

### IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Gestão de Projetos de Engenharia

Semestre: 2018/2

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 e Teoria de Decisão;
- Acompanhamento de projetos;  
Documentação;  
Principais *softwares* para gestão de projetos;
- Casos reais.

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

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.

PMBOK Guide. **A guide to the project management body of knowledge**. 3rd ed. USA, 2004.

### 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;
- Eventualmente, 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: 2018/2

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. **ULSI 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: Modelamento Térmico, Mecânico e Elétrico de Encapsulamentos

Semestre: 2018/2

Carga horária: 60

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108617

Professor: Eduardo Luis Rhod

**EMENTA**

Processos de transferência de calor: condução, convecção e radiação, aplicados a componentes eletrônicos e encapsulamento. Resistências térmicas, distribuição de temperatura, difusão de calor, modelamento térmico considerando modos de transferência de calor combinados e efeitos transientes. Dissipação de calor. Análise mecânica do encapsulamento, efeitos da vibração e choques e mecanismos de falhas. Sistemas com e sem isolamento. Avaliação termomecânica, efeitos das cargas térmicas no comportamento mecânico do sistema. Princípios físicos da resistividade, da rigidez dielétrica, da dilatação térmica, da condutividade térmica e da resistência mecânica dos materiais. Características elétricas, mecânicas e térmicas dos materiais empregados nos encapsulamentos. Modelos elétricos para o encapsulamento. Modelo RLC e extração dos parâmetros RLC. Integridade do Sinal em frequências elevadas. Técnicas e ferramentas para o modelamento elétrico, mecânico e térmico dos encapsulamentos. Modelamento elétrico para as novas tecnologias 3D stacking, SiP e WLP. Exercícios de modelamento Elétrico, Térmico e Mecânico.

**CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- Apresentação da disciplina, laboratórios. Visão geral, motivação, contexto;
- Introdução ao MEF – tipos de elementos, barra, viga, tetraédrico, hexaédrico, cascas, placa, Solução analítica versus CAE;
- Geração de Malhas – convergência de resultados;
- Tensão Equivalente de von Mises, critérios de falha Guest-Tresca, Rankine, von Mises, Análise de tensões e interpretação de resultados;
- Processos de Transferência de calor: Condução: equação da condução de calor, condutividade térmica, distribuição de temperatura, resistências térmicas;
- Condutância térmica, superfícies estendidas, condução 2D e 3D. Convecção forçada externa e interna, regimes de escoamento, n<sup>o</sup>s adimensionais, correlações para cálculo do coeficiente de transferência de calor;
- Convecção natural, cálculo de temperatura interna; Radiação térmica; Mecanismos combinados. Transferência de calor transiente;
- Problemas térmicos com o encapsulamento eletrônico, deformações, resfriamento eletrônico;
- Introdução sobre integridade de sinal. Frequência, tempo de subida e harmônicas. Visualização de Campos Magnéticos. Impedância. Reflexão, Linhas de Transmissão;

- SSN (Simultaneous Switching Noise). EMI, Crosstalk, Trilhas Diferenciais, Integridade de Potência, Efeito de Superfície, Perdas no Dielétrico, Controle de Temperatura em Trilhas;
- Tópicos Avançados de Integridade de Sinal para altas velocidades e produtos específicos;
- Uso de ferramentas Ansys, SIwave, Designer, HFSS;
- Aulas para desenvolvimento de projetos práticos.

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

INCROPETA, F. P. et al. **Fundamentos de transferência de calor e massa**. 6. ed. São Paulo: LTC. 2008.

JAMNIA, A. **Practical guide to the packaging of electronics: thermal and mechanical design and analysis**. 2nd. ed. Boca Raton: CRC, 2009.

LI, E. **Electrical modeling and design for 3d system integration: 3D integrated circuits and packaging, signal integrity, power integrity and EMC**. New York: Wiley, 2012.

MOORE, T.; MCKENNA, R.; BRUNDLE, C. **Characterization of integrated circuit packaging materials**. New Jersey: Momentum. 2010.

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

ARDEBILI, H.; PECHT, M. **Encapsulation technologies for electronic applications**. Amsterdam: Elsevier, 2004.

BEJAN, A.; TSATSARONIS, G.; MORAN, M. **Thermal design & optimization**. New York: Wiley Interscience, 1996.

CHEN, A.; LO, R. H. **Semiconductor packaging: materials interaction and reliability**. Boca Raton: CRC, 2011.

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

GREIG, W. **Integrated circuit packaging, assembly and interconnections**. New York: Springer, 2006.

HARPER, C. **Electronic packaging and interconnection handbook**. New York: McGraw-Hill, 2006.

KRUM, A. **Electronic packaging and interconnection handbook**. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 2000.

McKEOWN, S. A. **Mechanical analysis of electronic packaging systems**. New York: Marcel Dekker, 1999.

PIERSOL A. G.; PAEZ T. L. **Harry's shock and vibration handbook**. 6th ed. McGraw-Hill, 2004.

STEINBERG, D. **Cooling techniques for electronic equipment**. 2nd ed. New York: John Wiley and Sons, 1991.

STEINBERG, D. **Preventing thermal cycling and vibration failures in electronic equipment**. New York: John Wiley and Sons, 2001.

STEINBERG, D. S. **Vibration analysis for electronic equipment**. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

ZHANG, G. Q.; ERNST, L. J. **Benefiting from thermal and mechanical simulation in microelectronics**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2010.

### **AVALIAÇÃO**

Apresentação de trabalhos.

## IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Processamento Digital de Sinais

Semestre: 2018/2

Carga horária: 60

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108626

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, 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

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BOLLEN, M. H. J.; GU, I. Y. H. **Signal processing of power quality disturbances**. New York: John Wiley & Sons, 2006.

DINIZ, P. S. **Adaptive filtering**: algorithms and practical implementation. 2nd ed. New York: Springer, 2002.

SANJIT, K. M. **Digital signal processing**: a computer-based approach, 2e with DSP laboratory using MATLAB. New Jersey: McGraw-Hill, 2002.



### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

DINIZ, P. S. R.; LIMA NETTO, S. **Processamento digital de sinais projeto e análise de sistemas**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. **Digital image processing**. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2008.

OPPENHEIM, A. V.; SCHAFER, R. W. **Discrete-time signal processing**. 3rd ed. Upper Saddle River: Pearson, 2010. (Practice Hall Signal Processing Series).

### **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.

## IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica  
Disciplina: Processos de Fabricação de Encapsulamentos  
Semestre: 2018/2  
Carga horária: 60  
Créditos: 04  
Área temática: ENGELET  
Código da disciplina: 108619  
Professor: Eduardo Luis Rhod

## 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, part I, II and III**. 2nd ed. Massachusetts: Springer, 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.

#### **AVALIAÇÃO**

Apresentação de trabalhos.

### **IDENTIFICAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: SISTEMAS DE TEMPO REAL

Semestre: 2018/2

Carga horária: 60

Créditos: 04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108625

Professor: Marcio Rosa da Silva

### **EMENTA**

Conceitos básicos de sistemas em tempo real. Características de arquitetura de computadores. Características de linguagens de programação. Processos e estados. Descrição e controle de processos. Concorrência e exclusão mútua. Comunicação entre processos e sincronização. Escalonamento. Aplicações e exercícios práticos.

### **CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

Conceitos básicos de sistemas em tempo real.  
Características de arquitetura de computadores.  
Características de linguagens de programação.  
Processos e estados.  
Descrição e controle de processos.  
Concorrência e exclusão mútua.  
Comunicação entre processos e sincronização.  
Escalonamento.  
Aplicações e exercícios práticos.

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

LIU, J. W. S. **Real-time systems**. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000.

SHAW, A. C. **Sistemas e software de tempo real**. Quezon: Bookman, ano2003.

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

ARI, B. **Principles of concurrent and distributed programming**. 2nd ed. Reading: Addison Wesley, 2006.

BARR, M. **Programming embedded systems in C and C++**. Sebastopol: O'Reilly, 1999.

BURNS, A.; WELLINGS, A. **Real-time systems and programming languages**. 3rd ed. Reading: Addison-Wesley, 2001.

BURNS, A.; WELLINGS, A. **Real-time systems**: design principles for distributed embedded applications - real time systems and programming languages: ada 95, real-time java and real-time C/POSIX. Reading: Addison Wesley, 2001.

GOETZ, B. **Java concurrency in practice**. Reading: Addison-Wesley, 2006.

KOPETZ, H. **Real time systems**: designs principles for distributed embedded applications. Amsterdam: Springer International Series in Engineering and Computer Science, 1997.

LAPLANTE, P. A. **Real-time systems design and analysis**: an engineer's handbook. New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1993.

LIU, J. W. S. **Real-time systems**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000.

MAGEE, J.; KRAMMER, J. **Concurrency state models e java programming**. New York: John Wiley & Sons, 2006.

TANENBAUM, A. **Modern operating systems**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

## AVALIAÇÃO

A ser definida pelo professor.

## IDENTIFICAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Sistemas Discretos

Ano/Semestre: 2018/2

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

Créditos: 4

Área temática: Automação e Controle

Código da disciplina: 108627

Requisitos de matrícula: Modelagem de Sistemas e Sistemas Lineares (desejável)

Professor: Dr. Rodrigo Iván Goytia Mejía

## EMENTA

Representação de sistemas dinâmicos em tempo discreto. Discretização de sistemas de tempo contínuo.

Transformada Z e suas aplicações em análise e projeto de sistemas de controle em tempo discreto.

Projeto de controladores digitais e suas aplicações em tempo real.

## OBJETIVOS

- Dotar os alunos com conhecimentos dos fundamentos teóricos da análise de sistemas discretos e o processamento digital de sinais, analisar e desenvolver a síntese das técnicas de controle discretas clássicas, utilizar ferramentas computacionais como Matlab / Simulink para a implementação das técnicas estudadas e sua respectiva aplicação prática a processos de controle.

## CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- Introdução ao Controle Digital: Sistemas de controle; Projeto – controle analógico; Projeto – controle digital – re-projeto; Projeto – controle digital – discreto; Projeto – controle digital – amostrado;
- Amostragem de sinais e Conversão A/D e D/A: Conversão A/D: Sinais contínuos amostrados; Teorema de Nyquist; Conversor A/D. Conversão D/A: Sinais contínuos amostrados; Conversor D/A ideal; Reconstrução causal de sinais amostrados; Conversor D/A ZOH; Conversor D/A PWM; Modelo real de conversor D/A; Projeto – Escolha do conversor D/A; Condicionamento do sinal para o D/A.
- Processamento Digital de Sinais: Processamento digital de sinais; Processamento de sinais contínuos; Processamento de sinais discretos; Comparação eq. diferenciais x eq. Diferenças.
- Transformada de Laplace de Sinais Amostrados: Processamento de sinais digitais amostrados; Sistemas discretos; Sistemas amostrados; Sistemas amostrados em cascata; Transformada Z; Transformada modificada.

- Transformada Z: Transformada Z das principais funções; Propriedades da transformada Z; Transformada Z: direta, inversa, de funções com atraso, modificada; Limitações da transformada Z.
- Análise de Sistemas Discretos Usando a Transformada Z: Mapeamento do plano S no plano Z; Resposta transitória de 1ª e 2ª ordem; Resposta em regime permanente; Estabilidade de sistemas discretos; Análise do lugar das raízes; Análise pela resposta em frequência; Oscilações entre amostras.
- Controladores Baseados no Princípio do Tempo Mínimo: Princípio do tempo mínimo; Controlador de protótipo mínimo; Controlador *Dead beat*.
- Implementação de Sistemas de Controle Digital: Sistema de controle digital; Implementação de controle digital; Implementação da equação de diferenças; Simulação de lei de controle digital; Simulação em Matlab de controle digital; Implementação em processador digital.

## METODOLOGIA

As aulas ministradas estarão divididas em momentos teóricos (utilizando-se o quadro e recursos audiovisuais) e práticos utilizando os softwares MATLAB/SIMULINK®, além de utilizar material próprio do professor. Neste contexto, haverá momentos para perguntas, resolução de exercícios e simulação.

## AVALIAÇÃO

Os alunos realizaram duas provas de avaliação escrita e listas de exercícios englobando todo o conteúdo da disciplina, assim como também um projeto cuja documentação se traduz na elaboração de um artigo técnico ou científico. Os pesos de avaliação de cada grau são descritos na sequência:

- **Grau A**: Nota da prova com a primeira parte dos conhecimentos e competências previstas (60%) + Nota de todos trabalhos (40%);
- **Grau B**: Nota da prova com a segunda parte dos conhecimentos e competências previstas (60%) + Nota de todos trabalhos (40%);
- **Grau C - Substituição de Grau**: Substituição do Grau A ou Grau B = (30% da apresentação do projeto) + (70% da nota da prova).

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

KUO, Benjamin C. **Digital control systems**. 2nd ed. New York: Oxford University, 1992. (The oxford series in electrical and computer engineering).

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

OGATA, Katsuhiko. **Discrete-time control systems**. 2nd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, c1995.

PHILLIPS, Charles L. **Digital control system analysis and design**. 3rd ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1995.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

FRANKLIN, Gene F.; POWELL, J. David; WORKMAN, Michael L. **Digital control of dynamic systems**. 3rd ed. Menlo Park: Addison-Wesley, 1997.

NISE, Norman S. **Engenharia de sistemas de controle**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2012.

OPPENHEIM, Alan V.; SCHAFER, Ronald W. **Discrete-time signal processing**. 3rd ed. Upper Saddle River: Pearson, 2010. (Practice Hall Signal Processing Series).

SANTINA, Mohammed S.; STUBBERUD, Allen R.; HOSTETTER, Gene A. **Digital control system design**. 2nd ed. Fort Worth: Saunders, 1994.



## IDENTIFICAÇÃO

### Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Disciplina: Tópicos Especiais – Gestão de Ativos de Plantas Industriais

Ano/Semestre: 2018/2

Carga horária total: 30h

Créditos:02

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108629\_T11

Professor: Rodrigo Ivan Goytia Mejia

## EMENTA

O objetivo geral deste curso é proporcionar aos participantes um conjunto de conhecimentos relacionados com técnicas por trás da maioria dos sistemas de Gestão de Ativos de Plantas Industriais presentes no mercado. Os alunos irão a descobrir os algoritmos relacionados com o tratamento de sinais, reconhecimento automático dos modos de operação, com a avaliação da condição de processos auto regulatórios e processos integradores assim como técnicas para o diagnóstico da causa raiz de perturbações.

Serão apresentados diversos métodos práticos para avaliar a condição dos processos auto regulatórios, estes métodos serão explorados numa abordagem determinística e estocástica. Estes métodos incluem, métodos para a identificação de estados estacionários em sinais relacionadas com uma variável, métodos para a identificação de pontos de operação de processos (abordagem multivariável), avaliação do comportamento servo e regulatório e a avaliação da condição de malhas de controle baseada em padrões referenciais.

Serão apresentadas técnicas para avaliar identificar comportamentos oscilatórios em malhas de controle, técnicas para isolar a causa raiz do problema e para avaliar a condição das válvulas de controle industriais e para finalizar se apresentarão técnicas para avaliar o desempenho de processos não auto regulatórios.

## CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- **Introdução:** Motivação e Relevância do Estudo; Evolução das Linhas de Pesquisa; Detecção e Diagnóstico do Estado de Malhas de Controle; Avaliação do Desempenho de Controladores SISO/MIMO/MPC; Empresas Representativas do Mercado; Temas em Aberto, Atuais Desafios e Soluções Comerciais;
- **Processamento da Informação Baseada em Dados de Operação:** Introdução; Sistema de Suporte à Decisão baseado na Informação de Planta – IBDS; Componentes do IBDS; Processamento da Informação Baseada em Dados;
- **Aquisição e Manutenção de Dados:** Avaliação da Qualidade dos Dados; Análise do grau de compressão, quantização e linearidade; Seleção dos dados;
- **Representação dos Dados:** Tendências temporais; Espectros; Gráficos de alta densidade; Mapas espectrais coloridos (SCMAP, SPCA, PSCMAP);
- **Pré-processamento dos Dados:** Técnicas para melhorar a coerência e qualidade dos dados, a integração, a transformação e redução dos dados para tratar problemas de series de dados incompletas, com ruído, e com dados espúrios.

- **Segmentação de Series Temporais:** Técnicas de segmentação; Segmentação automática de series temporais; Identificação automática de modos estacionários, transientes para uma e múltiplas variáveis; Identificação de pontos de operação em plantas industriais.
- **Avaliação da Condição dos Processos Auto Regulatórios:** Introdução; Avaliação do Comportamento Servo; Avaliação do Comportamento Regulatório; Avaliação da Condição de Malhas de Controle Baseada em Padrões Referenciais; Exemplos práticos; Conclusões.
- **Avaliação da Condição de Processos Integradores:** Introdução; Estratégias de Controle para Processos Integradores; Avaliação do Desempenho de Processos Não Auto Regulatórios; Exemplos práticos; Conclusões.
- **Diagnóstico da Causa Raiz das Perturbações:** Introdução; Identificação de Comportamentos Oscilatórios; Diagnóstico da Causa Raiz das Oscilações; Avaliação de Válvulas de Controle; Exemplos práticos; Conclusões.

## OBJETIVOS

Capacitar o aluno nas técnicas de avaliação da qualidade dos dados de processos, nas técnicas de avaliação do desempenho de processos auto regulatórios e processos integradores e nas técnicas de diagnóstico da causa raiz de perturbações.

## METODOLOGIA

A metodologia consiste numa combinação de aulas expositivas, estudo de textos fornecidos pelo professor e implementação prática da teoria.

As aulas expositivas e os temas de estudo dirigido proporcionam ao estudante o conhecimento teórico da disciplina fortemente sustentado por exemplos práticos destinados a reforçar os conceitos e desenvolver técnicas para desenvolver projetos.

As aulas serão divididas em momentos teóricos (utilizando-se o quadro e recursos audiovisuais) e práticos utilizando os softwares MATLAB/SIMULINK além de utilizar material próprio do professor. Neste contexto, haverá momentos para perguntas, resolução de exercícios e simulação.

## AVALIAÇÃO

- Desenvolvimento prático de um projeto voltado a auditoria de malhas de controle.
- Documentação do projeto desenvolvido.
- Defesa do projeto.

(David Bailey; Clarke *et al.*, 2004; Penin, 2007; Boyer, 2010; Mccrady, 2013; Branquinho *et al.*, 2014; Software, 2017)

## BIBLIOGRAFIA BÁSICA

HUANG, B.; KADALI R. **Dynamic modeling, predictive control and performance monitoring, a data-driven subspace approach:** lecture notes in control and information sciences. London: Springer, 2008.

HUANG, B.; SHAH, S. L. **Performance assessment of control loops:** theory and applications. London: Springer, 1999.

JELALI, M. An overview of control performance assessment technology and industrial applications. **Control Engineering Practice**, [S.l.], n. 14, p. 441-466, 2006.

MARLIN, T. E. **Process control: designing processes and control systems for dynamic performance**. [S.l.]: McGrawHill, 2000.

MEJIA, R. I. G. et al. Auditoria de malhas de controle em processos industriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, 17., 2008, Juiz de Fora. **Tutoriais... Juiz de Fora: Book Ed.**, 2008. v. 1. p. 160-217.

ORDYS, A. W.; UDUEHI, D.; JOHNSON, M. A. **Process control performance assessment: from theory to implementation**. Berlin: Springer-Verlag, 2007.

SHOUKAT CHOUDHURY, M. A. A.; SHAH AND, S. L.; THORNHILL, N. F. **Diagnosis of process nonlinearities and valve stiction**. Berlin: Springer-Verlag, 2008.

SHUNTA, J. P. **Achieving world-class manufacturing through process control**. New York: [s.n.], 1995.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

CAO, S.; RHINEHART, R. R. An efficient method of on-line identification of steady state. **Journal of Process Control**, [S.l.], v. 5, n. 6, p. 363-374, 1995.

DESBOROUGH, L. D.; HARRIS, T. J. Performance assessment measures for univariate feedforward/feedback control. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, [S.l.], n. 71, p. 605-616, 1993.

FORSMAN, K.; STATTIN, A. **A new criterion for detecting oscillations in control loops**. Germany: European Control Conference, 1999. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7099666>>. Acesso em: 24 set. 2018.

HARRIS, T. J. Assessment of control loop performance. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, [S.l.], n. 67, p. 856-861, 1989.

HOO, K. A. et al. Process and controller performance monitoring: overview with industrial applications. **International Journal of Adaptive Control and Signal Processing**, [S.l.], n. 17, p. 635-662, 2003.

HORCH, A. **Condition monitoring of control loops**. Sweden: Royal Institute of Technology, 2000.

HORTON, E. C.; FOLEY, M. W.; KWOK, K. E. Performance assessment of level controllers. **International Journal of Adaptive Control and Signal Processing**, [S.l.], n. 17, p. 663-684, 2003.

QIN, S. J. Control performance monitoring: a review and assessment. **Computers and Chemical Engineering**, [S.l.], n. 23, p. 173-186, 1998.

THORNHILL, N. F.; HÅGGLUND, T. Detection and diagnosis of oscillation in control loops. **Control Engineering Practice**, [S.l.], v. 5, n. 10, p. 1343-1354, 1997.

## **IDENTIFICAÇÃO**

### **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica**

Disciplina: Tópicos Especiais – Projeto de Aplicações Scada

Ano/Semestre: 2018/2

Carga horária total: 60h

Créditos:04

Área temática: ENGELET

Código da disciplina: 108629\_T10

Professor: Rodrigo Ivan Goytia Mejía

## **EMENTA**

Os sistemas Scada de hoje incorporam Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), estações de trabalho com Interface Homem-Máquina (IHM) e sistemas de comunicação de rede em um sistema integrado completo.

Os sistemas SCADA são globais; todo sistema automatizado no mundo envolve alguma forma de controlador de processo e a facilidade de interface de usuário. Esses sistemas podem variar de um único controlador que monitora e controla um pequeno conjunto de processos com uma única estação de trabalho com interface de usuário, até grandes sistemas geográficos de controladores, com várias estações de trabalho com interfaces de usuário, computadores servidores e redes de comunicação locais e do sistema

Cada um dos principais componentes requer uma ou mais formas de programação, desde a lógica do programa até a comunicação. Este curso aborda a organização e projeto do software como um projeto completo, como estruturar os pontos do banco de dados e como documentar ou projetar a lógica de um programa. Este curso não apenas permite como deve ser desenvolvida a aplicação Scada, mas também como deve ser desenvolvida a documentação do mesmo.

## **CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- Introdução à Disciplina: Convergência das tecnologias envolvidas; Processamento básico de sinais para Scada; Definição do escopo do sistema Scada; Uso de terminologia generalizada; Necessidade de padrões de programação; A importância da documentação.
- Elementos do Software Scada: Arquiteturas típicas de sistemas Scada; Exemplos de aplicações de sistemas Scada; Obtendo o máximo dos dispositivos de campo.
- Procedimentos práticos para o desenvolvimento de softwares Scada: Ciclo de vida de um projeto Scada; Identificação dos sinais de campo da área de processo; Desenvolvendo e documentando aplicações de bases de dados; Definindo e documentando as operações dos controladores de processos; Projetando e desenvolvendo o software de aplicação Scada; Integração do sistema e verificação; Manual de referência de operações de usuário.
- Especificações Iniciais do projeto de aplicação Scada: Entendimento do Processo a ser automatizado; Levantamento dos dados do Processo; Configuração do sistema de Comunicação.

- Planejamento do projeto de aplicação Scada: Planejamento do banco de dados; Planejamento e Gerenciamento de Alarmes; Planejamento da hierarquia de navegação entre telas; Planejamento das telas do sistema; Planejamento do sistema de segurança.
- Desenvolvimento da aplicação Scada, Parte I: Configuração do banco de dados; configuração das consultas e filtros; Configuração dos alarmes.
- Desenvolvimento da aplicação Scada, Parte II: Desenvolvimento das telas e elementos gráficos; Configuração do sistema de segurança.
- Desenvolvimento da aplicação Scada, Parte III: Integração do sistema; Testes em planta e demonstração.
- Desenvolvimento da aplicação – Parte IV: Documentação do sistema Scada desenvolvido.
- Defesa e Apresentação do Projeto.

### OBJETIVOS

Capacitar o aluno nas técnicas e metodologias para projetar e desenvolver e documentar aplicações de sistemas supervisórios.

### METODOLOGIA

A metodologia consiste numa combinação de aulas expositivas, estudo de textos fornecidos pelo professor e implementação prática da teoria.

As aulas expositivas e os temas de estudo dirigido proporcionam ao estudante o conhecimento teórico da disciplina fortemente sustentado por exemplos práticos destinados a reforçar os conceitos e desenvolver técnicas para desenvolver projetos.

As aulas serão divididas em momentos teóricos (utilizando-se o quadro e recursos audiovisuais) e práticos utilizando os softwares ELIPSE, MATRICON OPC e MATLAB/SIMULINK além de utilizar material próprio do professor. Neste contexto, haverá momentos para perguntas, resolução de exercícios e simulação.

### AVALIAÇÃO

- Desenvolvimento prático de um projeto de Sistema Supervisório. Neste caso voltado para uso no Instituto Tecnológico ITT-Chip da UNISINOS.
- Documentação do projeto desenvolvido.
- Defesa do projeto.

**(David Bailey; Clarke *et al.*, 2004; Penin, 2007; Boyer, 2010; Mccrady, 2013; Branquinho *et al.*, 2014; Software, 2017)**

### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

BOYER, S. A. **Scada**: supervisory control and data acquisition. [S.l.: s.n.], 2010.

MCCRADY, S. G. **Designing scada application software a practical approach**. [S.l.: s.n.], 2013.

PENIN, A. R. **Sistemas scada**. 2. ed. [S.l.: s.n.], 2007.

SOFTWARE, E. **Tutorial do e3 desenvolvedores online**: versão 5.0.82. [S.l.: s.n.], 2017.

#### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

BRANQUINHO, M. A. et al. **Segurança de automação industrial e scada**. [S.l.: s.n.], 2014.

CLARKE, G.; REYNDERS, D.; WRIGHT, E. **Practical modern scada protocols: dnp3, 60870.5 and related systems**. [S.l.: s.n.], 2004.

DAVID BAILEY, E. W. **Practical scada for industry**. [S.l.: s.n.], 2003.