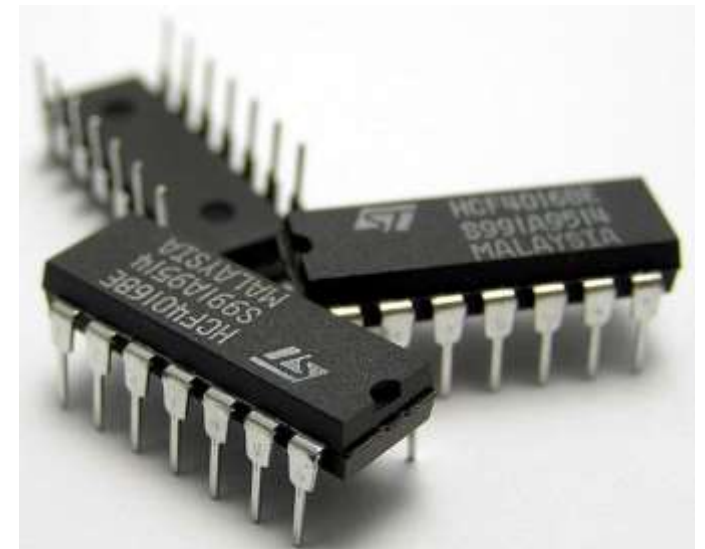




Microcontroladores - PIC

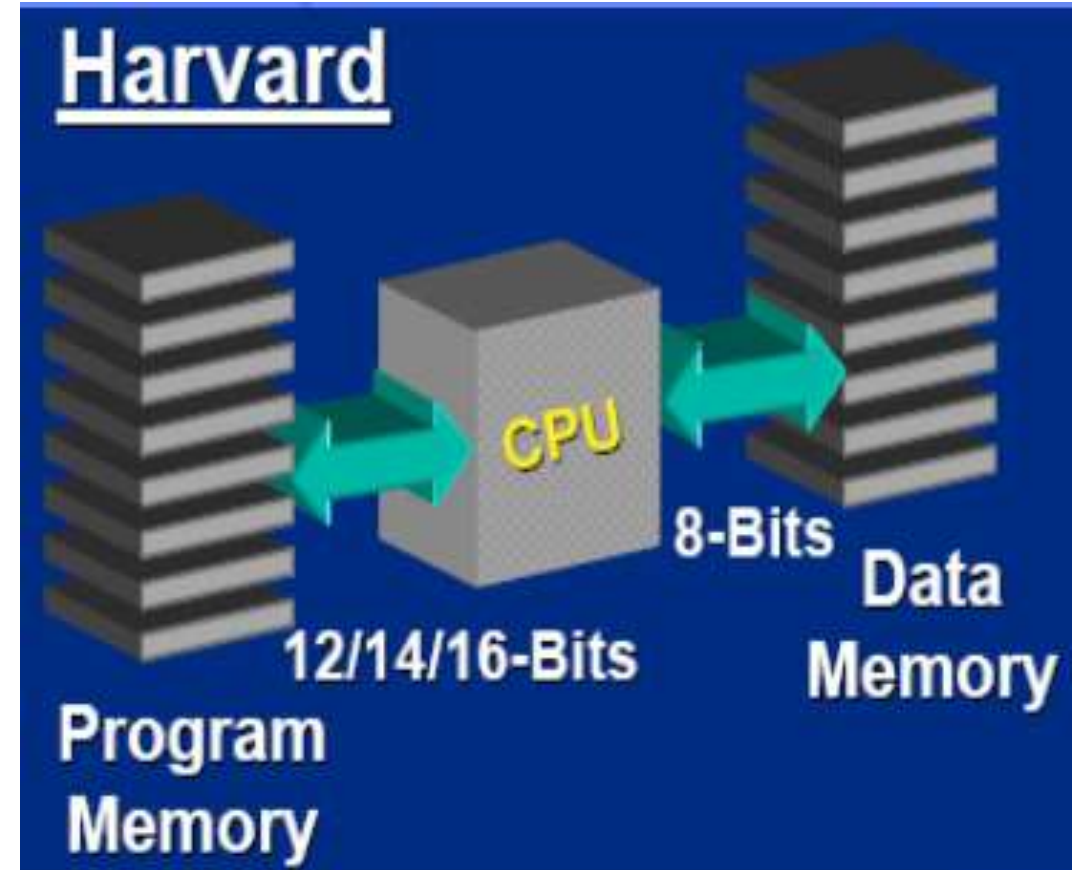
Prof. Dr. Elton Alves

FACULDADE DE
ENGENHARIA DE
COMPUTAÇÃO E ELÉTRICA
MICROPROCESSADORES E
MICROCONTROLADORES

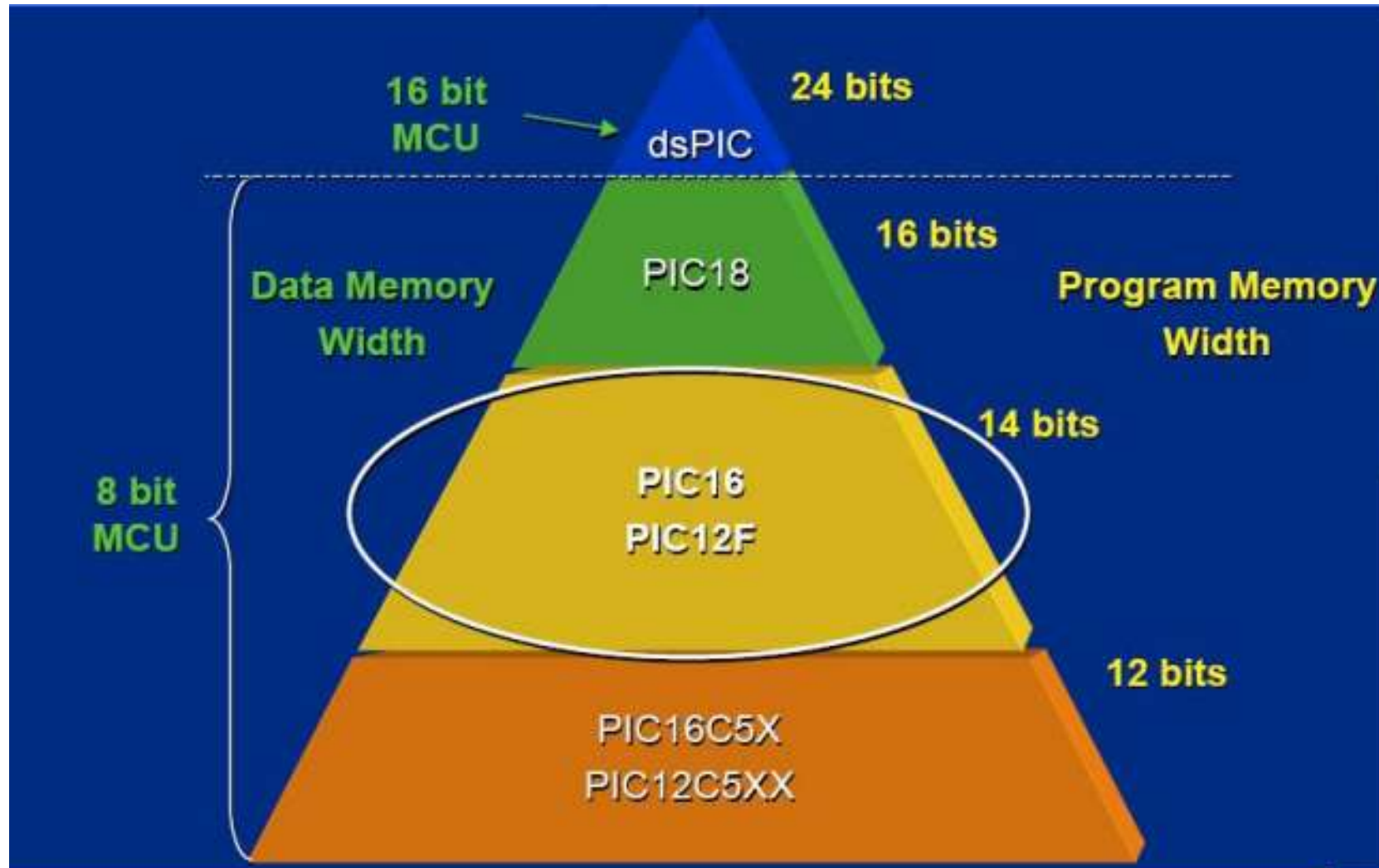


Microcontroladores PIC

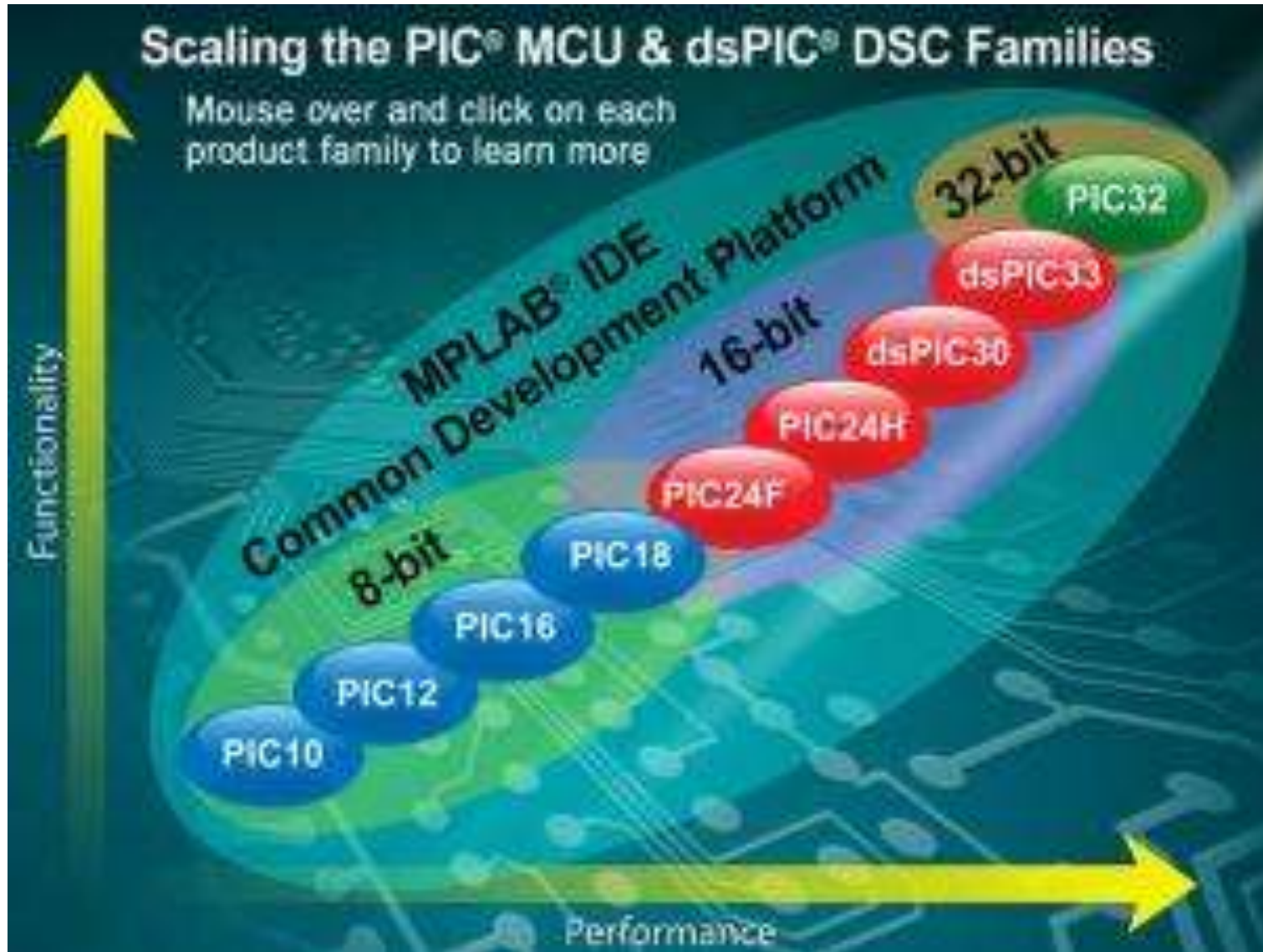
- ❑ É uma família de dispositivos fabricados pela **Microchip**.
- ❑ Utilizam arquitetura **RISC**, com frequência de clock de até 40Mhz.
- ❑ Possui dois tipos de memória, uma para **dados** e outra para as **instruções**.
- ❑ Barramento de dados separado do barramento de programa.
- ❑ Existem basicamente três famílias de PIC diferenciadas pelo tamanho da palavra da memória de programa: **12, 14 e 16 bits**. Todos esses dispositivos possuem um barramento interno de dados de **8 bits**.



A Família de Microcontroladores PIC

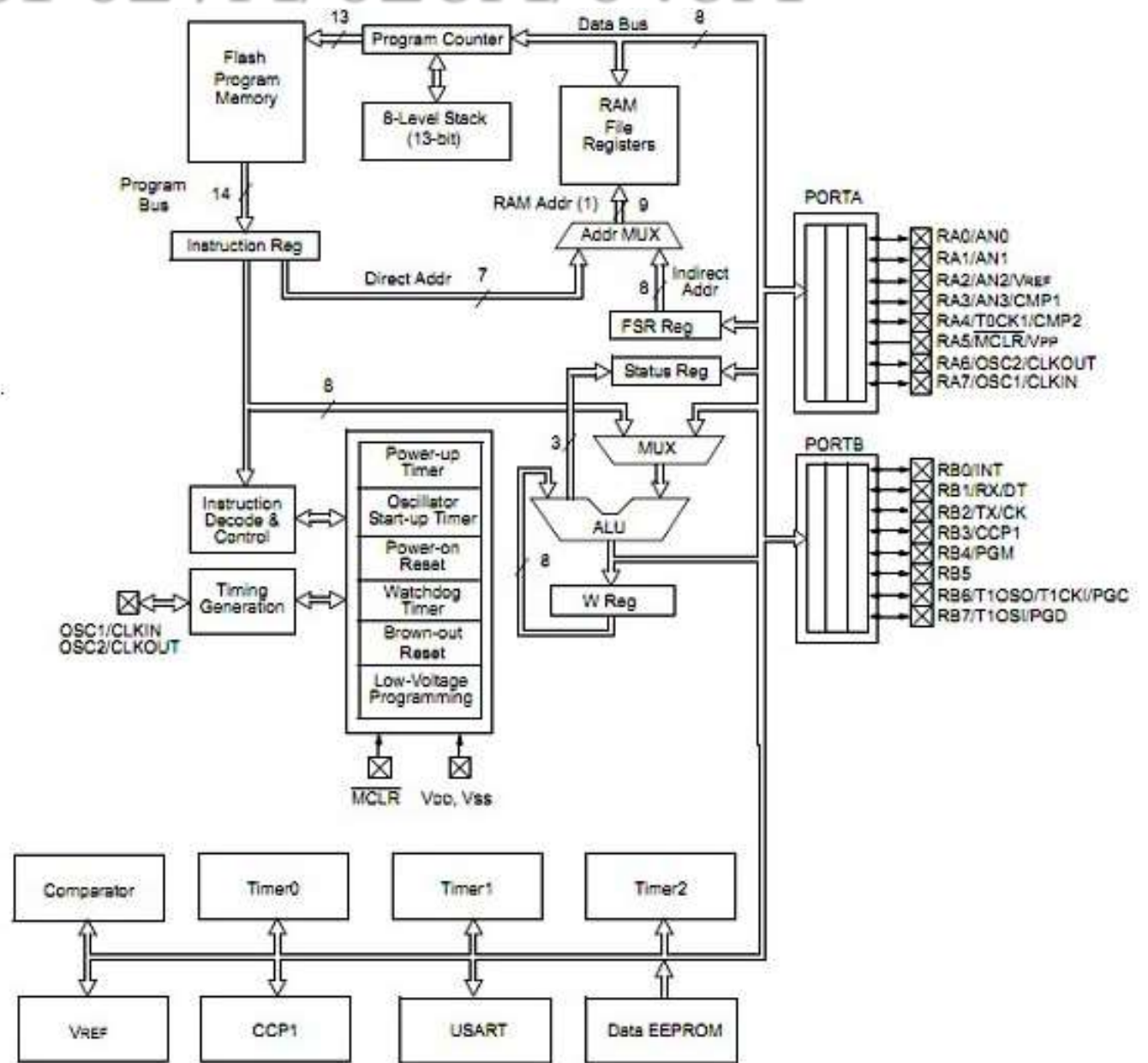


A Família de Microcontroladores PIC



Família PIC 16F627A/628A/648A

□Arquitetura básica:

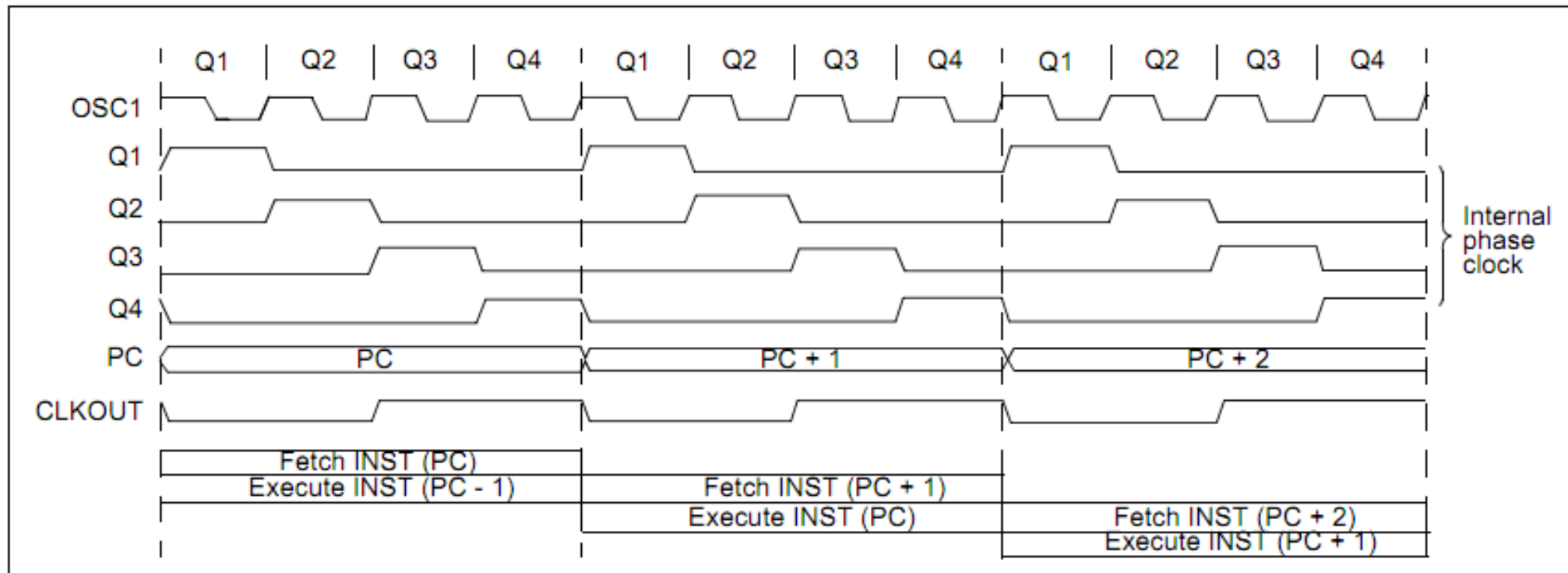


Família PIC

PIC family	Stack size (words)	Instruction word size	Number of instructions	Interrupt vectors
12CXXX/12FXXX	2	12- or 14-bit	33	None
16C5XX/16F5XX	2	12-bit	33	None
16CXXX/16FXXX	8	14-bit	35	1
17CXXX	16	16-bit	58, including hardware multiply	4
18CXXX/18FXXX	32	16-bit	75, including hardware multiply	2 (prioritised)

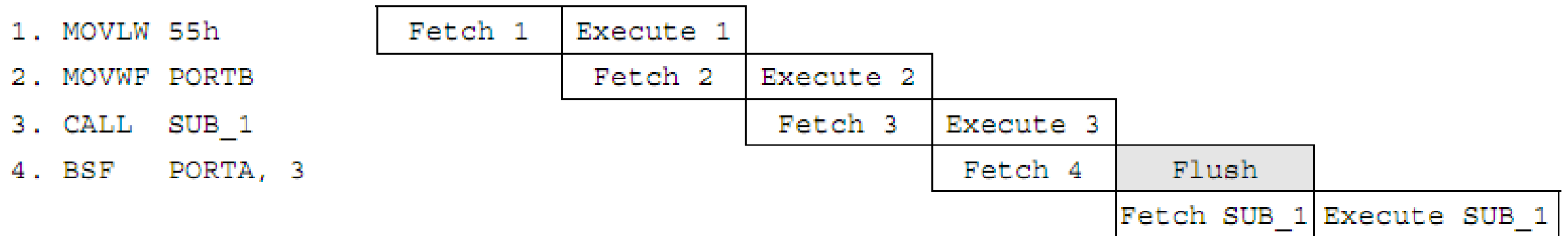
Ciclos de Máquina do PIC

CLOCK/INSTRUCTION CYCLE



Pipeline PIC

INSTRUCTION PIPELINE FLOW



Note: All instructions are single cycle except for any program branches. These take two cycles since the fetch instruction is “flushed” from the pipeline while the new instruction is being fetched and then executed.

Características de Desempenho da MUC do PIC

1. Capacidade de *pipeline* (enquanto executa uma instrução, o processador busca a próxima instrução na memória, de forma a acelerar a execução do programa).
2. Capacidade de execução de uma instrução por ciclo de máquina (**as instruções que provocam desvio no programa são executadas em dois ciclos de máquina. Observe que um ciclo de máquina no PIC equivale a quatro ciclos de clock.**
3. Cada instrução ocupa sempre apenas uma posição de memória de programa (devido à largura do barramento de dados da memória de programa ser maior, justamente para acomodar uma instrução inteira em apenas uma posição de memória).

Família PIC 16F627A/628A/648A

❑ Características:

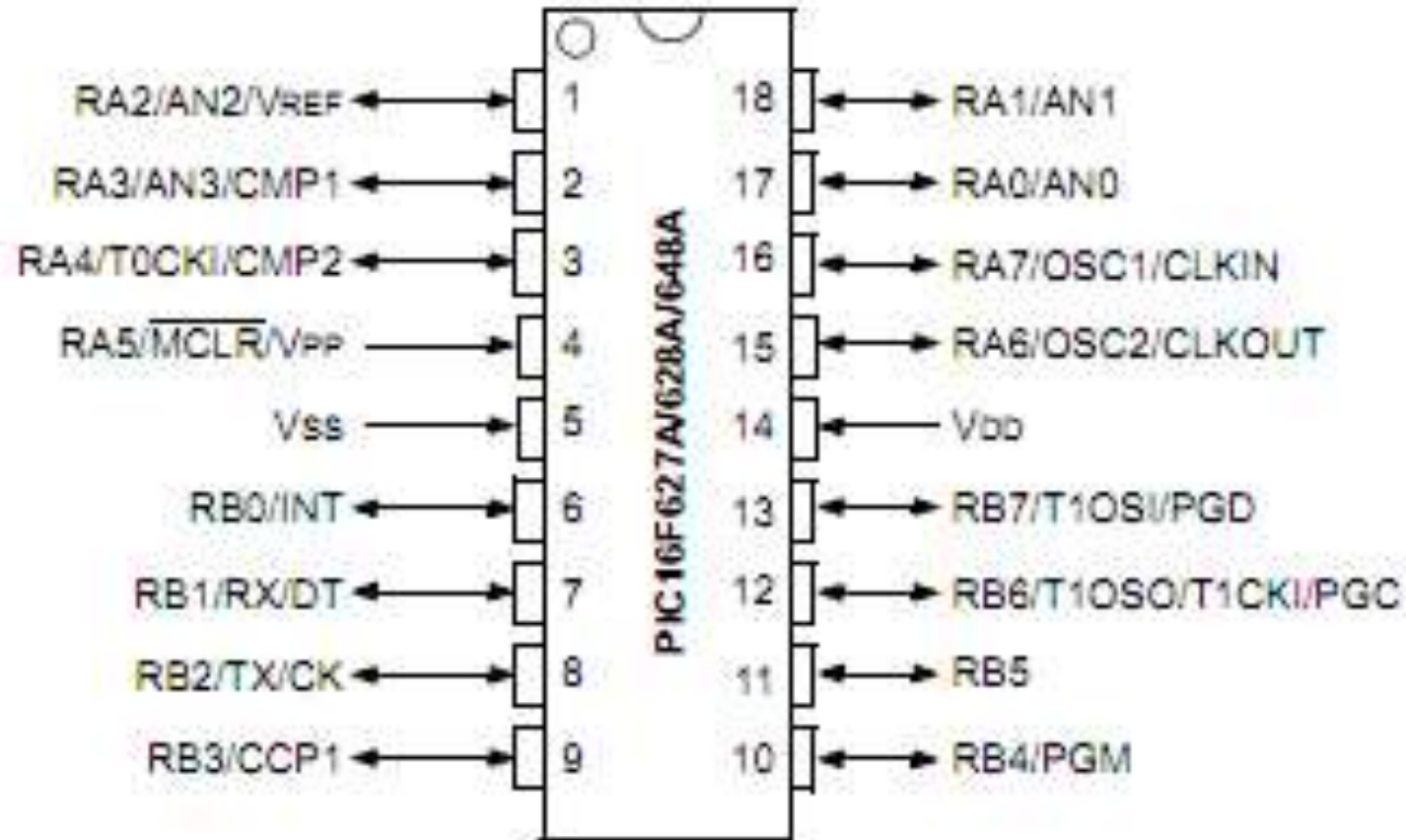
Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

PIC 16F628A

- ❑ Microcontrolador de 18 pinos, o que facilita a montagem de hardware experimentais.
- ❑ Até 16 portas configuráveis como entrada ou saída e 2 osciladores internos (4 MHz e 37 kHz).
- ❑ 10 interrupções disponíveis.
- ❑ Memória FLASH com 2.048 palavras.
- ❑ Memória EEPROM (não-volátil) interna com 128 bytes.
- ❑ Recursos adicionais avançado: módulo CCP, comparador interno e **USART**
- ❑ Programação com 14 bits e 35 instruções.

Família PIC 16F627A/628A/648A

□ Pinagem



Família PIC 16F627A/628A/648A

❑ Descrição da Pinagem:

Name	Function	Input Type	Output Type	Description
RA0/AN0	RA0	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN0	AN	—	Analog comparator input
RA1/AN1	RA1	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN1	AN	—	Analog comparator input
RA2/AN2/VREF	RA2	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN2	AN	—	Analog comparator input
	VREF	—	AN	VREF output
RA3/AN3/CMP1	RA3	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	AN3	AN	—	Analog comparator input
	CMP1	—	CMOS	Comparator 1 output
RA4/T0CKI/CMP2	RA4	ST	OD	Bidirectional I/O port
	T0CKI	ST	—	Timer0 clock input
	CMP2	—	OD	Comparator 2 output
RA5/ $\overline{\text{MCLR}}$ /VPP	RA5	ST	—	Input port
	$\overline{\text{MCLR}}$	ST	—	Master clear. When configured as $\overline{\text{MCLR}}$, this pin is an active low Reset to the device. Voltage on $\overline{\text{MCLR}}$ /VPP must not exceed VDD during normal device operation.
	VPP	—	—	Programming voltage input

Família PIC 16F627A/628A/648A

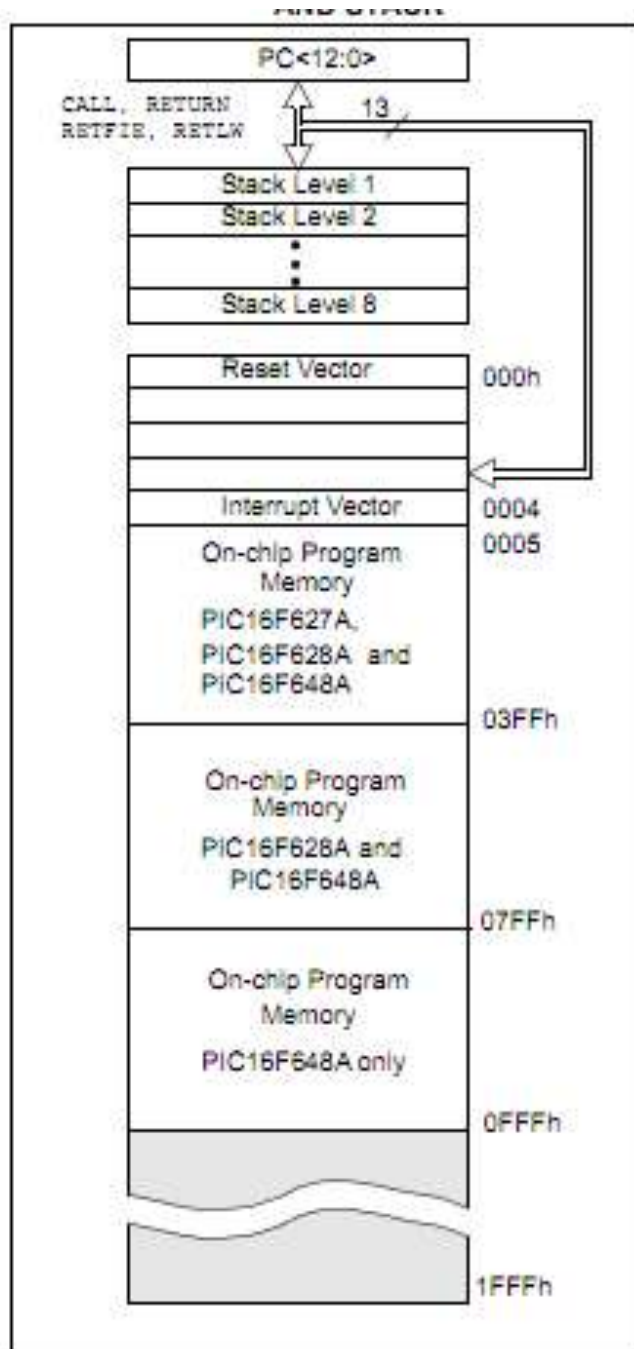
❑ Descrição da Pinagem (continuação):

RA6/OSC2/CLKOUT	RA6	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	OSC2	—	XTAL	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode.
	CLKOUT	—	CMOS	In RC/INTOSC mode, OSC2 pin can output CLKOUT, which has 1/4 the frequency of OSC1.
RA7/OSC1/CLKIN	RA7	ST	CMOS	Bidirectional I/O port
	OSC1	XTAL	—	Oscillator crystal input
	CLKIN	ST	—	External clock source input. RC biasing pin.
RB0/INT	RB0	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	INT	ST	—	External interrupt
RB1/RX/DT	RB1	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	RX	ST	—	USART receive pin
	DT	ST	CMOS	Synchronous data I/O
RB2/TX/CK	RB2	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	TX	—	CMOS	USART transmit pin
	CK	ST	CMOS	Synchronous clock I/O
RB3/CCP1	RB3	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	CCP1	ST	CMOS	Capture/Compare/PWM I/O

Família PIC 16F627A/628A/648A

❑ Descrição da Pinagem (re-continuação):

RB4/PGM	RB4	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	PGM	ST	—	Low-voltage programming input pin. When low-voltage programming is enabled, the interrupt-on-pin change and weak pull-up resistor are disabled.
RB5	RB5	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB6/T1OSO/T1CKI/PGC	RB6	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSO	—	XTAL	Timer1 oscillator output
	T1CKI	ST	—	Timer1 clock input
	PGC	ST	—	ICSP™ programming clock
RB7/T1OSI/PGD	RB7	TTL	CMOS	Bidirectional I/O port. Interrupt-on-pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
	T1OSI	XTAL	—	Timer1 oscillator input
	PGD	ST	CMOS	ICSP data I/O
Vss	Vss	Power	—	Ground reference for logic and I/O pins
VDD	VDD	Power	—	Positive supply for logic and I/O pins



Mapa de Programa

Tipo: 14bits

Tamanho = 2048 palavras

Vetor reset = 000h

Vetor interrupção = 004h

- Vetor reset: é o primeiro endereço da memória de programa que será executado quando o PIC começar a rodar (após alimentação ou reset).
- Vetor de interrupção: as rotinas de interrupção são armazenadas na área de programação, juntamente com o resto do programa. No entanto, existe um endereço que é reservado para o início do tratamento de todas as interrupções.
- Pilha (STACK): Local separado da memória de programa, em que serão armazenados os endereços de retorno quando utilizamos as chamadas rotinas.

Contador de Programa

- ❑ O PC é responsável por definir o endereço de memória de programa no barramento de endereço para que o microcontrolador possa fazer um ciclo de busca (*fetch cycle*) do programa na memória de programa para depois ser executada por ele.
- ❑ É de 12 bits.

Memória de Dados

Indirect addr. ⁽¹⁾	00h	Indirect addr. ⁽¹⁾	80h	Indirect addr. ⁽¹⁾	100h	Indirect addr. ⁽¹⁾	180h				
TMR0	01h	OPTION	81h	TMR0	101h	OPTION	181h				
PCL	02h	PCL	82h	PCL	102h	PCL	182h				
STATUS	03h	STATUS	83h	STATUS	103h	STATUS	183h				
FSR	04h	FSR	84h	FSR	104h	FSR	184h				
PORTA	05h	TRISA	85h		105h		185h				
PORTB	06h	TRISB	86h	PORTB	106h	TRISB	186h				
	07h		87h		107h		187h				
	08h		88h		108h		188h				
	09h		89h		109h		189h				
PCLATH	0Ah	PCLATH	8Ah	PCLATH	10Ah	PCLATH	18Ah				
INTCON	0Bh	INTCON	8Bh	INTCON	10Bh	INTCON	18Bh				
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch		10Ch		18Ch				
	0Dh		8Dh		10Dh		18Dh				
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh		10Eh		18Eh				
TMR1H	0Fh		8Fh		10Fh		18Fh				
T1CON	10h		90h								
TMR2	11h		91h								
T2CON	12h	PR2	92h								
	13h		93h								
	14h		94h								
CCPR1L	15h		95h								
CCPR1H	16h		96h								
CCP1CON	17h		97h								
RCSTA	18h	TXSTA	98h								
TXREG	19h	SPBRG	99h								
RCREG	1Ah	EEDATA	9Ah								
	1Bh	EEADR	9Bh								
	1Ch	EECON1	9Ch								
	1Dh	EECON2 ⁽¹⁾	9Dh								
	1Eh		9Eh								
CMCON	1Fh	VRCON	9Fh								
General Purpose Register 80 Bytes	20h	General Purpose Register 80 Bytes	A0h					General Purpose Register 48 Bytes	11Fh		
									120h		
									14Fh		
									150h		
				accesses 70h-7Fh	16Fh		1EFh				
16 Bytes	6Fh		EFh		170h		1F0h				
	70h	accesses 70h-7Fh	F0h								
			FFh		17Fh		1FFh				
Bank 0		Bank 1		Bank 2		Bank 3					

Sinal de Inicialização (Master Clear Reset – MCLR)

□ Existem vários tipos de Reset no PIC16F628A:

- *Reset* após a energização do microcontrolador (power-on reset, POR)
- Reset durante a operação normal (MCLR)
- Reset gerado pelo time watchdog (WDT)
- Reset Brown-out programável (BOR)
- Reset por instrução (RESET)

Registradores Especiais

- ❑ Nessa posição da memória de dados encontra-se todos os registradores especiais, denominados de SFRs, utilizados pelo microcontrolador para execução do programa e processamento da ULA.
- ❑ Esses registradores ocupam espaço da RAM e podem ser acessados da mesma maneira que as variáveis do sistema, com mudança somente de endereço de acesso.
- ❑ Esses registradores podem ser lidos/escritos tanto pelo usuário quanto pelo hardware.
- ❑ A quantidade de SFRs depende do módulo do PIC, mas eles sempre são armazenados na parte alta da memória (início dos endereços).

Registradores de Uso Geral

- Trata-se de uma área destinada ao armazenamento da variáveis definidas pelo usuário para serem escritas e lidas pelo programa.
- O tamanho dessa memória varia de acordo com o modelo do PIC e também pode ocupar mais de um banco.

EEPROM

- Alguns modelos de PIC possuem ainda mais uma terceira memória que também pode ser utilizada pelo usuário para guardar dados.
- A EEPROM é uma memória volátil que consegue manter as informações mesmo sem alimentação.
- Os modelos que não possuem esta memória internamente podem utilizar esse recurso através de uma memória EEPROM externa, interligada ao microcontrolador por meio de I/O e com rotinas implementadas.

Registradores Especiais

□ STATUS E PCON:

- Esses registradores servem pra mostrar o estado da ULA, a forma do ultimo reset, configurar o oscilador externo.
- As funções mais utilizadas do registrador STATUS estão relacionadas às operações matemáticas, pois ele indica os estouros de registradores e resultados iguais a zero.
- Quanto ao registrador PCON, a função mais utilizada diz respeito à escolha da frequência do oscilador interno (OSCF): 37KHz ou 4MHz.

Registradores Especiais: Portas

□ TRIS

- Esses registradores servem para configurar os pinos das portas como entrada ou saída.
- Quando colocado “1” em um bit do TRIS, o pino relacionado a ele é configurado como entrada.
- Quando colocado “0” em um bit do TRIS, o pino relacionado a ele é configurado como saída.
- Para configurar o PORTA, deve ser utilizado o TRISA, e para configurar o PORTB, deve ser utilizado o TRISB.

Registradores Especiais: Portas

□PORTS:

- Como o PIC 16F628A possui duas portas: PORTA e PORTB. O estado dessas portas é acessado diretamente em duas posições distintas da memória.