résistance interne" tout comme si on avait intercalé une résistance en série dans le circuit.



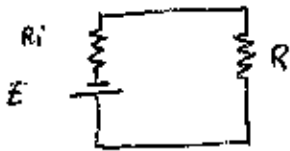
Tout se passe comme dans un diviseur de tension composé de la résistance interne du générateur et de la résistance de l'ampoule.

si aux bornes de l'ampoule il y a 3,5 V, il y a  $4,5 - 3,5 = 1 \text{ V}$  "aux bornes de  $R_i$ ". On dit que  $R_i$  provoque une chute de tension (d'autant plus importante que  $I$  est grand :  $U_{R_i} = R_i \times I$ ) avec 1 V et 0,1 A la résistance interne  $R_i$  vaut donc  $R_i = \frac{1}{0,1} = 10 \Omega$ .

Tout générateur se trouve donc caractérisé par deux grandeurs :

- sa force électromotrice (noté en abrégé:  $fem$ ) c'est la tension maximale qui peut apparaître aux bornes du générateur donc quand aucun courant ne sort du générateur
- sa résistance interne qui a pour effet de diminuer la tensions aux bornes du générateur quand celui-ci débite du courant et de provoquer un échauffement du générateur par effet de Joule  $P = R_i I^2$

### Transfert d'énergie



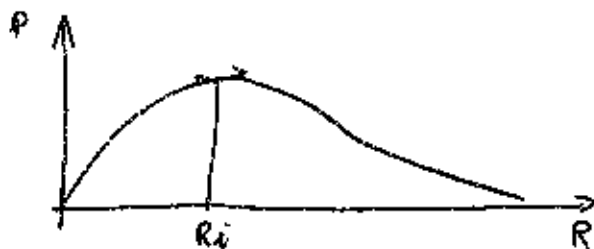
Quand un générateur de  $fem$   $E$  et de résistance interne  $R_i$  fournit de l'énergie à une résistance  $R$ , il en consomme une partie à cause de sa résistance interne

A l'extrême si  $R=0$  (court-circuit) toute l'énergie est dissipée dans le générateur qui s'échauffe violemment.

le courant qui circule dans le circuit est  $I = \frac{E}{R_i + R}$  ( $R_i$  et  $R$  en série)

la puissance dissipée dans  $R$  est  $P = R I^2 = R \left( \frac{E}{R_i + R} \right)^2 = E^2 \frac{R}{(R_i + R)^2}$

Si on représente graphiquement la puissance dissipée dans  $R$  en fonction de  $R$  on obtient la courbe à l'allure suivante



la puissance dissipée dans  $R$  passe par un maximum pour  $R = R_i$

$$\text{alors } P_{\max} = \frac{E^2 R}{(2R)^2} = \frac{E^2}{4R}$$

### Rendement :

le générateur fournit la puissance  $P = E I = E \frac{E}{2R} = \frac{E^2}{2R}$

On appelle rendement le rapport entre la puissance dissipée dans la résistance et la ~~résistance~~ puissance fournie par le générateur

Dans cet exemple le rendement  $\rho$  (lire rho) vaut

$$\rho = \frac{P_{\max}}{E^2/2R} = \frac{E^2/4R}{E^2/2R} = \frac{1}{2} = 50\%$$

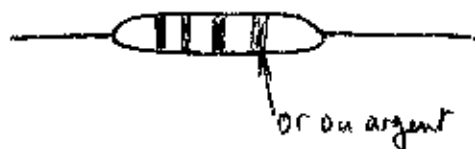
En conclusion le meilleur transfert d'énergie s'effectue quand la résistance du générateur est égale à la résistance à laquelle est branché le générateur

Dans le cas le rendement est de 50%.

Ex : Pour ~~rayo~~ faire rayonner un maximum d'énergie à une antenne d'impédance  $50\Omega$  on la branche sur un émetteur d'impédance de sortie  $50\Omega$ .

### Valeur des résistances - code des couleurs

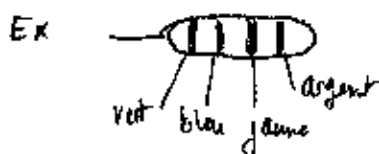
Les résistances utilisées en électronique sont le plus souvent marquées avec un code de couleurs. Sur la résistance il y a quatre anneaux de couleurs



Chaque couleur représente un chiffre :

marron = 1	rouge = 2	orange = 3
jaune = 4	vert = 5	bleu = 6
violet = 7	gris = 8	blanc = 9
noir = 0	or = 5%	argent = 10%

Le dernier anneau or ou argent indique la précision de la résistance. Pour obtenir la valeur on prend les chiffres des deux premiers anneaux auxquels on ajoute <sup>un nombre de</sup> ~~autant de~~ zéros que égal au nombre correspondant au 3<sup>e</sup> anneau.



vert = 5  
bleu = 6  
jaune = 4  
argent = 10%

la valeur de la résistance est 56 0000 à 10% près  
4 zéros  
soit 560 k $\Omega$