

## **FERRAMENTA DIDÁTICA INTERATIVA UTILIZANDO A LINGUAGEM NCL: EXPRESSÕES DE FUNÇÕES LÓGICAS**

Vinicius C. Ferreira – vini\_cf@hotmail.com

Universidade Federal Fluminense – Escola de Engenharia

Rua Passo da Pátria, 156 / Bl. D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – RJ

Bruno Peres – brunoperes89@gmail.com

Universidade Federal Fluminense – Escola de Engenharia

Rua Passo da Pátria, 156 / Bl. D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – RJ

Alexandre S. de la Vega – alexandre.delavega@gmail.com

Universidade Federal Fluminense – Departamento de Engenharia de Telecomunicações

Rua Passo da Pátria, 156 / Bl. D / Sala 504

24.210-240 – Niterói – RJ

**Resumo:** *O presente trabalho apresenta um aplicativo interativo, desenvolvido para ser utilizado como ferramenta didática no aprendizado de expressões de funções lógicas, empregando a linguagem de programação NCL, adotada pelo Sistema Brasileiro de Televisão Digital (SBTVD). Funções lógicas fazem parte do estudo de Circuitos Digitais e as mesmas podem ser apresentadas em diversos formatos. A ferramenta desenvolvida demonstra as diversas formas nas quais uma função lógica pode ser apresentada, bem como as conversões entre elas. A intenção deste aplicativo é compor um conjunto de ferramentas de auxílio didático para o ensino de Circuitos Digitais, em conjunto com outros já criados pelo grupo PET-Tele, e alguns ainda em preparação.*

**Palavras-chave:** *Ferramenta didática interativa, Linguagem NCL, TV Digital, Funções lógicas.*

### **1 INTRODUÇÃO**

O Programa de Educação Tutorial (PET) (APRESENTAÇÃO – PET) exige que os bolsistas dos grupos PET desenvolvam atividades que possuam itens relativos às áreas de Pesquisa, Ensino e Extensão, bem como consigam algum tipo de penetração no curso ao qual o seu grupo pertence.

Trabalhando na linha de ferramentas de auxílio didático, o grupo PET do Curso de Engenharia de Telecomunicações da Universidade Federal Fluminense (PET-Tele) (PET – Engenharia de Telecomunicações da UFF) aproveitou o surgimento da tecnologia de Televisão Digital (TV Digital) (ISDB-T INTERNATIONAL – WIKIPEDIA, THE FREE ENCYCLOPEDIA) e desenvolveu aplicativos para a mesma, sendo um deles um aplicativo multimídia (MATTOS et al., 2009) codificado na linguagem NCL (SOARES & BARBOSA, 2009) e o outro um aplicativo de código procedural (BEPPU et al., 2010) usando a linguagem Lua (The Programming Language Lua). Estes trabalhos formam um conjunto. O primeiro é um manual que descreve um algoritmo de minimização de funções booleanas, conhecido por Algoritmo de Quine-McCluskey (HILL & PETERSON, 1981) (RHYNE, 1973) (McCLUSKEY, 1956) e o segundo é um aplicativo que implementa o algoritmo.

Com a intenção de criar uma linha concisa e coerente de projetos, foi desenvolvida uma ferramenta didática interativa abordando Expressões de Funções Lógicas, também codificada na Linguagem NCL. Nesse novo aplicativo, são apresentadas as formas mais comuns através das quais uma função lógica pode ser representada e, através de um exemplo, é mostrado de que maneira pode-se converter uma das formas em todas as demais.

É esperado que os alunos utilizem o aplicativo como ferramenta didática de apoio ao aprendizado. A abrangência da ferramenta não é restritiva ao curso de Engenharia de Telecomunicações, mas se expande também a outros cursos que abordem o mesmo assunto.

O manual desenvolvido possui um grau básico de interatividade, uma vez que o usuário pode controlar a forma de acesso às páginas do manual. Assim sendo, o aplicativo ainda não pode ser utilizado como elemento de verificação de resultados.

A ferramenta é apresentada a seguir. A Seção 2 ressalta a idéia de uso da TV Digital como elemento de ensino. Os tipos de expressões de funções lógicas são apresentados na Seção 3. A Seção 4 faz uma breve descrição da linguagem NCL. O aplicativo desenvolvido é descrito na Seção 5. A Seção 6 apresenta as conclusões e os trabalhos futuros.

## 2 TV DIGITAL COMO FERRAMENTA DE ENSINO

O padrão adotado no Brasil para TV Digital é baseado no padrão japonês ISDB-T, com algumas contribuições de pesquisadores brasileiros. Na área de *software*, pode ser citada a inclusão de um *middleware* formado por uma combinação das linguagens NCL (SOARES & BARBOSA, 2009) (Ginga-NCL), Java (DEITEL & DEITEL, 2007) e Lua (IERUSALIMSKY, 2006) (The Programming Language Lua). A linguagem NCL tem a característica de gerenciar eficientemente mídias de diversos tipos, permitindo um alto grau de interatividade. Por sua vez, as linguagens Java e Lua realizam as tarefas procedurais do *middleware*. Foi proposto o uso de Java em dispositivos fixos e Lua para os móveis. A interação entre NCL e Lua é conseguida pela linguagem de ligação (*binding*) NCLua (Tecgraf – Tecnologia em Computação Gráfica).

Por meio da interatividade prevista para a TV Digital, milhões de lares brasileiros serão inclusos no mundo digital. Com a adoção em massa da TV Digital, espera-se que sejam incentivados o uso desta para difusão de conhecimentos e desenvolvimento do aprendizado de forma interativa.

Pensando na TV Digital como um potencial mecanismo de ensino, o grupo PET-Tele visualizou a oportunidade de desenvolver aplicativos que pudessem ser utilizados como ferramentas de auxílio didático e que pudessem ser amplamente difundidos.

## 3 TIPOS DE EXPRESSÕES DE FUNÇÕES LÓGICAS

Os circuitos digitais podem ser divididos em dois grandes grupos: circuitos combinacionais e circuitos sequenciais. Circuitos digitais combinacionais podem ser interpretados como implementações de funções lógicas booleanas. Uma mesma função pode ser descrita por diversas representações. A partir de uma dada representação pode-se obter as demais. As representações mais utilizadas são: tabela verdade, mapa de Karnaugh, lista de mintermos, lista de maxtermos, lista de valores indeterminados, equação na forma SOP (*Sum-Of-Products*), equação na forma POS (*Product-Of-Sums*) (TOCCI et al., 2007) (HILL & PETERSON, 1981) (RHYNE, 1973).

Uma função lógica pode assumir os valores lógicos “1”, “0” ou “X” (indeterminado) para uma dada configuração das variáveis das quais ela é dependente.

A tabela verdade mostra os valores lógicos da saída do circuito, para cada uma das combinações possíveis de suas variáveis de entrada, ficando as entradas e as saídas dispostas

lado a lado. A vantagem dessa representação é que ela possibilita uma rápida visualização das possíveis combinações de entradas, tornando-a um formato de fácil compreensão.

O mapa de Karnaugh é uma reorganização estrutural da tabela verdade em uma forma mais adequada à busca de uma expressão mínima para a função.

Uma combinação que empregue a operação lógica AND de todas as variáveis das quais a função é dependente, complementadas ou não, e que sintetize um dos valores lógicos “1” da função, é denominado mintermo. Uma combinação que empregue a operação lógica OR de todas as variáveis das quais a função é dependente, complementadas ou não, e que sintetize um dos valores lógicos “0” da função, é denominado maxtermo.

Referenciando-se os mintermos e os maxtermos através da numeração das linhas da tabela verdade, uma função pode ser expressa por uma associação da sua lista de valores indeterminados com a sua lista de mintermos ou com a sua lista de maxtermos.

Utilizando-se as equações que definem os mintermos e os maxtermos, as funções podem ser descritas por equações mais complexas. Reunindo-se mintermos com a operação lógica OR, obtém-se uma equação na forma SOP (*Sum-Of-Products*). Juntando-se maxtermos com a operação lógica AND, obtém-se uma equação na forma POS (*Product-Of-Sums*). Uma forma onde cada termo contém todas as variáveis, sem repetição das mesmas, é denominada forma normal expandida ou forma padrão. Partindo-se de uma forma padrão, os termos podem ser combinados sistematicamente, gerando uma forma mínima. Uma mesma função pode apresentar mais de uma forma (SOP ou POS) mínima.

É interessante que se obtenha uma forma mínima, pois quanto menor for a expressão lógica associada à função, menor será o circuito digital implementado. Assim, deve ser feito um esforço para minimizar as expressões lógicas envolvidas.

#### **4 DESCRIÇÃO BÁSICA DA LINGUAGEM NCL**

A linguagem NCL é uma linguagem declarativa, baseada no padrão NCM (*Nested Context Model*), que possui, como elementos básicos, os nós e os elos.

Os nós podem ser classificados como nós de mídia, que incluem áudio, texto, imagem e vídeo, ou como nós de contexto, que são agrupamentos de outros nós e seus respectivos elos. Isso facilita o uso, e o gerenciamento, em programas que possuem grandes quantidades de elementos de mídia.

Os nós de mídia são caracterizados através dos parâmetros descritores, que especificam como estes nós deverão ser apresentados na tela, e da região, que indica a localização da tela na qual a mídia será apresentada.

Os elos são os elementos que fazem as conexões entre os nós, relacionando-os através de elementos temporais, existenciais, ou até mesmo por uma intervenção do usuário, por intermédio de alguma ação.

Explorando as características da linguagem NCL, um documento hipermídia interativo pode ser construído sem muita dificuldade.

#### **5 APLICATIVO DESENVOLVIDO**

O *middleware* do Sistema Brasileiro de TV Digital (SBTVD) utiliza linguagens de programação com dois tipos de paradigma. As linguagens Java e Lua possuem paradigma procedural, enquanto a linguagem NCL possui paradigma declarativo. No desenvolvimento do aplicativo, foi utilizada a linguagem NCL.

A interface com o usuário foi desenvolvida para ser a mais confortável possível, pois foi assumido que o usuário deverá portar apenas um controle remoto para um televisor digital.

Ao ser executado o aplicativo, uma página inicial oferece as opções de “Entrar no manual explicativo”, “Sair do aplicativo” ou “Selecionar o logo do grupo PET-Tele”. Se essa última

opção for selecionada, são dispostas informações sobre o grupo. Optando-se pelo manual explicativo, são apresentadas três sessões, na forma de um menu, e uma opção para voltar a tela anterior. O menu possui as opções: “Introdução”, “Tipos de expressões” e “Conversões”, como pode ser observado na Figura 1.

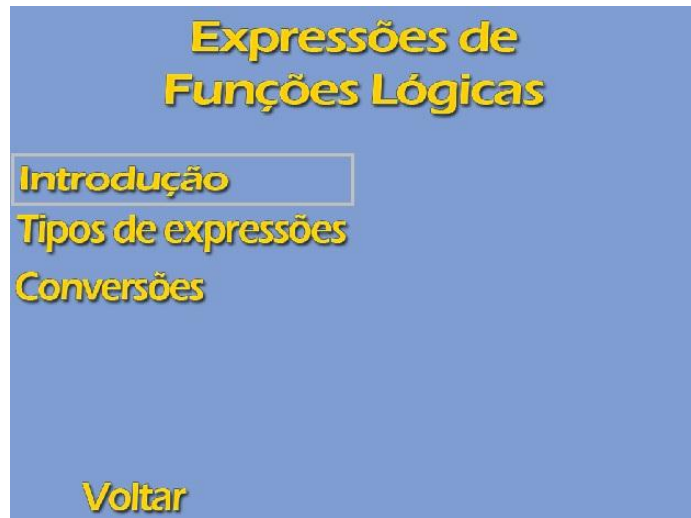


Figura 1 – Página inicial do manual explicativo.

Selecionando-se a opção “Introdução”, seu conteúdo é automaticamente iniciado na forma de telas contendo texto e áudio, que introduzem gradativamente os conceitos de expressões de funções lógicas. O conteúdo encontra-se dividido em quatro telas, apresentadas sequencialmente, sincronizadas pela mídia de áudio. No fim da apresentação, retorna-se à página inicial do manual.

Optando-se por “Tipos de expressões”, é apresentado um submenu para essa opção, como é ilustrado na Figura 2. A subdivisão é feita segundo as formas pelas quais uma função lógica pode ser representada. O conteúdo de cada item descreve as principais características da forma de expressão escolhida.



Figura 2 – Menu de tipos de expressões.

Na opção “Conversões”, é igualmente apresentado um submenu dividido entre as formas de expressões. O conteúdo de cada opção descreve, passo a passo, a forma de obtenção dos demais tipos de expressões, partindo-se daquele que foi selecionado.

A navegação entre os conteúdos da ferramenta é realizada em um padrão sequencial, tela a tela. No fim da apresentação do conteúdo selecionado, retorna-se ao menu onde se fez a opção pelo mesmo. O aplicativo possui um total de 52 telas de conteúdo, além da tela inicial, a tela de informações sobre o grupo, o menu principal e os menus apresentados por “Tipos de expressões” e “Conversões”. A Figura 3 ilustra uma tela genérica de conteúdo, apresentada durante a navegação do manual.

**Expressões de Funções Lógicas**

$$F(A, B) = (A \wedge \neg B) \vee (\neg A \wedge B)$$

A	B	F(A, B)
F	F	F
F	T	T
T	F	T
T	T	F

No cálculo proposicional, uma função lógica é comumente expressa por uma equação lógica ou uma tabela verdade.

Figura 3 – Exemplo de tela de conteúdo do aplicativo.

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Aproveitando-se do amplo público atingido pela televisão, espera-se que a TV Digital passe a representar um dos principais canais de inclusão digital, senão o principal. Pode-se, então, fazer uso deste viés como uma forma massiva de difusão do conhecimento. O grupo PET-Tele pretende prosseguir nessa linha de produção, que se mostra promissora devido à expansão de sua influência.

Para tornar o uso da ferramenta interativa desenvolvida mais abrangente, o grupo já iniciou o desenvolvimento de um aplicativo que implementa o procedimento de conversão entre as diversas formas de expressões de uma função lógica, a partir de uma expressão fornecida pelo usuário. Nesse caso, uma opção natural foi a implementação do conversor através da linguagem Lua. Por um lado, o grupo já possui experiências anteriores na criação de ferramentas nessa linguagem. Além disso, códigos em Lua e em NCL são facilmente integrados através da linguagem de ligação NCLua. Finalmente, ambas as linguagens fazem parte do *middleware* da TV Digital.

Visando ainda o uso imediato do conversor, o grupo iniciou o desenvolvimento de outras formas de interface, além do acesso via TV Digital: uma interface gráfica local (Tecgraf – Tecnologia em Computação Gráfica) e via Internet, utilizando a linguagem de ligação CGI-Lua (CGILua: Building Web Scripts with Lua).

Dessa forma, o grupo prossegue na criação de ferramentas didáticas para o ensino de Circuitos Digitais.

## 7 AGRADECIMENTOS

O grupo PET-Tele faz parte do Programa de Educação Tutorial (PET), financiado pelo Ministério da Educação (MEC).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEPPU, M.M.; AMARAL, V.R.L.; DE LA VEGA, A.S. Ferramenta de Auxílio Didático: Algoritmo de Quine-McCluskey em Lua. **Anais: XXXVIII - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE**. Fortaleza, v.1, n.1, p. 1-7, 2010.

COMUNIDADE GINGA. **Ginga-NCL**. Disponível em: <<http://www.gingancl.org.br>> Acesso em: 01 jul. 2011.

DIETEL, H. M.; DEITEL P. J. **Java: How to Program**. 7. ed. New York: Prentice-Hall, 2007. 1500 p, il.

HILL, F. J.; PETERSON, G. R. **Introduction to Switching Theory and Logical Design**. 3. ed. New York: John Wiley, 1981. 636 p, il.

IERUSALIMSCHY, R. **Programming in Lua**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lightning Source Inc, 2006. 328 p, il.

IERUSALIMSCHY, R. **The Programming Language Lua**. Disponível em: <<http://www.lua.org>> Acesso em: 01 jul. 2011.

KEPLER PROJECT. **CGILua: Building Web Scripts with Lua**. Disponível em: <<http://keplerproject.github.com/cgilua>> Acesso em: 01 jul. 2011.

MATTOS, H.; SOUZA, T.; DE LA VEGA, A.S.; SAADE, D.M. Ferramenta Didática Interativa Utilizando a Linguagem NCL: Algoritmo de Quine-McCluskey. **8th International Information and Telecommunication Technologies Symposium**, Florianópolis, v.1, n.1, p. 1-4, 2009.

MCCLUSKEY, E. J. Minimization of Boolean Functions. **Bell System Tech. J.**, New Jersey, v.35, n.5., p. 1417-1444, 1956.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Apresentação – PET**. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12223&ativo=481&Itemid=480)> Acesso em: 01 jul. 2011.

PET-TELE. **PET – Engenharia de Telecomunicações da UFF**. Disponível em: <<http://www.telecom.uff.br/pet>> Acesso em: 01 jul. 2011.

PUC-RIO. **Tecgraf – Tecnologia em Computação Gráfica**. Disponível em: <<http://www.tecgraf.puc-rio.br>> Acesso em: 01 jul. 2011.

RHYNE, V. T. **Fundamentals of Digital Systems Design**. New York: Prentice-Hall, 1973. 560 p, il.

SOARES, L. F. G.; BARBOSA S. D. J. **Programando em NCL 3.0: Desenvolvimento de aplicações para o middleware Ginga**. 1. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2009. 341 p, il.

TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. **Sistemas Digitais: princípios e aplicações**. 10. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 588 p, il.

WIKIPEDIA. **ISDB-T International – Wikipedia, the free encyclopedia**. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/ISDB-T\\_International](http://en.wikipedia.org/wiki/ISDB-T_International)> Acesso em: 01 jul. 2011.

## **INTERACTIVE LEARNING TOOL CODED IN NCL: LOGIC FUNCTION EXPRESSIONS**

***Abstract:** This paper presents an interactive software, developed to be used as a learning tool for logic function expressions, coded in the NCL programming language, which was adopted by the Brazilian Digital Television System. Logic functions may be thought as a topic in Digital Circuits learning. They can be represented by way of different expressions. The developed interactive tool presents the most common logic function expressions as well as the way they are converted one into another. This tool is intended to be included into a learning aid tools package that is under construction by the PET-Tele group. The package is intended to be used on Digital Circuits learning.*

***Key-words:** Interactive learning tool, NCL programming language, Digital Television, Digital Circuits, Logic Function Expression.*