

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

DISCIPLINA: Interação entre Descargas Atmosféricas e Sistemas Elétricos.	CÓDIGO:
---	----------------

Validade: A partir do 1º semestre de 2019.

Carga Horária: 60 horas-aula

Créditos: 04

Área de Concentração / Módulo: Sistemas Elétricos / Formação Específica

Ementa:

Introdução: considerações preliminares, efeitos principais das descargas atmosféricas e breve histórico. Aspectos do ambiente elétrico do planeta. Descrição fundamental do fenômeno físico: mecanismo básico de estabelecimento, tipificação e caracterização de parâmetros de descargas atmosféricas. Medição e detecção de descargas atmosféricas. Descargas atmosféricas diretas e indiretas: efeitos e aspectos de segurança. Princípios de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas – interação com edificações residenciais, industriais e em ambientes explosivos. Interações com linhas de distribuição e transmissão e subestações e aspectos de proteção.

INTERDISCIPLINARIDADES

Inter-relações desejáveis

É desejável que os conteúdos abordados na disciplina *Tópicos Especiais em Sistemas Elétricos: Interação entre Descargas Atmosféricas e Sistemas Elétricos* tenham relações diretas, principalmente, com as seguintes disciplinas e linhas de pesquisa:

- **Disciplinas** ⇒ Métodos Numéricos, Modelagem de Sistemas Eletromagnéticos, Planejamento de Sistemas de Potência, Sinais e Sistemas, Teoria e Projeto de Sistemas Lineares, Teoria Eletromagnética, Transitórios Eletromagnéticos em Altas Freqüências e Transitórios Eletromagnéticos para Baixas Freqüências;

- **Linhas de Pesquisa** ⇒ Eletromagnetismo Aplicado e Planejamento e Operação de Sistemas Elétricos de Potência (área de concentração: Sistemas Elétricos); Análise e Modelagem de Sistemas (área de concentração: Modelagem e Controle de Sistemas).

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

Objetivos - Possibilitar ao estudante os seguintes conhecimentos:

- Fenômeno físico associado às descargas atmosféricas, desde a sua formação, propagação e interação com sistemas elétricos e seres humanos.
- Circuito atmosférico global.
- Técnicas de medição das ondas de corrente de descargas atmosféricas.
- Técnicas de detecção e acompanhamento de tempestades.
- Aspectos de segurança de seres humanos.
- Técnicas de proteção de sistemas elétricos, com ênfase em linhas de distribuição e transmissão; edificações (residenciais e industriais); subestações.
- Instalação de pára-raios, transformadores e aterramentos para proteção contra descargas atmosféricas.

Métodos Didáticos Utilizados

Marque com um X no quadro:

Aula expositiva em quadro

Seminário

Aula com uso de transparência

Pesquisa

Aula com uso de multimídia

Trabalho individual

Aula prática

Trabalho em grupo

Discussão de texto

Visita técnica

Filme

Outros: _____

Unidades de ensino

Carga-horária

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

		Horas-aula
1	Introdução às descargas atmosféricas. <ul style="list-style-type: none">• Considerações preliminares• Efeitos principais• Breve histórico	2
2	Ambiente elétrico do planeta. <ul style="list-style-type: none">• Características elétricas da Terra• O circuito elétrico global• O processo de eletrificação de nuvens	4
3	Fenômenos físicos e parâmetros associados às descargas atmosféricas. <ul style="list-style-type: none">• Mecanismo básico de estabelecimento da descarga atmosférica: indução de cargas elétricas; descargas elétricas em meios gasosos; poder das pontas; transferência de carga para o solo; descargas atmosféricas negativas, positivas e bipolares; componente contínua• Tipificação das descargas atmosféricas: percurso da descarga; direção de propagação do canal precursor da descarga; sinal da carga transferida para o solo• Frequência de ocorrência• Parâmetros característicos: parâmetros de incidência geográfica e físicos; formas de onda; amplitude da corrente; carga transferida; parâmetros de tempo típicos; derivada máxima; energia.	16
4	Medição e detecção de parâmetros de descargas atmosféricas. <ul style="list-style-type: none">• Medição direta da corrente de descarga: transdutores; torres “instrumentadas”; foguetes; elos magnéticos• Medição indireta: nível cerâmico; contadores de descarga; sistemas de detecção e localização de descargas atmosféricas (indicação de direção, diferença no tempo de chegada e técnica interferométrica)• A rede brasileira de detecção• Satélites e radar	8

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

5	Efeitos das descargas atmosféricas e aspectos de segurança. <ul style="list-style-type: none">• Descarga direta: influência dos parâmetros energia e valor de pico da corrente; incidência direta em linha de transmissão – mecanismos de flashover e back-flashover – no topo da torre e nos cabos fase e pára-raios• Descarga indireta: tensão induzida em linhas de transmissão – modelos de acoplamento eletromagnético entre o canal da descarga atmosférica e a linha de transmissão• Descargas atmosféricas em linhas de distribuição aéreas• Descargas atmosféricas em subestações• Aspectos de proteção: instalação de pára-raios; transformadores; aterramentos elétricos; centelhadores.• Aspectos de segurança: acidentes típicos, situações de exposição de risco e medidas preventivas	16
6	Princípios de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. <ul style="list-style-type: none">• Conceito de sistemas de proteção de estruturas• Modelos de incidência: modelos eletrogeométrico (EGM) e de progressão do líder• Filosofias de sistemas de proteção: Franklin e Gaiola de Faraday• SPDA e sistemas híbridos• Estudo e aplicação de normas técnicas	14
Total		60

Métodos de Avaliação

Listas de exercícios, trabalhos computacionais, provas e projetos com aplicação de normas técnicas e análise crítica.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



Plano de Ensino

Bibliografia Básica

- 1 – Silvério Visacro Filho. **Descargas Atmosféricas: uma abordagem de engenharia**. Ed. Artliber, São Paulo, 2005.
- 2 – Vladimir A. Rakov e Martin A. Uman. [Lightning: Physics and Effects](#). Cambridge University Press, 2003.

Bibliografia Complementar

- 1 – Ary D’Ajuz, Cláudio S. Fonseca e outros. **Transitórios Elétricos e Coordenação de Isolamento: Aplicação em Sistemas de Potência de Alta Tensão**. Furnas Centrais Elétricas, EdUFF, 1987.
- 2 – Luiz Cera Zanetta Jr.. **Transitórios Eletromagnéticos em Sistemas de Potência**. EdUsp, São Paulo, 2003.
- 3 – A. Greenwood. **Electrical Transients in Power Systems**. Ed. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1991.
- 4 – Antônio E. A. Araújo e Washington L. A. Neves. **Cálculo de Transitórios Eletromagnéticos em Sistemas de Energia**. Ed. UFMG, Belo Horizonte, 2005.
- 5 – S. R. Naidu. **Transitórios Eletromagnéticos em Sistemas de Potência**. Ed. Grafset, Co-ed. Eletrobrás/UFPb, 1985.
- 6 – Carlos M.J.C.M. Portela. **Sobretensões e Coordenação de Isolamento**. Volumes I, II e III, COPPE/UFRJ, 1983.
- 7 – Carlos M.J.C.M. Portela. **Regimes Transitórios**. Volumes I, II, III e IV, COPPE/UFRJ, 1983.
- 8 – Normas Técnicas - ABNT, IEEE e IEC – a serem indicadas durante o curso.
- 9 – Artigos Técnicos na área a serem indicados durante o curso.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica