



## RAPPORT DE LABORATOIRE

---

# Troisième laboratoire : Analyse de signaux

---

Roumache Grégoire  
Sénéchal Julien  
Robert Alexandre  
Wallemme Maxime  
Kenmeugne Lionel  
Didion Charles

Laboratoire de sciences appliquées à l'informatique  
Sécurité des systèmes, technologie de l'informatique  
Première année, groupe H  
Hénallux  
Année académique 2019-2020

12 Mars 2020

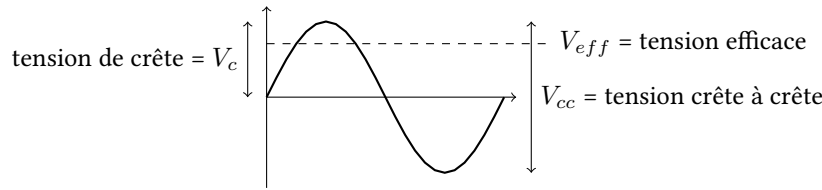


FIGURE 1 – Schéma montrant les différents types de tension

## 1 Introduction

Ce troisième laboratoire de sciences appliquées porte sur l'analyse de signaux électriques. Ces signaux sont générés par un générateur de fonctions et analysés par deux appareils, un appareil spécialisé, l'oscilloscope et un appareil plus général, le multimètre. Nous commencerons ce rapport par un rappel théorique des grandeurs électriques et les relations qui les lient entre elles ainsi qu'une brève explication du fonctionnement des appareils utilisés et en particulier les fonctions dont nous avons eu besoin pour le bon déroulement de l'expérience.

## 2 Rappels théoriques

### 2.1 Quelques grandeurs électriques

Afin de mieux comprendre les mesures que nous réalisons, il convient de rappeler quelques grandeurs électriques :

- La **pulsation** est, pour un phénomène périodique, la vitesse de rotation (vitesse angulaire) qu'aurait un système rotatif de même fréquence. Elle est donnée par :  $\omega = 2\pi f$ , et son unité est le radian par seconde.
- La **fréquence** est la mesure du nombre de fois qu'un phénomène périodique se produit en une seconde.
- Pour un phénomène périodique, l'**amplitude** est la grandeur maximale que prend ce phénomène par rapport à sa médiane, pour un signal périodique donné par :  $A \sin(\omega t + \phi)$ , on trouve que  $A$  est l'amplitude du signal.
- La **tension** est mesurée en volts et représente, dans un circuit électrique, la circulation du champ électrique. Pour une résistance qui reste constante au fil du temps, la tension est proportionnelle à l'intensité du courant électrique.

Dans un courant alternatif sinusoïdal, il y a plusieurs tensions spécifiques que l'on peut mesurer, elles sont illustrées sur le schéma de la figure 1.

**Remarque** : la tension efficace est donnée, dans ce cas-ci par :

$$V_{eff} = \frac{V_c}{\sqrt{2}}$$

- Le **décibel** en électricité est utilisé pour mesurer le gain d'un signal. Dans notre cas, ce sera l'amplificateur du générateur de fonction qui réduira la puissance du signal de 20 dB. Le gain est donné par la relation :

$$G_{dB} = 10 \log \frac{P_S}{P_E}$$

où  $P_E$  est la puissance du signal qui entre dans l'amplificateur et  $P_S$  est la puissance du signal de sortie.

### 2.2 Fonctions des appareils utilisés

Les appareils utilisés pour générer et mesurer le courant électrique sont les suivants :

- Le **générateur de fonctions** sert à générer un courant alternatif qui peut être sinusoïdal, carré ou triangulaire. Il permet aussi de contrôler la fréquence, l'amplitude et l'offset du signal. Il est représenté sur la figure 2.
- L'**oscilloscope** est un outil de mesure de courant électriques alternatifs, autrement dit des courant électriques qui oscillent. Il est représenté sur la figure 3.
- Le **multimètre** est un outil de mesure qui fait à la fois voltmètre, ampèremètre et ohmmètre. Il est représenté sur la figure 4.<sup>1</sup>

1. Source de l'image : <https://www.amazon.fr/Eventek-Multim%C3%A8tre-Num%C3%A9rique-Portable-R%C3%A9tro-C3%A9clair%C3%A9/dp/B07GSTZL1F>



FIGURE 2 – Générateur de fonctions

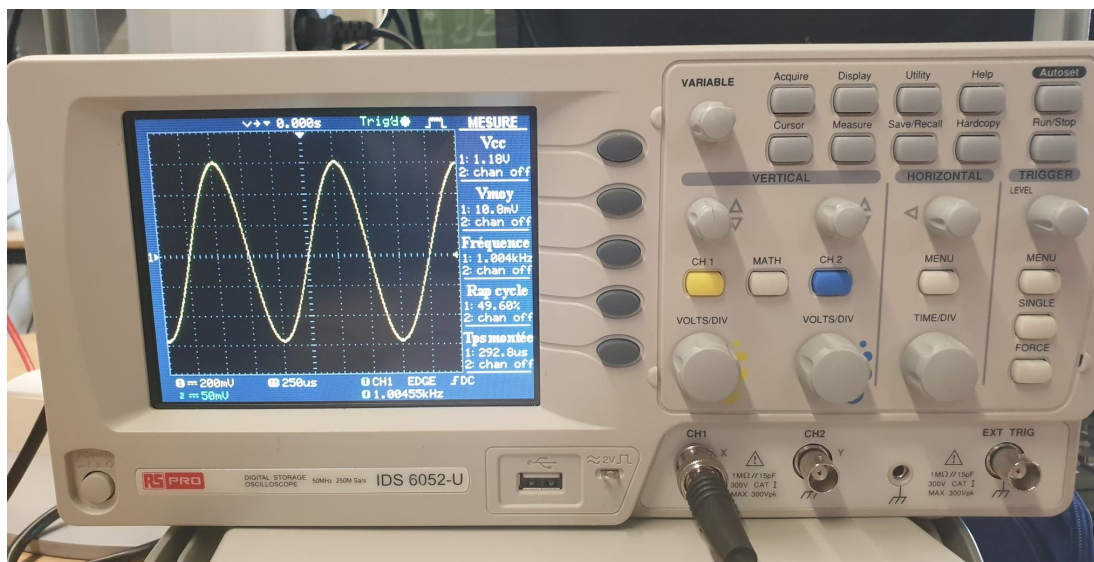


FIGURE 3 – Oscilloscope



FIGURE 4 – Multimètre

### 3 Manipulation pratique

#### 3.1 Montage

Dans ce laboratoire, nous avons d'abord eu besoin de mesurer le courant avec l'oscilloscope et il a donc fallu brancher le générateur de fonctions à l'oscilloscope à l'aide d'un câble coaxial comme sur la figure 5

#### 3.2 Actions à effectuer

Pour plus de clarté, nous avons copié l'énoncé de chaque étape en italique avant d'y répondre.

1. *Générer un signal sinusoïdal d'1kHz (d'amplitude max), sans atténuation. Visualiser correctement la forme sinusoïdale. Prouver que la fréquence est de 1Khz sur base de l'observation sur l'oscillo.*

Afin de générer un signal d'un kilohertz, nous avons appuyé sur le bouton *1k* du générateur de fonction. Ensuite, grâce à la manette *Frequency*, nous avons essayé de rapprocher la valeur de la fréquence le plus possible de 1,0000 kHz. Nous sommes arrivés à obtenir 1,0045 kHz, soit une erreur absolue de 0,45 % (voir figure 6). La lecture sur l'oscilloscope nous a donné une valeur de 1,004 kHz (voir figure 7).

2. *A l'aide d'un multimètre mesurer la tension. Comparer celle-ci avec l'observation de l'oscilloscope. Faire le lien avec les notions théoriques suivantes :  $V_{max}$ ,  $V_{eff}$ .*

Pour mesurer à l'aide du multimètre, il a fallu le mettre en contact avec le générateur de fonction, ce qui n'a pas été le plus évident pour nous dans cette manipulation. Pour le faire, nous avons connecté la sonde noire à la terre et la sonde rouge au courant (le courant sort du centre du port pour le câble coaxial). Le montage est illustré sur la figure 8.

Ensuite, nous avons réglé le multimètre en mode voltmètre, ce qui nous a permis de mesurer une tension. Mais cette tension était trop faible, de quelques millivolts seulement. En fait, nous mesurons la tension **moyenne** et pas la tension **efficace**. Pour mesurer la tension efficace, nous avons donc paramétré le multimètre, devenu voltmètre, en mode *courant alternatif* et il a mesuré une tension efficace de **3,9 V**.



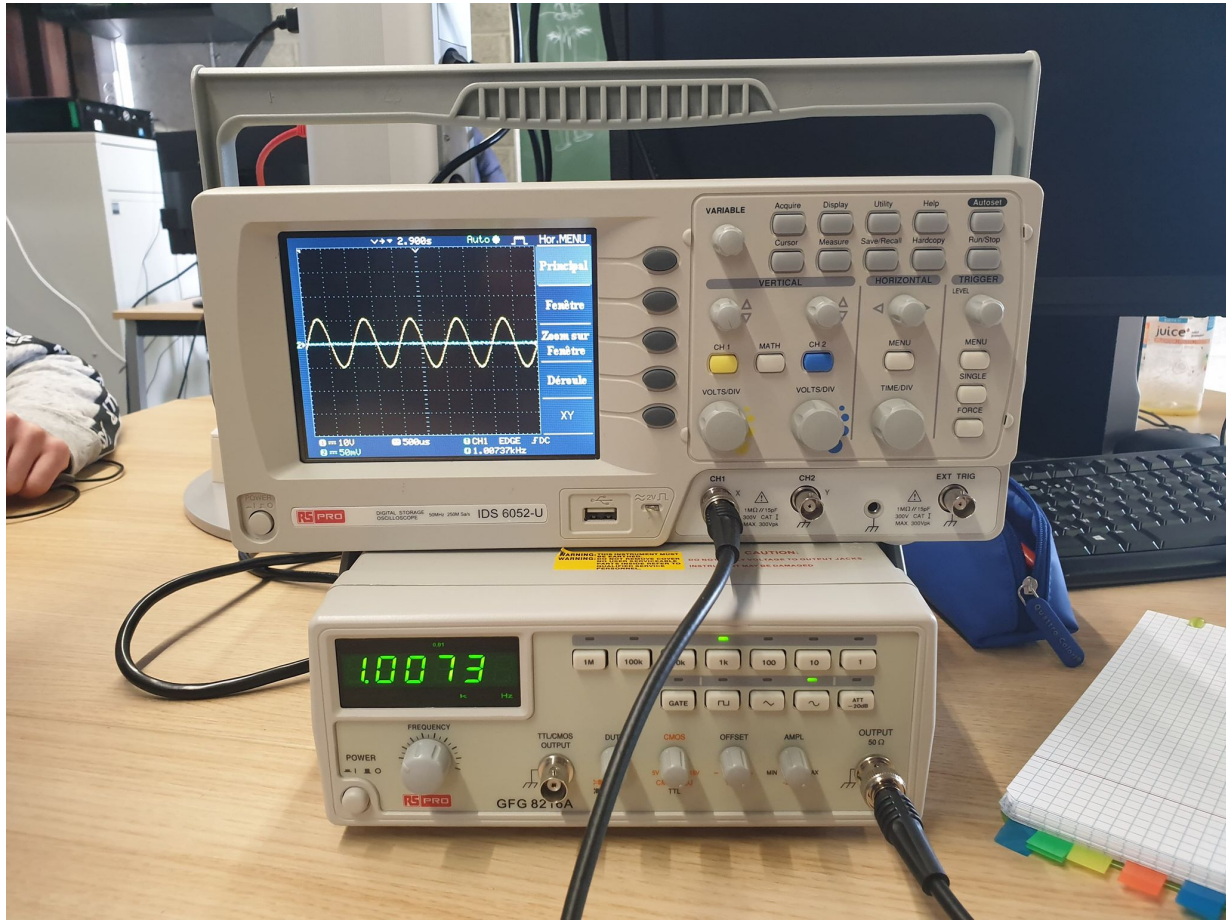


FIGURE 5 – Oscilloscope connecté au générateur de fonction par un câble coaxial

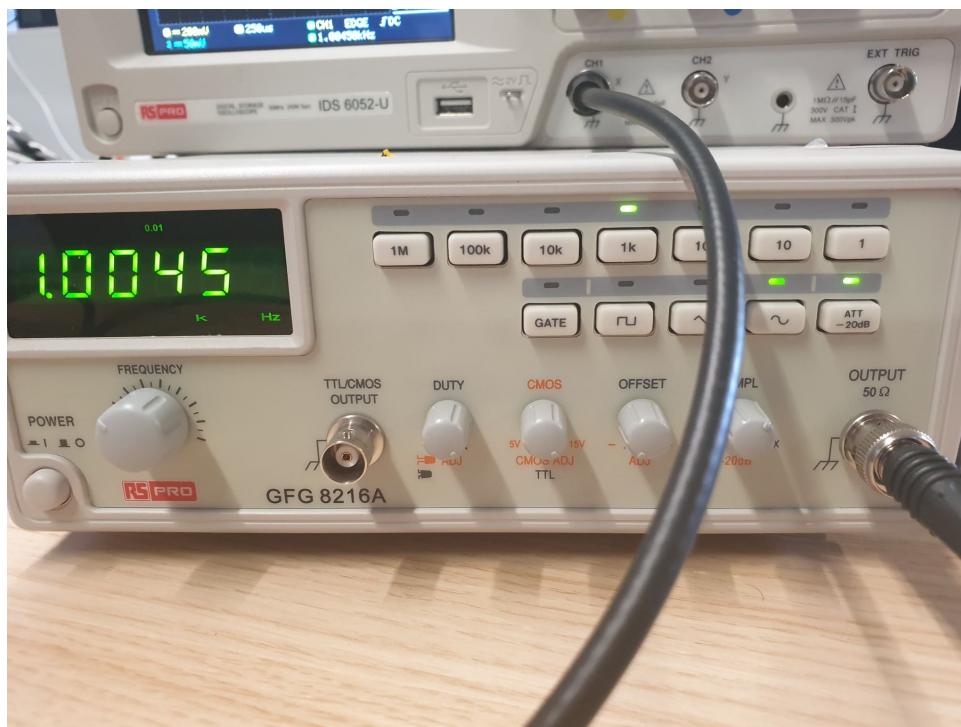


FIGURE 6 – Lecture de la fréquence et de la tension sur le générateur de fonction

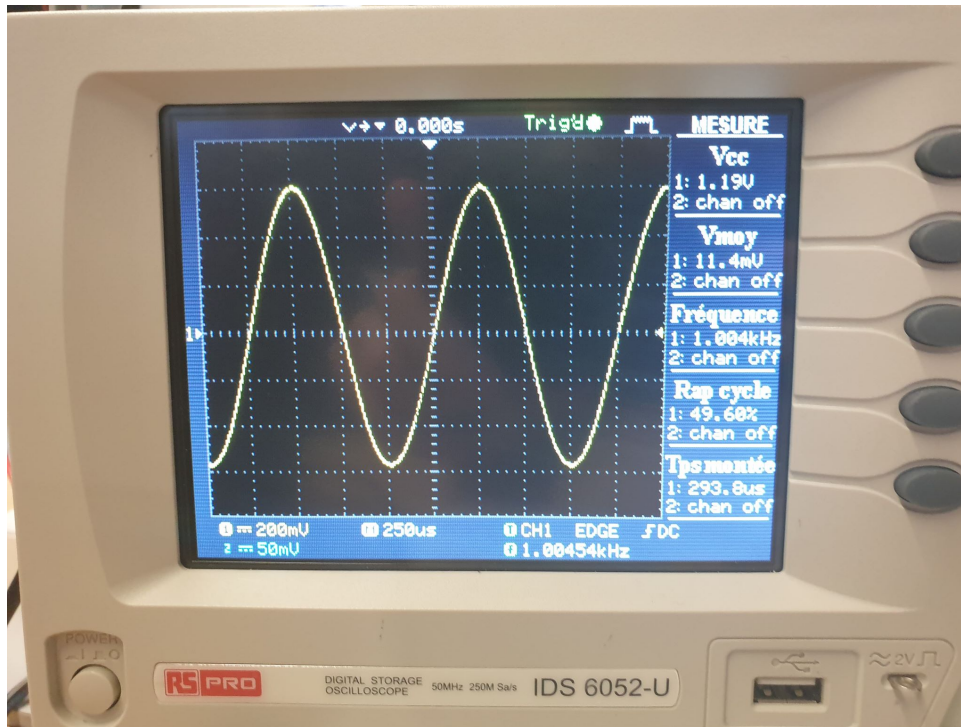


FIGURE 7 – Lecture de la fréquence sur l'oscilloscope

Comme on peut le voir sur la figure 9, l'oscilloscope nous donnait pour valeur de la tension crête à crête :  $V_{cc} = 11,4 \text{ V}$ . Pour obtenir la valeur de la tension efficace, on va utiliser la formule :

$$V_{eff} = \frac{V_c}{\sqrt{2}}$$

Puisque  $V_c$  (tension de crête) est le double de la tension crête à crête, le calcul devient :

$$V_{eff} = \frac{V_c}{\sqrt{2}} = \frac{V_{cc}/2}{\sqrt{2}} = \frac{11,4/2}{\sqrt{2}} = 4,03 \text{ V}$$

Cette valeur est très proche de la tension efficace obtenue à l'aide du multimètre et est probablement due à des erreurs de mesure vu que le voltmètre est en série au lieu d'être en parallèle.

**Remarque :**  $V_{max} = V_c$

3. Appuyer sur le bouton -20 dB et observer la nouvelle amplitude. Vérifier les observations avec la théorie (formules). Comme on peut le voir sur la figure 6, une fois que l'on a mis un gain de -20 dB, la tension crête à crête mesurée par l'oscilloscope devient 1,19 V. Puisque nous avons mesuré une tension crête à crête de 11,4 V avant d'appliquer le gain, on peut calculer que la tension a été divisée par 9,58.

D'un point de vue théorique, le gain est donné par :

$$G_{dB} = 10 \log \frac{P_S}{P_E}$$

où  $P_S$  est la puissance du signal à la sortie de l'amplificateur et  $P_E$  est la puissance du signal à l'entrée de l'amplificateur.

Si on applique un gain de -20 dB, la puissance du signal est donc divisée par 100 :

$$-20 = 10 \log \frac{P_S}{P_E} \implies \frac{P_S}{P_E} = 10^{-2} \implies P_S = \frac{P_E}{100}$$

Étant donné que la puissance est égale au produit de la tension et de l'intensité du courant, soit :

$$P = U \times I$$





FIGURE 8 – Mesure de la tension à l'aide du multimètre

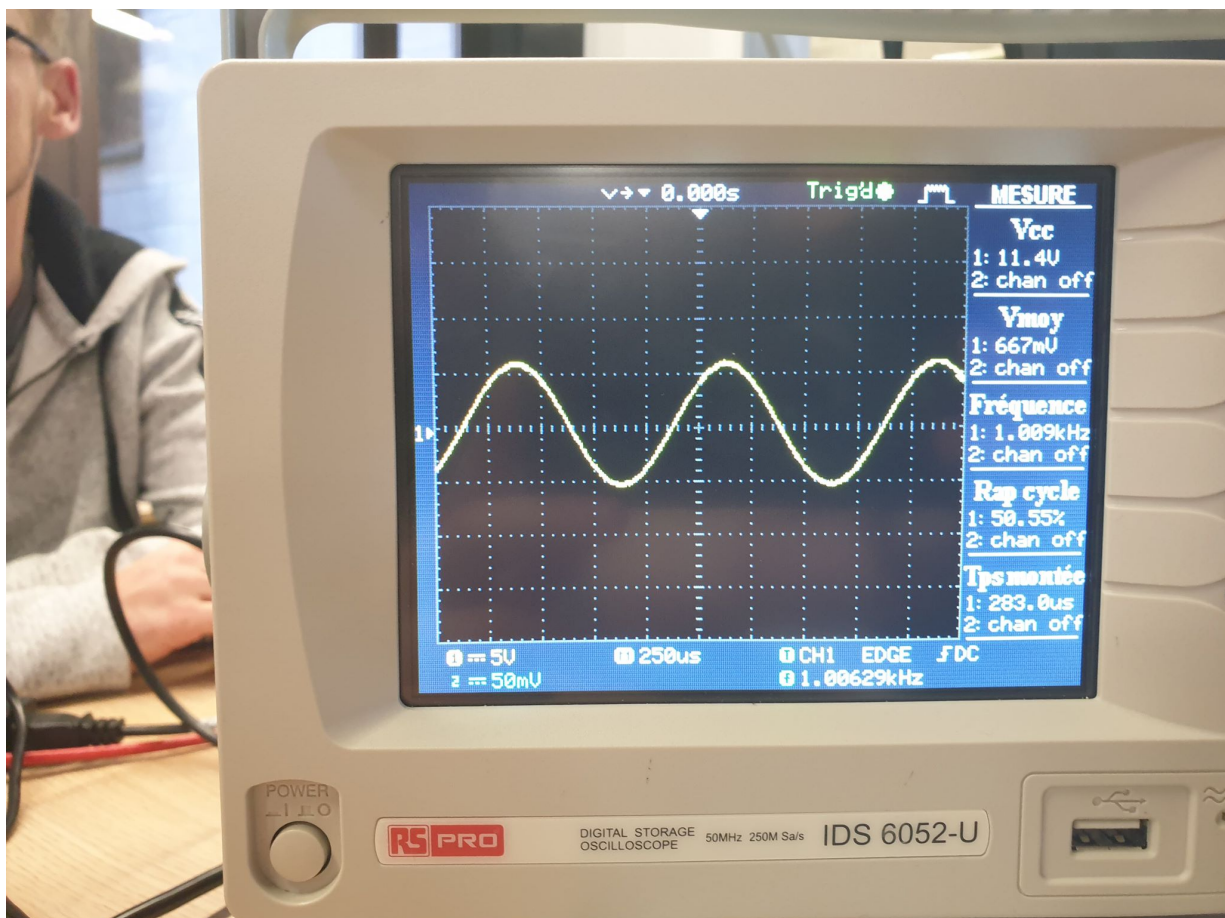


FIGURE 9 – Mesure de la tension avec l'oscilloscope

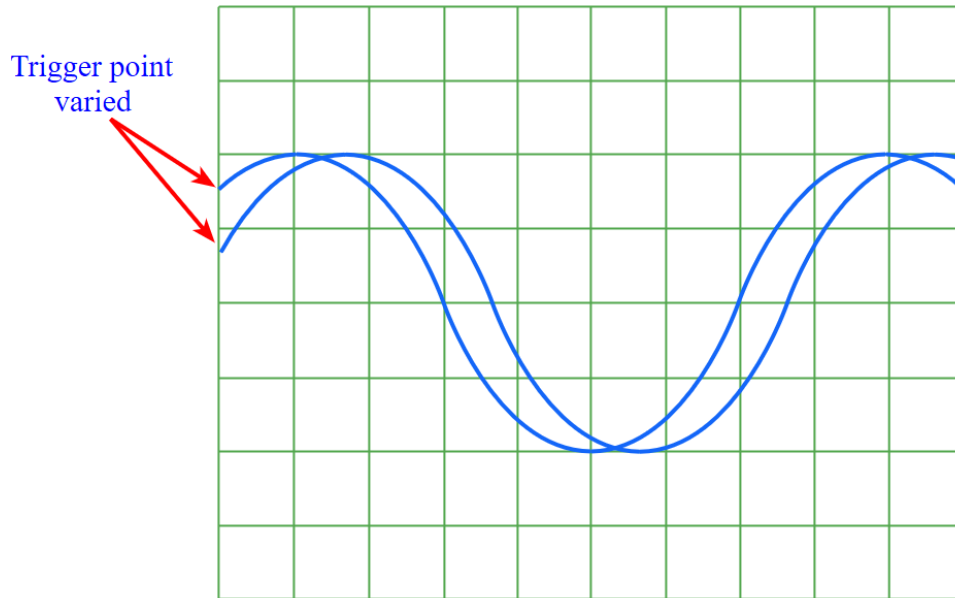


FIGURE 10 – Variation de la tension de déclenchement

on en conclut que la tension et le courant sont tous deux divisés par 10 quand la puissance est divisée par 100. Ce qui correspond à peu près à la mesure sur l'oscilloscope, où nous avons mesuré que la tension de crête avait été divisée par 9,58.

4. *Expliquer à quoi sert le bouton "trigger".*

Le bouton *trigger* (déclencheur) est très important pour que le signal apparaisse de manière claire à l'écran. Il permet de synchroniser le balayage horizontal de l'oscilloscope en un point approprié, ce qui donne à l'onde une apparence statique.

La variation de la tension de déclenchement et la différence entre le déclenchement pour un signal montant et un signal descendant sont illustrés sur les figures 10 et 11<sup>2</sup>.

5. *Générer un carré de 2Mhz, capturer sur l'oscilloscope.*

Nous avons réussi à générer un signal carré de 1,998 MHz. Pour cela, il a fallu changer la fréquence sur le générateur de fonction, ainsi que de cliquer sur le bouton qui permet d'envoyer un signal carré au lieu d'un signal sinusoïdal ou triangulaire. On peut voir le signal capturé sur la figure 12

6. *Descendre la fréquence à 200 Hz. Mesurer au multimètre la tension et la comparer avec l'oscilloscope. Faire le lien avec les notions théoriques suivantes :  $V_{max}$ ,  $V_{eff}$ . Pourquoi est-ce nécessaire de diminuer la fréquence pour mesurer au multimètre ?*

Après avoir descendu la fréquence de 2 MHz à 200 Hz, nous avons pris une photo de l'oscilloscope, vous pouvez la voir sur la figure 13. La tension crête à crête que l'on peut lire sur l'oscilloscope est de 13,4 V. Celle que nous avons mesuré avec le multimètre (comme sur la figure 8) est la tension efficace et vaut 7,11 V.

Pour un signal alternatif carré, la tension efficace est égale à la tension de crête. Dans ce cas-ci, on a :

$$V_{eff} = V_c = \frac{V_{cc}}{2} = \frac{13,4}{2} = 6,7 \text{ V}$$

Si on tient compte qu'il est plus facile de mesurer la tension avec l'oscilloscope qu'avec le multimètre, on peut conclure que l'erreur absolue de *notre* mesure avec le multimètre est de 5,97 %.

La raison pour laquelle il faut diminuer la fréquence pour mesurer la tension avec le multimètre est que l'appareil n'est tout simplement pas adapté pour effectuer des mesures à des fréquences très élevées. Le multimètre est surtout utilisé par des électriciens sur des installations où la fréquence est comprise entre 5 et 500 Hz. Pour des fréquences plus élevées, il faut utiliser un outil spécialisé comme un oscilloscope.

2. <https://www.electronics-notes.com/articles/test-methods/oscilloscope/oscilloscope-trigger.php>



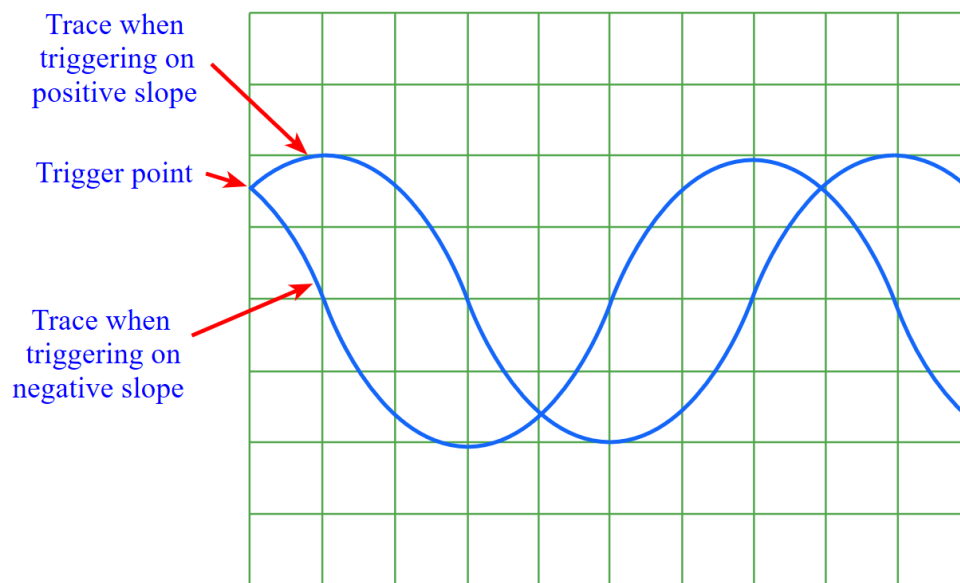


FIGURE 11 – Déclenchement pour un signal montant et pour un signal descendant

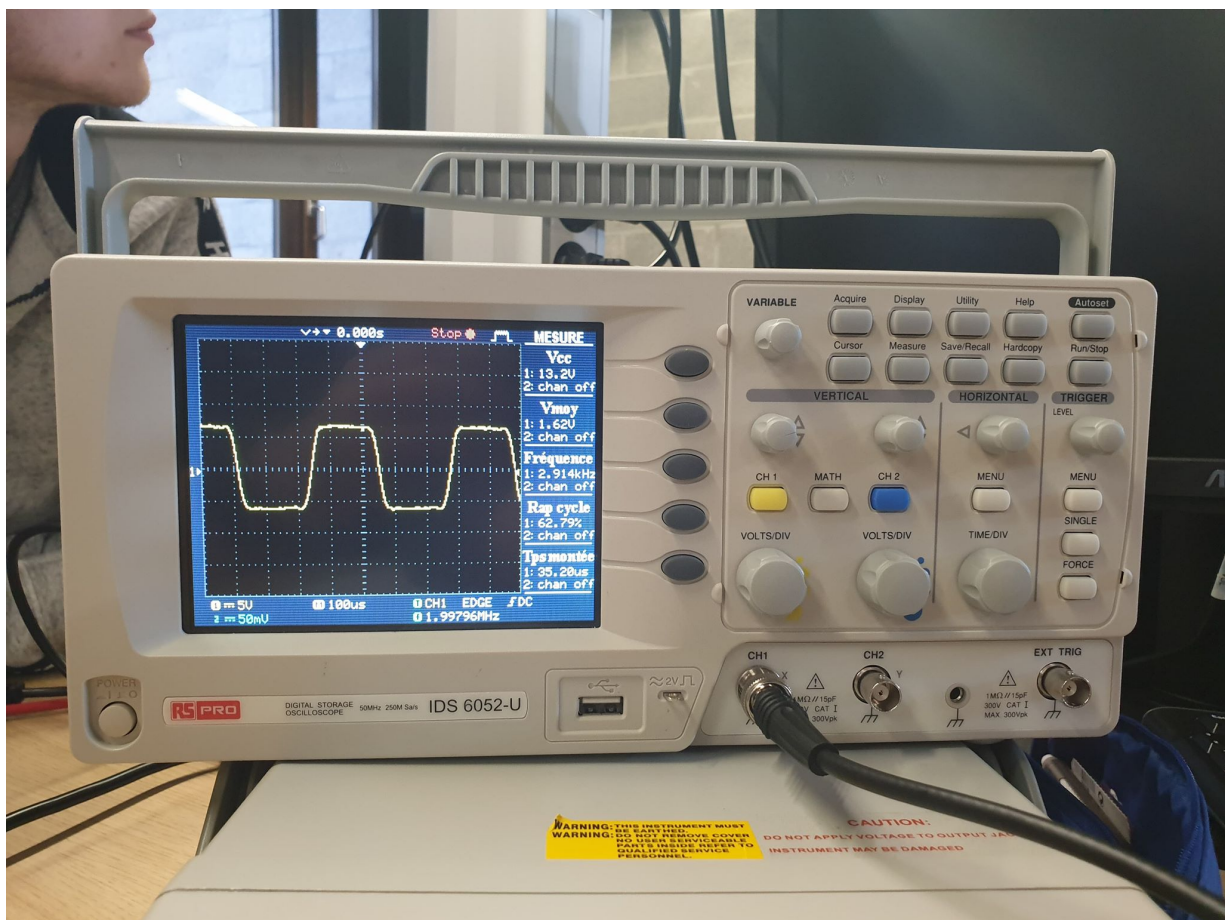


FIGURE 12 – Signal carré de 2 MHz capturé sur l’oscilloscope.

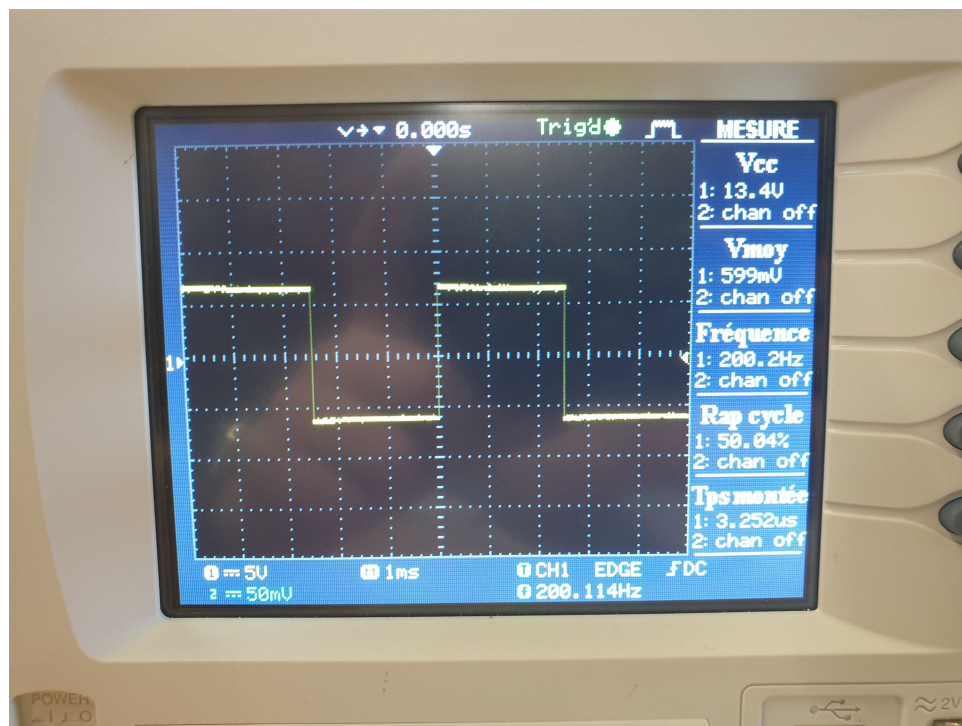


FIGURE 13 – Signal carré de 200 Hz capturé sur l'oscilloscope

## 4 Conclusion

En conclusion, nous avons appris à nous servir d'un multimètre lorsque l'on travaille avec des courants alternatifs. Nous savons dès à présent que lorsque le multimètre est réglé sur la tension pour un courant continu, celui-ci mesure en fait la tension moyenne  $V_{moy}$  de notre courant alternatif; et lorsqu'il est réglé pour la tension d'un courant alternatif, celui-ci nous donne la tension efficace  $V_{eff}$ .

Nous avons aussi appris que lorsque l'on applique un gain de  $-20$  dB à notre courant,  $V_{cc}$  est divisé par 10, exactement comme nous avons pu le constater sur l'oscilloscope (avec une minuscule marge d'erreur).

Le bouton trigger, nous aura servi à voir qu'il est possible de synchroniser le balayage horizontal de l'oscilloscope en un point fixe et défini.

Nous nous sommes aussi rendu compte que les multimètres ont leurs limites. En effet, au-dessus d'une certaine fréquence ( $\sim 500$  Hz), les valeurs de ceux-ci deviennent imprécises, voir fausses et il est nécessaire d'utiliser un autre appareil de mesure tel qu'un oscilloscope.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Rappels théoriques</b>	<b>1</b>
2.1	Quelques grandeurs électriques . . . . .	1
2.2	Fonctions des appareils utilisés . . . . .	1
<b>3</b>	<b>Manipulation pratique</b>	<b>3</b>
3.1	Montage . . . . .	3
3.2	Actions à effectuer . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>9</b>

## Table des figures

1	Schéma montrant les différents types de tension . . . . .	1
2	Générateur de fonctions . . . . .	2
3	Oscilloscope . . . . .	2
4	Multimètre . . . . .	3
5	Oscilloscope connecté au générateur de fonction par un câble coaxial . . . . .	4
6	Lecture de la fréquence et de la tension sur le générateur de fonction . . . . .	4
7	Lecture de la fréquence sur l'oscilloscope . . . . .	5
8	Mesure de la tension à l'aide du multimètre . . . . .	6
9	Mesure de la tension avec l'oscilloscope . . . . .	6
10	Variation de la tension de déclenchement . . . . .	7
11	Déclenchement pour un signal montant et pour un signal descendant . . . . .	8
12	Signal carré de 2 MHz capturé sur l'oscilloscope. . . . .	8
13	Signal carré de 200 Hz capturé sur l'oscilloscope . . . . .	9