



Proyecto microcontroladores (II)

Sistema básico de control de acceso

El propósito de este proyecto es el desarrollo de un sistema básico de control de acceso basado en el microcontrolador PIC16F876A. Se dispone para ello de un sensor que detecta el movimiento de la puerta de acceso al espacio que se pretende controlar, de un teclado para la introducción de un código que permite el acceso autorizado, de un LED RGB para visualizar el estado del sistema en cada momento y de un sistema de comunicación inalámbrica para conectar este sistema de control de acceso a un sistema remoto al que enviar y del que recibir información. El sistema debe contemplar la existencia de al menos 3 usuarios registrados, cada uno de ellos con su propio código e identificador o nombre.

El sistema tiene 4 estados posibles: ACTIVADO, DESACTIVADO, DETECTADO y DISPARADO.

En el estado ACTIVADO el sistema está a la espera de que suceda el cambio de estado del sensor que avisa del movimiento de la puerta. La detección de ese evento llevará el sistema al estado DETECTADO. Desde el estado ACTIVADO también es posible pasar al estado DESACTIVADO, de manera local empleando el teclado o de manera remota.

En el estado DETECTADO hay un tiempo de 15 segundos para introducir un código de acceso que evita que se dispare la alarma: si se introduce mediante el teclado un código válido, el sistema pasará al estado DESACTIVADO; si no se introduce ningún código válido durante ese tiempo, el sistema pasará al estado DISPARADO.

En el estado DISPARADO el funcionamiento local del sistema queda bloqueado, es decir, no es posible cambiar de estado empleando el teclado. La detección del movimiento de la puerta tampoco produce el cambio de estado. Únicamente es posible salir del estado DISPARADO, a los estados ACTIVADO o DESACTIVADO, de manera remota.

En el estado DESACTIVADO el sistema no realiza ninguna acción si se detecta el movimiento de la puerta. Por lo tanto, no es posible pasar de este estado a los estados DETECTADO o DISPARADO. Únicamente es posible el cambio al estado ACTIVADO, tanto de manera local como de manera remota. En el caso de realizarse el paso a ACTIVADO de manera local mediante la introducción del código de usuario en el teclado, el cambio de estado se realizará 10 segundos después de introducirse el código. De manera remota, el cambio de estado sucederá cuando se reciba el comando correspondiente, sin retraso de ningún tipo.

El estado del sistema está indicado en cada instante por el color del LED RGB, de acuerdo con la siguiente tabla:

Estado	ACTIVADO	DETECTADO	DISPARADO	DESACTIVADO
Color LED RGB	Verde	Azul	Rojo	Blanco

El LED RGB está conectado a los pines RA[2:0], correspondiendo el pin RA0 al rojo, el pin RA1 al verde y el RA2 al azul. Para que el LED se ilumine, por ejemplo, de color rojo debe darse valor '1' al pin correspondiente y valor '0' a los demás.



Proyecto microcontroladores (II)

El sensor empleado para la detección del movimiento de la puerta genera una señal digital cuyo valor depende de si hay o no un objeto a una determinada distancia del sensor: si no lo hay, su valor es '0'; si sí lo hay, su valor es '1'. Se considera por tanto que el movimiento de la puerta produce un cambio de '0' a '1' en la salida del sensor. Esta señal va conectada al pin RB0 del microcontrolador.

Como se ha mencionado, es posible cambiar el estado del sistema y evitar que se dispare la alarma introduciendo un código de usuario por medio de un teclado matricial. El funcionamiento de este teclado y un procedimiento para la detección e identificación de la tecla pulsada ya han sido explicados, y el correspondiente documento está disponible en Aula Virtual.

Debido a las conexiones necesarias para el desarrollo del sistema de control de acceso, es necesario hacer dos modificaciones en el código que implementa la funcionalidad descrita en ese documento. La primera afecta a los pines del microcontrolador que habilitan o deshabilitan las filas del teclado. Como el pin RB0 se utiliza para detectar el cambio de estado del sensor que avisa del movimiento de la puerta, las filas del teclado matricial no pueden estar conectadas a los pines RB[3:0] del puerto PORTB. En su lugar, lo están a los pines RC[3:0]. La segunda modificación afecta a PORTC, que, como se deduce de lo anterior, ya no muestra el valor del código ASCII de la tecla pulsada, sino que sus 4 pines menos significativos controlan ahora las filas del teclado. Además, sus dos pines más significativos van a ser utilizados por la USART para la comunicación con el sistema remoto.

El código de usuario está formado por 4 caracteres alfanuméricos de entre los disponibles en el teclado matricial. Para introducir el código en el sistema es por tanto necesario realizar 4 pulsaciones en el teclado. Una vez introducido el código, el sistema debe validarlo para determinar si corresponde a un usuario autorizado. Para decidir si se trata de un usuario autorizado o no, se comprobará si el código introducido coincide con alguno de los almacenados en la memoria del microcontrolador. Debe haber al menos 3 usuarios autorizados, y, por tanto, tres códigos –formado cada uno de ellos por 4 caracteres de los del teclado– almacenados en la memoria.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, introducir un código de usuario válido cambia el estado del sistema de control de acceso. Los posibles cambios son los siguientes:

- Si el estado es ACTIVADO, se pasará al estado DESACTIVADO
- Si el estado es DETECTADO, se pasará al estado DESACTIVADO
- Si el estado es DESACTIVADO, se pasará al estado ACTIVADO

En el estado DISPARADO, la introducción de un código de usuario no produce, aunque sea alguno de los autorizados, ningún cambio de estado.

La comunicación inalámbrica permite que el sistema de control de acceso –el sistema local– envíe información a un sistema remoto y que a su vez sea posible cambiar el estado del sistema local de manera remota.

El sistema local envía información al sistema remoto sobre los intentos de acceso mediante el teclado y sobre su estado. Por un lado, envía un mensaje cada vez que se completa la introducción de un código. Como ya se ha comentado, cada usuario registrado en el sistema tiene un código de acceso y un identificador¹. Cuando el sistema reconoce que el código introducido por el teclado corresponde a

¹ El sistema de control de acceso debe tener al menos 3 usuarios registrados. Asigna como identificador a cada uno de ellos tu nombre y apellidos. Por ejemplo: los identificadores de los tres usuarios en el proyecto realizado por Florentino Perez Rodriguez serían: Florentino, Perez y Rodriguez.



Proyecto microcontroladores (II)

un usuario registrado, enviará al sistema remoto el identificador de dicho usuario junto con el mensaje que corresponde al estado en ese instante del sistema. Este mensaje es una cadena de 4 caracteres distinta para cada estado, según lo que se indica en la siguiente tabla. En el caso de que el código introducido no corresponda a ningún usuario, el sistema local enviará el mensaje “NO VALIDO”.

Estado	ACTIVADO	DETECTADO	DISPARADO	DESACTIVADO
Mensaje	“s01R”	“s01D”	“s01F”	“s01S”

Además, cada vez que se produzca un cambio de estado, el sistema transmitirá el mensaje asociado al nuevo estado.

A modo de ejemplo y resumen de lo anterior:

- Si el sistema se encuentra en el estado ACTIVADO y se introduce por el teclado el código del usuario 1 –lo cual conlleva el cambio al estado DESACTIVADO–, deberá transmitirse el mensaje “FLORENTINO s01S”, formado por el identificador del usuario 1 y por el mensaje que corresponde al estado actual, que sería DESACTIVADO.
- Si el sistema se encuentra en el estado DESACTIVADO y se introduce por el teclado el código del usuario 2 –lo cual conlleva que el sistema cambie al estado ACTIVADO después 10 segundos–, deberá transmitirse el mensaje “PEREZ s01S”, formado por el identificador del usuario 2 y por el mensaje que corresponde al estado actual, que seguiría siendo DESACTIVADO.
Transcurridos 10 segundos, cuando el sistema pase al estado ACTIVADO, se transmitirá el mensaje correspondiente a ese nuevo estado: “s01R”.
- Si el sistema se encuentra en el estado ACTIVADO y se detecta el movimiento de la puerta, pasa al estado DETECTADO y en ese instante deberá transmitirse el mensaje “s01D”.
- En cualquier estado en el que se encuentre el sistema, si se introduce por el teclado un código que no corresponde a ninguno de los autorizados, deberá transmitirse el mensaje “NO VALIDO”.
- Si el sistema se encuentra en el estado DETECTADO y finaliza el tiempo máximo para la introducción de un código válido, se produce el cambio al estado DISPARADO y deberá transmitirse el mensaje “s01F”.

La comunicación con el sistema remoto también permite cambiar desde éste el estado del sistema local, tanto para activarlo como para desactivarlo. Para pasarlo al estado ACTIVADO se enviará al sistema local el mensaje de 5 caracteres “cs01R”; para pasarlo al estado DESACTIVADO, el mensaje “cs01S”. Dado que esta modificación se realiza de manera remota, no es contempla que el sistema local responda al remoto informando de los cambios de estados realizados al recibir estos mensajes. Es decir, la transmisión desde el sistema local después de un cambio de estado se realizará únicamente cuando ese cambio se deba a un evento local.

Esta comunicación inalámbrica se realiza por radiofrecuencia empleando módulos Zigbee **Digi Xbee**. Desde el punto de vista de la programación del microcontrolador, la funcionalidad de este módulo es transparente: va directamente conectado a la USART del microcontrolador, que debe estar configurada para transmitir 8 bits de datos sin paridad a una velocidad de 9600 baudios.