

Tal y como se recoge en la Figura 5, desde su aparición en 1991, los cabezales magnetoresistivos han soportado un proceso de miniaturización imparable que ha permitido multiplicar por un factor de 75 la densidad de grabación inicial. Se comenzó con los 4,5 μm de las primeras cabezas hasta llegar a los 0,5 μm de los últimos cabezales gigantomagneto-resistivos. Pero ésta es, todavía, una tecnología más reciente que pasamos a estudiar brevemente en el siguiente punto.

3.1.3. EFECTO MAGNETO-RESISTIVO GIGANTE (GMR)

En los sensores MR, una película sencilla cambia su resistencia eléctrica en respuesta a un cambio en el campo magnético del disco. En los sensores GMR (conocidos como de gran magnetoresistividad o gigantomagneto-resistivos), dos películas, separadas por una fina capa conductora, realizan esta misma función.

Los sensores GMR explotan la naturaleza cuántica de los electrones que, según las teorías físicas al uso, tienen dos direcciones de rotación (espín) hacia arriba y hacia abajo². Los electrones con un espín paralelo a la orientación de una película magnética se mueven libremente, produciendo una resistencia eléctrica baja. A la inversa, el movimiento de los electrones con espín opuesto es estorbado por colisiones mucho más frecuentes con los átomos de la película produciendo una alta resistencia.

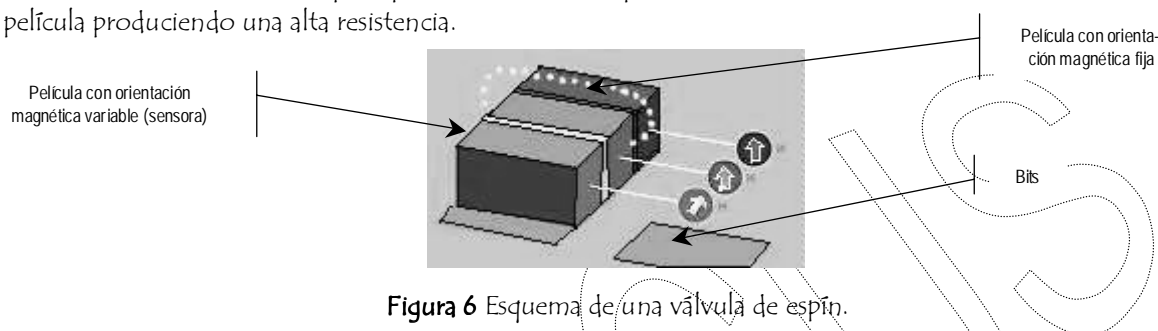


Figura 6 Esquema de una válvula de espín.

IBM ha desarrollado unas estructuras, denominadas válvulas de espín, compuestas de dos películas, una con carga magnética de orientación fija (que se consigue con otra capa magnetizante adyacente) y otra con carga magnética de orientación variable, a la que se denomina película sensora. Estas películas son muy finas y están muy juntas, permitiendo que electrones con espines de ambas direcciones se muevan adelante y atrás a través suyo. Los cambios en la orientación del campo magnético del disco causan una rotación en la orientación de la película sensora que, a su vez, incrementa o decrementa la resistencia eléctrica de toda la estructura. Se produce una resistencia baja cuando ambas películas están magnéticamente orientadas en la misma dirección, ya que los electrones que tienen el espín paralelo se mueven libremente a su través. Cuando las cargas magnéticas de ambas películas son opuestas, todos los electrones, tengan el espín que tengan, son estorbados en su movimiento por alguna de las películas con lo que se produce una resistencia eléctrica mayor.

Los sensores GMR pueden trabajar a densidades de grabación bastante mayores que los MR ya que su constitución los hace mucho más sensibles a los campos magnéticos que éstos.

Actualmente (1999), han empezado a aparecer en el mercado unidades de disco que utilizan esta tecnología de IBM permitiendo que los ordenadores personales y otros manejen capacidades de más de 45 GB en un único disco duro.

Otras tecnologías que se perfilan como sucesoras de las actuales son las denominadas Atomic Force Microscopy (AFM) y el Almacenamiento Holográfico de Datos. La primera es un activo campo de investigación en el que IBM, de nuevo, ha asumido el liderazgo y que se relaciona con el almacenamiento de datos a escala atómica, permitiendo densidades de hasta 300 Gb por pulgada cuadrada. En el caso del almacenamiento holográfico, también es IBM uno de los pioneros, habiendo conseguido ya densidades de 10 Gb por pulgada cúbica. Aunque dicha ratio no es excesiva, la novedad, en este caso, estriba en el tiempo de acceso y la tasa de transferencia. Así, el tiempo de acceso es prácticamente instantáneo ya que no existen partes mecánicas móviles (se usan hologramas almacenados en cristales translúcidos). En cuanto a la velocidad de transferencia, en las pruebas efectuadas hasta la fecha, se ha superado el Gb por segundo (para las tecnologías de disco actuales, la velocidad máxima de transferencia desde plato no excede los 400 Mb/s.)

² En realidad, la ecuación del espín es $\pm \frac{1}{2} \frac{h}{2\pi}$ siendo h la constante de Planck.

3.1.4. CÓDIGOS

Los datos que han de escribirse en el disco están constituidos de unos y ceros. Existen varias técnicas para representar estos valores mediante impulsos eléctricos, la más sencilla consiste en codificar un 1 con un impulso y un 0 mediante la ausencia de impulso. Esta técnica presenta dos inconvenientes importantes. El primero proviene del hecho de que los impulsos magnéticos no se utilizan sólo para representar datos, sino también para sincronizar la lectura con la rotación del disco, así, una secuencia demasiado larga de ceros provocaría la pérdida de sincronización en la lectura. El código de grabación suele contener, además, una información de reloj que permite regenerar el reloj de escritura y sincronizar la lectura.

El segundo inconveniente es que hay que poder determinar el estado de cada celda o bit, si existen varios 1 sucesivos, serían representados por impulsos sucesivos, por lo tanto, deberían espaciarse los impulsos para que no se produzcan interferencias entre las zonas magnetizadas de la superficie del disco. Una posible solución a este problema es dejar un espacio entre cada uno de los bits. Vemos pues que el tema de la codificación es complejo; esta es la razón de que existan tantas propuestas de diferentes sistemas de codificación. Seguidamente, vemos algunos de los que se pueden utilizar en soportes magnéticos. De ellos, los únicos efectivamente usados son MFM y RLL.

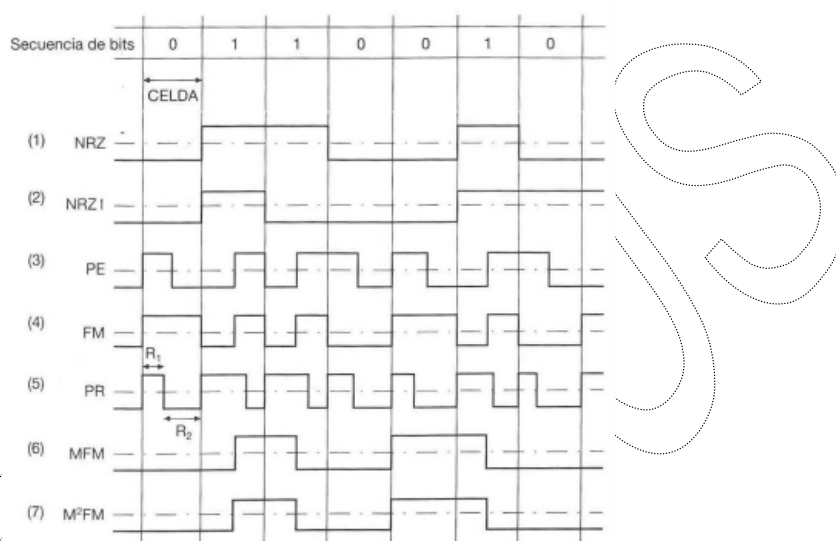


Figura 7 Algunos códigos de grabación para soportes magnéticos.

Seguidamente, enumeramos los principales sistemas de grabación empleados en soportes magnéticos que, además, se representan en la Figura 7:

1. Sin retorno a cero (NRZ: "non-return zero"): el 1 se representa por un estado de magnetización en toda la celda y el 0 por el estado contrario, también en toda la celda.
2. Sin retorno a cero inverso (NRZI: "non-return to zero invert on ones"): el 1 lógico se representa por cambio de magnetización en toda la celda, sobre el estado de la celda anterior. El 0 se representa por ausencia de cambio de flujo. Es un ejemplo de codificación diferencial. En este tipo de codificación, en lugar de representar el valor absoluto, la señal se descodifica comparando la polaridad de los elementos de señal adyacentes. La ventaja fundamental de este esquema es la mayor resistencia al ruido ya que en presencia de éste es mucho más seguro detectar una transición que comparar un valor con un umbral.
3. Codificación en fase / código Manchester (PE: "phase encoding"): el 1 se representa por un cambio del sentido del flujo magnético (de sur a norte, por ejemplo), y el cero por el cambio contrario (norte a sur). Estos cambios se realizan en el centro de la celda. Para poder detectar dos ceros o dos unos consecutivos, al comienzo del segundo se efectúa también un cambio.
4. Modulación de frecuencia (FM: "frequency modulation"): siempre se produce un cambio al comienzo de la celda, en el centro se producirá un nuevo cambio de magnetización si y sólo si se graba un 1