

# PLANO DE ENSINO

## Identificação da disciplina e dos dados da oferta

Código e nome da disciplina: ELC1115 SINAIS E SISTEMAS

Curso: Engenharia de Telecomunicações

Turma:

Docente responsável: Fernando Cesar Comparsi De Castro

Ano/período: 2022/I

Objetivos da disciplina (de acordo com o projeto pedagógico do curso):

Conhecer, representar e analisar sinais e sistemas dinâmicos de tempo contínuo e discreto. Ao final do curso o aluno terá adquirido conhecimentos em representação discreta e contínua de sinais e sistemas e nas ferramentas matemáticas para análise e síntese de sistemas.

Carga horária: 60 horas – aula

Conteúdo programático (de acordo com o projeto pedagógico do curso):

### UNIDADE 1 – INTRODUÇÃO

- 1.1 – Introdução aos sinais e sistemas.
- 1.2 – Classificação dos sinais.
- 1.3 – Operações básicas em sinais.
- 1.4 – Sinais elementares.
- 1.5 – Sinais em tempo contínuo e discreto.
- 1.6 – Sinais amostrados.
- 1.7 - Teorema da amostragem.
- 1.8 – Aliasing e pré-filtragem.
- 1.9 - Conversão A/D e D/A.
- 1.10 – Propriedades dos sistemas.
- 1.11 - Sistemas LTI e suas características.

### UNIDADE 2 – REPRESENTAÇÃO EM DOMÍNIO DO TEMPO PARA SINAIS LINEARES INVARIANTES NO TEMPO

- 2.1 - Sistemas contínuos e discretos no tempo.
- 2.2 – Representação por equações diferenciais e equações de diferenças.
- 2.3 – Convolução.
- 2.4 – Propriedades da representação da resposta ao impulso.

### UNIDADE 3 – REPRESENTAÇÃO NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA: FOURIER

- 3.1 – Sinais periódicos em tempo contínuo: Série de Fourier.
- 3.2 - Sinais periódicos em tempo discreto: Série de Fourier em Tempo Discreto.
- 3.3 – Sinais não – periódicos em tempo contínuo: Transformada de Fourier.
- 3.4 – Sinais não – periódicos em tempo discreto: Transformada de Fourier em Tempo Discreto.

### UNIDADE 4 - REPRESENTAÇÃO NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA PARA SINAIS CONTÍNUOS: TRANSFORMADA DE LAPLACE

- 4.1 – Propriedade da transformada de Laplace.
- 4.2 – Função de Transferência.
- 4.3 – Conceitos de pólos e zeros.
- 4.4 – Estabilidade de sistemas contínuos lineares e invariantes no tempo.
- 4.5 – Sistemas de primeira ordem, segunda ordem e superior.
- 4.6 – Sistemas com atraso de transporte.
- 4.7 – Análise da resposta transitória.
- 4.8 – Análise da resposta em regime permanente.
- 4.9 – Resposta em frequência e Diagrama de Bode.

### UNIDADE 5 – REPRESENTAÇÃO NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA PARA SINAIS DISCRETOS: TRANSFORMADA Z

- 5.1 – Definição de Transformada Z.
- 5.2 – Propriedades da Transformada Z.
- 5.3 - Transformada Z direta e inversa.

## UNIDADE 6 – ANÁLISE DE SISTEMAS LTI NO DOMÍNIO Z

- 6.1 – Respostas de sistemas com funções de sistema racionais.
- 6.2 – Resposta em regime transiente e em regime permanente.
- 6.3 – Causalidade e estabilidade.
- 6.4 – Estabilidade de sistemas de segunda ordem.

### Bibliografia básica (de acordo com o projeto pedagógico do curso):

- DINIZ, P. S. R. et al. Processamento digital de sinais: Projeto e análise de sistemas. Porto Alegre: Bookman, 2004.
- HAYKIN, S. e VAN VEEN, B. Sinais e Sistemas. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 2003.

### Bibliografia complementar (de acordo com o projeto pedagógico do curso):

- CARVALHO, J.; VELOSO, L. Introdução à Análise de Sinais e Sistemas. 1ª ed., Editora Elsevier, 2015.
- DORF, R. C., Sistemas de controle modernos. 12a ed., Rio de Janeiro, LTC, 2014.
- OGATA, K. Solução de problemas de engenharia de controle com MATLAB. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1997.
- OPPENHEIM, A. V. e SCHAFER, R. W. Discrete-time signal processing. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989.

### Bibliografia auxiliar:

- Material didático disponibilizado em <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>.

## Descrição do plano

### Metodologia:

Aulas expositivas com conteúdo ministrado através de texto didático em formato pdf disponibilizadas em <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>. São apresentados conceitos teóricos e aplicações. Ao final de cada módulo relevante do conteúdo um conjunto de exemplos e exercícios é resolvido. Um conjunto adicional de exercícios e problemas é sugerido ao aluno como *homework* para serem resolvidos no âmbito do paradigma *computer-assisted problem solving*. Dúvidas serão dirimidas por e-mail e/ou via *google meet* nos horários alocados para a disciplina. Para cada uma das três provas P1, P2 e P3 haverá um conjunto de exercícios e problemas a ser resolvido a título de *homework*. A solução dos referidos problemas e exercícios pelo aluno corresponderá à 10% do grau final. A disciplina é oferecida integralmente na modalidade EAD, dentro do semestre letivo 2022/I.

	Atividade
11/04	Apresentação da disciplina.
14/04	Sinais e sistemas contínuos e discretos. Discretização no tempo e em amplitude - digitalização. Sinais degrau unitário, impulso, rampa e seno discretos e contínuos. Análise de sinais no domínio frequência – o conceito de espectro. Análise de sistemas no domínio frequência – o conceito de função de transferência.
18/04	Teorema da amostragem. Aliasing e pré-filtragem. Conversão A/D e D/A. Propriedades e características de sistemas LTI ( <i>Linear Time Invariant</i> ).
21/04	FERIADO
25/04	Exercícios sobre sistemas LTI e conversão A/D e D/A.
28/04	Representação de sistemas por equações diferenciais e por equações de diferenças. Convolução. Propriedades da resposta ao impulso de um sistema LTI.
02/05	Exercícios sobre convolução.
05/05	Série de Fourier – análise espectral no domínio frequência angular de sinais periódicos no domínio tempo contínuo. Função de Transferência $H(j\omega)$ .
09/05	Exercícios sobre Séries de Fourier de sinais contínuos no tempo.
12/05	Série de Fourier – análise espectral no domínio frequência angular de sinais periódicos no domínio tempo discreto.
16/05	FERIADO
19/05	Exercícios sobre Séries de Fourier de sinais discretos no tempo.
23/05	Transformada de Fourier - análise espectral no domínio frequência angular $\omega$ de sinais não-periódicos no domínio tempo contínuo.
26/05	Exercícios sobre Transformada de Fourier e análise espectral de sinais não-periódicos no domínio tempo contínuo.
30/05	Transformada de Fourier - análise espectral no domínio frequência angular $\omega$ de sinais não-periódicos no domínio tempo discreto.

02/06	Exercícios sobre Transformada de Fourier e análise espectral de sinais não-periódicos no domínio tempo discreto.
06/06	P1
09/06	Transformada de Laplace - análise espectral no domínio frequência complexa $s = \alpha + j\omega$ de sinais no domínio tempo contínuo. A Transformada de Laplace como uma generalização da Transformada de Fourier. O domínio frequência complexa $s = \alpha + j\omega$ . Propriedades da Transformada de Laplace.
13/06	Função de Transferência $H(s)$ , pólos e zeros no domínio $s = \alpha + j\omega$ . Estabilidade de sistemas contínuos lineares LTI - critério BIBO ( <i>Bounded Input Bounded Output</i> ) e localização dos pólos de $H(s)$ no domínio $s = \alpha + j\omega$ .
16/06	FERIADO
20/06	Sistemas de primeira ordem, segunda ordem e superior.
23/06	Sistemas com atraso de transporte. Análise da resposta transitória.
27/06	Exercícios sobre Transformada de Laplace, função de transferência, estabilidade e análise da resposta transitória.
30/06	Análise da resposta em regime permanente.
04/07	Resposta em frequência e Diagrama de Bode.
07/07	Exercícios sobre resposta em regime permanente e resposta em frequência.
11/07	P2
14/07	Transformada Z - análise espectral no domínio frequência $z = e^{\frac{\alpha+j\omega}{F_s}}$ de sinais no domínio tempo discreto sob frequência de amostragem $F_s$ .
18/07	A Transformada Z como a discretização no tempo da Transformada de Laplace. O domínio frequência complexa $z = e^{\frac{\alpha+j\omega}{F_s}}$ .
21/07	Propriedades da Transformada Z.
25/07	Transformada Z direta e inversa.
28/07	Função de transferência $H(z)$ .
01/08	Respostas de sistemas com $H(z)$ racional.
04/08	Resposta em regime transiente e em regime permanente.
08/08	Causalidade e estabilidade. Estabilidade de sistemas de segunda ordem.
11/08	Exercícios sobre Transformada Z direta/inversa e função $H(z)$ , resposta em regime transiente, regime permanente e estabilidade.
15/08	P3
18/08	Dúvidas EXAME
25/08	EXAME

#### Atividades práticas:

Simulação e análise no domínio tempo e no domínio frequência de sinais e sistemas em software Matlab (Ou similar – MathCad ou Wolfram, por exemplo. Pode até ser efetuada em calculadora programável). Estas atividades referem-se aos *homeworks* a serem resolvidos no âmbito do paradigma *computer-assisted problem solving* – vide seção “Metodologia”. A totalidade das atividades práticas ocorre na modalidade EAD, e dentro do semestre letivo 2022/I.

#### Critérios de avaliação:

$$\text{GrauFinal} = \frac{3P1 + 3P2 + 3P3 + H}{10}$$

onde

O valor do GrauFinal será atribuído ao valor do grau da “Primeira Avaliação” e simultaneamente ao valor do grau da “Segunda Avaliação” no sistema de registro de notas da UFSM.

**Graus P1, P2 e P3:** Graus respectivamente referentes à solução das provas P1, P2 e P3, provas que serão resolvidas de forma **individual** no domicílio do aluno.

**Diretrizes p/ as provas P1, P2 e P3:** O enunciado da prova será enviado ao e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM, a partir do e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com). A data da entrega da solução da prova estará especificada no

enunciado da mesma e a solução deverá ser enviada para o e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com) a partir do e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM.

A solução das questões deve ser feita de forma **manuscrita**, exceto os gráficos.

A solução da prova deve ser enviada em arquivo formato .pdf, .jpg, .png ou .tif. Atentar para a iluminação, contraste e resolução da solução, para efeito de ser garantida a legibilidade da mesma. Em sendo recebido o e-mail do aluno referente à solução da prova, um *reply* de confirmação do recebimento será enviado ao e-mail do aluno a partir do e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com).

Ordenar sequencialmente os procedimentos/resultados parciais de forma coerente, mantendo a relação causa-consequência no encadeamento sequencial das ideias expressas na escrita da solução da prova. Cada resultado/valor numérico deve ser acompanhado da respectiva unidade dimensional (se houver), e deve ser precedido da equação analítica/algébrica que deu origem ao resultado. Cada equação analítica/algébrica deve ser precedida da identificação dos valores numéricos que foram utilizados na equação. **Não serão pontuadas as soluções parciais e/ou globais que apresentarem somente o resultado sem o devido desenvolvimento analítico/algébrico.** Cada gráfico (se houver) deve ser apresentado com uma legenda descrevendo o seu significado e a sua interpretação no contexto da solução do item da questão.

Deve ser entregue juntamente com a solução de cada questão o **arquivo original** do *script*, *workspace*, código fonte, etc. do software utilizado para solucionar a questão. Não será pontuada a solução de questão em que for entregue somente o *script*, *workspace*, código fonte, etc., sem incluir o devido desenvolvimento referido nas diretrizes acima.

Atentar para a individualidade da solução da prova: Itens da solução da prova que forem absolutamente idênticos em duas provas não serão pontuados em ambas.

A correção/avaliação das provas será enviada em formato pdf ao e-mail do aluno registrado no sistema da UFSM.

**Grau H - Homeworks:** Grau referente à média aritmética obtida na solução do conjunto de todos os exercícios e problemas propostos em aula como *homeworks*, exercícios e problemas que são pertinentes e respectivos à matéria ministrada para as provas P1, P2 e P3.

O enunciado de cada *homework* será enviado por e-mail aos alunos em momentos oportunos ao longo do semestre letivo. A solução do *homework* deverá ser entregue na data indicada no enunciado do mesmo e deve seguir as mesmas diretrizes para a solução e entrega das provas P1, P2 e P3 explicitadas em “**Diretrizes p/ as provas P1, P2 e P3**” acima.

**Homework, prova e/ou exercício entregue fora do prazo:** Será aplicado o fator  $0.8^d$  à nota final do mesmo, sendo  $d$  o número de dias de atraso na entrega, incluindo dias úteis e não-úteis transcorridos até a entrega.

**Presença:** O número de presenças/faltas será computado a partir da participação do aluno nas atividades da disciplina. É considerado “atividade da disciplina” para efeito de presença a entrega da solução dos *homeworks* nas datas aprazadas, a entrega da solução das provas P1, P2 e P3 nas datas aprazadas, bem como a participação em *calls* através de *google-meet* referidas acima na seção “Metodologia”.

#### **Informações complementares:**

O docente responsável está à disposição dos alunos através do e-mail [fccdecastro@outlook.com](mailto:fccdecastro@outlook.com) .

Página para download do material didático: <http://www.fccdecastro.com.br/download.html>