

O ENSINO DE SISTEMAS MICROCOMPUTADORIZADOS ATRAVÉS DE UM SISTEMA MULTIMÍDIA

José Celso Freire Junior – Jose-Celso.Freire@feg.unesp.br

Galeno José de Sena – gsena@feg.unesp.br

Vinicius Marcilli Petroni – viniciusp@hotmail.com

Vitor Fossa Monteiro – ele99057@feg.unesp.br

UNESP/FEG

Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333

12.516-410 – Guaratinguetá – São Paulo

Resumo: Este artigo apresenta um sistema didático desenvolvido em Java para utilização no ensino e aprendizagem do interfaceamento entre micro computadores e dispositivos eletro-eletrônicos. Utilizando o sistema se pode controlar, por exemplo, motores de passo, displays de cristal líquido e conversores A/D e D/A. O sistema facilita o ensino e a aprendizagem do tópico interfaceamento que é de extrema importância na formação dos engenheiros eletrônicos atuais, que devem atuar na fronteira de sistemas. O sistema é composto de um sistema de software e de uma placa com os dispositivos eletrônicos com os quais o interfaceamento é realizado. O sistema de software é composto de cinco módulos. O primeiro apresenta, utilizando documentos em HTML, tópicos teóricos de interfaceamento. O segundo apresenta aulas multimídia SMIL compostas de vídeo, transparências e texto. O terceiro fornece um compilador C que é utilizado no desenvolvimento dos programas que implementam o interfaceamento com os dispositivos eletro-eletrônicos. O quarto é um editor de texto que pode ser utilizado para tomar notas sobre o trabalho sendo executado com o sistema. O quinto é um ambiente 3D, desenvolvido com Java 3D, que oferece uma representação virtual dos dispositivos eletrônicos presentes na placa eletrônica. Tanto os dispositivos reais como os virtuais podem ser controlados a partir dos programas elaborados em C. A utilização do sistema didático facilita a aprendizagem do tópico interfaceamento pela utilização de conteúdo multimídia e motiva o aluno pois evita o aparecimento de erros ligados à montagem dos dispositivos eletrônicos e ao acoplamento destes ao microcomputador.

Palavras-chave: Ensino/Aprendizagem, Ambientes Virtuais de Aprendizagem, Sistemas Multimídia, Sistemas Microcomputadorizados, Interfaceamento.

1. INTRODUÇÃO

No presente trabalho descreve-se um Sistema Didático, que integra um Sistema Multimídia a um Dispositivo de Hardware, onde estão montados diversos componentes eletrônicos que podem ser acionados a partir do sistema multimídia. O objetivo é que a ferramenta seja usada por alunos de cursos de Engenharia Elétrica, que poderiam então compreender o funcionamento e o modo pelo qual se realiza o interfaceamento entre um microcomputador e os dispositivos eletro-eletrônicos presentes no dispositivo de hardware, a partir do sistema multimídia. Além disto, a ferramenta inclui módulos de teoria, que permitem um estudo dos tópicos relacionados. Deste modo, a ferramenta desenvolvida inclui facilidades

visando a sua utilização no ensino de engenharia com uma abordagem que integra a teoria à prática.

Van Dam (2001) menciona que as práticas educacionais correntes formam profissionais que são capazes de resolver problemas acadêmicos padrões, mas que não são capazes entretanto de resolver problemas reais. O autor então clama que a educação precisa ser mais construtivista, através do “aprender fazendo”, usando problemas reais adequadamente dimensionados para um ambiente tão real quanto possa ser concebido. Com vistas à construção da nova geração de materiais didáticos, o autor defende uma extensão dos laboratórios virtuais atuais de forma que conceitos de um dado campo de estudo possam ser ilustrados não apenas por imagens estáticas ou por animações pré-desenvolvidas, mas por um “micro mundo completamente explorável, embutido em um ambiente hipermídia”.

Um dos temas enfatizados nesta pesquisa é a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem. Estes se relacionam aos sistemas de realidade virtual *desktop*, que são sistemas que usam um monitor convencional de computador para apresentar ambientes virtuais. Estes sistemas podem ser uma opção interessante considerando que os custos de sistemas de realidade virtual – RV – podem ser expressivos (Sherman e Craig, 2003). O uso deste tipo de RV é aceitável para o propósito de visualização em aplicações de Engenharia. Uma outra vantagem destes sistemas está relacionada com a possibilidade de integração entre Internet e RV. Uma desvantagem é o fato de não serem os mais apropriados para permitirem efeitos de imersão. De Paepe (1998) e colegas consideram o uso deste tipo de RV mais apropriado para aplicações educacionais, uma vez que usam equipamentos padrões e conseqüentemente não requerem investimentos muito altos.

De acordo com as conclusões dos organizadores da Conferência sobre Realidade Virtual da IEEE (Feiner e Thalmann, 2000), o uso da tecnologia de realidade virtual não é muito disseminado em cursos Universitários ou mesmo em outras esferas educacionais. Por outro lado, acreditavam que o uso de ambientes virtuais seguiria a Internet como a próxima tecnologia a ser enfatizada para o sistema educacional. Neste sentido, também Hoffman e Murray (1999) já afirmavam que a próxima geração de materiais didáticos utilizaria a combinação das tecnologias de realidade virtual e multimídia. É esta combinação que se procura explorar no trabalho apresentado neste artigo.

2. O SISTEMA DIDÁTICO

O Sistema Didático – SD – desenvolvido integra um Sistema Multimídia – SM – a um Dispositivo de Hardware – DH – onde estão montados diversos dispositivos eletro-eletrônicos que podem ser acionados a partir do SM. A integração entre o SM e o DH é feita através da porta paralela de um microcomputador PC.

O SM oferece cinco módulos integrados para que um aluno possa adquirir conhecimentos sobre a interação entre um microcomputador e dispositivos eletro-eletrônicos. Em um módulo são apresentados os conceitos teóricos através de documentos HTML; outro módulo fornece um ambiente de programação no qual programas em C são escritos, compilados e executados; o terceiro módulo oferece um bloco de notas que o aluno pode utilizar para documentar seu trabalho; o quarto módulo apresenta conteúdo teórico sobre o tópico em estudo através de conteúdo multimídia; o último módulo apresenta uma série de componentes virtuais semelhantes aos componentes existentes no DH que podem ser acionados também através dos programas desenvolvidos no módulo de programação.

O DH integra diversos dispositivos eletro-eletrônicos que podem ser acionados a partir de programas desenvolvidos no ambiente de programação do sistema multimídia. A seguir apresenta-se uma descrição detalhada do SM e do DH.

2.1 O Sistema Multimídia – SM

O sistema multimídia foi desenvolvido em Java (Sun Microsystems, 2003a) e utiliza duas outras ferramentas para a implementação de suas características: a API JAVA 3D (Sun Microsystems, 2003b) que foi utilizada no desenvolvimento do ambiente virtual 3D e a tecnologia SMIL (World Wide Web Consortium, 2001) que foi utilizada no desenvolvimento da “apresentação multimídia dinâmica”. Os outros módulos foram desenvolvidos utilizando características nativas da linguagem Java. Cada um dos módulos do SM é acessível através de uma aba diferente presente no sistema conforme se pode observar na Figura 1 (*Programming, Notes, Theory, Virtual simulation* e *Dynamic Presentation*). Conforme se pode observar na mesma figura, existe também uma barra de ferramentas e um menu através dos quais se pode acessar algumas das funcionalidades propostas no SM.



Figura 1- As Abas de acesso aos módulos do SM.

Para detalhar as funcionalidades e características do SM, a seguir apresenta-se cada um dos módulos que o compõem.

O Módulo Teórico Estático (Conteúdo HTML)

Este módulo apresenta o conteúdo teórico relacionado ao tópico Sistemas Microcomputadorizados¹, através de documentos HTML. No SM utilizou-se a classe Java `JEditorPane` na apresentação dos arquivos HTML. Como o interpretador de marcadores HTML desta classe não é muito desenvolvido, as páginas que foram desenvolvidas não puderam ser complexas. Alternativas foram analisadas, mas, como não se obteve uma classe ou API que permitisse que páginas complexas fossem utilizadas, o material teórico desenvolvido utiliza aproximadamente 100 páginas HTML simples, semelhantes à apresentada na Figura 2.

As páginas HTML apresentam diversos tópicos que envolvem os mais variados conceitos relacionados a Sistemas Microcomputadorizados, assim como programas exemplo sobre a utilização de alguns dos dispositivos do DH e propostas de exercícios que devem ser realizados pelo usuário no módulo de programação.

Os programas exemplo são de essencial importância no aprendizado de Sistemas Microcomputadorizados já que propiciam uma visão real do que acontece com os dispositivos quando ocorre o interfaceamento. Eles podem ser executados diretamente no DH para que o usuário possa observar como realizar algumas operações básicas. Os exercícios propostos permitem que o usuário desenvolva e utilize no DH soluções próprias para os problemas propostos.

¹ Por Sistemas Microcomputadorizados entende-se os componentes, barramentos e arquiteturas gerais utilizadas em um microcomputador e as técnicas que permitem a interação entre o microcomputador e dispositivos eletroeletrônicos.

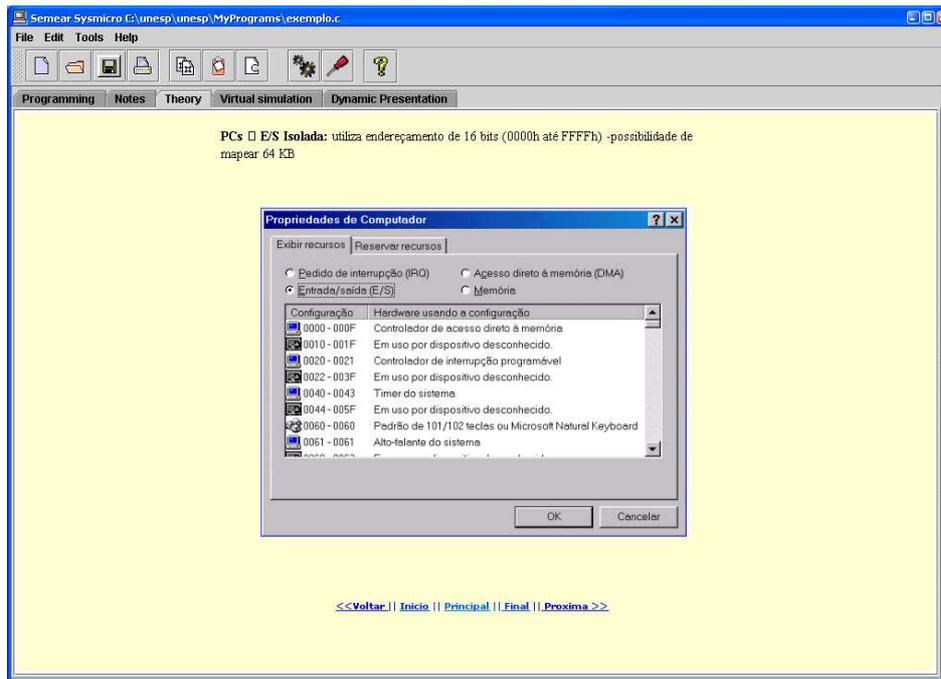


Figura 2 – Apresentação da teoria no SM.

O Módulo de Programação

Este módulo permite que o usuário edite e compile um programa C para executá-lo no DH. O módulo utiliza o compilador gratuito distribuído pela Borland (Borland USA, 2004) para a compilação dos programas. Estes são editados em um editor de texto construído com a classe Java `JEditorPane`. Este editor, a partir de funções implementadas na barra de ferramenta e na barra de menu do SM, pode manipular arquivos com extensões `.txt`, `.cpp` e `.c`. No módulo de programação o usuário pode executar operações simples como `New`, `Open`, `Save`, `Save As`, `Undo`, `Copy`, `Paste`, `Cut` e `Delete`. O editor desenvolvido destaca as palavras chaves da programação C/C++ (`void`, `int`, etc.) exibindo-as com cores diferentes.

Atualmente, quando o módulo de programação recebe a instrução para compilar um arquivo, ele salva o conteúdo do editor de texto em um arquivo temporário, e chama um arquivo com extensão `.pif` que contém a instrução para compilação do programa fonte. A exibição dos erros pode ser observada em uma janela MS-DOS que é apresentada pelo SM uma vez que o compilador utilizado não permite que se trabalhe com arquivos de `log`. O arquivo executável resultante de uma compilação bem sucedida é renomeado com o nome do arquivo corrente. Caso a compilação não apresente erros, o arquivo compilado é executado no DH. Na figura 3 apresenta-se uma cópia da tela do módulo de programação.

O Módulo do Editor de Texto

Este módulo oferece um editor de texto simples que pode ser utilizado pelo usuário para fazer anotações sobre o trabalho realizado no SM. Pretende-se que o usuário utilize este editor como suporte para a preparação dos relatórios das experiências realizadas no SM.

```

Semear Sysmicro C:\unesp\unesp\MyPrograms\exemplo.c
File Edit Tools Help
Programming Notes Theory Virtual simulation Dynamic Presentation
0
1 //*****
2 * Semear Sysmicro - Removing this header can bring trouble
3 * Title:
4 * Description:
5 //*****
6 #include <stdio.h>
7 #include <conio.h>
8 #include <windows.h>
9 #include <winioctl.h>
10 #include <fcntl.h>
11
12 void main(void)
13 {
14     OpenPPICTRL(); // habilita o driver
15     outporth(0x0378, 0x7F); // inicializa os LEDs
16     char escolha;
17     char valor;
18     do
19     {
20         printf("\nPag sua Escolha - 0=0x00 | 1=0xFF | s=Stop -->");
21         escolha = getch();
22         if(escolha == 's');
23         break;
24         if(escolha == '0');
25         valor = 0x00;
26         if(escolha == '1');
27         valor = 0xFF;
28         outporth(0x0378, valor);
29     }while(escolha != 's');
30     outporth(0x0378, 0xFF);
31     return;
32 }
33
34
35

```

Figura 3 – Módulo de Programação apresentando um programa.

O Módulo Teórico Dinâmico (Conteúdo SMIL)

Neste módulo se tem acesso a uma apresentação multimídia sobre Sistemas Microcomputadorizados desenvolvida com a linguagem SMIL. Esta apresentação é composta de cópias de transparências que são sincronizadas com um vídeo e um menu. Quando o usuário clica em um tópico do menu o vídeo irá se iniciar no ponto em que o orador apresenta a transparência contendo o tópico selecionado do menu. Atualmente para que se possa visualizar esta apresentação utiliza-se o software Real Player conforme se pode observar na Figura 4. A partir do botão *play* acessível na aba *Dynamic Presentation* se tem acesso à apresentação multimídia.

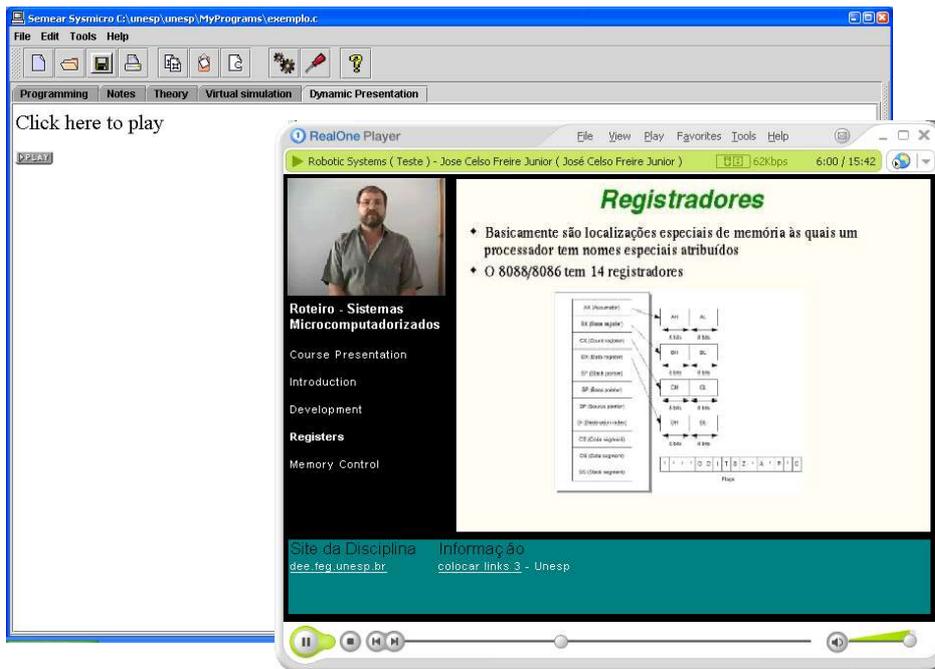


Figura 4 – Apresentação SMIL visualizada no Real Player.

O Módulo 3D

Este módulo implementa diversos dispositivos virtuais desenvolvidos em Java 3D como modelos tridimensionais dos dispositivos presentes no DH. Estes dispositivos virtuais têm um funcionamento semelhante ao dos dispositivos reais. Na Figura 5 apresenta-se um exemplo de utilização deste módulo. Na figura pode-se observar a direita um programa que controla *leds* que podem ser ligados em uma seqüência pré-determinada. Conforme se pode observar na figura o sistema permite que o aluno execute os programas passo a passo (botão *Next Step* na Figura 5), seja no DH ou no módulo 3D. O ambiente virtual propicia a observação da execução de programas exemplo sem a necessidade de utilização do DH, caso este não esteja disponível.

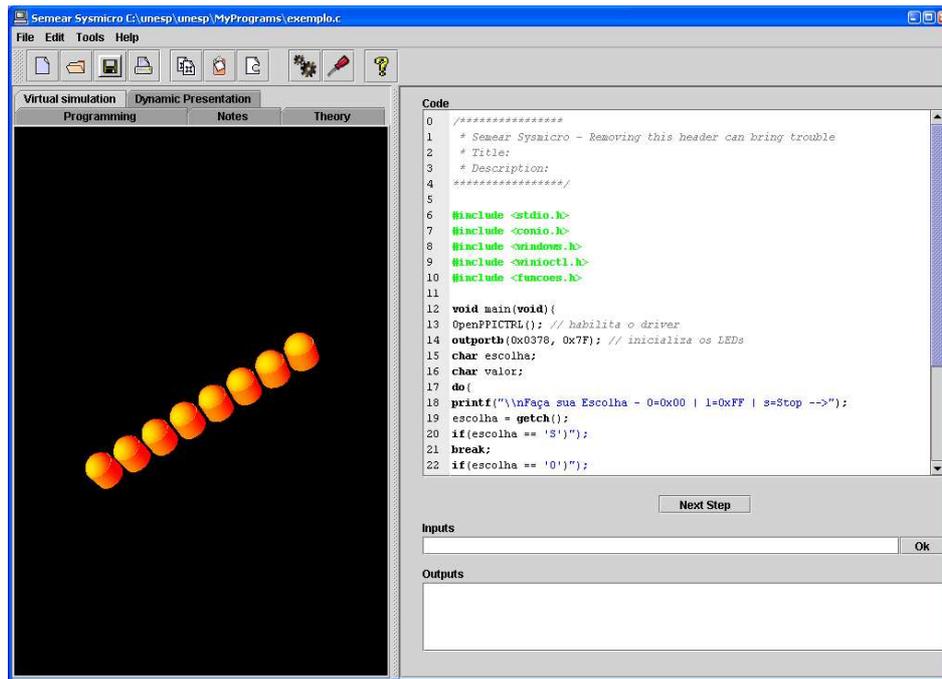


Figura 5 – Ambiente de simulação virtual.

2.2 O Dispositivo de Hardware – DH

O dispositivo de hardware, que é composto de diversos dispositivos eletro-eletrônicos, deve ser conectado ao microcomputador através da porta paralela do PC conforme se pode observar no diagrama esquemático apresentado na Figura 6. Pode-se dividir o DH em três blocos que são:

- *Dispositivos eletro-eletrônicos*: este bloco contém os dispositivos que podem ser acionados no DH. Têm-se um conjunto de *Leds*, um *Display LCD*, dois *Displays* de 7 Segmentos, dois Motores de Passo, um Motor DC, um Alto Falante e Conversores A/D e D/A. Todos estes dispositivos são acionados através de programas C desenvolvidos no módulo de programação do SM.
- *Lógica, Controle e Potência*: este bloco contém os componentes que permitem que se controle os dispositivos eletro-eletrônicos através de sinais recebidos do microcomputador via Conector DB25 que é o conector normalmente utilizado com portas paralelas. Neste módulo estão presentes os dispositivos lógicos que implementam a lógica de controle e os *drivers* que fornecem as correntes necessárias ao acionamento dos dispositivos eletro-eletrônicos.

- *Fonte DC*: este bloco contém a fonte DC que fornece a corrente necessária tanto ao acionamento dos dispositivos lógicos quanto ao *driver* que fornece a corrente aos dispositivos eletro-eletrônicos.

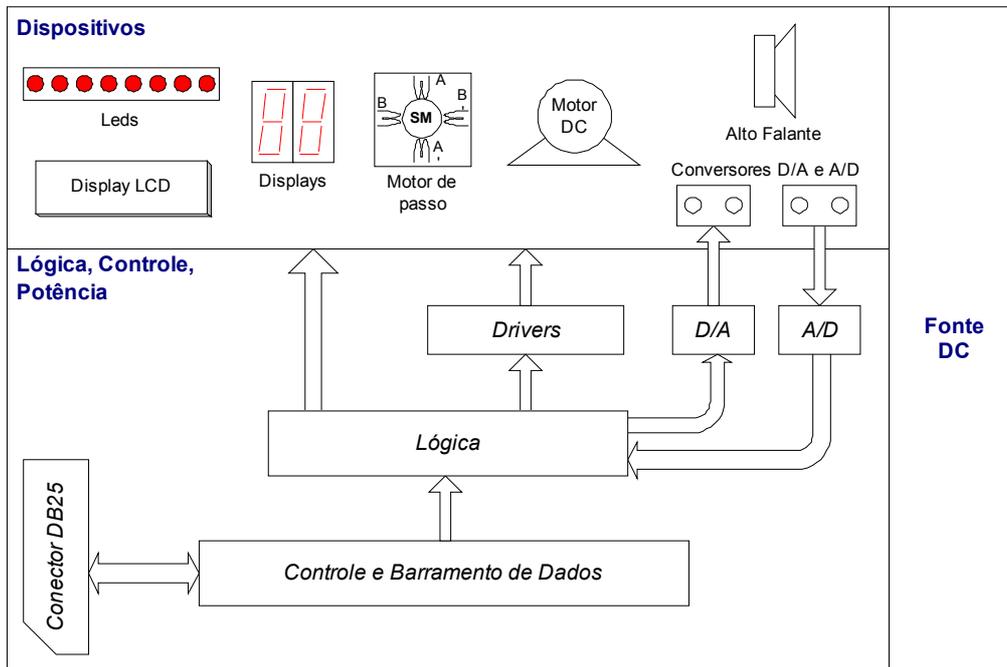


Figura 6 – Estrutura do Dispositivo de Hardware

Todos os componentes do DH são controlados através da porta paralela do microcomputador através de uma estrutura que utiliza unicamente as 12 linhas de saída (Registradores de Dados e Controle) da porta paralela (cf. Figura 7.a). Três das linhas de controle foram renomeadas para CS, RD e WR e é com esta nomenclatura que elas são apresentadas nas figuras abaixo. Alguns dos dispositivos utilizam *Latches* em sua entrada (cf. Figura 10) para sua seleção e acionamento.

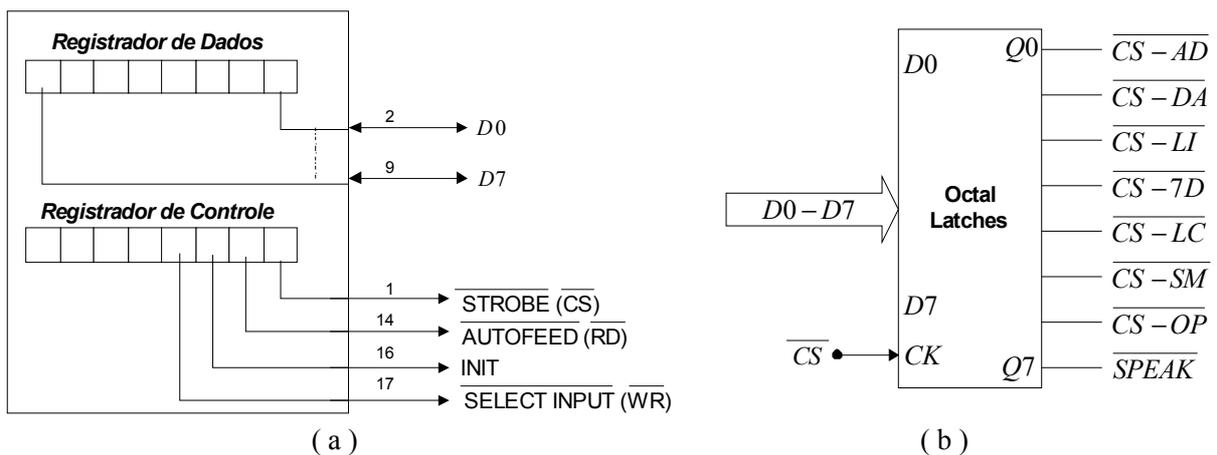


Figura 7 – (a) Registradores de Dados e Controle – (b) Seleção dos Módulos do DH.

A seleção do dispositivo eletro-eletrônico é feita através do circuito apresentado na Figura 7.b. Para que se possa comunicar com cada um dos dispositivos eletro-eletrônicos, uma seqüência de dados deve ser enviada por um programa C ao DH através da porta paralela,

acessando o *Latch* (cf. Figura 7.b) de seleção de dispositivos. De uma maneira geral, na realização das atividades práticas deve-se seguir a seguinte seqüência:

1. Colocar no Registrador de Dados da porta paralela o dado que selecionará o dispositivo desejado. Cada dispositivo é selecionado através de uma palavra de 8 bits. Como exemplo, $0 \times FE$ seleciona o conversor A/D.
2. Gerar no Registrador de Controle da porta paralela um pulso na linha $\sim CS$. Este pulso acionará a *latch* de seleção de dispositivos (cf. Figura 7.b) e selecionará o dispositivo desejado através do sinal que é gerado exclusivamente para cada um dos diferentes dispositivos eletro-eletrônicos. Por exemplo, para os *leds*, o sinal gerado seria $\sim CS-L$.
3. Colocar no Registrador de Dados da porta paralela os dados que serão utilizados para a execução da experiência. Por exemplo, para os displays, pode-se colocar a palavra de dados 0×12 que faz com que o circuito do *display* faça a decodificação e apresente nos displays o número 12.
4. Gerar no Registrador de Controle da porta paralela um pulso na linha $\sim WR$ para que o *Latch* dos dispositivos quando existir (ou caso contrário o próprio dispositivo) habilite os dados que estão em sua saída. Estes dados serão visualizados ou utilizados conforme o dispositivo selecionado.

A título de exemplo, na seqüência apresenta-se o modo de operação de alguns dos dispositivos presentes no DH. Cada um dos dispositivos apresentados será tratado como um módulo independente.

Conversores Digital Analógico (D/A) e Analógico Digital (A/D)

Este módulo é formado por conversores D/A e A/D conforme se pode observar na Figura 8. Os dois conversores operam em modo unipolar e utilizam uma tensão de referência de 2,5 V disponível a partir do conversor D/A.

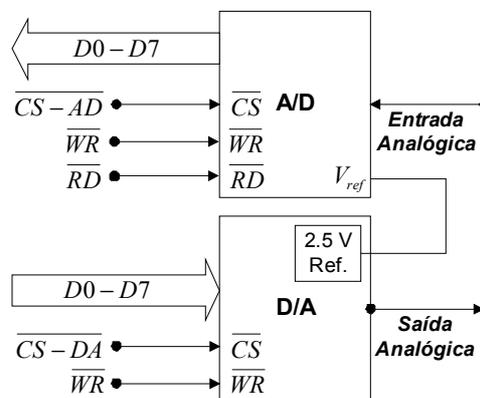


Figura 8 – Módulos A/D e D/A.

Escrever um byte no *latch* interno presente no conversor D/A é bastante simples. Deve-se simplesmente ativar a linha $\sim CS-DA$, colocar o dado desejado no barramento de dados, pulsar a linha $\sim WR$, e fazer com que a linha $\sim CS-DA$ torne-se inativa. O tempo de conversão do conversor D/A é de cerca de $1 \mu s$, e deste modo os usuários não devem se preocupar, na maior parte dos casos, com operações de sobrescrita.

Para digitalizar um sinal analógico é necessário realizar duas operações a mais do que em uma conversão D/A, pois o conversor A/D escolhido tem um circuito de *track and hold* (T&H) interno que deve ser acionado antes que a conversão se inicie. Para tanto é necessário pulsar a entrada $\sim WR$ do conversor A/D o que irá ativar o circuito T&H para a captura do

valor amostrado permitindo que o A/D consiga realizar a conversão deste valor em um dado digital. Um ciclo completo de conversão A/D deve ocorrer da seguinte maneira: deve-se selecionar a linha \sim CS-AD; pulsar a linha \sim WR (a conversão se inicia); aguardar 100 μ s até que o conversor tenha finalizado a conversão; ler a amostra pulsando o sinal \sim RD (com \sim CS-AD ativo). Quando a conversão terminar (100 μ s), \sim CS-AD deve ser desativado e então se poderá acessar qualquer outro dispositivo do DH, pois o conversor A/D tem um *latch* interno que armazena o resultado ao final da conversão.

Este dispositivo pode ser utilizado para realizar experiências onde o aluno, por exemplo, gera diversas formas de onda utilizando o conversor D/A, ou lê um sinal sonoro e o armazena em um arquivo para então reproduzi-lo no alto-falante. Os conversores podem também ser utilizados juntamente com o Motor DC para apresentar aos alunos noções básicas de controle de velocidade do motor.

Módulo LCD

Este módulo é formado por um *display* de cristal líquido (*Liquid Cristal Display* – LCD) de 2 linhas por 16 colunas conforme se pode observar na Figura 9. O *display* escolhido tem uma memória interna e um controlador que facilitam o interfaceamento com o dispositivo. Deste modo, enviar dados (mensagens) ao display envolve os seguintes passos: inicialmente, deve-se tornar a linha \sim CS-LC ativa; em seguida, deve-se escolher se o que será enviado ao display serão dados ou controle (linha D/ \sim C); na seqüência deve-se pulsar a linha \sim WR; finalmente, deve-se programar o modo de operação do LCD enviando palavras de controle específicas.

Com este dispositivo o aluno poderá enviar mensagens ao LCD simulando, por exemplo, um painel de um equipamento industrial. Utilizado juntamente com outros dispositivos, se poderá fazer com que o LCD se torne parte da interface de operação do DH, apresentando mensagens que poderão guiar o usuário.

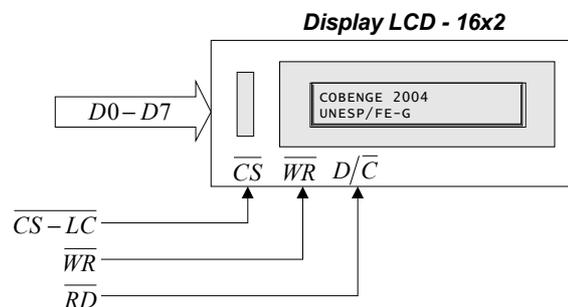


Figura 9 – Módulo LCD.

Módulo dos motores de passo

Este módulo é formado por *latches* com *buffers* e dois motores de passo conforme se pode observar na Figura 10. Os *latches* servem para manter a informação de operação dos dois motores de passo. A operação de escrita é similar à descrita para os outros dispositivos.

Os circuitos de *driver* dos dois motores de passo são construídos com transistores bipolares, possibilitando que se ofereça aos motores uma tensão de 12V e correntes de até 0.5A por fase. Os *drivers* podem operar com motores de passo de ímã permanente, de relutância variável, ou híbridos.

Este módulo possibilita que os alunos possam controlar o sentido de rotação e a velocidade dos motores, o que permite que diferentes experiências possam ser realizadas simulando situações reais como, por exemplo, o posicionamento de uma antena de satélite com cada motor representando o acionador de um eixo. Uma adição futura de sensores de posição aos eixos dos motores abriria diversas outras possibilidades de utilização, entre elas

aplicações de controle em malha fechada. Neste tipo de aplicação também seria utilizado o conversor A/D.

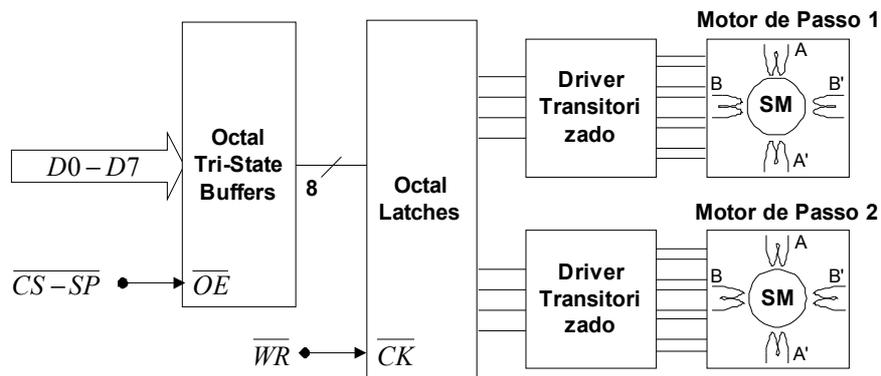


Figura 10 – Módulo dos Motores de Passo.

3. UTILIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO SISTEMA

Em Psaromiligkos e Retalis (2002) se menciona que sistemas instrucionais baseados na Web, assim como os sistemas tutores inteligentes, constituem exemplos de Sistemas de Tecnologia de Aprendizagem, que são sistemas de aprendizagem, educação e treinamento, ancorados pela Tecnologia da Informação. Uma das vantagens advindas da utilização de sistemas baseados na Web é dada pelos métodos de disponibilização de materiais em várias mídias, através de hipermídia. Embora a discussão no artigo esteja voltada para sistemas educacionais para a Web, algumas observações se aplicam ao sistema apresentado neste artigo, que também envolve a integração de diversas mídias.

Com relação ao processo de desenvolvimento de um sistema desta natureza, os autores apontam que o desenvolvimento instrucional deve compreender os processos de (i) solução do problema instrucional; (ii) construção do problema instrucional; e (iii) utilização do sistema instrucional. A solução do problema instrucional surge da combinação de cinco conjuntos de elementos de aprendizagem, inter-relacionados entre si, a saber: os objetivos da aprendizagem, os eventos didáticos, a programação do curso (*syllabus*), as observações e medidas (*assessment*), e outras questões como pré-requisitos e restrições técnicas, por exemplo. O processo de construção corresponde à implementação da solução do problema instrucional em um ambiente de aprendizagem específico. A avaliação e a revisão do sistema instrucional devem ocorrer no terceiro processo (utilização do sistema).

Durante a construção do sistema descrito no presente artigo, este foi sendo submetido a alguns grupos de alunos para um primeiro teste de suas funcionalidades. A primeira impressão foi a de uma boa aceitação por parte dos usuários envolvidos. Pretende-se na seqüência do projeto utilizar intensivamente a ferramenta para alunos do curso de Engenharia Elétrica do Campus da UNESP de Guaratinguetá, de início para dar suporte às atividades de disciplina Sistemas Microcomputadorizados.

A partir desta utilização efetiva, pretende-se implantar uma metodologia para avaliação do *mérito* e do *impacto* do projeto. Esta avaliação deverá se basear em dados obtidos a partir de instrumentos de avaliação da aprendizagem dos alunos (Bordenave e Pereira, 1998) e de instrumentos para avaliação da metodologia adotada. Para avaliação da metodologia do projeto, pretende-se se basear no trabalho de avaliação realizado durante o desenvolvimento de outro projeto no Campus, descrito em (Sena et. ali, 2003). A avaliação da metodologia deverá envolver dados quantitativos e qualitativos (Pereira, 1999).

Essencialmente, a ferramenta de avaliação a ser utilizada, no caso dos dados quantitativos, é a ferramenta SPA – Sistema de Apoio à Pesquisa e à Avaliação de Indicadores (Sena et. ali, 2000), desenvolvida no Campus da UNESP de Araraquara. Trata-se de um ambiente integrado de avaliação com funcionalidades para introdução de fatores relevantes para a aplicação (índices de qualidade), construção dos instrumentos de avaliação (questionários) a serem submetidos à clientela, e determinação, para cada fator, do seu valor de IDF – índice de desempenho do fator. Estes valores de IDF podem ser trabalhados em forma tabular ou gráfica e constituem um importante subsídio para a avaliação. Para determinação dos fatores relevantes e elaboração dos questionários pretende-se considerar os trabalhos Lally e Myhill (1994) e Marsh e Roche (1994).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresenta um Sistema Didático incluindo facilidades que permitem a sua utilização no ensino de engenharia com uma abordagem que integra a teoria à prática. Como discutido neste artigo, o SD integra em um só ambiente, uma placa com diversos dispositivos eletro-eletrônicos, o DH, um Sistema Multimídia e sua comunicação via porta paralela com o DH. O SM inclui duas formas de apresentação multimídia sobre sistemas computadorizados, a saber: dinâmica - desenvolvida em SMIL - e estática - sob a forma de conteúdo HTML - um bloco de notas eletrônico e um simulador virtual dos dispositivos presentes no DH.

O Sistema Multimídia foi desenvolvido utilizando somente tecnologias gratuitas. Esta escolha deveu-se não só a questões financeiras, mas principalmente ao objetivo de se disponibilizar o sistema na Web para que, num futuro próximo o mesmo possa se tornar um projeto público, de cujo desenvolvimento todos os interessados possam participar.

Embora estudos relativos a avaliações efetivas sobre funcionalidade, interesse e utilidade do sistema de um ponto de vista didático tenham apenas começado, observações preliminares relativas a impressões de usuários que tiveram contato com o sistema, conforme mencionado, demonstram suas qualidades positivas. Na seqüência do projeto pretende-se obter uma versão mais estável do sistema e então proceder ao processo de avaliação de modo mais efetivo.

Quanto ao desenvolvimento futuro das funcionalidades do sistema, pretende-se, em curto prazo, integrar ao SM um *player* Java que torne possível a apresentação do conteúdo multimídia SMIL dentro do próprio SM e não mais utilizando um *player* externo. Neste sentido, estudos estão sendo feitos com a API X-Smiles (X-Smiles.org, 2003) que possibilita esta integração. Em médio prazo pretende-se aumentar as funcionalidades oferecidas pelo módulo de programação incluindo por exemplo facilidades de correção de erros (*debug*), tratamento de erros com ponteiros indicando a posição onde os erros ocorreram e recursos de autocompletar para as palavras chave da linguagem C. Ainda em médio prazo pretende-se incluir no módulo editor “esqueletos” dos relatórios que devem ser entregues pelos usuários ao final da execução dos exercícios propostos no módulo teórico. Em longo prazo pretende-se implementar o Sistema Multimídia como um *plugin* da plataforma Eclipse (Eclipse Project, 2003). Esta transformação permitirá que se utilizem diversas facilidades oferecidas pela plataforma, como por exemplo o projeto Eclipse CDT (Eclipse Project, 2004) que oferece um IDE para a linguagem C/C++.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bordenave, J. D.; Pereira, A. M. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1998.
- Borland USA, **C++Builder Downloads – Compiler**, http://www.borland.com/products/downloads/download_cbuilder.html#, acessado em 10/01/2004.
- De Paepe, T.; Ma L.; Heirman, A.; Dessein, B.; Vervenne, D.; Vandamme, F.; Willemen, C. **VLTA Virtual environment for learning Chinese**. VR in the Schools, Volume 3,

- Number 4 (1998). (In <http://www.coe.edu/vr/vrits/3-4VLT.htm>, acessado in June 6th, 2003).
- Eclipse Project, C/C++ Development Tools, <http://www.eclipse.org/cdt/>, acessado em 10/02/2004.
- Hoffman, H.; Murray, M. **Anatomic VisualiseR: Realizing the Vision of a VR-based Learning Environment**. In: Medicine Meets Virtual Reality, The Convergence of Physical and Informational Technologies: Options for a New Era in Health Care (eds. J. Westwood, H. Hoffman, R. Robb, and D. Stredney), Amsterdam: IOS Press (62), 134-140, 1999.
- Feiner, S.; Thalmann, D. (eds.), Proceedings of the IEEE Virtual Reality 2000. Los Alamitos, CA: Computer Society, 2000.
- Lally, M.; Myhill, M. **Teaching Quality: The Development of Valid Instruments of Assessment**. Australian Government Publishing, 1994.
- Marsh, H. W. ; Roche, L.A. **The Use of Students' Evaluation of University Teaching to Improve Teaching Effectiveness**. Australian Government Publishing, 1994.
- Pereira, J. C. R. **Análise de Dados Qualitativos: Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999.
- Psaromiligkos, Y.; Retalis, S. **Configuration Management for Web-based Instructional Systems**. Proceedings of the 2nd International Workshop on Web Oriented Software Technology - IWWOST'2002, 2002.
- Sena, G. J.; Akamatsu, J. I.; Bittencourt, R. M.; Goncalves, M. A. R. F. **Towards the consolidation of the results of an educational project**. World Transactions on Engineering and Technology Education, Vol. 2, No. 3, 2003, pp. 453-456. ISSN: 1446-2257.
- Sena, G.J.; Souza, C. B. G.; Fiscarelli, S. H.; Bittencourt, R. M.; Gonçalves, M. A. R. F.; Akamatsu, J. I.; Velasco, A. D.; Sá Leite, A. **On the Evaluation of the Teaching Activities: Description of an Experience**. Proceedings da International Conference on Engineering and Computer Education (em CD-ROM), São Paulo – August 27-30, 2000.
- Sherman, W. R.; Craig, A. B. **Understanding Virtual Reality: Interface, Application**. Morgan Kaufmann, 2002.
- Sun Microsystems, Inc., **The Source for Java Technology**, <http://java.sun.com/>, acessado em 09/22/2003a.
- Sun Microsystems Inc., **Java 3D API**, <http://java.sun.com/products/java-media/3D/>, acessado em 09/22/2003b.
- Van Dam, A. **Reflections on Next-Generation Educational Software**. In Enseigner L'Informatique: Melanges en Hommage a Bernard Levrat, Christian Pellegrini and Alain Jacquesson editors, Georg Editeur, pp. 153-166, 2001. (Também em <http://www.cs.brown.edu/people/avd/Levrat.pdf>, acessado em março 2003).
- World Wide Web Consortium – W3C, **Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0) Specification**, W3C Working Draft 01 March 2001, <http://www.w3.org/TR/smil20/>.