

Les générateurs de tension continue.

1) Accumulateur

Un accumulateur stocke de l'énergie électrique. Différentes technologies sont utilisées, l'évolution est constante avec l'apparition des voitures électriques. Pour emmagasiner et restituer de l'électricité, des processus chimiques sont utilisés en utilisant des couples de produits chimiques qui, en réagissant l'un avec l'autre produisent de l'énergie électrique.

Dans ce domaine, la recherche est intense. Les accumulateurs sont rechargeables, contrairement aux piles classiques qui deviendront inutilisables quand les produits qu'elle contient ne réagiront plus ensemble (bien sûr sauf les piles dites « rechargeables » qui sont en fait des accumulateurs).

Quelques couples utilisés :

Piles :

zinc-charbon dans les piles type Leclanché

Accumulateurs :

plomb-acide dans les batteries de voitures

Ni-cd (cadmium-nickel)

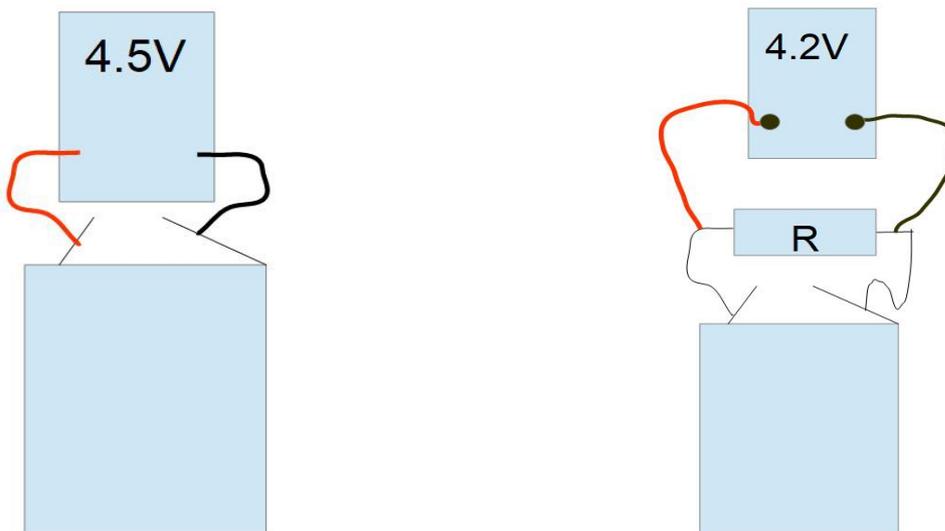
Lithium-ion

Li-Po (polymère-lithium).

Une batterie est en ensemble d'accumulateurs ou de piles reliés entre eux pour former un générateur de tension ayant la tension et la capacité désirée.

2) Résistance interne.

Prenons par exemple une « pile » de 4,5V de lampe de poche en réalité, c'est une batterie de trois piles de 1,5V en série.

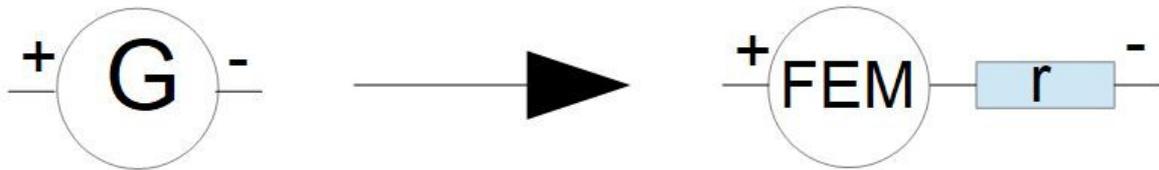


Expérience 1 :

Je mesure avec un voltmètre la tension « à vide », je trouve 4,5V. Si la pile débite sur une petite résistance, la tension lue à ses bornes n'est plus que 4,2V. On note donc une « chute de tension ».

Remarque : plus la pile sera usée, plus cette chute de tension sera élevée, la lampe ne pourra plus s'allumer alors qu'en mesurant sa tension « à vide », on trouvera encore environ 4,5V.

Tout se passe comme si, à l'intérieur de la pile, il y a une **résistance qui, traversée par le courant provoque cette chute de tension** (voir le cours sur les résistances en série). Cette résistance est appelée **résistance interne** de la pile et désignée le plus souvent par la lettre **r** (minuscule).

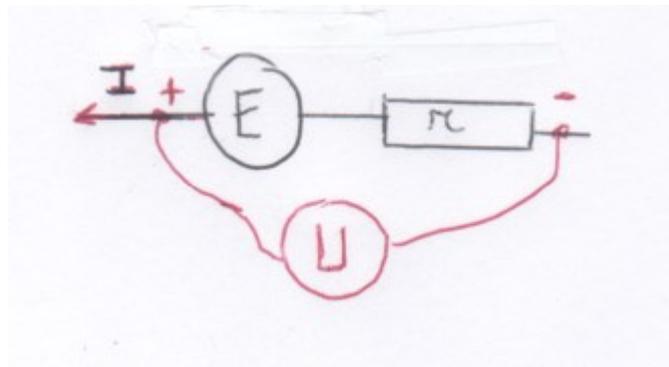


2°) Force électromotrice (fem ou FEM) et résistance interne

Un générateur de tension continue peut être assimilé à :

- une **force électromotrice (FEM) notée E** (la tension à vide du générateur) en série avec :

- une **résistance r** appelée **résistance interne**.



Lorsque le générateur débite une intensité **I**, aux bornes de **r** se produit une chute de tension **rI** (loi d'ohm) qui se retranche à la fem **E**. La tension **U** aux bornes du générateur sera donc :

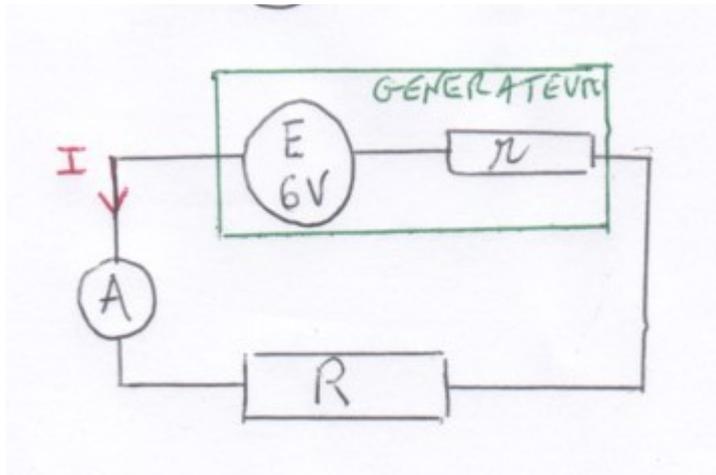
$$U = E - rI$$

Si **i = 0** (le générateur ne débite pas de courant) :

$$U = E - 0 \times I$$

Donc $U = E$ (la tension à vide)

a) Exemple 1 :



Un générateur de FEM 6V et de résistance interne r inconnue débite une intensité I de 50 mA dans une résistance R de 100 ohms.

Calculons la résistance interne r

la tension aux bornes de R est donc de (loi d'ohm)

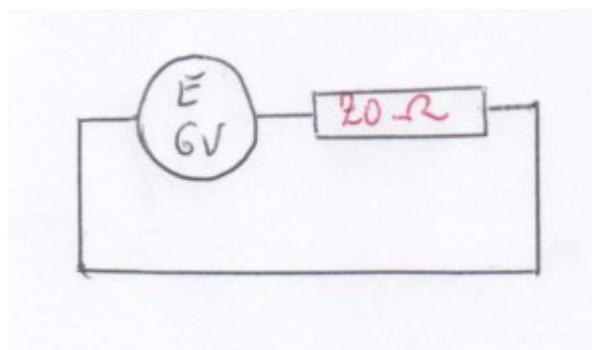
$$U = R I = 100 \times 0,05 = 5V$$

il y a donc une chute de tension de 1V (6V - 5V) aux bornes de r (r et R sont en série). **La tension aux bornes de r est donc de 1V**

appliquons la loi d'ohm : $r = U/I = 1/0,05 = 20$ ohms.

La résistance interne est donc de 20 ohms.

b) Courant de court-circuit



Reprenons le montage précédent et faisons un court-circuit aux bornes du générateur (fem : 6V et $r = 20$ ohms)

Nous avons donc 6V aux bornes de r donc d'après la loi d'ohm :

$$I = U/R = 6/20 = 0,3A$$

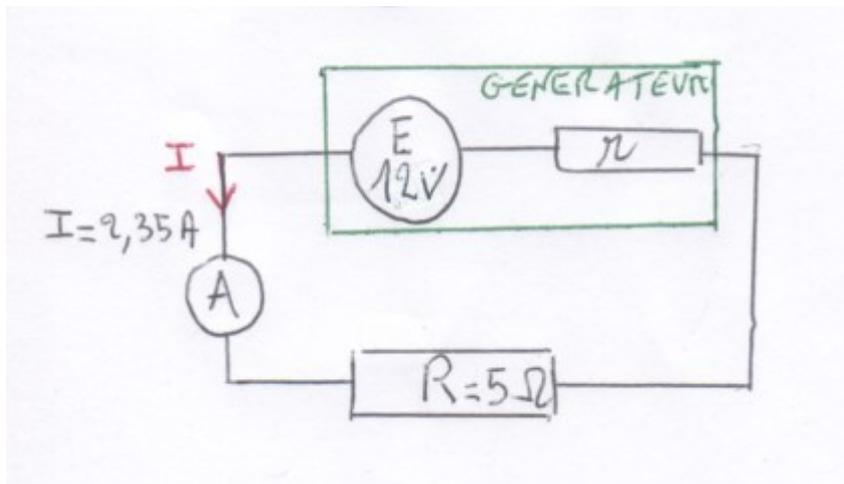
Le courant de court-circuit sera donc de 0,3A ; la pile va se décharger très rapidement.

Plus généralement, pour un générateur ($E ; r$) le courant de court-circuit sera :

$$I = E/r$$

c) Cas d'une batterie de voiture au plomb

Expérience :



Je mesure la **tension à vide** aux bornes de la batterie (avec un voltmètre ou un multimètre numérique), je trouve 12V donc **la fem E est égale à 12V**

Je lis sur l'ampèremètre (ou un multimètre numérique placé en série dans le circuit) **l'intensité du courant : 2,35A**

Je mesure la tension aux bornes de R (5Ω) et je trouve **11,76V**

La tension aux bornes de r est donc de $12 - 11,76 = 0,24V$

La tension aux bornes de r est 0,24V et l'intensité qui la traverse est 2,35 A donc d'après la loi d'ohm :

$$r = U/I = 0,24 / 2,35 = 0,1 \text{ ohm, c'est très faible !}$$

Remarque : la puissance consommée par R est de $P = UI = 5 \times 2,35 = 11,75W$, il faudra donc choisir une résistance de puissance minimum 12W !

Attention aux conséquences d'un court-circuit d'une batterie de voiture !

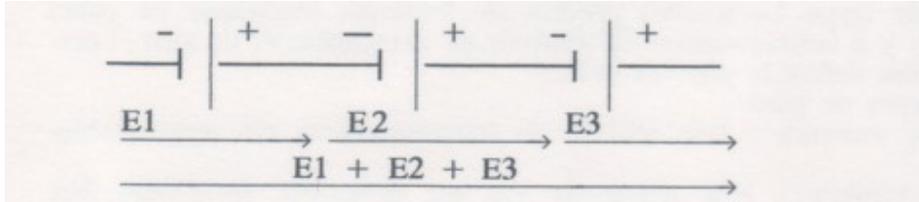
Si je fais un court-circuit aux bornes de cette batterie, la fem 12V va débiter dans la résistance interne $r = 0,1\Omega$

$$I = U/r = 12/0,1 = 120A !!!!$$

Le courant de court-circuit est 120A, ce qui risque de provoquer un incendie si les fusibles ne réagissent pas immédiatement !
La batterie sera également détériorée !

3) Association de générateurs

a) en série



Les fem s'ajoutent

Les résistances internes s'ajoutent.

Avantages :

- A partir de piles de 1,5V, on peut obtenir 9V en les mettant en série
- On peut mettre des générateurs de tension différentes

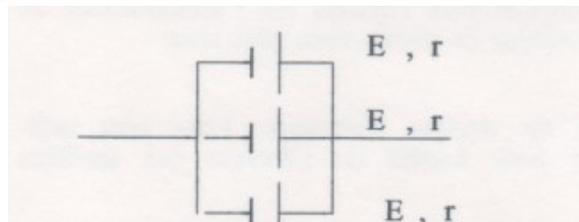
Inconvénients :

- il ne faut pas les mettre en opposition (+ contre + ou - contre -) car les tensions vont alors se retrancher.

-le débit de l'ensemble sera celui du générateur le plus faible.

Les résistances internes s'ajoutent ce qui limite le débit maximal (la chute de tension sera plus grande)

b) en dérivation



La fem de l'ensemble est E

Les générateurs doivent avoir la même fem (pour ne pas débiter l'un dans l'autre)

Le courant total disponible est égal à la somme des courants de chacun des générateurs. La résistance interne sera ici de $r/3$ (ce qui augmente le courant disponible)

Par exemple : 3 piles ($E=1,5V$; $r=10\Omega$) en parallèle (dérivation)

Fem de l'ensemble : 1,5V

Résistance interne de l'ensemble : $r : 3 = 10 : 3$ soit 3,33 ohms (au centième près).

4) Questionnaire

1°) La tension aux bornes d'un générateur ($E=12V$; $r=2\ \Omega$) à vide est :

A : 6W B : 24V C : 12 mA D : 12V

2°) L'intensité qui « sort » d'un générateur ($E=12V$; $r=2\ \Omega$) est 1A, la tension à ses bornes est :

A : 12V B : 6V C : 10 V D : 10 A

3°) Un générateur ($E=6V$; $r=1\ \Omega$) débite dans une résistance $R = 2\ \Omega$. La tension-aux bornes de la résistance R est :

A : 12V B : 6V C : 4 V D : 24 V

4°) Un générateur ($E=24V$; $r=0,2\ \Omega$) débite dans une résistance $R = 2,2\ \Omega$. La tension-aux bornes de la résistance R est :

A : 22 V B : 24V C : 15 V D : 10 V

5°) Le courant de court-circuit du générateur de la question 1 est :

A : 6 V B : 6A C : 6 mA D : 6 W

6°) Le courant de court-circuit du générateur de la question 3 est :

A : 24 V B : 6A C : 12A D : 12 W

7°) Les trois générateurs de la question 1 sont placés en série. La fem de l'ensemble est :

A : 6 Ω B : 12 V C : 36 W D : 36 V

8°) Trois générateurs identiques à celui de la question 1 sont placés en série. La résistance interne de l'ensemble est :

A : 6 Ω B : 6 V C : 6 W D : 0,66 Ω

9°) Les trois générateurs de la question 1 sont placés en dérivation. La fem de l'ensemble est :

A : 36 V B : 12 V C : 36 W D : 6 Ω

10°) Les trois générateurs de la question 1 sont placés en dérivation. La résistance interne de l'ensemble est :

A : 6 Ω B : 6 V C : 6 W D : 0,66 Ω

11°) Un générateur ($6V$; $0,1\Omega$) débite dans une résistance de $10\ \Omega$. La puissance que consomme cette résistance est :

A : 3,5 W B : 6 V C : 6 W D : 1,2 W