

CAPÍTULO EMULACIÓN RATÓN PS/2

4

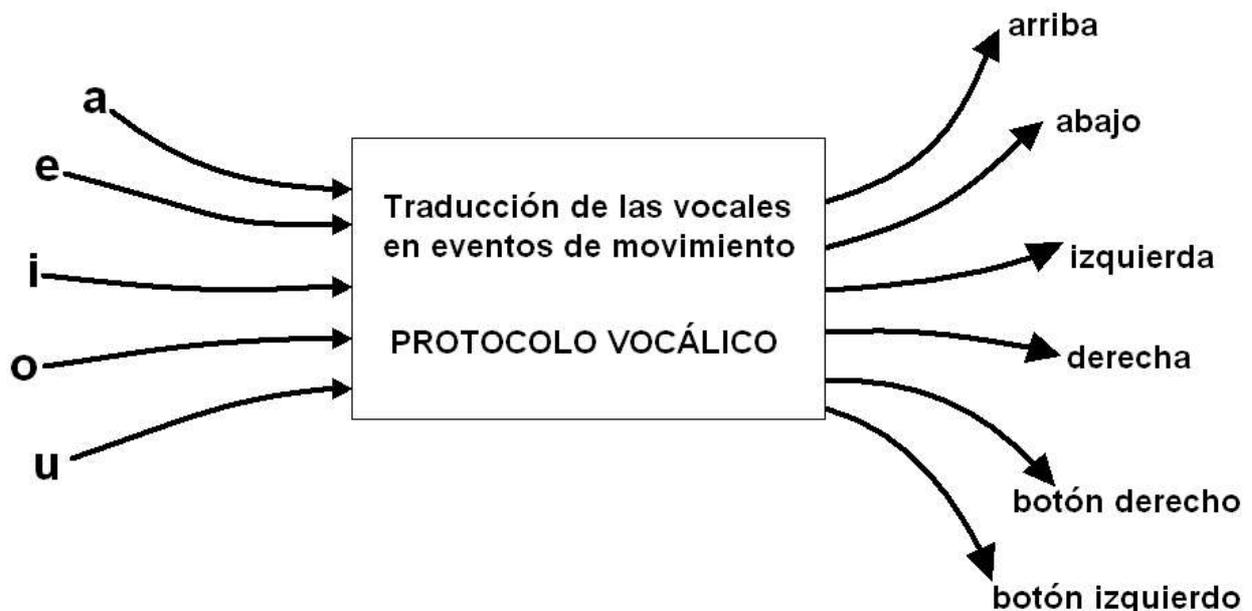
4.1 INTRODUCCIÓN

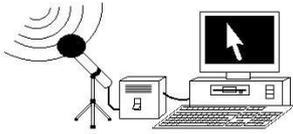
4.2 PROTOCOLO VOCÁLICO

4.3 PROTOCOLO SERIE PS/2

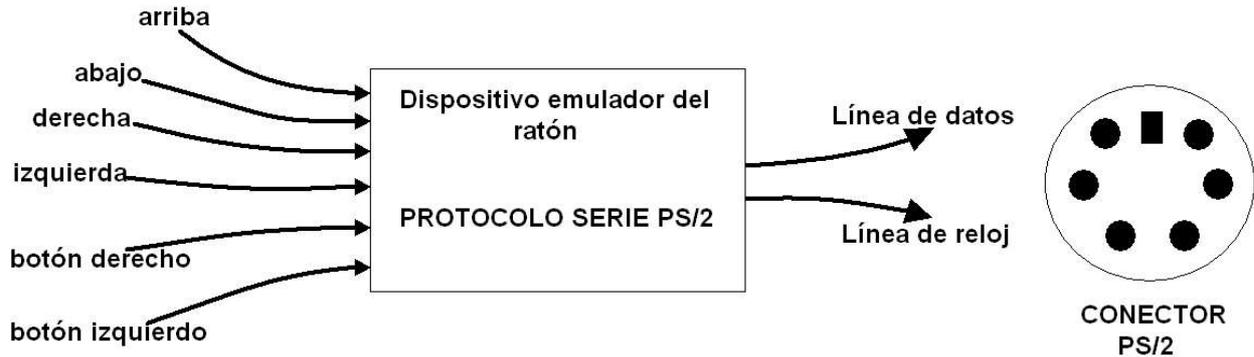
4.1 INTRODUCCIÓN

Utilizando como técnica de reconocimiento de voz una red neuronal de 32 neuronas en la topología de mapas autoorganizados se consiguen resultados aceptables en el reconocimiento de las vocales. Como el propósito del sistema es controlar mediante la pronunciación de las vocales un dispositivo que emulará el funcionamiento de un ratón de ordenador PS/2, en primer lugar, debe realizarse una traducción de las vocales pronunciadas a eventos de movimiento que interprete de forma adecuada el dispositivo ratón. Se ha desarrollado un protocolo vocálico a tal fin que deberá conocer el usuario del dispositivo para poder controlar adecuadamente el funcionamiento del ratón.





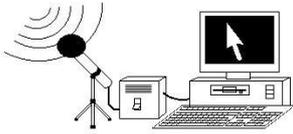
Una vez activadas las señales implicadas en los movimientos solicitados por el usuario, un segundo módulo se encargará de transmitir las peticiones del usuario al ordenador a través del protocolo serie PS/2. Lógicamente, el dispositivo debe ser capaz de mantener una comunicación bidireccional con el ordenador basada en el protocolo serie PS/2 para transmitir los eventos de movimiento generados por el usuario. Este módulo debe ser capaz de procesar los comandos recibidos y responder con los paquetes de información adecuados para comunicar al ordenador las intenciones de movimiento del usuario del dispositivo.



4.2 PROTOCOLO VOCÁLICO

El protocolo vocálico es el procedimiento operativo adoptado para posibilitar la comunicación del usuario con el dispositivo a través de la voz. Los elementos básicos en la comunicación con el dispositivo son las pronunciaciones de las cinco vocales. A través de ellas se establece el control del emulador del ratón al traducirse la pronunciación de las distintas vocales en eventos de movimiento de acuerdo con cierto protocolo (PROTOCOLO VOCÁLICO). El protocolo vocálico cumple las siguientes especificaciones:

El traductor del código vocálico tiene dos modos de operación:	
<p>MODO A</p> <p>Situación de espera y realización de movimientos: arriba, abajo, izquierda y derecha.</p>	<p>MODO B</p> <p>Situación de espera y pulsación de los botones: botón derecho y botón izquierdo.</p>



Inicialmente, el traductor se encontrará en el MODO A de funcionamiento. La pronunciación de la vocal 'I' provoca el cambio de modo de operación. Si el dispositivo se encuentra en el MODO A de funcionamiento, al pronunciarse la vocal 'I' pasará al MODO B de funcionamiento. Si el dispositivo se encuentra en el MODO B de funcionamiento, al pronunciarse la vocal 'I' pasará al MODO A de funcionamiento.

MODO A

Cuando el dispositivo se encuentra en el MODO A de funcionamiento, la pronunciación de la vocal 'U' se traducirá en una petición de movimiento del puntero del ratón hacia "ARRIBA". La pronunciación de la vocal 'O' se traducirá en una petición de movimiento del puntero del ratón hacia "ABAJO". La pronunciación de la vocal 'E' se traducirá en una petición de movimiento del puntero del ratón hacia la "DERECHA". La pronunciación de la vocal 'A' se traducirá en una petición de movimiento del puntero del ratón hacia la "IZQUIERDA".

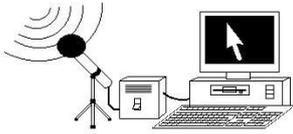
MODO B

Cuando el dispositivo se encuentra en el MODO B de funcionamiento, la pronunciación de la vocal 'A' se traducirá en una petición de pulsación del botón izquierdo del ratón (activación de la señal "CLICK"). La pronunciación de la vocal 'E' se traducirá en una petición de pulsación del botón derecho del ratón (activación de la señal "CLACK").

4.3 PROTOCOLO SERIE PS/2

4.3.1 INTRODUCCIÓN

El emulador del ratón debe comunicar al ordenador los eventos de movimiento detectados y en las especificaciones iniciales del proyecto se estableció el protocolo de comunicación serie PS/2 como base técnica en la transmisión de los datos. El protocolo PS/2 permite una comunicación bidireccional síncrona en serie entre el host (el PC) y el dispositivo (el ratón). Sobre la FPGA se implementará un diseño capaz de transmitir los eventos de movimiento solicitados por el usuario a través de la pronunciación vocálica. El diseño debe ser capaz de procesar todos los comandos que se reciban desde el host y generar los paquetes de datos que serán transmitidos al ordenador

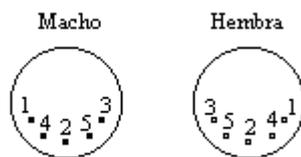


como respuestas a los comandos. En resumen, debe gestionar todo el proceso de comunicación y efectuar todas las operaciones necesarias para desarrollar las funcionalidades especificadas en el protocolo serie PS/2.

El interfaz de dispositivo PS/2, usado por muchos ratones y teclados modernos, fue desarrollado por IBM y apareció originalmente en el Manual de Referencia Técnico de IBM. Sin embargo, este documento no ha sido impreso y no existe ninguna publicación oficial de esta información. En los siguientes apartados se describe el interfaz físico, eléctrico y el protocolo utilizado por el emulador del ratón PS/2.

4.3.2 EL CONECTOR

El puerto físico PS/2 puede ser de dos tipos: de 5 pines DIN o de 6 pines mini-DIN. Ambos conectores son totalmente similares en lo que se refiere a sus características eléctricas, la única diferencia práctica entre los dos es el arreglo de pines. Esto significa que los dos tipos de conectores se pueden cambiar fácilmente con unos simples adaptadores. El estándar DIN fue creado por la Organización Alemana de Estandarización. Este documento no se aplica a los dispositivos USB, que usan un interfaz completamente diferente. Los ratones tienen un gran número de formas, de tamaños y de interfaces. El tipo más popular es probablemente el ratón PS/2, aunque los ratones USB están ganando renombre.

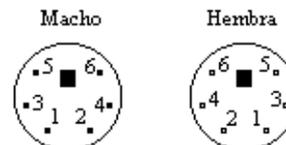


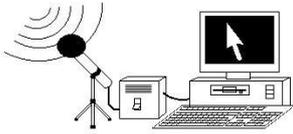
5-pin DIN (AT/XT):

- 1 - Reloj
- 2 - Datos
- 3 - No conectado
- 4 - Tierra
- 5 - +5 v

6-pin Mini-DIN (PS/2):

- 1 - Datos
- 2 - No conectado
- 3 - Tierra
- 4 - +5 v
- 5 - Reloj
- 6 - No conectado





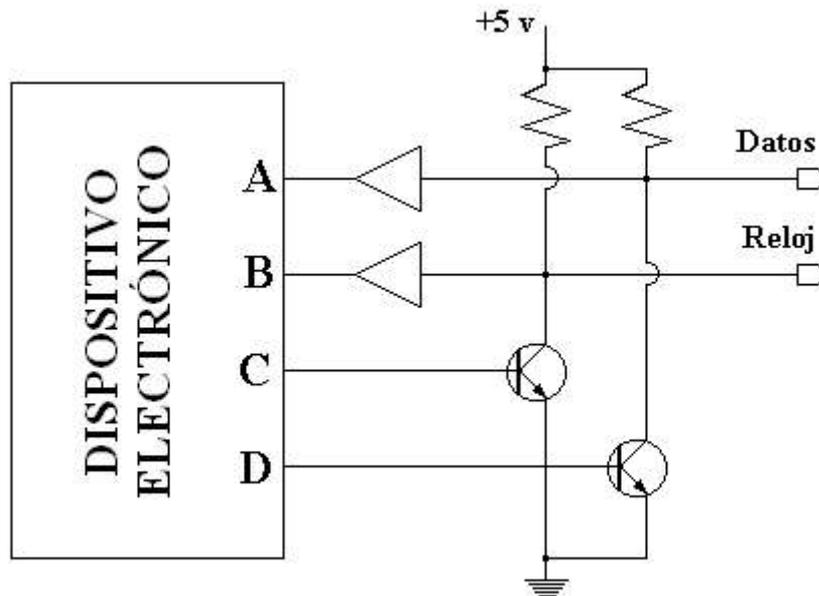
6-pin SDL:

- A - No conectado
- B - Datos
- C - Tierra
- D - Reloj
- E - +5 v
- F - No conectado

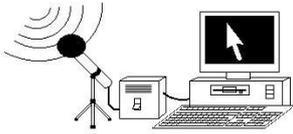
4.3.3 DESCRIPCIÓN GENERAL

En este capítulo con "host" nos referimos a la computadora o cualquier aparato al que se conecte el ratón, y con el término dispositivo cuando nos referimos al ratón.

Hay cuatro pines de importancia en los conectores: Tierra, +5 v, Datos y Reloj. Los +5 V los proporciona el host (computadora); la tierra del ratón está conectado a la tierra eléctrica del "host". Las líneas de Datos y de Reloj están ambas a colector abierto, lo cual significa que están normalmente a nivel alto y que puede ser fácil llevarlas a tierra (\emptyset lógico). Cualquier dispositivo que se conecte al ratón PS/2 o al host deberían tener resistencias de pull-up en las líneas de Reloj y de Datos. Se activa un \emptyset al poner la línea en nivel bajo y se activa un 1 al dejar flotar la línea a nivel alto.



Si se va a utilizar un dispositivo electrónico con I/O bidireccionales, se pueden eliminar los transistores y buffers y usar el mismo pin de entrada como salida. En esta configuración, un 1 se activa al fijar el pin como entrada y permitir a la resistencia hacer que la línea tome un nivel alto.



Un \emptyset se activa al cambiar el pin como pin de salida y escribir un \emptyset en ese pin, lo cual hará que la línea tome el valor de tierra.

Las líneas de Datos y de Reloj están normalmente en +5 V, pero pueden ser fácilmente puestas a tierra al activar un 1 lógico en la entrada del reloj. La línea de Datos es igual que D, pero invertida. La línea del Reloj es igual que C, pero invertida. Las líneas de Datos y de Reloj se leen respectivamente de los puertos A y B del dispositivo electrónico.

El ratón PS/2 implementa un protocolo bidireccional serie síncrono. En otras palabras, los datos se envían un bit tras otro en la línea de Datos y se leen cada vez que se pulsa el reloj. El ratón puede enviar datos al host, y el host puede enviar datos al dispositivo, pero el host siempre tiene prioridad sobre el bus y puede inhibir la comunicación desde el ratón en cualquier instante al mantener la línea del Reloj en nivel bajo.

Los datos enviados desde el ratón al anfitrión se leen en el flanco de bajada de la señal de reloj (cuando el reloj pasa de un nivel alto a un nivel bajo). Los datos enviados desde el host hasta el ratón se leen en el flanco de subida (cuando el reloj va desde el nivel bajo al nivel alto). El ratón genera siempre la señal de reloj, sin importar la dirección de la comunicación. Si el host quiere enviar datos, debe decirle primero al dispositivo que comience a generar la señal de reloj (este proceso se describe en la siguiente sección). La frecuencia de reloj máxima es de 33 KHz y la mayoría de los dispositivos funcionan entre 10 y 20 KHz. Se recomienda utilizar una frecuencia en torno a los 15 KHz si se quiere construir un dispositivo. Esto quiere decir que el reloj debería estar a nivel alto sobre $40\mu\text{s}$ y a nivel bajo sobre $40\mu\text{s}$.

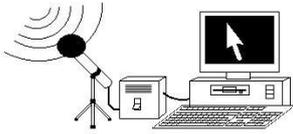
Todos los datos se disponen en bytes y cada byte se envía en una trama de 11-12 bits. Estos bits son:

- 1 bit de inicio. Este bit siempre está a \emptyset .
- 8 bits de datos, el menos significativo primero.
- 1 bit de paridad (paridad impar).
- 1 bit de parada. Este bit siempre está a 1.
- 1 bit de reconocimiento (sólo en la comunicación host a dispositivo).

El bit de paridad es puesto a uno si hay un número par de unos en los bits de datos y puesto a cero si hay un número impar de unos en los bits de datos. Esto se usa para la detección de errores. Cuando el host esté enviando datos al ratón, un bit de "handshaking" (apretón de manos) es enviado desde el dispositivo para asentar que el paquete fue recibido. Este bit no está presente cuando es el dispositivo el que envía datos al host.

4.3.4 COMUNICACIÓN DISPOSITIVO-HOST

Las líneas de Datos y Reloj están ambas a colector abierto (normalmente mantenida a nivel lógico alto). Cuando el ratón quiere enviar información, lo primero que hace es cerciorarse de que el Reloj está en nivel lógico alto. Si no lo está, es que el host está inhibiendo la comunicación y el dispositivo debe guardar la información hasta recuperar el control del bus. El

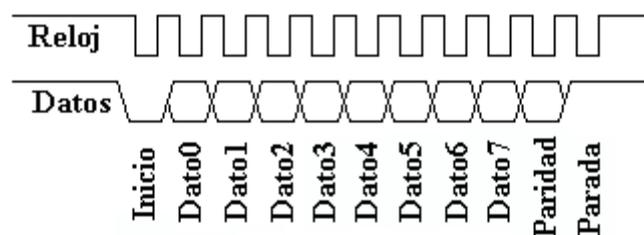


ratón guarda el último paquete enviado. Si la línea de Reloj está en nivel alto, el dispositivo puede empezar a enviar sus datos.

Como se mencionó en la sección anterior, el ratón usa un protocolo serie consistente en una trama de 11-bits. Estos bits son:

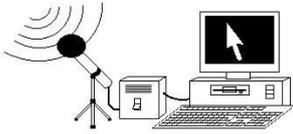
- 1 bit de inicio. Este bit siempre está a 0.
- 8 bits de datos, el menos significativo primero.
- 1 bit de paridad (paridad impar).
- 1 bit de parada. Este bit siempre está a 1.

Cada bit se lee por el anfitrión en el flanco de bajada del reloj. La frecuencia de reloj es de 10-16.7 KHz. El tiempo desde el flanco de subida de un pulso de reloj a una transición de Datos debería ser al menos de 5µs. El tiempo desde una transición de datos a un flanco de bajada de un pulso de reloj debe ser al menos de 5µs y no más grande que 25 µs. Este entramado de tiempo es muy importante y debería seguirse exactamente. El host puede poner la línea a nivel bajo antes del onceavo pulso de reloj (bit de parada), lo que hace que el dispositivo aborte el envío del byte actual (esto es muy raro). Después que el bit de parada sea transmitido, el dispositivo debería esperar al menos 50µs antes de enviar el siguiente paquete. Esta espera da al host tiempo para inhibir la transmisión mientras procesa el byte recibido (el host debería hacerlo normalmente de manera automática después de cada paquete recibido). El dispositivo debe esperar por lo menos 50µs después de que el host libere una inhibición antes de enviar ningún dato.



Se recomienda el siguiente proceso para enviar un solo octeto desde un emulador de ratón hasta el host.

- | |
|--|
| 1. Esperar hasta que el Reloj esté a nivel alto. |
| 2. Retrasar 50µs. |
| 3. ¿El Reloj permanece a nivel alto?
NO → ir al paso 1. |
| 4. ¿La línea de Datos está a nivel alto?
NO → Abortar (y leer el byte desde el host). |



5. Esperar $20\mu\text{s}$ ($=40\mu\text{s}$ al tiempo que el Reloj es puesto a nivel bajo en el envío del bit de parada).
6. Salida del bit de inicio (\emptyset).
7. Salida de 8 bits de datos.
8. Salida del bit de paridad. Después de enviar cada uno de los bits anteriores se debe comprobar el Reloj para estar seguros de que el host no ha puesto a nivel bajo la línea, lo cual debería abortar esta situación.
9. Salida del bit de parada (1).
10. Esperar $30\mu\text{s}$ ($=50\mu\text{s}$ desde el tiempo en el que el Reloj es liberado en el envío del bit de parada).

El proceso para enviar un simple bit debería ser como sigue:

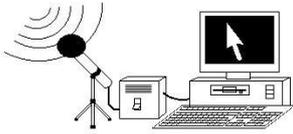
1. Activar/Desactivar Data.
2. Esperar $20\mu\text{s}$.
3. Poner el Reloj a nivel bajo.
4. Esperar $40\mu\text{s}$.
5. Liberar el Reloj.
6. Esperar $20\mu\text{s}$.

4.3.5 COMUNICACIÓN HOST A DISPOSITIVO

El paquete es enviado de forma un poco diferente en la comunicación Host a Dispositivo. Siempre es el dispositivo PS/2 el que genera la señal de reloj. Si el host quiere enviar datos, debe poner las líneas de Reloj y Datos en el estado de Petición de Envío:

- Inhibir la comunicación al poner el Reloj a nivel bajo al menos $100\mu\text{s}$.
- Aplicar la "petición de envío" al poner la línea de Datos a nivel bajo, entonces liberar el Reloj.

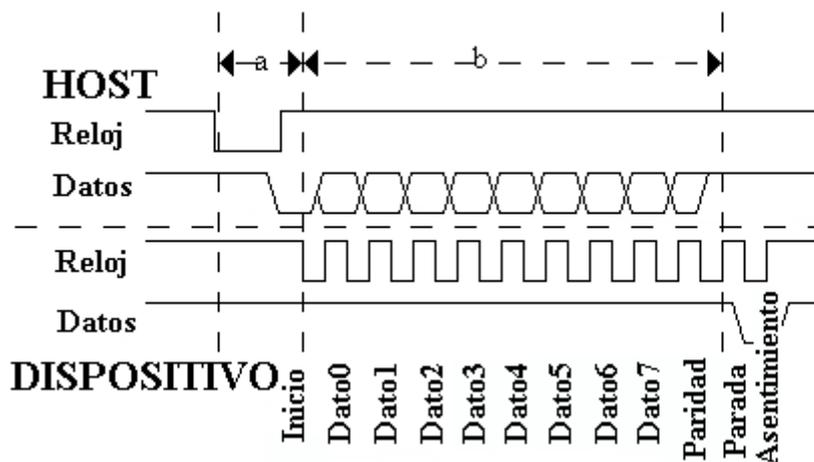
El dispositivo debería chequear este estado en intervalos que no excedan de 10 milisegundos. Cuando el dispositivo detecte este estado, empezará a generar la señal de Reloj para los 8 bits de datos y el bit de parada. El host sólo cambiará la línea de Datos cuando la línea de Reloj esté a nivel bajo, los datos serán tomados en el flanco de subida del pulso de reloj. Lo contrario a lo que ocurría en la comunicación Dispositivo a Host.

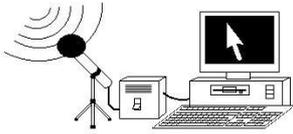


Después de que el bit de parada sea enviado, el dispositivo debe asentir el byte recibido poniendo la línea de datos a nivel bajo y generar un último pulso de reloj. Si el host no libera la línea de Datos después del onceavo pulso, el dispositivo continuará la generación de pulsos de reloj hasta que la línea de Datos sea liberada (el dispositivo generará entonces un error). El Host puede abortar la transmisión antes del onceavo pulso de reloj (bit de asentimiento) al mantener la línea de Reloj a nivel bajo al menos 100µs.

Para hacer el proceso un poco más fácil de entender, los pasos que el host debe seguir para enviar un dato al dispositivo PS/2 son:

- | |
|---|
| 1. Llevar la línea de Reloj a un nivel bajo por al menos 100µs. |
| 2. Llevar la línea de Datos a un nivel bajo. |
| 3. Liberar la línea del Reloj. |
| 4. Esperar hasta que el dispositivo lleve la línea de Reloj a nivel bajo. |
| 5. Activar/desactivar la línea de Datos para enviar el primer bit de datos. |
| 6. Esperar hasta que el dispositivo lleve la línea de Reloj a nivel alto. |
| 7. Esperar hasta que el dispositivo lleve la línea de Reloj a nivel bajo. |
| 8. Repetir los pasos 5-7 para los otros 7 bits de datos y el bit de paridad. |
| 9. Liberar la línea de Datos. |
| 10. Esperar hasta que el dispositivo lleve la línea a nivel bajo. |
| 11. Esperar hasta que el dispositivo lleve la línea del Reloj a nivel bajo. |
| 12. Esperar hasta que el dispositivo libere la línea de Datos y la línea del Reloj. |





Son importantes dos consideraciones temporales:

- El tiempo que se toma el dispositivo para empezar a generar los pulsos de reloj después que el host inicialmente lleve la línea de Reloj a un nivel bajo, no debe ser superior a 15 ms.
- El tiempo que se toma para que el paquete sea enviado, no debe ser más grande de 2 ms. Si no se encuentra uno de estos límites, el host generará un error. Inmediatamente después de que el paquete sea recibido, el host debe llevar la línea de Reloj a nivel bajo para inhibir la comunicación mientras los datos son procesados. Si el comando enviado por el host requiere una respuesta, esa respuesta debe ser recibida no más tarde de 20 ms después de que el host libere la línea de Reloj. Si esto no ocurre, el host genera un error. Como ocurría en el caso de la comunicación del Dispositivo al Host, ninguna transición de Datos puede ocurrir con $5\mu s$ de una transición de Reloj.

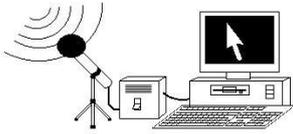
Si se quiere emular un ratón, se recomienda leer los datos desde el host como sigue:

Chequear si la línea de datos está a nivel bajo al menos cada 10ms.

Si la línea de datos ha sido llevada a nivel bajo por el host , leer un byte desde el host.

1. Esperar hasta que la línea de Reloj esté en nivel alto.
2. ¿Está la línea de Datos todavía a nivel bajo? NO→Un error ha ocurrido; Abortar.
3. Leer 8 bits de datos.
4. Leer el bit de paridad.
5. Leer el bit de parada. Después de la lectura de cada uno de los bits, mirar el Reloj para estar seguro de que el host no la ha llevado a nivel bajo (lo cual abortaría esta transmisión).
6. ¿La línea de datos continúa en nivel \emptyset ? SÍ→Mantenerse pulsando el reloj hasta que la línea de Datos tome el valor 1, entonces generar un error.
7. Salida del bit de asentimiento.
8. Chequear el bit de paridad. Generar un error si el bit es incorrecto.
9. Retraso de $45\mu s$ (para darle tiempo al host de inhibir la siguiente transición).

La lectura de cada bit (8 bits de datos, bit de paridad, y bit de parada) es como sigue:



1. Retraso de 20 μ s.
2. Llevar el Reloj a nivel bajo.
3. Retraso de 40 μ s.
4. Liberar el Reloj.
5. Retraso de 20 μ s.
6. Leer la línea de datos.

El envío del bit de asentimiento es como sigue:

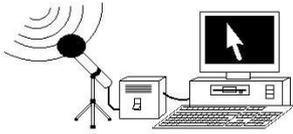
1. Retraso de 15 μ s
2. Llevar la línea de datos a nivel bajo.
3. Retraso de 5 μ s.
4. Llevar la línea de Reloj a nivel bajo.
5. Retraso de 40 μ s.
6. Liberar el Reloj.
7. Retraso de 5 μ s.
8. Liberar la línea de Datos.

4.3.6 ENTRADAS, RESOLUCIÓN Y ESCALADO

El ratón estándar PS/2 soporta las siguientes entradas: Movimiento X (derecha/izquierda), Movimiento Y (arriba/abajo), botón izquierdo, botón del medio y botón derecho. El ratón lee estas entradas con una frecuencia regular y actualiza con ellas varios contadores y banderas para reflejar el movimiento y el estado de los botones. Hay muchos dispositivos punteros PS/2 que tienen entradas adicionales y pueden aportar datos de manera diferente de la mostrada en este capítulo. Una extensión muy popular es el Microsoft Intellimouse, que incluye las entradas estándar y una rueda de scrolling (movimiento en sentido vertical) y dos botones adicionales.

El ratón estándar tiene dos contadores para no perder de vista al movimiento: el contador de movimiento X y el contador de movimiento Y. Son 9 bits con valores en complemento a 2 y cada uno tiene asociado un flag de desbordamiento. Su contenido, junto con el estado de los 3 botones de ratón, se envían al host en la forma de un paquete de datos de movimiento de 3 bytes (como se describirá en la próxima sección). El movimiento de los contadores representa la cuenta de movimiento que ha ocurrido desde el último paquete de datos enviado al host.

Cuando el ratón lee sus entradas, guarda el estado actual de sus botones y comprueba si ha habido movimiento. Si ha ocurrido un movimiento, incrementa los contadores Y y/o X de



movimiento (para movimiento +X o movimiento +Y) o los decremента (para movimiento -X o -Y). Si se ha desbordado uno de los contadores, activa la bandera de desbordamiento respectivo.

El parámetro que determina la continuidad con la cual los contadores de movimiento se incrementan o decremента es la resolución. La resolución por defecto es de 4 cuentas/mm y el host puede cambiar ese valor mediante el comando "set resolution" (0xE8) ("Fijar la resolución").

Hay un parámetro que no afecta a los contadores de movimiento, pero sí afecta al valor efectivo de estos contadores. Este parámetro es el escalado. Por defecto, el ratón usa la escala 1:1, que no tiene ningún efecto en el movimiento efectivo del ratón. Sin embargo, el host puede seleccionar el escalado 1:2 al enviar el comando "set scaling 2:1" (0xE7) ("Fijar el escalado 2:1"). Si el escalado 2:1 está activo, el ratón aplicará el siguiente algoritmo a los contadores antes de enviar su contenido al host.

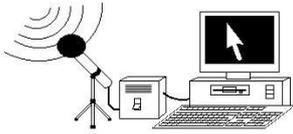
Contador de movimiento	Movimiento efectivo
0	0
1	1
2	1
3	3
4	6
5	9
N>5	2*N

4.3.7 PAQUETE DE DATOS DE MOVIMIENTO

El ratón estándar PS/2 envía información de movimiento (y de los botones) al host usando el siguiente paquete de 3 bytes:

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Desborda- miento de Y	Desborda- miento de X	Bit de signo de Y	Bit de signo de X	Siempre a 1	Botón del medio	Botón derecho	Botón izquierdo
Byte 2	MOVIMIENTO X							
Byte 3	MOVIMIENTO Y							

Los contadores de movimiento son enteros de 9 bits en Complemento a 2, donde el bit más significativo aparece como el bit de signo en el Byte 1 del paquete de movimiento de datos. Estos contadores son actualizados cuando el ratón lee sus entradas y ha ocurrido un movimiento de



datos. Su valor es la cuenta de movimientos que ha ocurrido desde que fue enviado al host el último paquete de movimiento de datos (después del envío de un paquete al host, los contadores de movimiento son reseteados). El rango de valores que pueden expresar los contadores de movimiento es -255 a $+255$. Si se excede el rango, se activa el bit de desbordamiento correspondiente y el contador no se incrementa o decrementa hasta que es reseteado.

Como se mencionó antes, los contadores de movimiento son reseteados siempre que un paquete de datos de movimiento se envíe de manera satisfactoria al host. También se resetean después de que el ratón reciba un comando del host a excepción del comando "resend" (0xFE) (Reenvío).

4.3.8 MODOS DE OPERACIÓN

El envío de datos dependerá del modo de operación del ratón. Hay cuatro modos de operación estándar:

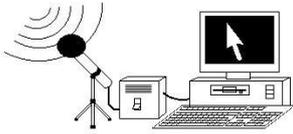
Reset: El ratón entra en modo Reset en la activación inicial o al recibir el comando "reset" (0xFF).

Corriente ("Stream"): Este es el modo por defecto (después que el Reset termine de ejecutarse) y es el modo en el cual la mayoría del software usa el ratón. Si el host ha llevado previamente al ratón al "modo remoto", puede volverse al "modo corriente" al enviar el comando "set stream Mode" (0xEA) (Activar el "modo corriente") al ratón.

Remoto: Este modo es útil en algunas situaciones y puede ser activado al enviar el comando "set remote mode" (0xF0) (Activación del "modo remoto") al ratón.

Página: Este modo no es particularmente útil excepto para comprobar la conexión entre el ratón y el host (test). El "modo página" se activa al enviar el comando "set remote mode" (0xEE) (Activación del modo página) al ratón. Para salir del modo página el host debe mandar el comando "reset" (0xFF) o el comando "reset wrap mode" (0xEC). Si el comando "reset wrap mode" (0xEC) es recibido, el ratón entrará en el modo que estaba antes del "modo página".

El ratón puede entrar también en el modo "extendido" de operación, como se describe en este documento, sin embargo, no es una característica del ratón estándar PS/2.



4.3.9 MODO RESET

El ratón entra en el modo Reset en la activación inicial o al recibir el comando "reset" (0xFF). Después de entrar en este modo de operación, el ratón realiza una auto-prueba de diagnóstico llamada BAT (Basic Assurance Test) y activa los siguientes valores por defecto:

- Frecuencia de muestreo = 100 muestras/segundo
- Resolución = 4 cuentas/mm
- Escala = 1:1
- Envío de datos deshabilitado

Luego enviará el código de terminación de BAT con éxito (0xAA) o con error (0xFC). Si el host recibe otra respuesta que no sea 0xAA, puede completar un ciclo de alimentación del ratón (reencendido de la fuente de alimentación del ratón), causando en el ratón el reseteo y la reejecución de la prueba de diagnóstico BAT.

Después del código de terminación de la prueba BAT (0xAA o 0xFC), el ratón envía el identificador de dispositivo ID 0x00. Este valor lo distingue de un ratón en modo extendido. El host no espera la transmisión de ningún dato hasta recibir el identificador de dispositivo ID. Sin embargo, algunas BIOS enviarán el comando "reset" (0xFF) inmediatamente después de recibir 0xAA tras un reinicio.

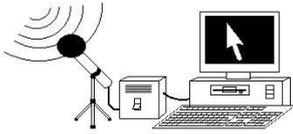
Después de que el ratón haya enviado su identificador de dispositivo ID al host, entrará en el "modo corriente". Hay que advertir que uno de los valores por defecto en el ratón es "envío de datos deshabilitado". Significa que el ratón no enviará ningún paquete de datos de movimiento hasta que reciba el comando de "habilitación del envío de datos" (0xF4).

4.3.10 MODO CORRIENTE

En el "modo corriente", el ratón envía datos de movimiento cuando detecta un movimiento o un cambio en el estado de uno o varios de los botones del ratón. La máxima tasa a la que el envío de datos puede ocurrir es conocida como frecuencia de muestreo. El rango de este parámetro va desde 10 muestras/segundo a 200 muestras/segundo. Su valor por defecto es 100 muestras/segundo y el host puede cambiar ese valor al usar el comando "fijar la frecuencia de muestreo" (0xF3). El "modo corriente" es el modo de operación por defecto.

4.3.11 MODO REMOTO

En este modo, el ratón lee sus entradas y actualiza sus contadores y flags a la frecuencia de muestreo actual, pero solamente mandará al host los movimientos (y cambios en el estado de botones) cuando esa información sea requerida por el host. El host solicita información al enviar el comando de "lectura de datos" (0xEB). Después de recibir este comando, el ratón enviará un paquete de datos de movimiento, y reseteará sus contadores de movimiento.



4.3.12 MODO PÁGINA

El "modo página" es un "modo de eco" en el cual cada byte recibido por el ratón es reenviado al host. Incluso si el byte representa un comando válido, el ratón no responderá al comando (lo único que hará será reenviar el byte de regreso al host). Hay dos excepciones: el comando "reset" (0xFF) y el comando de "reset de modo página" (0xEC). El ratón toma estos comandos como comandos válidos y no los devuelve de nuevo al host.

4.3.13 EXTENSIONES DE INTELLIMOUSE

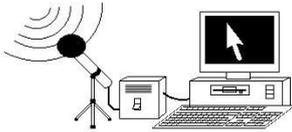
Una extensión popular del ratón PS/2 estándar es el Microsoft Intellimouse. Este ratón incluye el soporte para un total de 5 botones y 3 ejes de movimiento (derecha-izquierda, arriba-abajo y la rueda de scrolling). Estas características adicionales requieren del uso de un paquete de datos de movimiento de 4 bytes en lugar del paquete estándar de 3 bytes. Puesto que los controladores estándar del ratón PS/2 no pueden reconocer este formato de paquete, el Microsoft Intellimouse debe poder funcionar exactamente como un ratón estándar PS/2 a menos que sepa que el controlador soporta el formato de paquete extendido. De esta manera, si un Microsoft Intellimouse se utiliza en una computadora que solamente soporta el ratón PS/2 estándar, el Microsoft Intellimouse funcionará, excepto por la rueda de scrolling y el 4º y 5º botón.

El Microsoft Intellimouse operará como un ratón PS/2 estándar (usará un paquete de datos de movimiento de 3 bytes, responderá a todos los comandos de la misma manera que un ratón PS/2 estándar y enviará el identificador de dispositivo ID 0x00). Para entrar en el modo de rueda de scrolling, el host debe enviar la siguiente secuencia de comandos:

- Fijar la frecuencia de muestreo a 200
- Fijar la frecuencia de muestreo a 100
- Fijar la frecuencia de muestreo a 80

El host envía el comando de "obtención del identificador de dispositivo ID" (0xF2) y espera una respuesta. Si un ratón PS/2 estándar (no Intellimouse recibe este comando, responderá con el identificador de dispositivo ID 0x00). En este caso, el host reconocerá el hecho de que este ratón no tiene rueda de scrolling y continuará tratándolo como un ratón PS/2 estándar. Sin embargo, si es un ratón Intellimouse el que recibe este comando, responderá con el identificador de dispositivo 0x03. Esta respuesta le dice al host que el dispositivo puntero tiene una rueda de scrolling y el host esperará que el ratón use el siguiente paquete de datos de movimiento de 4 bytes.

El movimiento Z es un número en complemento a 2 que representa el movimiento de la rueda de scrolling desde el último envío de datos. El rango de valores de datos válidos va desde -8 a +7. Esto significa que el número está representado en los 4 bits menos significativos. Los 4 bits superiores actúan sólo como bits de extensión del signo.



	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Desborda- miento de Y	Desborda- miento de X	Bit de signo de Y	Bit de signo de X	Siempre a 1	Botón del medio	Botón derecho	Botón izquierdo
Byte 2	MOVIMIENTO X							
Byte 3	MOVIMIENTO Y							
Byte 4	MOVIMIENTO Z							

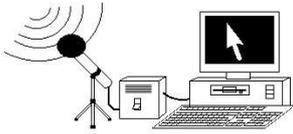
Para entrar en el modo de rueda de scrolling junto con el modo de 5 botones, el host envía la siguiente secuencia de comandos:

- Fijar la frecuencia de muestreo a 200
- Fijar la frecuencia de muestreo a 200
- Fijar la frecuencia de muestreo a 80

El host enviará entonces el comando "obtener el identificador de dispositivo ID (0xF2) y esperará respuesta. Un Microsoft Intellimouse responderá con el identificador de dispositivo 0x04, y luego usará el siguiente paquete de datos de movimiento de 4 bytes. En el diagrama, Z3-Z0 es el número en complemento a 2 que representa la cuenta del movimiento que ha ocurrido desde el último envío de datos. El rango de valores válido va desde -8 hasta +7. Un '1' lógico en el 4º botón indica que el cuarto botón del ratón ha sido presionado, un '0' lógico en el 4º botón indica que no ha sido presionado. Un '1' lógico en el 5º botón indica que el quinto botón del ratón ha sido presionado, un '0' lógico en el 5º botón indica que no ha sido presionado.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
Byte 1	Desborda- miento de Y	Desborda- miento de X	Bit de signo de Y	Bit de signo de X	Siempre a 1	Botón del medio	Botón derecho	Botón izquierdo
Byte 2	MOVIMIENTO X							
Byte 3	MOVIMIENTO Y							
Byte 4	MOVIMIENTO Z							
Byte 5	Siempre a 0	Siempre a 0	5º Botón	4º Botón	Z3	Z2	Z1	Z0

Existen ratones con dos ruedas de scrolling (una vertical y otra horizontal). Estos ratones usan el formato de paquete de datos Microsoft Intellimouse. Si la rueda vertical se mueve hacia arriba, el contador Z se incrementa en uno y si la rueda se mueve hacia abajo, el contador Z se decrementa

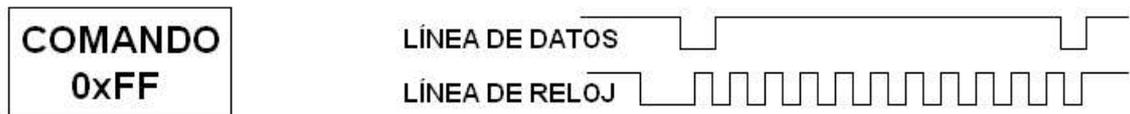


en uno. Esta función es la operación normal en la rueda de scrolling. Sin embargo, si la rueda horizontal se mueve hacia la derecha, el contador Z se incrementa en 2 y si se mueve hacia la izquierda, el contador se decrementa en 2. Este mecanismo es un camino singular para implementar la segunda rueda de scrolling. Es imposible trabajar con las dos ruedas a la vez, si se utilizan las dos al mismo tiempo, se ignorará la rueda horizontal.

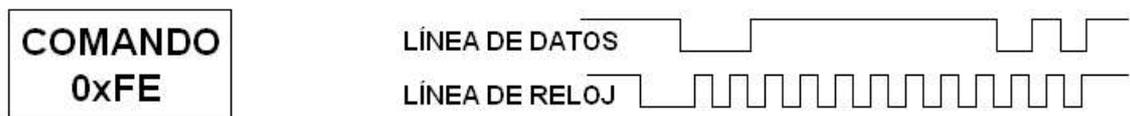
4.3.14 JUEGO DE COMANDOS

Los siguientes son los únicos comandos que pueden ser enviados al ratón. Si el ratón está en "modo corriente", el host debería deshabilitar el envío de datos (comando 0xF5) antes de enviar alguno de los otros comandos:

- **0xFF (RESET):** El ratón responde a este comando con un asentimiento (0xFA) y entra en el "modo reset".



- **0xFE (Reenvío):** El host envía este comando si recibe un dato inválido desde el ratón. El ratón responde con el reenvío del último paquete enviado al host.



Si el ratón responde al comando "reenvío" con otro paquete de datos inválido, el host puede:

- Enviar otro comando de "reenvío".
- Enviar un comando de "error".
- Reiniciar el sistema mediante la fuente de alimentación.
- Inhibir la comunicación (al llevar la línea de Reloj a nivel bajo).

La acción elegida dependerá del host.

- **0xF6 (Fijar los valores por defecto):** El ratón responde con un "asentimiento" (0xFA) y carga los siguientes valores.

- Frecuencia de muestreo = 100
- Resolución = 4 cuentas/mm
- Escala = 1:1
- Envío de datos deshabilitado

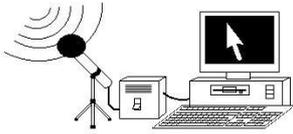


comunicación en el bus del ratón. Si se arranca el ordenador con el ratón enchufado, y luego se desenchufa/vuelve a enchufar el ratón mientras Windows está funcionando, el Sistema Operativo puede ser capaz de detectar que el ratón fue reenchufado. Microsoft intenta soportar este hecho, pero solamente funciona un 50% de las veces.

4.3.15.1 ENCENDIDO/INICIALIZACIÓN RATÓN PS/2 ESTÁNDAR

Se muestra a continuación la comunicación entre el ordenador (funcionando con Win98SE) y el ratón cuando es arrancado con un ratón PS/2 estándar enchufado. Un ejemplo bastante típico de cómo un ratón PS/2 es inicializado se muestra a continuación. Si se quiere emular un ratón PS/2 se debe soportar la siguiente secuencia de comandos (como mínimo)...

<u>Ratón:</u>	<u>AA</u>	<u>Auto-test pasado</u>
<u>Ratón:</u>	<u>ØØ</u>	<u>Identificador ID del ratón</u>
<u>Host:</u>	<u>FF</u>	<u>Comando Reset</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Ratón:</u>	<u>AA</u>	<u>Auto-test pasado</u>
<u>Ratón:</u>	<u>ØØ</u>	<u>Identificador ID del ratón</u>
<u>Host:</u>	<u>FF</u>	<u>Comando Reset</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Ratón:</u>	<u>AA</u>	<u>Auto-test pasado</u>
<u>Ratón:</u>	<u>ØØ</u>	<u>Identificador ID del ratón</u>
<u>Host:</u>	<u>FF</u>	<u>Comando Reset</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Ratón:</u>	<u>AA</u>	<u>Auto-test pasado</u>
<u>Ratón:</u>	<u>ØØ</u>	<u>Identificador ID del ratón</u>
<u>Host:</u>	<u>F3</u>	<u>Fijar la frecuencia de muestreo</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>C8</u>	<u>200 en decimal</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>F3</u>	<u>Fijar la frecuencia de muestreo</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>64</u>	<u>100 en decimal</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>F3</u>	<u>Fijar la frecuencia de muestreo</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>50</u>	<u>80 en decimal</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Ratón:</u>	<u>ØØ</u>	<u>Identificador ID del ratón</u>
<u>Host:</u>	<u>F3</u>	<u>Fijar la frecuencia de muestreo</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>ØA</u>	<u>10 en decimal</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>
<u>Host:</u>	<u>F2</u>	<u>Obtener el identificador de dispositivo ID</u>
<u>Ratón:</u>	<u>FA</u>	<u>Asentimiento</u>



Ratón: 00 Identificador ID del ratón
Host: E8 Fijar la resolución
Ratón: FA Asentimiento
Host: 03 8 Cuentas/mm
Ratón: FA Asentimiento
Host: E6 Fijar la escala 1:1
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: 28 40 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F4 Habilitar el envío de datos
Ratón: FA Asentimiento

Inicialización completada...

Si luego se presiona el botón izquierdo del ratón...

Ratón: 09 00001001; Bit0 = Estado del botón izquierdo
Bit3 = Siempre a 1
Ratón: 00 No hay movimiento X
Ratón: 00 No hay movimiento Y

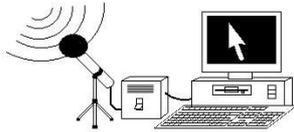
... y luego suelto el botón izquierdo.

Ratón: 08 00001000; Bit0 = Estado del botón izquierdo
Bit3 = Siempre a 1
Ratón: 00 No hay movimiento X
Ratón: 00 No hay movimiento Y

4.3.15.2 ENCENDIDO/INICIALIZACIÓN RATÓN PS/2 INTELLIMOUSE (SCROLLING)

A continuación se muestra la comunicación entre un ordenador (funcionando con Win98SE) y un ratón cuando se enciende con un Intellimouse (emulado)...

Ratón: AA Auto-test pasado
Ratón: 00 Identificador ID del ratón
Host: FF Comando Reset
Ratón: FA Asentimiento

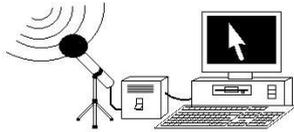


Ratón: AA Auto-test pasado
Ratón: ØØ Identificador ID del ratón
Host: FF Comando Reset
Ratón: FA Asentimiento
Ratón: AA Auto-test pasado
Ratón: ØØ Identificador ID del ratón
Host: FF Comando Reset
Ratón: FA Asentimiento
Ratón: AA Auto-test pasado
Ratón: ØØ Identificador ID del ratón
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: C8 200 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: 64 100 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: 50 80 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Ratón: Ø3 Identificador ID del ratón
Host: E8 Fijar la resolución
Ratón: FA Asentimiento
Host: Ø3 8 Cuentas/mm
Ratón: FA Asentimiento
Host: E6 Fijar la escala 1:1
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: 28 40 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F4 Habilitar el envío de datos
Ratón: FA Asentimiento

Inicialización completada...

Si luego se presiona el botón izquierdo del ratón...

Ratón: Ø9 ØØØØ1ØØ1; BitØ = Estado del botón izquierdo
Bit3 = Siempre a 1
Ratón: ØØ No hay movimiento X
Ratón: ØØ No hay movimiento Y



Ratón: FA Asentimiento
Ratón: Ø3 Identificador ID del ratón
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: C8 200 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: C8 200 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: 5Ø 80 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F2 Obtener el identificador de dispositivo ID
Ratón: FA Asentimiento
Ratón: Ø4 Identificador de dispositivo ID
Host: E8 Fijar la resolución
Ratón: FA Asentimiento
Host: Ø3 8 Cuentas/mm
Ratón: FA Asentimiento
Host: E6 Fijar la escala 1:1
Ratón: FA Asentimiento
Host: F3 Fijar la frecuencia de muestreo
Ratón: FA Asentimiento
Host: 28 40 en decimal
Ratón: FA Asentimiento
Host: F4 Habilitar el envío de datos
Ratón: FA Asentimiento

Inicialización completada...

Si luego se presiona el botón izquierdo del ratón...

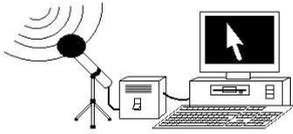
Ratón: Ø9 ØØØØ1ØØ1; BitØ = Estado del botón izquierdo
Bit3 = Siempre a 1

Ratón: ØØ No hay movimiento X

Ratón: ØØ No hay movimiento Y

Ratón: ØØ No hay movimiento Z

... y luego suelto el botón izquierdo.



Ratón: 08 00001000; Bit0 = Estado del botón izquierdo
Bit3 = Siempre a 1

Ratón: 00 No hay movimiento X

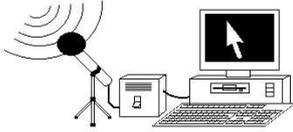
Ratón: 00 No hay movimiento Y

Ratón: 00 No hay movimiento Z

4.3.16 CARACTERÍSTICAS IMPRESCINDIBLES

Si se quiere construir un ratón se deberían implementar todas las características mostradas en este documento (excepto las extensiones del Microsoft Intellimouse, que son opcionales). Sin embargo, como mínimo el dispositivo debería operar de la siguiente manera:

- No enviar nunca datos cuando la línea de "reloj" esté a nivel bajo. Si el host pone la línea de "datos" a nivel bajo, se debe preparar para leer un byte desde el host.
- Aproximadamente 500 milisegundos después del encendido, se debe transmitir 0xAA y 0x00.
- Esperar hasta que el host envíe el comando de "habilitación de envío de datos" (0xF4) antes de enviar ningún dato de movimiento o de botones.
- Responder al comando "reset" (0xFF) con un "asentimiento" (0xFA), y luego enviar 0xAA y 0x00. Se esperará al comando de habilitación antes de enviar ningún dato de movimiento o de botones.
- Responder al comando de "obtención del identificador de dispositivo ID" (0xFF) con un asentimiento (0xFA) y luego 0x00.
- Responder al comando de "petición de estado" (0xE9) con 0xFA, 0x00, 0x02 y 0x64.
- Responder a todos los otros comandos con un asentimiento (0xFA).
- El escalado 2:1 sólo se aplica en el envío automático de datos en el "modo corriente". No tiene efecto en el envío de datos en respuesta al comando "lectura de datos" (0xEB).
- El ratón y el host no almacenan en el buffer los comandos de "reenvío" (0xFF). Esto significa que 0xFE nunca será enviado en respuesta al comando "reenvío".
- Un "paquete" puede ser un paquete de datos de movimiento de 3 bytes, un paquete de datos de movimiento de 4 bytes (Intellimouse), un paquete de estado de 3 bytes (ver el comando "petición de estado" 0xE9), un paquete de código de terminación ID (0xAA, 0x00 o 0xFC, 0x00) de 2 bytes, o 1 byte de respuesta a un comando.



- A pesar de que el bit 3 del primer byte del paquete de datos de movimiento se supone que está a nivel alto, algunos controladores (tales como el controlador del ratón PS/2 estándar incluido con el Windows 98SE) ignoran ese bit. Sin embargo, otros controladores chequean ese bit y si no está a nivel alto, se considera que ha habido un error. Por eso hay que asegurarse de que el bit está a nivel alto para que pueda funcionar de manera adecuada con ordenadores con diferentes controladores. Por ejemplo, si se usa el controlador para un MS Intellimouse y el bit 3 del primer byte del paquete de datos de movimiento no está activado, el controlador desechará ese paquete, y luego enviará el comando "deshabilitación del envío de datos" (0xF5), seguido por el comando "fijar los valores por defecto" (0xF6), luego se reinicializará el ratón usando la misma secuencia de comandos que en el arranque de Windows (Ver la sección "inicialización").