



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

## Ficha 2 (Período Especial – Resolução Nº59/2020-CEPE)

Disciplina: <b>Processamento Digital de Sinais I</b>							Código: <b>TE352</b>	
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular						
Pré-requisito: não tem		Co-requisito: não tem		Modalidade: ( ) Presencial (X) Totalmente EaD ( ) ..... % EaD*				
CH Total: 60 CH semanal: 04		Padrão (PD): 04	Laboratório (LB): 0	Campo (CP): 0	Estágio (ES): 0	Orientada (OR): 0	Prática Específica (PE): 0	Estágio de Formação Pedagógica (EFP): 0
<b>EMENTA (Unidades Didáticas)</b>								
Introdução, Sinais e sistemas discretos. Definições. Propriedades. Convolução. Sistemas LTI. Representação no domínio da frequência. Série de Fourier Discreta. Transformada de Fourier para Sinais Discretos. Efeitos da amostragem. Interpolação e Decimação. Amostragem periódica. Efeito do número finito de bits. Aritmética de ponto fixo e ponto flutuante. Reconstrução. Mudança da taxa de amostragem. Transformada Z. Definição. Propriedades. Teorema de Parseval. Transformada discreta de Fourier. FFT. Fundamento teórico. Convolução linear. Algoritmos. Efeitos da precisão finita. Filtragem digital. Conceitos básicos. Estruturas de implementação. Mapeamentos S para Z. Projeto de Filtros IIR. Janelamento. Projeto de Filtros FIR. Efeito da quantização. Análise Espectral. Espectro de Potência. Autocorrelação. Estimacão espectral. Transformada de Fourier Dependente do Tempo. Espectrograma.								
<b>Justificativa para Oferta à Distância</b>								
Esta é uma disciplina teórico-prática, onde as atividades práticas envolvem essencialmente a implementação e simulação de algoritmos através de ferramentas/plataformas de programação. Desta forma a disciplina pode ser adaptada sem grandes obstáculos ao Ensino Remoto Emergencial previsto no “Período Especial” pela Resolução Nº 59-2020-CEPE com interação docente/estudante realizada totalmente de forma remota.								
<b>PROGRAMA</b>								
1. Introdução. Histórico. Sinais e sistemas discretos. Definições. Propriedades. Convolução. Sistemas LTI. Representação no domínio da frequência. Série de Fourier Discreta. Transformada de Fourier para Sinais Discretos. 2. Amostragem do sinal contínuo. Interpolação e Decimação. Efeito do número finito de bits. Aritmética de ponto fixo e ponto flutuante. Reconstrução. Mudança da taxa de amostragem. 3. Transformada Z. Definição. Propriedades. Teorema de Parseval. 4. Transformada discreta de Fourier. FFT. Fundamento teórico. Convolução linear. Algoritmos. 5. Filtragem digital. Conceitos básicos. Estruturas de implementação. Mapeamentos S para Z. Projeto de Filtros IIR. Janelamento. Projeto de Filtros FIR. Efeito da quantização. 6. Análise Espectral. Espectro de Potência. Autocorrelação. Estimacão espectral. Transformada de Fourier Dependente do Tempo. Periodograma. Espectrograma.								
Observação: – Todos os itens serão ofertados excepcionalmente na modalidade EaD conforme previsto na Resolução Nº 59-2020-CEPE.								
<b>OBJETIVO GERAL</b>								
Compreender as características de sinais e sistemas no domínio discreto e contínuo. Analisar sinais e sistemas de tempo discreto. Analisar e projetar de filtros digitais. Realizar análise espectral de sinais.								
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>								
O aluno deve ser capaz de entender as etapas do processamento digital de sinais, projetar filtros digitais, filtrar sinais e realizar análise espectral de sinais de tempo discreto.								

## PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS

A disciplina será desenvolvida por meio de atividades semanais, síncronas e assíncronas (pré-gravadas), a serem disponibilizadas para os participantes regularmente matriculados na disciplina.

A carga horária de **8 horas/semana** da disciplina será dividida em **2 horas/semana de atividades síncronas** (reunião remota online) e **6 horas/semana de atividades assíncronas**. As atividades síncronas incluem aulas expositivas e tutoria para dar suporte as atividades assíncronas. As aulas síncronas serão realizadas às **terças-feiras**, das 13h30 às 15h30. As atividades assíncronas incluem aulas pré-gravadas com conteúdo teórico, resolução de exercícios, leitura de material complementar de apoio e tarefas de simulação.

Cada aula síncrona e assíncrona terá associada uma tarefa, na forma de questionário online a ser respondido pelo participante de forma individual, ou resolução de exercícios, ou tarefa de simulação.

**Data de Início: 28/07**

**Data de Término: 17/09**

**Carga Horária Semanal Síncrona: 2 horas/semana – Terças Feiras – 13h30 as 15h30**

**Carga Horária Semanal Assíncrona: 6 horas/semana**

### a) Sistema de Comunicação:

O *Ambiente Virtual de Aprendizagem* (AVA) será a **plataforma Moodle**, onde serão disponibilizados os materiais didáticos, materiais de apoio, listas de exercícios e roteiros das tarefas. As reuniões virtuais semanais serão feitas através da **plataforma Zoom**, cujo link de acesso será disponibilizado na plataforma Moodle. Os vídeos das reuniões virtuais e das atividades assíncronas serão disponibilizados através do **Youtube**.

### b) Participação na Disciplina:

Terão acesso ao AVA e as demais plataformas a serem utilizadas no curso, apenas os alunos com matrícula regularmente realizada na disciplina TE352 através da Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica, no Período Especial previsto na Resolução Nº 59/2020-CEPE

### c) Material Didático:

As atividades assíncronas serão compostas por aulas gravadas a partir de apresentações já existentes da disciplina ofertada na forma presencial, listas de exercícios e tarefas de simulação.

### d) Requisitos Digitais:

Para participar das atividades da disciplina o estudante deverá ter acesso a um computador, *notebook* ou *desktop*, com acesso à Internet em banda larga. Também é necessária a instalação do software cliente da Plataforma Zoom para aula remota síncrona, que pode ser baixado e instalado de forma gratuita (<https://zoom.us/>). Para as atividades de simulação será utilizado o software Matlab. Os estudantes poderão baixar e instalar a versão *trial* do software Matlab para desenvolver as atividades da disciplina (<https://www.mathworks.com/campaigns/products/trials.html>).

### e) Atividade de Ambientação:

A primeira aula da disciplina será dedicada à ambientação dos participantes com a plataforma Zoom e as descrição das ferramentas para visualização das aulas, participação na Reunião Virtual Semanal e envio das tarefas.

### f) Controle de Frequência das Atividades:

Fica estabelecido o controle de frequência somente por meio da realização, de forma assíncrona, de trabalhos e exercícios domiciliares desenvolvidos pelas/pelos estudantes.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

- Estão previstas 15 (quinze) atividades/tarefas, cada uma delas recebendo uma nota ( $n_i$ ) de 0 (zero) a 100 (cem), conforme segue:
  - Atividade 1: Representação de Sequências Discretas
  - Atividade 2: Operações com Sequências Discretas
  - Atividade 3: Síntese de Formas de Onda
  - Atividade 4: Sistemas Discretos LTI - Convolução
  - Atividade 5: Aplicação da Convolução
  - Atividade 6: Transformada de Fourier em Tempo Discreto (DTFT)
  - Atividade 7: Transformada Discreta de Fourier (DFT) / FFT
  - Atividade 8: Aplicação da DFT/FFT – Projeto 1
  - Atividade 9: Aplicação da DFT/FFT – Projeto 2
  - Atividade 10: Aplicação da DFT/FFT – Projeto 3
  - Atividade 11: Projeto de Filtros Digitais FIR – Parte 1
  - Atividade 12: Projeto de Filtros Digitais FIR – Parte 2
  - Atividade 13: Projeto de Filtros Digitais IIR – Parte 1
  - Atividade 14: Projeto de Filtros Digitais IIR – Parte 2
  - Atividade 15: Aplicações de Filtros Digitais

- Atividades postadas fora do prazo são penalizadas com a perda de 20% da nota.
- A **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) será calculada pela média das notas obtidas nas atividades, através de:

$$m_{parcial} = \frac{\sum_{i=1...15} n_i}{15}$$

- A partir do cálculo da **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ), tem-se os participantes **Aprovados por média** no caso de  $m_{parcial} \geq 70$  e a **Média Final** ( $m_{final}$ ) terá o mesmo valor da **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ).
- Os participantes cuja **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) seja inferior a 70 porém igual ou superior a 40 ( $40 \leq m_{parcial} < 70$ ) será dada a oportunidade da realização de uma tarefa extra, com tema a ser definido, ao qual será atribuída uma nota ( $t_{extra}$ ) entre zero e 100. Neste caso a **Média Final** ( $m_{final}$ ) será obtida através de:

$$m_{final} = \frac{m_{parcial} + t_{extra}}{2}$$

- Participantes cuja **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) for inferior a 40 serão considerados REPROVADOS, sem direito a realização da tarefa extra.
- **A frequência mínima para aprovação deve ser maior ou igual a 75%**

#### BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- A.V. Oppenheim, R.W. Schaffer, Processamento em Tempo Discreto de Sinais, Pearson, 3ed., 2013.
- Diniz, Silva, Netto, Processamento Digital de Sinais, 2ed, Bookman, 2014.
- Steven W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, eBook, 1998.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- S. Engelberg, Digital Signal Processing: An Experimental Approach, Springer, 2008.
- D'Antona, Ferrero, Digital Signal Processing for Measurement Systems, Springer, 2006.
- Gonzalez, Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall, 2008.
- S. Haykin, Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 1986. S. Haykin, Neural Networks, Ieee Press, 1994.

**OBS:** Devido à impossibilidade de empréstimo dos volumes físicos disponíveis na Biblioteca de Ciência e Tecnologia da UFPR, motivada pelas restrições de acesso às edificações da Universidade devido a Pandemia mundial da COVID-19, o professor irá disponibilizar material didático de apoio na forma de arquivos digitais, artigos, tutoriais e links para sites da área.

**Professor da Disciplina:** Marcelo Eduardo Pellenz  
**Documento assinado digitalmente**

**Chefe de Departamento:** Luiz Antonio Belinaso  
**Documento assinado digitalmente**