

Convertir l'énergie vibratoire des ponts en énergie électrique

Pour veiller sur la sécurité des ponts, il faut disposer continuellement des données relatives à leurs états, or l'utilisation d'un très grand nombre de capteurs, nécessite qu'ils soient tous pourvus d'une alimentation d'une durée de vie la plus longue possible pour limiter leur maintenance, qui est impossible dans certaines conditions.

Je propose d'exploiter l'énergie vibratoire des ponts disponible dans l'environnement immédiat des capteurs pour produire de l'électricité. Ce qui est doublement lié à notre thème. D'abord, cette source d'énergie est verte. Ensuite, elle est utile pour assurer l'alimentation des systèmes de surveillance des ponts nécessaires pour veiller sur leur sécurité.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique Ondulatoire), PHYSIQUE (Mécanique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>énergie vibratoire</i>	<i>vibrational energy</i>
<i>la surveillance de la santé structurelle</i>	<i>structural Health monitoring SHM</i>
<i>transducteur électromécanique</i>	<i>electromechanical transducer</i>
<i>force de Laplace</i>	<i>Laplace's force</i>
<i>Induction de Lorentz</i>	<i>Lorentz induction</i>

Bibliographie commentée

Les ponts sont des éléments essentiels de tout réseau de transport, toute défaillance catastrophique arrêterait non seulement la circulation, mais mettrait également des vies humaines en danger. Chaque structure génère des signaux d'avertissement avant qu'une défaillance catastrophique ne se produise. Si ces signaux d'alerte précoce peuvent être captés, cela donnerait un temps précieux aux ingénieurs en structure pour prévenir ou se préparer à l'inévitable [1].

La surveillance de la santé structurelle (structural Health monitoring SHM) est le processus de mise en œuvre d'une stratégie de détection et de caractérisation précoce des dommages dans les structures d'ingénierie. SHM implique la collecte de données pertinentes et son analyse pour obtenir des informations utiles sur l'état de santé de la structure. Pour la collecte des données relatives à la santé structurelle des ponts, des différents types de capteurs sont utilisés selon les paramètres à surveiller, les capteurs couramment utilisés sont :

- L'accéléromètre : utilisé pour mesurer les vibrations du pont à un moment donné.
- La jauge de contrainte : utilisée pour mesurer les contraintes dues aux forces appliquées sur le pont.
- LVDT : Utilisé pour mesurer le déplacement linéaire des joints d'expansion.

-Le capteur de température : le pont étant une structure civile soumise aux changements environnementaux il est nécessaire de mesurer la température qui affecte les propriétés physiques du pont.

-Le capteur sismique : Utilisé pour mesurer le tremblement de terre à fort mouvement ressenti par le pont [1][2].

la plupart de ces capteurs sont alimentés par des piles AA fonctionnant à 1.5 V, ou des batteries au lithium, dont la durée de vie est limitée à un certain nombre de cycles. Du fait de leur grand nombre, et de leur dispersion dans des localisations parfois inaccessibles et dans des environnements difficiles, la maintenance de chaque capteur est impossible. Ainsi la clé du développement à grande échelle des réseaux de capteurs réside dans l'amélioration de leur autonomie énergétique. cette question de l'autonomie énergétique a été accompagnée de l'apparition d'un nouveau domaine d'activité à savoir la récupération de l'énergie ambiante présente gratuitement dans l'environnement immédiat du capteur. Le principe consiste à utiliser un système de récupération d'énergie couplé à un élément de stockage, ce qui va permettre d'augmenter le degré d'autonomie énergétique des capteurs et de contourner les contraintes imposées par l'utilisation des piles et des batteries, surtout celles liées au câblage et à l'environnement [3].

En 2012, Bouhadjar Ahmed-Seddik utilise le modèle dit à constantes localisées et qui est un modèle simplifié assez générique d'un système de récupération de l'énergie vibratoire. Ce modèle, permet de donner une estimation de l'énergie théoriquement récupérable à une fréquence et une accélération données. Il est composé essentiellement d'un système masse-ressort à un degré de liberté, la masse m est attachée à un support vibrant via un ressort, de raideur K , et via deux amortisseurs b_e et b_m . Le support, est soumis aux vibrations $y(t)$ du milieu ambiant, ce déplacement du support induit un déplacement relatif $z(t)$ de la masse m par rapport au support vibrant via la déformation du ressort K . L'amplitude du déplacement relatif renseigne sur la quantité d'énergie mécanique transmise de la source de vibration vers le système résonant masse-ressort. Une partie de cette énergie est perdue sous forme de frottement visqueux dans la structure mécanique, représentée par l'amortissement visqueux b_m , tandis qu'une autre partie est convertie en énergie électrique, modélisée par l'amortissement visqueux b_e [4]. Dans mon travail, j'utiliserai ce même modèle, dans lequel j'exploiterai le principe de l'induction électromagnétique pour faire la conversion électromécanique.

Problématique retenue

Comment peut-on convertir l'énergie vibratoire des ponts en énergie électrique ?

Objectifs du TIPE

La conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique est effectuée par les transducteurs électromécaniques. Mes objectifs principaux sont l'étude d'un modèle simplifié de ces transducteurs qui exploite notamment les lois de l'induction électromagnétique, et le contrôle des paramètres qui portent sur notre modèle afin d'optimiser au mieux son fonctionnement.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] SIGNAGUARD : Bridge Health Monitoring (BHMS) System : <https://www.signaguard.com/bridge-health-monitoring-system/>
- [2] FPRIMEC : Sensors for Structural Health Monitoring : <https://www.fprimec.com/sensors-for-structural-health-monitoring/>
- [3] EMMANUELLE ARROYO : Récupération d'énergie à partir des vibrations ambiantes : dispositif électromagnétique et circuit électronique d'extraction synchrone : https://tel.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/768218/filename/Version_finale_Arroyo.pdf
- [4] BOUHADJAR AHMED-SEDDIK : Systèmes de récupération d'énergie vibratoire large bande : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00778437v1/document>

DOT

- [1] *octobre 2021: choix final du sujet: "convertir l'énergie vibratoire des ponts en énergie électrique".*
- [2] *novembre 2021- mars 2021: documentation et réalisation de l'étude théorique.*
- [3] *avril 2021: la réalisation des essais expérimentaux dans le labo du lycée, apparition de certains problèmes dus au manque de matériels.*
- [4] *mai 2021: recherche des solutions alternatives pour réaliser l'étude expérimentale.*
- [5] *juin 2021: réalisation d'un protocole expérimental de mise en évidence de la conversion de l'énergie vibratoire en énergie électrique.*