

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Compatibilidade Eletromagnética

Semestre: 2017/2

Carga horária total: 60h

Créditos: 4

Área temática: ENGELET

Professor: Sandro Binsfeld Ferreira

EMENTA

Introdução geral em compatibilidade eletromagnética. Princípios eletromagnéticos básicos. Conceito de compatibilidade eletromagnética entre equipamentos e o ambiente eletromagnético em que estão instalados. Emissão conduzida e irradiada. Susceptibilidade conduzida e irradiada. Técnicas de medição de EMC. Técnicas de modelagem numérica. Controle de interferência eletromagnética. Controle de descargas eletrostáticas. Trabalhos extraclasse e relatórios abordando atividades experimentais voltadas a situações reais de compatibilidade eletromagnética em produtos eletroeletrônicos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Introdução à Compatibilidade Eletromagnética;
- Campos Eletromagnéticos;
- Normas relativas à Compatibilidade Eletromagnética;
- Espectro de sinais no domínio de frequência e tempo;
- Princípios básicos de linhas de transmissão;
- Comportamento real de componentes eletrônicos;
- Emissão conduzida e suscetibilidade eletromagnética;
- Emissão irradiada e suscetibilidade eletromagnética;
- Princípios básicos de antenas para aplicações em compatibilidade eletromagnética;
- Fenômeno de crosstalk;

- Blindagens eletromagnéticas;
- Descargas eletrostáticas;

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CLAYTON, R. P. **Introduction to electromagnetic compatibility**. 2nd ed. New York: John Wiley Interscience, 2006.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BALANIS, C. A. **Advanced engineering electromagnetics**. New York: Wiley, 1989.

GOEDBLOED, J. J. **Electromagnetic compatibility**. New Jersey: Prentice Hall, 1990.

KAISER, K. L. **the electromagnetic compatibility handbook**. Boca Raton: CRC, 2005.

KENNEDY, G. **Electronic communications systems**. Madri: McGraw-Hill, 1970.

OTT, H. W. **noise reduction techniques in electronic systems**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1988.

AVALIAÇÃO

- Elaboração de um artigo a ser apresentado nas formas oral e escrito; Obs: Os artigos deverão seguir um padrão editorial, como por ex.: Elsevier Editorial System.
- Avaliação escrita, englobando todo o conteúdo da disciplina.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Gestão de Projetos de Engenharia

Semestre: 2017/2

Carga horária: 60

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108611

Professor: Jose Vicente Canto dos Santos

EMENTA

Ciclo de vida e organização dos projetos. Processos de gerenciamento de projetos. Áreas básicas de conhecimento em GP. Documentação. Gestão de Recursos. Utilização de ferramentas para a gestão de projetos. Como planejar, controlar e executar um projeto. Exemplos de sucesso e exemplos de fracasso.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Conceitos básicos em gestão de projetos;
- Gestão de recursos:
Principais métodos para gestão de recursos: Programação Linear e Programação não Linear;
- Cenários em projetos:
Principais métodos para tomada de decisão: Simulação de Monte Carlo e Teoria de Decisão;
- Acompanhamento de projetos;
Documentação;

Principais *softwares* para gestão de projetos;

- Casos reais.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

A GUIDE to the project management body of knowledge: PMBOK Guide. 3rd ed. [S.l.]: Project Management Institute, 2004.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to operations research**. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2005.

KEELLING, R. **Gestão de projetos: uma abordagem global**. São Paulo: Saraiva, 2002.

KERZNER, H. **Project management: a system approach to planning, scheduling, and controlling**. 8th ed. Boston: John Wiley & Sons, 2003.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

PETERSON, T. M. Motivation: How to increase project team performance. **Project Management Journal**, Boston, v. 38, n. 4, p. 60-69, 2007.

PINHEIRO, D. A. Motivação no ambiente de projetos. **IETEC Boletim**, Belo Horizonte, n. 14, p. 16-17, 2008.

POSSI, M. (Org.). **Gerenciamento de projetos guia do profissional: aspectos humanos e interpessoais**. Rio de Janeiro: Brasport, 2006. v. 2.

AVALIAÇÃO

- Elaboração de um artigo a ser apresentado nas formas oral e escrita;
- Avaliação escrita, englobando todo o conteúdo da disciplina;
- Relatórios de atividades em laboratório.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Materiais para Encapsulamento e PCIs

Semestre: 2017/2

Carga horária: 60

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108616

Professor: Tatiana Louise Avila de Campos Rocha

EMENTA

Características elétricas, mecânicas, térmicas e químicas dos principais materiais utilizados no encapsulamento de circuitos integrados, principalmente: silício, fios de ligas de Au, Ag, Cu e Al, epóxi (EMC – Epoxy Mold Compound), adesivos, substratos, lead frames e pastas de solda. Materiais para as novas tecnologias de encapsulamento 3D: filmes, materiais poliméricos, underfill materials, stress relief materials, dielétricos, UBM – Under Bump Materials. Processos de fabricação e caracterização destes materiais.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Características elétricas dos principais materiais utilizados no encapsulamento de circuitos:

- integrados,
- mecânicas,
- térmicas,
- químicas.

Materiais para as novas tecnologias de encapsulamento 3D:

- Processos de fabricação e caracterização destes materiais.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

LU, D.; WONG, C. P. **Materials for advanced packaging**. Amsterdam: Springer Science, 2009.

MADOU, M. **Fundamentals of microfabrication**. Boca Raton: CRC, 1997.

SHACKELFORD, J. F. **Ciências dos materiais**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ASKELAND, D. R.; PHULÉ, P. P. **Ciências e engenharia dos materiais**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

CALLISTER JUNIOR, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CHANG, C.Y.; SZE, S. M. **VLSI technology**. New York: McGrawHill, 1996.

SENTURIA, S. D. **Microsystem design**. New York: Kluwer Academic Publishers, 2001.

SZE, S. M. **VLSI technology**. New York: McGraw Hill Book International Book Co, 1983.

AVALIAÇÃO

Apresentação de trabalhos.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Processamento Digital de Sinais

Ano/Semestre: 2017/2

Carga horária total: 60 Carga horária teórica: 50 Carga horária prática: 10

Créditos: 4

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108626

Requisitos de matrícula: -

Professor: Cesar David Paredes Crovato

EMENTA

Sistemas de Aquisição de Sinais para Sistemas Elétricos de Potência. Filtragem e Aplicações em Qualidade da Energia. Estimação de Fasores e outras Grandezas. Análise de Sinais não-estacionários. Análise Espectral. Exemplos de Implementações de algoritmos aplicados a problemas reais.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Módulo 1: Projeto completo de um sistema de aquisição e digitalização (escolha de conversores AD com base em especificações, filtros digitais FIR e IIR, algoritmos recursivos/online e em bloco/offline).

Módulo 2: Projeto analisador espectral e compressor (processos estocásticos, correlação, autocorrelação, periodograma, modelagem paramétrica, transformada de Fourier, transformada dos cossenos, outras transformações, métodos de compressão).

Módulo 3: Projeto de um sistema de reconhecimento e classificação (filtros adaptativos, redes neurais artificiais, métodos de redução de dimensionalidade: análise das componentes principais, análise das componentes independentes, best-basis tree, transformadas wavelets contínuas, discretas e packet).

Módulo 4: Projeto de um sistema de processamento digital de sinais, destinado a ser implementado em hardware (sistemas de ponto fixo fracionário, controle de overflow e saturação).

Módulo 5: Seminário de Tópicos Especiais em DSP (incluindo Qualidade da Energia Elétrica).

Módulo 6: Apresentação de Implementação de Algoritmos de Artigos em DSP

OBJETIVOS

Compreender os fundamentos de Sistemas de Aquisição e Quantização de Sinais, Filtragem Adaptativa, Análise Tempo-Frequência, Análise de Sinais não-estacionários, Redes Neurais Artificiais aplicadas ao Processamento Digital de Sinais.

Fornecer subsídios teórico-práticos para o desenvolvimento de algoritmos avançados em Processamento Digital de Sinais.

METODOLOGIA

As aulas são expositivas e introdutórias com auxílio de recursos computacionais. São incentivados o profissionalismo e a autonomia dos alunos e a aprendizagem será continuamente acompanhada por meio de atividades como: exercícios, avaliações teóricas, apresentações no final de cada módulo e projetos.

AVALIAÇÃO

Para cada Módulo de 1 ao 4, o aluno deve apresentar um Projeto. O Módulo 5 é uma apresentação de um Tópico de DSP a definir. O Módulo 6 é uma apresentação da implementação de um artigo de DSP a definir.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ATHAYDE, E. **Processos estocásticos**. [S.l.: s. n], 2008.

BOLLEN, M. H.; GU, I. Y. **Signal processing of power quality disturbances**. Sweden: [s.n.], 2006.

DINIZ, P. R.; SILVA, E. B. da; L. NETTO, S. **Processamento digital de sinais: projeto e análise de sistemas**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital image processing**. New York: Prentice Hall, c2008.

GRAUPE, D. **Principles of artificial neural networks**. 3rd ed. Singapore: World Scientific Publishing Company, 2013. (Advanced Series in Circuits and Systems).

GRUBER, P; et al. **Denoising using local ICA and kernel-PCA**. Germany: IEEE Service Center, 2004.

MALLAT, S. G. **A wavelet tour of signal processing**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1999.

OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Discrete-time signal processing**. New York: Pearson, 2010. (Pratice Hall Signal Processing Series).

TAN, L. **Digital signal processing: fundamentals and applications**. Amsterdam: Academic Press, 2008.

THEDE, L. **Practical analog and digital filter design**. Boston: Artech House, Inc, 2005. (Artech House Microwave Library).

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Processos de Fabricação de Encapsulamentos

Semestre: 2017/2

Carga horária: 60

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108619

Requisitos de matrícula: -

Professor: Willyan Hasenkamp Carreira

EMENTA

Diferentes tecnologias de encapsulamento e suas características. Etapas e equipamentos do processo de encapsulamento: polimento de wafers, serra de wafers, solda de chip (die attach), solda de fios (wire bonding), moldagem, corte e conformação, aplicação de esferas, separação, carimbo e inspeção. Módulos Multichip e encapsulamento COB, 3D, SiP. Flip Chip e TAB, Wafer Level Packaging - WLP. Leds, células solares e novas tecnologias de encapsulamento.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Encapsulamento de Semicondutores - Intro

Polimento & Serra

Solda de Chip & Solda de Fios

Moldagem, Marcação, Aplicação de esferas & Separação

Projeto de Encapsulamentos, CEP e Confiabilidade

CMP & PE – Chemical Mechanical Polishing & Plasma Etching

DBG & LD - Dice Before Grind & Laser Dicing

DAF & ACA - Die Attach Film & Anisotropic Conductive Adhesive

CuW & FC - Cu Wire & Flip Chip

STK & TSV – Stacking & Through Silicon Vias
MCP - Multi Chip Packaging (PoP, SiP, SOP)
PM - Packaging for Mobile (MCP, eMMC, eMCP, PoP)
WLCSP & COB - Wafer Level Chip Scale Packaging & Chip on Board
MP & CP - MEMS Packaging & Ceramic Packaging
TAB & FS - Tape Automated Bonding & Flexible Substrates

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

ARDEBILI, H.; PECHT, M. **Encapsulation technologies for electronic applications**. Amsterdam: Elsevier, 2009.

BAKIR, M. S.; MEINDL, J. D. **Integrated interconnect technologies for 3D nanoelectronic systems**. Boston: Artech House, 2009.

GREIG, W. **Integrated circuit packaging, assembly and interconnections**. New York: Springer, 2010.

HARPER, C. A. **Electronic packaging and interconnection handbook**. 4th ed. New York: McGraw-Hill Professional, 2005.

HARPER, C. **Electronic packaging and interconnection handbook**. New York: McGraw-Hill, 2007.

TUMMALA, R. R. et al. **Microelectronics packaging handbook**. 2nd ed. Massachusetts, 1997.

TUMMALA, R. R. **Fundamentals of microsystems packaging**. New York: McGraw-Hill Professional, 2001.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

GENG, H. **Semiconductor manufacturing handbook**. New York: McGraw-Hill, 2005.

Silicon Run Productions. Disponível em <<http://www.siliconrun.com/order.shtml>>, acessado em 16 de outubro de 2014.

AVALIAÇÃO

Apresentação de trabalhos.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Redes e Protocolos

Ano/Semestre: 2017/2

Carga horária total: 60h

Créditos:04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108628

*Professor: Márcio Rosa da Silva

EMENTA

Modelo de referência OSI/ISO. Camada física e de enlace em aplicações industriais: EIA 232C, EIA422, EIA 485, IEC 61158-2 e Ethernet. Camada enlace: Estratégia de arbitramento de acesso. Acesso determinístico e aleatório. Detecção e correção de rede. Prioridades. Camada de Rede: Estratégias de roteamento Camada de Transporte: Serviços orientados a conexão e não-orientados a conexão. Protocolos: MODBUS, PROFIBUS, FieldBus Foundation, CANbus. Protocolo TCP-IP. Protocolos DNP3 e suas aplicações na área elétrica.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Modelagem de Redes.

Modelo de referência OSI/ISO.

Redes de Comunicação

Redes Industriais

OBJETIVOS

Capacitar os alunos para resolverem problemas relativos a projeto e execução de redes bem como o aprendizado e prática na escrita de artigos científicos.

METODOLOGIA

A atividade será desenvolvida com aulas expositivas e atividades práticas para aperfeiçoamento das técnicas aprendidas. Serão realizados projetos envolvendo os

conteúdos estudados onde os alunos terão oportunidade de resolver problemas simulados ou reais utilizando as técnicas estudadas. Ao final, é desejado que os alunos desenvolvam artigos científicos explorando os tópicos desenvolvidos durante a atividade.

AVALIAÇÃO

A avaliação da atividade será feita com trabalhos individuais e em grupo.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

FUROUSAN, B. **Comunicação de dados e redes de computadores**. New York: McGrawHill, 2007.

MACKAY, S. **Practical industrial data networks: design, instalation and troubleshooting**. Amsterdam: Elsevier, 2003.

REYNDERS, D. **Practical industrial data communications**. Amsterdam: Elsevier, 2004.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AGUIRRE, L. A. **Enciclopédia de automática**. Oxford: Edgar Bluncher, 2007. v. 2.

KUROSE, J. **Redes de computadores e a internet: uma nova abordagem**. [S.l.]: Pearson, 2004.

LOPEZ, R. A. **Sistemas de redes para controle e automação**. Rio de Janeiro: Book Express, 2000.

TANENBAUM, A. **Redes de computadores**. São Paulo: Campus, 2003.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Sistemas de Controle

Semestre: 2017/2

Carga horária: 60 Carga horária teórica: 40 Carga horária prática: 20

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108624

Requisitos de matrícula: Modelagem de Sistemas, Sistemas de Controle Discretos

Professor: Rodrigo Ivan Goytia Mejía

EMENTA

Conceitos fundamentais de sistemas de controle operando em malha aberta e malha fechada; representação de sistema de controle: funções de transferência, diagrama de blocos, espaço de estados, diagramas de fluxo. Projeto de controladores no domínio da frequência (controle clássico): avanço, atraso, avanço-atraso, PID. Projeto de controladores e observadores no domínio do tempo (controle moderno).

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Introdução à disciplina;
- Projeto de controladores via síntese direta;
- Projeto de controladores por alocação de polos;
- Introdução ao controlador PID e suas estruturas básicas;
- Projeto do controlador PID estruturas tradicionais;
- Projeto do controlador PID estruturas avançadas;
- Projeto de controladores por modelo interno;

- Projeto do controlador de Smith predictor;
- Projeto do controlador de Variância Mínima;
- Projeto do controlador de Variância Mínima Generalizada;
- Análise do desempenho e robustez de controladores.
- Introdução aos controladores Preditivos;
- Projeto do controlador MAC e DMC;
- Projeto do controlador GPC;
- Projeto de observadores de estado;
- Projeto do controlador LQR;
- Projeto do controlador LQG;
- Projeto de compensadores de perturbação;

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AGUIRRE, L. A. **Introdução à identificação de sistemas**: técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2007.

ASTRÖM, K. J.; HÄGGLUND, T. **PID controllers**: theory, design, and tuning. Research Triangle Park, N.C: Instrument Society of America, 1995.

BOBAL, V.; BOHM, J. J.; FESSL, J. M. **Digital self-tuning controllers**: algorithms, implementation and applications. [S.l.]: Springer, 2005.

COELHO, A. A. R.; COELHO, L. S. **Identificação de sistemas dinâmicos lineares**. [S.l.: s.n.], 2006.

COLEMAN, B.; JOSEPH, B. **Techniques of model-based control**. [S.l.: s.n.], 2002.

ISERMANN, R.; LACHMANN, K. H.; MATKO D. **Adaptive control systems**. [S.l.: s.n.], 1992.

LJUNG, L.; SÖDERSTRÖM, T. **Theory and practice of recursive identification**. [S.l.: s.n.], 1983.

NORMEY-RICO, J. E. **Control of dead-time processes**. [S.l.]: Springer, 2007.

VISIOLI, A. **Practical PID control**. [S.l.: s.n.], 2006.

WELLSTEAD, P. E.; ZARROP, M. B. **Self-tuning systems: control and signal processing.** [S.l.: s.n.], 1991.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

AGUIRRE, L. A. **Enciclopédia de automática: controle e automação.** São Paulo: Blucher, 2007.

ASTRÖM, K. J.; WITTENMARK, B. **Adaptive control.** Massachusetts: Addison-Wesley, 1995.

BITMEAD, R. R.; GEVERS, M.; WERTZ, V. **Adaptive optimal control.** [S.l.: s.n.], 1990.

BOBÁL, V. et al. **Digital self-tuning controllers.** [S.l.: s.n.], 2005.

FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; WORKMAN, M. **Digital control of dynamic systems.** Menlo Park: Addison-Wesley 1997.

HANG, C. C.; LEE, T. H.; HO, W. K. **Adaptive control.** [S.l.: s.n.], 1993.

JOHANSSON, R. **System modeling and identification.** [S.l.: s.n.], 1993.

LEVINE, W. S. **The control handbook.** [S.l.: s.n.], 1996.

MOUDGALYA, K. M. **Digital control.** Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

SEBORG, D. E.; EDGAR, T. F.; MELLICHAMP, D. A. **Process dynamics and control.** Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2004.

VANDOREN, V. **Techniques for adaptive control.** [S.l.: s.n.], 2003.

AVALIAÇÃO

As aulas serão ministradas em laboratório de informática e divididas em momentos teóricos (utilizando-se o quadro e recursos audiovisuais) e práticos utilizando a planta didática SMAR e seus softwares, além dos softwares para a simulação MATLAB/SIMULINK, e do material próprio do professor. Neste contexto, haverá momentos para perguntas, resolução de exercícios, simulação e prática.

Os alunos serão avaliados por meio de trabalho práticos em cada módulo do curso. Todo trabalho deverá ser apresentado em formato de artigo técnico ou científico.

- Sendo um artigo técnico, este deve conter um texto de carácter expositivo-argumentativo onde os autores apresentaram os resultados da aplicação prática de uma ou várias teorias, transmitindo conhecimentos do domínio da técnica.
- Sendo um artigo científico, este deve também conter um texto de carácter expositivo-argumentativo em que os autores apresentaram e defenderão uma tese ou refuta de posições assumidas por outrem. Deste modo, funcionara como um difusor de conhecimentos científicos à comunidade, exprimindo o pensamento dos autores.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Teste de Circuitos Integrados e Módulos Eletrônicos

Ano/Semestre: 2017/2

Carga horária total: 60h

Créditos:04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108620

Professor: Margrit Reni Krug

EMENTA

Histórico, evolução e custos envolvidos no teste. Técnicas de teste digital, analógico e mistas. Diferentes tipos de teste de CIs (probe, funcional) e Módulos (in circuit, funcional). Técnicas de teste aplicadas a um conjunto específico de componentes. Projeto visando o teste. Teste de módulos e sistemas mistos. Características dos equipamentos necessários para os diferentes tipos de teste. Custos envolvidos com o teste e a relação cobertura x risco x custo. DFT (Design For Testability) e J-TAG. Exercícios de projeto de teste e acompanhamento de testes em laboratório e em produção.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1 Apresentação, introdução ao teste de hardware, custo do teste, Por que testar?
Equipamentos de teste
- 2 Conceitos básicos: erros, falhas, defeitos, modelos de falhas
- 3 Injeção e simulação de falhas, Testabilidade, Trabalho 1
- 4 Memória – Estrutura
- 5 Geração de teste: por simulação de falhas, exaustiva, pseudo-aleatória, determinística
- 6 Trabalho 2
- 7 Projeto visando a testabilidade, full scan e partial scan
- 8 Boundary scan
- 9 Trabalho 3
- 10 Teste de memória - Introdução

- 11 Teste de memória – Estudo de Caso
- 12 Algoritmos de teste de memória
- 13 Teste de memória – Estudo de Caso
- 14 Aula prática teste de memória
- 15 Apresentação de trabalhos sobre Teste de memória
- 16 Tópicos especiais em teste
- 17 Apresentação de trabalhos finais

AVALIAÇÃO

Questionário sobre testabilidade, Artigo e apresentação sobre Modelo de Falhas, Trabalho sobre boundary-scan e trabalho sobre teste de memória.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BUSHNELL, M.; AGRAWAL, V. D. **Essentials of electronic testing for digital, memory, and mixed-signal VLSI circuits**. New York: Kluwer Academic Publishers, 2001.

SUN, Y. **Test and diagnosis of analogue, mixed-signal and RF integrated circuits: the system on chip approach**. London: The Institution of Engineering and Technology, 2008.

WANG, L.; STROUD, C. E.; TOUBA, A. **System-on-chip test architectures: nanometer design for testability**. Amsterdam: Elsevier, 2008. (Systems on Silicon).

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ABRAMOVICI, M.; BREUER, M.; FRIEDMAN, A. **Digital systems testing and testable design**. New York: IEEE, 1990.

FUJIWARA, H. **Logic testing and design for testability**. Oxford: MIT, 1985.

GROUT, A. I. **Integrated circuit test engineering: modern techniques**. London: Springer, 2008.

WANG, L.; WU, C.; WEN, X. **VLSI test principles and architectures: design for testability**. Amsterdam: Elsevier, 2006. (Systems on Silicon).

WESTE, N. H. E.; HARRIS, D. M. **CMOS VLSI design: a circuits and systems perspective**. 4th ed. [S.l.]: Pearson, 2011.