

Chapitre 4 : Impédances

Prérequis

- Chapitres d'électrocinétique

Mots-clés

impédance complexe, pont diviseur de tension



PLAN DU COURS

A

Notion d'impédance

- A.1** Définitions
- A.2** Impédance des dipôles passifs usuels
- A.3** Générateurs de Thévenin en RSF

B

Règles d'associations

- B.1** Association en série
- B.2** Association en parallèle

C

Pont diviseur de tension

- C.1** Formule du pont diviseur de tension
- C.2** Exemples



LES SAVOIRS ET LES SAVOIR-FAIRE



CAPACITÉS EXIGIBLES

- ★ Établir et connaître l'impédance d'une résistance, d'un condensateur, d'une bobine.
- ★ Remplacer une association série ou parallèle de deux impédances par une impédance équivalente.

A Notion d'impédance

A.1 Définitions

1. Définir l'impédance complexe d'un dipôle, ainsi que son admittance complexe.
2. Exprimer le module de l'impédance en fonction du rapport de l'amplitude de la tension aux bornes du dipôle et celle de l'intensité traversant celui-ci.
3. Justifier que l'argument de l'impédance complexe est égal au déphasage de la tension aux bornes du dipôle par rapport à l'intensité le traversant.

A.2 Impédance des dipôles passifs usuels

4. Pour une résistance, une bobine idéale ou un condensateur, établir l'expression de l'impédance complexe.
5. Pour une bobine ou un condensateur : que dire du comportement à très basse fréquence ? très haute fréquence ?

A.3 Générateurs de Thévenin en RSF

6. Qu'est ce que le modèle de Thévenin en RSF ?

B Règles d'associations

B.1 Association en série

7. Établir la règle d'association des impédances connectées en série.

B.2 Association en parallèle

8. Établir la règle d'association des impédances connectées en parallèle.

C Pont diviseur de tension

C.1 Formule du pont diviseur de tension

9. À quelle condition des impédances constituent-elles un pont diviseur de tension ?
10. Établir la formule du pont diviseur de tension.

C.2 Exemples

11. Exemple du circuit série RC en RSF.
12. Autre exemple : résistance en série avec l'association parallèle d'un condensateur et d'une bobine



EXERCICES

👉 DIFFICULTÉ DE L'EXERCICE (ANALYSE, «TECHNICITÉ», ...)

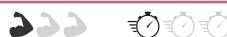
🕒 DURÉE DE L'EXERCICE

COMPÉTENCES TRAVAILLÉES

	Exercices				
	1	2	3	4	5
Exploiter le module et/ou l'argument d'une impédance complexe	•	•	•	•	•
Exploiter la formule du pont diviseur de tension		•	•		
Exploiter les règles d'association des impédances		•		•	

Exercice 1

Mesure d'une capacité et d'une inductance



- Un condensateur de capacité C a une tension efficace de $5,3\text{ V}$ à ses bornes. La fréquence utilisée est de 50 Hz . L'intensité efficace est mesurée à 10 mA . Quelle est la valeur de C ?
- Une bobine de résistance $r = 27\ \Omega$ et d'inductance L est parcourue par un courant d'intensité efficace mesurée à 460 mA à une fréquence de 80 Hz . Sa tension efficace est de 20 V .
 - Quelle est la valeur de L ?
 - Quel est le déphasage de la tension par rapport à l'intensité ?

Exercice 2

Impédance d'un circuit bouchon



Soit un dipôle de bornes A et B constitué d'une association en parallèle d'un condensateur de capacité C , d'une bobine d'inductance L et d'une résistance R .

- Quelle est l'impédance Z de l'ensemble ainsi constitué ?
- Quelle pulsation particulière apparaît et comment se comporte le dipôle AB à cette pulsation ?
- Pourquoi parle-t-on de *circuit-bouchon* ?
- Comment se comporte le dipôle à très basse fréquence ? à très haute fréquence ?

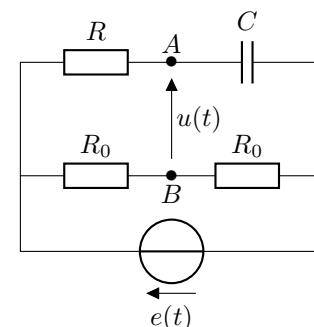
Exercice 3

Circuit déphaseur



Le montage ci-contre, alimenté par une tension sinusoïdale $e(t)$, est appelé montage *déphaseur*.

Justifier ce nom en étudiant la tension $u(t)$ entre les points A et B .



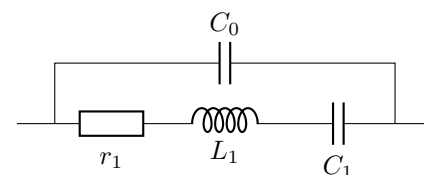
Exercice 4

Impédance d'un cristal de quartz



Le quartz est employé pour concevoir des oscillateurs auto-entretenus très stable en fréquence. Cette stabilité est notamment due aux propriétés particulières de l'impédance du quartz.

Il est possible de modéliser électriquement le quartz par l'association de dipôles ci-contre.



- Montrer que l'impédance du quartz s'écrit :

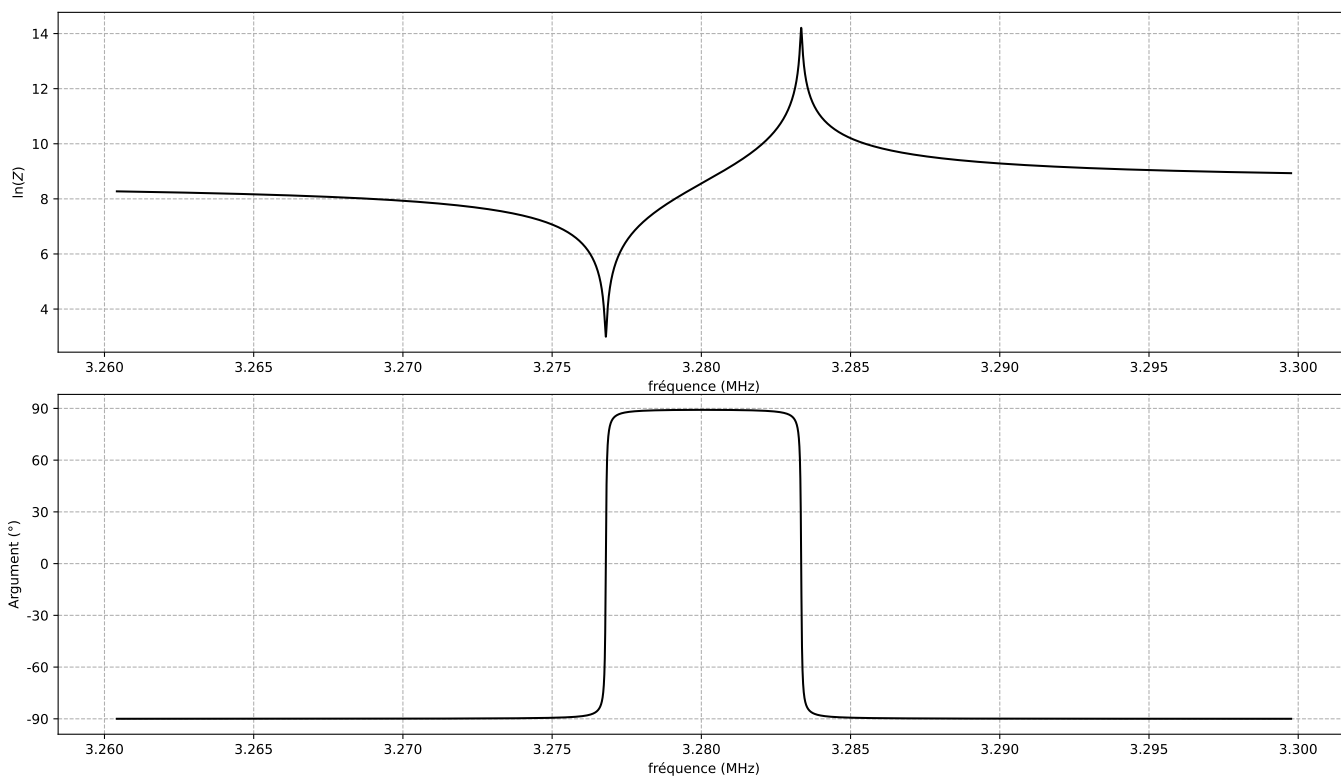
$$Z = \frac{1 + jC_1\omega(r_1 + jL_1\omega)}{j(C_0 + C_1)\omega - C_0C_1\omega^2(r_1 + jL_1\omega)}$$

2. À quelle condition peut-on négliger la résistance r_1 ? On suppose que cette condition est vérifiée dans la suite.
3. Montrer que l'expression de \underline{Z} peut se simplifier sous la forme :

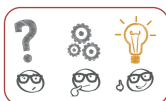
$$\underline{Z} \simeq \frac{1}{jC_{eq}\omega} \frac{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_s}\right)^2}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_p}\right)^2}$$

en exprimant les constantes C_{eq} , ω_s et ω_p .

4. Déterminer les valeurs des fréquences $f_s = \frac{\omega_s}{2\pi}$ et $f_p = \frac{\omega_p}{2\pi}$ avec les valeurs $L_1 = 66,266 \text{ mH}$, $C_1 = 3,560 \cdot 10^{-14} \text{ F}$ et $C_0 = 8,900 \cdot 10^{-12} \text{ F}$.
5. On donne ci-dessous l'allure graphique de $\ln(|\underline{Z}|)$ et de $\text{Arg}(\underline{Z})$ en fonction de la fréquence.



Identifier et expliquer les différents comportements équivalents du quartz observés pour 3 gammes de fréquences différentes à préciser.



RÉSOLUTION DE PROBLÈME

Exercice 5

Modélisation d'un dipôle inconnu



À l'aide d'un GBF réglé en mode sinusoïdal, on alimente une résistance $R = 100 \Omega$ de tension $u_R(t)$ en série avec un dipôle \mathcal{D} inconnu de tension $u(t)$. Les deux tensions sont orientées en convention récepteur et étudiées à l'oscilloscope.

Comment peut-on modéliser le dipôle \mathcal{D} ?

