

Escribe un programa para el microcontrolador PIC16F876A que controle un sistema que monitoriza el valor de tensión en células fotoeléctricas. Las características y funcionalidades son las siguientes:

- El sistema debe ser capaz de determinar el valor de tensión en 3 células fotoeléctricas. Estas células están conectadas a los canales analógicos AN0, AN1 y AN3 del microcontrolador. El módulo convertidor A/D debe estar configurado con un reloj de conversión que suponga un tiempo de conversión por bit TAD de $32T_{OSC}$, y con tensiones de referencia VDD y VSS.
- El sistema tiene dos modos de funcionamiento: monitorización y ajuste local. El modo por defecto es el de monitorización. El cambio de un modo a otro se realiza mediante la activación¹ de un pulsador conectado al pin RB0.

1. En el modo monitorización:

1.1

El sistema obtiene periódicamente el valor de tensión en las células realizando sucesivas conversiones A/D en los canales analógicos. Por defecto, el tiempo entre dos conversiones es 1 décima de segundo.

1.2

El estado de dos interruptores conectados a los pines RB[7:6] determina el valor que se muestra en 6 LEDs conectados a los pines RC[5:0]. Si el valor en los pines RB[7:6] es "00", se mostrará en los LEDs el valor de los 6 bits más significativos del resultado de la conversión del canal AN0; si es "01", los de la conversión del canal AN1; si es "10", los de la conversión del canal AN3; si es "11", se mostrará en los LEDs el valor del tiempo entre dos conversiones A/D consecutivas. En este último caso, el valor de los LEDs se actualizará cada vez que se complete una conversión; en el caso de que los LEDs muestren el valor resultante de una conversión, sólo se actualizará cuando se realice la conversión A/D del canal que corresponda al estado de los pines RB[7:6].

1.3

Realizada la conversión en un canal, el resultado se compara con un valor de umbral propio de cada canal. Inicialmente, el umbral correspondiente al canal AN0 es 10, el correspondiente al canal AN1 es 25 y el correspondiente al canal AN3 es 50. Para la comparación se utilizará el valor de los 6 bits más significativos del resultado de la conversión A/D. El resultado de la comparación entre el valor del canal y el umbral se mostrará en un LED: si el valor en el canal es igual o superior al umbral, se encenderá el LED; si no, el LED estará apagado. El LED que indica el resultado de la comparación para el canal AN0 está conectado al pin RB1; para el canal AN1, al pin RB2; para el canal AN3, al pin RB3.

1.4

Realizadas las tareas posteriores a la conversión A/D en un canal analógico, se seleccionará otro canal analógico y se esperará a que transcurra el periodo de

e tiempo para realizar la siguiente conversión A/D. Este proceso se repite periódica y sucesivamente para los 3 canales analógicos.

2.

En el modo ajuste local, es posible modificar el tiempo entre conversiones A/D consecutivas y el valor de umbral con el que se compara el resultado de la conversión A/D en cada canal. El parámetro que se modifica está determinado por el estado de los dos interruptores conectados a los pines RB[7:6], y su valor se muestra en los LEDs conectados a los pines RC[5:0]. El cambio del valor se realiza mediante 2 pulsadores conectados a los pines RB[5:4].

2.1

El periodo de tiempo es ajustable en el rango de 1 a 10 décimas de segundos. Para modificarlo, el valor de los interruptores conectados a RB[7:6] debe ser "11". El tiempo se incrementará cada vez que se presione el pulsador conectado a RB5 y se decrementará cada vez que se presione el pulsador conectado a RB4.

2.2

El valor de los umbrales se puede ajustar en el rango [4, 60]. Se incrementará cada vez que se presione el pulsador conectado a RB5 y se decrementará cada vez que se presione el pulsador conectado a RB4. El umbral que se modifica mediante los pulsadores es seleccionado con los interruptores conectados a RB[7:6]: si valen "00", la activación de los pulsadores producirá la modificación del umbral del canal AN0; si valen "01", la activación de los pulsadores producirá la modificación del umbral del canal AN1; y si valen "10", se producirá la modificación del umbral del canal AN3.

Con el propósito de reducir los efectos no deseados de rebote en los pulsadores, incluye al comienzo de las rutinas de atención a las interrupciones de INTF y RBIF, antes de realizar cualquier otra funcionalidad, el retardo de 30 milisegundos que se incluye más adelante, basado en bucles tal y como está explicado en el documento "Introducción a la programación: bucle de retardo".

3.

La comunicación serie RS232 posibilita el acceso remoto al estado de las células y la configuración del funcionamiento del sistema, empleando el módulo USART configurado para transmitir y recibir datos de 8 bits a una velocidad de 9600 baudios. El programa debe reconocer la recepción de un paquete de 5 datos y realizar la correspondiente funcionalidad:

3.1

comando formado por los caracteres ASCII "c1ch" y un dato que indica un canal analógico. El valor del canal debe ser el carácter ASCII '0', '1' o '3' y corresponde a los canales AN0, AN1 y AN3, respectivamente. Si se recibe este comando, cuando se realice la conversión A/D del canal indicado se enviará por la USART un paquete de 6 datos formado por los caracteres ASCII "c1ch", el número (carácter ASCII) del canal y el valor (decimal) de los 6 bits más significativos del resultado de la conversión A/D.

3.2

comando formado por los caracteres ASCII “c1st” y un dato (valor decimal) que indica al número de décimas de segundo entre conversiones A/D. Su valor debe estar entre 1 y 10. Al recibir este comando se actualizará el tiempo entre conversiones A/D al valor recibido.

3.3

comando formado por los caracteres ASCII “c1u” y dos datos que indican primero el canal cuyo umbral se modifica y a continuación su nuevo valor. El valor del canal debe ser el carácter ASCII ‘0’, ‘1’ o ‘3’ y corresponde a los canales AN0, AN1 y AN3, respectivamente; el valor de umbral es decimal y debe estar en el rango [4, 60]. Al recibir este comando se actualizará el umbral del canal indicado con el valor recibido.

3.4

Si se recibe un paquete de 5 datos que no comienza por “c1”, el microcontrolador transmitirá el mensaje formado por los 5 datos recibidos y los caracteres ASCII “not recognized”.

3.5

Si se recibe un paquete de 5 datos que comienza por “c1” pero que no corresponde a ninguno de los comandos indicados, el microcontrolador transmitirá el mensaje “Command not found”.

3.6

Si se recibe alguno de los comandos indicados pero el valor del parámetro no es válido, se transmitirá el mensaje “Parameter not valid”.