

Rapport : Mesures au moyen d'un oscilloscope

Groupe : Mattens Simon, Dom Eduardo
BAB2 Sciences Informatiques

19 avril 2018

1 Introduction

Le but de la manipulation est d'une part, mesurer des hauteurs et des durées de signaux, des déphasages entre deux signaux de même fréquence, observer des figures de Lissajous et faire la distinction entre tension efficace et tension maximale et d'autre part, réaliser des circuits électronique à base de diodes, de capacité et de résistance en vue de mesurer différentes tension. C'est aussi se familiariser avec divers instruments couramment utilisé en électronique tels que l'oscilloscope et le générateur.

2 Résumé théorique

2.1 L'oscilloscope

L'oscilloscope permet de visualiser 2 signaux de tensions électriques U1 et U2 en fonction du temps. Il se branche en parallèle dans un circuit. Il y a aussi le mode Lissajous qui permet la représentation graphique du signal U1 en fonction du signal U2.

2.2 Diode

Composant électrique constitué d'une jonction p-n qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens. L'application d'une tension continue, dont le pôle positif est relié à la région p du semi-conducteur (polarisation directe), abaisse la barrière de potentiel et permet le passage du courant.

2.3 Formules

Pour calculer la fréquence d'un signal, nous pouvons utiliser cette formule:

$$frequency = \frac{1}{periode} \quad (1)$$

La tension efficace peut être obtenue via cette formule ci-dessous:

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad (2)$$

La vitesse angulaire est donnée par :

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \quad (3)$$

La tangente du déphasage d'un signal:

$$\tan(\phi) = \frac{1}{\omega RC} \quad (4)$$

3 Dispositif expérimental

Pour ce laboratoire, nous avons eu à notre disposition deux générateurs, un oscilloscope, deux câbles pour connecter les deux générateurs à l'oscilloscope, une pince croco pour mesurer les tensions à des endroits précis du circuit, un multimètre, une fiche banane, une résistance, un condensateur, une plaque électronique et deux circuits déjà faits représentant le pont de Gratz pour l'un et un redresseur simple pour l'autre.

Nous avons utilisé différentes fréquences et échelles pour nos observations.

- Pour la partie E1.3.1, nous avons utilisé une fréquence de 500Hz fixé sur le générateur. De plus, la tension maximum a été fixée entre 1 et 4 Volts. L'échelle de temps (l'axe X) , fixée sur l'oscilloscope pour visualiser correctement les signaux, est de 1ms.
- Conformément à l'énoncé, la fréquence du générateur a été fixée à 50Hz et la tension maximale de l'oscilloscope à 5 Volts pour la seconde partie du laboratoire (E1.3.2). L'échelle de temps utilisée est de 2ms.
- Pour le reste du laboratoire, nous avons utilisé une fréquence de 1000Hz et une échelle de temps de 2ms. Lorsque les manipulations demandaient deux générateurs, l'un était fixé à 1000 Hz et l'autre variait entre 1000 et 5000Hz.

4 Prise des mesures & résultats

4.1) E1.3.1: Visualisation de tensions alternatives

Après avoir fixé la fréquence du générateur à 500 Hz et U_{max} entre 1 et 4 Volts, on a visualisé les trois formes de signaux: sinusoïdale, triangulaire et carrée. Nos difficultés ont été de trouver les bons boutons, de "stopper" les graphes affichés sur l'oscilloscope ainsi que de calculer la période. En effet il a été difficile de se familiariser aux graduations de l'oscilloscope.

On a mesuré une période de 0,002 secondes. De cette observation, on peut aisément calculer la fréquence en utilisant la formule suivante:

$$frequency = \frac{1}{periode} \quad (5)$$

On obtient:

$$frequency = \frac{1}{0,002} \quad (6)$$

$$\Leftrightarrow frequency = 500Hz \quad (7)$$

À l'aide du multimètre utilisé en voltmètre, nous avons mesuré, au moyen d'un câble à fiche banane, la tension efficace du générateur U_{eff} (tension alternative sinusoïdale).

$$U_{eff} = 1.449V \quad (8)$$

Sachant que $U_{max} = 2V$, nous avons su établir la relation liant U_{max} et U_{eff} dans le cas d'une tension alternative sinusoïdale.

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad (9)$$

Nous pouvons vérifier notre relation en utilisant les valeurs mesurées:

$$U_{eff} = 1,449 = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \quad (10)$$

$$U_{max} = 1,449 \cdot \sqrt{2} = 2,049V \quad (11)$$

Notons que U_{max} n'est pas égale à 2 dû à l'erreur de mesure.

Nous avons mesuré la tension efficace du signal triangulaire qui est de 1.235 Volts et la tension efficace du signal carré de 2.27 Volts.

Ci-dessous nous avons comparés les valeurs obtenues via 2 types de multimètre (un avec true rms et un sans).

	U_{max}	U_{eff} sinus	U_{eff} triang	U_{eff} carré
Appareil de mesure	oscillo	Multimètre	Multimètre	Multimètre
Valeur mesurée	4V	2.72V	2.42V	4.45V
Valeur calculée	/	2.82V	2.3V	4V

Table 1: Sans TRUE RMS

	U_{max}	U_{eff} sinus	U_{eff} triang	U_{eff} carré
Appareil de mesure	oscillo	Multimètre	Multimètre	Multimètre
Valeur mesurée	4V	2.74V	2.52V	3.88V
Valeur calculée	/	2.82V	2.3V	4V

Table 2: Avec TRUE RMS

4.2) E1.3.2: Étude d'un circuit redresseur simple (1 diode)

Après avoir identifié tous les éléments du circuit mis à notre disposition (voir ci-dessus), nous avons mesuré la tension aux bornes du circuit à l'aide d'un câble croco.

$$tension = \text{hauteur du signal}[m] \cdot \text{unité}[V] \quad (12)$$

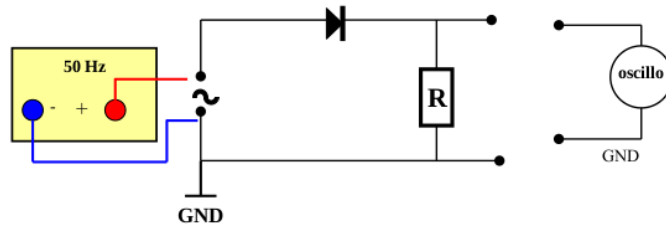


Figure 1: Circuit redresseur simple

Nous avons choisi 5 Volts comme unité(réglé sur l'oscilloscope). La hauteur du signal est en fonction de l'unité choisie.

$$\Leftrightarrow \text{tension} = 2,4 \cdot 5 = 12V \quad (13)$$

Nous constatons que le calcul de la tension aux bornes de la résistance U_R est identique au calcul de la tension appliquée aux bornes du circuit. La tension aux bornes de la résistance est donc de 12V.

4.3) E1.3.3: Étude d'un circuit redresseur en pont (pont de Gratz)

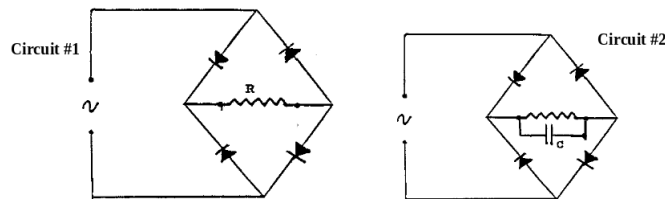


Figure 2: circuit redresseur de pont sans capacité (circuit 1) et avec capacité (circuit 2)

Nous avons utilisé le circuit redresseur en pont pour visualiser le signal au bornes de R grâce à l'oscilloscope. Ensuite, nous avons placé , en série, une capacité de $5 \mu F$ pour observer l'effet sur la forme du courant obtenu. On prévoit que le courant, aux abords de la résistance, va diminuer sensiblement. Le but final est d'avoir du courant continu.

4.4) E1.3.4: Visualisation de 2 signaux sinusoïdaux de même fréquence déphasée

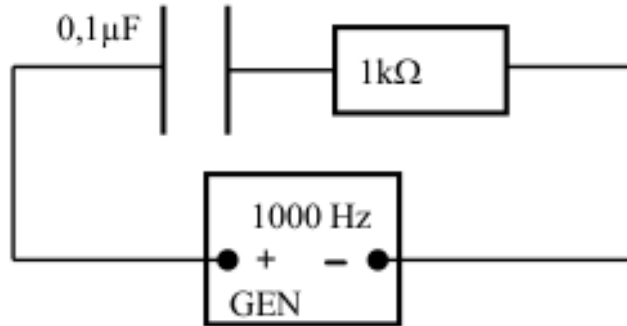


Figure 3: Circuit RC

Nous avons réalisé le circuit RC tel que spécifié dans l'énoncé. On a donc placé en série une résistance de $1k\Omega$ et un condensateur de $0,1\mu F$. Nous avons ensuite placé une pince croco aux bornes de la capacité et une pince croco aux bornes de la résistance. Nous avons ensuite visualisé simultanément la tension appliquée au circuit ainsi que la tension aux bornes de la résistance sur l'oscilloscope.

Calculons maintenant le déphasage entre ces deux signaux: Nous constatons que l'oscilloscope a 5 divisions. Or nous visualisons qu'un des signaux est déphasé de $4/5$ de division. On obtient donc:

$$dephasage = \frac{4}{5} \cdot \frac{1}{5} \quad (14)$$

$$\Leftrightarrow dephasage = \frac{4}{25} \text{ de période} \quad (15)$$

$$\Leftrightarrow dephasage = \frac{4}{25} \cdot 360 = 57,6 \text{ degrés} \quad (16)$$

Que vaut la valeur théorique ?

$$\tan(\phi) = \frac{1}{\omega RC} \quad (17)$$

Par le rappel théorique, on sait que est la vitesse angulaire vaut:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \quad (18)$$

Sachant que la fréquence utilisée par le générateur est de 1000 Hz, nous avons:

$$\Leftrightarrow \omega = 2 \cdot \pi \cdot 1000 = 6283,185 \frac{rad}{s} \quad (19)$$

On sait par l'énoncé que:

$$R = 1\text{k}\Omega \text{ et } C = 0,1\mu\text{F} \quad (20)$$

On peut réécrire l'équation (13):

$$\tan(\phi) = \frac{1}{6283,185 \cdot 1000 \cdot 0,0000001} \quad (21)$$

$$\Leftrightarrow \tan(\phi) = 1,5915\text{rad} \quad (22)$$

$$\Leftrightarrow \phi = \arctan(1,5915) \quad (23)$$

$$\Leftrightarrow \phi = 57,8572 \text{ degrés} \quad (24)$$

4.5) E1.3.5: Observation d'un signal en fonction de l'autre: mesure précise du déphasage

Après avoir lu attentivement la méthode de calcul pour calculer le déphasage de manière précise, nous avons observé sur l'écran de l'oscilloscope une ellipse dans le quadrants 1 et 3.

Pour une telle ellipse, le calcul du déphasage est le suivant:

$$\phi = \arcsin\left(\frac{B}{D}\right) \quad (25)$$

où B est la distance entre les deux points de l'ellipse intersectant l'axe X et D 2 fois la distance entre les deux extrémités de l'ellipse.

Voici nos observations:

$$D = 4,2 \text{ unités et } B = 3,4 \text{ unités} \quad (26)$$

On peut donc maintenant réécrire l'équation (21) avec les valeurs observées:

$$\phi = \arcsin\left(\frac{3,4}{4,2}\right) \quad (27)$$

$$\phi = 54,04 \text{ degrés} \quad (28)$$

4.6) E1.3.6: Visualisation de signaux de fréquence multiple

La principale difficulté a été de pouvoir stabiliser les figures de Lissajous. En effet, pour obtenir ces figures, nous devons changer la fréquence sur les deux générateurs à l'aide d'un bouton. Ce dernier est très sensible. On obtient une figure de Lissajous quand une fréquence d'un générateur est multiple de la fréquence de l'autre générateur. Ainsi, nous avons pu observer, en autre, le symbole infini après avoir fixé une fréquence le double de l'autre.

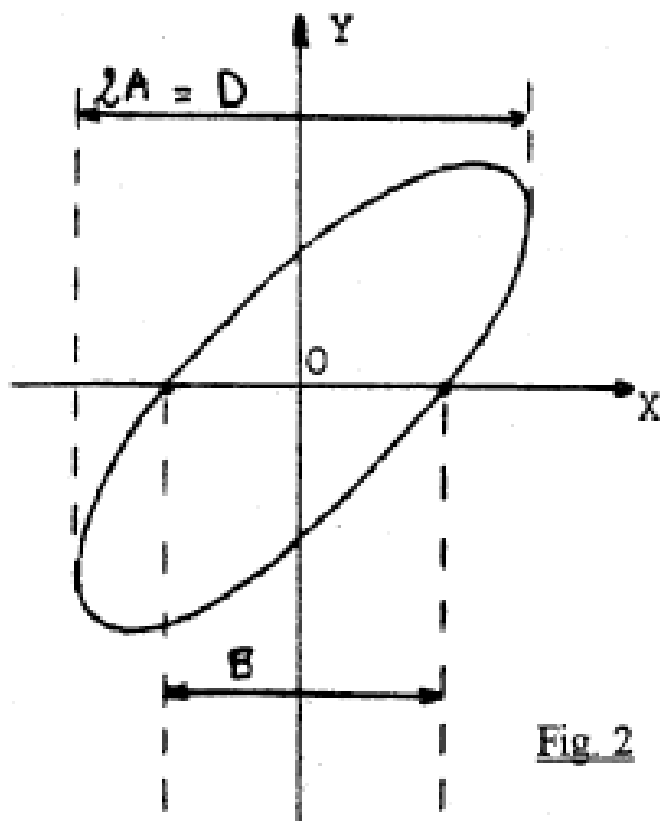


Fig. 2

Figure 4: Ellipse observée

5 Analyse des résultats

5.1) E1.3.1: Visualisation de tensions alternatives

On remarque que la tension calculée U_{max} n'est pas exactement égale à 2 Volts. En effet, la tension calculée est de 2,049V. Calculons l'erreur de mesure :

$$\epsilon = \frac{1}{5} \cdot 1ms = \frac{1}{5} Volt \quad (29)$$

Or $1/5$ de 2 est égale à 0,4. De ce fait, notre solution doit appartenir à l'ensemble $[1,6;2,4]$ ce qui est bien le cas.

5.2) E1.3.2: Étude d'un circuit redresseur simple (1 diode)

Nous constatons que la tension oscille entre -12 et 12 Volts. La période est de 0,02 seconde. Lorsque la tension est positive, l'intensité l'est aussi. Par contre,

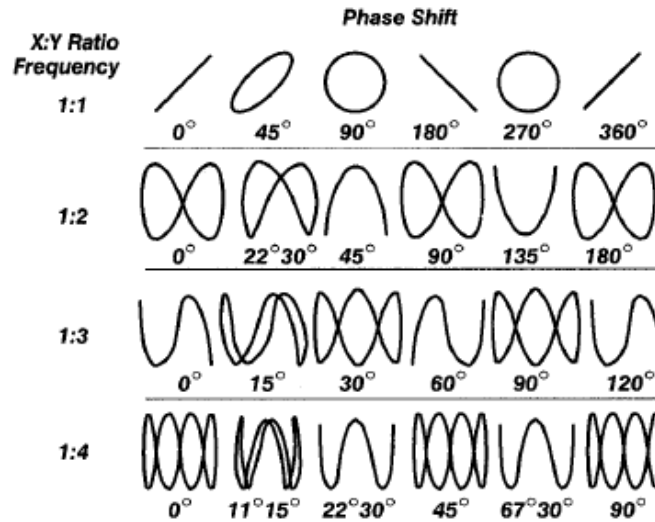


Figure 5: Figures de Lissajous observés

lorsque la tension est négative, l'intensité du courant reste constante et est égale à 0.

Pourquoi ce phénomène se produit?

Il y a sur le circuit redresseur simple une diode montée en série. Une diode est un composant électronique, constitué d'une jonction p-n, qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens, sens désigné par la flèche. On peut voir sur la figure 1 que la flèche de la diode est orientée de la borne + vers la borne - du générateur. De ce fait, la diode ne laissera passer que le courant positif et non le courant négatif. C'est pourquoi, sur le graphique, lorsque la tension est négative, l'intensité du courant est nulle.

5.3) E1.3.3: Étude d'un circuit redresseur en pont

Nos prévisions étaient bonnes. Le courant diminue bien lorsqu'il passe dans la résistance (à partir de 0,5ms). Avec la présence d'un condensateur dans le circuit, la diminution est moins importante et surtout, la tension ne revient pas à 0. Le but final est d'avoir du courant continu.

5.4) E1.3.4 - E1.3.5: Étude d'un circuit redresseur en pont - Observation d'un signal en fonction de l'autre: mesure précise du déphasage

Nous obtenons un déphasage de 57,6 degrés par observation. La valeur théorique est de 57,8 degrés.
Calculons l'erreur de mesure:

$$\epsilon = \frac{1}{5} \cdot 2ms = \frac{2}{5} \text{ degrés} \quad (30)$$

Or $2/5$ de 57,8 est égale à 23,12 degrés. Notre valeur obtenue par observation est bien dans l'intervale acceptable. La mesure précise du déphasage est de 54,05 degrés. On peut donc avoir un écart de $2/5$ de 54,05(=21,62 degrés) par rapport 54,04. Notre observation est toujours correct vu l'erreur de mesure.

5.5) E1.3.6 Visualisation de signaux de fréquence multiple

En observant les figures de Lissajous, nous pouvons déterminer le déphasage d'un signal par rapport à l'autre en utilisant la Figure 5 du rapport. Cela permet de comparer 2 fréquences. En effet, par ce procédé, nous pouvons déterminer la fréquence d'un signal inconnu en le comparant à un signal de fréquence connu.

6 Conclusion

Nous avons fait plusieurs manipulations en vue d'avoir du courant continu, pour nous familiariser avec les instruments de mesures couramment utilisé en électronique. On a mesuré des hauteurs et des durées de signaux, des déphasages entre 2 signaux de même fréquence. On a fait la différence entre une tension maximale et une tension efficace et , enfin, on a observé des figures de Lissajous.