

**LABORATOIRE No 2**

# L'OSCILLOSCOPE ET LES THÉORÈMES DE CIRCUITS

---

## 1.1 Objectifs

1. De se familiariser avec l'oscilloscope comme instrument de mesure pour visualiser les formes d'ondes de signaux électriques.
2. De se familiariser avec les signaux de base utilisé dans les circuits électriques : les signaux sinusoïdaux, carrés et triangulaires.
3. De se familiariser avec les fonctions d'un générateur de fonctions comme source de signaux.
4. De vérifier expérimentalement le circuit équivalent de Thévenin et le théorème de transfert maximal de puissance.
5. De vérifier expérimentalement les propriétés de superposition dans l'analyse d'un circuit.

---

## 1.2 Préparation

1. De lire et de comprendre les notes du cours sur les circuits résistifs et les méthodes d'analyse de circuits.
2. De lire et de comprendre la procédure expérimentale explicitée dans ce laboratoire.
3. De répondre aux questions préparatoires (répertoriées au début de chaque série d'expériences).

---

## 1.3 Logiciel

- 
- Matlab/Simulink
- 

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

## 1.4 Notes

---

- Lorsque vous placez un appareil de mesure pour évaluer la tension aux bornes d'un composant ou le courant qui le traverse, vous devez suivre les règles suivantes :
  - Connecter toujours un voltmètre en parallèle avec ce composant.
  - Connecter toujours un ampèremètre en série avec ce composant.
- Utiliser correctement la polarité des bornes afin d'assurer une lecture adéquate.
- Lorsque vous utilisez un multimètre à plusieurs échelles (calibres), commencez toujours avec la plus haute échelle et réduisez l'ajustement (en augmentant la sensibilité) pour atteindre une valeur affichée aussi proche que possible du maximum de l'échelle utilisée (ou une déflexion de l'aiguille aussi grande que possible pour un appareil à galvanomètre) ; ceci produira une erreur instrumentale relative minimale.
- Corriger l'erreur systématique de l'instrument, lorsque requis.

## 1.5 Appareillage et Equipement

---

- 1 source de tension
- 1 multimètre
- 1 oscilloscope à deux canaux
- 1 générateur de fonction
- 1 boîte de résistance (doit avoir une sélection de  $10\ \Omega$ )
- 1 condensateur de  $1\ \mu F$ .
- Résistances :  $560\ \Omega$ ,  $1\ k\Omega$ .

---

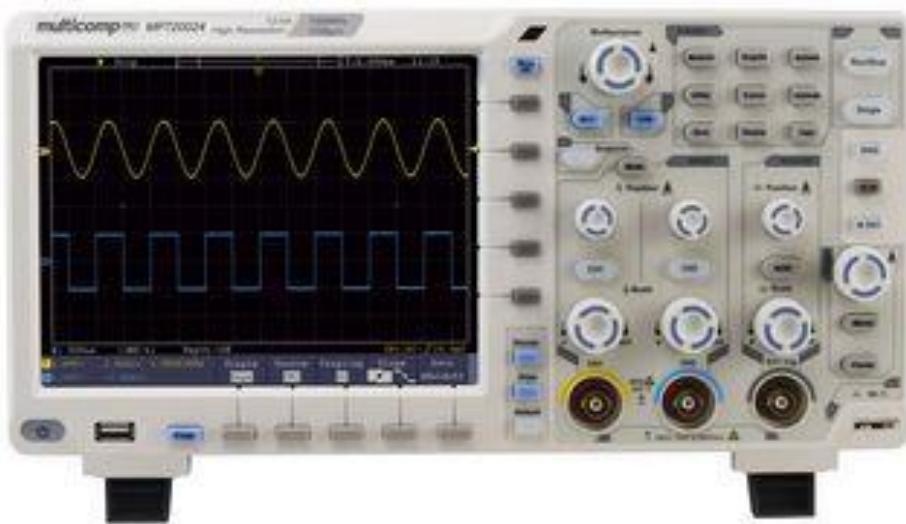
*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

## 1.6 Théorie

---

### Fonctionnement d'un oscilloscope

Un oscilloscope est à la fois un instrument d'observation et de mesure. La représentation cartésienne de diverses formes d'ondes sur écran permet de multiples applications (Figure 1).



**FIGURE 1 :** vue d'ensemble d'un oscilloscope (de <https://www.newark.com/multicomp-pro/mp720024-us/digital-storage-oscilloscope-100mhz/dp/10AH2403>).

Il est possible de visionner une onde variable sur l'axe vertical (Y) en fonction d'un autre signal variable sur l'axe horizontal (X). Certains exemples communs sont les amplitudes de tensions (ou de courants) (Y) en fonction du temps (X).

Il faut observer les précautions de sécurité suivantes lors de vos opérations de tests et de mesures.

- *Ne pas utiliser une intensité excessive à l'écran* : L'intensité des points et des tracés sur l'écran ne doivent pas être trop intenses. Les points ou tracés trop intenses peuvent irriter l'opérateur.

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

Ils peuvent aussi endommager la couche phosphorescente de la lampe à rayons cathodiques/lampe-écran (CRT) à force d'usage prolongé.

- *Ne pas appliquer des tensions d'entrée trop élevées* : Chaque connecteur d'entrée a une limite maximale de tension d'entrée. Les valeurs suivantes donnent un ordre de magnitude à ces limites : entrée max. : 300V (CC + CA maximal DC + peak AC), déclencheur (*trigger*) d'entrée max. : 150V (CC + CA maximal DC + peak AC)

Avant de commencer de travailler avec l'oscilloscope, examiner le panneau avant et identifier chacun des contrôles et des connecteurs.

#### Fonctionnement du générateur de fonctions

Un générateur de fonction agit comme une source de signaux. Il peut produire des signaux sinusoïdes, triangulaires, carrés, des impulsions négatives et positives et des niveaux de CC (Figure 2).



**FIGURE 2 :** vue d'ensemble d'un générateur de fonctions  
(de <https://www.sonodis.fr/p24509719/generateur-de-fonction-sg1638b-2mhz>)

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

## **1.7 Expérience A – Mesure de fréquence et de période**

---

### **QUESTIONS PRÉPARATOIRES A :**

1. Dessiner un signal sinusoïdal sur papier millimétré et définir les termes suivants : a) sa fréquence, b) sa période, c) son amplitude. Les indiquer clairement sur la forme d'onde du signal.
2. Dessiner un signal carré sur papier millimétré et définir les termes suivants : a) sa fréquence, b) sa période, c) son amplitude. Les indiquer clairement sur la forme d'onde du signal.
3. Dessiner un signal triangulaire sur papier millimétré et définir les termes suivants : a) sa fréquence, b) sa période, c) son amplitude. Les indiquer clairement sur la forme d'onde du signal.

### **ÉTAPES DE L'EXPÉRIENCE A :**

1. Avant d'initialiser le générateur de fonction et de commencer l'expérience, examiner le panneau avant et identifier chacune des commandes et chacun des connecteurs.
2. Allumer le générateur de fonctions.
3. Ajuster le cadran gradué de fréquence à 1.0 et tourner la commande FREQUENCY MULT à 1k.
4. Régler la commande ATTENUATION à 0.
5. Éliminer les commandes DC OFFSET et SYMMETRY (position OFF).
6. Tourner la commande FUNCTION et choisir l'onde sinusoïdale.
7. Connecter un fil conducteur entre le connecteur FUNCTION OUT du générateur de fonctions et un des canaux d'entrée verticale (CH1 ou CH2) de l'oscilloscope.
8. Ajuster le système déclencheur (*triggering*) de l'oscilloscope pour correspondre au canal d'entrée verticale et ajuster le niveau de déclenchement pour saisir l'onde sinusoïdale à l'écran. Ceci devrait produire un signal visible à l'écran de l'oscilloscope. Puis, utiliser la commande FUNCTION du générateur de fonction pour obtenir diverses ondes.
9. Une fois l'onde visible à l'écran de l'oscilloscope, expérimenter avec diverses fréquences.

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

Utilisez le cadran FREQUENCY et la commande FREQUENCY MULT du générateur de fonctions pour explorer une large gamme de fréquences (à partir des basses fréquences aux très hautes) du signal, et observez les ondes à l'écran.

10. La fréquence  $f$  du signal peut être déterminée en calculant l'inverse de la période  $T$ , ( $f = 1/T$ ).

Pour cinq valeurs différentes de fréquences de l'onde sinusoïdale, mesurer la période  $T$  telle qu'elle apparaît à l'écran en utilisant le graticule horizontal. Ne pas oublier de tenir compte du réglage SEC/DIV qui donne l'échelle du graticule. Calculer la fréquence correspondante et la comparer à celle indiquée sur le cadran FREQUENCY du générateur de fonctions.

11. Utiliser la commande FUNCTION du générateur de fonctions pour sélectionner une onde carrée et répéter les étapes précédentes.

12. Utiliser la commande FUNCTION du générateur de fonctions pour sélectionner une onde triangulaire et répéter les étapes précédentes.

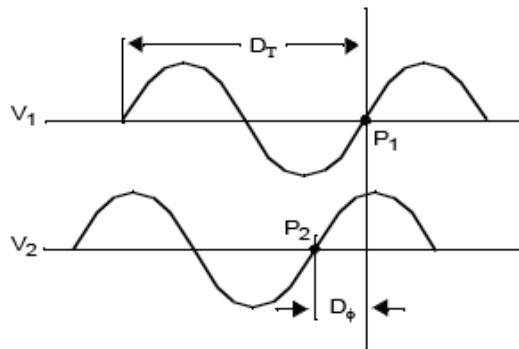
## 1.8 Expérience B – Mesure de phase

---

Considérons deux formes d'onde sinusoïdales qui ne sont pas synchronisées (dans le domaine temps) tel que montré dans la figure 3.

$$v_1 = V_1 \cos(\omega t) \quad \text{et} \quad v_2 = V_2 \cos(\omega t + \phi)$$

où  $\omega = 2\pi f$  et où  $\phi$  représente la différence de phase qui correspond au décalage de temps entre les deux ondes.



**FIGURE 3 :** Deux signaux sinusoïdaux déphasés.

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

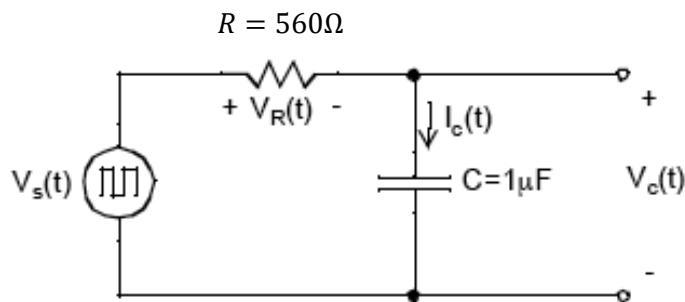
Afin de mesurer la phase  $\phi$ , nous pouvons suivre la procédure suivante. En utilisant un oscilloscope, appliquer les signaux  $v_1$  et  $v_2$  aux entrées YA et YB. Ajuster les deux images à la même base de temps. Soient  $D\phi$  et  $D_T$  les distances mesurées sur l'écran de l'oscilloscope tel qu'illustré dans la figure 2. Nous avons alors :

$$\phi_o = 360^\circ \left| \frac{D\phi}{D_T} \right|$$

Si P2 est à la gauche de P1, la phase de  $v_2$  est positive par rapport à  $v_1$ , c'est à dire  $\phi = +\phi_0$ . Sinon, la phase est négative, c'est à dire  $\phi = -\phi_0$ .

#### QUESTIONS PRÉPARATOIRES B :

1. Construire dans Simulink le circuit RC de la figure 4 où C est une capacité. Ajouter un oscilloscope (scope) avec deux entrées : une attachée aux bornes de la source ( $V_s$ ) et l'autre attachée aux bornes de la capacitance ( $V_c$ ).
2. Utiliser une onde carrée d'amplitude pic de 1 V (c'est à dire avec une valeur minimale de 0 V) pour  $V_s(t)$ . Régler la fréquence à 100 Hz.
3. Sauvegarder une capture d'écran de Simulink qui montre le circuit.
4. Sauvegarder une capture d'écran de Simulink qui montre la sortie de l'oscilloscope.



**FIGURE 4 :** Circuit RC pour la mesure de phase

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

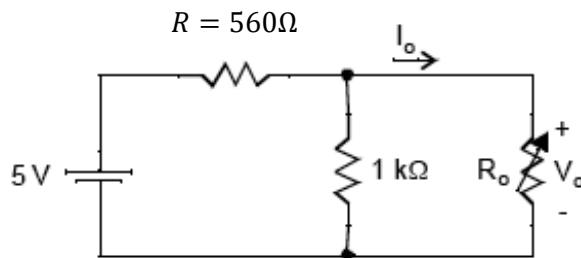
### ÉTAPES DE L'EXPÉRIENCE B :

1. Construire le circuit RC de la figure 4. Utiliser une onde carrée d'amplitude pic de 1 V (c'est à dire avec une valeur minimale de 0 V) pour  $V_s(t)$ . Régler la fréquence à 100 Hz.
2. Obtenir les deux tracés  $V_s(t)$  et  $V_c(t)$  simultanément sur l'écran de l'oscilloscope. Observer ensuite la différence de phase.
3. Mesurer la différence de phase en appliquant la procédure décrite ci-dessus.

### **1.9 Expérience C – Théorème de superposition**

---

#### QUESTIONS PRÉPARATOIRES C :



**FIGURE 5 :** Circuit pour le théorème de superposition.

1. Déterminer la valeur de  $R_o$  de la figure 5 afin d'obtenir un  $V_o = 2.1$  V
2. Sur le circuit de la figure 5, calculer la tension  $V_o$ , le courant  $I_o$  ainsi que les tensions et les courants des résistances de  $560 \Omega$  et de  $1 k\Omega$ .
3. Remplacer la source de 5 V par une source de 10 V.
4. Calculer les tensions et les courants des résistances de  $560 \Omega$  et de  $1 k\Omega$ . Comparer ces valeurs aux valeurs obtenues avec la source de 5 V.
5. Ajouter une autre source de 5 V en série avec celle de 10 V.
6. Calculer les tensions et les courants des résistances de  $560 \Omega$  et de  $1 k\Omega$ . Comparer ces valeurs aux valeurs obtenues avec la source de 5 V puis avec celles obtenues avec la source de 10 V.

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

## 7. Simulations

- a. Construire dans Simulink le circuit de la figure 5 avec la valeur de  $R_0$  calculée précédemment.
- b. Utiliser un voltmètre et un ampèremètre pour mesurer  $V_0$  et  $I_0$  respectivement pour une source de 5 V.
- c. Mesurer  $V_0$  et  $I_0$  pour une source de 10 V.
- d. Ajouter une source de 5 V en série avec la source de 10 V.
- e. Sauvegardez une capture d'écran de Simulink montrant ce dernier circuit (deux sources en série) avec les valeurs de  $V_0$  et  $I_0$  affichées.

### ÉTAPES DE L'EXPÉRIENCE C :

1. Sur le circuit de la figure 5, mesurer la tension  $V_o$ , le courant  $I_o$  ainsi que les tensions et les courants des résistances de  $560 \Omega$  et de  $1 k\Omega$ .
2. Remplacer la source de 5 V par une source de 10 V.
3. Mesurer les tensions et les courants des résistances de  $560 \Omega$  et de  $1 k\Omega$ . Comparer ces valeurs aux valeurs obtenues avec la source de 5 V.
4. Ajouter une autre source de 5 V en série avec celle de 10 V.
5. Mesurer les tensions et les courants des résistances de  $560 \Omega$  et de  $1 k\Omega$ . Comparer ces valeurs aux valeurs obtenues avec la source de 5 V puis avec celles obtenues avec la source de 10 V.
6. Trouver un rapport entre ces dernières valeurs et les valeurs obtenues lorsque les sources de 5 V et 10 V étaient appliqués individuellement. Conclure.

## 1.10 Rapport

---

Outre vos réponses aux questions spécifiques ci-dessus, le rapport de laboratoire doit inclure :

- Les calculs et résultats des questions de préparation.

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

- Toutes les sauvegardes d'écran.
- Les fichiers Simulink (à nommer sous le format Grp\_xx\_Lab\_1\_Experience\_y) où « xx » représente le numéro de votre groupe de laboratoire et « y » l'indicatif de l'expérience (A, B1, B2, C1, C2, ...)

---

*Le matériel que vous recevez pour ce cours est protégé par le droit d'auteur et ne devrait être utilisé que dans le cadre de ce même cours. Vous n'avez pas la permission de télécharger ce matériel de cours vers d'autres sites Web. Cela inclut tout enregistrement de cours que vous pourriez détenir. Si vous désirez des clarifications, veuillez s'il vous plaît consulter votre professeur.*

**École de science informatique et de génie électrique**  
**Université d'Ottawa**

**ELG-2538**

**Théorie des circuits I**

***Rapport de laboratoire № 2***

***L'OSCILLOSCOPE ET LES THÉORÈMES DE CIRCUITS***

Présenté au:

Par:

Membres de l'équipe:

Nom – Prénom(s) :	Nº d'étudiant :

Date: \_\_\_\_\_

## **Attestation d'éthique personnelle relative aux travaux scolaires**

### **Travail de groupe**

Nous remettons ce travail et nous attestons que nous avons suivi toutes les règles de citations et de références bibliographiques pertinentes en vigueur à l'Université d'Ottawa,  
<https://www.uottawa.ca/vice-recteur-etudes/integrite-etudes>. Nous attestons que le travail est conforme aux règlements sur la fraude scolaire de l'université d'Ottawa. Nous comprenons que ce travail ne sera pas accepté ou corrigé s'il est remis sans les signatures de tous les membres du groupe.

---

Nom, lettres majuscules

---

Numéro d'étudiant

---

Signature

---

Date

---

Nom, lettres majuscules

---

Numéro d'étudiant

---

Signature

---

Date

---

Nom, lettres majuscules

---

Numéro d'étudiant

---

Signature

---

Date

## Répartition des tâches dans un travail de groupe

### **A COMPLÉTER AU FUR ET A MESURE DU DÉROULEMENT DES LABORATOIRES**

Il est vital que les partenaires d'un groupe de laboratoire se répartissent équitablement les tâches inhérentes à la finalisation d'un travail de laboratoire.

Chaque membre du groupe doit donc participer à **toutes** les parties du laboratoire (pré-lab, travail dans le laboratoire et rapport de laboratoire). Une participation minimale de **25 %** à chaque partie du laboratoire est obligatoire. Dans le cas contraire, une note de zéro sera attribuée à l'étudiant dans la partie en question.

		Tâches	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4
Étudiant(e) # 1	Nom :	Préparation	%	%	%	%
		Travail en laboratoire	%	%	%	%
	ID :	Rapport de laboratoire	%	%	%	%
		<i>Signature</i>				

		Tâches	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4
Étudiant(e) # 2	Nom :	Préparation	%	%	%	%
		Travail en laboratoire	%	%	%	%
	ID :	Rapport de laboratoire	%	%	%	%
		<i>Signature</i>				

		Tâches	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4
Étudiant(e) # 3	Nom :	Préparation	%	%	%	%
		Travail en laboratoire	%	%	%	%
	ID :	Rapport de laboratoire	%	%	%	%
		<i>Signature</i>				