



### **DELIBERAÇÃO – Colegiado PPG *Stricto sensu* Nº 032/2021**

Reestrutura o Programa Associado de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (UEL/UTFPR - Cornélio Procópio), em nível de Doutorado.

CONSIDERANDO a solicitação da Comissão Coordenadora do Programa, conforme processo nº 8048/2021;

CONSIDERANDO a competência designada ao Colegiado dos Programas de Pós-Graduação *Stricto sensu*, pelo processo nº 11318/2016, que alterou o regimento da Câmara de Pós-Graduação;

O COLEGIADO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICO SENSU*, em reunião no dia 18 de outubro de 2021, aprovou a seguinte Deliberação:

Art. 1º Fica alterado o Programa Associado de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica (UEL/UTFPR - Cornélio Procópio), com área de concentração em *Sistemas Eletrônicos*, em nível de Doutorado.

Art. 2º A duração prevista para o Curso de Doutorado em Engenharia Elétrica é de no mínimo 4 (quatro) e no máximo 8 (oito) períodos letivos.

Parágrafo único. Os tempos máximos de que trata o caput deste artigo poderão ser prorrogados em até 02 (dois) períodos, por solicitação justificada do estudante, ouvido o Orientador e a Coordenação do Programa, mediante aprovação do Colegiado.

Art. 3º Para conclusão do Doutorado o estudante deverá completar a carga horária e os créditos distribuídos da seguinte forma

§ 1º O estudante de Doutorado deverá completar 90 (noventa) créditos correspondentes a 1.350 (mil, trezentos e cinquenta) horas, assim distribuídos:

- a) 18 (dezoito) créditos em disciplinas, sendo que destes, 9 (nove) deverão ser referentes às disciplinas do núcleo obrigatório e 9 (nove) referentes às disciplinas do núcleo complementar;
- b) 04 (quatro) créditos em estágio de docência na graduação;
- c) 68 (sessenta e oito) créditos em Tese.

§ 2º Além dos créditos referidos no parágrafo 1º os estudantes contemplados com Bolsas do Programa de Demanda Social da CAPES/MEC deverão cumprir 04 (quatro) créditos referentes ao Estágio de Docência na Graduação.

Art. 4º O desenvolvimento do Programa obedecerá à seguinte organização curricular:

#### **A) DISCIPLINAS DO NÚCLEO OBRIGATÓRIO:**

|             |                                               |      |      |     |
|-------------|-----------------------------------------------|------|------|-----|
| 2 ELE 217 - | Métodos, Procedimentos e Técnicas de Pesquisa | 2 cr | 30 h | M/D |
| 2 ELE 271 - | Seminários I                                  | 2 cr | 30 h | M/D |
| 2 ELE 272 - | Seminários II                                 | 2 cr | 30 h | D   |



**Universidade  
Estadual de Londrina**

(Reconhecida pelo Decreto Federal n. 69.324 de 07/10/71)

|             |                                                        |      |      |     |
|-------------|--------------------------------------------------------|------|------|-----|
| 2 ELE 105 - | Processos Estocásticos Aplicados à Engenharia Elétrica | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 218 - | Sistemas Lineares e Matrizes                           | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 219 - | Análise de Sistemas de Energia Elétrica I              | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 134 - | Otimização Linear                                      | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 220 - | Processamento Analógico e Digital de Sinais            | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 135 - | Otimização Não-Linear                                  | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 136 - | Filtragem Adaptativa                                   | 3 cr | 45 h | M/D |

**Sede UTFPR -Cornélio Procópio (exclusivamente)**

|             |                           |      |      |     |
|-------------|---------------------------|------|------|-----|
| 2 ELE 221 - | Sistemas Não Lineares     | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 222 - | Engenharia de Controle    | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 223 - | Redes Neurais Artificiais | 3 cr | 45 h | M/D |

**B) DISCIPLINAS DO NÚCLEO COMPLEMENTAR:**

|                  |                                                                       |      |        |     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|--------|-----|
| 2 ELE 224 -      | Processamento Estocástico de Sinais                                   | 3 cr | 45 h   | D   |
| 2 ELE 153 -      | Técnicas, Métodos e Análise de Sistemas de Telecomunicações           | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 144 -      | Redes de Computadores                                                 | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 225 -      | Gerência e Segurança de Redes de Computadores                         | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 150 -      | Circuitos Eletrônicos para Instrumentação                             | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 201 -      | Instrumentação Eletrônica                                             | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 141 -      | Otimização Heurística                                                 | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 149 -      | Sistemas de Controle Embarcados                                       | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 226 -      | Tópicos Especiais em Teleinformática                                  | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 143 -      | Tópicos Especiais em Processamento de Sinais                          | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 227 -      | Tópicos Especiais em Modelagem, Simulação e Implementação de Sistemas | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 228 -      | Tópicos Especiais em Conversão e Processamento de Energia I           | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 236 -      | Tópicos Especiais em Conversão e Processamento de Energia II          | 3 cr | 45 h   | M/D |
| 2 ELE 154<br>a } | Tópicos Especiais em Engenharia Elétrica                              | Créd | Variáv | M/D |
| 2 ELE 200        |                                                                       | .    | .      |     |

**Sede UTFPR - Cornélio Procópio (exclusivamente)**

|             |                                               |      |      |     |
|-------------|-----------------------------------------------|------|------|-----|
| 2 ELE 229 - | Análise de Sistemas de Energia Elétrica II    | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 230 - | Modelos Dinâmicos de Maquinas Elétricas       | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 231 - | Controle Adaptativo e Estocástico             | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 232 - | Controle Digital                              | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 233 - | Qualidade da Energia Elétrica                 | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 234 - | Eletrônica de Potência                        | 3 cr | 45 h | M/D |
| 2 ELE 235 - | Modelagem e Controle de Conversores Estáticos | 3 cr | 45 h | M/D |



### **C) ESTÁGIO DE DOCÊNCIA NA GRADUAÇÃO**

|             |                                     |      |      |     |
|-------------|-------------------------------------|------|------|-----|
| 2 ELE 031 - | Estágio de Docência na Graduação I  | 2 cr | 30 h | M/D |
| 2 ELE 204 - | Estágio de Docência na Graduação II | 2 cr | 30 h | D   |

### **D) TESE DE DOUTORADO**

|             |           |       |       |   |
|-------------|-----------|-------|-------|---|
| 2 ELE 214 - | Tese I    | 6 cr  | 90 h  | D |
| 2 ELE 215 - | Tese II   | 6 cr  | 90 h  | D |
| 2 ELE 216 - | Tese III  | 6 cr  | 90 h  | D |
| 2 ELE 209 - | Tese IV   | 10 cr | 150 h | D |
| 2 ELE 210 - | Tese V    | 10 cr | 150 h | D |
| 2 ELE 211 - | Tese VI   | 10 cr | 150 h | D |
| 2 ELE 212 - | Tese VII  | 10 cr | 150 h | D |
| 2 ELE 213 - | Tese VIII | 10 cr | 150 h | D |

#### **Sede UTFPR-CP (exclusivamente)**

|             |           |  |       |   |
|-------------|-----------|--|-------|---|
| 2 ELE 237 - | Tese I    |  | 90 h  | D |
| 2 ELE 238 - | Tese II   |  | 90 h  | D |
| 2 ELE 239 - | Tese III  |  | 90 h  | D |
| 2 ELE 240 - | Tese IV   |  | 150 h | D |
| 2 ELE 241 - | Tese V    |  | 150 h | D |
| 2 ELE 242 - | Tese VI   |  | 150 h | D |
| 2 ELE 243 - | Tese VII  |  | 150 h | D |
| 2 ELE 244 - | Tese VIII |  | 150 h | D |

### **E) ATIVIDADES ESPECIAIS**

|             |                         |      |      |   |
|-------------|-------------------------|------|------|---|
| 2 ELE 273 - | Atividades Especiais I  | 3 cr | 45 h | D |
| 2 ELE 274 - | Atividades Especiais II | 3 cr | 45 h | D |

Art. 5º Os créditos da disciplina 2 ELE 273 - ATIVIDADES ESPECIAIS I deverão ser aproveitados no núcleo complementar e os créditos da disciplina 2 ELE 274 - ATIVIDADES ESPECIAIS II deverão ser aproveitados no núcleo obrigatório. Esses critérios podem ser modificados, em situações especiais, segundo a Comissão Coordenadora.

Art. 6º A seleção dos candidatos estará a cargo da Comissão Coordenadora do Programa em Associação, ouvida a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, e constará de análise do Curriculum vitae documentado, histórico escolar, pré-projeto de Tese, entrevista, análise do teor de duas (duas) cartas de recomendação e carta de aceite de orientadores do Programa. Os critérios podem ser modificados segundo a Comissão Coordenadora.

Art. 7º Poderão candidatar-se ao Programa de Pós-Graduação em Associação UEL/UTFPR-CP em Engenharia Elétrica, nível de Doutorado, os portadores de certificado ou diploma de Mestrado em Engenharia Elétrica ou em áreas correlatas a critério da Comissão Coordenadora do Programa.



**Universidade  
Estadual de Londrina**

(Reconhecida pelo Decreto Federal n. 69.324 de 07/10/71)

- Art. 8º A avaliação do aproveitamento e a verificação da frequência obedecerão às normas constantes do Regulamento dos Programas de Pós-Graduação *Stricto sensu* e do Regimento Geral da UEL.
- Art. 9º O aluno regularmente matriculado no programa de Mestrado acadêmico em uma das sedes (UEL ou UTFPR-CP) poderá requerer a mudança de nível para o Doutorado no período de até 18 (dezoito) meses, através de solicitação formal do candidato à comissão Coordenadora do Programa de Doutorado Associado da sede UEL e desde que atenda os requisitos do Regimento do Programa e os da CAPES/MEC ou do CNPq quando se tratar de bolsistas.
- Art. 10. Dos 18 (dezoito) créditos a serem cumpridos em disciplinas do Programa de Doutorado Associado, poderão ser convalidados créditos em disciplinas provenientes do Mestrado em Engenharia Elétrica ou de outros programas de pós-graduação *Stricto sensu* com validade nacional até o limite máximo de 50% dos créditos em disciplinas para o Doutorado, desde que aprovados pela Comissão Coordenadora do Programa.
- Art. 11. Ao estudante regularmente matriculado no Programa de Doutorado em Associação poderá ser concedido aproveitamento de créditos cursados nas categorias: a) Disciplinas de Doutorado cursadas na sede UTFPR-CP, b) Artigo científico; c) Apresentação de trabalhos em eventos de natureza científica que caracterize disseminação do trabalho de tese do estudante; d) Estágios de cooperação científica, tarefas ou estudos específicos, podendo ser concedido nas categorias b), c) ou d), denominada Atividades Especiais, o aproveitamento de até 25% de créditos em disciplinas para o Doutorado e aproveitamento integral de créditos para a categoria a), desde que aprovados pela Comissão Coordenadora do Programa.
- Art. 12. O Programa de Pós-Graduação Associado UEL/UTFPR-CP em Engenharia Elétrica, nível Doutorado, integrará o Colegiado dos Programas de Pós-Graduação *Stricto sensu* e o controle acadêmico da sede UEL será centralizado na Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UEL.
- Art. 13. Esta Deliberação entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA, 18 de outubro de 2021.

**Prof. Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade,**  
Coordenadora do Colegiado dos Programas de  
Pós-Graduação *Stricto sensu*.



## **ANEXO DA DELIBERAÇÃO – Colegiado PPG *Stricto sensu* Nº 032/2021**

### **A) DISCIPLINAS DO NÚCLEO OBRIGATÓRIO**

#### **2 ELE 217 - MÉTODOS, PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS DE PESQUISA 2 cr 30 h**

Introdução à pesquisa em Engenharia Elétrica. Tipos de pesquisa. O processo de elaboração de projetos de pesquisa e artigos científicos: Apresentação do problema. Formulação da hipótese de trabalho e do método científico. Desenvolvimento do problema e utilização da literatura. Questões éticas em pesquisa e no trabalho acadêmico. Redação de monografia e de artigo científico.

#### **2 ELE 271 - SEMINÁRIOS I 2 cr 30 h**

Série de seminários entre alunos, professores e convidados do curso para apresentação e discussão de trabalhos científicos.

#### **2 ELE 272 - SEMINÁRIOS II 2 cr 30 h**

Série de seminários entre alunos, professores e convidados do curso para apresentação e discussão de trabalhos científicos no âmbito das linhas de pesquisa do Programa.

#### **2 ELE 105 - PROCESSO ESTOCÁSTICO APLICADO À ENGENHARIA ELÉTRICA 03 cr 45 h**

Conceitos e teoremas básicos da probabilidade e variáveis aleatórias; Processos aleatórios; Processos estacionários; Funções de correlação, autocorrelação e densidade espectral de potência; Processamento de sinais aleatórios; Estimação; Processos aleatórios discretos; Aplicações.

#### **2 ELE 218 - SISTEMAS LINEARES E MATRIZES 03 cr 45 h**

Espaços Vetoriais; Fatorações triangulares e resolução de sistemas lineares; Autovalores, Autovetores e Similaridade de Matrizes; Normas de vetores e matrizes. Matrizes unitárias. Teorema da triangularização de Schur. Matrizes normais. Fatorização QR e aplicações a filtros de Kalman e filtros adaptativos. Matrizes simétricas e Hermitianas. Matrizes positivas-definidas. Desigualdades envolvendo matrizes positivas-definidas. Congruência e inércia Ortogonalização e Mínimos Quadrados; Teoria de Perron-Frobenius; Análise e síntese de sistemas lineares; Modelagem matemática e descrição matemática de sistemas; Análise Fourier; Transformada de Laplace; Função de transferência; Sistemas LTI; Sistemas LTV. Produto de Kronecker e resolução de equações matriciais; aplicação. Produto de Hadamard, aplicações e propriedades.

#### **2 ELE 219 - ANÁLISE DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA I 03 cr 45 h**

Principais características dos sistemas energia elétrica, estrutura dos sistemas de energia elétrica; capacidade das linhas de transmissão; características das cargas; modelagem matemática de sistemas elétricos; transmissão monofásica; transmissão trifásica; potência complexa; método da Ybus; representação em p.u de impedâncias, correntes, tensões e potências; métodos de fluxo de potência; operação ótima de sistemas de energia elétrica; controles e limites no problema do fluxo de potência; análises de curto-circuito; análise de contingências.



**2 ELE 220 - PROCESSAMENTO ANALÓGICO E DIGITAL DE SINAIS 03 cr 45 h**

Sistemas e sinais analógicos, discretos e digitais. Transformada de Fourier para sinais contínuos. Análise em frequência de sistemas lineares. Transformada Z. Amostragem e interpolação de sinais: amostragem periódica, representação no domínio da frequência, reconstrução de sinais com banda limitada a partir de suas amostras, processamento digital de sinais analógicos. Filtragem. Análise no domínio de frequência de sistemas LIT (sistemas lineares e invariantes no tempo): sistemas de fase mínima. Estrutura para sistemas discretos no tempo, representação usando grafo de fluxo de sinais, estruturas básica, projetos de filtros. A Transformada de Fourier para sinais discretos. Estruturas para a realização de sistemas discretos. Transformada rápida de Fourier, função de correlação e covariância discretas, transformação KL (Karhunen-Loeve), processos periódicos e quase-periódicos; predição linear, modelos lineares para processos aleatórios, modelagem AR (auto regressivo), modelagem ARMA (auto regressive moving average). Estimativa espectral usando modelos lineares, estimativa espectral usando máxima verossimilhança, métodos usando subespaços.

**2 ELE 134 - OTIMIZAÇÃO LINEAR 03 cr 45 h**

Problemas de Programação Linear, Modelagem de Problemas de Programação Linear, Solução geométrica e espaço factível. Álgebra linear, Análise convexa e convexa e conjuntos poliedrais, O método simplex, Solução Inicial e convergência. Implementações especiais do Método Simplex: Método Simplex Revisado, Método Simplex para variáveis limitadas, Método de duas fases. Dualidade e Análise de sensibilidade, Análise de sensibilidade e pós-otimização. Algoritmos de pontos interiores para Programação Linear. Aplicações em Engenharia Elétrica.

**2 ELE 135 - OTIMIZAÇÃO NÃO-LINEAR 03 cr 45 h**

Otimização Não-Linear. Funções, gradiente e Hessiano. Teorema de Taylor. Condições de optimalidade. Teorema de Kuhn-Tucker. Lagrange e dualidade. Método do Gradiente e Newton. Método das direções conjugadas. Métodos Quasi-Newtonianos, métodos do gradiente projetado e gradiente reduzido. Métodos de penalidade e lagrangeano aumentado. Algoritmo de Pontos Interiores. Programação quadrática e métodos de Lagrange. Programação convexa. Métodos de otimização não convexa. Programação geométrica. Programação Semi-definida. Aplicações em Engenharia Elétrica..

**2 ELE 136 - FILTRAGEM ADAPTATIVA 03 cr 45 h**

Introdução ao Processamento Adaptativo de Sinais. Métodos Gradiente adaptativo. Mínimos Quadrados médio adaptativo. MLS Recursivo. Filtros de Kalman. Simulação e aplicações de algoritmos adaptativos.

***Sede UTFPR - Cornélio Procópio (exclusivamente)***

**2 ELE 221 - SISTEMAS NÃO-LINEARES 03 cr 45 h**

Introdução aos sistemas dinâmicos não lineares. Análise qualitativa de sistemas dinâmicos contínuos. Atratores: equilíbrios, ciclos limites e comportamento aperiódico. Teorema de Hartman-Grobman. Teoria de bifurcações. Métodos aproximados de análise. Sistemas autônomos e não autônomos: estabilidade baseada em Lyapunov. Síntese de controladores para sistemas não lineares: Controle baseado em funções de Lyapunov. Controle de estrutura variável. Realimentação linearizante clássica e robusta. Projeto baseado em backstepping. Análise e síntese via estabilidade absoluta. Passividade em sistemas dinâmicos. Técnicas baseadas em Energy Shapping.



## **2 ELE 222 - ENGENHARIA DE CONTROLE**

**03 cr 45 h**

Descrição do problema de controle. Ferramentas de análise e projeto para sistemas contínuos e discretos. Transformada de Laplace. Transformada Z. Controladores PID. Sistemas discretos no tempo. Emulação discreta de sistemas contínuos. Projeto de sistemas de controle discretos empregando o Root Locus.

## **2 ELE 223 - REDES NEURAIS ARTIFICIAIS**

**03 cr 45 h**

Generalidades sobre Redes Neurais Artificiais (RNA). Importância e perspectiva de uso da RNA na solução de problemas de Engenharia Elétrica. Conceitos básicos: Elementos de processamento. Conexão. Equacionamento. Redes Adaline e Madaline. Redes Perceptron de Camada Única e Múltiplas Camadas. Redes de Funções Base Radial (RBF). Redes de Hopfield. Redes Auto-organizáveis e Redes de Kohonen. Redes LVQ – Linear Vector Quantizer. Redes Artmap.

## **B) DISCIPLINAS DO NÚCLEO COMPLEMENTAR**

## **2 ELE 224 - PROCESSAMENTO ESTOCÁSTICO DE SINAIS**

**03 cr 45 h**

Revisão de Processamento de Sinais. Filtragem. Modelagem de Sinais. Estimação de parâmetros estatísticos. Predição Temporal. Estimação de Frequência baseados em Estrutura Característica. Estimação Espectral. Filtragem de Wiener. Aplicações e Algoritmos de Estimação.

## **2 ELE 153 - TÉCNICAS, MÉTODOS E ANÁLISE DE SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES**

**03 cr 45 h**

Representação geométrica de sinais. Representação vetorial de receptores ótimos. Probabilidade de erro na sinalização binária e M-ária. Probabilidade de erro na sinalização não ortogonal. Canais com Desvanecimento. Visão Geral de Sistemas de Múltiplo Acesso: TDMA, FDMA e CDMA. Sistemas de Comunicação Multimídia e Diferentes QoS. Diversidades em Sistemas de comunicação. Tipos e técnicas de redução de Interferência em sistemas de múltiplo acesso. Técnicas de Detecção/Decodificação de sinais: (sub-)ótima e detecção multiusuário. Desempenho, capacidade e eficiência espectral de sistemas de múltiplo acesso. Esquema de comunicação cooperativos.

## **2 ELE 144 - REDES DE COMPUTADORES**

**03 cr 45 h**

Redes de comunicação de dados. Tendências, Hardware, Software de redes. Conceitos e principais protocolos sobre Nível físico, Enlace e Rede, transporte e aplicação. Redes Ethernet. Redes IP. Redes de alto desempenho. Qualidade de serviço em redes de comunicação de dados.

## **2 ELE 225 - GERÊNCIA E SEGURANÇA EM REDES DE COMPUTADORES**

**03 cr 45 h**

Gerência e administração de redes de computadores: Falhas; Configuração; Contabilização; Performance e Segurança. Utilização de ferramentas para auxiliar na gerência de redes. Segurança em Redes de Comunicação de Dados. Cifragem de dados. Criptografia. Sistemas de chave pública. Assinatura Digital. Controle de Acesso.



**2 ELE 150 - CIRCUITOS ELETRÔNICOS de INSTRUMENTAÇÃO 03 cr 45 h**  
 Amplificadores de Instrumentação; Detectores de Pico de Precisão; Filtros Ativos; Osciladores; Integradores; Conversor Tensão-Frequência de Precisão; Conversor Frequência-Tensão de Precisão; Amplificadores Lock In; Retificadores de Precisão; Detectores de Fase; Medidores de Frequência; Transceptores de Ultrassom; Condicionamento de Transceptores Optoeletrônicos; Medidores de Capacitância; Retificadores de Precisão; Condicionamento de Sinais com Controle Automático de Ganho e Compensação de Tensão de Desvio (Offset).

**2 ELE 201 - INSTRUMENTAÇÃO ELETRÔNICA 03 cr 45 h**  
 Conceitos básicos; Classificação de sistemas instrumentados; Canal de medição: sinais desejados, interferentes e modificantes; Incerteza de uma medida: métodos de medição e propagação das incertezas; Calibração; Principais transdutores e sensores utilizados em instrumentação; Condicionadores de sinais para transdutores sensores; Sistemas de Aquisição de Dados.

**2 ELE 141 - OTIMIZAÇÃO HEURÍSTICA 03 cr 45 h**  
 Métodos de Otimização Heurísticos (Probabilísticos): Algoritmos Genéticos (GA); Programação evolucionária (EP); Particle Swarm Optimization (PSO); otimização por colônia de Formigas (ACO); Tabu search (TS); Simulated Annealing (SA); Algoritmo Greedy; Algoritmo de Busca Local (LS). Convergência e Optimalidade em Heurísticas e Metaheurísticas: condições e garantia de optimalidade. Velocidade de convergência. Ajustes de parâmetros de entrada. Aplicações.

**2 ELE 149 - SISTEMAS DE CONTROLE EMBARCADOS 03 cr 45 h**  
 Manipuladores. Arquitetura de microprocessadores. Instruções de transferência de dados, operações lógicas e aritméticas, desvio e subrotinas. Interrupções. Programação assembly e C. Aplicações. Arquitetura de microcontroladores. Instruções e operações. Interrupções. Programação assembly e C. Conversores A/D e D/A: características, amostragem, quantização. Programação de periféricos. Interface paralela, serial, contador programável, controlador de interrupções de DMA. Comunicação serial RS232, RS485, I2C, CAN. Aplicações e projetos com microcontroladores. Dispositivos lógicos programáveis: linguagem de programação de hardware reprogramável; programação, simulação e síntese. Aplicações: sistemas de controle e processos industriais.

**2 ELE 226 - TÓPICOS ESPECIAIS EM TELEINFORMÁTICA 3 cr 45 h**  
 Consolidar e aprofundar tópicos das disciplinas da linha de Pesquisa MSI - Teleinformática, fundamentais a quem faz pesquisa na área de Telecomunicações.

**2 ELE 143 - TÓPICOS ESPECIAIS EM PROCESSAMENTO DE SINAIS 3 cr 45 h**  
 Consolidar e aprofundar tópicos das disciplinas da área de Processamento de Digitais, fundamentais a quem faz pesquisa na área de Processamento de Sinais.

**2 ELE 227 - TÓPICOS ESPECIAIS EM MODELAGEM, SIMULAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS 3 cr 45 h**  
 Consolidar e aprofundar tópicos das disciplinas da linha de Pesquisa Modelagem, simulação e Implementação de Sistemas, fundamentais a quem faz pesquisa nas áreas de Automação Industrial, Robótica, Instrumentação, Sistemas de Controle e Telecomunicações.



**2 ELE 228 - TÓPICOS ESPECIAIS EM CONVERSÃO E PROCESSAMENTO DE ENERGIA I 03 cr 45 h**

Consolidar e aprofundar tópicos das disciplinas da linha de Pesquisa PCE.

**2 ELE 236 - TÓPICOS ESPECIAIS EM CONVERSÃO E PROCESSAMENTO DE ENERGIA II 03 cr 45 h**

Consolidar e aprofundar tópicos das disciplinas da linha de Pesquisa PCE.

**2 ELE 154**

**a } TÓPICOS ESPECIAIS EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

**créditos**

**2 ELE 200**

**variáveis**

Em aberto.

***Sede UTFPR - Cornélio Procopio (exclusivamente)***

**2 ELE 229 - ANÁLISE DE SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA II 03 cr 45 h**

Características dos sistemas de transmissão de energia; modelagem matemática de sistemas elétricos; planejamento da expansão de sistemas elétricos de energia; representação matemática do problema do planejamento da transmissão, representação não linear: modelo fluxo de potência AC; representação linear: modelo de fluxo de potência DC; planejamento de sistemas de distribuição de energia elétrica; técnicas de solução do problema do planejamento: algoritmo genéticos, busca Tabú, GRASP, recozimento simulado.

**2 ELE 230 - MODELOS DINÂMICOS DE MAQUINAS ELÉTRICAS 03 cr 45 h**

Conversão eletro-mecânica de energia. Motores de corrente contínua: estudo de modelos. Motores de indução: técnicas de modelagem, introdução aos procedimentos de controle de conjugado, desacoplamento e linearização por orientação de campo, obtenção de modelos para os diferentes referenciais de campo e técnicas de simulação. Motores síncronos: modelos matriciais e vetoriais, modelo em campo orientado e simulação. Considerações básicas sobre modelagem de motores de relutância e motores de passo.

**2 ELE 231 - CONTROLE ADAPTATIVO E ESTOCÁSTICO 03 cr 45 h**

Revisão Probabilidades (Eventos e Probabilidades, Variáveis Aleatórias e Distribuições, Funções de v.a.s, Esperança e Esperança Condicional, Variáveis Aleatórias Gaussianas), Cadeias de Markov, Cadeias de Markov controladas, Programação dinâmica e leis de controle, Controle ótimo de sistemas estocásticos, Controle linear quadrático gaussiano, Controle adaptativo, Controle preditivo.

**2 ELE 232 - CONTROLE DIGITAL 03 cr 45 h**

Controle Digital: Transformada z, segurador de ordem zero-ZOH, equações diferença, mapeamento entre plano s e plano z, análise de transiente e regime permanente, projeto do Lugar das Raízes no plano z, função de transferência discreta. Introdução a Sistemas Não-Lineares.



**2 ELE 233 - QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA**

**03 cr 45 h**

Distúrbios no sistema elétrico de potência: causas e efeitos. Harmônicos de tensão e corrente em sistemas elétricos. Conceitos e definições de potência em condições não-senoidais e de desbalanço das tensões da rede. Métodos de compensação ativa e passiva de harmônicos. Medições e monitoramento da qualidade de energia. Normas e recomendações. Aplicações: filtros ativos, passivos e híbridos de potência, sistemas de energia ininterrupta

**2 ELE 234 - ELETRÔNICA DE POTÊNCIA**

**03 cr 45 h**

Tipos de conversores. Grandezas elétricas. Fator de potência para diferentes situações: Carga Linear, Carga não linear com tensão senoidal, Carga não linear com tensão distorcida. Condicionamento de sinais analógicos. Circuitos trifásicos: Gerador conectado em Y e carga em conexões Y ou delta. Componentes simétricas e circuitos trifásicos desequilibrados. Transformada de Clarke e Teoria PQ. Transformada de Park. PLL: definição, algoritmo e aplicação. Controle de inversores com transformações de Clarke e Park. Inversor Monofásico e teorias de modulação: bipolar e unipolar. Inversor trifásico e teorias de modulação: 120 graus, 180 graus, Senoidal PWM.

**2 ELE 235 - MODELAGEM E CONTROLE DE CONVERSORES ESTÁTICOS**

**03 cr 45 h**

Estudo dos conversores isolados e não isolados. Teoria de modelagem usando a técnica de chave PWM de conversores não isolados operando em modo de condução contínua MCC. Teoria de modelagem usando a técnica de chave PWM de conversores não isolados operando em modo de condução descontinua MCD.

**C) ESTÁGIO DE DOCÊNCIA NA GRADUAÇÃO**

**2 ELE 031 - ESTÁGIO DE DOCÊNCIA NA GRADUAÇÃO I**

**02 cr 30 h**

Participação em aulas de graduação, treinamento de estagiários de iniciação científica e outras atividades correlatas a critério e acompanhamento da Comissão Coordenadora, com supervisão do orientador e com a presença do professor responsável pela disciplina.

**2 ELE 204 - ESTÁGIO DE DOCÊNCIA NA GRADUAÇÃO II**

**02 cr 30 h**

Participação em aulas de graduação, treinamento de estagiários de iniciação científica e outras atividades correlatas a critério e acompanhamento da Comissão Coordenadora, com supervisão do orientador.

**D) TESE DE DOUTORADO**

**Sede UEL (exclusivamente)**

**2 ELE 214 - TESE I**

**06 cr 90 h**

Desenvolvimento de pré-projeto de Tese.

**2 ELE 215 - TESE II**

**06 cr 90 h**

Apresentação de Seminário aberto aos membros dos Programas de pós-graduação, relacionado ao tema da Tese do candidato.



**Universidade  
Estadual de Londrina**

(Reconhecida pelo Decreto Federal n. 69.324 de 07/10/71)

**2 ELE 216 - TESE III 06 cr 90 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 209 - TESE IV 10 cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 210 - TESE V 10 cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 211 - TESE VI 10 cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 212 - TESE VII 10 cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 213 - TESE VIII 10 cr 150 h**

Apresentação da Tese de Doutorado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

**Sede UTFPR-CP (exclusivamente)**

**2 ELE 237 - TESE I -- cr 90 h**

Desenvolvimento de pré-projeto de Tese.

**2 ELE 238 - TESE II -- cr 90 h**

Apresentação de Seminário aberto aos membros dos Programas de pós-graduação, relacionado ao tema da Tese do candidato.

**2 ELE 239 - TESE III -- cr 90 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 240 - TESE IV -- cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.



**Universidade  
Estadual de Londrina**

(Reconhecida pelo Decreto Federal n. 69.324 de 07/10/71)

**2 ELE 241 - TESE V -- cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 242 - TESE VI -- cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 243 - TESE VII -- cr 150 h**

Desenvolvimento de atividades experimentais e/ou teóricas específicas associadas ao tema de Tese, supervisionadas pelo orientador.

**2 ELE 244 - TESE VIII -- cr 150 h**

Apresentação da Tese de Doutorado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

**E) ATIVIDADES ESPECIAIS**

**2 ELE 273 - ATIVIDADES ESPECIAIS I 03 cr 45 h**

Atividades especiais associadas à produção científica e tecnológica do candidato na forma de: **a)** Apresentação de trabalhos em eventos de natureza científica de abrangência internacional, realizados no Brasil ou no exterior que caracterize disseminação do trabalho de tese com publicação em anais. **b)** Estágios de cooperação científica, tarefas ou estudos específicos em outras instituições de pesquisa e ensino, propostos pelo orientador e mediante comprovação de realização com comprovação de resultados, objetivando a formação complementar do estudante.

**2 ELE 274 - ATIVIDADES ESPECIAIS II 03 cr 45 h**

Atividades especiais associadas à produção científica e tecnológica do candidato na forma de: **a)** Artigo Científico (disseminação referente ao tema de tese). O estudante deve figurar como primeiro autor e ter publicado ou comprovadamente aceito para publicação – no período de realização do curso – em periódico cadastrado no Sistema Qualis-CAPES, área Eng-IV.

\*\*\*\*\*