

SVILUPPO DI UN SISTEMA DI *ENERGY HARVESTING* DALLA PIOGGIA

G. Acciari, M. L. Di Silvestre, R. Miceli, P. Romano, F. Viola

DEIM - Dipartimento di Energia, Ingegneria dell'Informazione e modelli Matematici, Università degli Studi di Palermo
Viale delle Scienze, Edificio 9, 90128 Palermo, fabio.viola@unipa.it

Parole chiave: *Energy Harvesting* , *Piezoelectric transducers*, *PVDF*.

L'alimentazione di piccoli componenti elettronici, come sensori wireless usati per applicazioni di monitoraggio, può essere fornita utilizzando energia vibrazionale presente nell'ambiente per mezzo di trasduttori piezoelettrici. L'obiettivo è quello di sostituire l'impiego di batterie chimiche, che presentano sia costi di manutenzione che un problema di smaltimento delle stesse. Per raggiungere l'obiettivo bisogna conseguire il massimo trasferimento di potenza tra sistema meccanico e sistema elettrico. Una possibile fonte di energia vibrazionale è la pioggia.

La caratterizzazione in potenza di un sistema di trasduzione deve quindi ricondurre il fenomeno in blocchi caratterizzabili per mezzo di rendimenti:

$$P_{out} = \eta_{collision} \cdot \eta_{piezo} \cdot \eta_{rect} \cdot P_{max},$$

in cui la potenza P_{max} rappresenta l'energia ideale contenuta in una goccia d'acqua, ed rendimenti rappresentano le perdite di potenza ascrivibili ai processi di collisione, trasduzione meccanica-elettrica, e raddrizzamento del segnale elettrico.

Il processo di collisione presenta comportamenti molto aleatori, dovuti all'ingenerarsi del fenomeno di *splashing*, dovuto all'inclinazione della goccia rispetto alla superficie di impatto, dalla velocità della stessa vista nei tre assi ed anche alla presenza di film sottili di acqua su trasduttori. Il rendimento di trasduzione è anche affetto da aleatorietà in quanto lo strato sottile d'acqua che si deposita sul trasduttore ne varia la massa e quindi l'inerzia. Il rendimento di raddrizzamento e spianamento è quello meno influenzato da fattori aleatori.

Lo studio del comportamento del trasduttore è stato effettuato considerando un sistema ibrido meccanico-elettrico in cui il trasformatore converte energia meccanica definita in termini di tensioni meccaniche e deformazioni in energia elettrica definita in termini di tensione voltaica e corrente elettrica.

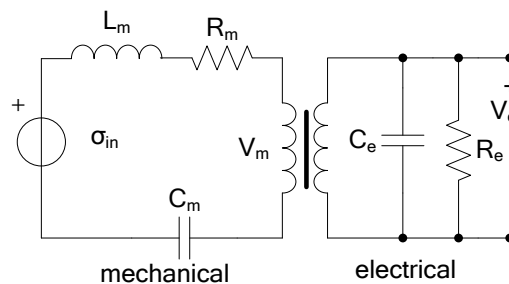


Figura 1. Schema circuitale meccanico-elettrico.

Il circuito a sinistra del trasformatore è un circuito meccanico in cui la corrente circolante è proporzionale alla derivata prima temporale della deformazione, l'induttanza tiene conto dell'inerzia del sistema, la capacità della rigidità meccanica e la resistenza degli attriti. A destra del trasformatore gli elementi circuitali presentano il consueto significato.

Tale sistema, sollecitato da un urto impulsivo presenta una funzione di trasferimento in cui la vibrazione meccanica corrisponde con la frequenza di oscillazione elettrica.

Assunta quindi una conoscenza preliminare sul comportamento di trasduzione di energia meccanica in energia elettrica si è provveduto a dedurre una caratterizzazione in termini di potenza su carico elettrico.

Si scelto di eseguire le prove in laboratorio, avendo riscontrato una minore variazione aleatoria di performance, utilizzando una pipetta si è realizzata una goccia standard per sollecitare il sistema:

$$R_{drop} = \left(\frac{3R_{capillary}}{2g\rho} \right)^{\frac{1}{3}}$$

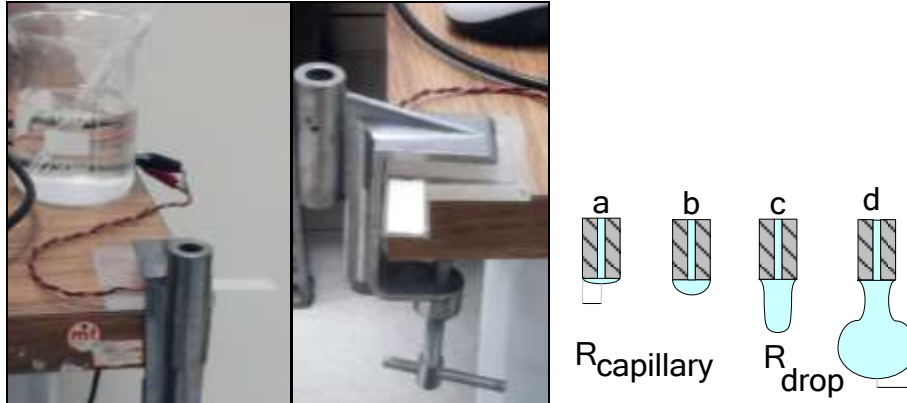


Figura 2- Pipetta, trasduttore in configurazione a mensola e generazione della goccia artificiale.

Assunto un comportamento riproducibile, si è inizialmente validato il modello circuitale, per poi supporre variazioni della geometria per aumentare l'energia estraibile.

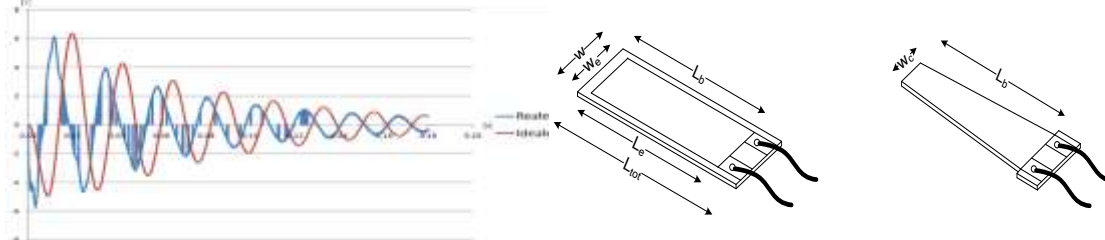


Figura 3- Confronto tra andamento misurato in laboratorio e simulato con il modello matematico. Rappresentazione del trasduttore con superficie standard e modificata.

Le indagini effettuate hanno dimostrato che mantenendo un'altezza di caduta della goccia d'acqua inferiore al metro, il modello matematico riproduceva il fenomeno fisico, per altezze superiori sono state notate delle discrepanze, dovute all'ingenerarsi del fenomeno dello splashing.

Lo studio apportato su sistemi con un'ottimizzazione geometrica della superficie del trasduttore ha mostrato incrementi di potenza a pari superficie di estrazione confinati sul 5%.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Viola F., Romano P., Miceli R., Acciari G. (2013). "On the harvesting of rainfall Energy by means of piezoelectric transducer". *International Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA*, 20-23 October 2013, Madrid, Spain.
- [2] Viola F., Romano P., Miceli R., Acciari G., Spataro C. (2014). "Piezoelectric model of rainfall energy harvester", *Ninth International Conference on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER)*, Monaco, 25-27 March 2014.
- [3] G. Acciari, R. Miceli, P. Romano, F. Viola, "Harvesting rainfall energy by means of piezoelectric transducer". *International Conference on CLEAN ELECTRICAL POWER, ICCEP*, Alghero, Sardinia, Italy - June 11th-13th, 2013.