



**Ficha 2 (Resolução Nº 52/2021-CEPE)**

Disciplina: <b>Processamento Digital de Sinais I</b>						Código: <b>TE352</b>
Natureza: (X) Obrigatória ( ) Optativa		(X) Semestral ( ) Anual ( ) Modular				
Pré-requisito:	Co-requisito:	Modalidade: ( ) Presencial (X) Totalmente EaD ( ).... % EaD*				
<b>CH Total: 60</b>	Padrão (PD):	Laboratório	Campo	Estágio	Orientada	Prática Específica
<b>CH semanal: 04</b>	30	(LB): 30	(CP): 0	(ES): 0	(OR): 0	(PE): 0
<b>EMENTA (Unidade Didática)</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. Estimação 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 conforme Resolução 52/2021-CEPE com interação docente/aluno realizada totalmente de forma remota.						
<b>PROGRAMA (itens de cada unidade didática)</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. Estimação espectral. Transformada de Fourier Dependente do Tempo. Periodograma. Espectrograma.						
Observação: Todos os itens serão ofertados excepcionalmente na modalidade EaD conforme previsto na Resolução 52/2021-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>OBJETIVO ESPECÍFICO</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 aulas semanais síncronas e assíncronas com a proposição de tarefas de programação a serem realizadas pelos participantes regularmente matriculados na disciplina.

Para fins de avaliação e aprofundamento dos conteúdos, será proposto um trabalho prático, cujo relatório será entregue e apresentado para a turma pelo participante.

**Distribuição da carga horária:** atividades síncronas e assíncronas, conforme o cronograma abaixo.

**Número de vagas:** 60

**Data de início:** 20/09/2021

**Data de fim:** 16/12/2021

**Dias/hora:** Terça-feira e quinta-feira, 09:30 a 11:30.

A frequência será verificada pela realização e apresentação das tarefas e dos trabalhos propostos.

Data	Descrição	Carga Horária (h)	
20/09/2021 a 09/12/2020	Apresentação Disciplina. Ambiente AVA. Proposição da tarefa "temas relacionados". Introdução, Sinais e sistemas discretos. Representação no domínio da frequência. Transformada de Fourier para Sinais Discretos. Efeitos da amostragem. Interpolação e Decimação. Transformada Z. Transformada discreta de Fourier. FFT. Filtragem digital. Projeto de Filtros IIR e FIR. Análise Espectral. Espectrograma.	30	
20/09/2021 a 09/12/2021	Desenvolvimento de tarefas	26	
07/12/2021 a 09/12/2021	Apresentação Trabalho	4	
16/12/21	Prova Final ou Trabalho Extra		

### a) Sistema de comunicação:

O *Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA)* será a plataforma Moodle. Através deste AVA será disponibilizado material de estudo, tarefas e trabalhos. Serão realizadas as aulas síncronas no ambiente *Teams*. Também poderão ser utilizadas outras plataformas como *Zoom*, *Jitsi* e *Meet*.

### 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, previsto na Resolução 23/2021-CEPE

### c) Material didático:

Serão disponibilizados aos participantes, no AVA, os slides das aulas, as tarefas e os trabalhos propostos.

### e) Requisitos digitais:

Para participar das atividades da disciplina o estudante deverá ter acesso a computador, *notebook* ou *desktop*, com acesso à Internet em banda larga. Recomenda-se que a participação nas reuniões virtuais semanais seja feita com o uso de computador, mas pode ser feita – caso necessário – através de *smartphone* onde seja instalado previamente o aplicativo Microsoft® TEAMS, disponível gratuitamente para as plataformas Android e iOS.

Para as atividades de programação, será utilizada preferencialmente a linguagem Python (e pacotes matemáticos como *numpy*, *scipy*, *matplotlib*), e opcionalmente o programas *Octave* e *Matlab*.

Estudantes que fazem parte dos programas de assistência estudantil da UFPR e estudantes com comprovação de vulnerabilidade socioeconômica e falta de acesso digital serão contemplados com editais específicos coordenados pela Pró-reitoria de Assuntos Estudantis (PRAE) da UFPR.

### f) Atividade de Ambientação:

A primeira aula da disciplina será dedicada à ambientação dos participantes com a plataforma de aprendizado e videoconferência, bem como apresentação das ferramentas para participação e visualização das aulas e envio das tarefas.

### g) Controle de frequência das atividades:

O controle de frequência se dará somente por meio da realização, de forma assíncrona, de tarefas e trabalhos domiciliares desenvolvidos pelos estudantes.

## FORMAS DE AVALIAÇÃO

- A **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) será uma composição das notas obtidas nas tarefas de programação e nos trabalhos propostos, com o seguinte peso:
  - Média Aritmética das notas obtidas nas Tarefas: 60% da  $m_{parcial}$
  - Média Aritmética das notas obtidas nos *Relatórios*: 40% da  $m_{parcial}$
- Atividades postadas fora do prazo são penalizadas progressivamente com a perda de até 80% da nota.

- A **Média Parcial** ( $m_{parcial}$ ) será calculada pela média ponderada das notas obtidas nas atividades, através de:

$$m_{parcial} = (0,6 * média_{tarefas} + 0,4 * média_{trabalhos})$$

- 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 ( $40 < m_{parcial} < 70$ ) será dada a oportunidade da realização de uma Prova ou Trabalho Extra, a ser definido pelo Professor, 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 ao Trabalho Extra.
- **A frequência mínima para aprovação deve ser maior ou igual a 75%** (a postagem das atividades propostas será computada na frequência do aluno).

#### BIBLIOGRAFIA BÁSICA (3 títulos)

- A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, Processamento em Tempo Discreto de Sinais, Pearson, 3ed., 2013.
- Diniz, Silva, Netto, Processamento Digital de Sinais, 2ed, Bookman, 2014.
- Gabriele D'Antona and Alessandro Ferrero, Digital Signal Processing for Measurement Systems: Theory and Applications, Springer, 2006.

#### BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR (3 títulos)

- Gonzalez, Woods, Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall, 2008.
- Jaim Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, 1989.
- S. Haykin, Neural Networks, Ieee Press, 1994.
- L.R. Rabiner, R.W. Schafer, Digital Processing of Speech Signals, Prentice Hall, 1978.
- S. Haykin, Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, 1986.

**Professor da Disciplina:** Eduardo Parente Ribeiro  
**Documento assinado digitalmente**

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