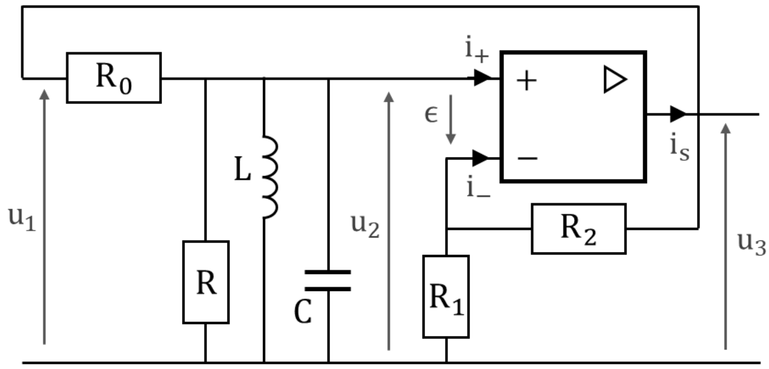
Programme d'interrogation orale

- Lorsque plusieurs filtres sont mis les uns à la suite des autres, ou bouclés ensemble, savoir raisonner par étapes en analysant la fonction de transfert d'un étage, puis d'un autre, etc.
- Dans les montages comportant plusieurs filtres, savoir reconnaitre un amplificateur inverseur et non-inverseur, et un comparateur à hystérésis (il est hors-programme, mais fortement conseillé de savoir aussi reconnaitre un intégrateur et un dérivateur, car cela se révèle souvent utile).
- Savoir que les oscillateurs quasi-sinusoïdaux se composent d'un amplificateur bouclé sur un passe-bande, et savoir étudier l'oscillateur de Wien abordé en cours (c'est-à-dire simplement montrer l'instabilité initiale qui mène à la saturation, et montrer qu'une fois la saturation atteinte, on finit par en sortir).
- Savoir que les oscillateurs à relaxation fonctionnent sur un modèle « remplissage-décharge », et savoir étudier le multivibrateur astable abordé en cours (c'est-à-dire calculer explicitement la forme du signal dans la phase montante et descendante).

Exercice 1 – Un autre oscillateur quasi-sinusoïdal (démarrage des oscillations) — Difficile 2 – Original 1

On considère le circuit bouclé ci-contre, dans lequel l'ALI est considéré idéal. On cherche à créer un oscillateur quasi-sinusoïdal qui démarre spontanément à partir du bruit électrique résiduel toujours présent dans les circuits. On cherche la condition de démarrage spontané des oscillations.



1. Dans quel régime doit-on placer l'ALI pour obtenir une croissance des oscillations pour un oscillateur quasi-sinusoïdal ?
2. Établir l'équation différentielle qui relie $u_1(t)$ et $u_2(t)$ à travers le filtre $R \parallel L \parallel C$
3. En supposant un régime linéaire de fonctionnement de l'ALI, établir le lien entre $u_3(t)$ et $u_2(t)$.
4. En déduire l'équation différentielle vérifiée par $u_2(t)$ dans la phase de fonctionnement linéaire et donner alors le critère de démarrage spontané des oscillations.

Exercice 2 – Un autre oscillateur quasi-sinusoïdal (retour à la linéarité) — Difficile 1 – Original 1

On reprend l'exercice précédent pour lequel, en régime linéaire on a établi les relations suivantes, toujours valables :

$$\ddot{u}_2 + \frac{R_0 + R}{R_0 RC}\dot{u}_2 + \frac{1}{LC}u_2 = \frac{1}{R_0 C}\,\dot{u}_1 \qquad v_+ = u_2 \qquad v_- = \frac{R_1}{R_1 + R_2}\,u_3$$

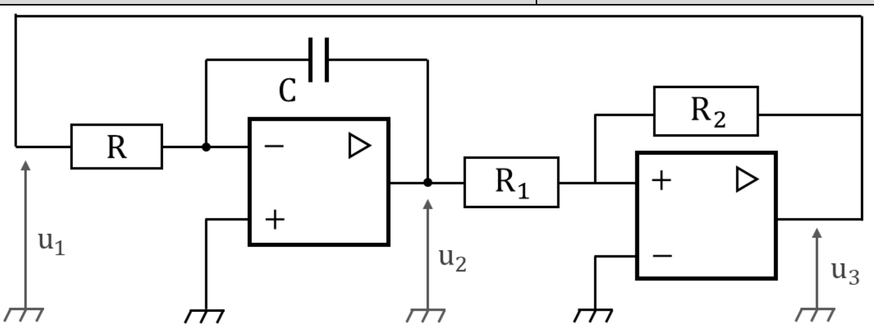
1. On suppose que les oscillations croissantes du régime linéaire atteignent la saturation positive à l'instant $t = 0$. En déduire l'équation différentielle vérifiée par $u_2(t)$ pour $t > 0$. Même question si l'ALI est en saturation négative.
2. En prenant les $R \sim 1\ \text{k}\Omega$, $C \sim 10^{-6}$ F, et $L \sim 10^{-4}$ H, quel type de régime obtient-on concernant le retour à la linéarité ? Des oscillations seront-elles visibles ?

Exercice 3 – Multivibrateur astable — Difficile 2 – Original 1

On considère le montage ci-contre.

1. Établir l'équation différentielle reliant la tension $u_1(t)$ à $u_2(t)$.
2. Dans quel régime de fonctionnement se trouve l'ALI de droite ?

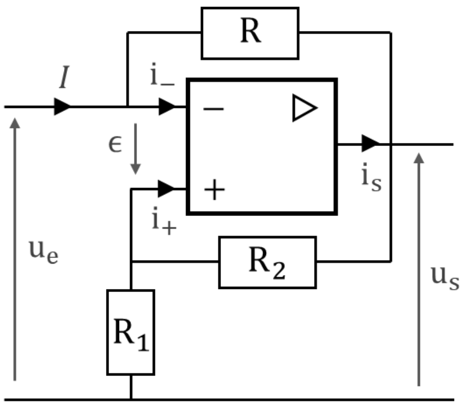
On suppose que le condensateur est déchargé à $t = 0$ et que $u_3(0) = +V_{sat}$.

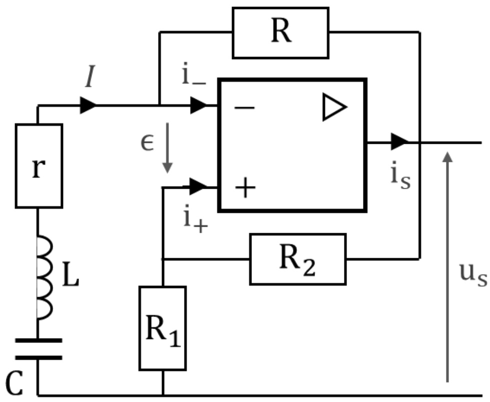


3. En déduire la loi horaire $u_2(t)$. Jusqu'à quel instant t_1 cette loi est-elle valable ?
4. En déduire l'évolution ultérieure (pour $t > t_1$), puis la période de la tension $u_2(t)$.

Exercice 4 – Oscillateur à résistance négative — Difficile 3 – Original 2

Cet exercice fait suite à celui concernant la résistance négative dans le TD du chapitre précédent (les quelques premières questions sont identiques).

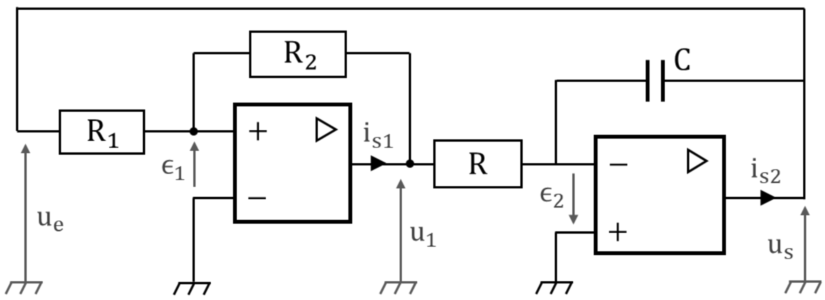




1. On s'intéresse au circuit de la figure de gauche. Pour un régime quelconque, établir le lien entre, d'une part v_-, I et u_s, et d'autre part v_+ et u_s.
2. En régime linéaire, en déduire une relation entre u_e et I.
3. En régime linéaire, la tension us est liée à v_+. À partir de quelle valeur de I le système bascule-t-il en saturation à $(+V_{sat})$? En déduire une relation entre u_e, I et V_{sat}.
4. De même, à partir de quelle valeur de I le système bascule-t-il à $(-V_{sat})$? En déduire une relation entre u_e, I et V_{sat}.
5. Tracer la caractéristique statique u_e en fonction de I en précisant les zones correspondant au fonctionnement en régime linéaire, en saturation positive et négative. Montrer que dans un intervalle donné de u_e, ce circuit se comporte comme un dipôle de résistance négative R_N que vous exprimerez en fonction de R_1, R_2 et/ou R.
6. On considère maintenant le montage de la figure de droite. Établir l'équation différentielle régissant l'évolution de $I(t)$ en régime linéaire et en régime de saturation.
7. Discuter de la stabilité des régimes étudiés.
8. Quelle(s) est (sont) la (les) condition(s) sur R (et autres) permettant d'obtenir des oscillations quasi-sinusoïdales ? Même question pour des oscillations sinusoïdales.

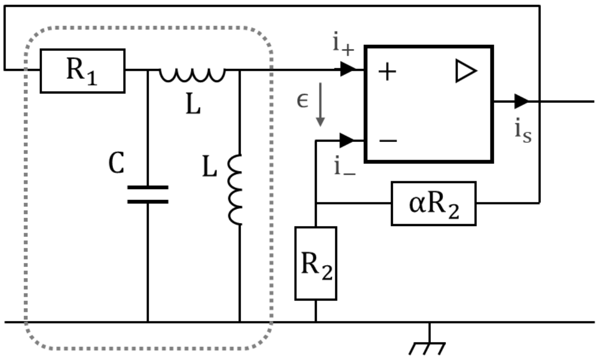
Exercice 5 – Générateur de fonctions — Difficile 2 – Original 2

On considère le circuit électrique de la figure ci-contre, dans lequel les ALI sont idéaux.



1. Dans quel régime va se placer l'ALI de gauche ?
2. En supposant que l'ALI de droite fonctionne en régime linéaire, établir la fonction de transfert $\underline{H}_2 = \underline{u_s}/\underline{u_1}$. En déduire l'équation différentielle qui relie $u_s(t)$ et $u_1(t)$.
3. L'ALI de gauche fonctionne en régime de saturation. En supposant que $u_1 = +V_{sat}$, déterminer la valeur de u_e permettant une bascule de u_1 vers $-V_{sat}$.
4. En supposant que $u_s(0) = 0$, au bout de combien de temps $u_s(t)$ va-t-il atteindre ce critère ?
5. En supposant maintenant que $u_1 = -V_{sat}$, déterminer la valeur de u_e permettant une bascule de u_1 à $+V_{sat}$.
6. Au bout de combien de temps $u_s(t)$ va-t-il atteindre ce critère ?
7. En déduire l'allure du signal $u_s(t)$ ainsi que sa période.

Exercice 6 – Oscillateur de Hartley | Difficile 2 – Original 2

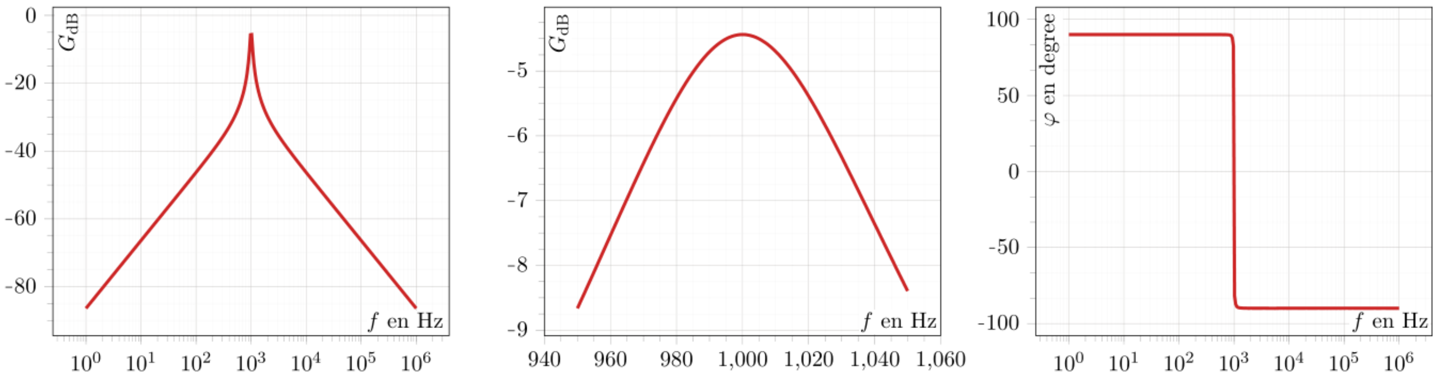


On considère le circuit ci-contre dans lequel l'ALI est idéal et fonctionne en régime linéaire. Le filtre de Hartley est entouré en pointillés sur le schéma ci-contre.

1. Parmi les propositions suivantes, identifier la fonction de transfert du filtre de Hartley :

$$\underline{H_1} = \frac{H_0}{1 + j\frac{\omega}{Q\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \underline{H_2} = \frac{j\frac{\omega}{Q\omega_0}H_0}{1 + j\frac{\omega}{Q\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \qquad \underline{H_3} = \frac{-H_0\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{1 + j\frac{\omega}{Q\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$

2. Déterminer les paramètres ω_0, H_0, Q à l'aide des graphes suivants :



3. Déterminer α pour qu'il y ait des oscillations quasi-sinusoïdales.
4. Étudier le démarrage des oscillations : établir la condition d'apparition et l'évolution de l'amplitude au cours du temps.