

# La corriente promedio en los "rocking ratchets"

N. R. Quintero, R. A. Nodarse y J. Cuesta<sup>?</sup>  
*Universidad de Sevilla y Universidad Carlos III de Madrid*

El efecto ratchet, identificado con el movimiento de partículas o solitones, en una dirección preferencial como consecuencia de perturbaciones periódicas o aleatorias de promedio nulo, puede ser observado en diversos sistemas físicos. En los modelos matemáticos (y también en los experimentos) que describen la evolución de partículas o solitones forzados con una fuerza temporal periódica,  $f(t)$ , de media nula, y que son invariantes frente al desplazamiento temporal en medio período aparece una corriente ratchet cuando  $f(t)$  rompe dichas simetrías. Un ejemplo sería la fuerza biarmónica  $f(t) = \epsilon_1 \cos(q\omega t + \phi_1) + \epsilon_2 \cos(p\omega t + \phi_2)$  que es capaz de inducir el efecto ratchet si  $p$  y  $q$  son dos enteros coprimos de forma que  $p + q$  sea impar para casi cualesquiera fases  $\phi_1$  y  $\phi_2$ .

En esta presentación demostraremos que la corriente ratchet inducida por esta fuerza, cuando las amplitudes son pequeñas, está determinada por  $v \propto \epsilon_1^p \epsilon_2^q \cos(p\phi_1 - q\phi_2 + \theta_0)$  donde  $\theta_0$  depende de la disipación y de la frecuencia,  $\omega$ , ( $\theta_0 = \pi/2$  para el caso no amortiguado y  $\theta_0 = 0$  si el sistema es sobreamortiguado)<sup>1</sup>. *Mostraremos*

*cómo esta ley física es independiente del sistema y puede ser obtenida a partir de simples análisis de simetrías y con la ayuda de técnicas del análisis funcional.* Discutiremos brevemente resultados significativos como la optimización de la corriente ratchet aumentando la disipación<sup>2</sup> y la dependencia de la fase  $\theta_0$  de  $\epsilon_1$  y  $\epsilon_2$  cuando las amplitudes no son tan pequeñas (ver resultados experimentales en redes ópticas<sup>3</sup>). Finalmente, comentaremos cómo podría generalizarse nuestra teoría a otros sistemas ratchets.

---

<sup>1</sup> Niurka R. Quintero, José Cuesta and Renato Alvarez-Nodarse. Phys. Rev. E, **81**, 030102(R) (2010).

<sup>2</sup> Niurka R. Quintero, Renato Alvarez-Nodarse and José Cuesta. J. Phys. A: Math. and Theoretical **44**, 425205 (2011).

<sup>3</sup> D. Cubero, V. Lebedev, and F. Renzoni. Phys. Rev. E **82**, 041116 (2010).