

## 45. La curva de histéresis

Friedrich Herrmann. Universidad de Karlsruhe, Alemania  
Georg Job. Universidad de Hamburgo, Alemania  
Nelson Arias Ávila. Universidad Distrital, Bogotá, Colombia

### *Tema:*

Al estudiar las “propiedades magnéticas de la materia” generalmente se introducen los fenómenos de diamagnetismo, paramagnetismo y ferromagnetismo, presentándose como característico para las sustancias ferromagnéticas el efecto de histéresis. También se introduce el concepto de magnetismo remanente.

No solo los alumnos de colegio, sino también los estudiantes y profesores de Física, son menos “expertos” en los fenómenos magnetostáticos que, en los electrostáticos, a pesar de ser más fácil experimentar con las interacciones magnétostáticas que con las electrostáticas. Una de las razones de esta deficiencia es que generalmente el ferromagnetismo se introduce en el contexto de la curva de histéresis; en los estudiantes queda la impresión de que el comportamiento de los imanes está determinado por esta complicada curva.

### *Defectos:*

En realidad, la histéresis se puede concebir como expresión de una “imperfección” de los materiales magnéticos. Existen dos clases de materiales ideales respecto a su magnetismo: los magnéticamente blandos y los duros. Los materiales blandos ideales no dejan penetrar en su interior el campo magnético, es decir, en su interior  $\mathbf{H} = 0$  A/m. Representan el análogo de los materiales conductores ideales acerca de sus propiedades eléctricas: los conductores ideales no dejan penetrar un campo eléctrico,  $\mathbf{E} = 0$  V/m.

Los materiales magnéticamente duros ideales se distinguen por el hecho de que tienen cierta magnetización, la cual no varía por efecto de un campo magnético externo, es decir,  $\mathbf{M} = \text{constante}$ . Es precisamente esta propiedad la que se espera de un imán permanente, dado que un imán “permanente” que cambie su magnetización bajo la influencia de un campo magnético es un imán de mala calidad. Desde hace algo más de veinte años los dos materiales ideales se pueden obtener con muy buena aproximación.

La curva de histéresis pone de manifiesto que se puede modificar la magnetización de un material duro por medio de un campo suficientemente grande, y también que un campo suficientemente grande penetra en un material blando, es decir, que el material se satura; sin embargo, en la generalidad de los casos, estos efectos no son importantes en los materiales modernos. Empezar el estudio del magnetismo con la histéresis significa empezar con las particularidades de los materiales “imperfectos”. Es como si al estudiar en mecánica el resorte se comenzara estudiando casos en los cuales este no se “ajusta” a la Ley de Hooke (Robert Hooke, 1635-1703) o estirándolo más allá de su límite elástico, aquí también se presentaría un “efecto de

histéresis”.

*Origen:*

Hace solamente algunas décadas estaba completamente justificado comenzar el estudio del magnetismo con la histéresis, las propiedades de los mejores materiales magnéticos de los cuales se disponía estaban aún bastante lejos de las propiedades ideales. Los imanes permanentes eran muy susceptibles a los campos magnéticos, de tal forma que al tener una geometría inapropiada no soportaban su propio campo magnético. Fue entonces necesario dar un nombre a la magnetización que quedaba después de suprimir el campo exterior, se la llamó magnetización remanente.

*Eliminación:*

Se recomienda comenzar el estudio del magnetismo de la materia con la introducción de dos clases de materiales ideales: los magnéticamente duros y los blandos. Para los materiales duros  $M = \text{constante}$ , para los blandos  $H = 0$  A/m. No llamar magnetismo remanente a la magnetización de un imán permanente, y dejar la histéresis para más tarde. Los fenómenos de paramagnetismo y diamagnetismo pueden analizarse en cursos universitarios posteriores.