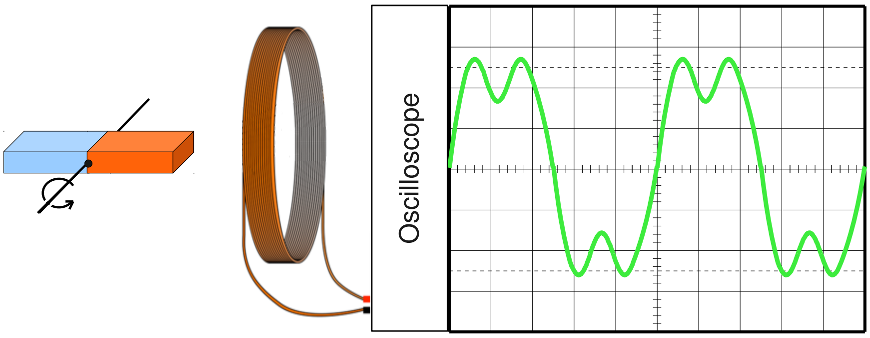
Ch.4 : Les grandeurs variables et périodiques.

1. Introduction.

Qu'est-ce qu'une grandeur variable ?   *Pourquoi utilise-t-on des grandeurs variables ?*

Expérience:

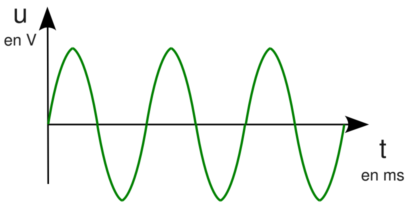


La tension délivrée par le secteur n'est pas une tension continue. Sa valeur varie au cours du temps.
Les tensions variables sont plus faciles à produire que les tensions continues.
Les centrales électriques utilisent ce principe pour produire de l'électricité (l'énergie mécanique nécessaire pour faire tourner "l'aimant" est issue de combustions permettant d'obtenir de la vapeur sous pression qui alimente les turbines).

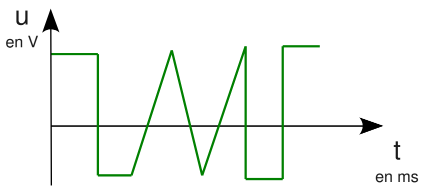
Il existe différents types de grandeurs variables :

- ***Tension ou courant périodique :*** Grandeurs dont les variations se reproduisent identiques à elles même à intervalle de temps régulier.
- ***Tension ou courant unidirectionnel :*** Grandeurs toujours positives ou toujours négatives.
- ***Tension ou courant bidirectionnel :*** Grandeurs qui oscillent entre des valeurs positives et des valeurs négatives.
- ***Tension ou courant sinusoïdal :*** Grandeurs périodiques qui évoluent en fonction du temps comme une sinusoïde.

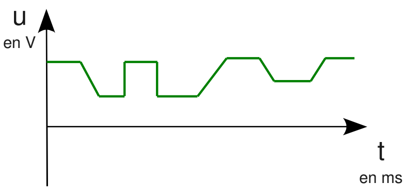
Exercice d'application n°1
Pouvez-vous qualifier chacune des grandeurs représentées ci-dessous



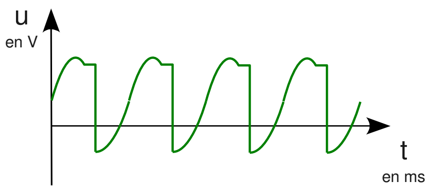
☐ Unidirectionnelle
☑ Bidirectionnelle
☑ Sinusoïdale
☑ Périodique



☐ Unidirectionnelle
☑ Bidirectionnelle
☐ Sinusoïdale
☐ Périodique



☑ Unidirectionnelle
☐ Bidirectionnelle
☐ Sinusoïdale
☐ Périodique



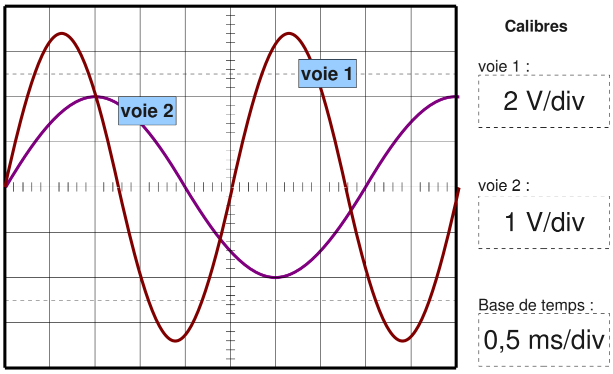
☐ Unidirectionnelle
☑ Bidirectionnelle
☐ Sinusoïdale
☑ Périodique

2. Période et fréquence

2.1. Période

***Def.*:** La **période** d'une grandeur périodique est la durée constante T, exprimée en seconde, qui sépare deux instants consécutifs, où la grandeur se répète identique à elle-même.

Exercice d'application n°2
Quelle est la période des deux oscillogrammes représentés ci-contre?



Réponse:
$T_1 = 5 \times 0,5.10^{-3} = 2,5$ ms
$T_2 = 8 \times 0,5.10^{-3} = 4$ ms

2.2. Fréquence.

Def.: La **fréquence** f d'une grandeur périodique, exprimée en Hertz (Hz), est égale au nombre de période par seconde.

En une seconde, si l'on observe f périodes de durée T, alors $f \times T = 1$, ce qui entraîne: $\boxed{f = \frac{1}{T}}$

Exercice d'application n°3
Calculer les fréquences correspondant aux périodes calculées précédemment.

Réponse: $f_1 = 400$ Hz et $f_2 = 250$ Hz.

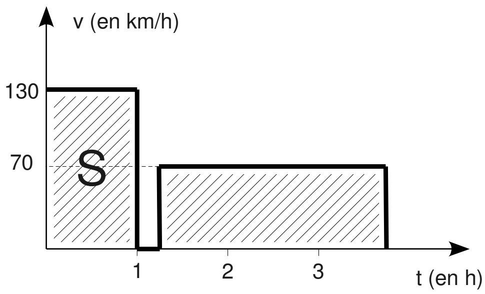
3. Valeur moyenne d'une grandeur périodique.

3.1. Approche intuitive.

Vitesse moyenne d'une automobile.

Exercice n°4
Une voiture roule à 130 km/h pendant une heure, s'arrête pour prendre de l'essence pendant un quart d'heure, puis roule à 70 km/h pendant deux heures et demi.
Calculer la vitesse moyenne du véhicule.

Réponse: La vitesse moyenne de l'auto est: <V> = (130 + 70 × 2,5) / 3,75 = 81,3 km/h



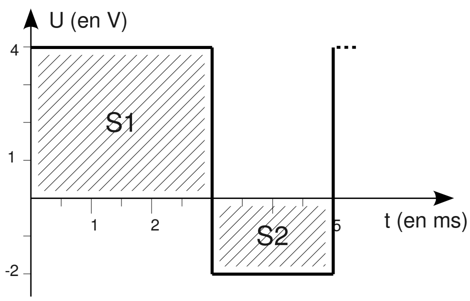
On remarque que la surface S comprise entre la courbe v(t) et l'axe du temps divisée par la durée totale du parcourt est égale à <V>.
(130 × 1 + 70 × 2,5) / 3,75 = 81,3 km/h d'où <V> = S / t

Cette remarque nous permet d'introduire une nouvelle façon de calculer la valeur moyenne.

3.2. Définition.

Def.: La valeur moyenne d'une grandeur dépendante du temps, périodique, de période T est: $\boxed{\langle U \rangle = \frac{S}{T}}$
où S est la surface comprise entre la courbe u(t) et l'axe des temps pendant la durée de la période T.

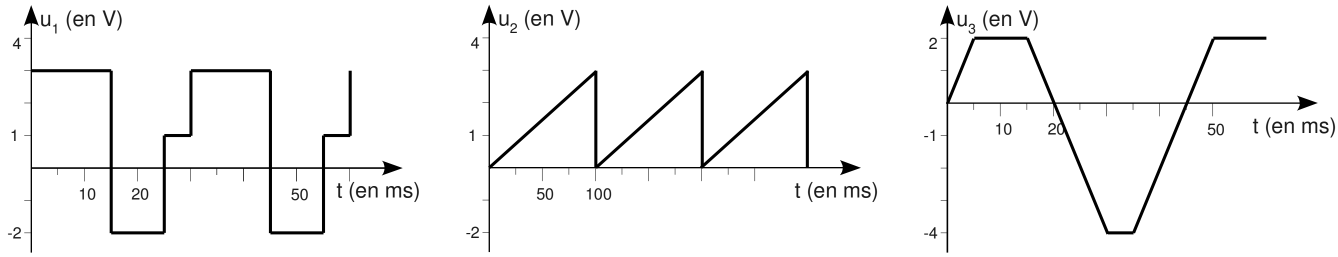
Exemple:



$$\langle U \rangle = \frac{S_1 - S_2}{T} = \frac{4 \times 3.10^{-3} - 2 \times 2.10^{-3}}{5.10^{-3}} = 1,6\,V$$

Exercice d'application n°5

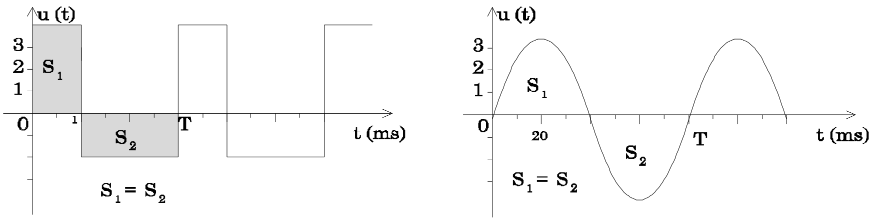
Calculer la valeur moyenne des grandeurs représentées ci-dessous.



Réponse: $<U_1> = 1$ V $\quad$ $<U_2> = 1,5$ V $\quad$ $<U_3> = -0,67$ V

Rmq: Une tension ou un courant **bidirectionnel** est dit **alternatif** si sa valeur moyenne est nulle.

Exemple:

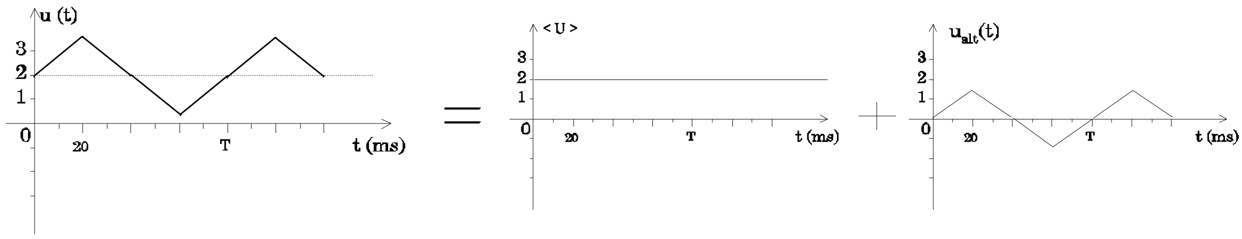


Dans les deux cas <U> = 0. Le deuxième cas est celui d'une grandeur sinusoïdale alternative.

3.3. Interprétation de la valeur moyenne de l'intensité d'un courant.

- Le véhicule roulant à 130 km/h pendant une heure, qui s'arrète pendant un quart d'heure puis roule à nouveau à 70 km/h pendant 2h30 parcourt la même distance qu'un véhicule roulant à 81,3 km/h pendant 3h.
- De même, le courant variable i(t) transporte pendant une période T, la même quantité d'électricité que le courant constant de valeur < I >. Q = < I > T.

3.4. Composante alternative d'une tension.

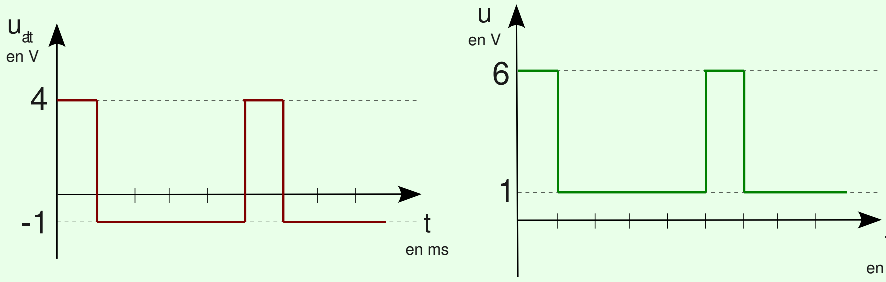


A chaque instant t, u(t) est la somme de sa valeur moyenne < U > et de sa composante alternative $u_{alt}(t)$:

$$u(t) = <U> + u_{alt}(t).$$

Exercice d'application n°6

Représenter la courbe de variation de u(t) dont la composante alternative est donnée et dont la valeur moyenne est <u> = 2V.



3.5. Mesures et visualisation

- Pour visualiser à l'oscilloscope une tension qui possède une valeur moyenne non nulle (comme u(t)) il faut se positionner en mode DC.
- Pour visualiser uniquement sa composante alternative à l'oscilloscope il faut se positionner en mode AC.
- Pour mesurer la valeur moyenne d'une tension variable et périodique on utilise un voltmètre numérique en position DC.

4. Valeur efficace d'une grandeur périodique.

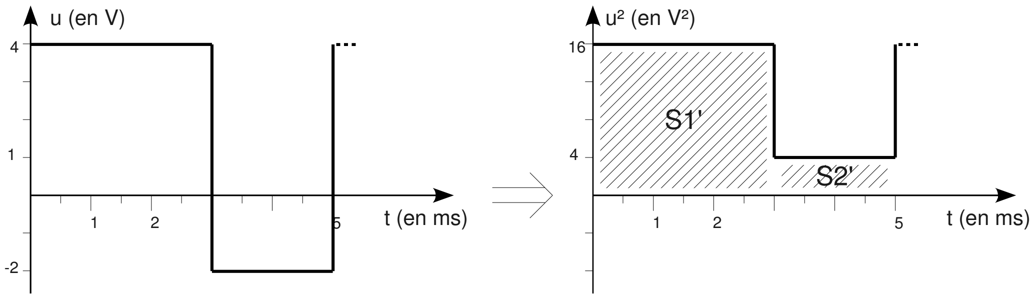
4.1. Définition.

Def.: Le carré de la valeur efficace d'une grandeur u est égal à la valeur moyenne de la grandeur au carré.

Valeur efficace $U = \sqrt{\langle u(t)^2 \rangle}$

Rmq : - Notation: U désigne la valeur efficace de la grandeur variable u(t).
- Une valeur efficace est toujours positive

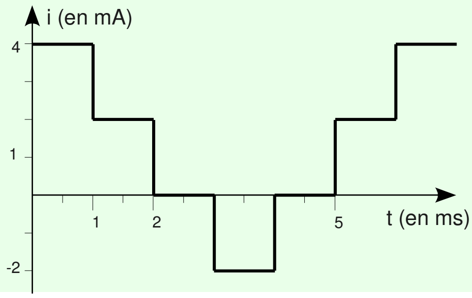
Exemple : Reprenons l'exemple choisi au 3.2



$$U = \sqrt{\frac{S_1{}' + S_2{}'}{T}} = 3,34\,V$$

Exercice d'application n°7
Calculer la valeur efficace de la première grandeur représentée dans l'exercice précédent.

Exercice d'application n°8
Calculer la valeur moyenne < i > et la valeur efficace I pour le courant dont les variations d'intensité sont représentées ci-contre.



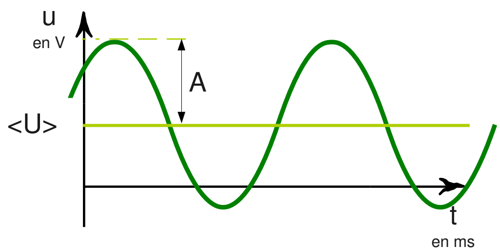
4.2. Valeur efficace d'une grandeur sinusoïdale alternative: $U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$

(La démonstration sera faite ultérieurement)

Exercice d'application n°9
La tension sinusoïdale délivrée par le secteur a pour valeur efficace 230 V. Quelles sont les valeurs extrêmes entre lesquelles évolue la tension du secteur ?

Réponse : elle évolue constamment entre les deux valeurs extrêmes -325 V et +325 V. On dit que le secteur délivre du 230 V parce que la tension variable délivrée par le secteur a la même efficacité qu'une tension continue de 230 V.

Rmq : Pour une grandeur sinusoïdale quelconque : $U = \sqrt{\langle U \rangle^2 + \left(\frac{A}{\sqrt{2}}\right)^2}$



4.3. Interprétation physique de la valeur efficace.

La puissance électrique consommée à chaque instant par une résistance R est: $p(t) = R.[i(t)]^2$
La puissance moyenne consommée par la résistance est: $\langle P \rangle = R \times \langle [i(t)]^2 \rangle = R \times I^2$

Def:

L'intensité efficace I d'un courant variable i(t) est égale à l'intensité d'un courant continu qui apporterait la même puissance P à la même résistance R.

La valeur efficace représente l'efficacité "en terme de puissance" de la grandeur.