

# PMR2415 – Microprocessadores em Automação e Robótica

2ª Prova – 22/06/2015

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 de medição de proximidade de objetos na faixa de 3 cm a 14 cm com um sensor SHARP GP2D120 que mostra a informação de distância através da variação da intensidade de um LED por meio da saída de PWM do PIC. Para tanto está disponível o seguinte material:

- Microcontrolador PIC 16F886
- 1 LED vermelho
- Resistores diversos de 1/8W com 1% e 5% de tolerância
- Sensor de proximidade SHARP GP2D120 com saída analógica
- 1 VCO (Oscilador Controlado por Voltagem<sup>1</sup>) LTC6990 que transforma variação de tensão em variação de frequência
- Oscilador a cristal de 20 MHz

Seguem informações sobre os principais componentes:

**PIC.** O microcontrolador PIC 16F886 deve ser utilizado com clock de 20MHz e alimentado com +5V.

**LED.** O LED de cor vermelha apresenta uma queda de tensão de 1,7V quando polarizado diretamente e emite luz com intensidade máxima com corrente de 10 mA.

**Sensor SHARP GP2D120 de proximidade.** Esse sensor opera por reflexão de luz infravermelha que é emitida e captada pelo próprio sensor e fornece uma saída analógica que obedece a função de transferência apresentada na Figura 1. O processamento do sinal interno reduz a influência da cor dos objetos na medição de distância. A Figura 2 mostra o diagrama de blocos interno do sensor. Nenhum componente externo é necessário para o seu funcionamento. Os sinais presentes no conector de 3 pinos do sensor estão na Tabela 1.

Tabela 1: Sinais do conector do sensor SHARP GP2D120

Pino do conector	Sinal	Descrição
1	V <sub>O</sub>	saída analógica entre 0 e V <sub>CC</sub>
2	GND	terra do sensor
3	V <sub>CC</sub>	alimentação do sensor, entre +4,5V e +5,5V

<sup>1</sup> *Voltage Controlled Oscillator*, em inglês

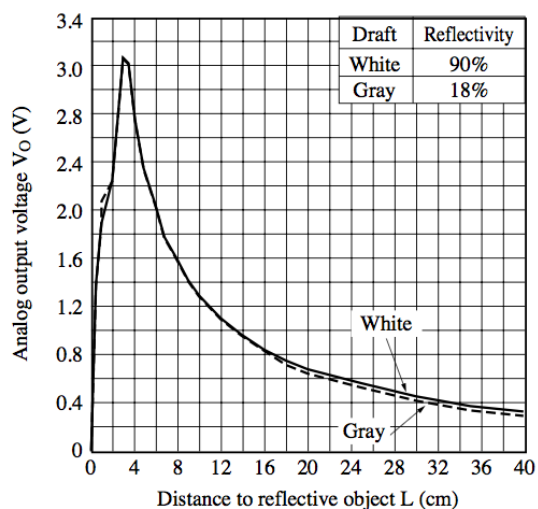


Figura 1: Função de Transferência do sensor SHARP GP2D120 (extraído de [1])

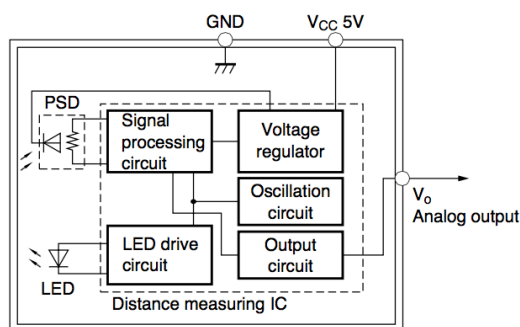


Figura 2: Diagrama de blocos interno do sensor SHARP GP2D120 (extraído de [1])

### VCO (Voltage Controlled Oscillator) LTC6990.

Este circuito é um oscilador controlado por tensão que apresenta uma variação de frequência na saída (OUT) para uma variação de tensão na entrada ( $V_{CTRL}$ ). Uma aplicação típica é mostrada na Figura 3. Neste caso, a utilização dos resistores com os seguintes valores:  $R_{VCO} = 210 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{SET} = 61,9 \text{ k}\Omega$ ,  $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$  e  $R_2 = 280 \text{ k}\Omega$  (todos com 1% de tolerância), configura o LTC6990 para produzir uma saída de acordo com a função de transferência apresentada na Figura 4 quando alimentado com  $V^+ = 5 \text{ V}$ .

**Oscilador a cristal de 20 MHz.** Igual ao utilizado nas atividades de laboratório. As informações necessárias para uso nesse sistema estão na Apostila de Laboratório.

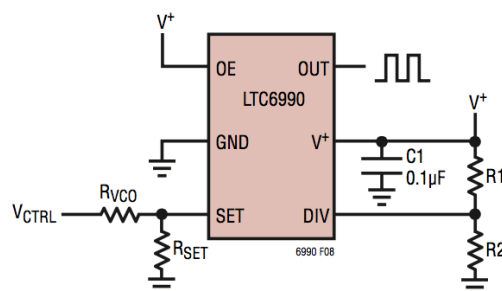


Figura 3: Aplicação típica do LTC6990 (extraído de [2])

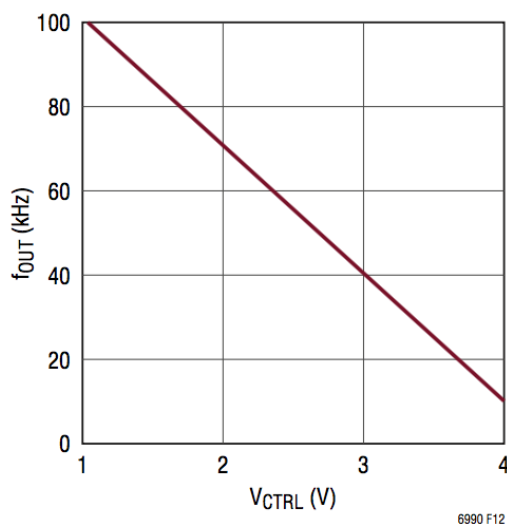


Figura 4: Função de transferência do LTC6990 para a configuração da Figura 3 (extraído de [2])

## Funcionamento do sistema

O sistema mostra uma variação de intensidade do LED de acordo com a proximidade de um objeto até o sensor SHARP. Quanto mais próximo, maior será a intensidade luminosa do LED. A faixa de detecção do sistema é restrita de 3 cm a 14 cm, ou seja, se o objeto estiver a menos do que 3 cm, não é necessário tratar o sinal do sensor e nem dar uma indicação válida no LED, e se o objeto estiver a mais de 14 cm, o LED deve permanecer apagado. Dentro da faixa de detecção a variação da intensidade do LED é produzida pela variação do *duty cycle* do PWM do PIC. Assim, se o objeto estiver a 3 cm do sensor, o PWM estará a 100% do *duty cycle* e se o objeto estiver a mais de 14 cm do sensor o PWM estará com 0 % do *duty cycle*. O Timer 1 deve ser usado em modo de contador e o Timer 0 deve ser usado para gerar uma interrupção periódica que determina uma janela de tempo para contagem dos pulsos pelo Timer 1.

## Projeto de Hardware

(2,5) Fazer o diagrama esquemático simplificado<sup>2</sup> do hardware do sistema indicando quais os pinos e os sinais correspondentes do PIC que estão sendo usados para cada função.

## Projeto de Software

Em relação ao projeto de software, pede-se:

1. (1,0) De acordo com as funções de transferência do sensor, Figura 1, e do VCO, Figura 4, calcular o tempo da janela para contagem dos pulsos de maneira que existam cerca de 1000 pulsos entre o valor máximo de contagem e o mínimo.
2. (2,5) Escrever o trecho de programa para configurar o Timer 1 para contagem de pulsos e o Timer 0 para gerar uma interrupção periódica com a janela de tempo calculada no item 1) e a rotina de tratamento de interrupção para o Timer 0.
3. (1,5) Calcular o período do PWM e a resolução em bits para funcionamento no sistema proposto.

4. (2,5) Escrever o trecho de programa para configurar o PWM do PIC e uma rotina para ajustar o *duty cycle*.

Todos os trechos de programa devem ser escritos em Linguagem C considerando que o compilador é o MPLAB XC8. Todas as configurações devem ser feitas por bit com o devido comentário explicando o que está sendo configurado. Trechos de código sem os devidos comentários explicativos não serão considerados na correção. O uso adequado da Linguagem C será levado em consideração na correção.

No caso de especificações vagas ou não explicitadas, assuma valores, configurações e especifique o que for necessário colocando as devidas justificativas para as decisões tomadas.

## Referências

- [1] SHARP: GP2D120 General Purpose Type Distance Measurement Sensor; *data sheet*.
- [2] Linear Technology: LTC6990 Timer Blox: Voltage Controlled Oscillator; *data sheet*.

---

<sup>2</sup>Não é necessário desenhar o PIC completo, represente somente os sinais e pinos utilizados.