

Extraits du programme :

Partie 2 - Formation expérimentale

Nature et méthodes	Capacités exigibles
Électricité et électronique Montages utilisant un ALI.	Mettre en œuvre divers montages utilisant un ALI.

Partie 3 - Formation disciplinaire

ÉLECTRONIQUE	Capacités exigibles
1.3. Oscillateurs	Réaliser un oscillateur quasi-sinusoïdal et analyser les spectres des signaux générés.

DETECTEUR A BOUCLE INDUCTIVE

Les détecteurs de véhicules dits à boucle inductive sont actuellement de loin les plus répandus, tant pour le contrôle des flux sur autoroutes que pour la détection automatique pour le déclenchement de feux tricolores ou de barrières de sécurité.



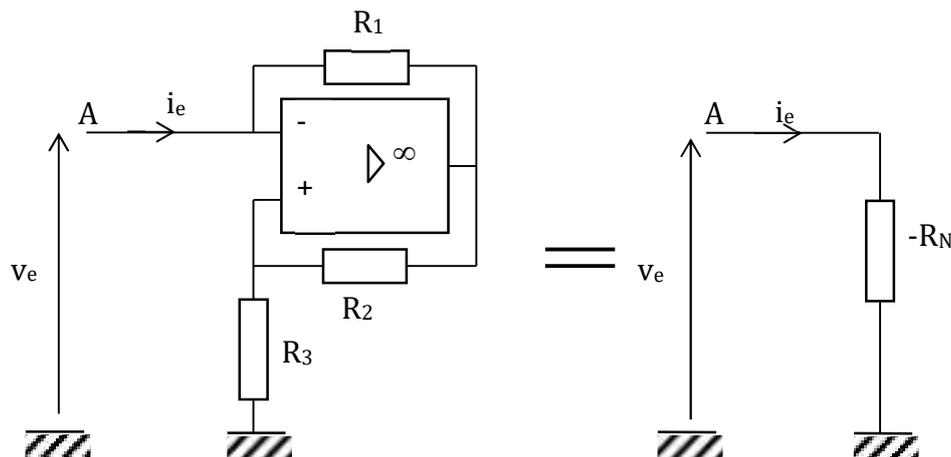
Gustave Trouvé, grand inventeur de matériel électrique, a utilisé ce circuit pour détecter les balles logées dans le corps des soldats en 14-18...

Cet TP propose d'étudier le principe et la mise en œuvre d'un tel détecteur.

1. Préparation :

1.1 Montage à résistance négative :

Le détecteur à boucle inductive utilise un montage à résistance négative à ALI donné ci-dessous.



- En modélisant l'ALI idéal, de gain différentiel infini, montrer qu'en régime linéaire :
$$v_e = -R_N i_e \text{ avec } R_N = R_1 R_3 / R_2$$

Le dipôle (D) de bornes A et M (masse) est donc équivalent en régime linéaire à une résistance négative de valeur $-R_N$.

- Calculer R_N et son incertitude pour $R_1 = R_2 = 10,0 \text{ k}\Omega$; $R_3 = 1,0 \text{ k}\Omega$ connues 1% près.

1.2. Oscillateur quasi-sinusoidal :

Le dipole D est associé en série à une capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance R_L et une résistance R (positive) réglable.

On souhaite visualiser la tension aux bornes du condensateur avec un oscilloscope ou une centrale d'acquisition ayant une masse commune avec l'alimentation de l'ALI. (rappel : le circuit ne comporte pas de générateur).

- Faire le schéma du montage
- Ecrire l'équation différentielle vérifiée par le courant d'entrée i_e , en déduire celle vérifiée par $u_c(t)$ tension aux bornes du condensateur.
- A quelle condition sur les résistances du circuit $u_c(t)$ est-elle une fonction sinusoïdale du temps ?
- Quelle sera sa fréquence ?
- Sachant que $L \approx 10$ mH, déterminer la valeur de C qui permet d'obtenir des oscillations de fréquences de l'ordre de 5 kHz.

2. Matériel :

Vous disposez : d'une interface Sysam SP-5, d'une alim $\pm 15V$ d'une plaque Labdec ; d'une boîte à décade de capacités (C), d'une bobine de 500 spires, d'inductance proche de 10 mH ; d'une boîte à décade de résistance (R_3) et de composants électroniques $R_1 = R_2 = 10$ k Ω ; AO TL 071, d'un GBF pour la 5^e partie uniquement.

3. Etude expérimentale.

1. Oscillateur à résistance négative :

Réaliser le montage à résistance négative sur plaque Labdec, avec $R_1 = R_2 = 10$ k Ω ; $R_3 = 1$ k Ω .

On n'oubliera pas d'alimenter l'ALI en $\pm 15V$; c'est la masse de l'alimentation qui définit la masse du montage.

Compléter pour former le circuit RLC série avec une décade de résistances R, une décade de capacités et l'inductance.

Remarques :

- Il n'y a pas de générateur basse fréquence dans le montage !
- On réfléchira à l'ordre des dipôles dans la maille, sachant que l'on souhaite observer la tension aux bornes de la capacité.
- On prendra pour la valeur de C celle qui donne une fréquence propre d'oscillation de l'ordre de 5 kHz.

Observer la tension aux bornes de la capacité à l'oscilloscope.

A partir d'une valeur « élevée » de R, diminuer sa valeur jusqu'à observer les oscillations (soit R_c cette valeur).

Comparer la valeur de R_c obtenue à la valeur théorique attendue.

Mesurer la fréquence du signal.

2. Détection de la présence d'un métal

Approcher une masse métallique de la bobine et observer quantitativement la variation de fréquence des oscillations.

Dans ce cas, quelle caractéristique de la bobine est modifiée ?

Si les oscillations disparaissent, sur quelle caractéristique de la bobine joue la masse métallique ?

Mesurer la fréquence des oscillations avec et sans masse métallique. Expliquer comment est détectée la présence d'une masse métallique.

3. Analyse spectrale

Représenter les oscillogrammes obtenus pour $R > R_c$, $R = R_c$ et $R < R_c$.

Faire le spectre de $u_c(t)$ et le représenter pour $R = R_c$, puis pour $R < R_c$.

Rappel : noter les paramètres d'acquisition pour chaque spectre

Visualiser en particulier l'apparition de nouvelles composantes dans le spectre en parallèle de la déformation du signal. Vérifier que la fréquence du fondamental correspond bien à la fréquence du signal. Commenter ces spectres.

4. Amorçage des oscillations :

Régler R de manière à ce qu'il n'y ait pas d'oscillations, puis diminuer R jusqu'à l'apparition d'oscillations.

Régler correctement le logiciel (durée d'acquisition, nombre de points, seuil de déclenchement) de manière à acquérir l'amorçage des oscillations.

Représenter l'oscillogramme obtenu. Comment varie l'amplitude des oscillations ?

La modéliser en utilisant la fonction cretemaxi de Latis pro.

5. Tracé de la caractéristique de la résistance négative :

A partir du montage précédent, réaliser le montage ci-contre, avec $R_1 = R_2 = 10k$; $R_3 = 1k\Omega$ et $R = 3k\Omega$.

Le GBF délivre un signal sinusoïdal $e(t)$ d'amplitude $2V_{cc}$ et de fréquence 100 Hz.

Visualiser les tensions $e(t)$ et $v_e(t)$.

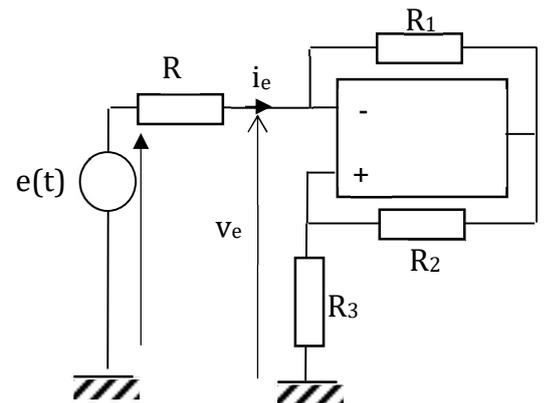
A partir de la feuille de calcul de Latis Pro, calculer à partir de ces deux tensions le courant d'entrée i_e .

Observer $v_e(t)$ et $i_e(t)$ et repérer les parties de la courbe où le fonctionnement est linéaire.

Représenter la caractéristique $v_e = f(i_e)$ du dipole.

Mesurer la valeur de la pente et valider la mesure.

Augmenter d'amplitude du signal d'entrée à $10V_{cc}$. Représenter $v_e = f(i_e)$ et justifier les observations.



Condition de stabilité du montage à ALI (pour les étudiants les plus avancés)

La tension $v_e(t)$ est réalisée par un GBF représenté par son modèle de Thévenin (e , R). A partir du modèle 1er ordre du gain différentiel de l'ALI en régime linéaire, déterminer une condition sur les résistances du montage et la résistance interne R du générateur pour que le montage soit stable.