

## Aplicación de clientes n.º 536: Imán permanente cuadrupolar

Autor: Martti Nirkko, MSc Physik; Roger Hänni, Maschinenbautechniker HF, Laboratorium für Hochenergiephysik (LHEP), Universität Bern, Suiza

### Potentes bloques magnéticos enfocan un haz iónico

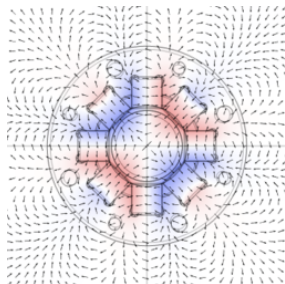
Con 8 bloques magnéticos del tipo Q-40-10-10-N ([www.supermagnete.de/spa/Q-40-10-10-N](http://www.supermagnete.de/spa/Q-40-10-10-N)) hemos construido un prototipo de un imán permanente cuadrupolar (Permanent Magnet Quadrupole ([en.wikipedia.org/wiki/Quadrupole\\_magnet](https://en.wikipedia.org/wiki/Quadrupole_magnet))) en el LHEP (Laboratory for High Energy Physics) de la Universidad de Berna. Para ello, los imanes se dispusieron con la forma de un cilindro Halbach para generar un campo cuadrupolar. Esto es similar a la aplicación "Crear un Halbach Array" ([www.supermagnete.de/spa/project324](http://www.supermagnete.de/spa/project324)); pero en nuestro caso la Halbach-Array se dispuso de forma circular y no recta.



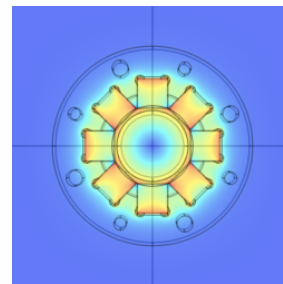
Esta aplicación ha dado lugar a una publicación científica ([arxiv.org/abs/1211.2992](https://arxiv.org/abs/1211.2992)) en inglés, que se puede descargar arriba a la derecha en formato PDF.

Al comprobar los campos magnéticos del imán permanente cuadrupolar con un sensor de efecto Hall ([es.wikipedia.org/wiki/Sensor\\_de\\_efecto\\_Hall](https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_efecto_Hall)) se confirmaron las simulaciones que previamente se habían calculado con el método de los elementos finitos (MEF).

Por tanto, los productos de [supermagnete.de](http://supermagnete.de) lograron satisfacer nuestras expectativas. Tras el éxito de estas pruebas, hemos construido 4 imanes permanentes cuadrupolares más.

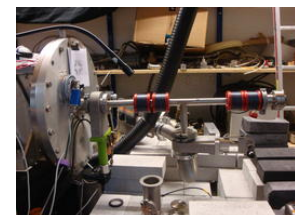


Potencial escalar del campo magnético en el imán permanente cuadrupolar con dirección del campo magnético (rojo: polo norte; azul: polo sur).



Valor de la densidad de flujo magnético en el imán permanente cuadrupolar, escala cromática de 0 (azul) a 1 Tesla (rojo)

Montados en serie y a las distancias correctas (como dos células FODO), los imanes cuadrupolares sirven para enfocar un haz iónico H generado por nuestro acelerador. Al incidir sobre un objetivo fijo (target), el haz enfocado tiene una intensidad alta, lo que resulta en unas tasas de reacción más altas en el material del objetivo.



Las 4 unidades de imanes permanentes cuadrupolares montadas en el acelerador



## Explicaciones físicas

En esta aplicación nos hemos servido de la fuerza de Lorentz ([es.wikipedia.org/wiki/Fuerza\\_de\\_Lorentz](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_de_Lorentz)). La fuerza de Lorentz es la fuerza que recibe una partícula cargada cuando se mueve por campos electromagnéticos. La fuerza consta de dos componentes: el componente eléctrico y el componente magnético. El primer componente actúa en la dirección del campo eléctrico, mientras que el segundo lo hace perpendicularmente al campo magnético y a la trayectoria de las partículas. Esto significa que las partículas cargadas se pueden acelerar con campos eléctricos y que los campos magnéticos se pueden utilizar para desviar las partículas.

Si solo se considera el movimiento de una partícula cargada en un campo magnético, se puede aplicar la denominada regla de la mano derecha.

La fuerza de Lorentz se puede aplicar de numerosas maneras: mediante este principio funcionan, por ejemplo, los motores eléctricos, las dinamos de las bicicletas o los altavoces. Obviamente, también se aplica en la física de las partículas: en los aceleradores se emplean multipolos magnéticos para manipular los haces de partículas. Los dipolares (2 polos) curvan la trayectoria de las partículas, mientras que los cuadrupolares (4 polos) enfocan el haz en dirección horizontal y desenfocan en dirección vertical o viceversa. Por tanto, solo se puede enfocar en una dirección de una vez. Sin embargo, si se eligen con astucia las distancias entre los cuadrupolares, es posible obtener en un punto determinado del haz de partículas lo que se conoce como cintura del haz. En este punto, la sección transversal del haz es mínima. Esto no incumple el teorema de Liouville ([es.wikipedia.org/wiki/Teorema\\_de\\_Liouville\\_\(mec%C3%A1nica\\_hamiltoniana\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Teorema_de_Liouville_(mec%C3%A1nica_hamiltoniana))).



### **Artículos empleados**

8 x Q-40-10-10-N: Bloque magnético 40 x 10 x 10 mm ([www.supermagnete.de/spa/Q-40-10-10-N](http://www.supermagnete.de/spa/Q-40-10-10-N))

En línea desde: 21.10.2011

Todo el contenido de este sitio está protegido por derechos de autor. Si no se cuenta con una autorización expresa, el contenido no se puede copiar ni emplear de ninguna otra manera.