

Chapitre 3 : Mesure d'une tension alternative

Comment utiliser une tension alternative, quelle valeur fournit-elle réellement? Pour répondre à ces questions, nous devons d'abord connaître les caractéristiques de cette tension: valeur maximale et période. Mais pour cela, nous devons trouver un appareil capable de tracer la tension alternative

1) L'oscilloscope

L'oscilloscope est un appareil capable de tracer les variations de la tension en fonction du temps.

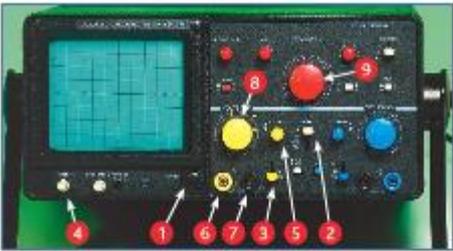
Voir activités 2, 4 et 5 sur le site physiquecollege: <http://physiquecollege.free.fr/troisieme.htm>

Voir également la fiche méthode P 149

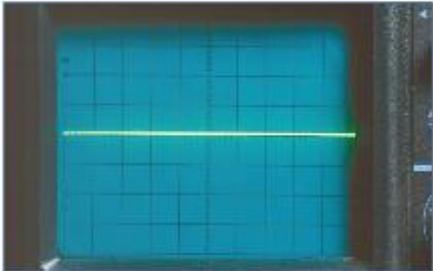
Méthode
pour être capable de...

Mesurer une tension alternative à l'oscilloscope

Un générateur délivre une tension alternative.
Déterminons les caractéristiques de cette tension à l'aide d'un oscilloscope.

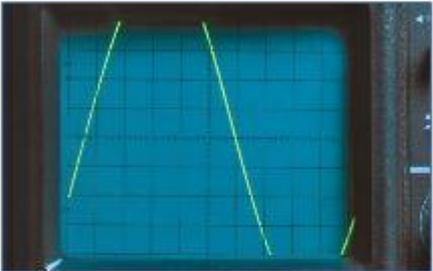


Comment faire ?



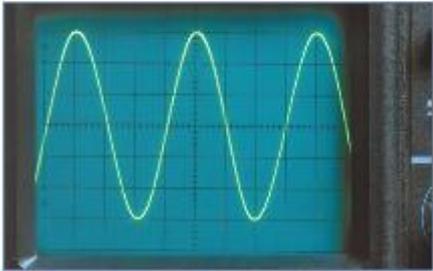
1. Régler le spot.

- Mettre l'appareil sous tension ① et déclencher le balayage ②. Placer le sélecteur ③ sur 0.
- Régler la luminosité du spot ④ et centrer la trace lumineuse ⑤.



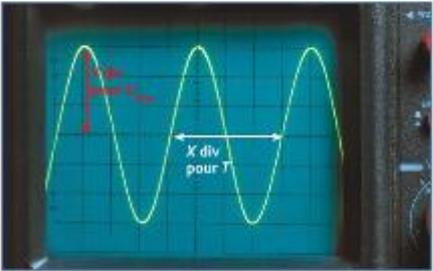
2. Brancher le générateur.

- Connecter le générateur aux bornes d'entrée ⑥ et à la masse ⑦.
- Placer le sélecteur ③ sur =.



3. Régler les sensibilités.

- Ajuster la sensibilité verticale ⑧ S_v , en V/div, afin que la courbe soit contenue dans l'écran en hauteur.
- Ajuster la sensibilité horizontale ⑨ S_h , en ms/div, de façon à obtenir deux ou trois motifs sur la largeur de l'écran.



4. Déterminer les caractéristiques.

- Lire le nombre X de divisions horizontales correspondant à une période T , puis calculer T : $T = X \times S_h$.
- Lire le nombre Y de divisions verticales correspondant à la tension maximale U_{max} , puis calculer U_{max} : $U_{max} = Y \times S_v$.

Conclusion : Sur un oscilloscope, on lit pour une tension alternative :

- $U_{max} = y * S_v$
- $T = x * S_h$

II) Mesures à l'oscilloscope

Activité 1 P.146

Quelles informations l'oscilloscope fournit-il sur une tension alternative ?

1. Visualisation sans balayage

- Connectons les bornes d'un générateur de tension alternative à celles d'un oscilloscope, alors que le balayage n'est pas enclenché.
- Réglons la sensibilité verticale (en V/div) de façon à obtenir un oscillogramme contenu dans l'écran.

Fig. 1

2. Visualisation avec balayage

- Branchons un fréquencemètre aux bornes du générateur.
- Enclenchons le balayage horizontal de l'oscilloscope et ajustons la sensibilité horizontale (en ms/div), de façon à obtenir 2 à 3 motifs sur l'écran.

Fig. 2

Le coin Ressources

La fréquence f d'un phénomène périodique est égale au nombre de répétitions du phénomène par seconde.

La fréquence est l'inverse de la période T ; son unité légale est le hertz :

$$f(\text{Hz}) = \frac{1}{T(\text{s})}$$

Observez

- Quel est l'aspect de l'oscillogramme obtenu lorsqu'on applique une tension alternative, sans déclencher le balayage (Fig. 1) ?
- Quel est l'aspect du nouvel oscillogramme obtenu avec balayage (Fig. 2) ?
- Pourquoi peut-on dire que la tension de la figure 2 est alternative ? périodique ?

Exploitez vos observations

- Une division verticale correspondant à une tension de 1 V, déterminez la valeur de la tension maximale U_{max} (Fig. 2).
- Une division horizontale correspondant à une durée de 1 ms, déterminez la période T de la tension alternative (Fig. 2).
- Calculez ensuite l'inverse de la période $\frac{1}{T}$ et comparez le résultat à l'indication du fréquencemètre en hertz.

Concluez

- Rédigez votre conclusion en répondant à la question :
« Quelles informations l'oscilloscope fournit-il sur une tension ? »

Réponses:

- Quand on ne déclenche pas le balayage, la tension alternative fait du "sur-place" et l'on obtient un trait vertical.
- Pour voir l'évolution dans le temps, il faut enclencher le balayage. On obtient alors la forme de la tension produite à condition de choisir le bon calibre.
- La tension visualisée est alternative car elle alterne des valeurs positives et négatives et périodique car elle reprend régulièrement les mêmes valeurs.
- Chaque division verticale vaut 1V et la tension monte de 3 divisions, cela fait $3 \times 1 = 3\text{V}$
- Chaque division horizontale vaut 1 ms et la tension met 4 divisions à reprendre la même forme donc la période vaut $4 \times 1 = 4\text{ ms}$.
- en utilisant la formule $f = 1/T$, on trouve $1/0,004 = 250\text{ Hz}$ ce qui correspond à l'indication fournie par le fréquencemètre. Attention à prendre la période en s.

Ou activité avec le générateur en position 6V et 12V

On règle avec les élèves les meilleurs paramètres pour avoir le plus graphique à l'écran.

Générateur en position 6V alternatif :

- $U_{\max} = y * S_v = 1,7 * 5V/div = 8,5V$
- $T = x * S_h = 4 * 5 ms/div = 20 ms$

Générateur en position 12V alternatif :

- $U_{\max} = y * S_v = 3,4 * 5V/div = 17V$
- $T = x * S_h = 4 * 5 ms/div = 20 ms$

On remarque que dans chaque cas U_{\max} est plus grand que la valeur indiquée par le générateur mais que T a la même valeur

7) Conclusion: L'oscilloscope permet d'obtenir les deux caractéristiques de la tension alternative périodique:

* La valeur maximale U_{\max} . Pour cela il faut compter le nombre de divisions verticales correspondant à l'amplitude et multiplier par la sensibilité verticale.

* La période T . Pour cela, il faut compter le nombre de divisions horizontales correspondant à la période et multiplier par la sensibilité horizontale.

* La fréquence f en Hertz obtenue grâce à la formule

$$f (Hz) = \frac{1}{T (s)}$$

On calcule alors la fréquence F avec $T = 20 ms = 0,02 s$

$$F = 1/T = 1/0,02 = 50 Hz$$

III) Le voltmètre en alternatif

En continu, le voltmètre mesure la tension unique fournie par le générateur. Mais avec une tension alternative, celui-ci indique 0V. Il faut le placer en position "alternatif" ou "~" pour qu'il mesure une valeur. A quoi correspond cette valeur?

Activité 2 P.147

Que signifie l'indication d'un voltmètre branché en alternatif ?

1. Avec une tension continue

- Alimentons une lampe en courant continu.
- Observons l'éclat de la lampe et mesurons la valeur de la tension à l'aide d'un voltmètre, en position « continu ».
- Un oscilloscope connecté aux bornes du générateur fournit l'oscillogramme ci-dessous.

2. Avec une tension alternative

- Remplaçons le générateur continu par un générateur de tension alternative et basculons le voltmètre en position « alternatif ».
- L'écran de l'oscilloscope visualise les variations de cette tension.
- Le voltmètre indique la même valeur de tension et la lampe a le même éclat.

Fig. 1

Fig. 2

Le coin Ressources

Une tension alternative n'a pas toujours la même « efficacité » lorsqu'elle varie entre 0 et sa valeur maximale U_{\max} . Cependant, en moyenne, elle se comporte comme une tension continue ayant une valeur intermédiaire, nommée tension efficace.

Observez

1. Comparez l'indication du voltmètre dans les deux cas.
2. Comparez les deux oscillogrammes : les valeurs de tensions observées U et U_{\max} sont-elles égales ?

Exploitez vos observations

3. La sensibilité verticale étant de 5 V/div, déterminez la valeur de la tension continue U sur le premier oscillogramme et celle de la tension alternative U_{\max} sur le second oscillogramme.
4. Comparez ces valeurs aux indications des deux voltmètres.
5. Calculez le quotient des tensions U_{\max}/U .
6. Quelle valeur U d'une tension continue produit les mêmes effets que la valeur maximale U_{\max} de la tension alternative sinusoïdale ?

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question : « Que signifie l'indication d'un voltmètre branché en alternatif ? »

Réponses

- 1) Avec le générateur continu et le voltmètre continu, on relève 12V environ
Avec le générateur alternatif et le voltmètre en alternatif, on relève $U=12V$ aussi environ.
- 2) Nous remarquons que U et U_{\max} sont très différents. Car U_{\max} monte plus haut que U
- 3) Avec l'oscilloscope en continu, on relève $2,4 \cdot 5 = 12 V$ environ
Avec l'oscilloscope en alternatif, on relève $U_{\max} = 3,4 \cdot 5 = 17V$ environ
Nous remarquons que U et U_{\max} sont très différents.
- 4) En continu, les deux relevés concordent mais en alternatif la valeur U_{\max} est très différente et plus grande que la valeur fournie par le voltmètre.
- 5) Si on calcule $U_{\max}/U = 17/12 = 1,42$

6) Nous remarquons donc qu'une tension alternative de valeur maximale U_{max} produit est équivalente à une tension continue de valeur $U = U_{max} / 1,4$.

On complète alors ces mesures par une ultime expérience :

On place une lampe en alternatif avec $f < 20\text{Hz}$ et on observe que la lampe clignote parfois fortement, parfois elle est éteinte. Elle reçoit parfois une tension de valeur U_{max} , parfois une tension nulle.

On place ensuite la lampe en alternatif avec $f > 20\text{Hz}$ et on observe que la lampe brille comme en continu mais qu'elle brille moins que précédemment. Elle reçoit une tension plus petite que U_{max} qui a l'air constante : c'est U efficace notée U

7) Conclusion: Un voltmètre branché en alternatif fournit la valeur de la tension effectivement reçue par un dipôle.

Si $f < 20\text{Hz}$ alors la lampe clignote et le voltmètre ne peut afficher une valeur stable.

Si $f > 20\text{Hz}$ alors la lampe brille comme en continu et reçoit une tension appelée tension efficace U . Cette valeur est plus petite que la valeur maximale U_{max} de la tension alternative et on a:

$$U = \frac{U_{max}}{1,4}$$

IV) Caractéristiques de la tension du secteur

La tension délivrée par une prise de courant est appelée tension du secteur. Elle est fabriquée par un alternateur (voir chap 1) et est donc alternative. Quelles sont ses caractéristiques? Nous baissons la valeur de la tension avec un transformateur qui ne changera pas ses autres caractéristiques pour la rendre moins dangereuse.

Activité 1 P.148

Quelles sont les caractéristiques de la tension du secteur ?

1. Le montage

- La tension du secteur étant dangereuse, on se sert d'un transformateur double isolation pour atténuer cette tension dans un rapport de dix-sept, sans changer sa fréquence.
- Relions les bornes de sortie du transformateur à un oscilloscope.

2. Visualisation à l'oscilloscope

- Effectuons les réglages de l'amplification verticale (bouton de sensibilité verticale), ainsi que du balayage horizontal (bouton de sensibilité horizontale).
- Observons l'oscillogramme obtenu.

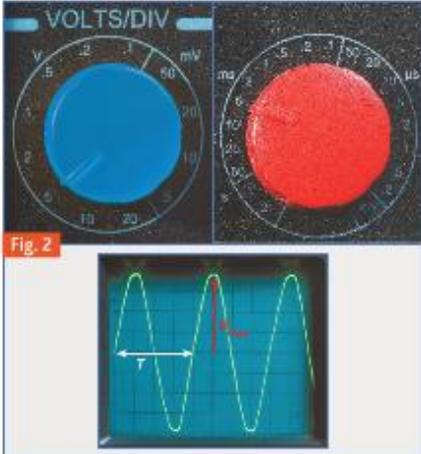


Fig. 1

Prise du secteur

Transformateur

OSC

Fig. 2

Faites attention !
Ne branchez jamais d'appareils de mesure directement sur le secteur. Vous risquez de vous électrocuter !

Observez

1. À combien de divisions verticales la tension U_{max} correspond-elle (Fig. 2) ?
2. À combien de divisions horizontales une période T correspond-elle (Fig. 2) ?

Exploitez vos observations

3. Grâce au réglage de la sensibilité verticale, déterminez la valeur maximale U_{max} de cette tension atténuée, puis sa valeur efficace U .
4. Grâce au réglage de la vitesse de balayage, déterminez la période, puis la fréquence de cette tension atténuée.
5. Quelle est la tension efficace réelle (non atténuée) du courant du secteur ? et sa fréquence ?
6. Qu'indiquerait un voltmètre en alternatif branché directement sur le secteur ? (Attention, danger ! Ne pas le faire !).

Concluez

7. Rédigez votre conclusion en répondant à la question :
« Quelles sont les caractéristiques de la tension du secteur ? »

Réponses:

- 1) U_{max} correspond à 4 divisions verticales
- 2) T correspond à 4 divisions horizontales
- 3) $U_{\text{max}} = 4 \times 5 = 20\text{V}$ et donc $U = U_{\text{max}}/1,4 = 14,3\text{ V}$
- 4) $T = 4 \times 5 = 20\text{ ms} = 0,02\text{ s}$ et $f = 1/T = 1/0,02 = 50\text{ Hz}$
- 5) pour connaître la tension réelle, il faut multiplier par 17 la valeur efficace U . $U = 17 \times 14,3 = 243\text{ V}$. Sa fréquence est inchangée et vaut 50 Hz.
- 6) Un voltmètre en alternatif branché sur le secteur afficherait donc environ 230 V.

7) Conclusion: La tension du secteur est alternative. Ses caractéristiques sont:

- Valeur efficace U de 230V environ
- Fréquence f de 50 Hz environ.

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**

Je dois connaître :

- **L'oscilloscope qui est un voltmètre**
- **Savoir mesurer U_{max} et T sur un oscillogramme**
- **Savoir calculer la fréquence f en Hz**
- **Savoir calculer la tension efficace U (seulement si $f > 20\text{Hz}$)**
- **Connaître la valeur de U et de f pour la tension du secteur**