|  |
| --- |
|  ***Estrutura Curricular (EC)*** |
| Formulário nº 13 – ***Especificação da Disciplina/Atividade***  |
| **Conteúdo de estudos** |
| INSTALAÇÕES ELÉTRICAS |
| Nome da Disciplina/Atividade | Código | Criação (x ) |
| Projetos de proteção contra descargas atmosféricas e sistemas de aterramento | TEE00187 | Alteração: nome ( ) CH ( ) |
| Departamento/Coordenação de Execução: Departamento de Engenharia Elétrica |
| Carga Horária total: 60 h Teórica: 45 h Prática: 15 h Estágio: 0 h |
| Disciplina/Atividade: Obrigatória ( ) Optativa ( X ) AC ( ) |
| Objetivos da Disciplina/Atividade: |
| Proporcionar ao aluno conhecimentos básicos de proteção contra descargas  |
| atmosféricas e sistemas de aterramento, com isso estará apto a projetar, especificar e ter noções de inspeções, medições e laudos de pda e sistemas de aterramento. |
| Descrição da Ementa:1. Proteção contra Descargas Atmosféricas
	1. ABNT NBR 5419-1:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais
		1. Parâmetros da corrente da descarga atmosférica
		2. Danos devido às descargas atmosféricas
		3. Danos à estrutura
		4. Necessidade e vantagem econômica da proteção contra descargas atmosféricas
		5. Medidas de proteção
		6. Critérios básicos para proteção de estruturas
	2. ABNT NBR 5419-2:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco
		1. Danos e perdas
		2. Riscos e componentes de risco
		3. Composição dos componentes de risco
		4. Gerenciamento de risco
		5. Análise dos componentes de risco
		6. Estudo preliminar para projeto de PDA
	3. ABNT NBR 5419-3:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida
		1. Sistema de proteção contra descargas atmosféricas – SPDA
			1. Classe do SPDA
			2. Projeto do SPDA
		2. Sistema externo de proteção contra descargas atmosféricas
			1. Escolha de um SPDA externo
			2. Subsistema de captação
			3. Subsistema de descida
			4. Subsistema de aterramento
		3. Sistema interno de proteção contra descargas atmosféricas
		4. Manutenção, inspeção e documentação de um SPDA
		5. Medidas de proteção contra acidentes com seres vivos devido a tensões de passo e de toque
	4. Símbolos gráficos para PDA, conforme PD CLC/TR 50469:2005
	5. Ensaio da continuidade elétrica das armaduras, conforme anexo F da ABNT NBR 5419-3:2015
	6. Projeto de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
	7. Especificações técnicas para PDA, conforme IEC 62561 (todas as partes)
	8. ABNT NBR 5419-4:2015 - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura
		1. Projeto e instalação das medidas de proteção contra surtos (MPS)
		2. Aterramento e equipotencialização
		3. Blindagem magnética e roteamento de linhas
		4. Coordenação de DPS
		5. Gerenciamento das MPS
		6. Dimensionamento de DPS conforme IEC 61643-12:2020
2. Sistemas de aterramento - Projeto, construção, medições e manutenção
	1. Definições básicas, em conformidade com a ABNT NBR 15749:2009 - Medições de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
	2. Principais finalidades e requisitos a serem atendidos pelos sistemas de aterramento;
	3. Conceito físico da resistência de aterramento do ponto de vista operativo, eletrodo ideal de aterramento, valores de corrente e dos potenciais máximos admissíveis pelo corpo humano.
	4. Medições em sistemas de aterramento;
	5. Métodos de medição e resistividade do solo, de acordo com a norma ABNT NBR 7117:2012 - Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo;
	6. Métodos de medição da resistência de aterramento;
	7. Medições dos potenciais na superfície do solo, tais como:
		1. Tensão de toque;
		2. Tensão de passo;
		3. Tensão de transferência.
		4. Os itens 2.6, 2.7.1 e 2.7.2 métodos de acordo com a norma ABNT NBR 15749:2009.
	8. Estratificação do solo;
		1. Conceito, critérios para determinar a resistividade característica de determinado solo, conforme a norma ABNT NBR 7117:2012;
		2. Resistividade aparente;
		3. Estratificação do solo, método gráfico e por software;
	9. Dimensionamento de sistemas de aterramento compostos por hastes verticais em diversas configurações, tais como:
		1. Linear;
		2. Quadrado vazio;
		3. Quadrado cheio;
		4. Triângulo;
		5. Exemplos numéricos a serem resolvidos em aula.
	10. Dimensionamento de sistemas de aterramento composto por eletrodos horizontais;
		1. Eletrodo horizontal, sem e com hastes;
		2. Eletrodos horizontais configuração em malha, sem e com hastes;
	11. Exemplos numéricos e análise das configurações mais adequadas para diversas aplicações específicas.
	12. Dimensionamento da seção dos condutores utilizados em sistemas de aterramento, de acordo com a ABNT NBR 15751:2013 - Sistemas de aterramento de subestações - Requisitos;
	13. Sistemas de aterramento especiais;
		1. Telecomunicações;
		2. Equipamentos sensíveis (inclusive processamento de dados - CPD);
		3. Malhas de referência de sinal (MRS) conceito, dimensionamento e instalação;
		4. Exemplos numéricos e aplicações práticas de (MRS).
	14. Tecnologia utilizada na infraestrutura de aterramento que utiliza as armaduras das fundações;
		1. Método de medição da continuidade elétrica, através do valor da resistência de contato das armaduras das fundações, colunas e vigas, de acordo com a ABNT NBR 5419:2015 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 4;
		2. Equipamento utilizado nas medições da resistência de contato, valores máximos admissíveis e os normalmente encontrados;
	15. Soluções especiais para solos com alto valor de resistividade;
		1. Configurações especiais de sistemas de aterramento;
		2. Tratamento do solo;
			1. Cálculo através de software específico.
	16. Verificações dos projetos através de medições e critérios de correção de sistemas de aterramento já implantados;
	17. Critérios de segurança em sistemas de aterramento;
	18. Esquemas de aterramento de baixa tensão de acordo com a ABNT NBR 5410/2004 - Instalações elétricas de baixa tensão (TT, TN-S, TN-C, TN-C-S, IT);
		1. Equipotencialização, conceito, BEP, BEL.
	19. Tecnologia dos materiais utilizados em sistemas de aterramento.
	20. Critérios de proteção contra corrosão em sistemas de aterramento;
	21. Trabalho prático em campo compreendendo:
	22. Medição da resistividade do solo, onde supostamente irá ser implantado um novo sistema de aterramento;
		1. Traçado da curva característica de resistividade do solo com a modelagem (estratificação) do solo sob medição;
		2. Medição da resistência de aterramento de um sistema de aterramento já implantado com o traçado de sua curva característica;
	23. Determinação aproximada do raio do volume de influência de um sistema de aterramento previamente implantado.
	24. Conexões em sistemas de aterramento.
		1. Tipos de conexão;
		2. Princípios sobre solda exotérmica;
		3. Execução prática de soldas exotérmicas, em campo.
 |
| Bibliografia Básica: |
| 1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-1**: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 1: Princípios gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-2**: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-3**: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-4**: Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
5. DEHN + SÖHNE. **LIGHTNING PROTECTION GUIDE.** Neumarkt. 3rd ed. 2014.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15571**: Sistemas de aterramento de subestações - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7117**: Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15549**: Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
 |
| Bibliografia Complementar: |
| 1. EUROPEAN COMMITTEE FOR ELECTROTECHNICAL STANDARDIZATION. **CLC/TR 50469** Lightning protection systems – Symbols. Brussels: CENELEC, 2005.
2. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62561-1**: Lightning protection system components (LPSC) - Part 1: Requirements for connection components. Geneva: IEC, 2017.
3. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62561-2**: Lightning protection system components (LPSC) - Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes Geneva: IEC, 2018.
4. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62561-5**: Lightning protection system components (LPSC) - Part 5: Requirements for earth electrode inspection housings and earth electrode seals Geneva: IEC, 2017.
5. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62561-7**: Lightning protection system components (LPSC) - Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds. Geneva: IEC, 2018.
 |

|  |  |
| --- | --- |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_CoordenadorData \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Chefe de Depto/CoordenadorData \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ |