



FINAL ASSIGNMENT

CONTENTS

INSTRUÇÕES E PRAZOS	1
TASK 2 - SYSTEM ANALYSIS	3
TASK 3 - SYSTEM CONTROL	4

INSTRUÇÕES E PRAZOS

GUIDELINES: O projeto consiste em três tarefas: (i) modelagem, (ii) análise dinâmica e (iii) controle de um sistema dinâmico. A primeira tarefa, referente à modelagem do sistema dinâmico que lhe foi encaminhado (isto é, um sistema hidráulico, mecânico ou elétrico), já foi concluída. Os objetivos das tarefas subsequentes consistem em analisar as propriedades dinâmicas do sistema em questão (TASK 2) e projetar um controlador de retroalimentação SISO adequado para o mesmo (TASK 3). Para cada uma dessas três etapas, exige-se a realização de cálculos teóricos, bem como a elaboração de um relatório detalhado descrevendo os procedimentos adotados na resolução. Ademais, os resultados teóricos devem ser confrontados com os obtidos por meio de simulações realizadas em um ambiente de programação de sua escolha. A entrega final deverá ser compilada em um único documento, o qual deverá incluir [he first task, related to the modelling of the dynamic system that was assigned to you (i.e., a hydraulic, mechanical, or electrical system), has already been completed. The objectives of the subsequent tasks are to analyse the dynamic properties of the given system (TASK 2) and to design an appropriate single-input single-output (SISO) feedback controller for it (TASK 3). For each of these three stages, you are required to carry out theoretical calculations and prepare a detailed report describing the procedures followed in the solution. Furthermore, the theoretical results must be compared with those obtained through simulations carried out in a programming environment of your choice. The final submission must be compiled into a single document, which should include]:

- o REPORT: O relatório tem que conter (i) uma breve explicação da base teórica associada a cada exercício; (ii) os passos relevantes dos cálculos, os resultados, os gráficos (quando necessário) e, principalmente, seus comentários sobre os resultados e/ou gráficos [The report must include (i) a brief explanation of the theoretical background associated to

each exercise; (ii) the relevant steps of your calculations, the results, the graphs (when required) and especially, your comments on the results and/or graphs].

- o **CODE LISTING:** O código que você usou para resolver os exercícios. Independentemente da linguagem escolhida, seu código deve ser executável/funcionante. O código (e as funções relevantes, quando necessário) pode ser colado na parte final do relatório (por exemplo, como um apêndice) ou arquivado junto com o relatório em uma pasta .zip. [The code you used to solve the exercises. Regardless of your programming choice, your code must be executable/functioning. The code (and the relevant functions, when needed) can be either pasted at the end of the report (for instance as an appendix) or packaged together with the report as a zip file].

Se optar por utilizar ferramentas de IA durante a realização do PW, faça isso de forma responsável - por exemplo, para esclarecer conceitos ou verificar seu raciocínio - e não para gerar soluções completas, o que compromete seu aprendizado e pode violar as normas de integridade acadêmica. É obrigatório reconhecer adequadamente o uso dessas ferramentas, citando-as corretamente, por exemplo, pode considerar incluir a saída gerada pela IA em um apêndice do seu relatório de atividades [If you choose to use AI tools during PW, do so responsibly - for example, to clarify concepts or check your reasoning - not to generate full solutions, which undermines your learning and may violate academic integrity policies. You must properly acknowledge the use of such tools by citing them appropriately; for instance, you may consider including the AI-generated output in an appendix of your homework report].

TEAM WORK: O trabalho pode ser realizado individualmente ou em grupos de até quatro pessoas. Para o trabalho em grupo ao longo do projeto, devem ser adotadas plataformas - como, por exemplo, [Trello](#), [Asana](#) or [GitHub](#) - para apoiar o acompanhamento das tarefas, a colaboração e a documentação. O acesso ao quadro da plataforma deve ser concedido à professora e aos monitores da disciplina [The work can be done individually or in groups of up to four people. For group work throughout the project, internet-based tools - such as platforms like, for instance, Trello, Asana or GitHub - must be adopted to support task tracking, collaboration, and documentation. Access to the platform board must be granted to the professor and course assistants].

DEADLINES: O trabalho de projeto (PW) está dividido em três etapas (modelagem, análise e controle de um sistema dinâmico), fornecidas junto com os “homework” distribuídos ao longo do semestre. Você pode optar por entregar a resolução de cada parte no mesmo prazo do respectivo homework ou até o prazo final estabelecido para o último, no fim do semestre. Em ambos os casos, é obrigatório seguir as instruções fornecidas acima. O relatório final deve incluir a solução de cada parte [The project work is divided into three steps (modelling, analysis and control of a dynamical system) provided along with the “homework” assigned during the semester. They can choose to submit the resolution of the part at the same time of the relative HW or within the deadline set for the latter one at the end of the semester. In both cases, you must follow the instructions

provided above. The final report must include the solution for each step].

FINAL PRESENTATION: Cada grupo deverá preparar um conjunto de slides para a apresentação final do trabalho. A apresentação deverá ter no máximo 10 minutos, seguidos de até 5 minutos para perguntas do público e dos instrutores. Todos os integrantes da equipe devem participar ativamente da apresentação e estar preparados para responder às perguntas. A sessão de perguntas poderá abranger tanto o conteúdo do trabalho final quanto as tarefas de casa realizadas ao longo do curso. Garantam que os slides estejam claros, bem organizados e que apresentem os principais aspectos do projeto: objetivos, metodologia, resultados e conclusões. Ensaíem o tempo de apresentação e a transição entre os apresentadores para garantir uma exposição fluida e profissional [Each project team is required to prepare a set of slides for the final presentation of their work. The presentation must not exceed 10 minutes, followed by up to 5 minutes for questions from the audience and instructors. All team members are expected to actively participate in the presentation and be prepared to answer questions. The Q&A session may include topics not only from the project work but also from the related homework assignments completed throughout the course. Please ensure your slides are clear, well-organised, and cover the key aspects of your project: objectives, methodology, results, and conclusions. Rehearse your timing and transitions between speakers to ensure a smooth and professional presentation].

TASK 2 - SYSTEM ANALYSIS

O objetivo da segunda tarefa do projeto trabalho é analisar o sistema dinâmico desenvolvido [The objective of the second task of the project work is to analyse the dynamic system developed].

Neste caso, você deve [In this case, you must]:

1. Considerando a função de transferência que descreve o sistema, plote a resposta do sistema de uma entrada degrau de amplitude A , definida com base no seu sistema [Considering the transfer function that describes the input-output system, plot the response of the system of a step input of amplitude A , defined based on your system].
2. Por meio do gráfico da resposta no tempo, encontre, se possível [By means of the time-response plot, find if possible]:
 - ↪ o valor de estado estacionário [the steady-state value].
 - ↪ a porcentagem de sobressinal do valor final [the % overshoot of the final value].
 - ↪ o tempo de subida [the rise time].
 - ↪ o tempo de estabilização [the settling time].
3. Identifique os polos e zeros do modelo linearizado (na configuração de malha aberta). Trace o mapa polo-zero. Analise a estabilidade do sistema estudando o mapa. Discuta

o efeito dos polos e zeros na resposta do processo e as informações importantes que você obtém do mapa [Identify the poles and zeros of the linearized model (in the open-loop configuration). Plot the pole-zero map. Analyze the stability of the system by studying the map. Discuss the effect of poles and zeros on the process response and the important information you obtain from the map].

4. Defina as possíveis variáveis manipuladas (entrada) e controladas (saída) e as correspondentes propriedades de controlabilidade e observabilidade do sistema [Define the possible manipulated (input) and controlled (output) variables and the corresponding properties of controllability and observability of the system]¹.

TASK 3 - SYSTEM CONTROL

O objetivo da terceira tarefa do projeto trabalho é projetar um compensador para o sistema dinâmico de dois tanques [The objective of the second task of the project work is to analyse the dynamic two-tank system developed in the first task].

Neste caso, você deve [In this case, you must]:

1. Definir o diagrama de blocos simplificado para o sistema de controle de nível, identificando os blocos para o transmissor de nível, o atuador e o sistema a ser controlado [Define a simplified block diagram for the level control loop, by identifying the blocks for the level transmitter, the actuator and the system to be controlled].
2. Projetar um controlador para obter um erro de estado estacionário de resposta ao degrau de 10% sem afetar a resposta transitória do sistema de forma apreciável [Design a controller to obtain a step-response steady-state error of 10% without affecting the system's transient response appreciably].
3. Simular o sistema com e sem controle usando a linguagem de programação de sua escolha [Simulate the system with and without control using the programming language of your choice].
4. Comentar suas escolhas e os resultados [Comment your choices and the results].

¹ Consulte o Capítulo 12 do Nise para os conceitos de controlabilidade e observabilidade [Refer to Nise's Chapter 12 for the concepts of controllability and observability].