

## I/ UNE TENSION ELECTRIQUE

Vous verrez en électrostatique que le potentiel électrique en un point n'est défini qu'à une constante additive près. Parler d'un potentiel  $V_A$  en un point A n'a donc pas de sens. Seule est définie la différence de potentiel entre deux points.

$$u = V_A - V_B$$

En pratique, une différence de potentiel entre deux points est produite par un générateur entre ses deux bornes A et B.

$V_B$  est un potentiel fixe

$V_A$  est un potentiel variable

Un fait que traduire les variations de  $V_A$  autour de  $V_B$  pris comme référence .

$u$  est appelé « tension électrique » aux bornes du générateur ou plus couramment « tension »

$u$  est symbolisé sur les schémas par une flèche dont le pied indique le potentiel de référence et dont la pointe indique le potentiel variable.

Le potentiel de référence est nommé « masse ». Tout point porté à ce potentiel de référence est appelé point de masse. Tous les points de masse sont repérés par le signe:



Souvent, pour des raisons de sécurité évidentes, le point de masse est relié à la terre par l'intermédiaire du cordon d'alimentation de l'appareil. Par convention, le potentiel,  $V_B$  est nul et  $u$  se confond avec  $V_A$  (ceci justifie que les tensions soient parfois notées  $V$  au lieu de  $U$ ).

On distingue :

- les tensions continues :  $u = V_A - V_B = \text{constante}$  quel que soit le temps  $t$ .
- les tensions dépendantes du temps  $u(t)$ . On ne considérera que le cas des tensions périodiques. Les formes les plus utilisées sont la dent de scie, le créneau et la sinusoïdale.

Certaines tensions sont purement alternatives

Dans ce cas, leur valeur moyenne est nulle : le potentiel  $V_A$  est alternativement supérieur ou inférieur à  $V_B = 0$

Ces tensions sont caractérisées par 2 paramètres indépendants (voir Fig. 1):

- la période  $T$  (en secondes) : c'est l'intervalle du temps au bout duquel  $u(t)$  se reproduit semblable à elle-même. la fréquence se déduit de la période par  $f = 1/T$  (en Hertz)

- l'amplitude  $U_M$  : c'est la valeur maximum atteinte par  $u(t)$  au cours de sa variation (en volts).

Se déduisent d' $U_M$  :

- la tension Crête à Crête  $U_{cc} = 2U_M$

- la tension efficace (mesuré par un voltmètre).

Par définition, la valeur efficace d'une tension alternative est égale à la tension continue qui provoquerait, pendant une période, le même effet Joule dans le même conducteur ohmique, soit :

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}$$

Pour une tension sinusoïdale

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U_M^2 \sin^2 \omega t dt},$$

soit  $U_{eff} = \frac{U_M}{\sqrt{2}}$ .

Certaines tensions périodiques possèdent une composante alternative et une composante continue.

Voir l'exemple sur Fig. 1 :  $u(t) = U_0 + U_M \cdot \sin \omega t$

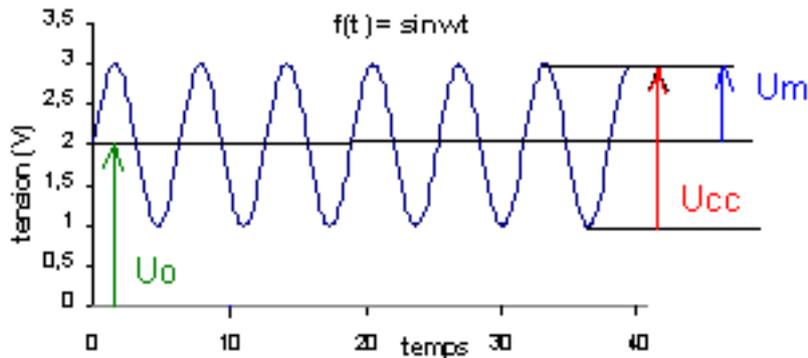


Fig. 1

## II/ OSCILLOSCOPE ET GENERATEUR DE FONCTIONS

### A) L'OSCILLOSCOPE

L'oscilloscope est un appareil utilisé pour l'observation de tensions électriques et la mesure de leurs caractéristiques. L'obtention de la trace et la visualisation d'un signal sur un oscilloscope ne doivent pas être le résultat du hasard (en tournant les boutons dans tous les sens) mais l'aboutissement d'une suite logique d'opérations qui conduisent inévitablement au succès. De nos jours, deux types d'oscilloscopes sont disponibles : les oscilloscopes analogiques et numériques. Ces derniers numérisent les signaux d'entrée et permettent un traitement mathématique plus large. Les oscilloscopes analogiques sont exclusivement cathodiques (avec un tube) tandis que les oscilloscopes numériques sont en majorité munis d'un écran à cristaux liquides.



Fig. 2. Exemple de façade d'un oscilloscope cathodique analogique

## **B) GENERATEUR DE FONCTIONS**

Portons maintenant notre attention sur la source de tension, c'est-à-dire le générateur de fonctions. Les plus utilisés sont des générateurs basses fréquences ( $f < \text{quelques MHz}$ ), on les nomme souvent "GBF". Ils délivrent des basses tensions (quelques volts) avec des formes différentes (créneaux, sinusoïdale, pulse...). De nouveaux générateurs performants sont aujourd'hui à synthèse numérique et permettent de générer n'importe quelle forme de signal. L'oscilloscope servira ici à contrôler que le générateur délivre bien le signal souhaité.



Fig. 3. Exemples de façade de générateurs de fonction.

## ***III/ MESURE D'UN DEPHASAGE***

On désire par exemple mesurer le déphasage  $\phi$  entre l'intensité  $i(t)$  du courant qui parcourt un dipôle RC et la tension sinusoïdale  $u(t)$  délivrée à ses bornes par le générateur de fonctions. On observera la tension  $u(t)$  sur l'une des voies de l'oscilloscope bicourbe. Cet appareil ne mesurant pas des courants mais des tensions, il faudra appliquer sur la seconde voie la tension  $R \cdot i(t)$ , prélevée aux bornes de la résistance R, et qui est en phase avec  $i(t)$ .

### **a) Problème des masses**

#### ***1. réflexion***

Pour des raisons de sécurité les appareils électroniques alimentés par le secteur disposent d'une prise de terre, c'est à dire que leur cordon d'alimentation outre les 2 fils amenant la tension d'alimentation (220 volts entre neutre et phase) contient un 3<sup>ème</sup> fil conducteur qui relie la carcasse métallique de l'appareil à la terre.

Ainsi, si un point du circuit électronique situé à l'intérieur du boîtier et porté à une tension élevée venait malencontreusement (soudure qui "lâche", fil dénudé) au contact de celui-ci (et donc éventuellement au contact de l'expérimentateur) un disjoncteur couperait alors l'alimentation de l'appareil. La borne extérieure du connecteur BNC du générateur ou de l'oscilloscope que l'on touche avec les doigts est également relié à cette prise de terre.

Ces appareils protégés (oscilloscopes, générateurs, etc....) ont donc obligatoirement une de leurs deux bornes qui est reliée à la terre et que l'on schématise par 

***Conclusion : règle de « la masse à la masse »***

Si l'on veut visualiser à l'oscilloscope la tension aux bornes d'une partie d'un circuit il faut forcément que celle-ci soit reliée à la masse du générateur alimentant le circuit. Ceci étant réalisé, la masse de l'oscilloscope doit obligatoirement être branchée à la borne du circuit reliée à la borne masse du générateur. On veillera par la suite à respecter scrupuleusement cette règle.

**NB :** Si la masse de l'une des voies de l'oscilloscope est correctement branchée, le branchement de la masse de l'autre voie est superflue : les 2 bornes masses de l'oscilloscope étant par construction reliées entre elles.

### **b) Mesure du déphasage $\phi$**

### 1. Méthode directe

On utilise l'oscilloscope en DUAL

(\*) Soit  $\tau$  le retard d'une tension par rapport à l'autre. La déphasage peut être calculé par une formule suivante :

$$\varphi = 2\pi \frac{\tau}{T},$$

où  $T$  est la période ( $\tau < T$ ).

Il faut donc mesurer  $T$  et  $\tau$  avec la meilleure précision possible.

Dans le cas de  $\tau$ , il faudra dilater au maximum la partie intéressante des courbes, c'est-à-dire leurs intersections avec l'axe des abscisses, et donc :

- s'assurer que les deux signaux sont parfaitement centrés,
- jouer sur le cadrage horizontal et sur le seuil de déclenchement (Trig level) de

manière à toujours garder, lorsque l'on dilatera les courbes, leurs intersections avec l'axe dans la fenêtre de l'écran.

**NB :** Cette méthode reste valable pour une tension  $u(t)$  périodique non sinusoïdale (créneau, dent de scie ou autre....).

### 2. Méthode de Lissajous

On utilise l'oscilloscope en position XY

Le faisceau d'électrons décrit alors sur l'écran une trajectoire dont les équations paramétriques sont :

$$X = u_A(t) = u_A \sin(\omega t - \phi)$$

$$Y = u_B(t) = u_B \sin \omega t$$

Cette trajectoire est une ellipse inscrite dans un rectangle de côtés  $2U_A$  et  $2U_B$ .

**N.B. :** Cette méthode n'est donc valable que si les tensions sont sinusoïdales.

Lorsque l'ellipse (voir Fig. 4) est parfaitement centrée sur le milieu de l'écran, on distingue quatre points particuliers A, A', B et B' représentés sur la figure ci-contre. Après avoir optimisé la mesure des distances  $BB'$  et  $AA'$ , on peut déterminer  $\phi$  :

$$\sin \phi = \frac{BB'}{AA'}$$

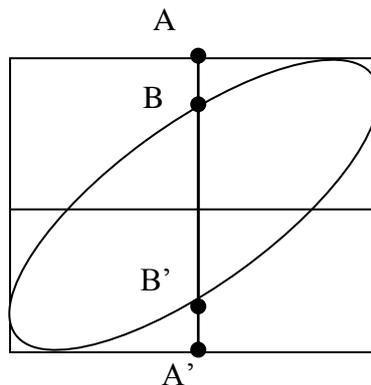


Fig. 4. La figure de Lissajous