

---

DM N°16  
Oscillateurs

---



Lycée LANGEVIN - WALLON

12 janvier 2022

# À lire attentivement. . .

Les diverses parties peuvent être traitées dans l'ordre choisi par le candidat. Il prendra toutefois soin de bien numéroter les questions.

Les étudiants sont invités à porter une attention particulière à la rédaction : les copies illisibles ou mal présentées seront pénalisées. En particulier, tout résultat NON ENCADRÉ ne donnera pas lieu à attribution de points.

Toute application numérique NE COMPORTANT PAS D'UNITÉ ne donnera pas lieu à attribution de points. Les résultats numériques devront être donnés sous la forme appropriée.

Les candidats devront vérifier que le sujet comporte bien 3 pages numérotées 1/3, 2/3, ... 3/3. Le sujet comporte :

- un extrait d'annale de physique.

L'EMPLOI DE LA CALCULATRICE OU DE TOUTE AUTRE AIDE ÉLECTRONIQUE,  
NOTAMMENT PYTHON, EST AUTORISÉ.  
LE TRAVAIL AVEC SON COURS SOUS LES YEUX EST RECOMMANDÉ.  
LE PHOTO-COPIAGE DU TRAVAIL D'UN CAMARADE SERA SANCTIONNÉ.

Si au cours de la rédaction, un étudiant repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et poursuivra sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

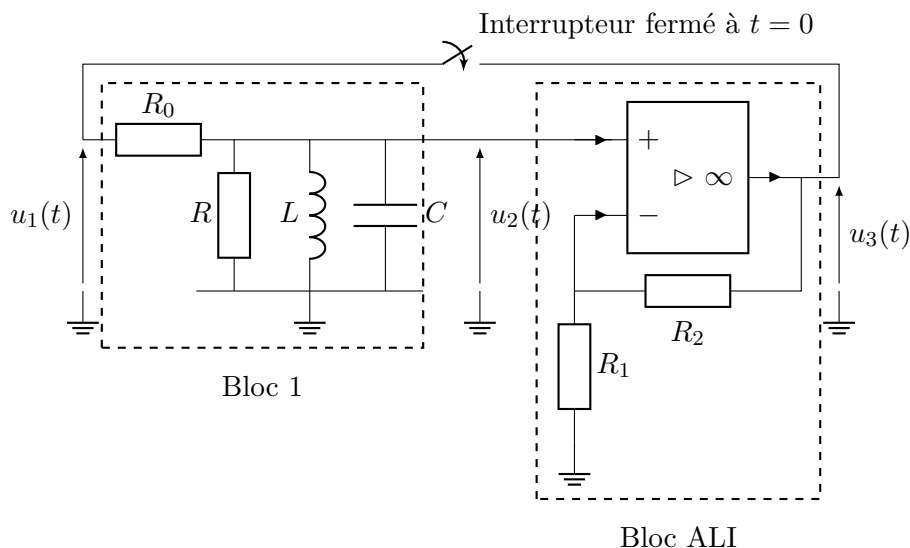
# 1 2015 Banque PT A

## 1.1 Conditionnement des signaux par oscillateur

L'information de déplacement en provenance des capteurs capacitifs et inductifs, tels que ceux étudiés dans les parties non traitées dans ce DM, peut être extraite à partir d'un oscillateur électronique.

Dans ce cas, l'information de déplacement, qui induit une modification de  $L$  ou  $C$  est source d'une modification de la fréquence de résonance de l'oscillateur, aisément détectable, par exemple à l'aide d'un fréquencemètre.

On considère le montage électronique de la figure 1.1.



**Fig. 1.1** – Montage envisagé pour extraire l'information issue d'un capteur. L'ALI utilisé, que l'on supposera parfait, est alimenté au moyen d'une alimentation symétrique  $\pm V_{cc} = \pm 12\text{ V}$  et sa tension de saturation est  $V_{sat} = 11\text{ V}$

### 1.1.1 Étude du bloc 1

Le bloc 1 réalise un filtre de fonction de transfert complexe

$$\underline{H} = \frac{u_2}{u_1} = \frac{A_0}{1 + jQ \left( x - \frac{1}{x} \right)}$$

avec  $A_0 = 0,1$ ;  $Q = 25$ ;  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ ;  $\log(25) \simeq 1,4$ .

1. Donner les équations des deux asymptotes haute et basse fréquence du gain en décibels de ce filtre.
2. Représenter le diagramme de BODE (en amplitude uniquement) donnant ce gain en décibels en fonction de  $\log x$ .
3. Préciser la nature de ce filtre.
4. Exprimer, à partir du schéma du bloc 1, la fonction de transfert  $\underline{H}$  en fonction de  $\omega$  et des valeurs caractéristiques des composants de ce bloc 1. Par identification, donner les expressions littérales de  $\omega_0$  et  $Q$  en fonction des valeurs caractéristiques des composants.

### 1.1.2 Étude du bloc ALI

5. Déterminer l'expression littérale de la fonction de transfert complexe  $\underline{G} = \underline{u}_3/\underline{u}_2$ .
6. On pose  $K = |G|$ . Exprimer  $K$  en fonction de  $R_1$  et  $R_2$ .

### 1.1.3 Système bouclé

On ferme l'interrupteur réalisant ainsi un système bouclé.

7. Dédire des questions précédentes l'équation différentielle vérifiée par  $u_3$ .
8. À partir de cette équation :
  - (a) Trouver une condition liant  $A_0$ ,  $K$  et  $Q$  pour que s'établissent des oscillations quasi-sinusoidales.
  - (b) Déterminer alors la fréquence  $f_0$  de ces oscillations.
9. Toujours à partir de l'équation différentielle de  $u_3$ , montrer que la naissance d'oscillations impose des conditions sur le produit  $A_0K$  et les expliciter.
10. On choisit les composants de manière à obtenir l'équation différentielle suivante :

$$\frac{d^2u_3}{dt^2} - 10^4 \frac{du_3}{dt} + 9 \cdot 10^8 u_3 = 0$$

- (a) Donner l'expression numérique de  $u_3$  en fonction de  $t$  sans chercher à calculer les constantes dépendant des conditions initiales.
- (b) Montrer que l'on obtient des oscillations dont l'amplitude  $A$  varie temporellement.
- (c) Exprimer et représenter  $A$  en fonction de  $t$ .
- (d) Dans la pratique, on obtient une stabilisation de l'amplitude à une valeur  $A_{\max}$  ; expliquer pourquoi et expliciter  $A_{\max}$ .
- (e) Compte-tenu de ce qui précède, représenter l'allure de  $u_3(t)$ .

On utilise le dispositif complet pour suivre les déplacements  $x$  de la partie mobile d'un capteur capacitif dont la capacité est donnée par la loi  $C = C_0 \left(1 - \frac{x}{\ell}\right)$ , avec  $C_0 = 10 \text{ pF}$  et  $\ell = 10 \text{ mm}$ . Ce capteur forme le condensateur du bloc 1 de la figure 1.1.

- Les composants choisis sont tels que le montage oscille à une fréquence  $f_{\text{osc}}$  liée à la capacité  $C$  par la relation :  $f_{\text{osc}} = \frac{D}{\sqrt{C}}$ , avec  $D^2 = 1 \text{ H}$  ;
  - À la position de référence du capteur ( $x = 0$ ), la fréquence d'oscillation est  $f_{\text{or}}$ .
11. Montrer que, pour un petit déplacement  $x$  ( $x/\ell \ll 1$ ), la fréquence d'oscillation peut se mettre sous la forme  $f_{\text{osc}} \simeq ax + b$ , et expliciter  $a$  et  $b$  en fonction des données.
  12. On note  $\Delta f = f_{\text{osc}} - f_{\text{or}}$  la variation de fréquence liée à un déplacement. La plus petite variation détectable est  $\Delta f_{\text{min}} = 3 \text{ Hz}$  ; quel est le plus petit déplacement détectable ?