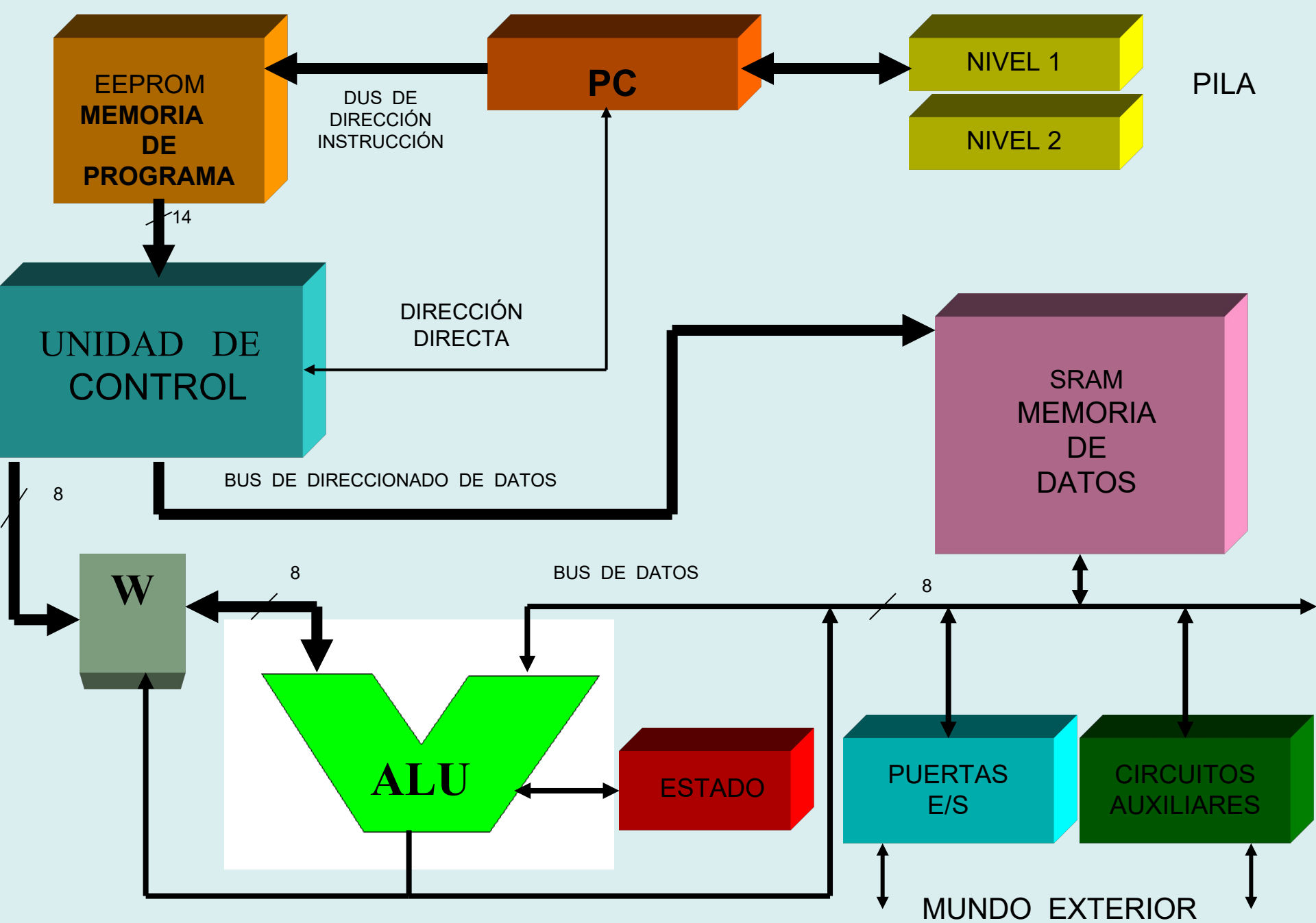


EQUIPOS MICROPROGRAMABLES

23. MICROCONTROLADORES PIC

Indice

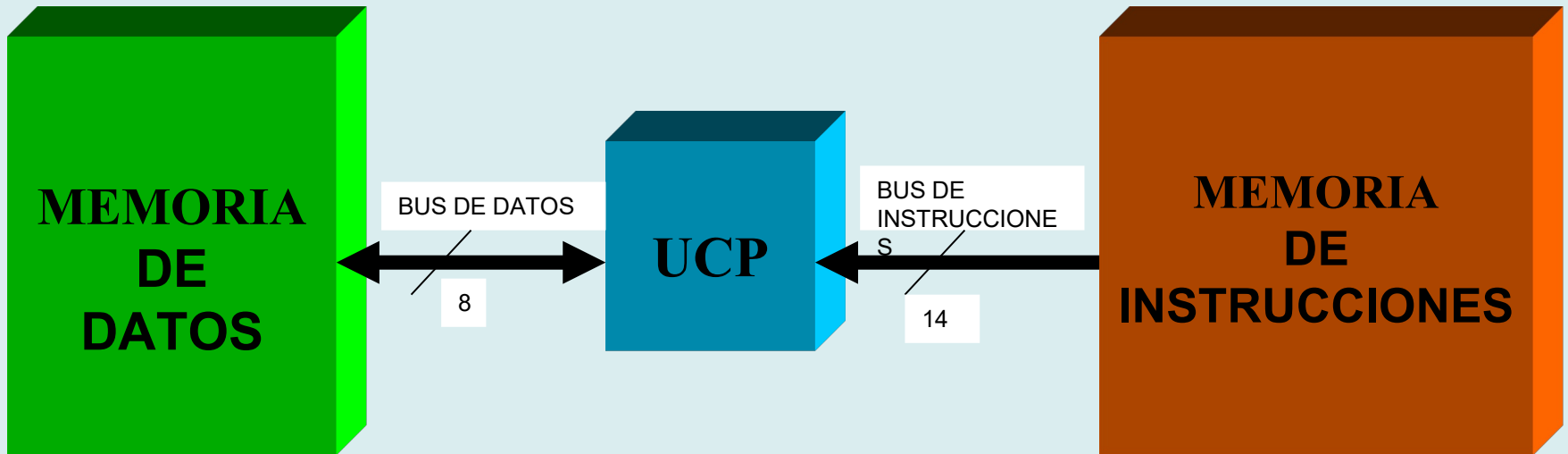
- **PIC.**
 - Estructura.
 - Características relevantes.
 - Categorías de los PIC.
- **PIC 16F84.**
 - Comparativas.
 - Características.
 - Memoria.
 - Pines.
 - Circuitos relacionados.
 - Instrucciones.
 - Lenguaje ensamblador.



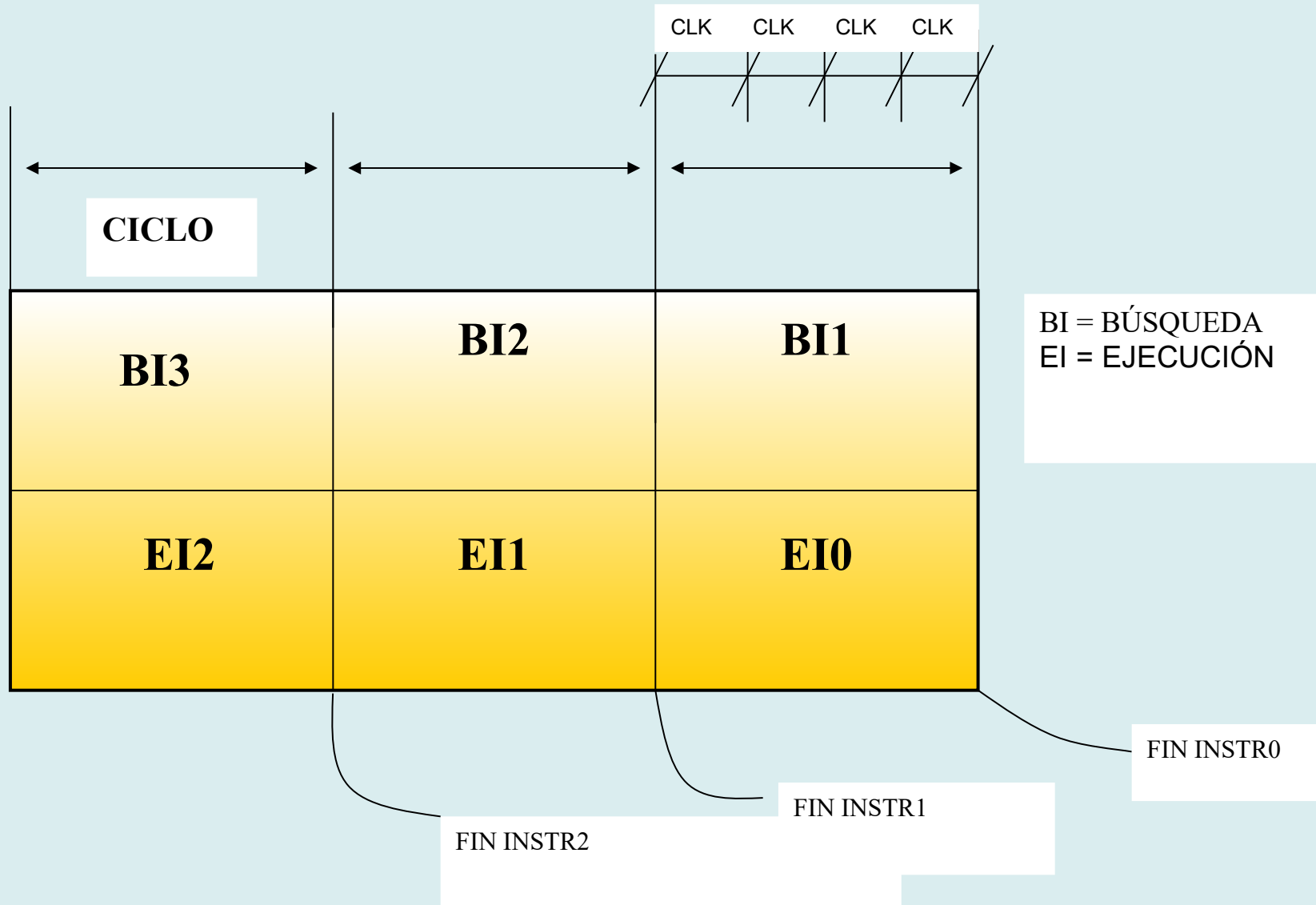
CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

- LA ARQUITECTURA DEL PROCESADOR SIGUE EL MODELO HARVARD.
- SE APLICA LA TÉCNICA DE SEGMENTACIÓN (PIPE-LINE) EN LA EJECUCIÓN DE LAS INSTRUCCIONES.
- EL FORMATO DE TODAS LAS INSTRUCCIONES TIENE LA MISMA LONGITUD.
- PROCESADOR RISC (COMPUTADOR DE JUEGO DE INSTRUCCIONES REDUCIDO)

Arquitectura HARVARD



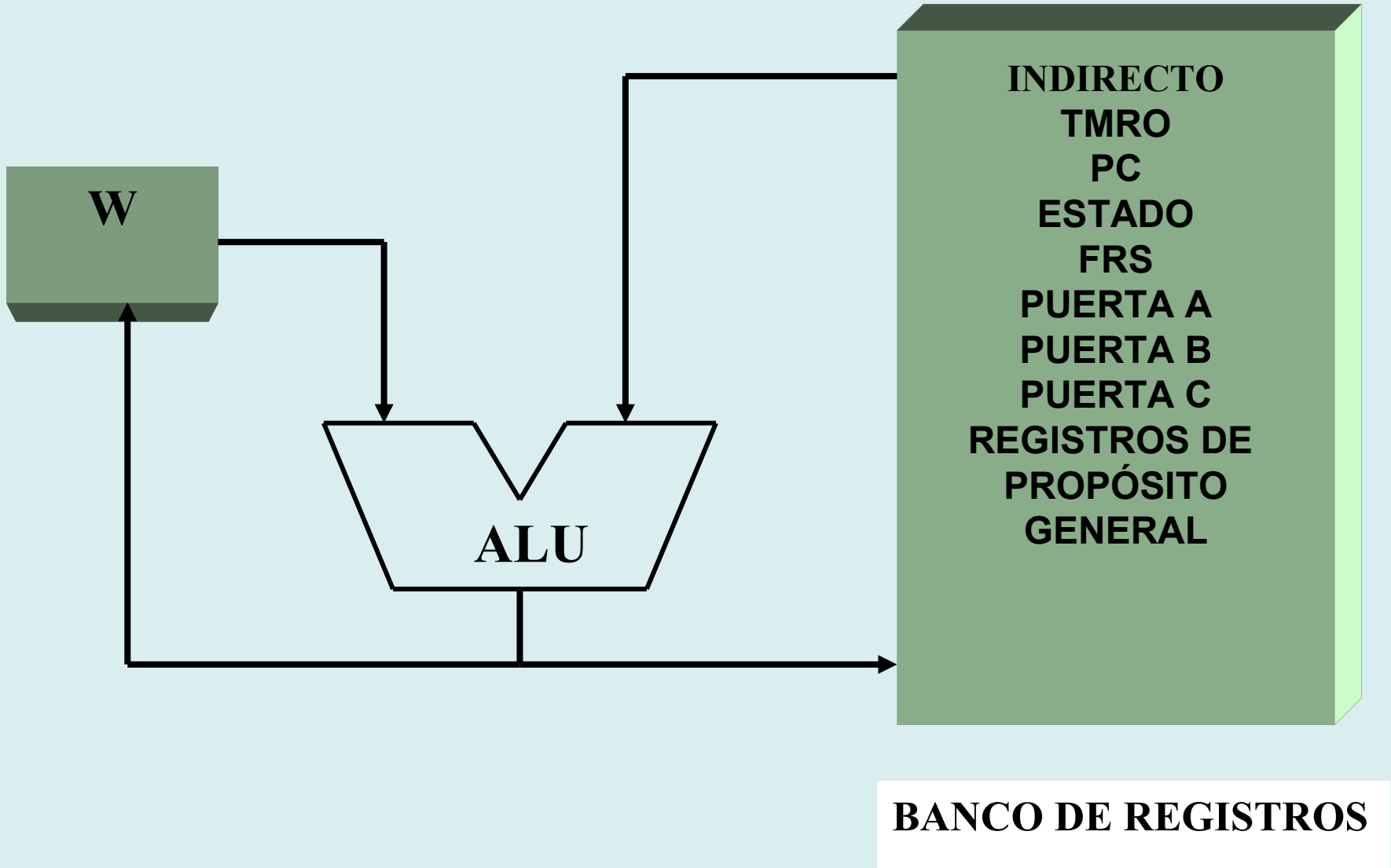
TÉCNICA DE SEGMENTACIÓN (“PIPE-LINE”)



CARACTERÍSTICAS RELEVANTES

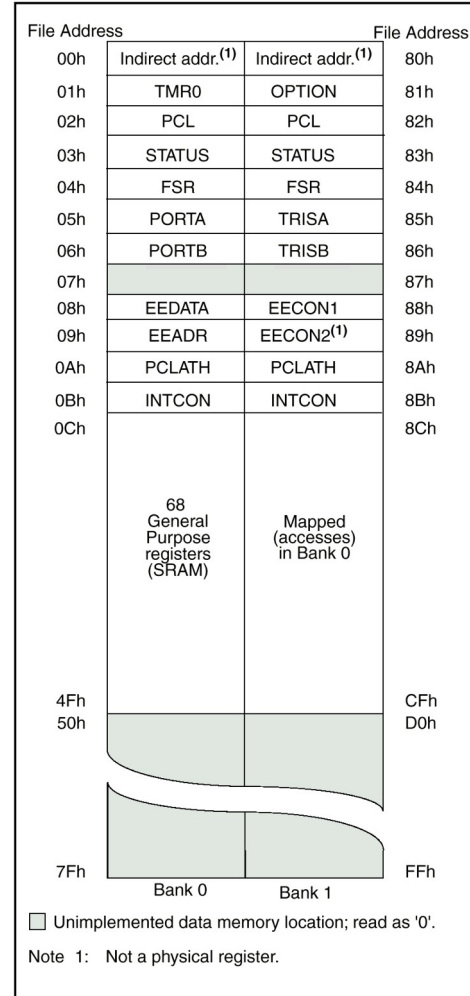
- TODAS LAS INSTRUCCIONES SON ORTOGONALES
(todos los elementos pueden ser fuente o destino)
- ARQUITECTURA BASADA EN UN “BANCO DE REGISTROS”
(internamente todos los objetos del sistema están implementados físicamente como registros)
- DIVERSIDAD DE MODELOS DE MICROCONTROLADORES CON PRESTACIONES Y RECURSOS DIFERENTES.
- HERRAMIENTAS DE SOPORTE POTENTES Y ECONÓMICAS.
- WATH DOG.
- MODO SLEEP.

ESTRUCTURA ORTOGONAL

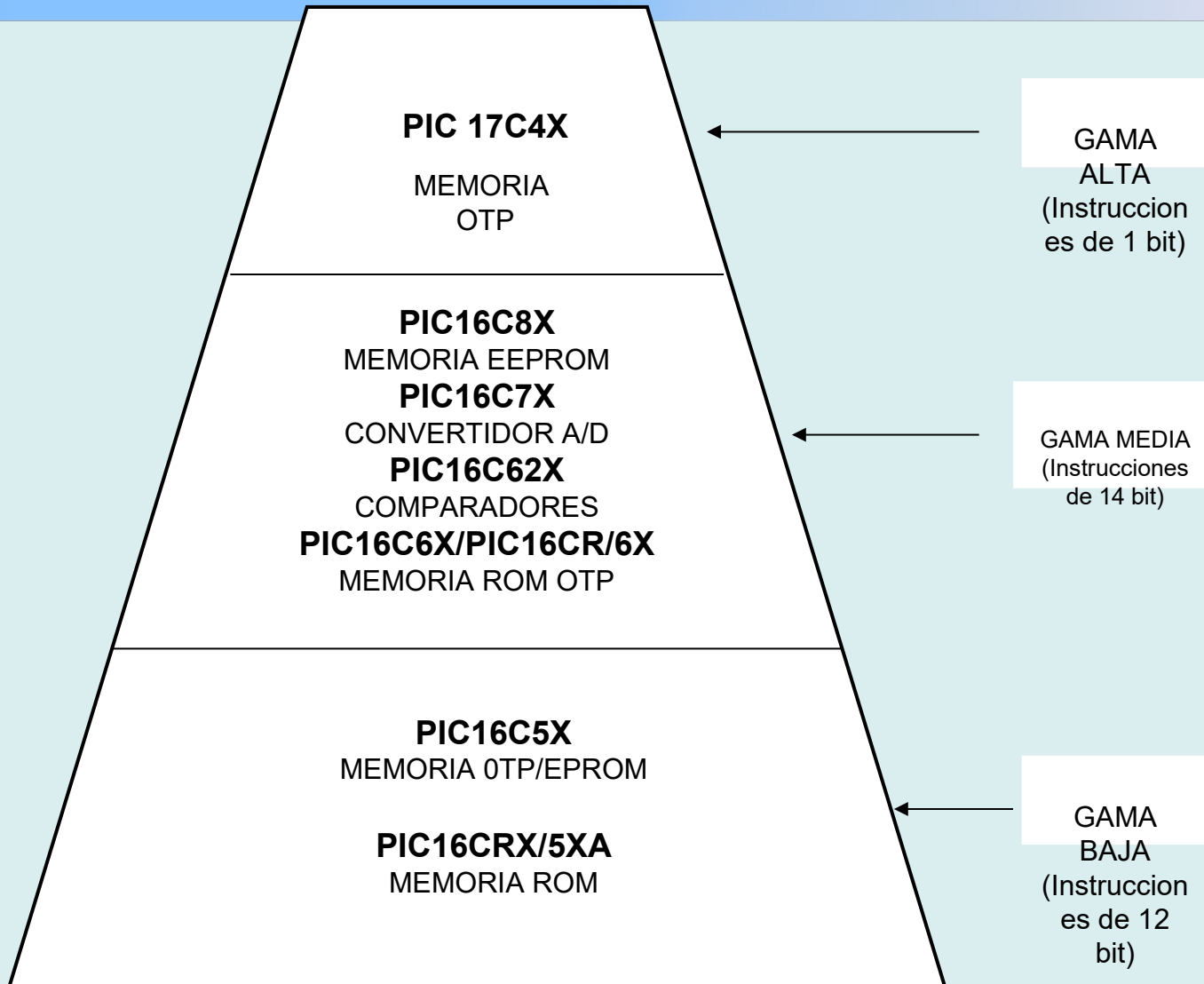


BANCO DE REGISTROS

**FIGURE 4-2: REGISTER FILE MAP -
PIC16F84/CR84**



LAS TRES CATEGORÍAS DE LOS PIC



CARACTERÍSTICAS DE LA GAMA BAJA

- SISTEMA **POR** (“POWER ON RESET”) autorreset al conectar la alimentación
- PERRO GUARDIÁN (WATCHDOG) reset en caso de quedar “colgado”
- CÓDIGO DE PROTECCIÓN. Así se impide su lectura una vez grabado.
- LINEAS DE E/S DE ALTA CORRIENTE
- MODO DE REPOSO (BAJO CONSUMO O “SLEEP”)

- SÓLO PUEDE ENCADENAR DOS SUBROUTINAS
- NO ADMITEN INTERRUPCIONES

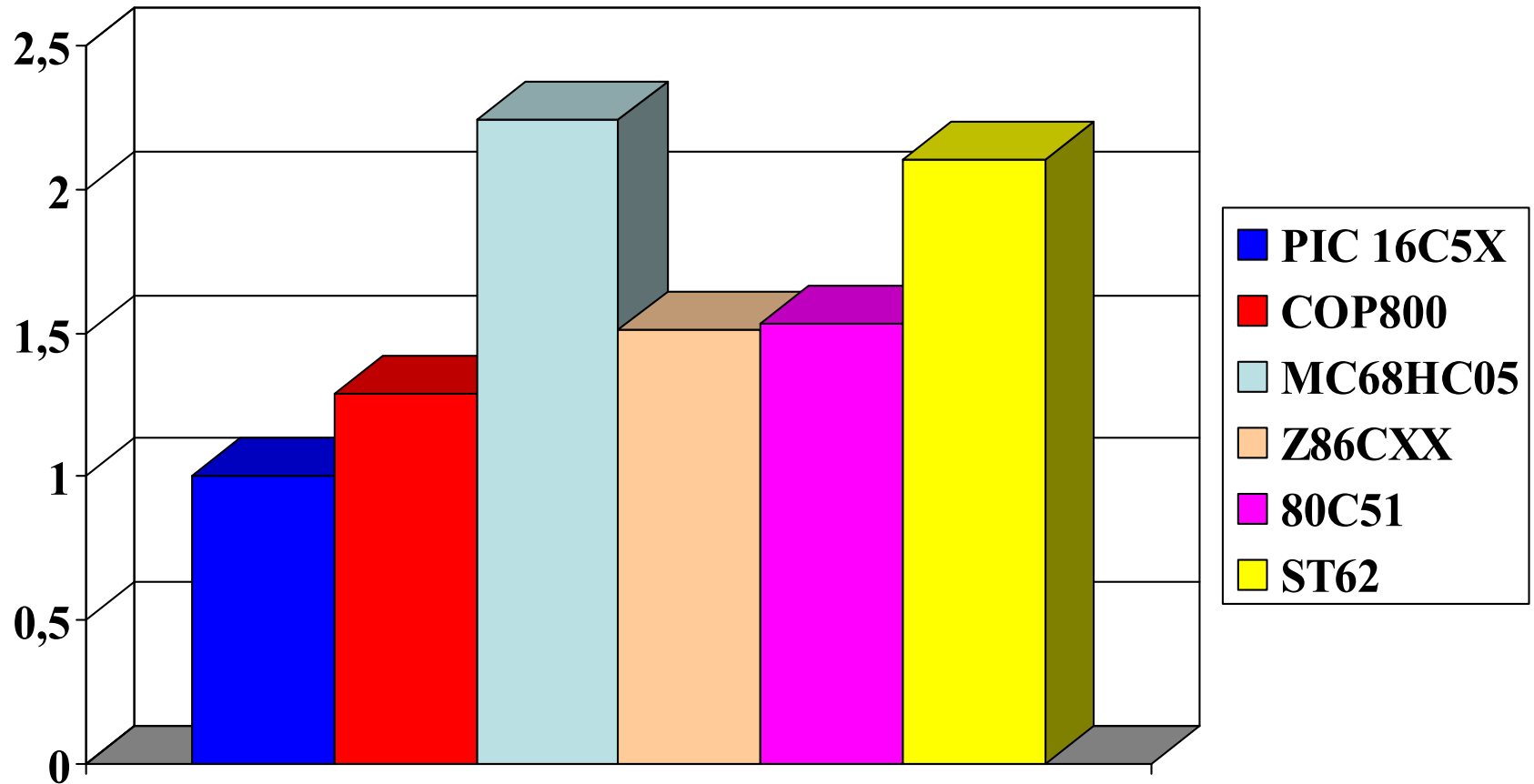
GAMA MEDIA Y ALTA

- MEMORIA OTP, EPROM, EEPROM
- VERSIONES PARA APLICACIONES COMPLEJAS:
 - INTERRUPCIONES
 - COMPARADORES ANALÓGICOS
 - CONVERTIDORES A/D
 - PUERTOS SERIE
 - TEMPORIZADORES
- BUSES DE EXPANSIÓN EN LA GAMA ALTA

Gama Media: Pic 16F84

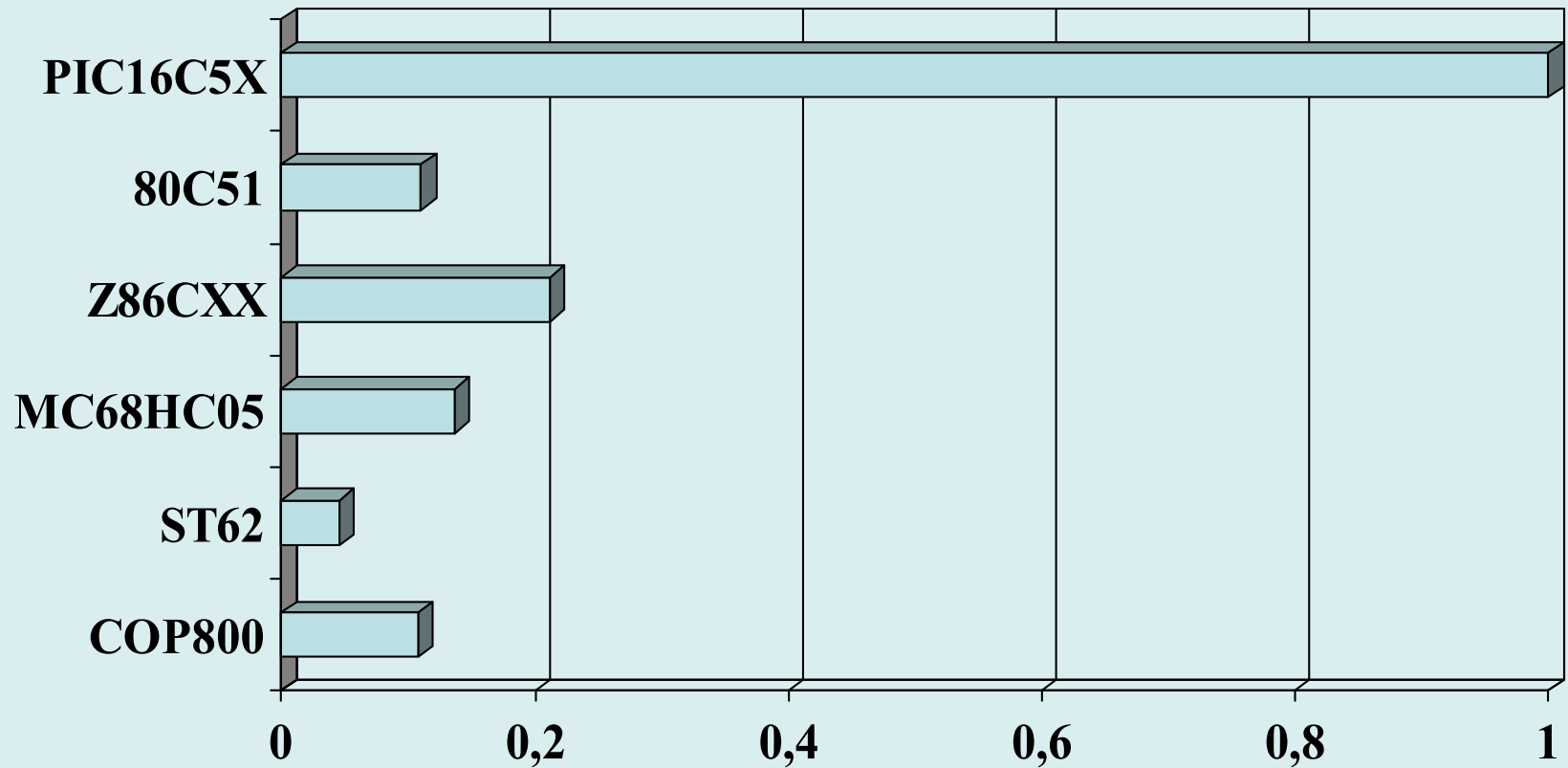
MODELO	MEMORIA PROGRAMA	MEMORIA DATOS		REGISTROS ESPECÍFICOS	TEMPORIZADORES	INTERRUPCIONES	E/S	RANGO VOLTAJE	PATITAS
		RAM	EEPROM						
PIC16C84	1Kx14 EEPROM	36	64	11	TMR0 + WDT	4	13	2-6	18
PIC16F84	1Kx14 FLASH	68	64	11	TMR0 + WDT	4	13	2-6	18
PIC16F83	512x14 FLASH	36	64	11	TMR0 + WDT	4	13	2-6	18
PIC16CR84	1Kx14 ROM	68	64	11	TMR0 + WDT	4	13	2-6	18
PIC16CR83	512x14 ROM	36	64	11	TMR0 + WDT	4	13	2-6	18

ANALISIS COMPARATIVO DE PRESTACIONES TAMAÑO OCUPADO POR EL CÓDIGO



ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRESTACIONES

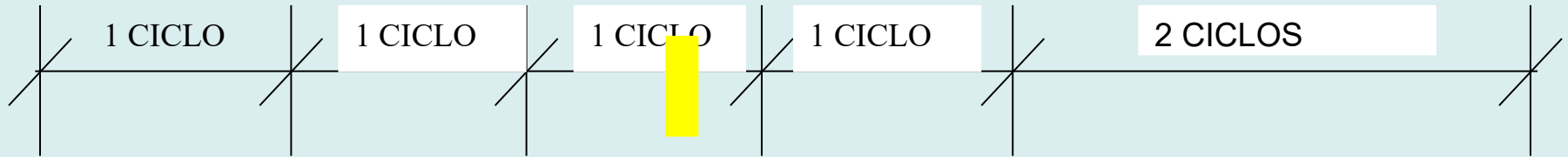
VELOCIDAD DE EJECUCIÓN



CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F84

- TIENE 35 INSTRUCCIONES
- TODAS LAS INSTRUCCIONES SON DE UN CICLO, EXCEPTO LAS DE SALTO QUE OCUPAN DOS.
- FRECUENCIA DE RELOJ DE 10MHz
(400ns por ciclo)

SEGMENTACIÓN CON SALTO



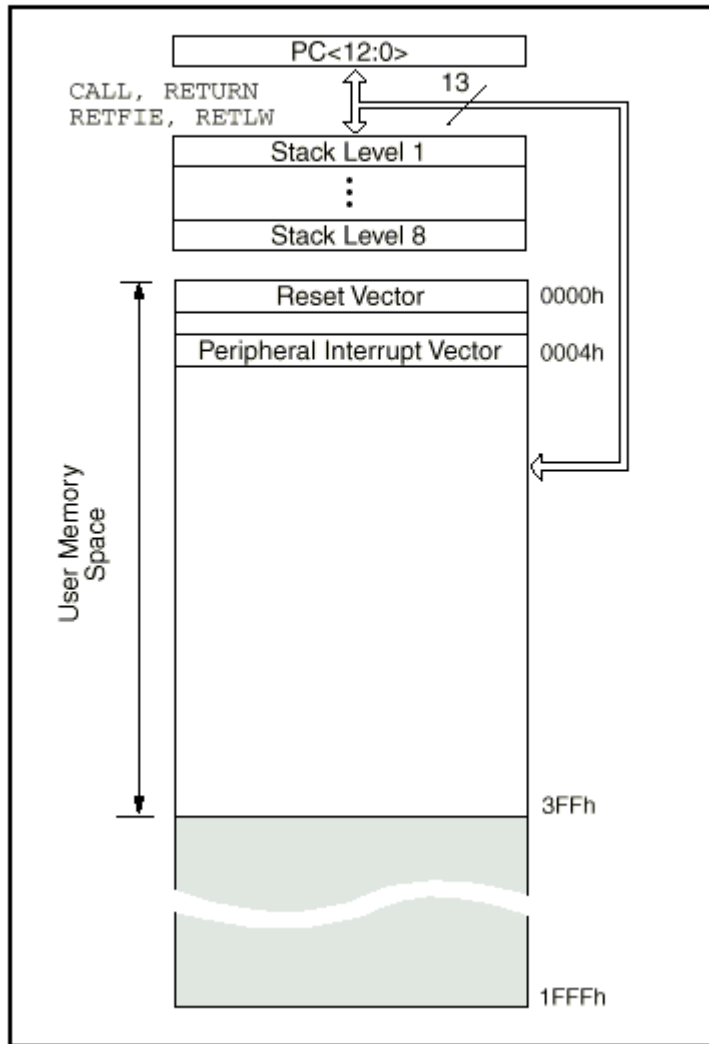
BÚSQUEDA 1 ^a	EJECUCIÓN 1 ^a				
	BÚSQUEDA 2 ^a	EJECUCIÓN 2 ^a			
		BÚSQUEDA 3 ^a	EJECUCIÓN 3 ^a		
			BÚSQUEDA 4 ^a	NOP	
				BUS. 1 ^a SAL	EJEC.1 ^a SAL

MEMORIA

- **MEMORIA DE PROGRAMA (FLASH) DE 1 K**
 - Bus de 14 bit.
- **MEMORIA DATOS.**
 - Bus 8 bits.
 - **MEMORIA RAM DE DATOS DE 68 B.**
 - **MEMORIA EEPROM DE DATOS DE 64 B.**

Memoria programa

FIGURE 4-2: PROGRAM MEMORY MAP AND STACK - PIC16F84/CR84

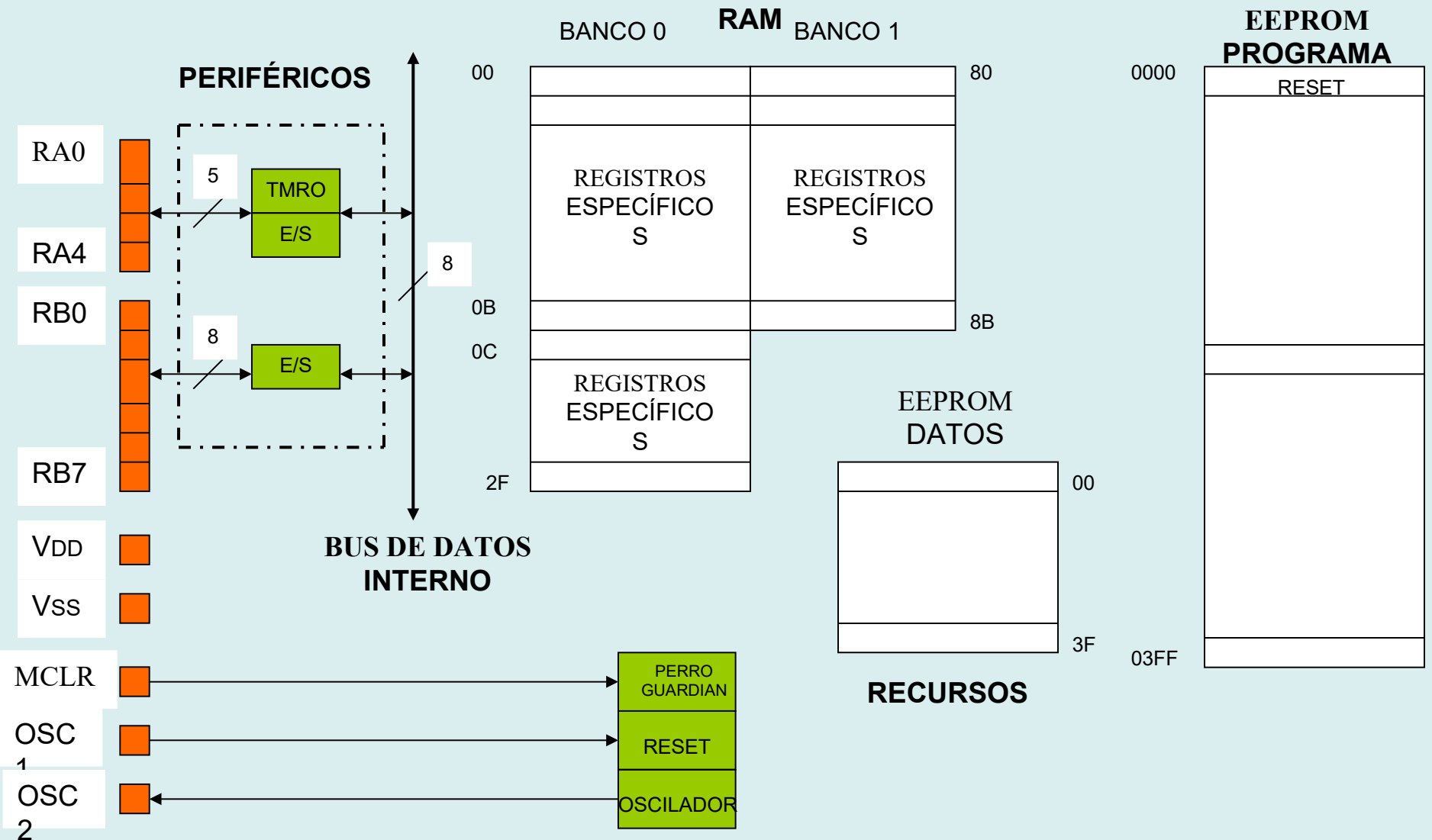


- Contador de 13bit que direcciona 14 bit de ancho de palabra.
- Vector reset 0000h.
- Vector interrupción 0004h

Memoria datos.

- Registros especiales de función. (Controlan el funcionamiento del micro)
- Registros de propósito general.
 - Memoria banked.
 - Se selecciona cada banco con bit de control.
 - Las 12 primeras posiciones de cada banco son para SFR. (EEPROM)
 - El resto es de propósito general (RAM).

MEMORIA, RECURSOS Y PERIFERICOS DEL PIC16C84



CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F84

• MEMORIA

- ADMITE 1000 CICLOS DE ESCRITURA-BORRADO DE LA MEMORIA DE PROGRAMA.**
- 10.000.000 CICLOS DE ESCRITURA-BORRADO DE LA MEMORIA EEPROM DE DATOS**
- TIEMPO DE CONSERVACIÓN DE DATOS EN LA EEPROM MAYOR DE 40 AÑOS.**

CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F84

- **PATILLAS**

- **13 PATILLAS DE ENTRADA-SALIDA CON CONTROL INDEPENDIENTE.**
- **ALTA CORRIENTE DE SALIDA EN LAS PATILLAS DE ENTRADA-SALIDA:**
 - **CORRIENTE MÁXIMA DE ENTRADA 25mA**
 - **CORRIENTE MÁXIMA DE SALIDA 20 mA**
- **CONTADOR/TEMPORIZADOR TMRO DE 8 BITS PROGRAMABLE**

CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F84

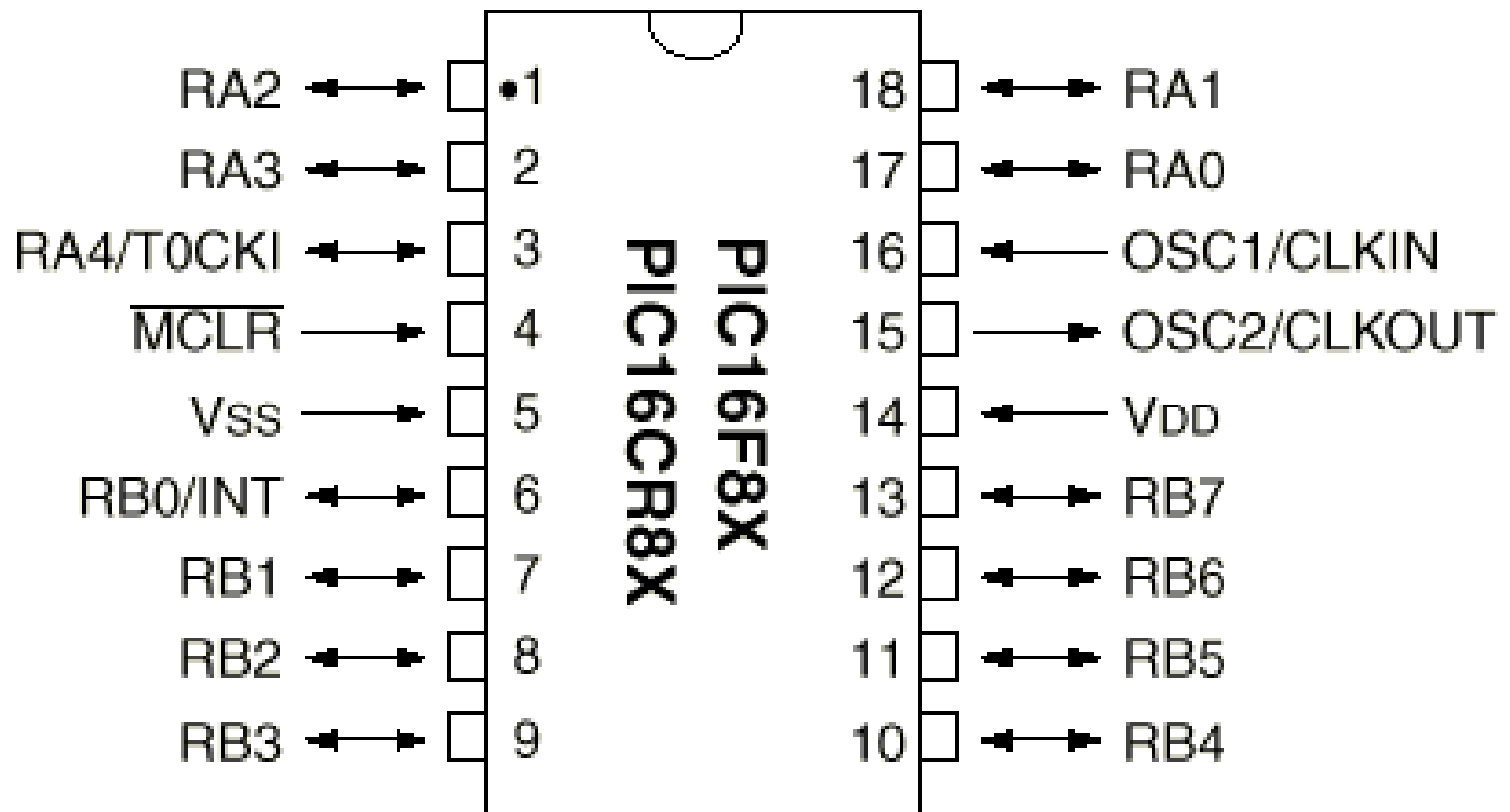
- **BUS DE DATOS DE 8 BITS**
- **15 REGISTROS PARA FUNCIONES ESPECIALES**
- **PILA DE 8 NIVELES**
- **DIRECCIONAMIENTOS DIRECTO, INDIRECTO Y RELATIVO.**
- **CUATRO TIPOS DE INTERRUPTIÓN:**
 - **POR PETICIÓN EXTERNA EN RBO/INT**
 - **POR DESBORDAMIENTO DEL TMR0**
 - **POR PETICIÓN POR PATILLAS 4 A 7 DEL PUERTO B**
 - **POR LLENADO DEL BANCO EEPROM DE DATOS.**

CARACTERÍSTICAS DEL PIC16F84

- **ALIMENTACIÓN Y CONSUMO**
- **TECNOLOGÍA CMOS**
- **ALIMENTACIÓN DE 2 A 6 VOLTIOS**
- **BAJO CONSUMO Y ALTA VELOCIDAD**
 - **< 2 mA a 5V y 4MHz**
 - **15 μ A a 2V y 32KHZ**
 - **< 1 μ A EN MODO SUEÑO A 2V.**

Pin Diagrams

PDIP, SOIC



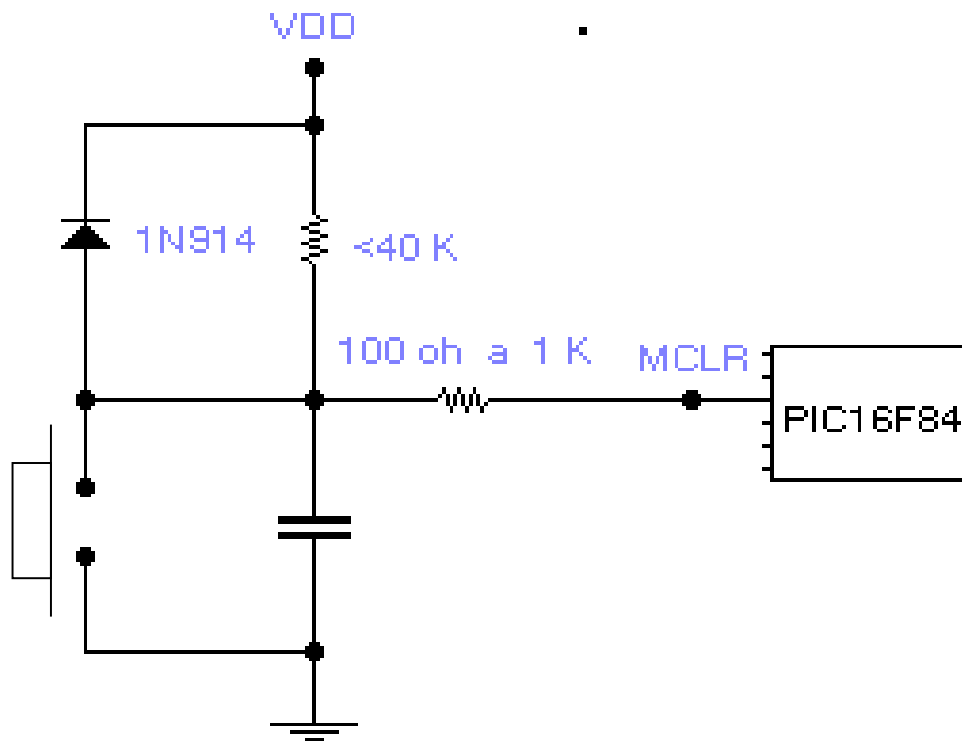
DESCRIPCIÓN DE LAS PATITAS

- V_{DD} POSITIVO DE LA ALIMENTACIÓN (3 - 6 VOLTIOS)
- V_{SS} TIERRA
- **OSC1/CLKIN** ENTRADA AL CRISTAL O RELOJ EXTERNO
- **OSC2/CLKOUT** SALIDA DEL CRISTAL. EN MODO R-C
POR ESTA PATITA SALE $1/4$ DE F_{osc1}
- **MCLR** RESET EXTERNO. CON 0 RESETEA.

DESCRIPCIÓN DE LAS PATITAS 2

- **RA0-RA3** ENTRADA-SALIDA DIGITALES
- **RA4/TOCKI** E/S DIGITAL.TAMBIÉN SE PUEDE SELECCIONAR COMO ENTRADA DEL RELOJ PARA EL TMR0
- **RB0/INT** E/S DIGITAL CON PULL-UP PROGRAMABLE O ENTRADA DE INTERRUPCIÓN EXTERNA.
- **RB1-RB3** E/S DIGITALES.
- **RB4-RB7** E/S DIGITALES O ENTRADAS DE INTERRUPCIÓN.

CIRCUITO DE RESET MANUAL



**RESET
MANUAL**

**ESTE CIRCUITO TAMBIÉN ES ÚTIL CUANDO LA TENSIÓN
DE ALIMENTACIÓN SUBE MUY DESPACIO**

FORMATO DE LAS INSTRUCCIONES

TODAS LAS INSTRUCCIONES SON DE 14 BITS

CÓDIGO DE OPERACIÓN

DIRECCIONAMIENTO DEL DATO

HAY TRES TIPOS DE DIRECCIONAMIENTO:

INMEDIATO:

C.O.

DATO

DIRECTO:

C.O.

DIRECCIÓN DEL DATO

INDIRECTO:

C.O.

REGISTRO QUE CONTIENE LA DIRECCIÓN DEL DATO

DESCRIPCIÓN DE LAS INSTRUCCIONES

OPERANDOS:

f CAMPO DE 5 BITS QUE CONTIENE LA DIRECCIÓN DE UN REGISTRO

d DESTINO

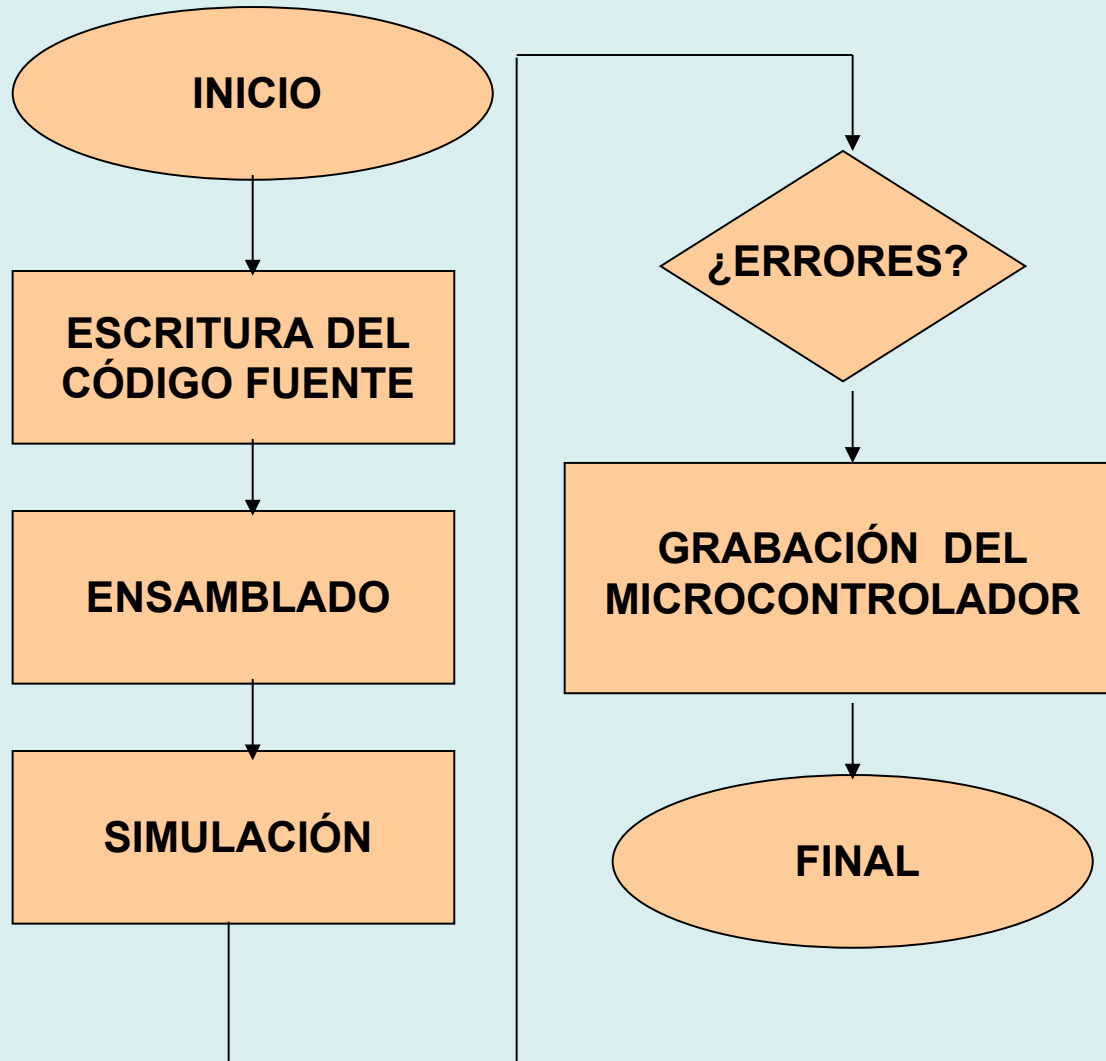
d = 0 El destino es w

d = 1 El destino es f

b CAMPO DE TRES BITS QUE DETERMINA LA POSICIÓN DE UN BIT DENTRO DE UN REGISTRO DE OCHO BITS.

k CAMPO DE OCHO BITS QUE REPRESENTA UN DATO.

GRABADO DEL PIC



LOS CIRCUITOS DE RELOJ

LOS PIC ADMITEN 4 CIRCUITOS DIFERENTES DE RELOJ. HAY QUE RECORDAR QUE PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO HAY QUE INFORMAR AL PIC QUÉ CIRCUITO VA A USAR. ESTO SE HACE CON LA “PALABRA DE CONFIGURACIÓN”:

11 : RC. OSCILADOR RC DE BAJO COSTE.

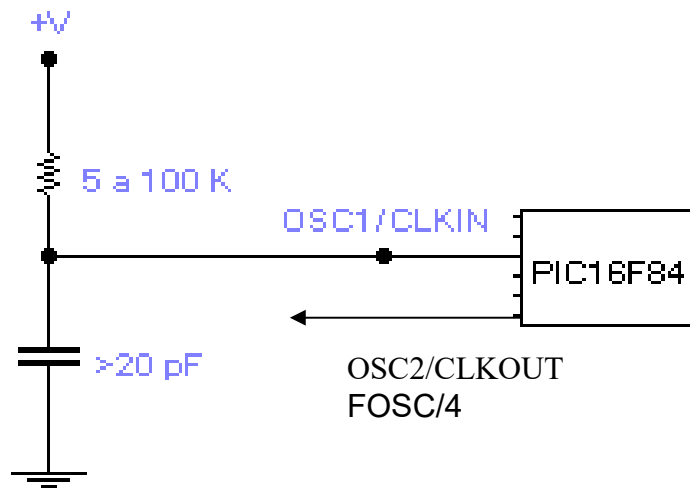
10 : HS. OSCILADOR DE ALTA VELOCIDAD (8 –20 MHz)

01 : XT. OSCILADOR ESTÁNDAR (100 KHz-4MHz)

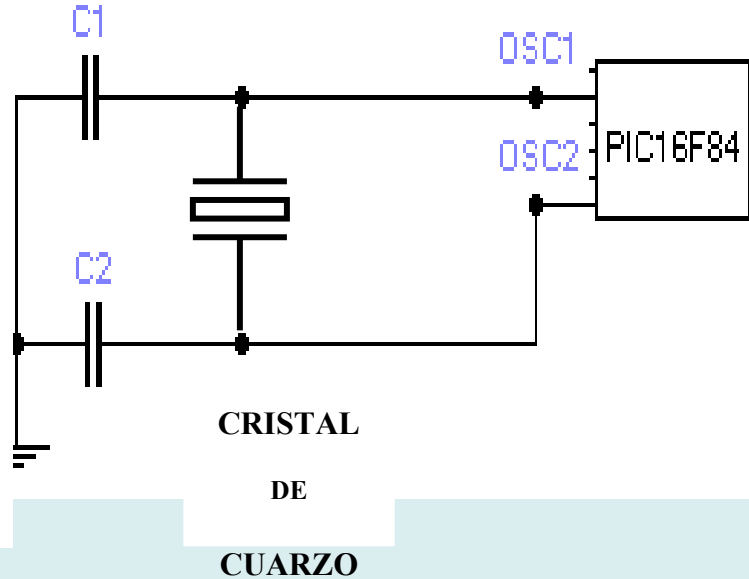
00 : LP. OSCILADOR DE BAJO CONSUMO (32-200 KHz) PARA APLICACIONES DE MUY BAJO CONSUMO.

LOS CIRCUITOS DE RELOJ

CONFIGURACIÓN RC



CONFIGURACIÓN LP, XT Y HS



PALABRA DE CONFIGURACIÓN

13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CP1	CP0	CP1	CP0	CP1	CP0	---	BOD EN	CP1	CP0	PW RTE	WD TE	FOS C1	FOS C0

FOSC1 : FOSC0 : SELECCIONA EL TIPO DE OSCILADOR

- 11 = RC Oscilador de bajo costo
- 10 = HS Oscilador de alta velocidad
- 01 = XT Oscilador estándar
- 00 = LP Oscilador de bajo consumo.

WDTE : BIT DE ACTIVACIÓN DEL “WATCHDOG” (WDT)

- 1 = WDT activado
- 0 = WDT desactivado

CP : BIT DE PROTECCIÓN DEL CÓDIGO

- 1 = Código no protegido
- 0 = Código protegido.

BODEN: DETECCIÓN DEL “Brown-Out (Fallo de alimentación)”

- 1 = Detección activada
- 0 = Detección desactivada

REGISTRO DE ESTADO

R R

IRP	RP1	RP0	TO	PD	Z	DC	C
-----	-----	-----	----	----	---	----	---

C: ACARREO DEL 8º BIT

1 = Acarreo en la suma y no en la resta

0 = Acarreo en la resta y no en la suma

DC: ACARREO DEL 4º BIT DE MENOS PESO

1 = Acarreo en la suma y no en la resta

0 = No acarreo en la suma

En la resta es al contrario

Z: ZERO

1 = El resultado de la operación es 0

0 = El resultado es distinto de 0

PD: POWER DOWN

1 = Tras conectar Vdd o ejecutar CLRWDWT

0 = Al ejecutar la instrucción SLEEP

TO: TIMER OUT

1 = Tras conectar Vdd o ejecutar CLRWDWT o SLEEP

0 = Al rebasar el tiempo de WDT

RP1:RP0

NO SE USA EN EL 16F84

IRP: SELECCIÓN DE BANCOS PARA EL DIRECCIONAMIENTO INDIRECTO

0 = Bancos 0 y 1 (00-FFH)

1 = Bancos 2 y 3 (100-1FFH)