

Departamento de Engenharia Naval e Oceânica

PNV 5856 Metodologia de Controle no Espaço de Estados

1ª Série de exercícios

Prazo de entrega 09/11/2023

- Exercício 1

Considere as Eqs. 1.2 e 2.40 apresentado em Fossen(2011). A partir destas equações obter:

- O modelo da dinâmica de um navio no plano horizontal para projetar um sistema de posicionamento dinâmico.
- O modelo dinâmico de um submersível para controlar o seu posicionamento.

Deixar explícita todas as hipóteses a serem adotadas. Os esforços externos devem ser somente indicados.

Fossen, T. I.,(2011) Handbook of marine craft hydrodynamics and motion control, Willey.

- Exercício 2

Considere um sistema definido por:

$$\dot{x} = Ax + Bu \quad (1)$$

$$y = Cx \quad (2)$$

onde $x \in \mathbb{R}^{k \times 1}$, $A \in \mathbb{R}^{k \times k}$, $B \in \mathbb{R}^{k \times l}$, $u \in \mathbb{R}^{l \times 1}$, $C \in \mathbb{R}^{m \times k}$ e $y \in \mathbb{R}^{m \times 1}$.

Admita que seja efetuada a seguinte mudança de variável:

$$z = Tx \quad (3)$$

Pede-se:

- As equações no espaço de estados com a mudança de variável;
- Provar que a mudança de variável não afeta os auto-valores do sistema;
- A lei de controle no espaço de estados é dada por:

$$u = -Kx; \quad (4)$$

Mostrar a relação entre as matrizes de ganho K para os dois modelos.
 Sugestão: Se preferir, admita que $l = 1$ e $m = 1$ e veja os exemplos numéricos de transformação da aula 3.

- Exercício 3

Obter a matriz de transição de um sistema cuja matriz A é dada por:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 0 \\ 1 & 2 & -3 \end{bmatrix} \quad (5)$$

- Exercício 4

Considere um sistema descrito pelas seguintes matrizes do espaço de estados:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 2 & 1 \\ -2 & -3 & 0 & 0 \\ -2 & -2 & -4 & 0 \\ -2 & -2 & -2 & -5 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 2 \\ -1 \end{bmatrix} \quad C = [7 \quad 6 \quad 4 \quad 2]$$

Pede-se:

- Obter a função de transferência do sistema. (sugestão: utilize a função `ss2tf` do Matlab ou Octave).
- Obter os modos que são não controláveis e/ou não observáveis (sugestão: utilizar as funções `ctrb`, `obsv` e `rank` do Matlab ou Octave).