PSI FEUILLE D'EXERCICES DE SCIENCES PHYSIQUES N° 4 19/09/2024
2024/2025
Thème : oscillateurs électriques

APPLICATIONS DIRECTES :

1. Oscillateur quasisinusoïdal LC :

a. Comment peut-on réaliser un oscillateur harmonique uniquement avec une bobine et un condensateur ? Ecrire l'équation différentielle vérifiée par $u_c(t)$, tension aux bornes du condensateur. La résoudre et représenter $u_C(t)$ graphiquement.

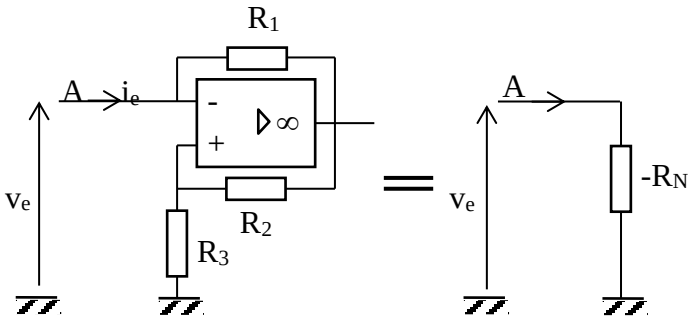
b. On prend une bobine de 500 spires. Rappeler un ordre de grandeur la valeur de son inductance. Quelle valeur doit-on donner à C pour que la fréquence des oscillations soit de 5 kHz ?

c. Pourquoi, en pratique un tel oscillateur ne peut-il pas fonctionner ? Donner la nouvelle équation différentielle dont $u_c(t)$ est solution. Que vaut $u_C(t)$ en régime permanent ? Tracer l'allure des réponse possibles.

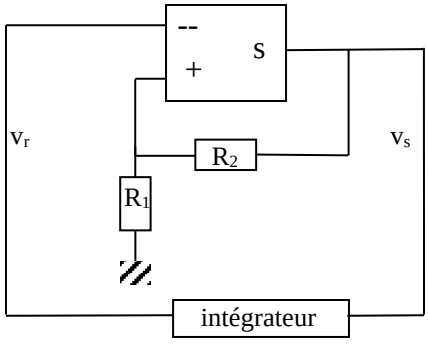
d. On rajoute une résistance négative, en série avec la bobine. Donner la nouvelle équation différentielle dont $u_c(t)$ est solution. Pour quelle valeur de cette résistance est-il possible de générer des oscillations quasisinusoïdales ? A quelle condition démarrent les oscillations ?

e. Justifier que le montage ci-contre, où l'ALI est idéal de gain infini et fonctionne en régime linéaire, permet de simuler une résistance négative. On donnera son expression en fonction de R_1, R_2 et R_3.

f. Représenter le schéma électrique complet de l'oscillateur à résistance négative.



2. Générateur de signaux rectangulaires



Soit le schéma semi-fonctionnel ci-contre. La chaîne de retour intégratrice est telle que $\tau \frac{dv_r}{dt} = v_s$, avec τ constante positive.

On suppose qu'à t = 0, v_s passe de $-V_{sat}$ à $+V_{sat}$. L'ALI est supposé idéal de gain infini en régime saturé.

a. Exprimer V+ en fonction de R_1, R_2 et v_s.

b. Etudier le signe de la tension différentielle de l'ALI, puis tracer le cycle du comparateur à hystérésis, $v_s(v_r)$ en justifiant son sens de parcours. Placer les instants t=0- et t=0+ sur le cycle.

c. Quelle est la valeur de la tension différentielle de l'ALI à t = 0- ? En déduire la valeur de $v_r(t=0-)$.

On suppose que la fonction $v_r(t)$ est continue.

d. Pour t > 0, donner l'expression de $v_r(t)$. Justifier notamment que $v_r(0) = -kV_{sat}$, on exprimera k en fonction de R_1 et R_2.

e. Jusqu'à quel instant t_1 cette expression reste-t-elle valable ? Que se passe-t-il alors ? Donner les valeurs de $v_r(t_{1-})$, $v_r(t_{1+})$, $v_s(t_{1-})$ et $v_s(t_{1+})$.

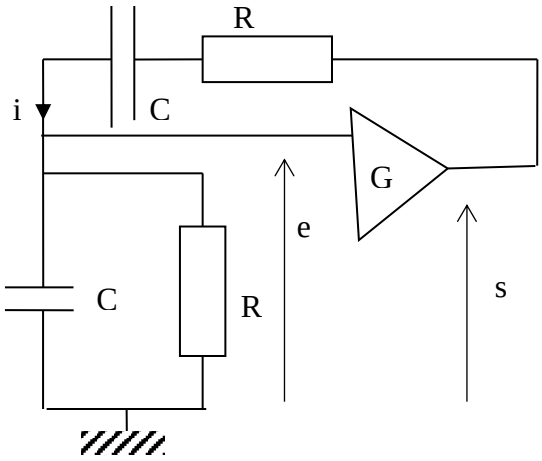
f. Tracer sur le même graphique $v_r(t)$ et $v_s(t)$.

g. Déterminer la période des oscillations en fonction de k, V_{sat} et τ.

h. Représenter le schéma d'un intégrateur idéal à ALI. Ce montage réalise-t-il la condition $\tau \frac{dv_r}{dt} = v_s$ avec τ constante positive ? Proposer une solution.

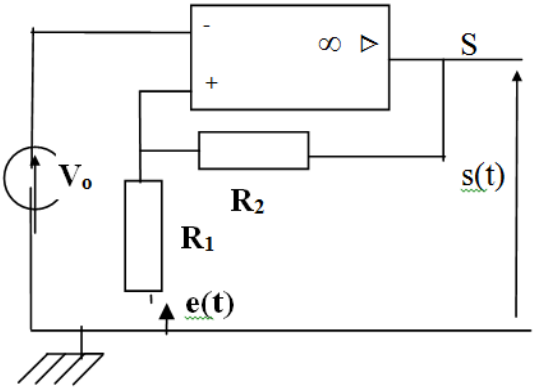
EXERCICES :

I. Oscillateur de courant du 2è ordre



1. Le gain G = s/e a une impédance d'entrée infinie. Que peut-on en déduire sur son courant d'entrée ?
2. Quelle équation différentielle régit l'évolution du courant d'intensité i(t) ?
3. Pour quelles valeurs de G le système oscille-t-il ?
4. Dans quel cas a-t-on des oscillations sinusoïdales ? On précisera leur fréquence.

II. Oscillateur à cycle décalé



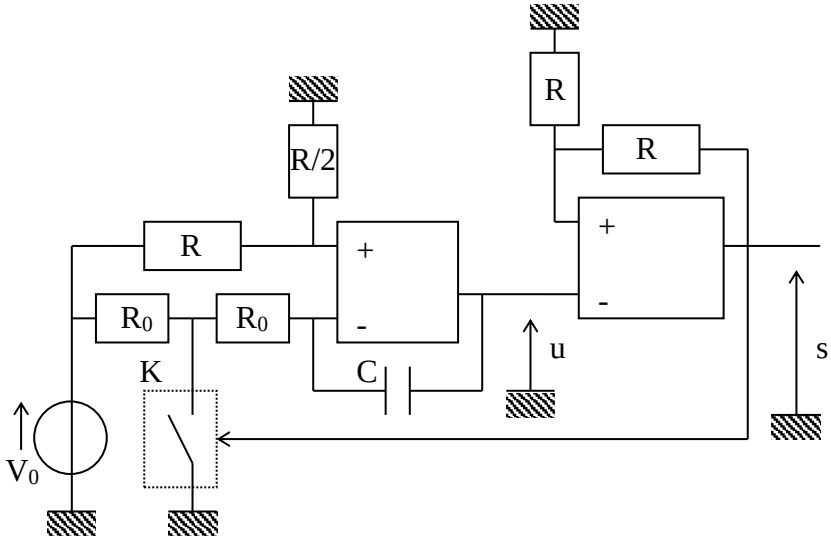
1. On suppose que l'ALI est idéal de gain infini. Dans le montage ci-contre a-t-on un fonctionnement linéaire ou saturé ?
2. Exprimer V+ en fonction de e, s, R_1 et R_2.
3. Etudier le signe de la tension différentielle, afin de tracer le cycle d'hystérésis du comparateur. V_o est une tension constante.
4. On boucle ce montage comparateur à hystérésis par un intégrateur pur de transmittance
   E / S = -1/τp (τ > 0). Proposer un montage simple à ALI qui réalise cette fonction et représenter le schéma complet du système bouclé.

Soit t = 0, l'instant où le comparateur bascule de la saturation basse à la saturation haute.

5. Donner les valeurs de s(t=0-) et e(t=0-). Justifier que e(t) est une fonction continue.
6. Tracer e(t) et s(t). Préciser l'amplitude et la période des signaux.
7. Sachant que e(t) est la tension de sortie d'un montage à ALI, entre quelles valeurs peut varier V_o pour que l'oscillateur fonctionne ?

III. Oscillateur de fréquence commandée par une tension.

On se propose d'analyser le fonctionnement du dispositif de la figure ci - dessous où les ALI sont supposés idéaux, de gain différentiel infini, leurs tensions de saturation étant égales à ± E.



L'interrupteur électronique K est commandé à partir de la tension de sortie selon la loi :

- si s < 0, K est ouvert.
- si s > 0, K est fermé.

a) A priori quel est le mode de fonctionnement du 1er ALI, linéaire ou saturé ? Même question pour le 2è ALI.

b) Pour chacun des états de K, déterminer l'expression de du/dt en fonction de V_o, C et R_o, en utilisant uniquement des relations sur l'ALI de gauche.

c) Pour le 2è ALI, exprimer v_+ en fonction de s.

d) Déterminer les conditions dans lesquelles le 2è ALI est en saturation haute, ainsi que la condition de basculement de la saturation haute à la saturation basse.

e) Mêmes question pour la saturation basse.

f) On suppose qu'à l'instant initial, u(t=0) = E/2 et s(t=0) = - E. Tracer l'allure des oscillogrammes u (t) et s (t).

f) Exprimer la période des signaux obtenus, puis la fréquence en fonction de la tension commandée V_0.