



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPG-UFPE

UMA EXPERIÊNCIA DE EVOLUÇÃO DE UM TRABALHO DE DISCIPLINA AO TCC - PROJETO DE UM PI MICROCONTROLADO PARA CONTROLE DE NÍVEL

Sarah Silveira Porfírio da Rocha – sarah.spr@terra.com.br

Universidade do Norte do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.

Rua Tietê, 1208 - Vila Nova

86025-230 – Londrina, PR

Miguel Angel Chincaro Bernuy – miguel.bernuy@unopar.br chincaro@cp.cefetpr.br

Universidade do Norte do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.

Rua Tietê, 1208 - Vila Nova

86025-230 – Londrina, PR

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Unidade de Cornélio Procópio.

Rua Alberto Carazzai, 1640, Centro

863000-000 – Cornélio Procópio, PR

***Resumo:** Os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) fazem parte da avaliação final da formação do aluno e uma grande dificuldade que se tem encontrado está em definir temas que relacionem toda a capacidade de análise, síntese e projeto, requisitos amplamente valorizados no mercado de trabalho. Neste trabalho é apresentada uma experiência onde um trabalho final da disciplina de Controle de Servomecanismos é adequado para ser implementado como um TCC. Nele, o sistema de controle automático de nível representa didaticamente a concepção de um sistema de controle para indústrias onde o nível de determinados fluídos tem que ser regulada, tais como indústrias químicas ou de alimentos. O projeto utilizou uma Malha Fechada PI (Proporcional Integral), ou seja, com processo, sistema de medição e controlador. Uma bomba que faz parte do processo, que funciona como bomba de recalque, está conectada a um reservatório inferior fazendo com que o abastecimento do tanque superior seja feito conforme necessário para que o nível e a vazão do fluído sejam estabilizados conforme desejado. Em regime permanente a vazão de entrada e saída serão iguais o que irá manter o nível constante. Diversos conhecimentos tiveram que ser explorados para construir o protótipo, potencializando ao discente uma boa capacidade de relacionar conteúdos e habilidades.*

***Palavras-chave:** Projeto de Controle, Servomecanismo e Sistemas Embarcados.*

1. INTRODUÇÃO

O advento das reformas na educação iniciadas pela Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - Lei número 9.394/96), em especial na educação superior, reativou as discussões referentes às metodologias de ensino, enfatizando a formação crítica e reflexiva dos alunos (Bernuy, 2003) e levando aos Projetos Pedagógicos novos paradigmas, tais como Habilidades, Competências e Ações (Coll, 2000).

As atividades integradoras facilitam o trabalho dessa formação, sendo que estas podem ser por disciplina através de trabalhos finais de disciplinas (Bernuy, 2003) ou através de projetos integradores modulares agrupando os conhecimentos das disciplinas, ou unidades curriculares da série, ou período, ou ano - dependendo da estrutura da matriz curricular (Kodjaoglanian, 2003, CEFET-PR, 2003).

Os Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) tem-se tornado um grande desafio tanto para os discentes quanto para os docentes, que encontram dificuldades em renovar o repertório de assuntos, ou temas, que explorem as características necessárias ao seu desenvolvimento sem desgastar a utilização de temas. Ou seja, explorar a capacidade metodológica técnica e científica com construção de um protótipo que mostre como resultado diversos conhecimentos relacionados aos conteúdos trabalhados durante o curso. Nesse sentido, tanto no CEFET-PR quanto na UNOPAR, viu-se com grande interesse a possibilidade ampliar os estudos de algumas disciplinas do ciclo profissional com o objetivo de estimular os resultados nas disciplinas e criar uma expectativa de seguir o estudo a ponto de formatar uma proposta de TCC. Esta ampliação consistiria em sugerir que os trabalhos finais das disciplinas tivessem seu escopo de análise, projeto e execução compatibilizado ao nível exigido a um TCC, estabelecendo um ciclo praticamente completo de engenharia sobre o tema estudado.

Neste trabalho será ilustrada esta adaptação desenvolvendo um protótipo um sistema de Controle Automático de Nível, sendo este de escala didática, porém bastante significativo e importante para reproduzir este projeto em indústrias onde o nível de determinados fluídos tem que ser regulado, tais como industriais químicas ou de alimentos. Este equipamento que surge dentro de uma Universidade é fonte de conhecimentos e estudos adquiridos no curso podendo com um maior aperfeiçoamento se tornar uma aplicação para indústrias já que estas necessitam de tecnologias com uma boa relação custo/benefício.

Para sua implementação foram estudados os procedimentos a serem realizados pelo protótipo como também os equipamentos que seriam utilizados em sua construção, que teriam que ser simples e de fácil acesso. Com isso, foi necessário o conhecimento de diversas áreas da Engenharia Elétrica. A construção do sensor de nível foi uma das etapas mais ricas na exploração de conceitos de física básica. Por exemplo, na sua construção foram necessários estudos sobre empuxo, caixas de redução e transferência de movimento através de polias.

Neste projeto também será mostrado desde a idéia até a implementação de um Controlador Automático de Nível ainda dentro de uma Universidade, integrando conhecimentos básicos de diversas áreas e se aprofundando na Engenharia Elétrica, buscando, desta forma, um desenvolvimento multidisciplinar entre os grupos de disciplinas de Formação Básica e Profissional.

2. ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA OS TRABALHOS FINAIS DE DISCIPLINAS

De acordo com Bernuy, resolver problemas é o processo natural de aprendizagem do nosso cotidiano, e assim também deveria ser no caso da aprendizagem dos Engenheiros. Considerando que temas isolados não permitem analisar situações mais abrangentes, os

problemas ou trabalhos finais de disciplina permitem estabelecer permanentemente a análise como método (Bernuy, 2003). Quando o problema é significativo os resultados são igualmente reforçadores e motivam o estudo e análise baseada nos fundamentos.

Assim, a busca de informações relevantes deve ser iniciada na graduação através de projetos pilotos relevantes, que além de facilitar a fixação do contexto nas condições estabelecidas pelo perfil do egresso, também servem de elemento catalisador para a formação continuada. Isto se deve ao fato que muitas vezes estes projetos pilotos, desde que sejam relevantes, resultam em trabalhos de iniciação científica ou pós-graduação (Bernuy, 2003).

No caso do trabalho final das disciplinas de Controle e Servomecanismos e Microcomputadores, o tema escolhido foi um sistema de controle de nível, sendo explorados os conceitos de:

- Processo (equipamento controlado);
- Dispositivos de Interface (atuador e sistema de medição);
- Realimentação (malha fechada);
- Microcontrolador (controlador)

Conceitualmente a proposta era completa utilizando um controle proporcional, contudo a construção de um protótipo tinha limitações de tempo e amadurecimento dos conceitos no campo, tais como implementação do controlador em um microcontrolador, sensibilidade do sistema de medição e estabilidade limite do atuado (Rocha, 2004). Os resultados foram bastante positivos como trabalho integrador para as disciplinas de Microcomputadores e Controle de Servomecanismos.

3. PROJETO DE UM CONTROLADOR AUTOMÁTICO DE NÍVEL

Dando continuidade ao projeto desenvolvido nas disciplinas de graduação, o projeto do controle de nível foi retomado com diversas modificações, fruto da experiência adquirida na solução dos problemas encontrados na execução.

Assim, um dos objetivos do TCC foi a construção de um protótipo automático de nível, utilizando-se não só das disciplinas que constam na grade curricular do curso de Engenharia Elétrica como também conhecimentos de diversas outras áreas que foram necessários durante o desenvolvimento do mesmo.

A metodologia seguiu algumas etapas conforme é mostrado a seguir.

Etapa 1 – Estudo do Princípio de Funcionamento do Protótipo: o trabalho é iniciado com o estudo de funcionamento do protótipo. Nesta etapa foi estudado todo o procedimento a ser desenvolvido pelo protótipo e a partir daí foram escolhidos os principais equipamentos a serem utilizados e o arranjo que seria feito para um bom funcionamento de todo o conjunto. Sendo assim, a etapa inicial corresponde a uma pesquisa detalhada dos sistemas de medição, processo, controle e atuadores.

Etapa 2 – Montagem do Protótipo: Na etapa seguinte é montado o protótipo com os equipamentos estudados da etapa anterior, substituindo os equipamentos que conforme foram realizadas as montagens não se adequaram. Nesta etapa foram utilizados conhecimentos diversos, entre eles: caixas de redução, transmissão de movimentos por polias e empuxo para a montagem do sensor de nível, sistema para o controle de vazão de água entre os dois recipientes (Figura 1).

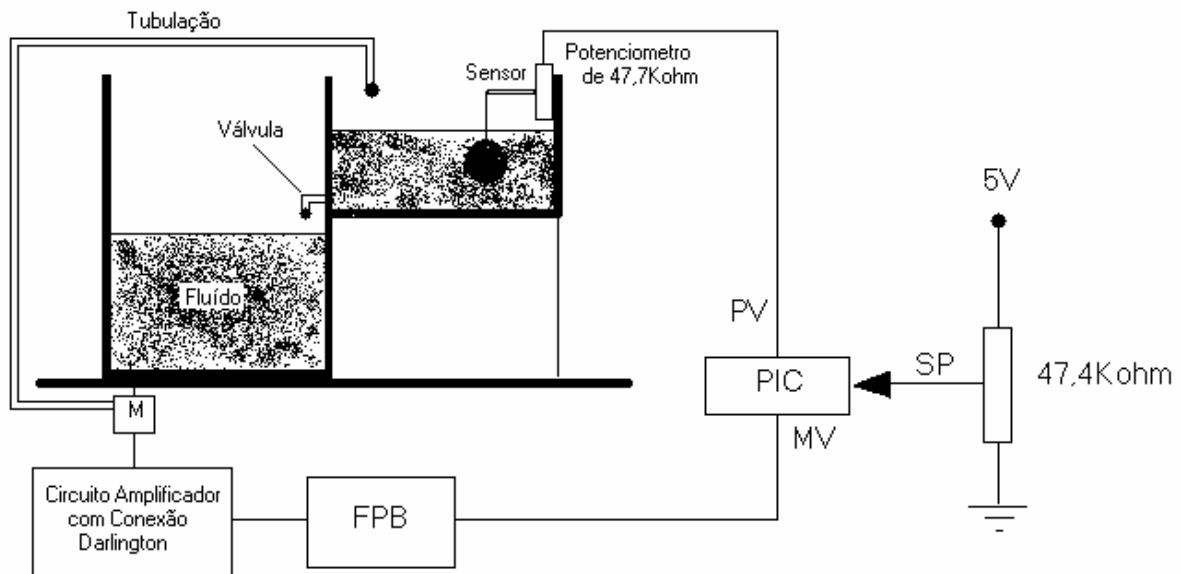


Figura 1 - Protótipo do Controlador Automático de Nível

Etapa 3 – Montagens dos Circuitos: Nesta etapa foram implementados os diversos circuitos necessários.

Um circuito Amplificador com Conexão Darlington (Boylestad, 1999), mostrado na Figura 2, foi implementado já que a bomba de recalque utilizada consome alta corrente e este circuito tem como principal característica a composição de transistores que atuam como uma unidade, com um ganho de corrente que é o produto dos ganhos de corrente dos transistores individuais, fazendo assim a bomba funcionar. Para este circuito foi necessário o dimensionamento de um dissipador de calor para os TIP41C (Malvino, 1995).

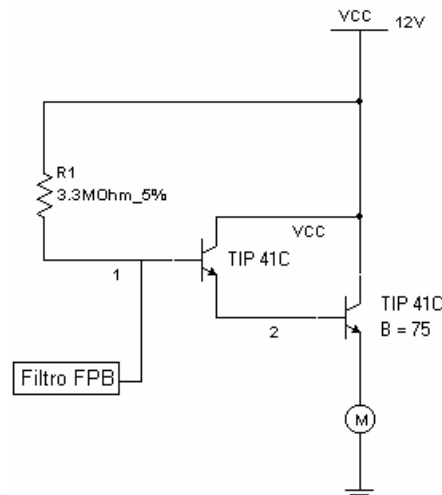


Figura 2 – Circuito Amplificador com Conexão Darlington

Outro circuito implementado é um Filtro Passa Baixa, conforme Figura 3, na saída PWM do PIC. O modo PWM é um recurso com o qual pode-se obter uma tensão analógica a partir de um sinal digital. A saída do PIC é digital, porém pelo conceito de PWM, pode-se transformá-la em uma tensão variável, para isso é necessária a implementação do filtro que passa baixa frequência de corte menor que a própria frequência do PWM (Souza, 2003).

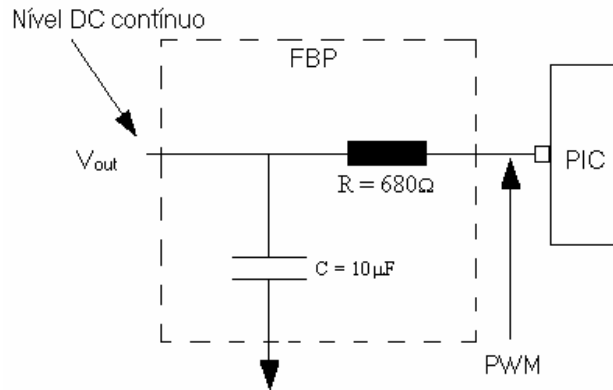


Figura 3 – Circuito com Filtro na Saída PWM

Etapa 4 – Fundamentação Teórica do Microcontrolador: Nesta fase foi analisado as funcionalidades do PIC 16F877. A escolha deste Circuito Integrado (CI) deu-se em função da facilidade de obtê-lo no mercado de componentes eletrônicos.

Neste ponto foram associadas as funcionalidades do PIC com as necessidades do projeto ou seja, medição e interface com o usuário.

Etapa 5 – Programação do PIC16F877: Nesta etapa foi elaborado um fluxograma (Figura 4 e 5) e a partir dele um programa em Assembly para controlar o nível entre os recipientes.

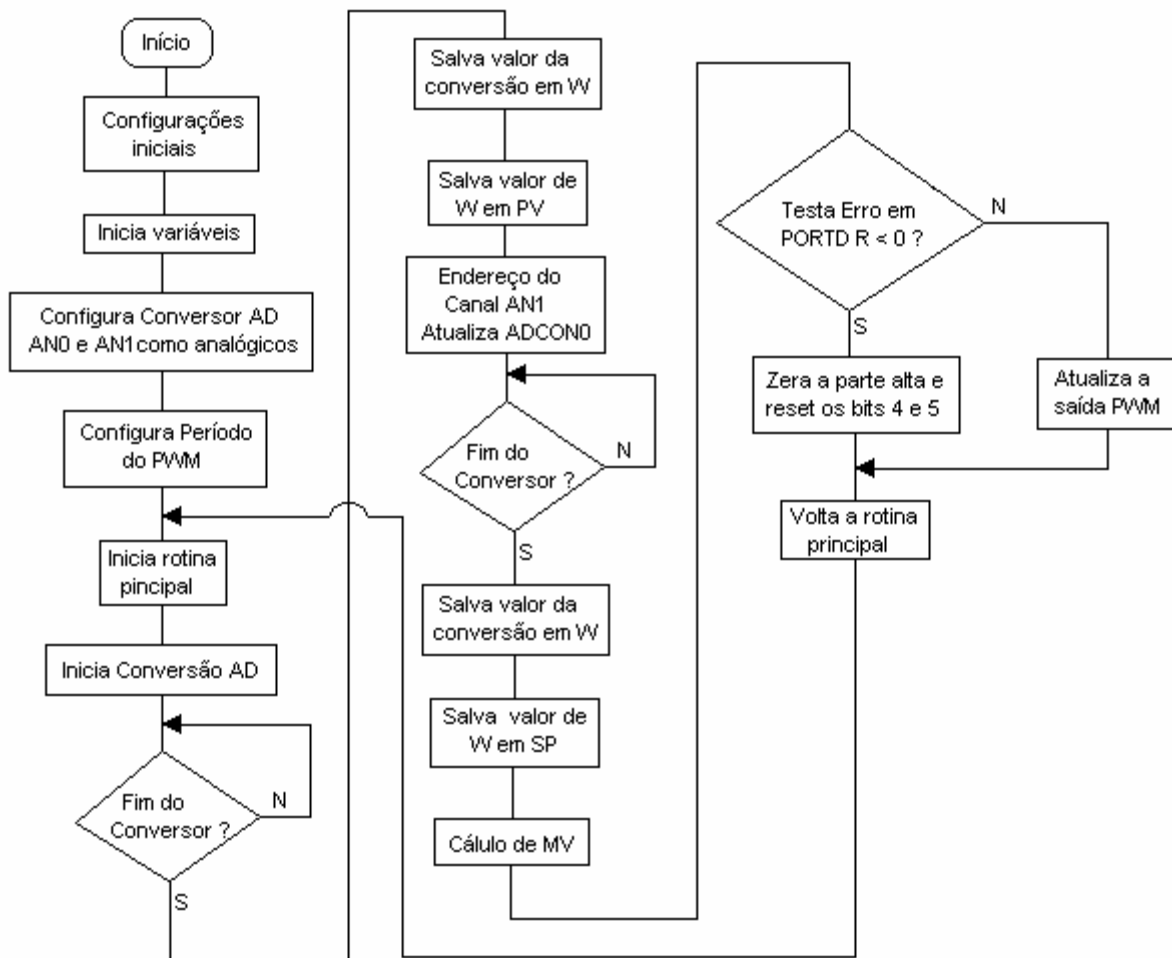


Figura 4 – Fluxograma do Programa Principal

A velocidade da bomba de recalque será controlada através da diferença entre o Set-Point (SP) que é um potenciômetro ajustado em um determinado valor e a variável de processo (PV), que é o sensor de nível, obtendo o nível desejado do recipiente. Em regime permanente a vazão de entrada e saída serão iguais o que irá manter o nível constante.

Outra topologia de controle testada foi a PI substituindo o cálculo da saída do controlador por um algoritmo PI (Figura 5).

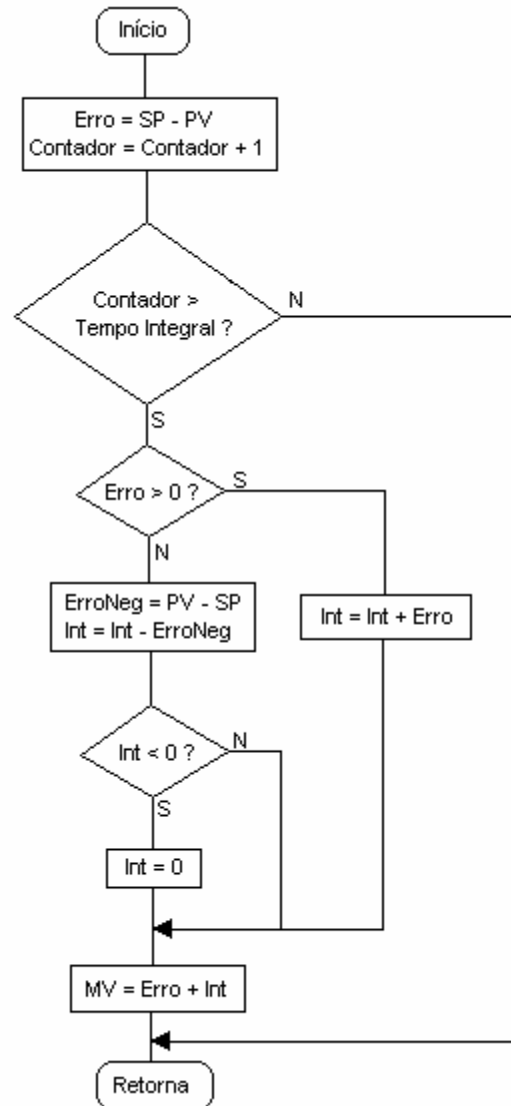


Figura 5 – Algoritmo PI

Onde MV é a Variável Controlada, ou seja, a saída do Controlador.

Etapa 6 – Montagem Final (Resultados): Nesta última etapa foi montado o protótipo juntamente com os circuitos implementados e o microcontrolador e realizados testes.

4. CONCLUSÕES

O surgimento de equipamentos de alta tecnologia é um processo que já faz parte do nosso cotidiano. Grandes empresas em parceria com bons profissionais são os maiores

responsáveis por esta evolução tecnológica, porém alguns equipamentos surgem ainda dentro das Universidades utilizando-se equipamentos simples e de fácil acesso em conjunto com as diversas disciplinas oferecidas pelo curso de Engenharia Elétrica, podendo mais tarde com um maior aperfeiçoamento se tornar um equipamento de alta tecnologia, este é o caso do protótipo do controlador automático de nível. Neste trabalho foram utilizados conhecimentos diversos não só da área da Engenharia Elétrica como empuxo, caixa de redução, transmissão de movimento por polia, dimensionamento do dissipador de calor, capacidade de vazão da bomba, entre outros, além de serem realizados testes para se obter os tamanhos exatos dos recipientes e os arranjos dos equipamentos para um bom funcionamento de todo o conjunto. Foi mostrado como pode ser especificado detalhadamente as etapas de reformulação de um trabalho de final de disciplina para uma proposta e execução de um TCC na área de Servomecanismos e Microcontroladores.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da UNOPAR, CEFET-PR e a FUNADESP por apoiar o desenvolvimento deste trabalho.

6. BIBLIOGRAFIA

- Bernuy, M. A. Ch., Imamura, M. M. Silva, S. A. O. da, e Baena, J. T., Metodologia de Ensino para Implementar Instrumentação Microcontrolada para Monitoramento de Consumo de Energia Elétrica, Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Rio de Janeiro, 2003.
- Coll, C. Pozo, J. I., Sarabia, B. e Valls, E., Os Conteúdos na Reforma – Ensino e Aprendizagem de Conceitos, Procedimentos e Atitudes. Artmed, Porto Alegre, 2000.
- Kodjaoglanian, V. L. Guia Pedagógico do Acadêmico: psicologia. Editora UNIDERP, Campo Grande, 2003.
- Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.- Unidade Cornélio Procópio. “Projeto para o Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial”, Cornélio Procópio: CEFET-PR, 2003.
- Rocha, S. S. P., Gardim, R. S. J., Martins, E., Bernuy, M. A. Ch. Controle de Nível Automático em Reservatórios de Vazão Variável. In: 7º Encontro de Atividades Científicas da UNOPAR, 2004, Londrina. Anais... Londrina: UNOPAR, 2004.
- Malvino, A., Eletrônica: Volume II, Editora Makron Books, São Paulo, 1995.
- Souza, David J. e Lavínia, Nicolás C., Conectando o PIC 16F877A: Recursos Avançados, Editora Érica, São Paulo, 2003.
- Boylestad, Robert L. e Nashelsky, L., Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos, Editora LTC, Rio de Janeiro, 1999.

**AN APPROACH TO RETROFITTING THE LAST WORK IN UNDERGRADUATION
DISCIPLINE TO THE LAST WORK COURSE - AUTOMATIC CONTROLLER OF
LEVEL WITH MICROCONTROLLER**

Abstract: In this work a system of automatic control of level is presented that is of great importance for industries where the level of determined fluid has that to be regulated, such as chemical industries or of foods. A system in Closed Loop PID will be implemented, or either, with process, system of measurement and controller. A bomb that is party to suit functions as bomb of stresses is connected in the inferior reservoir making with that the supplying of the superior tank is made as necessary so that the level and the outflow of the fluid are stabilized as desired, arriving it this determined level. In permanent regimen the outflow of entrance and exit will be equal what it will go to keep the constant level. The identification of the model of the process is made by the reply to the step, adjusted to a first-class model. The tuning of the PID is based on the analytical method using criteria of user performance, such as room time, maximum on rise and total gain of the system.

Key-words: Systems of Control, Automatic Control and Microcontrollers.