

FUNDAMENTOS DA LÓGICA DIGITAL COM VHDL

OMAR IVAN TREJOS BURITICAY
JOVANNY BEDOYA GUAPACHA
JUAN DAVID ZEA HINCAPIÉ

Trejos Buriticá, Omar Iván, autor

Fundamentos de lógica digital com VHDL / Omar Iván Trejos Buriticá, Jovanny Bedoya Guapacha, Juan David Hincapié Zea. -- Primeira edição. -- Bogotá: Ecoe Ediciones, 2024.

155 páginas. -- (Computadores e tecnologia da informação. Programação e desenvolvimento de software)

Inclui os currículos dos autores.

ISBN 978-958-503-889-9 (e-book)

Lógica digital - fundamentos 3. circuitos eletrônicos digitais 4. VHDL (linguagem de programação de computadores) 5. Eletrônica digital 6. Lógica algébrica I. Bedoya Guapacha, Jovanny, autor II. Hincapié Zea, Juan David, autor

CDD: 621.395 ed.

23CO-BoBN- a113432



Área: *Computação e tecnologia da informação*

Subárea: *Programação e desenvolvimento de software*

ECOE
EDICIONES

© Omar Iván Trejos Buriticá

© Jovanny Bedoya Guapacha

© Juan David Hincapié Zea

© Ecoe Ediciones S.A.S.

info@ecoeediciones.com

www.ecoeediciones.com

Carrera 19 # 63 C 32

Telefone: (+57) 321 226 46 09

Bogotá, Colômbia

Primeira edição: Bogotá, janeiro de 2024

e-ISBN: 978-958-503-889-9

Diretora Editorial: Ana María Rueda G.

Coordenadora Editorial: Paula Bermúdez B.

Editora de aquisições: Alejandra Cely R.

Layout: Denise Rodríguez Ríos

Capa: Magda Barrero

A reprodução total ou parcial por qualquer meio é proibida sem a permissão por escrito do detentor dos direitos autorais.

Todos os direitos reservados.

Aos meus pais, Juan e Lilia, por tudo, eternamente em meu coração.

OITB

Ao meu anjo que cuida de mim no alto... obrigado, mamãe; à minha extraordinária esposa, Luz Piedad Valencia, e à minha irmãzinha, obrigado infinitamente, Deus.

JBG

À Paula, minha bengala e meu apoio; ao Tomás,
minha visão de futuro. À minha mãe e à
minha tia por estarem sempre presentes.

JDHZ

LIÇÃO 4: ORGANIZANDO VALORES LÓGICOS	19
Tabelas verdadeiras	19
Funções de álgebra booleana	19
Representação de números com sinal	20
LIÇÃO 5. VHDL - COMPONENTES PRINCIPAIS	21
<i>Entidade</i>	22
<i>Arquitetura</i>	22
LIÇÃO 6: SENTENÇAS	25
Simultâneo	25
Codificação.....	26
Ciclos	28
LIÇÃO 7. SOFTWARE DE DESENVOLVIMENTO XILINX - ISE	31
Como criar um projeto no XILINX ISE.....	32
Fluxo de projeto do Ise	36
<i>Synthesize (sintetizar)</i>	36
Nível de transferência de registro (RTL).....	36
<i>Projeto de implementação</i>	37
Geração do arquivo de programação - FPGA.....	38
Simulação e verificação (<i>banco de testes</i>).....	38
LIÇÃO 8. PORTAS LÓGICAS I	41
LIÇÃO 9. PORTAS LÓGICAS II	45
Oficina	50
LIÇÃO 10. PORTAS LÓGICAS III	51
Oficina	
LIÇÃO 11. PORTAS LÓGICAS IV	55
LIÇÃO 12. OPERADORES E HIERARQUIA	59
Oficina	
LIÇÃO 13. FUNÇÕES E CIRCUITOS LÓGICOS	63
Exemplo completo	63
Oficina	
LIÇÃO 14. SIMPLIFICANDO FUNÇÕES I	69
Exemplo de uma função.....	70
Função original.....	74
Função simplificada.....	75
Circuito lógico da função original.....	75
Oficina	75

LIÇÃO 15. SIMPLIFICANDO FUNÇÕES II	77
Etapa 1	80
Etapa 2	81
Etapa 3	81
Etapa 4	81
Etapa 5	81
Etapa 6	81
Etapa 7	81
Função original.....	84
Função simplificada.....	85
Oficina	86
LIÇÃO 16. SIMPLIFICANDO FUNÇÕES III	87
Oficina	92
LIÇÃO 17: LEIS DE MORGAN I	93
Oficina	
LIÇÃO 18: LEIS DE MORGAN II	99
Oficina	
LIÇÃO 19. MAPAS DE KARNAUGH	107
Oficina	
LIÇÃO 2 DECODIFICADOR	117
LIÇÃO 21. CODIFICADOR	121
LIÇÃO 22. MULTIPLEXADORES	125
LIÇÃO 23. DEMULTIPLEXADORES	129
LIÇÃO 24. SOMA	133
LIÇÃO 25. COMPARADORES BINÁRIOS	137
LIÇÃO 26: SISTEMA DE <i>relógio (clock)</i>	141
LIÇÃO 27. FLIP-FLOP	145
BIBLIOGRAFIA	

INTRODUÇÃO

A lógica digital é um universo em constante expansão a ser explorado. O senhor encontrará, neste livro, os conceitos fundamentais para conhecer, aplicar, aprender, projetar e retroalimentar usando a linguagem VHDL e, dessa forma, poderá mergulhar no mundo moderno da digitalização a partir da simplicidade de dois dígitos maravilhosos: 1 e 0, que geram, juntamente com um sistema de desenvolvimento eficiente baseado na descrição *de hardware*, uma poderosa ferramenta de projeto eletrônico, que é aplicada à eletrônica digital com conceitos que estão imersos em todos os dispositivos modernos que inundam a sociedade com aplicações que proporcionam cada vez mais conforto.

O senhor também encontrará aqui uma explicação bem detalhada do espectro de conhecimento que envolve a lógica digital e a linguagem de descrição *de hardware* VHDL, que relaciona a lógica aos circuitos eletrônicos digitais em seus vários estágios de abstração.

A simplificação dos conceitos foi organizada na forma de lições, o que facilita muito a leitura e a verificação do progresso do seu conhecimento. A simplicidade da lógica digital e de sua implementação permite que o senhor, com um pouco de incentivo, aprenda esse belo assunto e seu grande poder com base em apenas dois dígitos.

Este livro é uma expansão aplicada do livro *Fundamentals of Digital Logic* e foi projetado para ser aproveitado ao máximo. Assim, depois de mergulhar no mundo digital, o senhor não vai querer sair dele, pois descobrirá que seus fundamentos algébricos e aritméticos, em termos booleanos, são suficientes para entender e implementar os avanços da tecnologia moderna e sua aplicação *de hardware* em dispositivos de baixo custo, como FPGAs (*field programmable gate arrays*).

Omar Iván Trejos
Buriticá Jovanny Bedoya
Guapacha Juan David
Hincapié Zea

COMO USAR ESTE LIVRO ?

Como em todos os processos de aprendizagem, aconselho que os senhores façam cada lição com calma para que possam internalizar melhor cada conceito, mesmo que o assunto seja bastante simples e intuitivo, e que façam todos os exercícios propostos em cada lição para confirmar seu nível de aprendizagem.

Para o professor

Este livro é muito útil como um guia conceitual para a prática dos tópicos abordados em suas páginas. As lições são sequenciais e foram projetadas para ir do menos para o mais. Comece com os conceitos básicos de sistemas numéricos e termine com funções, procedimentos e pacotes incorporados em uma estrutura. Faça todos os exercícios em formato de workshop no final de cada lição. Proponha-os aos seus alunos e verifique o progresso deles na compreensão do tópico. Motive seus alunos a entender que esses são os fundamentos sobre os quais o mundo tecnológico de hoje é construído.

Para o aluno

Siga o ritmo estabelecido pelo professor. Resolva os workshops e sempre faça perguntas quando não estiver entendendo. Por mais simples que os exercícios propostos possam parecer, eles são a base para um bom aprendizado dos conceitos apresentados neste livro. Leia sequencialmente, lição por lição. Compartilhe soluções e conhecimentos com seus colegas de classe, pois é muito enriquecedor, nessa parte da lógica, entender como conceitos diferentes resolvem o mesmo problema.

Nota explicativa

Para todos os fins, o *software* de desenvolvimento XILINX-ISE e Quartus ModelSim da Altera são gratuitos para uso e download. Eles foram usados como suporte didático para o desenvolvimento dos exercícios, mas reconhece-se que o VHDL pode ser executado em diferentes plataformas e programas destinados a essa finalidade.