



BLAISE PASCAL  
PT 2019-2020

TD 11 – Électronique

# Oscillateurs électroniques

- 💡 Difficulté d'analyse et compréhension, initiative requise ;
- ✂ Difficulté technique et calculatoire ;
- ⊗ Exercice important.

Flasher ce code pour  
accéder aux corrigés

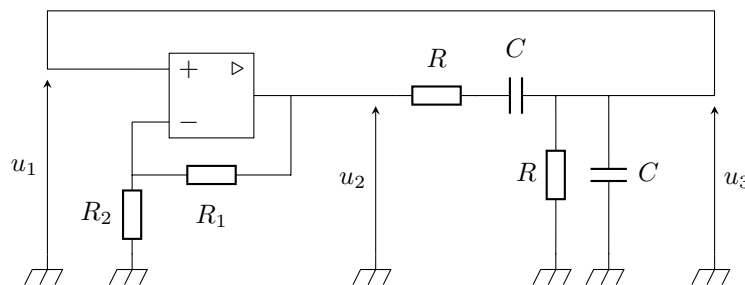


## Exercices

### Exercice 1 : Oscillateur de Wien

[💡 1 | ✂ 1 | ⊗]

Cet exercice a pour objectif de refaire le cours sur l'oscillateur de Wien.



On donne les fonctions de transfert des deux blocs, en supposant l'ALI en régime linéaire :

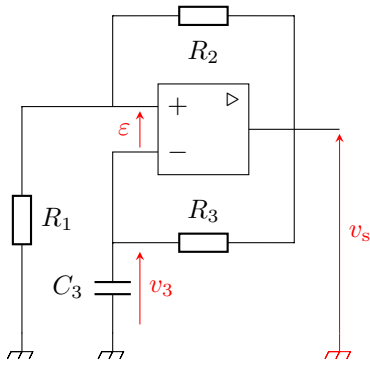
$$\underline{H}_{\text{ampli}} = \frac{U_2}{U_1} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \stackrel{\text{déf.}}{=} A$$
$$\underline{H}_{\text{filtre}} = \frac{U_3}{U_2} = \frac{1}{3 + jRC\omega + \frac{1}{jRC\omega}} \stackrel{\text{déf.}}{=} \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} H_0 = 1/3 \\ \omega_0 = 1/RC \\ Q = 1/3 \end{cases}$$

- 1 - Identifier sur le schéma les deux blocs d'amplification et de filtrage.
- 2 - Déterminer la fréquence des oscillations.
- 3 - Démarrage des oscillations. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $u_3$ . En déduire une condition portant sur  $A$  et  $H_0$ , puis sur  $R_1$  et  $R_2$ , pour que les oscillations puissent apparaître dans le circuit.
- 4 - Amplitude et stabilité des oscillations.
  - 4.a - Quel phénomène va limiter la croissance des oscillations ?
  - 4.b - Exprimer  $\varepsilon = v_+ - v_-$  en fonction de  $u_2$  et  $u_1$ .
  - 4.c - On suppose qu'à l'instant initial l'ALI passe en saturation haute. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $u_1$  par  $t > 0$  et en déduire que l'ALI va retrouver un fonctionnement linéaire, et donc pouvoir continuer à osciller.
  - 4.d - Même question pour la saturation basse.

**Exercice 2 : Oscillateur à pseudo-intégrateur**

[💡 1 | ⚡ 2 | ⌚ ]

Cet exercice a pour objectif de refaire le cours sur le multivibrateur astable compact.



Dans le montage ci-contre, l'ALI idéal fonctionne en régime saturé. On note  $\varepsilon = v_+ - v_-$  la tension différentielle à l'entrée de l'ALI. On suppose qu'à  $t = 0$ , le condensateur  $C_3$  est déchargé et  $\varepsilon > 0$ . On pose

$$\alpha = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad \text{et} \quad \tau = R_3 C_3.$$

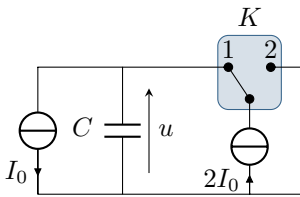
- 1 - Exprimer  $v_3(t)$  pour  $t > 0$  et tant que l'état de saturation de l'ALI reste le même.
- 2 - En déduire qu'il existe  $t_1$  tel que l'ALI bascule en saturation basse. Déterminer  $t_1$  en fonction de  $\tau$  et  $\alpha$ .
- 3 - Exprimer  $v_3$  pour  $t > t_1$  en fonction de  $t' = t - t_1$  et avant basculement de l'ALI.
- 4 - Montrer qu'il existe  $t_2 > t_1$  tel que l'ALI bascule en saturation haute. Déterminer  $t_2 - t_1$  en fonction de  $\tau$  et  $\alpha$ .
- 5 - Montrer que  $v_s(t)$  et  $v_3(t)$  sont des signaux périodiques, dont on note la période  $T$ .
- 6 - Montrer que la période  $T$  peut s'écrire

$$T = 2\tau \ln \frac{1 + \alpha}{1 - \alpha}.$$

- 7 - Tracer l'allure des variations de  $v_s(t)$  en fonction de  $v_3(t)$ . Indiquer sur le graphe son sens de parcours.

**Exercice 3 : Astable I-2I**

[💡 1 | ⚡ 2 ]



Le condensateur est de capacité  $C = 10 \text{ nF}$ , alimenté par deux sources idéales de courant constant  $I_0 = 1 \text{ mA}$ . La tension  $u$  aux bornes du condensateur est envoyée en entrée d'un comparateur à hystérésis inverseur dont la sortie est  $v = \pm V_s$ . Cette tension de sortie commande l'interrupteur  $K$  :

- ▷ lorsque  $v = +V_s$ , l'interrupteur  $K$  est en position 1 ;
- ▷ lorsque  $v = -V_s$ , l'interrupteur  $K$  est en position 2.

- 1 - Déterminer l'évolution de  $u(t)$  lorsque  $K$  est en position 1.
- 2 - Faire de même lorsque  $K$  est en position 2.
- 3 - Tracer l'allure de la caractéristique entrée-sortie du comparateur à hystérésis. On notera  $\pm U_0$  les tensions de basculement.
- 4 - Représenter l'évolution temporelle des tensions  $u$  et  $v$ .
- 5 - Exprimer la période des oscillations. Quelle valeur doit-on donner à  $U_0$  pour que cette période soit de 1 ms ?

**Annales de concours**

**Exercice 4 : Oscillateur sinus-cosinus**

[oral banque PT | 💡 2 | ⚡ 2 ]

Considérons le montage représenté figure 1, dans lequel les ALI idéaux fonctionnent en régime linéaire. On posera  $\tau_i = R_i C_i$  pour  $i$  allant de 1 à 3.

- 1 - Établir les fonctions de transfert

$$\underline{H_1} = \frac{V_1}{V_3} \quad \underline{H_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad \underline{H_3} = \frac{V_3}{V_2}.$$

- 2 - Établir des conditions sur les résistances et capacités pour qu'il y ait oscillations. Quelle est la pulsation d'oscillations ?
- 3 - Déterminer le déphasage entre les tensions de sortie  $V_1$  et  $V_2$ . L'appellation « oscillateur sinus-cosinus » est-elle justifiée ?

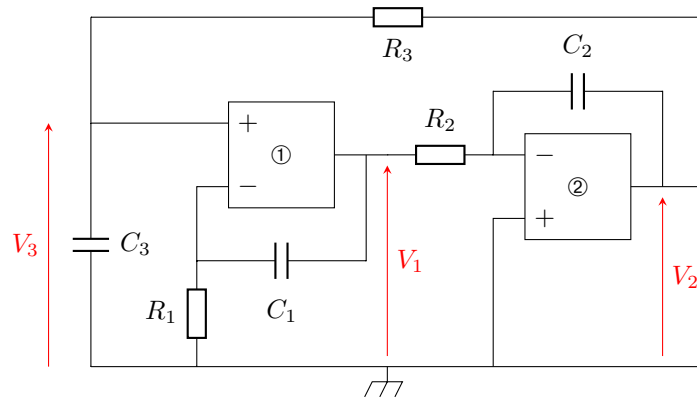
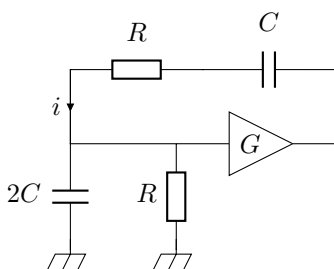


Figure 1 – Oscillateur sinus cosinus.

**Exercice 5 : Oscillateur en courant**

[oral banque PT | 💡 2 | ✂ 3 ]



Le bloc triangulaire du montage ci-contre est un amplificateur de tension de gain constant  $G$ . Il est supposé d'impédance d'entrée infinie, et d'impédance de sortie nulle.

- 1 - Quelles sont les conséquences des hypothèses sur l'impédance d'entrée et de sortie de  $G$ ? On s'intéressera en particulier au courant d'entrée.
- 2 - Établir l'équation différentielle vérifiée par  $i$ .
- 3 - Pour quelle valeur de  $G$  le courant  $i$  oscille-t-il? À quelle pulsation?

**Exercice 6 : Générateur de balayage**

[écrit PT 2017 | 💡 2 | ✂ 2 | ⊕ ]

Un générateur de balayage délivre un signal en rampes dissymétriques. On propose le montage de la figure 2 pour la réalisation de ce signal.

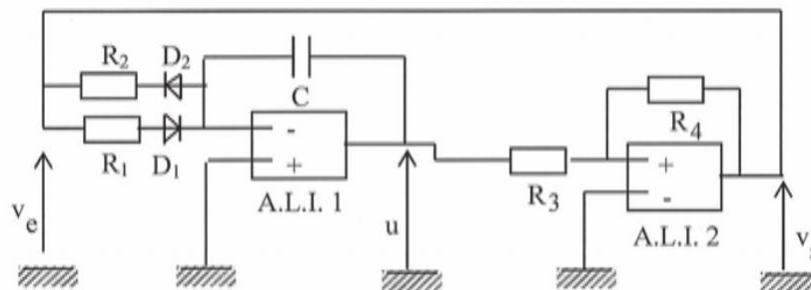


Figure 2 – Générateur de balayage.

Les amplificateurs linéaires intégrés (ALI) sont supposés idéaux. Ils sont alimentés par des tensions continues  $\pm V_0$  avec  $V_0 = 15 \text{ V}$ , et on suppose que leur tension de saturation est  $V_{\text{sat}} = V_0$ .

Les diodes  $D_1$  et  $D_2$  sont des interrupteurs commandés par la tension  $v_e$  :

- ▷ si  $v_e > 0$   $D_1$  est fermé et  $D_2$  est ouvert ;
- ▷ si  $v_e < 0$   $D_1$  est ouvert et  $D_2$  est fermé.

- 1 - Que peut-on dire des courants d'entrée et du gain d'un ALI idéal?
- 2 - Justifier que l'un des deux ALI fonctionne nécessairement en régime de saturation.
- 3 - On observe expérimentalement, pour la tension  $u(t)$ , l'oscillogramme de la figure 3. Justifier que l'autre ALI fonctionne en régime linéaire.
- 4 - On suppose qu'à l'instant initial  $t = 0$ , le spot de l'oscilloscope est au point central de l'écran ( $u(0) = 0$ ), le condensateur étant déchargé, et que  $v_e = +V_0$ . Exprimer  $u(t)$  pour  $t \geq 0$ .
- 5 - Pour l'ALI 2, exprimer  $V_+$  en fonction de  $u$  et  $v_s$ , puis en déduire l'instant  $t_1$  où se produit le basculement vers

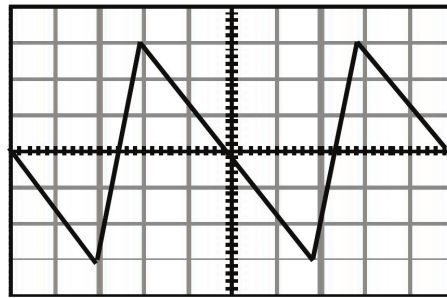


Figure 3 – Oscillogramme de la tension  $u(t)$ . Échelle horizontale : 1 ms/division. Échelle verticale : 1 V/division.

la tension  $v_s = -V_0$ .

6 - Pourquoi la tension  $u(t)$  ne peut-elle pas subir de discontinuité ?

7 - Pour  $t \geq t_1$ , exprimer  $u(t)$  puis déterminer l'instant  $t_2$  où la tension  $u$  s'annule à nouveau.

8 - En s'aidant de l'oscillogramme et en utilisant les résultats précédents, déduire :

8.a - l'expression de la période  $T$  de la tension  $u$  en fonction de  $R_1, R_2, R_3, R_4$  et  $C$  ;

8.b - les valeurs de  $R_1, R_2, R_3$  en  $k\Omega$  sachant que  $C = 1 \mu F$  et  $R_4 = 1 k\Omega$ .

### Exercice 7 : Oscillateur d'ordre 4

[oral Centrale PSI | 💡 3 | ✂️ 2]

1 - Identifier la nature du filtre  $\mathcal{F}$  représenté figure 4 et établir sa fonction de transfert.

2 - Interpréter son diagramme de Bode en détail.

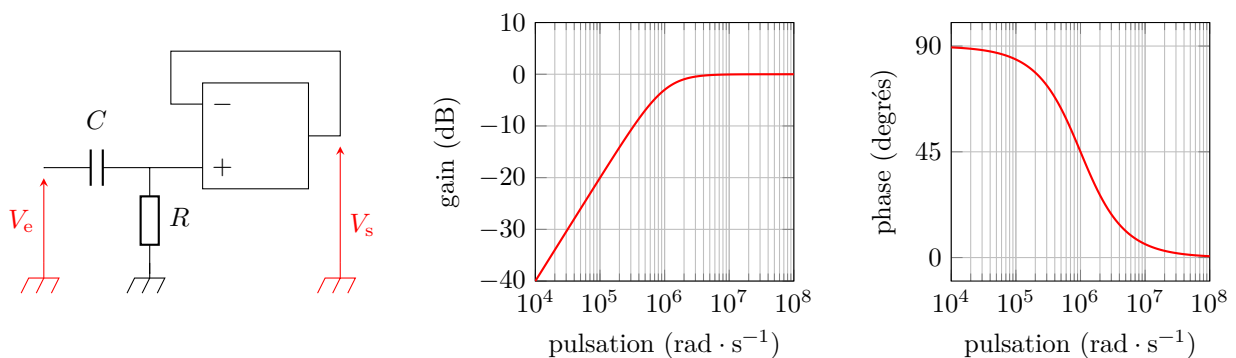


Figure 4 – Schéma et diagramme de Bode du filtre  $\mathcal{F}$ .

On réalise le montage de la figure 5, qui contient quatre filtres  $\mathcal{F}$  identiques. On observe des oscillations quasi-sinusoidales.

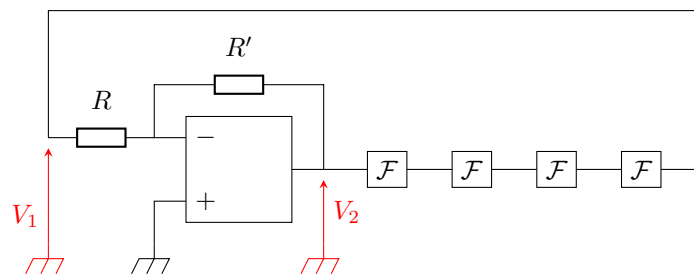


Figure 5 – Schéma complet de l'oscillateur.

3 - Quel est l'intérêt de l'ALI du filtre  $\mathcal{F}$  ?

4 - Déterminer la pulsation des oscillations et les valeurs de  $R$  et  $R'$  sachant que  $C = 1 nF$ .