

Étude du comportement expérimental d'un circuit à courant alternatif avec résistance, condensateur et inductance linéaires

Travaux pratiques génie électricité GIM 1 R1.04

Rong ZHOU Théo CUNY

11 décembre 2025

Introduction

Dans cette expérience, nous visons à étudier le comportement d'un circuit à courant alternatif linéaire avec des composants comprenant des résistances, des condensateurs et des inductances.

0.1 Partie 1 : étude du déphasage causé par un seul composant électrique

Dans cette partie, nous connectons notre composant d'intérêt à une source de tension sinusoïdale d'une fréquence de 100 Hz avec une résistance auxiliaire, comme montré dans la Figure 1.

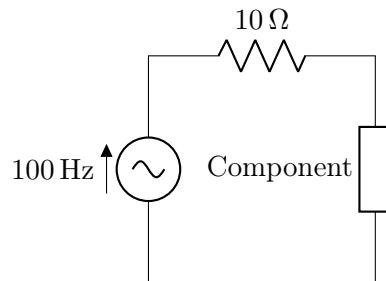


FIGURE 1 – Connexion du composant avec une source de tension sinusoïdale et une résistance auxiliaire

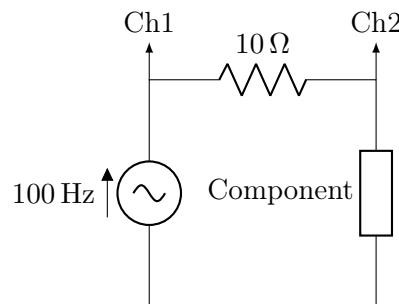


FIGURE 2 – Connexion de l'oscilloscope : Canal 1 à la source de tension, Canal 2 à la résistance auxiliaire

Puisqu'une résistance ne provoque aucun déphasage, le déphasage entre la tension U et le courant I du circuit est égal au déphasage entre la tension source U et la tension aux bornes de la résistance U_R .

L'oscilloscope mesure le décalage temporel Δt , à partir duquel nous pouvons calculer mathématiquement le déphasage $\Delta\phi$ avec la formule

$$\Delta\phi = \frac{2\pi \Delta t}{T},$$

où T est la période de la source de tension alternative.

0.1.1 1.1 : Étude du déphasage causé par une seule résistance

Dans cette partie, nous utilisons une résistance auxiliaire de 10Ω et la résistance testée de 100Ω (Figure 3).

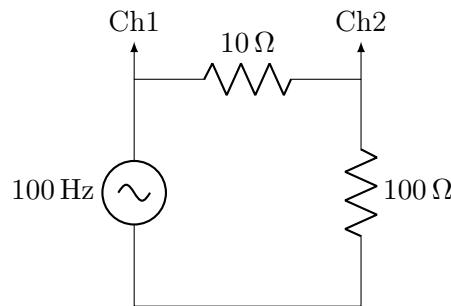


FIGURE 3 – Circuit avec source sinusoïdale, résistance auxiliaire et résistance de 100Ω

Nous avons observé un décalage temporel nul pour le canal 1 par rapport au canal 2, d'où nous déduisons un déphasage nul, en correspondance avec les attentes théoriques.

0.1.2 1.2 : Étude du déphasage causé par une seule inductance

1.2.1 : Détermination expérimentale

Dans cette partie, nous utilisons une résistance auxiliaire de 100Ω avec une inductance de 1H (Figure 5).

Nous observons un décalage temporel positif de $\Delta t = 2.5\text{ ms}$ pour le canal 1 par rapport au canal 2, d'où nous déduisons un déphasage positif

$$\Delta\phi = \frac{2\pi \Delta t}{T} = \frac{\pi}{2},$$

en correspondance avec les attentes théoriques pour une inductance idéale à cette fréquence.

1.2.2 : Considération des variables non pertinentes

Nous sommes conscients que la résistance de la résistance auxiliaire et la fréquence de la source de tension alternative peuvent avoir un impact sur nos résultats. Nous les avons donc variées pour étudier l'effet.

Avec $f = 100\text{ Hz}$:

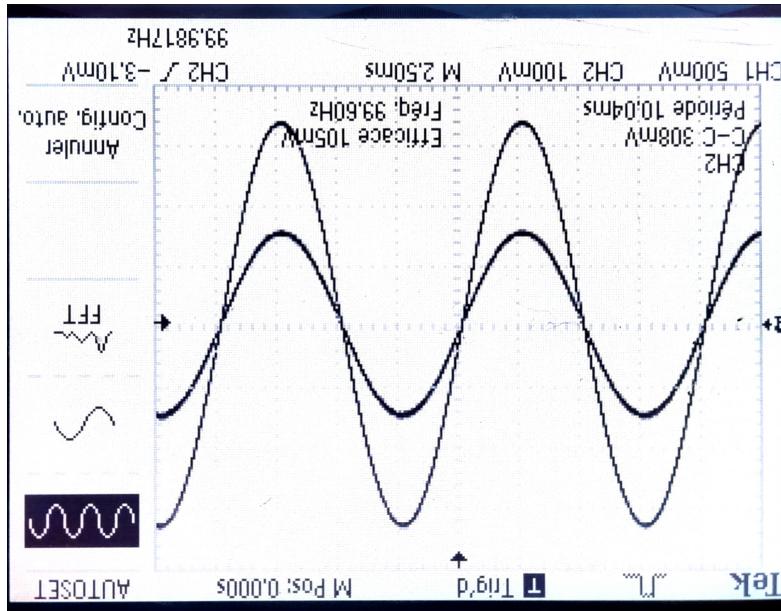


FIGURE 4 – Sortie de l’oscilloscope montrant un déphasage nul pour le circuit avec résistance

R_{aux} (Ω)	100	500	1000
Décalage temporel expérimental (ms)	2.25	1.5	1
Déphasage déduit	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{3\pi}{10}$	$\frac{\pi}{5}$

Lorsque la valeur de R_{aux} augmente, le déphasage mesuré diminue. De cela nous pouvons conclure qu’une résistance supplémentaire en série modifiera le comportement du circuit. Il est donc dans l’intérêt de la précision expérimentale de prendre une petite R_{aux} . Avec $R_{aux} = 1000 \Omega$, en variant la fréquence :

f (Hz)	100	75	10
Δt (ms)	2.25	3.75	10
Déphasage déduit	0.5π	0.56π	0.1π

Lorsque la valeur de f augmente, le déphasage mesuré varie, ce qui contredit l’attente théorique simple. Nous concluons donc que la fréquence aura un impact sur la précision de notre mesure. Il est donc préférable de prendre une f raisonnablement grande, telle que 100 Hz, pour la précision expérimentale.

0.1.3 1.3 : Étude du déphasage causé par un seul condensateur

1.3.1 : Détermination expérimentale

Dans cette partie, nous utilisons une résistance auxiliaire de 100Ω avec un condensateur de $1 \mu F$ (Figure 7).

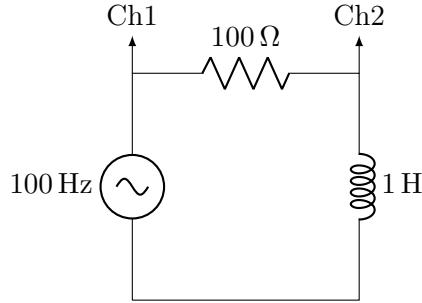


FIGURE 5 – Circuit avec source sinusoïdale, résistance auxiliaire et inductance de 1 H

Nous observons un déphasage négatif pour le condensateur. Expérimentalement, un décalage temporel de $\Delta t = 1.5 \text{ ms}$ (signe dépendant de la référence du canal) correspond à une amplitude de déphasage de $\frac{3\pi}{10}$, en correspondance partielle avec les attentes théoriques pour un condensateur idéal à cette fréquence. La différence entre l'observation expérimentale et les attentes théoriques peut être expliquée par des imprécisions expérimentales et des imperfections dans les équipements utilisés, telles qu'une résistance importante dans le circuit.

1.3.2 : Considération des variables non pertinentes

Similaire à la section 1.2.2, nous considérons les variables non pertinentes R_{aux} et f :
Avec $f = 100 \text{ Hz}$:

$R_{\text{aux}} (\Omega)$	100	500	1000
Décalage temporel expérimental (ms)	-2.5	-2.2	-1.6
Déphasage déduit	$-\frac{\pi}{2}$	-0.44π	-0.32π

Lorsque la valeur de R_{aux} augmente, l'amplitude du déphasage mesuré diminue. Il est donc préférable de prendre une petite R_{aux} pour une meilleure précision.

Avec $R_{\text{aux}} = 1000 \Omega$, en variant la fréquence :

$f (\text{Hz})$	100	75	10
$\Delta t (\text{ms})$	2.25	3.75	10
Déphasage déduit	0.5π	0.56π	0.1π

Encore une fois, la fréquence impacte le déphasage mesuré ; choisissez une fréquence suffisamment grande et stable pour les mesures (par exemple 100 Hz).

0.2 Partie 2 : étude d'un circuit RLC en série sous tension sinusoïdale

0.2.1 2.1 Montage expérimental

Dans cette partie, nous connectons une source de tension sinusoïdale d'une fréquence de 100 Hz avec une résistance de 20Ω , une inductance de 0.2 H et un condensateur de

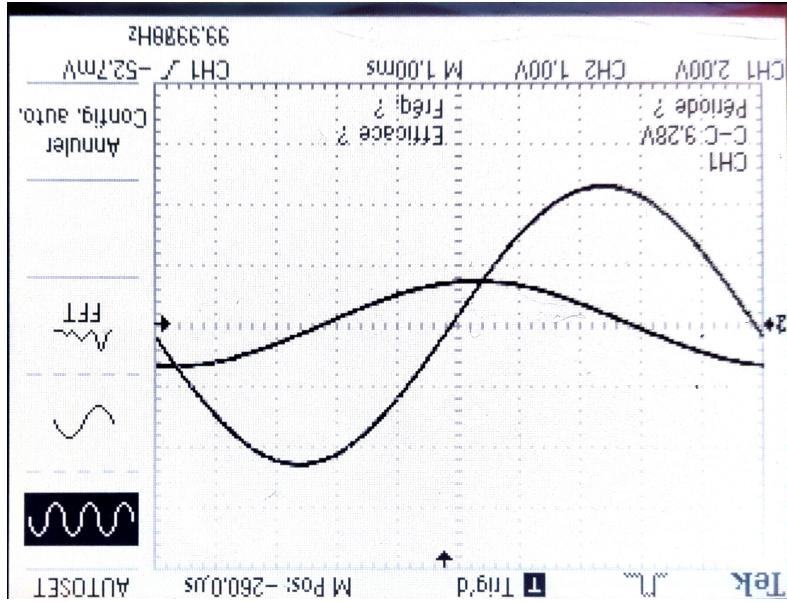


FIGURE 6 – Sortie de l’oscilloscope montrant un déphasage positif pour le circuit avec inductance

$3 \mu\text{F}$ en série. Le canal 1 de l’oscilloscope est connecté à la résistance, et le canal 2 à la source de tension (Figure 9).

0.2.2 2.2 Observations

Tensions efficaces De l’oscilloscope nous lisons les tensions efficaces U de 21 V de la source de tension, et U_R de 7.39 V . La période est 10 ms , la fréquence est 100 Hz , ce qui se traduit par une fréquence angulaire de $\omega = 2\pi f = 200\pi \text{ rad s}^{-1}$.

Déphasage Nous observons un décalage temporel positif du canal 1 par rapport au canal 2 de $\Delta t = 2.25 \text{ ms}$, d’où nous déduisons un déphasage

$$\Delta\phi = \frac{2\pi \Delta t}{T} \approx 0.45\pi.$$

Modélisation Si nous modélisons $U(t) = U_m \cos(\omega t)$, puisque $I_m = \frac{U_{Rm}}{R}$, donc

$$I(t) = I_m \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = I_m \sin(\omega t) = \frac{U_{Rm}}{R} \sin(\omega t).$$

De U_R , nous utilisons la loi d’Ohm $I = \frac{U_R}{R}$ pour calculer le courant efficace

$$I_{\text{eff}} = \frac{7.39}{20} = 0.3695 \text{ A} \approx 369.5 \text{ mA}.$$

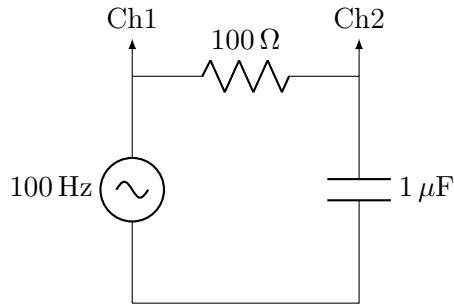


FIGURE 7 – Circuit avec source sinusoïdale, résistance auxiliaire et condensateur de $1 \mu\text{F}$

Remarques Avec un déphasage $\Delta\phi \approx 0.45\pi$, ce circuit se comporte de manière similaire à un circuit principalement inductif, malgré la présence d'une résistance et d'un condensateur.

Conclusion

Dans cette expérience, nous avons pu vérifier partiellement expérimentalement les déphasages produits par une inductance et un condensateur dans un circuit CA (approximativement $+\frac{\pi}{2}$ et $-\frac{\pi}{2}$ respectivement pour des composants idéaux). Nous avons également étudié un circuit RLC en série pour observer l'effet combiné de plusieurs composants ; les contributions de phase se combinent et le déphasage résultant dépend des magnitudes relatives des impédances plutôt que d'une simple somme arithmétique.

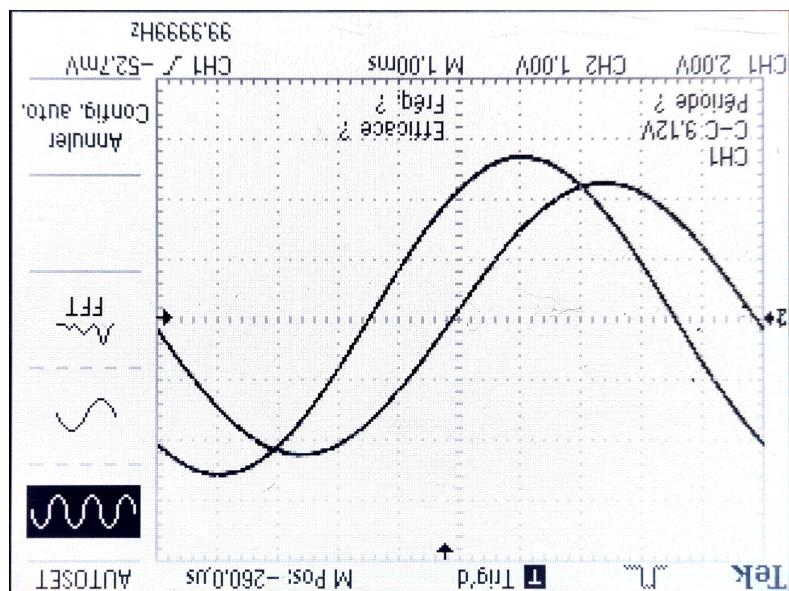


FIGURE 8 – Sortie de l’oscilloscope montrant un déphasage négatif pour le circuit avec condensateur

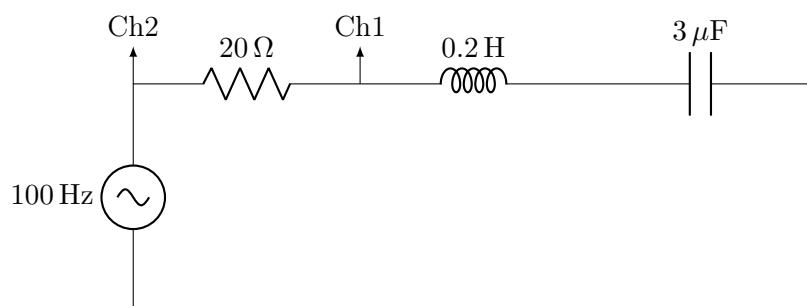


FIGURE 9 – Circuit RLC en série avec source sinusoïdale, résistance, inductance, condensateur et connexions de l’oscilloscope

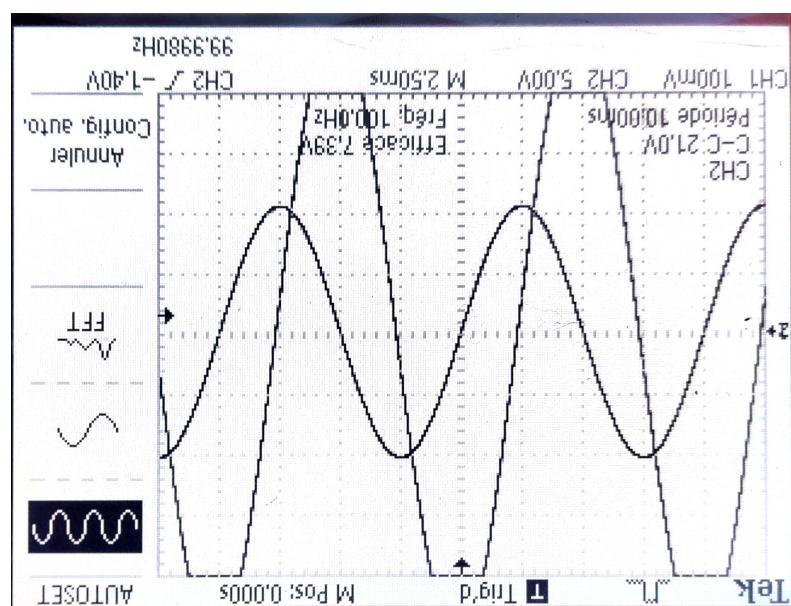


FIGURE 10 – Sortie de l'oscilloscope pour le circuit RLC en série