 Instituto Nacional de Telecomunicações	<b>RELATÓRIO 6</b>		<b>Data:</b> /    /
	<b>Disciplina: E209</b>		
	<b>Prof: Yvo Marcelo Chiaradia Masselli</b> <b>Monitores: João Lucas/Luan Siqueira/Maria Luiza/</b> <b>Lucas Lares/Rafaela Papale</b>		
<b>Conteúdo: Microcontrolador ATmega328p</b>			
<b>Tema: Interrupção Externa e modos de baixo consumo (sleep modes)</b>			
<b>Nome:</b>		<b>Matrícula:</b>	<b>Curso:</b>

### OBJETIVOS:

- Utilizar ferramentas de simulação para desenvolver programas para o ATmega328p.
- Desenvolver um programa que faça uso da interrupção externa.
- Utilizar as entradas e saídas do ATmega328p com circuitos de aplicação.

## **Parte Teórica**

### Interrupção

É um recurso no qual **o ciclo de execução natural do programa é paralisado para executar um bloco específico**. Quando uma interrupção é chamada, caso a mesma esteja habilitada, o microcontrolador salta para um endereço padrão da memória de programa que contem tal bloco específico.

O objetivo desse relatório é estudar a interrupção externa. O ATmega328p permite que a interrupção externa seja disparada por um dos seguintes eventos: presença de um **nível lógico baixo**, **transição de subida**, **transição de descida** ou ainda **transições de subida e descida** do nível lógico presente nos pinos **PD2 (INT0)** ou **PD3 (INT1)**. Para configurar o evento que vai disparar a interrupção externa, utiliza-se o registro **EICRA**. A figura abaixo mostra os bits desse registro:

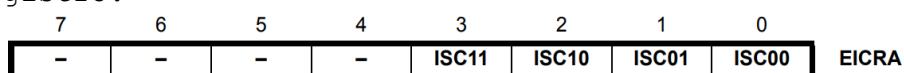


Figura 1 - Registro EICRA

A tabela abaixo apresenta as configurações para selecionar o evento que irá disparar a interrupção.

ISCx1	ISCx0	Descrição
0	0	Presença de nível lógico baixo em <b>INTx</b> gera interrupção.
0	1	Transições de subida e descida do nível lógico presente em <b>INTx</b> geram interrupção.
1	0	Transição de descida do nível lógico presente em <b>INTx</b> gera interrupção.
1	1	Transição de subida do nível lógico presente em <b>INTx</b> gera interrupção.

Tabela 1 - Configuração do registro EICRA

Outro registro que é necessário para utilizar a interrupção externa, é o registro **EIMSK**. Esse registro é responsável por habilitar a interrupção externa desejada. A figura abaixo mostra os bits desse registro:

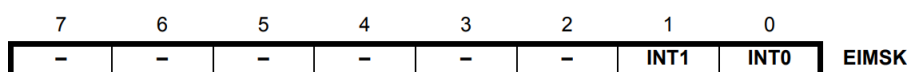


Figura 2 - Registro EIMSK

O bit **INT0** habilita a **interrupção externa 0 (PD2)** e o bit **INT1** habilita a **interrupção externa 1 (PD3)**.

Para fazer uso de qualquer interrupção no ATmega328p é necessário **habilitar o bit de interrupção global**. A linha de código utilizada para isso é: `"sei();"`. Essa linha acessa o registro que armazena o valor desse bit de configuração e liga o bit.

Assim, o microcontrolador irá atender a um pedido de interrupção que esteja habilitado. Se essa linha não for colocada no programa, as interrupções solicitadas não serão atendidas.

Para indicar qual função (ou rotina) deve ser executada quando a interrupção ocorrer, usa-se a função **ISR** com o vetor da interrupção desejada:

```
ISR(VETOR)
{
...
    // Rotina de interrupção
...
}
```

Onde o **VETOR** pode ser **INT0\_vect** ou **INT1\_vect**, para as interrupções externas tratadas nesse relatório.

### *Exercícios:*

- 1) Escreva um programa que use a interrupção externa **INT0** como canal de interrupção acionado pela **transição de subida** do sinal. O programa **deverá piscar um LED no pino 7 (PD7) a cada 2 segundos** no super-loop e a cada vez que acontecer **um pedido de interrupção**, um **LED no pino 6 (PD6) acende por 200ms** e depois apaga.
- 2) Modifique o programa anterior, para que através da outra Interrupção Externa (**INT1**), acionada na transição de descida, cada vez que for acionada esta interrupção, ela deverá desabilitar/habilitar o outro portal a aceitar interrupções.

## ANEXO) PROGRAMA EXEMPLO

```
ISR(INT0_vect)
{
    // Inverte a saída 7 (PD7)
    PORTD ^= 0b10000000;
}

int main(void)
{
    // Configura os pinos 7 (PD7) e 6 (PD6) como saída
    DDRD = 0b11000000;
    // Habilita o resistor interno de pull-up no pino 2 (PD2)
    PORTD = 0b00000100;

    // Configura a interrupção externa 0 para transição de descida
    EICRA = 0b00000010;
    // Habilita a interrupção externa 0
    EIMSK = 0b00000001;
    // Habilita a interrupção global
    sei();

    //Superloop
    while (1)
    {
        // Inverte a saída 6 (PD6)
        PORTD ^= 0b01000000;
        _delay_ms(500);
    }
}
```