

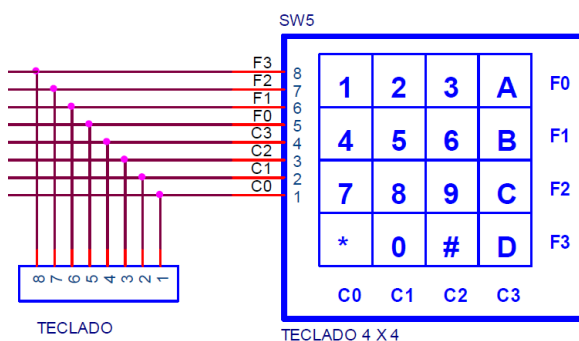
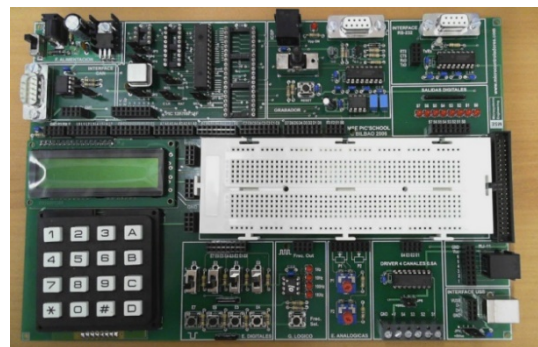


Proyecto microcontroladores (I)

Detección e identificación de la pulsación de una tecla en teclado matricial

El proyecto de programación de microcontroladores PIC contempla la posibilidad de que un usuario introduzca un código mediante un teclado matricial como el disponible en la placa PICSchool. Para implementar esta funcionalidad se va a utilizar la interrupción asociada al cambio de estado de los pines RB[7:4] del puerto PORTB. Se describe a continuación el funcionamiento de este teclado y se explica cómo detectar e identificar la pulsación de una tecla.

El teclado matricial 4 × 4 en la placa PICSchool dispone de 8 líneas de entrada/salida: C0 a C3 y F0 a F3. Las líneas F0 a F3 son entradas al teclado y sirven para habilitar de manera independiente cada una de sus filas. Las líneas C0 a C3 son salidas del teclado y toman valor '0' si alguna tecla de la columna correspondiente y de las filas habilitadas está presionada, y '1' en caso contrario. Para conocer el estado de una tecla es necesario primero habilitar la fila F_i en la que se encuentra dicha tecla y a continuación comprobar el estado de la columna C_i correspondiente. Por ejemplo, para conocer el estado de la tecla 7, situada en la fila F2 y en la columna C0, hay que habilitar en primer lugar la fila F2 y a continuación evaluar el estado de la columna C0.



Desde el punto de vista del programador del microcontrolador, las líneas de fila F0 a F3 de entrada al teclado son salida del microcontrolador, y las líneas de columna C0 a C3 salida del teclado son entrada al microcontrolador. En este proyecto, las conexiones de las líneas del teclado con el microcontrolador se van a realizar de la siguiente manera:

Conector teclado	PORTB	I/O
F0	RB0	Salida
F1	RB1	Salida
F2	RB2	Salida
F3	RB3	Salida
C0	RB4	Entrada
C1	RB5	Entrada
C2	RB6	Entrada
C3	RB7	Entrada



Proyecto microcontroladores (I)

Para habilitar una fila debe asignarse valor '0' al pin correspondiente del microcontrolador; la columna de una tecla tendrá valor '0' si la tecla de esa fila está pulsada, '1' en caso contrario. Para el correcto funcionamiento es necesario que el *Pull-Up* interno de los pines del puerto PORTB esté habilitado (bit RBPU, en registro OPTION_REG).

Puesto que para detectar la pulsación de una tecla la fila en la que se encuentra debe estar habilitada, para detectar la pulsación de cualquiera de las teclas del teclado es necesario habilitarlas todas las filas, asignando, tal y como se ha indicado, valor '0' a RB3, RB2, RB1 y RB0. La pulsación de cualquier tecla producirá un cambio en el valor de la columna que le corresponda que, al estar conectadas a los pines RB[7:4] del microcontrolador, dará lugar a la correspondiente interrupción.

En la rutina de atención a la interrupción debe, en primer lugar, identificarse el pin en el que ha ocurrido la interrupción. Esto permite reducir la búsqueda de la tecla pulsada únicamente a la columna conectada a ese pin. Además, debe comprobarse el estado del pin que ha cambiado, dado que la funcionalidad requerida considera que el código se introduce al presionar las teclas y no al soltarlas. Por ejemplo, si la interrupción RBIF ha ocurrido debido a un cambio de '1' a '0' en el pin RB5, esto conlleva que se ha pulsado una tecla y que está sólo puede ser la 2, la 5, la 8 o la 0, que son las situadas en la columna C1 del teclado. Esta idea se representa en el flujograma de la Figura 1. En él, *Identifica columna* hace referencia a la comprobación del pin en el que ha ocurrido la interrupción RBIF.

Una vez determinada la columna del teclado en la que se ha pulsado una tecla, hay que identificar cuál ha sido. Para ello, se propone utilizar una rutina denominada *identifica_tecla* que se describe a continuación. Para saber en esta rutina cuál es la columna en la que se encuentra la tecla pulsada, se recomienda, como indica el flujograma de la Figura 1, utilizar una variable que identifique la columna asociada con el pin en el que se ha producido la interrupción.

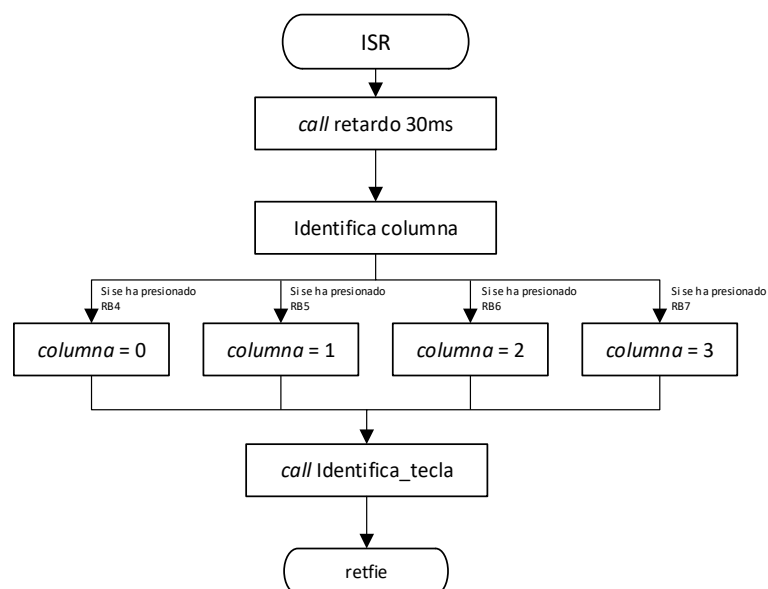


Figura 1. Flujograma de la rutina de atención a la interrupción RBIF.

El flujograma de la Figura 1 muestra también que, para evitar un funcionamiento incorrecto debido al efecto rebote de las teclas, se recomienda ejecutar un bucle de retardo¹ de 30 milisegundos al entrar en la rutina de atención a la interrupción de RBIF.

¹ En la simulación, no es necesario incluir este retardo.



Proyecto microcontroladores (I)

El procedimiento que se propone para detectar la tecla en la rutina `identifica_tecla` se muestra en el flujograma de la Figura 2 y se describe a continuación:

1. Seleccionar la primera fila. Para ello, hay que dar valor '0' al pin RB0 y valor '1' a RB3, RB2 y RB1. Esto hará que sólo la fila F0 está habilitada, y las restantes deshabilitadas.
2. Comprobar si el pin en el que se produjo la interrupción tiene valor '0'. Dado que sólo hay una fila habilitada, las dos posibilidades son:
 - que el pin en el que se produjo la interrupción tenga valor '0'. En este caso, la tecla pulsada es la conectada a ese pin en la fila seleccionada.
 - que el pin en el que se produjo la interrupción sea '1'. En este caso la tecla pulsada no se encuentra en esta fila y debe comprobarse la siguiente. Para ello, es necesario habilitar la fila siguiente, deshabilitar las demás, y volver a realizar la comprobación del paso 2.

Este proceso terminará cuando la comprobación del estado del pin en cuestión se realice estando habilitada la fila en la que se encuentra la tecla presionada y por tanto el valor del pin sea '0'. No obstante, podría ocurrir de manera excepcional que, a pesar de haberse detectado un cambio a '0' en un pin, al llegar a comprobar su estado después de habilitar sucesivamente cada una de las filas, dicho

pin ya no tenga valor '0' porque la tecla ya no está presionada. Para asegurar que el proceso termina incluso en este caso, debe implementarse un mecanismo para determinar cuándo se ha llegado a la última fila; si estando habilitada la última fila el pin cuyo cambio de estado produjo la interrupción RBIF no vale '0', el proceso terminará asignando, como muestra el flujograma de la Figura 2, un valor al puerto PORTC.

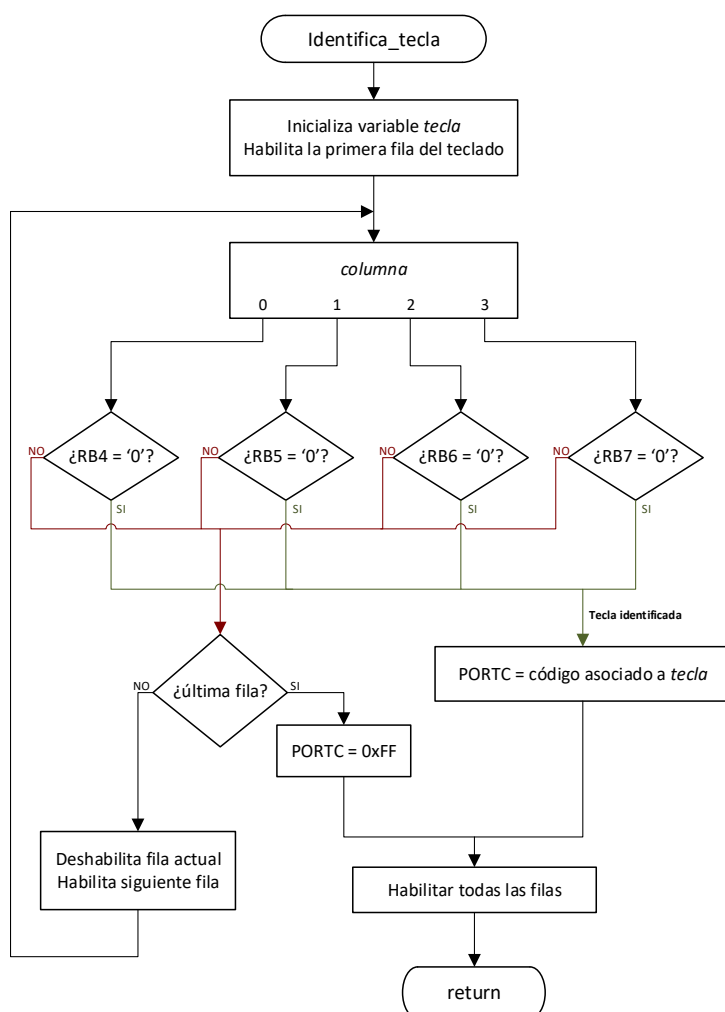


Figura 2. Flujograma de la rutina `Identifica_tecla`.



Proyecto microcontroladores (I)

Como indica el flujograma de la Figura 1, la rutina `identifica_tecla` es la misma para todas las columnas. Para saber, en la ejecución de esta rutina, de qué pin debe comprobarse el valor, se utiliza la variable `columna`. A esta variable se le asigna un valor asociado al pin en el que se ha producido el cambio a '0' que ha dado lugar a la interrupción RBIF, como se muestra en la Figura 1. Posteriormente, el valor de esta variable se utiliza en `identifica_tecla` para determinar de qué pin debe evaluarse el estado. La selección entre las múltiples (4) opciones del valor de `columna` puede implementarse modificando el valor del contador de programa para hacer que se ejecute la instrucción que salte (*goto*) a la parte del programa donde se realiza la comprobación del pin. Sea cual sea el resultado de ésta, el resto del procedimiento es común a todas las columnas, como muestra la Figura 2. El valor del contador de programa es modificable por medio de los registros PCL y PCLATH del microcontrolador.

Una vez identificada la tecla, debe asignarse al puerto PORTC el valor del código ASCII de la tecla pulsada. Éste es el *código asociado* indicado en el flujograma de la Figura 2. Si, por ejemplo, se pulsa la tecla 0, el PORTC tomará el valor del código ASCII '0' (0x30, b'00110000'); si se pulsa la tecla A, el puerto PORTC tomará el valor del código ASCII 'A' (0x41, b'01000001'). Para implementar esto, se recomienda utilizar una variable, denominada *tecla* en el flujograma, que tome un valor para cada una de las teclas del teclado. El valor de *tecla* puede utilizarse para acceder al valor del código ASCII correspondiente. El valor de *tecla* se determina en la rutina `identifica_tecla` en función de la columna y la fila de la tecla pulsada.