

Cosecha de energía de espectro amplio con osciladores alineales monoestables: mejora con potenciales de paredes finitas y ruidos tipo Lévy

J. Ignacio Deza[†], Roberto R. Deza^{*} y Horacio S. Wio

IFCA, Instituto de Física de Cantabria, CSIC-Universidad de Cantabria 39005-Santander (Cantabria)

Recientemente se estudió la aptitud de osciladores alineales monoestables con potencial polinómico, para la cosecha de energía de espectro amplio mediante piezoelectricidad. El sistema es descrito por las ecuaciones¹

$$m\ddot{x} = -U'(x) - \gamma\dot{x} - K_v V + \sigma\eta(t), \quad (1)$$

$$\dot{V} = K_c \dot{x} - \frac{1}{\tau_p} V, \quad (2)$$

donde K_v y K_c son los acoplamientos piezoeléctricos, τ_p la constante de tiempo del circuito de carga, γ la de amortiguación del oscilador monoestable, y σ la de acoplamiento al ruido coloreado $\eta(t)$, cuyo tiempo de autocorrelación es τ . Se observa V_{rms} , ya que la potencia entregada a la resistencia de carga R es $P = V_{rms}^2/R$.

En este trabajo investigamos la aptitud del potencial de Woods-Saxon²

$$U(x) = -\frac{V_0}{1 + \exp\left(\frac{|x|-r}{a}\right)} \quad (3)$$

cuya forma, controlada por a , va desde un pozo cuadrado con paredes de altura V_0 y ancho $2r$ hasta confundirse en la zona de interés con un oscilador armónico (Fig. 1).

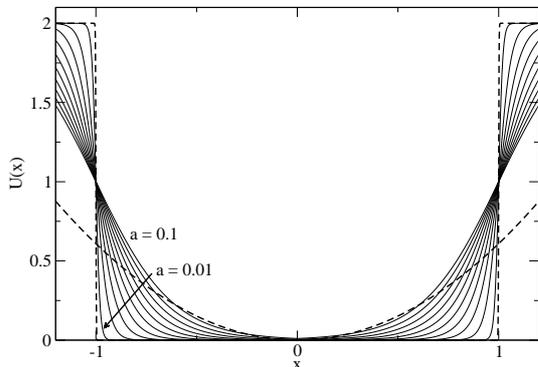


FIG. 1. Potencial de Woods-Saxon para $r = 1$, $V_0 = 2$ y a entre 0,01 y 0,1.

Pero además permitimos que el ruido coloreado $\eta(t)$ sea *no Gaussiano*, al generalizar la ecuación dinámica del ruido de Ornstein-Uhlenbeck a

$$\dot{\eta} = -\frac{1}{\tau} \frac{d}{d\eta} V_q(\eta) + \frac{1}{\tau} \xi(t), \quad (4)$$

donde

$$V_q(\eta) = \frac{1}{\beta(q-1)} \ln \left[1 + \beta(q-1) \frac{\eta}{2} \right] \quad (5)$$

con $\beta = \tau/D$, y $\xi(t)$ es un ruido blanco Gaussiano de media nula y varianza D . η es de Ornstein-Uhlenbeck

para $q = 1$, de intensidad acotada para $q < 1$ y cualitativamente similar al de Lévy para $q > 1$. Las figuras 2 y 3 muestran (además del efecto de variar V_0 y a) que V_{rms} tiende a crecer con q . Se concluye que el rendimiento energético del sistema depende de la estadística del ruido, y aumenta si éste es de tipo Lévy.

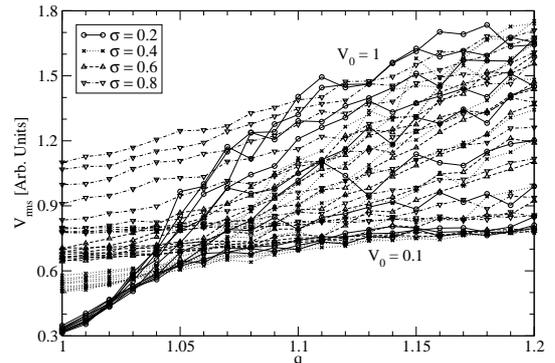


FIG. 2. Dependencia en q para $a = 0, 5$, V_0 entre 0,1 y 1 y varios σ (indicados en el recuadro).

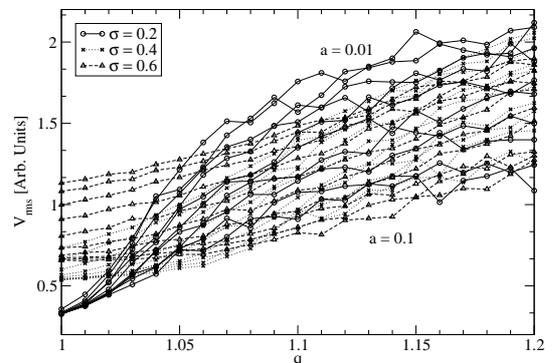


FIG. 3. Dependencia en q para $V_0 = 1$, a entre 0,01 y 0,1 y varios σ (indicados en el recuadro).

[†] Departament de Física i Enginyeria Nuclear, Universitat Politècnica de Catalunya, 08222-Terrassa (Barcelona).

^{*} IFIMAR, Mar del Plata, Argentina. deza@mdp.edu.ar

¹ L. Gammaitoni, I. Neri y H. Vocca, Chem. Phys. Lett. **375**, 435 (2010).

² A. Bohr y B. R. Mottelson, *Nuclear structure* v.1 (Benjamin, NY, 1975).

³ J. I. Deza, R. R. Deza y H. S. Wio, enviado a Europhys. Lett. (2012).