

hardware.com.br

Como um HD funciona - Hardware, o Guia Definitivo

15-21 minutes

Carlos E. Morimoto criou 1/out/2007 às 02h00

[261](#)

Dentro do disco rígido, os dados são gravados em discos magnéticos, chamados de **platters**. O nome "disco rígido" vem justamente do fato de os discos internos serem extremamente rígidos.

Os platters são compostos de duas camadas. A primeira é chamada de **substrato**, e nada mais é do que um disco metálico, feito de ligas de alumínio. Mais recentemente, alguns fabricantes passaram a utilizar também vidro, que oferece algumas vantagens, como a maior dureza, embora também seja mais difícil de se trabalhar. Os primeiros HDs com discos de vidro foram os IBM Deskstar 75GXP, lançados em 2001.

Independentemente do material usado, o disco precisa ser completamente plano. Como os discos giram a grandes velocidades e as cabeças de leitura trabalham extremamente próximas da superfície magnética, qualquer variação seria fatal. Para atingir a perfeição necessária, o

disco é polido em uma sala limpa, até que se torne perfeitamente plano. Vem então a parte final, que é a colocação da superfície magnética nos dois lados do disco.

Como a camada magnética tem apenas alguns microns de espessura, ela é recoberta por uma fina camada protetora, que oferece alguma proteção contra pequenos impactos.

Os discos são montados em um eixo também feito de alumínio, que deve ser sólido o suficiente para evitar qualquer vibração dos discos, mesmo a altas rotações. Este é mais um componente que passa por um processo de polimento, já que os discos devem ficar perfeitamente presos e alinhados. No caso de HDs com vários discos, eles são separados usando espaçadores, novamente feitos de ligas de alumínio.

Finalmente, temos o motor de rotação, responsável por manter uma rotação constante. O motor é um dos maiores responsáveis pela durabilidade do disco rígido, pois uma grande parte das falhas graves provém justamente do motor.

Os HDs mais antigos utilizavam motores de 3.600 rotações por minuto, enquanto que atualmente são utilizados motores de 5.400, 7.200 ou 10.000 RPM. Nos HDs de notebook ainda são comuns motores de 4.200 RPM, mas os de 5.400 RPM já são maioria. Embora não seja o único, a velocidade de rotação é sem dúvida o fator que influencia mais diretamente no desempenho.

Para ler e gravar dados no disco, são usadas **cabeças de leitura** eletromagnéticas (heads) que são presas a um

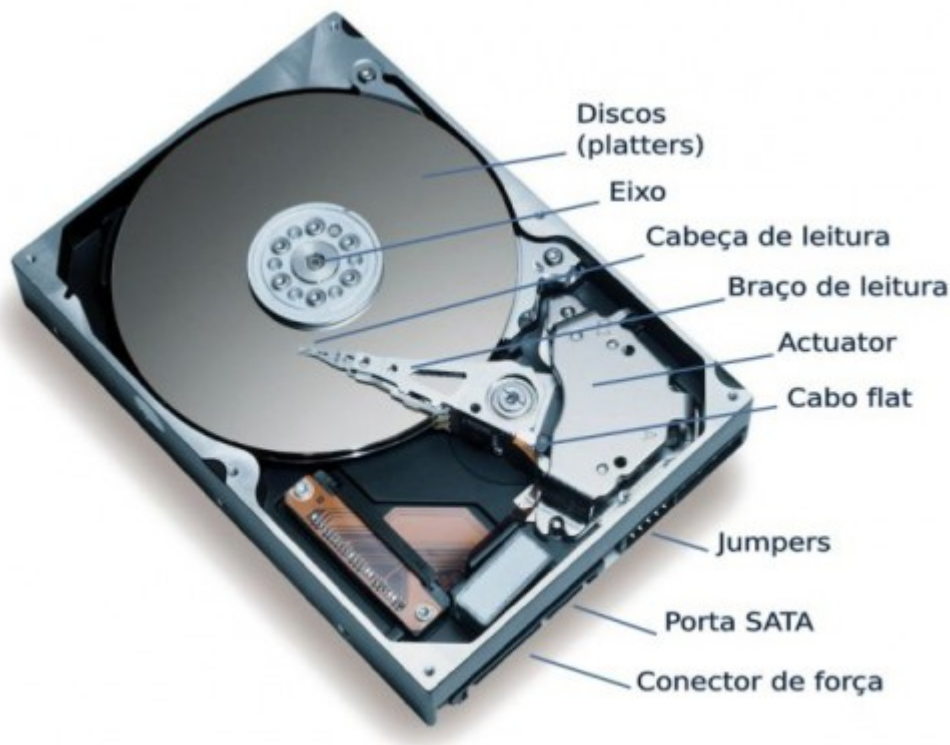
braço móvel (arm), o que permite seu acesso a todo o disco. O braço de leitura é uma peça triangular, também feita de ligas de alumínio, para que seja ao mesmo tempo leve e resistente. O mecanismo que movimenta o braço de leitura é chamado de **actuator**.

Nos primeiros discos rígidos, eram usados motores de passo para movimentar os braços e cabeças de leitura. Eles são o mesmo tipo de motor usado nos drives de disquete, onde ao receber um impulso elétrico o motor move o braço por uma curta distância, correspondente ao comprimento de uma trilha. O problema é que eles eram muito suscetíveis a problemas de desalinhamento e não permitiam densidades de gravação muito altas.

Os discos contemporâneos (qualquer coisa acima de 80 MB) utilizam um mecanismo bem mais sofisticado para essa tarefa, composto por um dispositivo que atua através de atração e repulsão eletromagnética, sistema chamado de voice coil. Basicamente temos um eletroímã na base do braço móvel, que permite que a placa controladora o movimente variando rapidamente a potência e a polaridade do ímã. Apesar de parecer suspeito à primeira vista, esse sistema é muito mais rápido, preciso e confiável que os motores de passo. Para você ter uma idéia, os HDs do início da década de 80, com motores de passo, utilizavam apenas 300 ou 400 trilhas por polegada, enquanto um Seagate ST3750640AS (de 750 GB) atual utiliza nada menos do que 145.000.

Aqui temos um diagrama mostrando os principais

componentes do HD:

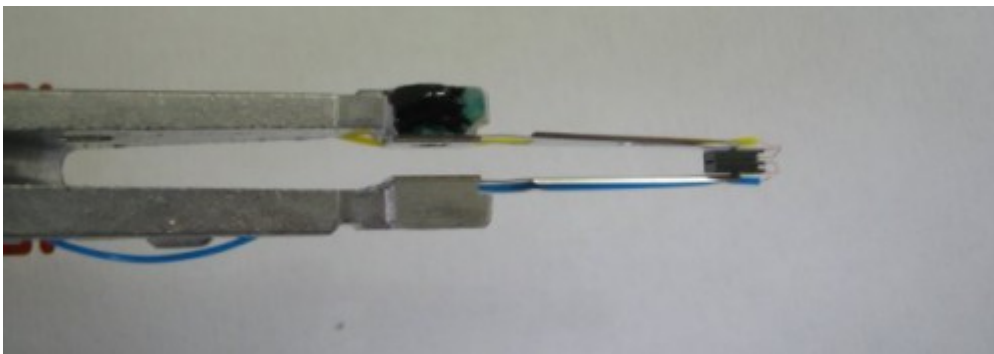


Para que o HD possa posicionar a cabeça de leitura sobre a área exata referente à trilha que vai ser lida, existem sinais de feedback gravados na superfícies do disco, que orientam o posicionamento da cabeça de leitura. Eles são sinais magnéticos especiais, gravados durante a fabricação dos discos (a famosa formatação física), que são protegidos através de instruções de bloqueio incluídas no firmware do HD contra alteração posterior. Esses sinais eliminam os problemas de desalinhamento que existiam nos primeiros HDs.

Ao ler um arquivo, a controladora posiciona a cabeça de leitura sobre a trilha onde está o primeiro setor referente a ele e espera que o disco gire até o setor correto. Este tempo inicial, necessário para iniciar a leitura, é chamado de tempo de acesso, e mesmo os HDs atuais de 7.200

RPM fica em torno de 12 milésimos de segundo, o que é uma eternidade em se tratando de tempo computacional. O HD é relativamente rápido ao ler setores seqüenciais, mas ao ler vários pequenos arquivos espalhados pelo HD, o desempenho pode cair assustadoramente. É por isso que existem programas desfragmentadores, que procuram reorganizar a ordem dos arquivos, de forma que eles sejam gravados em setores contínuos.

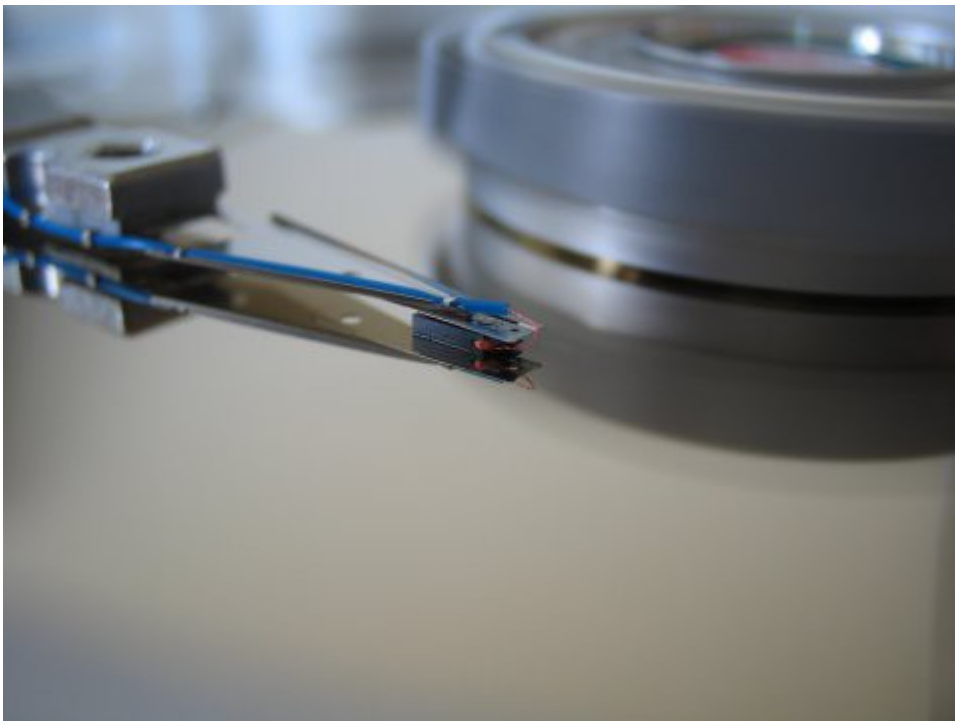
Outro dado interessante é a maneira como as cabeças de leitura lêem os dados, sem tocar na camada magnética. Se você tiver a oportunidade de ver um disco rígido aberto, verá que, com os discos parados, as cabeças de leitura são pressionadas levemente em direção ao disco, tocando-o com uma certa pressão. Aqui temos o braço de leitura de um HD, depois de removido. Veja que mesmo sem o disco magnético entre elas, as duas cabeças de leitura pressionam-se mutuamente:



Apesar disso, quando os discos giram à alta rotação, forma-se uma espécie de colchão de ar, que repele a cabeça de leitura, fazendo com que ela fique sempre a alguns nanômetros de distância dos discos. É o mesmo princípio utilizado na asa de um avião; a principal diferença neste caso é que a cabeça de leitura é fixa, enquanto os

discos é que se movem, mas, de qualquer forma, o efeito é o mesmo. Como veremos a seguir, os HDs não são fechados hermeticamente, muito menos a vácuo, pois é necessário ar para criar o efeito.

Esta foto mostra a cabeça de leitura "flutuando" sobre o disco em movimento. A distância é tão curta que mesmo ao vivo você tem a impressão de que a cabeça está raspando no disco, embora na realidade não esteja. Como a cabeça de leitura se movimenta rapidamente durante a operação do disco, é muito difícil tirar fotos. Para conseguir tirar esta, precisei "trapacear", desmontando o actuator e suavemente movendo a cabeça da área de descanso para o meio do disco. :)



Os discos magnéticos são montados diretamente sobre o eixo do motor de rotação, sem o uso de correias ou qualquer coisa do gênero. É justamente este design simples que permite que os discos girem a uma velocidade

tão grande.

Embora mais potente e muito mais durável, o motor de rotação usado nos HDs é similar aos usados nos coolers. Nos HDs antigos, eram usados motores sleeve bearing, o sistema mais simples e menos durável, que foi usado nos HDs de 3600 RPM. Em seguida, foram adotados motores ball-bearing, onde são usados rolamentos para aumentar a precisão e a durabilidade. Nos HDs modernos, é utilizado o sistema fluid-dynamic bearing, onde os rolamentos são substituídos por um fluído especial, que elimina o atrito, reduzindo o ruído e o nível de vibração.

Aqui temos o mesmo HD da foto anterior completamente desmontado, mostrando o interior do motor de rotação:



Assim como a maioria dos modelos de baixa capacidade, este HD utiliza um único disco, mas a maioria dos modelos utiliza dois, três ou quatro, que são montados usando espaçadores. O HD possui duas cabeças de leitura para

cada disco (uma para cada face), de forma que um HD com 4 discos utilizaria 8 cabeças de leitura, presas ao mesmo braço móvel.

Embora usar mais discos permita construir HDs de maior capacidade, não é comum que os fabricantes utilizem mais de 4, pois a partir daí torna-se muito difícil (e caro) produzir componentes com a precisão necessária para manter todos os discos alinhados. Antigamente, era comum que HDs de alta capacidade (e alto custo :), sobretudo os destinados a servidores, possuíssem 6, ou até mesmo 12 discos, mas eles saíram de moda a partir da década de 90, devido à baixa demanda. Desde então, os fabricantes padronizaram a produção em torno dos HDs com até 4 discos e quem precisa de mais capacidade compra vários e monta um sistema RAID. No caso dos servidores, é muito comum o uso de racks, com um grande número de HDs SAS ou SATA.

Naturalmente, qualquer HD aberto fora de uma sala limpa acaba sendo impregnado por partículas de poeira e por isso condenado a apresentar badblocks e outros defeitos depois de alguns minutos de operação.

Todo HD é montado e selado em um ambiente livre de partículas, as famosas salas limpas. Apesar disso, eles não são hermeticamente fechados. Em qualquer HD, você encontra um pequeno orifício para entrada de ar (geralmente escondido embaixo da placa lógica ou diretamente sob a tampa superior), que permite que pequenos volumes de ar entrem e saiam, mantendo a

pressão interna do HD sempre igual à do ambiente. Esse orifício é sempre protegido por um filtro, que impede a entrada de partículas de poeira.



Orifício de ventilação do HD

Devido a isso, a pressão do ar tem uma certa influência sobre a operação do HD. Os HDs são normalmente projetados para funcionar a altitudes de até 3.000 metros acima do nível do mar. Em altitudes muito elevadas, a pressão do ar é menor, comprometendo a criação do colchão de ar. Para casos extremos (uso militar, por exemplo), existem HDs pressurizados, que podem trabalhar a qualquer altitude.

Internamente, o HD possui um segundo filtro, que filtra continuamente o ar movimentado pelos discos. Ele tem a função de capturar as partículas que se desprendam dos componentes internos durante o uso, devido a desgaste ou choques diversos. Aqui temos uma foto de um, preso num

dos cantos da parte interna do HD:



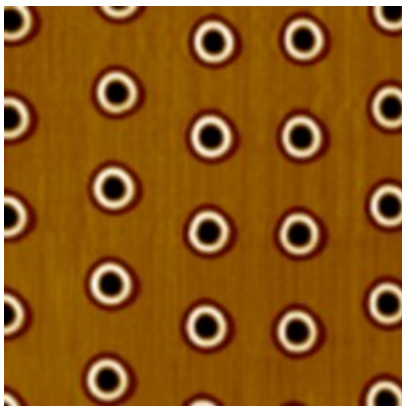
Filtro interno

Enquanto o HD está desligado, as cabeças de leitura ficam em uma posição de descanso. Elas só saem dessa posição quando os discos já estão girando à velocidade máxima. Para prevenir acidentes, as cabeças de leitura voltam à posição de descanso sempre que não estão sendo lidos dados, apesar dos discos continuarem girando.

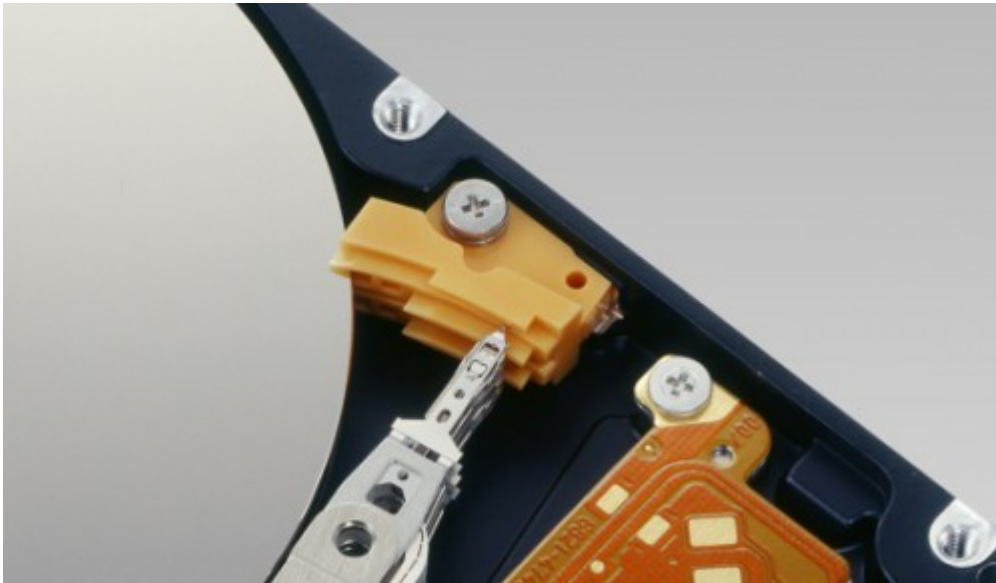
É justamente por isso que às vezes, ao sofrer um pico de tensão, ou o micro ser desligado enquanto o HD está sendo acessado, surgem setores defeituosos. Ao ser cortada a energia, os discos param de girar e é desfeito o colchão de ar, fazendo com que as cabeças de leitura possam vir a tocar os discos magnéticos.

Para diminuir a ocorrência desse tipo de acidente, nos HDs modernos é utilizado um sistema que recolhe as cabeças

de leitura automaticamente para a área de descanso quando a energia é cortada (tecnologia chamada de auto-parking). A área de descanso é também chamada de "landing zone" e engloba algumas das trilhas mais centrais do disco, uma área especialmente preparada para receber o impacto do "pouso" das cabeças de leitura. Uma das tecnologias mais populares é a LZT (Laser Zone Texture), uma tecnologia desenvolvida pela IBM, onde um laser é usado para produzir pequenas cavidades ao longo da zona de pouso, que reduzem o atrito com a cabeça de leitura:



Outra técnica consiste em usar "rampas" feitas de material plástico, posicionadas na área externa dos discos, que suspendem as cabeças de leitura, evitando que elas toquem os discos mesmo quando eles param de girar. Esta tecnologia foi inicialmente usada em HDs de notebook, mas recentemente passou a ser usada também nos de 3.5" para desktops. Ela pode parecer simples, mas na verdade exige bastante tecnologia, devido à precisão necessária:



Rampas de descanso para as cabeças de leitura

Apesar de evitar danos físicos, o auto-parking nada pode fazer para evitar perda de dados ao desligar o micro incorretamente. Mesmo que todos os arquivos estejam salvos, ainda existem dados no cache de disco (criado pelo sistema operacional, usando parte de memória RAM) e também no cache do HD, que utiliza memória SDRAM (também volátil). Para acelerar as operações de gravação, todos os arquivos (sobretudo os pequenos) são salvos inicialmente nos caches e depois transferidos para os discos magnéticos em momentos de ociosidade. Quando o micro é desligado abruptamente, os dados em ambos os caches são perdidos, fazendo com que você sempre perca as últimas alterações, muitas vezes em arquivos que acreditava estarem salvos.

Por causa de tudo isso, é sempre importante usar um nobreak em micros de trabalho. A longo prazo, os dados perdidos e possíveis danos ao equipamento por causa de quedas de energia acabam custando muito mais do que um

nobreak popular.

Mesmo assim, por melhores que sejam as condições de trabalho, o HD continua sendo um dispositivo baseado em componentes mecânicos, que têm uma vida útil muito mais curta que a de outros componentes do micro. De uma forma geral, os HDs para desktop funcionam de forma confiável por de dois a três anos (em um PC usado continuamente). Depois disso, é melhor substituir o HD por um novo e mover o antigo para outro micro secundário, onde ele não vá armazenar informações importantes, pois a possibilidade de defeitos começa a crescer exponencialmente.

Fala-se muito sobre a vulnerabilidade dos HDs com relação a ímãs. Como os HDs armazenam os dados em discos magnéticos, colocar um ímã suficientemente forte próximo a ele pode apagar rapidamente todos os dados. Existem inclusive "desmagnetizadores", que são eletroímãs ligados na tomada, que você passa sobre os HDs e outros discos magnéticos, justamente com a intenção de apagar os dados rapidamente.

Entretanto, se você abrir um HD condenado, vai encontrar dois ímãs surpreendentemente fortes instalados dentro do mecanismo que move a cabeça de leitura. Naturalmente, estes ímãs não danificam os dados armazenados (senão não estariam ali ;). O principal motivo disso é que eles estão instalados numa posição perpendicular aos discos magnéticos. Se você remover os ímãs e colocá-los **sobre** outro HD, vai ver que no outro dia uma boa parte dos

dados terão sido perdidos.

Se você (como todos nós) é do tipo que não consegue desmontar um micro sem deixar cair parafusos nos locais mais inacessíveis do gabinete, tem dificuldades em colocar os parafusos dos dois lados ao instalar o HD e ainda por cima nunca acha uma chave de fenda magnética para comprar, pode usar esses magnetos "roubados" do HD para transformar qualquer chave de fenda em uma chave magnética. Basta "encaixar" os ímãs nela quando quiser o efeito. Esses magnetos são feitos de uma liga contendo neodímio e, além de parafusos, permitem levantar objetos um pouco mais pesados, como martelos, por exemplo... ;)



Naturalmente, você deve tomar cuidado de não passá-los sobre discos magnéticos, a menos que queira intencionalmente apagá-los. Se você deixar a chave em contato com os ímãs por um longo período, ela continuará magnetizada (por algum tempo) mesmo depois de retirá-los.

Ao contrário da crença popular, chaves magnéticas não são perigosas para os HDs, pois os magnetos usados são muito fracos se comparados aos magnetos usados no mecanismo de leitura e no motor de rotação do HD. Os próprios discos magnéticos são relativamente resistentes a forças magnéticas externas, de forma que ímãs de baixa potência não oferecem grande perigo.

[Quer comprar o *Hardware, o Guia Definitivo* impresso?](#)

[Clique aqui!](#)

Por Carlos E. Morimoto. Revisado 1/out/2007 às 02h00