

## TP 28 de Physique : Filtres actifs

### Capacités exigibles :

- Exploiter la documentation technique d'un amplificateur de tension pour en extraire ses caractéristiques (gain/amplification, bande passante, etc.)

### Capacités expérimentales :

- Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever les caractéristiques d'un amplificateur (gain/amplification, saturation et distorsion, etc.)
- Proposer et mettre en œuvre un protocole expérimental pour relever les caractéristiques d'un amplificateur (gain/amplification, saturation et distorsion, etc.)

Jusqu'à présent, l'ensemble des systèmes étudiés étaient des systèmes dits « passifs ». Dans cette séance de TP, nous allons tracer et exploiter le diagramme de Bode d'un système dit « actif ».

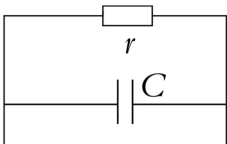
### *Compléter le paragraphe III du chapitre 14.*

Les systèmes actifs contiennent un élément amplificateur : pour le système électrique de ce TP, il s'agit d'un Amplificateur Linéaire Intégré (ALI, modèle TL081).

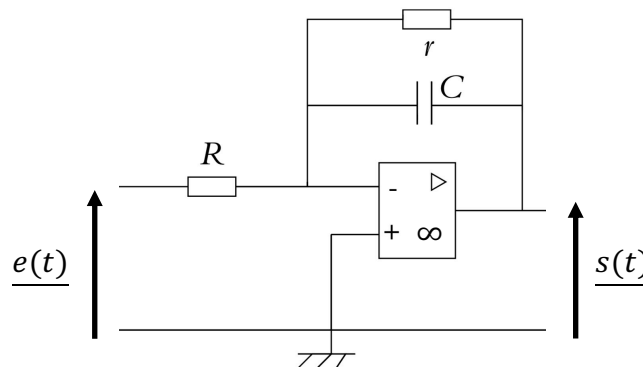
Dans l'ensemble du TP, on suppose que l'ALI est idéal et qu'il fonctionne en régime linéaire. Le signal d'entrée est un signal sinusoïdal alternatif.

### I. Étude théorique du système actif :

1. Déterminer l'expression littérale de l'impédance équivalente  $Z_{\text{éq}}$  au dipôle  $r$  et  $C$  est la suivante :



Le système actif est constitué ainsi :



### *Compléter le paragraphe III du chapitre 14.*

2. À l'aide de la formule présente dans le *chapitre 14, paragraphe III*, déterminer l'expression littérale de la transmittance isochrone complexe du système actif :
  
3. Déterminer l'ordre du système étudié. Justifier votre réponse.
  
4. À l'aide de la *fiche méthode 24*, choisir et écrire la forme canonique (faisant intervenir la pulsation de coupure  $\omega_c$ ) de la transmittance isochrone complexe pour le système étudié. En déduire la nature du filtrage réalisé par le système étudié.
  
5. Par identification, déterminer l'expression littérale de  $T_0$  et l'expression littérale de  $\omega_c$  (la pulsation de coupure à  $-3dB$ ) en fonction de  $r, R$  et  $C$ .
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
6. En déduire l'expression littérale de la fréquence de coupure  $f_c$ , en fonction de  $r$  et  $C$ .

## II. Étude expérimentale d'un système actif :

### A. Tracé du diagramme de Bode en gain :

Le système actif est constitué d'un conducteur ohmique (boite à décade) de résistance  $R = 500 \Omega$  (données constructeurs), d'un conducteur ohmique de résistance  $r = 1 k\Omega$  (données constructeurs) sur son support et d'un condensateur de capacité  $C = 156 nF$  (données constructeurs).

7. A l'aide du multimètre MX5060, rédiger les mesurages des grandeurs de  $r$ ,  $R$  et  $C$ . Pour l'incertitude-type sur  $C$ , on prendra comme valeur pour la demi-étendue, la résolution donnée par le constructeur.

8. Rédiger le mesurage de la valeur de la fréquence de coupure  $f_c = \frac{1}{2\pi rC}$  du système étudié (en Hz). On déterminera l'incertitude-type  $u(f_c)$  à l'aide de la formule suivante :

$$u(f_c) = f_c \times \sqrt{\left(\frac{u(r)}{r}\right)^2 + \left(\frac{u(C)}{C}\right)^2}$$

9. Rédiger le mesurage de la valeur de  $T_0$  du système. On déterminera l'incertitude-type  $u(T_0)$  à l'aide de la formule suivante :

$$u(T_0) = |T_0| \times \sqrt{\left(\frac{u(r)}{r}\right)^2 + \left(\frac{u(R)}{R}\right)^2}$$

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

On souhaite maintenant réaliser le système actif afin d'obtenir le diagramme de Bode en gain (à l'aide de code Python et la carte d'acquisition SYSAM-SP5).

Quelques conseils :

Réaliser d'abord le système sans les branchements de l'oscilloscope, puis ajouter enfin les câbles de connexion allant vers les voies de l'oscilloscope.

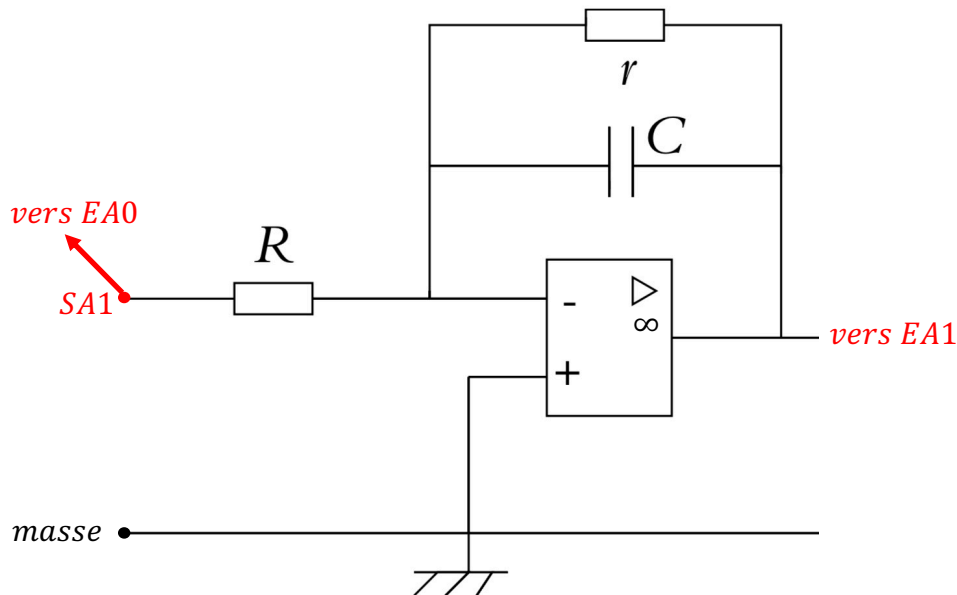
Démarrer la réalisation du système, à partir des générateurs.



Vu la quantité de connexions à réaliser, on veillera à connecter des câbles ayant la même couleur que les prises femelles sur les alimentations (GBF, SEFRAM etc.), sur l'oscilloscope et sur le boîtier support de l'ALI.

Câbler l'ALI sur une tension continue  $-15V/0V/+15V$  : on respectera la code couleur des fils.  
Connecter la carte d'acquisition SYSAM-SP5 et réaliser le système suivant.

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



Ouvrir le logiciel PYZO (version 3.6) puis ouvrir le fichier nommé « TP27\_systeme.py ».

Ce script permet de générer un signal d'entrée sinusoïdal alternatif dont la fréquence est comprise entre  $10^1 \text{ Hz}$  et  $10^{4.5} \text{ Hz}$ , 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, le gain  $G_{dB}$  du signal de sortie par rapport au signal d'entrée.

Il trace enfin dans une fenêtre le diagramme expérimental de Bode en gain du système.

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

Allumer l'alimentation  $-15V/0V/+15V$  puis lancer l'exécution du script. Une fois le diagramme en gain obtenu, réaliser l'appel suivant.

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

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

## B. Exploitation du diagramme de Bode :

*A l'aide de la fiche méthode 26 (si vous avez oublié comment exploiter un diagramme de Bode) :*

### Nature du filtrage :

10. En étudiant le signe du gain en décibel sur le graphe, établir la nature du filtrage réalisé par le système. Justifier votre réponse.

### Fréquence de coupure :

11. A l'aide des outils graphiques sur Python, déterminer graphiquement, la valeur expérimentale de la fréquence de coupure  $f_C$  du système. Évaluer la demi-étendue pour le mesurage de  $f_C$  puis rédiger ce nouveau mesurage de  $f_C$ .

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.

12. La valeur calculée de  $f_C$  est-elle compatible avec la valeur déterminée graphiquement : justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.

13. En déduire la largeur de la bande passante du système, notée  $\Delta f$ .

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

### Asymptote à basses fréquences :

14. Tracer au crayon à papier, l'asymptote à la courbe  $G_{dB}(f)$  à basses fréquences.  
15. Déterminer la valeur du coefficient directeur de l'asymptote à basses fréquences, en  $dB/octave$ .

### Asymptote à hautes fréquences :

16. Tracer au crayon à papier, l'asymptote à la courbe  $G_{dB}(f)$  à hautes fréquences.  
17. Déterminer la valeur du coefficient directeur de l'asymptote à hautes fréquences, en  $dB/octave$ . On fera apparaître sur son impression, au crayon à papier, les traits de construction expliquant vos mesures.

Ordre du système :

18. En déduire l'ordre du système : on justifiera rigoureusement sa réponse.

Détermination de  $|T_0|$  :

19. Quel est le nom de  $T_0$  pour ce système ?

20. A l'aide de la souris, des coordonnées indiquées en bas à droite du diagramme et de la fonction Zoom, déterminer graphiquement la valeur de  $G_{0,dB}$ .

21. A l'aide d'un calcul, en déduire la valeur expérimentale de  $|T_0|$  puis de  $T_0$  de ce système.

22. La valeur calculée de  $T_0$  est-elle compatible avec la valeur déterminée précédemment : justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.

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

C. Influence de  $R$  sur le comportement du système :

Mettre le conducteur ohmique (boite à décade) sur  $R = 200 \Omega$  (données constructeurs).

23. A l'aide du MX5060, mesurer la nouvelle valeur de  $R$  (en retirant le conducteur ohmique du système).  
On n'évaluera pas d'incertitudes sur cette mesure.

24. A l'aide de vos mesures, déterminer la nouvelle valeur de référence de  $T_0 = -\frac{r}{R}$ .

Replacer le conducteur ohmique dans le système puis lancer une nouvelle fois l'exécution du script (en ayant fermé la fenêtre contenant le graphe au préalable). Une fois le diagramme en gain obtenu, répondre aux questions suivantes.

25. A l'aide de la souris, des coordonnées indiquées en bas à droite du diagramme et de la fonction Zoom, déterminer graphiquement la valeur de  $G_{0,dB}$ .
26. A l'aide d'un calcul, en déduire la valeur expérimentale de  $|T_0|$  puis de  $T_0$  de ce système.
27. Comparer, sans calculer de z-score ou d'écart normalisé, la valeur de référence de  $T_0$  à celle déterminée expérimentalement (graphiquement). Conclure.

Mettre le conducteur ohmique (boite à décade) sur  $R = 100 \Omega$  (données constructeurs).

28. A l'aide du MX5060, mesurer la nouvelle valeur de  $R$  (en retirant le conducteur ohmique du système).

29. A l'aide de vos mesures, déterminer la valeur de référence de  $T_0$ .

Replacer le conducteur ohmique dans le système puis lancer une nouvelle fois l'exécution du script (en ayant fermé la fenêtre contenant le graphe au préalable). Une fois le diagramme en gain obtenu, répondre aux questions suivantes :

30. A l'aide de la souris, des coordonnées indiquées en bas à droite du diagramme et de la fonction Zoom, déterminer graphiquement la valeur de  $G_{0,dB}$ .
31. A l'aide d'un calcul, en déduire la valeur expérimentale de  $|T_0|$  puis de  $T_0$  de ce système.
32. Comparer, sans calculer de z-score ou d'écart normalisé, la valeur de référence de  $T_0$  à celle déterminée expérimentalement (graphiquement). Conclure.
33. Recopier puis compléter la phrase suivante : « Lorsque la valeur de  $R$  diminue, le gain et l'amplification statique ..... : les basses fréquences sont de plus en plus ..... »

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