

MCOT : Mise en Cohérence des Objectifs du TIPE

Thème de l'année : Transition, transformation, conversion

Nom et Prénom : EL MAKHLOUFY ADIL

Titre : Conversion de l'énergie cinétique des pas des piétons en énergie électrique dans les gares

Motivation : Le choix de mon sujet est justifié par l'exploitation des ressources inutilisées pour la production de l'énergie électrique. La conversion de l'énergie cinétique, par exemple, en électricité dans les gares, contribue à un futur plus durable en valorisant chaque déplacement quotidien des passagers en ressource utile.

Ancrage : Mon système est parfaitement lié au thème de cette année. En effet, la conversion de l'énergie cinétique des pas des passagers dans les gares en énergie électrique va assurer une transition vers des solutions de production d'énergie plus durables, plus efficaces et plus respectueuse de l'environnement.

Encadrant : MERIEM ABARBASS

Positionnement thématique : SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique) - SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Electrique) - INFORMATIQUE (Informatique pratique)

Travail en groupe : Non

Mots clés en français : Conversion, Energie cinétique, Pas des passagers, Energie électrique, Gare des trains

Mots clés en anglais : Conversion, Kinetic energy, Passenger steps, Electrical energy, Train station

Bibliographie commentée : En 2023, les gares de l'ONCF ont connu une augmentation significative du nombre de passagers, atteignant 52,2 millions, soit une hausse de 14 % par rapport à 2022 [1]. Ce flux important de voyageurs offre une opportunité d'exploiter le passage fréquent dans les gares afin de produire de l'électricité à partir de l'énergie cinétique, pour cela il faut développer des technologies qui convertissent l'énergie cinétique générée par les pas des voyageurs en énergie électrique, pouvant être utilisée pour alimenter certaines installations de la gare ou des équipements spécifiques. Cela aiderait à réduire la dépendance énergétique aux sources d'énergie traditionnelles et à encourager un environnement plus durable et écologique. Pour convertir cette énergie cinétique en énergie électrique, il existe plusieurs applications et mécanismes, parmi lesquels piézoélectricité. Cette dernière est une technologie innovante qui capte l'énergie des mouvements et des pressions et la convertit en énergie électrique. Le physicien français Paul Langevin, pionnier de la technologie sonar, fut l'un des premiers à utiliser le quartz pour transformer les pressions mécaniques en impulsions électriques. Cette avancée fut cruciale pour les systèmes sonar de la Première Guerre mondiale, afin de détecter les sous-marins en immersion. Cela a marqué le début de l'application de [2] la piézoélectricité dans diverses technologies pour la génération d'énergie électrique à petite échelle. Aujourd'hui, des entreprises comme Pavegen exploitent cette technologie dans des projets urbains. Créée en 2009, Pavegen développe des dalles de trottoir qui produisent de l'électricité à chaque pas des piétons. Ces systèmes sont installés dans des lieux tels que des aéroports, des écoles, et des centres commerciaux [3]. Au Brésil, Par exemple, une installation dans un stade de football utilise ces dalles pour générer de l'électricité par la conversion de l'énergie des pas des spectateurs [4]. Une autre solution qui permet de convertir l'énergie cinétique en énergie électrique repose sur l'utilisation du système électromécanique. Ce système est conçu par Chun Kit Ang, Ammar A. Al-Talib, Sook Meng Tai et Wei Hong Lim, il facilite la conversion de l'énergie cinétique en énergie électrique [5]. Ce dispositif utilise un mécanisme de pignon-crémaillère pour convertir le mouvement linéaire en rotation mécanique, qui est ensuite transformée en électricité à l'aide d'un générateur électromécanique. Le passage des piétons pourrait ainsi être exploité pour produire de l'énergie de manière durable, permettant aux gares de tirer parti des déplacements quotidiens pour générer une source d'énergie renouvelable. Ce système représente donc une solution écologique et efficace pour soutenir les besoins énergétiques des infrastructures de transport. Une étude expérimentale a démontré que le générateur mécanique à pas génère davantage d'énergie par rapport au dispositif employant des capteurs piézoélectriques [6]. Le principal avantage du mécanisme électromagnétique réside dans sa simplicité et sa robustesse, qui lui permettent d'assurer une meilleure conversion d'énergie et de mieux résister aux pressions répétées, rendant cette approche particulièrement pertinente pour les applications nécessitant une puissance accrue et une durabilité supérieure. En effet, le générateur électromagnétique, en plus d'avoir une structure plus simple et résistante, produit une densité de puissance élevée à un coût inférieur, contrairement aux générateurs piézoélectriques qui sont coûteux, fragiles et nécessitent une structure complexe pour optimiser leur performance et les protéger contre les dommages sous des pressions répétées [7]. En conclusion, le système électromécanique montre son importance et son capacité à produire efficacement de l'énergie électrique à partir de l'énergie cinétique des pas des passagers, face au système piézoélectrique. Cependant, ce système nécessite encore un développement afin d'améliorer son rendement, ce qui ouvre la porte aux chercheurs d'étudier les différents paramètres influant le rendement de ce dispositif.

Problématique : Les gares, en tant que lieux de forte affluence, cherchent à exploiter l'énergie cinétique générée par les pas des passagers pour produire de l'électricité. Comment, alors, peut-on convertir cette énergie cinétique en énergie électrique de manière efficace afin de réduire les besoins énergétiques des gars ?

Objectifs : Afin de bien présenter mon système et de résoudre la problématique retenue, mon sujet de TIPE va être structurée comme suit : - Mettre en situation et présenter le système de conversion des pas des passagers. - Etudier et modéliser théoriquement le système complet, et analyser les paramètres influençant son rendement. - Choisir les composants les plus adaptés pour optimiser l'efficacité et la performance du système. - Simuler le fonctionnement du système et discuter les résultats.

Liste de références bibliographiques

[1] OFFICE NATIONAL DES CHEMINS DE FER (ONCF) : Conseil d'administration de l'ONCF : la performance se poursuit : <https://www.oncf.ma/fr/Actualites/Conseil-dadministration-de-l-oncf-la-performance-se-poursuit>

[2] ENGINEERING AND TECHNOLOGY HISTORY WIKI (ETHW) : Invention of Sonar : https://ethw.org/Milestones:Invention_of_Sonar,_1915-1918

[3] WEARETECHWOMEN : Pavegen & Shell install world's first people-powered football pitch : <https://wearetechwomen.com/pavegen-shell-install-worlds-first-people-powered-football-pitch/>

[4] PAVEGEN : Transforming Footsteps into Energy : <https://www.pavegen.com/>

[5] CHUN KIT ANG, AMMAR A. AL-TALIB, SOOK MENG TAI, AND WEI HONG LIM, Development of a footstep power generator in converting kinetic energy to electricity, Web of Conferences 80, 02001

[6] AMMAR ABDULAZIZ AL-TALIB, SEE KAI SHENG, A Rack and Pinion Driven Mechanical Footstep Power Generator, Faculty of Engineering, Technology and Built Environment, UCSI University,