

Energía magnética de un imán

La energía magnética almacenada en un imán (que es la misma que ha sido necesaria para magnetizarlo o imanarlo) es,

$$E = \frac{1}{2} \int BHdV = \frac{1}{2\mu_0} \int B^2 dV \quad (1)$$

Esta expresión se obtiene a partir de la teoría del electromagnetismo, teoría que tiene 150 años, formulada por el gran científico James Clerk Maxwell.

Vamos a aplicar esta expresión al caso de un imán de Neodimio de un tamaño de 50 x 50, 20 mm. Como no se puede saber con toda exactitud el campo magnético creado por el imán en todo el espacio, haremos unas aproximaciones “por exceso”. De este modo se sabrá que la energía real almacenada será siempre inferior al valor obtenido en esta aproximación.

Un imán de este tamaño de calidad N45, crea un campo magnético casi uniforme en su superficie de valor 4000, gauss, o sea 0.4 teslas. La aproximación que se hará es considerar que este mismo campo magnético es el mismo en un volumen de una esfera centrada en el imán de radio 1 metro. Es evidente que esta aproximación es “por exceso” puesto que el campo magnético decrece, aproximadamente, con el cuadrado de la distancia al imán. En este caso, la expresión integral (1) se reduce a una forma más simple

$$E = \frac{1}{2\mu_0} B^2 V_{esfera} \quad (2)$$

el valor de μ_0 es $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7}$. El valor de la energía sale entonces

$$E = \frac{1}{2 \times 4 \times \pi \times 10^{-7}} 0.5^2 \times \frac{4}{3} \times \pi \times 1^3 = 41.666 \times 10^4 \text{ julios}$$

pasando el anterior resultado a Kwh, como 1 Kwh = 3.6×10^6 julios

$$E = \frac{41.66 \times 10^4}{3.6 \times 10^6} = 0.115 \text{ Kwh}$$

O sea, que un imán de Neodimio de grado N45, y un tamaño de 50x50x20 mm. posee una energía magnética de apenas 115.7 wh. Si suponemos que se tienen 50 imanes de estas características, solo tendríamos 5.785 Kwh.

Si la energía de un motor magnético proviene del campo magnético de sus imanes, un motor que tuviera 50 imanes como los anteriores (imanes que son tremendamente voluminosos y peligrosos de manejar), solo podrían generar 5.7 Kwh y luego los imanes dejarían de serlo, o sea, se desmagnetizarían. Un imán de esas características tiene un valor aproximado de 30 euros. Por tanto 5,7 Kwh de energía magnética cuestan 1500 euros ¿es rentable hacer un motor magnético con esos imanes?

Para cualquier otro tipo de imán, las expresiones (1) y (2) continúan siendo validas, pero habría que sustituir en ellas el valor del campo magnético creado por cada clase imán en su superficie.

Potencia para mover un generador eléctrico.

Para hacer girar un sistema físico, se necesita una fuerza inicial que lo acelere hasta la velocidad de giro de equilibrio (primer principio de Newton), venciendo a la vez las fuerzas de rozamiento que puedan existir. Posteriormente, para mantener esa velocidad de giro, se necesita una fuerza menor que la inicial, porque ahora hay que vencer solo las fuerzas de rozamiento. Esta fuerza desarrolla una potencia cuya expresión es

$$P = M \cdot \omega \quad (3)$$

donde ω (radianes/segundo) es la velocidad angular de giro y M (Newtons×metro) es el momento de la fuerza que lo hace girar.

Suponiendo que un sistema físico está girando libremente a 120 rpms, y que el momento de la fuerza que lo hace girar es de 1 Nw×m (lo que equivale a una fuerza de 1,01 kilos aplicada a una distancia de 10 cm del eje de giro), la potencia de la fuerza que lo hace girar, está desarrollando una potencia de $P = 1 \times 120 \times 2\pi / 60 = 12,56$ watios. Si este sistema físico se conecta a una carga para transferirle potencia, las rpms del sistema físico disminuirán rápidamente. (Es lo que le pasa a un coche: antes de empezar a moverse hay que aumentar las rpms del motor para que, al desembragar, empiece a moverse disminuyendo estas rpms. Esta experiencia la puede realizar cualquier persona que tenga un coche y **“siempre funciona así”**. Nunca se dará el caso que el coche empiece a andar por sí solo, sin **“dar gas”** con las rpms del motor en relentí).

Para mantener, pues, las mismas rpms que tenía el sistema físico antes de colocarle la carga, hay que hacer una fuerza adicional, de modo que se cumpla el principio de conservación de la energía (o de la potencia que es la energía por segundo). Suponiendo que la carga absorba una potencia de 1 Kw, el momento actual de la fuerza que mueve el sistema físico con su carga será

$$1012,56 = M \times 120 \times 2\pi / 60 = M \times 12,56 \quad M = 1012,56 / 12,56 = 80,61 \text{ N}\times\text{m}$$

El momento de 80,61 N×m se puede realizar con una fuerza de 82.17 kilos a una distancia de 10 cm del eje de giro, o con una fuerza de 8.217 kilos a un metro del eje de giro, o una fuerza de 4.1 kilos a 2 metros del eje de giro.

Estos mismos cálculos se deben realizar si el sistema físico es un aerogenerador y la carga es una batería o cualquier otro sistema eléctrico que requiera potencia para funcionar. Es decir, que para generar energía eléctrica se necesita hacer “mucha fuerza “