

PROPOSTA DE LABORATÓRIO MULTIDICIPLINAR DE SERVOMOTORES

Alisson Antônio de Oliveira – alissonantonio@yahoo.com.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI).

Av. Sete de Setembro, 3165.

CEP 80230-901 - Curitiba – PR.

Carlos Raimundo Erig Lima – erig@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial (CPGEI) - Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN).

Av. Sete de Setembro, 3165.

CEP 80230-901 - Curitiba – PR.

Resumo: *As universidades públicas e privadas que possuem cursos de base tecnológica, como as Engenharias e os Cursos Superiores de Tecnologia, precisam constantemente modernizar-se e adquirir equipamentos para o ensino e para a pesquisa das áreas correlatas aos cursos. Entretanto, os investimentos necessários são caros e, via de regra, estão além do orçamento das instituições de ensino superior. Como resultado, são comumente encontrados laboratórios ultrapassados ou ainda insuficientemente equipados, dificultando de forma direta o processo de aprendizagem dos alunos. Esse artigo apresenta uma proposta de laboratório multidisciplinar baseado em equipamentos facilmente encontrados no mercado. Pela aplicabilidade em uma grande gama de disciplinas, objetiva-se a economia na compra de equipamentos, manutenção e principalmente redução de espaço físico. Este estudo foi realizado dentro da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) campus Curitiba, mas busca-se a aplicação do mesmo em diversos Campi do estado do Paraná.*

Palavras-chave: *Laboratório de ensino, Servomotores, Redes de comunicação, Estrutura de ensino.*

1 INTRODUÇÃO

Dentro da área de Engenharia, o ensino da automação engloba as mesmas características práticas da automação moderna: trata-se de uma área multidisciplinar e equipada com tecnologia em constante evolução. Tais características geram problemas no ensino de automação nos cursos de Engenharia e Cursos Superiores de Tecnologias. O espaço físico, infra-estrutura e verba para compra de equipamentos e componentes, muitas vezes caros por possuírem tecnologia de ponta, e não serem fabricados no Brasil, são alguns dos problemas mais comuns encontrados para lecionar tecnologia.

Na verdade, esses problemas não são recentes e podem ser encontrados em qualquer curso, mesmo os mais recentemente implantados, fruto da expansão fomentada pelo governo federal através dos últimos anos. Como exemplo desse fomento, na UTFPR, vários cursos foram criados nos últimos anos, inclusive em Campi sem tradição prévia no ensino de Engenharia. Isto gera um problema adicional, pois alguns cursos estão sendo montados sem

poder fazer uso de estruturas de ensino já consolidadas por outros cursos mais antigos. Quando da criação do curso de Engenharia de Automação e Controle da UTFPR em Curitiba, por exemplo, o mesmo pode beneficiar-se dos laboratórios do Curso de Engenharia Elétrica, já instalado há décadas. Por outro lado, o curso correlato em Cornélio Procópio, a iniciar em 2012, não apresenta a vantagem de tamanha estrutura prévia. Além disto, uma vez que a área de Automação apresenta uma grande dinâmica na geração e aplicação de tecnologia é muito difícil a manutenção e atualização de equipamentos, sendo natural a obsolescência dos laboratórios.

O atual ciclo de expansão das Engenharias esta acompanhado de novos desafios, entre os quais a otimização de recursos limitados para a implantação física dos diferentes cursos. Projetos que proponham laboratórios de ensino multidisciplinares e, preferencialmente, aplicados a mais de um curso, são mais que necessários, são fundamentais. O problema da falta de estrutura de ensino é sentida a longo prazo, pois está deficiência acompanhará os alunos em toda a sua vida profissional (BELHOT *apud* PEREIRA, GUIMARÃES FILHO e CHAVES, 2006).

Na tentativa de minimizar estes problemas e utilizando-se dos conceitos de otimização que se aprende na engenharia, esse artigo apresenta uma proposta de laboratório de servomotores, a ser usufruído por mais de uma disciplina em diferentes cursos de Engenharia. A escolha por servomotores está associada à grande aplicação destes equipamentos em indústrias de manufatura, particularmente em máquinas ferramentas e dispositivos robóticos. Paralelamente, para correta aplicação dos servomotores, diversos conhecimentos disciplinares devem ser integrados, como por exemplo, controle contínuo e discreto, eletrônica digital, eletrônica de potência, interfaces de computadores, redes de comunicação e engenharia de *software*. Conforme especificado em Rocha Filho *et al.* (2006), a interdisciplinaridade é uma ferramenta contemporânea para apresentar ao aluno uma visão global de processos e equipamentos a fim de apresentar uma realidade de trabalho que será agregado a esse futuro profissional, ensinando-o a ter versatilidade e articulação em seu ambiente de trabalho. Nesse aspecto de multidisciplinaridade tecnológica, os servomotores possuem uma riqueza pouco vista em outros sistemas de automação e quando esse equipamento é usado na sala de aula e nos laboratórios ele demonstra, de forma visual e técnica aos alunos, como diversas das disciplinas ministradas se agregam para formar um equipamento de alto valor agregado e de grande aplicação industrial.

No capítulo 2 será apresentada uma breve introdução sobre os servomotores e suas tecnologias. O capítulo 3 descreve a infra-estrutura necessária e o capítulo 4 propõe algumas atividades que podem ser realizadas com o laboratório proposto. Finalmente, no capítulo 5, serão feitas considerações finais e conclusões sobre o tema proposto.

2 SERVOMOTORES E SUAS TECNOLOGIAS

O servomotor é um sistema que agrupa mais que um componente para formar sua característica principal que é ser um servomecanismo. Servomecanismo é uma denominação para um mecanismo que responde rapidamente a um sistema de controle e devido a essa característica ele tem uma alta aplicabilidade nas industrias de diversas áreas, como por exemplo alimentícia, têxtil, montadoras de carros e sistemas aeroespaciais.

Os servomotores são motores desenvolvidos para trabalharem com três elementos físicos básicos: posição, velocidade e aceleração. Eles podem ser constituídos de motores CC¹, CA e

¹ Na literatura também é chamado de *brushed*, para diferenciar dos atuais motores com a tecnologia *Brushless*.

brushless CA. Possuem várias formas, tamanhos e potências o que trás versatilidade para projetos industriais, comerciais e acadêmicos.

Com a evolução das tecnologias de telecomunicações a automação se apoderou dessas ferramentas e evoluiu juntamente. Hoje existem vários protocolos de comunicação industrial que possuem perfis de aplicação bem diferenciados chegando até os protocolos desenvolvidos para serem usados como comunicação em tempo real (*real time*) na automação como o protocolo EtherCAT que é uma evolução industrial do consagrado padrão Ethernet. Os *drivers* de acionamentos dos servomotores são encontrados no mercado com vários protocolos de comunicação e muitas vezes existindo mais que um protocolo em um único *driver* (ETHERCAT, 2011).

A Figura 1 mostra as áreas de estudo que juntas formam um servomotor. Esse conceito pode ser expandido para outros equipamentos de forma que ela representa de forma simplificada todos os servosistemas atuais.

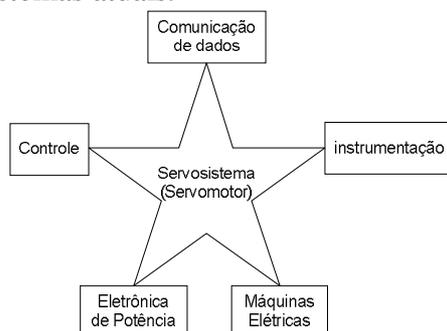


Figura 1 – Áreas de estudo que juntas formam os servomotores e servoacionamentos.

3 ESTRUTURA FÍSICA NECESSÁRIA

Nesse capítulo é apresentado o *layout* do laboratório de ensino com os itens fundamentais para o ensino nas áreas mencionadas anteriormente. Esse *layout* pode ser alterado para se adequar a salas já existentes nas instituições de ensino desde que exista espaço ainda não ocupado para posicionar os equipamentos a serem adquiridos. Na Figura 2 é apresentado o *layout* proposto.

O laboratório deve conter entre 16 e 20 computadores do padrão IBM PC devidamente espaçados para acomodar uma turma entre 20 e 40 alunos. Os computadores devem estar todos ligados a rede Ethernet do laboratório que passa pelo *rack* da sala onde são separados os cabos no switch e no hub.



Figura 2 – Layout de laboratório multidisciplinar para ensino de mais que uma disciplina.

Dentro do laboratório deve existir bancadas com proteção contra surtos de corrente e tomadas para alimentação de equipamentos como ferros de solda, transformadores, fontes, osciloscópios, notebooks, etc. A Figura 3 apresenta um exemplo dessa bancada que é muito usada nos laboratório de eletrônica e eletrotécnica da (UTFPR). Esse mesmo modelo de bancada pode ser visualizado em Cavalin e Cervelin (1998) nas aulas de laboratório de Eletrotécnica.



(a)



(b)

Figura 3 – Exemplo de Bancada para eletrônica e eletrotécnica do laboratório. (a) são as bancadas alinhadas, (b) é um zoom na bancada.

O quadro deve ser necessariamente do tipo branco, caso contrário o pó de giz da lousa vai cair sobre as máquinas e equipamentos, fazendo com que eles trabalhem em um ambiente para o qual não foram projetados. Logo acima do quadro é possível colocar uma tela de projeção retrátil, assim aulas com o recurso de apresentações em retroprojetores ou *data show* são viáveis. Ainda comentando sobre o quadro, caso a sala seja alta existe a possibilidade de

ser montado um quadro deslizante no sentido vertical para aumentar a área útil que o professores dispõem para utilizar durante as aulas.

Os servomotores utilizados podem estar fixados a estruturas de suporte ou podem ser comprados como kits didáticos. A empresa WEG de Jaraguá do sul (Santa Catarina) possui uma linha de equipamentos montados para esse propósito. Esses servos podem ser comprados ou podem ser pedidos pelas instituições de ensino como doação, facilitando a aquisição de equipamentos que muitas vezes são de difícil acesso. A Figura 4 mostra um exemplo desses kits de servomotores, este em especial foi doado para a UTFPR campus Curitiba para o departamento de Eletrotécnica há aproximadamente seis anos atrás. A WEG possui uma linha de produtos didáticos para acionamentos e automação industrial que podem ser utilizados em outros laboratórios (WEG, 2011).



(a)



(b)

Figura 4 – Exemplos de Kits didáticos da WEG para automação industrial. (a) kit de servomotores. (b) kit de estudo de motores com computador adicionado pela UTFPR.

No proposto laboratório, os cabos de rede devem estar todos ligados no *rack* para controle da rede, essa rede será separada pelo *switch* de forma que as aulas de informática e redes de comunicação tenham uma característica específica enquanto as aulas de comando de servomotores tenham outra, o *switch* trás essa facilidade, pois via programação ele consegue separar as redes dentro de um mesmo ambiente, dessa forma, diminuindo as colisões entre os pacotes de dados e conseguindo assim trabalhar com redes de alta velocidade e até mesmo em tempo real, como é proposto no padrão de comunicação digital industrial EtherCAT (ETHERCAT, 2011).

4 ATIVIDADES A SEREM REALIZADAS NO LABORATÓRIO

Como a proposta do artigo é apresentar uma sala/laboratório multidisciplinar se faz necessário indicar ao leitor algumas possíveis atividades que podem ser realizadas, propiciando aos professores de diferentes disciplinas o processo de integração esperado no laboratório. Serão apresentas as atividades divididas por disciplinas. São elas: Redes de comunicação, Eletrônica de Potência, Máquinas Elétricas, Integração e Supervisão de Sistemas, Controle Contínuo, Controle Discreto e Engenharia de Software. Muitas destas disciplinas são previstas para cumprir o núcleo de conteúdos profissionalizantes elencado nas

Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia do Conselho Nacional de Educação. A seguir serão discutidas algumas das disciplinas descritas e a aplicabilidade do laboratório proposto ao ensino das mesmas.

4.1 Redes de comunicação

Os servomotores fazem uso de *drivers* para seu controle e acionamento. Esses *drivers* atualmente trabalham com sistemas de comunicação para receber e enviar dados ao sistema de controle da manufatura. Os *drivers* atuais são encontrados com as seguintes tecnologias de comunicação: RS-232, RS-485, CANOpen, Ethernet 10/100, DeviceNet e EtherCAT além de outros protocolos proprietários como o Sercos I, II e III da Bosh Rexroth .

Nas aulas de redes de comunicação do laboratório proposto os alunos terão contato real com esses protocolos no momento que tiverem interagindo com os equipamentos de automação como os *drivers* de acionamento dos servomotores, ou interfaces homem máquina (IHM) que possuem essas tecnologias, não esquecendo das antigas ferramentas de ensino de redes de comunicação TCP/IP disponíveis no mercado que podem ser usadas sobre a rede Ethernet.

A rede EtherCAT em especial possui *kits* educacionais para ensino, avaliação e testes que são fabricadas por várias empresas, além disso essa rede possui um conceito interessante para as aulas de redes que é a possibilidade de colocar dentro da rede EtherCAT as redes CANopen e Sercos e verificar o funcionamento dos sistemas com a ferramenta gratuita de testes (*Conformance Test Tool*) que trabalha sobre a plataforma de um PC convencional (ETHERCAT, 2011).

Na ementa do curso de engenharia elétrica da UTFPR é prevista: apresentação de normas e padrões de sistemas de comunicação, arquiteturas, modelo OSI/ISSO, introdução à comutação e topologias, técnicas de transmissão e meios de transmissão, Introdução à teoria de filas e avaliação de desempenho de sistemas de comunicação, enlace de dados, roteamento e ligação inter-redes, transporte de dados, camada de sessão, de apresentação e de aplicação (DAELN, 2011). Esses são alguns dos itens possíveis de serem lecionados no laboratório proposto para as aulas de redes de comunicação.

4.2 Eletrônica de Potência

A disciplina de Eletrônica de Potência utiliza-se de muitas aulas de laboratório, explorando técnicas de acionamento de máquinas e equipamentos de várias especificações e áreas de trabalho, como por exemplo, lâmpadas, motores, aquecedores e fontes de alimentação. Nas bancadas com servomotores, além de aspectos relativos às fontes de alimentação, proteção contra surtos de corrente e sobre-tensões, os alunos podem realizar seus testes com diferentes acionamentos, explorando várias topologias com diferentes elementos de comutação e controle. Com os servomotores será possível monitorar os níveis de corrente e tensão, sinais de sensores e gerar gráficos, visualizando o comportamento dinâmico da corrente de um motor em três regiões muito importantes: durante o acionamento, em regime permanente e quando está sendo desligado. Obviamente, muitos dos objetivos a serem explorados se relacionam com outras disciplinas, a exemplo de Controle Contínuo.

O curso de engenharia elétrica tem em sua ementa a disciplina de Semicondutores de potências que possui os seguintes tópicos aplicáveis nesse laboratório: Semicondutores de potência, cálculo térmico, retificadores a diodo, retificadores a tiristor, conversores duais, cicloconversores, estudo da comutação, circuitos básicos para controle de fase, conversores CC/CC, inversores, circuitos de aplicações especiais (DAELN, 2011).

4.3 Máquinas Elétricas

Máquinas elétricas são as máquinas que utilizam a energia elétrica para trabalharem ou que geram ou transformam essa energia. Esse campo de estudo dentro da engenharia elétrica está ligado a uma subárea chamada de eletrotécnica. Um dos objetivos da disciplina é exatamente ensaios com motores de diferentes tecnologias, permitindo análise das características construtivas e operativas dos mesmos. Alguns dos experimentos possíveis são ensaios com diferentes cargas de operação, medição de parâmetros dos modelos matemáticos dos motores e análise dos métodos de controle dos motores.

4.4 Integração e supervisão de sistemas

A integração e supervisão de sistemas apresenta-se como um dos níveis mais complexos dentro de sistemas reais de manufatura. Grandes sistemas automatizados, de alta complexidade, de alta dinâmica de produção e fabricação exigem a supervisão completa do processo. Além de razões de segurança, os chamados sistemas supervisórios permitem o controle da qualidade da fabricação e diminuição de perdas no processo. Esses sistemas de supervisão são mais conhecidos na indústria como sistemas de *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA), (ROSÁRIO, 2005).

Assim, a disciplina de sistemas supervisórios é comum nos cursos de Engenharia e Tecnologia em Mecatrônica. A utilização de *softwares* de supervisão existentes no mercado, integrados com servosistemas, auxilia o aluno no processo de aprendizagem, aproximando o mesmo de aspectos encontrados no cotidiano da indústria. Além disso, existem detalhes importantes da disciplina que relacionam a adequada seleção de quais são as medidas do processo realmente importantes a serem supervisionadas, a velocidade com que isso deve acontecer (amostragem) e como esses dados devem ser guardados (banco de dados) e futuramente apresentados (relatórios).

No curso de tecnologia em mecatrônica industrial a disciplina de sistemas Supervisórios contempla índices de estudo que podem ser aplicados no laboratório proposto, esses itens são: Amostragem e Quantização, conversão A/D e conversão D/A, variável analógica e variável discreta, protocolos de comunicação no controle distribuído, arquitetura cliente/servidor voltada para o uso em Softwares de Supervisão, introdução a sistemas supervisórios, componentes de um Software de Supervisão, utilização do software de supervisão, definições, conceitos e aplicações sobre o sistema SCADA, comunicação com *software* de supervisão, linguagem de programação do *software* de supervisão, geração de histórico e relatórios em sistemas de supervisão, definições, conceitos e aplicações sobre o sistema SDCD (DAELN, 2009).

4.5 Controle contínuo e controle discreto

O controle de sistemas é uma disciplina reconhecida pelos alunos e professores pela sua complexidade e alto grau de abstração. São técnicas e conceitos de difícil assimilação sem a visualização dos mesmos em sistemas reais. *Softwares* de simulação são utilizados para suporte ao ensino, mas as simulações decorrentes não consideram, por vezes, aspectos práticos encontrados em sistemas reais.

Uma forma de aperfeiçoar o processo de ensino na disciplina de controle é com o uso de plantas químicas e mecânicas didáticas que representam processos industriais reais. Com isso

os alunos deslumbram uma nova área de estudo e com forte aplicação da engenharia em diversas áreas do conhecimento.

A mesma dificuldade relatada por Ferlin *et al.*, (2006) no curso de Física básica é também observada na disciplina de Teoria de Controle do curso de Tecnologia em Mecatrônica. Basicamente os alunos têm dificuldade para relacionar três elementos fundamentais para disciplina: as leis da física básica, o comportamento de um sistema mecânico e sua representação matemática (função de transferência, por exemplo). Os sistemas mecânicos envolvem diretamente o controle de sua aceleração, velocidade e posição. Um motor é um ótimo exemplo de aplicação destes conceitos. Em seu artigo Ferlin *et al.*, (2006) comenta que a visualização em tempo real da posição, velocidade e aceleração é muito interessante para os alunos que estão estudando deslocamentos e que, quando somada a alguma massa acoplada ao sistema, este pode conter uma rotina (programa) que pode calcular automaticamente a força necessária para aquele movimento, no caso de um motor pode ser calculado o torque gerado pelo motor para retirar o sistema do seu estado de repouso e também o contra torque para frear uma massa com inércia.

Existem experiências interessantes a serem realizadas com motores nas aulas de controle que, segundo Rosário (2005), são exemplos práticos de implementação: sistema de acionamento, sistema de transmissão, inércia variável, transdutores de posição, sistema de aquisição e controle. Além disso, focando nas ferramentas tradicionais de controle é possível verificar o comportamento da resposta a uma excitação do tipo degrau dos motores em malha aberta, acoplamento de um motor a um redutor e carga, modelagem dinâmica do sistema e modelo completo do sistema (motor + carga). Existem aplicações mais complexas a serem feitas com servomotores: implementação de algoritmo para trajetória, controle de posição, controle de velocidade e controle de aceleração (ROSÁRIO, 2005).

A Figura 5 apresenta o digrama em blocos clássico usado em controle de sistemas que está sendo usado para demonstrar o sistema de controle de um servomotor. A referência (computador) envia os dados via uma rede de comunicação ao controlador, este por sua vez age sobre o *driver* de eletrônica de potência indicando como este deve atuar no acionamento do motor para que ele responda exatamente como a referência precisa, por fim, para saber se o motor realmente está se comportando como necessário um sensor é colocado acoplado ao motor ou a carga (processo) e esse dado é enviado para o controlador, onde este então toma as decisões sobre o que é necessário fazer com base na leitura do erro. O erro é a diferença entre a referência e o comportamento do motor indicado pelo sensor.

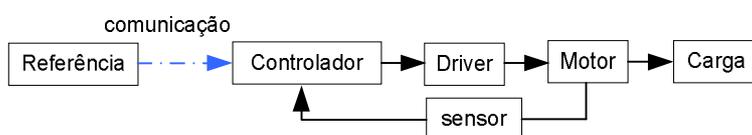


Figura 5 – Modelo simplificado dos itens básicos de um servomotor.

Todos os itens da ementa da disciplina de controle de servomecanismos I e II da UTFPR se enquadram na aplicação de servomotores, a saber: Introdução aos sistemas realimentados, modelagem de sistemas físicos, equações diferenciais, transformada de Laplace, diagramas de blocos, propriedades dos sistemas de controle: sensibilidade, erro estacionário; lugar das raízes - análise e projeto; diagrama de BODE - análise e projeto; compensadores PID, avanço de fase e atraso de fase, análise e projeto por NYQUIST, análise e projeto por NICHOLS, análise de sistemas mediante variável de estado, projeto por alocação de pólos, controlabilidade e observabilidade, estimador de estado, análise e projeto de sistemas

discretos, sistemas discretos, equações à diferença, transformada Z, função de transferência discreta, discretizações de sistemas contínuos, lugar das raízes, projeto no plano Z, erros de quantização, identificação pelo método dos mínimos quadrados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a otimização do ambiente de ensino é necessário nas instituições de ensino de ciência e tecnologia. As metas de crescimento a nível quantitativo e principalmente qualitativo esbarram em problemas financeiros e a otimização pode auxiliar no cumprimento dessas metas. Um laboratório multidisciplinar é uma solução viável para o problema da falta de espaço físico para a criação de laboratórios específicos nas universidades e escolas técnicas do país. Na UTFPR essa prática de otimização já é estudada há alguns anos, inicialmente quando houve a criação dos cursos de tecnologia no lugar dos antigos cursos técnicos e, posteriormente, com a criação de vários novos cursos de Engenharia. Paralelamente, observou-se a necessidade de que novas tecnologias tivessem espaço nos novos cursos, preferencialmente sem perder os equipamentos e salas adaptadas para o ensino de disciplinas de base, como por exemplo, eletrônica de potência e máquinas elétricas. Dentro deste processo, o laboratório proposto pode ser implementado usando estruturas já existentes nos diferentes Campi e, sendo o caso, ser contemplado como parte de futuros laboratórios a serem construídos. Foram discutidas algumas das disciplinas que podem ser beneficiadas com o laboratório proposto. Por sua característica multidisciplinar, os servomotores agregam um conjunto de experimentos que podem ser aplicados não somente às disciplinas discutidas, mas também a muitas outras associadas aos currículos de Engenharia e Tecnologia. Além das já citadas, pode-se incluir outras, como Robótica, Programação de CLP, Medidas Elétricas, Instalações Elétricas e Identificação de Sistemas. Finalmente, espera-se que a proposta deste laboratório produza a necessária discussão entre os diferentes grupos de disciplinas nos diferentes cursos de Engenharia e Tecnologia das Instituições de Ensino Superior (IES), visando a tão desejada integração entre as diferentes disciplinas nos IES do país.

6 REFERÊNCIAS

- CAVALIN, Geraldo; CERVELIN, Severino. **Instalações elétricas prediais: caderno de atividades**. São Paulo: Érica, 1998. 188 p.
- DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA - DAELN - **Ementa do Currículo 5**. Disponível em: <<http://engenharia.daeln.ct.utfpr.edu.br/>>. Acesso em: 07 jun. 2011.
- ETHERCAT. **The Ethernet Fieldbus**. Disponível em: <http://www.ethercat.org/pdf/english/ETG_Brochure_EN.pdf> Acesso em: 11 mai. 2011.
- FERLIN, E. P.; SAAVEDRA, N.; CORDEIRO, L. F.; CUNHA, J. C. da; PERRETTO, M.; CÚNICO, M.; Estudo do movimento acelerado em tempo real através de um sistema de aquisição de dados assistido por computador. **Anais: XXXIV - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Passo Fundo. 2006.
- PEREIRA, T. R. D. S.; GUIMARÃES, A. B.; REGO, D. A., Introdução à engenharia: Motivação do estudante par a sua formação profissional. **Anais: XXXIV - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Passo Fundo. 2006.
- ROCHA FILHO, E. R.; ANDRADE, E. C. G de; ATAÍDE, J. C.; RUTHES, E.; Interdisciplinaridade – Metodologia para elaboração de projetos integradores na FFT-SBS. **Anais: XXXIV - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**. Passo Fundo. 2006.
- ROSÁRIO, João Maurício. **Princípios de mecatrônica**. São Paulo: Prentice-Hall, 2005. 356 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - SBPC. O quadro assustador da educação superior. **In:** Jornal da Ciência. Disponível em: < <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detail.jsp?id=72205> >. Acesso em: 16 jul. 2010.

WEG. **Bancada Didática**. Disponível em: < <http://catalogo.weg.com.br/files/wegnet/4-15467.pdf> > Acesso em: 07 jun. 2011.

PROPOSAL FOR LABORATORY MULTIDISCIPLINARY SERVOMOTORS

Abstract: *The public and private universities that have technology-based courses such as Engineering and Technology Colleges need to constantly upgrade themselves and acquire equipment for teaching and research areas related to the courses. However, the necessary investments are expensive and, as a rule, are beyond the budget of higher education institutions. As a result, it is common to find laboratories exceeded or under-equipped, making a direct difficult on process of learning. This paper presents a proposal for a multidisciplinary laboratory and based on readily available equipment on the market. Because it can be applied in a wide range of disciplines, aimed at saving the purchase of equipment, maintenance and especially reduction of physical space. This work was carried out within the Federal Technological University of Paraná (UTFPR) Curitiba campus, but seeks to implement it in various areas of the state of Parana.*

Key-words: *Teaching laboratory, Servomotors, Networking, Education structure.*