

# COSECHA DE ENERGÍA A PARTIR DEL RUIDO

## ENERGY HARVESTING FROM NOISE

J.I. Peña Rosselló <sup>a</sup>, G.F. Murias <sup>b</sup>, R.R. Deza <sup>c</sup>, \*

<sup>a</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad Nacional de Mar del Plata  
Deán Funes 3350 – (B7602AYL) Mar del Plata – Argentina

<sup>b</sup> Departamento de Electrónica, Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Mar del Plata  
Juan B. Justo 4397 – (B76) Mar del Plata – Argentina

<sup>c</sup> Instituto de Investigaciones Físicas de Mar del Plata (IFIMAR) – Universidad Nacional de Mar del Plata – CONICET  
Deán Funes 3350 – (B7602AYL) Mar del Plata – Argentina

Recibido: 19/12/12 - Aceptado: 26/06/13

Se realiza una serie de experimentos tendientes a contribuir al diseño y prototipo de una nueva clase de generadores para los dispositivos electrónicos de bajo consumo (telefonía móvil, sensores remotos, etc), capaces de extraer la energía del ambiente cuando y donde se necesita. En el primer experimento se reprodujo una propuesta de la literatura, excitando al sistema con ruidos sintetizados digital y analógicamente para que tengan distintas características espectrales y estadísticas. Los resultados preliminares indican un incremento en la potencia generada cuando la estadística es de tipo Lévy. En el segundo (en fase de prueba) abordamos un diseño alternativo original, basado en inducción electromagnética.

*Palabras clave:* cosecha de energía, espectro amplio, estadística de tipo Lévy.

A series of experiments is performed to help design and prototype a new class of generators for low-power electronic devices (mobile phones, remote sensing, etc.) capable of extracting energy from the environment when and where needed. In the first experiment a proposal in the literature was repeated, exciting the system with digitally- and analogically-synthesized sounds to have different spectral and statistical characteristics. Preliminary results indicate an increase in generated power when the statistics is of Lévy type. In the second (in test phase), an original alternative design based on electromagnetic induction is approached.

*Keywords:* energy harvesting, wide spectrum, Lévy-like statistics.

### I. INTRODUCCIÓN

Las baterías tienen conocidas desventajas (gran tamaño, elevado peso, duración finita, alto costo, necesidad de mantenimiento, impacto ambiental). Una posible solución es la conversión de energía basada en la respuesta de sistemas no lineales a vibraciones con distintas características espectrales y estadísticas<sup>1-3</sup>.

### II. MÉTODOS

#### Primer experimento

Inicialmente se reprodujo el sistema de la Figura 1, excitándolo con ruidos de distintas características espectrales y estadísticas. Éste es descrito por el sistema de ecuaciones diferenciales estocásticas

$$m\ddot{x} = -\frac{dU}{dx} - \gamma\dot{x} - K_v V + \sigma\eta(t),$$

$$\dot{V} = K_c \dot{x} - \frac{1}{\tau_p} V,$$
(1)

donde  $U(x)$  describe la dinámica del oscilador de masa  $m$  y constante de amortiguación  $\gamma$ ; las constantes  $K_c$  y  $K_v$

representan los acoplamientos piezoeléctricos directo e inverso,  $\sigma$  el acoplamiento a la fuente de ruido  $\eta(t)$  y  $\tau_p$  la constante de tiempo del circuito de carga.

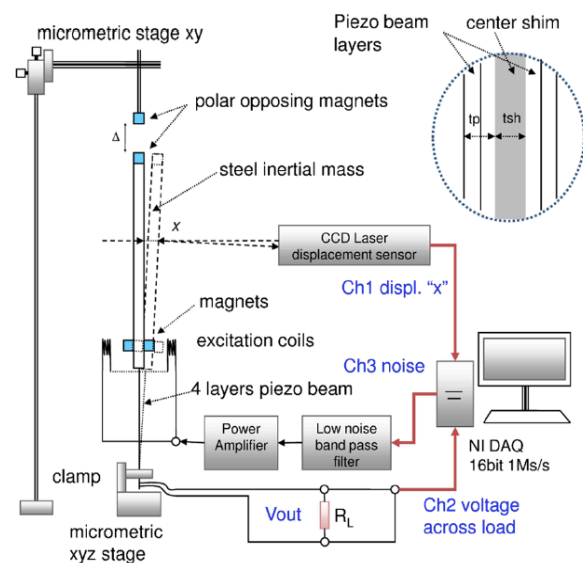


Figura 1. Sistema propuesto en la literatura<sup>1</sup>. Traducción: portaobjeto micrométrica xy, capas piezoeléctricas y soporte central de la viga flexible, imanes con polos en oposición, masa inercial de acero, sensor de desplazamiento láser -

\* deza@mdp.edu.ar

dispositivo acoplado en carga, canal 1 desplazamiento “x”, imanes, bobinas de excitación, canal 3 ruido, viga piezoeléctrica de 4 capas, amplificador de potencia, filtro pasabanda de bajo ruido, adquisidor de datos National Instruments® 16 bit 1 M muestras/seg, abrazadera, portaobjeto micrométrico xyz, tensión de salida, resistencia de carga, canal 2 tensión a los bornes de la carga.

El ruido  $\eta(t)$  es generado dinámicamente mediante

$$\tau \dot{\eta} = -\frac{dV_q}{d\eta} + \xi(t),$$

$$V_q = \frac{1}{\tau(q-1)} \ln \left[ 1 + \tau(q-1) \frac{\eta^2}{2} \right], \quad (2)$$

con  $\xi(t)$  blanco y de varianza 1. Su autocorrelación depende de  $\tau$  y su estadística de  $q$ . Los resultados experimentales preliminares son consistentes con cálculos realizados en osciladores de Duffing (mediante técnicas de integración funcional en el espacio de fases e integración de sistemas de ecuaciones diferenciales estocásticas) que muestran un incremento en la potencia generada cuando la estadística es de tipo Lévy<sup>4</sup>.

### Segundo experimento (en desarrollo)

En este experimento (en fase de prueba) abordamos un diseño alternativo original, basado en inducción electromagnética (Figuras 2 y 3).

La plataforma pendulante contiene los imanes distribuidos en líneas transversales al movimiento, con polaridades alternadas. Debajo, las bobinas colectoras con núcleo de aire (menor rendimiento pero también menor peso y linealidad en la medición), inmersas en el campo magnético fluctuante, convierten esta variación en energía eléctrica.

Para evaluar el experimento se construyó este modelo, utilizando dos cuerpos de bobina móvil, dispuestos en los extremos, y sobre el eje de movimiento de la placa, se le induce la vibración, simulando el ambiente ruidoso. El desplazamiento de la masa magnética se registra a través de un codificador óptico colocado a uno de los lados de la placa, a la que está sujeta una cinta con las barras verticales reconocibles por el sensor.

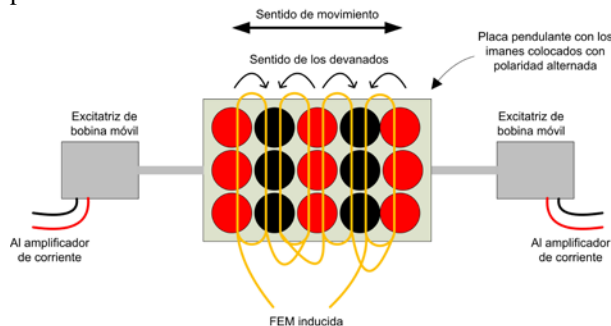


Figura 2. Esquema del generador basado en inducción electromagnética.

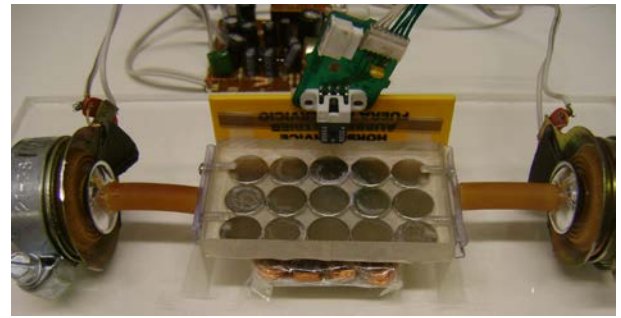


Figura 3. Detalles constructivos del generador basado en inducción electromagnética.

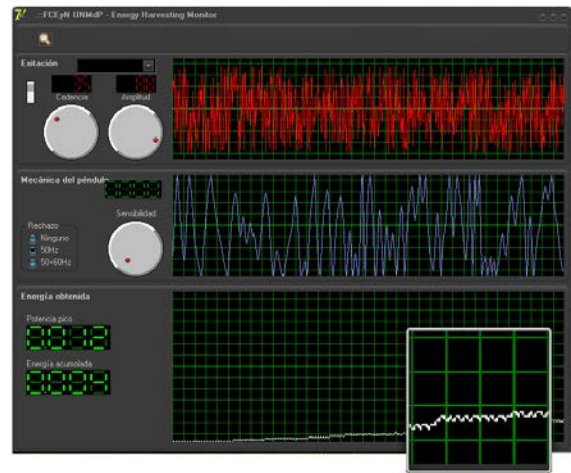


Figura 4. Captura de pantalla del sistema de adquisición desarrollado.

### III. CONCLUSIONES

Los resultados preliminares del primer experimento son consistentes con cálculos realizados en osciladores de Duffing que muestran un incremento en la potencia generada cuando la estadística es de tipo Lévy.

Se está desarrollando un diseño alternativo original, basado en inducción electromagnética.

### IV. REFERENCIAS

- 1 - Gammaitoni, L., I. Neri y H. Vocca. [Appl. Phys. Lett. 94, 164102 \(2009\).](#)
- 2 - Cottone, F., H. Vocca y L. Gammaitoni. [Phys. Rev. Lett. 102, 080601 \(2009\).](#)
- 3 - Gammaitoni, L., I. Neri y H. Vocca. [Chem. Phys. 375, 435 \(2010\).](#)
- 4 - Deza, J.I., R.R. Deza y H. S. Wio. [Europhys. Lett. 100, 38001 \(2012\).](#)