

Programme (BO spécial n° 6 du 28 août 2008)

B1 - De la centrale électrique à l'utilisateur

**L'oscilloscope et/ou l'interface d'acquisition, instrument de mesures de tension et de durée :
que signifient les courbes affichées par un oscilloscope ou sur l'écran de l'ordinateur ?**

Connaissances	Capacités	Commentaires
<p>Fréquence d'une tension périodique et unité, l'hertz (Hz), dans le Système international (SI).</p> <p><i>Relation entre la période et la fréquence.</i></p> <p>La tension du secteur est alternative. <i>Elle est sinusoïdale.</i></p> <p>La fréquence de la tension du secteur en France est 50 Hz.</p>	<p><i>Extraire des informations d'un oscillogramme pour reconnaître une tension alternative périodique.</i></p> <p><i>Mesurer sur un oscillogramme la valeur maximale et la période en optimisant les conditions de mesure.</i></p>	<p>Toute manipulation directe sur le secteur est interdite.</p>

Le voltmètre en tension sinusoïdale : qu'indique un voltmètre utilisé en position « alternatif » ?

Connaissances	Capacités	Commentaires
<p>Pour une tension sinusoïdale, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension.</p> <p>Pour une tension sinusoïdale, un voltmètre utilisé en alternatif indique la valeur efficace de cette tension.</p> <p><i>Cette valeur efficace est proportionnelle à la valeur maximale.</i></p>	<p>Identifier à des valeurs efficaces les valeurs des tensions alternatives indiquées sur les alimentations ou sur les appareils usuels.</p> <p>Extraire des informations indiquées sur des générateurs ou sur des appareils usuels les valeurs efficaces des tensions alternatives.</p> <p><i>Mesurer la valeur d'une tension efficace (très basse tension de sécurité).</i></p>	<p>Au collège, il est recommandé de rester dans des domaines de tensions correspondant à la très basse tension de sécurité (TBTS), c'est-à-dire à des tensions inférieures à 25 V pour l'alternatif.</p>

Remarque :

La relation $U = U_{\max} / A$ ($A \geq 1$) peut être étudiée expérimentalement ; elle est traduite sous la forme $A = \sqrt{2}$ seulement pour une tension sinusoïdale comme celle du secteur.

Pré requis de l'élève

- Utiliser un multimètre ;
- Mesurer des tensions ;

Mots-clé

- alternatif, oscilloscope,
- sinusoïdale, voltmètre,
- tension maximale, tension efficace, proportionnalité

Liste de matériel

Poste élève	Réf.
○ alimentation variable 0-20V	01988
○ multimètre	02582
○ oscilloscope monovoie OX 71	04519
○ fils de connexion de sécurité	divers

Remarques, astuces

- Pour l'activité 1, penser à vérifier le centrage de la trace sur l'écran de l'oscilloscope avant chaque mesure (risque de décalage).
- Pour l'activité 2, consulter la notice du multimètre utilisé pour son réglage en voltmètre alternatif.

- Pour l'activité 3, tenir compte de l'imprécision des mesures pour déterminer que $U_{\max} / U = \sqrt{2}$

Prolongement

- **Définition d'une valeur efficace, tension et intensité**

La valeur efficace d'une tension $u(t)$ variable au cours du temps est égale à la valeur U de la tension continue qui générerait la même énergie thermique dans le même conducteur ohmique pendant le même temps que cette tension variable.

De même, la valeur efficace de l'intensité $i(t)$ d'un courant variable au cours du temps est égale à la valeur I de l'intensité du courant continu qui générerait la même énergie thermique dans le même conducteur ohmique pendant le même temps que cette intensité variable.

Ces valeurs efficaces ne peuvent être calculées que si la tension variable ou le courant électrique variable sont des grandeurs périodiques.

- **Valeur efficace d'une tension alternative sinusoïdale**

Dans le cas d'un dipôle purement résistif, la puissance absorbée en courant continu est $P = R.I^2 = U^2/R$.

En courant alternatif, cette relation est vraie à chaque instant et on peut écrire : $p(t) = u(t)^2/R$.

L'énergie absorbée par la résistance de valeur R sur une période T a pour expression :

- $E = (U^2 / R) \cdot T$ en tension continue
- $E = 1/R \int_0^T u(t)^2 \cdot dt$ en tension alternative

D'après la définition de la tension efficace, on peut donc écrire : $U^2 = 1/T \int_0^T u(t)^2 \cdot dt$

Dans le cas d'une tension alternative sinusoïdale, $u(t) = U_{\max} \cdot \sin \omega t$
avec $\omega = 2\pi \cdot f = 2\pi/T$ (f étant la fréquence de la tension alternative sinusoïdale).

En remplaçant dans la formule précédente $u(t)$ par $U_{\max} \cdot \sin \omega t$, on obtient :

$$U^2 = 1/T \cdot \int_0^T [U_{\max} \cdot \sin \omega t]^2 \cdot dt$$

$$U^2 = (U_{\max}^2 / T) \cdot \int_0^T \sin^2 \omega t \cdot dt \quad \text{avec } \sin^2 \omega t = (1 - \cos 2\omega t) / 2$$

$$\text{D'où } U^2 = (U_{\max}^2 / T) \cdot [(t/2) - (\sin 2\omega t / 4\omega)]_0^T$$

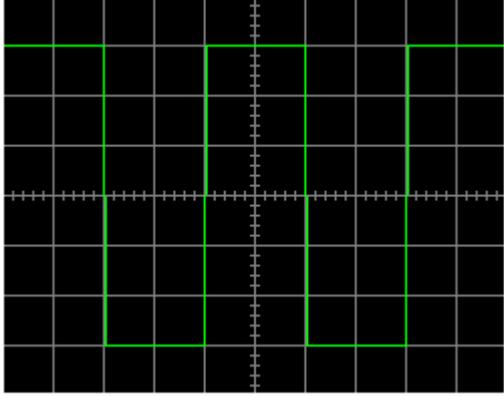
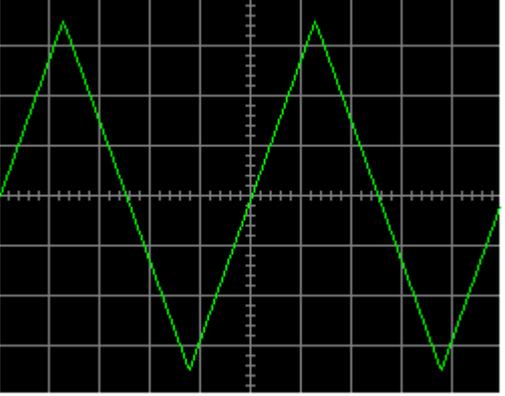
$$\text{Soit } U^2 = (U_{\max}^2 / T) \cdot (T/2) = U_{\max}^2 / 2.$$

$$U = U_{\max} / \sqrt{2}$$

- **Valeurs efficaces de tensions alternatives autres que sinusoïdales**

On part toujours de la relation $U^2 = 1/T \int_0^T u(t)^2 .dt$ et selon l'expression mathématique de $u(t)$, on peut calculer la valeur efficace de la tension alternative en suivant le même raisonnement que ci-dessus.

On trouvera ci-dessous les valeurs des tensions efficaces pour les tensions alternatives généralement délivrées par les GTBF.

Tension en créneaux	Tension en dents de scie
	
$U = U_{\max}$	$U = U_{\max} / \sqrt{3}$

o **Les appareils de mesure des valeurs efficaces**

On peut décomposer les appareils capables de mesurer les valeurs efficaces en trois familles :

- les appareils analogiques utilisant l'électromagnétisme
- les appareils analogiques utilisant les phénomènes électrothermiques
- les appareils numériques

Compétences qu'il est possible d'évaluer

Expérimentales	<ul style="list-style-type: none"> - Répartir les rôles dans le groupe - Ordonner la paillasse pour réaliser un travail correct - Réaliser les réglages de l'oscilloscope - Savoir afficher une période - Réaliser le réglage du multimètre - Ranger le matériel.
Théoriques	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir observer une photographie - Mesurer une tension maximale - Mesurer une tension efficace - Tirer une conclusion - Reconnaître une tension sinusoïdale à partir de son oscillogramme.

Nom :
Prénom :
Classe :
Date :

Physique – Chimie

Tension maximale, tension efficace

Objectifs

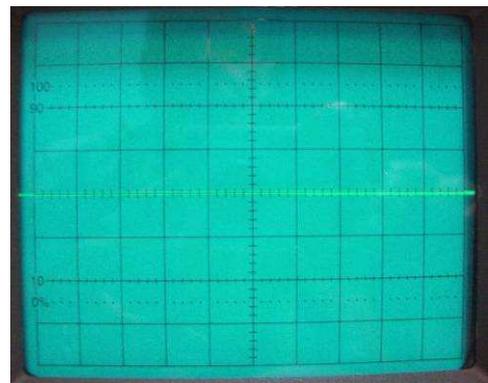
- Comprendre que l'oscilloscope permet de mesurer une tension maximale ;
- Comprendre que le voltmètre utilisé en mode "alternatif" permet de mesurer une tension efficace ;
- Savoir que la valeur efficace et la valeur maximale d'une tension sinusoïdale sont proportionnelles.

ACTIVITÉ 1 : mesure d'une tension maximale avec un oscilloscope.

1. Réglages préalables de l'oscilloscope

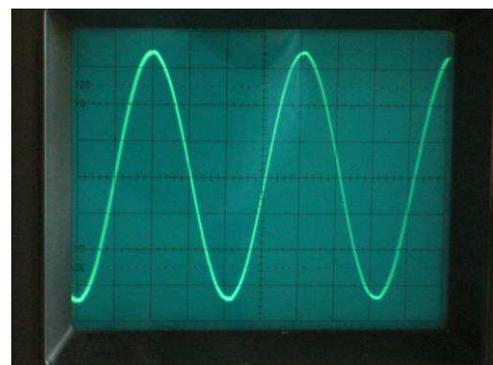
En vous aidant des photos, réaliser les points suivants :

- Mettre en fonctionnement l'oscilloscope et régler la finesse et de l'intensité du spot respectivement avec les boutons « **FOC** » et « **INTENS** ».
- régler la base de temps (encore appelée sensibilité horizontale) sur la valeur $\theta = 5\text{ms/cm}$ avec le bouton rouge « **T /DIV** ».
- régler la sensibilité verticale sur une valeur intermédiaire $S = 5\text{V/cm}$ avec le bouton jaune « **V/DIV** ».
- positionner la trace sur la ligne centrale horizontale de l'écran avec le bouton jaune « **POSITION** ».



2. Connexion du générateur de tension sinusoïdale à l'oscilloscope

- Choisir par exemple une tension alternative de valeur notée 12,0 V sur le générateur.
- Connecter le générateur aux entrées Y (jaune) et masse (noire) de l'oscilloscope.

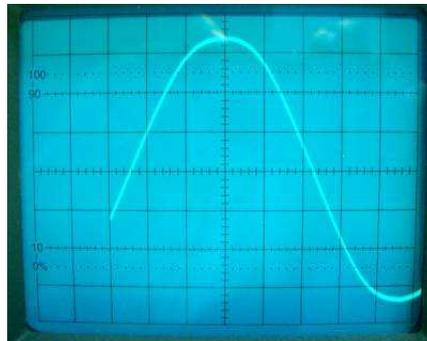
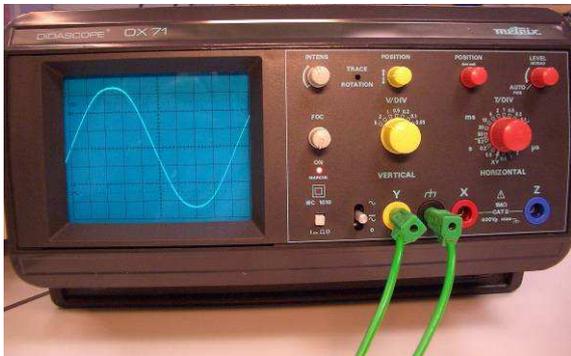


L'oscillogramme obtenu permet-il d'affirmer que la tension observée est :

périodique ? ...OUI... alternative ? ...OUI... sinusoïdale ? ...OUI...

3. Mesure de la valeur maximale de la tension sinusoïdale

- Modifier le réglage de la base de temps pour obtenir un oscillogramme stable comportant une seule période et noter le réglage de la base de temps : $\theta = 2 \text{ ms/cm}$
- Modifier le réglage de la sensibilité verticale S pour que la trace occupe verticalement la plus grande partie de l'écran et noter le réglage de la sensibilité verticale : $S = 5 \text{ V/cm}$
- Compter sur l'écran le nombre de divisions Y entre la ligne médiane horizontale de l'écran et le sommet de la trace sinusoïdale. Au besoin, utiliser le bouton rouge de cadrage horizontal « **POSITION** » pour amener le sommet de la trace sur l'axe médian vertical de l'écran et noter le résultat : $Y = 3,4 \text{ cm}$



En utilisant la relation $U_{\max} = S.Y$, déterminer la valeur maximale de la tension sinusoïdale :

$$U_{\max} = 5 \times 3,4 = 17 \text{ V}$$

Pourquoi dit-on que cette tension est maximale ?

C'est la valeur la plus élevée atteinte par la tension au cours de ses variations

Grâce à l'un des signes suivants : $<$, $=$, $>$, comparer U_{\max} à la valeur de la tension sélectionnée sur le générateur de valeur 12 V : $U_{\max} > 12 \text{ V}$

Que représente donc la valeur nominale « 12 V » de la tension sinusoïdale indiquée sur le générateur ?

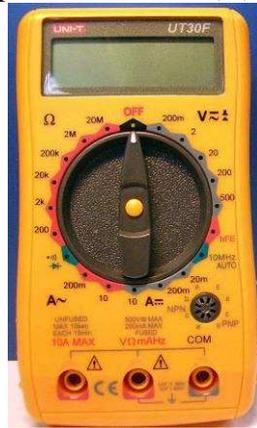
Pour le savoir réalisons les expériences ci-après.

ACTIVITÉ 2 : mesure d'une tension efficace avec un voltmètre

1. Réglage du voltmètre en position « alternatif »

En vous aidant de la photo ci-dessous, transformer le multimètre en voltmètre en mode alternatif.

- o Positionner le sélecteur sur 20V
- o Enfoncer le bouton central jaune pour être en mode « alternatif »
- o Connecter les fils rouge et noir respectivement sur (V) et (COM)



2. Mesure de la valeur U de la tension sinusoïdale avec le voltmètre utilisé en mode alternatif

Connecter le voltmètre au générateur qui est toujours réglé sur « 12V ~ » et noter la valeur U de la tension indiquée par le voltmètre : $U = 12\text{ V}$



Grâce à l'un des signes suivants : <, =, >, comparer U à la valeur de la tension telle qu'elle a été sélectionnée sur le générateur : $U = 12\text{ V}$

3. Conclusion

On constate que le voltmètre utilisé en mode alternatif et branché aux bornes du générateur de tension sinusoïdale mesure une valeur identique à celle choisie pour le réglage du générateur :

La valeur U ainsi mesurée par le voltmètre est appelée « **valeur efficace** » de la tension sinusoïdale considérée.

Compléter les phrases qui suivent avec : *efficace, maximale, supérieure*.

Un oscilloscope permet de mesurer la valeur **maximale** d'une tension.

Un voltmètre utilisé en mode position alternatif mesure une tension **efficace**

La valeur maximale d'une tension sinusoïdale est **supérieure** à sa valeur efficace.

La tension nominale inscrite sur les générateurs de tension sinusoïdale est une tension **efficace**

ACTIVITE 3 : relation entre la valeur maximale d'une tension sinusoïdale et sa valeur efficace.

1. Les mesures

Faire varier la tension délivrée par le générateur en prenant les valeurs nominales 6V, 12V, 24V et mesurer simultanément U avec le voltmètre et U_{\max} avec l'oscilloscope.

Compléter le tableau de mesures ci-dessous :

U en V	6	12	24
U_{\max} en V	8,4	16,8	33,6
U_{\max} / U	1,4	1,4	1,4



Avec une calculette, déterminer $\sqrt{2}$ avec 2 décimales et comparer ce nombre à U_{\max} / U .

Aux incertitudes de mesures près, peut-on dire que $U_{\max} / U = \sqrt{2}$? (rayer ci-dessous la mention inexacte)

OUI / ~~NON~~

En observant le tableau de mesures ci-dessus, peut-on dire que valeur maximale U_{\max} et valeur efficace U d'une tension sinusoïdale sont proportionnelles ? Pourquoi ?

Valeur maximale et valeur efficace d'une tension sinusoïdale sont proportionnelles car le rapport U_{\max} / U est constant

2. Conclusion

Compléter les phrases qui suivent avec : $\sqrt{2}$, constant, proportionnelle.

Le rapport U_{\max} / U de la valeur maximale d'une tension sinusoïdale à sa valeur efficace est **constant** aux incertitudes de mesure près.

La valeur maximale U_{\max} d'une tension sinusoïdale est **proportionnelle** à sa valeur efficace U .

Dans le cas d'une tension sinusoïdale, le coefficient de proportionnalité vaut $\sqrt{2}$: on peut donc écrire $U_{\max} = U \cdot \sqrt{2}$

Exercice d'application

Attention, il est rappelé que « Toute manipulation directe sur le secteur est interdite. »

La tension du secteur est sinusoïdale, sa valeur efficace est $U = 230$ V.

Quelle est sa valeur maximale U_{\max} ? $U_{\max} = 230 \times \sqrt{2} = 325$ V