

EMENTAS DAS DISCIPLINAS

Mestrado Profissional em Engenharia Elétrica

Estrutura curricular vigente para ingressantes a partir de 2027/1

Resolução CONSUN nº 60/2026 (Projeto Pedagógico do Programa, Anexos)

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Gestão de Projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Fundamentos de gestão de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I). Ciclo de vida de projetos de P&D e de inovação tecnológica. Planejamento, execução, monitoramento e encerramento de projetos. Gestão de escopo, prazo, custo, riscos, qualidade e equipes em ambientes de pesquisa aplicada. Captação de recursos e elaboração de propostas para agências de fomento e parcerias com empresas. Níveis de maturidade tecnológica (TRL), propriedade intelectual e transferência de tecnologia. Abordagens tradicionais e ágeis aplicadas à inovação. Indicadores, gestão de resultados e prestação de contas em projetos de PD&I.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Aplicar fundamentos e boas práticas de gestão de projetos ao planejamento, à execução, ao monitoramento e ao encerramento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Elaborar propostas de captação de recursos junto a agências de fomento e empresas, considerando níveis de maturidade tecnológica (TRL) e mecanismos de proteção da propriedade intelectual.

Comparar abordagens tradicionais e ágeis de gestão aplicadas a projetos de P&D&I, selecionando a mais adequada a cada contexto.

Avaliar indicadores de desempenho e elaborar prestação de contas técnica e financeira de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)**. 7. ed. Newtown Square: PMI, 2021.

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2022.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **The standard for project management**. Newtown Square: PMI, 2021.

CHESBROUGH, H. **Open innovation results: going beyond the hype and getting down to business**. Oxford: Oxford University Press, 2020.

GUERRERO, M.; URBANO, D. (Ed.). **Technology transfer and entrepreneurial innovations: policies across continents**. Cham: Springer, 2021.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MAXIMIANO, A. C. A. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

TIDD, J.; BESSANT, J. **Gestão da inovação**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Introdução à Microeletrônica e Sistemas Integrados

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Panorama da microeletrônica e dos sistemas integrados. Evolução da tecnologia CMOS e tendências (More Moore, More than Moore). Fundamentos de dispositivos semicondutores e do transistor MOS. Portas lógicas, blocos analógicos e circuitos de sinais mistos. Fluxo de projeto de circuitos integrados: especificação, projeto, verificação, fabricação e teste. Tecnologias de fabricação e regras de projeto. Introdução a SoC, FPGA e ASIC. Ferramentas de automação de projeto (EDA). Aplicações em indústria e saúde.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Compreender a evolução da tecnologia CMOS e as tendências More Moore e More than Moore no contexto da microeletrônica.

Analisar o funcionamento de dispositivos semicondutores e do transistor MOS como base para o projeto de circuitos integrados digitais, analógicos e de sinais mistos.

Descrever o fluxo de projeto de circuitos integrados, da especificação à fabricação e ao teste, com apoio de ferramentas de automação de projeto (EDA).

Diferenciar arquiteturas SoC, FPGA e ASIC, relacionando-as a aplicações em indústria e saúde.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

RAZAVI, B. **Fundamentals of microelectronics**. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2021.

SZE, S. M.; LI, Y.; NG, K. K. **Physics of semiconductor devices**. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2021.

SEDRA, A. S.; SMITH, K. C.; CARUSONE, T. C.; GAUDET, V. **Microelectronic circuits**. 8th ed. New York: Oxford University Press, 2020.

HARRIS, D. M.; HARRIS, S. L. **Digital design and computer architecture: RISC-V edition**. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2021.

CAMPBELL, S. A. **Fabrication engineering at the micro- and nanoscale**. 4th ed. New York: Oxford University Press, 2013.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

WESTE, N.; HARRIS, D. **CMOS VLSI design: a circuits and systems perspective**. 4th ed. Boston: Addison-Wesley, 2011.

BAKER, R. J. **CMOS: circuit design, layout, and simulation**. 4th ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2019.

LAU, J. H. **Semiconductor advanced packaging**. Singapore: Springer, 2021.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Projeto de Circuitos Integrados Digitais

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Etapas de back-end do projeto de circuitos integrados. Layout físico, regras de projeto (DRC) e verificação de consistência (LVS). Planejamento físico: floorplanning, posicionamento e roteamento. Extração de parasitas e análise de temporização. Integridade de sinal e de energia. Estratégias de teste de circuitos integrados: projeto para testabilidade (DFT), scan, BIST e cobertura de falhas. Confiabilidade e qualificação de dispositivos. Fluxos e ferramentas de EDA para o fechamento físico.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Realizar o planejamento físico (floorplanning), posicionamento e roteamento de circuitos integrados a partir de especificações de back-end.

Aplicar regras de projeto (DRC) e verificação de consistência (LVS) na etapa de fechamento físico de circuitos integrados.

Analisar integridade de sinal e de energia a partir da extração de parasitas e da análise de temporização.

Definir estratégias de teste (DFT, scan, BIST) e de qualificação de dispositivos, avaliando cobertura de falhas e confiabilidade.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

WESTE, N.; HARRIS, D. **CMOS VLSI design: a circuits and systems perspective**. 4th ed. Boston: Addison-Wesley, 2011.

BAKER, R. J. **CMOS: circuit design, layout, and simulation**. 4th ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2019.

LIENIG, J.; SCHEIBLE, J. **Fundamentals of layout design for electronic circuits**. Cham: Springer, 2020.

KAHNG, A. B.; LIENIG, J.; MARKOV, I. L.; HU, J. **VLSI physical design: from graph partitioning to timing closure**. 2nd ed. Cham: Springer, 2022.

LAU, J. H. **Semiconductor advanced packaging**. Singapore: Springer, 2021.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

KANG, S.-M.; LEBLEBICI, Y.; KIM, C.-M. **CMOS digital integrated circuits: analysis and design**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

ZHOU, L. et al. A review of test stimulus compression methods for ultra-large-scale integrated circuits. **Applied Sciences**, v. 14, n. 23, art. 10769, 2024. DOI: 10.3390/app142310769.

AGUIAR, V. A. P.; ALBERTON, S. G.; PEREIRA, M. S. Radiation-induced effects on semiconductor devices: a brief review on single-event effects, their dynamics, and reliability impacts. **Chips**, v. 4, n. 1, art. 12, 2025. DOI: 10.3390/chips4010012.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Projeto de Circuitos Integrados Analógico e RF

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Projeto front-end de circuitos integrados digitais, analógicos e de radiofrequência. Descrição de hardware em linguagens HDL (Verilog/VHDL) e síntese lógica. Projeto de blocos analógicos: amplificadores, espelhos de corrente, referências e conversores de dados. Fundamentos de circuitos de RF: casamento de impedância, amplificadores de baixo ruído, misturadores e osciladores. Simulação, modelagem e verificação funcional. Metodologias de projeto e reuso de IP. Coprojeto digital-analógico em sistemas de sinais mistos.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Descrever e sintetizar circuitos digitais em linguagens HDL (Verilog/VHDL), avaliando resultados de síntese lógica.

Projetar blocos analógicos básicos, como amplificadores, espelhos de corrente, referências e conversores de dados.

Aplicar fundamentos de circuitos de RF (casamento de impedância, amplificadores de baixo ruído, misturadores e osciladores) a projetos de front-end de sinais mistos.

Empregar metodologias de projeto e reuso de IP em coprojeto digital-analógico.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

RAZAVI, B. **Design of analog CMOS integrated circuits**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2017. MEHTA, A. B. **ASIC/SoC functional design verification: a comprehensive guide to technologies and methodologies**. Cham: Springer, 2018.

CARUSONE, T. C.; JOHNS, D. A.; MARTIN, K. W. **Analog integrated circuit design**. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2012.

CHU, P. P. **FPGA prototyping by VHDL examples: Xilinx MicroBlaze MCS SoC**. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2017.

KANG, S.-M.; LEBLEBICI, Y.; KIM, C.-M. **CMOS digital integrated circuits: analysis and design**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALLEN, P. E.; HOLBERG, D. R. **CMOS analog circuit design**. 3rd ed. New York: Oxford University Press, 2012.

MINA, R.; JABBOUR, C.; SAKR, G. E. A review of machine learning techniques in analog integrated circuit design automation. **Electronics**, v. 11, n. 3, art. 435, 2022. DOI: 10.3390/electronics11030435.

SZE, S. M.; LI, Y.; NG, K. K. **Physics of semiconductor devices**. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2021.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: **Dispositivos** Semicondutores, Sensores e Sistemas MEMS

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Histórico e evolução da microeletrônica. Materiais semicondutores, produção e propriedades. Fundamentos físicos de dispositivos semicondutores. Junções PN, diodos, transistores bipolares e MOS. Processos de microfabricação de semicondutores: salas limpas, dopagem, implantação, oxidação, litografia, deposição e corrosão. Fluxo de fabricação de dispositivos semicondutores. Infraestrutura para fabricação de semicondutores. Sensores e transdutores: princípios, tipos e aplicações. Sistemas microeletromecânicos (MEMS): princípios. Dispositivos para indústria e saúde. .

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Explicar os fundamentos físicos de dispositivos semicondutores, incluindo junções PN, diodos e transistores bipolares e MOS.

Descrever as etapas do processo de microfabricação de semicondutores (dopagem, implantação, oxidação, litografia, deposição e corrosão) e a infraestrutura necessária para sua realização.

Selecionar sensores e transdutores adequados a aplicações industriais e de saúde, a partir de seus princípios de funcionamento e características.

Analisar princípios de sistemas microeletromecânicos (MEMS) e sua aplicação em dispositivos para indústria e saúde.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

SZE, S. M.; LI, Y.; NG, K. K. **Physics of semiconductor devices**. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2021.

YANG, Z. (Ed.). **Advanced MEMS/NEMS fabrication and sensors**. Cham: Springer, 2021.

VIGNA, B.; FERRARI, P.; VILLA, F. F.; LASALANDRA, E.; ZERBINI, S. **Silicon sensors and actuators: the Feynman roadmap**. Cham: Springer, 2022.

TILLI, M.; PAULASTO-KRÖCKEL, M.; PETZOLD, M. (Ed.). **Handbook of silicon based MEMS materials and technologies**. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2020.

BHUSHAN, B. (Ed.). **Springer handbook of nanotechnology**. 4th ed. Cham: Springer, 2017.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

MADOU, M. J. **Fundamentals of microfabrication and nanotechnology**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2011.

FRADEN, J. **Handbook of modern sensors: physics, designs, and applications**. 5th ed. Cham: Springer, 2016.

TOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. de. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2020.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Materiais para a Microeletrônica

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Ciência dos materiais aplicada à microeletrônica. Estrutura cristalina, defeitos e propriedades elétricas, ópticas, térmicas e mecânicas dos materiais. Materiais semicondutores, condutores, dielétricos e magnéticos. Nanomateriais e nanoestruturas: síntese, propriedades e aplicações. Materiais para dispositivos eletrônicos, sensores e energia. Técnicas de caracterização de materiais. Tendências em materiais avançados para indústria e saúde.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Relacionar a estrutura cristalina e os defeitos dos materiais às suas propriedades elétricas, ópticas, térmicas e mecânicas.

Diferenciar materiais semicondutores, condutores, dielétricos e magnéticos quanto às suas aplicações em dispositivos eletrônicos.

Analisar a síntese e as propriedades de nanomateriais e nanoestruturas aplicadas a sensores, dispositivos eletrônicos e energia.

Selecionar técnicas de caracterização de materiais adequadas ao estudo de materiais avançados para indústria e saúde.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CALLISTER, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Materials science and engineering: an introduction**. 10th ed. Hoboken: Wiley, 2020.

SZE, S. M.; LI, Y.; NG, K. K. **Physics of semiconductor devices**. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2021.

REZENDE, S. M. **Materiais e dispositivos eletrônicos**. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2015. BALZARETTI, N. M. (Org.). **Tópicos em nanociência e nanotecnologia**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2012. v. 2.

SHACKELFORD, J. F. **Introduction to materials science for engineers**. 8th ed. Upper Saddle River: Pearson, 2015.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ASKELAND, D. R.; WRIGHT, W. J. **Ciência e engenharia dos materiais**. 3. ed. São Paulo: Cengage, 2019.

GUOZHONG, C. **Nanostructures and nanomaterials: synthesis, properties and applications**. 2nd ed. London: Imperial College Press, 2011.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Modelagem Térmica, Mecânica e Elétrica de Encapsulamentos

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Modelagem e simulação de encapsulamentos eletrônicos. Propriedades térmicas, mecânicas e elétricas dos materiais empregados em encapsulamento. Formulação de modelos computacionais

para

encapsulamentos:

simplificações

geométricas,

definição

das propriedades dos materiais, técnicas de homogeneização, trace mapping e redução de modelos. Definição de condições de contorno térmicas, mecânicas e elétricas. Discretização pelo Método dos Elementos Finitos: geração e refinamento de malhas, análise de convergência e critérios de qualidade. Modelagem térmica: condução, convecção e radiação; dissipação de calor, gestão térmica de componentes e sistemas. Modelagem mecânica: tensões, deformações, empenamento (warpage) fadiga termomecânica, comportamento de interconexões e confiabilidade de juntas de solda. Modelagem elétrica: extração de parâmetros S, avaliação de ruído, integridade de sinal, integridade de potência e compatibilidade eletromagnética. Modelagem de interconexões e tecnologias avançadas de encapsulamento. Métodos numéricos e elementos finitos aplicados a encapsulamentos. Cossimulação multifísica. Validação experimental de modelos numéricos.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Formular modelos computacionais de encapsulamentos eletrônicos, considerando simplificações geométricas, propriedades dos materiais e técnicas de homogeneização.

Aplicar o Método dos Elementos Finitos à modelagem térmica, mecânica e elétrica de encapsulamentos, avaliando convergência e qualidade de malha.

Analisar fenômenos de dissipação de calor, tensões, deformações, empenamento (warpage) e fadiga termomecânica em encapsulamentos eletrônicos.

Avaliar integridade de sinal e de potência e compatibilidade eletromagnética a partir de modelos elétricos de interconexões.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

LAU, J. H. **Semiconductor advanced packaging**. Singapore: Springer, 2021.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TUMMALA, R. R. **Fundamentals of device and systems packaging: technologies and applications**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2019.

LIU, Y. **Power electronic packaging: design, assembly process, reliability and modeling**. New York: Springer, 2012.

WONG, E. H.; MAI, Y.-W. **Robust design of microelectronics assemblies against mechanical shock, temperature and moisture**. Cambridge: Woodhead Publishing/Elsevier, 2015.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

GDOUTOS, E. E. **Fracture mechanics: an introduction**. 3rd ed. Cham: Springer, 2020.

LEE, H.-H. **Finite element simulations with ANSYS Workbench**. Mission: SDC Publications, 2018.

KIM, H. et al. Thermomechanical challenges of 2.5-D packaging: a review of warpage and interconnect reliability. **IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology**, v. 13, n. 10, p. 1624-1641, 2023. DOI: 10.1109/tcpmt.2023.3317383.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Manufatura de Placas de Circuito Impresso (PCI/SMT) e Compatibilidade

Eletromagnética

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Projeto e manufatura de placas de circuito impresso (PCI). Tecnologia de montagem em superfície (SMT): componentes, processos de solda, inspeção e qualidade. Projeto para manufatura e para teste (DFM/DFT). Integridade de sinal e de energia em PCIs de alta velocidade. Compatibilidade eletromagnética (EMC): emissão e susceptibilidade conduzida e irradiada; técnicas de aterramento, blindagem e filtragem. Normas e ensaios de EMC. Controle de descargas eletrostáticas (ESD).

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Projetar placas de circuito impresso (PCI) considerando requisitos de manufatura em tecnologia de montagem em superfície (SMT).

Aplicar princípios de projeto para manufatura e para teste (DFM/DFT) e avaliar processos de solda, inspeção e qualidade em PCIs.

Analisar integridade de sinal e de energia em PCIs de alta velocidade.

Aplicar técnicas de aterramento, blindagem e filtragem para atendimento a normas de compatibilidade eletromagnética (EMC) e controle de descargas eletrostáticas (ESD).

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

COOMBS, C. F.; HOLDEN, H. T. **Printed circuits handbook**. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2016. BOGATIN, E. **Signal and power integrity – simplified**. 3rd ed. Boston: Prentice Hall, 2018.

WILLIAMS, T. **EMC for product designers**. 5th ed. Oxford: Newnes, 2017.

CHRISTOPOULOS, C. **Principles and techniques of electromagnetic compatibility**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2022.

LAU, J. H. **Semiconductor advanced packaging**. Singapore: Springer, 2021.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

JOFFE, E. B.; LOCK, K.-S. **Grounds for grounding: a handbook from circuit to systems**. 2nd ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2023.

KELLER, R. B. **Design for electromagnetic compatibility — in a nutshell: theory and practice**. Cham: Springer, 2022.

ADAMCZYK, B. **Principles of electromagnetic compatibility: laboratory exercises and lectures**. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2023.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Sistemas Embarcados e Internet das Coisas (IoT)

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Arquitetura de sistemas embarcados: microcontroladores, microprocessadores e SoCs. Programação de baixo nível e sistemas operacionais de tempo real (RTOS). Periféricos, interrupções, temporização e restrições de tempo real. Interfaces e protocolos de comunicação. Internet das Coisas (IoT): arquiteturas, conectividade, protocolos (MQTT, CoAP) e plataformas. Segurança, gerenciamento de energia e processamento na borda. Aplicações industriais e em saúde.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Especificar e projetar arquiteturas de sistemas embarcados baseadas em microcontroladores, microprocessadores e SoCs.

Desenvolver software de baixo nível para sistemas embarcados, considerando restrições de tempo real e o uso de sistemas operacionais de tempo real (RTOS).

Especificar arquiteturas, protocolos (MQTT, CoAP) e plataformas de Internet das Coisas (IoT) adequados a aplicações industriais e de saúde.

Avaliar requisitos de segurança, gerenciamento de energia e processamento na borda em soluções de sistemas embarcados e IoT.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

MARWEDEL, P. **Embedded system design: embedded systems foundations of cyber-physical systems, and the internet of things**. 4th ed. Cham: Springer, 2021.

CERQUEIRA, M. V. B. et al. **Sistemas operacionais embarcados**. Porto Alegre: SAGAH, 2021.

KOLBE JÚNIOR, A.; TELLES, A. **Smart IoT: a revolução da internet das coisas para negócios inovadores**. Curitiba: InterSaberes, 2022.

ALMEIDA, R. M. A. de; MORAES, C. H. V.; SERAPHIM, T. F. P. **Programação de sistemas embarcados: desenvolvendo software para microcontroladores em linguagem C**. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

LEE, E. A.; SESHIA, S. A. **Introduction to embedded systems: a cyber-physical systems approach**. 2nd ed. Cambridge: MIT Press, 2017.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

WOLF, M. **Computers as components: principles of embedded computing system design**. 4th ed. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016.

VALVANO, J. W. **Embedded systems: real-time interfacing to ARM Cortex-M microcontrollers**. 5th ed. [S. l.]: CreateSpace, 2017.

BUYYA, R.; DASTJERDI, A. V. **Internet of Things: principles and paradigms**. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Aprendizado de Máquina Embarcado e IA em Hardware

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Inteligência artificial em sistemas embarcados e dispositivos de borda. Fundamentos de aprendizado de máquina e redes neurais. Otimização de modelos para hardware restrito: quantização, poda e compressão. Frameworks de TinyML e inferência em microcontroladores. Aceleradores de hardware para IA: GPUs, FPGAs e ASICs. Coprojeto hardware-software. Eficiência energética e desempenho. Aplicações de Edge AI em indústria e saúde.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Aplicar fundamentos de aprendizado de máquina e redes neurais ao projeto de soluções de inteligência artificial embarcada em dispositivos de borda.

Empregar técnicas de otimização de modelos para hardware restrito, como quantização, poda e compressão.

Utilizar frameworks de TinyML para inferência em microcontroladores, avaliando desempenho e consumo energético.

Avaliar aceleradores de hardware para IA (GPUs, FPGAs e ASICs) e estratégias de coprojeto hardware-software para aplicações de Edge AI em indústria e saúde.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

SITUNAYAKE, D.; PLUNKETT, J. **AI at the edge: solving real-world problems with embedded machine learning**. Sebastopol: O'Reilly, 2023.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial: uma abordagem moderna**. 4. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.

IODICE, G. M. **TinyML cookbook**. Birmingham: Packt, 2022.

GÉRON, A. **Mãos à obra: aprendizado de máquina com Scikit-Learn, Keras & TensorFlow**. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021.

DAVID, R.; DUKE, J.; JAIN, A. et al. **TensorFlow Lite Micro: embedded machine learning for TinyML systems**. In: PROCEEDINGS OF MACHINE LEARNING AND SYSTEMS (MLSys), 3., 2021.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

SZE, V.; CHEN, Y.-H.; YANG, T.-J.; EMER, J. S. **Efficient processing of deep neural networks**. [S. l.]: Morgan & Claypool, 2020.

WARDEN, P.; SITUNAYAKE, D. **TinyML: machine learning with TensorFlow Lite on Arduino and ultra-low-power microcontrollers**. Sebastopol: O'Reilly, 2019.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. Cambridge: MIT Press, 2016.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Instrumentação Eletrônica e Aquisição de Sinais

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Princípios de instrumentação eletrônica e medição. Sensores e transdutores: características estáticas e dinâmicas. Condicionamento de sinais: amplificação, filtragem, linearização e isolamento. Conversão analógico-digital e digital-analógica. Aquisição de dados: amostragem, quantização e instrumentação virtual. Erros, incerteza de medição e calibração. Sistemas de medição computadorizados e comunicação com instrumentos. Aplicações industriais.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Selecionar sensores e transdutores adequados a uma aplicação de medição, considerando suas características estáticas e dinâmicas.

Projetar circuitos de condicionamento de sinais (amplificação, filtragem, linearização e isolamento) para sistemas de instrumentação.

Especificar sistemas de conversão analógico-digital e digital-analógica e de aquisição de dados, considerando amostragem e quantização.

Avaliar erros e incerteza de medição em sistemas de medição computadorizados aplicados à indústria.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

TOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. de. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. 9. ed. São Paulo: Érica, 2020.

BRITO, F. **Sensores e atuadores**. São Paulo: Érica, 2017.

WEBSTER, J. G.; EREN, H. **Measurement, instrumentation, and sensors handbook**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.

AGUIRRE, L. A. **Fundamentos de instrumentação**. São Paulo: Pearson, 2013.

PELGROM, M. **Analog-to-digital conversion**. 4th ed. Cham: Springer, 2022.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

FRADEN, J. **Handbook of modern sensors**. 5th ed. Cham: Springer, 2016.

NORTHROP, R. B. **Introduction to instrumentation and measurements**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.

DOEBELIN, E. O.; MANIK, D. N. **Measurement systems: application and design**. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Fundamentos de Automação, Energia e Sistemas Elétricos

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Fundamentos integrados de automação, energia e sistemas elétricos. Circuitos elétricos e análise de sistemas de potência em regime permanente. Conversão eletromecânica de energia e máquinas elétricas. Eletrônica de potência básica. Sistemas de automação: sensores, atuadores e controladores. Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Qualidade e eficiência energética. Introdução às redes elétricas inteligentes e à automação industrial. Sustentabilidade e transição energética.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Analisar circuitos elétricos e sistemas de potência em regime permanente, relacionando-os a processos de conversão eletromecânica de energia.

Descrever princípios de eletrônica de potência básica aplicados a sistemas de automação e energia.

Relacionar sensores, atuadores e controladores a sistemas de automação industrial, considerando geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

Discutir conceitos de qualidade e eficiência energética, redes elétricas inteligentes e transição energética.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BIM, E. **Máquinas elétricas e acionamento**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

KOMURCUGIL, H.; BAYHAN, S.; GUZMAN, R.; MALINOWSKI, M.; ABU-RUB, H. **Advanced control of power converters: techniques and MATLAB/Simulink implementation**. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2023.

UMANS, S. D. **Máquinas elétricas de Fitzgerald e Kingsley**. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

CHAPMAN, S. J. **Fundamentos de máquinas elétricas**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

FILIPPO FILHO, G. **Automação de processos e de sistemas**. São Paulo: Érica, 2014.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

IRWIN, J. D.; NELMS, R. M. **Análise básica de circuitos para engenharia**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

HART, D. W. **Eletrônica de potência: análise e projetos de circuitos**. Porto Alegre: AMGH, 2012. RASHID, M. H. **Eletrônica de potência: dispositivos, circuitos e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Sistemas de Controle Inteligente

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Modelagem de sistemas dinâmicos lineares e não lineares. Representação por funções de transferência e por espaço de estados. Análise no domínio do tempo e da frequência. Estabilidade, desempenho e robustez. Projeto de controladores clássicos (PID) e por realimentação de estados. Controle digital. Introdução ao controle inteligente: lógica nebulosa, redes neurais e controle adaptativo. Identificação de sistemas. Aplicações em automação e energia.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Modelar sistemas dinâmicos lineares e não lineares por meio de funções de transferência e representações em espaço de estados.

Analisar estabilidade, desempenho e robustez de sistemas de controle no domínio do tempo e da frequência.

Projetar controladores clássicos (PID) e por realimentação de estados, incluindo estratégias de controle digital.

Aplicar conceitos de controle inteligente (lógica nebulosa, redes neurais e controle adaptativo) e de identificação de sistemas a problemas de automação e energia.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

FRANKLIN, G. F.; POWELL, J. D.; EMAMI-NAEINI, A. **Feedback control of dynamic systems**. 8th ed. Boston: Pearson, 2022.

DORF, R. C.; BISHOP, R. H. **Modern control systems**. 14th ed. Boston: Pearson, 2022.

NISE, N. S. **Engenharia de sistemas de controle**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

CHEN, C.-T. **Linear system theory and design**. 4th ed. New York: Oxford University Press, 2013. AGUIRRE, L. A. **Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não lineares aplicadas a sistemas reais**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ADAMY, J. **Nonlinear systems and controls**. 2nd ed. Berlin: Springer Vieweg, 2024.

ÅSTRÖM, K. J.; MURRAY, R. M. **Feedback systems: an introduction for scientists and engineers**. 2nd ed. Princeton: Princeton University Press, 2021.

LIAN, B.; XUE, W.; LEWIS, F. L.; MODARES, H.; KIUMARSI, B. **Integral and inverse reinforcement learning for optimal control systems and games**. Cham: Springer, 2024.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Robótica e Sistemas Autônomos

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Fundamentos de robótica e de sistemas autônomos. Cinemática e dinâmica de manipuladores e robôs móveis. Modelagem, planejamento de trajetórias e controle de movimento. Sensores e percepção em robótica. Localização, mapeamento e navegação (SLAM). Sistemas robóticos colaborativos e autônomos. Arquiteturas de software para robótica (ROS). Inteligência artificial aplicada à robótica. Aplicações industriais e em serviços.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Modelar a cinemática e a dinâmica de manipuladores e robôs móveis.

Planejar trajetórias e projetar estratégias de controle de movimento para sistemas robóticos. Aplicar técnicas de localização, mapeamento e navegação (SLAM) a partir de dados de sensores e percepção em robótica.

Desenvolver soluções de robótica utilizando arquiteturas de software como o ROS, integrando inteligência artificial a aplicações industriais e de serviços.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

DUDEK, G.; JENKIN, M. **Computational principles of mobile robotics**. 3rd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

CORKE, P. **Robotics, vision and control: fundamental algorithms in Python**. 3rd ed. Cham: Springer, 2023.

JOSEPH, L.; CACACE, J. **Mastering ROS for robotics programming**. 3rd ed. Birmingham: Packt, 2021.

SPONG, M. W.; HUTCHINSON, S.; VIDYASAGAR, M. **Robot modeling and control**. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2020.

MATARIĆ, M. J. **Introdução à robótica**. São Paulo: Edusp/Blucher, 2014.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

JAZAR, R. N. **Theory of applied robotics: kinematics, dynamics, and control**. 3rd ed. Cham: Springer, 2022.

LYNCH, K. M.; PARK, F. C. **Modern robotics: mechanics, planning, and control**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.

BARFOOT, T. D. **State estimation for robotics**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2024.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Automação Industrial: SCADA, MES e Indústria 4.0

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Automação de processos industriais. Controladores lógicos programáveis (CLP) e linguagens de programação (IEC 61131-3). Redes industriais e protocolos de comunicação. Sistemas de supervisão e aquisição de dados (SCADA). Sistemas de execução da manufatura (MES) e integração com sistemas corporativos. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: IoT industrial, computação em nuvem e na borda, big data. Integração vertical e horizontal. Segurança em sistemas de automação.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Especificar soluções de automação de processos industriais com controladores lógicos programáveis (CLP), utilizando linguagens da norma IEC 61131-3.

Selecionar redes industriais e protocolos de comunicação adequados a sistemas de supervisão e aquisição de dados (SCADA).

Integrar sistemas de execução da manufatura (MES) a sistemas corporativos, considerando integração vertical e horizontal.

Avaliar tecnologias da Indústria 4.0 (IoT industrial, computação em nuvem e na borda, big data) e requisitos de segurança em sistemas de automação.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

KOMURCUGIL, H.; BAYHAN, S.; GUZMAN, R.; MALINOWSKI, M.; ABU-RUB, H. **Advanced control of power converters: techniques and MATLAB/Simulink implementation**. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2023.

SACOMANO, J. B.; GONÇALVES, R. F.; BONILLA, S. H. (Org.). **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2018.

FILIPPO FILHO, G. **Automação de processos e de sistemas**. São Paulo: Érica, 2014.

GROOVER, M. P. **Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing**. 5th ed. Boston: Pearson, 2019.

MEHTA, B. R.; REDDY, Y. J. **Industrial process automation systems: design and implementation**. Oxford: Butterworth-Heinemann/Elsevier, 2015.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

PRUDENTE, F. **Automação industrial: PLC: programação e instalação**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020. E-book. ISBN 9788521637110.

SEBORG, D. E.; EDGAR, T. F.; MELLICHAMP, D. A. **Process dynamics and control**. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2016.

LAMB, F. **Automação industrial na prática**. Porto Alegre: AMGH, 2015.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Sistemas Ciberfísicos, Gêmeos Digitais e Manufatura Inteligente

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Sistemas ciberfísicos (CPS): conceitos, arquiteturas e integração entre os mundos físico e computacional. Gêmeos digitais (digital twins): modelagem, simulação e sincronização com ativos reais. Manufatura inteligente e fábrica digital. Sensoriamento, conectividade e interoperabilidade. Modelagem e simulação de sistemas de produção. Análise de dados e otimização de processos. Segurança e confiabilidade de CPS. Aplicações na Indústria 4.0.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Descrever conceitos e arquiteturas de sistemas ciberfísicos (CPS) e sua integração entre os mundos físico e computacional.

Modelar e simular gêmeos digitais (digital twins), avaliando sua sincronização com ativos reais. Aplicar técnicas de modelagem e simulação de sistemas de produção a problemas de manufatura inteligente e fábrica digital.

Avaliar aspectos de segurança e confiabilidade de sistemas ciberfísicos em aplicações de Indústria 4.0.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

TAO, F.; ZHANG, M.; NEE, A. Y. C. **Digital twin driven smart manufacturing**. London: Academic Press, 2019.

LEE, E. A.; SESHIA, S. A. **Introduction to embedded systems: a cyber-physical systems approach**. 2nd ed. Cambridge: MIT Press, 2017.

KRITZINGER, W.; KARNER, M.; TRAAR, G.; HENJES, J.; SIHN, W. **Digital Twin in manufacturing: a categorical literature review and classification**. IFAC-PapersOnLine, v. 51, n. 11, p. 1016-1022, 2018.

LEE, J.; BAGHERI, B.; KAO, H.-A. **A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems**. Manufacturing Letters, v. 3, p. 18-23, 2015.

NEGRI, E.; FUMAGALLI, L.; MACCHI, M. **A review of the roles of digital twin in CPS-based production systems**. Procedia Manufacturing, v. 11, p. 939-948, 2017.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ALUR, R. **Principles of cyber-physical systems**. Cambridge: MIT Press, 2015.

ZEIGLER, B. P.; MUZY, A.; KOFMAN, E. **Theory of modeling and simulation**. 3rd ed. London: Academic Press, 2018.

GRIEVES, M.; VICKERS, J. **Digital twin: mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems**. In: KAHLEN, F.-J.; FLUMERFELT, S.; ALVES, A. (Ed.). Transdisciplinary perspectives on complex systems. Cham: Springer, 2017. p. 85-113.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Eletrônica de Potência e Acionamentos

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Dispositivos semicondutores de potência e suas características. Conversores estáticos: retificadores, conversores CC-CC, inversores e conversores CA-CA. Técnicas de modulação (PWM). Acionamento e controle de máquinas elétricas: motores CC, de indução e síncronos. Controle escalar e vetorial. Aplicações em energias renováveis, mobilidade elétrica e indústria. Qualidade de energia em sistemas com eletrônica de potência. Projeto térmico de conversores.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Analisar as características de dispositivos semicondutores de potência aplicados a conversores estáticos.

Projetar conversores estáticos (retificadores, conversores CC-CC, inversores e conversores CA-CA) empregando técnicas de modulação PWM.

Especificar estratégias de acionamento e controle escalar e vetorial de máquinas elétricas (motores CC, de indução e síncronos).

Avaliar aplicações de eletrônica de potência em energias renováveis e mobilidade elétrica, considerando qualidade de energia e projeto térmico de conversores.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

KOMURCUGIL, H.; BAYHAN, S.; GUZMAN, R.; MALINOWSKI, M.; ABU-RUB, H. **Advanced control of power converters: techniques and MATLAB/Simulink implementation**. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2023.

ERICKSON, R. W.; MAKSIMOVIC, D. **Fundamentals of power electronics**. 3rd ed. Cham: Springer, 2020.

RASHID, M. H. (Ed.). **Power electronics handbook**. 4th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2018.

ARRABAÇA, D. A.; GIMENEZ, S. P. **Eletrônica de potência: conversores de energia CA/CC – teoria, prática e simulação**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2016.

PETRUZELLA, F. D. **Motores elétricos e acionamentos**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

RASHID, M. H. **Eletrônica de potência: dispositivos, circuitos e aplicações**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

HART, D. W. **Eletrônica de potência: análise e projetos de circuitos**. Porto Alegre: AMGH, 2012. KRAUSE, P. C.; WASYNCZUK, O.; SUDHOFF, S. D. **Analysis of electric machinery and drive systems**. 3rd ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2013.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Eficiência e Qualidade da Energia Elétrica

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Qualidade da energia elétrica: distúrbios, harmônicos, afundamentos, flutuações e desequilíbrios. Medição e análise de indicadores de qualidade. Processamento digital de sinais aplicado à análise de distúrbios. Continuidade e confiabilidade de sistemas elétricos. Eficiência energética: diagnóstico, ações e gestão. Compensação de reativos e filtros. Normas e regulamentação. Impacto de cargas não lineares e da geração distribuída na qualidade da energia.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Caracterizar distúrbios de qualidade da energia elétrica (harmônicos, afundamentos, flutuações e desequilíbrios) e seus métodos de medição.

Aplicar técnicas de processamento digital de sinais à análise de distúrbios elétricos.

Avaliar continuidade e confiabilidade de sistemas elétricos e propor ações de eficiência energética a partir de diagnósticos.

Especificar soluções de compensação de reativos e filtros, considerando normas e regulamentação vigentes e o impacto de cargas não lineares e da geração distribuída.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Procedimentos de distribuição de energia elétrica no sistema elétrico nacional – PRODIST, Módulo 8: qualidade da energia elétrica.**

Brasília: ANEEL, 2023.

LEÃO, R. **Harmônicos em sistemas elétricos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CAPELLI, A. **Energia elétrica: qualidade e eficiência para aplicações industriais**. São Paulo: Érica, 2013.

DUGAN, R. C.; McGRANAGHAN, M. F.; SANTOSO, S.; BEATY, H. W. **Electrical power systems quality**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012.

DINIZ, P. S. R.; DA SILVA, E. A. B.; NETTO, S. L. **Processamento digital de sinais: projeto e análise de sistemas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

THUMANN, A.; MEHTA, D. P. **Handbook of energy engineering**. 8th ed. Lilburn: Fairmont Press/CRC Press, 2020.

FUCHS, E. F.; MASOUM, M. A. S. **Power quality in power systems, electrical machines, and power-electronic drives**. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier, 2023.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Análise, Operação e Proteção de Sistemas Elétricos de Potência

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Modelagem e análise de sistemas elétricos de potência. Fluxo de potência e análise de curto-circuito. Operação e controle de sistemas de potência. Estabilidade de sistemas elétricos. Planejamento da operação. Proteção de sistemas elétricos: filosofia, relés, esquemas e coordenação. Proteção de equipamentos e linhas de transmissão. Automação de subestações. Confiabilidade e segurança operativa. Impacto da geração distribuída e das microrredes.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Modelar sistemas elétricos de potência e realizar análises de fluxo de potência e de curto-circuito.

Avaliar a operação, o controle e a estabilidade de sistemas elétricos de potência, considerando o planejamento da operação.

Especificar esquemas de proteção de sistemas elétricos (relés, filosofia de proteção e coordenação) para equipamentos e linhas de transmissão.

Analisar o impacto da geração distribuída e das microrredes na confiabilidade, na segurança operativa e na automação de subestações.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

KUNDUR, P.; MALIK, O. P. **Power system stability and control**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 2022.

GLOVER, J. D.; SARMA, M. S.; OVERBYE, T. J.; BIRCHFIELD, A. **Power system analysis and design**. 7th ed. Boston: Cengage, 2022.

HOROWITZ, S. H.; PHADKE, A. G.; HENVILLE, C. F. **Power system relaying**. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2023.

ANDERSON, P. M.; HENVILLE, C. F.; RIFAAT, R.; JOHNSON, B.; MELIOPOULOS, S. **Power system protection**. 2nd ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2021.

KINDERMANN, G. **Proteção de sistemas elétricos de potência**. 3. ed. Florianópolis: Edição do Autor, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

MAMEDE FILHO, J.; MAMEDE, D. R. **Proteção de sistemas elétricos de potência**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

MONTICELLI, A.; GARCIA, A. **Introdução a sistemas de energia elétrica**. 2. ed. Campinas: Editora Unicamp, 2011.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Redes Elétricas Inteligentes e Microrredes (Smart Grids)

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Conceitos e arquiteturas de redes elétricas inteligentes (smart grids). Infraestrutura de medição avançada (AMI) e comunicação. Automação da distribuição e autorrecuperação. Microrredes: topologias, controle e operação conectados. Integração de geração distribuída, armazenamento e recursos energéticos distribuídos. Resposta à demanda e gestão pelo lado da demanda. Cibersegurança em smart grids. Aspectos regulatórios e modelos de mercado.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Descrever conceitos e arquiteturas de redes elétricas inteligentes (smart grids), incluindo infraestrutura de medição avançada (AMI) e comunicação.

Analisar topologias, controle e operação (ilhada e conectada) de microrredes, considerando a integração de geração distribuída, armazenamento e recursos energéticos distribuídos.

Avaliar estratégias de automação da distribuição, autorrecuperação e resposta à demanda em redes elétricas inteligentes.

Discutir aspectos de cibersegurança, regulação e modelos de mercado aplicados a smart grids e microrredes.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

RAHMANI-ANDEBILI, M. (Ed.). **Design, control, and operation of microgrids in smart grids**. Cham: Springer, 2021.

RIBEIRO, P. F.; SALLES, R. **Distributed energy storage in urban smart grids**. London: Institution of Engineering and Technology, 2023.

SOUZA, A. C. Z. de; BONATTO, B. D.; RIBEIRO, P. F. (Org.). **Integração de renováveis e redes elétricas inteligentes**. São Paulo: Editora Interciência, 2020.

CANTANE, D. A.; ANDO JUNIOR, O. H.; HAMERSCHMIDT, M. B. **Tecnologias de armazenamento de energia aplicadas ao setor elétrico brasileiro**. Curitiba: Editora Scienza, 2020.

KEYHANI, A. **Design of smart power grid renewable energy systems**. 2nd ed. Hoboken: Wiley-IEEE Press, 2016.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

EKANAYAKE, J.; JENKINS, N.; LIYANAGE, K.; WU, J.; YOKOYAMA, A. **Smart grid: technology and applications**. Chichester: Wiley, 2012.

HATZIARGYRIOU, N. **Microgrids: architectures and control**. Chichester: Wiley-IEEE Press, 2014. MAHMOUD, M. S. **Microgrid: advanced control methods and renewable energy system integration**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2017.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: IA e Ciência de Dados para Energia, Automação e Manutenção Preditiva

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Inteligência artificial e ciência de dados aplicadas à energia e à automação. Aquisição, tratamento e análise de dados de sistemas industriais e elétricos. Aprendizado de máquina supervisionado e não supervisionado. Previsão de séries temporais (carga e geração). Detecção de anomalias e diagnóstico de falhas. Manutenção preditiva e gestão de ativos. Otimização de operação. Gêmeos digitais e analytics. Plataformas e implantação de modelos. Estudos de caso em energia e automação.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Aplicar técnicas de aquisição, tratamento e análise de dados de sistemas industriais e elétricos. Empregar algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado e não supervisionado à previsão de séries temporais de carga e geração.

Desenvolver soluções de detecção de anomalias e diagnóstico de falhas voltadas à manutenção preditiva e à gestão de ativos.

Avaliar o uso de gêmeos digitais e de plataformas de implantação de modelos de IA em estudos de caso de energia e automação.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

TYAGI, A. K.; TIWARI, S.; SONI, G. (Ed.). **Data analytics and artificial intelligence for predictive maintenance in smart manufacturing**. Boca Raton: Routledge, 2024.

GÉRON, A. **Mãos à obra: aprendizado de máquina com Scikit-Learn, Keras & TensorFlow**. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2021.

FACELI, K.; LORENA, A. C.; GAMA, J.; CARVALHO, A. C. P. L. F. **Inteligência artificial: uma abordagem de aprendizado de máquina**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**. 3rd ed. Melbourne: OTexts, 2021.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência artificial: uma abordagem moderna**. 4. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

MOLEDA, M. et al. From corrective to predictive maintenance — a review of maintenance approaches for the power industry. **Sensors**, v. 23, n. 13, art. 5970, 2023. DOI: 10.3390/s23135970.

JAMES, G.; WITTEN, D.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R.; TAYLOR, J. **An introduction to statistical learning: with applications in Python**. Cham: Springer, 2023.

BISHOP, C. M.; BISHOP, H. **Deep learning: foundations and concepts**. Cham: Springer, 2024.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Trabalho de Pesquisa (produção qualificada, artigo ou produto)

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Desenvolvimento de trabalho de pesquisa aplicada sob orientação, voltado à produção qualificada (artigo científico, produto técnico ou tecnológico). Definição do problema, objetivos e justificativa. Revisão bibliográfica e estado da arte. Métodos de pesquisa e desenvolvimento. Coleta e análise de resultados. Redação científica e técnica. Aspectos éticos e de propriedade intelectual. Preparação de submissão a periódicos, eventos ou registro de produtos. Comunicação de resultados.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Definir o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa de um trabalho de produção qualificada, a partir de revisão bibliográfica e do estado da arte.

Selecionar e aplicar métodos de pesquisa e desenvolvimento adequados à elaboração de artigo científico ou produto técnico ou tecnológico.

Redigir textos científicos e técnicos observando princípios éticos e de propriedade intelectual. Preparar a submissão de resultados de pesquisa a periódicos, eventos científicos ou processos de registro de produtos.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

VOLPATO, G. L. **Dicas para redação científica**. 6. ed. São Paulo: Best Writing, 2021.

CARGILL, M.; O'CONNOR, P. **Writing scientific research articles: strategy and steps**. 3rd ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2021.

WAZLAWICK, R. S. **Metodologia de pesquisa para ciência da computação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação – citações em documentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

ECO, U. **Como se faz uma tese**. 27. ed. São Paulo: Perspectiva, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação – referências – elaboração**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018 (correção 2:2020).

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Tópicos Especiais I

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Disciplina de conteúdo variável destinada ao estudo aprofundado de temas emergentes e relevantes em Engenharia Elétrica, alinhados às linhas de atuação do Programa e à atuação profissional. O tema específico, a ementa detalhada e a bibliografia são definidos pelo professor responsável e aprovados pelo Colegiado a cada oferta, permitindo incorporar avanços recentes da área sem necessidade de alteração regimental. Atividades teóricas e práticas voltadas à aplicação e à produção técnica e científica.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Aprofundar o estudo de tema emergente e relevante em Engenharia Elétrica, definido pelo professor responsável a cada oferta, relacionando-o às linhas de atuação do Programa.

Analisar criticamente o estado da arte do tema específico da oferta, a partir de literatura atualizada da área.

Aplicar métodos e técnicas próprios do tema estudado ao desenvolvimento de atividades teóricas e práticas.

Produzir resultado técnico ou científico relacionado ao tema da oferta, alinhado à atuação profissional do egresso.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

A bibliografia básica é definida pelo professor responsável a cada oferta, em função do tema específico aprovado pelo Colegiado, privilegiando obras de referência atualizadas e artigos recentes de periódicos qualificados da área de Engenharias IV.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

A bibliografia complementar é composta por artigos de periódicos e anais de eventos científicos recentes, normas técnicas e relatórios pertinentes ao tema, indicados no plano de ensino de cada oferta.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Tópicos Especiais II

Carga horária: 45

Créditos: 03

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Disciplina de conteúdo variável destinada ao estudo aprofundado de temas emergentes e relevantes em Engenharia Elétrica, alinhados às linhas de atuação do Programa e à atuação profissional. O tema específico, a ementa detalhada e a bibliografia são definidos pelo professor responsável e aprovados pelo Colegiado a cada oferta, permitindo incorporar avanços recentes da área sem necessidade de alteração regimental. Atividades teóricas e práticas voltadas à aplicação e à produção técnica e científica.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Aprofundar o estudo de tema emergente e relevante em Engenharia Elétrica, definido pelo professor responsável a cada oferta, relacionando-o às linhas de atuação do Programa.

Analisar criticamente o estado da arte do tema específico da oferta, a partir de literatura atualizada da área.

Aplicar métodos e técnicas próprios do tema estudado ao desenvolvimento de atividades teóricas e práticas.

Produzir resultado técnico ou científico relacionado ao tema da oferta, alinhado à atuação profissional do egresso.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

A bibliografia básica é definida pelo professor responsável a cada oferta, em função do tema específico aprovado pelo Colegiado, privilegiando obras de referência atualizadas e artigos recentes de periódicos qualificados da área de Engenharias IV.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

A bibliografia complementar é composta por artigos de periódicos e anais de eventos científicos recentes, normas técnicas e relatórios pertinentes ao tema, indicados no plano de ensino de cada oferta.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Tópicos Especiais III

Carga horária: 45

Créditos: 03

EMENTA

Disciplina de conteúdo variável destinada ao estudo aprofundado de temas emergentes e relevantes em Engenharia Elétrica, alinhados às linhas de atuação do Programa e à atuação profissional. O tema específico, a ementa detalhada e a bibliografia são definidas pelo professor responsável e aprovados pelo Colegiado a cada oferta, permitindo incorporar avanços recentes da área sem necessidade de alteração regimental. Atividades teóricas e práticas voltadas à aplicação e à produção técnica e científica.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Aprofundar o estudo de tema emergente e relevante em Engenharia Elétrica, definido pelo professor responsável a cada oferta, relacionando-o às linhas de atuação do Programa.

Analisar criticamente o estado da arte do tema específico da oferta, a partir de literatura atualizada da área.

Aplicar métodos e técnicas próprios do tema estudado ao desenvolvimento de atividades teóricas e práticas.

Produzir resultado técnico ou científico relacionado ao tema da oferta, alinhado à atuação profissional do egresso.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

A bibliografia básica é definida pelo professor responsável a cada oferta, em função do tema específico aprovado pelo Colegiado, privilegiando obras de referência atualizadas e artigos recentes de periódicos qualificados da área de Engenharias IV.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

A bibliografia complementar é composta por artigos de periódicos e anais de eventos científicos recentes, normas técnicas e relatórios pertinentes ao tema, indicados no plano de ensino de cada oferta.

IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Nível: Mestrado Profissional

Disciplina: Seminário de Andamento

Carga horária: 15

Créditos: 01

Área temática: ENGELET (Engenharia Elétrica)

EMENTA

Apresentação e discussão do andamento do trabalho de pesquisa do discente perante o corpo docente e discente do Programa. Exposição do problema de pesquisa, dos objetivos, da revisão bibliográfica, dos métodos empregados e dos resultados parciais obtidos. Avaliação crítica do planejamento e do cronograma das etapas subsequentes do trabalho. Desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e de argumentação técnico-científica perante banca ou audiência acadêmica.

COMPETÊNCIAS E OBJETIVOS

Apresentar de forma clara e objetiva o andamento do trabalho de pesquisa, situando problema, objetivos, métodos e resultados parciais.

Receber e responder a arguições e sugestões do corpo docente e discente, incorporando-as ao planejamento das etapas subsequentes da pesquisa.

Desenvolver habilidades de comunicação oral e de argumentação técnico-científica perante uma banca ou audiência acadêmica.

Exercitar a autoavaliação crítica do cronograma e dos riscos do projeto de pesquisa.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

CARGILL, M.; O'CONNOR, P. **Writing scientific research articles: strategy and steps**. 3rd ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2021.

SCHWABISH, J. **Better data visualizations: a guide for scholars, researchers, and wonks**. New York: Columbia University Press, 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

VOLPATO, G. L. **Dicas para redação científica**. 6. ed. São Paulo: Best Writing, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação – citações em documentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

HOFMANN, A. H. **Scientific writing and communication: papers, proposals, and presentations**. 4th ed. New York: Oxford University Press, 2019.

SCHWABISH, J. **Better presentations: a guide for scholars, researchers, and wonks**. New York: Columbia University Press, 2016.

DUARTE, N. **DataStory: explain data and inspire action through story**. [S. l.]: Ideapress Publishing, 2019.