

**CIRCUITO
COMPROBADO**

Control de periféricos: «Joystick» sensible al tacto (touch-stick)

LUIS JOYANES AGUILAR
 JOSÉ ROJÍ FERRARI
 Profesores de Arquitectura de Ordenadores
 en la Academia de Artillería del Ejército, de Madrid

En el presente artículo, continuación de la serie iniciada en el número 394 de REE, sobre el tema genérico **Control de Periféricos**, presentamos un Interfaz para palanca de mando (Joystick) sensible al tacto, compatible con los populares ordenadores Amstrad y Spectrum. Según se ha estudiado en anteriores artículos, el Interfaz para entrada de datos, constará de una serie de buffers tri-estado, controlados por la salida «Z», lo cual es la solución al sistema lógico combinacional $Z = \overline{IORQ} + RD + A5$ (A10), siendo A5 ó A10 la línea correspondiente del bus de direcciones según sea respectivamente de Amstrad o Spectrum.

La instrucción en BASIC que controla la «entrada de datos» es:
 — INP (&F800) para Amstrad.
 — IN (31) para Spectrum.
 En la figura 1 se indica el conexionado de los circuitos y puertas que configuran el Interfaz para entrada de datos propuesto.

Principio de funcionamiento de un «Joystick» mecánico
 El principio de funcionamiento de cualquier Joystick

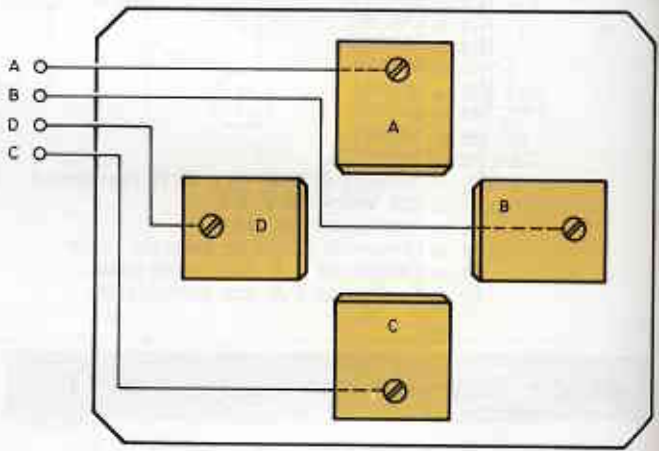
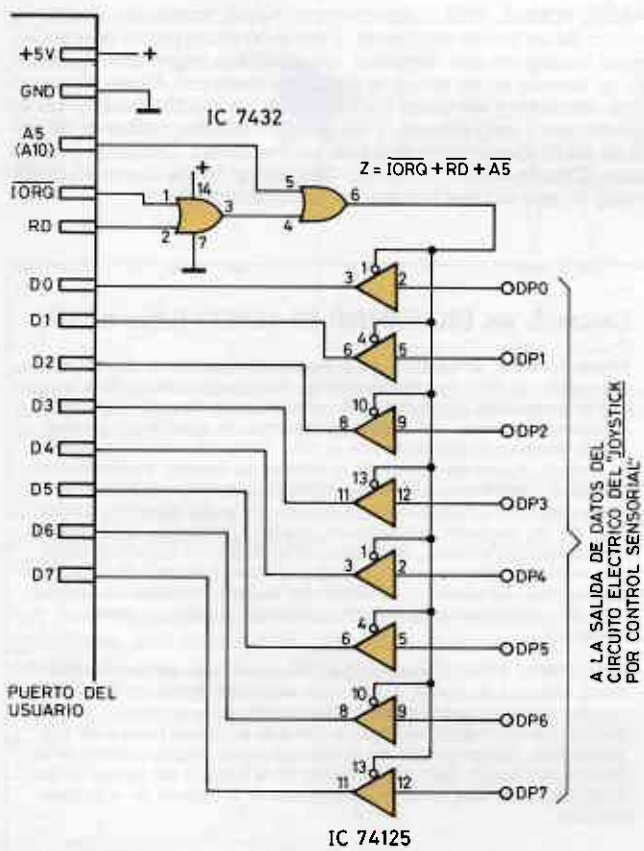


Figura 1. Circuito eléctrico del Interfaz.

Figura 2. Diseño mecánico de un Joystick sensible al tacto.

comercial de accionamiento mecánico, se basa en el siguiente principio:
 Un vástago solidario con la palanca de mando o accionado por la misma, cortocircuita una serie de contactos eléctricos, con el objeto de obtener en la entrada de los buffers tri-estado del Interfaz una imagen binaria correspondiente a la posición mecánica de la palanca, según un código preestablecido de unos y ceros. El ordenador, mediante una serie de instrucciones de entrada de datos en código Basic o en código Máquina, recoge los mismos del Interfaz memorizándolos, para ejecutar posteriormente una acción bajo control de programa, correspondiendo ésta generalmente a un movimiento de gráficos. Estos códigos tienen distinto formato, por ejemplo:

- Mover la palanca hacia la derecha: Colocación del dato 00001000 a la entrada de los «buffers».
 - Mover la palanca hacia abajo: Colocación del dato 00000110 a la entrada de los «buffers».
- Consecuentemente la instrucción INP (&F800) desplazará el gráfico a la derecha en el primer caso y a la izquierda en el segundo.

Joystick sensible al tacto («Touch-stick»)

Este dispositivo difiere del anterior en que no tiene contactos mecánicos y por lo tanto tendrá mayor vida útil. El vástago y contactos mecánicos del Joystick normal son sustituidos por unas placas de aluminio. Con este sistema se logrará mayor rapidez en el control.

Las placas y forma de colocarlas se pueden observar en la figura 2. Las dimensiones de cada una de las pletinas las puede establecer el usuario según su criterio, a fin y efecto de obtener un manejo fácil y cómodo. Cada una de ellas ha sido doblada cerca de un extremo, con el objeto de separarla ligeramente de la placa de mate-

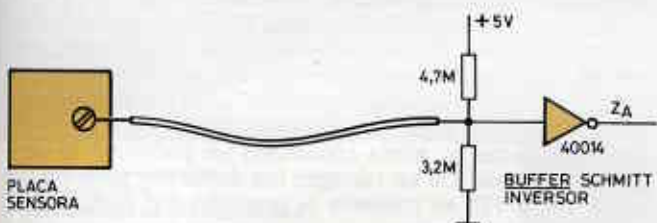


Figura 3. Adaptador.

rial aislante a la que va sujeta. Naturalmente estas pletinas no deberán tocarse unas con otras. La que está un poco separada de las restantes controlará, en nuestro programa, el borrado de pantalla (en un programa de juegos su acción podría corresponder a la función «disparo»).

Las pletinas serán atornilladas a la placa por un extremo, al que se unirán una serie de cables elásticos etiquetados como A, B, C, D y E, de unos 30 ó 40 cm de longitud.

El Joystick propuesto tendrá el siguiente código:

- Mover hacia la derecha: 00000010
- Mover hacia la izquierda: 00001000
- Mover hacia arriba: 00000001
- Mover hacia abajo: 00000100
- Control de borrado: 00010000

Este código servirá para nuestras aplicaciones con el programa que se acompaña con el artículo.

Según esto, el resultado de TOCAR la pletina superior de nuestro «Joystick» generará en la patilla Dpo del Interfaz de entrada al ordenador un nivel lógico alto, permaneciendo las restantes a nivel bajo. Esto se corresponde con el código preestablecido por la acción «Mover hacia arriba». Cuando se toque cualquier otra pletina, se obtendrá el código correspondiente.

En la figura 3 se muestra el adaptador entre la pletina sensora y el Interfaz, constituido por un circuito integrado CMOS, con una elevada impedancia de entrada, lo que permite la colocación de resistencias de elevado valor en su entrada, tal como se aprecia en la citada figura. Al ser este integrado un disparador de Schmitt, poseerá una determinada tensión de histéresis a la par que tensiones umbrales que posibiliten la detección de los estados «alto» y «bajo».

Por medio de las resistencias de 4,7M y 3,2M se establece un divisor de tensión tal que la tensión de entrada sea todavía un nivel «alto» aunque muy cerca de la tensión umbral para estado «alto». Al tocar la pletina y debido a la alta Z_{in} del dispositivo, la señal de ruido introducida (en este caso los 50 ciclos de la red)

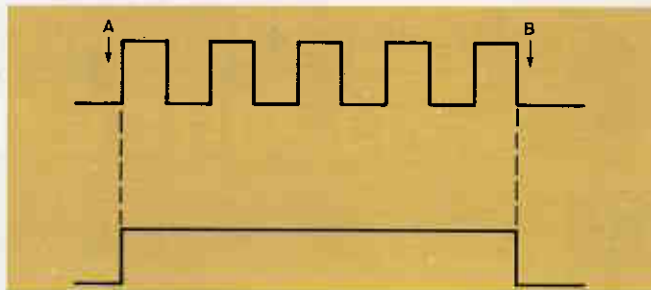


Figura 4. Envolvente.

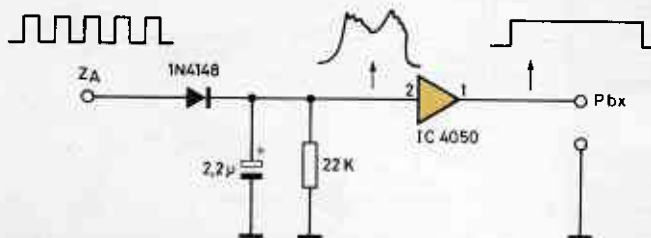


Figura 5. Filtro.

dará como resultado por la característica del «Conformador» Schmitt una sucesión de estados altos y bajos en ZA a una frecuencia de 50 Hz.

Sin tocar la placa de teclas, se tendrá un nivel lógico «alto» en la entrada del inversor de Schmitt, obteniendo a la salida del mismo un nivel lógico «bajo». Al efectuar contacto físico con alguna de las pletinas, se obtendrá en la salida correspondiente un tren de impulsos de 50 Hz.

El siguiente paso en el diseño de nuestro Joystick consiste en filtrar dicho tren de impulsos a fin de obtener su envolvente (ver fig. 4). El punto A corresponde al instante en que se realiza el contacto físico con la pletina, y B al flanco descendente del último impulso, resultado del fin de contacto con la misma. La realización de dicho filtro se indica en la figura 5, en donde se aprecia que, por medio del diodo D1, se carga el condensador C, debido a la existencia de los impulsos generados al tocar la pletina. El condensador se descarga a través de la resistencia R al desaparecer los mismos en el terminal ZA. La constante de tiempo de descarga es la adecuada para mantener un nivel alto a la salida del circuito a la frecuencia indicada de 50 Hz.

El buffer 4050 conforma la señal y adapta la salida de forma conveniente, para hacerla compatible con la entrada de los buffers tri-estado del Interfaz de entrada de datos.

El esquema completo del diseño se muestra en la figura 6. Como puede deducirse, las líneas Dp5, Dp6 y Dp7 están conectadas a masa, ya que así se ha codificado, permaneciendo por tanto el valor de las mismas inalterable (ver códigos del Joystick). Es de resaltar que al retirar el contacto físico de una determinada pletina, el condensador correspondiente se descarga de forma

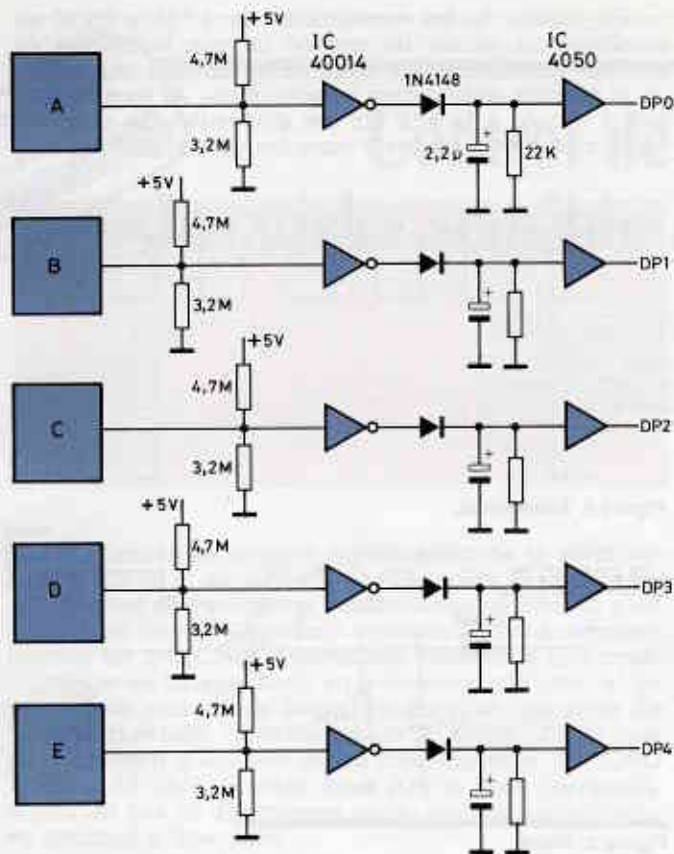


Figura 6. Circuito completo del Adaptador.

rápida mediante la resistencia de 22 K indicada en la citada figura.

Realmente el dispositivo también funcionaría sin los filtros (detectores de envoltente), aunque más lento. Como es lógico, si no se toca ninguna pletina, la codificación en Dp0... Dp7 es 00000000, que corresponde en nuestro código y programa a «No acción», es decir, que si se controla un gráfico, éste se parará. Caso de no existir los filtros, los gráficos se moverían, pero más lentamente, ya que a una frecuencia de 50 Hz se pararían y moverían alternativamente.

Un punto importante a considerar es que las resistencias de 4,7 M y 3,2 M estén muy ajustadas, a fin de que mantengan un estado lógico en la entrada del «buffer» Schmitt muy próximo al umbral y cualquier ruido introducido al tocar la pletina ponga en marcha el sistema. Se pueden cambiar sus valores, pero es preciso mantenerlos siempre de gran magnitud; de lo contrario, la señal de ruido introducida se debilitaría, pudiendo ocurrir que no se alcanzase la tensión umbral de disparo del «buffer».

Comprobaciones finales

Antes de conectar los buffers triestado al bus de datos del ordenador, se puede comprobar el funcionamiento del «adaptador» del Joystick:

— Hay que liberar una de las señales IORQ, RD, A5 (A10) de la entrada de la puerta «OR» de control de los buffers triestado. Desde este momento los buffers quedan bloqueados en estado de alta impedancia.

— En este momento y, conectado el interfaz, con el

polímetro se puede comprobar la salida de las puertas buffer del 4050 que estarán conectados a las entradas Dp0 ... Dp7 del Interfaz de Entrada de Datos.

— Al tocar cualquier pletina deberá aparecer una tensión próxima a + 5 V en el terminal correspondiente, desapareciendo cuando se deje de tocar la pletina.

Respecto a hacer compatible este Joystick con otros comerciales y convencionales, se deben conocer los códigos que suministran los Joystick y modificar el descrito de acuerdo a éstos. Si no se sabe, pruebe el siguiente programa en BASIC:

```
10 PRINT AT 10,10; IN(31): GOTO 10 para SPECTRUM
```

```
10 LOCATE 10,10: PRINT INP (&F800):GOTO 10 para AMSTRAD
  [&F800=63488]#INP (63488)
```

Por el contenido en la posición 10,10 de la pantalla se podrán conocer los códigos del Joystick.

Codificación del programa de comunicaciones

El programa en BASIC ha sido realizado en Amstrad. Se utilizan sentencias no específicas del BASIC Amstrad a fin de que puedan traducirse fácilmente a Spectrum.

Mediante el programa se controlará el Joystick y éste podrá dibujar en pantalla cualquier figura.

El programa se inicia colocando un punto en la pantalla. En la línea 130 se recogen los datos del port. En las líneas 140 a 170 se controla la posición del puntero por medio de «Plot(punto)».

```
80 REM DIBUJO DE PANTALLA CON "TOUCH-STICK"
90 REM REALIZADO CON AMSTRAD : Experimento n.4
100 CLS
110 x=320 : y=200
120 PLOT x,y
130 a=INP (&F800)
140 IF a=1 THEN y=y+1 : PLOT x,y : GOTO 130
150 IF a=4 THEN y=y-1 : PLOT x,y : GOTO 130
160 IF a=2 THEN x=x+1 : PLOT x,y : GOTO 130
170 IF a=8 THEN x=x-1 : PLOT x,y : GOTO 130
180 IF a=16 THEN GOTO 100 : GOTO 130
190 IF a=3 THEN x=x+1 : y=y+1 : PLOT x,y : GOTO 130
200 IF a=6 THEN x=x+1 : y=y-1 : PLOT x,y : GOTO 130
210 IF a=12 THEN x=x-1 : y=y-1 : PLOT x,y : GOTO 130
220 IF a=9 THEN x=x-1 : y=y+1 : PLOT x,y : GOTO 130
230 GOTO 130
```

Figura 7. Listado.

Obsérvese que es realmente sencillo el control en diagonal, tocando simultáneamente la pletina superior y la de la derecha, con lo que obtenemos realmente el dato 00000011 en el Port de entrada. De esta manera es evidentemente fácil, mediante programa, realizar dibujos en diagonal (ver líneas 190 ... 220). La línea 180 controla el borrado de pantalla.

Lista de componentes

7432: Cuádruple puerta «OR» de dos entradas
 74125: Cuádruple buffer triestado (dos unidades)
 40014: Buffer Schmitt inversor
 4050: Buffer no inversor
 Resistencias: 4,7 M, 3,2 M, 22K (4 unidades)
 Condensadores: 2µ2 (4 unidades)
 Diodos: 1N4148
 Entrenador de circuitos integrados
 Conector para «Port del usuario»
 Cable plano de 20 conductores