

PLANO DE DISCIPLINA

Disciplina	ENE0332 – Tópicos em Engenharia										
Cursos	Engenharia Elétrica, Engenharia Mecatrônica e Engenharia de Computação										
Professor Responsável	Profa. Flavia Maria Guerra de Sousa Aranha Oliveira – flavia@ene.unb.br										
Semestre	2º semestre letivo de 2023										
Pré-Requisitos	Disciplina sem pré-requisitos										
Horário de aulas e Local	Aulas Teóricas – O curso terá aulas conforme calendário abaixo. Todo o conteúdo da disciplina estará disponível no site http://flavia.website. Para acessar o conteúdo da disciplina, clique em “Classes” no menu à esquerda da tela (ou no símbolo no canto superior à esquerda no celular, para que o menu apareça, depois clique em “Classes”). A seguir, no tópico 2023/02, clique em “Topics in Engineering (Tópicos em Engenharia) - ENE 0332”. Turma T03: Terças e quintas, de 16:00 às 17:50, na sala BT 25/15.										
Atendimento aos alunos	Todos os dias de aula, logo após a aula.										
Objetivos da Disciplina	Esse curso irá tratar sobre o processamento de sinais biomédicos e o modelamento e a identificação de sistemas fisiológicos, para a posterior geração de índices quantitativos do sistema nervoso autônomo (SNA), como índices de variabilidade da frequência cardíaca, sensibilidade do barorreflexo, acoplamento cardiorrespiratório, dentre outros usualmente utilizados na literatura.										
Metodologia, Avaliação e Cômputo da Presença	A disciplina será composta de aulas expositivas, testes/apresentações de alunos, listas de exercícios, provas e um projeto final, conforme calendário abaixo. A presença e participação nas atividades em aula também são fundamentais e serão consideradas na avaliação. A nota final será o resultado da soma dos pontos de cada atividade e sua conversão para a pontuação de 0 a 100. A avaliação será composta de listas de exercícios, tarefas de casa, testes, apresentações e um projeto final que envolve programação utilizando Matlab, a ser apresentado em grupo. A média final (MF) será calculada com os seguintes pesos: ● <u>Média Final (MF):</u> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Participação (presença e participação nas aulas)</td><td>5%</td></tr> <tr> <td>Tarefas de casa (em grupo)</td><td>25%</td></tr> <tr> <td>Listas de exercícios (em grupo)</td><td>25%</td></tr> <tr> <td>Testes/Apresentações (em grupo)</td><td>20%</td></tr> <tr> <td>Projeto final (slides + apresentação, em grupo)</td><td>25%</td></tr> </tbody> </table> Os casos omissos serão avaliados individualmente, de acordo com as circunstâncias.	Participação (presença e participação nas aulas)	5%	Tarefas de casa (em grupo)	25%	Listas de exercícios (em grupo)	25%	Testes/Apresentações (em grupo)	20%	Projeto final (slides + apresentação, em grupo)	25%
Participação (presença e participação nas aulas)	5%										
Tarefas de casa (em grupo)	25%										
Listas de exercícios (em grupo)	25%										
Testes/Apresentações (em grupo)	20%										
Projeto final (slides + apresentação, em grupo)	25%										

Programa	• Esse curso irá tratar sobre o processamento de sinais biomédicos e o modelamento e a identificação de sistemas fisiológicos, para a posterior geração de índices quantitativos do sistema nervoso autônomo (SNA), como índices de variabilidade da frequência cardíaca, sensibilidade do barorreflexo, acoplamento cardiorrespiratório, dentre outros usualmente utilizados na literatura. O curso terá vários exercícios práticos, com a utilização do Matlab para a implementação dos diversos algoritmos de processamento e posterior modelamento e identificação de sistemas. Em particular, serão tratados temas como: convolução, correlação, teorema da amostragem, efeitos de borda, janelamento, estimação espectral (análise de Fourier, método de Welch, métodos paramétricos), estimação da função de transferência, estudo do eletrocardiograma, do sinal de pressão arterial contínua e do sinal respiratório, modelos paramétricos e não-paramétricos, identificação de sistemas lineares, métodos baseados na correlação, modelamento entrada-saída de sistemas fisiológicos em expansões ortogonais. Não é necessária experiência anterior com programação ou o programa Matlab. Noções de programação e a utilização do Matlab serão gradualmente apresentadas ao longo do curso. • O curso usará dados disponíveis no repositório da physionet (https://www.physionet.org/) e utilizará pacotes de programas compatíveis com o Matlab®, como: CRSIDLab (https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31056529/) e LYSIS (https://bmsr.usc.edu/software/lysis/), dentre outros, além de ferramentas disponíveis nos toolboxes de processamento de sinais e identificação de sistemas do Matlab. • O curso terá um enfoque mais prático, em termos da implementação de algoritmos para o processamento de sinais fisiológicos, com ênfase no sistema cardiorrespiratório, e a posterior geração de índices quantitativos do SNA. • Pré-requisito: programação básica em Matlab ajuda, mas não é essencial. No início do curso serão apresentados conceitos básicos de programação em Matlab. • O curso está dividido em três partes gerais: 1) Análise e processamento de sinais fisiológicos 2) Análise e identificação de sistemas fisiológicos 3) Apresentação de projetos
Bibliografia Recomendada	• Livro texto: <u>Livros-textos principais:</u> 1) Biosignal and Medical Image Processing, Third Edition, por John L. Semmlow (Author), Benjamin Griffel. CRC Press; 3 edition (February 25, 2014). As funções e os scripts utilizados ao longo do texto podem ser acessadas a partir do link: https://www.crcpress.com/downloads/K16329/Associated%20Files.zip → Arquivos do cap. 3 do livro texto (que estão faltando no site do livro). 2) Khoo, M. C. K. (2018) Physiological Control Systems: Analysis, Simulation, and Estimation, 2nd ed. IEEE Book Series in Biomedical Engineering, IEEE Press. (Disponível gratuitamente no site do IEEE para membros do EMBS - Engineering in Medicine and Biology Society.) As funções, os modelos e os scripts utilizados ao longo do texto podem ser acessados a partir do link: http://www.wiley.com/go/khoo/controlsystems2e <u>Livros-textos auxiliares:</u> 3) Drongelen, Wim van (2006) Signal Processing for Neuroscientists: introduction to the analysis of physiological systems. Elsevier Science & Technology. Disponível no Proquest Ebook Central:

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/univbrasil-ebooks/detail.action?docID=283974>

- 4) Wallisch, Pascal et al. (2014) **MATLAB for neuroscientists: an introduction to scientific computing in MATLAB**. 2nd ed. Elsevier Science & Technology. Disponível no Proquest Ebook Central:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/univbrasil-ebooks/reader.action?docID=1517435>
- 5) Sörnmo, Leif and Laguna, Pablo (2005) **Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications**, Elsevier Academic Press. Disponível no Proquest Ebook Central:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/univbrasil-ebooks/detail.action?docID=317027>
- 6) Karris, Steven T. (2012) **Signals and systems with MATLAB® computing and Simulink® modeling**, 5th ed. Orchard Publications. Disponível no Proquest Ebook Central:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/univbrasil-ebooks/reader.action?docID=3384197>
- 7) Westwick, D. T. and Kearney, R. E. (2003). **Identification of Nonlinear Physiological Systems: Theory and Practice**, IEEE Book Series in Biomedical Engineering, IEEE Press. ([Disponível gratuitamente no site do IEEE](#) para membros da EMBS - Engineering in Medicine and Biology Society.)
- 8) Clifford, G., Azuaje, F., McSharry, P. (Eds.) (2006) **Advanced methods and tools for ECG data analysis**. Artech House. Disponível no Proquest Ebook Central:
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/univbrasil-ebooks/reader.action?docID=338739>

Software:

Matlab®. Sugiro a aquisição da licença de estudante do Matlab, com um preço mais em conta para estudante (<https://www.mathworks.com/store/link/products/student/SV>), já com várias toolboxes incluídas no pacote, incluindo a de Processamento de Sinais (Signal Processing).

No momento da aquisição do pacote, que já vem com Matlab, Simulink e 10 toolboxes, incluindo a de Processamento de Sinais (Signal Processing), sugiro também a aquisição da Toolbox de **Identificação de Sistemas (System Identification)**, da qual vamos precisar neste curso. O preço de cada Toolbox, no momento da aquisição do pacote de estudante do Matlab, é de US\$6,00 apenas (é mais caro se comprar separado).

Referências complementares serão indicadas ao longo do semestre.

CALENDÁRIO (tentativo)

29 de agosto	31 de agosto	5 de setembro	7 de setembro
AULA Apresentação do Programa de Curso e Introdução (SLIDES) (1 slide por pág.)	AULA Introdução ao Matlab (Livro: MATLAB for neuroscientists, disponível via ebookcentral (disponibilizada pela BCE) - Capítulo 2 → link para o pdf do cap. 2) (SLIDES) (1 slide por pág.) → Aula gravada no semestre 2020/02 (a explicação do Matlab começa por volta de 43 mins)	AULA * Continuação * Tarefa 1 (Data de entrega: 21/09/2023, até 23:59 h, na sua pasta de "Assignments" (Tarefas) do Microsoft Teams da disciplina, em <u>um único</u> arquivo PDF legível). → Revisão matemática - Links externos (aulas dadas pelo prof. Adson Rocha, da FGA/UnB e ENE/UnB) • Revisão de funções trigonométricas. • Revisão de trigonometria 1, ângulos, radianos, graus. • Revisão sobre funções trigonométricas, círculo unitário. • Revisão de trigonometria 2, mais detalhes sobre as funções seno e cosseno.	Independência do Brasil (Feriado Nacional)

12 de setembro	14 de setembro	19 de setembro	21 de setembro
AULA Introdução a biosinais e técnicas de medição, efeitos da conversão A/D, exemplos MATLAB (Livro texto - Semmlow, cap. 1) (SLIDES) (1 slide por pág.) Lista de exercícios 1 (Semmlow, 3ª edição): 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9 (a versão traduzida de cada questão da lista encontra-se no link acima) (Data de entrega: 06/10/2023, até 23:59 h, na sua pasta de "Assignments" (Tarefas) do Microsoft Teams da disciplina, em <u>um único</u> arquivo PDF legível).	AULA * Continuação * • Mais informações sobre estatística e probabilidade, do livro DSP guide (cap. 2). • Mais informações sobre ADC e DAC, do livro DSP guide (cap. 3). TÓPICOS PARA O PROJETO DE FINAL DO CURSO. → Vejam que o primeiro prazo é dia 17/11/2023 para envio do título do tema escolhido e de uma breve descrição, além da escolha da base de dados a ser utilizada. Leia as instruções e observe o endereço da tabela a ser preenchida até o dia 17/11/2023.	AULA Amostragem, aliasing, função densidade de probabilidade, média e medidas de dispersão, quantização, relação sinal-ruído. (Livro texto - Semmlow, cap.1) (SLIDES) (1 slide por pág.) → Artigo: The physiological basis and measurement of heart rate variability in humans: (J Physiol Anthropol. 2016; 35: 22). → Artigo (há também link para a versão em português): Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability (Braz J Cardiovasc Surg, 2009; 24(2):205-217).	AULA Medições de biosinais, ruído e análise (Livro texto - Semmlow, cap.2) (SLIDES) (1 slide por pág.) • Intuitive Guide to Angles, Degrees and Radians: um outro modo de ver a diferença entre graus e radianos na medida de ângulos. • Intuitive understanding of sine waves: a explicação do site não é técnica, mas as animações e figuras são bem feitas. • Capítulo 3 (Heart Rate Variability) do livro online: Science of the heart: exploring the role of the heart in human performance. An overview of research conducted by the HeartMath Institute.

25 a 29 de setembro	3 de outubro	5 de outubro	10 de outubro
Semana universitária (não haverá aula) • A visual, intuitive guide to imaginary numbers: uma outra forma de visualizar números imaginários, como uma rotação de 90°. • Intuitive arithmetic with complex numbers: números também podem ter 2 dimensões, se forem complexos. Esta é a grande utilidade de números complexos. • Understanding Why Complex Multiplication Works: uma outra forma de visualizar a multiplicação de números complexos. → Caps. do livro Heart rate variability, de Malik M, Camm AJ (eds), Futura, Armonk, NY, 1995: - Cap. 5: Cerutti S, Bianchi AM, Mainardi LT (1995) Spectral analysis of the heart rate variability signal. pp 63-74 - Cap. 6: Kamath, Markad V. and Fallen, Ernest L., Correction of the heart rate variability signal for ectopics and missing beats. pp 75-85.	AULA * Continuação * → Aulas em português sobre VFC/HRV do canal Manual de Fisiologia Humana : • Variabilidade da frequência cardíaca • Métodos lineares - domínio do tempo → Seminário Heart Rate Variability (Partes 1, 2 e 3) dada pelo Dr. Andrew Ahn da Harvard Medical School: • Part 1/5 - HRV: Physiology & Methods • Part 2/5 - HRV: Clinical Use & Factors that Influence HRV • Part 3/5 - HRV: Epidemiological Studies and Non-Linear Dynamics • Heart rate variability: physiology, methodology and experimental possibilities -	Apresentação 01 (apresentação dos exemplos do livro por cada aluno, definidos na tabela) (Livro texto - Semmlow, 3a ed., cap. 2) → Artigo: Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use (artigo clássico, sempre citado) → Artigo: An introduction to heart rate variability: methodological considerations and clinical applications (Front. Physiol., 2015) - Inclui referências a vários artigos importantes na área, devidamente contextualizados. → Curso: Vital Signs: Understanding What the Body Is Telling Us (University of Pennsylvania) → Tese: Signal processing methods for heart rate variability (Ph.D thesis - Gari D. Clifford)	AULA Correlação e funções de base, covariância, autocorrelação e correlação cruzada, autocovariância e covariância cruzada (Livro texto - Semmlow, cap.2) (SLIDES) (1 slide por pág.) • Aula virtual sobre como usar o CRSIDLab (importante para a tarefa 2): https://drive.google.com/file/d/17QlX-bq2Fe5cyd8BKz8BUKaRqJwvJ7rz/view?usp=sharing Tarefa 2 (Data de entrega: 27/10/2023 (data atualizada), até 23:59 h, na sua pasta de "Assignments" (Tarefas) do Microsoft Teams da disciplina, em <u>um único</u> arquivo PDF legível). Desconto de 1 pt por hora de atraso. Link para o CRSIDLab 2.0 (veja o tutorial do CRSIDLab nesta pasta) Manual do CRSIDLab 2.0

	palestra dada pelo pesquisador Daniel Quintana. Apresenta alguns cuidados na análise e interpretação dos dados de HRV.		→ Artigo: Heart Rate Variability (HRV) Analysis: A Methodology for Organizational Neuroscience (Organizational Research Methods, 2016). Apesar de ser uma aplicação bem diferente das mais tradicionais, este paper na área de neurociência organizacional faz um bom overview da área de variabilidade da frequência cardíaca (<i>heart rate variability</i> , HRV), com a citação de artigos importantes.
--	--	--	---

12 de outubro	17 de outubro	19 de outubro	24 de outubro
Nossa Senhora Aparecida (Feriado Nacional) → Artigo: Nocões básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica (Vanderlei et al., Artigos de Revisão. Braz. J. Cardiovasc. Surg. 2009) → Artigo: Role of editing of R-R intervals in the analysis of heart rate variability (Mirja A. Peltola, Front. Physiol. 2012) → Artigo: Heart rate variability – a historical perspective (George E. Billman, Front. Physiol. 2011) → Artigo: The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance (George E. Billman, Front. Physiol. 2013) → Artigo: Everything Hertz: methodological issues in short-term frequency-domain HRV (James A. J. Heathers, Front. Physiol. 2014)	AULA * Continuação * → Artigo: Diabetic autonomic neuropathy (Diabetes Care, 2003) → Capítulo: Kuusela T. (2012). Methodological aspects of heart rate variability analysis. In Kamath M., Watanabe M. M., Upton A. (Eds.), Heart rate variability (HRV) signal analysis: Clinical applications (pp. 10–42). London: CRC Press. → Artigo/opinião: Sympathovagal balance from heart rate variability: time for a second round? (Trata-se, na verdade, de uma resposta dos autores a uma crítica à metodologia que eles defendem. A resposta está extremamente bem embasada e contextualizada, com várias referências importantes na área. Vale a pena a leitura, e depois pesquisa às referências citadas.)	AULA * Continuação * Arquivos.m: aula6_1.m, aula6_2.m, aula6_3.m, aula6_4_TesteWalsh.m, aula6_5_ResolucaoExercicioSli de34_Poularikas, aula6_6_ResolucaoExemplosLiroEugeneBruce.m Resolução do exercício proposto na aula sobre funções de base e outros exemplos. Exemplo de auto-covariância (do livro de Eugene Bruce)	AULA A transformada discreta de Fourier e sua inversa, conceitos e exemplos introdutórios (Livro texto - Semmlow, cap.3) (SLIDES) (1 slide por pág.) aula08_1.m, aula08_2.m, aula08_3.m (Livro texto - Semmlow, cap.3) ExemploOndaQuadrada_Aula08_1.m Lista de exercícios 2 (Semmlow, 3ª edição): 2.6, 2.7, 2.8, 2.14, 2.20 (a versão traduzida de cada questão da lista encontra-se no link acima) (Livro texto - Semmlow, cap.2) (Data de entrega 13/11/2023, até 23:59 h, na sua pasta de “Assignments” (Tarefas) do Microsoft Teams, em um único arquivo PDF legível).

26 de outubro	31 de outubro	2 de novembro	7 de novembro
AULA → AULA PRESENCIAL NORMAL (vide retificação do comunicado da Direção da FT) - A transformada de Fourier e os fenômenos de <i>aliasing</i>, janelamento e vazamento espectral (Livro texto - Semmlow, cap.3) (SLIDES) (1 slide por pág.) Tarefa 3 (Data de entrega: 20/11/2023, até 23:59 h, na sua pasta de “Assignments” (Tarefas) do Microsoft Teams, em um único arquivo PDF legível). • An Interactive Guide To The Fourier Transform: explica que uma transformação, como a transformada de Fourier, é uma mudança de perspectiva a respeito de uma quantidade, fazendo uma analogia com uma receita.	AULA * Continuação * Lista de exercícios 3 (Semmlow, 3ª edição): 2.24, 2.31, 2.35, 2.36 (a versão traduzida de cada questão da lista encontra-se no link acima) (Data de entrega: 27/11/2023, até 23:59 h, na sua pasta de “Assignments” (Tarefas) do Microsoft Teams da disciplina, em um único arquivo PDF legível). Análise Espectral e EEG (do site Sapien Labs): Brain Waves, Sine Waves and the Fourier Transform (Narayan P Subramaniyam, Sept. 23, 2018). Factors that Impact Power Spectral Density Estimation (Narayan P Subramaniyam, Jan. 8, 2018) – Com código Matlab ao final do post. The Blue Frog in the EEG: Alpha, beta, gamma what? Spectral decomposition of the EEG signal may lose critical information. (Tara Thiagarajan, April 16, 2017) Pitfalls of Filtering the EEG Signal (Narayan P Subramaniyam, Nov. 12, 2018) The Remarkable Inconsistency of EEG Frequency Band Definitions (Jennifer J Newson, Sep. 2, 2018) – Publicação: EEG Frequency Bands in Psychiatric Disorders: A Review of Resting State Studies	Finados (Feriado Nacional) Análise Espectral e EEG (do site Sapien Labs): The Slope of the Power Spectrum: An important metric in EEG (Sapien Labs, Oct. 20, 2020) Characterizing Peaks in the EEG Power Spectrum (D. Parameshwaran and T. C. Thiagarajan (2019) Biomed. Phys. Eng. Express, vol. 5, n.4. DOI 10.1088/2057-1976/ab29d0) Factors that Impact Coherence in the EEG (Narayan P Subramaniyam, Dec. 3, 2018) Assessing Connectivity with Phase Locking Value (Narayan P Subramaniyam, Jan. 6, 2019) What Does the EEG Signal Measure? (Sapien Labs, Oct. 21, 2016) Three Tutorials in EEG Analysis (Sapien Labs, June 15, 2020) The EEG from infancy to adulthood (Jennifer J Newson, Nov. 26, 2017) Non Sinusoidal and Non Stationary Properties of Neural Signals (Narayan P Subramaniyam, Oct. 8, 2018) What's New in the EEGLAB Signal Processing Platform (Arnaud Delorme, Feb. 17, 2020)	AULA Dados não-uniformemente amostrados e a reamostragem; Métodos de interpolação; Fontes de erro em estimadores espectrais (<i>aliasing</i>, vazamento espectral e baixa relação sinal-ruído); Densidade espectral de potência; Periodograma (SLIDES) (1 slide por pág.) Demo do Matlab: “Lec3_length_Suu.m”, disponível em: https://ocw.tuelft.nl/course-lectures/system-identification-parameter-estimation-impulse-and-frequency-response-functions/, no arquivo zipado ao final da página: Lecture3_examples.zip. Curso: System Identification and Parameter Estimation da TU Delft. Aulas interessantes para nosso curso: aula 2: https://ocw.tuelft.nl/course-lectures/system-identification-parameter-estimation-correlation-functions-in-time-and-frequency-domain/?course_id=4348 e aula 3: https://ocw.tuelft.nl/courses/system-identification-and-parameter-estimation/subjects/impulse-frequency-response-functions/ → Capítulo: Kuusela T. (2012). Methodological aspects of baroreflex sensitivity analysis. In Kamath M., Watanabe M. M., Upton A. (Eds.), Heart rate variability (HRV) signal analysis: Clinical applications (pp. 43–58). London: CRC Press.

9 de novembro	14 de novembro	16 de novembro	21 de novembro
AULA * Continuação * Lista de exercícios 4 (Semmlow, 3ª edição): 3.5, 3.11, 3.13, 3.17, 3.33 (a versão traduzida de cada questão da lista encontra-se no link acima) (Livro texto - Semmlow, cap.3) (Data de entrega: 12/12/2023, até 23:59 h, na sua pasta de "Assignments" (Tarefas) do Microsoft Teams da disciplina, em <u>um único</u> arquivo PDF legível). Arquivos do cap. 3 do livro texto do Semmlow (que estão faltando no site do livro)	AULA Explicação e tutorial relativos à Tarefa 3 Tutorial do CRSIDLab Tutorial do CRSIDLab 2.0	AULA * Continuação dos slides da aula passada * → Artigo: Jo et al. Model-based Assessment of Autonomic Control in Obstructive Sleep Apnea Syndrome during Sleep. Am Respir Crit Care Med (2003), vol. 167, pp. 128-136	AULA O teorema de Parseval e exemplo de implementação, coerência espectral, função de transferência, exemplos MATLAB (Livro texto - Semmlow, cap.3) (cont.) (SLIDES) (1 slide por pág.) Tarefa 4 (Data de entrega: 18/12/2023, até 23:59 h, na sua pasta de "Assignments" (Tarefas) do Microsoft Teams, em <u>um único</u> arquivo PDF legível). Manual do CRSIDLab 2.0

23 de novembro	28 de novembro	30 de novembro	5 de dezembro
AULA * Continuação *	AULA Estimação da Função de Transferência (FRF - Frequency Response Function) usando os conceitos de auto-correlação e correlação cruzada no domínio da frequência (funções densidade espectral de potência e de potência cruzada, respectivamente); medida de coerência; identificação de sistemas fisiológicos no domínio do tempo; exemplos (SLIDES) (1 slide por pág.) - Função cpsd do Matlab: <code>pxy = cpsd(x,y)</code> estimates the cross power spectral density (CPSD) of two discrete-time signals, x and y, using Welch's averaged, modified periodogram method of spectral estimation. - Função mscohere do Matlab: <code>cxy = mscohere(x,y)</code> finds the magnitude-squared coherence estimate, cxy, of the input signals, x and y. <code>cxy = mscohere(x,y,window)</code> uses window to divide x and y into segments and perform windowing. You must use at least two segments. Otherwise, the magnitude-squared coherence is 1 for all frequencies. - Função tfestimate do Matlab: <code>txy = tfestimate(x,y)</code> finds a transfer function estimate between the input signal x and the output signal y evaluated at a set of frequencies.	Feriado - Dia do Evangélico Os sinais de eletrocardiograma, pressão arterial contínua e respiração; conceitos envolvidos na análise espectral destes sinais (SLIDES) Links para aula do semestre anterior: Parte 1 - Finalização da aula passada sobre função de transferência e coerência (primeira metade da aula) e início da descrição dos sinais estudados na disciplina (ECG, respiração, pressão arterial contínua), AULA Parte 2 - Finalização de detalhes acerca do processamento dos sinais de ECG, respiração e pressão arterial contínua e início do capítulo sobre filtros. O capítulo sobre filtros é o assunto da Lista de exercícios 5.	AULA Apresentação 02 (Livro texto - Semmlow, cap.4) (Livro texto - Semmlow, cap.5) • Intuitive Guide to Convolution: uma visualização por analogia da operação de convolução.

7 de dezembro	12 de dezembro	14 de dezembro	19 de dezembro
AULA Redução de ruídos e filtros digitais; ensemble averaging; função de transferência discreta; filtros digitais FIR e IIR (Livro texto - Semmlow, cap.4) e exemplos Matlab; modelo AR para a estimação espectral (Livro texto - Semmlow, item 5.1) (SLIDES) (1 slide por pág.) Lista de exercícios 5 ← link para tradução das questões (Semmlow, 3ª edição): 4.14, 4.15, 4.19, 4.20, 4.24 (Data de entrega: 22/12/2023, até 23:59 h, na sua pasta de "Assignments" (Tarefas) do Microsoft Teams, em <u>um único</u> arquivo PDF legível).	AULA Implementação da função de transferência no domínio da frequência; implementação no domínio do tempo; implementação de filtros FIR e IIR; contextualização dos exercícios da lista 5 (SLIDES) (1 slide por pág.)	AULA * Continuação * Links para aula do semestre anterior: Parte 1 (O que são e como implementar filtros FIR no Matlab - Assunto da lista de exercícios 5) , Parte 2 (O que são e como implementar filtros IIR no Matlab - finalização do assunto da lista de exercícios 5; detalhes sobre a pontuação das apresentações dos Projetos Finais)	AULA Apresentação de Projetos Finais (20 mins de apresentação por grupo)

21 de dezembro
AULA
Apresentação de Projetos Finais (20 mins de apresentação por grupo) - Continuação

Tópicos do trabalho escrito de reposição (para os que ultrapassarem 25% de faltas no semestre, isto é, que tiverem 7 ou mais faltas às aulas) - Escolha 1 exercício para cada dia excedente dos 25% de faltas permitidas:

- Exercícios referentes ao [Capítulo 8](#) do livro "Physiological control systems", 2a edição, de Michael C. K. Khoo.
 - 1) P8.1;
 - 2) P8.2;
 - 3) P8.3;
 - 4) P8.4;
 - 5) P8.5;
 - 6) P8.6;
- Exercícios referentes ao [Capítulo 9](#) do livro "Physiological control systems", 2a edição, de Michael C. K. Khoo.
 - 7) P9.1;
 - 8) P9.2;
 - 9) P9.3;
 - 10) P9.4;
- Exercícios referentes ao [Capítulo 5](#) do livro "Biosignal and medical image processing", 3a edição, de John L. Semmlow, Benjamin Griffel
 - 11) 5.9;
 - 12) 5.10;
 - 13) 5.12;
 - 14) 5.13;
 - 15) 5.14;
 - 16) 5.15;
 - 17) 5.16;
 - 18) 5.17;
 - 19) 5.18;
 - 20) 5.19;
 - 21) 5.20;
 - 22) 5.21;
 - 23) 5.22;
 - 24) 5.23;
 - 25) 5.24;
 - 26) 5.25;
 - 27) 5.26;
 - 28) 5.27.