

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA****CENTRO TECNOLÓGICO**

Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica

Campus Trindade - CEP 88040-900 - Florianópolis SC

Tel: 48 3721-2260

**PLANO DE ENSINO 2020.1 <sup>1</sup>****I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL7106	Proteção de Sistemas Elétricos	4	0	72

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

Prof. Miguel Moreto

**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**

Introdução ao sistema de aterramento; Medição da resistividade do solo; Estratificação do solo; Sistemas de aterramento; Tratamento químico do solo; Quesitos de segurança; Malha de aterramento; Medida de resistência de terra; Corrosão no sistema de aterramento; Surtos de tensão no aterramento; Transformador de corrente e potencial; Proteção de subcorrente; Religamento; Relé direcional; Proteção de distância; Proteção diferencial; Proteção de transformadores; Proteção da geração; Teleproteção.

**VI. OBJETIVOS**

Ao final da disciplina o aluno deverá conhecer os princípios gerais de aterramento e proteção de sistemas elétricos, seus equipamentos e operação, além de conhecimentos acerca dos dispositivos de proteção e seus ajustes, realizando atividades práticas em laboratório.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- 1) Introdução à sistemas de aterramento
  - a) Medição da resistividade do solo, estratificação do solo; Tratamento químico do solo
  - b) Segurança, malha de aterramento;
  - c) Medida da resistência de terra, corrosão, surtos;
- 2) Transdutores para proteção
  - a) Transformadores de corrente;
  - b) Transformadores de potencial;
- 3) Funções básicas de proteção
  - a) Proteção de sobrecorrente;
  - b) Proteções baseadas na medida de impedância e admitância;
  - c) Proteção diferencial;
  - d) Outras proteções.
- 4) Proteção de equipamentos
  - a) Proteção de linhas de transmissão e alimentadoes;
  - b) Teleproteção;
  - c) Proteção de transformadores;
  - d) Introdução à proteção de geradores;

<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.

---

## VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

---

A metodologia de ensino é discutida a seguir, envolvendo as formas de exposição do curso e as ferramentas a serem utilizadas.

### FORMAS DE EXPOSIÇÃO

O curso será apresentado em duas modalidades:

1. Aulas síncronas. Estas aulas serão apresentadas em tempo real, com duração máxima correspondente a duas horas aula e estarão divididas em duas partes:
  - a. Exposição teórica (1 hora-aula) que será gravada possibilitando acesso posterior em caso de perda de conectividade por parte dos alunos;
  - b. Atendimento aos alunos (1 hora-aula) que consiste em:
    - i. Resolução de exercícios propostos;
    - ii. Auxílio para as atividades assíncronas;
    - iii. Solução de dúvidas relativas a aula apresentada ou anteriores.

As ferramentas usadas no curso são:

- Ambiente Virtual de Ensino Aprendizagem Moodle: <https://moodle.ufsc.br/course/view.php?id=120667>
- Sala virtual usando o módulo ConferênciaWeb disponível no Moodle;
- Outras ferramentas do Moodle;
- Grupo de mensagens instantâneas com aplicativo Telegram ou Discord.

---

## IX. ATIVIDADES PRÁTICAS

---

Não há

---

## X. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO E CONTROLE DE FREQUÊNCIA

---

Descrever os procedimentos que serão empregados com vistas à avaliação do desempenho dos alunos em relação ao proposto pela disciplina.

A avaliação da disciplina será feita na forma de trabalhos que consistem em:

- Dois trabalhos de avaliação (*TA1* e *TA2*).
- *n* atividades de acompanhamento (*AT1* a *ATn*),

As atividades de acompanhamento consistem em tarefas que serão propostas com regularidade ao longo do semestre, com o intuito de avaliar a participação e interesse dos alunos.

A nota final da disciplina será assim calculada:

$$NF = 0,6 \cdot \left( \frac{TA1 + TA2}{2} \right) + 0,4 \cdot \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n AT_i$$

Será considerado aprovado o aluno que obtiver  $NF \geq 6,0$  e obtiver frequência suficiente. Para os alunos que obtiverem  $4,0 \leq NF < 6,0$  será aplicada uma avaliação de recuperação. A nota final, nesse caso, será a média simples entre *NF* e a nota obtida na avaliação de recuperação.

Serão considerados presentes os alunos que assistirem as aulas síncronas ou, em caso de impossibilidade de conexão, assistirem à gravação da aula disponibilizada no repositório de gravações da sala de aula virtual.

---

## 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. C. WARRINGTON, A. R. van. Protective Relays: Their Theory and Practice. Boston, MA: Springer US, 1968. xv, 484 p ISBN 9781468464597. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4684-6459-7>
2. CHRISTOPOULOS, C; WRIGHT, A. Electrical Power System Protection. 2nd ed. 1999. New York, NY: Springer US: Imprint: Springer, 1999. xx, 608 p ISBN 9781475750652. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5065-2>
3. ANDERSON, P. M., Power System Protection, Wiley-IEEE Press, US, 1999. 1330p. ISBN 9780470545591 Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?bknumber=5264125>

### **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

1. KINDERMANN, G. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, volume 1, 3. ed., Florianópolis: Edição do autor, 2012.
2. KINDERMANN, G. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, volume 2, 2. ed., Florianópolis: Edição do autor, 2014.
3. KINDERMANN, G. Proteção de Sistemas Elétricos de Potência, volume 3 , 1. ed., Florianópolis: Edição do autor, 2008.
4. KINDERMANN, G. Curto-circuito, 4. ed., Florianópolis: Edição do autor, 2007.
5. KINDERMANN, G.; CAMPAGNOLO, J. M. Aterramento Elétrico, 5. ed., Florianópolis: Edição do autor Labplan, 2002.
6. MAMEDE FILHO, JOÃO; MAMEDE, D. R. Proteção de sistemas elétricos de potência, Rio de Janeiro: LTC, 2014.

### **OUTRAS REFERÊNCIAS**

Slides apresentados em aula.

---

## Cronograma Previsto

Semana	Conteúdo
1	Apresentação da disciplina. Revisão de conteúdo: grandezas pu e cálculo de curto-circuito.
2	Introdução à proteção de sistemas elétricos. Aspectos gerais de proteção de sistemas elétricos. Tipos de aterramento.
3	Revisão de conteúdo. Apresentação do ambiente e metodologia de ensino remoto, novo plano de ensino. Transformadores de corrente (TC).
4	Dimensionamento de TC. Transformadores de potencial.
5	Proteção de sobrecorrente de fase Proteção de sobrecorrente de neutro
6	Proteção de sobrecorrente direcional Religamento
7	Coordenação de proteção de sobrecorrente Enunciado do Trabalho de Avaliação 1
8	Proteção de distância: relés de impedância, admitância e reatância.
9	Proteção de sub e sobre tensão.
10	Relé diferencial Entrega do Trabalho de Avaliação 1
11	Simulação de Transitórios Eletromagnéticos.
12	Proteção de transformadores. Simulações com software ATP.
13	Proteção de transformadores. Simulações com software ATP.
14	Proteção de Linhas de Trasmissão.
15	Proteção digital de linhas de transmissão. Enunciado do Trabalho de Avaliação 2
16	Proteção de barras
17	Sistemas de Aterramento
18	Sistemas de Aterramento Entrega do Trabalho de Avaliação 2