

# PMR2415 – Microprocessadores em Automação e Robótica

2ª Prova – 30/06/2014

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, relatórios e Internet.

Projetar o hardware e os itens solicitados do software para um sistema que mede a umidade de um vaso de plantas e mostra uma indicação do nível de umidade numa barra com 5 LEDs. Para tanto está disponível o seguinte material:

- Microcontrolador PIC 16F886
- LEDs, 2 verdes, 2 amarelos e 1 vermelho
- Resistores diversos de 1/8W com 5% de tolerância
- Sensor de umidade com saída serial

Seguem informações sobre os principais componentes:

**PIC.** O microcontrolador PIC 16F886 deve ser utilizado com clock interno de 8MHz e alimentado com +5V.

**LEDs.** A Tabela 1 mostra as quedas de tensão entre o cátodo e o ânodo de um LED de acordo com a sua cor. Cada LED deve ser acionado com a corrente de 5 mA.

**Sensor de umidade com saída serial.** Esse sensor mede a constante dielétrica do solo para determinar o conteúdo volumétrico de água. O sensor é alimentado por 5 Volts e fornece uma saída serial de 9600 baud (8-bits de dados, sem

Tabela 1: Queda de tensão entre cátodo e ânodo de um LED de acordo com a sua cor

Cor do LED	$V_F$ (V) para $I_F = 5$ mA
verde	2,0
amarelo	2,0
vermelho	1,7

paridade, 1 stop bit) no formato de 4 caracteres ASCII por medida que é transmitida continuamente a cada 100 ms. Os 3 primeiros bytes representam números em ASCII que correspondem a medida de umidade. O 4º byte é o caractere ASCII CR (0x0d em hexadecimal ou 13 em decimal).

Os valores representados pelos 3 primeiros bytes podem variar de 000 até 255 e o seu comportamento é descrito a seguir:

- No ar a saída pode estar entre 000 e 005. Ao se segurar o sensor com a mão a saída muda instantaneamente para um valor entre 040 e 050 que corresponde a umidade presente na pele.
- Se o sensor for imerso em água a saída será algo em torno de 170 a 180 e cairá gradativamente na medida em que o sensor é retirado da água lentamente.
- Se o sensor for colocado num solo bem mo-

lhado a sua saída ficará entre 200 e 255.

- Em solo seco a saída ficará em torno de 020 a 050.

O sensor possui 3 fios com sinais dados pela Tabela 2.

Tabela 2: Sinais do sensor

Cor do fio	Sinal	Descrição
verde	TX_OUT	saída de dados digital com nível lógico de 5V
vermelho	+5V	alimentação de 5V para o sensor
preto	GND	terra do sensor

As características do sensor correspondem ao modelo disponível comercialmente da SUNROM (<http://www.sunrom.com/272>).



Figura 1: Sensor de umidade SUNROM

## Funcionamento do sistema

O sistema fica monitorando continuamente a umidade do solo e atualiza o estado dos LEDs a cada 100 ms que corresponde ao intervalo de tempo entre transmissões do bloco de 4 bytes do sensor.

Os LEDs são organizados na forma de uma barra vertical, com dois LEDs verdes abaixo, 2 amarelos no meio e 1 vermelho no topo. Ao ser iniciado, o sistema entra num loop infinito mostrando uma indicação na barra de LEDs que corresponde uma faixa de valores da leitura do sensor de acordo com a Tabela 3.

Levando em consideração as características do sensor, faz parte do projeto de software definir quais são os limites de valores de leituras do sensor que ativam cada um dos LEDs.

## Projeto de Hardware

(3,0) Fazer o diagrama esquemático simplificado<sup>1</sup> do hardware do sistema indicando quais

<sup>1</sup>Não é necessário desenhar o PIC completo, represente somente os sinais e pinos utilizados.

Tabela 3: Indicações na barra de LEDs

LEDs	O que indicam
1 LED verde aceso	solo bem molhado
2 LEDs verdes acesos	solo molhado
2 LEDs verdes acesos e 1 LED amarelo aceso	solo meio molhado
2 LEDs verdes acesos e 2 LEDs amarelos acesos	solo meio seco
2 LEDs verdes acesos, 2 LEDs amarelos acesos e 1 LED vermelho aceso	solo bem seco

os pinos e os sinais correspondentes do PIC que estão sendo usados para cada função e apresentar os cálculos que forem necessários para justificar a escolha do componentes.

## Projeto de Software

Em relação ao projeto de software, pede-se:

1. (1,0) Mostrar os cálculos para configurar o canal serial do PIC para receber os dados do sensor a 9600 bits por segundo, com 8-bits de dados, sem paridade e 1 stop bit.
2. (1,0) Escrever em Linguagem C o trecho de programa para configurar o canal serial para recepção por interrupção de acordo com os cálculos do item anterior e indicar o nome e função programada em cada um dos bits utilizados.
3. (2,0) Escrever em Linguagem C o trecho de programa necessário para realizar a leitura dos 4 bytes do sensor por interrupção.
4. (3,0) Escrever em Linguagem C o trecho de programa para atualizar a barra de LEDs a cada final de bloco de 4 bytes a cada 100 ms. Leve em consideração que o sensor envia 4 bytes a cada 100 ms.

O uso adequado da Linguagem C será avaliado na correção da prova.