

**MICROPROCESSADORES E  
MICROCONTROLADORES - 2021**

Prof. Dr. Jeison Fonseca

***PIC – Interrupção Externa***

PIC – Interrupção Externa

Objetivos:

- Familiarização com o uso do microcontrolador PIC®.
- Familiarização com o uso do simulador.
- Compreender a configuração das interrupções.
- Desenvolver códigos no microcontrolador com o uso de interrupções.
- Implementar um projeto com o PIC®.

Método de apresentação das respostas às questões solicitadas:

Para cada questão solicitada, o aluno deverá apresentar a lista de comandos executados para chegar na resolução da questão, bem como seus resultados de simulação obtidos.

# O microcontrolador PIC 18F4520

## Introdução

O PIC18F4520 é um microcontrolador da família PIC18F4xxx que possui memória do tipo FLASH, o que traz enorme facilidade para desenvolvimento de projetos e protótipos.

## Principais características do PIC18F4xxx

- Microcontrolador de 40 pinos;
- 36 pinos de I/O;
- Memória de programa FLASH de 32K
- Memória de dados RAM de 1536 bytes;
- Memória EEPROM de 256 byte;
- Processamento de até 10MIPS;
- 13 canais A/D de 10 bits;
- Permite até 100.000 ciclos de escrita e leitura na memória de programa Flash;
- Permite até 1.000.000 de ciclos de leitura e escrita na EEPROM;
- Watchdog timer com oscilador próprio e programável
- 3 entradas para interrupção externa;
- 4 entradas de interrupção por mudança de estado;
- 4 temporizadores/contadores (TIMER0, TIMER1, TIMER2 e TIMER3) sendo um de 8 bits e três *timers* de 16 bits.
- Etc.

O detalhamento das características do dispositivo pode ser obtida no *datasheet* do componente: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39631E.pdf>

Além disso, o PIC18F4520 pode ser encontrado em dois tipos de encapsulamento: PDIP, figura 1, e PLCC, figura 2.

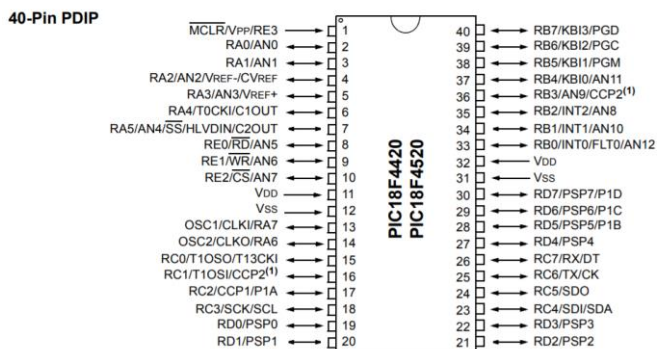


Figura 1. PIC18F4520 – Encapsulamento PDIP.

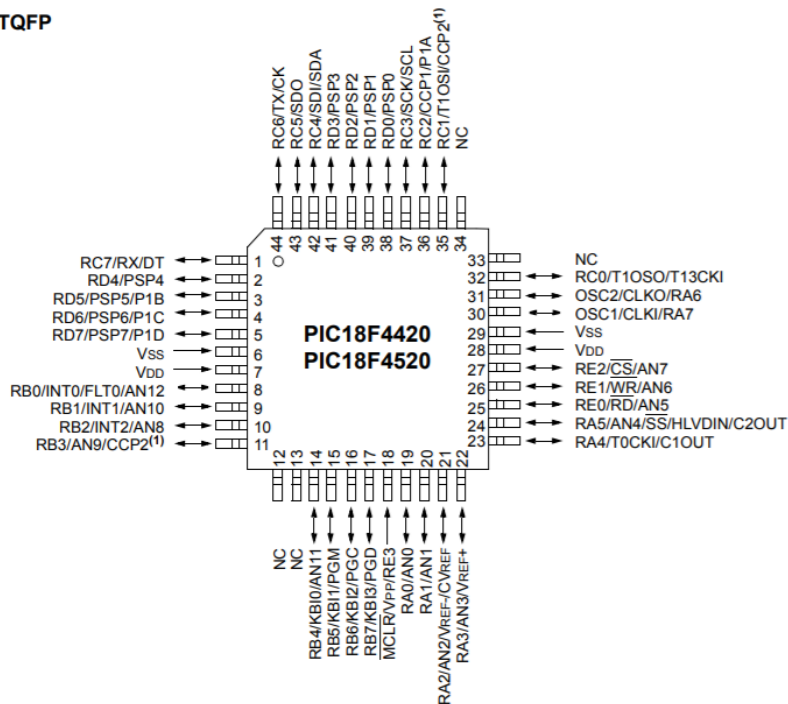


Figura 2. PIC18F4520 – Encapsulamento PLCC.

## Interrupções Externas PIC18F4520

Como visto na teoria, uma interrupção é um sinal de um dispositivo que tipicamente resulta em uma troca de contexto, ou seja, o processador para o que estiver fazendo para atender o dispositivo que pediu a interrupção.

Uma vez atendida a interrupção a execução do programa principal é retomada do ponto exato onde a interrupção ocorreu.

Um microcontrolador como o PIC18F4520 possui algumas fontes de interrupção e de modo a atendê-las é necessário estabelecer uma ordem de prioridade, na qual a interrupção de maior importância será atendida primeiro.

Durante o atendimento de uma interrupção de alta prioridade (H), caso ocorra um outro evento de interrupção de baixa prioridade (L) este somente será atendido após o atendimento da interrupção de alta prioridade.

Caso ocorra um evento de interrupção de alta prioridade durante o atendimento de uma interrupção de baixa prioridade, este último é interrompido e é feito o atendimento da alta prioridade, e após o término deste, ocorre o retorno ao atendimento da interrupção de baixa prioridade.

## INTERRUPÇÕES

Nesta prática, iremos estudar como utilizar e manipular as interrupções externas.

O PIC 18F4520 conta com três fontes de interrupção externas: INT 0; INT 1 e INT 2.

Para utilizar a interrupção externa, primeiramente é necessário definir:

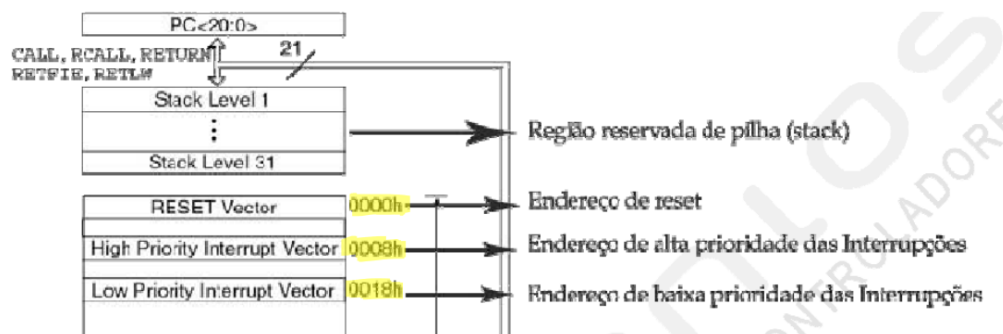
- chave geral de interrupções como alta prioridade
- chave da interrupção por periférico para baixa prioridade

- Bordo do sinal externo (subida ou descida)
- Habilitar a interrupção – exemplo INT1(IE)
- Definir a prioridade (IP)

A ocorrência da interrupção é indicada pela FLAG (IF)

A figura 3 mostra a região de memória reservada para as interrupções

Figura 3 – região da memória reservada para as interrupções



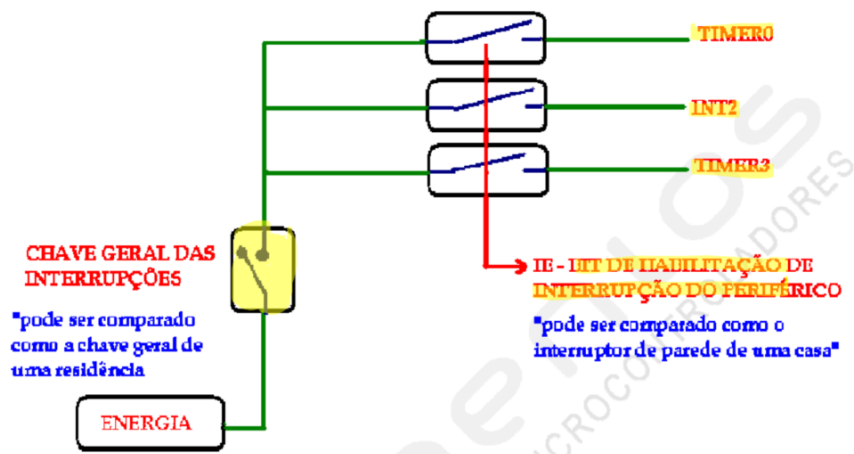
No PIC18F4520 existem diversos tipos de interrupções, segue algumas:

- Interrupção do TIMER 0;
- Interrupção do TIMER 1;
- Interrupção do TIMER 2;
- Interrupção do TIMER 3;
- Interrupção por mudança de estado (pinos RB4, RB5, RB6, RB7);
- Interrupção externa INT0;
- Interrupção externa INT1;
- Interrupção externa INT2;
- Interrupção na conversão A/D;
- Interrupção na recepção serial;
- Interrupção na transmissão serial;
- Interrupção do módulo CCP;
- Interrupção de escrita na EEPROM/FLASH;
- Interrupção por queda de tensão.

U1		
2	RA0/AN0/C1IN-	RC0/T1OSO/T13CKI
3	RA1/AN1/C2IN-	RC1/T1OSI/CCP2B
4	RA2/AN2/C2IN+/VREF-/CVREF	RC2/CCP1/P1A
5	RA3/AN3/C1IN+/VREF+	RC3/SCK/SCL
6	RA4/T0CKI/C1OUT	RC4/SDI/SDA
7	RA5/AN4/SS/HLVDIN/C2OUT	RC5/SDO
14	RA6/OSC2/CLKO	RC6/TX/CK
13	RA7/OSC1/CLKI	RC7/RX/DT
33	RB0/AN12/FLT0 INT0	RD0/PSP0
34	RB1/AN10 INT1	RD1/PSP1
35	RB2/AN8 INT2	RD2/PSP2
36	RB3/AN9/CCP2A	RD3/PSP3
37	RB4/KBI0/AN11	RD4/PSP4
38	RB5/KBI1/PGM	RD5/PSP5/P1B
39	RB6/KBI2/PGC	RD6/PSP6/P1C
40	RB7/KBI3/PGD	RD7/PSP7/P1D
		8
		9
		10
		1
		RE0/RD/AN5
		RE1/WR/AN6
		RE2/CS/AN7
		RE3/MCLR/VPP

Para controlar as interrupções é necessário o acionamento da “chave geral”, figura 4.

Figura 4 – Acionamento das interrupções.



## REGISTRADORES

Os registradores utilizados para controlar as interrupções são:

- RCON
- INTCON
- INTCON2
- INTCON3
- PIR1, PIR2
- PIE1, PIE2
- IPR1, IPR2

### RCON – Control Register

IPEN	---	---	/RI	/T0	/PD	/POR	/BOR
Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0

IPEN: Habilita as prioridades de interrupções do PIC

Sintaxe: Ipen\_bit = 1;

### INTCON (Interrupt Control)

Bit	Evento
INTCON.GIE (INTCON <7>) = 1	Habilitação geral das interrupções
INTCON.PEIE (INTCON <6>) = 1	Habilitação geral dos periféricos
INTCON.TMR0IE (INTCON <5>) = 1	Habilitação interrupção TIMER0
INTCON.INT0IE (INTCON <4>) = 1	Habilitação interrupção INT0 externa
INTCON.RBIE (INTCON <3>) = 1	Habilitação interrupção por alteração de estado
INTCON.TMR0IF (INTCON <2>) = 1	Bit de sinalização do estouro do TIMER0
INTCON.INT0IF (INTCON <1>) = 1	Bit de sinalização de interrupção externa INT0
INTCON.RBIF (INTCON <0>) = 1	Bit de sinalização de int. por alteração de estado

## INTCON2 (Interrupt Control)

Bit	Evento
INTCON2.RBPU (INTCON2 <7>) = 0	Habilita resistores de pull-up do portb
INTCON2.RBPU (INTCON2 <7>) = 1	Desabilita resistores de pull-up do portb
INTCON2.INTEDG0 (INTCON2 <6>) = 1	Configura INT0 por borda de subida
INTCON2.INTEDG0 (INTCON2 <6>) = 0	Configura INT0 por borda de descida
INTCON2.INTEDG1 (INTCON2 <5>) = 1	Configura INT1 por borda de subida
INTCON2.INTEDG1 (INTCON2 <5>) = 0	Configura INT1 por borda de descida
INTCON2.INTEDG2 (INTCON2 <4>) = 1	Configura INT2 por borda de subida
INTCON2.INTEDG2 (INTCON2 <4>) = 0	Configura INT2 por borda de descida
INTCON2.TMR0IP (INTCON2 <2>) = 1	Alta prioridade da int. do TIMER0
INTCON2.TMR0IP (INTCON2 <2>) = 0	Baixa prioridade da int. do TIMER0
INTCON2.RBIP (INTCON2 <0>) = 1	Alta prioridade da int. por alteração de estado
INTCON2.RBIP (INTCON2 <0>) = 0	Baixa prioridade da int. por alteração de estado

## INTCON3 (Interrupt Control)

Bit	Evento
INTCON3. INT2IP (INTCON3 <7>) = 1	Alta prioridade na int. externa INT2
INTCON3. INT2IP (INTCON3 <7>) = 0	Baixa prioridade na int. externa INT2
INTCON3. INT1IP (INTCON3 <6>) = 1	Alta prioridade na int. externa INT1
INTCON3. INT1IP (INTCON3 <6>) = 0	Baixa prioridade na int. externa INT1
INTCON3. INT2IE (INTCON3 <4>) = 1	Habilita int. externa INT2
INTCON3. INT2IE (INTCON3 <4>) = 0	Desabilita int. externa INT2
INTCON3. INT1IE (INTCON3 <3>) = 1	Habilita int. externa INT1
INTCON3. INT1IE (INTCON3 <3>) = 0	Desabilita int. externa INT1
INTCON3. INT2IF (INTCON3 <1>) = 1	Bit de sinalização de int. INT2
INTCON3. INT2IF (INTCON3 <1>) = 0	Bit de sinalização de int. INT2
INTCON3. INT1IF (INTCON3 <0>) = 1	Bit de sinalização de int. INT1
INTCON3. INT1IF (INTCON3 <0>) = 0	Bit de sinalização de int. INT1

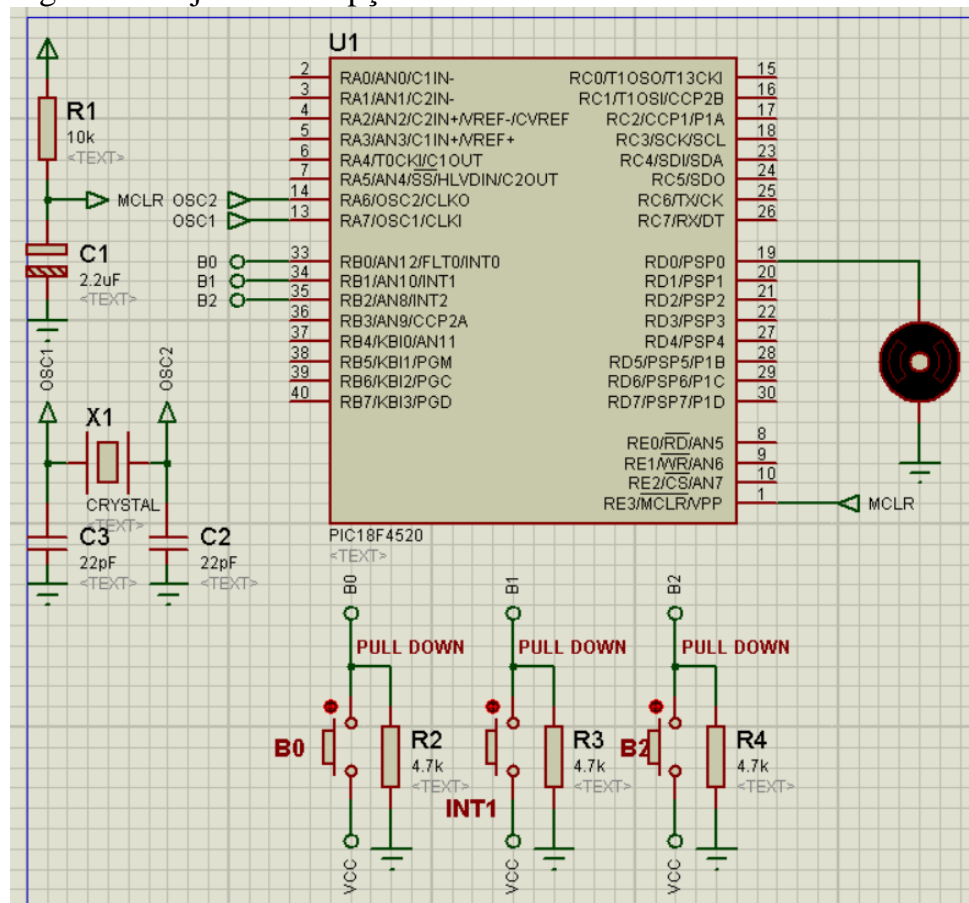
## PARTE PRÁTICA – Projeto Interrupção Externa PIC18F4520

### A Proposta

Elaborar e simular uma programação para o circuito da Figura 5 de modo a controlar o acionamento de um motor por meio de botões (*push-buttons*) segundo a tabela:

INTERRUPÇÃO	PRIORIDADE	BORDA	AUTOMAÇÃO
INT 1	ALTA	SUBIDA	Desliga o motor.
INT 2	BAIXA	SUBIDA	Liga o motor

Figura 5. Projeto Interrupção Externa PIC18F4520



**SAIBA MAIS** sobre o uso de interrupções do PIC

Acesse:

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5305495/mod\\_resource/content/1/Aula%20%20-%20Temporizacao%20e%20interrupcao.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5305495/mod_resource/content/1/Aula%20%20-%20Temporizacao%20e%20interrupcao.pdf)

Referências:

Microchip. PIC18F2420/2520/4420/4520 Data Sheet. Disponível em:

<<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39631E.pdf>> Acesso em 05/11/2021.

## APÊNDICE: CÓDIGO BASE

```
#define B0 RB0_bit
#define Motor1 RD0_bit

void interrupt() //0008h
{
    if(INT1IF_bit == 1)
    {
        Motor1 = 0;
        INT1IF_bit = 0;
    }
}

void ConfigPIC()
{
    TRISD0_bit = 0; // rd0 saída (motor1)
    TRISB0_bit = 1; // rb0 entrada (b0)
    ADCON1 = 0x0F; // configura os pinos do PORTB como digitais
    TRISB1_bit = 1; // rb1 entrada (int1)
    Motor1 = 0;

    GIEH_bit = 1; // chave geral e alta prioridade
    PEIE_bit = 1; // Periféricos e baixa prioridade
    IPEN_bit = 1; // familia PIC18

    INT1IE_bit = 1; // habilita interrupção int1
    INT1IP_bit = 1; // alta prioridade
    INTEDG1_bit = 1; // borda de subida
    INT1IF_bit = 0; // reset flag interrupção
}

void ligaMotor1()
{
    if(B0 == 1)
    {
        Motor1 = 1;
    }
}

void main()
{
    ConfigPIC();
    while(1)
    {
        ligaMotor1();
    }
}
```