

L'objectif est de mesurer les impédances complexes de différents dipôles en régime sinusoïdal forcé et d'en déduire leurs caractéristiques réelles.

Matériel mis à disposition

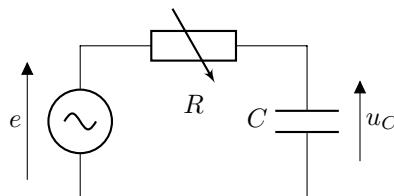
GBF
 Oscilloscope
 Boîte de résistances
 Condensateur « 47 nF »
 Bobine à 1000 spires environ

Partie A. Méthode du diviseur de tension

Dans le TP P02, nous avons utilisé une méthode utilisant un diviseur de tension pour mesurer la résistance de sortie d'un GBF en régime continu. Cette même méthode peut être utilisée pour mesurer des impédances complexes simples, comme celle d'une inductance ou d'une capacité.

A.1) Capacité d'un condensateur

Soit le circuit suivant, contenant un condensateur de capacité inconnue et une résistance variable.



(*) Exprimer le rapport des représentations complexes $\frac{u_C}{e}$ en fonction de R , C et ω .

(*) Quelle est alors la relation entre R , C et ω lorsque le rapport des amplitudes réelles vérifie $\frac{U_{Cm}}{E_m} = \frac{1}{2}$? Que vaut le déphasage $\Delta\varphi_{u_C/e}$ dans cette situation?

Réaliser le montage avec une boîte à décades comme résistance variable et un GBF en mode sinusoïdal de fréquence $f = 5 \text{ kHz}$ comme source de tension. Ajouter les branchements permettant de visualiser les tensions e et u_C à l'oscilloscope.

Afficher les amplitudes de ces deux tensions à l'aide des outils de mesures automatiques. Aligner les traces verticalement. Montrer au professeur pour validation.

Note : dans le menu « Acquisition » de l'oscilloscope, choisir « Normal ».

Faire varier la résistance R jusqu'à obtenir $\frac{U_{Cm}}{E_m} = \frac{1}{2}$. En déduire la valeur de C .

Mesurer le décalage temporel entre les signaux en utilisant les curseurs. En déduire le déphasage de u_C par rapport à e . Est-il conforme au résultat attendu?

A.2) Inductance d'une bobine

Une bobine réelle est modélisée par l'association en série d'une inductance L et d'une résistance r , son impédance complexe vaut $\underline{Z} = R + Lj\omega$. À haute fréquence, on peut négliger la contribution de la résistance devant celle de l'inductance, tout se passe comme si la bobine se résumait à son inductance.

(*) Pour les bobines dont on dispose, L est de l'ordre de 50 mH et r de l'ordre de 10Ω . Justifier qu'à une fréquence $f = 5 \text{ kHz}$, la bobine se comporte comme une inductance.

(*) Exprimer le rapport des représentations complexes $\frac{u_L}{e}$ en fonction de R , L et ω . En déduire le rapport des amplitudes réelles ainsi que le déphasage de u_L par rapport à e .

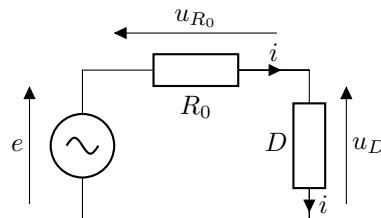
(*) Quelle est alors la relation entre R , L et ω lorsque le rapport des amplitudes réelles vérifie $\frac{U_{Lm}}{E_m} = \frac{1}{2}$? Que vaut le déphasage dans cette situation?

Remplacer dans le montage précédent le condensateur par la bobine et effectuer les mesures permettant de déterminer l'inductance de la bobine.

Partie B. Mesure directe de l'impédance complexe d'un dipôle quelconque

B.1) Principe

Soit un dipôle D d'impédance complexe \underline{Z} . On le place dans le circuit suivant, où R_0 est une résistance fixe :



Par définition, $\underline{Z} = \frac{u_D}{i}$. En mesurant simultanément u_D et $u_{R_0} = R_0 i$ on peut alors accéder à l'impédance.

- Donner l'expression du module $|\underline{Z}|$ en fonction des amplitudes de ces tensions, et de l'argument $\arg(\underline{Z})$ en fonction du déphasage.
- Quel problème expérimental lié à la masse rencontre-t-on si l'on souhaite faire la mesure ? Pour résoudre ce problème, l'oscilloscope est doté d'une fonction permettant de combiner les signaux mesurés sous forme d'une somme ou d'une différence par exemple (mode MATH ou M).
- Quelles tensions peut-on mesurer simultanément avec l'oscilloscope ? Quelle opération faut-il effectuer pour afficher alors u_D et u_{R_0} ?

B.2) Application à la bobine

- Réaliser le montage en prenant comme dipôle D la bobine et pour résistance $R_0 = 100 \Omega$.
- Faire les branchements à l'oscilloscope. Dans le mode MATH, choisir l'opération adéquate et afficher les tensions u_D et u_{R_0} .
- Effectuer une dizaine de mesures d'amplitudes et de déphasages (avec des mesures automatiques), pour des fréquences comprises entre 10 et 200 Hz environ.
- En déduire les valeurs des parties réelle Z_r et imaginaire Z_i de l'impédance de la bobine pour ces différentes fréquences.
- Tracer les graphes de Z_r et Z_i en fonction de la fréquence. Les modéliser. Est-ce conforme aux comportements attendus ?
- En déduire les valeurs de la résistance et de l'inductance de la bobine.

B.3) Impédance d'entrée d'un oscilloscope

Pour le circuit dans lequel on le branche, tout appareil de mesure se comporte comme un dipôle ayant une impédance nommée impédance d'entrée. Pour un oscilloscope, cette impédance est modélisée par l'association en parallèle d'une résistance R_e et d'une capacité C_e .

- Exprimer l'impédance d'entrée.
- En procédant comme pour la bobine, proposer un protocole permettant de mesurer l'impédance d'entrée de l'oscilloscope. Représenter le montage, en exploitant le fait que l'oscilloscope est un dipôle comme un autre.
- Après accord du professeur, mettre en œuvre le protocole et en déduire R_e et C_e .

Note : il faut pour ce faire disposer d'une boîte de résistances avec la décade 100 kΩ.