

Conteúdo Programático/Cronograma

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

1

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
21/08/20	7:30 – 11:10	<p>Apresentação geral da disciplina</p> <p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>1- Introdução ao tema.</p> <p>1.1 - Definição de aterramento elétrico (AE); Objetivos do AE; Partes básicas dos AE; Aplicações típicas associadas aos AE; Termos e definições básicos;</p> <p>1.2 - Descrição dos tópicos que serão abordados pela disciplina; Descrição das Referências bibliográficas e das atividades avaliativas.</p> <p>2 – Resistividade elétrica do solo.</p> <p>2.1. Conteúdos teóricos: Definição de resistividade elétrica; Fatores que influenciam no comportamento da resistividade elétrica do solo; Valores característicos de resistividade do solo no Brasil.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer
28/08/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>1 - Descargas atmosféricas : Do imaginário popular à abordagem técnica - Benjamin Franklin como agente inovador ; O que são as descargas atmosféricas, como se formam, se manifestam e se caracterizam;</p>	Dr. Sérgio H. L. Cabral

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

2

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
04/09/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>2 – Resistividade elétrica do solo.</p> <p>2.2. Aspectos normativos e de cálculos: Estudo e aplicação da NBR 7117. Métodos de medição de resistividade para obtenção do perfil do solo; Métodos de estratificação por camadas do solo; Conceito de resistividade aparente; Apresentação de exemplos.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer
10/09/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>2 - Princípios de captação de descargas : Teoria da formação do líder escalonado e do líder ascendente; As pontas têm mesmo o poder de atrair preferencialmente os raios ? Uma breve análise dos falsos pára-raios; Raios esféricos; ELAT, o Grupo de Eletricidade Atmosférica do INPE; RINDAT - Rede Integrada Nacional de Detecção de Descargas Atmosféricas;</p>	Dr. Sérgio H. L. Cabral

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
17/09/20		<p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>2 – Resistividade elétrica do solo.</p> <p>2.3. Aspectos práticos: Familiarização com o equipamento Terrômetro e acessórios auxiliares; Medição de resistividade do solo pelo método de Wenner (ou dos quatro eletrodos). Considerações e ponderações gerais para a medição de resistividade do solo.</p> <p>2.4. Atividade avaliativa: Medição em campo do perfil de resistividade de solo de um terreno, pelo método de Wenner, utilizando Terrômetro. Será emitido um Relatório, onde deve constar a descrição da medição, a confecção do perfil da resistividade em função da profundidade do solo, a estratificação por camadas utilizando um dos métodos estudados e apresentar o cálculo da resistividade aparente do solo.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer
24/09/20		<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>Primeiro trabalho de avaliação da Parte 2 – Análise, apresentação e discussão de artigos relacionados aos temas apresentados;</p>	Dr. Sérgio H. L. Cabral

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
01/10/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>3 – Resistência de aterramento.</p> <p>3.1 Conteúdos teóricos: Conceito; Diferença entre resistência de aterramento e impedância de aterramento; Fatores que determinam a resistência de aterramento; Cálculos analíticos de resistência de aterramento para configurações básicas.</p> <p>3.2. Aspectos de cálculos: Expressões de resistência para topologias típicas de aterramento. Conexões de hastes em paralelo; Valores típicos e “recomendados” de resistência de aterramento, conforme aplicações e normas do setor elétrico.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
08/10/20		<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>NBR 5419, a norma nacional para SPDAs – Uma breve análise histórica;</p> <p>Versão 2015 da NBR 5419 – Uma visão geral - Partes 1 a 4 ; Introdução ao conceito de SPDA com seus três subsistemas – Captação, Descida e Aterramento elétrico;</p> <p>NBR 5419 – Sub-sistema de Captção – Franklin, Eletrogeométrico e gaiola de Faraday - Dimensionamento e discussões;</p>	Dr. Sérgio H. L. Cabral
15/10/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>3 – Resistência de aterramento.</p> <p>3.3. Aspectos normativos e práticos: Estudo e aplicação da NBR 15749; Métodos e instrumentos para a medição da resistência de aterramento; Considerações e ponderações gerais para a medição de resistência de aterramento; Aplicação prática do método da queda de potencial ou dos três eletrodos para hastes verticais.</p> <p>3.4. Atividade avaliativa: Medição em campo da resistência de aterramento de configurações com hastes verticais (isoladas e em conexão paralela), aplicando o método da queda de potencial e utilizando Terrômetro. Será emitido um Relatório, onde deve constar a descrição das medições, assim como o comparativo entre os resultados medidos e os calculados analiticamente.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
22/10/20		NBR 5419 – Sub-sistema de Descida Estrutural e externo – Dimensionamento e discussões; NBR 5419 – Sub-sistema de Aterramento – Dimensionamento e discussões;	Dr. Sérgio H. L. Cabral
29/10/20		<u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u> 4 – Tratamentos químicos e físicos do solo para a melhoria do desempenho do aterramento elétrico. 5- Corrosão em malhas de aterramento elétrico e técnicas para minimizar os efeitos. 6 - Esquemas elétricos do uso de aterramento elétrico em instalações de baixa tensão, conforme NBR-5410: TN; TN-S; TN-C; TN-C-S; TT e IT. - Indicação de Seminário sobre os temas dos tópicos 4 a 6.	Dr. Hugo A. D. Almaguer

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
05/11/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>Segundo trabalho de avaliação da Parte 2 – Análise, apresentação e discussão de artigos relacionados aos temas apresentados;</p>	Prof. Dr. Sérgio H. L. Cabral
12/11/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>7 - Critérios básicos de segurança em aterramento elétrico.</p> <p>7.1. Choque elétrico; Conceito e cálculo da Tensão de Passo e da Tensão de Toque; Efeitos fisiológicos da corrente elétrica no corpo humano; Procedimentos de segurança para aterramentos.</p> <p>7.2. Dispositivos de proteção Diferenciais Residuais (DR)</p> <p>- Atividade avaliativa: apresentação de Seminário sobre os conteúdos abordados nos itens 4 a 6, com a discussão de artigos técnicos publicados em revistas especializadas.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
19/11/20	7:30 – 11:10	<u>Parte 2 – SPDA</u> NBR 5419 – Sub-sistema de Aterramento - Continuação – Conceito de Equipotencialidade - BEP, TAT, BEL, anel horizontal, captos aéreos.	Dr. Sérgio H. L. Cabral
26/11/20	7:30 – 11:10	<u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u> 8Princípios básicos de aterramento elétrico de Sistemas de Potência. 8.1 - Aterramento elétrico em subestações de energia, com base nas Normas NBR 15751 e 15749; 8.2 – Exemplos de projetos de malha de aterramento em subestações de energia; 8.2 - Aterramento elétrico para linhas de transmissão (LT), conforme Normas Técnicas de concessionárias de energia; Aterramento elétrico para redes aéreas de distribuição (RAD), conforme Normas Técnicas de concessionárias de energia.	Dr. Hugo A. D. Almaguer

ATERRAMENTO ELÉTRICO & SPDA – SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - TEORIA E PRÁTICA

9

Data	Horário	Atividade	Nome do Professor
03/12/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>NBR 5419 – Cálculo de projeto – Da exigibilidade à execução;</p>	Dr. Sérgio H. L. Cabral
10/12/20	7:30 – 11:10	<p><u>Parte 1 – Aterramento Elétrico</u></p> <p>9 – Aterramento elétrico impulsivo (para altas correntes e altas frequências).</p> <p>9.1 – Considerações iniciais.; Modelos matemáticos do surto de descarga atmosférica.</p> <p>9.2 – Impedância de aterramento; Impedância transitória; Impedância de surto; Comportamentos típicos da impedância de aterramento e fatores que influenciam a mesma.</p> <p>9.3 - Simulação computacional de eletrodos de aterramento na condição de descarga atmosférica.</p> <p>9.4 – Ionização do solo; Conceito e noções básicas; Modelos matemáticos para considerar a ionização do solo; Simulação computacional de eletrodos de aterramento considerando a ionização do solo.</p>	Dr. Hugo A. D. Almaguer
17/12/20		<p><u>Parte 2 – SPDA</u></p> <p>Terceiro trabalho de avaliação – Apresentação e discussão de projetos hipotéticos elementares;</p>	Dr. Sérgio H. L. Cabral