



PLANO DE ENSINO 2020.2 <sup>1</sup>

**I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL 7102	Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica	4	0	72 horas – 4 Créditos

**II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)**

Prof. Mauro Augusto da Rosa

**III. PRÉ-REQUISITO(S) (Código(s) e nome da(s) disciplina(s))**

EEL7071	Introdução a Sistemas de Energia Elétrica
---------	---

**IV. CURSOS PARA OS QUAIS A DISCIPLINA É OFERECIDA**

(202) Engenharia Elétrica

**V. EMENTA**

A disciplina de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica é dividida em quatro etapas metodológicas:

- Aspectos tecnológicos de sistemas de distribuição & Projeto de Redes de Sistemas de Distribuição;
- Planejamento da Expansão de SD - modelos de previsão espacial de demanda, técnicas de otimização;
- Planejamento da Operação de SD: qualidade de serviços; perturbações e soluções corretivas;
- Automação de Redes de Distribuição & Manutenção em Sistemas de Distribuição.

**VI. OBJETIVOS**

Ao final da disciplina o aluno deverá ser capaz de conduzir o levantamento de campo para a elaboração de projetos para linhas de distribuição de energia em média e baixa tensão, compreender os exercícios necessários para a elaboração de um projeto básico, considerando todos os aspectos elétricos vinculados as decisões construtivas. Adicionalmente, os alunos deverão estar capacitados para analisar decisões de planejamento e operação de sistemas de distribuição, com ênfase em aplicações brasileiras. Conhecer aspectos tecnológicos atuais aplicados aos sistemas de distribuição.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

**1.1 Apresentação da disciplina**

Generalidades sobre Distribuição: Descrição dos componentes de um sistema de potência. Apresentação do sistema de energia elétrica brasileiro. Sistema de Distribuição Primária e Secundária. Carga, tipos e características.

**1.2 Conceitos básicos sobre distribuição de energia elétrica**

Demanda. Demanda máxima. Fator de demanda. Demanda Diversificada ou Coincidente. Demanda não Coincidente. Fator de Diversidade. Demanda Diversificada por unidade. Curvas de Demandas Diversificadas em p.u.

**1.3 Conceitos básicos sobre distribuição de energia elétrica**

Exemplos práticos. Fator de carga. Correlação entre demanda máxima e consumo. Hábito de Consumo.

**1.4 Projeto Elétrico: Conceitos, Normas Técnicas e Padrões**

Levantamento de carga. Determinação da demanda diversificada a partir do levantamento de carga. Planta de carga e traçado da rede primária. Localização dos transformadores. Previsão de manobras. Transferências de cargas. Cálculo elétrico na rede secundária. Critérios de operação e planejamento. Cálculo elétrico na rede primária. Previsão de carga. Limite térmico.

**1.5 Projeto Mecânico: Apresentação de padrões de estruturas e materiais; Conceitos e Aplicações**

Noções de cálculo mecânico de condutores. Esforços nas estruturas. Cálculo mecânico de estruturas. Postes e estruturas. Postes com escoras de subsolo simples e duplas. Cálculos de cruzetas e ferragens. Estruturas e ferragens.

<sup>1</sup> Plano de ensino adaptado, em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Resolução Normativa 140/2020/CUn.

### **1.6 Elaboração de Projeto de Rede Primária e Rede Secundária: Legislação do Setor Elétrico Brasileiro**

Apresentação e discussão sobre as Normas Técnicas das distribuidoras Brasileiras.

### **1.7 Redes de distribuição de energia: Sistemas especiais e Níveis de Tensão**

Sistemas Subterrâneos – Radial, Anel aberto e dupla alimentação. Operação de chaves de transferência automática. Sistema Network – descrição e proteção. Sistemas de Distribuição Residencial – descrição e tipos. Sistemas com secundário em banco. Tópicos de confiabilidade em sistemas de distribuição de energia. Níveis de tensão.

### **1.8 Confiabilidade**

Conceitos básicos da teoria de Confiabilidade; Classificação e tipos de falha; Modelos de representação de falhas; Métodos para o cálculo da confiabilidade de um sistema de distribuição; Índices de Confiabilidade.

### **1.9 Palestra sobre construção de redes de distribuição**

Convite a um projetista de redes de distribuição.

### **1.10 Planejamento da Distribuição: Previsão de carga (Critérios e Métodos)**

Métodos de Previsão do Crescimento de Carga; Exemplos práticos de Planejamento; Estudos Econômicos – Distribuição; Utilização da Confiabilidade na escolha da alternativa econômica;

### **1.11 Estudos Econômicos em Distribuição e Alternativas Econômicas**

### **1.12 Automação e redes inteligentes de distribuição de energia elétrica**

O conceito de micro-redes. Automação e inteligência. Sistemas autônomos. Medição de energia inteligente.

### **1.13 Regulação de Tensão – Reguladores automáticos**

Reguladores automáticos de tensão. Transformadores com regulação sob carga. Compensador de queda de tensão; Auto Boosters.

### **1.14 Subestações de Distribuição com comutadores sob Carga**

### **1.15 Proteção de Redes de Distribuição**

Proteção de sobre tensão em sistemas de distribuição. Proteção de sobre corrente em sistemas de distribuição. Equipamentos de Proteção para sistemas de distribuição: Religadores e Relés.

### **1.16 Capacitores de Potência na Distribuição**

### **1.17 Gestão Ambiental – Continuidade do projeto / Seminário sobre critérios e premissas de planejamento utilizados em distribuição de energia**

Manual de Arborização e Poda. Poda de Manutenção, Poda de Formação, Poda de Segurança.

### **1.18 Apresentação do Projeto Elétrico e Mecânico.**

## **VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA**

A dinâmica estruturada para este curso está amparada em aulas teóricas assíncronas, bem como trabalhos práticos disponibilizados de forma síncrona. As aulas teóricas gravadas serão disponibilizadas no ambiente Moodle, semanalmente, seguindo o calendário excepcional constante na resolução 140/2020/CUn, de 21 de Julho de 2020. As exposições teóricas serão seguidas por exercícios de aplicação, possibilitando interpretações práticas para o estudo individual. Adicionalmente, serão disponibilizadas aulas de apoio com horários para discussão síncrona, por meio da plataforma Google MEET, com o objetivo de possibilitar discussões pontuais sobre dúvidas ou interpretações na forma de apoio para o desenvolvimento dos trabalhos. A avaliação do desempenho do aluno está amparada no desenvolvimento de trabalhos práticos.

## **IX. ATIVIDADES PRÁTICAS**

Não se aplica.

## **X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA**

Serão realizadas três avaliações com datas previstas para:

- ✓ Avaliação 1 ( $Av_1$ ) –
- ✓ Avaliação 2 ( $Av_2$ ) –
- ✓ Avaliação 3 ( $Av_3$ ) –

A nota final da disciplina será calculada ponderando cada uma das avaliações pela fórmula:

$$Nota = 0,5 \times \left( \frac{Av_1 + Av_2}{2} \right) + 0,5 \times Av_3$$

Será aprovado o aluno que satisfizer os seguintes critérios:

a) Obter média final superior ou igual a 6,0;

Terá direito a realizar a avaliação de recuperação o aluno que:

✓ Obter média final inferior a 6,0, contudo, superior a 3,0;

A avaliação de recuperação abordará todo o conteúdo programático, sendo sua realização prevista para:

✓ Avaliação de recuperação (rec.) –

**Importante:** alunos que, por quaisquer motivos, perderem alguma avaliação, devem entrar com pedido junto à chefia do departamento para que possam fazê-la posteriormente.

**Identificação do controle de frequência das atividades.** O cumprimento das atividades práticas nos prazos definidos, servirá de comprovativo de frequência das atividades.

---

## **XI. LEGISLAÇÃO**

Não será permitido gravar, fotografar ou copiar as aulas disponibilizadas no Moodle. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 – Lei de Direitos Autorais.

---

## **XI. REFERÊNCIAS**

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

1. **Notas de aula disponibilizadas no ambiente Moodle;**
  2. <https://www.aneel.gov.br/prodist>
  3. <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/procedimentos-de-rede/vigentes>
  4. [http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo4\\_F.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo4_F.pdf)
  5. <https://www.epe.gov.br/pt>
-

## Cronograma

Aula	Data	CH	
1	09/02 10/02	4h	Apresentação da disciplina & Conceitos básicos sobre distribuição de energia elétrica
2	16/02 17/02	4h	Projeto Elétrico: Conceitos, Normas Técnicas e Padrões
3	23/02 24/02	4h	Projeto Mecânico: Apresentação de padrões de estruturas e materiais; Conceitos e Aplicações
4	02/03 03/03	4h	Elaboração de Projeto de Rede Primária e Rede Secundária: Legislação do Setor Elétrico Brasileiro
5	09/03 10/03	4h	Redes de distribuição de energia: Sistemas especiais e Níveis de Tensão
6	16/03 17/03	4h	Confiabilidade & Palestra sobre construção de redes de distribuição - <u>Avaliação 1</u>
7	23/03 24/03	4h	Planejamento da Distribuição: Previsão de carga (Critérios e Métodos)
8	30/03 31/03	4h	Estudos Econômicos em Distribuição e Alternativas Econômica
9	06/04 07/04	4h	Automação e redes inteligentes de distribuição de energia elétrica
10	13/04 14/04	4h	Regulação de Tensão – Reguladores automáticos - <u>Avaliação 2</u>
11	20/04 21/04	4h	Subestações de Distribuição com comutadores sob Carga
12	27/04 28/04	4h	Proteção de Redes de Distribuição
13	04/05 05/05	4h	Capacitores de Potência na Distribuição
14	11/05 12/05	4h	Gestão Ambiental – Continuidade do projeto
15	18/05 19/05	4h	Apresentação do Projeto Elétrico e Mecânico - <u>Avaliação 3 &amp; Recuperação</u>
16	21/05	4h	Seminário sobre critérios e premissas de planejamento utilizados em distribuição de energia – Atividade Optativa.

**A observar:**

- a) As atividades pedagógicas não presenciais síncronas não deverão ser realizadas fora do horário estabelecido na grade horária (Art. 3.1, Res. 140/2020/CUn);
- b) Horário diferente do apresentado na grade horária somente mediante a anuência de todos os alunos matriculados (Art. 3.2, Res. 140/2020/CUn);