

DISCIPLINA: Aterramentos Elétricos**CÓDIGO:** 2EE.096**VALIDADE:** a partir de janeiro de 2015.**Carga Horária:** Total: 60 horas/aula Semanal: 04 aulas Créditos: 04**Modalidade:** Teórica**Classificação do Conteúdo pelas DCN:** Profissionalizante**Ementa:**

Introdução: considerações preliminares, conceitos básicos, aplicações típicas, aterramento de sistema e sistema de aterramento, influência do aterramento no desempenho dos sistemas elétricos. Técnicas de medição em sistemas de aterramento: resistividade do solo, dependência da frequência dos parâmetros elétricos, resistência de aterramento e impedância impulsiva de aterramento. Instrumentação para medições de aterramento. Modelagem eletromagnética de aterramentos elétricos para fenômenos de baixa e alta frequências. Conceitos básicos de segurança pessoal. Filosofias de aterramento e projeto de sistemas de aterramento. Aplicações.

Cursos	Período	Eixo	Obrig.	Optativa
Engenharia Elétrica	-	Sistemas de Energia		X

Departamento/Coordenação: Engenharia Elétrica (DEE) /Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica (CCEE)**INTERDISCIPLINARIDADES**

Pré-requisitos	Código
Eletromagnetismo	2EE.013
Eletrotécnica I	2EE.032
Co-requisitos	
Disciplinas para as quais é pré-requisito	
Disciplinas para as quais é co-requisito	

Objetivos: *A disciplina deverá possibilitar ao estudante:*

1	▪ Compreender a importância do aterramento elétrico na segurança pessoal.
2	▪ Compreender a importância do aterramento elétrico no desempenho de sistemas elétricos.
3	▪ Conhecer e aplicar as técnicas de medição de resistividade de solo e de resistência de aterramento.
4	▪ Conhecer as técnicas especiais de medição da dependência da frequência dos parâmetros elétricos do solo e de impedância impulsiva de aterramento.
5	▪ Modelar o comportamento de aterramentos elétricos submetidos a fenômenos de baixa e alta frequências.
6	▪ Compreender conceitualmente a sensibilidade do comportamento do sistema de aterramento com relação a parâmetros típicos (características eletromagnéticas do solo, geometria do aterramento, fenômeno solicitante, onda de corrente, etc.).
7	▪ Projetar sistemas de aterramento.

Unidades de ensino		Carga-horária Horas/aula
1	Parte I – Teoria Básica de Aterramentos Elétricos. <ul style="list-style-type: none"> • Considerações preliminares. • Conceitos básicos. • Aplicações típicas associados aos aterramentos elétricos. • Aterramento de sistema e sistema de aterramento. • Considerações sobre a influência do aterramento no desempenho de sistemas elétricos. 	4
2	Parte II – Aterramentos Elétricos para Fenômenos de Baixa Frequência. <ul style="list-style-type: none"> • Resistividade de solo e resistência de aterramento. • Métodos de medições de resistividade de solo e de resistência de aterramento. • Instrumentação para medição de resistividade de solo e de resistência de aterramento. • Estratificação do solo em camadas. 	12
3	Parte III – Aspectos de Segurança Pessoal. <ul style="list-style-type: none"> • Tensão de passo, tensão de toque e tensão transferida. • Caracterização das condições de risco. • Efeitos da corrente elétrica no corpo humano e impedância do corpo humano. • Critérios de segurança para aterramentos elétricos. 	6
4	Parte IV – Aterramentos Elétricos para Fenômenos de Alta Frequência. <ul style="list-style-type: none"> • Equações de Maxwell. • Modelagem física, matemática e computacional. • Acoplamentos eletromagnéticos transversal e longitudinal. • Composição da corrente no solo. • Dependência da frequência dos parâmetros elétricos do solo. • Efeito da intensidade da corrente: ionização do solo. • Efeito de propagação no solo. • Parâmetros que descrevem o desempenho de aterramento em alta frequência: impedância harmônica, elevação de potencial no ponto de injeção (GPR), impedância impulsiva, comprimento efetivo e coeficiente de impulso. 	14
5	Parte V – Filosofias de Aterramento. <ul style="list-style-type: none"> • Modelos de aterramento: aspectos gerais e de ordem prática. • Influência do aterramento no sistema elétrico. • Aterramentos isolado, por ponto único e com equipotencialização. • Aterramento de equipamentos eletrônicos sensíveis. • Esquemas de aterramento de baixa tensão. • Aterramento de neutro. 	8
6	Parte VI – Aplicações. <ul style="list-style-type: none"> • Aterramentos de: subestações, linhas de transmissão e de distribuição, torres de telecomunicação, SPDA e equipamentos elétricos. • Técnicas de projeto de malhas de aterramento: método do potencial constante, IEEE-80, corrente de sequência zero. 	16
Total		60

Bibliografia Básica	
1	S. Visacro, Aterramentos elétricos , Artliber, São Paulo, 2002.
2	G. Kindermann, J. M. Campagnolo, Aterramento elétrico , Sagra Luzzatto, a partir da 1ª Edição, Porto Alegre, 2002.
3	L. C. Zanetta Júnior, Transitórios eletromagnéticos em sistemas de potência , Edusp, São Paulo, 2003.

Bibliografia Complementar	
1	D. S. F. Gomes, F. F. Macedo e S. M. Guillod, Aterramento e proteção contra sobretensões em sistemas aéreos de distribuição , Coleção Distribuição de Energia Elétrica, Eletrobrás, EDUFF: Editora Universitária, Niterói 1990.
2	S. Visacro, Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia , Artliber, São Paulo, 2005.
3	C. M. Leite, Técnicas de aterramentos elétricos : cálculos, projetos e softwares para aterramentos elétricos , São Paulo: Oficina de Mydia
4	C. R. Paul, Electromagnetics for engineers: with applications to digital systems and electromagnetic interference , Wiley.
5	W. D. Steveson, Elementos de análise de sistemas de potência , a partir da 1ª Edição, McGraw-Hill..