



FIGURE 1 – ALI et bobine de détection (600 spires).

I. Détecteur de métaux

EXERCICE A REVOIR FAIRE + SIMPLES ? Resistance neg ???N

Un détecteur de métaux est un appareil permettant de localiser des objets métalliques en exploitant le phénomène physique de l'induction magnétique. Il est utilisé par exemple dans le domaine de la sécurité, dans les aéroports pour détecter des armes cachées sur les passagers d'un avion, dans le domaine militaire pour le déminage, dans les loisirs pour la recherche de divers objets enfouis, en archéologie pour la recherche d'objets anciens. Le principe de fonctionnement



d'un détecteur à boucle inductive est le suivant : un enroulement de fil électrique formant la boucle de détection est relié à un oscillateur quasi-sinusoidal. Ce dernier génère dans la boucle un courant sinusoïdal qui crée au-dessus de celle-ci un champ électromagnétique lui-même sinusoïdal. Lorsqu'un métal est à proximité immédiate de la boucle, ce champ induit des courants de Foucault à la surface de celui-ci. Ces derniers ont pour effet de modifier l'inductance de l'enroulement et donc la fréquence de l'oscillateur.

1 - Matériel

Dans ce TP, nous allons utiliser un circuit RLC pour réaliser un détecteur de métal. Vous disposez du matériel usuel ainsi que d'un A.L.I et d'une bobine de transformateur qui jouera le rôle de la bobine de détection.

2 - Étude d'un circuit oscillant

🔧 Expérience 1

- ✓ Réaliser le circuit suivant en utilisant la bobine fournie. On prendra comme valeur des composants : $C = 10 \text{ nF}$ et $R = 100 \Omega$.
- ✓ la tension du GBF est réglé sur un signal créneau d'amplitude $5,0 \text{ V}$ et de fréquence 100 Hz
- ✓ Observer la tension aux bornes de la résistance sur l'oscilloscope ainsi que celle du GBF.
- ✓ Effectuer une acquisition permettant de visualiser les oscillations de $s(t)$ et imprimer la courbe obtenue sur LatisPro

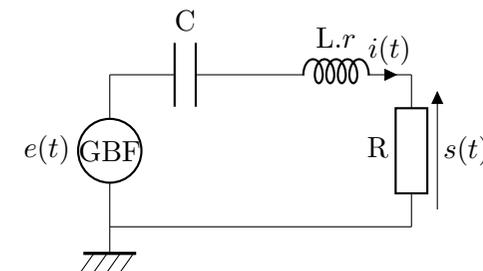


FIGURE 2 – Circuit du deuxième ordre

À rédiger

- Q 1 - Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $s(t)$. On posera $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ et $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$.
- Q 2 - À partir de la courbe obtenue, estimer les valeurs de Q et ω_0 .
- Q 3 - En déduire une estimation de la valeur de l'inductance L .

Appel Professeur, à l'oral

Indiquer à l'oral comment sont modifiés les paramètres Q et ω_0 en tenant en compte la résistance interne de la bobine r . Les plus courageux (donc les 5/2) pourront appuyer leur réflexion sur l'écriture de la nouvelle équation différentielle.

3 - Amplificateur non inverseur

Un amplificateur non-inverseur est réalisé par le montage fig. ??

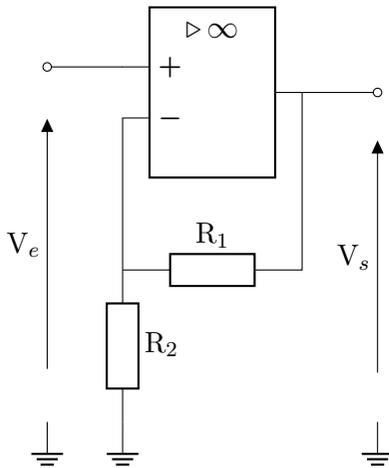


FIGURE 3 – Montage amplificateur non-inverseur

Expérience 2

- ✓ Réaliser le montage proposé avec $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 1,0 \text{ k}\Omega$. La tension V_e est une tension sinusoïdale d'amplitude 0,1 V et de fréquence $f = 10 \text{ kHz}$. Les tensions V_e et V_s sont observées à l'oscilloscope.
- ✓ Mesurer l'amplitude de la tension V_s .
- ✓ Augmenter progressivement l'amplitude de la tension V_e et mesurer sa valeur pour observer la saturation de la tension de sortie V_s .

À rédiger

- Q 4 - Vérifier que le gain d'amplification calculé en préparation est compatible avec les valeurs mesurées.
- Q 5 - Justifier la valeur maximale observées pour V_e .

4 - Oscillateur quasi-sinusoïdal

Un oscillateur quasi-sinusoïdal est composé d'un circuit oscillant et d'un amplificateur pour compenser les pertes du circuit.

Précautions expérimentales Le circuit suivant ne nécessite pas l'utilisation d'un GBF.

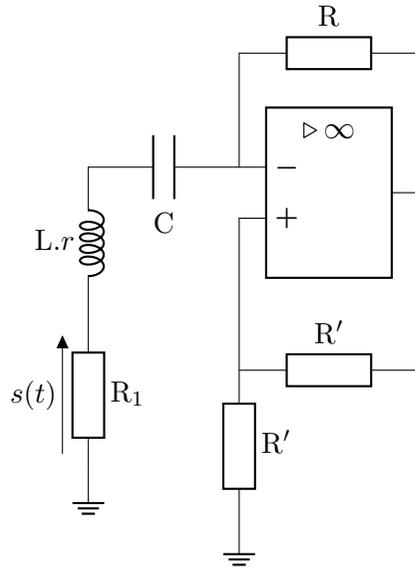


FIGURE 4 – Montage d’oscillateur quasi-sinusoidal à résistance négative, $R' = 10 \text{ k}\Omega$, R variable, $R_1 = 220 \Omega$, $C = 500 \text{ nF}$, $L = 100 \text{ mH}$

✍ À rédiger

- **Q 6** - En négligeant la résistance r , montrer que l’équation différentielle vérifiée par $s(t)$ est de la forme :

$$\frac{d^2s}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q}(1 - G)\frac{ds}{dt} + \omega_0^2s = 0$$

où G est une grandeur que l’on exprimera en fonction de R et R' .

- **Q 7** - Justifier que pour une valeur limite de G , des oscillations apparaissent dans le circuit proposé.

🔧 Expérience 3

- ✓ Réaliser le montage proposé avec $R' = 10 \text{ k}\Omega$ et une résistance variable initialement à $R = 9 \text{ k}\Omega$.
- ✓ Visualiser la tension $s(t)$. Aucun GBF n’est branché dans ce mon-

tage.

- ✓ Augmenter progressivement la résistance R jusqu’à être à la limite des oscillations pour la tension $s(t)$.
- ✓ Placer un barreau métallique dans la bobine et mesurer la fréquence du signal observé.

La présence d’un matériau ferromagnétique (comme le fer ou l’acier) augmente l’inductance L de la bobine.

🔍 Appel Professeur, à l’oral

Justifier que la fréquence observée est compatible avec un matériau ferromagnétique. Proposer des explications pour la modification du signal en présence d’un métal non-ferromagnétique.

✍ À rédiger

- **Q 8** - Proposer une fonction de transfert pour le circuit RLC seul (sans négliger la résistance r) de la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

on explicitera H_0 en fonction de R et r .

- **Q 9** - Exprimer la fonction de transfert G pour l’amplificateur non-inverseur seul.
- **Q 10** - En déduire que, pour le système bouclé, la condition d’oscillation à la pulsation $\omega = \omega_0$ s’écrit :

$$G = \frac{R + r}{R}$$

II. Oscillateur à pont de Wien

Dans le montage suivant, les valeurs de R et C sont indentiques.

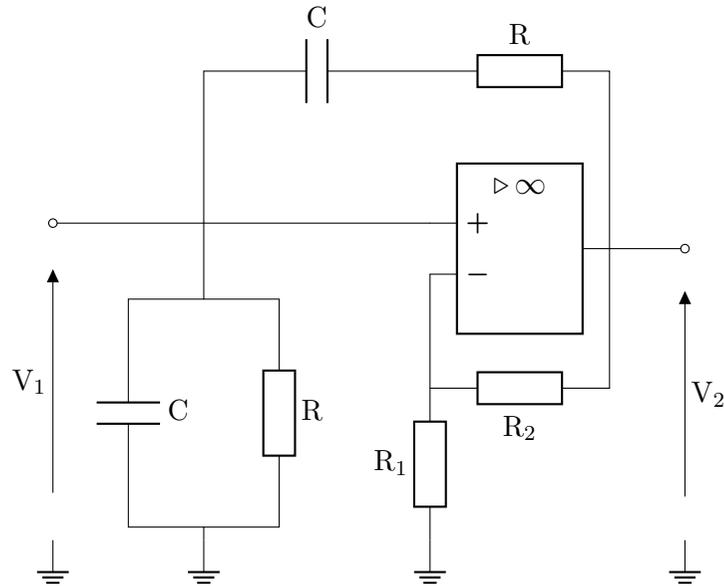


FIGURE 5 – Oscillateur à pont de Wien

🔧 Expérience 4

- ✓ Réaliser le montage proposé, vous pouvez garder la partie ALI commune avec le montage précédent.
- ✓ Les tensions V_1 et V_2 ne sont pas connectés à un GBF.
- ✓ Régler les valeurs de R_1 et R_2 pour faire apparaître des oscillations.
- ✓ Mesurer la fréquence d'oscillations

🔍 Appel Professeur, à l'oral

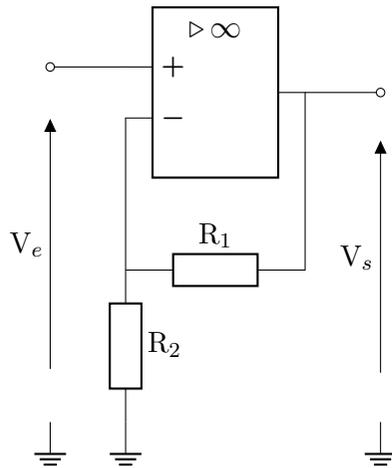
Justifier les valeurs de R_1 et R_2 permettant la mise en oscillation du circuit.

🍃 À rédiger

- Q 11 - Écrire l'équation différentielle liant $V_s(t)$ et $V_e(t)$.
- Q 12 - On relie la sortie du montage à l'entrée du montage. Écrire l'équation différentielle vérifiée par la tension.
- Q 13 - Trouver une condition sur R_1 et R_2 pour qu'on ait un oscillateur (générateur sinusoïdal) et préciser la fréquence.
- Q 14 - Commenter le comportement de ce montage selon la valeur du rapport R_2/R_1 .

Exercice 1

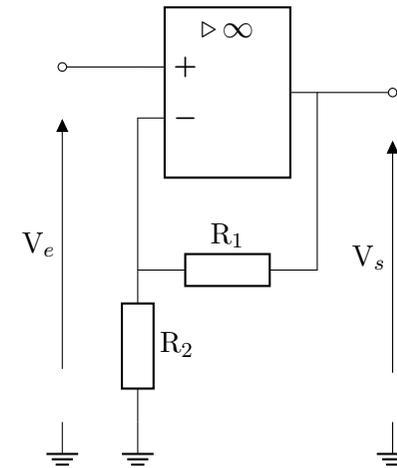
Un amplificateur non-inverseur est réalisé par le montage suivant avec $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 1,0\text{ k}\Omega$.



- 1 - Justifier que l'ALI fonctionne en régime linéaire.
- 2- Montrer que la tension V_s s'écrit sous la forme : $V_s = \frac{R_1+R_2}{R_2}V_e$.
- 3 - Pour un ALI alimentée par une alimentation symétrique $\pm 15\text{ V}$, calculer la valeur maximale de l'amplitude de V_e pour que l'ALI fonctionne de manière linéaire.

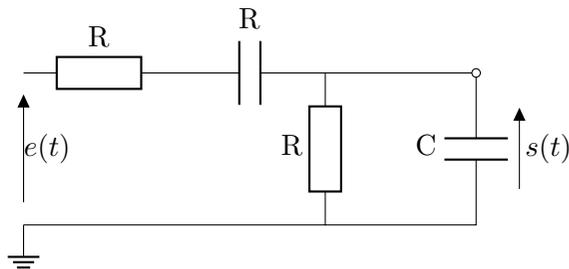
Exercice 2

Un amplificateur non-inverseur est réalisé par le montage suivant avec $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ et $R_2 = 1,0\text{ k}\Omega$.



- 1 - Justifier que l'ALI fonctionne en régime linéaire.
- 2- Montrer que la tension V_s s'écrit sous la forme : $V_s = \frac{R_1+R_2}{R_2}V_e$.
- 3 - Pour un ALI alimentée par une alimentation symétrique $\pm 15\text{ V}$, calculer la valeur maximale de l'amplitude de V_e pour que l'ALI fonctionne de manière linéaire.

Un pont de Wien est composé de l'association suivante :

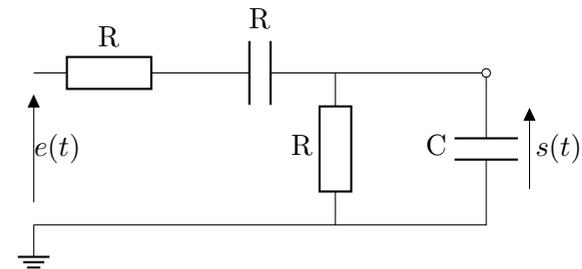


- 4 - Montrer que la fonction de transfert associé à ce filtre est de la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{Q}{1 + jQ(\omega/\omega_0 - \omega_0/\omega)}$$

On précisera les valeurs de Q et ω en fonction de R et C .

Un pont de Wien est composé de l'association suivante :



- 4 - Montrer que la fonction de transfert associé à ce filtre est de la forme :

$$\underline{H}(\omega) = \frac{Q}{1 + jQ(\omega/\omega_0 - \omega_0/\omega)}$$

On précisera les valeurs de Q et ω en fonction de R et C .