

1. PRÉSENTATION

L'énergie électrique se manifeste lors du déplacement de charges électriques (électrons). Ce déplacement est appelé courant électrique. L'électricité est directement utilisable pour effectuer un travail : déplacer une charge électrique, fournir de la lumière, chauffer, etc...

2. CHARGE ÉLECTRIQUE Q

Un courant électrique d'un ampère circulant pendant une seconde correspond au déplacement d'une charge électrique Q d'un Coulomb :

Avec :
 Q : charge électrique (en C)
 I : courant électrique (en A)
 t : temps (en s)

On utilise plus souvent l'unité ampère-heure (Ah) pour mesurer la charge électrique des piles et des batteries :

- un ampère-heure vaut 3 600 coulombs.

3. ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Une charge électrique Q soumise à une différence de potentiel ΔU dispose d'une énergie électrique telle que :

Avec :
 E : énergie électrique (en J)
 Q : charge électrique (en C)
 ΔU : différence de potentiel (en V)

On utilise souvent l'unité wattheure (Wh) pour mesurer l'énergie électrique :

- un watt-heure vaut 3 600 joules.

4. PUISSANCE ÉLECTRIQUE

La puissance électrique que l'on note souvent P et qui a pour unité le watt (W) est le produit de la tension électrique aux bornes de laquelle est branchée l'appareil (en volts) et de l'intensité du courant électrique qui le traverse (en ampères).

La puissance électrique est fournie par le générateur et elle est consommée par le récepteur.

4.1. PUISSANCE ÉLECTRIQUE EN CONTINU

La puissance P est le produit de la tension U continue et du courant I continu :

Avec :
 P : puissance électrique (en W)
 U : tension aux bornes du dipôle (en V)
 I : intensité du courant traversant le dipôle (en A)

4.2. PUISSANCE ÉLECTRIQUE EN ALTERNATIF MONOPHASÉ

4.2.1. RÉSEAU ÉLECTRIQUE DOMESTIQUE

Le réseau domestique est relié au réseau électrique de la compagnie de distribution de l'électricité. L'alimentation électrique est réalisée en monophasé (entre phase et neutre). Généralement un troisième conducteur appelé terre est utilisé pour assurer la sécurité et évacuer un courant en cas de défaut électrique.

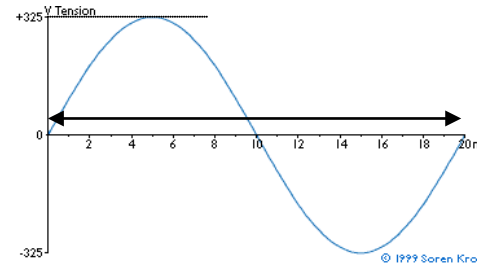


Prise électrique 2P+T

4.2.2. CARACTÉRISTIQUES DE LA TENSION DU SECTEUR

La tension disponible aux bornes d'une prise de courant domestique (entre phase et neutre) se nomme la tension de secteur.

La figure ci-dessous représente l'évolution dans le temps de cette tension :



Allure de la tension	
Période T	
Valeur maximale U_{max}	
Valeur efficace U_{eff}	
Fréquence f	

La valeur efficace de la tension U_{eff} correspond à la valeur de la tension continue qui produirait un échauffement identique dans une résistance :

Avec :
 U_{eff} : tension efficace (en V)
 U_{max} : tension maximale (en V)

La fréquence f représente le nombre de périodes par seconde :

Avec :
 f : fréquence (en Hz)
 T : période (en s)

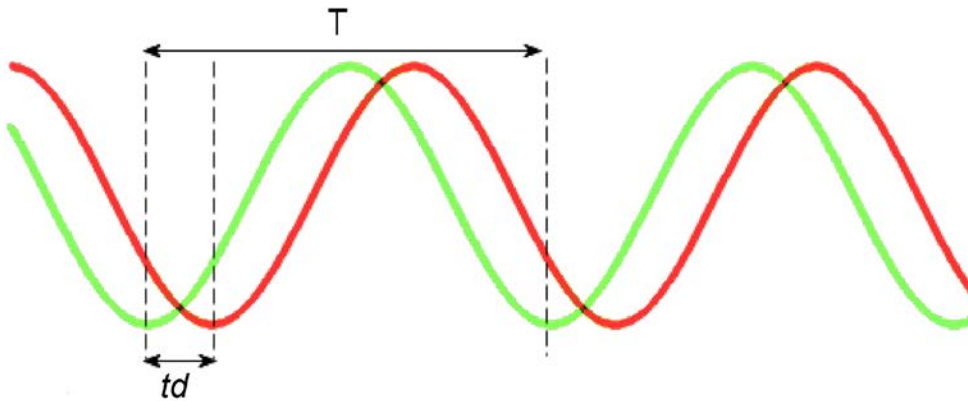
4.2.3. PUISSANCE APPARENTE S

Un dipôle alimenté sous une tension U_{eff} et traversé par un courant efficace I_{eff} absorbe une puissance apparente S exprimée en voltampère, telle que :

Avec :
 S : puissance apparente (en VA)
 U_{eff} : tension efficace (en V)
 I_{eff} : intensité efficace du courant (en A)

4.2.4. DÉPHASAGE ϕ ENTRE COURANT ET TENSION

Lorsque le dipôle alimenté est un moteur, il se crée un déphasage ϕ (phi) entre tension et courant :



Le déphasage ϕ entre tension et courant peut être exprimé comme un angle (en radians ou en degrés) :

Avec :
 ϕ : déphasage (en rad)
 T : période (en s)
 td : décalage temporel (en s)

4.2.5. PUISSANCE ACTIVE P

C'est la puissance qui génère un effet utile dans le système électrique considéré :

Avec :
 P : puissance active (en W)
 U_{eff} : tension efficace (en V)
 I_{eff} : intensité efficace du courant (en A)
 ϕ : déphasage (en rad)

4.2.6. FACTEUR DE PUISSANCE F_p

C'est le rapport entre la puissance active consommée et la puissance apparente :

Avec :
 F_p : facteur de puissance
 P : puissance active (en W)
 S : puissance apparente (en VA)

Pour une résistance ou une lampe à incandescence $F_p = 1$.

Pour un moteur électrique $F_p = \cos \phi$

5. RENDEMENT

Le rendement η (êta) est le rapport entre l'énergie utile E_u et l'énergie absorbée E_a . Or :

- $E_u = P_u \times t$, avec P_u = puissance utile ;
- $E_a = P_a \times t$, avec P_a = puissance absorbée.

On peut donc exprimer η en fonction de P_u et de P_a :

6. EXERCICES D'APPLICATION

6.1. ÉNERGIE STOCKÉE DANS L'ACCUMULATEUR D'UN DRONE

L'AR.Drone Parrot est équipé de trois cellules au lithium fournissant chacune une charge de 334 mAh sous une tension de 11,1 V.

✍ Calculer l'énergie (en Wh) embarquée par le drone lorsque la batterie est chargée :

✍ Exprimer l'énergie en J :

6.2. ÉNERGIE STOCKÉE DANS UNE BATTERIE

La Prius est un véhicule automobile équipée d'une motorisation électrique alimentée par une batterie. Lors des démarrages en cycle urbain la batterie doit être capable de fournir seule l'énergie nécessaire à 30 démarrages permettant de faire passer le véhicule de 0 à 30 km/h en 3,3 s. Par ailleurs, une réserve doit lui permettre dans ces conditions d'alimenter tous les appareils électriques.

Pour tous ces usages, l'énergie électrique stockée dans la batterie s'élève à 1,7 kWh. La puissance maximale de la batterie est de 27 kW sous une tension moyenne de 207 V.

✍ Quelle est la valeur du courant continu maximum délivré par la batterie ?

✍ Quelle est la capacité de cette batterie exprimée en Ah ?

6.3. ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR UN APPAREIL ÉLECTRIQUE

Un four électrique, alimenté sous une tension U_{eff} de 230 V efficace, est traversé par un courant efficace I_{eff} de 10 A.

✍ Calculer la puissance électrique P de ce four :

Le four fonctionne pendant deux heures.

✍ Calculer l'énergie électrique E consommée durant ce temps en Wh :

✍ Exprimer l'énergie consommée en J :

6.4. ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR UNE LAMPE À INCANDESCENCE

Une lampe à incandescence d'une puissance de 40 W est alimentée par le réseau domestique.

✍ Calculer le courant I_{eff} consommé par la lampe lorsqu'elle est allumée :

✍ Calculer l'énergie E (en Wh) consommée annuellement par la lampe si elle reste allumée deux heures par jour en moyenne :

6.5. MOTEUR ASYNCHRONE ALIMENTÉ EN TENSION MONOPHASÉE

Un moteur asynchrone monophasé absorbe un courant efficace I_{eff} de 15 A. La valeur efficace de la tension d'alimentation U_{eff} est de 230 V. Le facteur de puissance F_p du moteur est de 0,96. Le rendement du moteur est de 85 %

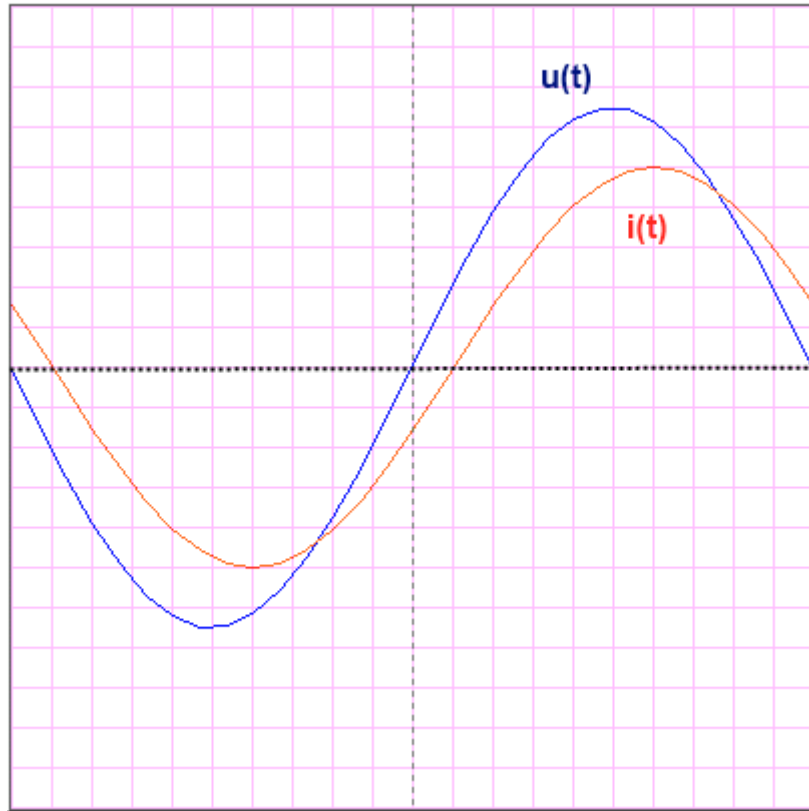
✍ Calculer la puissance apparente S consommée par ce moteur :

✍ Calculer la puissance active P absorbée par le moteur :

✍ Calculer la puissance mécanique utile P_u disponible sur l'arbre le moteur :

6.6. MOTEUR ASYNCHRONE ALIMENTÉ EN TENSION MONOPHASÉE

On donne le relevé de la tension $u(t)$ aux bornes du moteur et de $i(t)$ le courant qui traverse le moteur asynchrone monophasé :



Les calibres utilisés pour ce relevé sont les suivants :

- $u(t)$, 50 V/div ;
- $i(t)$, 1 A/div ;
- base de temps 1ms/div.

☞ Relever la période de la tension $u(t)$:

☞ Relever la valeur maximale U_{max} de la tension aux bornes du moteur :

☞ Relever la valeur maximale I_{max} du courant traversant le moteur :

☞ Calculer la fréquence f de la tension appliquée aux bornes du moteur :

☞ Calculer la valeur efficace U_{eff} de la tension :

☞ Calculer la valeur efficace I_{eff} du courant :

☞ Mesurer le décalage temporel td entre la tension et le courant :

☞ Calculer le déphasage ϕ en radians et en degrés entre la tension et le courant :

☞ Calculer la puissance active P absorbée par le moteur :

Le moteur délivre une puissance mécanique P_u égale à 600 W.

☞ Calculer le rendement η du moteur :
