

EXERCICES

- Déterminer l'amplitude et la différence de phase de la résistance totale en fonction de la fréquence dans un montage en série.
- Déterminer l'amplitude et la différence de phase de la résistance totale en fonction de la fréquence dans un montage en parallèle.

OBJECTIF

Déterminer la valeur de la résistance (impédance) dans un circuit comportant des charges capacitatives et résistives

RESUME

Dans les circuits à courant alternatif, il faut considérer non seulement les résistances ohmiques, mais également les résistances induites par les charges capacitatives. Ces deux types de résistances peuvent être combinées et montées dans un circuit en série ou en parallèle. C'est de cela que dépendront à la fois les amplitudes et le déphasage du courant par rapport à la tension. Dans l'expérience, ces deux grandeurs sont mesurées à l'aide d'un oscilloscope et d'un générateur de fonctions fournissant des tensions alternatives avec des fréquences comprises entre 50 et 2000 Hz.

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Plaque de connexion des composants	1012902
1	Résistance 1 Ω, 2 W, P2W19	1012903
1	Résistance 100 Ω, 2 W, P2W19	1012910
1	Condensateur 10 μF, 35 V, P2W19	1012957
1	Condensateur 1 μF, 100 V, P2W19	1012955
1	Condensateur 0,1 μF, 100 V, P2W19	1012953
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

Dans les circuits à courant alternatif, il est fréquent d'utiliser des nombres complexes (résistances non ohmiques ou impédance) pour décrire la résistance dans un circuit comportant des charges capacitatives, car cela facilite le calcul. En effet, il s'agit d'une part de mesurer respectivement l'amplitude du courant et de la tension, mais aussi de considérer les relations de phase entre ces deux grandeurs. De cette façon, les montages en série et en parallèle de résistances capacitatives et ohmiques se laissent très facilement expliquer. La tension et le courant sont également considérés comme des grandeurs complexes, dont les parties réelles peuvent respectivement être mesurées.



La réactance capacitive complexe d'un condensateur de capacité C dans un circuit à courant alternatif de fréquence f s'écrit :

$$(1) \quad X_c = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C},$$

avec $\omega = 2\pi \cdot f$

Par conséquent, la résistance totale du montage en série du condensateur avec une résistance ohmique R s'exprime comme suit :

$$(2) \quad Z_s = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C} + R,$$

tandis que dans un montage en parallèle, la résistance totale est de :

$$(3) \quad Z_p = \frac{1}{i \cdot \omega \cdot C + \frac{1}{R}}$$

Selon la formule couramment employée

$$(4) \quad Z = Z_0 \cdot \exp(i \cdot \varphi)$$

on en déduit

$$(5) \quad Z_s = \frac{\sqrt{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2}}{\omega \cdot C} \cdot \exp(i \cdot \varphi_s)$$

avec $\tan \varphi_s = -\frac{1}{\omega \cdot C \cdot R}$

et

$$(6) \quad Z_p = \frac{R}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2}} \cdot \exp(i \cdot \varphi_p)$$

avec $\tan \varphi_p = -\omega \cdot C \cdot R.$

Dans l'expérience, un générateur de fonctions fournit des tensions alternatives avec des fréquences réglables entre 50 et 2000 Hz. La tension U et le courant d'intensité I sont représentés sur un oscilloscope, où I correspond à la chute de la tension à travers une petite résistance dynamique. Pour les parties réelles de la tension aux bornes de la résistance Z respective, on a donc :

$$(7) \quad U = U_0 \cdot \exp(i \cdot \omega \cdot t)$$

et pour le courant créé : $I = \frac{U_0}{Z_0} \cdot \exp(i \cdot (\omega \cdot t - \varphi))$

$$(8) \quad = I_0 \cdot \exp(i \cdot (\omega \cdot t - \varphi))$$

Sur l'oscilloscope, on relève les valeurs d'amplitude I_0 et U_0 ainsi que le déphasage φ .

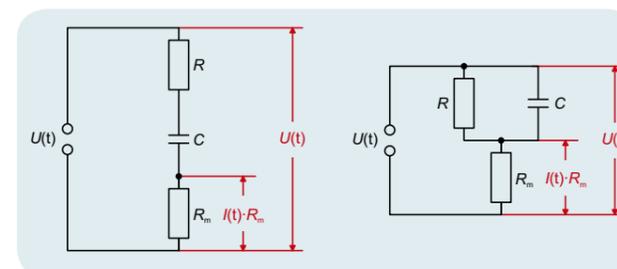


Fig. 1 Dispositif de mesure pour un circuit en série

Fig. 2 Dispositif de mesure dans un circuit en parallèle

EVALUATION

La valeur de la résistance totale (impédance) $Z_0 = \frac{U_0}{I_0}$ est représentée en fonction de la fréquence f ou de la charge capacitive $X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$. Dans les circuits à petites fréquences, la résistance du montage en série correspond à la valeur de la charge (impédance) capacitive et celle du montage en parallèle à la valeur de la résistance ohmique. Le déphasage se situe entre 0° et -90° et il est de -45° lorsque les valeurs de résistance ohmique et inductive sont identiques.

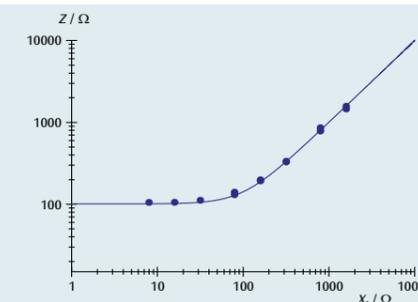


Fig. 3 Résistance totale (impédance) dans un circuit en série

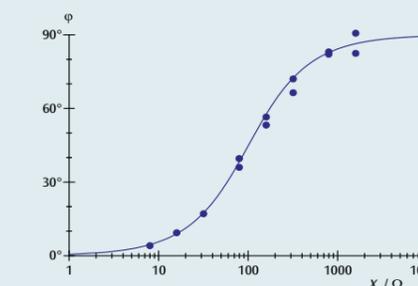


Fig. 4 Déphasage dans un circuit en série

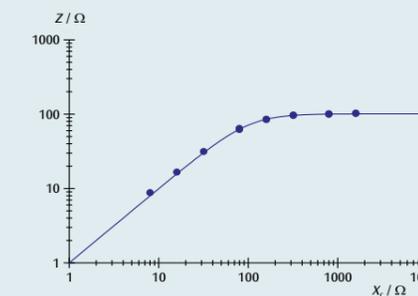


Fig. 5 Résistance totale (impédance) dans un circuit en parallèle

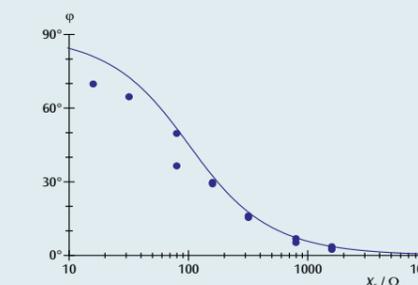


Fig. 6 Déphasage dans un circuit en parallèle