

TP 16 de Physique : Détermination d'une transmittance isochrone complexe pour un système électrique

Capacités exigibles :

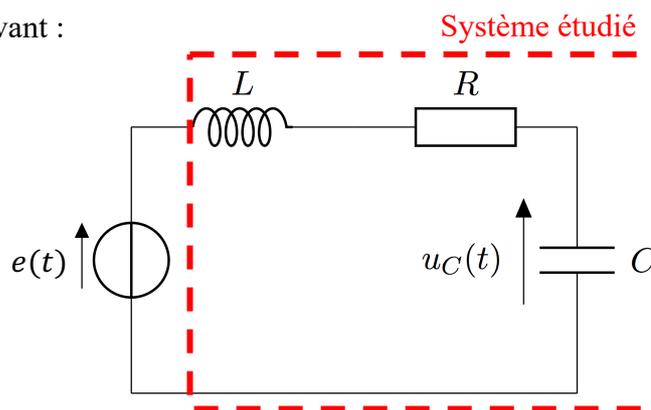
- Savoir déterminer, à partir d'un schéma électrique, l'expression de la transmittance isochrone dans le cas d'un filtre du premier ordre et l'écrire sous sa forme canonique pour déterminer ses caractéristiques
- Savoir identifier la nature d'un filtre à partir de sa courbe d'amplification en fonction de la fréquence (ou la fréquence réduite : $\frac{f}{f_c}$) pour un filtre analogique
- Savoir déterminer la (ou les) fréquence(s) de coupure à partir de la courbe d'amplification
- Connaître l'effet du coefficient d'amortissement ou du facteur de qualité pour un filtre du second ordre.

Capacités expérimentales :

- Réaliser un système électrique en respectant les consignes de sécurité.
- Mesurer un déphasage, des amplitudes, grâce à des acquisitions de la carte SYSAM-SP5
- Tracer sur Python le module et l'argument d'une fonction complexe.

I. Étude théorique du système électrique (R, L, C) (avec l'enseignant) :

On étudie le système suivant :



1. A l'aide d'un pont diviseur de tension, démontrer que l'expression de la transmittance isochrone complexe $\underline{T}(j\omega) = \frac{u_C}{e}$ est :

$$\underline{T}(j\omega) = \frac{1}{1 - LC\omega^2 + jRC\omega}$$

2. De quel ordre est le système étudié ? Justifier votre réponse.
3. A l'aide de la fiche méthode 25, choisir et écrire la forme canonique correspondant à transmittance isochrone complexe du système, faisant intervenir le facteur de qualité Q . En déduire la nature du filtrage réalisé par ce système.
4. Par identification, déterminer les expressions de la pulsation propre du système étudié ω_0 et du facteur de qualité du système étudié Q et la valeur de T_0 .

II. Étude expérimentale du premier système électrique (R, L, C) :

A. Tracé automatisé de la courbe expérimentale $T(f)$:

Le système étudié est constitué d'un condensateur de capacité $C = 154 \text{ nF}$ (valeur constructeur), d'une boîte à décade de conducteurs ohmiques de résistance $R_1 = 5,0 \text{ k}\Omega$ (valeur constructeur) et d'une bobine d'inductance $L = 1,0 \text{ H}$ (valeur constructeur) et de résistance interne $R_2 = 350 \text{ }\Omega$ (valeur constructeur)

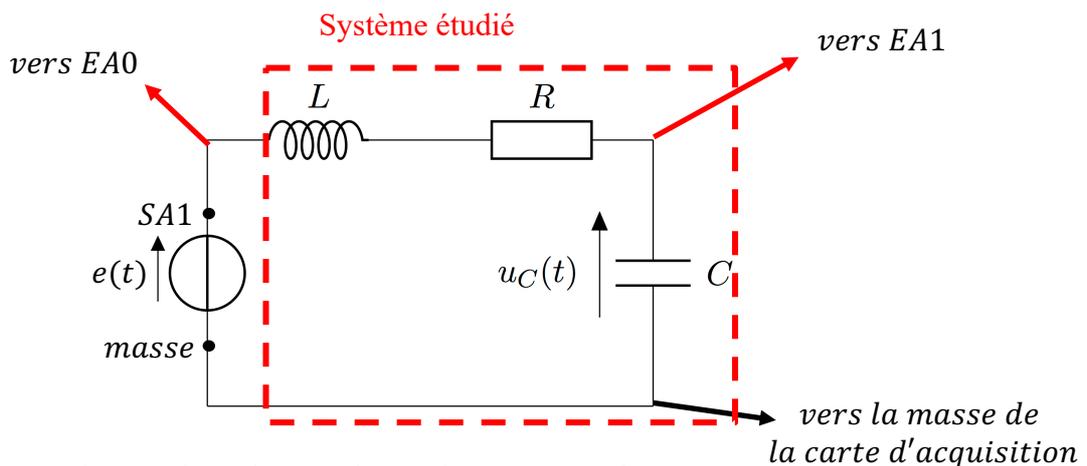
1. A l'aide du multimètre MX5060, mesurer la valeur des grandeurs R_1 , R_2 et C (sans évaluer les incertitudes).
2. A l'aide du RLC-mètre, mesurer la valeur de l'inductance de la bobine L (sans évaluer les incertitudes).
3. Déterminer la valeur du facteur de qualité Q du système :

$$Q = \frac{1}{R_1 + R_2} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$$

APPEL 01 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

ATTENTION ! le signal d'entrée, sinusoïdal et alternatif, est délivré par la carte d'acquisition (sortie SA1). Nous n'utiliserons donc pas le GBF.

Réaliser le système suivant :



Le signal de sortie est ici le signal aux bornes du condensateur, notée u_C .

Ouvrir le logiciel EduPython puis ouvrir le fichier nommé « TP16_passe_bas.py ».

APPEL 02 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Lancer l'exécution du script.

Ce script permet de générer un signal d'entrée dont la fréquence est comprise entre 10^1 Hz et 10^4 Hz , puis d'acquérir le signal d'entrée sur la voie EA0 et le signal de sortie sur la voie EA1. Le script Python détermine ensuite, pour chaque fréquence du signal d'entrée, l'amplification T du signal de sortie par rapport au signal d'entrée.

Il trace enfin la courbe expérimentale $T(f)$ du système.

APPEL 03 : Appeler le professeur afin qu'il valide et note votre travail.

Mettre la courbe obtenue en **plein écran**, puis l'enregistrer au format PDF. **Ouvrir et imprimer** les fichiers PDF au format paysage, en ajustant l'échelle du graphe à la feuille.

B. Exploitation de la courbe expérimentale $T(f)$:

A l'aide du paragraphe III du chapitre 08, répondre aux questions suivantes :

Nature du filtrage :

En étudiant la valeur de l'amplification T , répondre aux deux questions suivantes,

4. Pour les basses fréquences du signal d'entrée, le système est-il passeur, atténuateur ou amplificateur ? Justifier.
5. Pour les hautes fréquences du signal d'entrée, le système est-il passeur, atténuateur ou amplificateur ? Justifier.
6. En déduire la nature du filtrage réalisé par le système.
7. Cette analyse expérimentale de la nature du filtrage est-elle compatible avec celle déterminée théoriquement (avec l'enseignant) ?

Fréquence de coupure :

8. A l'aide des outils graphiques sur Python, déterminer graphiquement, la valeur expérimentale de la fréquence de coupure f_C du système.
Sur votre impression, faire apparaître les traits de constructions au crayon à papier, permettant de déterminer la valeur expérimentale de la fréquence de coupure f_C du système.
9. En déduire la bande passante et la largeur de la bande passante du système, notée Δf .
10. Déterminer graphiquement la valeur de $|T_0|$. Donner le nom de T_0 .
11. Cette valeur de $|T_0|$ est-elle proche de la valeur déterminée avec l'enseignant ? (on ne calculera ni z-score ni écart-normalisé).

APPEL 04 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.

III. Étude expérimentale du deuxième système électrique (R, L, C) :

A. Tracé automatisé de la courbe expérimentale $T(f)$:

Le système étudié est constitué des mêmes dipôles mais la valeur de la résistance R_1 est 500Ω (valeur constructeur).

12. Extraire la boîte à décade du système puis à l'aide du multimètre MX5060, mesurer la valeur de la résistance R_1 (sans évaluer les incertitudes).
13. Déterminer la nouvelle valeur du facteur de qualité Q de ce nouveau système :

$$Q = \frac{1}{R_1 + R_2} \times \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Remplacer la boîte à décade de résistance dans le système. Modifier la ligne 52 du script : mettre la valeur 2 pour « start » et la valeur 3 pour « stop ». Lancer l'exécution du script. Une fois la courbe $T(f)$ obtenue, exprimez votre joie en appelant l'enseignant.

APPEL 05 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.

B. Exploitation de la courbe expérimentale $T(f)$:

Le pic d'amplification observé provient du phénomène nommé « résonance en amplitude ».

Si $Q > 0,707$, pour un système passe-bas ou passe-haut d'ordre 2, on observe une résonance en amplitude du système.

Il existe une fréquence du signal d'entrée pour laquelle l'amplitude du signal de sortie est plus importante que l'amplitude du signal d'entrée et est maximale. Cette fréquence du signal d'entrée est appelée fréquence de résonance du système et est notée f_r .

Fréquence de résonance :

14. A l'aide outils graphiques de Python (fonction LOUPE surtout !), déterminer graphiquement la valeur de la fréquence de résonance, notée f_r .

15. Vérifier que $f_r \approx f_0$ sachant que $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Fréquences de coupure :

16. A l'aide outils graphiques de Python (fonction LOUPE surtout !), déterminer graphiquement les valeurs des fréquences de coupure, notées $f_{c,min}$ et $f_{c,max}$

17. En déduire la largeur de la bande passante du système, notée Δf .

18. Quelle est la nature du filtrage réalisé par ce système passe-bas d'ordre 2 lorsque $Q > 0,707$?

APPEL 06 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.

Facteur de qualité :

19. Déterminer graphiquement la valeur maximale de l'amplification, notée T_{max} .

20. Vérifier que $Q \approx T_{max}$ (on ne calculera ni z-score ni écart-normalisé).

21. Calculer la valeur du facteur de qualité Q de ce système à l'aide de la formule du passe-bande :

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f}$$

22. Les trois valeurs du facteur de qualité sont-elles proches ? (on ne calculera ni z-score ni écart-normalisé).

APPEL 07 : Appeler le professeur afin qu'il valide votre travail.