

# PMR2415 – Microprocessadores em Automação e Robótica

1ª Prova – 18/04/2016

A prova é com consulta permitida aos *data sheets* dos componentes e à apostila da matéria.

Pode ser consultada documentação em meio eletrônico em computador ou tablet, sem conexão com a rede.

Não é permitida a consulta às anotações de aula, anotações na documentação permitida, exemplos de código, relatórios e Internet.

Não podem ser usadas as definições e estruturas de dados contidas no arquivo `always.h`. Caso necessário você deve especificar suas próprias definições e estruturas de dados.

Para todas as questões, caso não seja mencionado, considere que o microcontrolador é o PIC16F886, com frequência de oscilador de 20 MHz, e que o compilador C é o MPLAB XC8.

1. Em relação a Linguagem C, pede-se:

- a) (2,0) Qual é a saída do programa abaixo. Explique cada linha de código que não possui comentário.

```
#include <stdio.h> // inclui I/O padrão
int main() { // programa principal
    int a[] = {23, 43, 12, 89, 2};
    char b[] = {'1', '2', '3', '4', '5'};
    int c = sizeof(a) / sizeof(int);
    int *p = &a[0]+c;
    for(int i = 0; i < c; i++) {
        printf("%d\n", (*(b+i) & 0xf) + *(--p));
    }
    return 0; // retorna zero ao sair
} // fim - programa principal
```

OBS1: a função `sizeof(objeto)` retorna o tamanho em bytes do *objeto*.

OBS2: caso necessário, utilizar a Tabela ASCII do Capítulo 4 da Apostila na página 28.

- b) (2,0) Qual é a saída do programa abaixo. Explique cada linha de código que não possui comentário.

```

#include <stdio.h> // inclui I/O padrão
#include <stdint.h> // para compatibilidade de código
int main(void) { // programa principal
    struct b {
        uint8_t byte0 : 8;
        uint8_t nibble0 : 4;
        uint8_t nibble1 : 4;
    };
    union a {
        int16_t d;
        struct b c;
    };
    union a u;
    u.c.byte0 = 0xc;
    u.c.nibble0 = 0b0111;
    u.c.nibble1 = 0;
    printf("%d, %d\n", u.c.byte0 + u.c.nibble0 + u.c.nibble1, u.d);
    return 0; // retorna zero ao sair
} // fim - programa principal

```

**ATENÇÃO:** é para explicar o que está sendo feito na linha e não simplesmente descrevê-la.

2. (3,0) Escreva a rotina de tratamento de interrupção, em Linguagem C, para gerar **exatamente** a forma de onda abaixo no pino RC2 do PIC16F886 utilizando o Timer 0 e o trecho de programa no main() para inicializar o Timer 0 e o pino RC2.

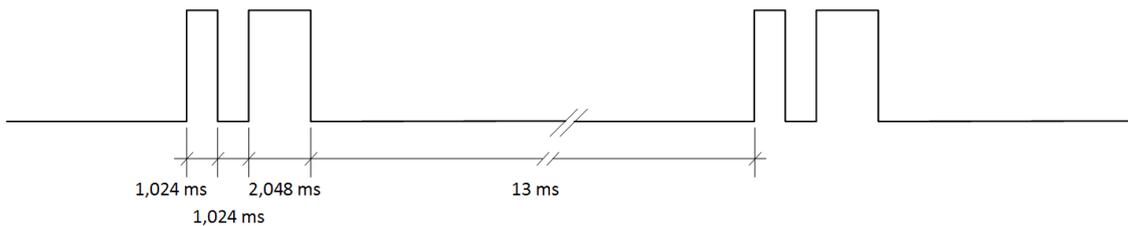


Figura 1: Forma de onda na saída do pino RC2 do PIC16F886

DICA: altere o valor carregado em TMR0 para cada trecho da forma de onda.

3. Em relação ao canal AN10 de conversão A/D do PIC16F886, pede-se:
- (1,0) Considerando a frequência do oscilador de 10MHz, qual é o menor tempo  $T_{AD}$  que pode ser usado para a conversão?
  - (2,0) Escreva o trecho de programa em Linguagem C para configurar e realizar a conversão A/D com esse canal, para o tempo de  $T_{AD}$  calculado no item anterior e sem utilizar interrupção. Comente cada linha de código explicando o que está sendo feito.