

EXERCICES

- Détermination de la résistance en courant alternatif sur des circuits série ou parallèles à résistance capacitive et inductive en fonction de la fréquence.
- Détermination de la fréquence de résonance en fonction de l'inductance et de la capacité.
- Observation de la modification du déphasage entre le courant et la tension avec une fréquence de résonance.

OBJECTIF

Détermination de la résistance en courant alternatif dans un circuit électrique à résistance inductive et capacitive

RESUME

Les circuits en courant alternatif à résistances inductives et capacitives présentent un comportement de résonance. Avec la fréquence de résonance, la résistance du circuit série à résistance inductive et capacitive devient nulle, la résistance du circuit parallèle en revanche devient infiniment grande. Au cours de l'expérience, nous allons l'étudier avec un oscilloscope, un générateur de fonctions fournissant des tensions alternatives entre 50 et 20 000 Hz.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Plaque de connexion des composants	1012902
1	Condensateur 1 μ F, 100 V, P2W19	1012955
1	Condensateur 4,7 μ F, 63 V, P2W19	1012946
1	Bobine S à 600 spires	1001000
1	Bobine S à 1200 spires	1001002
1	Résistance 10 Ω , 2 W, P2W19	1012904
1	Générateur de fonctions FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957 ou
1	Générateur de fonctions FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	Oscilloscope USB 2x50 MHz	1017264
2	Cordon HF, BNC / douille 4 mm	1002748
1	Jeu de 15 cordons à reprise arrière, 75 cm, 1 mm ²	1002840

GENERALITES

Les résistances inductives dans les circuits à courant alternatif augmentent au fur et à mesure que la fréquence du courant alternatif augmente, tandis que les résistances capacitives diminuent. Aussi les circuits série ou parallèle à résistances capacitives et inductives présentent-ils un comportement de résonance. On parle de circuits oscillants, parce que le courant et la tension oscille entre la capacité et l'inductance. Une résistance ohmique supplémentaire atténue cette oscillation.

2

Pour calculer les circuits série ou parallèles, pour des raisons de facilité, on assigne à une inductance L la résistance complexe

$$(1) \quad X_L = i \cdot 2\pi \cdot f \cdot L$$

f : fréquence du courant alternatif

et à une capacité C la résistance complexe

$$(2) \quad X_C = \frac{1}{i \cdot 2\pi \cdot f \cdot C}$$

Pour la résistance totale d'un circuit série sans résistance ohmique, on a

$$(3) \quad Z_S = i \cdot \left(2\pi \cdot f \cdot L - \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \right),$$

tandis que le circuit parallèle se calcule de la manière suivante :

$$(4) \quad \frac{1}{Z_P} = -i \cdot \left(\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot L} - 2\pi \cdot f \cdot C \right)$$

Avec la fréquence de résonance,

$$(5) \quad f_r = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

la résistance Z_S disparaît du circuit série de résistance inductive et capacitive ; c'est-à-dire que les tensions individuelles sont égales et de sens opposés. En revanche, la valeur de la résistance Z_P du circuit parallèle devient infiniment grande, c'est-à-dire que les courants individuels sont égaux et de sens opposés. De plus, avec la fréquence de résonance, le déphasage entre le courant et la tension change de signe.

Au cours de l'expérience, des circuits oscillants sont montés en circuits série ou parallèle de capacité et d'inductance. Un générateur de fonctions sert de source de tension avec une fréquence et une amplitude réglables. Un oscilloscope permet de mesurer le courant et la tension en fonction de la fréquence réglée. La tension U et le courant I sont représentés sur un oscilloscope, I étant la chute de tension sur une petite résistance de travail.

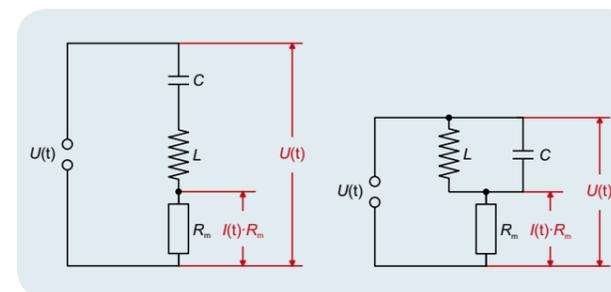


Fig. 1 Agencement de la mesure pour circuit série

Fig. 2 Agencement de la mesure pour circuit parallèle

EVALUATION

Sur l'oscilloscope, on lit pour chaque fréquence f le déphasage ϕ ainsi que les amplitudes I_0 et U_0 . On s'en sert pour calculer la valeur de la résistance totale $Z_0 = \frac{U_0}{I_0}$.

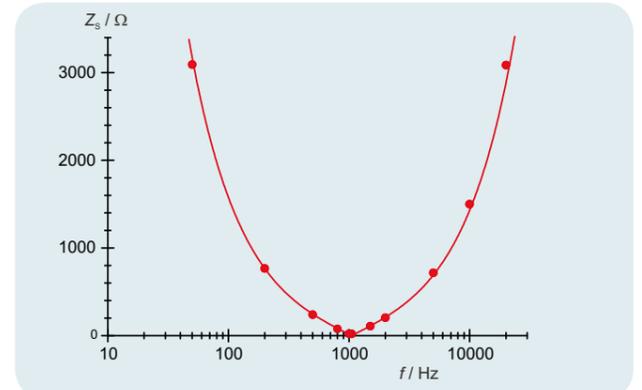


Fig. 3 Résistance de courant alternatif du circuit série en fonction de la fréquence

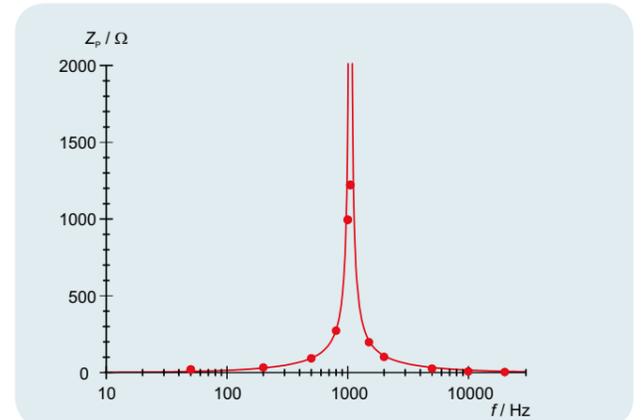


Fig. 4 Résistance de courant alternatif du circuit parallèle en fonction de la fréquence

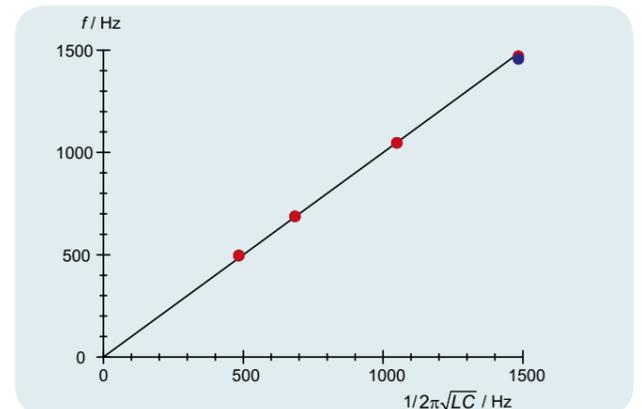


Fig. 5 Comparaison entre la fréquence de résonance mesurée et calculée pour un circuit série (rouge) et un circuit parallèle (bleu)