


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Faculdade de Engenharia Elétrica

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4701/4702 - www.feelt.ufu.br - feelt@ufu.br


**PLANO DE ENSINO**
**1. IDENTIFICAÇÃO**

Componente Curricular:	DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA					
Unidade Ofertante:	FEELT					
Código:	FEELT31601	Período/Série:	6º PERÍODO	Turma:	E	
Carga Horária:			Natureza:			
Teórica:	60	Prática:	0	Total:	60	Obrigatória: ( X )
Professor(A):	JOSÉ RUBENS MACEDO JUNIOR			Ano/Semestre:	2023/1	
Observações:						

**2. EMENTA**

Apresentação dos agentes constituintes do setor elétrico nacional. Estrutura organizacional das empresas de distribuição de energia elétrica. Tarifação da energia elétrica. Sistemas de medição de energia elétrica. Caracterização dos sistemas de distribuição de energia elétrica. Planejamento, operação e manutenção dos sistemas de distribuição. Cálculo de queda de tensão e perdas técnicas em redes de distribuição de média e baixa tensão. Compensação reativa em redes de distribuição de energia elétrica. Análise da tensão em regime permanente. Qualidade do serviço na distribuição da energia elétrica. Proteção de redes aéreas de distribuição em média tensão. Principais equipamentos e componentes das redes de distribuição em média e baixa tensão. Aspectos gerais da geração distribuída conectada em redes de distribuição de energia elétrica.

**3. JUSTIFICATIVA**

O marco regulatório do setor elétrico nacional promoveu mudanças profundas nas formas de administração e gestão técnica das distribuidoras de energia elétrica. Em decorrência deste fato, um novo perfil de engenheiro eletricista tornou-se necessário para fazer frente aos novos desafios do setor. Assim, o presente curso visa proporcionar aos estudantes do curso de engenharia elétrica os fundamentos técnicos essenciais para formação deste novo perfil, habilitando-os para um eventual ingresso no setor elétrico nacional.

**4. OBJETIVO**
**Objetivo Geral:**

Capacitar o aluno a desenvolver atividades na área de distribuição de energia elétrica, considerando-se os seguintes aspectos: tarifários, planejamento de redes de baixa e média tensão, operação de redes de média tensão e análise da qualidade do serviço em redes de distribuição.

**Objetivos Específicos:**

1. Analisar melhores opções de enquadramento tarifário para consumidores de MT e AT.
2. Projetar redes de distribuição de baixa e média tensão.
3. Realizar o dimensionamento e a coordenação da proteção (apenas entre elos fusíveis) em redes aéreas de MT.
4. Realizar análise da qualidade do serviço e seus indicadores.
5. Realizar estudos de operação de redes de distribuição de MT.
6. Realizar a análise dos impactos da geração distribuída nas redes de distribuição.

**5. PROGRAMA**

**1. Aspectos gerais do setor elétrico nacional**

- 1.1 - Geradoras de energia elétrica.
- 1.2 - Comercializadoras de energia elétrica.
  - 1.2.1 - Leilões de energia elétrica.
- 1.3 - Transmissoras de energia elétrica.
  - 1.3.1 - O Sistema Interligado Nacional (Rede Básica).
- 1.4 - Distribuidoras de energia elétrica.
- 1.5 - Tópicos da Regulamentação do Setor Elétrico.

**2. Estrutura organizacional de uma distribuidora de energia elétrica**

- 2.1 - Área comercial.
  - 2.1.1 - Atendimento a consumidores (Call Center e escritórios).
  - 2.1.2 - Gestão de grandes clientes.
  - 2.1.3 - Medição de energia elétrica.
  - 2.1.4 - Leitura de medidores.
  - 2.1.5 - Faturamento e Arrecadação.
  - 2.1.6 - Combate às perdas comerciais.
- 2.2 - Área técnica
  - 2.2.1 - Planejamento do sistema de distribuição.
  - 2.2.2 - Engenharia de distribuição.
  - 2.2.3 - Construção de linhas, redes e subestações.
  - 2.2.4 - Operação do sistema de distribuição.
  - 2.2.5 - Manutenção do sistema de distribuição.
  - 2.2.6 - Pesquisa & Desenvolvimento.

**3. Tarifação da energia elétrica**

- 3.1 - Tarifação de demanda e energia.
- 3.2 - Tarifa convencional.
- 3.3 - Tarifas verde e azul.
- 3.4 - Bandeiras tarifárias.
- 3.5 - Tarifa branca para consumidores BT.
- 3.6 - Encargo de Uso dos Sistemas de Distribuição (EUSD).
- 3.7 - Tarifa de disponibilidade.
- 3.8 - Revisões tarifárias periódicas e reajustes tarifários.

**4. Medição de energia elétrica para efeito faturamento**

- 4.1 - Tipos de medidores.
- 4.2 - Instalação, manuseio e leitura de medidores de energia elétrica ativa e reativa.
- 4.3 - Testes de calibração em medidores de energia elétrica.
- 4.4 - Memórias de massa de medição.

**5. Caracterização dos sistemas de distribuição de energia elétrica**

- 5.1 - Subestações de distribuição.
- 5.2 - Redes de distribuição.
  - 5.2.1 - Sistemas de subtransmissão.
  - 5.2.2 - Redes de distribuição em média tensão.
    - 5.2.2.1 - Redes aéreas convencionais.
    - 5.2.2.2 - Redes aéreas compactas.
    - 5.2.2.3 - Redes aéreas isoladas.
    - 5.2.2.4 - Redes subterrâneas.
    - 5.2.2.5 - Redes de distribuição rural.
  - 5.2.3 - Redes de distribuição em baixa tensão.
    - 5.2.3.1 - Redes aéreas convencionais.
    - 5.2.3.2 - Redes aéreas isoladas multiplexadas.
    - 5.2.3.3 - Redes subterrâneas em baixa tensão.
    - 5.2.3.4 - Redes reticuladas.
- 5.3 - Transformadores de distribuição.
  - 5.3.1 - Banco de transformadores monofásicos (conexão em delta aberto).
  - 5.3.2 - Transformadores trifásicos.

5.3.3 - Tipos de conexão, tapes e potências comercialmente disponíveis.

5.3.4 - Queda de tensão e carregamento máximo admissível.

5.4 - Componentes e equipamentos das redes de distribuição.

5.4.1 - Bancos de capacitores fixos e automáticos.

5.4.2 - Chave faca.

5.4.3 - Chave fusível monopolar e tripolar.

5.4.4 - Religadores automáticos.

5.4.5 - Seccionalizadores automáticos.

5.4.6 - Reguladores de tensão.

5.4.7 - Transformadores de potencial e de corrente.

5.4.8 - Para-raios BT, MT e AT.

5.4.9 - Isoladores (principais tipos e aplicações).

5.4.10 - Buchas de passagem.

5.4.11 - Muflas e terminações

5.4.12 - Disjuntores MT e AT.

5.4.13 - Chaves motorizadas.

5.4.14 - Cabos elétricos.

## **6. Projeto de redes de distribuição MT e BT**

6.1 - Cálculo prático da queda de tensão e perdas técnicas em redes BT e MT.

6.2 - Práticas para redução da queda de tensão em alimentadores de distribuição.

6.2.1 - Aplicação de bancos de capacitores (série e shunt) e reguladores de tensão.

6.3 - Regulação de tensão e variações de tensão de regime permanente (DRP e DRC).

6.4 - Proteção de redes aéreas de distribuição em MT.

6.4.1 - Filosofia, dispositivos, coordenação e seletividade.

6.4.2 - Coordenação elo-elo.

## **7. Qualidade do serviço em redes de distribuição**

7.1 - Principais indicadores (TMAE, DEC, FEC, DIC, FIC, DMIC, DICRI).

7.2 - Cálculos dos indicadores da qualidade do serviço.

7.3 - Práticas para melhoria da qualidade do serviço.

## **8. Operação e flexibilidade operativa de redes de distribuição**

8.1 - Noções de confiabilidade do fornecimento.

8.2 - Interrupções do fornecimento de energia elétrica.

8.2.1 - Interrupções acidentais.

8.2.2 - Interrupções programadas.

8.3 - Despacho de equipes de atendimento emergencial.

8.4 - Remanejamento de cargas em contingência operativa.

8.4.1 - Critérios para remanejamento de cargas.

8.4.2 - Remanejamento automático de cargas.

## **9. Noções de geração distribuída e seus impactos nas redes de distribuição**

9.1 - Projeto básico de um sistema de geração solar fotovoltaica com conexão à rede.

9.2 - Análise econômica de projetos de geração solar fotovoltaica.

9.3 - Análise dos impactos da geração distribuída nas redes de distribuição.

## **6. METODOLOGIA**

Serão adotadas aulas presenciais expositivas dialogadas sobre os temas estabelecidos no programa com uso de projetor, quadro negro e demais materiais complementares relacionados aos temas abordados na disciplina. Também serão desenvolvidas atividades contemplando a solução de exercícios e apresentação de trabalhos. Além disso, serão realizadas atividades em sala de aula contemplando simulações computacionais, atividades de pesquisa e resolução de tarefas.

## **7. AVALIAÇÃO**

### **Provas:**

O estudante deverá fazer as prova presencialmente na data e horário especificados:

Prova 1 (P1): **05/10/2023** – Horário: 14h50min às 16h30min

Prova 2 (P2): **16/1/2023** – Horário: 14h50min às 16h30min

Cada prova terá um valor de **40 pontos**.

### Atividades complementares (AC):

As atividades complementares serão compostas por atividades teóricas e práticas: trabalhos de pesquisa, solução de exercícios em sala de aula ou simulações computacionais. A pontuação das atividades complementares será dividida entre as tarefas, totalizando 20 pontos. As datas de realização das atividades ficarão a critério do professor.

### Cálculo da nota final (NF):

$$NF = P1 + P2 + AC$$

Avaliação de recuperação:

Será oferecida avaliação de recuperação para os discentes que não obtiverem o rendimento mínimo para aprovação e com frequência mínima de 75% na disciplina. A avaliação de recuperação será composta por uma prova escrita no dia **21/11/2023**, das 14h50min às 16h30min, contemplando todo o conteúdo semestral. A nota da referida prova irá substituir a menor nota obtida nas provas P1 e P2, sendo que, nesse caso, a pontuação final ficará limitada a **60 pontos**.

## 8. BIBLIOGRAFIA

### Básica

- 1) KAGAN, N.; BARIONI, C. C.; ROBBA, E. J. Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica, Edgard Blucher, São Paulo, 2005.
- 2) MAMEDE, J. Manual de Equipamentos Elétricos, LTC, 3a Edição, 2005.
- 3) Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Controle de tensão de sistemas de distribuição, Volume 5, Editora Campus/Eletróbrás.
- 4) Procedimentos de Distribuição - PRODIST, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), acesso através do link: <https://www.aneel.gov.br/prodist>

### Complementar

- 1) Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Planejamento de sistemas de distribuição, Volume 1, Editora Campus/Eletróbrás.
- 2) Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Proteção de sistemas aéreos de distribuição, Volume 2, Editora Campus/Eletróbrás.
- 3) Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Desempenho de sistemas de distribuição, Volume 3, Editora Campus/Eletróbrás.
- 4) Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Manutenção e operação de sistemas de distribuição, Volume 4, Editora Campus/Eletróbrás.
- 5) Turan Gonen, Electric Power Distribution System Engineering, Second Edition, CRC Press, 2007.

## 9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado realizada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Coordenação do Curso de Graduação: \_\_\_\_\_



Documento assinado eletronicamente por **José Rubens Macedo Junior, Professor(a) do Magistério Superior**, em 07/08/2023, às 14:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **4714134** e o código CRC **10A29542**.

