



PROJECT WORK 2

STUDENT NAME: JOÃO VITOR DE OLIVEIRA FRAGA

STUDENT NUMBER: 537377

STUDENT NAME: ABRAÃO DE CARVALHO ALBUQUERQUE

STUDENT NUMBER: 538286

TASK 2 - SYSTEM ANALYSIS

The objective of the second task of the project work is to analyse the dynamic two-tank system developed in the first task. In this case, you must:

1. 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.

SOLUTION

Como resultado do sistema linearizado do último projeto, temos que:

$$A = \begin{bmatrix} -5 \times 10^{-3} & 0 \\ 5 \times 10^{-3} & -5 \times 10^{-3} \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0.05 & 0 \\ 0 & 0.05 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}$$

E para encontrar a função de transferência usamos a equação abaixo:

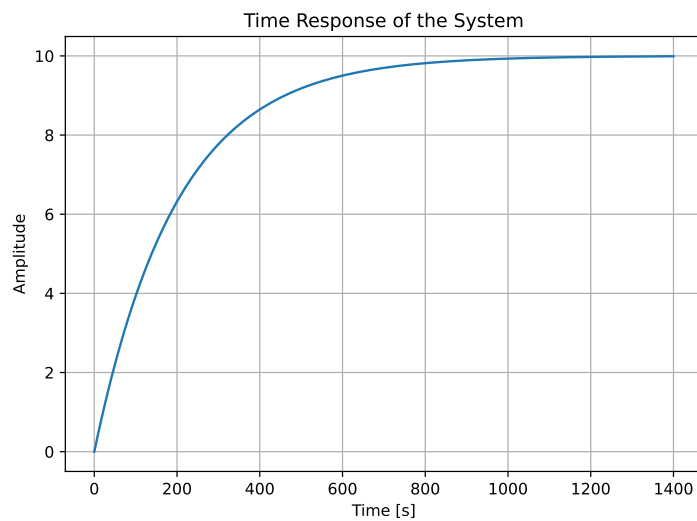
$$G(s) = C(sI - A)^{-1}B + D \quad (1)$$

Para essa equação resultar com apenas um termo a matriz B precisaria ter dimensão 1×2 , para isso ser satisfeito iremos desconsiderar a coluna referente a variável h_1 , e teremos:

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.05 \end{bmatrix}$$

Com isso, temos que a função de transferência é:

$$G(s) = \frac{0.05s + 0.25 \times 10^{-3}}{(s + 5 \times 10^{-3})^2}$$



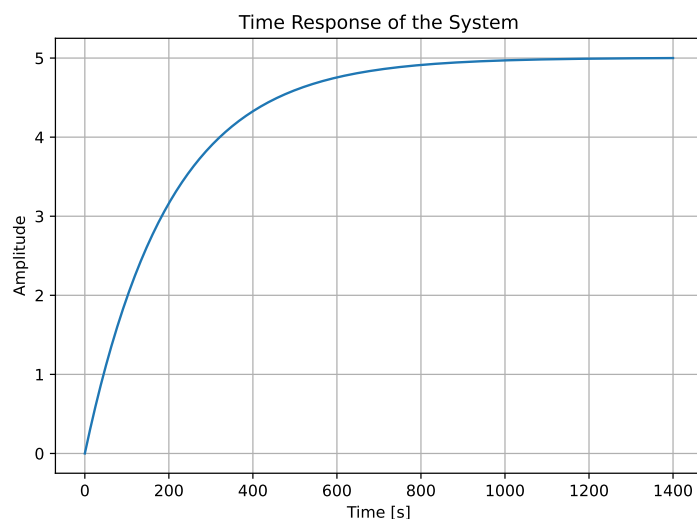
Fonte: Elaborado pelo autor.

Segue o gráfico da resposta do sistema ao degrau no tempo:

Observa-se que a amplitude do valor em regime estacionário, sem a escolha prévia de um valor para A no degrau unitário, aproxima-se de 10. Para determinar o valor de A que conduza o sistema ao resultado desejado de $5m$, deve-se dividir o valor esperado pela amplitude em regime estacionário do sistema anteriormente mencionado. Dessa forma, obtém-se:

$$A = 0.5004$$

A seguir, apresenta-se o gráfico correspondente ao resultado esperado:



Fonte: Elaborado pelo autor.

2. By means of the time-response plot, find if possible:
- the steady-state value.
 - the % overshoot of the final value.
 - the rise time.
 - the settling time.

SOLUTION

O valor estacionário após de executar o código, foi de, aproximadamente, 5.00. A porcentagem de superação foi de 0%, pois que o sistema é criticamente amortecido, como veremos no item a seguir. O tempo de subida (T_r) foi de, aproximadamente, 438.83s. O tempo de acomodação (T_s) foi próximo de 778.37s.

3. 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.

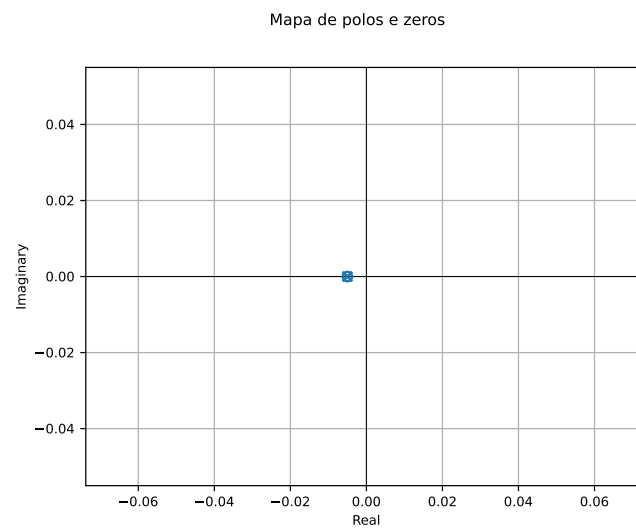
SOLUTION

Calculando os polos e zeros, temos que $p_1 = p_2 = z_1 = -0.05$. Segue o gráfico com a posição deles. O sistema é estável, já que todos os polos estão do lado negativo do eixo real.

4. Define the possible manipulated (input) and controlled (output) variables and the corresponding properties of controllability and observability of the system.

SOLUTION

Por definição do sistema, nos temos apenas uma entrada efetiva Q_1 , já que Q_2 é zero, e temos duas possíveis variáveis de saída, porém nosso sistema só tem acesso h_2 , logo ela será a escolhida. Com isso, podemos caracterizar o sistema como SISO. A variável h_2 será usada para observar o estado do sistema e a partir dela controlaremos a entrada Q_1 para que se adeque a um comportamento esperado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segue o código do [Project Work 2](#) no GitHub.