

Configuración de las características especiales (Bits de configuración)

1-Bits de Configuración (Registros)

- Registro de 14 bits llamado “Configuration Word” colocado en la dirección 2007h de la memoria de programa
- La palabra de este registro por defecto es 3FFF, o sea, todos los bits están a 1 a menos que se cambien
- Solamente es accesible cuando se programa el microcontrolador, NO lo es en su ejecución normal

REGISTER 14-1: CONFIGURATION WORD (ADDRESS 2007h)⁽¹⁾

R/P-1	U-0	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1	U-0	U-0	R/P-1	R/P-1	R/P-1	R/P-1
CP	—	DEBUG	WRT1	WRT0	CPD	LVP	BOREN	—	—	PWRTEN	WDTEN	Fosc1	Fosc0
bit 13													bit0

BIT 13 – CP – Bit de protección de memoria de programa Flash

0-Protección de memoria Flash activada

1-Protección de memoria Flash desactivada

BIT 11 – DEBUG – Bit de modo de depuración In-Circuit (dentro del circuito o en tiempo real)

0-Activa la depuración In-Circuit. RB6 y RB7 están dedicados al depurador

1-Desactiva la depuración In-Circuit. RB6 y RB7 son pines I/O de propósito general

BITS 10 y 9 – <WRT1:WRT0> – Bits de habilitación de escritura en la memoria de programa Flash

Para el PIC16F8771

00-Protección de escritura activa desde la dirección 0000h hasta la 0FFFh. La zona de memoria desde la dirección 1000h hasta la 1FFFh está disponible para su escritura.

01- Protección de escritura activa desde la dirección 0000h hasta la 07FFh. La zona de memoria desde la dirección 0800h hasta la 1FFFh está disponible para su escritura.

10- Protección de escritura activa desde la dirección 0000h hasta la 00FFh. La zona de memoria desde la dirección 0100h hasta la 1FFFh está disponible para su escritura.

11-Protección de escritura desactivada. Toda la memoria de programa Flash está disponible para su escritura

BIT 8 – CPD – Bit de protección de la memoria de datos EEPROM

0-Protección de memoria de datos EEPROM activada

1-Protección de memoria de datos EEPROM desactivada

BIT 7 – LVP – Bit de habilitación de la programación en baja tensión

0-Programación en baja tensión activada. El pin RB3/PGM tiene la función de PGM

1-Programación en baja tensión desactivada. RB3 es un pin digital de I/O. Se necesita un nivel alto en el pin MCLR para programar.

BIT 6 – BOREN – Bit de habilitación del reset por caída de voltaje (Brown-Out)

0-El reset por caída de voltaje (Brown-Out) está desactivado

1- El reset por caída de voltaje (Brown-Out) está activado

BIT 3 – *PWRTEN* – Bit de habilitación del Power-Up Timer

0-El Power-Up Timer está habilitado

1-El Power-Up Timer está deshabilitado

BIT 2 – WDTEN – Bit de habilitación del perro guardián (Watch Dog)

0-El Watch Dog está deshabilitado

1- El Watch Dog está habilitado

BITS 1 y 0 – <FOSC1:FOSC0> – Bits de selección del oscilador

00-Oscilador tipo LP (Low-Power Crystal o cristal de baja potencia)

01-Oscilador tipo XT (Crystal/Resonator)

10-Oscilador tipo HS (High Speed Crystal/Resonator)

11-Oscilador tipo RC (Resistor/Capacitor)

2-Oscilador

- Aquí entran en juego los bits <FOSC1:FOSC0>

Existen 4 configuraciones para el oscilador:

00-Oscilador tipo LP (Low-Power Crystal)

Se utiliza un oscilador de cristal de baja potencia. El rango de frecuencia puede ser entre 32kHz y 200kHz.

01-Oscilador tipo XT (Crystal/Resonator)

Se puede utilizar un oscilador de cristal o un resonador cerámico. Esta opción está pensada para frecuencias medias, desde 100kHz a 4Mhz.

10-Oscilador tipo HS (High Speed Crystal/Resonator)

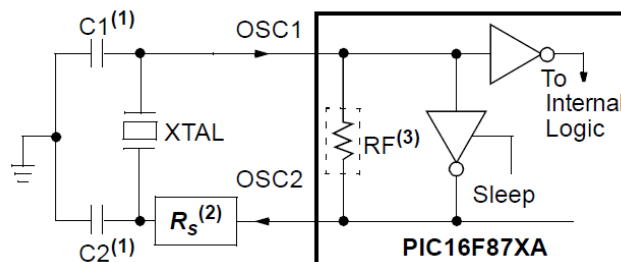
Se utiliza un oscilador de cristal o un resonador cerámico de alta velocidad. Las frecuencias de este modo suelen varían entre 4MHz y 20MHz.

11-Oscilador tipo RC (Resistor/Capacitor)

También se puede utilizar un circuito RC para el oscilador. Esta es una solución de menos coste cuando no es necesaria la precisión de los otros tipos de osciladores. El límite de este tipo de circuitos se establece en 4 MHz.

Para los modos LP, XT o HS se pueden utilizar las siguientes configuraciones

1. Colocando un cristal o un resonador cerámico



Note 1: See Table 14-1 and Table 14-2 for recommended values of C1 and C2.

2: A series resistor (R_s) may be required for AT strip cut crystals.

3: RF varies with the crystal chosen.

El fabricante nos hace una serie de recomendaciones para los condensadores que acompañan el oscilador en función del modo y la frecuencia elegida.

Para resonadores cerámicos

TABLE 14-1: CERAMIC RESONATORS

Ranges Tested:			
Mode	Freq.	OSC1	OSC2
XT	455 kHz	68-100 pF	68-100 pF
	2.0 MHz	15-68 pF	15-68 pF
	4.0 MHz	15-68 pF	15-68 pF
HS	8.0 MHz	10-68 pF	10-68 pF
	16.0 MHz	10-22 pF	10-22 pF

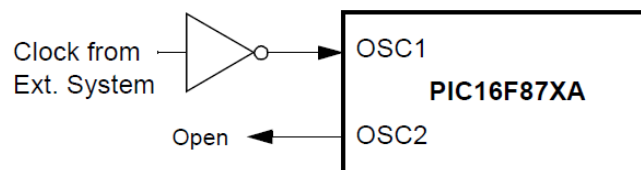
Para cristales de cuarzo

TABLE 14-2: CAPACITOR SELECTION FOR CRYSTAL OSCILLATOR

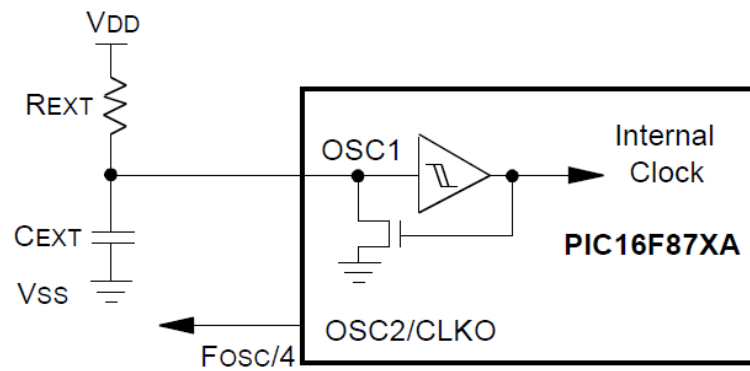
Osc Type	Crystal Freq.	Cap. Range C1	Cap. Range C2
LP	32 kHz	33 pF	33 pF
	200 kHz	15 pF	15 pF
XT	200 kHz	47-68 pF	47-68 pF
	1 MHz	15 pF	15 pF
	4 MHz	15 pF	15 pF
HS	4 MHz	15 pF	15 pF
	8 MHz	15-33 pF	15-33 pF
	20 MHz	15-33 pF	15-33 pF

- Mayores capacidades aumentan la estabilidad del oscilador pero también su tiempo de inicialización.
- Los valores que se dan son orientativos, se debe consultar el datasheet del resonador o cristal elegido para seleccionar los valores apropiados de los componentes externos.
- Es recomendable una resistencia R_s para el modo XT y HS.

2. **Colocando directamente una señal de clock externa en el pin OSC1**



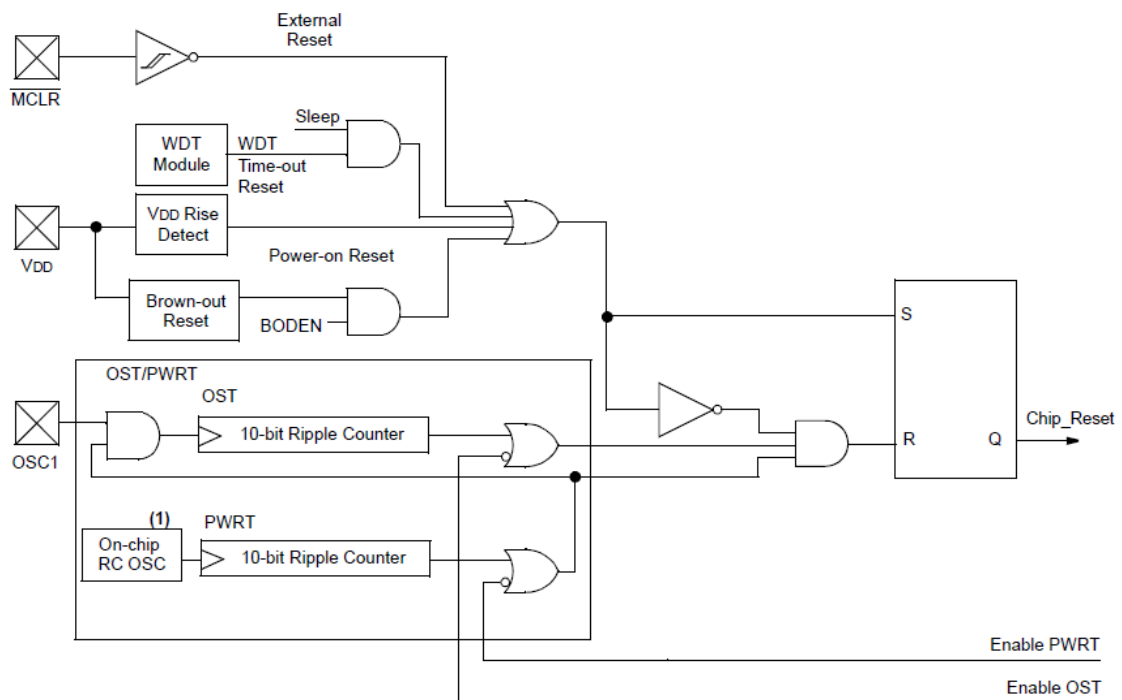
Para un oscilador gobernador bajo un circuito RC se recomienda la siguiente estructura



Recommended values: $3 \text{ k}\Omega \leq R_{EXT} \leq 100 \text{ k}\Omega$
 $C_{EXT} > 20 \text{ pF}$

3-Resets del microcontrolador PIC16F877A

- Aquí entran en juego los bits **BOREN**, **WDTEN** y **PWRTEN**.



Note 1: This is a separate oscillator from the RC oscillator of the CLKI pin.

PWRTEN

Existe un pulso de reset que se genera automáticamente cuando iniciamos el microcontrolador, el denominado Power-On Reset.

Un Power-On Reset se genera cuando se detecta una subida de tensión en el pin Vdd (alrededor de 1,2V-1,7V). En ese momento se puede generar un reset durante un tiempo determinado que viene definido por el Power-Up Timer($\overline{\text{PWRTEN}}$) o temporización de encendido. En este caso, este tiempo T_{PWRT} es de 72 ms, un tiempo suficiente para que la alimentación del microcontrolador haya llegado a un nivel aceptable de Vdd.

Extra:

El oscilador también tiene un delay de inicialización temporizado, que se denomina Oscillator Start-Up Timer. Esta temporización puede retrasar al oscilador 1024 ciclos de reloj después de que se haya acabado el Power-Up Timer (Si es que hay). Con esto nos aseguraremos de que el oscilador se ha iniciado y estabilizado. Esto solo ocurre en el Power-On Reset con la configuración XT, HS o LP.

BOREN

Es el reset por Brown-Out o por caída de la tensión de alimentación. Si la tensión de la alimentación cae por debajo de un parámetro llamado V_{BOR} (Tensión de Brown-Out, sobre 4V) por un tiempo superior a T_{BOR} (Tiempo de Brown-Out, sobre 100µs) se genera una situación de Brown-Out o caída de tensión, que reinicia el microcontrolador.

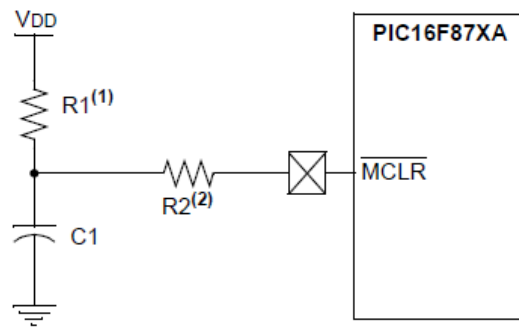
Una vez se activa un reset de Brown-Out, el microcontrolador se queda en este estado hasta que la tensión vuelve a crecer por encima de V_{BOR} . Una vez se obtiene una tensión superior a la Brown-Out se espera el tiempo extra T_{PWRT} del Power-Up Timer. El Power-Up Timer está siempre activado cuando el circuito de reset de Brown-Out se habilita a pesar de como esté configurado el bit $\overline{\text{PWRTEN}}$.

WDTEN

El reset por generado por el Watch-Dog o perro guardián.

El perro guardián es un reset generado a partir de un circuito oscilador RC interno del microcontrolador cuando transcurre un tiempo determinado. Esto vale para detectar un cuelgue en el microcontrolador. Si todo transcurre como debe, el usuario se asegurará de ir reiniciando el tiempo del perro guardián antes de que llegue a su límite. Pero si el microcontrolador “se pierde” no llegará a los comandos puestos por el usuario para reiniciar el tiempo de Watch-Dog y se reiniciará, volviendo a un estado estable y de funcionamiento correcto.

Además existe un reset extra por hardware \overline{MCLR}



- Note 1:** $R1 < 40\text{ k}\Omega$ is recommended to make sure that the voltage drop across R does not violate the device's electrical specification.
- 2:** $R2 > \text{than } 1\text{K}$ will limit any current flowing into \overline{MCLR} from the external capacitor C, in the event of \overline{MCLR}/V_{PP} breakdown due to Electrostatic Discharge (ESD) or Electrical Overstress (EOS).

3-Protección del código

- Aquí entran en juego los bits **CP**, **CPD** y **<WRT1:WRT0>**

CP – Flash Program Memory Code Protection Bit

Protege completamente la memoria de programa flash (evita su lectura). Si se elige proteger la memoria, no se podrá desactivar el bit de protección ni leer la memoria de programa. Se deberá volver a borrar toda la memoria para poder configurar libremente de nuevo este bit.

CPD – Data EEPROM Memory Code Protection Bit

Protege completamente la memoria de datos EEPROM interna del microcontrolador (Evita su lectura).

<WRT1:WRT0> - Flash Program Memory Write Enable Bits

Protege parte de la memoria de programa Flash para imposibilitar su escritura. Configurando los Bits <WRT1:WRT0> se puede proteger la mitad (4K/8K), un cuarto (2K/8K), un treintaidosavo (256/8k) o ninguna parte de la memoria.

4-In-Circuit Debugger

- Aquí entra en juego el bit **DEBUG**

Este bit activa la depuración In-Circuit (dentro del circuito o en tiempo real). Después de que el PIC se haya programado correctamente, el depurador obtiene el control del microcontrolador. Así, el usuario puede utilizar los comandos de depuración, ir ejecutando el código como considere y observar que ocurre con la memoria y los diferentes registros de micro. Este modo habilita al programador a monitorizar la ejecución real de su programa y resolver errores.

En este modo, el depurador consume ciertos recursos del micro, que se muestran en la siguiente tabla:

TABLE 14-8: DEBUGGER RESOURCES

I/O pins	RB6, RB7
Stack	1 level
Program Memory	Address 0000h must be NOP
	Last 100h words
Data Memory	0x070 (0x0F0, 0x170, 0x1F0) 0x1EB-0x1EF

5-Programacion a baja tensión

- Aquí entra en juego el bit **LVP**

Es simplemente otro modo de programación ICSP en el cuál se permite utilizar un voltaje Vdd en un rango de operación determinado. Esto significa que Vdd no tiene por qué ser llevado hasta V_{IHH} . El pin RB3 se utiliza para este modo de programación. Para más información sobre este modo de programación ojea la hoja de características del microcontrolador PIC16F877A.