

**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 2020.2 <sup>1</sup>****I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:**

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	HORAS-AULA SEMANAIS		HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
EEL7200	Eletrônica de Potência II	2	2	72 horas

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

Prof. Denizar Cruz Martins (Parte Teórica – Turmas: 08202 A/B)

Prof. Telles Brunelli Lazzarin (Parte Prática – Turmas: 08202 A/B)

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

EEL7045 e EEL7055 – Circuitos Elétricos

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

(202) Engenharia Elétrica

(235) Engenharia Eletrônica

**V. EMENTA**

Introdução ao estudo dos semicondutores de potência com chaveamento controlado: Transistor Bipolar de Potência, MOSFET de Potência e IGBT. Estudo dos Conversores CC-CC: Conversor CC-CC abaixador de tensão (Buck); Conversor CC-CC elevador de tensão (Boost); Conversor CC-CC à acumulação de energia, Conversor Buck-Boost e Conversor Cúk; Reversibilidade dos Conversores CC-CC. Conversores CC-CC Isolados (Forward, Flyback, Push-Pull, Meia-Ponte e Ponte Completa). Conversores CC-CA (Inversores Autônomos); Conversores CC-CA de tensão; Conversores CC-CA de corrente; Controle de tensão nos Conversores CC-CA; Filtro de saída nos conversores CC-CA de tensão com modulação PWM; Conversores CC-CA regulados em Corrente.

**VI. OBJETIVOS**

Os principais objetivos da disciplina são:

- Introduzir os conceitos fundamentais dos conversores CC-CC e CC-CA;
- Apresentar as principais chaves eletrônicas controladas: Transistor Bipolar, MOSFET e IGBT;
- Apresentar o princípio de funcionamento das principais topologias dos conversores CC-CC e CC-CA, e uma metodologia de cálculo para projeto das mesmas.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO****Capítulo 1: Conversores CC-CC**

- 1.1) Conversor CC-CC abaixador de tensão (Buck)
  - 1.1.1) Princípio de operação
  - 1.1.2) Funcionamento com carga RLE
  - 1.1.3) Condução contínua e descontinua
  - 1.1.4) Característica de carga
  - 1.1.5) Ondulação de corrente
  - 1.1.6) Filtragem (corrente de entrada e tensão de saída)
  - 1.1.7) Controle do conversor Buck empregando modulação PWM
  - 1.1.8) Conversor Buck isolado (Conversor Forward)
- 1.2) Conversor CC-CC elevador de tensão (Boost)
  - 1.2.1) Princípio de operação
  - 1.2.2) Condução contínua e descontinua
  - 1.2.3) Característica de carga
  - 1.2.4) Ondulação de corrente
  - 1.2.5) Filtro de entrada e saída
  - 1.2.6) Controle do conversor Boost empregando modulação PWM
- 1.3) Conversor CC-CC à acumulação de energia

<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.

- 1.3.1) Conversor CC-CC à acumulação indutiva (Buck-Boost)
  - a) Princípio de funcionamento
  - b) Operação em condução contínua e descontínua
  - c) Característica de carga
  - d) Conversor Buck-Boost isolado (Conversor Flyback)
  - e) Controle do conversor Buck-Boost empregando modulação PWM
- 1.3.2) Conversor CC-CC à acumulação capacitiva (Conversor Cúk)
  - a) Princípio de funcionamento
  - b) Ondulação de corrente e tensão
  - c) Característica de carga
- 1.4) Reversibilidade dos Conversores CC-CC diretos
  - 1.4.1) Classificação dos conversores CC-CC quanto ao quadrante de operação
  - 1.4.2) Conversor CC-CC reversível em corrente
  - 1.4.3) Conversor CC-CC reversível em tensão
  - 1.4.4) Conversor CC-CC reversível em tensão e corrente
- 1.5) Noções sobre conversores CC-CC isolados
  - 1.5.1) Conversor Forward
  - 1.5.2) Conversor Flyback
  - 1.5.3) Conversor Push-Pull
  - 1.5.4) Conversores em ponte
    - a) Conversor meia-ponte
    - b) Conversor ponte-completa

## **Capítulo 2: Semicondutores de Potência**

- 2.1) Transistor bipolar de potência
  - 2.1.1) Estrutura
  - 2.1.2) Característica do transistor bipolar para aplicações em conversores estáticos
  - 2.1.3) Comutação com carga resistiva
  - 2.1.4) Comutação com carga indutiva
  - 2.1.5) Perdas no transistor bipolar de potência
  - 2.1.6) Circuito snubber
  - 2.1.7) Circuitos de comando
- 2.2) Transistor MOSFET de potência
  - 2.2.1) Estrutura
  - 2.2.2) Característica estática e dinâmica
  - 2.2.3) Comutação com carga resistiva
  - 2.2.4) Comutação com carga indutiva
  - 2.2.5) Área de operação
  - 2.2.6) Perdas no MOSFET
  - 2.2.7) Circuitos de comando
- 2.3) Transistor IGBT de potência
  - 2.3.1) Estrutura
  - 2.3.2) Característica estática e dinâmica
  - 2.3.3) Comutação com carga resistiva
  - 2.3.4) Comutação com carga indutiva
  - 2.3.5) Área de operação
  - 2.3.6) Perdas no IGBT
  - 2.3.7) Circuitos de comando

## **Capítulo 3: Conversores CC-CA (Inversores Autônomos)**

- 3.1) Conversor CC-CA de tensão
    - 3.1.1) Conversor CC-CA monofásico em ponte
    - 3.1.2) Conversor CC-CA monofásico com ponto médio (meia-ponte)
    - 3.1.3) Conversor CC-CA monofásico push-pull
    - 3.1.4) Conversor CC-CA trifásico
    - 3.1.5) Reversibilidade dos conversores CC-CA de tensão
  - 3.2) Conversor CC-CA de corrente
    - 3.2.1) Conversor CC-CA de corrente monofásico
    - 3.2.2) Conversor CC-CA de corrente trifásico
  - 3.3) Controle de tensão nos Conversores CC-CA
    - 3.3.1) Métodos empregados
    - 3.3.2) Modulação por defasagem
-

- 3.3.3) Modulação por largura de pulso (PWM)
- 3.4) Filtro de saída dos conversores CC-CA
  - 3.4.1) Resposta em frequência
  - 3.4.2) Efeitos de  $L$  e  $C$  no filtro  $LC$  simples
  - 3.4.3) Projeto do filtro
- 3.5) Conversores CC-CA regulados em corrente
  - 3.5.1) Controle por histerese
  - 3.5.2) Controle PWM

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

Metodologia e recursos utilizados: As aulas ocorrerão semanalmente, sendo divididas em 2 horas de aulas teóricas e 2 horas de aulas práticas. Os conteúdos serão desenvolvidos majoritariamente por meio de aulas remotas utilizando-se da ferramenta do Moodle.

Os sistemas de comunicação utilizados para interagir com os alunos serão: Moodle e e-mail.

## **IX. ATIVIDADES PRÁTICAS**

1. As atividades práticas tem como objetivo consolidar o conteúdo da teoria.
2. As aulas práticas serão desenvolvidas de maneira remota através do uso de simulador (Software PSIM na sua versão DEMO disponível gratuitamente – link disponibilizado no Moodle).
3. As atividades desenvolvidas de maneira remota, via simulador, não trará prejuízos ao aluno. Os simuladores atuais são de ótima precisão com a prática. O processo de simulação na área de eletrônica de potência está consolidado como ferramenta importante para o estudo, aprendizado e projeto, então, o seu uso para consolidar a teoria, em época de pandemia, contemplará todos os objetivos das aulas práticas da disciplina.
4. As aulas práticas serão divididas em 16 atividades, sendo uma de treinamento das ferramentas computacionais e 15 atividades que contemplam um projeto de um conversor, conteúdo este que relacionado a teoria estudada, conforme Cronograma/Parte Prática no final deste documento. Cada atividade seguirá um roteiro com todas as informações para o desenvolvimento da etapa do projeto. Serão entregues 8 relatórios parciais resultantes das 16 atividades desenvolvidas.
5. Cada atividade será composto por um encontro síncrono de instrução, revisão e exemplos, e uma atividade assíncrona que consiste em desenvolver uma etapa do projeto (com entrega desta parte do projeto – relatório parcial). A soma das atividades atendem 100% da carga horária da parte de laboratório da disciplina.
6. A avaliação final será assíncrona. O aluno fará um vídeo explicando o seu projeto e entregará um relatório final.
7. **A frequência será contabilizada pela entrega das atividades assíncronas.**
8. A avaliação da parte prática (NL) consistirá:

Média da parte prática (NL):

$$NL = 0,6 * NR + 0,4 * NV$$

Sendo:

NR: Média aritmética das atividades entregues via moodle

NV: Nota do vídeo da avaliação final entregue via moodle

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

- **Procedimentos para avaliação de desempenho dos alunos:**

Parte Teórica:

A avaliação da parte teórica consistirá na resolução de várias listas de exercícios elaborados com vista a facilitar o aprendizado do conteúdo da disciplina. Para cada conteúdo apresentado e discutido será gerada uma lista de exercícios voltada especificamente para esse conteúdo, solicitando do estudante a real compreensão do tema. Essa lista de exercício gerará uma avaliação (nota  $\Rightarrow$  NE).

Em seguida uma segunda avaliação é aplicada com a elaboração de um projeto real de engenharia, onde com o conhecimento adquirido nas listas de exercício será possível realizar e concluir o projeto. A avaliação desse projeto gerará uma segunda nota (NP).

Parte Prática:

A avaliação da parte prática será realizada por intermédio de relatórios das experiências (arquivo do simulador e relatório técnico) e a possibilidade de solicitar um vídeo explicando uma das etapas previamente definida pelo professor. Essa avaliação gerará uma nota relativa as atividades de laboratório (NL  $\rightarrow$  nota da parte prática de laboratório). Tal avaliação terá peso 3 (três).

Média da Avaliação (MA):

$$MA = (NE + NP + NL)/3$$

Critério: Se  $MA \geq 6,0 \Rightarrow$  Aluno aprovado

$MA < 3,0 \Rightarrow$  Aluno reprovado  
 $3,0 \leq MA < 6,0 \Rightarrow$  Aluno em recuperação

O aluno em recuperação realizará um projeto versando conteúdo da parte teórica e da parte prática, empregando simulação numérica. A recuperação gerará uma nota de recuperação (NR).

A média final (MF) será dada por:

$$MF = (MA + NR)/2$$

Se:  $MF \geq 6,0 \Rightarrow$  Aluno aprovado  
 $MT < 6,0 \Rightarrow$  Aluno reprovado.

- **Identificação do controle de frequência das atividades:**

A frequência das atividades será computada a partir da entrega das listas de exercícios, que serão disponibilizadas a cada módulo de ensino, cujo tempo de entrega das listas será de 24 horas. As listas de exercícios serão postadas no Moodle, o acesso a essas listas representará a frequência do aluno.

---

## **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 aulas e slides das apresentações das aulas serão disponibilizadas no Moodle para os alunos;
- 2) Terceira edição do livro do Prof. Ivo Barbi, intitulado: Eletrônica de Potência, disponibilizado pelo autor na Internet;
- 3) Livros de acesso livre (openbooks);
  - 3.1) Robert W. Erickson & Dragan Maksimovic, *Fundamental of Power Electronics*, Springer, 2<sup>nd</sup> Edition, 2001  $\Rightarrow$  (<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-0-306-48048-5>);
  - 3.2) Massimo Rudan, *Physics of Semiconductor Devices*, Springer, 2015  $\Rightarrow$  (<http://link.springer.com/openurl?genre=book&isbn=978-0-306-48048-5>);
  - 3.3) Muhammad H. Rashid, *Power Electronics Devices Circuits and Application*.  $\Rightarrow$  (<https://www.engbookspdf.com/about/>).
- 4) Todo o material como: exercícios, projetos, apresentações, etc. serão disponibilizados no Moodle.

## Cronograma/Parte Teórica

Aula	Data	CH	Conteúdo
1	05/02	2h	<b>1) Capítulo 1: Conversores CC-CC</b> 1.1) Conversor CC-CC abaixador de tensão (Buck). 1.1.1) Princípio de operação. 1.1.2) Funcionamento com carga RLE. 1.1.3) Condução contínua e descontínua. 1.1.4) Característica de carga. 1.1.5) Ondulação de corrente. 1.1.6) Filtragem (corrente de entrada e tensão de saída). 1.1.7) Controle do conversor Buck empregando modulação PWM. 1.1.8) Conversor Buck isolado (Conversor Forward). 1.2) 1º Exercício de avaliação.
2	12/02	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 1º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 1. 4.1) Conversor CC-CC elevador de tensão (Boost). 4.1.1) Princípio de operação. 4.1.2) Condução contínua e descontínua. 4.1.3) Característica de carga. 4.1.4) Ondulação de corrente. 4.1.5) Filtro de entrada e de saída. 4.1.6) Controle do conversor Boost empregando modulação PWM. 5) 2º Exercício de avaliação.
3	19/02	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 2º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 1. 4.1) Conversor CC-CC à acumulação de energia. 4.1.1) Conversor CC-CC à acumulação indutiva (Buck-Boost) a) Princípio de funcionamento. b) Operação em condução contínua e descontínua. c) Característica de carga. d) Conversor Buck-Boost isolado (Conversor Flyback) e) Controle do conversor Buck-Boost empregando modulação PWM 5) 3º Exercício de avaliação.
4	26/02	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 3º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 1. 4.1) Conversor CC-CC à acumulação capacitiva (Conversor Cúk). 4.1.1) Princípio de funcionamento. 4.1.2) Ondulação de corrente e de tensão. 4.1.3) Característica de carga. 5) 4º Exercício de avaliação. 6) Definição de um projeto de engenharia em conversores CC-CA que deverá ser entregue em 14/05.
5	05/03	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 4º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 1. 4.1) Reversibilidade dos conversores CC-CC diretos. 4.1.1) Classificação dos conversores CC-CC quanto ao quadrante de operação. 4.1.2) Conversor CC-CC reversível em corrente. 4.1.3) Conversor CC-CC reversível em tensão.

			4.1.4) Conversor CC-CC reversível em tensão e corrente. 5) 5º Exercício de avaliação.
6	12/03	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 5º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 1. 4.1) Noções sobre conversores CC-CC isolados. 4.1.1) Conversor Forward. 4.1.2) Conversor Flyback. 4.1.3) Conversor Push-Pull. 4.1.4) Conversores em ponte. a) Conversor meia-ponte. b) Conversor ponte-completa. 5) 6º Exercício de avaliação.
7	19/03	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 6º exercício de avaliação. 4) <b>Capítulo 2: Semicondutores de Potência.</b> 4.1) Transistor bipolar de potência. 4.1.1) Estrutura. 4.1.2) Característica do transistor bipolar para aplicações em conversores estáticos. 4.1.3) Comutação com carga resistiva. 4.1.4) Comutação com carga indutiva. 4.1.5) Perdas no transistor bipolar de potência. 4.1.6) Circuito snubber. 4.1.7) Circuitos de comando. 5) 7º Exercício de avaliação.
8	26/03	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 7º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 2. 4.1) Transistor MOSFET de potência. 4.1.1) Estrutura. 4.1.2) Característica estática e dinâmica. 4.1.3) Comutação com carga resistiva. 4.1.4) Comutação com carga indutiva. 4.1.5) Área de operação. 4.1.6) Perdas no MOSFET. 4.1.7) Circuitos de comando. 5) 8º Exercício de avaliação.
9	09/04	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 8º exercício de avaliação. 4) Retomada do capítulo 2. 4.1) Transistor IGBT de potência. 4.1.1) Estrutura. 4.1.2) Característica estática e dinâmica. 4.1.3) Comutação com carga resistiva. 4.1.4) Comutação com carga indutiva. 4.1.5) Área de operação. 4.1.6) Perdas no IGBT. 4.1.7) Circuitos de comando. 5) 9º Exercício de avaliação.
10	16/04	2h	1) Moodle da disciplina. 2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior. 3) Dúvidas sobre o 9º exercício de avaliação. 4) <b>Capítulo 3: Conversores CC-CA (Inversores Autônomos).</b> 4.1) Conversor CC-CA de tensão.

			<p>4.1.1) Conversor CC-CA monofásico em ponte.  4.1.2) Conversor CC-CA monofásico com ponto médio (meia-ponte).  4.1.3) Conversor CC-CA monofásico push-pull.  4.1.4) Conversor CC-CA trifásico.  4.1.5) Reversibilidade dos conversores CC-CA de tensão.  5) 10º Exercício de avaliação.</p>
11	23/04	2h	<p>1) Moodle da disciplina.  2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior.  3) Dúvidas sobre o 10º exercício de avaliação.  4) Retomada do capítulo 3.  4.1) Conversor CC-CA de corrente.  4.1.1) Conversor CC-CA de corrente monofásico.  4.1.2) Conversor CC-CA de corrente trifásico.  4.2) Controle de tensão nos conversores CC-CA.  4.2.1) Métodos empregados.  4.2.2) Modulação por defasagem.  4.2.3) Modulação por largura de pulso (PWM).  5) 11º Exercício de avaliação.</p>
12	30/04	2h	<p>1) Moodle da disciplina.  2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior.  3) Dúvidas sobre o 11º exercício de avaliação.  4) Retomada do capítulo 3:  4.1) Filtro de saída dos conversores CC-CA.  4.1.1) Resposta em frequência.  4.1.2) Efeitos de <math>L</math> e <math>C</math> no filtro <math>LC</math> simples.  4.1.3) Projeto do filtro.  5) 12º Exercício de avaliação.</p>
13	07/05	2h	<p>1) Moodle da disciplina.  2) Discussão sobre textos e vídeos indicados na aula anterior.  3) Dúvidas sobre o 12º exercício de avaliação.  4) Retomada do capítulo 3.  4.1) Conversores CC-CA regulados em corrente.  4.1.1) Controle por histerese.  4.1.2) Controle PWM.  5) 13º Exercício de avaliação.</p>
14	14/05	2h	Atividade Avaliativa. Entrega do projeto de engenharia em conversores CC-CA.
15	21/05	2h	Recuperação.
16	28/05	2h	Finalização da disciplina.

## Cronograma/Parte Prática

Aula	Data	CH	Conteúdo
1	02/02	3h (1h s e 2h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Atividade síncrona:</b>  Apresentação do novo plano de ensino e dos novos procedimentos da parte prática.  Moodle da disciplina  Treinamento das ferramentas e recursos a serem usados  Experiência de teste com simulador, planilhas, relatório e entregas no moodle.  Todas as ferramentas computacionais e metodologia serão usadas e testadas emulando uma experiência prática.</li> <li>● <b>Atividade assíncrona:</b>  Entregar um relatório teste e um arquivo de simulação teste via moodle.</li> </ul>
2	09/02	3h (1h s e 2h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Atividade síncrona:</b></li> </ul>

			<p>Simulação no PSIM, Planilha do MathCad, divisão de grupos, definição do projeto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Fazer uma simulação e uma planilha (entrega: 1 semana)</li> </ul>
3	16/02	3h (1h s e 2h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Dimensionamento e Simulação do Estágio de Potência do Conversor</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Iniciar projeto dos semicondutores do estágio de potência do conversor</li> </ul>
4	23/02	3h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Dimensionamento e Simulação do Estágio de Potência do Conversor</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Continuar o projeto dos semicondutores do estágio de potência do conversor (entrega: 1 semana)</li> </ul>
5	02/03	3h (1h s e 2h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Metodologia de Projeto de Transformadores, Indutores e Capacitores</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Iniciar o desenvolvimento do projeto do indutor, do transformador e dos capacitores do conversor</li> </ul>
6	09/03	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Assessoria no Projeto de Transformadores, Indutores e Capacitores</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Desenvolver o projeto do indutor, do transformador e dos capacitores do projeto (entrega: 1 semana)</li> </ul>
7	16/03	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Circuitos de Comando de Conversores Estáticos (Modulador PWM e driver) Dimensionamento e Simulação dos Circuitos de Comando</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Projetar e simular o circuito de comando do projeto (entrega: 1 semana)</li> </ul>
8	23/03	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Cálculo de Perdas do Conversor e Dimensionamento do Dissipador</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Desenvolver o cálculo de perdas do projeto e escolher o dissipador (entrega: 1 semana)</li> </ul>
9	30/03	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Fundamentos para Projeto de Placas de Circuito Impresso</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Fazer o layout de comando e de potência (entrega: 3 semana)</li> </ul>
10	06/04	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Introdução a modelagem e controle do conversor</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Iniciar a modelagem e o projeto dos controladores e simular em malha fechada</li> </ul>
11	13/04	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Desenvolvimento e validação da modelagem e do controle do conversor</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Validar as plantas e o projeto dos controladores. Simular em malha fechada</li> </ul>



			(entrega: 1 semana)
12	20/04	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Não idealidades dos elementos dos conversores</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Incluir no projeto as não idealidades e comparar por simulação o conversor ideal com o conversor real. (entrega: 1 semana)</li> </ul>
13	27/04	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Assessoria ao projeto final</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Desenvolvimento do projeto final.</li> </ul>
14	04/05	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Assessoria ao projeto final</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> Desenvolvimento do projeto final.</li> </ul>
15	11/05	2h (1h s e 1h a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atividade síncrona:</b> Discussão sobre os resultados finais do projeto</li> <li>• <b>Atividade assíncrona:</b> <b>Avaliação final. Entrega de vídeo via moodle explicando o projeto e um relatório final do projeto</b></li> </ul>
16	18/05	1h (1h s)	Recuperação de conteúdo