

 <p><b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</b></p>	<p align="center"> <b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA</b>  <b>CAMPUS ARARANGUÁ</b>  <b>CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE</b>  <b>DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE</b>  <b>PLANO DE ENSINO*</b> </p> <p>* 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 corona vírus – COVID-19, em atenção à Portaria MEC 344, de 16 de junho de 2020 e à Resolução 140/2020/CUn, de 24 de julho de 2020.</p> <p align="center"><b>SEMESTRE 2020.1</b></p>
--	---

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:				
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EES7395**	Análise de Sistemas de Elétricos de Potência	04	00	72

\*\* plano a ser considerado equivalente, em caráter excepcional e transitório na vigência da pandemia COVID-19, à disciplina EES7395.

HORÁRIO		
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	MODALIDADE
07653 - 2.1420(2) 4.1420(2)	-	Ensino Remoto Emergencial

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)
<b>LEONARDO ELIZEIRE BREMERMANN</b> (leonardo.bremermann@ufsc.br)

III. PRÉ-REQUISITO(S)	
CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
EES7371	Transmissão e Distribuição de Energia

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA
Bacharelado em Engenharia de Energia

V. JUSTIFICATIVA
<p>A geração, distribuição e transmissão de energia elétrica é de grande relevância da formação do engenheiro de energia. Esta disciplina introduz uma visão dos grandes sistemas de energia elétrica e algumas ferramentas de cálculo como o Fluxo de Potência na rede de transmissão de energia elétrica, despacho econômico, cálculo de curto circuito bem como estabilidade de sistemas de potência. Além de aspectos teóricos, são apresentados aspectos tecnológicos do funcionamento e operação de grandes sistemas de energia elétrica.</p>

VI. EMENTA
<p>Características gerais do Setor Elétrico brasileiro. Princípios de sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Análise de fluxo de carga. Despacho econômico dos sistemas elétricos de potência. Operação de Sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. Falta trifásicas simétricas. Componentes simétricos. Falta trifásicas assimétricas. Estabilidade de sistemas de potência.</p>

VII. OBJETIVOS
<b>Objetivo Geral:</b>

Fornecer subsídios teóricos e práticos para planejamento e operação de sistemas de energia elétrica.

#### **Objetivos Específicos:**

- Adquirir e demonstrar conhecimentos básicos relativos à estruturação do setor elétrico, do planejamento e operação de sistemas elétricos de potência;
- Demonstrar capacidade para o tratamento, validação e interpretação de resultados obtidos em trabalhos práticos.
- Desenvolver capacidades de trabalho autônomo e de pesquisa bibliográfica.
- Demonstrar capacidade de integração e de realização de trabalhos em equipe.
- Demonstrar capacidade de elaboração e desenvolvimento de relatórios escritos e de preparação e realização de exposições orais.

#### **VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

- Introdução a sistemas de energia elétrica de grande porte no Brasil e no mundo.
- Organização da indústria de energia elétrica no passado e no presente.
- Principais componentes de sistemas de energia elétrica.
- Equações de redes em forma matricial.
- Formulação das equações de fluxo de potência. Tipos de barras.
- Métodos de solução de equações algébricas não lineares.
- Método Gauss-Seidel.
- Método Newton-Raphson.
- Variantes Desacoplado e Desacoplado Rápido.
- Fluxo de potência linearizado. O problema da solução numérica de grande porte.
- Noções de despacho econômico de termelétricas despacháveis.
- Coordenação hidrotérmica e os modelos do CEPEL.
- Controle de frequência e tensão.
- Curto circuito simétrico e assimétrico.
- Interligação síncrona e assíncrona de sistemas de energia elétrica.

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

A metodologia deve ser redefinida, especificando os recursos de tecnologias da informação e comunicação que serão utilizados para alcançar cada objetivo (preferencialmente na forma de uma matriz instrucional) (Art. 15 § 4º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

Todo material utilizado, como apresentações, *slides*, vídeos, referências, entre outros, deverá ser disponibilizado pelos professores posteriormente, garantindo o acesso do estudante a material adequado (Art. 15 § 3º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

Serão aplicadas diferentes metodologias de ensino remoto:

- 1) Aulas expositivas e síncronas, utilizando salas virtuais (discussões, dúvidas, apresentações);
- 2) Aulas expositivas e assíncronas, disponibilizada aos alunos por meio do AVA Moodle;
- 3) Sala de aula invertida: O professor irá orientar os alunos a lerem um determinado material referente a um tópico do conteúdo. Essa atividade deve ser executada pelos alunos de forma assíncrona. Em seguida, um encontro síncrono é realizado, no qual serão desenvolvidas atividades propostas pelo professor para consolidação do aprendizado;
- 4) Atividades avaliativas assíncronas e/ou síncronas;
- 5) Todo material considerado significativo, ficará disponível no AVA Moodle.

#### **X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO**

- A verificação do rendimento escolar compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, ficando nela reprovado o aluno que não comparecer, no mínimo a 75% das mesmas.
- A nota mínima para aprovação na disciplina será 6,0 (seis). ( Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).

- O aluno com frequência suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70, § 2º. A nota será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

$$NF = \frac{MF + REC}{2}$$

- Ao aluno que não comparecer às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997)

- Avaliações**

A nota final será computada a partir da combinação das seguintes atividades avaliativas:

- Questionários (P1, P2 e P3): poderão conter questões objetivas, objetivas mistas e dissertativas. Serão aplicadas em formato assíncrono.
- Atividades assíncronas diversas (P4): constituída por pequenas atividades assíncronas. P4 será a média aritmética destas atividades.

A média final será calculada da seguinte forma:

$$MF = 0,25 * P1 + 0,25 * P2 + 0,25 * P3 + 0,25 * P4$$

- Registro de frequência**

Neste tópico, deve-se descrever como será realizado o registro de frequência dos alunos, seguindo parâmetros deliberados em colegiados (Art. 15 § 4º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020).

- A verificação de frequência se dará por meio da participação das atividades assíncronas propostas semanais.

**Pedido de Nova Avaliação - Art. 74 da Res. nº 17/CUn/97**

- O aluno, que por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar atividades avaliativas previstas no plano de ensino, deverá fazer o pedido à Chefia do Departamento de Energia e Sustentabilidade (EES), dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, apresentando documentação comprobatória. O pedido de Nova Avaliação deve ser formalizado na Secretaria Integrada de Departamentos (SID- sid.cts.ara@contato.ufsc.br).

**XI. CRONOGRAMA PREVISTO**

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO	CARGA SÍNCRONA (h-a)	CARGA ASSÍNCRONA (h-a)
1ª	04/03/20 a 07/03/20	Apresentação da disciplina. Histórico da evolução dos sistemas de energia elétrica no Brasil e no mundo.	ministrada na modalidade presencial	
2ª	09/03/20 a 14/03/20	Principais componentes: geradores, transformadores, linhas de transmissão. Modelos matemáticos dos principais componentes.	ministrada na modalidade presencial	
3ª	31/08/20 a 05/09/20	Apresentação da disciplina no formato remoto. Revisão Introdução à Redes de energia elétrica. Atividade Avaliativa (P4).	2	2
4ª	07/09/20 a 12/09/20	<b>Dia não letivo.</b> Equações das redes. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
5ª	14/09/20 a 19/09/20	Matriz Ybarra. Análise de cargas.	1	3

		O Problema do Fluxo de potência. Atividade Avaliativa (P4).		
6 <sup>a</sup>	21/09/20 a 26/09/20	Tipos de barras. Métodos de solução de fluxo de potência. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
7 <sup>a</sup>	28/09/20 a 03/10/20	<b>Revisão.</b> <b>Atividade Avaliativa (P1).</b>	1	3
8 <sup>a</sup>	05/10/20 a 10/10/20	Controle de frequência e tensão. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
9 <sup>a</sup>	12/10/20 a 17/10/20	<b>Dia não letivo.</b> Regulação primária e suplementar de frequência. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
10 <sup>a</sup>	19/10/20 a 24/10/20	Estabilidade de sistemas de potência. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
11 <sup>a</sup>	26/10/20 a 31/10/20	<b>Atividade Avaliativa (P2).</b> <b>Dia não letivo.</b>	0	4
12 <sup>a</sup>	02/11/20 a 07/11/20	<b>Dia não letivo.</b> Geração despachável e não despachável. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
13 <sup>a</sup>	09/11/20 a 14/11/20	Fontes convencionais e não convencionais. Operação econômica de sistemas de potência. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
14 <sup>a</sup>	16/11/20 a 21/11/20	<b>Dia não letivo.</b> Curto circuito simétrico. Curto circuito assimétrico. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
15 <sup>a</sup>	23/11/20 a 28/11/20	Redes de sequência. Atividade Avaliativa (P4).	1	3
16 <sup>a</sup>	30/11/20 a 05/12/20	<b>Revisão.</b> <b>Atividade Avaliativa (P3)</b>	1	3
17 <sup>a</sup>	07/12/20 a 12/12/20	<b>Revisão.</b>	1	3
18 <sup>a</sup>	13/12/20 a 19/12/20	<b>Prova de Recuperação.</b> <b>Divulgação das Notas Finais</b>	1	3

<b>XII. Feriados e dias não letivos previstos para o semestre 2020.1</b>	
<b>DATA</b>	
07/09/20 (seg)	Independência do Brasil
12/10/20 (seg)	Nossa Senhora Aparecida
28/10/20 (qua)	Dia do Servidor Público
02/11/20 (seg)	Finados

### **XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA \*\*\***

1. Notas de aula;
2. Apresentações (slides) do conteúdo programático;
3. Disponibilização de bibliografia pública (papers, artigos, livros, etc.).

### **XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

- 1 Análise de curto-circuito e princípios de proteção em sistemas de energia elétrica / Fujio Sato, Walmir Freitas. - ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. ([https://www.academia.edu/36846676/Analise\\_de\\_Curto\\_Circuito\\_e\\_Pri\\_Fujio\\_Sato](https://www.academia.edu/36846676/Analise_de_Curto_Circuito_e_Pri_Fujio_Sato))
- 2 SAADAT, Hadi. Power system analysis. 2nd ed. Boston: McGraw Hill, c2002. xix,712p. ISBN 9780072847963.
- 3 STEVENSON, William D. Elementos de análise de sistemas de potência. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974. ix, 374p.
- 4 ELGERD, Olle Ingemar. Introdução a teoria de sistemas de energia elétrica. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. xviii, 604p.

- 5 MOMOH, James. Smart grid: fundamentals of design and analysis. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons, 2012. online resource (234 p.). On-line. <https://ieeexplore.ieee.org/xpl/bkabstractplus.jsp?bkn=6183554>.
- 6 MONTICELLI, Alcir Jose. Fluxo de carga em redes de energia elétrica. São Paulo: E. Blucher; Rio de Janeiro: Centro de Pesquisas de Energia Elétrica, 1983. 164p.
- 7 Fortunato, L.A.M., Araripe Neto, T.A., Albuquerque, J.C.R. e Pereira, M.V.F., Introdução ao Planejamento da Expansão e Operação de Sistemas de Produção de Energia Elétrica. EDUFF-Editora Universitária, 1990.

\*\*\* A bibliografia principal das disciplinas deverá ser pensada a partir do acervo digital disponível na Biblioteca Universitária, como forma de garantir o acesso aos estudantes, ou, em caso de indisponibilidade naqueles meios, deverão os professores disponibilizar versões digitais dos materiais exigidos no momento de apresentação dos projetos de atividades aos departamentos e colegiados de curso. (Art. 15 § 2º da Res. 140/2020/CUn de 24 de julho de 2020)

Professor:

Aprovado pelo Colegiado do Curso em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Presidente do Colegiado: