

La interfaz SATA

Jesús Pérez Rey

2008-09-09

Índice

1. Introducción: la interfaz ATA	1
1.1. Versiones de ATA	3
2. La necesidad de SATA: SATA vs. PATA	4
3. Características de SATA	4
3.1. <i>Hotswapping</i> y <i>hotplugging</i>	5
3.2. Native Command Queuing	6
3.3. eSATA y SAS	6
3.3.1. External SATA	6
3.3.2. Serial Attached SCSI	7
4. Versiones de SATA	7
5. Críticas y problemas	7
6. Bibliografía	8

1. Introducción: la interfaz ATA

Para entender la interfaz Serial ATA primero vamos a explicar brevemente el interfaz ATA, previo al SATA y sobre el que se basa éste.

En 1986 Impris (ahora Seagate), Western Digital y Compaq desarrollan un nuevo interfaz para adjuntar discos duros al IBM PC/AT que introduce la novedad de que la controladora de la unidad va incluida en la propia unidad, frente a la controladora externa conectada a la placa base común entonces, lo que proporciona mayor facilidad de conexión y menor número de *slots* de la placa base en uso. Comercializado bajo el nombre de IDE (Integrated Disc Electronics), ganó popularidad en PCs Compaq con discos duros Conner Peripherals (ahora Seagate) de 3,5 pulgadas y controladora Western Digital[1]. Sin embargo, había otras empresas que también hacían interfaces IDE, pero al no haber un estándar que marcara los requisitos y las condiciones del interfaz se podían producir incompatibilidades entre dispositivos de distintos fabricantes.

En 1995 el comité T13 del ANSI X3 (ahora ANSI INCITS) aprueba el estándar X3.221-1994, el primer estándar que cubre la interfaz IDE. Tras descartar Integrated Disc Electronics, por no ser suficientemente claro y distintivo, e IBM Disc Electronics, por ser inapropiado para un estándar al contener el nombre de una empresa, se decidió inicialmente el nombre

de PC/AT Interface, por ser la interfaz usada para adjuntar discos duros a los PC/AT de IBM. Sin embargo tampoco fue el nombre definitivo pues antes de aprobarse el estándar fue modificado a AT Attachment (ATA) para evitar infringir marcas comerciales[1]. Por eso es frecuente ver que esta interfaz es designada por cualquiera de esos nombres.

El bus ATA es un bus de datos, es decir, se necesita otro conector para la alimentación, aunque en portátiles se le suele añadir 4 pines más al bus de datos para la alimentación, evitando un cable aparte para ahorrar espacio. Es un cable plano de como máximo 46 cm. El bus de datos más común consta de 40 pines de los cuales 16 son para datos, 11 para instrucciones y control, 3 para direcciones, 7 *ground* y uno queda no conectado, el pin 20 normalmente se elimina para que el conector sea asimétrico y no se pueda enchufar al revés, aunque a veces también se usa para alimentación. En la versión 5 del estándar se introducen los cables de 80 hilos, aunque el conector sigue teniendo 40 pines y su configuración no cambia. Los 40 nuevos hilos introducidos están conectados a *ground* (tierra) protegiendo la línea de interferencias.

En cada bus ATA pueden ir conectadas dos unidades que se denominan 0 y 1, aunque es más popular la denominación de maestra (*master*) y esclava (*slave*). Sin embargo, estos términos no son recogidos por el estándar y pueden ser confusos, pues muchas veces se entiende que esta terminología responde a la estructura de la interfaz en la que la unidad esclava dependería de la maestra, cuando en realidad no es así. Los comandos se envían a las dos unidades pero sólo la seleccionada a través de uno de los bits del registro de direcciones lo ejecuta. Existen interfaces ATA en los que cuando sólo hay una unidad, ésta debe responder a todos los comandos, pero este comportamiento no es recogido hasta la versión 2 del estándar. Los datos se transfieren por el bus en paralelo (8 o 16 bits) hasta o desde el *buffer* de la unidad, siendo la propia unidad la que se encarga de llevar a cabo las operaciones necesarias para almacenar los datos en el *buffer* cuando se está realizando una lectura o leerlos del *buffer* para escribirlos en la unidad si es la operación que se desea hacer.

El proceso de lectura/escritura sobre un interfaz ATA se puede resumir de la siguiente manera: el equipo espera a que el dispositivo devuelva un estado de no ocupado. Cuando se cumpla la condición, escribirá los comandos y parámetros en los registros de la interfaz. La unidad pone entonces su estado en ocupado y se lleva a cabo la operación sobre el registro de datos (si es una escritura, se escriben en este registro los datos que se escribirán y si es una lectura se copian los datos solicitados al registro de datos para que el *host* los lea). Cuando finaliza la operación se envía una interrupción al sistema para informar de ello y que se pueda leer el registro de estado para comprobar si la operación tuvo éxito. Este proceso debe repetirse para cada bloque de 512 bytes con algunas diferencias, pues el estándar define dos modos de transferencia:

- **PIO (*Programmable Input/Output*):** De implementación obligatoria. Es necesaria la intervención del procesador para cada operación de lectura/escritura, por lo que por cada bloque de 512 bytes transferidos se genera una interrupción que debe atender el sistema.
- **DMA (*Direct Memory Access*):** De implementación opcional aunque normalmente presente en la mayoría de unidades. Las operaciones de lectura/escritura se realizan directamente entre la memoria y el dispositivo sin necesidad de la intervención del procesador y generándose una única interrupción al finalizar la operación completa, por lo que se incrementa la velocidad y se alivia la carga del sistema.

Con lo visto hasta ahora, especialmente los últimos párrafos, podemos darnos cuenta de que sólo era posible hacer una operación simultánea y sobre un sólo dispositivo simultáneamente en cada interfaz ATA. En la versión 4 se introdujo *Queueing* y *Overlapping* para paliar este problema[2], aunque, debido a que su implementación es opcional, la mayoría de los dispositivos no lo incluyen. Desde entonces se han seguido introduciendo mejoras en el interfaz, muchas veces limitándose a incorporar mejoras ya presentes en el mercado dándoles cobertura en el estándar, hasta llegar a ser el más popular actualmente, sobre todo en PCs domésticos, por su reducido precio. Entre los cambios más importantes se encuentra ATAPI, una implementación de comandos SCSI sobre ATA para dar soporte a CD-ROMs y cintas, y CRC para comprobación de errores.

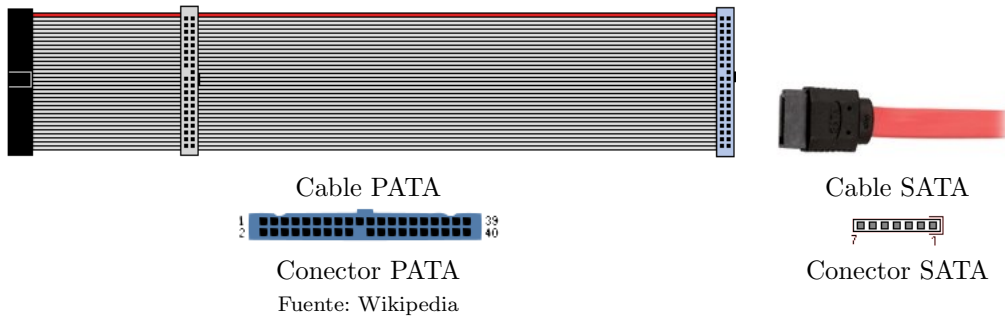
Entre las limitaciones más importantes y que más problemas causaron se encuentra la del tamaño máximo de los discos duros debido a una combinación de limitaciones entre la BIOS, el interfaz y el sistema operativo. Posteriores mejoras en estos tres componentes fueron incrementando el límite de 528 MiB a 8,4 GiB, 128 GiB, ... hasta tamaños que se pueden considerar ilimitados en la actualidad.

El interfaz ATA es retrocompatible, es decir, pueden estar conectados en un mismo equipo dispositivos de distintas versiones del estándar sin ningún problema, y actualmente, en teoría un dispositivo rápido ya no se ve limitado por la velocidad de otro dispositivo más lento en el mismo cable. Pero debido a la ausencia de *Overlapping* en la mayoría de dispositivos, la unidad más rápida tendrá que esperar más tiempo para que se ejecuten las operaciones más lentas produciéndose un retraso real.[3]

1.1. Versiones de ATA

Nombre	Aliases	Estándar	Velocidad máxima teórica	Cambios
ATA-1	ATA, IDE	X3.221-1994	8.3 MiB/s	
ATA-2	EIDE, Fast ATA, Fast ATA-2, Fast IDE, Ultra ATA	X3.279-1996	16.6 MiB/s	LBA de 28 bits
ATA-3	EIDE	X3.298-1997	16.6 MiB/s	No introdujo novedades importantes, sólo algunas mejoras en seguridad e integridad
ATA/ATAPI-4	ATA-4, Ultra ATA/33	NCITS 317-1998	33.3 MiB/s	ATAPI, Overlapping, Queueing y CRC
ATA/ATAPI-5	ATA-5, Ultra ATA/66	NCITS 340-2000	66.7 MiB/s	Cables de 80 hilos
ATA/ATAPI-6	ATA-6, Ultra ATA/100	NCITS 361-2002	100 MiB/s	LBA de 48 bits y cabezas de 16 sectores
ATA/ATAPI-7	ATA-7, Ultra ATA/133	NCITS 397-2005	133 MiB/s (PATA) 150 MiB/s (SATA)	ATA serie
ATA/ATAPI-8	ATA-8	en desarrollo		Cache flash no volátil de gran tamaño (<i>hybrid drives</i>)

2. La necesidad de SATA: SATA vs. PATA



ATA fue el líder durante casi 20 años, pero a medida que va pasando el tiempo los ordenadores requieren mayores prestaciones, más velocidad y más capacidad y, como hemos visto, ATA tiene limitaciones en todos estos puntos, actualizándose el estándar según las necesidades del momento hasta que se aproximó a las máximas prestaciones que se pueden alcanzar con esta interfaz.

Así, por ejemplo, empezó como una interfaz que como máximo aceptaba velocidades de 8.3 MiB y, aunque ha aumentado hasta 133 MiB, es difícil pensar en seguir aumentando constantemente la velocidad porque al ser un interfaz paralelo, se ha de poder reconocer sin errores a qué octeto pertenece cada bit recibido, sin embargo no llegan exactamente a la vez sino que hay una pequeña asincronía entre unos bits y otros, por eso, si se aumenta la frecuencia con la que se envían los bits para así aumentar la velocidad aproximándose demasiado al retardo de unos bits con respecto a otros, se puede correr el riesgo de que los más retardados de un octeto se solapen con los bits más adelantados del siguiente.

Con respecto al tamaño, una combinación de limitaciones desde la BIOS, el sistema operativo y la propia interfaz hizo que ésta fuera también durante bastante tiempo una de las principales desventajas de ATA. Si bien actualmente estos límites se han alzado hasta cotas que hoy en día nos parecen inalcanzables, la experiencia nos demuestra que puede que en un futuro no sea así.

Con estas limitaciones, especialmente en cuanto a la velocidad, que es la más presente, era necesario un estándar que diese respuesta a las necesidades actuales basándose en un nuevo interfaz que no fuera otra actualización más de uno de hace veinte años.

3. Características de SATA

Fue entonces cuando apareció el interfaz Serial ATA. Este interfaz implementa el interfaz ATA líder del mercado doméstico sobre un bus serie, eliminando el problema del posible solapamiento de los bits de cada octeto que limitaba la velocidad máxima pudiendo entonces alcanzarse velocidades tan altas como permitiese la tecnología existente, ya que los

bits se envían de uno en uno y así por ejemplo SATA/150 trabaja a una frecuencia de 1500 MHz frente a los 50 MHz de ATA/100[4]. SATA añade además otras mejoras y características avanzadas como *hotplugging*, NCQ, *hotswapping* y *overlapping*, las cuales veremos más adelante.

Pensado originalmente para que se mantenga en todas las versiones la compatibilidad con versiones anteriores y posteriores aunque ya se han detectado incompatibilidades entre controladoras de primera generación y unidades de segunda generación, por lo que algunas unidades SATA II cuentan con un *jumper* para forzar el modo SATA I.

El bus de datos de SATA, de una longitud máxima de 1 m. (más del doble que ATA paralelo), está compuesto por siete hilos de los cuales cuatro son para transmisión de datos (dos para recibir y dos para enviar, sin embargo sigue siendo un bus *half-duplex*[5]) y tres van a tierra (*GND*).

El motivo de que se usen dos cables para enviar y dos para recibir a pesar de que los datos se envían bit a bit es porque SATA usa un modo de transferencia diferencial similar al que se usa en Ethernet 100BaseT (incluida la codificación 8B/10B) en el que cada bit se transmite por duplicado siendo cada una de las dos señales un espejo de la otra, y así cuando se reciben las dos señales se comprueba que sean iguales (aunque una invertida con respecto a la otra) minimizando las interferencias y siendo más fácil de detectar el *ruido*. [6]

El uso de la codificación 8B/10B implica que cada 8 bits de datos se codifican en un grupo de 10 bits, por lo que de cada 10 bits transferidos solo 8 son de datos, por lo que la velocidad real de transferencia de datos se reduce en un 80% con respecto a la cantidad de bits que pueden ser transferidos por el bus en favor de una mayor integridad de los datos.

Para el cable de alimentación se abandona el conector Molex usado en los dispositivos PATA por un nuevo conector de 15 pines de los cuales 3 proporcionan 3.3 V (uno de los cuales es usado para *hotplugging*), otros 3 para 5 V y otros 3 para 12V. 5 pines son para ground y el restante bien se deja sin conectar o bien toma la función de *staggered spin-up* (un tipo de gestión de alimentación en SATA). No obstante, hay dispositivos que siguen incluyendo un conector Molex y también hay adaptadores para poder conectar un dispositivo SATA con un conector Molex, aunque conlleva la desventaja de que dejan desconectado el pin de *hotplugging* inhabilitando esta característica.

3.1. *Hotswapping* y *hotplugging*

Aunque *hotplugging* se refiere a la mera capacidad de enchufar un dispositivo en caliente y *hotswapping* a la posibilidad de reemplazar en caliente un dispositivo por otro, ambos términos hacen referencia al mismo concepto: poder conectar y desconectar dispositivos con el equipo encendido.

Ésta es una característica muy interesante sobre todo para servidores y equipos que necesitan estar permanentemente operativos. Sin embargo, para poder hacer uso de esta propiedad es necesario que esté soportada a tres niveles: en el dispositivo, en el bus y en el sistema operativo.

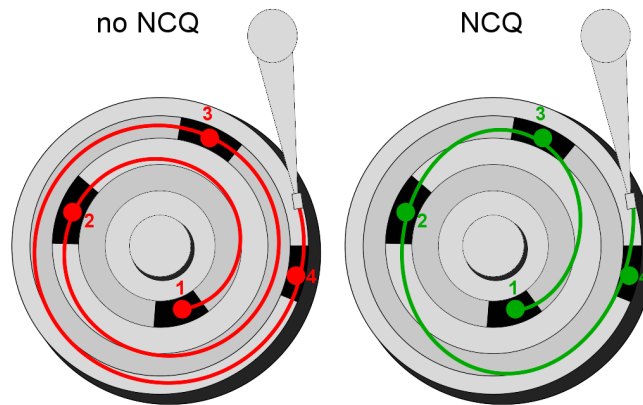
La mayoría de los dispositivos lo soportan, pero al ser una característica soportada a través del tercer pin de alimentación, la compatibilidad se elimina cuando se le proporciona la alimentación al dispositivo a través de un conector Molex (los usados con los dispositivos PATA) debido a las limitaciones de este conector. De hecho, previendo la posibilidad de que el dispositivo vaya a ser conectado con un adaptador Molex algunos fabricantes ya dejan desconectado el pin de *hotplugging* por lo que no dan soporte a esta característica.

El nivel que es más probable que carezca de una implementación de *hotplugging* es el del host. Algunos buses SATA no incluyen soporte para *hotplugging*, pero si la mayoría de los hosts SCSI y RAID.

3.2. Native Command Queueing

Native Command Queueing (NCQ) es una tecnología diseñada para mejorar el rendimiento de los dispositivos minimizando los desplazamientos necesarios de las cabezas de lectura/escritura.

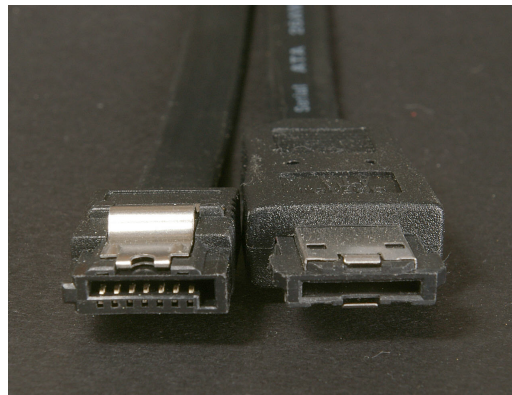
Requiere también soporte por parte del dispositivo, el host y el sistema operativo y consiste en que el dispositivo escoge el orden en el que se procesan las órdenes de lectura y escritura recibidas realizándolas de tal forma que el desplazamiento de la cabeza sea el mínimo posible.



Fuente: Wikipedia

3.3. eSATA y SAS

3.3.1. External SATA



Conectores SATA y eSATA Fuente: Wikipedia

El estándar SATA define también la posibilidad de conectar un dispositivo SATA a través de un bus externo denominado eSATA (external SATA) del mismo modo que USB.

Se conecta con un cable apantallado de un largo máximo de 2 m. (frente a los 5. m de USB 2.0 y los 100 m. de FireWire 800) manteniendo la velocidad de transferencia de 300 MiB/s de SATA/300 (USB 2.0 y FireWire 800 sólo llegan a 60 MiB/s y 98.25 MiB/s respectivamente).

Aunque es posible conectar dispositivos SATA a través de USB y FireWire es necesario usar adaptadores para posibilitar la comunicación entre las distintas interfaces, situación que no se produce con eSATA al ser un bus que soporta nativamente la interfaz SATA. Aunque eSATA aún no está muy extendido los equipos que carecen de él pueden instalar un host eSATA o a través de una tarjeta CardBus (PCMCIA).

3.3.2. Serial Attached SCSI

Del mismo modo que con la interfaz ATA se paso de un bus paralelo a uno serie para evitar las limitaciones de aquél, lo mismo sucedió con SCSI. De la implementación original de SCSI sobre un bus paralelo se paso a un bus serie conocido como Serial Attached SCSI (SAS) que permite la conexión de dispositivos SATA, pero no a la inversa, es decir, no se pueden conectar dispositivos SAS a un bus SATA.[7]

4. Versiones de SATA

Nombre[8]	Aliases	Estándar	Velocidad máxima teórica
SATA 1.5Gbit/s	SATA I, SATA 1.5, SATA/150, SATA 1.0	NCITS 397-2005	150 MiB/s
SATA 3Gbit/s	SATA II, SATA 3.0, SATA/300, SATA 2.0	No estandarizado	300 MiB/s
SATA 6Gbit/s	SATA III, SATA 6.0, SATA/600, SATA 3.0	En desarrollo	600 MiB/s

5. Críticas y problemas

Entre las críticas al estándar SATA hay quien encuentra que las prácticas de SATA-IO, la organización privada y mercantil que desarrolla el estándar, son poco claras y transparentes: no comparte ni hace públicas sus reuniones y votaciones ni las especificaciones del interfaz[9], que sólo son enviadas al organismo regulador T13 del ANSI cuando ya existe una nueva versión de la interfaz, por lo que se convierte en estándar de facto antes de llegar al T13. Además los miembros del T13 lo son también de SATA-IO, por lo que T13 el pierde el control sobre el estándar sometiéndose a SATA-IO, encargándose T13 únicamente de darle estatus de estándar aprobado a la interfaz diseñada por SATA-IO frente a la alternativa de desarrollar un estándar *de iure* paralelo al estándar *de facto* implementado por SATA-IO y ya arraigado en el mercado.

Frente a los conectores grandes y de fuerte acoplamiento de PATA, en SATA se optó por unos conectores más pequeños y de enganche más suave, lo que a veces provoca desconexiones accidentales. Además, en las primeras implementaciones era común que los conectores no fueran apantallados, produciéndose un mayor riesgo de interferencias.

6. Bibliografía

- GENE MILLIGAN: “ATA/ATAPI CAM ATA History”
- WIKIPEDIA: “*AT Attachment*”
- ANSI INCITS X3 T10: “American National Standard X3.221-1994: AT Attachment Interface for Disk Drives”
- ANSI INCITS X3 T10: “American National Standard X3.279-1996: AT Attachment Interface with Extensions (ATA-2)”
- WIKIPEDIA: “*Serial Attached SCSI*”
- MARK KYRNIN: “*Serial ATA: Next Generation Storage Interface*”
- GABRIEL TORRES: “*Everything You Need to Know About Serial ATA*”
- GABRIEL TORRES: “*How Gigabit Ethernet Works*”

Referencias

- [1] GENE MILLIGAN: “ATA/ATAPI CAM ATA History”
- [2] WIKIPEDIA: “*AT Attachment: Serialized, overlapped, and queued operations*”
- [3] WIKIPEDIA: “*AT Attachment: Two devices on one cable - speed impact*”
- [4] MARK KYRNIN: “*Serial ATA: Next Generation Storage Interface*”
- [5] MIKE@NETAPP.ORG: “*When did SATA become full duplex?*”
- [6] GABRIEL TORRES: “*How Gigabit Ethernet Works*”
- [7] WIKIPEDIA: “*Serial Attached SCSI*”
- [8] SATA-IO: “*SATA Naming Guidelines*”
- [9] ATA-ATAPI.COM: “*Serial ATA (SATA)*”