



DQ - DEPARTAMENTO QUÍMICA

REPOTENCIALIZAÇÃO DE UM AMOSTRADOR AUTOMÁTICO PARA ANÁLISES QUÍMICAS

*PEDRO ENRIQUE TAQUECHEL CAMPOS¹
Reinaldo Calixto de Campos²*



¹ *Aluno de Graduação do Curso de EAM-Engenharia da PUC-Rio.*

² *Químico, Ph.D., Professor Associado do Departamento de Química da PUC-Rio.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVOS.....	3
3. METODOLOGIA / RESULTADOS.....	3
4. CONCLUSÕES / TRABALHOS FUTUROS.....	6
AGRADECIMENTOS.....	7
REFERÊNCIAS.....	7

1. INTRODUÇÃO

A área de Controle e Automação de sistemas físicos vêm sendo desenvolvida há algum tempo no CTC/PUC-Rio, e tem despertado o interesse de um grande número de alunos. Com o objetivo de melhorar ainda mais a formação desses alunos, estão sendo abordados uma série de problemas na mais diversas áreas do conhecimento, e a sua interdisciplinaridade, de modo a apresentar exemplos que ilustrem o ensino e aprendizado dos principais temas relacionados a este vasto e complexo campo da Engenharia. Este trabalho faz parte desse esforço em fornecer aos alunos ferramentas para o tratamento do controle de sistemas reais, empregando os recursos de equipamentos e computacionais existentes, procurando não apenas usar metodologias e programas prontos, mas sim desenvolver os nossos próprios procedimentos.

2. OBJETIVOS

O presente projeto visa a reopontencialização de um equipamento de análises químicas através do desenvolvimento de um sistema controlado eletronicamente e com interface amigável com o usuário. O equipamento em questão é um amostrador químico automático livre, composto por um braço robótico, ao qual é preso um capilar, conectado a duas bombas de pistões e uma válvula. O braço tem movimentos de translação ao longo de seu comprimento e também de rotação em torno de um eixo vertical. Sua função é deslocar uma solução de até 100 microlitros e posicioná-la, dentro do equipamento de análise. O controle de altura deste braço é realizado por um parafuso, mas de forma limitada, não permitindo volumes diferenciados de solução, e quando o processo se inicia não é possível mais alterá-lo ou adicionar novas misturas. Também seu movimento é limitado a duas posições.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um programa de computador e uma interface amigável que possibilite deslocar diferentes volumes de várias soluções e posicioná-las em qualquer local do carretel que alimenta o analisador. Também é desejado que esta sistema controle o tempo do processo e que se possa alterar a seqüência de operação na medida do necessário. Ou seja, deseja-se tornar o equipamento mais versátil e flexível.

3. METODOLOGIA / RESULTADOS

Como o objetivo era o de implementar um procedimento para operação de um equipamento para análises químicas já existente, a partir do qual deveria ser desenvolvida uma interface amigável com o usuário, inicialmente foram analisados os componentes que comandam o sistema, de modo a verificar como deveria ser adaptado o programa a ser criado. Foi estudado o sistema de monitoramento e controle de um equipamento similar disponibilizado e as arquiteturas comumente empregadas neste tipo de equipamento.

Ao final desta primeira etapa, todas as experiências preliminares foram concluídas, o que permitiu iniciar o desenvolvimento do novo programa de operação, empregando códigos de controle e monitoração apropriados. A primeira alternativa testada foi o uso do LabView como plataforma sobre a qual o novo programa seria implementado. O emprego deste ambiente se mostra vantajoso por uma série de características. Entretanto dificuldades na sua

interface com o equipamento existente, levou a um atraso não esperado na conclusão da segunda fase do projeto. Ainda não se conseguiu resolver completamente este problema, e portanto o objetivo inicial ainda não foi alcançado.

Já se encontram estabelecidos todos os futuros desenvolvimentos do programa, que irão possibilitar a introdução de variadas seqüências de operação, e a instalação, se necessário, de novos transdutores no sistema. O comando do equipamento através da nova interface deverá ser feito respeitando os mecanismos de atuação e controle já existentes. Os testes para diversas seqüências de operação, juntamente com a confecção de um manual de instruções, deverão ser as últimas etapas deste trabalho.

Com base nos componentes do conjunto existente, o projeto para o novo sistema será feito utilizando o software *SolidWorks*, um programa de modelagem tridimensional. Com esta ferramenta pôde-se observar o comportamento geométrico e cinemático da plataforma. Em seguida um protótipo será construído e o programa de operação testado, empregando os recursos do Laboratório de Engenharia de Controle e Automação.

O funcionamento do equipamento testado ocorre da seguinte forma: existem solenóides que têm a função de comandar a partida, a parada e o sentido de movimento do atuador. Elas são comandadas atualmente por um circuito eletrônico, uma placa na qual a rotina de programação encontra-se implementada. Futuramente será desenvolvido um *software* que terá como base de programação a linguagem em LabView, de forma a serem implementados vários tipos de programas. Primeiramente, foi desenvolvido um programa para simplesmente testar o funcionamento da solenóide, e alguns testes foram realizados. Um deles foi o teste de reposta a diversas frequências, variando de 1 a 60 Hz. Com estes testes pôde-se observar a variação máxima de amplitude do atuador com o aumento da frequência, para assim poder projetar suas condições de uso. Outro programa realizado possibilitou o controle dos atuadores através de um controle remoto, utilizando o equipamento do Kit *VEX* comercializado para aplicações em robótica. Um último programa compilado com esta ferramenta utilizou os vários canais do controle remoto para fazer com que os atuadores realizassem diferentes funções.

Em paralelo com o estudo do sistema, iniciou-se o desenvolvimento do novo equipamento em um ambiente virtual de modelagem tridimensional. O software utilizado foi o *SolidWorks*. Com os resultados obtidos nos testes com o sistema, foram escolhidos e especificados os componentes necessários para se construir o equipamento usando a modelagem tridimensional. Usando esta modelagem tridimensional pode-se testá-lo, quanto a seus graus de liberdade e aos limites de sua geometria.

Em seguida foi estudado o programa *LabView* para desenvolver rotinas de controle e monitoramento do simulador, com o objetivo de substituir o circuito eletrônico embarcado, por se tratar de um programa mais completo e que atende melhor as especificações para o controle do sistema. Para controlar o sistema utilizando este programa, deverão ser utilizadas as placas de aquisição de dados da NI (*National Instruments*), que têm uma função similar ao dos micro-controladores normalmente usados. Neste sistema, dois tipos de placas deverão ser utilizados: placas de recepção (aquisição) e de emissão de dados.

Como a solenóide funciona apenas com entradas analógicas, ou seja, recebe apenas sinais de tensão para controlar a posição atuador, a placa de emissão (NI 9476) que é digital deverá ser conectada a um conversor AD/DA. Ela possui 32 canais, suficientes para controlar e monitorar todas as funções do sistema. Para adquirir estes dados, serão usadas placas, mostradas nas figuras a seguir, com entradas de sinal analógico (NI 9205), uma vez que a posição da haste do atuador é uma variável contínua. Serão 32 canais independentes ou 16 diferenciais, 16 bits de resolução, com tensões de ± 10 V (valores máximo e mínimo, podendo-se trabalhar dentro desta faixa) e taxa de amostragem de 250kS/s.

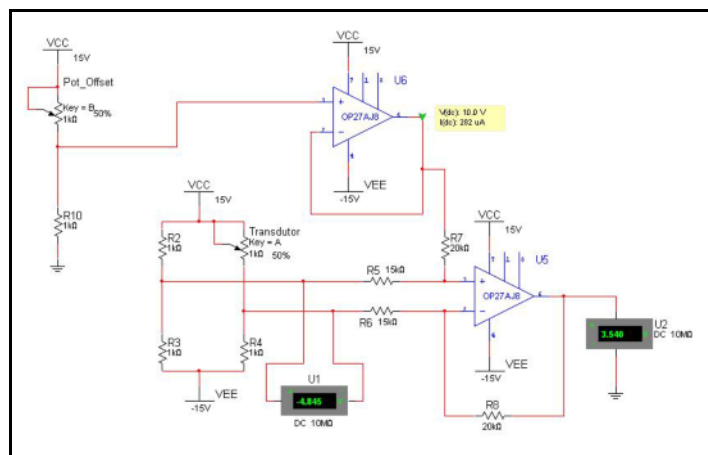


Placas NI para o controle da plataforma (NI 9205 à esquerda e NI 9476 à direita).



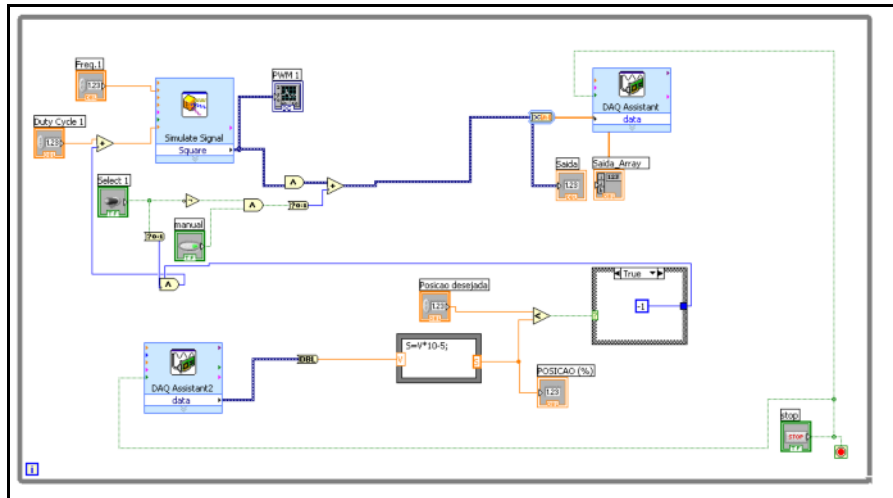
Sistema de controle montado ao chassis.

Deve-se ter dois *DAQ Assistant* – um para ler o sinal do circuito com o sensor de posição e outro para escrever nos atuadores o sinal com o comando a ser enviado às solenóides. Um “*Case Structure*” deve ser montado para transferir o dado que vem do circuito de tensão para posição. Uma realimentação dessa informação deve chegar à lógica do PWM (*Pulse Width Modulation* – Modulação por largura de banda) fazendo assim a malha fechada do sistema. O circuito analógico para tratar o sinal a ser enviado usado com o sensor para captar o sinal do atuador é mostrado na figura abaixo.



Circuito para tratamento do sinal de entrada.

Para testar a movimentação do braço robótico, um VI (*Virtual Instrument*) foi feito no *LabView*, como mostrado na figura abaixo.



VI para testar a movimentação do braço.

Para aquisição de dados, deverão ser obtidas informações de transdutores lineares (LVDT – *Linear Variable Differential Transformer*). Os LVDT são sensores para medição de deslocamento linear. O funcionamento de este sensor é baseado em três bobinas e um núcleo cilíndrico de material ferromagnético de alta permeabilidade. Ele dá como saída um sinal linear, proporcional ao deslocamento do núcleo, que está fixado ou em contato com o que se deseja medir. A bobina central é chamada de primária e as demais são chamadas de secundárias. Para esta medição, uma corrente alternada é aplicada na bobina primária, fazendo com que uma tensão seja induzida em cada bobina secundária proporcionalmente à indutância mútua com a bobina primária. A frequência da corrente alternada está geralmente entre 1 e 10 kHz. De acordo com a movimentação do núcleo, esta indutância mútua muda, fazendo com que as tensões nas bobinas secundárias mudem também.

As bobinas são conectadas em série reversa. Com isso a tensão de saída é a diferença entre as duas tensões secundárias. Quando o núcleo está na posição central, equidistante em relação às duas bobinas secundárias, tensões de mesma amplitude, porém opostas são induzidas nestas duas bobinas, assim, a tensão de saída é zero. Quando o núcleo é movimentado em uma direção a tensão em uma das bobinas secundárias aumenta enquanto a outra diminui, fazendo com que a tensão aumente de zero para um máximo. Esta tensão está em fase com a tensão primária.

4. CONCLUSÕES / TRABALHOS FUTUROS

Com esta primeira parte do projeto concluída, que consistiu da compreensão do funcionamento do equipamento existente, e iniciado o desenvolvimento da interface para estabelecer a sua seqüência de operação, a partir dos testes realizados com o equipamento, deverá se seguir para a próxima etapa, na qual será desenvolvida a interface para as diversas seqüências de operação, realizados testes do sistema e avaliado seu funcionamento, e criado um manual de orientação para os usuários.

AGRADECIMENTOS

O autor deste trabalho gostaria de agradecer ao CNPq pelo seu apoio financeiro, aos seus orientadores Prof. Reinaldo Calixto de Campos e Prof. Mauro Speranza Neto pelo apoio pedagógico e pela oportunidade, ao aluno Guilherme Mourão e aos funcionários do LECA – Laboratório de Engenharia de Controle e Automação pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

LABVIEW, User's Guide, Ve. 7.0, 2006.

VEX Robotics Inventor's Guide. Innovation One, Inc. TX, USA. 2004.

SPERANZA NETO, M. e DA SILVA, F. R. **Modelagem e Análise de Sistemas Dinâmicos**, 2005.

SPERANZA NETO, M., **Controle de Sistemas Mecânicos**, 1999.

GHIRARDELLO, Ariovaldo. **Apostila sobre modulação PWM**. Curso Técnico em Eletrônica, Eletrônica industrial, Colégio Politec, 2000.

BERTOTTI, Fabio L. **Apostila LVDT – Linear Variable Differential Transformer**. Laboratório BIOTA, 2008.