


**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:	PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS					
Unidade Ofertante:	FEELT					
Código:	FEELT31801	Período/Série:	9º PERÍODO	Turma:	E	
Carga Horária:			Natureza:			
Teórica:	60	Prática:	0	Total:	60	Obrigatória: (X)
						Optativa: ( )
Professor(A):	JOSÉ RUBENS MACEDO JUNIOR			Ano/Semestre:	2022/2	
Observações:						

**2. EMENTA**

Filosofia de proteção de sistemas elétricos. Princípios fundamentais dos relés. Tipos de relés (de sobrecorrente, de tensão, direcional, diferencial, de distância, etc.). Formas de construção dos relés (eletromecânicos, microprocessados, digitais (ou numéricos)). Equações dos relés de sobrecorrente pelas normas IEC e IEEE. Transdutores (transformadores de corrente e de potencial). Aplicação dos relés na proteção dos elementos do sistema (linhas, geradores, transformadores, barramentos). Ajustes e coordenação de proteção com relés de sobrecorrente na forma de relés digitais, através de estudos de casos. Aspectos básicos de proteção de linhas no domínio do tempo.

**3. JUSTIFICATIVA**

Atualmente, o avanço tecnológico expandiu o mercado para atuação de profissionais na área de proteção de sistemas elétricos de potência, intensificando a necessidade de formação de pessoal capacitado acerca dos conceitos básicos para estudos de sistemas de proteção, de coordenação e integração da proteção em sistemas elétricos de potência.

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

Capacitar o aluno no âmbito dos conceitos básicos para estudos de sistemas de proteção, de coordenação e integração da proteção em sistemas elétricos de potência.

**Objetivos Específicos:**

- 1) Conhecer as filosofias de proteção através de relés, adequadas para a proteção dos principais componentes dos sistemas elétricos (geradores, transformadores, linhas e barras, etc.).
- 2) Reconhecer as aplicações e os principais tipos de relés usados na proteção de sistemas elétricos.
- 3) Conhecer e montar os diagramas de proteção clássicos adequados para a proteção elétrica dos sistemas elétricos e seus principais componentes.
- 4) Fazer coordenogramas de vários relés de sobrecorrente digitais ou eletromecânicos colocados em cascata, bem como ler coordenogramas feitos por outros engenheiros.

**5. PROGRAMA**

**1) Introdução à proteção: filosofia da proteção.**

- Filosofia de uma proteção de um sistema elétrico.
- Relés primários e os secundários de um determinado elemento elétrico.
- Características funcionais do releamento.
- Conceito de zonas de proteção.

**2) Princípios fundamentais dos relés.**

- Classificação dos diversos tipos de relés.
- Formas de atuação de cada tipo de relé.

**3) Relés de corrente, tensão e potência**

- Tipos de construção dos relés e as equações padrões IEC e IEEE adotadas para os relés de sobrecorrente.

**4) Transformadores de corrente para instrumentos**

- Características construtivas dos TCs.
- Tipos de TCs.
- Saturação de TCs.
- Dimensionamento de TCs para sistemas de proteção.

**5) Transformadores de potencial para instrumentos**

- Características construtivas dos TPs.
- Tipos de TPs.
- Dimensionamento de TPs para sistemas de proteção.

**6) Relés supervisores de tensão**

- Relé de sub e sobretensão em regime permanente.
- Relé de assimetria de fase.
- Relé de desequilíbrio de tensão.
- Relé de falta de fase.
- Parametrização de relés supervisores de tensão.

**7) Relés de sobrecorrente**

- Relés de sobrecorrente temporizados.
- Tipos de temporização.
- Curvas de tempo inverso.
- Parametrização das funções 50 (instantâneo) e 51 (temporizada) em relés de sobrecorrente.
- Conceituação, construção e análise de coordenagramas.
- Parametrização e coordenação de relés de sobrecorrente.

**8) Relés diferenciais**

- Aplicações para o relé diferencial.
- Curva de sensibilidade do relé diferencial.
- Proteção de barramentos e transformadores através de relés diferenciais.
- Parametrização e coordenação de relés diferenciais.

**9) Relé direcional de sobrecorrente**

- Tipos e aplicações dos relés direcionais de sobrecorrente.
- Uso dos relé de direcionais de sobrecorrente no âmbito da geração distribuída.
- Parametrização e coordenação de relés direcionais de sobrecorrente.

**10) Relés de distância**

- Tipos de relés de distância.
- Aplicações dos relés de distância.
- O relé de distância a impedância.
- Conceituação, parametrização e coordenação de relés de distância a impedância.
- O relé de distância a admitância.
- Conceituação, parametrização e coordenação de relés de distância a admitância.
- O relé de distância a reatância.
- Conceituação, parametrização e coordenação de relés de distância a reatância.

**11) Proteção de equipamentos, barramentos e linhas**

- Aplicações específicas dos diversos tipos de relés de sobrecorrente na proteção de unidades consumidoras, motores, geradores, transformadores e linhas/alimentadores de distribuição.

**12) Relé de frequência**

- Tipos de relés de frequência.
- Conceituação, parametrização e coordenação de relés de frequência.
- Estágios de corte de carga.
- ERAC - Esquema Regional de Alívio de Carga.

### **13) Sistema Carrier de teleproteção**

- Conceituação e princípio de funcionamento dos sistemas carrier para teleproteção.

## **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): **20/04/2023** – Horário: 08h50min às 10h40min

Prova 2 (P2): **09/06/2023** – Horário: 08h50min às 10h40min

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 **15/06/2023**, das 08h50min às 10h40min, 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**

### **Bibliografia Básica:**

- 1) KINDERMANN, Geraldo. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência - V.1. Editora: UFSC.
- 2) KINDERMANN, Geraldo. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência - V.2. Editora: UFSC.
- 3) KINDERMANN, Geraldo. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência - V.3. Editora: UFSC.
- 4) MAMEDE Filho, João. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência. LTC Livros Técnicos e Científicos Ltda, 2011.
- 5) SILVA, Eliel Celestino da Silva. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência. Quality Mark, 1aEdição. 2014

### **Bibliografia Complementar:**

- 1) ARAÚJO, Carlos. Proteção de Sistemas Elétricos. Interciência, 2011.
- 2) CAMINHA, Amadeu. Introdução à proteção dos sistemas elétricos. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1977.
- 3) GONEN, T. Electric Power Distribution System Engineering, CRC Press, Second Edition, 2007.
- 4) SATO, Fujito; FREITAS, Walmir. Análise de Curto-Circuito e Princípios de Proteção em Sistemas de Energia Elétrica. Elsevier, Editora Ltda. 2014.
- 5) COURY, Denis Vinícius. Proteção Digital de Sistemas Elétricos de Potência. Dos Relés Eletromecânicos aos Microprocessados Inteligentes. EDUSP, 1a Edição. 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 31/01/2023, às 09:59, 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 **4227692** e o código CRC **E4364155**.