

## TD – Oscillateurs électroniques

**Remarque :** exercice avec  $\star$  : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des “ce qu’il faut savoir faire”) |  $[\bullet \circ \circ]$  : difficulté des exercices

**Remarque :** On ne refait pas en TD les deux exemples vus en cours (l’oscillateur de Wien pour le cas d’un oscillateur quasi-sinusoïdal, et le mutlivrateur astable pour le cas d’un oscillateur à relaxation). Mais il s’agit d’exemples classiques qu’il faut savoir traiter.

### I Vrai-faux / questions courtes

$\star$  |  $[\bullet \circ \circ]$

- 1 - Les oscillateurs électroniques vus en cours oscillent indéfiniment ? Si oui, comment est-ce possible ?
- 2 - Par quoi est fixée l’amplitude des oscillations dans un oscillateur quasi-sinusoïdal ?
- 3 - Pour faire fonctionner un oscillateur quasi-sinusoïdal, pourquoi est-il pertinent de choisir le gain de l’amplificateur juste au-dessus du seuil ?
- 4 - (V/F) Lorsque  $A$  est au-dessus du seuil, un oscillateur quasi-sinusoïdal oscille toujours à la même pulsation  $\omega_0$  indépendamment de  $A$ .

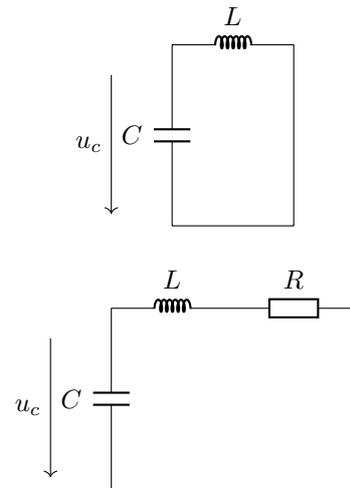
### II Oscillateur quasi-sinusoïdal à résistance négative

$[\bullet \circ \circ]$

On étudie ici un autre exemple d’oscillateur quasi-sinusoïdal. Pour en comprendre le principe, on considère d’abord un circuit LC.

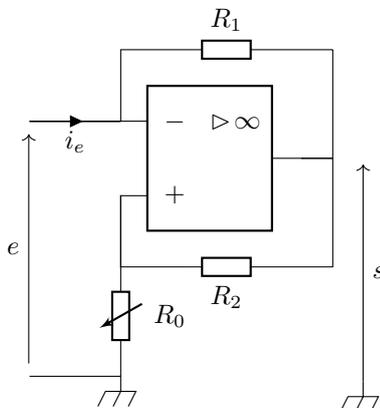
- 1 - Donner l’équation différentielle suivie par la tension  $u_c$  aux bornes du condensateur. On posera  $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ .
- 2 - Donner la solution de cette équation pour une condition initiale où  $u_c(t = 0) = u_0$ .

En pratique, les oscillations que l’on obtient ne durent pas indéfiniment : elles sont amorties et on a rapidement  $u_c = 0$ . Ceci est dû à la résistance du circuit, notamment la résistance de la bobine. Le circuit est donc celui ci-contre.



Pour compenser les pertes causées par la résistance  $R$ , il faudrait une sorte de “résistance négative”, c’est-à-dire un dipôle dont la caractéristique est  $u = -R_N i$ .

Si l’on prend ensuite  $R_N$  supérieure à  $R$ , on s’attend à compenser les pertes dues à la résistance  $R$ .

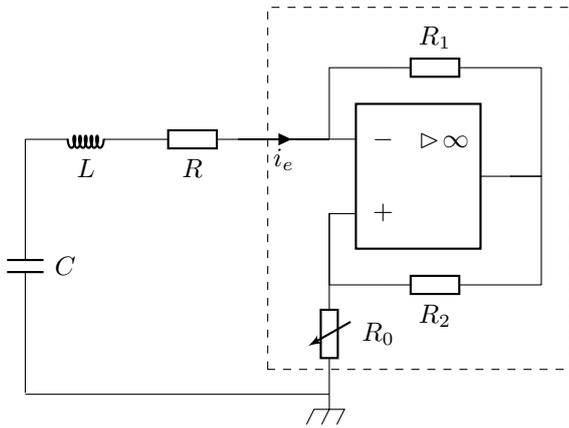


Étudions justement le dipôle représenté à gauche. On suppose que l’ALI est idéal. Comme on étudie le démarrage des oscillations, les signaux sont faibles et on suppose que pour de tels signaux il fonctionne en régime linéaire.

- 3 - Établir la relation entre  $e$  et  $i_e$ . On posera  $R_N = R_1 R_0 / R_2$ .
- 4 - Le dipôle répond-il au cahier des charges ?

(suite au dos)

On réalise donc finalement le montage ci-dessous :

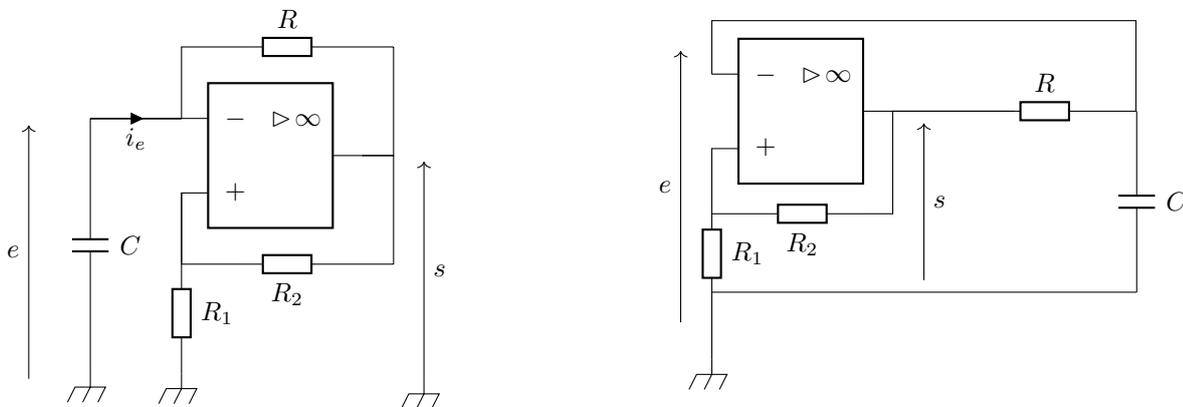


- 5 - Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur.
- 6 - Quelle est la condition pour avoir des oscillations auto-entretenues? Quelle est la condition pour avoir des oscillations auto-entretenues et quasi-sinusoïdales? Quelle est alors leur pulsation?
- 7 - Qu'est ce qui va finir par limiter la croissance de l'amplitude des oscillations?

### III Multivibrateur astable compact

[●●○]

On considère le montage ci-dessous. Les deux schémas sont équivalents, mais le second se prête mieux à une analyse par bloc. On indique que l'ALI fonctionne en régime saturé, et on utilise le modèle idéal.



- 1 - Êtes-vous convaincus que les deux schémas sont équivalents?
- 2 - Diviser le montage en deux blocs et dessiner le schéma fonctionnel.
- 3 - On indique que l'un des deux blocs est un comparateur à hystérésis inverseur. Rappeler le tracé de sa caractéristique  $s = f(e)$ . On donne les tensions seuils :  $V_0 = V_{\text{sat}} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$  et  $-V_0$ .
- 4 - On étudie maintenant le second bloc.
  - a - Calculer la fonction de transfert du second bloc.
  - b - En déduire, pour le second bloc, l'équation différentielle liant  $e(t)$  à  $s(t)$ . On introduira  $\tau = RC$ .
  - c - Donner la solution en supposant que  $s = +V_{\text{sat}}$  et que à  $t = 0$  on a  $e = -V_0$ . Tracer l'allure de la solution.
  - d - Donner sans calcul l'allure de la solution dans le cas où  $s = -V_{\text{sat}}$  et  $e(t = 0) = +V_0$  (où faites le calcul si besoin).
- 5 - On étudie enfin le montage complet.
  - a - Décrire qualitativement l'évolution de  $s(t)$  et de  $e(t)$  lors du fonctionnement, et réaliser un tracé dans le cas où à  $t = 0$  on a  $e = -V_0$  et  $s = +V_{\text{sat}}$ .
  - b - Calculer la période des oscillations.

### IV Limite en fréquence d'un oscillateur utilisant un ALI

[●●○]

- 1 - Rappeler ce qu'est le "slew rate" ou vitesse limite de balayage sur un ALI. Dans la suite on le prendra égal à  $15 \text{ V} \cdot \mu\text{s}^{-1}$ .
- 2 - On considère par exemple l'oscillateur astable vu en cours. Sa fréquence est donnée par  $f = \frac{R_2}{4R_1RC}$ . Quelle est la valeur maximale de fréquence que l'on peut espérer atteindre?