

Y. Vandamme ¹, A. Léonet ^{1,2}, M. Michiels ^{1,2}

¹ Haute Ecole en Hainaut, Département des Sciences et Technologies, Avenue Maistriau 8A, B-7000 Mons, Belgium

² ESTISIM, Laboratoire d'électronique de puissance et ingénierie plasma, Avenue Maistriau 8A, B-7000 Mons, Belgium.

Abstract

Les technologies capables de capturer l'énergie de l'environnement ambiant constituent des domaines de recherche émergents. Récemment, les nano générateurs triboélectriques (TENG) sont devenus une technologie prometteuse dans la collecte d'énergie mécanique, qui présente de nombreux avantages, notamment une grande puissance de sortie, un rendement élevé, un faible poids et des matériaux économiques, ainsi qu'une fabrication simple [1].

Ce projet combine le développement d'un dispositif expérimental sophistiqué avec une interface logicielle intuitive pour explorer et caractériser les propriétés des nano-générateurs triboélectriques dans le but de promouvoir leur utilisation dans diverses applications énergétiques.

[1] Niu et al., Theoretical systems of triboelectric nanogenerators, Nano Energy, 14, 161–192 (2015)

Montage expérimental

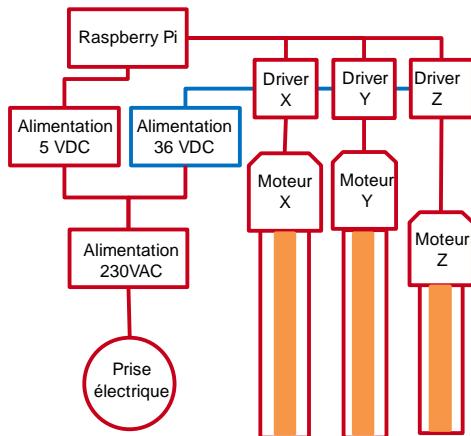


Fig. 1: Schéma de principe de la table XYZ

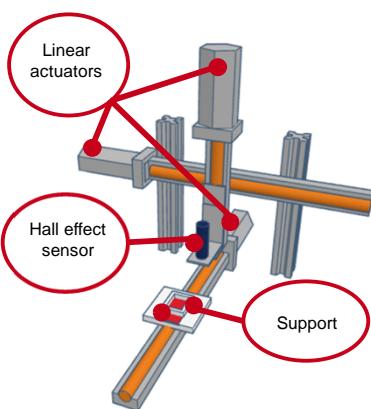
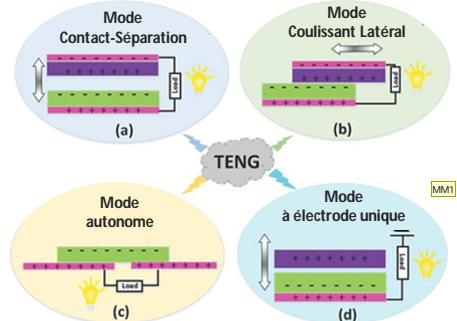


Fig. 2 : Modèle 3D du banc de caractérisation

Stratégie de recherche

- Conception et développement d'une table XYZ permettant le déplacement d'un échantillon selon deux modes:
(i) glissement latéral et (ii) tapotement
- Développement d'une application sur smartphone permettant l'envoi et la collecte de données vers le nano-ordinateur (Raspberry Pi)
- Génération de déplacements cycliques
- Mesure et enregistrement de signaux électriques générés par le dispositif triboélectrique afin de calculer la quantité de charge et l'énergie totale produite

Modes de fonctionnement fondamentaux des TENG



En mode de glissement latéral (voir figure 3b), deux matériaux sont frottés suivant une direction tangentielle. Lorsque deux surfaces se contactent ou se séparent, les charges électriques s'accumulent suivant une direction privilégiée. Un potentiel électrique peut alors s'établir [2]. Le mode de glissement latéral et le mode autonome sont privilégiés dans ce travail.

Fig. 3: Modes de fonctionnement fondamentaux des nanogénérateurs triboélectriques :
a) contact-séparation, b) coulissoient latéral, c) autonome et d) à électrode unique

[2] Abdelsalam & Hassan et al. Integrated Triboelectric Nanogenerators in the Era of the Internet of Things, Advanced Science, 6, 1802230 (2019)

Résultats

1. Mesure de la tension de sortie en circuit ouvert

Sur la figure 4, en mode autonome, des signaux impulsionnels sont détectés alors que la polarité du signal dépend du sens de frottement. Dans ces conditions, un pic notable d'environ 1V est observé. L'amplitude de cette oscillation est importante car elle impacte l'état de charge du condensateur placé en parallèle du dispositif (voir point 3). L'énergie produite (E_{TENG}) peut alors être approximée selon la relation :

$$E_{TENG} = \frac{1}{2} \times C \times U^2 \quad (1)$$

Avec C et U la capacité et la tension du condensateur, respectivement.

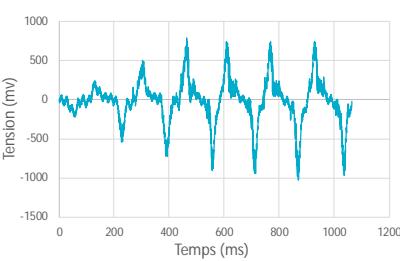


Fig. 4: Relevé à l'oscilloscope de la tension de sortie du dispositif à vide avec une feuille de papier frottant sur deux électrodes de cuivre.

2. Mesure du courant de sortie

Sur la figure 5, pour mesurer le courant de sortie, la tension est mesurée aux bornes d'une résistance de charge de 100 Ohms à l'aide d'une sonde d'oscilloscope capacitive (100nF/1MΩ) lors d'un frottement de deux électrodes de cuivre (film mince sur verre épais) avec une feuille de papier (mode autonome). Une oscillation apparaît ce qui pourrait être expliqué par l'établissement d'un circuit résonnant formé par le dispositif et la sonde capacitive. Dans ces conditions, un courant maximum de 1,20 mA est mesuré correspondant à une quantité de charges générées par le dispositif d'environ 10 pC.

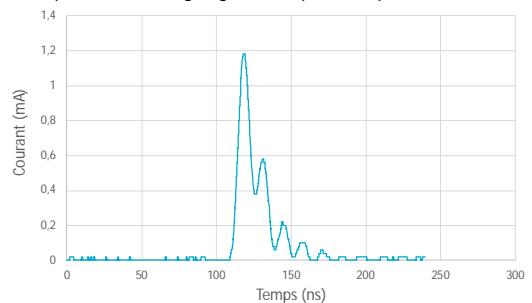


Fig. 5: Évolution temporelle du courant de sortie sur charge résistive

3. Principe de mesure de l'énergie produite par le dispositif TENG

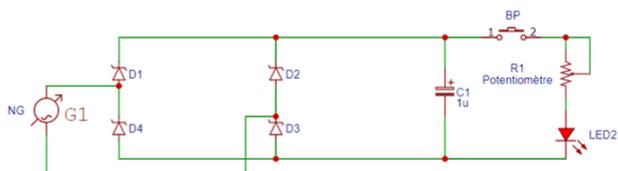


Fig. 6: Schéma électrique permettant de mesurer la tension et l'énergie produite en sortie du dispositif

Un pont redresseur à quatre diodes est utilisé afin de charger un condensateur (C1). L'énergie accumulée peut alors être calculée (voir équation 1). Ensuite, un bouton-poussoir (BP) permet de décharger le condensateur à travers une résistance variable (R1) et une diode électroluminescente. Les diodes Schottky permettent de limiter la chute de tension lorsque les diodes conduisent.

Conclusions

Une table XYZ motorisée et pleinement paramétrable a été développée avec succès pour la caractérisation de nanogénérateurs triboélectriques.

Le comportement dynamique des dispositifs TENG a pu être observé par une mesure à vide de la tension de sortie et du courant de charge.

MM1 J'ai modifié

Matthieu Michiels;
2024-04-22T13:30:33.339