

Aunque la nueva generación de MSX, denominada MSX2, presenta algunas ventajas sobre los modelos anteriores, mantiene en el ordenador la limitación a un solo conector de cartuchos. Para evitar este inconveniente, y permitir que el sistema crezca adecuadamente, presentamos un bus de expansión con 8 conectores.

BUS DE EXPANSIÓN MSX

Si dispusiéramos de una sola toma de red en una habitación, y necesitésemos conectar más de un aparato, rápidamente instalaríamos un prolongador dotado con varias tomas. Con los ordenadores MSX, y otros modelos de orientación similar, ocurre el mismo problema, aunque la solución no resulta tan sencilla como colocar simplemente los cables y conectores adecuados para multiplicar las tomas. Dado que en el conector de expansión del ordenador están presentes todas las señales importantes del microprocesador, hay que repartir adecuadamente las direcciones de acceso de cada conector, de forma que no haya dos tarjetas que respondan a una misma dirección. Aparte de la posibilidad de conectar, al tiempo, más cartuchos de expansión, nuestro bus presenta la ventaja adicional de evitar las repetidas conexiones y desconexiones sobre el conector de cartuchos del ordenador (con apagado y encendido intermedio, como medida de seguridad), con lo que éste sufrirá un menor esfuerzo mecánico y se evitarán pro-

blemas de falsos contactos debidos a un uso excesivo.

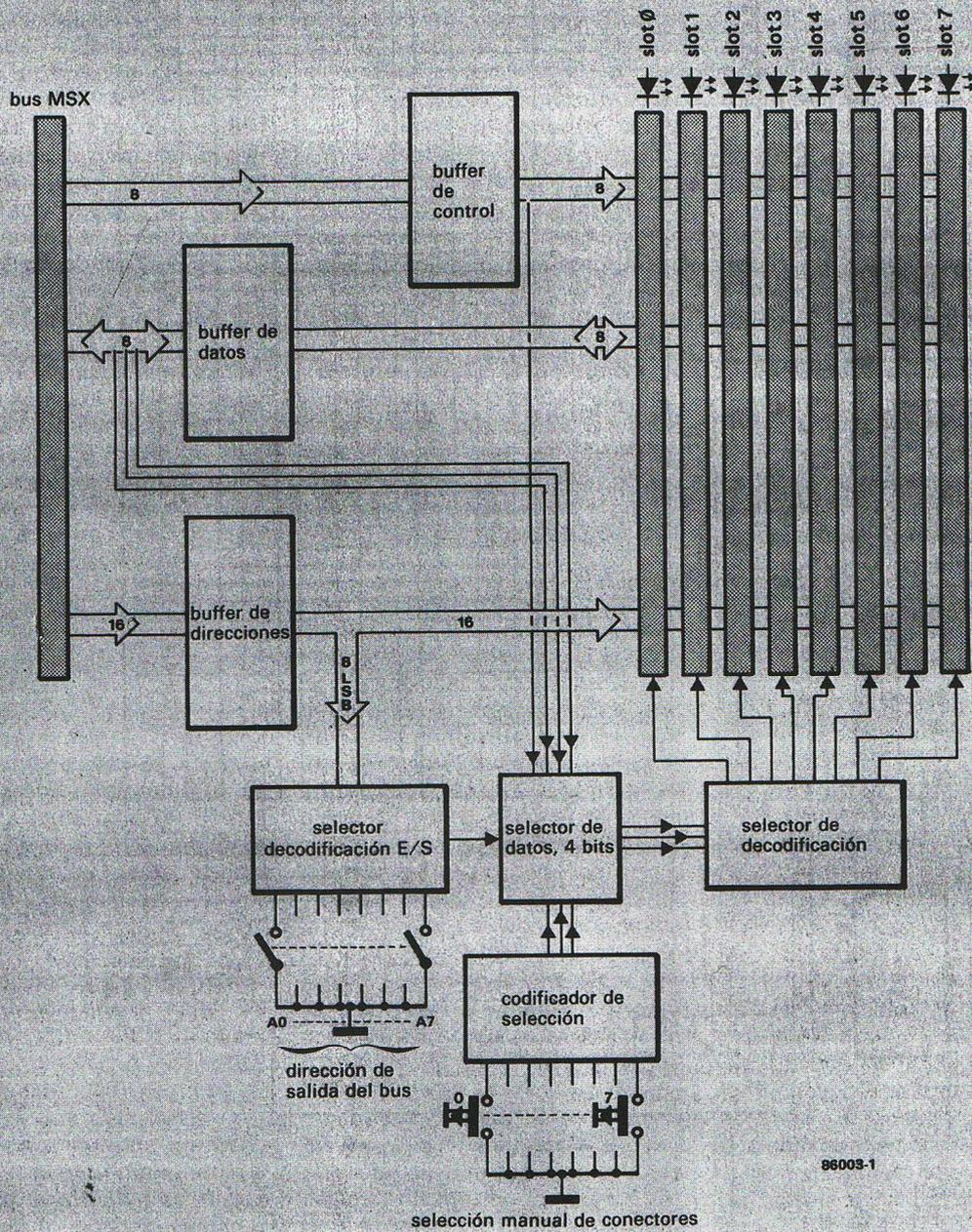
Con el, ya largo, tiempo de existencia en el mercado de los MSX, sin duda habrá muchos lectores que dispongan de sus propias aplicaciones grabadas en EPROM (por ejemplo a través del grabador de EPROM para MSX descrito en nuestro número 89) que desearía tener siempre «a mano», listas para ser llamadas y ejecutadas. Con el bus de expansión que presentamos, hasta 8 aplicaciones pueden conectarse simultáneamente al ordenador, y tan sólo se necesita una instrucción de selección de conector (es decir de cartucho) desde el MSX BASIC o pulsar un botón para activar el programa deseado.

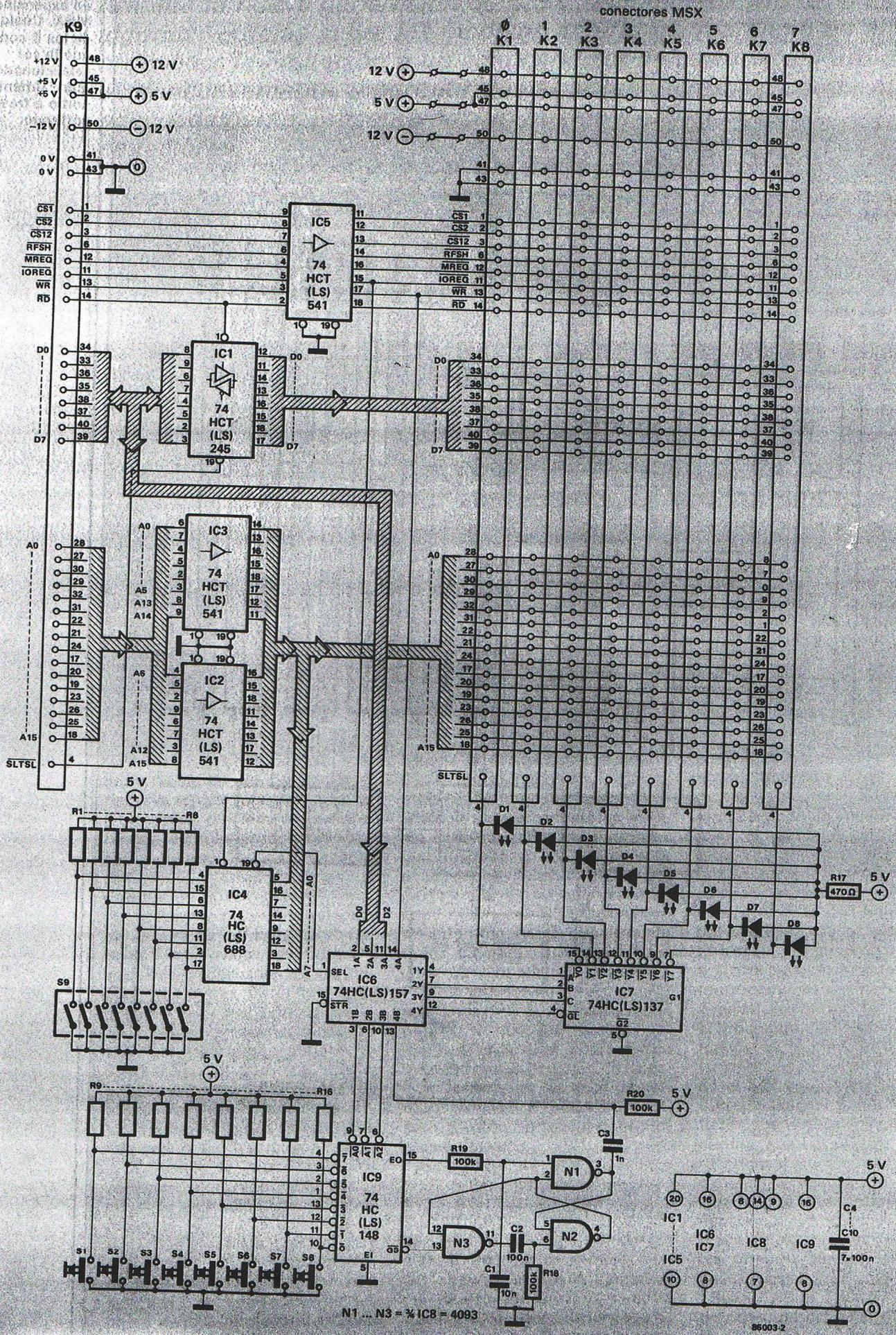
Diagrama de bloques

Para una mejor comprensión del circuito, vamos a comenzar por explicar su funcionamiento a través del diagrama de bloques de la figura 1. Como en todo montaje de este tipo, lo primero que se

aprecia es la presencia de buffers en las líneas de datos, de direcciones y de control. Su presencia, aunque sin duda encarece y complica el montaje, permite aislar efectivamente las ampliaciones que se conectan sobre el bus del interior del ordenador. Al tiempo que se impide que alguna línea del microprocesador sea cargada en exceso, lo que provocaría falsos niveles lógicos tanto en el interior como en el exterior del ordenador, los buffers permiten que el ordenador siga funcionando, al menos en la mayoría de las circunstancias, a pesar de conectar en el bus una tarjeta defectuosa o mal diseñada. El hecho de que todas las líneas tengan buffer permite que las señales que aparecen en el bus de expansión tengan una temporización similar a la existente en el interior del ordenador, sin diferencias, retrasos o adelantos, de unas señales sobre otras, ni siquiera en función de la carga. Tan sólo la señal /SLTSL («Slot Select», selección de conector) debe ser dividida en 8 líneas SLTS independientes, una para cada conector; esta se-

Figura 1. Diagrama de bloques del bus de expansión para MSX. Cualquiera de los 8 conectores puede ser seleccionado tanto manualmente como a través de software.





N1 ... N3 = 1/2 IC8 = 4093

86003-2

lección se realiza en el bloque denominado «selector de decodificación». Este bloque recibe señal tanto de los tres bits de datos menos significativos como del bloque marcado como «Codificador de selección». La entrada de este último bloque viene determinada por un conjunto de 8 pulsadores, que permiten seleccionar manualmente uno de los 8 conectores. La elección entre los dos tipos de entrada (líneas de datos o selector de codificación) en el selector de decodificación se realiza en el bloque «selector de datos», que recibe su señal de activación desde el bloque. Esta sección compara los 8 bits menos significativos del bus de direcciones con el código presente en 8 interruptores; cuando ambos coinciden, esto es, cuando el ordenador direcciona el canal deseado de salida, el bloque selector de datos transfiere el código de selección suministrado en los tres bits de datos menos significativos, de forma que se activa el conector, y su correspondiente cartucho enchufado, deseado. De forma similar, el código de selección manual puede pasar al selector de decodificación, mientras que el «Selector decodificador E/S» está inactivo.

El circuito

El esquema de la figura 2 muestra con detalle los integrados necesarios para realizar las funciones enumeradas en el diagrama de bloques. El buffer para el bus de datos, IC1, está realizado mediante un dispositivo óctuple bidireccional, que se activa con la señal /SLTSL, mientras que la dirección de los datos viene determinada por la señal de permiso de lectura, /RD. En nuestro caso se manda con esta señal, en lugar de con /WR, permiso de escritura, ya que el buffer se encuentra más a menudo en modo lectura, lo que permite ponerse a cubierto de eventuales conflictos en el bus que podrían ocasionar tiempos de acceso críticos.

La patilla 19 del comparador de 8 bits, IC4, sólo se pone a estado bajo cuando se cumplen estas dos condiciones: la dirección fijada por el bloque de interruptores S9 corresponde a la parte baja (8 bits menos significativos) de la dirección enviada por el ordenador, y la señal /IORQ se activa (lógica de selección baja), lo que indica que los 8 bits de direcciones co-

rresponden a un canal válido de salida. La entrada SEL del multiplexor IC6 se pone entonces a estado bajo, y pasa los bits D0, D1 y D2 desde el bus de datos a las entradas ABC de IC7. Cuando SEL está en estado bajo, se efectúa una transferencia de los datos nA nY (selección de conector por software), y en caso contrario se hace la nB nY (selección manual de conector). La señal /WR (presente en la entrada 4A, y por tanto en la salida 4Y cuando corresponde) activa mediante su conexión a la entrada /GL, el registro del decodificador, IC7, en el caso de selección por software, que coloca la correspondiente salida /Yn a nivel bajo. IC7 es un decodificador con memoria (decoder-latch), función que es esencial, ya que almacena el último código binario aplicado en sus entradas, y activa la salida correspondiente hasta que se produce una nueva transición bajo-alto en su entrada /GL que señale la presencia de un nuevo comando de selección de conector. Los diodos D1 a D8 proporcionan una indicación visual del selector activado; como sólo uno de ellos puede estar activo al tiempo, la resistencia R17 es común a todos los led.

La selección manual se efectúa mediante IC9 y sus pulsadores asociados S1-S8; si el usuario desea establecer manualmente un determinado cartucho, aprieta el pulsador apropiado para colocar el nuevo código eliminando cualquier selección anterior (manual o por software). Cuando se activa cualquier pulsador, el codificador prioritario IC9 proporciona el código de tres bits correspondiente a la entrada activada, y su salida /GS («Group Select», selección de grupo) pasa a nivel bajo. Este pulso, junto con la señal EO, dispara un simulador de la señal /WR que, a través de la entrada 4B de IC6 coloca el código seleccionado en el decodificador IC7. Las puer-
tas N1 a N3 suministran un impulso único, filtrando los rebotes de los pulsadores. El retardo introducido por las mismas garantiza que el código de salida de IC9 sea correcto y limpio. Como se ha indicado, IC9 es un codificador prioritario, lo que significa que aunque se apriete más de una tecla al tiempo, el código de salida se corresponde con el de la tecla más baja activada (esto es, la entrada /O es la de mayor prioridad), ya que tiene una mayor prioridad dentro del integrado. Una observación: como las señales de

salida de IC9 son invertidas, el orden de numeración de los pulsadores también se ha invertido (esto es, S1 está conectado a la entrada /7 del IC9).

Como detalle importante, de cara al diseño, queremos hacer notar que las señales de control necesarias para la lógica de decodificación se toman después de los buffers para asegurar que no estén presentes antes (en el tiempo) de las correspondientes señales de datos y/o direcciones.

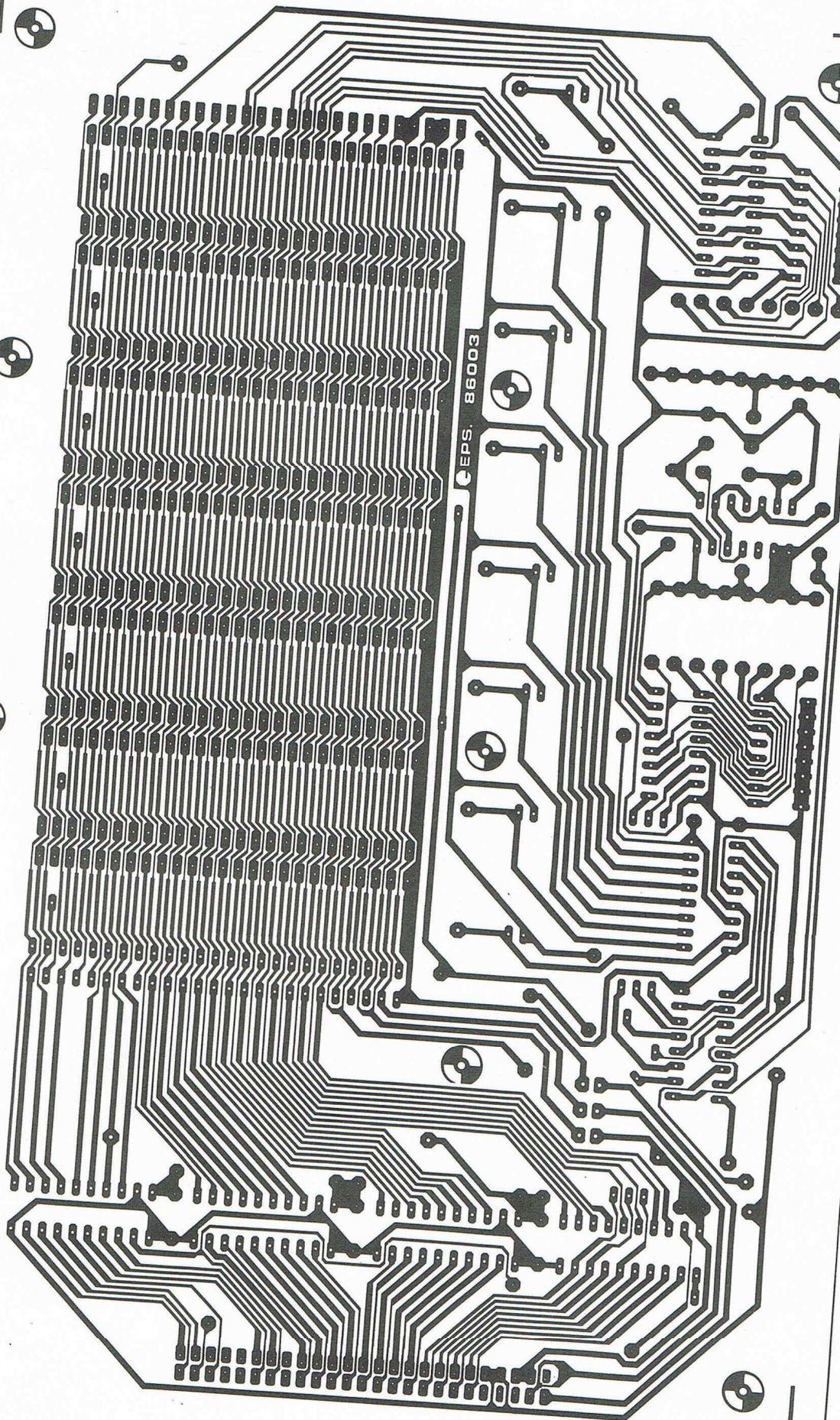
Si el número de cartuchos que se conectan en el bus hace que la fuente de alimentación del ordenador sea incapaz de suministrar la corriente necesaria, habrá que conectar en los puntos correspondientes (+5 V, +12 V, -12 V) del bus unas(s) fuente(s) externa(s), sin olvidarse de desconectar estas líneas de las que provienen del ordenador. Para facilitar esta tarea se ha previsto en el circuito impreso un conector que realiza la función tanto de puente (alimentación desde el ordenador) como la de conector de alimentación para la(s) fuente(s) externa(s). Compruebe, en el caso de alimentación exterior, con mucho cuidado que las tensiones aplicadas están dentro de los límites del 5 % respecto al valor nominal, así como que están conectadas en el lugar apropiado. Si no guarda esta precaución, puede provocarse un daño vital, y costoso, al ordenador. Se recomienda marcar los cables de la alimentación exterior de forma que no sea posible bajo ningún concepto el error de conexión (por ejemplo, instalando un conector con polarización, o realizando alguna marca bien visible).

Construcción

El diseño de la placa de circuito impreso realizada para este montaje se muestra en la figura 3. Como puede apreciarse, el gran tamaño resultante se debe principalmente al espacio necesario para los conectores, y entre ellos para poder alojar los cartuchos.

Como en cualquier montaje, la mejor manera de comenzar es colocar los puentes de hilo necesarios (la placa es de simple cara) seguidos de los zócalos para los integrados, y los espadines o conector para la alimentación. Inicialmente, se puede optar por la alimentación desde el ordenador, con lo que se realizarán los puentes.

Figura 2. Circuito completo de la placa de bus de expansión para MSX dotada con 8 conectores. El empleo de integrados tipo 74HC(T) asegura un consumo extremadamente bajo.



Lista de componentes

Resistencias:

$R_1 \dots R_{16} = 10k$
 $R_{17} = 470\Omega$
 $R_{18} \dots R_{20} = 100k$

Condensadores:

$C_1 = 10n$
 $C_2, C_4 \dots C_{10} = 100n$
 $C_3 = 1n$

Semiconductores (ver texto)

$IC_1 = 74HC(T)/LS245$
 IC_2, IC_3
 $IC_5 = 74HC(T)/LS541$
 $IC_4 = 74HC(T)/LS688$
 $IC_6 = 74HC(T)/LS157$
 $IC_7 = 74HC(T)/LS137$
 $IC_8 = 4093$
 $IC_9 = 74HC(T)/LS148$
 $D_1 \dots D_8 = LED\ 3mm$

Varios:

$S_1 \dots S_8 = \text{ver texto}$
 $S_9 = \text{bloque de 8 interruptores DIL}$
 $K_1 \dots K_8 = \text{conector hembra } 2 \times 25 \text{ para circuito impreso}$
 $K_9 = \text{conector macho de } 50 (2 \times 25) \text{ contactos}$
 6 espadines, o tira de 3×2 contactos
 EPS 86003

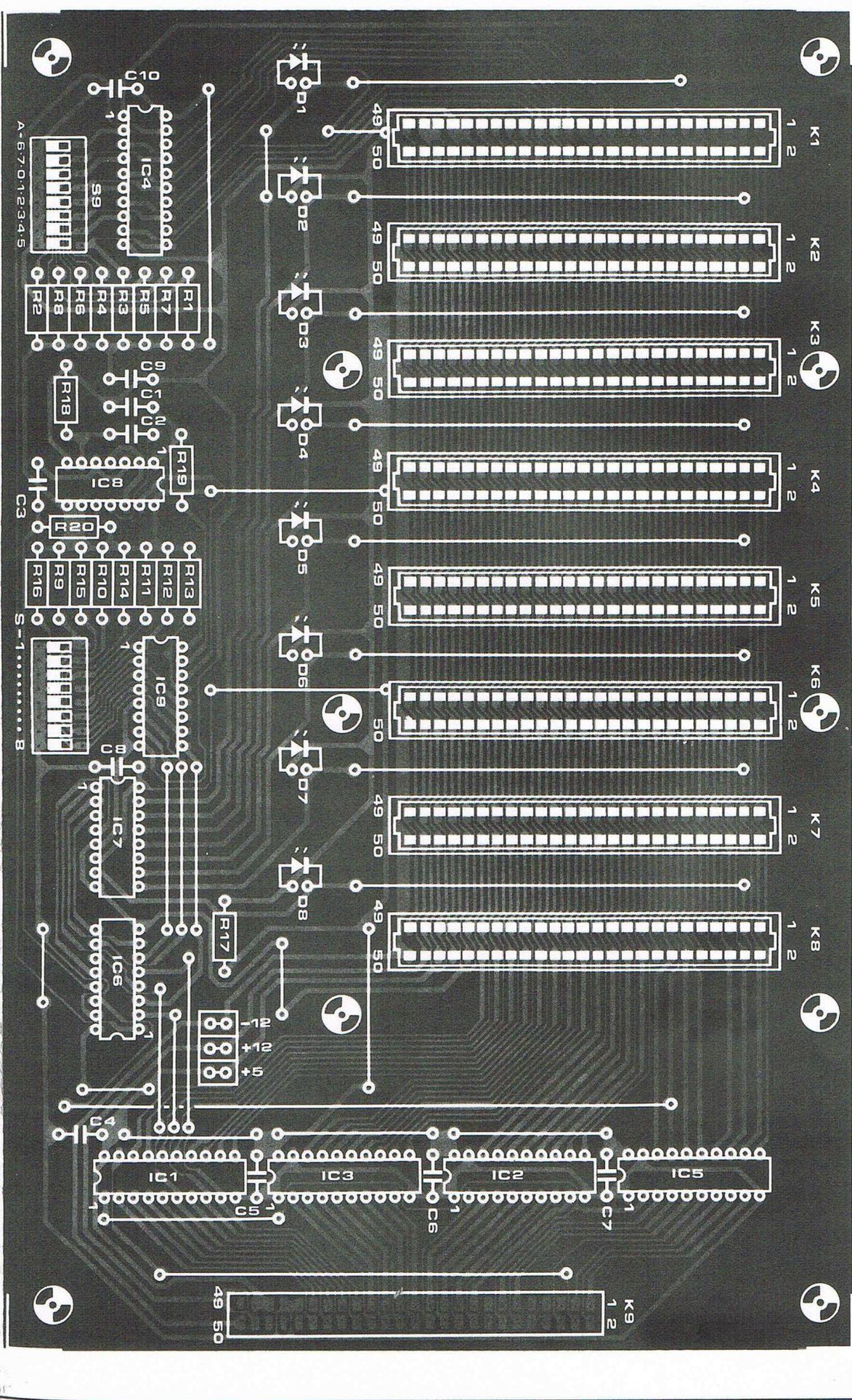
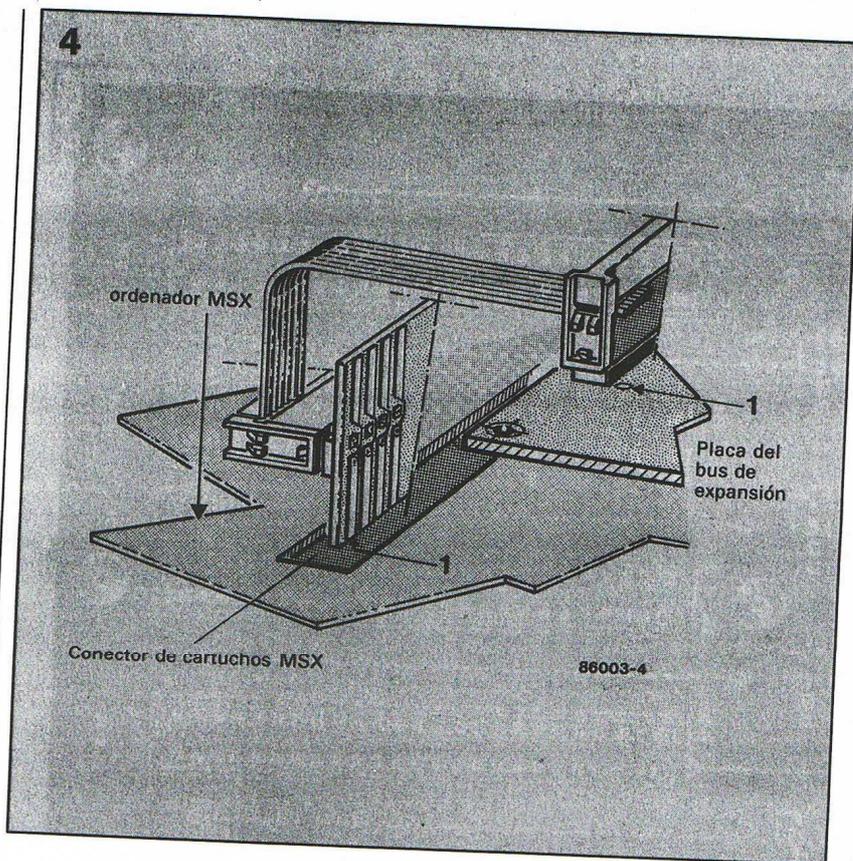


Figura 3. Trazado de pistas (a) y distribución de componentes (b) de la placa para el bus de expansión para MSX. No olvide realizar los 28 puentes de hilo necesarios.

Figura 4. Conexión de la placa de bus al ordenador, por medio de un cable plano, desde el cartucho MSX.



La serigrafía de la placa muestra dos bloques de 8 interruptores DIL, uno para el selector de direcciones, S9, y otro para los pulsadores de selección S1-S8. Este último, sin embargo, debe ser sustituido por 8 pulsadores, co-

nectados a la placa de bus mediante un cable plano y su correspondiente conector. En este caso, se colocará en la placa un zócalo normal de 16 patillas, en lugar de interruptores DIL. Los lectores más aplicados pueden sustituir los 8 led por un display de 7 segmentos, controlado, por ejemplo, por un 9368; en este caso, las entradas del 9368 se tomarán de las salidas Y de IC6.

Observe que se ha indicado para los integrados la referencia HC. Esto se debe a que esta familia presenta un menor consumo, así como una inmunidad al ruido mucho mayor. Como se indica entre paréntesis, tampoco hay ningún problema en utilizar integrados de la conocida serie LS.

Conexión al ordenador MSX

En el número 76, septiembre 1986, describimos el cartucho para MSX, que básicamente consistía en un circuito impreso para colocar una EPROM, y, además, prolongar el bus a través de un conector denominado K2. En este conector se puede enganchar un cable plano de 50 hilos, con los correspondientes conectores en ambos extremos, para realizar la conexión a la placa de bus aquí descrita. Para mayor claridad, en

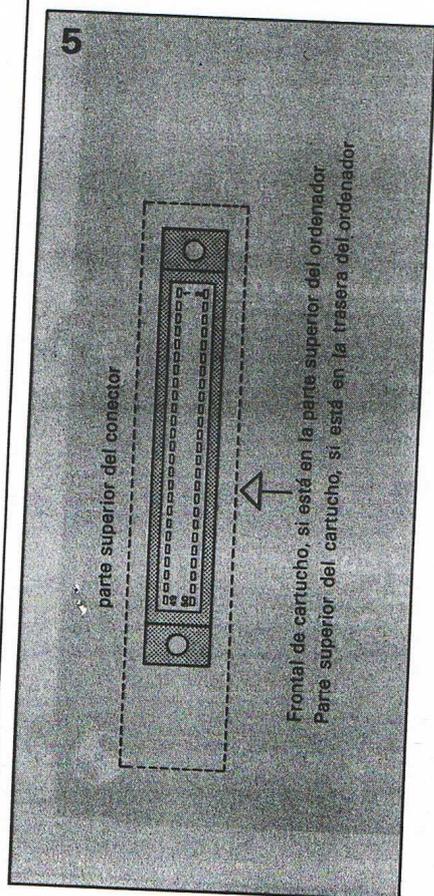
la figura 4 se muestra un detalle de esta conexión.

Con la placa de bus correctamente montada, y sin cartuchos en ella ningún cartucho conecta al ordenador de la forma mencionada y se confirma que el ordenador sigue funcionando correctamente. El conector 0 debe estar iluminado. A continuación prepare el conector de selección de salida en la placa de bus colocando una patilla conocida mediante el bloque de interruptores S9. Por ejemplo, la combinación 3F (hexadecimales cuyo código binario es 1111; una vez establecido el código binario, se colocan los interruptores de S9 de forma que los bits a estado 0 corresponden a interruptor cerrado (ON). Por ejemplo, la combinación 3F, la colocación de los interruptores de S9, debería ser a derecha:

on-on-off-off-off-off-off-off-off-off
(A6, A7, A0, A1, A2, A3, A4, A5)

Observe que, por exigencias de diseño de la placa de circuito impreso, el orden de numeración de los interruptores S9 no es correlativo, sino que sigue el orden reseñado bajo la situación (on u off) de los interruptores reseñada sobre este párrafo. Enviando desde el MSX B la instrucción OUT &H3F, 4 de los leds se encenderán correspondiente al conector 4 (K5); una vez verificado este paso, compruebe la selección manual apretando uno de los pulsadores S1-S8 para comprobar que se ilumina el led adecuado.

Desconecte el ordenador e inserte uno o varios cartuchos en el bus. Recuerde siempre que los cartuchos deben ser conectados de forma que la parte delantera del cartucho esté mirando hacia el conector que va al ordenador (K9). Para evitar cualquier error, se recomienda marcar la patilla 1 de cada uno de los conectores mediante un punto de pintura o una marca similar. La figura 5 muestra de nuevo la numeración del conector MSX. El bus universal de E/S, diseñado originalmente para el C64, y con las reformas indicadas posteriormente para el MSX, también puede ser conectado en este bus. Las posibilidades de ampliación que proporciona el presente bus son muy amplias, y permiten la inclusión, a través del bus E/S, de todo tipo de periféricos además de los programas contenidos en los cartuchos.



EPS

EPS 86003
Bus de expansión
para MSX

