

TP E2 : QUELQUES MONTAGES DE BASE EN ELECTRONIQUE

Capacités exigibles :

- Analyse spectrale : Mettre en évidence la distorsion harmonique des signaux par une analyse spectrale.
- Identifier la manifestation de la vitesse limite de balayage d'un ALI.
- Mettre en œuvre un dispositif expérimental mettant en évidence un phénomène de résonance.

I) Comparateurs simples :

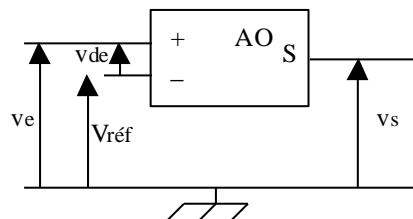
Un comparateur de tension est un composant à deux entrées et une sortie, dont la fonction est de fournir une tension de sortie qui dépend du signe de la différence des deux tensions d'entrée (tension différentielle d'entrée). Par définition, la tension de sortie d'un comparateur ne peut prendre que deux valeurs, associées à chacun des deux signes possibles de la tension différentielle d'entrée.

La fonction comparaison est la frontière entre le traitement analogique des signaux et leur traitement numérique. En effet, les signaux sont de nature analogique à l'entrée des comparateurs et de nature numérique à leur sortie. La relation entre l'entrée et la sortie n'est pas linéaire : un comparateur est un opérateur non linéaire. La non-linéarité est due à l'absence de contre-réaction sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel.

1) Principe :

Un comparateur simple est réalisé à l'aide d'un amplificateur opérationnel (AO) (également appelé amplificateur linéaire intégré ALI) en boucle ouverte. La tension de référence $V_{\text{réf}}$ (tension continue) est appliquée sur l'une des entrées de l'AO et la tension v_e sur l'autre. La tension différentielle d'entrée de l'AO est $v_{de} = v_+ - v_-$.

Dans le cas du comparateur simple non inverseur, v_e est introduit sur l'entrée non inverseuse, et $V_{\text{réf}}$ est introduit sur l'entrée inverseuse :



Dans le cas du comparateur simple inverseur (pas étudié ici), v_e est introduit sur l'entrée inverseuse, et $V_{\text{réf}}$ est introduit sur l'entrée non inverseuse.

L'AO étant utilisé en boucle ouverte, les tensions de sortie sont les tensions de saturation $+V_{\text{sat}}$ et $-V_{\text{sat}}$ de l'AO.

Tracer la caractéristique statique théorique $v_s = f(v_e)$ pour le comparateur simple non inverseur.

2) Réalisation expérimentale du comparateur simple non inverseur :

a) Chronogrammes :

On utilise pour $V_{\text{réf}}$ une tension continue. On prendra par exemple $V_{\text{réf}} = 2,0 \text{ V}$. La tension v_e est ici sinusoïdale de fréquence $f = 100 \text{ Hz}$.

Remarque : On peut créer une tension continue avec un GBF. Pour cela, mettre le calibre des fréquences sur 1 Hz, régler la fréquence à 0, mettre une amplitude nulle (bouton « level »), et tirer le bouton « DC OFFSET », puis le tourner pour régler à la valeur souhaitée.

Visualiser v_e et v_s sur un oscilloscope pour le comparateur non inverseur. Faire varier l'amplitude de v_e , de $V_{réf}$. Tracer les chronogrammes de v_e , $V_{réf}$ et v_s dans différents cas. Commenter.

Commuter l'oscilloscope en mode XY. Commenter.

Visualiser également le spectre de fréquence de v_e et de v_s en utilisant la fonction FFT (« Fast Fourier Transform ») dans « Math Menu » sur l'oscilloscope numérique. Commenter les spectres de fréquence. C'est la non linéarité du système qui engendre la génération d'harmoniques en sortie.

b) Défaut du comparateur réel : vitesse limite de balayage (slew rate) :

Augmenter la fréquence de la tension v_e . Visualiser à l'oscilloscope en mode bi-courbe. Commenter. Mesurer la vitesse limite de balayage et comparer à la valeur donnée dans le cours : $\sigma = 1$ à $10 \text{ V} \cdot \mu\text{s}^{-1}$.

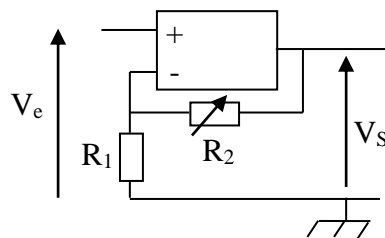
Observer à présent en mode XY. Commenter. Le cycle d'hystérésis observé est la conséquence d'une vitesse de balayage finie, ce qui est le facteur le plus important de limitation des performances du comparateur simple à AO réel.

3) Application des comparateurs simples :

- détection d'un niveau de tension de référence.
- transformation d'un signal analogique variable en un signal numérique à deux niveaux permettant un traitement logique.

II) Montage amplificateur non inverseur :

1) Etude théorique :



Etablir la relation entre V_s et V_e . On posera $A_0 = 1 + \frac{R_2}{R_1}$ le gain en tension de l'amplificateur non inverseur.

2) Réalisation expérimentale :

On applique une tension V_e sinusoïdale, de fréquence 1,0 kHz par exemple, grâce à un GBF. Régler l'amplitude de V_e à 2,0 V.

On prendra $R_1 = 1,0 \text{ k}\Omega$, et pour R_2 une boîte de résistances ajustables.

- Pour $R_2 = 3,0 \text{ k}\Omega$, que vaut V_s ? On pourra aussi observer en mode XY. Comparer à l'étude théorique.
- Pour $R_2 = 7,0 \text{ k}\Omega$, que se passe-t-il ? Etait-ce prévisible ? Observer également en mode XY.

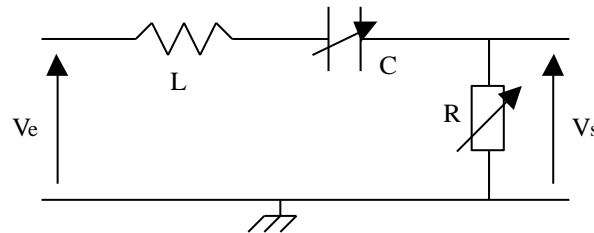
Dans les deux cas, visualiser également le spectre de fréquence du signal de sortie en utilisant la fonction FFT (« Fast Fourier Transform ») dans « Math Menu » sur l'oscilloscope numérique. Commenter le spectre de fréquence.

III) Etude expérimentale de la résonance dans un circuit RLC série :

On applique une tension V_e sinusoïdale grâce à un GBF.

On prendra une capacité $C = 10 \text{ nF}$ et pour R une boîte de résistances ajustables. Quant à la bobine d'inductance $L = 40 \text{ mH}$, on cherchera préalablement la valeur de sa résistance interne r à l'aide d'un multimètre.

1) Résonance en courant :



On s'intéresse à la résonance en courant du circuit. En effet, on constate que le courant (donc V_s) est maximum dans le circuit pour une certaine fréquence.

Proposer et réaliser un montage permettant l'étude de la résonance en courant de ce montage. On justifiera cette proposition et on n'oubliera pas les problèmes liés au caractère fini de l'impédance d'entrée du dispositif de mesure qu'est l'oscilloscope.

Déterminer expérimentalement cette fréquence pour différentes valeurs de la résistance R ($R = 10 \text{ k}\Omega$, $R = 2,0 \text{ k}\Omega$ et $R = 200 \Omega$) et la comparer à la fréquence propre $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ du circuit RLC (à calculer).

Evaluer les incertitudes sur les mesures.

Dans chaque cas, calculer la valeur du facteur de qualité Q ($Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$). Conclure. Interpréter en s'aidant de vos connaissances sur le filtre RLC série passe-bande.

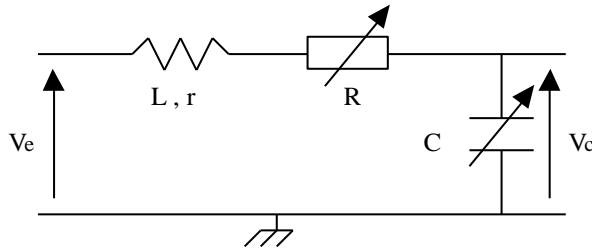
On rappelle que la fonction de transfert de ce filtre est de la forme :

$$\underline{T} = \frac{V_s}{V_e} = \frac{j \frac{\omega}{Q \omega_0}}{1 + j \frac{\omega}{Q \omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Faire également les observations expérimentales en mode XY. Justifier l'intérêt de l'observation en mode XY.

2) Résonance en tension aux bornes du condensateur :



On s'intéresse à présent à la résonance en tension de ce circuit. On regarde la tension V_C aux bornes du condensateur. On constate que la tension V_C est maximale dans le circuit pour une certaine fréquence.

Proposer et réaliser un montage permettant l'étude de la résonance en tension de ce montage. On justifiera cette proposition et on n'oubliera pas les problèmes liés au caractère fini de l'impédance d'entrée du dispositif de mesure qu'est l'oscilloscope.

Déterminer expérimentalement cette fréquence pour différentes valeurs de la résistance R ($R = 10\text{ k}\Omega$, $R = 2,0\text{ k}\Omega$ et $R = 200\ \Omega$) et la comparer à la fréquence propre $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ du circuit RLC, ainsi qu'à la

fréquence $f_1 = f_0 \sqrt{1 - \frac{1}{2Q^2}}$. Conclure. Interpréter en s'aidant de vos connaissances sur le filtre RLC série passe-bas.

On rappelle que la fonction de transfert de ce filtre est de la forme :

$$\underline{T} = \frac{V_S}{V_e} = \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{Q\omega_0} - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ et $Q = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Faire également les observations expérimentales en mode XY. Est-ce exploitable ?