

Sahlaoui Mohammed
 mohammed.sahlaoui@gmail.com
 Sekkal Abdessamad
 a.sekkal@epsta.dz

Premier Cycle Classe Préparatoire.
 École Supérieure en Sciences Appliquées
 de Tlemcen.

La loi d'Ohm est une relation linéaire entre la différence de potentiel et le courant électrique au borne d'une résistance. Dans un circuit électrique alimenté par une tension alternative, la notion d'impédance (Z) est une généralisation de la notion de résistance (R).

Objectif

- Vérification de la loi d'Ohm généralisée.
- Mesure d'impédance électrique.
- Déduction de l'inductance d'une bobine et de la capacité d'un condensateur.

1 Étude Théorique

Soit un dipôle électrique d'impédance Z ¹ est soumis à une tension $u_{AB}(t)$, entre ses deux bornes A et B;

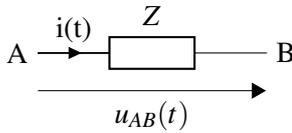


Figure 1: Dipôle électrique d'impédance Z

le dipôle sera parcouru par un courant électrique $i(t)$. La loi d'Ohm généralisée s'écrit sous la forme:

$$u_{AB}(t) = Z i(t) \tag{1}$$

Soit le circuit électrique représenté sur la figure ci-dessous:

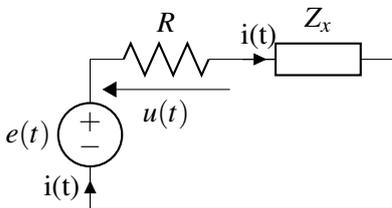


Figure 2: Circuit R.Z

Le dipôle d'impédance Z_x peut être: une résistance R , une bobine d'inductance L et résistance interne r , un condensateur de capacité C , ou une combinaisons de plusieurs

¹L'impédance électrique mesure l'opposition d'un circuit électrique au passage d'un courant variable dans le temps. La définition de l'impédance est une généralisation de la loi d'Ohm pour une tension alternatif. Le mot impédance fut inventé par Oliver Heaviside en juillet 1886. Il vient du verbe anglais to impede signifiant « retenir », « faire obstacle à » ; verbe qui dérive lui-même du latin impedire qui veut dire « entraver ». (<https://fr.wikipedia.org>)

dipôles électriques.

Considérons le circuit de la figure 2 soumis à une tension (ou la d.d.p) sinusoïdale $e(t) = E \cos(\omega t)$ ($\omega = 2\pi f$ la pulsation avec f la fréquence du signal) et $Z = R + Z_x$ l'impédance totale du circuit électrique. Nous pouvons écrire:

$$e(t) = Z i(t) \tag{2}$$

La tension $u(t)$ au bornes de la résistance R est définie par la loi d'Ohm:

$$u(t) = R i(t) \tag{3}$$

La combinaison des équations (2) et (3) nous permet de déduire l'impédance totale:

$$Z = \frac{e(t)}{u(t)} R \tag{4}$$

Nous rappelons que l'impédance est une grandeur complexe $Z = \Re(Z) + j \Im(Z)$ ². De l'équation (4) nous pouvons déduire que :

$$|Z| = \frac{e_{max}}{u_{max}} R \quad \text{et} \quad |Z| = \frac{e_{eff}}{u_{eff}} R ; \left(e_{eff} = \frac{e_{max}}{\sqrt{2}} \right) \tag{5}$$

e_{max} et e_{eff} sont les valeurs maximale et efficace. Les impédances: Z_{R_x} d'une résistance R_x , Z_L d'une bobine de résistance interne r et d'inductance L et Z_C d'un condensateur de capacité C , sont définies par les formules suivantes:

$$Z_{R_x} = R_x, \quad Z_L = r + j\omega L \quad \text{et} \quad Z_C = \frac{1}{jC\omega} \tag{6}$$

Ainsi

$$|Z_{R_x}|^2 = R_x^2, \quad |Z_L|^2 = r^2 + (\omega L)^2 \quad \text{et} \quad |Z_C|^2 = \frac{1}{(C\omega)^2} \tag{7}$$

2 Étude expérimentale

Dans ce travail, nous allons déterminer les caractéristiques d'un dipôle électrique en utilisant un oscilloscope et un multimètre.

2.1 Résistance

Réaliser le circuit électrique présenté sur la figure 3:

- Fixer la fréquence du GBF (Générateur à Basses Fréquences) à 100 Hz.
- Afficher sur l'écran les signaux des deux voies CH1 et CH2 et régler les calibres verticaux et horizontal.
- Relever les tensions crête-à-crête e_{cc} et u_{cc}

² $\Re(Z)$ la partie réelle de Z et $\Im(Z)$ sa partie imaginaire

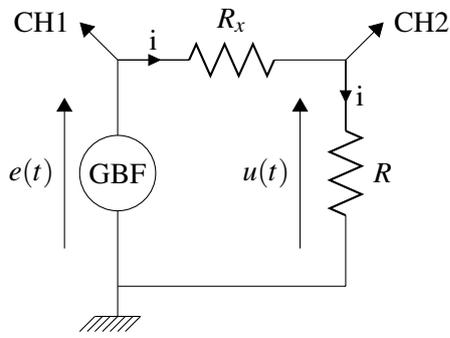


Figure 3: Circuit R.R

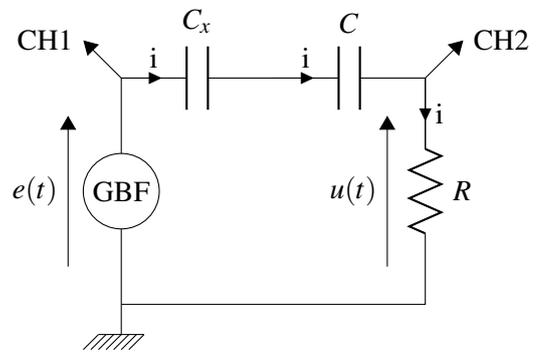


Figure 5: Circuit R.C-C

- Déduire les valeurs maximales e_{max} et u_{max} .
- Utiliser le multimètre pour mesurer les tensions e_{eff} et u_{eff} .
- Organiser les résultats obtenus dans le tableau suivant:

Oscilloscope	$R =$	$e_{max} =$	$u_{max} =$
Multimètre	$R =$	$e_{eff} =$	$u_{eff} =$

- 1 Utiliser les équations en (5) pour trouver la résistance R_x .
- 3 Changer la valeur de R et suivez les mêmes étapes précédentes, pour déterminer de nouveau la valeur de la résistance R_x .
- 4 Discuter les résultats.

2.2 Condensateur

Dans le circuit électrique présenté dans la figure 3 remplacer la résistance R_x par un condensateur de capacité C_x , c.-à-d, d'impédance Z_{C_x} . Vous obtenez le circuit présenter sur la figure 4.

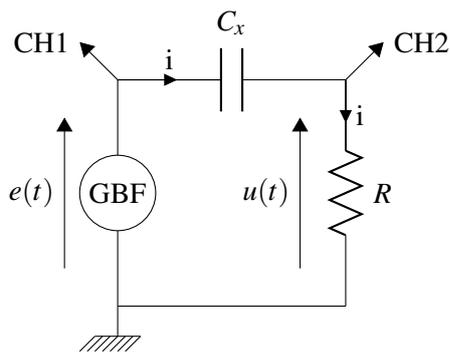


Figure 4: Circuit R.C

Suivre les mêmes étapes précédentes pour relever les tensions e_{max} , e_{eff} , u_{max} et u_{eff} . Organiser les résultats dans le tableau suivant :

Oscilloscope	$R =$	$e_{max} =$	$u_{max} =$
Multimètre	$R =$	$e_{eff} =$	$u_{eff} =$

Relever la période T du signal à partir de l'oscilloscope.

- 1 Calculer la fréquence à partir de la période et comparer le résultat avec celui donné par le GBF.

- 2 Utiliser les équations en (5) pour trouver la valeur de l'impédance $|Z_{C_x}|$.
- 3 Déterminer la valeur de la capacité C_x du condensateur.
- 5 Utiliser maintenant une autre condensateur en serie avec C_x (voir figure 5) et refaire le même travail en organisant les nouveaux résultats dans un nouveau tableau.
- 6 Trouver la valeur de la capacité équivalente C_{eq} et déduisez, de nouveau, la valeur de la capacité C_x .
- 7 comparer la nouvelle valeur C_x avec la précédente.
- 7 Discuter les résultats.

2.3 Bobine

Dans le circuit électrique présenté dans la figure 3 remplacer la résistance R_x par une bobine³ de résistance interne r et d'inductance L_x , c.-à-d, d'impédance Z_{L_x} . Vous obtenez le circuit présenter sur la figure 6.

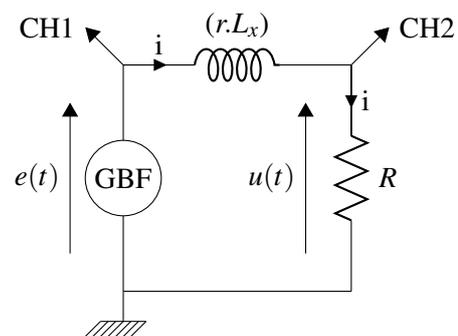


Figure 6: Circuit R.L

Suivre les mêmes étapes précédentes pour relever les tensions e_{max} , e_{eff} , u_{max} et u_{eff} . Organiser les résultats dans le tableau suivant :

Oscilloscope	$R =$	$e_{max} =$	$u_{max} =$
Multimètre	$R =$	$e_{eff} =$	$u_{eff} =$

Relever la période T du signal à partir de l'oscilloscope.

³Une bobine, solénoïde, auto-inductance ou quelquefois self (par anglicisme). Une bobine est constituée d'un enroulement de fil conducteur éventuellement autour d'un noyau en matériau ferromagnétique qui peut être un assemblage de feuilles de tôle ou un bloc de ferrite. Les physiciens et ingénieurs français l'appellent souvent par synecdoque « inductance », ce terme désignant la propriété caractéristique de la bobine, qui est son opposition à la variation du courant dans ses spires. (<https://fr.wikipedia.org/>)

- 1 Calculer la fréquence à partir de la période et comparer le résultat avec celui donné par le GBF.
- 2 Utiliser les équations en (5) pour trouver la valeur de l'impédance $|Z_L|$.
- 3 Trouver la valeur de l'inductance L_x .
- 5 Introduire le noyau de fer a l'intérieur de la bobine et refaire les mêmes mesures en organisant les nouveaux résultats dans un nouveau tableau.
- 6 Trouver la nouvelle valeur de l'inductance L_x
- 7 Discuter les résultats.

3 Conclusion

A partir des discussions des résultats donner une conclusion sur la loi d'Ohm et les impédances.

"Si vous voulez trouver les secrets de l'univers, pensez en termes d'énergie, de fréquence, d'information et de vibration." NIKOLA TESLA