

Ghilson Ramalho Corrêa, Prof. DSc., CEFET-MT
Bene Jazem Bandeira Nobre, Técnico em Eletrônica

RESUMO

Este artigo descreve um Kit didático destinado a propiciar a estudantes e profissionais da área de eletrônica, automação da manufatura, instrumentação e outros, conhecimentos básicos e avançados em microcontroladores. Estes conhecimentos envolvem o desenvolvimento de software e hardware relacionados à aquisição e tratamento de dados voltados ao controle de processos em geral. Aplicações práticas podem ser desenvolvidas e implementadas através desta plataforma sem maiores adaptações.

PALAVRAS-CHAVE: microcontrolador PIC, kit didático, interface.

INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e a necessidade de um constante aprimoramento da qualidade e capacidade de produção das empresas de forma a atender as exigências do mercado, a utilização de sistemas digitais microcontrolados no processo de produção vem sendo muito requisitada, sobretudo pela sua versatilidade e capacidade de gerenciamento frente aos mais variados tipos de processos existentes.

Atualmente na elaboração de um projeto digital, é quase impossível deixar de utilizar um microcontrolador, principalmente pensando na redução de custo, consumo de energia, tamanho do equipamento, confiabilidade e proteção do software que é gravado internamente. É importante salientar, que considerando a relação custo/benefício, os microcontroladores podem não só ser usados em empresas de médio e grande porte, como podem também em várias outras situações, como é o caso do kit didático que emprega o microcontrolador PIC16F876, fabricado pela Microchip, gigante no mercado de desenvolvimento desses componentes. Este kit foi projetado para atender aos principiantes que desejam ingressar pela primeira vez no ascinante mundo da microeletrônica como

também para aqueles que têm maiores conhecimentos e queiram aprender rapidamente como desenvolver aplicações para os PICmicro com maior eficiência e praticidade.

Os sistemas que empregam microcontroladores, em particular, têm provocado uma revolução ainda em andamento na vida das pessoas. Seja no trabalho, no lar, na escola ou no lazer, as soluções “embedded” (integradas) são encontradas nas mais inesperadas situações do nosso dia-a-dia. Exemplos contemporâneos são os carros mais seguros e confortáveis, eletrodomésticos inovadores, equipamentos portáteis com múltiplas funções, etc.

FLEXIBILIDADE DO PICMICRO PIC16F876

Os microcontroladores são componentes que foram desenvolvidos para facilitar o desenvolvimento de sistemas baseados em microprocessadores. Eles possuem a maioria dos periféricos de sistemas microprocessados já embutidos em seu chip, eliminando a necessidade de uso da maioria dos circuitos de

suportes externos, como memórias de programa e dados, portas de I/O, conversores A/D (analógicos/digitais), PWMs (Pulse Width Modulation), portas de comunicação serial, etc (fig.1). Essas características revolucionaram o projeto de dispositivos inteligentes, possibilitando a construção de sistemas complexos e sofisticados de forma simples, barata e compacta. necessidade de uso da maioria dos circuitos de

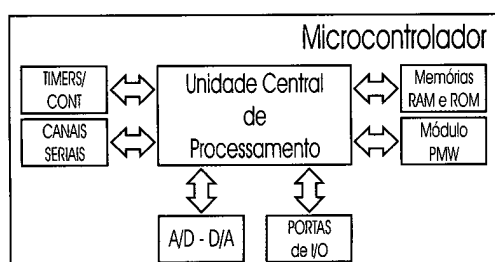


Figura 1. Esquema básico de um microcontrolador.

A família de microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) tem sido uma das melhores opções de escolha para desenvolvimento de aplicações em sistemas automáticos, por possuir microcontroladores com todos esses periféricos. Eles são encontrados em diversas aplicações, como exemplo, na injeção eletrônica de automóveis, em alarmes residenciais semi-inteligentes, portões de garagem, detectores de fumaça, fornos de microondas, geladeiras, televisores, nos aparelhos de ar condicionado, em vários aparelhos de diagnóstico médico e em muitas outras aplicações.

Neste contexto, é de extrema importância que as instituições de ensino técnico e superior estejam preparadas de maneira a permitir que seus alunos usufruam de meios para o aprendizado destes referidos dispositivos, bem como suas aplicações práticas. Estes mecanismos devem fornecer ao futuro profissional uma base sólida, que lhe permita o desenvolvimento de sistemas microcontrolados para os mais diversos setores de atividade econômica.

VISÃO GERAL DO KIT DIDÁTICO

Nos últimos doze meses, o Centro Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso vem desenvolvendo um projeto de pesquisa que tem por objetivo a construção de uma plataforma de estudos, desenvolvimentos e aplicações práticas baseadas em microcontroladores. Trata-se de um projeto multidisciplinar, tendo em vista que este explora conceitos básicos em eletrônica analógica e digital e introduz os conceitos de sistemas microcontrolados. Em conjunto com disciplinas de Eletrotécnica, permite o desenvolvimento de diversas aplicações industriais, como por exemplo, controle de motores de corrente contínua, motores de indução trifásicos ou robôs para automatização de tarefas. Pode ser utilizado também na interface a outros dispositivos para aquisição de dados e emissão de relatórios, garantindo suporte a sistemas supervisórios.

Esta plataforma de desenvolvimento proporciona, ao aluno interessado em estudar sistemas de controle, conhecimentos correlatos importantíssimos e uma grande fonte de aprendizado. Permite a união de diversas áreas do conhecimento tecnológico, colaborando assim, para a formação de profissionais dotados de bases teóricas e práticas fortes em sistemas microcontrolados.

DESCRIÇÃO DO HARDWARE

Como mencionado anteriormente, os microcontroladores são componentes integrados que contêm em um único dispositivo todos os circuitos necessários para implementar um completo sistema digital programável.

A figura 2 mostra o diagrama de blocos do kit didático, dividido em quatro grupos. O PIC16F876 é o “coração” do kit, ou seja, o dispositivo principal. O segundo chamado de interface homem-máquina, o terceiro de blocos periféricos e o quarto e último, o programador do PIC.

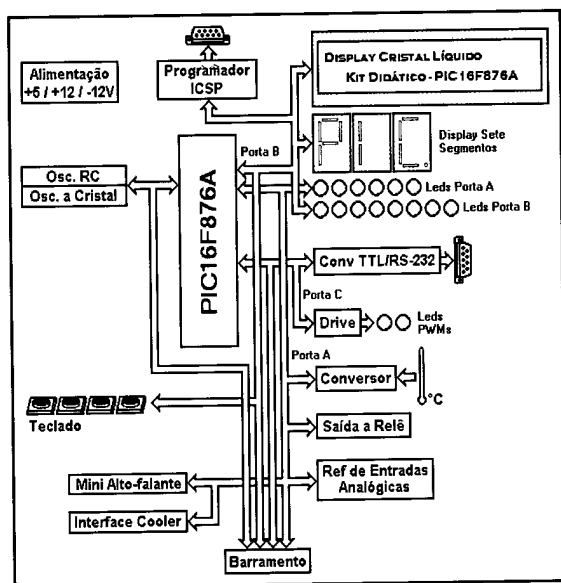


Figura 2. Diagrama de blocos do kit didático.

O PIC16F876

A família PIC possui uma arquitetura avançada, moderna e de fácil utilização, oferecendo produtos que possuem desde 8 pinos com instruções de 12 bits até 84 pinos e instruções de 16 bits, permitindo seu uso em aplicações das mais simples até aplicações extremamente complexas. Dentre os inúmeros integrantes desta família, devem ser citados o PIC12F675, o PIC16F628, o PIC16F876 e é claro, o famoso PIC16F84. Eles se tornaram os preferidos da maioria dos projetistas por serem os mais versáteis e econômicos, oferecendo os principais recursos da família, sendo indicados para aplicações cujo custo e espaço têm importância fundamental.

O PIC16F876, como todos os microcontroladores da família PIC, foi concebido em arquitetura RISC (Reduced Instruction Set Computer) onde o acesso ao programa é feito separadamente do acesso de dados, possibilitando que todas as instruções sejam executadas em apenas em um ciclo de máquina (com exceção às instruções de desvio que são executadas em dois ciclos). Possui um conjunto reduzido de instruções (somente 35), proteção de código que impede cópia não autorizada do programa, maior capacidade de

corrente de saída (até 20mA por pino), 13 fontes de interrupção, Watchdog Timer, 3 Temporizadores/Contadores, baixo consumo em standby (20A), dois canais para comunicação serial síncrona e assíncrona, um conversor A/D de cinco canais com resolução de dez bits e dois módulos CCP (captura, compara e canal PWM) com resolução de até dez bits. Estas características e periféricos proporcionam a esse microcontrolador maior velocidade na execução de tarefas se comparados aos microcontroladores desenvolvidos com outras arquiteturas.

Os módulos de comunicação serial permitem a troca de informações com um PC ou outro sistema microprocessado, bem como a aquisição de dados provenientes de memórias seriais, sensores inteligentes, etc. Um desses módulos é chamado USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter), que transfere dados de forma síncrona ou assíncrona. Em modo assíncrono executa o envio e recebimento de informações de forma simultânea (FULL-DUPLEX) e através de um simples conversor TTL/RS-232 pode ser conectado à porta serial comum de um PC. O outro módulo é chamado SSP (Synchronous Serial Port), no qual um de seus modos de operação, executa a troca de informações através do conhecido protocolo I2C (Inter-Integrated Circuit), desenvolvido pela Philips.

Os módulos CCP's são circuitos internos ao microcontrolador que podem operar em modo PWM, no qual informações provenientes de qualquer fonte, sejam do conversor A/D, seja do canal serial, ou outra qualquer, pode ser modulada através da modulação por largura de pulsos. A resolução em bits do canal PWM é inversamente proporcional à frequência de modulação (portadora) e pode chegar a 10 bits.

Este módulo pode ainda operar no modo de captura, com o qual é possível facilmente medir a largura de um pulso presente em seu respectivo pino; ou no modo de comparação, em que uma série de eventos pode ser obtida a

intervalos pré-determinados, como iniciar uma conversão analógica, mudar o estado do pino de saída ou ainda gerar uma interrupção.

O conversor A/D possui resolução de 10 bits. Mesmo tendo cinco entradas analógicas, apenas uma conversão é permitida por vez, pois se trata de um único conversor multicanal. As tensões de referência podem estar em qualquer valor entre os limites da tensão de alimentação (GND e VCC) ajustáveis através de dois dos cinco canais analógicos. Estas entradas analógicas constituem um importante meio de interface com o “mundo externo” devido à sua natureza analógica.

Os microcontroladores PIC, como todo microcontrolador ou microprocessador, são dispositivos que trabalham de forma serial, ou seja, todo processo de controle é feito a partir da execução serial (uma após a outra) de um conjunto organizado de instruções gravadas na memória de programa. A velocidade com que essas instruções são executadas é determinada por um circuito oscilador interno ao microcontrolador associado a um ressonador externo. Nos microcontroladores PIC, estes circuitos ressonadores podem ser baseados em cristais de quartzo ou em um circuito RC série de maneira a permitir um barateamento no custo do equipamento. No kit, os dois circuitos estão disponíveis, permitindo a exploração dessas duas possibilidades de obtenção do sinal de clock para a CPU.

A INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

O LCD

Dentre os quatros dispositivos de interface citados, o LCD (Liquid Cristal Display) é, hoje, bem conhecido e popular em muitos tipos de eletrodomésticos, instrumentos e muitas outras aplicações. O baixo consumo, dimensões reduzidas e interfaceamento simples são algumas das características que fazem o display de cristal líquido os preferidos na maioria dos projetos em que uma informação deve ser apresentada na forma digital. Devido a sua

natureza alfa-numérica, a apresentação de textos e variáveis referentes ao processo controlado é feita de forma clara e eficiente. Além de apresentar compatibilidade total com o código ASCII, a criação de novos caracteres é limitada apenas pela resolução do display ou criatividade do programador. Esta característica permite a criação, por exemplo, de telas animadas para sinalização de alarmes, com ícones e símbolos específicos. Quanto ao número de caracteres, existem diversos tipos de módulos LCD disponíveis, que possuem uma série de configurações podendo chegar a 320 divididos em até oito linhas. A geração de caracteres e sua atualização são feitas internamente, sendo necessário no máximo, apenas 14 ou 16 linhas para sua alimentação e completo interfaceamento com qualquer microcontrolador com via de dados de 4 ou 8 bits. No kit, esse interfaceamento é feito com meio byte ou 4 bits (nibble). Os dados ou instruções são enviados nibble a nibble. Para os sinais de controle, como Seleção do módulo LCD, seleção de leitura ou escrita e seleção de dado ou comando, são necessárias outras três linhas de I/O. Dessa forma, a comunicação do módulo LCD com o microcontrolador é feita utilizando apenas sete linhas de I/O, quatro para dados e comando e três para controle, além é claro, de três linhas para alimentação.

Como se pode observar, o módulo display de cristal líquido é a forma mais fácil de obter o resultado desejado, por se tratar de uma ótima solução, visto que esses mostradores são baratos, oferecem boa leitura e são facilmente controlados, tanto do ponto de vista do software quanto do hardware.

Os Displays sete segmentos

Os três displays de sete segmentos estão conectados à saída de um conversor BCD/7 segmentos e são controlados utilizando a técnica da multiplexação. A informação BCD

(Binary Code Decimal) de quatro bits proveniente do PIC chega ao conversor e é decodificada de maneira a apresentá-la nos displays. A multiplexação é feita através de três pinos do microcontrolador (um pino para cada display) de maneira que se possa controlá-los com um número reduzido de portas do PIC (oito, sendo quatro para a informação a ser mostrada, uma para o ponto decimal e três para a multiplexação).

Os leds

Outros periféricos disponíveis no kit são 14 LEDs sinalizadores para utilização em propósitos gerais. Dentre os quatorze led's, seis estão ligados no PortA e oito no PortB. Através deles podem ser demonstradas algumas técnicas e conceitos importantes aplicados no desenvolvimento de sistemas de controle digital.

Teclado

Algumas vezes no desenvolvimento de um projeto, é preciso obter dados de contribuição de um usuário. No kit, isto é tão simples quanto operar um interruptor. Para isto, existe um teclado simples composto de 4 teclas que estão conectadas ao PortB do PIC. O controle do teclado é razoavelmente simples e pode ser realizado por um software de leitura que é capaz de detectar se qualquer uma das teclas foi ou não pressionada. Esta ação pode ser usada para demonstrar uma tomada de decisão ou mesmo uma interrupção.

BLOCOS PERIFÉRICOS

Entradas analógicas

Informações analógicas podem ser simuladas a partir de dois potenciômetros conectados ao conversor A/D do microcontrolador. Eles estão estrategicamente posicionados de maneira que possam ser utilizados como referências de fundos de escala

no processo de conversão.

Sensor de temperatura

O LM35, sensor de temperatura de precisão, pode medir temperaturas na faixa entre -55°C e 150°C com precisão de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ e está conectado a uma das entradas analógicas do PIC. Entre o sensor e o microcontrolador existe um conversor baseado num amplificador operacional que tem a função de adequar os níveis de tensão fornecidos pelo sensor.

Drive PWM

Neste periférico, dois leds com seus respectivos drives de corrente foram conectados às saídas dos módulos CCPs para demonstração visual, por exemplo, da variação da intensidade luminosa quando da modulação PWM.

Saída a relê

Existe disponível ainda uma saída a relê para acionamento de cargas AC/DC com total isolamento elétrico do sistema de alimentação do circuito.

Mini alto-falante

Um mini alto-falante está conectado ao microcontrolador para emissão de avisos sonoros.

Saída a transistor

Uma saída em 12V a transistor do tipo open coletor com capacidade de drenar até 300mA também está disponível para acionamentos diversos, bem como uma entrada a transistor conectada à fonte de 12V através de resistor. Esse conjunto pode ser utilizado, por exemplo, para acionamento de um cooler de CPU e medição de sua velocidade de rotação.

Todos os pinos do PIC16F876A, bem como a referência (GND) do circuito, são disponibilizados em um barramento de 34 pinos (exceto as tensões de alimentação 5V, 12V e 12V) para desenvolvimento de aplicações utilizando o kit.

A plataforma não dispõe de fonte de alimentação incorporada a placa, sendo necessário uma fonte externa estabilizada de 5/12/-12V. Pode-se alimentar a placa com apenas 5V, porém o circuito de programação do microcontrolador, descrito a seguir, o sensor de temperatura e a saída/entrada a transistor não irão funcionar.

PROGRAMAÇÃO DO CHIP

Embora este quarto bloco faça parte da descrição anterior, ele será tratado separadamente devido a sua importância no kit didático.

Na programação dos microcontroladores faz-se necessário conhecer as características da memória que se pretende programar. O circuito utilizado para esta finalidade, foi resgatado no site da Microchip (www.microchip.com) fabricante do microcontrolador, em nota de aplicação - AN589.

O programador é capaz de executar todas as funções necessárias como: escrita; leitura; verificação; programação dos bits de proteção; apagamento e leitura da assinatura. Como se pode ver, o circuito proposto, favorece o trabalho no desenvolvimento do software durante a fase de programação, pois com o programador embutido na placa deixa de existir a necessidade de remoção do chip, toda vez que se deseje reprogramá-lo.

Com a utilização de simples adaptadores, pode-se programar a maior parte dos microcontroladores da Microchip neste kit, sem que haja a necessidade de se adquirir um programador, caso o aluno deseje desenvolver outra aplicação com outro microcontrolador PIC.

A programação é feita através da porta paralela do PC, e o software para programação do chip deve utilizar o protocolo ICSP (In

Circuit Serial Programming). Toda a documentação técnica a respeito deste protocolo está disponível no site do fabricante (www.microchip.com). O software utilizado para programação do PIC é o ICPROG05. Por se tratar de um programa "freeware", sua utilização é inteiramente livre e está disponível na internet (www.ic-prog.com). A performance de conjunto (circuito+software) foi considerada excelente, e recomenda-se utilização deste software.

CONEXÃO COM O PC

Algumas vezes as tarefas realizadas por microcontroladores que fazem parte de um sistema de controle digital são tarefas remotas. Para que essas tarefas possam ser executadas, há necessidade de estabelecer uma comunicação com o outro lado da linha. Neste sentido, o kit didático dispõe de um canal de comunicação serial assíncrona para comunicação com o PC ou outro dispositivo que utilize o mesmo padrão. Um conversor TTL/RS-232 foi montado e conectado ao canal de comunicação assíncrona (USART), possibilitando uma rápida conexão à dispositivos que utilizem este padrão.

Este canal serial possibilita o desenvolvimento de uma série de aplicações assistidas por microcomputadores, como sistemas supervisórios e de aquisição de dados, emissão de relatórios, etc.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando a um aperfeiçoamento prático na aplicação dos conhecimentos teóricos relativos ao assunto em questão, o kit didático aqui apresentado busca demonstrar as vantagens da utilização de microcontroladores no nosso dia-dia e a relevância científica do assunto, tanto em termos acadêmicos quanto nos seus aspectos de utilidade técnica e social.

Esta plataforma de desenvolvimentos

proporciona um salto adiante na qualidade do ensino oferecido pelo CEFET MT, considerando que desde os tempos remotos a humanidade vem buscando continuamente avanços tecnológicos, que acabam se integrando no nosso dia-a-dia. Ela representa apenas o primeiro passo no desenvolvimento de seus alunos, e sem dúvida, irá inspirá-los à busca de novas idéias. Com o apoio necessário, essas idéias poderão ser concretizadas, proporcionando uma constante evolução na qualidade de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Predko, M. Programming and customizing PICmicro® Microcontrollers. USA: McGraw Hill, abril, 2000.

Pereira, F. Microcontroladores PIC: Técnicas Avançadas. São Paulo: Érica, 2002.

Souza, D. J. Desbravando o PIC: São Paulo: Érica, 2000.

Pereira, F. Microcontroladores PIC: Programação em C. São Paulo: Érica, 2003.

Schild, H. C Completo e Total: São Paulo: McGraw Hill, 1992.

Manzano, J.A.N.G.; Oliveira, J. F. Algoritmos: Lógica para Desenvolvimento de Programação

de Computadores. São Paulo: Ed. Érica, 2000.

Manuais:

Microchip PIC16C73A DataSheet. USA: Microchip, 1998.

Microchip. PIC16F876A DataSheet. USA: Microchip, 1999.

Microchip. PICMICRO Midrange MCUFamily Reference Manual. USA: Microchip, 1997.

CCS. C Compiler Reference Manual. USA: CCS. 2001.

Sites:

<http://www.microchip.com/> - Microchip.

<http://www.ccsinfo.com/> - Fabricantedos compiladores CCS.

<http://www.artimar.com/> - Representante da Microchip no Brasil.

<http://www.ccsinfo.com/demo> - Versão de demonstração do compiladorPCW.

<http://www.ccsinfo.com/> - Fabricantedos compiladores CCS.

<http://www.microchipc.com/> - Site sobre programação em C para PIC.

<http://www-s.ti.com/sc/psheets/slla070c/slla070c.pdf> - Especificação do Padrão 232.

<http://www.ic-prog.com> - Software de Programação de PIC