

## Introducción

### 1.1 ¿QUE SON LOS PERIFÉRICOS?

El diccionario de la computación de Oxford define a los periféricos como 'algún dispositivo, incluyendo dispositivos I/O y almacenamiento que son conectados al ordenador'. Otra posible definición es 'máquinas que pueden ser operadas bajo el control de una computadora'.

'Periférico' es la contracción del término 'Dispositivo periférico', el cual podríamos utilizar siempre si no fuésemos perezosos, ya que dispositivo periférico es por supuesto un dispositivo que está en la periferia del ordenador, distinto del procesador central y la memoria principal, los cuales constituyen la unidad básica del ordenador. Los dispositivos periféricos son en alguna medida opcionales de tal forma que un periférico específico no es esencial para el ordenador, pero éste vería restringido su utilidad si no tuviera todos los periféricos. De esta forma, los periféricos son bastante fáciles de reconocer cuando vamos a comprar un ordenador. Son los 'extras' que debemos añadir al ordenador básico. Algunos dispositivos periféricos pueden estar incluidos en la misma caja que el ordenador básico e incluidos en su precio. Diferentes modelos pueden variar sólo según la selección de los dispositivos periféricos que incluyan.

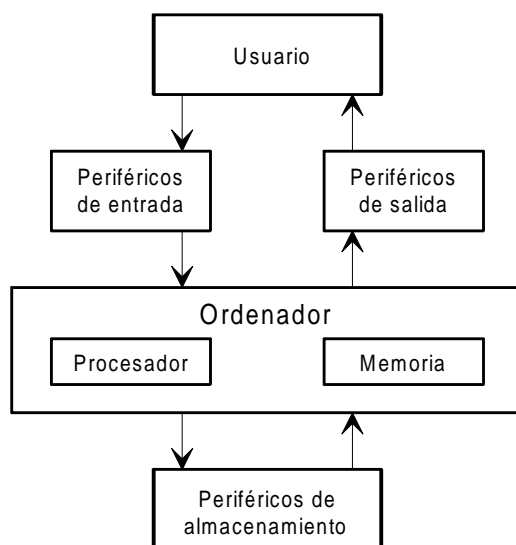


Fig. 1.1 Periféricos de entrada, salida y almacenamiento

Desde el punto de vista funcional podemos dividir los periféricos en dos importantes clases, según se muestra en la figura 1.1, en la que podemos diferenciar los dispositivos que comunican al ordenador con el exterior (dispositivos de Entrada/Salida) y los que almacenan los datos fuera de la memoria principal del sistema. El término 'datos' es usado aquí en su sentido más general, incluyendo también programas. En algunos de estos dispositivos los datos pueden ser borrados (por ejemplo los discos flexibles), mientras que en otros los datos son una parte permanente del dispositivo (como por ejemplo los discos ópticos). Hay también casos en los que los dispositivos de almacenamiento son intercambiables y pueden ser considerados también como dispositivos de entrada/salida al permitir introducir en el sistema datos provenientes de otra máquina y almacenar datos que puedan ser introducidos en otro equipo. Este tipo de dispositivos, también está más cerca del usuario, ya que es éste el que habitualmente realiza los intercambios. Sin embargo, no pueden ser considerados como dispositivos de interfaz con el usuario ya que la información almacenada no es directamente interpretable por el usuario y requiere siempre una máquina para visualizarla, al contrario de lo que sucede con las pantallas o las impresoras.

La frontera entre los dispositivos periféricos y el ordenador central no está totalmente definida en muchos casos ya que debe existir la interfaz necesaria, compuesta a veces por dispositivos más complejos tales como canales, controladores de bus, procesadores periféricos específicos etc. Según esto, un determinado componente lo consideramos o no periférico según la parte del sistema que consideremos como unidad central. En su condición más extrema, periférico sería todo aquel dispositivo o componente externo a la CPU y que no es necesario para el funcionamiento del ordenador como tal. Sin embargo, determinados dispositivos, están tan íntimamente relacionados con la arquitectura y comportamiento del sistema que su funcionamiento y especialmente su rendimiento se vería considerablemente mermado sin ellos. A este grupo pueden pertenecer los elementos que se encargan del control de las interrupciones, controladores de DMA, controladores de bus, etc. sin los cuales no es posible concebir un ordenador actual. No obstante no dejan de ser elementos externos a la CPU, opcionales (al menos en la fase de diseño del sistema) y encargados cada uno de ellos de una tarea específica y siempre bajo el control del procesador central. Esta consideración de externos a la CPU debe entenderse desde una perspectiva funcional, ya que físicamente pueden estar incluidos en el mismo circuito integrado del microprocesador, precisamente porque como se ha comentado, su influencia en el comportamiento global del sistema es tan decisiva, que resulta difícil imaginar un ordenador actual, por simple que sea, que no disponga de tales elementos. En el extremo opuesto, desde el punto de vista constructivo, podríamos considerar como periférico, a todo aquel dispositivo opcional externo a la carcasa que contiene la unidad central de proceso, como puede ser un monitor de video o una impresora. Sin embargo, esta definición tiene sus problemas. Imaginemos el caso de una unidad de almacenamiento masivo, tal como una unidad de cinta, un dispositivo magneto-óptico, o un disco duro; cualquiera de estos dispositivos puede estar incluido en la carcasa de la CPU y también existen versiones externas de los mismos. Obviamente tanto la versión externa como la interna de estos dispositivos es esencialmente la misma, salvo consideraciones de cables de conexión y fuente de alimentación independientes, con lo que resulta chocante que según elijamos una u otra versión el dispositivo es o no periférico. No obstante esta definición podría ser válida para un usuario elemental.

Queda claro pues que la definición de periférico viene condicionada por el nivel en el que vayamos a trabajar. Lo que para un diseñador de sistemas puede ser un periférico (por ejemplo el controlador de interrupciones), un usuario ni siquiera sabe de su existencia. En un camino intermedio se situarían los usuarios avanzados o programadores, que distinguirán niveles intermedios de periferia.

A lo largo de este texto vamos a considerar una opción intermedia global, centrándonos en el concepto de periférico, como aquel dispositivo que permite una comunicación de la unidad central de proceso con el exterior. Respecto a esta definición maticemos dos conceptos clave que aparecen en la misma. Por una parte, el concepto de comunicación debe entenderse en su sentido

más general y no solo en el ámbito de las comunicaciones telemáticas, en las que la información se intercambia entre varios sistemas computadores. También deben incluirse por tanto, aquellos dispositivos que permitan una comunicación con el usuario, tales como monitores de video, impresoras, etc. Y respecto al concepto de exterior, consideraremos como tal todo aquello que esté más allá de la circuitería específica de procesamiento y funcionamiento básico, independientemente de que esté ubicado dentro o fuera de la carcasa de la CPU. Es decir, todo aquello que esté más allá del bus principal.

Una definición más precisa podría establecerse teniendo en cuenta que los procesadores disponen de instrucciones y/o señales de control del bus que son específicas para realizar operaciones de entrada/salida. Desde este punto de vista un dispositivo periférico será todo aquel que requiera este tipo de instrucciones o de señales de control para intercambiar información con la CPU (Unidad Central de Proceso).

Una vez vistas todas las definiciones o aclaraciones anteriores, podemos continuar ahora con la siguiente pregunta, ¿por qué necesitan los ordenadores a los periféricos?. Claramente, los periféricos de Entrada /Salida (E/S) son para enlazar al ordenador con el medio exterior, con el usuario humano, y más allá del objetivo de este texto para la comunicación entre máquinas. Sin los dispositivos periféricos E/S, no habría caminos para instruir al ordenador (asignarle tareas), no podríamos comunicarle datos y tampoco sería posible conocer los resultados por él producidos. De esta forma, los periféricos de E/S (y particularmente teclados, pantallas e impresoras) son de fundamental importancia en los sistemas computadores.

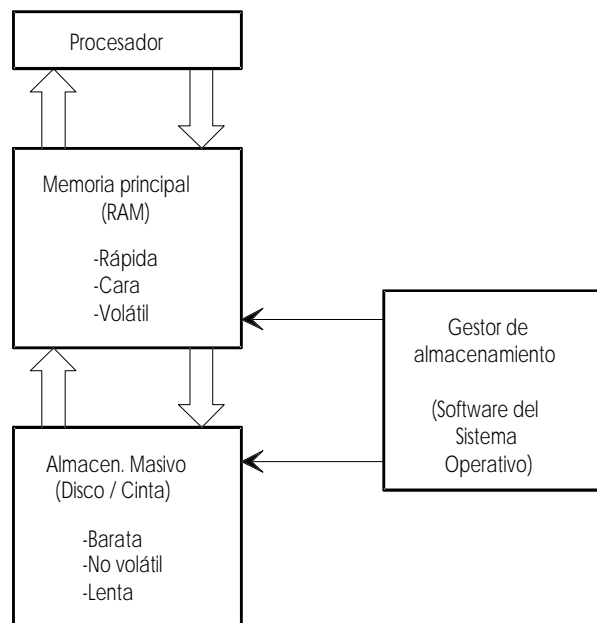


Fig. 1.2 Almacenamiento en dos niveles

La necesidad de los dispositivos de almacenamiento, tanto de tipo masivo convencional como de respaldo, resulta obvio. El almacenamiento principal del computador, conocido también como memoria RAM (Memoria de Acceso Aleatorio), tiene que ser de acceso rápido y permitir accesos aleatorios a su contenido siendo este tipo de almacenamiento caro. Para tener unas prestaciones razonables, algunos o todos los programas y datos que están en uso en algún momento deben ser retenidos en el almacenamiento principal; pero la mayoría de los usuarios tienen todavía más programas y datos que no son usados en ese instante, pero que deben ser almacenados dentro del sistema para que estén disponibles en poco tiempo. Esto nos hace limitar el tamaño de la memoria principal, que es cara, y almacenar estos datos inactivos en sistemas menos caros y que denominamos medios de almacenamiento masivo (fig. 1.2). Datos y programas son movidos (o

copiados) entre estos y la memoria principal cuando son necesarios. La mayoría de las veces cuando un programa ha concluido su tarea otro ocupa el espacio que ocupaba en memoria principal.

Una razón para el uso de medios de almacenamiento masivo es que el almacenamiento principal es volátil, lo que quiere decir que todo lo almacenado en él se pierde cuando la alimentación es cortada o falla. Los datos son por lo tanto copiados o grabados en los medios de almacenamiento masivo no volátiles, tan pronto como los programas terminan con ellos. Los programas no necesitan ser grabados, puesto que normalmente no serán modificados, de tal forma que si ellos fuesen copiados en la memoria principal desde el medio de almacenamiento masivo, ahí permanecerá el original, desde donde se podrá recuperar tantas veces como sea necesario. Este concepto de dos niveles de almacenamiento fue introducido bastante pronto en el desarrollo de las computadoras de propósito general, y es casi universal hoy día. Ocasionalmente hay más de dos niveles. Algunas veces, el usuario es consciente directamente o indirectamente de los dos niveles; por ejemplo, comenzando un programa tecleando su nombre por el teclado hace que ese programa sea transferido desde el medio de almacenamiento masivo a la memoria principal antes de ser ejecutado. Análogamente los comandos de salvar o guardar hacen que los datos sean copiados desde la memoria principal al medio de almacenamiento masivo para un uso posterior. Sin embargo, la mayoría de las computadoras modernas van de alguna forma hacia la idea de almacenamiento virtual donde el usuario no es consciente de la estructura de dos niveles. Para el usuario aparece entonces sólo un nivel (almacenamiento o memoria virtual), y todas las transferencias entre niveles son realizadas automáticamente por el sistema operativo (el cómo lo hace no es objetivo de este curso).

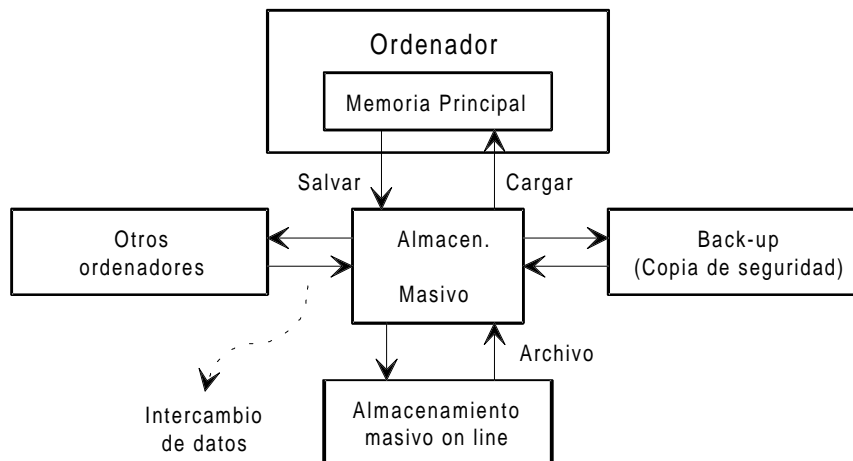


Fig. 1.3 Jerarquía de almacenamiento

Los periféricos de almacenamiento no se usan solamente para almacenamiento masivo sino que pueden ser usados como un sistema intermedio en el movimiento de software y datos desde una máquina a otra según se indica en la figura (1.3). En estas aplicaciones se han comenzado a utilizar dispositivos de E/S, aunque es conveniente tratarlos aún como periféricos de almacenamiento. De hecho, quizás el mismo dispositivo sirve como medio de almacenamiento masivo; los disquetes en los ordenadores personales (PC) son un obvio ejemplo. Otros dispositivos de almacenamiento pueden ser usados para copias de seguridad o de respaldo ('backup') del almacenamiento masivo, realizando un duplicado de los datos existentes por si los datos del medio de almacenamiento masivo se pierden debido a un fallo del sistema o por un error del programa o del operador. Es importante señalar que no debemos confundirnos entre los términos almacenamiento masivo y de respaldo. El almacenamiento masivo es una parte del trabajo de almacenamiento del ordenador; los datos son grabados cuando ellos son copiados desde la memoria principal al medio de almacenamiento masivo y aquí permanecen hasta que sean utilizados de nuevo. En contraste, los datos son copiados desde el medio de almacenamiento

masivo hacia un nivel superior o memoria de respaldo y no es necesario sustituirlos a menos que exista un problema. Esto supondría un tercer nivel en la jerarquía de almacenamiento y normalmente requiere la intervención del operador, ya que las copias de seguridad se almacenan fuera del sistema, en algunos casos, en armarios blindados e ignífugos para que resistan cualquier eventualidad.

Un uso más de los periféricos de almacenamiento son los almacenamientos fuera de línea ('off-line'), cuando los medios donde se almacenan los datos (tales como discos flexibles) pueden ser separados del dispositivo periférico y almacenados lejos del dispositivo que los grabó. Esto reduce considerablemente el presupuesto de almacenamiento, de tal forma que sólo los medios y no los mecanismos soportes son dedicados a un tipo de datos en particular. Un caso particular es cuando los datos se vuelvan viejos y raramente sean usados, pero no obstante deben ser guardados para el caso en que sean requeridos de nuevo. Es la solución que se adopta habitualmente para las copias de seguridad.

## 1.2 ASPECTO COMERCIAL DE LOS PERIFÉRICOS

Escoger un ordenador y el software que lo soporta puede llevarnos muchas horas y esfuerzo. El escoger el periférico se considera a menudo como una tarea menor. Eso se vuelve una sorpresa para algunos usuarios que observan que los periféricos tienen un coste por encima de la mitad del coste del hardware total del ordenador. Como ejemplo tomemos un pequeño ordenador, la mayoría de los fabricantes dicen que su unidad básica es mucho mejor que la de su competidor, pero el usuario también necesitará una pantalla, un teclado, y en menor medida discos y usualmente impresora; todo esto junto costará más de la mitad del sistema unitario, y tendrá un mayor efecto en el rendimiento del sistema en la mayoría de las aplicaciones. De esta forma, algunos usuarios (y diseñadores de sistemas) conocen mucho menos de los periféricos que de su procesador central y memoria principal.

## 1.3 ENLACE CON EL PROCESADOR

El límite preciso entre dispositivos periféricos y la unidad básica no es siempre fácil de reconocer. Una circuitería física, no un software, es necesario para convertir las instrucciones y datos manejados por el procesador central del computador en una forma en la que pueda ser usada por el periférico. Esta circuitería lógica puede ser dividida a menudo en una sección que es común a muchos tipos de periféricos y otra sección que es específica de un tipo de periférico. Una o ambas de estas secciones pueden estar contenidas en el 'sistema central', y en realidad la primera sección puede estar completamente integrada con ella. La segunda sección está a menudo contenida en el dispositivo periférico, o puede estar en una unidad separada.

Un periférico puede requerir cuatro tipos de recursos de la Unidad Central: Memoria, direcciones de I/O, líneas de interrupción y algún canal de DMA (Acceso Directo a Memoria). Un periférico particular puede no necesitarlos todos, dependiendo de sus características y prestaciones. Algunos de estos recursos son abundantes y pueden ser asignados sin muchos problemas a un periférico particular, sin embargo otros son escasos y requieren una asignación más elaborada ya que por regla general, un mismo recurso no puede ser asignado a más de un dispositivo, ya que podrían producirse conflictos que ocasionarían un mal funcionamiento de todo el sistema.

Estas asignaciones de recursos pueden resultar un quebradero de cabeza cuando se añade un nuevo dispositivo al sistema. Esto ha provocado que durante los últimos años se hayan dedicado

considerables esfuerzos por parte de los fabricantes para minimizar los conflictos que aparecen al realizar el reparto de recursos entre distintos periféricos. Como resultado, han surgido las especificaciones Plug & Play (Enchufar y Listo) para ordenadores personales tipo PC y especialmente el bus PCI que lo incorporan actualmente diferentes sistemas con arquitecturas distintas.

Son los fabricantes de ordenadores los que permite escoger los periféricos que se pueden conectar a cada computadora y sus características. El usuario puede también cambiar los periféricos de una computadora a otra, lo cual significa reemplazar el procesador, corazón del sistema, sin tener que comprar un juego completamente nuevo de periféricos. Para hacer esto fácil, los constructores definen interfaces entre la unidad básica y sus periféricos. Cada uno de los nuevos procesadores centrales, y cada uno de los nuevos periféricos pueden ser entonces diseñados para emparejarse a una interfaz predefinida. Cuando un fabricante quiere que todos sus clientes compren sus periféricos, utiliza comúnmente interfaces que son exclusivos de esta compañía y no publica sus especificaciones. Afortunadamente, ésta actitud se está volviendo menos común, y la mayoría de los ordenadores usan interfaces que están publicadas y a menudo desarrolladas por un consorcio o conjunto de empresas que se comprometen a apoyar la norma fabricando equipos que la utilicen. Este tipo de interfaces son publicados como normas estándar, aprobadas por distintos organismos de normalización como IEEE, ANSI, ISO o CCITT quedando por tanto controlados por conjuntos independientes y disponibles para todos los fabricantes que lo deseen. Así, el usuario puede comprar su computadora y periféricos de fabricantes diferentes.

La interfaz de periféricos debe situarse en alguna parte entre el bus principal de la unidad básica y el mecanismo del dispositivo periférico, pero dentro de estos límites hay un amplio margen de variación. Puede haber igualmente dos interfaces en cascada; de esta forma, la circuitería lógica que enlaza el dispositivo periférico a la unidad básica es escindida en tres, no en dos secciones. En este caso, la sección cercana a la unidad básica serviría para todo tipo de periféricos; la sección intermedia que puede describirse como 'interfaz adaptadora', puede concebirse para un tipo de periféricos -por ejemplo discos magnéticos- y la tercera estará dedicada a un modelo particular de ese tipo.

Esa parte del circuito lógico, que controla a un dispositivo periférico es usualmente considerada como una parte de ese dispositivo y se describe como dispositivo controlador para distinguirla del mecanismo del dispositivo (partes electromecánicas). Sin embargo, la división no siempre es tan clara como ésta. Aunque el dispositivo controlador está a menudo dentro de la misma carcasa que el mecanismo, no es necesariamente así siempre, particularmente cuando el controlador es compartido por dos o más mecanismos. Incidentalmente, el término controlador periférico es ambiguo y por lo tanto es mejor evitarlo. En algunos casos se utiliza para describir el dispositivo controlador y en otros para describir la unidad que se encuentra más cerca de la unidad básica y soporta la mayoría de sus periféricos.

## 1.4 ¿CÓMO VE EL SOFTWARE A LOS PERIFÉRICOS?

En las primeras computadoras las ventajas de los interfaces y protocolos definidos entre la unidad básica y los periféricos no fueron siempre suficientemente apreciados, y en algunos casos el programador de aplicaciones tuvo que conocerlo todo acerca del modo de trabajo de cada periférico. Por ejemplo, había que estar seguro del tiempo que ha de transcurrir entre sucesivos comandos del dispositivo lo que constituía un inconveniente. Una solución que es más o menos universal hoy día, fue delegar el manejo de todos los periféricos al sistema operativo. Los detalles varían de un sistema operativo a otro, pero en general la aplicación llamará al sistema operativo dándole el dato a transferir entre la memoria principal y el periférico especificado. Cuando hay varios periféricos del mismo tipo, el sistema operativo puede decidir cual de ellos es usado.

Una tarea del sistema operativo es identificar un dato en términos de su dirección en la memoria principal. También puede necesitarse determinar la dirección del dato dentro del dispositivo periférico (por ejemplo en discos magnéticos) aunque esto no es necesario con dispositivos serie, tales como impresoras. La dirección puede ser la localización actual en el almacenamiento medio: dirección física. Sin embargo, esto significa que el sistema operativo debe conocerlo todo acerca del dato en el medio de almacenamiento (el cual varía desde un dispositivo a otro), y deben tenerse en cuenta también posibles defectos en el medio de almacenamiento debido al movimiento de datos y algunos otros de localización. Las últimas tendencias se han dirigido hacia dispositivos periféricos inteligentes, particularmente los medios de almacenamiento masivo. Éstos detectan sus propios defectos y almacenan un registro detallado de la localización de los mismos dentro del dispositivo. El sistema operativo sólo necesita conocer la dirección lógica. El sistema operativo ve al periférico como un dispositivo mucho más simple, consistiendo en una secuencia simple de bloques lógicos de longitud fija. La gran ventaja de esto es que el sistema operativo se vuelve más independiente del diseño de periféricos. Todo lo necesario para conocer el número y tamaño de los bloques lógicos y funciones -tales como lectura y escritura- puede realizarlo el dispositivo. Los periféricos inteligentes permiten que el sistema operativo les interroge para conseguir información, ya que ésta no necesita ser construida dentro del sistema operativo.

Tanto si el periférico es inteligente o no, el sistema operativo no necesita conocer la forma física de la interfaz entre la unidad básica y los periféricos; como puede ser el cableado usado, niveles de voltajes que representan las señales, etc. ya que todo eso está dentro del hardware. Ese hardware puede incorporarse en realidad al microprocesador con su propio software o 'firmware' (microprogramas almacenados permanentemente) pero esto no nos concierne ahora. Hasta ahora, tal y como hemos concebido el sistema operativo, los dispositivos periféricos aparecen como una serie de registros y una posible fuente de interrupciones; el sistema operativo pone comandos y direcciones en estos registros, o en algunos de ellos y el periférico vía interfaz hardware, da la respuesta (a menudo llamado 'status') en el mismo registro, o algunos diferentes, dándole al sistema operativo la información que pueda necesitar.

El sistema operativo no es afectado normalmente por la transferencia de datos entre periférico y memoria ya que eso es manejado automáticamente por el dispositivo y el soporte hardware. En muchos sistemas este hardware tiene un camino especial conocido como 'Direct Memory Access' o DMA separado del usado por el procesador central según se indica en la figura 1.4.

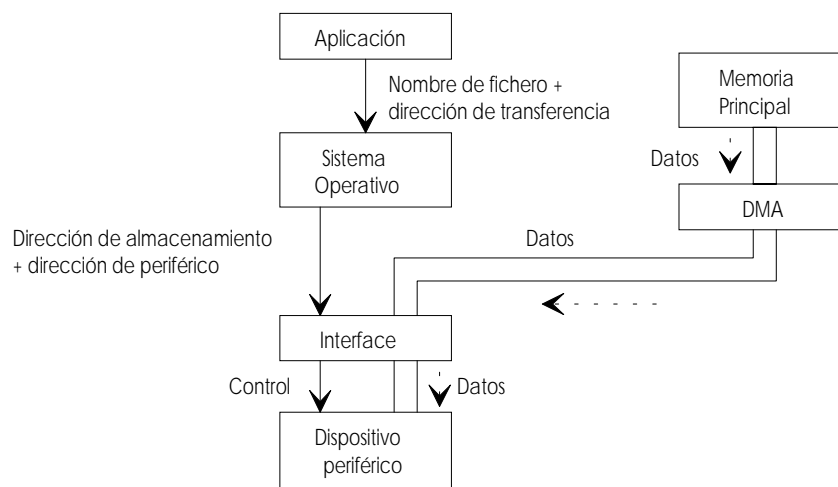


Fig. 1.4 Transferencia de datos al periférico de almacenamiento

Sin embargo, el sistema operativo (y algunas veces las aplicaciones software) necesitan conocer cuando se han completado las transferencias. El sistema puede especificar esto teniendo el tiempo de transferencia en el 'firmware' de la máquina o del dispositivo (set-up de arranque). Sin embargo resulta mucho más eficiente la generación de una interrupción para notificar la finalización de una transferencia, pero alternativamente un estado puede ser activado; esto es un bit simple en el registro o localización de memoria. El sistema operativo puede escoger un instante adecuado para mirar el estado, normalmente justo antes de cada nuevo acceso.

El número, tamaño y nombre de los registros varía desde un sistema a otro. y pueden encontrarse dos soluciones distintas que son conocidas como mapeados en memoria y mapeada en puertos o mapeado independiente. En la primera solución, el sistema dispone de un único espacio de direccionamiento compartido para la memoria y para los puertos de entrada/salida; cualquier dirección puede ser utilizada para memoria o para un registro de E/S. Los sistemas que incorporan la segunda solución, disponen de un espacio de direccionamiento para memoria y de otro independiente para los registros manteniéndose separados a nivel físico. El acceso a uno u otro espacio de direccionamiento va gestionado por las señales de control. Tanto en los sistemas que utilizan puertos mapeados en memoria como aquellos que emplean mapeado independiente disponen de instrucciones distintas para acceder a puertos o a memoria, lo que permite activar distintas señales de control en el bus.

## 1.5 VISTO POR EL OPERADOR

Los programas de aplicación pueden no necesitar conocer qué dispositivo periférico está enlazado con él, pero el usuario -tanto si es un operador a tiempo completo como si es un usuario casual- tiene una interacción más próxima por lo que es conveniente que el usuario se comunique con el ordenador de forma conveniente. Los dispositivos de E/S existen principalmente para comunicarse con los humanos. Es igualmente importante para el usuario conocer qué se puede esperar de ellos. Los periféricos de almacenamiento son menos interesantes para el operador, especialmente si el medio de almacenamiento no es intercambiable. Por ejemplo, el usuario de un computador personal puede ignorar la presencia de un disco duro fijo, excepto quizás si se ve la luz intermitente, lo cual significa muy poco para él. Donde el medio de almacenamiento puede ser extraído, como los discos flexibles, las cintas magnéticas o los discos magneto-ópticos, el operador es consciente de la existencia dispositivo. Como en comentarios anteriores, en este caso el dispositivo de almacenamiento está en efecto comenzando a ser utilizado como dispositivo de E/S.

Al comienzo, cuando todas las computadoras tenían operadores cualificados, los periféricos no siempre eran fáciles de usar. Además de la dificultad para cargar el papel en las impresoras y de las cintas magnéticas, el operador tenía un número de control para cada dispositivo y tenía que conocer la secuencia correcta para su uso. Hoy día, la mayoría de los periféricos han sido construidos para ser usados fácilmente, particularmente por el uso de cartuchos fácilmente intercambiables. También los controles manuales han sido simplificados o eliminados.

## 1.6 PERIFÉRICOS DE E/S Y PERIFÉRICOS DE ALMACENAMIENTO

Ya hemos hecho notar la diferencia entre estas dos clases principales de periféricos. Los periféricos de E/S existen fundamentalmente para llevar información dentro o fuera del sistema computador. Usualmente la información es llevada hacia o desde el usuario. Hemos excluido los dispositivos de comunicaciones, los cuales pasan mensajes hacia o desde otro computador, y también hemos excluido los sensores y actuadores usados en procesos de control y que se verán brevemente al final.

Por otra parte, los periféricos de almacenamiento son usados para guardar información que será usada de nuevo por el sistema computador. El medio de almacenamiento (usualmente disco o cinta) está dentro del dispositivo periférico, y no es necesaria la intervención del operador; la computadora tiene un control completo sobre él. Sin embargo, cuando el medio es removible, puede ser desmontado por el operador y almacenado en cualquier parte, y por lo tanto el mismo dispositivo puede almacenar información adicional en nuevas unidades.

Hemos de señalar también cuando el volumen es retirado o separado del periférico pudiendo ser cargado en otro periférico de modo que sirve para diferentes sistemas computadores. En ese caso cada uno de los periféricos actuantes, tan lejos como sea de su propio sistema es concebido como un dispositivo de E/S. Esto es particularmente significativo en el caso de programas, los cuales están casi siempre en cinta o disco magnéticos, y más recientemente en disco óptico.

Hay otras maneras de dividir el espectro de dispositivos periféricos, y una de las más importantes (para programadores e ingenieros, no para usuarios finales) es emparejar fielmente la división entre periféricos de E/S y almacenamiento. En este caso se tiene en cuenta el tamaño de la unidad en la cual los datos son transferidos entre la unidad básica y el periférico y las dos clases son la transferencia de bloques y de caracteres.

Cuando usamos una máquina de escribir, cada uno de los caracteres es transferido al papel tan pronto como presionamos la tecla correspondiente. Usualmente, es lo mismo que cuando usamos el teclado y la pantalla del ordenador, aunque de hecho, esto no significa que sea tan sencillo como parece. En cada caso los datos son transferidos carácter a carácter, cada transferencia es una operación separada, pudiéndose teclear muchos o pocos caracteres, como escogamos.

Cuando los datos son intercambiados entre la unidad básica y los discos o cintas, la transferencia no se realiza de la misma forma. En este caso la unidad básica no transfiere un carácter cada vez, sino que cada operación involucra la transferencia de un bloque de datos, formado con un conjunto de caracteres o bytes. En el caso de discos, la unidad puede ser descrita como sector; hay una diferencia de hecho entre bloques y sectores, pero no necesitamos concentrarnos en esto ahora. Habitualmente, aunque no es necesario, todos los bloques de un mismo medio son de la misma longitud, y la longitud típica de los bloques es 512 bytes. De ésta forma, tanto si el usuario (o más bien el sistema operativo) sólo necesita transferir un carácter o varios, la transferencia es de un bloque completo. Si no hay datos suficientes para completar el bloque, el resto de las localizaciones de carácter son llenados con caracteres, los cuales pueden ser reconocidos como tal, pero no tienen otro significado. Si por el contrario, la información a transferir excede el tamaño de un bloque, se dividirá en tantos bloques como sean necesarios para transferirlos luego en secuencia de forma iterativa. En este caso el último bloque puede quedar incompleto y se necesitarán caracteres de relleno.

En general, los periféricos E/S transfieren datos en caracteres mientras que los periféricos de almacenamiento transfieren en bloques aunque esto no es una regla invariable. En particular, discos y cintas usan casi invariablemente transferencias de bloques aun cuando sean usados para transferir datos dentro o fuera del sistema.

Existen varias razones por las que los dispositivos se diseñan para transferir datos en bloques en lugar de caracteres individuales pero como norma general se usa transferencia de bloques cuando hay movimiento continuo del medio hacia o desde el cual se transfiere el dato. Un ejemplo simple es el de la cinta magnética. El movimiento de la cinta no puede comenzar o parar instantáneamente. En un dispositivo típico la cinta se mueve normalmente más de un centímetro hasta alcanzar su velocidad de trabajo y otro tanto mientras se para. Así, si hemos escrito caracteres individualmente podríamos escribir solamente un carácter por pulgada mientras que una cinta magnética es capaz, de hecho, de almacenar varios miles de caracteres por pulgada. Para usar

una cinta eficientemente una vez que hemos comenzado a moverla debemos escribir muchos caracteres antes de que se pare. Esto se hace por medio de un espacio de almacenamiento dedicado llamado 'buffer' (memoria tampón o memoria intermedia) en el que se recogen los caracteres suficientes para formar un bloque. Se escriben todos los caracteres tan rápido como el dispositivo permita y la cinta se para cuando el 'buffer' se vacía. Esto es una versión simplificada de la forma en que se usa en la práctica una cinta. Así, la cantidad de datos que nosotros transferimos en una operación es un bloque, y aunque el 'buffer' tiene un tamaño fijo es obviamente más eficiente (aunque no esencial) si se hace la longitud de cada bloque igual al tamaño del 'buffer'. En el caso de los discos, la situación es similar aunque los platos giratorios estén rotando constantemente. Para acceder un dato concreto, la cabeza debe realizar una secuencia de movimientos, que permitan localizar primero el fichero a través de la jerarquía de ficheros y luego el carácter concreto dentro del fichero. Esto implica una secuencia de pasos que involucran dispositivos mecánicos y por lo tanto son lentos con respecto a las transferencias puramente electrónicas. Resulta por lo tanto más conveniente la lectura o escritura de bloques completos.

Esta memoria intermedia o buffer puede estar constituida por una memoria físicamente independiente aunque lo más habitual es que una parte de la memoria principal de trabajo se reserve para esta tarea. Si se emplea esta segunda posibilidad, la reserva de memoria así como las transferencias entre ésta y la memoria principal o el dispositivo es gestionada por el sistema operativo. Cuando se trata de una memoria físicamente independiente, reside normalmente en el propio periférico y es gestionada por el hardware del mismo como una cola o memoria FIFO (Primero en Entrar, Primero en Salir).

Existe otra importante razón para transferir datos en bloques y es el tratamiento de errores, tanto para detección como para su posible corrección. Al realizar la recuperación de datos de un determinado dispositivo, pueden haberse perdido o dañado debido a algún defecto en el medio de almacenamiento. Existen métodos para codificar redundantemente datos, en otras palabras, con más bits que el mínimo número necesario para transportar la información, que permiten recuperar datos que se han perdido. Estos métodos sólo son efectivos cuando los caracteres se han transferido en bloques.