



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Tecnologia
Departamento de Engenharia Elétrica

Ficha 2 (variável)

Disciplina: Tópicos Especiais em Energia Elétrica III								Código: TE981
Natureza: Optativa		Semestral						
Pré-requisito: Não há		Co-requisito: não há			Modalidade: Presencial			
CH Total: 60 CH semanal: 04	Padrão (PD): 00	Laboratório (LB): 00	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP):	
EMENTA (Unidade Didática)								
<p>Considerações preliminares sobre tempestades com raios, efeitos principais das descargas atmosféricas (D.A) e breve histórico. Condições elétricas da atmosfera para eletrificação das tempestades com D.A., descrição fundamental do fenômeno físico: mecanismo básico de estabelecimento, tipificação e caracterização de parâmetros de descargas atmosféricas. Medição e detecção de descargas atmosféricas. Impacto das D.A. diretas e indiretas: efeitos e aspectos de proteção contra raios. Normas e princípios de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Interações das D.A.'s. com linhas de distribuição, transmissão e subestações (pré-estudos para coordenação de isolamento).</p>								

PROGRAMA (itens de cada unidade didática)

Data de Início: 22/03/2023

Data de Fim: 01/07/2023

Exame final: 05/07/2023

Prazo para lançamento das notas: 11/07/2023

Horário: quarta (18h30 – 20h30) e sexta (20h30 – 22h30)

1. Formação de nuvens de tempestade,
2. Campo magnético terrestre na alta atmosfera, camadas ionosféricas,
3. Eventos luminosos transientes,
4. Teoria do carregamento de tempestades,
5. Campos elétricos em tempestades,
6. Iniciação de um raio e tipos de raios,
7. Energia dissipada durante um raio,
8. Tempestades como geradores de energia,
9. Circuito elétrico atmosférico global,
10. Física das descargas atmosféricas,
11. Energia das descargas atmosféricas,
12. Campo elétrico abaixo das tempestades,
13. Raios e o espectro eletromagnético,
14. Representação do campo elétrico por relâmpagos,
15. Descargas intranuvem,
16. Alertas de descargas atmosféricas e o perfil do campo elétrico atmosférico local,
17. Raios em linhas de transmissão e Coordenação de Isoladores,
18. Acidentes com descargas atmosféricas,
19. Sistemas de monitoramento, normatização (NBR/SPDA).

OBJETIVO GERAL

Objetiva-se por capacitar os alunos quanto ao conhecimento e compreensão do fenômeno de descargas atmosféricas, especialmente quanto a:

- Fenômeno físico associado às descargas atmosféricas, desde a sua formação, propagação e interação com sistemas elétricos e seres humanos.
- Descrever e modelar um circuito elétrico atmosférico global e local.
- Reconhecer modelos das técnicas de medição das ondas de corrente de descargas atmosféricas.
- Conhecer as técnicas de detecção, monitoramento e acompanhamento de tempestades.
- Conhecer os principais aspectos de segurança de seres humanos.
- Técnicas de estudos de para projetos de sistemas elétricos, com ênfase em linhas de distribuição, transmissão e subestações.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Proporcionar conhecimento acerca dos parâmetros elétrico e magnético das descargas atmosféricas,
- Capacitar a compreensão das condições para ocorrência de raios em edificações e no setor elétrico,
- Ampliar as condições de desenvolvimento teórico sobre os raios em projetos de engenharia elétrica.

PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

a) Sistema de comunicação:

O *Ambiente Virtual de Aprendizagem* (AVA) será a plataforma virtual Google Classroom, disponível gratuitamente, cujo acesso poderá ser realizado através de um endereço de correio eletrônico do GMAIL. Através desta plataforma serão disponibilizadas as aulas gravadas integralmente, textos auxiliares, podcasts e *links* para vídeos de apoio disponíveis na plataforma YouTube.

b) Requisitos digitais:

Para participar das atividades da disciplina o estudante deverá ter acesso a computador, *notebook* ou *desktop*, ou ainda um *tablete* ou *smartphone*, com acesso à Internet em banda larga. Não é necessária aquisição ou instalação de nenhum *software* em especial. Basta acessar a plataforma do Google Classroom e inserir o Código da turma que será também, previamente disponibilizado na página pessoal do professor responsável pela disciplina **TE981**.

Para o acesso a plataforma Google Classroom com a “Código da Turma” é indispensável ao aluno ter um endereço de correio eletrônico do **GMAIL**.

c) Metodologia de ensino-aprendizado:

- A proposta metodológica para esta disciplina baseia-se no conceito de aprendizagem ativa e enfatiza buscar a construção do conhecimento do graduando que deverá aliar a teoria às aplicações práticas voltadas ao contexto da Engenharia Elétrica e suas competências.
- Os principais conceitos teóricos e demonstrações são expostos pelo professor em sala de aula, e também será solicitada a leitura prévia (**Flipped Classroom**) dos assuntos a serem abordados. E os horários das aulas serão acordados com os alunos para trabalhar a metodologia *Blended Learning*.
- O discente recebe tarefas (listas de exercícios, textos, artigos) disponibilizadas na página do professor (www.elétrica.ufpr.br/~armando) e no *Google Classroom*, revê com o professor as informações e dúvidas em sala de aula, com o objetivo de estimular o aluno a compreender conceitos e interagir com os colegas de forma participativa na solução de problemas.
- Elaboração e armazenamento de *Minute Paper*, criando uma pasta de trabalhos (portfólio), a ser entregue no final da disciplina.

Aulas expositivas: apresentação da teoria, conceitos, propriedades, simulações, exemplos e aplicações.

Aulas remotas: Leitura de artigos/resumos (metodologia *Minute Paper*¹), resolução de exercícios e vídeos para prática da metodologia *Science Process Skills*².

Avaliação teórica: avaliação teórica do conteúdo exposto em sala de aula.

Recursos: Quadro branco, recursos de multimídia e computador.

FORMAS DE AVALIAÇÃO

Portfólio dos *Minute Paper* e Avaliação.

Entrega do Portfólio (P_{ort}): Na semana de conclusão da disciplina (100,0)

Avaliação (A_{va}): Prova escrita baseada na lista de exercícios e teoria da disciplina (100,0)

- A **Média Parcial** ($Média_{parcial}$) será calculada pela média das notas obtidas nas atividades, através de:

$$Média_{parcial} = (P_{ort} + A_{va})/2$$

- Estará aprovado o participante que atingir $Média_{parcial} \geq 70$.
- Os participantes cuja **Média Parcial** seja inferior a 70 porém igual ou superior a 40 ($40 \leq Média_{parcial} < 70$) será dada a oportunidade da entrega de um Trabalho Extra, com tema/atividades a ser definido, ao qual será atribuída uma nota (t_{extra}) entre zero e 100. Neste caso a **Média Final** ($Média_{final}$) será obtida através de:

$$Média_{final} = (Média_{parcial} + t_{extra})/2$$

- Participantes cuja **Média Parcial** ($Média_{parcial}$) for inferior a 40 serão considerados REPROVADOS, sem direito ao Trabalho Extra.

A frequência mínima para aprovação deve ser maior ou igual a 75%.

¹ É uma informação escrita pelos estudantes de forma individual. Representa a percepção do estudante em relação ao seu aprendizado. Permite a reflexão sobre o processo de aprendizagem dos estudantes.

² Metodologia que fomenta entender os conceitos e o uso de habilidades de processo e raciocínio científico envolvendo práticas investigativas, de observação, coleta de dados, comparação e questionamentos.

Comunicações e materiais didáticos são disponibilizados aos alunos através da Internet (Página do professor - www.elétrica.ufpr.br/~armando) e pela plataforma do *Google Classroom*.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA (mínimo 03 títulos)

1. MARTIN A. UMAN. *Lightning*. Dover Publications, 2011.
2. MacGORMAN D. R., RUST D. W. *The Electrical Nature of Storms*. Oxford University Press. 1998.
3. VISACRO S. F. *Descargas Atmosféricas – Uma abordagem de Engenharia*. Editora Artliber. São Paulo. 2005.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (mínimo 05 títulos)

1. Baker, S.D., Kelley, M.C., Swenson, C.M., Bonnell, J., Hahn, D.V. 2000. Generation of electrostatic emissions by lightning-induced whistler-mode radiation above thunderstorms. *J. Atmos. Solar-Terrest. Phys.* 62: 1393-404
2. Cummer, S.A., Inan, U.S., Bell, T.F., and Barrington-Leigh, C. 1998. ELF radiation produced by electrical currents in sprites. *Geophys. Res. Lett.* 25: 1281-4.
3. Füllekrug, M., Constable, S. 2000. Global triangulation of intense lightning discharges. *Geophys. Res. Lett.* 27: 333-6.
4. Mazur, V., Shao, X., and Krehbiel, P.R. 1998. "Spider" lightning in intracloud and positive cloud-to-ground flashes. *J. Geophys. Res.* 103: 19,811-22.
5. Heilmann A., Morales C. A. R. Location Error Evaluation for the ZEUS Long Range Lightning Monitoring Network in Brazil. *Journal of Lightning Research*, Vol. 3. 2007.

Referências complementares

1. BATTAN, L.J., 1965. Some factors governing precipitation and lightning from convective clouds. *J. Atmos. Sci.* 22, 79–84.
2. ENGHOLM, C.D., WILLIAMS, E.R., DOLE, R.M., 1990. Meteorological and electrical conditions associated with positive cloud-to-ground lightning. *Mon. Weather Rev.* 118, 470–487.
3. RUST, W.D., MACGORMAN, D.R., ARNOLD, R.T., 1981. Positive cloud-to-ground lightning flashes in severe storms. *Geophys. Res. Lett.* 8, 791–794.
4. TAPIA, A., SMITH, J.A., DIXON, M., 1998. Estimation of convective rainfall from lightning observations. *J. Appl. Meteorol.* 37, 1497–1509.
5. RYCROFT M.J., HARRISON R. G. *A.C/D.C. Atmospheric Global Electric Circuit Phenomena*, IEEE, 2011.
6. SOULA S. *Lightning Hazards to Aircraft and Launchers – Electrical Environment in a Storm Cloud*. *Journal Aerospace Lab*, December, 2012.
7. CHALMERS A. *Atmospheric Electricity*. *Iopscience* 17 101. <http://iopscience.iop.org/0034-4885/17/1/303>.
8. VLADIMIR A. RAKOW e MARTIN A. UMAN. *Lightning - Physics and Effects*, Cambridge University Press. 2006.
9. COTTON W. R., BRYAN G. H. VAN DEN HEEVER S. C. *Storm and Cloud Dynamics*. Second Edition International Geophysics series, Vol 99. Academic Press. 2013.
10. KELLEY M. C., HOLZWORTH R. H. *The Earth's Electric Field – Sources from Sun to Mud*. Elsevier. 2013.
11. BARRY G. R., CHORLEY R. J. *Atmosfera, Tempo e Clima*. 9ª. Edição. Editora Bookman. 2011.
12. ABNT NBR NORMA BRASILEIRA – 6939. Segunda Edição, 16/10/2018. *Coordenação do isolamento — Procedimento*.

13. ABNT NBR NORMA BRASILEIRA – 5419-2. Primeira edição 22.05.2015. Proteção contra descargas atmosféricas.

Professores da Disciplina: Armando Heilmann

Assinatura: _____

Chefe de Departamento: Luiz Antonio Belinaso

Assinatura: _____

**OBS: ao assinalar a opção % EAD, indicar a carga horária que será à distância.*