

Controlando la des-afinación entre fuentes sonoras

- Juan Francisco Döppler,^{1,2} Ana Amador,^{1,2} Gabriel Mindlin^{1,2}

¹IFIBA-CONICET

²Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires

La sincronización es un fenómeno ubicuo, que surge en sistemas mecánicos, electrónicos, sociales, biológicos, y más. Típicamente involucra la interacción de osciladores acoplados que ajustan su ritmo para oscilar de forma coordinada, o para seguir a un forzante.

Un ejemplo de un sistema de osciladores acoplados se encuentra en un modelo propuesto para la fonación en benteveos [1]. Estas aves cuentan con dos fuentes sonoras, cuyas oscilaciones modulan el flujo de aire para producir sonido. Ambas fuentes pueden oscilar en sincronía mutua (produciendo sonidos tonales y de amplitud constante), o fuera de sincronía. En este régimen se produce una variación continua del desfase entre ambas fuentes, que se evidencia como una modulación a una frecuencia lenta (comparada con la de los osciladores individuales) de la amplitud del sonido. Por otro lado, estos osciladores se encuentran forzados por la acción de un músculo. Sin embargo, es importante notar que este forzante a su vez tiene una frecuencia característica mucho menor a las frecuencias naturales de los osciladores.

Inspirados en este problema biofísico, en este trabajo estudiamos la dinámica de un sistema de dos osciladores de fase acoplados y forzados periódicamente, en el régimen en que no se sincronizan mutuamente. En ausencia de forzante, la oscilación lenta (comparada con las frecuencias de los osciladores individuales) de su fase relativa ocurre a una frecuencia similar a la diferencia de las frecuencias naturales de los osciladores. En este trabajo demostramos que al forzar al sistema con frecuencias cercanas a esta frecuencia lenta, es posible sincronizar el desfase al forzante externo, aún cuando los osciladores individuales no se sincronizan individualmente al forzante.

En el modelo biofísico, este mecanismo dinámico provee un medio de control de la modulación de amplitud del sonido. Esta modulación, que emerge de la producción de sonido con dos fuentes desacopladas, puede ser entonces controlada de forma precisa mediante la acción de un músculo, que actúa como un forzante externo periódico.

Referencias:

- [1] Döppler, J. F., Amador, A., Goller, F., and Mindlin, G. B. *Dynamics behind rough sounds in the song of the Pitangus sulphuratus*, Phys. Rev. E **102**, 062415 (2020).