



L'énergie du savoir

www.goshop.energy/slides

Syllabus du cours

BASES INDISPENSABLES D'ELECTRICITE

Bases Indispensables d'Electricité

Découvrez les concepts fondamentaux de l'électricité, visant à fournir une compréhension de base des principes électriques et de leurs applications dans le monde réel. Il aborde les circuits électriques, les dipôles et les types de courants. Il est conçu pour les débutants en énergie renouvelable et adapté à ceux qui souhaitent comprendre l'électricité pour des applications pratiques.



Compétences et savoir-faire

➤ **Compétences générales à atteindre :**

- Maitriser les différents concepts d'électricité
- Comprendre certains théorèmes généraux et lois d'électricité
- Savoir les différentes associations des dipôles électriques
- Comprendre les applications pratiques de chacun des dipôles
- Étudier la manipulation des instruments des mesures électriques

➤ **Savoir-faire généraux à atteindre :**

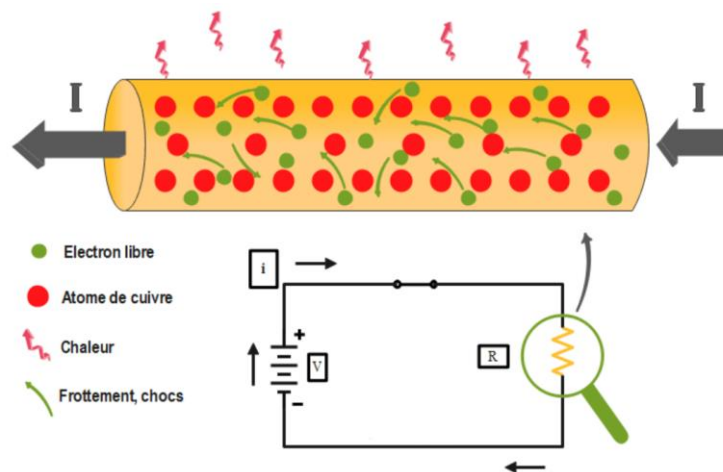
- Utiliser aisément les terminologies techniques entre collègues pendant les travaux
- Analyser et faire les calculs des circuits électriques
- Associer les dipôles suivant les besoins ou les résultats escomptés
- Réaliser le branchement des appareils de mesure dans le circuit

Sommaire

➤	Principaux Concepts Électriques	4
	• Courant électrique	5
	• Quantité d'électricité	5
	• Différence de potentiel	6
	• Énergie électrique	6
	• Puissance électrique	7
	• Résistance électrique	7
➤	Types des Courants Usuels	9
	• Courant continu	10
	• Courant alternatif	11
➤	Dipôles Électriques	15
	• Dipôles passifs	16
	• Dipôles actifs	16
	• Association des dipôles	19

I. Principaux Concepts Électriques

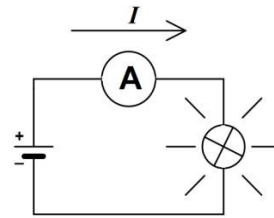
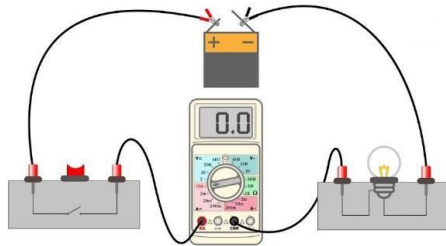
Trouvez ici quelques terminologies d'usage courant dans le domaine d'électricité, entre leurs définitions y afférentes, les unités des grandeurs éventuellement leurs expressions mathématiques.



I. Principaux Concepts Électriques

1. Courant électrique

Le courant électrique constitue un phénomène essentiel dans le domaine de l'électricité. Il se caractérise par le déplacement collectif de porteurs de charges électriques à l'intérieur d'un matériau conducteur, le plus souvent des électrons. Cette circulation organisée d'électrons crée un flux d'électricité. Symbolisé par la lettre I et mesuré en Ampère (A).



Pour quantifier ce courant, on utilise un instrument dédié appelé ampèremètre. Celui-ci est connecté en série avec la charge présente dans le circuit électrique. Cette disposition permet une mesure précise du courant, communiquant ainsi des informations cruciales sur l'intensité de la circulation des charges électriques. La notation I en Ampère demeure une représentation standardisée du courant électrique, facilitant la compréhension et la communication dans le domaine de l'électrotechnique.

2. Quantité d'électricité

La quantité d'électricité, notée Q et exprimée en Coulomb, représente une mesure fondamentale dans le contexte de l'électricité. Elle est directement liée au courant électrique (I) et au temps pendant lequel ce courant traverse une section donnée d'un conducteur.

Si l'on considère une section droite d'un conducteur et que cette section est parcourue par un courant pendant un intervalle de temps t_1 , la quantité d'électricité Q transportée peut être calculée en utilisant la formule :

$$Q = I \times t_1$$

Cette équation indique que la quantité d'électricité est le produit du courant (I) et du temps (t_1). Une autre perspective pour calculer cette quantité est en considérant le nombre d'électrons (N_1) qui traversent cette section. Chaque électron porte une charge élémentaire e^- .

Ainsi, le nombre total d'électrons transportant la quantité d'électricité Q peut être exprimée par la relation :

$$Q = N_1 \times e^-$$

En combinant ces deux expressions, on obtient :

$$Q = I \times t_1 = N_1 \times e^-$$

Cette relation permet de comprendre la relation entre le courant électrique, le temps, le nombre d'électrons et la quantité d'électricité dans un circuit électrique.

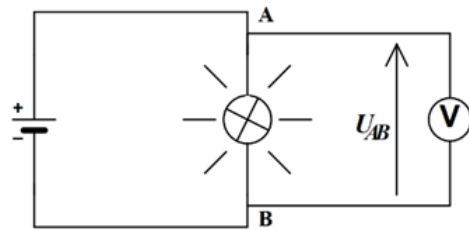
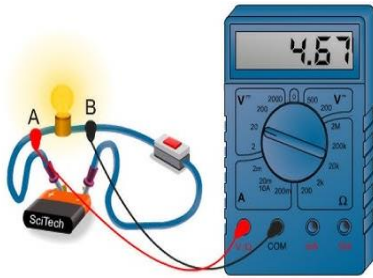
I. Principaux Concepts Électriques

3. La différence de potentiel

La tension électrique, notée U_{AB} et exprimée en Volt (V), est une grandeur électrique essentielle définie comme la différence de potentiel entre deux points A et B. Cette différence de potentiel est mathématiquement représentée par la formule :

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

Où V_A et V_B sont les potentiels respectivement au point A et au point B. La tension U_{AB} est essentiellement la force électromotrice qui pousse les charges électriques à se déplacer dans un circuit.



La mesure de la tension électrique s'effectue à l'aide d'un voltmètre, un instrument spécifique qui se branche en parallèle avec la charge ou entre deux points spécifiques d'un circuit électrique. Cette disposition permet de mesurer la différence de potentiel entre ces points, fournissant ainsi une indication précise de la tension présente.

En pratique, la tension électrique est souvent associée à des sources d'énergie électrique telles que des générateurs électriques, des piles ou des batteries, etc... Elle représente la capacité de ces sources à fournir de l'énergie électrique au circuit connecté. Ainsi, la mesure de la tension électrique est cruciale dans la compréhension et la gestion des systèmes électriques.

4. L'énergie électrique

L'énergie électrique, notée W_{AB} et exprimée en Joule (J) ou en Wattheure (Wh) avec $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$, représente la quantité totale d'énergie associée au déplacement des charges électriques entre deux points A et B dans un circuit électrique.

Cette énergie peut être calculée en utilisant la formule :

$$W_{AB} = Q \times U_{AB}$$

Où Q est la quantité d'électricité (en Coulomb) transportée entre les points A et B, et U_{AB} est la tension électrique entre ces points. Cette expression reflète le travail des forces de Coulomb dans le déplacement des charges électriques.

L'unité courante de mesure de l'énergie électrique est le Joule, mais le Wattheure est souvent utilisé pour exprimer l'énergie consommée sur une période plus étendue. Ainsi, 1 Wh équivaut à 3600 J .

En résumé, l'énergie électrique représente le travail effectué par les charges électriques en mouvement dans un circuit, et elle est étroitement liée à la quantité de charges (Q) et à la tension (U_{AB}).

I. Principaux Concepts Électriques

5. La puissance électrique :

La puissance électrique, notée (P) et exprimée en Watt (W), est une mesure de l'énergie reçue par un récepteur ou générée par une source d'énergie électrique pendant une unité de temps. L'énergie électrique est également liée à la puissance électrique et au temps. La puissance électrique (exprimée en Watt) consommée par un appareil pendant un intervalle de temps t peut être définie comme le rapport de l'énergie sur le temps :



$$P = \frac{W_{AB}}{t}$$

La puissance électrique donne une indication de la rapidité à laquelle l'énergie est transférée ou convertie dans un système électrique. Plus la puissance est élevée, plus l'énergie est transférée rapidement. Elle est mesurée en Watts, une unité qui équivaut à un Joule par seconde.

La connaissance de la puissance électrique est essentielle pour évaluer les performances des appareils électriques, dimensionner les installations électriques et comprendre la demande énergétique d'un système. Elle intervient également dans le calcul des coûts énergétiques, notamment lorsqu'on considère l'énergie consommée sur une période donnée.

6. La résistance électrique

La résistance électrique, notée R et exprimée en Ohm (Ω), est une propriété physique qui caractérise l'aptitude d'un matériau conducteur à s'opposer au passage d'un courant électrique. Elle résulte de divers facteurs, notamment la longueur du matériau, sa section transversale et sa nature.

La résistance électrique d'un fil conducteur peut être calculée en utilisant la loi de Pouillet. Cette loi énonce que la résistance (R) d'un fil est proportionnelle à sa longueur (L) et inversement proportionnelle à sa section transversale (S), selon la formule :

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

- R est la résistance en Ohm [Ω],
- ρ est la résistivité du matériau en Ohm-mètre [Ωm],
- L est la longueur du fil en mètres [m],
- S est la section transversale du fil en mètres carrés [m^2].

Cette formule démontre que la résistance d'un fil est directement proportionnelle à sa longueur et inversement proportionnelle à sa section transversale. La résistivité (ρ) du matériau joue également un rôle crucial dans la détermination de la résistance.

Cuivre : $1,724 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$
Aluminium : $2,826 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$
Argent : $1,57 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$

La résistance électrique est une notion fondamentale en électricité, influençant le comportement des circuits et la distribution du courant électrique. Elle est souvent utilisée pour concevoir des composants électriques tels que les résistances ohmiques et pour dimensionner des circuits en fonction des performances souhaitées.

I. Principaux Concepts Électriques

QUIZ 1

1. Qu'est-ce qui caractérise le courant électrique dans un circuit électrique?

- a. Le déplacement collectif de porteurs de charges thermiques.
- b. Le déplacement collectif de porteurs de charges électriques
- c. L'augmentation de la tension.
- d. Deux propositions sont correctes.

2. Comment mesure-t-on généralement le courant électrique dans un circuit?

- a. À l'aide d'un voltmètre.
- b. À l'aide d'un ampèremètre.
- c. À l'aide d'un ohmmètre.
- d. À l'aide d'un wattmètre

3. Quelle est la relation entre la quantité d'électricité (Q), le courant (I), et le temps (t)?

- a. La quantité d'électricité est proportionnelle au courant et au temps
- b. La quantité d'électricité est inversement proportionnelle au courant et au temps
- c. La quantité d'électricité ne dépend pas du temps
- d. la quantité d'électricité dépend uniquement du courant

4. Le volt est l'unité de mesure de la force électromotrice et de la tension dans un circuit électrique.

- a. Faux
- b. Vrai

5. Que vaut l'énergie électrique consommée par une lampe incandescente de 40 watts allumée pendant 8 heures : une ou plusieurs réponse(s) peut ou peuvent être correcte(s)

- a. 320 watts heure
- b. 320 joules
- c. 0,32 kilowatts heures
- d. 1152 kilojoules

6. Quelle unité exprime la puissance électrique?

- a. Ampère (A).
- b. Watt (W).
- c. Coulomb (C).
- d. Volt [V]

7. Selon la loi d'Ohm, quelle relation est correcte entre la tension (U), le courant (I), et la résistance (R) dans un circuit?

- a. $U = I + R$
- b. $U = I \times R$
- c. $U = I - R$
- d. $U = I / R$

8. Combien valent 10 watts-heures [Wh] en kilojoules [kJ]?

- a. 36000
- b. 3600
- c. 360
- d. 36

9. Que vaut la résistance en ohm [Ω] d'un fils conducteur en cuivre de 10 mètres de longueur et d'une section de rayon 4mm ? Considérez la résistivité du cuivre de $1,724 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ et $\pi = 3,14$.

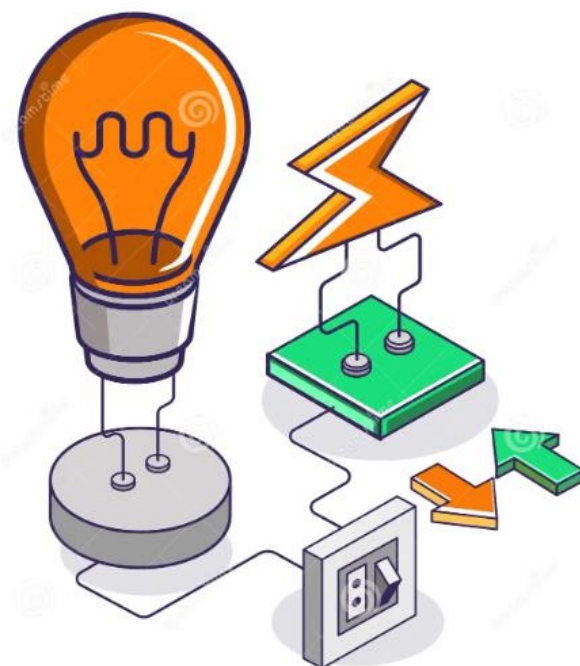
- a. 0,0450
- b. 0,0034
- c. 0,0045
- d. 0,0340

10. Quel est l'unité de la quantité d'électricité Q ?

- a. Joule [J]
- b. Coulomb [C]
- c. Watt heure [wh]
- d. Ampère par seconde [A/s]

II. Types des Courants Usuels

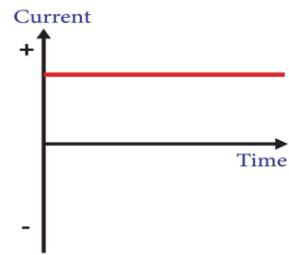
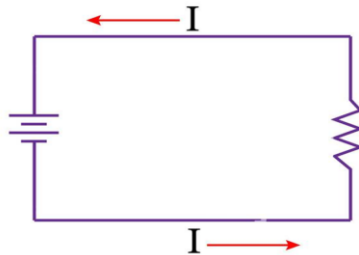
Découvrez les deux types de courant principaux : le courant continu (CC) et le courant alternatif (CA). Chaque type de courant a ses propriétés et ses propres avantages et inconvénients, et est utilisé en fonction des besoins spécifiques de l'application.



II. Types des Courants Usuels

1. Courant Continu (CC ou DC) :

Le courant continu, souvent abrégé en CC ou DC, est un type de courant électrique caractérisé par une intensité constante qui ne dépend pas du temps.



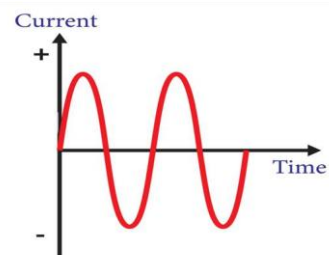
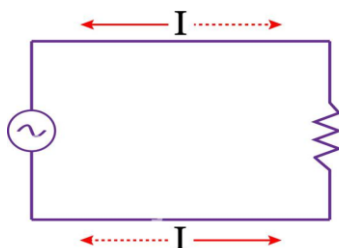
Les principales caractéristiques du courant continu sont les suivantes :

- **Intensité constante** : Le courant continu maintient une intensité constante tout au long de son parcours dans un circuit électrique. Contrairement au courant alternatif (CA), le courant continu ne varie pas en termes d'amplitude au fil du temps.
- **Unidirectionnel** : Dans un circuit de courant continu, le flux d'électrons circule de manière continue dans une seule direction. Les électrons se déplacent du pôle négatif au pôle positif de la source d'alimentation.
- **Source de production** : Le courant continu est généralement produit par l'activité chimique d'une batterie, d'une pile, d'une cellule photovoltaïque ou d'une génératrice de courant continu dans un circuit électrique fermé.
- **Applications** : Le courant continu est largement utilisé dans diverses applications, notamment en éclairage dans les maisons d'habitation, les lieux publics et les routes. Les dispositifs électroniques, les équipements de communication et de nombreux appareils portatifs fonctionnent également souvent avec du courant continu.

Les avantages du courant continu résident dans sa facilité d'utilisation pour de nombreuses applications électroniques, notamment les dispositifs nécessitant une alimentation constante et stable. Cependant, pour le transport d'électricité sur de longues distances, le courant alternatif est souvent préféré en raison de sa capacité à être transformé facilement à différentes tensions.

2. Courant Alternatif (CA ou AC)

Le courant alternatif, également appelé sinusoïdal, est un flux d'électrons qui circule de manière alternative dans un sens puis dans l'autre, ce qui le rend bidirectionnel.



II. Types des Courants Usuels

Voici quelques caractéristiques importantes du courant alternatif (CA ou AC) :

- **Bidirectionnel** : Contrairement au courant continu, le courant alternatif change de direction périodiquement au fil du temps. Ce changement de direction se produit dans un intervalle de temps appelé période.
- **Période et Fréquence** : La période est la durée nécessaire pour qu'une oscillation complète du courant alternatif se produise, c'est-à-dire pour qu'il passe d'une direction à l'autre et revienne à sa position initiale. La fréquence du courant alternatif est l'inverse de la période et est mesurée en hertz (Hz), représentant le nombre d'oscillations par seconde. L'appareil de mesure de la fréquence est le fréquencesmètre.
- **Source de production** : Le courant alternatif est produit par une génératrice de courant alternatif ou par un onduleur qui convertit le courant continu (DC) en courant alternatif (AC)..
- **Applications** : Le courant alternatif est largement utilisé dans le transport et la distribution de l'énergie électrique. Il est couramment utilisé dans les installations industrielles et domestiques pour alimenter les appareils électriques. Il est également utilisé pour l'alimentation des lignes de chemin de fer..

La principale raison de l'utilisation du courant alternatif dans la distribution d'énergie est sa facilité de transformation de tension à l'aide de transformateurs, ce qui permet de transporter l'électricité sur de longues distances de manière plus efficace. La plupart des systèmes électriques publics utilisent le courant alternatif pour la distribution d'énergie.

La valeur instantanée de la tension alternative est décrite par une équation de type :

$$v(t) = V_m \sin \omega t \quad \text{Avec} \quad V_m = \sqrt{2}V$$

où :

- V_m est l'amplitude de la tension, la tension de crête, en volts (V) ;
- V est la valeur efficace du courant en ampères (A) ;
- ω est la pulsation du signal, en radians par seconde ($\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$), défini par : $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{1}{T}$

f étant la fréquence du signal en hertz (Hz), T étant la période du signal en secondes (s).

L'intensité du courant a une équation du type :

$$i(t) = I_m \sin(\omega t - \varphi) \quad \text{Avec} \quad I_m = \sqrt{2}I$$

où :

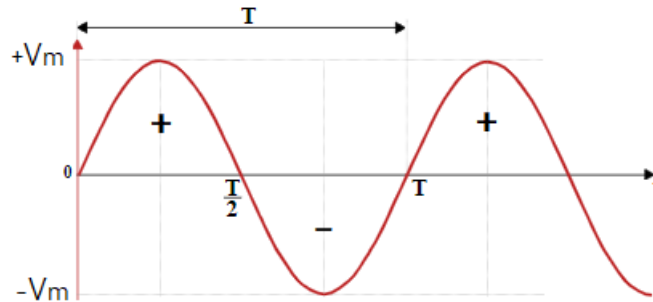
- I_m est l'amplitude du courant en ampères (A) ;
- I est la valeur efficace du courant en ampères (A) ;
- φ est le déphasage, ou phase à l'origine, exprimé en radians.

En courant alternative nous allons catégoriser les systèmes de tension en fonction de nombre de phase. Les plus utilisés dans les installations domestiques et industrielles sont : monophasé et triphasé.

II. Types des Courants Usuels

❖ Système monophasé

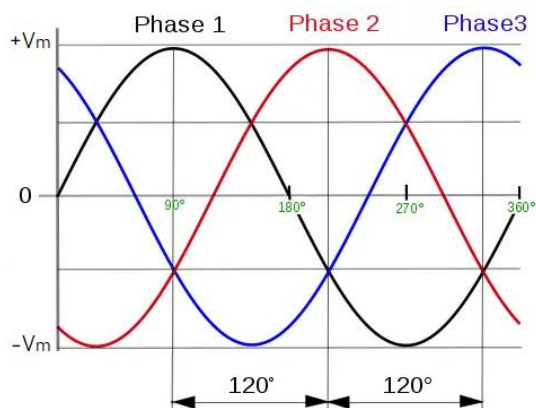
Un système monophasé est un système électrique qui utilise une seule phase et un neutre de courant alternatif (CA) pour alimenter les appareils électriques. C'est le type de système électrique le plus courant dans les foyers et les petites entreprises. Dans un système monophasé, le courant alternatif est produit par un générateur ou une centrale électrique et est distribué via un réseau de distribution électrique. Les appareils électriques dans un système monophasé sont conçus pour fonctionner sous une tension efficace 230V/50 Hz en Europe et en Afrique et 120V/60Hz en Amérique du Nord.



Les principaux avantages d'un système monophasé sont sa simplicité et sa facilité d'installation. Cependant, il présente également quelques inconvénients, notamment une puissance limitée et une efficacité énergétique inférieure à celle des systèmes triphasés.

❖ Système triphasé

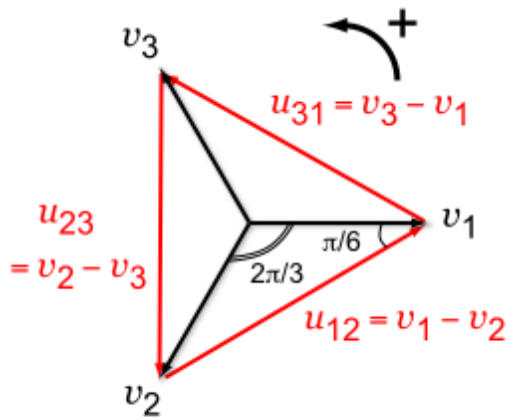
Un système triphasé est un système électrique qui utilise trois phases de courant alternatif (CA) et/ou un neutre pour alimenter les appareils électriques. C'est le type de système électrique le plus courant dans les grandes installations industrielles, les entreprises et les bâtiments commerciaux. Dans un système triphasé, le courant alternatif est produit par un générateur ou une centrale électrique et est distribué via un réseau de distribution électrique.



Les avantages d'un système triphasé par rapport à un système monophasé incluent une puissance plus élevée, une efficacité énergétique accrue et une meilleure capacité à alimenter des charges à courant élevé. Cependant, les systèmes triphasés sont plus complexes et plus coûteux à installer et à entretenir que les systèmes monophasés.

II. Types des Courants Usuels

En triphasé on distingue **la tension simple**, notée V ou v , celle mesurée entre une phase et le neutre et **la tension composée**, notée U ou u qui correspond à la différence de potentiels entre deux phases.



Les trois tensions simples qui composent le système ont la même valeur efficace, même fréquence et sont déphasées de 120° l'une par rapport à l'autre :

$$v_1 = \sqrt{2}V \sin \omega t$$

$$v_2 = \sqrt{2}V \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$v_3 = \sqrt{2}V \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

De même que pour les tensions composées mesurées entre deux phases :

$$u_{12} = v_1 - v_2 = \sqrt{2}U \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$$

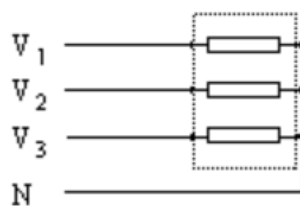
$$u_{23} = v_2 - v_3 = \sqrt{2}U \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$u_{31} = v_3 - v_1 = \sqrt{2}U \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)$$

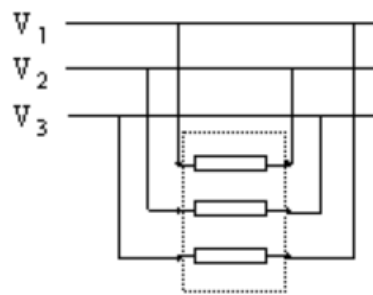
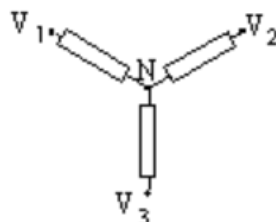
Notons que la valeur efficace de la tension composée : $U = V \times \sqrt{3}$

❖ Récepteur triphasé

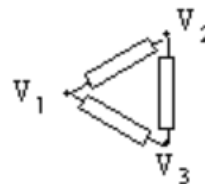
Les trois dipôles qui constituent le récepteur triphasé sont reliés à six bornes et peuvent être couplés soit en étoile (chaque dipôle est soumis à une tension simple et parcouru par le courant de ligne) soit en triangle (chaque dipôle est soumis à une tension composée et parcouru par le courant de phase).



Couplage étoile



Couplage triangle



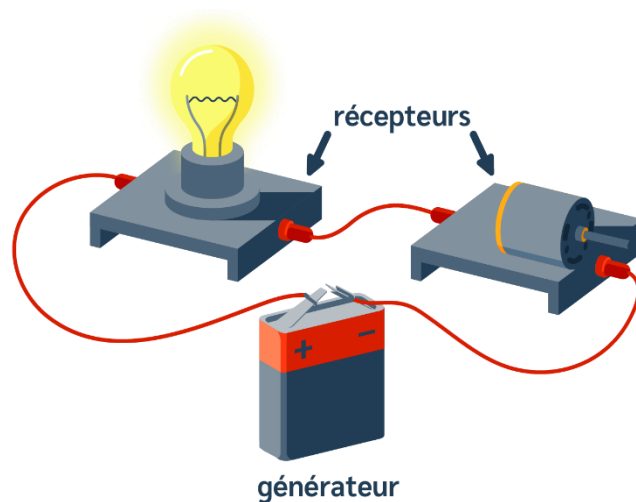
II. Types des Courants Usuels

QUIZ 2

1. Quelle caractéristique ne s'applique pas au courant continu (CC) ?
 - a. Intensité constante
 - b. Bidirectionnel
 - c. Unidirectionnel
 - d. Non variable
2. Quelle est la source de production typique du courant continu par conversion de l'énergie lumineuse ?
 - a. Génératrice de courant alternatif
 - b. Pile électrochimique
 - c. Cellule photovoltaïque
 - d. Génératrice à courant continu
3. Quel est le principal avantage du courant continu par rapport au courant alternatif ?
 - a. Facilité de transport sur de longues distances
 - b. Alimentation constante et stable
 - c. Capacité à être transformé facilement par des transformateurs
 - d. Possibilité à être utiliser pour des appareils fonctionnant à courant alternatif.
4. Quelle grandeur exprime la fréquence du courant alternatif (CA) ?
 - a. Ampère (A)
 - b. Hertz (Hz)
 - c. Volt (V)
 - d. Watt (W)
5. Quelle est la principale raison de l'utilisation du courant alternatif dans la distribution d'énergie ?
 - a. Facilité de transformation de tension avec des transformateurs
 - b. Intensité constante
 - c. Unidirectionnalité du flux d'électrons
 - d. Facilité utilisé dans les appareils électroniques
6. Quel est la relation entre la fréquence et la période d'un courant alternatif.
7. Que vaut la période d'un courant alternatif de 50hz ? Calculez sa pulsation.
8. Combien vaut la fréquence d'un courant continu ?
9. Combien vaut la tension instantanée à l'instant correspondant au huitième de la période, d'une tension alternative alternatif de fréquence 50Hz et d'amplitude maximale de 250V
 - a. 220 V
 - b. 230 V
 - d. 177 V
 - e. 180 V
10. Quel appareil utilise-t-on pour convertir la tension continue en tension alternative ?

III. Dipôles Électriques

Les dipôles électriques sont des composants essentiels dans les circuits électriques, se divisant en deux catégories principales : les dipôles passifs et les dipôles actifs. En combinant différents dipôles, on peut créer des circuits électriques complexes pour des applications spécifiques.

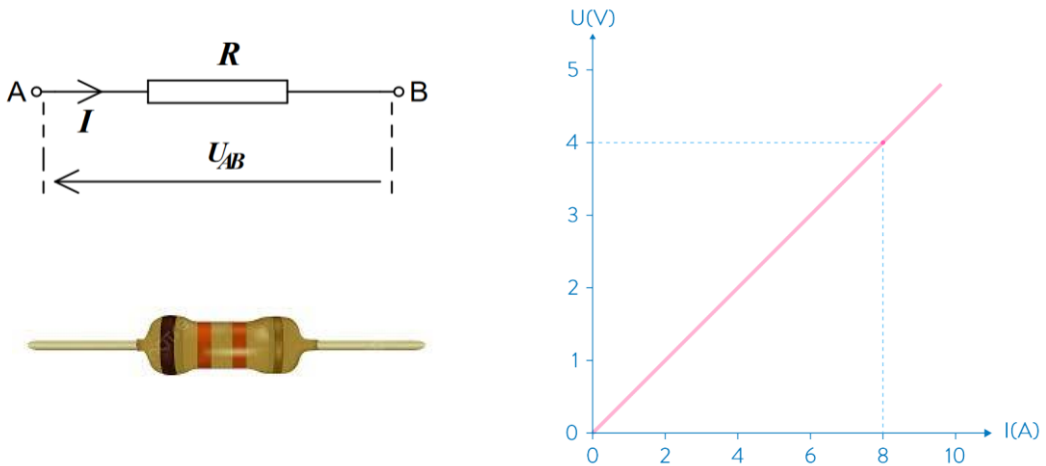


III. Dipôles Électriques

1. Le dipôle récepteur passif :

Le dipôle récepteur passif se caractérise par sa capacité à convertir intégralement l'énergie qu'il absorbe en énergie thermique, également appelée énergie calorifique. Des exemples courants de tels récepteurs incluent des dispositifs tels que les réchauds électriques, les fers à repasser et les lampes à incandescence. Ce type de récepteur se distingue par sa capacité à générer de la chaleur plutôt que de réaliser d'autres formes de travail ou de transformation d'énergie.

Un aspect clé des récepteurs passifs est qu'ils présentent une conductance de courant élevée associée à une faible résistance. Cela s'exprime par **la loi d'Ohm**, qui stipule que la tension (U) entre les bornes du récepteur (notées A et B) est égale au produit de la résistance (R) et de l'intensité du courant (I) qui le traverse : $U_{AB} = R \times I$.



2. Le dipôle générateur actif :

Le dipôle générateur actif est un dispositif qui possède la capacité de convertir une forme d'énergie différente en énergie électrique. Ce type de générateur joue un rôle essentiel dans la fourniture d'énergie électrique dans de nombreux dispositifs et systèmes.

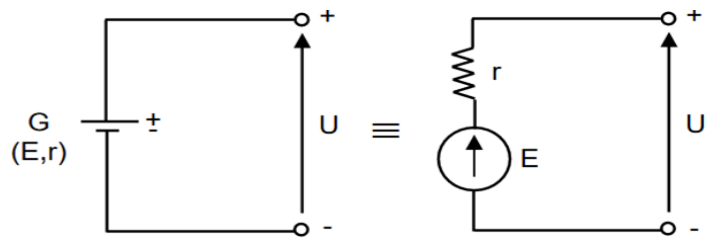
La loi d'ohm pour un générateur

$$U = E - r \cdot I$$

Avec : **E** : Force électromotrice

r : résistance interne

r.I : chute de tension



Voici quelques exemples courants de dipôles générateurs actifs :



A. Dynamo : Une dynamo est un générateur électrique qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique à l'aide d'un mouvement rotatif. Elle est souvent utilisée dans des applications telles que les vélos pour alimenter les feux.

B. Pile : Une pile électrochimique est un exemple de générateur actif qui convertit l'énergie chimique en énergie électrique. Les piles sont utilisées dans une variété d'applications, des dispositifs électroniques portables aux télécommandes.



III. Dipôles Électriques



C. Batterie : Similaire à la pile, une batterie est un dispositif de stockage d'énergie qui peut également libérer de l'énergie électrique au besoin. Les batteries sont utilisées dans de nombreux appareils électroniques et systèmes de stockage d'énergie.

D. Cellule photovoltaïque : Aussi appelée panneau solaire, une cellule photovoltaïque convertit l'énergie lumineuse du soleil directement en électricité. Ce générateur actif est largement utilisé pour produire de l'énergie électrique à partir de la lumière solaire.



En résumé, le dipôle générateur actif est capable de transformer différentes formes d'énergie (mécanique, chimique, lumineuse, etc.) en énergie électrique, fournissant ainsi une source d'alimentation dans diverses applications.

Le bilan des puissances et le rendement sont deux concepts importants liés au fonctionnement d'un dipôle générateur actif.

❖ Bilan des puissances

Le bilan des puissances dans un dipôle générateur actif consiste à évaluer la répartition de l'énergie entre la source d'énergie et le reste du circuit. Il prend en compte la puissance fournie par le générateur et la puissance dissipée ou consommée dans le reste du circuit.

La puissance fournie par le générateur (P_{gen}) peut être calculée en multipliant la tension fournie par le générateur (U_{gen}) par le courant qu'il délivre (I_{gen}) :

$$P_{gen} = U_{gen} \times I_{gen}$$

La puissance dissipée dans le reste du circuit (P_{diss}) peut être obtenue en considérant la résistance interne du générateur : $P_j = r \times I^2$ et la charge : $P_u = U \times I$ qui consomment de l'énergie.

Le bilan des puissances est alors exprimé par l'équation : $P_{gen} = P_{diss} = P_u + P_j$

Indiquant que la puissance fournie par le générateur est égale à la puissance dissipée dans le circuit.

❖ Rendement du générateur

Le rendement d'un générateur actif est une mesure de son efficacité à convertir une forme d'énergie en énergie électrique. Il est généralement exprimé en pourcentage.

Le rendement (η) se calcule en prenant le rapport entre la puissance électrique utile produite par le générateur (P_u) et la puissance totale fournie par la source d'énergie, y compris celle dissipée sous forme de chaleur ou d'autres pertes (P_{gen})

III. Dipôles Électriques

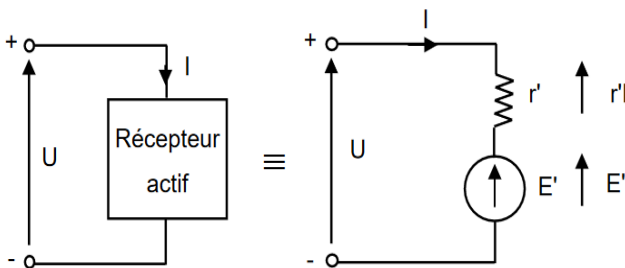
$$\eta = \frac{P_u}{P_{gen}} = \frac{U \cdot I}{E \cdot I} = \frac{U}{E}$$

Un rendement élevé indique une conversion efficace de l'énergie, tandis qu'un rendement plus faible suggère des pertes significatives d'énergie sous d'autres formes.

Un générateur idéal aurait un rendement de 100%, ce qui signifierait qu'il convertit toute l'énergie fournie en énergie électrique sans aucune perte. Cependant, en pratique, il y a toujours des pertes, et le rendement est généralement inférieur à 100%.

3. Le dipôle récepteur actif:

Le dipôle récepteur actif est un composant du circuit électrique capable de transformer l'énergie électrique absorbée principalement en une autre forme d'énergie, à l'exception de l'énergie calorifique. Il s'agit généralement de dispositifs qui effectuent un travail spécifique ou stockent de l'énergie.

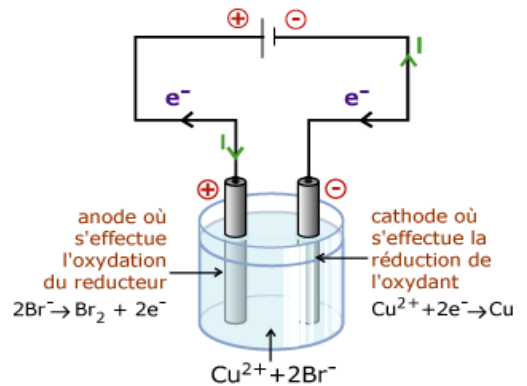


La loi d'ohm pour un récepteur
 $U = E' + r' \cdot I$

Avec : E' : Force contre-électromotrice
 r' : résistance interne
 $r' \cdot I$: chute de tension

Voici quelques exemples courants de dipôles récepteurs actifs :

- A. Moteur électrique :** Un moteur électrique est un exemple classique de dipôle récepteur actif. Il convertit l'énergie électrique en énergie mécanique, produisant ainsi un mouvement.
- B. Batterie en charge :** Lorsqu'une batterie est en charge, elle agit comme un récepteur actif en absorbant l'énergie électrique et en la stockant sous forme d'énergie chimique dans ses cellules.
- C. Électrolyseur :** Un électrolyseur est un dispositif qui utilise l'électricité pour provoquer une réaction chimique, telle que la dissociation de l'eau en oxygène et en hydrogène. C'est une manière de stocker l'énergie électrique sous forme d'hydrogène, qui peut ensuite être utilisé comme source d'énergie.



Les grandeurs caractéristiques d'un récepteur actif sont des paramètres qui décrivent son comportement et son rendement. Les principales grandeurs incluent :

- **Tension aux bornes du récepteur (U) :** La différence de potentiel électrique mesurée aux bornes du récepteur, exprimée en volts (V).
- **Courant traversant le récepteur (I) :** L'intensité du courant électrique circulant à travers le récepteur, mesurée en ampères (A).

III. Dipôles Électriques

- **Puissance absorbée (P_{abs})** : La puissance électrique absorbée par le récepteur, calculée comme le produit de la tension et du courant ($P_{abs} = U_{AB} \times I$).
- **Travail réalisé par le récepteur (W)** : Le travail effectué par le récepteur, calculé comme le produit de la force contre-électromotrice (fcém E') et de la charge déplacée dans le cas d'un moteur ($W = E' \times Q$).
- **Rendement du récepteur (η)** : Le rendement est une mesure de l'efficacité du récepteur et est défini comme le rapport de la puissance utile à la puissance absorbée.

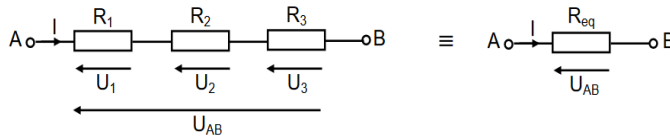
$$\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} = \frac{E' \cdot I}{U \cdot I} = \frac{E'}{U}$$

3. Associations des dipôles électriques

1. En série :

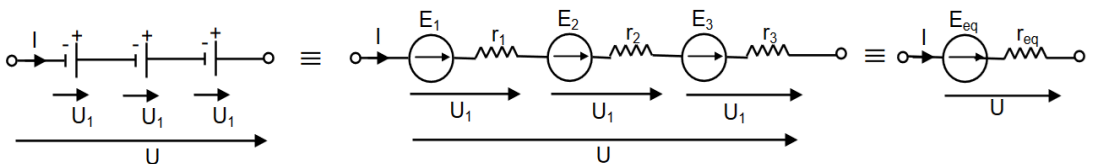
Lorsque des dipôles électriques sont associés en série dans un circuit électrique, cela signifie que les dipôles sont connectés de manière que les sorties de l'un d'entre eux soient reliées aux entrées du dipôle suivant. Voici quelques caractéristiques importantes de l'association en série des dipôles électriques :

- **Disposition des dipôles** : Les dipôles sont connectés les uns après les autres, de sorte que le courant électrique traverse successivement chacun d'entre eux.
- **Courant constant** : Dans une association en série, tous les dipôles sont parcourus par le même courant électrique. Cela signifie que le courant qui entre dans le premier dipôle est le même que celui qui en sort et qui entre dans le deuxième dipôle, et ainsi de suite.
- **Résistance équivalente** : Pour les dipôles résistifs en série, la résistance équivalente (R_{eq}) de l'association en série est la somme des résistances individuelles ($R_1 + R_2 + \dots + R_n$).



En effet : $U_{AB} = U_1 + U_2 + U_3 = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3) = I \cdot R_{eq} \Rightarrow R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$

- **Somme des tensions** : La tension totale aux bornes de l'association en série est la somme des tensions aux bornes de chaque dipôle individuel. Mathématiquement, si (U) est la tension totale, et (U_i) est la tension aux bornes du i -ème dipôle, alors $U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ où n est le nombre de dipôles en série.



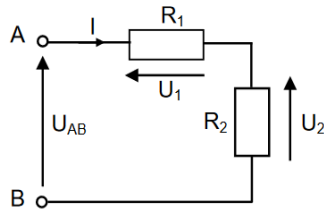
En effet : $U = U_1 + U_2 + U_3 = (E_1 - r_1 \cdot I) + (E_2 - r_2 \cdot I) + (E_3 - r_3 \cdot I) = (E_1 + E_2 + E_3) - (r_1 + r_2 + r_3) \cdot I = E_{eq} - r_e \cdot I$

$E_{eq} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots + E_n$
$r_e = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_n$

III. Dipôles Électriques

L'association en série est couramment utilisée dans les circuits électriques pour combiner différents dipôles et obtenir une résistance ou une tension équivalente. Elle a des implications importantes dans l'analyse des circuits électriques et permet de simplifier la résolution de problèmes complexes.

■ Pont diviseur de tension

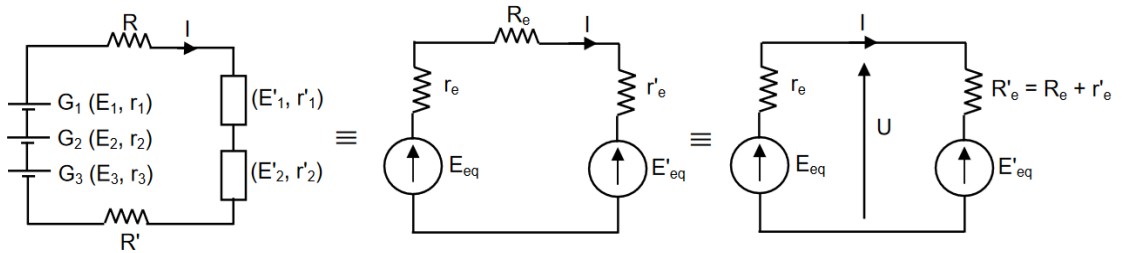


En effet :

$$\bullet U_2 = R_2 \cdot I = R_2 \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2}$$

$$\bullet U_1 = R_1 \cdot I = R_1 \frac{U_{AB}}{R_1 + R_2}$$

En résumé, les dipôles récepteurs absorbent de l'énergie électrique du circuit, tandis que les dipôles générateurs fournissent de l'énergie électrique au circuit. Cette distinction est essentielle dans l'analyse et la conception des circuits électriques, où ces deux types de composants interagissent pour créer un fonctionnement équilibré et efficace du système.



En effet : $U = E_{eq} - r_e \cdot I = E_{eq} + R'_e \cdot I \Rightarrow I = \frac{E_{eq} - E'_{eq}}{r_e + R'_e}$ avec

$$\begin{cases} E_{eq} = E_1 + E_2 + E_3 \\ E'_{eq} = E'_1 + E'_2 \\ r_e = r_1 + r_2 + r_3 \\ r'_e = r'_1 + r'_2 \\ R'_e = R + R' + r'_e + r'_2 \end{cases}$$

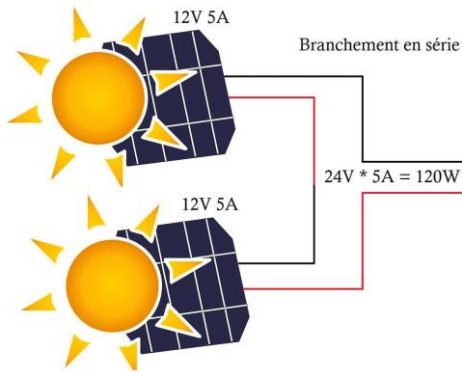
En conclusion, dans un circuit électrique fermé comprenant plusieurs générateurs et plusieurs récepteurs (actifs et passifs), l'expression de l'intensité du courant est :

$$I = \frac{\sum \text{f.e.m} - \sum \text{f.c.e.m}}{\sum \text{résistance}}$$

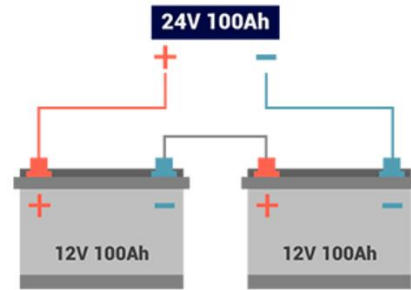
- **Condition** : Branchez la borne plus (+) du premier dipôle sur la borne moins (-) du deuxième. Dans les cas des batteries, elles doivent avoir la même capacité et dans le cas des panneaux solaires les memes courants pendant la charge[voire même puissance].
- **Inconvenient** : Si un dipôles tombe en panne tout le circuit est interrompu.

III. Dipôles Électriques

Panneaux en série



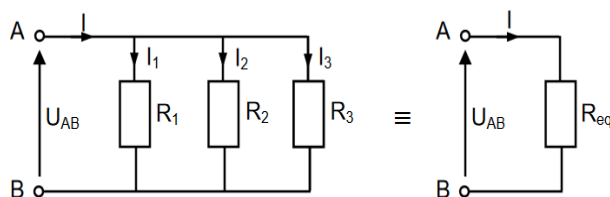
Batteries en série



2. En parallèle :

Lorsque deux ou plusieurs dipôles sont associés en parallèle dans un circuit électrique, cela signifie que leurs bornes d'entrée sont connectées entre elles et que leurs bornes de sortie sont également connectées entre elles. Voici quelques caractéristiques importantes de l'association en parallèle des dipôles électriques :

- **Connexion des bornes** : Les bornes d'entrée de tous les dipôles en parallèle sont connectées entre elles, de même que les bornes de sortie. Cela crée plusieurs chemins parallèles pour le courant dans le circuit.
- **Tension constante** : Dans une association en parallèle, tous les dipôles sont soumis à la même tension. Cela signifie que la différence de potentiel électrique aux bornes de chaque dipôle est la même.
- **Courants divisés** : Bien que la tension soit la même pour tous les dipôles en parallèle, le courant peut être différent pour chacun d'entre eux. Chaque dipôle en parallèle a sa propre branche de courant, et la somme des courants à travers tous les dipôles est égale au courant total entrant dans l'association en parallèle.
- **Impédance équivalente** : Pour les dipôles résistifs en parallèle, l'impédance équivalente (Z_{eq}) est calculée en utilisant la formule inverse de la somme des inverses des impédances individuelles ($1/Z_{eq} = 1/Z_1 + 1/Z_2 + \dots + 1/Z_n$).

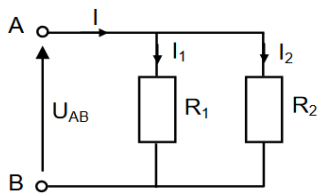


$$\text{En effet } I = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{U_{AB}}{R_1} = \frac{U_{AB}}{R_2} = \frac{U_{AB}}{R_3} \Rightarrow U_{AB} = I \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = I \cdot R_{eq} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

III. Dipôles Électriques

L'association en parallèle est utilisée dans les circuits électriques pour connecter des dipôles de manière qu'ils aient la même tension, mais des courants différents. Cela permet d'ajuster le fonctionnement des composants électriques de manière à obtenir des caractéristiques spécifiques dans un circuit.

■ Pont diviseur de courant



D'après la loi d'ohm, on peut écrire :

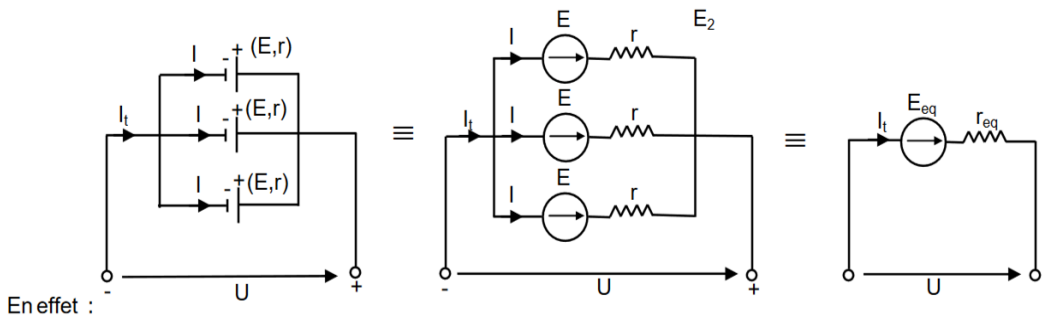
$$\begin{cases} U_{AB} = R_1 \cdot I_1 \\ U_{AB} = R_2 \cdot I_2 \\ U_{AB} = R_{eq} \cdot I \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_{eq} = R_1 \cdot I_1 \\ R_{eq} = R_2 \cdot I_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = \frac{R_{eq}}{R_1} I \\ I_2 = \frac{R_{eq}}{R_2} I \end{cases}$$

on sait que : $R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Donc on a :

$$I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} ; \quad I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Lors de la mise en parallèle des dipôles actifs générateurs, le courant total est égale à la somme des courants débités par chaque dipole tandis que la tension équivaut à celle d'un dipole. Quant à la résistance interne équivalente elle est égale à la résistance équivalente des résistances internes des dipôles mise en parallèle.



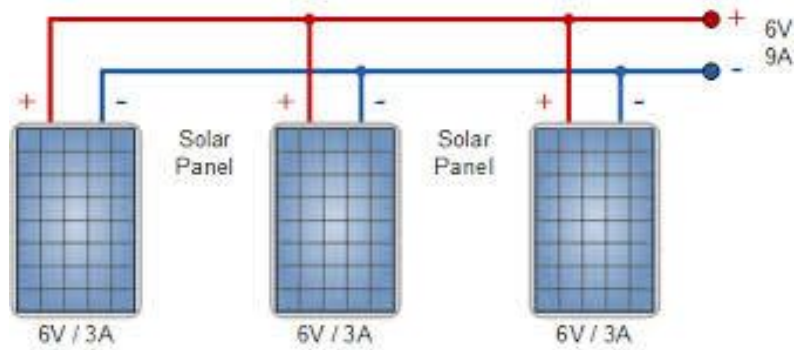
En effet :

$$\left. \begin{aligned} I_t &= 3 \cdot I \\ U &= E - r \cdot I = E_{eq} = r_e \cdot I = E_{eq} - 3 \cdot r_e \cdot I \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{cases} E_{eq} = E \\ r_e = \frac{r}{n} \end{cases}$$

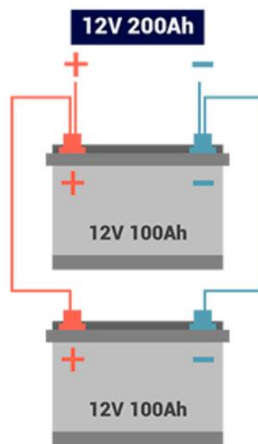
- **Condition** : Branchez la borne plus (+) du premier dipôle sur la borne plus (+) du deuxième de même pour les bornes négatives. Dans le cas général, tous les dipôles mise en parallèle doivent avoir la même tension.
- **Inconvenient** : Si l'un des dipôles tombe en panne il risque de court-circuiter les autres.

III. Dipôles Électriques

Panneaux en parallèle



Batteries en parallèle



III. Dipôles Électriques

QUIZ 3

- Qu'est-ce qui caractérise un dipôle récepteur passif ?
 - Il génère activement de l'énergie électrique.
 - Il converti intégralement l'énergie absorbée en énergie thermique.
 - Il a une résistance élevée.
 - Il converti une forme quelconque d'énergie en énergie électrique.
- Concernant la puissance dissipée par effet joule, les quelles de ces propositions sont vraies ?
 - Elle est proportionnelle à la tension aux bornes du dipôle et au courant qui le traverse.
 - Elle est proportionnelle à la résistance du dipôle et au carré de l'intensité du courant qui le traverse.
 - Elle est proportionnelle à l'impédance du dipôle et au carré de l'intensité du courant qui le traverse.
 - Elle est proportionnelle à la tension aux bornes du dipôle et inversement proportionnelle au courant qui le traverse.
- Quel est le rôle d'un dipôle générateur actif ?
 - Convertir l'énergie thermique en énergie électrique.
 - Convertir une forme d'énergie différente en énergie électrique.
 - Absorber passivement l'énergie électrique.
 - Convertir l'énergie électrique en lumière.
- Comment sont associés en série les dipôles dans un circuit électrique ?
 - Leurs bornes d'entrée sont connectées ensemble.
 - La sortie de l'un est reliée à l'entrée du dipôle suivant.
 - Ils sont connectés en parallèle.
 - Leurs sorties sont reliées ensemble.
- Qu'est-ce que le bilan des puissances évalue dans un dipôle générateur actif ?
 - La répartition de l'énergie entre les résistances.
 - La répartition de l'énergie entre le générateur et le reste du circuit.
 - La tension aux bornes du générateur.
 - Le courant produit par générateur.
- Qu'est-ce qu'un exemple de dipôle récepteur actif ?
 - Résistance électrique
 - Moteur électrique
 - Panneau solaire
 - Lampe LED
- Comment est défini le rendement (η) d'un récepteur actif ?
 - $\eta = P_{\text{absorbée}} / P_{\text{utile}}$
 - $\eta = P_{\text{utile}} / P_{\text{absorbée}}$
 - $\eta = P_{\text{perdue}} / P_{\text{absorbée}}$
 - $\eta = P_{\text{perdue}} / P_{\text{utile}}$
- Que se passe-t-il avec le courant électrique dans une association en série ?
 - Le courant change à chaque dipôle.
 - Le courant est constant à travers tous les dipôles.
 - Le courant diminue progressivement.
 - Le courant augmente à la sortie
- Comment la tension totale dans une association en série est-elle calculée ?
 - En multipliant les tensions individuelles.
 - En additionnant les tensions individuelles.
 - En soustrayant les tensions individuelles.
 - En divisant les tensions individuelles.
- Quel exemple d'appareil n'est pas un dipôle générateur actif ?
 - Résistance électrique.
 - Cellule photovoltaïque.
 - Batterie d'accumulateurs.
 - Pile électrique.

III. Dipôles Électriques

QUIZ 3 suite

11. Quelle est la formule de la résistance équivalente (R_{eq}) pour des dipôles résistifs en série ?
- $R_{eq} = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n$
 - $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$
 - $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$
 - $R_{eq} = R_1 / R_2 / \dots / R_n$
12. Pourquoi l'association en série des dipôles est-elle couramment utilisée dans les circuits électriques ?
- Pour obtenir une tension constante.
 - Pour obtenir une résistance équivalente élevée.
 - Pour obtenir une tension élevée
 - Pour une résistance équivalente faible.
13. Comment peuvent être définis les dipôles récepteurs passifs ?
- Ils fournissent activement de l'énergie électrique.
 - Ils absorbent de l'énergie électrique sans la restituer sous forme utile.
 - Ils ne sont pas soumis à la loi de Joule.
 - Ils transforment la chaleur en électricité.
14. Comment sont connectées les bornes des dipôles en parallèle ?
- Les bornes d'entrée sont connectées entre elles
 - Les bornes d'entrée sont connectées entre elles, de même que les bornes de sortie.
 - La borne de sortie est connectée à la borne d'entrée du dipôle suivant.
 - Les bornes de sortie sont connectées entre elles.
15. Qu'est-ce qui est constant pour tous les dipôles en parallèle ?
- Le courant.
 - La tension.
 - L'impédance.
 - La résistance.
16. Comment est calculée la résistance équivalente (R_{eq}) pour des dipôles résistifs en parallèle ?
- $R_{eq} = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n$
 - $1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$
 - $R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$
 - $R_{eq} = R_1 / R_2 / \dots / R_n$