

INTEGRAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE EQUIPAMENTOS E MÉTODOS DE ENSINO BASEADOS EM COMPUTADORES

Marcos R. Silveira Eduardo R. Loures Lúcia V. Arruda

Pontifícia Universidade Católica do
Paraná
PUC-PR/LAS
Rua Imaculada Conceição 1155
Curitiba-PR
E-mail: silveira@ccet.pucpr.br
E-mail: loures@ccet.pucpr.br
Fax: 3301669

Centro Federal de Ensino Tecnológico
do Paraná
CEFET-PR/CPGEI
Av. 7 de Setembro 3165
Curitiba-PR
E-mail: valeria@dainf.cefetpr.br
Fax: (041) 224-5170

This paper describes the experience from multimedia collaborative education system, supporting the teach of Control in the integrated environment of new equipment technologies and CACSD tools. Based on the didactic techniques one instructor can use this system to create a new courseware in Control systems, with some tools like hypertext, multimedia, exercises and simulations. There are three different environments: the author environment; presentation environment and simulation environment.

Este artigo descreve a experiência com sistemas multimídia de educação no suporte ao ensino de Controle em um ambiente de integração de novas tecnologias de equipamentos e ferramentas CACSD . Baseado em técnicas didáticas um instrutor pode usar este sistema para criar um novo curso de Controle, com algumas ferramentas como hipertexto, multimídia, exercícios e simulações. Há três diferentes ambientes: o ambiente de autoria, o ambiente de apresentação e o ambiente de simulação.

INTRODUÇÃO

Percebe-se que ao mesmo tempo que os avanços tecnológicos dos sistemas de automação industrial requerem um treinamento especial para manipulá-los, a formação dos professores vem se tornando insuficiente para atender a necessidade do mercado. Assim, as empresas tem como preocupação treinar os seus funcionários a fim de assegurar o acompanhamento do seu ritmo de evolução. Estes treinamentos, geralmente, são efetuados por empresas que vendem sistema e é direcionado um sistema específico. Isto acaba gerando especialistas em sistemas e não um profissional capaz de compreender, resolver, desenvolver e implementar soluções para os diversos problemas da empresa.

No Brasil, o incentivo aos treinamentos não segue a tendência mundial e pode-se ter como causas: a carência de metodologias adequadas; a pouca integração indústria-universidade, o custo dos treinamentos; o grau de instrução dos funcionários; as poucas ferramentas de ensino; os ambientes computacionais inadequados, entre outros.

O aprimoramento de sistemas educacionais vem sendo alvo de muitas pesquisas. Educadores e cientistas vêm unindo forças para melhorar as ferramentas de ensino e adaptar a tecnologia às necessidades de cada área. Existe hoje uma grande necessidade de ferramentas de auto-treinamento no ensino de engenharia e eficientes ambientes de simulação no suporte do estudo de fenômenos dinâmicos no campo do Controle.[M14],[S19]

A multimídia teve grande responsabilidade pela aceitação dos novos ambientes de ensino, a programação orientada a objetos facilitou a integração dos módulos de treinamento, por fim a necessidade de profissionais treinados para situações diversas tornou essa idéia realidade.[F9]

Por outro lado, quando se prepara um curso, ele deve ser voltado a um tipo específico de usuário, pois uma das grandes dificuldades dos usuários de aplicativos instrucionais é a generalidade com que estes aplicativos são elaborados. Isto faz com que os usuários se sintam perdidos com a manipulação aleatória dos vários recursos disponíveis, os quais não fazem parte dos seus cotidianos, ou exijam um conhecimento aprofundado sobre o assunto, o que não é a realidade do ambiente proposto.[E8],[P15]

O projeto ACONSYS (*Authorship Control System*) auxilia o professor a criar cursos, utilizando os recursos tecnológicos emergentes da multimídia, para PCs. A proposta é a concepção de um sistema de autoria para treinamento utilizando recursos multimídia. Neste sistema a aula é o resultado da execução completa do sistema e seu objetivo é fazer com que o aluno desenvolva ou aprimore uma certa habilidade, através da apresentação da teoria, denominada Conceito, e dos exercícios resolvidos, denominados Exemplos, que abrangem situações variadas. O conceito é uma abstração enquanto o exemplo é uma realização concreta. Estes cursos podem ser entregues aos estudantes durante as aulas, para facilitar o acompanhamento e para que eles possam após a aula estudar a matéria dada e resolver os exercícios propostos. As respostas são devolvidas ao professor para um Controle da compreensão e das dificuldades dos alunos.[T21],[I11]

ETAPAS DA APRENDIZAGEM

O Controle digital moderno é aplicado a todos os tipos de sistemas de engenharia com todos os tipos de atuadores e sensores. O modelamento de um controlador requer um conhecimentos multidisciplinar de dinâmica, mas ainda educacionalmente é projetado para ser monodisciplinar com perspectiva mecânica ou elétrica ou de outra área específica.

As propriedades do sistema de auxílio por computador são: o processo, a técnica e a ferramenta. O processo mostra os procedimentos que deve-se tomar para o trabalho. Para cada passo da execução do trabalho tem-se as melhores técnicas para se resolver o problemas. Se outros equipamentos, além do computador, são necessários para se usar determinada técnica, eles são denominados ferramentas.[I10]

Cada propriedade é parte de um conjunto de atividades de ensino, estas atividades são separadas em etapas de conhecimento:

- Etapa 1 – Conhecer parte da teoria de Controle aplicada a um caso específico, para que o aluno tenha noção do que é função de transferência, state-space, domínio do tempo, domínio da frequência, entre outros. Neste estágio a hipermídia e o texto eletrônico são as tecnologias apropriadas.

- Etapa 2 - Conhecer as ferramentas e aprender com elas: Este é o estágio de atividades de explorar as ferramentas. O uso do computador é apropriado neste estágio, pois permite realizar experiências com um custo reduzido, não sendo necessário um laboratório para isto, tendo respostas rápidas e sem riscos.
- Etapa 3 – Conhecer o processo natural do projeto e determinar soluções bem balanceadas. Este é o estágio de transição do educacional para o prático, onde balancear as propriedades de um projeto é o principal objetivo. Outra vez o computador é uma boa ferramenta para que o aluno possa rapidamente prototipar as suas idéias e verificar os resultados.

Baseado em sua experiência com o auxílio de computadores na educação Schaufelberber[S20] propôs algumas classificações para aplicativos usados no ensino de Controle:

- Exercícios pouco especializados de Controle clássico.
- Pequenas ferramentas para pequenas aplicações.
- Ferramentas CACSD (Computer Aided Control System Design) como o MatLab para resolver médios e grandes problemas.
- Totalmente aperfeiçoado para ser comercializado.

LAS - LABORATÓRIO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE

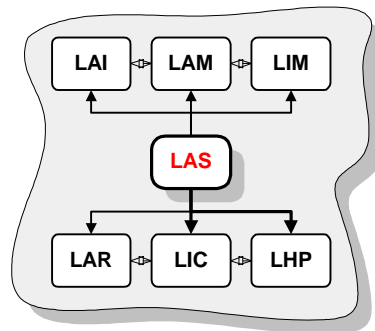


Figura 1. Estrutura do LAS

O LAS é um ambiente multidisciplinar integrado reunindo as áreas de computação, engenharia mecânica e elétrica. Seu objetivo é propiciar o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, investigação científica e prestação de serviços pela prática de atividades correlatas às áreas de instrumentação, Controle e automação, caracterizando-as de forma sistêmica. De maneira a se obter um melhor gerenciamento de todos os objetivos propostos pelo LAS, subdividiu-se o mesmo em ambientes físicos distintos integrados e flexíveis, "conforme mostra figura 1".

Temos desta estrutura a seguinte atuação e recursos físicos:

- **LAI - Laboratório de Automação Integrada**
Laboratório destinado ao estudo de sistemas e estratégias de Controle para processos e plantas industriais. Sua estrutura física consiste em sistema de instrumentação baseada no VXibus; posicionadores lineares elétricos (POSILIN - WEG) e pneumáticos (FESTO); protótipo de plantas como um elevador; controladores programáveis; controlador de robôs. Está em atual

desenvolvimento, "como mostra a figura 2", um sistema CACSD - o VIENCOD cuja proposta é receber o suporte do ACONSYS.

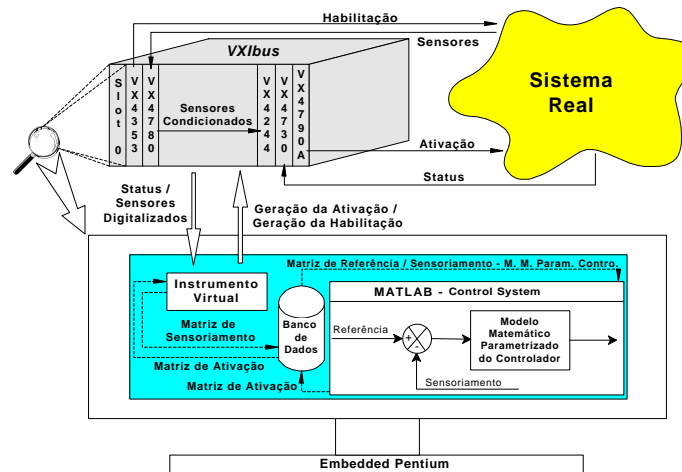


Figura 2. Projeto VienCod

- LAM - Laboratório de Automação da Manufatura**
 O projeto de consecução deste laboratório visa a transferência do atual estado da arte do CIM - Manufatura Integrada por Computador para o ensino. Os recursos físicos disponíveis permitem a efetivação do sistema CIM em laboratório, com rede de computadores controlando robôs, máquinas e dispositivos de Controle de qualidade. São alguns dos recursos físicos : Estação de soldagem e prensa; Veículo Auto-guidado (AGV);torno CNC; sistema de montagem com robô; centro de usinagem.
- LAR - Laboratório de Robótica**
 Estudos de simulação Controle e comunicação de robôs móveis e articulados.
- LIC - Laboratório de Instrumentação e Controle**
 Este laboratório apresenta toda infra-estrutura para o estudo de sensores (pressão, posição, velocidade, vazão,etc) , instrumentação, aquisição, condicionamento e transmissão de sinais analógicos e digitais. Bancadas de processos industriais,sistemas pneumáticos, elétricos e pneumáticos são as plantas para este estudo.
- LHP - Laboratório de Hidráulica e Pneumática**
 Equipamentos hidráulicos e pneumáticos estão presentes neste ambiente garantindo o estudo de atuadores voltado ao Controle de processos industriais.
- LIM - Laboratório de Instalações e Máquinas Elétricas**
 Este laboratório dá suporte no tocante à instalações elétricas industriais e residenciais, acionamentos elétricos e máquinas elétricas.

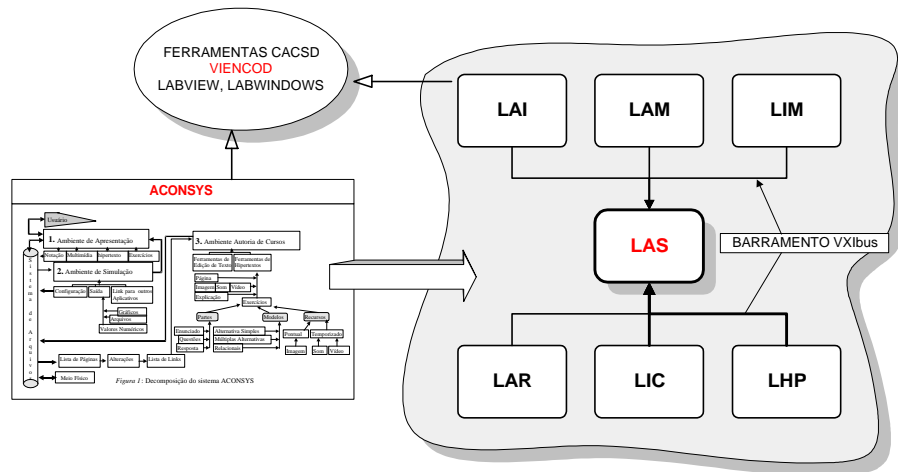


Figura 2. Integração

Vale ressaltar que os objetivos de cada laboratório são convergentes para o estudo de sistemas de Controle e automação. Portanto, torna-se clara a necessidade de integração dos mesmos a nível de software e hardware em um sistema ágil e flexível. Um equipamento ou planta presente no LIC pode estar sendo objeto de análise pelo LAI. Para tanto necessita-se de um sistema de comunicação de sinais e dados precisos e eficiente para o Controle e supervisão deste ambiente remoto. O barramento VXI bus é a interface de comunicação entre os diversos ambientes. "Vide figura 3 a integração proposta".

Tal estrutura, fonte de grande quantidade e heterogeneidade de equipamentos, processos e sistemas carece de um sistema de informação que o auxilie o usuário ao correto e eficaz uso voltado ao ensino e pesquisa de sistemas de automação e Controle. O ACONSYS figura neste cenário como gerador do conhecimento e orientador nas diversas etapas no desenvolvimento de estratégias de Controle possíveis propiciadas pelo ambiente LAS.

PARADIGMAS DA APRENDIZAGEM POR COMPUTADOR

O homem tem a capacidade nata de Controle analógico, e um total fascínio por computadores, por isso usar computadores no ensino de Controle requer um cuidado maior do que utilizar os tradicionais elementos analógicos. [P17]

O grande número e a sofisticação dos aplicativos especializados em Controle parece responder a maioria das perguntas sobre Controle de processos, diminuindo a percepção crítica dos jovens engenheiros que baseia seu conhecimento num simples jogo de perguntas e respostas.

O uso de computadores em laboratórios de Controle mostra três vantagens e um risco [P17]: Uma das mais óbvias vantagens é o baixo custo dos experimentos, a segunda vantagem é restringir o trabalho do professor a ensinar os sistemas computacionais e supervisionar a pedagogia aplicada. Finalmente, a terceira vantagem é

a atração que os jovens têm pelo computador. Este é também o maior risco, pois como se fala no meio computacional: "Compre um computador, ele pensará por você".

Por outro lado, o sucesso nas técnicas de ensino de Controle e análise envolvem um considerável montante de complexos problemas do mundo real. Em muitos casos criar exercícios dimensionados para os alunos requer um redução para proporções quase triviais. Adotar exemplos de proporção real implica em utilizar grande parte da aula para a resolução e explicação do resultado, sendo que na maior parte do tempo o instrutor está descrevendo cálculos e pouco tempo é utilizado para explicar a teoria aplicada na análise da situação.

Atribuir as poderosas ferramentas CACSD, como MatLab/Simulink, a árdua tarefa de resolver os cálculos e mostrar de forma gráfica ou textual a resposta parece ser a melhor alternativa, enquanto fica por conta do aluno determinar os parâmetros do sistema.

A princípio, comprovou-se que os alunos encontravam respostas "satisfatórias" de forma empírica ao invés de utilizar a teoria apresentada, para solucionar este problema tomou-se a precaução de limitar o acesso do aluno ao computador. Por experiência adotou-se que o aluno poderia prototipar o sistema determinado matematicamente de 3 a 5 vezes, dependendo da complexidade do sistema, assim o aluno se sentiu estimulado a entender o funcionamento do sistema e tomar cuidado para não cometer falhas de análise na determinação dos parâmetros.

Com uma postura intermediária em relação a utilização de computadores no processo educacional, uma linha de pesquisa de sistemas didáticos foi criada na instituição e integrada ao LAS (Laboratório de Automação e Sistemas) para que sistemas didáticos de Controle e automação fossem desenvolvidos. Um dos projetos é o ACONSYS que integra estudos pedagógicos a técnicas avançadas de computação. Sob o enfoque de Controle o objetivo pedagógico é auxiliar o aluno a desenvolver aproximações concretas do comportamento dos sistemas dinâmicos levando-o a explorar de maneira eficaz as relações de causa e efeito.

ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA

O ambiente ACONSYS está sendo desenvolvido a partir do paradigma do professor que deseja passar o seu conhecimento para o maior número de alunos possível, adaptando a sua didática às necessidades de cada aluno com o menor esforço possível.

Para isso, seu desenvolvimento é baseado na idéia de "conceito" e "exemplos", e na criação de um sistema de guia configurável.

Com este sistema a seqüência com que as informações serão mostradas é facilmente criada pelo autor do curso, através de ferramentas interativas de autoria capazes de integrar textos, imagens, sons, vídeos, exercícios e simulações, através dos *links*, como descrito a seguir.

A apresentação do conceito é feito através de tópicos, denominados Páginas. As páginas podem conter um ou mais assuntos, ou imagens, sons e vídeos associados a palavras-chave destacadas, denominadas *Links*. *Links* são basicamente palavras-chave, verdes e sublinhadas, encontrada em uma página que ao receberem um duplo *click* do *mouse* passarão a apresentar outra página, uma imagem, um som, um vídeo, um exercício ou uma explicação. Os *links* podem ser de dois tipos: *Jump*, quando a página

inteira é substituída; *Pop-up*, quando um janela sobreposta apresenta a informação desejada e após fechada retorna a página que a chamou.[E7] O assunto que não faz parte da página pode ser ligado a um pequeno texto que o explica, denominado Explicação, através de um *link pop-up*, ou a uma outra página, através de um *link jump*. A edição do conteúdo de uma página é denominada Implementação. A ordem de apresentação das páginas é denominada Estrutura e pode ser de duas formas: Estrutura Sequencial, quando o aluno segue a seqüência dos tópicos através dos botões “Próximo” e “Voltar”; Estrutura Aleatória, quando o aluno muda de tópico através dos *Links*. O aluno pode fazer pequenas notações em cada página, denominadas Nota. O cenário de aprendizagem é o ambiente no qual se realiza a aprendizagem do aluno. Estes cenários variam do típico ambiente de apresentação, regra-exemplo-exercício, a ambientes de simulações de processos reais. Os exercícios podem ser divididos em: Enunciado, um texto que apresenta o objetivo do exercício; Recursos, são a imagens, sons e vídeos; Questões, são as alternativas do exercício; Resposta, é um texto com o resultado correto do exercício.

AMBIENTE DO ACONSYS

Os sistemas educacionais podem ser divididos em dois grupos: Ensino Inteligente Assistido por Computador(EIA), abrangendo apenas os tutores inteligentes e os sistemas especialistas, quer estes sejam ou não interativos e Ambiente Interativo de Aprendizagem por Computador (AIA), abrangendo todos os aplicativos educacionais, inteligentes ou não, mas que tenham na interação a sua principal característica.[S18]

O ACONSYS é um sistema do tipo AIA e foi projetado inteiramente baseado em objetos, o que possibilitou decompor o sistema em vários subsistemas (DLL - Dynamic Link Librarian), cada um com uma característica funcional de suporte ao autor, ao cursos, a simulação ou ao usuário. [C5],[C6]

Pode-se observar, "na figura 4", os três ambientes do sistema:

- Ambiente de Apresentação, responsável pela interface com o usuário;
- Ambiente de Simulação, onde os processos são simulados e os resultados apresentados;
- Ambiente de Autoria de Cursos, onde os cursos são montados.

AMBIENTE DE APRESENTAÇÃO

A apresentação do curso é feita através de uma página, mostrada em uma tela SDI(*Single Document Interface*). A concepção desta Página segue um modelo parecido com o da janela de Ajuda do *Microsoft Windows*®. Isto, porque o aluno já está familiarizado com o estilo de apresentação do *Microsoft Windows*®, evitando que ele despenda seu tempo com o aprendizado de um novo ambiente, o que em alguns casos, acaba por desestimular o aluno devido a dificuldade de manipulação do sistema. Há, também, a possibilidade do aluno imprimir a página cujo assunto lhe interessa, ou copiar o texto da página para a área de transferência do *Microsoft Windows*® e utilizá-lo em outros aplicativos.

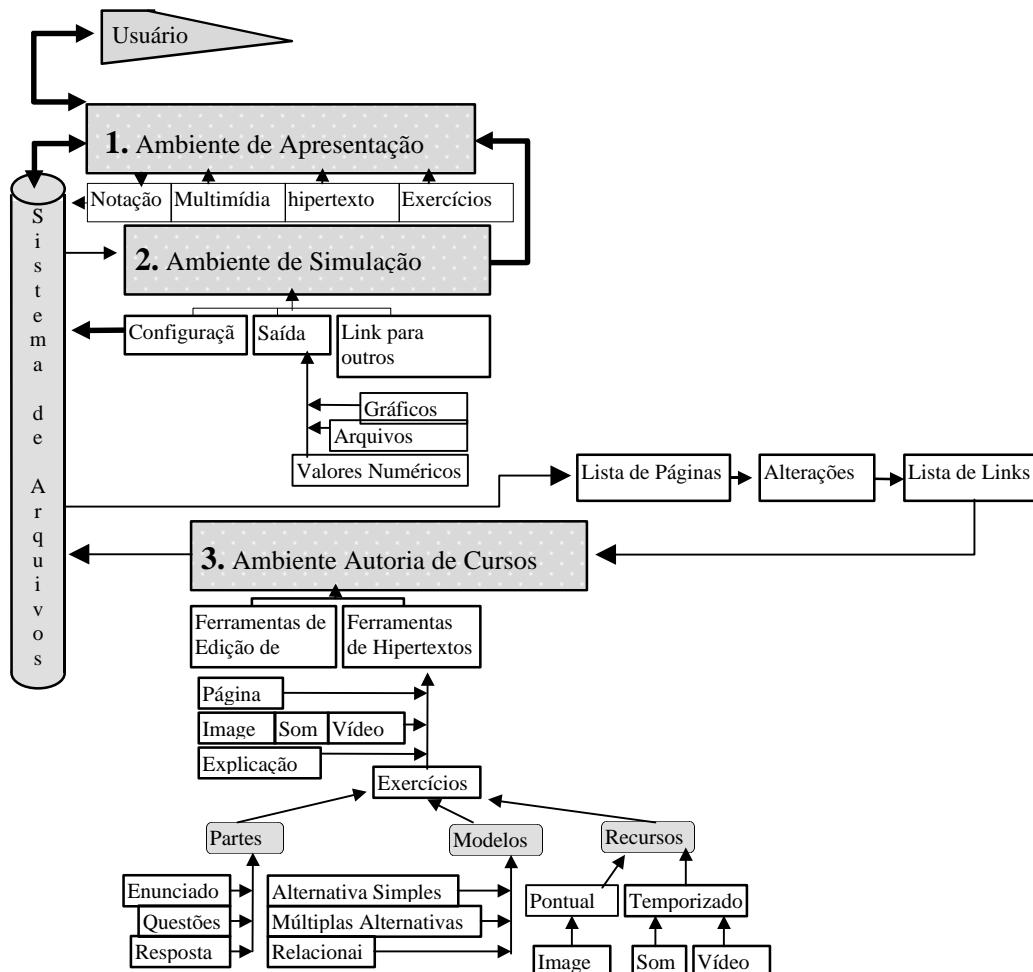


Figura 4. Ambiente do ACONSYS

Para que o aluno não se perca, em cada Página há um campo mostrando o título, um campo onde é apresentado o texto e os *links*, uma barra de ferramentas com botões de navegação sequencial, uma barra de mensagens, um menu que, entre outras funções, permite ao usuário escolher uma das páginas do curso. "Como mostra a figura 5".

O tamanho da janela de apresentação é reconfigurável. Além das janelas de apresentação de textos há janelas específicas para os recursos multimídia, e janelas específicas para os exercícios.

Cada Página pode conter um comentário, feito pelo aluno. Este comentário é incluído através do botão Notação e é automaticamente gravado.

Os exercícios tem a opção de utilizar recursos multimídia como parte do enunciado. A partir da resolução do exercício é gerado um arquivo de respostas, este arquivo poderá auxiliar o professor a verificar as dificuldades daquele aluno. Cada

exercício poderá conter a descrição da resposta como um dos campos acessíveis pelo aluno após o término.

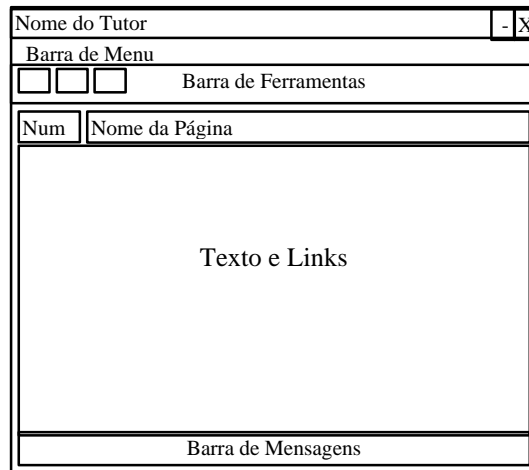


Figura 5: Estrutura da Página

AMBIENTE DE SIMULAÇÃO

Tem sido bastante difundido o uso da simulação no contexto educacional. Segundo a *American Association for Artificial Intelligence*, em um relatório sobre sistemas inteligentes do próximo século, “simulação inteligente” é uma das quatro áreas apontadas como sendo “sistemas de aplicações de alto impacto”. Segundo a Associação, esses sistemas podem proporcionar formação e treinamento extensos e ricos em recursos disponíveis em quaisquer tempo e lugar.[B3]

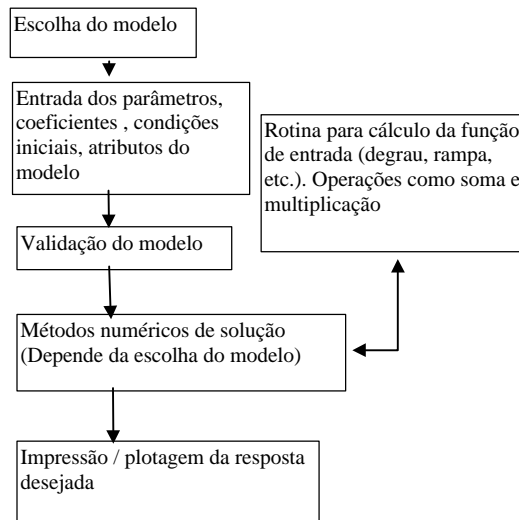


Figura 6: Estrutura do Programa Supervisor

Tais benefícios ganham uma nova dimensão se der ao usuário a possibilidade da simulação e criação dos modelos que ele próprio desejar simular.

Em Controle de processos, a simulação pode ser usada para validar um controlador proposto antes dele ser aplicado num processo real.

Entretanto, a arquitetura usada por ambientes de projetos para o desenvolvimento de sistemas de Controle é tipicamente composta de três partes: um conjunto de ferramentas para a configuração de processos; uma interface mais amigável para interagir com o usuário final; um programa supervisor para coordenar as ferramentas e execuções das interfaces.[A1]

O desenvolvimento de um simulador para sistemas de Controle, inclui um conjunto de passos que se traduzem em rotinas computacionais, que ao se interligarem através de referência e/ou passagem de parâmetros produzem a resposta requerida do modelo do sistema. "Como mostra a figura 6".[B4],[A2]

No ACONSYS, o ambiente consiste de um menu que apresenta as opções necessárias para o manuseio de arquivos, saídas gráficas e chamadas a outros aplicativos. A barra de ferramentas facilita a manipulação das funções do simulador. Também é possível interagir o simulador com um processo real acoplado a um barramento VXIbus . A estrutura do LAS nos fornece grande flexibilidade neste sentido, conforme visto anteriormente.

A comunicação com outros aplicativos que utilizem o ambiente Windows pode ser feita através de ferramentas OLE (Object Linking and Embedding), com esta idéia está sendo preparado um módulo de integração com ambientes de supervisão e Controle comerciais, LabWindows e LabView; e também com ambiente CACSD em desenvolvimento no LAS, o VienCod. A integração com este último possibilitará ao aluno ou projetista informações e orientações à cada fase do ciclo de desenvolvimento de sistemas de Controle, "como mostra a figura 7".

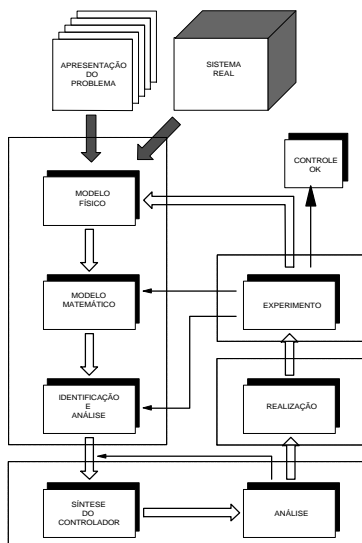


Figura 7. Ciclo de Desenvolvimento

- A- Modelagem do sistema real (desenvolvimento de um modelo físico, geração de um modelo matemático e descrição compreensível em um ambiente computacional) e solução numérica deste modelo (simulação) com identificação "on-line" de seus parâmetros;
- B- Projeto dos componentes ativos (sensores, controladores, atuadores) em função do problema formulado e otimização dos parâmetros do controlador (sintonia da malha de Controle);
- C- Realização da estratégia de Controle em um sistema computacional (algoritmo de Controle);
- D- Implementação de hardware: integração dos componentes ativos dentro do sistema através de testes passo-a-passo em um ambiente de simulação com "hardware-in-the-loop" e a especificação técnica dos mesmos em um padrão industrial.

Propõe-se também para este ciclo de desenvolvimento o conceito de simulação com "hardware-in-the-loop", visando a otimização do tempo de desenvolvimento e domínio da complexidade do sistema de Controle, "conforme mostra figura 8".[L13]

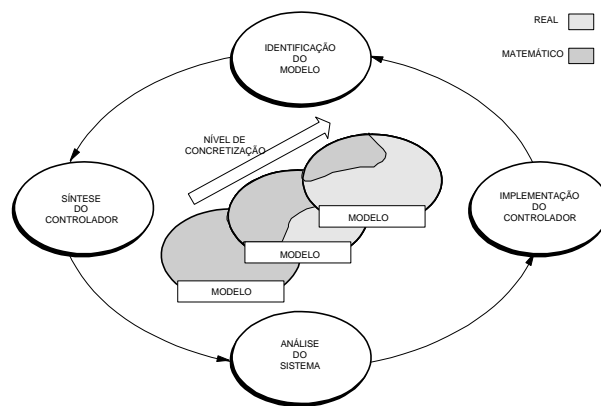


Figura 8. Hardware-In-The-Loop

O simulador tem como opções de configuração:

- O sinal de entrada. Com uma série de sinais freqüentemente utilizados em Controle, como: degrau, rampa, parábola, senóide, pulso, trem de pulso, impulso, dente de serra e estocástico. É possível fazer uma composição de sinais gerando outros sinais.
- A função de transferência, passando os coeficientes dos polinômios do numerador (a_i) e do denominador (b_i) segundo a equação:

$$H(s) = \frac{a_n s^n + a_{n-1} s_{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}{b_n s^n + b_{n-1} s_{n-1} + \dots + b_1 s + b_0}$$
- Operador, este tipo de função permite fazer operações com as saídas das funções, tais como adição e multiplicação.
- Atraso, a escolha desta função permite dar um atraso na saída de outra função, simulando desta forma o efeito de um atraso de transporte, o qual é muito comum em sistemas reais.

- Ganho, a escolha desta função permite multiplicar um sinal por uma constante.
- PID, introdução de um elemento proporcional, integral e derivativo sobre o sinal de entrada.

O ambiente possui opções gráficas, onde o usuário define quais gráficos deseja visualizar, permitindo a simulação gráfica do sistema, além da opção simulação numérica. [S18]

AMBIENTE DE AUTORIA DE CURSOS

É um ambiente onde se encontra disponível um conjunto de ferramentas de autoria que podem ser usadas pelo autor para preparar um curso completo.[P16]

Este ambiente permite que o autor prepare toda a estrutura do curso, antes de implementar o conteúdo, ou rascunhar o conteúdo e depois estruturá-lo.

A edição de um curso pode ser dividido em:

- Edição do texto
- Edição dos Recursos Multimídia
- Edição dos Exercícios
- Edição dos *Links*

A edição do texto é feita na página à qual ele pertence. Cada página deve conter um número e um título, pois estes serão os índices da estrutura.

A estrutura seqüencial é feita através dos números das páginas, enquanto a estrutura aleatória é feita através dos títulos das páginas. Por isso cada página deve ter seu próprio número e título.

Existe um conjunto de ferramentas para a edição do texto das páginas, que mantém o padrão dos aplicativos Microsoft®. Este padrão vem se tornando mundial, o que facilita a utilização do sistema por parte dos usuário iniciantes.

O formato do texto editado é do tipo texto *Rich*, e são armazenado num arquivo do tipo RTF(*Rich Text File*). Neste tipo de texto os padrões de cores, tamanhos, indentações, etc. são independentes para cada caracter, o que permite diferenciar um *link* do texto, ou destacar uma parte do texto que é considerado importante.

Há sete possibilidades diferentes de *links*: *Link* para Página; *Link* para Explicação; *Link* para Vídeo; *Link* para Som; *Link* para Imagem, *Link* para Exercício e *Link* para Simulação.

O *link* para outra página é do tipo *jump* e permite que o autor faça referência a outras páginas já existentes do curso ou a uma página nova, que futuramente será implementada.

O *link* para explicação é do tipo *pop-up* e permite que o autor edite um texto de até 500 letras que explica o assunto referente a palavra-chave.

O *link* para vídeo/som é do tipo *pop-up* e permite que o autor utilize um recurso multimídia para melhor explicar o assunto referente a uma palavra-chave.

O *link* para imagem é do tipo *pop-up* e permite que o autor relacione uma imagem a palavra-chave.

O *link* para exercício é do tipo *pop-up* e chama o exercício relativo a palavra-chave.

O *link* para simulação é do tipo *jump* e chama o ambiente de simulação.

O ambiente de autoria não permite a edição de vídeos, sons e imagens.

Quando um novo curso é gerado, é pedido um diretório, em que são criados subdiretórios onde estão todos os arquivos os quais o curso faz referência. No caso de *links* para arquivos já existentes, estes são copiados para um dos diretórios do curso. Isto facilita a cópia e distribuição do curso. Os nomes de cada arquivos seguem uma ordem seqüencial de criação, por exemplo: exp0.epi é o nome do primeiro arquivo de explicação gerado.

A edição dos exercícios permite que o autor crie um novo exercício, baseado nos modelos já existentes, ou modifique um exercício já existente.

Os modelos de exercícios existentes são: Exercícios de Seleção Simples, quando é possível uma única resposta; Exercícios de Múltiplas Seleções, quando é permitido selecionar mais de uma resposta; Exercícios Relacionais, quando tem por objetivo relacionar uma coluna a outra.

Os exercícios podem ser associados a imagens, vídeos e sons cujas configurações de tamanho e tempo podem ser feitas pelo autor. Um texto de até 300 caracteres pode ser utilizado como enunciado. As questões são editáveis, e somente as alternativas editadas serão mostradas ao aluno.

O tratamento dos *links* pelo ambiente de autoria é complexo, pois cada página possui uma lista de *links*, para que o autor possa visualizar os *links* criados naquela página. Para que um novo *link* seja incluído nesta lista é feita uma série de testes de validação, e no caso de ser encontrado um erro o autor é avisado e o *link* desfeito. Somente através desta lista é permitida a alteração dos *links* já criados.

Um *link* é automaticamente retirado da página se durante a sua edição o botão cancelar for acionado, ou através da ferramenta *LinkOff*, também pode-se retirar todos os *links* de uma página através da ferramenta *ListOff*. Quando é retirado um *link*, todos os arquivos referentes a este *link* são automaticamente excluídos.

PRECAUÇÕES E APERFEIÇOAMENTOS

O sistema descrito neste artigo tem permite que professores de diversas áreas o utilize para criar cursos, utilizando como recurso um microcomputador IBM-PC compatível com um kit multimídia.

Com o intuito de criar um sistema aberto, o módulo de simulação não é obrigatório na instalação e utilização do ACONSYS.

O sistema é composto de três áreas de atuação: área de apresentação, serve como ferramenta de auxílio ao professor; área de simulação, que estimula o aluno a criar novos sistemas e desenvolver a sensibilidade para tratar casos críticos; área de autoria de cursos que é alvo de pesquisas para a determinação de metodologias de criação de cursos.

Foram considerados alguns critérios, fatores e objetivos de relevância no projeto e desenvolvimento do sistema ACONSYS, são eles:

- Possibilidade de correção de conteúdo.
- Legibilidade das telas.
- Independência da linguagem.
- Adequação do programa ao nível do usuário.
- Facilidade de leitura do código do programa
- Ausência de erros de processamento.

- Adequação do programa às necessidades curriculares.
- Interface em português.
- Independência de rede ou computadores de grande porte.
- Existência de recursos motivadores
- Previsão de atualizações.
- Ausência de erros de conteúdo
- Possibilidade de inclusão de novos elementos.
- Resistência do programa a respostas inadequadas
- Apresentação dos escores aos alunos e aos professores.
- Integração do programa com outros recursos aplicativos.
- Capacidade de armazenamento das respostas.
- Controle da seqüência do programa.
- Possibilidade de ramificações para enfoques alternativos.
- Existência de mensagem de erro.
- Acesso ao Ajuda.
- Uso de ilustrações.
- Uso de cor.
- Uso de animação.
- Uso de recursos sonoros.

Futuramente, outros módulos serão associados a este aplicativo, permitindo que várias especialidades façam uso do sistema para estimular o aprendizado e motivar o uso de computadores.

CONCLUSÃO

Propõem-se nesse artigo mostrar que para a concepção de um laboratório de Controle e automação que atenda as necessidades de ensino e pesquisa, requer-se uma detalhada definição do processo de equipagem do laboratório, da estrutura física e das conexões e interface dos equipamentos.

Neste contexto surge a necessidade de ferramentas que auxiliem o professor no processo de contextualização da teoria de Controle num ambiente flexível de hardware e software. A proposta do sistema ACONSYS é de dar suporte desde a obtenção da informação teórica à orientação no ciclo de desenvolvimento de sistemas de Controle baseado em simulações com "hardware-in-the-loop" em ambientes CACSD.

Futuramente o trabalho se concentrará em detalhar os projetos, desenvolvimentos e realizações visando o conceito de cada laboratório. Baseado no conhecimento adquirido no planejamento desse laboratório e dos trabalhos realizados nele uma visão de sistemas abertos nos trará uma melhor capacidade de expansão e Integração.

REFERÊNCIAS

[A1] L. V. R. Arruda, R. Lüders, W. C. Amaral, F. A. C. Gomide, "A Knowledge-Based Environment for Intelligent Design and Supervision fo Control Systems". IEEE Systems, vol. 3, pp. 2680-2685, October 1994.

- [A2] L. V. R. Arruda "CAD para Identificação e Controle Adaptativo de Processos com Supervisão Inteligente", notas pessoais.
- [B3] E. L. Borges, M. A. F. Borges, M. C. C. Baranauskas, "Da Simulação à Criação de Modelos - Um Contexto para a Aprendizagem na Empresa". VI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, pp. 154-165, 1995.
- [B4] G. Bormida, D. Ponta, G. Donzellini. "Learning Enviroment for Digital Electronics". IEEE Conference, vol. 4, pp. 2892-2897, 1996.
- [C5] Peter Coad e Edward Yourdon. "Análise Baseada e Objetos". Editora Campus, 1992.
- [C6] Peter Coad e Edward Yourdon. "Projeto Baseado em Objetos". Editora Campus, 1992.
- [E7] H. F. Eberspächer "ITS – Intelligent Tutoring System", notas pessoais, 1997.
- [E8] A. Elsherbeni, M. Tew, A. Kokaddem "Applying Multimedia Technology to Undergraduate Engineering Laboratories", Computer Application Engineering Education, vol. 3, num. 3, 1995. pp.157.
- [F9] D. L. Fuschi, V. Piuri. "META: Multimedia Environment for Training Applications". IEEE Conference, vol. 4, pp. 2898-2903, 1996.
- [I10] C. Imamichi. "Setting the Purpose of Automation Systems as na Educacional Experience for Engineering Students", IFAC – ACE, pp. 57-60, 1994.
- [I11] M. F. Iskander . "Conceptual Learning of Science (CoLoS) USA Consortium", Computer Application Engineering Education, vol. 2, num. 4, 1994. pp.219.
- [J12] C. P. Jobling, P. W. Grant, H. A. Barker, P. Townsend, "Object-oriented Programing in Control System Design: a Survey" Automática, vol. 30, num. 8, pp. 1221-1261, 1994
- [L13] E. R. Loures, M. R. da Silveira, M. A. Buseti, "LEPEC - Laboratório de Ensino e Pesquisa em Energia e Controle : Uma Proposta de Integração". XXIII Cobenge, vol. 1, pp. 61, Outubro 1995.
- [M14] A. G. J. MacFarlane, F. Gruebel, J. Ackermann, "Future Design Enviroments for Control Engineering". Automática, vol. 25, num. 2, pp. 165-176, 1989
- [P15] G. C. Park, D. J. Hwang. "A Collaborative Multimedia Distance Education System Running on DooRae". IEEE Conference, vol. 4, pp 2886-2891, 1996.
- [P16] P. Pavel, G. H. Campos, A. R. Rocha, A. Rabelo Jr. "Sisautor: um Sistema de Autoria para Construção de Tutores Hiperímia em Cardiologia". VI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, pp. 375 - 385, 1995.
- [P17] R. Perret, Z. Binder. "Use and Misuse of Computer for Control Education". IFAC – ACE, pp. 267 – 270, 1994.
- [S18] E. G. A. Sbrinho, A. R. S. Pontes, R. C. L. Oliveira, L. A. H. G. Oliveira, J. R. B. Souza. "SUMULACOS - Um Ambiente para Simulação de Sistemas Dinâmicos". VI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, pp. 112 - 119, 1995.
- [S19] W. Schaufelberger, "Low Cost Control Education Software fo MS-DOS PCs". Automática, vol. 29, num. 6, pp. 1501-1516, 1993
- [S20] W. Schaufelberger. "Design and Implementation of Software for Control Education". IEEE Transactions on Education, 33, pp. 291-297, 1990.
- [T21] J. M. Tien. "Individual-Centered Education: An Any One, Any Time, Any Where Approach to Engineering Education" IEEE Conference, vol. 4, pp. 3138-3143, 1996.