

DIRETORIA DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE INDÚSTRIA
COORDENAÇÃO DO CURSO: 01102 - TÉCNICO INTEGRADO EM ELETROTÉCNICA

Programa de Unidade Didática – PUD

MATRIZ: 16686 (2020/1)

DISCIPLINA: REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE BAIXA E MÉDIA TENSÕES		
Código:	01.102.66	
Carga Horária Total: 80 h	CH Teórica: 60 h	CH Prática: 20 h
CH Prática como Componente Curricular do Ensino:	0	
Número de Créditos:	4	
Pré-requisitos:	01.102.49	
Semestre:	S6	
Nível:	TÉCNICO INTEGRADO	
EMENTA		
Sistema elétrico de potência. Projeto de redes de distribuição urbana. Projetos de redes de distribuição rural.		
OBJETIVOS		
<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer os tipos de sistemas de distribuição utilizados; • Realizar estudo das cargas de um sistema de distribuição: Curva de carga e fatores de projeto; • Conhecer Qualidade da Energia: Qualidade do produto e Qualidade dos Serviços com cálculos dos índices operativos DEC e FEC; • Planejamento do sistema de distribuição: Elaborar previsão de carga aplicando metodologia de regressão linear, ajuste das curvas, aplicação da função linear, função exponencial e função logarítmica para previsão do crescimento da demanda; • Estudar e aplicar a metodologia da Ampacidade; • Estudar e aplicar metodologias de cálculo da queda de tensão na rede de distribuição; • Estudar e aplicar padrão de estruturas de Média Tensão; • Estudar e aplicar padrão de estruturas de Baixa Tensão; • Conhecer e aplicar o uso dos gabaritos de projeto para projeto de RDR; • Estudar e aplicar a metodologia de Cálculo Mecânico de Estruturas da rede de distribuição; • Descrever o funcionamento dos equipamentos utilizados no sistema elétrico de distribuição; • Especificar os materiais utilizados nas redes de distribuição urbana e rural; • Elaborar um projeto de Redes de Distribuição Urbana; • Elaborar um projeto de Redes de Distribuição Rural. 		
PROGRAMA		
UNIDADE 1 - SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO:		
1.1. Sistemas de Distribuição no âmbito do Sistema elétrico de potência (SEP);		
1.2. Apresentar os principais tipos de sistemas de distribuição utilizados:		
1.2.1. Radial simples;		
1.2.2. Radial simples com equipamentos;		
1.2.3. Radial com recursos;		

COORDENAÇÃO DO CURSO: 01102 - TÉCNICO INTEGRADO EM ELETROTÉCNICA

1.2.4. Variantes do sistema radial: Alimentador expresso, alimentação de áreas por fases, dupla alimentação com reserva e CTA(Chave de transferência automática);

1.2.5. Sistema Subterrâneo: primário radial, primário radial e secundário reticulado, primário seletivo, primário em anel aberto, primário em anel fechado, secundário radial, secundário reticulado generalizado, secundário reticulado exclusivo (spot network).

UNIDADE 2 - ESTUDO DAS CARGAS:

2.1. Curva de carga, Demanda, Demanda Máxima, Demanda Média, Demanda Diversificada, Fator de demanda, Fator de carga, Fator de ociosidade, Fator de utilização, Fator de diversidade, Fator de coincidência, Fator de contribuição, Fator de perdas;

UNIDADE 3 - QUALIDADE DA ENERGIA:

3.1. Definições, PRODIST, Módulo 8;

3.2. Qualidade do produto: Tensão em regime permanente, Fator de potência, Harmônicos, Desequilíbrio de tensão, Flutuação de tensão, Variação de tensão de curta duração, Variação de frequência;

3.3. Qualidade dos Serviços: Indicadores operativos – DEC, FEC, DIC, FIC, Tempos de atendimento (tempo de preparação, tempo de deslocamento, tempo de execução, tempo de execução de emergência).

UNIDADE 4 - PREVISÃO DE CARGA:

4.1. Planejamento do sistema elétrico;

4.2. Limites de queda de tensão pela NBR e pela ANEEL;

4.3. Metodologias: regressão linear, ajuste das curvas, aplicação da função linear, aplicação da função exponencial, aplicação da função logarítmica para estado de crescimento da demanda;

4.4. Aplicação do Critérios de Projeto da ENEL Distribuição Ceará, na previsão de carga com aplicação da tabela do fator de diversidade por categoria de consumo.

UNIDADE 5 - ESTUDO DA AMPACIDADE:

5.1. Metodologias, troca de calor por condução, por convecção, por irradiação, ganho de calor solar, equilíbrio térmico, número modificado de Reynolds para definição do tipo de convecção, Aplicação de tabelas para obter a viscosidade, a densidade e a condutividade térmica do ar, o local do sol e a latitude, a quantidade de calor solar, a temperatura de regime, a metodologia da interpolação e o cálculo da capacidade de corrente do cabo pela ampacidade. Aplicação de cálculo para comparar os valores conservadores das tabelas com o valor da ampacidade. Aplicar planilhas para desenvolvimento dos cálculos;

UNIDADE 6 - QUEDA DE TENSÃO:

6.1. Definições;

6.2. Queda de tensão e regulação de tensão;

6.3. Limites padronizados pela NBR e ANEEL (PRODIST-módulo 8: tensão em regime permanente).

6.4. Modelagem matemática: Sistema com carga concentrada no final do circuito, sistema com carga concentrada ao longo da linha tronco, sistema com carga uniformemente distribuída ao longo do sistema, raio de ação do transformador, aplicação das planilhas de cálculo para queda de tensão na rede primária e rede secundária, com base nos limites admissíveis de queda de tensão.

UNIDADE 7 - ESTRUTURAS DA REDE AÉREA PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO:

7.1. Padrão de estruturas da rede de Média Tensão, Especificação Técnica N° 135 - Enel Distribuição Ceará, Materiais e equipamentos aplicados na rede aérea de Média Tensão: postes de concreto duplo T e circular, cruzetas de concreto tipo Normal, tipo meio-beco e tipo beco, isoladores de pino e de ancoragem, condutores nus, condutores isolados, chaves seccionadoras, chave fusíveis, elos-fusíveis, pára-raios, conectores, ferragens, posicionamento do poste DT, tipos de engastamentos (simples, com manilha, reforçado e concretado), tipo de estais (poste a poste, cruzeta-poste, haste âncora, estais lateral e longitudinal).

UNIDADE 8 - GABARITO DE PROJETO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO RURAL:

8.1. Características dos projetos de rede de distribuição rural, plantas de projeto: mapa do local, mapa chave, perfil planialtimétrico, desenhos, escala, tipo de solo, tipo de vegetação, estaqueamento;

COORDENAÇÃO DO CURSO: 01102 - TÉCNICO INTEGRADO EM ELETROTÉCNICA

8.2. Gabaritos de projeto para vãos contínuos e vãos ancorados, cabo de cobre nu e cabo de alumínio com alma de aço. Curvas do gabarito de projeto: curva 1 = curva a 0°C e deve ser aplicada para verificação da condição de arrancamento, curva 2 = curva a 55°C e deve ser aplicada para desenhar o perfil do condutor, curva 3 = curva de tangenciamento do solo, curva 4 = curva de locação de estruturas;

8.3. Aplicação de uso dos gabaritos de projeto;

8.4. Locação interativa de estruturas (LIE);

UNIDADE 9 - ESTRUTURAS DA REDE AÉREA SECUNDÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO:

9.1. Padrão de estruturas da rede de BT, Especificação Técnica N° 140 - Enel Distribuição Ceará, material aplicado na rede aérea de Baixa Tensão, postes de concreto duplo T e circular, armação secundária, isoladores roldana, condutores multiplexados, iluminação pública, transformadores de distribuição, conectores, ferragens, caixa de distribuição para fixação em poste, posicionamento do poste DT, engastamento de poste (simples, com manilha, reforçado e concretado).

UNIDADE 10 - DIRETRIZES E CRITÉRIOS PARA O TRAÇADO E LOCAÇÃO DE POSTES DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO RDU/RDR:

10.1. Aplicação dos critérios de projeto da Enel Distribuição Ceará, critérios para aplicação de locação de postes em alinhamento, em cruzamentos, em estruturas especiais, em fim de rede, com equipamentos. Centro de carga para locação do transformador. Aplicação de aterramento da Rede de distribuição primária e rede de distribuição secundária, aplicação de pára-raios, aplicação de chaves seccionadoras, aplicação de chaves fusíveis;

UNIDADE 11 - CÁLCULO MECÂNICO DE ESTRUTURAS DE DISTRIBUIÇÃO:

11.1. Metodologia de cálculo mecânico de estruturas, estrutura genérica normal e beco, aplicação de momento fletor, contribuição do vento, contribuição da tração, contribuição do peso, flecha máxima a 50°C, tração de projeto, esgastamento, estaiamento, tabelas com dados dos componentes de rede (postes com estruturas de MT, MT e BT, BT, condutores de MT e BT de cobre e alumínio, transformadores, iluminação pública, estruturas de RDU e RDR), Tabelas de Flechas, Tabelas de Tração de Projeto e Tração de Montagem, para RDU e RDR;

11.2. Dimensionamento de postes em estruturas de alinhamento, em ângulo, fim de rede, estruturas com equipamentos, iluminação pública, com estruturas primárias tipo normal, meio beco e beco, estruturas de baixa tensão, estruturas com estai.

METODOLOGIA DE ENSINO

Aulas expositivas teóricas e atividades práticas com o uso de tabelas, planilhas, uso de gabarito de projeto, uso de calculadora científica, no laboratório, trabalhos individuais e em grupo, pesquisa e visitas técnicas.

RECURSOS

- Quadro branco e pincel marcador;
- Livro didático e apostilas;
- Recursos audiovisuais;
- Calculadora científica;
- Programas computacionais específicos;
- Laboratório de Redes de Distribuição;
- Materiais e equipamentos.
- Gabaritos de projeto.

AVALIAÇÃO

Avaliação do conteúdo teórico e listas de exercícios a serem resolvidas totalmente ou parcialmente em sala de aula. Avaliação de conhecimento continuada e cumulativa através de avaliação individual e em grupo;

Autoavaliação contínua, através dos exercícios e atividades, permitindo ao aluno saber seu desempenho. Avaliação de atividades desenvolvidas em laboratório. Elaboração e apresentação de projeto de rede de distribuição.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

MONTENEGRO, Fábio. DE CASTRO, Raimundo César Gênova. Apostilha de redes de distribuição, IFCE, 2020.

GÊNOVA, Metodologia de Cálculo Mecânico de Estruturas de distribuição, IFCE, 2014.

CIPOLI, JOSÉ ADOLFO, Engenharia de distribuição, Qualitymark Editora.

COLEÇÃO DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA-ELETROBRÁS: Vol.1- Planejamento de sistemas de distribuição, Vol.2 – Proteção de sistemas aéreos de distribuição, Vol.3 – Desempenho de sistemas de distribuição, Vol.4- Manutenção e operação de sistemas de distribuição.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ET N° 285 – Critérios de projetos de redes de distribuição aérea de média e baixa tensão, 21/03/2019, ENEL distribuição Ceará.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ET N° 135 – Rede de distribuição aérea de média tensão – Padrão de Estruturas de MT, 02/03/2018, ENEL distribuição Ceará.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ET N° 137- Estruturas especiais, 02/03/2018, Padrão de estruturas para instalação de equipamentos especiais – 02/03/2018, ENEL distribuição Ceará.

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA ET N° 140 – Rede secundária de distribuição aérea 380/220V – Padrão de Estruturas de BT, 02/03/2018, ENEL distribuição Ceará.

PRAZERES, Romildo Alves dos. Redes de distribuição de energia elétrica e subestações. Curitiba: Base Editorial, 2010.

MAMEDE FILHO, João; MAMEDE, Daniel Ribeiro. Proteção de sistemas elétricos de potência. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MAMEDE FILHO, João. Manual de equipamentos elétricos - volume único. 3.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

BOSSI, Antônio; SESTO, Enzo. Instalações elétricas. São Paulo: Hemus, 1978. 1070 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

KAGAN, N.; OLIVEIRA, C. C. B. de; ROBBIA, E. J. Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica. 1ª ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CUNHA, Antônio Paulo da; VAZ, Luiz Eduardo Pereira (coord.). Redes de distribuição subterrâneas de energia elétrica. Rio de Janeiro: Synergia, 2014.

DUTRA, Joisa Campanher et al. Redes elétricas inteligentes no Brasil: subsídios para um plano nacional de implantação. Rio de Janeiro: Synergia, 2013.

SCHETTINO, Stevon. Smart Grid: tendências de sua implantação no Brasil. Curitiba: Appris, 2014.

BORGES NETO, Manuel Rangel; CARVALHO, Paulo César Marques de. Geração de energia elétrica - fundamentos. São Paulo: Érica, 2012.

VISACRO F., S. Descargas Atmosféricas: Uma Abordagem de Engenharia. 1ª ed. São Paulo: Artliber, 2005.

ERGER, Lars Torsten; INIEWSKI, Krzysztof (edição). Redes elétricas inteligentes: aplicações, comunicação e segurança.

Coordenador do Curso

Setor Pedagógico