Chapitre 7a

SOURCES ELECTRIQUES

Sommaire

- Les sources continues et alternatives
- Caractéristiques des générateurs
- Les accumulateurs
- Entraînement

Introduction

7.1 Les Sources

Dans la pratique, nous avons remarqué que l'énergie électrique est une transformation, non sans pertes, d'énergie mécanique magnétique, chimique ou lumineuse.

Elle est obtenue à partir de sources d'électricité appelées alternateur ou générateur.

Ces sources peuvent engendrer une tension continue :



Pile chimique Leclanché

Ces piles sont utilisées pour les appareils transportables, radios, baladeurs, etc.

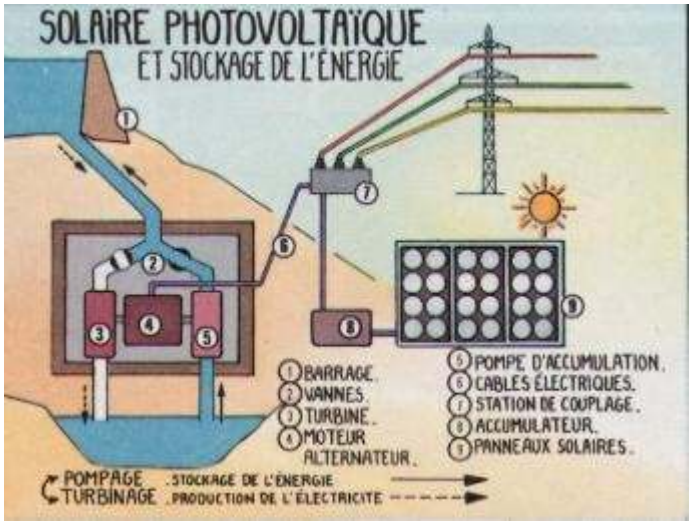
Elles ne sont pas rechargeables.

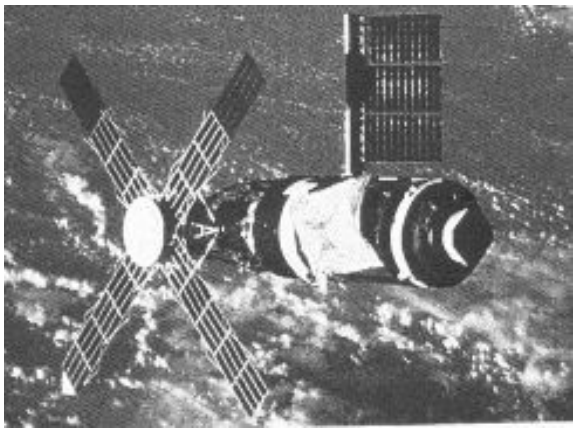
WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

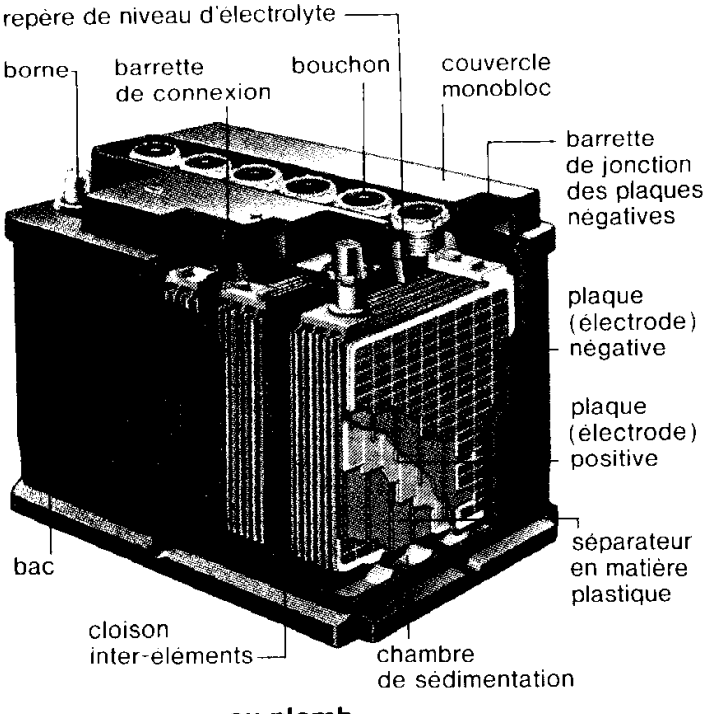
Panneaux solaires.

Dans cet exemple, les panneaux solaires fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement du satellite.

Sur terre, il existe également des centrales équipées de panneaux solaires pour fournir de l'énergie électrique.







au plomb

Accumulateurs.

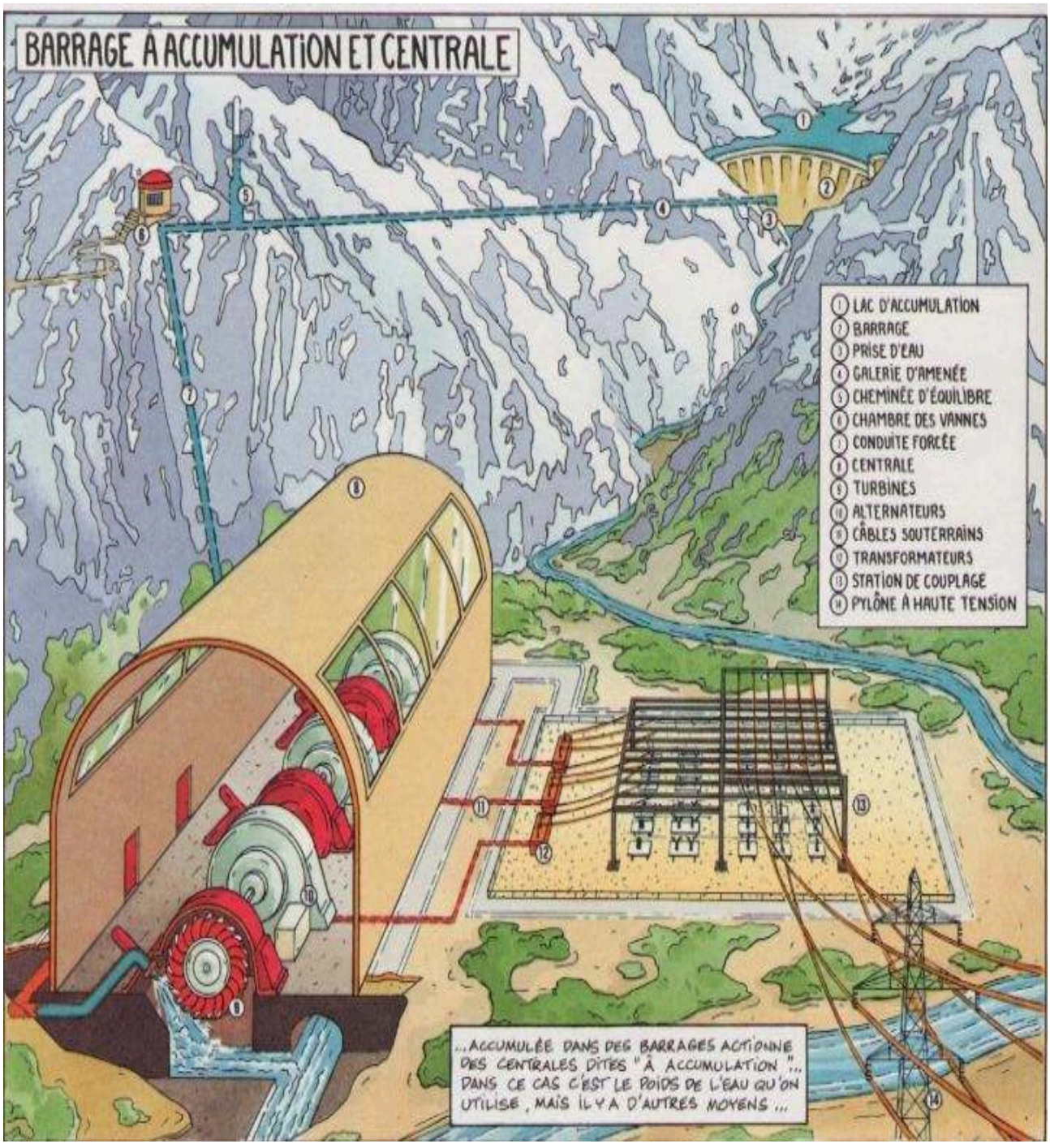
Le principal avantage des accumulateurs est d'offrir la possibilité d'être rechargé.

Les accumulateurs se trouvent sous différentes formes. Pour les voitures, comme cette figure, ou du même format que les piles pour les appareils transportables.

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

D'autres sources peuvent engendrer une tension alternative :

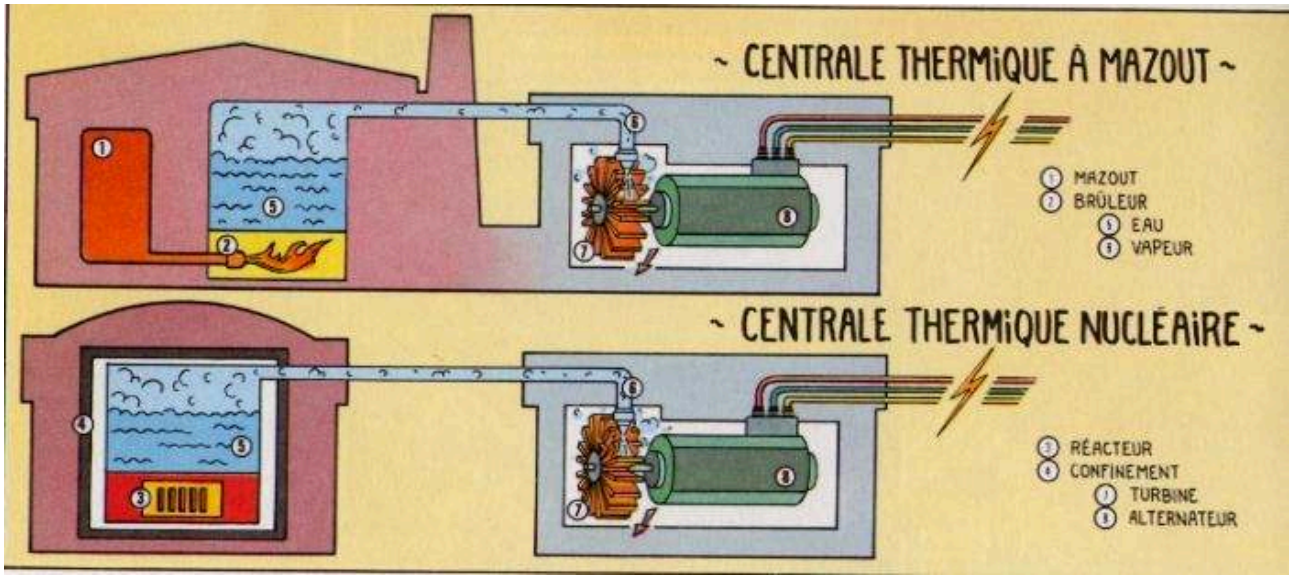
Dans la majorité des cas, la production et la distribution de l'énergie électrique est faite en tension alternative. Elle est plus facile à produire et transformer.



Dessin tiré du livre " On a volé l'électricité " de d'Electricité Romande, Lausanne.

© OFEL Lausanne.

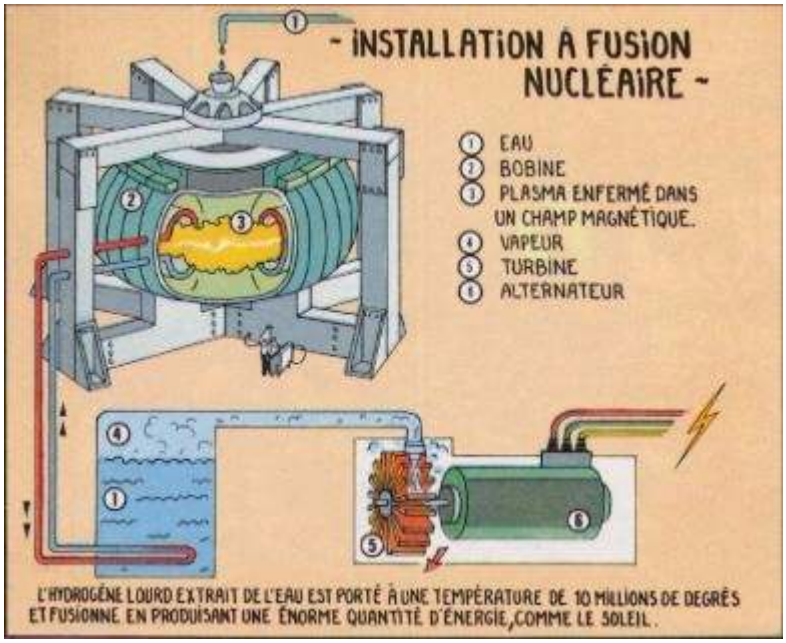
WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر



Dans une centrale nucléaire, l'énergie du réacteur est transformée en énergie électrique par un alternateur.

La vapeur produite par l'échauffement du réacteur entraîne une turbine à vapeur qui est reliée mécaniquement à l'alternateur.





Dessin tiré du livre " On a volé l'électricité " de d'Electricité Romande, Lausanne.

Toutes les illustrations couleurs © OFEL Lausanne.

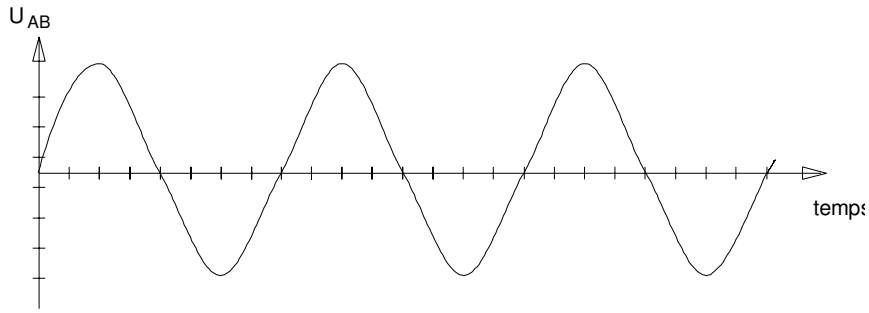
WWW.DZFEN.COM | قلم الجزائر

7.2 L'alternateur

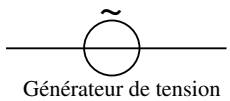
Un alternateur est une source d'énergie électrique qui varie dans le temps de façon sinusoïdale.

La turbine entraîne l'alternateur et engendre une différence de potentiel ou tension U_{AB} aux bornes de son circuit.

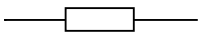




De par sa construction, l'alternateur peut être représenté par une source de tension symbolisée et par une résistance interne R_i

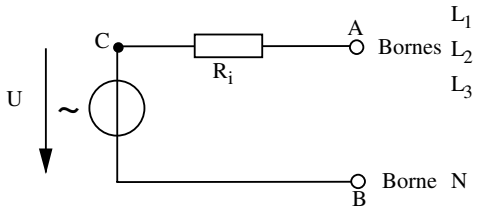


Générateur de tension alternative



Résistance interne

Le schéma équivalent total est :



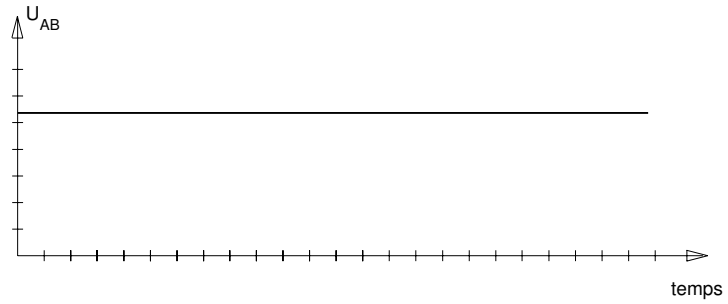
Nous étudierons plus en détail les alternateurs au chapitre machines à régime sinusoïdal.

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

7.3 Générateur

Un générateur est une source d'énergie électrique qui est constante dans le temps.

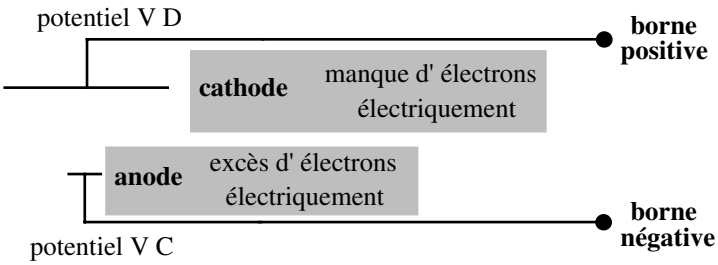
Le générateur engendre une différence de potentiel V ou tension U_{AB} aux bornes de son circuit.



Les générateurs sont obtenus à l'aide de l'effet chimique, soit par une pile ou par un accumulateur. Des panneaux photovoltaïques génèrent une tension U et un courant I par effet photovoltaïque. (lumière sur plaquette de silicium)

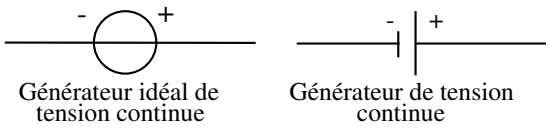
7.4 Pile

Une pile est un générateur d'électricité constitué de 2 matières différentes (exemple charbon - zinc) présentant un excès d'électrons et un manque d'électrons.



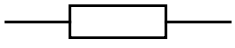
Certaines tables de chimie donnent les valeurs d'électropositivité et d'électronégativité des matières.

Cette source de tension est symbolisée :

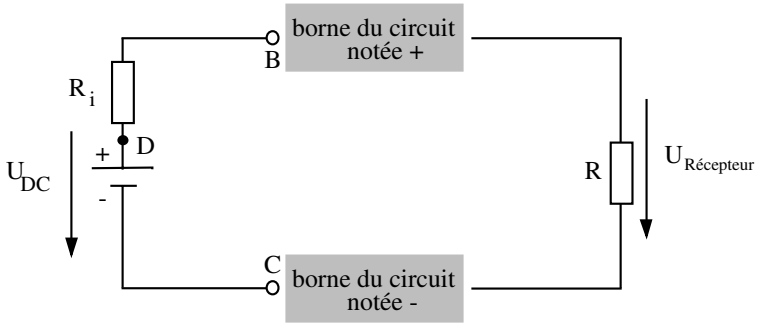


Un électrolyte favorise le passage des électrons entre les 2 matières et provoque ainsi une réaction chimique.

La pile possède une résistance interne R_i à cause de l'électrolyte.



Le schéma équivalent total est :



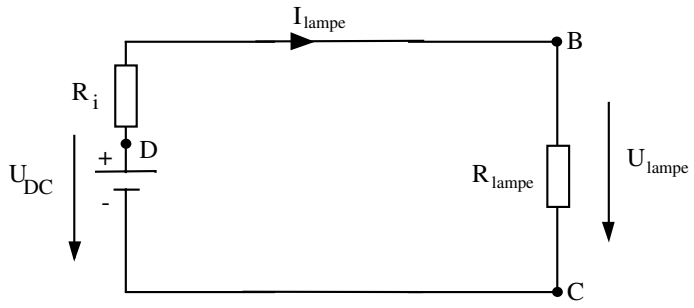
WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

Exemple:

Une pile alimente une lampe. La tension U à la lampe est de 1.5 [V]. Le courant I est de 300 [mA].

Sachant que la résistance interne de la pile est de 1.2 [Ω], calculer la différence de potentiel engendrée par l'anode et la cathode de la pile.

Dessinons le schéma de cette installation :



Données : $U_{BC} = 1.5$ [V] $I_L = 300$ [mA] 0.3 [A] $R_i = 1.2$ [Ω]

Inconnue : $U_{DC} = ?$

Analyse du circuit : nous constatons que nous sommes dans un circuit de

couplage SERIE, car le courant I_L possède un seul parcours possible.

Relations : $\Sigma U_{totale} = \Sigma U_{partielle}$ $U = R \cdot I$

D'après notre schéma, nous pouvons appliquer la loi de Kirchoff.

$$U_{DC} = U_{DB} + U_{BC}$$

Nous constatons que la tension U_{DB} représente la chute de tension aux bornes de la résistance interne de la pile R_i.

En SERIE, le courant I est constant dans tout le circuit.

Remplaçons la tension U_{DB} par la loi d'Ohm.

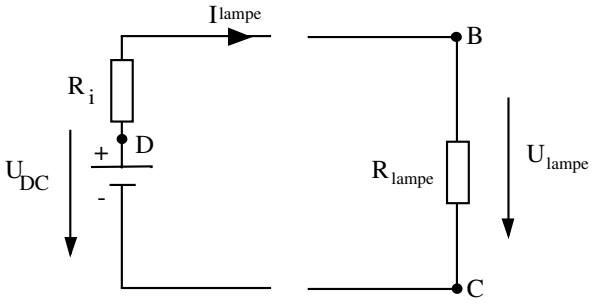
$$U_{DC} = (R_i \cdot I) + U_{BC} = (1.2 \cdot 0.3) + 1.5 = 1.86\,[V]$$

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

7.5 Tension à vide

Une pile ou un générateur possède une tension à vide U_0

Cette tension pourrait être mesurée lorsque le circuit est ouvert et qu'aucun courant I ne circule dans le circuit.



Appliquons les relations connues:

Relations : $\Sigma U_{totale} = \Sigma U_{partielle}$ $U = R \cdot I$

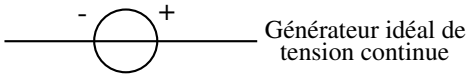
Si $I_L = 0$ [A], la tension aux bornes de la résistance interne R_i est égale à 0 [V].

$$U_{DC} = (R_i \cdot I) + U_{BC} = (1.2 \cdot 0) + U_{BC}$$

Nous constatons que la tension U_{DC} représente la tension à vide U_0

7.6 Générateur de tension idéal

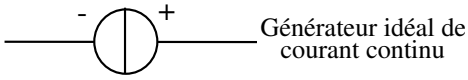
Nous sommes à circuit ouvert en présence d'un générateur de tension idéal symbolisé de la façon suivante:



Dans la pratique, ce cas n'est pas possible, car la présence de la résistance interne R_i modifie la tension disponible aux bornes du circuit.

7.7 Générateur de courant

Nous pouvons symboliser un générateur de courant de la façon suivante:



Dans la pratique, ce cas n'est pas possible, car la présence de la résistance interne R_i modifie le courant disponible dans le circuit.

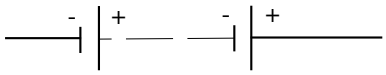
WWW.DZFEN.COM | قلم الجزائر

7.8 Accumulateur

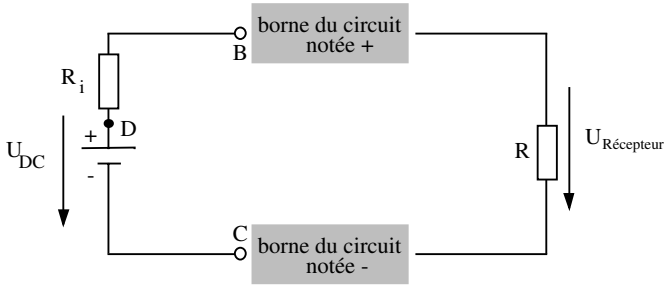
Un accumulateur est un générateur d'électricité constitué de 2 matières différentes (exemple cadmium - nickel) présentant un excès d'électrons et un manque d'électrons.

Un électrolyte favorise le passage des électrons entre les 2 matières et provoque ainsi une réaction chimique.

Son symbole est le même que la pile. Les traitillés signifient qu'il peut y avoir plusieurs éléments montés en série.



Le schéma équivalent total est identique à celui que nous venons d'étudier.

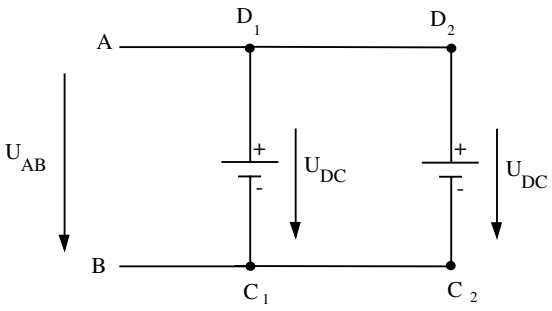


7.8 Couplage des accumulateurs

Les accumulateurs peuvent être couplés idéalement en parallèle et en série

Ce sont les lois de Kirchhoff qui s'appliquent.

7.9 Couplage parallèle



Pour réaliser ce couplage, il faut que les tensions U_{CD} soient les mêmes.

$$\Sigma U_{totale} = \Sigma U_{partielle}$$

$$U_{BA} = U_{CD}$$

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

Exemple:

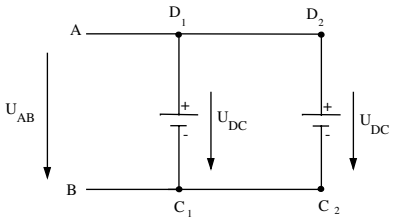
Quelle est la tension totale de 2 accumulateurs de 4 [V] montés en parallèle ?

Données : $U_{D1C1} = 4$ [V] $U_{D2C2} = 4$ [V]

Inconnue : $U_{AB} = ?$

Relations : $\Sigma U_{totale} = \Sigma U_{partielle}$

$U_{AB} = U_{CD}$



Application numérique : $U_{AB} = 4$ [V]

Le couplage parallèle modifie par contre le courant I total, car la loi des nœuds s'applique aussi.

$$\Sigma I_{total} = \Sigma I_{partiel}$$

$$I_{total} = I_{C1D1} + I_{C2D2}$$

Exemple :

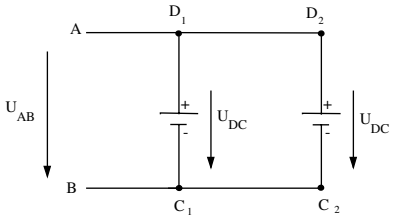
Quel est le courant total de 2 accumulateurs, montés en parallèle et débitant 1.5 [A] et 4 [A] ?

Données : $I_1 = 1.5$ [A] $I_2 = 4$ [A]

Inconnue : $I_{total} = ?$

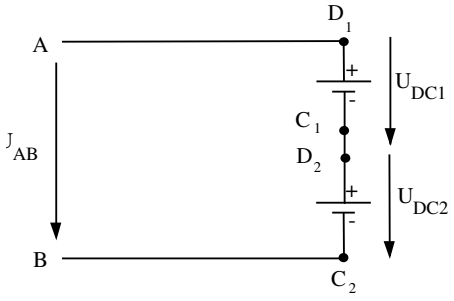
Relation : $\Sigma I_{total} = \Sigma I_{partiel}$

$I_{total} = I_1 + I_2$



Application numérique : $I_{total} = 1.5 + 4 = 5.5$ [A]

7.10 Couplage série



Ce sont les lois de Kirchhoff qui s'appliquent.

Loi des mailles :

$$\Sigma U_{totale} = \Sigma U_{partielle} \qquad U_{BA} = U_{CD1} + U_{CD2}$$

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

Exemple :

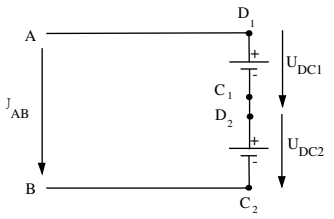
Quelle est la tension totale de 2 accumulateurs de 4 [V] montés en série ?

Données : $U_{CD1} = 4$ [V] $U_{CD2} = 4$ [V]

Inconnue : $U_{AB} = ?$

Relation : $\Sigma U_{totale} = \Sigma U_{partielle}$

$U_{BA} = U_{CD1} + U_{CD2}$



Application numérique : $U_{AB} = 4 + 4 = 8$ [V]

Dans un couplage série, le courant I total est constant mais limité par la charge du circuit. (loi des nœuds)

$$\Sigma I_{total} = \Sigma I_{partiel} \qquad I_{total} = I_{C1D2}$$

Sachant que le courant I est dépendant du temps t et de la quantité de charges électriques Q, nous pouvons résoudre nos différents exercices.

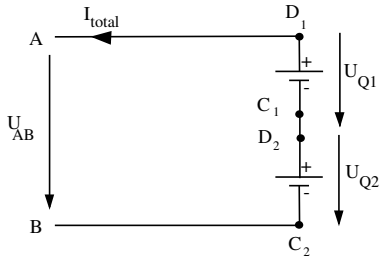
Exemple:

Quel sera le courant total débité par 2 accumulateurs, montés en série, dont les quantités de charges électriques Q sont de 500 [C] et de 500 [C], à travers une résistance R de 500 [Ω] pendant 5 [s]. Nous admettrons qu'ils sont pleins à l'instant t_0 et vides à l'instant t_1.

Données : $Q_1 = 500$ [C]

$Q_2 = 500$ [C] $R = 500$ [Ω]

$t_0 = 0$ [s] $t_1 = 5$ [s]



Inconnue : $I_{total} = ?$

Relation : $\Sigma I_{total} = \Sigma I_{partiel}$ $Q_{totale} = Q_1 = Q_2$

$$I_{total} = \frac{Q_{totale}}{t}$$

t représente la différence de temps entre l'état plein et l'état vide. C'est un écart (delta) de temps donc une durée.

$$\Delta t = t_2 - t_1 \qquad \Delta = 5 - 0 = 5[s]$$

Application numérique : $Q_{totale} = 500$

$$I_{total} = \frac{500}{(5-0)} = 100[A]$$

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

7.11 Charge d'un accumulateur

Contrairement à une pile, un accumulateur peut être rechargé. Nous avons la possibilité, une fois l'accumulateur déchargé, de le recharger par un moyen auxiliaire appelé chargeur.

C'est-à-dire, que nous avons chargé une certaine quantité de charges électrostatiques Q.

$$Q = n \cdot e \quad [C] \text{ ou } [As]$$

C'est pour cette raison que, dans la pratique, l'accumulateur possède la caractéristique de quantité de charge électrostatique à disposition, appelée communément quantité d'électricité Q.

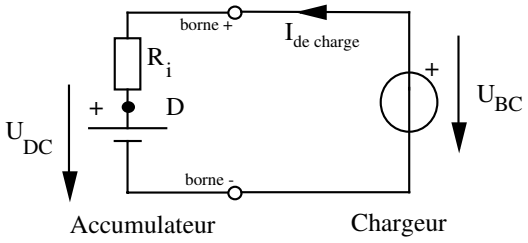
Exemple :

Un accumulateur est noté 42 [Ah] et 1.2 [V].Calculer le nombre d'électrons accumulés dans ce générateur.

Données : $Q = 42$ [Ah]

e^- voir tabelle

$e^- \Rightarrow 1.623 \cdot 10^{-19}$ [C]



Inconnue : $n = ?$

Relation : $Q = n \cdot e$ [C] ou [As]

La première démarche consiste à transformer les [Ah] en [As]. Nous savons que nous trouvons 60 fois 1 seconde dans 1 minute, mais il faut 60 minutes pour obtenir 1 heure.

$$(1 \text{ seconde} \cdot 60) = 60 \text{ [s]} \quad 1 \text{ minute} \quad (1 \text{ seconde} \cdot 60) \cdot 60 \quad 1 \text{ heure}$$

$$(1 \text{ seconde} \cdot 3600) \quad 1 \text{ heure}$$

Calculons maintenant la quantité de charges électrostatiques en [As]:

[Ah] = [As] · 3600 ce qui implique: $\frac{[Ah]}{3600} = [As]$

Nous devons ensuite calculer n (nombre d'électrons) $Q = n \cdot e \Rightarrow n = \frac{Q}{e}$

Application numérique : $n = \frac{42 \cdot 3600}{1{,}623 \cdot 10^{-19}} = 9.32 \cdot 10^{23}$ électrons

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر

7.19 Documentaire



C'est en 1882 que Thomas Edison (1847 - 1931) mis en service la première centrale électrique industrielle à New York. Entraînée par des turbines à vapeur, chaque génératrice peut alimenter 1000 lampes à incandescence.

1884, mise au point du transformateur des Français Lucien Gaulard et JD Gibbs, pour la transmission efficace de l'électricité. La même année, mise en service de la première centrale près de Nîmes en France.



Michael Faraday (1791 - 1867), chimiste et physicien anglais. Lors de son apprentissage de relieur, il profite de lire de nombreux ouvrages de chimie et d'électricité. Ensuite, après avoir été assistant, il devient professeur de chimie en 1833.

Après ses études sur l'électromagnétisme (1821), il se consacre à l'électrostatique (1843), et les protection électromagnétiques (cage de Faraday).

WWW.DZIEN.COM | قلم الجزائر