

UN SONIDO ELECTRIZANTE

La relación entre la electricidad y el sonido

Aunque pueda parecer extraño, un altavoz, una central hidroeléctrica y una moderna cocina de inducción tienen más en común de lo que podría parecer a primera vista. Michael Faraday descubrió las leyes físicas que se esconden detrás de estos tres fenómenos: la inducción electromagnética.

Por **Luis Carlos PARDO/Munich**, doctor en Ciencias Físicas por la UPC
 luis.carlos.pardo@upc.edu

EL AYUDANTE DEL LIBRERO

Las cosas no iban nada bien. James, el padre de familia, arrastraba una enfermedad desde hacía años, y esto les había llevado a una situación de extrema pobreza, que había obligado a su hijo Michael a trabajar de ayudante en una librería. Pero el joven Faraday, además de vender libros (cosa por la que no ha pasado a la historia) se dedicó también a otra tarea más interesante: ¡leerlos! De hecho, si hoy podemos extraer electricidad de un salto de agua, o escuchar la música de nuestro reproductor MP3, es gracias a una fórmula, casi mágica, que descubrió Faraday: "*movimiento + imán = electricidad*".

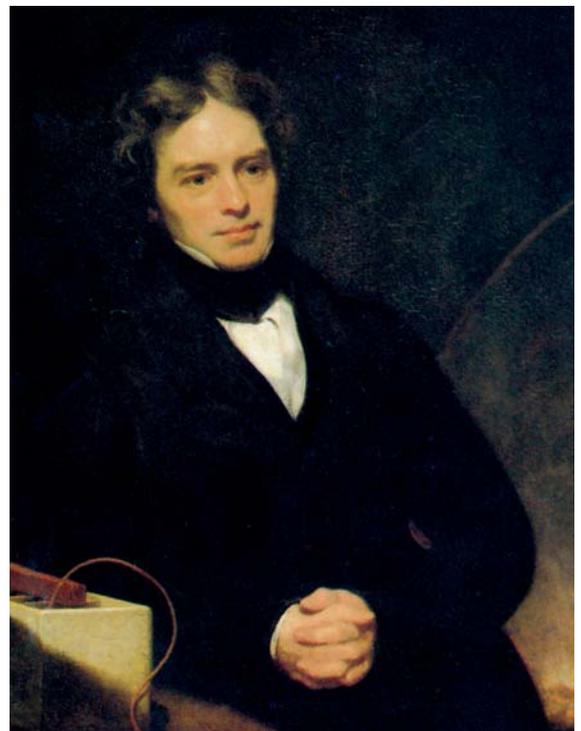
Tomemos, como hizo Michael Faraday (1791-1867), un hilo de cobre, enrollémoslo formando una bobina, y en sus extremos conectemos, por ejemplo, una bombilla. Si introducimos un imán dentro de la bobina, y lo sacamos violentamente, veremos que la bombilla se enciende un instante. Repitamos ahora el experimento retirando el imán muy lentamente: la bombilla no se enciende. Lo mismo sucede si introducimos el imán poco a poco o rápidamente en la bobina. De alguna manera el movimiento del imán crea una corriente en la espira que es tanto más intensa, cuanto más enérgico es el movimiento. Es decir, es como si el imán emitiera un flujo permanentemente, y al cambiar la cantidad de éste que atraviesa la bobina se produjera una corriente eléctrica, proporcional además, a la velocidad con la que cambia dicho flujo. Este

"fluido" misterioso que sale del imán se denomina campo magnético, y la ley física que rige la creación de electricidad al cambiar el flujo de campo magnético en una espira se conoce como ley de Faraday o de inducción.

DE SONIDO A ELECTRICIDAD

Pero las relaciones entre magnetismo, electricidad y movimiento no acaban aquí. Unos años antes, el danés Hans Christian Ørsted (1777-1851) había demostrado que una corriente, es decir, cargas eléctricas en movimiento, crea un campo magnético lo bastante intenso como para cambiar la dirección de una brújula. Es decir, a la "fórmula" de Faraday (movimiento + magnetismo = electricidad) hay que añadirle su contraria: "*cargas eléctricas + movimiento = magnetismo*".

Antes de ver cómo Faraday está involucrado en nuestros auriculares del MP3, veamos qué tiene que ver el ayudante del librero con un buen plato de pasta... En una cocina de inducción los "fogones" no son más que grandes bobinas, que crean un campo magnético que varía de acuer-



Faraday, descubridor de la inducción electromagnética

do con la corriente alterna de nuestras casas (cargas + movimiento = magnetismo). Al poner una olla metálica encima, los campos magnéticos creados por dichas bobinas, crean corrientes eléctricas en el recipiente y éste, a su vez, se calienta al igual que la electricidad calienta la resistencia de una bombilla (magnetismo + movimiento = electricidad). Por lo tanto, la conexión "invisible" entre la cocina y la olla es el campo magnético, al igual que es el vínculo entre el sonido y la electricidad.

Como vimos en el último artículo, el sonido no es más que un cambio de presión periódico que mueve, por ejemplo, el tímpano de nuestro oído. Si a esto le añadimos el descubrimiento de Faraday, no cuesta mucho imaginar cómo construir un micrófono: podemos traducir el movimiento en electricidad usando un campo magnético. En un micrófono, una membrana (que haría las veces de nuestro tímpano) vibra debido a los cambios periódicos de presión producidos por el sonido. Teniendo en cuenta el experimento de Faraday, para obtener electricidad de este movimiento podríamos pensar en adherir a dicha membrana un imán que estuviera inmerso en una bobina. El problema es que los imanes suelen ser pesados, y por lo tanto, es más efectivo lo contrario: pegar a la membrana una ligera bobina, e introducirla en un imán con forma de aro. De esta manera, al moverse la membrana, la bobina entra y sale del campo magnético de forma periódica, y esto produce una pequeña corriente eléctrica alterna de la misma frecuencia que el sonido, es decir, con el mismo tono. Además, cuanto mayor sea el volumen del sonido, más violentamente se moverá la membrana y, como hemos visto, más intensa será la corriente eléctrica.



El funcionamiento del micrófono se basa, precisamente, en el uso de la ley de la inducción

La electricidad producida por el micrófono suele ser de muy poca intensidad, y por esta razón usamos un amplificador para obtener una señal de una intensidad compatible con la que necesita un altavoz. Es en este paso donde podemos modificar la señal eléctrica producida por el sonido, utilizando por ejemplo el ecualizador que describimos en el artículo anterior. Si ahora queremos recuperar este sonido, podemos utilizar un altavoz, basado en el principio inverso del micrófono.

En un altavoz, al igual que en el micrófono, adherida a una membrana hay una

bobina muy ligera por la que pasa la corriente eléctrica generada por el sonido. Los cambios en esta corriente hacen mover la bobina, al igual que en el experimento de Ørsted, que a su vez hace vibrar la membrana y de esta manera podemos reproducir el sonido original.

Es posible comprobar en casa la simetría entre los dos procesos descritos. Si tomamos unos auriculares y los conectamos a la entrada de micrófono de una cadena musical, veremos que podemos utilizarlos como un micrófono. La única diferencia entre uno y otro acostumbra a ser el tamaño de la membrana. Puesto que el micrófono sólo debe recoger los cambios de presión producidos por el sonido no necesita ser muy grande, pero a fin de poder reproducir el altavoz estos cambios de presión a un volumen audible, es necesario que desplace más aire, o lo que es lo mismo, que la membrana tenga una superficie mayor.

La relación entre movimiento, magnetismo y electricidad no sólo es muy estrecha sino que además es simétrica: un campo magnético en movimiento crea electricidad y, de la misma manera, una carga eléctrica en movimiento crea un campo magnético. Esta simetría se refleja en los micrófonos y altavoces, que utilizan respectivamente estas dos propiedades del electromagnetismo... y todo esto gracias a las lecturas furtivas de un aprendiz de librero ■

EL CABALLO NO COME ENSALADA DE PEPINOS



Con una frase tan solemne como la del título parece ser que empezó la historia del teléfono, y por lo tanto de la traducción del sonido a electricidad. Se cuenta que Johann Philipp Reis (1834-1874) fue la primera persona que consiguió esta hazaña, utilizando una membrana que al vibrar abría y cerraba un circuito eléctrico. De todas maneras este micrófono nunca llegó a triunfar debido a la baja calidad con que reproducía el sonido. Quien sí

consiguió crear un micrófono que aún hoy se sigue utilizando en muchos casos fue Thomas Alva Edison (1847-1931), que unió la membrana a dos placas metálicas, separadas por granos de carbón. De esta manera, al aumentar la presión, disminuía la distancia entre las placas, así como la resistencia eléctrica. De esta manera se consigue una corriente cuya intensidad varía con la distancia entre las placas y, por lo tanto, con las diferencias de presión causadas por el sonido.