

Détecteur à boucle inductive

I Situation-Problème

Comment fabriquer un dispositif permettant de détecter la présence d'une masse métallique ?

II Informations

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. Cette activité propose d'étudier le principe et la mise en œuvre d'un tel détecteur.

Cette activité laisse une part notable à l'initiative tant au niveau de l'élaboration que de la mise en œuvre des dispositifs expérimentaux. Il est donc nécessaire de réfléchir à la conception des montages, de proposer des schémas, des protocoles.

Un compte-rendu doit être rédigé, il constitue le support de votre travail et fait lui aussi l'objet d'une évaluation.

Liste du matériel :

— Paillasse élèves :

- Un ordinateur avec le logiciel « Latis pro » et sa carte d'acquisition
- Grande plaquette Jeulin de montage
- Boîtier avec ALI TL081
- Une alimentation +15/-15 V
- Une boîte de capacités réglables
- Une boîte de résistances réglables
- Un oscilloscope numérique
- Un GBF
- Une bobine de 500 spires (inductance de l'ordre de 10 mH) ou 1000 spires (inductance de l'ordre de 40 mH à 50 mH)
- Une masse métallique : noyau de fer par exemple

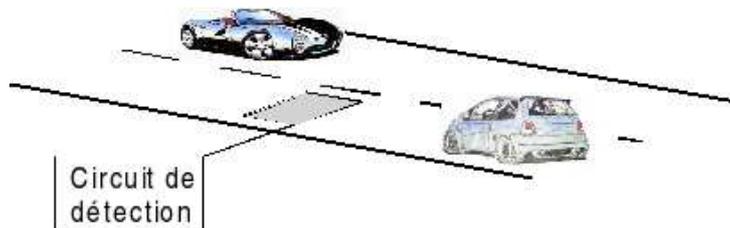
— Matériel commun :

- Résistances de différentes valeurs : de 100 Ω à 100 k Ω .
- Un multimètre mesurant les inductances et les résistances
- Cavaliers
- Câbles

III Présentation

Le principe de fonctionnement d'un détecteur à boucle inductive est le suivant : un enroulement de fil électrique placé dans une tranchée rectangulaire en travers de la chaussée (cf. figure ci-dessous) est relié à une borne contenant 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 véhicule est à proximité 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. Un fréquencemètre permet ainsi de détecter le véhicule passant au dessus de la boucle.

L'activité expérimentale propose d'élaborer un oscillateur quasi-sinusoïdal simplifié et de mesurer la sensibilité de la boucle de détection.

IV Fabrication d'une résistance négative

On considère le dipôle AB ci-dessous. Dans le cas où l'amplificateur opérationnel (supposé idéal et de gain infini) fonctionne en régime linéaire, le dipôle se comporte comme une résistance négative de valeur $-R_n$ avec

$$R_n = \frac{R_1}{R_2} R$$

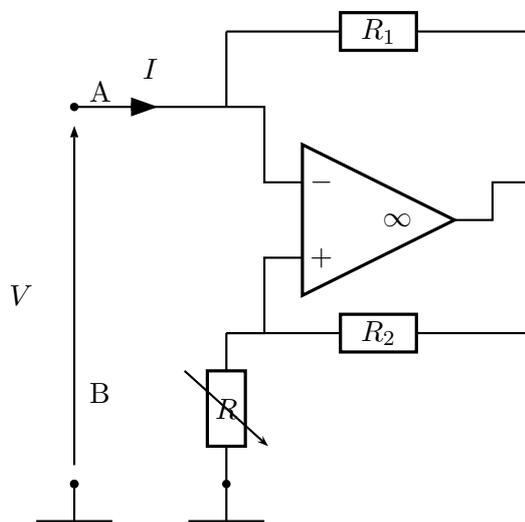


FIGURE 1 –

On désire faire une acquisition par ordinateur (avec « Latis pro ») afin de tracer la caractéristique statique courant-tension expérimentale $V = f(I)$ de ce dipôle.

1. Élaborer un protocole et un schéma de montage de manière à visualiser cette caractéristique. Indication : On pourra mettre en série une autre résistance en sachant que pour qu'un montage soit stable, il faut que la résistance totale de celui-ci soit positive.
2. Réaliser le montage, observer la courbe $V = f(I)$ obtenue à l'ordinateur. Préciser le réglage des instruments employés, les valeurs choisies pour les différents paramètres, les grandeurs à mesurer, la durée d'acquisition, etc., et les raisons éventuelles de ces choix.

- À partir de la courbe $V = f(I)$, déterminer expérimentalement la valeur de R_n en précisant la méthode utilisée. Comparer avec la valeur attendue. **Une évaluation des incertitudes est attendue.**

V Élaboration de l'oscillateur

On élabore dans cette partie un montage générant spontanément des oscillations, sans source alternative extérieure, la fréquence des oscillations dépendant des caractéristiques du circuit.

Pour jouer le rôle de la boucle inductive, on prendra une bobine de 500 ou 1000 spires d'inductance L .

- Montrer rapidement que pour une valeur particulière de R , le montage ci-contre peut être le siège d'oscillations sinusoïdales non amorties dont on exprimera la fréquence f .

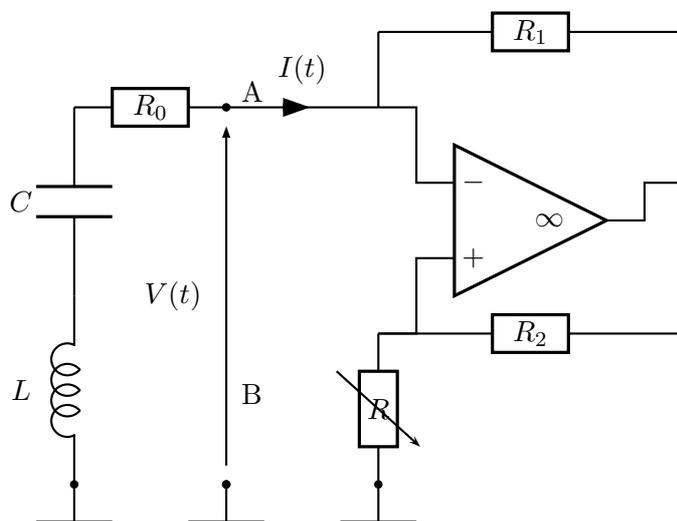


FIGURE 2 –

- Réaliser le montage afin d'observer des oscillations de fréquence voisine de 1 kHz. Observer le déclenchement des oscillations de $V(t)$ en jouant sur R .
- Déterminer expérimentalement la valeur de R à partir de laquelle démarrent les oscillations et la comparer à la valeur attendue. **Une évaluation des incertitudes est attendue.**

VI Détection d'un véhicule

- Approcher une masse métallique de la bobine et observer quantitativement la variation de la fréquence des oscillations.
- Complément éventuel : imaginer un système permettant de détecter qualitativement ces variations de fréquences et le mettre en œuvre si le temps le permet.