

APRENDIZADO E COMPREENSÃO DE DSC'S ATRAVÉS DE KIT DIDÁTICO

*Bruno Gasparotto Ponne¹
Leonardo Arnold¹
Irineu Alfredo Ronconi Jr.²*

Resumo

O presente artigo trata da proposta de desenvolvimento de um kit didático para o DSC, uma das recentes inovações na área da microeletrônica. Inicialmente, contextualiza-se a pesquisa e apresenta-se o componente e suas aplicações. Após, são apresentados o kit didático e seus elementos principais.

Palavras-chave: microcontrolador, DSP, DSC, kit didático.

Abstract

The following article is about the development proposal of a didactic kit for the DSC, one of the recent innovations in the area of microelectronics. Initially, the research is contextualized and the component and its applications are presented. After that, the didactic kit and its main elements are presented.

Keywords: microcontroller, DSP, DSC, didactic kit.

1 Introdução

O presente artigo sintetiza o projeto de desenvolvimento de um kit didático para a compreensão e aprendizado do controlador digital de sinais, o DSC. O DSC é um componente recente que integra as características de controle de um MCU com as características de processamento de um DSP. Se por um lado o MCU oferece o controle em tempo real, os DSP's apresentam excelente desempenho no processamento em tempo real. Como essas duas tecnologias se complementam, foram por isso integradas em uma só, o DSC.

O DSC se mostra um componente de muito versátil e de vasta aplicação no controle e processamento de dados, representando uma nova ferramenta que está substituindo, de forma eficaz e rápida, os microprocessadores e microcontroladores com menor custo/benefício.

Frente a esse contexto, é importante que profissionais da área da eletrônica dominem, ainda que de forma básica, esta tecnologia, considerando ainda que dominá-la significa adquirir subsídios para o aprendizado de DSP's, caracterizados por arquiteturas ainda mais complexas. Todavia, por ser uma tecnologia mais recente, não há material didático que possibilite seu aprendizado e aplicação. Dessa forma, o projeto aqui descrito objetiva o desenvolvimento de um KIT didático para o DSC.

2 O DSC

Um dos modelos de DSC é o dispositivo da família dsPIC30F da Microchip. No desenvolvimento do kit didático trabalhar-se-á com esse modelo, portanto, quando se

¹ Estudantes da 4ª série do Curso Técnico em Eletrônica da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha.

² Doutorando do Institut für Regelungstechnik Braunschweig – IfR. Professor da Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha e da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. E-mail: irineu@unisinos.br.

falar em dsPIC, fala-se no DSC da Microchip.

A unidade central de processamento (CPU) do dsPIC30F é composta por uma arquitetura Harvard modificada de 16 bits para dados, incluindo um aprimorado set de instruções que inclui um amplo suporte para DSP. A CPU tem uma palavra de instrução de 24 bits, com um campo de código de operação de comprimento variável, que é o código que diz o que a instrução faz e com quais operadores ela trabalha. O contador de programa (PC) é de 24 bits e consegue endereçar até 4M x 24bits no espaço de memória de programa do usuário.

Todas as instruções são executadas num único ciclo de máquina, exceto as instruções que mudam o fluxo do programa, instruções de movimento de palavras duplas (MOV. D) e instruções de tabela. Construções de laços de repetição no programa podem ser feitas, utilizando-se as instruções DO e REPEAT, que podem ser interrompidas em qualquer ponto.

Todos os dsPIC's possuem no modelo do programador dezesseis registradores Work ou W de 16 bits. Cada um desses registradores (W) pode ser utilizado como registrador de deslocamento de endereço ou de dados. O décimo sexto registrador (W15) funciona como um ponteiro de pilha de software para as interrupções e instruções de chamadas (CALL).

O set de instruções dos dispositivos do modelo dsPIC30F tem duas classes de instruções: uma para MCU e outra para DSP. Essas duas classes de instruções são integradas de modo homogêneo na arquitetura e são executadas por uma unidade de execução. O set de instruções inclui ainda diversos modos de endereçamento, que foram projetados para uma maior eficiência do compilador C.

O espaço de dados pode ser endereçado como 32000 palavras ou 64000 bytes e é dividido em dois blocos: memória de dados X e memória de dados Y. Cada bloco de memória possui sua unidade de geração de endereços (AGU) independente. A classe de instruções do MCU opera somente pela AGU da memória X, que acessa o mapa de memória inteiro como um espaço de dados linear, enquanto algumas instruções da classe do DSP operam pelas AGU's X e Y para apoiar leituras de operadores duais que dividem o espaço de endereçamento dos dados em duas partes. O limite de espaço para os blocos X e Y é específico de cada dispositivo.

Os 32Kbytes superiores do mapa de memória do espaço de dados podem ser mapeados opcionalmente em espaço de programa a qualquer limite de palavra de programa com 16K, definido pelo registrador da página de visibilidade do espaço de programa de 8 bits (PSVPAG). A característica de mapear o espaço de programa em espaço de dados permite que qualquer instrução acesse o espaço de programa como se estivesse acessando o espaço de dados. Além disso, a memória RAM pode ser conectada à via de transporte da memória de programa nos dispositivos que tenham uma via de transporte externa e utilizada para entender a memória de dados RAM interna.

Buffers circulares livres (endereçamento de módulo) podem ser implementados em ambos os espaços de endereços X e Y. O endereçamento de módulo elimina a verificação de limite pelo software no início dos algoritmos para DSP. Além disso, o endereçamento circular da AGU X pode ser utilizado com qualquer instrução da classe de instruções para MCU. A AGU X também suporta endereçamento reverso de bits, para gradativamente simplificar a entrada ou saída de dados reordenados para algoritmos da transformada rápida de Fourier (FFT).

A CPU suporta modo de endereçamento inerente (sem operador), relativo, literal, direto à memória, direto ao registrador e indireto ao registrador. Cada instrução é associada a um grupo de modo de endereçamento predefinido, dependendo das suas exigências fracionais. Para muitas instruções, o dsPIC30F é capaz de executar uma

leitura da memória de dados, uma leitura do registrador Work, uma escrita na memória de dados e uma leitura da memória de programa (instrução) em um único ciclo. Como resultado, temos um suporte para instruções de 3 operadores, permitindo operações como $A+B=C$, executadas em um único ciclo.

A máquina de DSP, caracteriza o dsPIC com uma alta velocidade, multiplicação de 17 x 17 bits, uma unidade lógica e aritmética (ALU) de 40 bits, dois acumuladores de 40 bits e um registrador de deslocamento bidirecional para 40 bits. O registrador de deslocamento é capaz de deslocar um valor de 40 bits até 15 bits para a direita, ou até 16 bits para a esquerda em um único ciclo. As instruções de DSP operam de modo homogêneo com todas as outras instruções e foram projetadas para otimizar o desempenho em tempo real.

A instrução MAC (Multiply And Accumulate) e outras instruções associadas podem, simultaneamente, buscar dois operadores de dados da memória, enquanto multiplicam dois registradores W. Isso requer que o espaço de dados seja dividido para essas instruções e linear para todas as outras, e isso é feito por uma maneira transparente e flexível através da dedicação de registradores W para cada endereço. O diagrama de blocos da CPU está ilustrado na Figura 01.

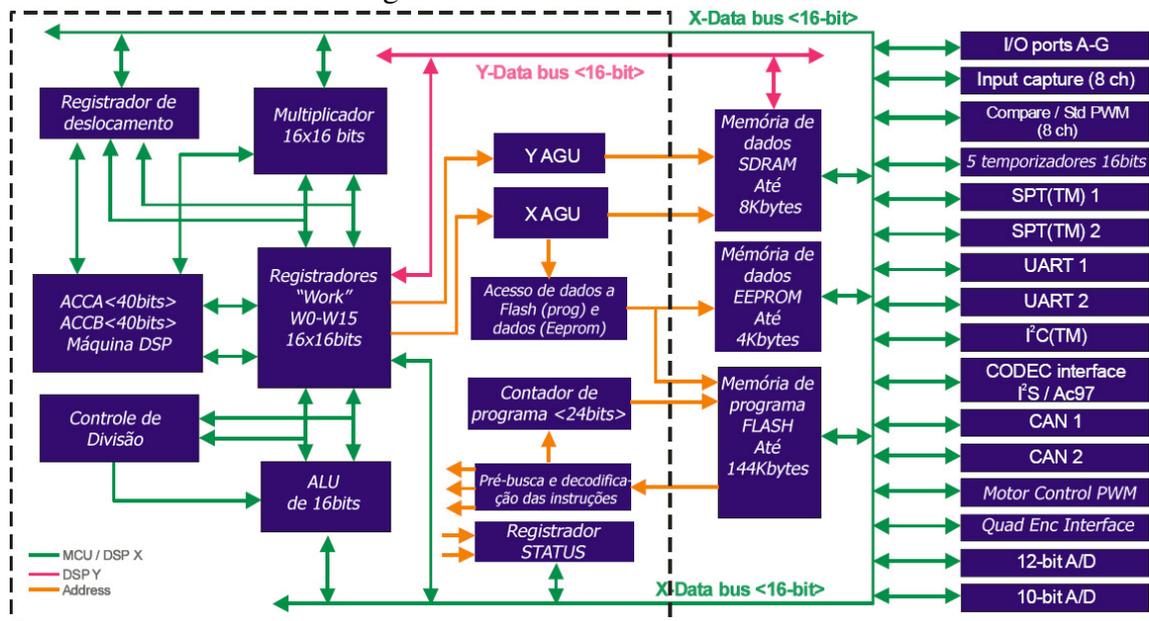


Figura 01 Diagrama de blocos da CPU do dsPIC

3 O kit didático

O kit didático a ser desenvolvido é constituído basicamente de uma placa de desenvolvimento para o dsPIC acompanhada de uma apostila. A apostila apresentará a base teórica para o aprendizado dos conteúdos, bem como a explicação detalhada dos elementos de hardware da placa de desenvolvimento, seguida de exemplos práticos que poderão ser desenvolvidos no kit. Essa apostila será organizada de forma a dispor os conhecimentos gradativamente, evidentemente, do mais elementar ao mais complexo.

A placa de desenvolvimento representará o elemento de fixação e confirmação prática dos conhecimentos abordados na teoria. Terá como elemento central o dsPIC, que poderá, através de configurações específicas, estar conectado a diversas opções de hardware. Essa possibilidade de escolha dos elementos periféricos que estarão interagindo com o DSC viabiliza a realização de inúmeros experimentos práticos para testar as mais diversas capacidades e vantagens que o dispositivo oferece. Alguns desses experimentos práticos serão sugeridos ao usuário na seção “Aplicações” do manual, no

entanto outros poderão ser criados e testados através do kit.

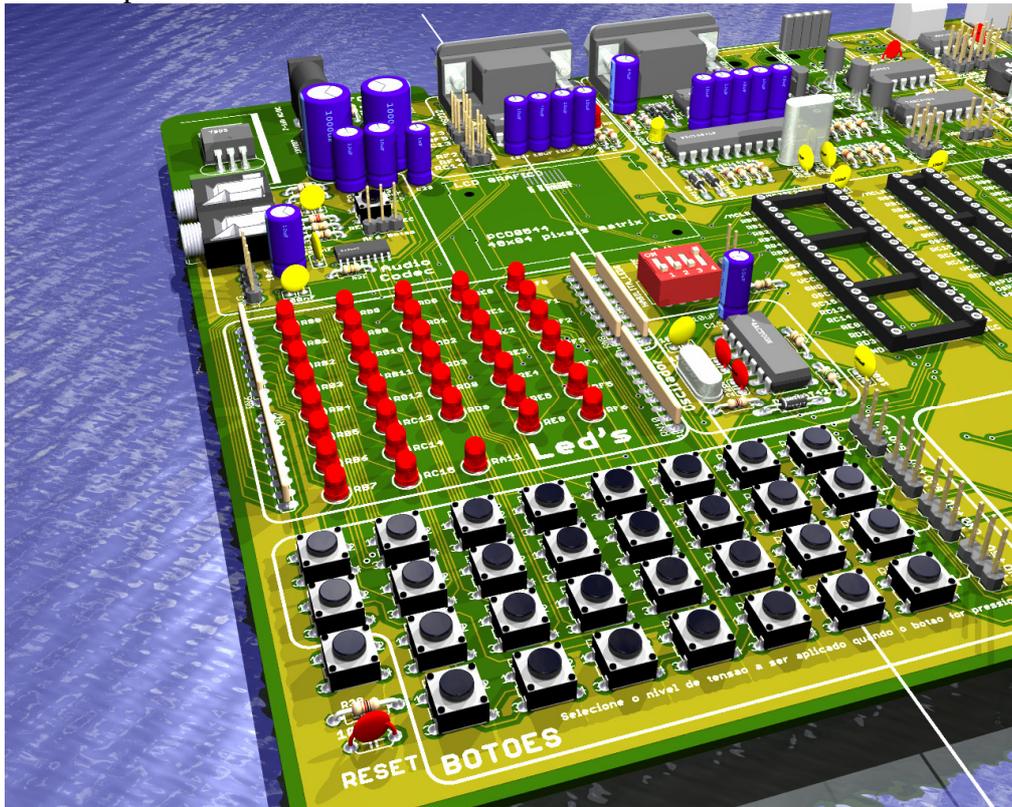


Figura 02 Placa de desenvolvimento

Na figura 02, observam-se alguns recursos periféricos, disponíveis na placa de desenvolvimento, relacionados a seguir.

- 37 leds que permitem uma visualização mais adequada dos níveis lógicos de cada pino de I/O do dsPIC. Os leds, ou diodos emissores de luz, são componentes bastante simples que emitem luz ao serem alimentados com tensão positiva no terminal anódico. Os LEDs serão utilizados em diversas aplicações desse manual, na maioria dos casos, como indicadores de nível lógico dos pinos de um determinado PORTX. Ao todo, a placa contém 37 LEDs disponíveis para o usuário. A figura 03 mostra como esses LEDs estão conectados aos dsPIC's.

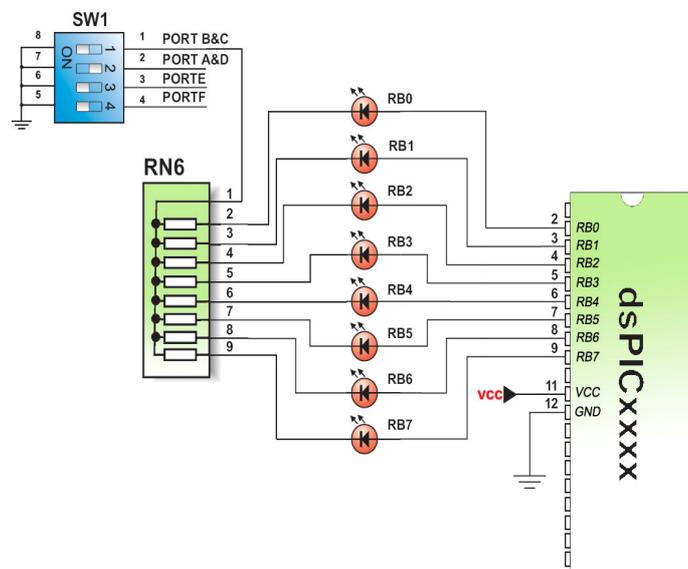


Figura 03 Conexões dos leds na placa.

- 30 botões: essenciais para a maioria das aplicações que podem exercer as mais variadas funções, como chaves seletoras de estado de funcionamento de um determinado sistema. As conexões dos botões aos ports RA, RB, RC, RD, RE e RF são mostradas na figura 04. Os jumpers da figura determinam se o botão pressionado vai colocar o pino em questão em nível lógico UM ou em nível lógico ZERO.

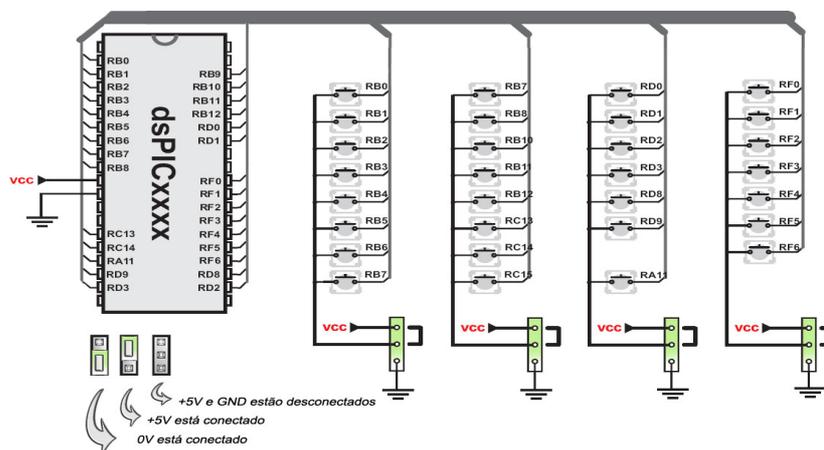


Figura 04 Conexões dos botões na placa.

No exemplo mostrado na figura 04, os botões estão conectados a +5V. Para detectar o estado da chave, deve-se usar resistores de pull-up ou pull-down, dependendo de como os jumpers estiverem configurados. Na figura 04, resistores de pull-down devem ser usados.

As figuras 05 e 06 exemplificam os dois modos de ligação.

Com resistores de pull-up (figura 05): os resistores de pull-up colocam os pinos do DSC em nível alto enquanto o botão não estiver pressionado. Quando o botão for pressionado, os pinos do DSC são colocados em nível lógico baixo. Dessa forma, somente quando o botão for pressionado, os pinos do DSC serão aterrados, ao contrário, o nível lógico será alto.

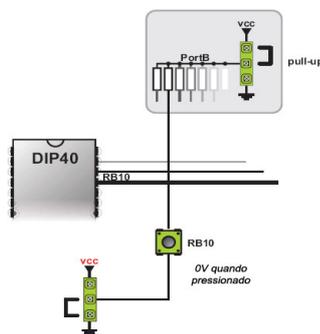


Figura 05 Conexão com resistor de pull-up

Com resistores de pull-down (figura 06): os resistores de pull-down são o contrário dos resistores de pull-up, ou seja, colocarão os pinos do DSC em nível lógico alto somente quando o botão for pressionado, ao contrário, o nível lógico continuará baixo.

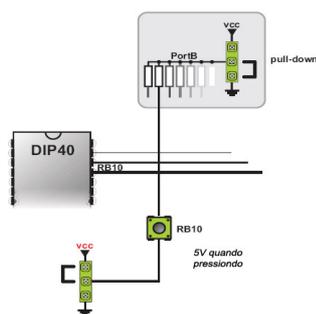


Figura 06 Conexão com resistor de pull-down

- 1 conector para LCD Gráfico, esse display pode ser utilizado para amostrar gráficos, desenhos, menus, animações ou simplesmente um texto. O controlador do módulo que acompanha o kit é compatível com o controlador PCD8544 da Philips. Trata-se de um módulo com 48 linhas e 84 colunas. O esquema na figura 07 ilustra como o mesmo está interligado na placa de desenvolvimento.

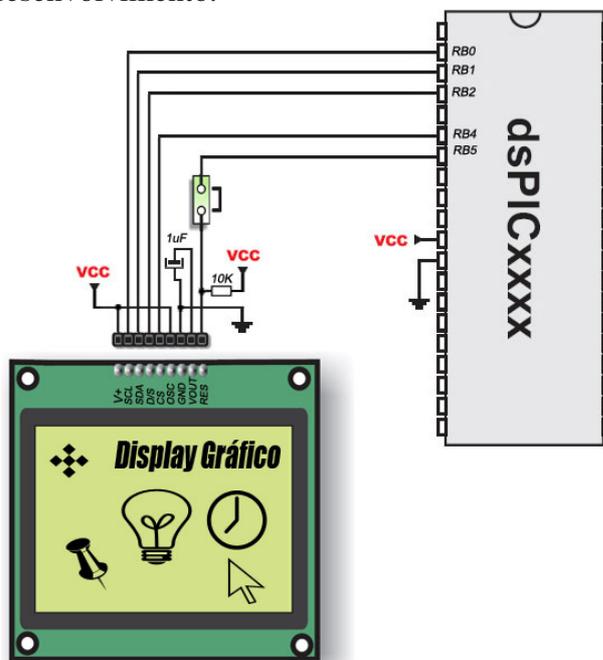


Figura 07 Conexão do LCD gráfico à placa

- 1 conector para entrada e saída de áudio, esses conectores conectados a um codec de áudio possibilitam que aplicações de áudio possam ser feitas e compreendidas pelo usuário.
- 3 soquetes que permitem a colocação de diferentes modelos de dsPIC's construídos nos encapsulamentos DIP de 18, 28 ou 40 pinos. A figura 08 mostra o detalhamento do esquema de ligação dos mesmos aos demais periféricos.

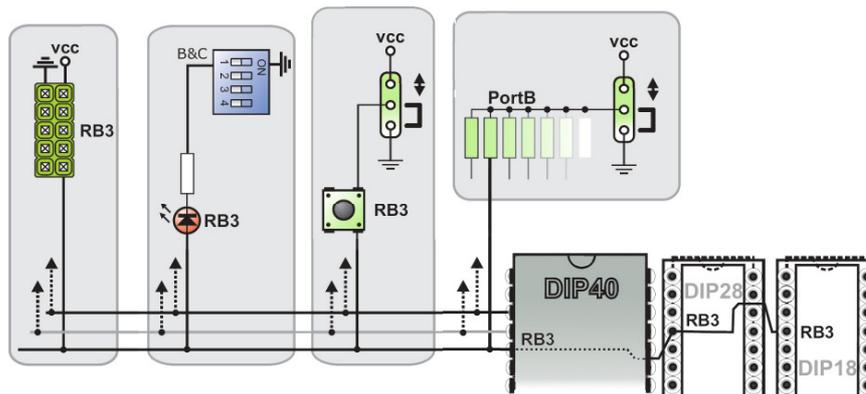


Figura 08 Esquema de ligação dos soquetes.

Os pinos dos controladores digitais de sinais estão interconectados a vários periféricos como mostrado na figura 08. Todos os PORTS possuem conectores no canto direito da placa, que permitem um acesso direto aos níveis lógicos presentes nos PORTS dos dsPIC's. Esse tipo de conector é tipicamente utilizado para acoplar periféricos externos à placa, ou para medir pontos estratégicos utilizando medidor de nível lógico. Em todos os PORTS dos DSC's, estão conectados leds, botões de pressão e resistores de pull-up/down, que permitem um fácil monitoramento e teste dos pinos digitais encontrados nos DSC's.

4 Considerações finais

O kit didático pode ser uma ótima alternativa para a introdução e aprendizado de novas tecnologias, visto que possibilita a realização de experimentos por meio dos quais se pode verificar e comprovar os mais variados aspectos do funcionamento do componente. Com o kit didático para o dsPIC, o usuário tem a oportunidade de desenvolver experimentos em diversas áreas da eletrônica, como em aplicações de áudio, servo mecanismos, controle vetorial de máquinas e instrumentação, entre outras. Isso significa que, além do aprendizado específico sobre o dsPIC, o usuário pode ter contato com essas diversas áreas da eletrônica, o que constitui diferentes oportunidades de aprendizado.

Fontes consultadas

MITRA, Sumit. "When MCUs and DSPs Collide: Digital Signal Controllers". www.dsp-fpga.com/pdfs/Microchip.Oct05.pdf (25/09/2006).

dsPIC30F Data Sheet. EUA, 2002.

dsPIC30F Family Reference Manual. EUA, 2006.