

**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	
EEL7522	Processamento Digital de Sinais	4	0	72 horas

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

Prof. Carlos Aurélio Faria Rocha

Prof. Joceli Mayer

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

EEL7052 | Sistemas Lineares.

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

(202) Engenharia Elétrica

(235) Engenharia Eletrônica

**V. EMENTA**

Sinais discretos básicos e propriedades de sistemas discretos. Sistemas discretos lineares e invariantes no tempo (LIT). Análise de Fourier para sinais discretos. Caracterização de sinais e sistemas discretos no domínio da frequência. Processamento em tempo real. Processamento discreto de sinais contínuos. Projeto de filtros digitais. Amostragem de sinais discretos. Exemplos de sistemas.

**VI. OBJETIVOS**

Ao final do semestre o(a) aluno(a) deverá ter conhecimentos e habilidades para entender, analisar e projetar sinais e sistemas discretos básicos, os quais se apresentam em inúmeras áreas da Engenharia Elétrica: Telecomunicações, Processamento de Sinais, Instrumentação, Engenharia Biomédica, Controle e Automação, Eletrônica, Circuitos Embarcados, Eletrônica de Potência, Planejamento de Sistemas, etc.

**VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO**

*I) Sinais discretos básicos e propriedades de sistemas discretos.*

Introdução e motivação para a área, sinais e sistemas discretos básicos para voz, imagem e vídeo, propriedades e análise de sistemas discretos básicos.

*II) Sistemas discretos lineares e invariantes no tempo (LIT).*

A soma de convolução discreta, propriedades de sistemas discretos LIT, sistemas LIT descritos por equações de diferenças finitas, análise de sistemas no domínio das amostras, periodicidade, amostragem básica e superposição, correlação e aplicações.

*III) Análise de Fourier para sinais discretos.*

Série de Fourier, Transformada de Fourier e análise de sistemas (propriedades, resposta em frequência, resposta ao impulso, pólos e zeros, estabilidade), Transformada Discreta de Fourier (DFT), Transformada Rápida de Fourier (FFT), convolução periódica, circular, modulação de sinais, relação entre a Série de Fourier, DFT e Transformada de Fourier.

*IV) Caracterização de sinais e sistemas discretos no domínio da frequência.*

Análise espectral, resolução, espectro resultante usando a FFT e os efeitos do janelamento (janelas

<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.

retangular, hanning e outras).

*V) Processamento em tempo real.*

Filtragem no domínio da frequência com a DFT/FFT, técnica de superpor e adicionar, efeitos do uso de diferentes janelas de observação.

*VI) Processamento discreto de sinais contínuos.*

Amostragem de sinais contínuos, conversão analógica/discreta (ADC), conversão discreta/analógica (DAC), efeito  $\sin x/x$  na conversão DAC, análise espectral dos sinais em todas as etapas.

*VII) Projeto de filtros digitais.*

Filtros ideais de fase zero, modulação, filtros de fase linear, consequências do janelamento retangular, Hanning e outras. Técnicas e outros métodos baseados em amostragem, em filtros contínuos e sua transformada de Laplace.

*VIII) Amostragem de sinais discretos.*

Alteração de taxa por fator inteiro e fracionário, interpolação e decimação, sistemas de análise por bancos de filtros, decomposição diádica, estrutura polifásica.

*IX) Exemplos de sistemas.*

Detecção de tons (DTMF), modulações de sinais no domínio discreto para comunicação, sistemas de reconhecimento de voz.

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

O material do curso será ministrado através de aulas expositivas remotas (síncronas e/ou assíncronas) de conteúdo teórico, exercícios de fixação de conceitos, ilustração de conceitos através de visualização gráfica e exemplos de sistemas práticos aplicados em engenharia. As aulas remotas assíncronas, na forma de vídeos, serão disponibilizadas via o AVA (Moodle da UFSC). Transparências digitais (notas de aulas, slides ou lâminas) e outros materiais serão disponibilizadas aos alunos via o AVA. As avaliações serão realizadas via o AVA consistindo de atividades de questionários, tarefas, projetos e listas de exercícios, entre outros. Estas avaliações são componentes essenciais ao processo de aprendizado pois servem como instrumento de realimentação ao estudante e avaliação do progresso dos estudantes no domínio do conteúdo. Será oferecido atendimento aos alunos, em período definido dentro do horário previamente previsto para as aulas presenciais desta disciplina, através de vídeo conferências, email e/ou chat, visando esclarecer dúvidas e complementar o conteúdo. No horário de atendimento aos alunos serão oferecidas atividades de exercícios, explicações sobre o conteúdo e também sobre o uso do AVA.

## **IX. ATIVIDADES PRÁTICAS**

1. Não há

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

O controle de participação nas atividades será realizado pela observação de completude das atividades nos relatórios do AVA (Moodle da UFSC). Para obter aprovação na disciplina, será necessário ao menos 75% de participação/atendimento nas atividades oferecidas. A critério do professor, serão oferecidas atividades de vídeos-aula assíncronas, material complementar como textos e slides, atividades avaliativas como tarefas, questionários e projetos, atendimento via conferências síncronas, entre outras. As ferramentas de software (programas) necessárias para a realização das atividades serão software livres (open-source e/ou gratuitos) e/ou do acervo da de programas com licença da UFSC (via Setic) disponíveis aos discentes e docentes. Nas atividades avaliativas síncronas, como o questionário por exemplo, será previsto tolerância no prazo de entrega considerando eventual problema tecnológico ocorrido durante a avaliação. Também estão previstas avaliações substitutivas no caso destes problemas inviabilizarem a execução de atividades avaliativas. O desempenho do aluno será observado pelo desempenho nos questionários, projetos, e tarefas entregues via o AVA. Ao final do semestre, nos casos onde a média de desempenho observada for inferior à 5,75 pontos, serão oferecidas atividades de avaliação de recuperação e/ ou substitutivas.

## **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

---

## **XI. REFERÊNCIAS**

---

### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

- [1] The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, Steven W. Smith, <http://www.dspguide.com/pdfbook.htm> \*
- [2] Signals and Systems: Theory and Applications, Fawwaz T. Ulaby, Andrew E. Yagle, Michigan Publishing, 2018, <http://ss2.eecs.umich.edu/> \*\*
- [3] Notas de aula, vídeos-aula e textos disponibilizados via AVA.

\* The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing," in both electronic and printed form, is protected under the copyright laws of the United States and other countries.

#### **PERMISSIBLE USES**

- You may download any or all of the book in electronic form, for your personal use.
- You may create one printed copy of any or all of the book, for your personal use.
- You may link other webpages to this site.
- College instructors may copy and distribute any one chapter, per semester, to students in their classes. Each copy must contain the following statement:  
"The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, copyright ©1997-1998 by Steven W. Smith. For more information visit the book's website at: [www.DSPguide.com](http://www.DSPguide.com)"

\*\* Copyright © 2018 Fawwaz T. Ulaby and Andrew E. Yagle

This book is published by Michigan Publishing under an agreement with the authors. It is made available free of charge in electronic form to any student or instructor interested in the subject matter.

---

## Cronograma

Semana	Data	CH	
1	31/08-04/09	4h	Apresentação do planejamento didático, plano de ensino e princípios teóricos que fazem a base dos estudos da disciplina. Apresentação do AVA (Moodle) da disciplina: conteúdos (vídeos, notas de aulas, slides, textos e bibliografia digital) e formas de avaliação (tarefas, questionários, projetos). Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático I) (revisão). OBS: Nas duas primeiras semanas do semestre com calendário regular no mês de março de 2020 foram ministrados tópicos do conteúdo programático I).
2	07/09-11/09	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático II).
3	14/09-18/09	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático III).
4	21/09-25/09	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático III).
5	28/09-02/10	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático IV).
6	05/10-09/10	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático V).
7	12/10-16/10	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VI).
8	19/10-23/10	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VI).
9	26/10-30/10	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VII).
10	02/11-06/11	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VII).

<b>11</b>	09/11-13/11	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VIII).
<b>12</b>	16/11-20/11	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VIII).
<b>13</b>	23/11-27/12	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático VIII).
<b>14</b>	30/12-04/12	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático IX).
<b>15</b>	07/12-11/12	4h	Divulgação dos materiais de estudo (vídeos-aula, notas de aula) no AVA, videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) sobre conteúdo programático IX).
<b>16</b>	14/12-18/12	4h	Videoconferência para tirar dúvidas e/ou exercícios complementares e atividades didáticas de avaliação (questionários, tarefas e/ou projetos) de recuperação/substitutivas sobre todo o conteúdo;