

¹ Flávio Alberto B. Batista, ¹ Clóvis Antônio Petry, ² Everton Luiz F. dos Santos, ³ Leonardo Gilberto Pinheiro
(flabio@cefetsc.edu.br; petry@cefetsc.edu.br; everton@cefetsc.edu.br; le0pinheiro@yahoo.com.br)

Grupo de Estudo de Novas Tecnologias - GENTec
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina

INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta uma proposta de projeto de pesquisa em nível de iniciação científica para o desenvolvimento de um sistema didático para controle de processos com processadores de sinais digitais (DSP). Este sistema será composto de cinco protótipos de aplicações de DSP para controle.

As aplicações implementadas serão na área de eletrônica de potência, incluindo conversores e acionamento de máquinas elétricas.

Os kits desenvolvidos permitirão a verificação da modelagem e a validação do projeto de controladores digitais para os circuitos implementados. A disciplina DSP aplicado ao controle da sexta fase do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Digitais do CEFET/SC é uma unidade que reúne conceitos de diversas outras unidades do curso de Sistemas Digitais. Nesta disciplina são apresentados os processadores de sinais digitais (DSPs) aplicados no controle de sistemas e processos.

Atualmente, além do desenvolvimento de projetos teóricos, são realizadas simulações digitais para verificar o desempenho dos controladores projetados e são implementados controladores para uma planta analógica construída com amplificadores operacionais.

Os sistemas representados por estas plantas analógicas não apresentam características realistas dos processos que normalmente são encontrados na prática, utilizam de forma limitada as potencialidades dos processadores, além de não representarem uma aplicação real, o que tende a diminuir o interesse do aluno.

Os Kits didáticos disponíveis no mercado para esta área, contemplam apenas um tipo de aplicação, são de custo elevado e de difícil acesso, sendo estruturas fechadas que não permitem a sua reconfiguração e o acesso a variáveis internas do processo, tornando-se sistemas limitados e pouco atrativos. Desta forma, propõe-se o estudo e desenvolvimento de Kits didáticos de aplicações de DSPs que representem diversas aplicações e que utilizem de forma mais intensa as potencialidades dos processadores estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto dos Kits didáticos tem como objetivo o desenvolvimento de circuitos eletrônicos de baixa e média potência para aplicações de controle digital com DSP, a elaboração de programas para teste e avaliação destes circuitos e a confecção de manuais de uso dos sistemas propostos. Inicialmente, os alunos desenvolverão os programas de controle das estruturas utilizando o processador digital de sinais TMS320LF2407A da Texas Instruments com o kit de desenvolvimento eZdspTMLF2407 da Spectrum Digital apresentado na Fig. 1.

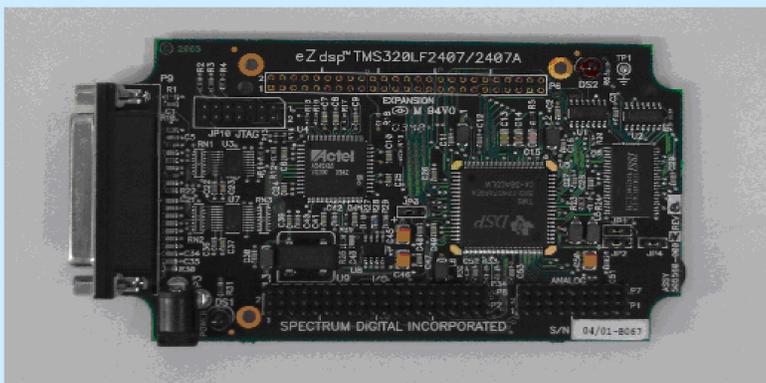


Fig. 1 - Kit de desenvolvimento eZdspTMLF2407.

Serão utilizadas como principais estruturas de estudo:

a) Circuito para a variação de velocidade de motor de corrente contínua (chopper)

Este sistema será composto de um conversor que permite a variação da tensão média aplicada a um motor de corrente contínua com ímã permanente. Este conversor operará na frequência de comutação de 1 kHz e será utilizado como interruptor de potência um MOSFET. Desta forma será utilizada como variável de atuação do controlador DSP o sinal PWM para comando do MOSFET (Fig. 2). A variável a ser monitorada será a velocidade do motor, que será estimada através da leitura dos pulsos de um encoder de 12 fendas através de um acoplador óptico (Fig. 3).

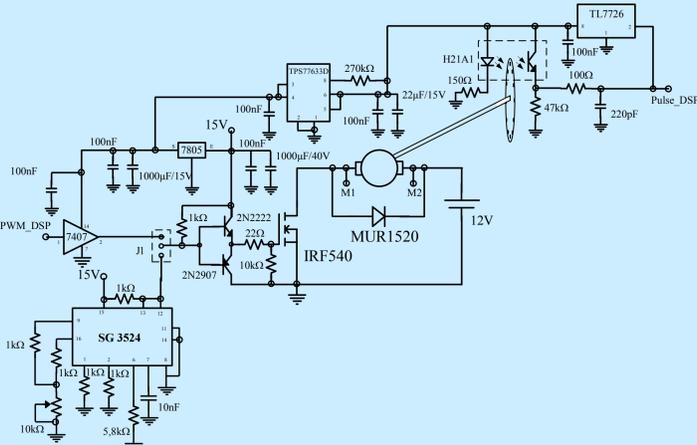


Fig. 2 - Circuito para controle de velocidade de um motor de corrente contínua.

b) Circuito de inversão do sentido de rotação e variação de velocidade de motor de corrente contínua

Será implementado a partir da utilização de circuito em ponte completa (Ponte H) utilizando o circuito integrado L298. As variáveis de controle serão as entradas que definem o sentido de rotação do motor e através do pino de enable do CI, aplica-se um sinal PWM para a variação de velocidade. De forma semelhante à aplicação anterior, através da leitura dos pulsos de um encoder (Fig. 3), determina-se a velocidade e sentido de giro do motor.

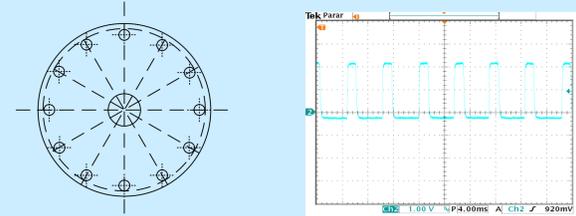


Fig. 3 - Encoder com 12 fendas e pulsos para a frequência de 880Hz.

c) Conversor CC abaixador (buck)

O conversor CC-CC abaixador (Fig. 4) será implementado considerando-se uma faixa de variação de carga que permita estudar as dinâmicas do conversor perante estas perturbações, bem como variações da tensão de entrada. A variável de controle é o sinal PWM de comando do MOSFET e a principal variável a ser controlada é a tensão de saída do conversor.

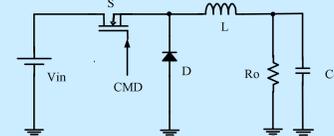


Fig. 4 - Conversor CC-CC abaixador tipo Buck.

d) Inversor PWM senoidal

Para a montagem do inversor PWM senoidal (Fig. 5) ter-se-á como estágio de entrada um retificador monofásico em ponte com filtro capacitivo e isolamento. As variáveis de controle serão os sinais PWM para o comando dos interruptores da ponte inversora e a principal variável a ser controlada é a tensão de saída do conversor, que deve seguir uma referência senoidal.

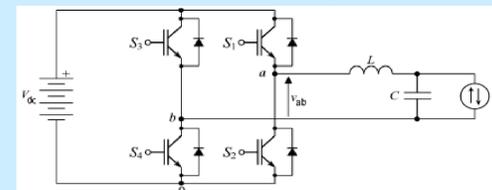


Fig. 5 - Inversor monofásico em ponte completa.

e) Circuito pré-regulador com correção de fator de potência (PFC)

O circuito pré-regulador com correção de fator de potência (PFC) é apresentado na Fig. 6.

A variável de controle é o sinal PWM de comando do MOSFET e as principais variáveis a serem controladas são a tensão de saída do conversor e a corrente de entrada, que deve seguir uma referência senoidal e apresentar baixa taxa de distorção harmônica.

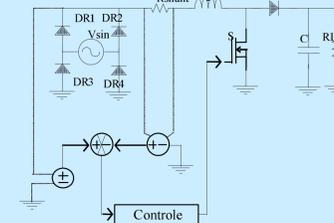


Fig. 6 - Circuito pré-regulador com correção de fator de potência.

Estas estruturas correspondem a aplicações na área de conversores estáticos que operam em frequências elevadas, possuem diversas variáveis a serem medidas e controladas e em alguns casos necessitam de mais de uma malha de controle, justificando assim o uso de processadores de alta capacidade como os DSPs.

Em uma primeira etapa será realizada uma revisão da literatura existente sobre processadores digitais, sobre os conversores a serem implementados e suas aplicações e sobre alguns componentes eletrônicos auxiliares.

Após, serão realizados os projetos de cada uma das estruturas previstas como aplicações a serem estudadas, considerando-se os estágios de potência, fontes auxiliares e os circuitos de condicionamento de sinais (atuadores e medição das variáveis de interesse). Será elaborado o layout das placas de circuito impresso e na sequência a confecção e montagem.

Para viabilizar os testes dos sistemas, serão elaborados programas para os DSPs que permitam a atuação sobre os conversores montados bem como a medição das variáveis de interesse. Os circuitos serão testados e o desempenho de cada estrutura será avaliado no que se refere à potência processada, controlabilidade e iteração com as estruturas de controle digital.

A avaliação do desempenho das estruturas será feita através dos ensaios dos circuitos projetados, com medição das principais variáveis características.

CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento do projeto será disponibilizado para aluno e professor um sistema mais realista que permite ao aluno aplicar os conceitos adquiridos no curso superior de tecnologia em sistemas digitais.

Desta forma, o aluno enfrentará situações mais complexas ou completas, diferentes daquelas idealizadas, de caráter apenas teórico ou de simulação digital em computador, além de permitir a utilização de tecnologias mais inovadoras, bem como a melhor exploração dos recursos destes dispositivos.

Será criado um sistema de apoio para os professores através da acessibilidade aos kits desenvolvidos e seus manuais de utilização (relatório), que poderão ser utilizados de forma flexível, criando-se várias situações problemas, através de diferentes exigências de desempenho para os sistemas controlados.

No aspecto social considera-se a colocação no mercado de trabalho de profissionais com maior experiência prática, com visão de um sistema completo, interdisciplinar e não fracionado. Estes profissionais estarão mais acostumados à resolução de problemas reais e com isso contribuirão para o desenvolvimento tecnológico da região.