

EL RATÓN Y EL TECLADO

En este capítulo abordamos dos componentes de entrada directamente relacionados con la interacción entre el usuario y el PC: el ratón y el teclado. Se trata de dos dispositivos con una función bastante específica, económicos y con un diseño no excesivamente complejo. Quizá por ello acostumbramos a prestarles poca atención. Sin embargo, son componentes imprescindibles para interactuar con un PC, y de hecho son los que más utilizamos. Piense en cualquier sesión de trabajo con su PC empleando Windows: pasa la mayor parte del tiempo utilizando el teclado y el ratón. Por ello, resulta conveniente echar un vistazo a su interior y comprender su funcionamiento, objetivo principal de este artículo.

Introducción al ratón

Resulta asombroso que -a pesar de desarrollarse en los años 60- un componente tan sencillo y necesario como el ratón tardara tanto tiempo en aparecer en el mundo de los ordenadores (años 80). Con frecuencia, el ser humano encuentra necesaria la acción de señalar durante cualquier acto de comunicación. En consecuencia, en la interacción con una computadora, dicha necesidad sigue ahí. Por esto sorprende la tardía aparición del ratón.

Hay que decir que, en los inicios de la computación, el ratón no tenía razón de

existir. En efecto, en aquellas primitivas computadoras, la interfaz hombre-máquina era también primitiva (tarjetas perforadas, etc.). En los años 60 y 70, la interfaz de usuario se basaba en texto. El usuario disponía de la ayuda de las teclas denominadas “cursores”, que permitían desplazarse a través de la interfaz de usuario en programas como los editores de texto, etc. Era una primera solución para hacer posible apuntar o señalar. En los años 70 se hicieron populares dispositivos como los lápices ópticos, tabletas gráficas *joystick*, que ofrecían métodos más avanzados.

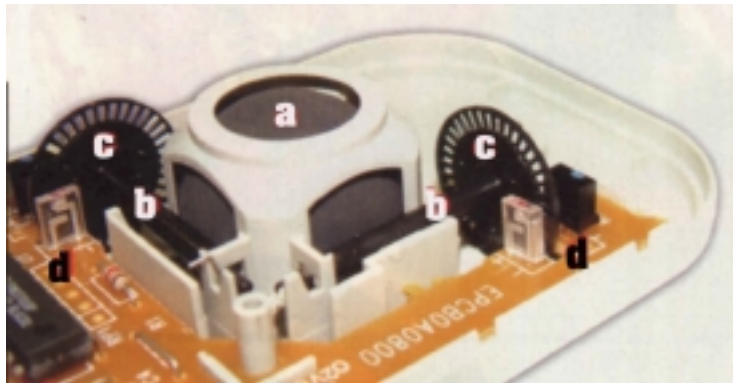


Figura 1. Estructura interna del ratón: (a) bola, (b) rodillos, (c) Disco perforado, (d) LED infrarrojos.

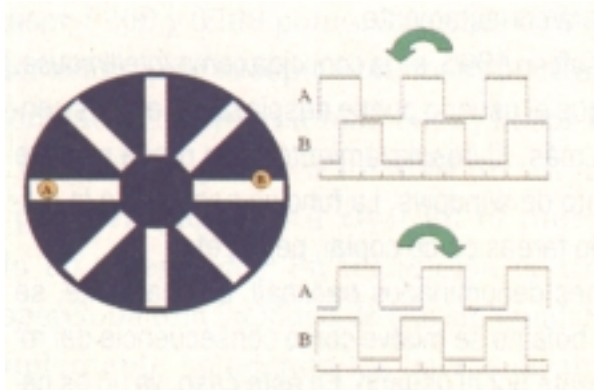


Figura 2. Detección del sentido de desplazamiento. En la parte derecha se aprecia el desfase entre las señales detectadas por ambos sensores, que determina el sentido de giro

Fue en 1973 con el sistema Alto de Xerox cuando se utilizó el primer ratón (que se había presentado en 1968) para sacar provecho a la primera interfaz gráfica. En 1984 -con la introducción del ordenador personal Macintosh- el ratón empezó a popularizarse, alcanzando un éxito rotundo y redefiniendo completamente la forma en que empleamos los ordenadores. El ratón se presenta como un dispositivo simple, pero que ofrece una forma de apuntamiento realmente eficiente.

Las aplicaciones actuales están tan sumamente orientadas al uso del ratón que, en su ausencia, el manejo se convierte en lento y pesado. Sin duda, hoy en día un elevado porcentaje de las acciones que realizamos con un PC se desencadenan mediante unos simples movimientos y pulsaciones realizados con el ratón.

En el mundo del PC, el ratón tardó un poco más en aparecer. El estallido ocurrió cuando Windows 3.1 ganó popularidad y las interfaces gráficas de usuario se convirtieron en un estándar. En la actualidad, todo usuario de PC pasa horas usando el ratón para apuntar a objetos presentados en pantalla, con la intención de activarlos, arrastrarlos, soltarlos, redimensionarlos, etc. Veamos cómo funciona el ratón.

Funcionamiento del ratón

La misión principal del ratón consiste en señalar puntos concretos de la interfaz de usuario de los programas. Esto se traduce en convertir los movimientos de la mano -deslizándolo sobre una superficie plana- en información digital que el ordenador

Teclados ergonómicos

Los conocidos teclados ergonómicos tienen como objetivo proporcionar un medio cómodo para teclear, haciendo que manos, muñecas y antebrazos se coloquen en una posición más relajada, con respecto a los teclados convencionales. Algunos estudios revelan que el uso del teclado en un modo inapropiado puede derivar en lesiones como la tendinitis y el síndrome discarpial.

El teclado queda dividido en dos grupos de teclas, que se disponen formando un cierto ángulo. De esta manera, los codos reposan en una posición mucho más natural que la usual. También se suele añadir un reposamuñecas y se aplica una cierta curvatura al teclado. Entre los teclados ergonómicos disponibles en el mercado, cabe destacar el producto Natural Keyboard de Microsoft (Figura 6). Hay que remarcar que el uso de estos teclados implica un cierto periodo de familiarización con la nueva organización de teclas. En general, el usuario suele adaptarse en poco tiempo, gozando después incluso de mayor velocidad de escritura y menor cansancio en sus manos.

puede procesar. Dicha información se convierte en el movimiento de un puntero en pantalla, que refleja el movimiento de la mano.

En primer lugar, el ratón consta de una esfera de material plástico (en adelante, «bola») en su interior, que establece contacto con la superficie sobre la que se desliza el ratón (usualmente una alfombrilla diseñada a tal efecto). La bola se puede apreciar en la Figura 1-a. Cuando el usuario desplaza el ratón, la bola

Otros tipos de ratones

El ratón convencional ha evolucionado hacia otras nuevas variantes, con sus ventajas e inconvenientes. En primer lugar, tenemos los ratones inalámbricos. Básicamente, se trata de un ratón convencional, en el cual se ha sustituido el cable de comunicación con el PC por un enlace de radiofrecuencia o infrarrojos. La ventaja radica en que el ratón se puede mover y cambiar de lugar con gran comodidad, ya que no hay un cable que haga difícil dicha tarea. Sin embargo, no hay que olvidar que este tipo de ratón es sensible a señales electromagnéticas. Esto podría conducir a problemas en entornos con un alto nivel de interferencias.

Una opción poco común pero práctica es lo que se denomina *footmouse*. Se trata, en este caso, de un ratón controlado por el pie, en lugar de la mano. La ventaja principal radica en que el teclado se puede usar sin limitaciones (es decir, con ambas manos), mientras se emplea el ratón.

Una tecnología muy utilizada en los ordenadores portátiles es la denominada *Glide-point*. Se trata de una pequeña superficie rectangular, donde el usuario desplaza el dedo, y el ratón se mueve de forma acorde en pantalla. Si el usuario desea hacer clic o doble clic, lo puede hacer directamente sobre la superficie, mediante ligeras pulsaciones. Además, se suele disponer de los dos botones típicos del ratón, para los usuarios que desean emplear el método tradicional. Normalmente, los bordes inferior y lateral de la superficie permiten controlar cómodamente las barras de desplazamiento típicas de las aplicaciones para Windows. Como inconveniente, si los dedos del usuario se encuentran húmedos, este tipo de ratón no funcionará correctamente.

Otra tecnología de gran aceptación, lanzada por Microsoft en 1996, es la conocida como *Intellimouse*. Consiste en la introducción de una pequeña rueda, que el usuario puede desplazar en ambos sentidos, y además se puede presionar como un botón más. El desplazamiento de la rueda permite gobernar cómodamente las barras de desplazamiento de Windows. La función asociada a la pulsación de la rueda suele ser programable, asignando tareas como copiar, pegar, etc.

Finalmente, cabe resaltar la existencia de los ratones denominados *trackball*. Básicamente, se trata de un ratón convencional, pero en este caso la bola no se mueve como consecuencia del roce con la superficie, sino que es accionada directamente por el usuario. En este caso, ya no es necesario mover el ratón. En la parte superior se encuentra la bola (al alcance del dedo pulgar del usuario) y los botones. En este caso, no es necesario adquirir una alfombrilla y — ya que no hay necesidad de desplazamiento — el ratón requiere poco espacio libre en el área de trabajo. Como se puede intuir, no existe una versión óptica de los ratones *trackball*.

rueda, y hace girar dos pequeños rodillos que se encuentran en contacto con ella (ver Figura 1-b). Uno de los rodillos reacciona al desplazamiento en la dirección X (horizontal), mientras que el otro detecta el desplazamiento en la dirección Y (vertical). Cualquier desplazamiento del ratón se puede entender como la combinación de los desplazamientos horizontal y vertical. Por ello los ejes de giro de los rodillos forman un ángulo de 90 grados.

Cada rodillo se conecta a un eje que hace girar un disco (Figura 1-c). Cada disco presenta perforaciones en su superficie, formando ventanas distribuidas uniformemente. En un lado de cada disco se halla un diodo emisor de infrarrojos (LED de infrarrojos), mientras que en el lado opuesto se encuentra un sensor de infrarrojos (Figura 1-d). Cuando el usuario mueve el ratón, los discos giran. Al desplazarse las perforaciones por delante del LED emisor, se alterna luz y oscuridad en el lado del sensor, es decir, se producen pulsos de luz. El sensor convierte los pulsos de luz en pulsos eléctricos. La señal resultante determina claramente el número de pulsos detectados durante cada periodo de monitorización. Esto permite calcular la velocidad y la longitud del desplazamiento en cada dirección.

Queda una incógnita por resolver: ¿cómo se determina en qué sentido se ha desplazado el ratón en cada dirección? Con la configuración explicada hasta ahora, se puede detectar la distancia recorrida y la velocidad, pero no el sentido del movimiento. Una de las soluciones para resolver este problema es añadir a cada disco un nuevo par emisor-sensor situado justamente en el otro extremo del disco, de tal forma que ambos sensores ven pulsos de luz al mismo tiempo. Entre el disco y cada sensor se coloca una pieza de plástico que presenta una perforación. Dicha pieza actúa como una ventana; en otras palabras, determina lo que cada sensor puede ver. La perforación en uno de los sensores se coloca ligeramente más alta que en el otro sensor. Esto se hace de modo que, cuando un sensor detecta un pulso de luz, el otro está en estado de transición (bien de luz a oscuridad, o viceversa). El proceso (ilustrado en la Figura 2) consiste en centrarse solamente en uno de los sensores (por ejemplo, el sensor A). Cuando se detecta un pulso de luz en A, se observa el tipo de transición que ocurre en el sensor B, pocos instantes después. Si se gira en sentido antihorario, se aprecia que B pasará de luz a oscuridad (pulso negativo). En cambio, si se gira en sentido horario, la señal B pasará de oscuridad a luz (pulso positivo).

Visto de otro modo, las dos señales produ-



Figura 3. La ausencia de partes mecánicas hace que los ratones ópticos sean más fiables

cidas son iguales, pero aparecen con un cierto retardo de tiempo entre ambas. Según cuál de las dos señales se retarda respecto a la otra, se tiene uno u otro sentido. Este es uno de los métodos para determinar el sentido, pero no el único.

Un procesador, incluido en el ratón, lee los pulsos y los traduce a información digital, que resulta fácil de procesar por parte del PC. Dicha información se envía al PC en formato serie, a través del cable. No hay que olvidar la presencia de dos o tres botones en el ratón, cuyo estado se incluye en la información enviada al PC.

Ratones ópticos

La firma Agilent Technologies desarrolló en 1999 un tipo de ratón realmente innovador, al que se denominó “ratón óptico”. Esta tecnología ha demostrado ser realmente eficaz, y en consecuencia, este tipo de ratón ha gozado (y goza actualmente) de una gran aceptación.

Un ratón óptico (Figura 3) es, básicamente, una pequeña cámara (que toma unas 1.500 imágenes por segundo) y un software de procesamiento digital de imagen en tiempo real.

Se incorpora un diodo emisor de luz (LED) que ilumina la superficie sobre la que se arrastra el ratón. La cámara captura imágenes de la superficie y las envía a un procesador digital de señales (DSP), operando con un rendimiento muy elevado (18 millones de instrucciones por segundo o MIPS). El software que se ejecuta sobre el DSP es capaz de detectar patrones sobre cada imagen recibida. Estudiando cómo se desplazan dichos patrones en las imágenes sucesivas, el DSP averigua el desplazamiento y la velocidad. Esta información se envía al PC cientos de veces por segundo, lo que ofrece una confortable sensación de continuidad para el usuario.

Los ratones ópticos reportan varios beneficios en relación con los ratones convencionales. En primer lugar, la ausencia de componentes móviles (bola, discos, etc.) reduce considerablemente la probabilidad de fallos. Tampoco hay

La interfaz entre el ratón y el PC

A nivel de conectores, la mayoría de ratones se comunican con el PC mediante la interfaz PS/2 o conectores para el puerto serie (DB.9, por ejemplo). Independientemente del tipo de conector, el ratón envía al PC tres bytes de información en formato serie, a una velocidad de hasta 1.200 bps. Esto permite enviar información aproximadamente 40 veces por segundo.

El primer byte contiene la siguiente información: estado de los botones izquierdo y derecho, sentido del movimiento en ambas direcciones (X e Y) y la información de desbordamiento en las direcciones X e Y. Los siguientes 2 bytes contienen, respectivamente, el movimiento en las direcciones X e Y. En otras palabras, estos dos bytes contienen el número de pulsos detectados en cada dirección desde la última vez que se envió información al PC. Si el ratón se desliza muy rápido, es posible que se cuenten más de 255 pulsos en cualquiera de las direcciones, y de ahí la inclusión de indicadores de desbordamiento.

que olvidar que, en los ratones convencionales, la suciedad presente en la superficie de desplazamiento penetra en el interior del ratón con gran facilidad.

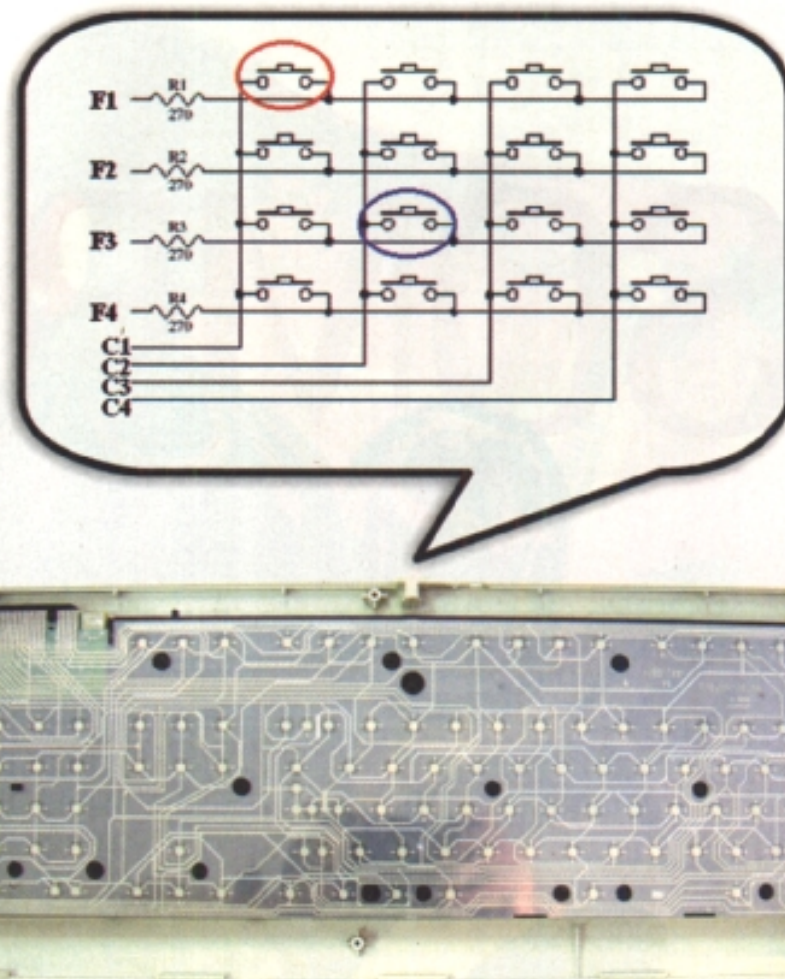


Figura 4. Aspecto y esquema eléctrico de una matriz de teclas.

Esto provoca interferencias en los sensores, algo que no ocurre en los ratones ópticos. Otra ventaja radica en que, en los ratones ópticos, el seguimiento de los movimientos del ratón se realiza a mayor velocidad, obteniendo en pantalla un movimiento más continuo. Finalmente, es importante recalcar que los ratones ópticos no requieren el uso de una superficie especial: en realidad pueden trabajar prácticamente sobre cualquier superficie.

Los primeros ratones ópticos (anteriores a los arriba comentados) se basaban en un LED, que enviaba un haz de luz sobre una superficie especial altamente reflexiva, y un sensor óptico que capturaba el haz reflejado. La superficie presentaba una rejilla de líneas oscuras (que apenas reflejaban luz) sobre ella. Al mover el ratón, el haz de luz era interrumpido un cierto número de veces por las líneas, lo que permitía conocer el desplazamiento y la velocidad.

Este tipo de ratón presentaba diversos problemas de uso. En primer lugar, el usuario debía mantenerlo orientado en un ángulo oportuno, para asegurar un correcto funcionamiento. Además, cualquier daño en la alfombrilla, o la pérdida

de esta, hacía obligatorio adquirir una nueva. Gracias a los nuevos ratones ópticos (comentados arriba), esta tecnología ha sido olvidada y sus problemas han desaparecido.

El teclado

En principio, un teclado no parece presentar demasiados secretos. Aunque no se trata de uno de los componentes más complejos del PC, el teclado es una

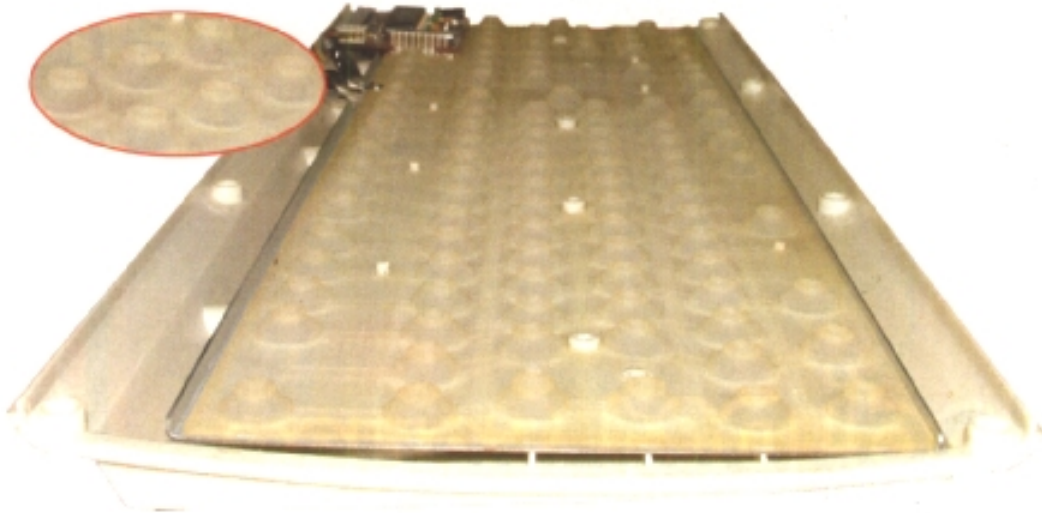


Figura 5. Aspecto de las cúpulas de goma. En la parte superior izquierda se aprecia el circuito controlador.

interesante pieza de tecnología que va un poco más allá de lo aparente. ¿Había usted reparado en que un teclado constituye una pequeña computadora de por sí?

Un teclado es un conjunto de interruptores (teclas), que se hallan conectados a un microprocesador. Este último vigila el estado de los interruptores, y responde de forma específica ante cualquier cambio de estado.

Los teclados suelen incorporar cuatro tipos de teclas: de escritura, de función, de control y de teclado numérico o *keypad*. Las teclas de escritura se suelen organizar en formato QWERTY (son las seis primeras letras que aparecen en este arreglo). La disposición de teclas es justamente la que podemos encontrar en una máquina de escribir.

El teclado numérico (con un total de 17 teclas) facilita enormemente la introducción de dígitos, operadores matemáticos elementales, punto decimal, etc. La disposición es la que podemos encontrar en multitud de calculadoras, lo que hace su uso más familiar.

Las teclas de función, dispuestas en una fila en la parte superior del teclado, permiten que los programas o el sistema operativo les asignen comandos específicos. Por ejemplo, a la tecla F1 se le suele asignar el comando “mostrar ayuda”, casi de forma estándar.

Finalmente, las teclas de control facilitan funciones de edición en pantalla (inicio, fin, insertar, eliminar, escape, etc.) y ofrecen cursores para desplazarse en pantalla. En el caso particular de los teclados diseñados para Windows, aparecen nuevas teclas de control, como “menú inicio” o “menú de contexto”.

Funcionamiento del teclado

El funcionamiento del teclado queda gobernado por el microprocesador y la circuitería de control. Las teclas se hallan ligadas a una matriz de circuitos (o matriz de teclas) de dos dimensiones. Cada tecla, en su estado normal (no presionada) mantiene abierto un determinado circuito. Al presionar una tecla, el circuito asociado se cierra, y por tanto circula una pequeña cantidad de corriente a través de dicho circuito. El microprocesador detecta los circuitos que han sido cerrados, e identifica en qué parte de la matriz se encuentran, mediante la asignación de un par de coordenadas (x,y).



Figura 6. En un Trackball, la bola se mueve directamente con los dedos. En la imagen vemos el Marble Mouse de Logitech.

La Figura 4 muestra el aspecto físico y el esquema de una matriz de teclas. Si se presiona la tecla resaltada en rojo, la corriente fluirá desde F1 hacia C1. El microprocesador identificará la tecla con las coordenadas (1,1), o lo que es lo mismo, fila 1 y columna 1. Si se presiona la tecla resaltada en azul, las coordenadas son (3,2).

Acto seguido, se acude a la memoria ROM del teclado, que almacena lo que se denomina “mapa de caracteres”. Dicho mapa no es más que una tabla que asigna un carácter a cada par (x,y). También se almacena el significado de pulsar varias teclas simultáneamente. Por ejemplo, a la tecla etiquetada como “T” se le asigna el carácter “t”, pero si se pulsa SHIFT simultáneamente, se asigna “T”.

Los teclados permiten que la computadora asigne un nuevo mapa de caracteres, permitiendo crear teclados para multitud de lenguajes.

Como interruptores, las teclas padecen del conocido “efecto rebote”. Cuando una tecla se presiona, se produce una cierta vibración, que equivale a presionar y soltar la tecla repetidas veces, muy rápidamente. Una de las misiones del procesador del teclado es eliminar dicho fenómeno. Cuando el procesador detecta que una tecla cambia de estado con una frecuencia excesiva (mayor que la que un humano puede generar al usar normalmente el teclado), interpreta el conjunto de rebotes como una simple pulsación. Sin embargo, si mantenemos pulsada la tecla más tiempo, el procesador detecta que los rebotes desaparecen, e interpreta que queremos enviar el mismo carácter al PC repetidas veces. La frecuencia con la cual se envía el carácter repetido al PC se puede establecer por software, concretamente desde el sistema operativo.

Tecnologías de teclado

Existen diversos teclados, cuya diferencia se centra en la tecnología empleada para construir los interruptores (teclas). En la actualidad, los teclados más populares emplean teclas de “cúpula de goma”. Las teclas reposan sobre una cúpula fabricada en goma, de pequeño tamaño y gran flexibilidad, con un centro rígido de carbono. Cuando se realiza una pulsación, una pieza colocada bajo la superficie de la tecla hunde la cúpula. Esto hace que el centro de carbono se hunda también, hasta tocar una pieza metálica situada en la matriz de circuitos.

Mientras la tecla permanezca pulsada, el centro de carbono cerrará el circuito apropiado. Cuando la tecla se libera, la cúpula de goma vuelve a su posición original, y el centro de carbono deja de



Figura 7. Teclado ergonómico Natural Keyboard de Microsoft.

cerrar el circuito asociado a la tecla. Como consecuencia, la tecla también vuelve a su posición original, quedando lista para volver a ser presionada. Estos teclados resultan económicos y, además, presentan una excelente respuesta táctil. Otra ventaja se centra en su gran resistencia al polvo y la suciedad, ya que las cúpulas de goma aíslan los interruptores. La Figura 5 muestra un teclado de este tipo.

Otro tipo de teclados son los de membrana. Estos se asemejan a los de cúpula de goma en su forma de operar. Sin embargo, en lugar de emplear una cúpula de goma independiente para cada tecla, se basan en una única pieza de goma, que cubre todo el teclado y contiene un abombamiento para cada tecla. Estos teclados no se encuentran con facilidad en el mundo de los ordenadores personales, ya que ofrecen una respuesta táctil inapropiada. En cambio, gracias al

gran aislamiento al que se somete la matriz de circuitos, estos teclados se emplean habitualmente en sistemas sometidos a condiciones extremas. Pasando a una tecnología no mecánica, encontramos los teclados capacitivos. En estos, los interruptores no son realmente mecánicos: de hecho, la corriente fluye continuamente por toda la matriz de teclas. Cada tecla está provista de un muelle, que asegura el retorno a su posición original tras una pulsación. Bajo la superficie de cada tecla se halla una pequeña placa metálica. Bajo dicha placa, a una cierta distancia, se halla otra nueva placa metálica. El conjunto de dos placas metálicas separadas por un material dieléctrico (el aire, en este caso) no es más que un condensador. La capacidad de dicho condensador varía en función de la distancia entre las placas. Por tanto, al pulsar la tecla (y por tanto acercar las placas), se produce un cambio de capacidad que sirve para detectar la pulsación de la tecla. El coste de estos teclados es elevado pero, por otro lado, se deterioran muy poco. Esto último les permite gozar de una larga vida, mayor que la ofrecida por cualquier otra tecnología de teclados. Ya que las dos placas nunca entran en contacto directo, no existen rebotes, lo que supone otra ventaja importante.

Otra tecnología más simple es la de contacto metálico. En ella, las teclas se dotan de un resorte, y cada circuito se cierra por el contacto directo entre dos placas metálicas. Otra variante introduce un material esponjoso entre las dos placas. En general, esta tecnología proporciona una buena respuesta táctil. El problema reside en que los contactos se deterioran rápidamente, ya que no existe una barrera aislante que proteja la matriz de contactos, como en los teclados de membrana o cúpula de goma