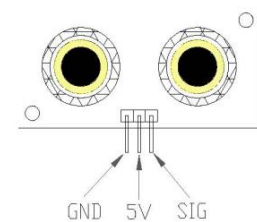


- 1) Responde de forma clara y concisa las siguientes cuestiones:
- i. ¿Qué caracteriza a una señal continua en el tiempo? Pon un ejemplo
 - ii. ¿Qué caracteriza a una señal discreta en el tiempo? Pon un ejemplo
 - iii. ¿Qué caracteriza a una señal continua en amplitud? Pon un ejemplo
 - iv. ¿Qué caracteriza a una señal digital? ¿Qué caracteriza a una señal binaria?. Pon un ejemplo
 - v. ¿Pueden existir señales digitales continuas en el tiempo? En caso afirmativo pon un ejemplo.
 - vi. ¿Pueden existir señales digitales discretas en el tiempo? En caso afirmativo pon un ejemplo
 - vii. ¿Qué caracteriza a una señal periódica, continua en el tiempo? ¿Y una señal periódica discreta en el tiempo? Pon un ejemplo
 - viii. ¿A qué se denomina periodo fundamental de una señal periódica?
 - ix. ¿A qué tipo de señales se aplica el desarrollo en serie de Fourier? ¿Qué condiciones deben cumplir dichas señales? ¿Qué proporciona al desarrollo en serie de Fourier a una señal
 - x. ¿En qué consiste el fenómeno de Gibbs?
 - xi. ¿A qué tipo de señales se aplica la transformada de Fourier? ¿Qué proporciona la transformada de Fourier a una señal?
 - xii. ¿Qué proporciona el espectro de una señal?
 - xiii. ¿Por qué se caracteriza una señal de banda limitada?
 - xiv. ¿Qué relación hay en el dominio del tiempo, entre la salida de un sistema lineal, continuo e invariable en el tiempo y su respuesta a un impulso unitario? ¿Y en el dominio de la frecuencia?
 - xv. ¿Qué relación hay en el dominio del tiempo, entre la salida de un sistema lineal, discreto e invariable en el tiempo y su respuesta a un impulso unitario? ¿Y en el dominio de la frecuencia?
 - xvi. Explica que establece el teorema de muestreo de Shannon (frecuencia de muestreo de Nyquist).
 - xvii. Si en la entrada de un sistema lineal, continuo e invariante en el tiempo se aplica una señal senoidal de frecuencia f_m ¿Qué se puede decir sobre la señal presente en su salida una vez que se ha alcanzado el régimen permanente?
 - xviii. Dado un PIC18F452, con una señal de reloj de frecuencia 6MHz, se pide:
 - a. ¿Qué valor inicial hay que cargar en el Timer 0 y que prescaler hay que elegir para que trascurren 2 segundos desde que se pone a contar flancos de subida hasta que el Timer 0 produce un desbordamiento? *(si no tienes calculadora e indica la expresión cuyo resultado proporciona el valor pedido y explica cómo hay que elegir el valor del prescaler)*
 - b. ¿Cuál es el mayor tiempo que se puede temporizar con el Timer 0? *(Indica la expresión cuyo resultado proporciona el valor pedido y explica como hay que elegir el valor del prescaler)*

- c. ¿Cuál es el tiempo mínimo, no nulo, que se puede temporizar con el Timer 0? En este caso, ¿Hay alguna diferencia en utilizar el modo de 8 bits y el modo de 16 bits? ¿Influye en este caso el prescaler?
- xix. En la tarea 4 había que utilizar un sensor por infrarrojos para construir un sistema con el que medir distancias en un cierto rango. A la hora de muestrear la tensión proporcionado por el sensor, ¿los valores más adecuados de las tensiones de referencia V_{ref+} y V_{ref-} . Del convertidor A/D eran 5v y 0v respectivamente? En el caso de no ser así, indica que valores eran los más adecuados o como había que elegirlos y la mejora que se obtiene al utilizar unos valores de referencia distintos a 5v y 0v respectivamente.
- xx. ¿Por qué resulta útil el uso de interrupciones a la hora de programar un microcontrolador?
- xxi. Tipos de filtros. ¿Qué es lo que 'filtra' un filtro, ya sea analógico o discreto?
- xxii. Indica en que se diferencia un microcontrolador de un procesador.
- xxiii. Indica una diferencia básica entre un DSP y un microprocesador.
- xxiv. Indica algunas aplicaciones de los DSP
- xxv. ¿Porque es muy útil que los DSPs tengan implementado a nivel hardware una instrucción MAC \equiv Multipler/Acumulator?
- xxvi. ¿Qué es una GPU?
- xxvii. En su concepción más básica (original), ¿para qué sirve una GPU?. Desde hace tiempo... ¿Para qué se utilizan las GPUs?
- xxviii. ¿Qué es CUDA?
- xxix. ¿Qué característica debe cumplir una aplicación no gráfica para que pueda ejecutarse en una GPU con un alto rendimiento?
- xxx. Indica algunas aplicaciones de las GPUs
- xxxi. ¿A que se denomina sistema heterogéneo?

- 2) En este ejercicio se trata de diseñar un sistema que mide distancias utilizando un sensor por ultrasonidos, comercializado por Futurlec, denominado Ultrasonic Range Finder. Dicho sensor tiene 3 terminales, de los cuales dos son de alimentación (5v y GND) y el tercero (SIG) se utilizar para comunicarse con el sensor (ver figura de la derecha). El funcionamiento del sensor se indica en la figura 1, cumpliéndose lo siguiente:



T1 (Trigger): $>5\mu s$ \rightarrow pulso con el que se le indica al sensor que inicie la medida de una distancia

T2 (Postpone): $200\mu s$ \rightarrow tiempo que tarda el sensor en indicar la medida desde que se le da la orden de realizar una medida

T3 (Pulse Width): $0 - 19.5ms$ \rightarrow tiempo que le lleva al ultrasonido emitido por el sensor recorrer 2 veces (ida y vuelta) la distancia que lo separa de un objeto. Dicho tiempo nunca es superior a 19.5ms.

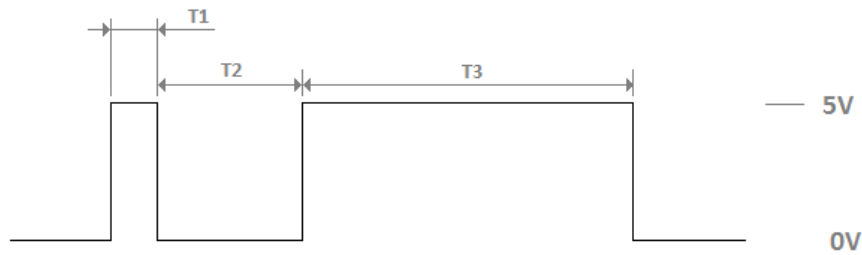


Figura 1

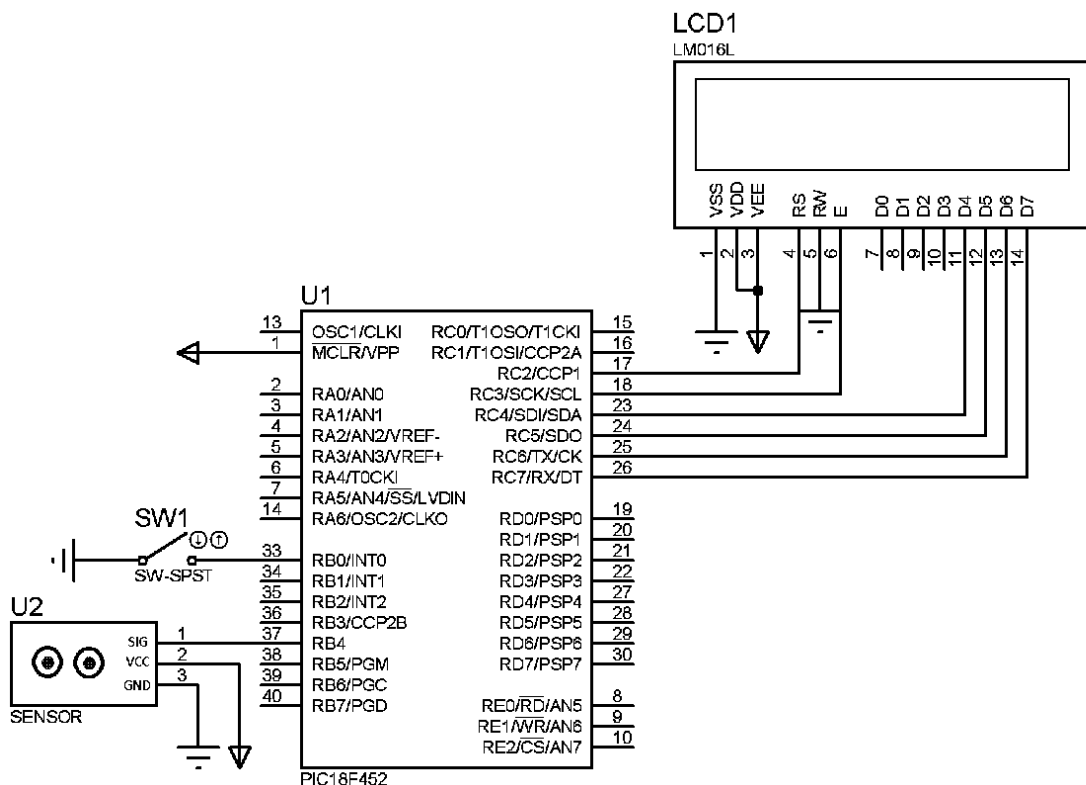
El sensor puede medir distancias entre 3 cm y 3m con una precisión de ± 2 cm. Si el sensor detecta a una distancia inferior a 3 metros, entonces el ancho de T3, del pulso que presenta la señal SIG es igual a 19.5ms. La distancia que separa el objeto del sensor se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$\text{Distancia} = 0.5 \cdot V_{\text{sonido}} \cdot T3$$

La velocidad del sonido en aire seco, a 20 °C y 1 atmósfera, es del orden de 343m/s.

A continuación se indica el circuito a utilizar para realizar las medidas. El funcionamiento del sistema se caracteriza por lo siguiente “cada vez que se presiona el pulsador SW1, el sensor debe realizar la medida. Una vez finalizada la medición debe mostrar el resultado (distancia medida) en el LCD1.

Escribir en lenguaje C el código que programe el funcionamiento del microcontrolador PIC18F452. La sintaxis debe estar adaptada al compilador de Mikroelektronika que has utilizado en las prácticas de laboratorio. Está terminalmente prohibido usar la técnica de polling. Usa interrupciones siempre que sea necesario.



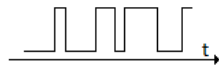
1)

- i. Se dice que una señal $x(t)$ es continua en el tiempo o analógica si la variable t toma valores en \mathbb{R} ($t \in \mathbb{R}$). Ejemplo: $x(t) = V \sin(\omega t + \sigma)$
- ii. Se dice que una señal $x[m] \equiv x(mT_s) = x(t) |_{t=mT_s}$ es discreta en el tiempo si la variable m solo toma valores en \mathbb{N} o en \mathbb{Z} . Ejemplo $x[m] = V \sin(\Omega m + \sigma)$, $\Omega = \omega T_s$, $n \in \mathbb{Z}$.
- iii. Se dice que una señal $x(t)$ es continua en amplitud si su valor $[x(t)]$ toma valores en \mathbb{R} . Ejemplo: $x(t) = \sin(\omega t + \sigma) \rightarrow x(t)$ toma infinitos valores distintos entre $+v$ y $-v$
- iv. Una señal digital se caracteriza porque (su amplitud) solo puede tomar un conjunto numerable (discreto) de valores distintos
Una señal digital binaria se caracteriza porque solo puede tomar 2 valores

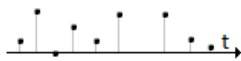
distintos. Ejemplo:



- v. Si, pueden existir señales digitales continuas en el tiempo. Ejemplo:



- vi. Si, pueden existir señales digitales discretas en el tiempo. Ejemplo:



- vii. Se dice que una señal $x(t)$ continua en el tiempo es periódica si existe un valor $T > 0$ para el que se cumple que: $x(t) = x(t + T)$, $-\infty < t < \infty$. Siendo $f = 1/T$ la frecuencia de dicha señal en el caso de que T sea el menos valor que cumple la condición anterior. Ejemplo $x(t) = V \sin(\frac{2\pi}{T} t + \sigma) = V \sin(2\pi f t + \sigma)$.

Se dice que una señal $x[n]$ discreta en el tiempo es periódica si existe un valor $T > 0$ para el que se cumple que $x[n] = x[n + T]$, $n \in \mathbb{Z}$ ó \mathbb{N} . Ejemplo:



- viii. Se denomina periodo fundamental de una señal periódica al menor valor (no nulo) de T que cumple que:
 - $x(t) = x(t + T)$, $\forall t \in \mathbb{R}$.
 - $x[n] = x[n + T]$, $n \in \mathbb{Z}$ ó \mathbb{N} .
- ix. El desarrollo en serie de Fourier se aplica a señales periódicas que cumplan las condiciones de Dirichlet; que son:
 - $x(t)$ debe ser absolutamente integrable en 1 periodo T . Es decir $\int_a^{a+T} x(t) dt$
 - $x(t)$ debe tener un número finito de máximos y mínimos en 1 periodo T (en un intervalo finito).
 - $x(t)$ debe presentar un número finito de discontinuidades (finitas) en 1 periodo T (en un intervalo finito).

El desarrollo en serie de Fourier proporciona las señales senoidales \equiv armónicas (amplitud, fase y frecuencia) cuya suma es igual a la señal periódica

original. Dicho de otra forma, el desarrollo en serie de Fourier de una señal periódica proporciona su espectro.

- x. La suma finita de los armónicos de una señal periódica en el entorno de una discontinuidad presenta un rizado De alta frecuencia que se conoce como fenómeno de Gibbs.

La amplitud de dicho rizado no disminuye con el aumento del número de armónicos considerados. (Siempre que le número de armónicos considerado sea finito).

- xi. La transformada de Fourier se aplica a señales no periódicas (también se puede aplicar a señales periódicas). Proporciona la amplitud, fase y frecuencia de las señales senoidales cuya suma es igual a la señal no periódica de partida, mas su valor medio.
- xii. El espectro de una señal indica la amplitud, fase y frecuencia de las señales senoidales cuya suma es igual a la señal no periódica de partida, mas su valor medio. Dicho de otra forma, el espectro de una señal no periódica es la transformada de Fourier de dicha señal, y el de una señal periódica ese el desarrollo en serie de Fourier.
- xiii. Se dice que una señal es de banda limitada si su espectro es nulo para $w > \beta$, siendo β un número positivo denominado ancho de banda de la señal.
- xiv. $y(t) = h(t) * x(t)$ siendo: $x(t) \rightarrow \boxed{h(t)}$ — $y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \cdot h(t - \tau) d\tau$
 \rightarrow operación de convolución (*).

$x(t)$ la señal de entrada

$y(t)$ la señal de salida

$h(t)$ la respuesta a un impulso unitario. $h(t) = y(t)$ para $x(t) = \delta(t)$

$Y(s) = H(s) \cdot X(s)$ siendo:

$H(s) = L\{h(t)\} \equiv$ transformada de Laplace de $h(t)$

$X(s) = L\{x(t)\}$

$Y(s) = L\{y(t)\}$

$Y(jw) = H(jw) \cdot X(jw)$

$H(jw) = F\{h(t)\} \equiv$ transformada de Fourier de $h(t)$

- xv. $y[n] = h[n] * x[n] = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} x[k] h[n - k]$ (dominio del tiempo discreto)
 \rightarrow operación de convolución (*).

$y(z) = H(z) \cdot x(z)$ siendo (dominio de la frecuencia)

$H(z) \equiv$ transformada Z de $h[n] \equiv Z\{h[n]\} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x[n] Z^{-n}$

\rightarrow representa a un pulso unitario ($h[n]$).

- xvi. Si una señal con un ancho de banda w_{max} se muestrea con una frecuencia w_s tal que $w_s > 2 \cdot w_{max}$, entonces la señal original se puede reconstruir a partir de las muestras
- xvii. Que también será una señal senoidal de frecuencia f_0
- xviii.
 - La señal, procedente del oscilador, que llega al contador del timer 0 tiene un periodo igual a: $4 \cdot T_{osc} \cdot \text{prescaler}$, cumpliéndose que:

$$t_{overflow} = 4 \cdot T_{osc} \cdot \text{prescaler} \cdot (2^{16} - \alpha) \rightarrow \alpha = 2^{16} - \frac{t_{overflow} \cdot f_{osc}}{4 \cdot \text{prescaler}} = 2^{16} -$$

$$\frac{2 \cdot 1/T_{osc}}{4 \cdot \text{prescaler}} = 2^{16} - \frac{2 \cdot 6 \cdot 10^6}{4 \cdot \text{prescaler}} \equiv \text{valor inicial}$$

Para prescaler = 32, $\alpha = -28214$

Para prescaler = 64, $\alpha = 18661 \rightarrow \underline{\text{prescaler} = 64, \alpha = 18661}$ = valor inicial

Para prescaler = 128, $\alpha = 42098,5$

Para prescaler = 256, $\alpha = 53817,25$

$$\begin{aligned} \blacksquare t_{overflow \max} &= 4 \cdot T_{osc} \cdot \text{prescaler} \cdot (2^{16} - \alpha) = 4 \cdot \frac{1}{6 \cdot 10^6} \cdot 256 \cdot (2^{16} - 0) \\ &= \frac{4 \cdot 256 \cdot 2^{16}}{6 \cdot 10^6} = 18,18 \text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacksquare t_{overflow \min} &= 4 \cdot T_{osc} \cdot \text{prescaler} \cdot (2^{16} - \alpha) = \\ &= 4 \cdot \frac{1}{6 \cdot 10^6} \cdot 1 \cdot (2^{16} - (2^{16} - 1)) = \frac{4}{6 \cdot 10^6} = 6,6 \cdot 10^{-7} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-6} \text{ seg.} \end{aligned}$$

No, en este caso no hay ninguna diferencia entre utilizar el modo de 8 bits o el modo de 16 bits. Si influye el prescaler, debe valer 1.

- xix. Los valores más adecuados para las tensiones de referencia del A/D no son 0v y 5v, debido a que la tensión generada por el sensor no varía entre 0 y 5v. los valores de las tensiones de referencia del convertidor A/D son precisamente las tensiones máxima (V_{ref+}) y mínima (V_{ref-}) que puede genera el sensor. Lo que se consigue es una resolución (λ) menor y, por lo tanto, una mayor precisión en la medida de la tensión generada por el sensor.

$$\lambda = \frac{V_{ref+} - V_{ref-}}{2^n - 1} \equiv \text{error máximo que se puede cometer al mantener la tensión de salida del sensor.}$$

- xx. Porque utilizando interrupciones se minimiza el tiempo durante el que se interrumpe la ejecución de un código dado (típicamente main()) a la hora de comprobar si se ha producido o no un determinado evento. También se minimiza el tiempo de respuesta del microcontrolador a un evento dado.

- xxi. Un filtro filtra armónicos. Se pueden clasificar los filtros en función de diferentes características:

- En función de la tecnología empleada.
 - Analógicos
 - Discretos
- En función del tipo de respuesta en frecuencia que presenten
 - Paso bajo
 - Paso alto
 - Paso banda
 - Banda prohibida
- En función del polinomio utilizado para aproximar la respuesta en frecuencia de un filtro ideal.
 - Butterworth
 - Chebyshev de tipo I y II
 - Elíptico (Cauer)
 - Bessel

- xxii. Un microcontrolador (μc) contiene, además de la CPU, diversos bloques funcionales, como memoria, convertidores A/D y/o D/A, temporizadores, módulos/puertas de comunicación serie y/o paralelo, entradas/salidas digitales, etc. Que le permiten funcionar de forma autónoma. Un procesador necesita de otros componentes para poder funcionar
- xxiii. Un DSP es un procesador diseñado para realizar operaciones matemáticas complejas de forma muy rápida (\pm muy eficientemente). Dicho de otro modo, la diferencia entre un DSP y un μc o un procesador es su capacidad de cálculo (\equiv capacidad de computación numérica)
Los microprocesadores no están pensados (diseñados) para una aplicación específica. Los μc no tienen una ALU muy “potente”. Mientras que los DSPs están diseñados para realizar un determinado tipo de tarea de forma muy rápida. Disponen de un repertorio de instrucciones (hardware) muy potente.
- xxiv. Entre las aplicaciones de los DSPs destacan: procesado de audio, de video, filtrado digital, análisis espectral, control, etc.
- xxv. Porque durante la aplicación de una ecuación en diferencias a unos determinados datos hay que realizar muchas veces la operación $x = x + ay$
- xxvi. GPU \equiv unidad de procesamiento gráfico \equiv es un sistema multiprocesador con ejecución multihilo optimizado para computación visual.
GPU \equiv graphics processing unit
- xxvii. Inicialmente, las GPUs se utilizaron (pensaron) para generar gráficos 2D, 3D, imágenes y video. Posibilitan el desarrollo de sistemas operativos basados en ventanas, interfaces gráficas de usuario, videojuegos, etc.
A día de hoy las GPUs también se utilizan como un sistema multiprocesador de propósito general, aunque tiene algunas limitaciones.
- xxviii. CUDA \equiv compute unified device architecture \equiv es un modelo de programación paralela escalable y una plataforma para la GPU y otros procesadores paralelos que permiten programar la GPU y la CPU multinúcleo en C o en C++, sin necesidad de utilizar las APIs e interfaces gráficas de las GPUs.
CUDA también se puede definir como un entorno de programación paralela para sistemas heterogéneos. Lo que hace que las GPUs se puedan utilizar como procesadores de cálculo.
- xxix. Las GPUs presentan un elevado rendimiento en aplicaciones de propósito general que tengan un elevado paralelismo de datos y una estructura regular \equiv código paralelizado
- xxx. Crear gráficos 2D y 3D, Procesador de imágenes y video, Procesador de aplicaciones en general que presenten un elevado paralelismo de datos.
- xxxi. Se denomina sistema heterogéneo a la combinación de diferentes tipos de procesadores para formar una unidad de cómputo. En el caso de los PCs y de las videoconsolas la combinación de la CPU y la GPU forman un sistema heterogéneo.

2)

```
// Lcd pinout settings
sbit LCD_RS at RD2_bit;
sbit LCD_EN at RD3_bit;
```

```

sbit LCD_D7 at RD7_bit;
sbit LCD_D6 at RD6_bit;
sbit LCD_D5 at RD5_bit;
sbit LCD_D4 at RD4_bit;

char txt[15];
char X,SUBIDA;
UNSIGNED INT ALFA;
float T3,MOSTRAR;

// Pin direction
sbit LCD_RS_Direction at TRISD2_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISD3_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISD7_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISD6_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISD5_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISD4_bit;

void interrupt() {
    if ((INTOIF_BIT==1)&&(INTOIE_BIT==1) {
        INTOIF_BIT=0;
        INTOIE_BIT=0;
        PORTB.B4=1;
        DELAY_US(10);
        PORTB.B4=0;
        TRISB.B4=0;
        TRISB.B4=1; //entrada
        X=PORTB;
        INTCON.RBIF=0;
        INTCON.RBIE=1;
        SUBIDA=1;
    }
    if((RBIF_BIT==1)&&(RBIE_BIT==1))
    {
        X=PORTB;
        INTCON.RBIF=0;
        if(SUBIDA==1)
        {
            TMROH=0;
            TMR0L=0;
            TOCON.B7=1; //activar el timer0
            SUBIDA=0;
        }
    }
    else

```



```

        {
            TOCON.B7=0;
            ALFA=TMR0L;
            ALFA=alfa+(TROH<<8);
            T3=0,5E-6*ALFA
            MOSTRAR=0,5*343.0*T3;

            floatToStr(MOSTRAR,txt);
            Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
            LCD_OUT(1,1,txt);
            LCD_OUT(2,1,"m");

            TRISB.B4=0; //Salida
            INTCON.INT0IF=0;
            INTCON.INT0IE=0;
        }
    }
}

```

```

void main (void) {
    TRISB=0x01;
    PORTB=0;
    INTCON2.RBPU=0; //activar resistencias de pull-up
    LCD_INIT();
    TOCON=0x08; //(Fosc=8MHz, prescaler =1)
    INTCON2.INTEDGO=1;
    INTCON.INT0IF=0;
    INTCON.INT0IE=1;
    INTCON.GIE=1;
}
}

```