## EA722: Laboratório de Princípios de Controle e Servomecanismos

## 2º Semestre de 2020 Prof. Matheus Souza FEEC/Unicamp

# Relatório do Experimento 01: Modelos Dinâmicos e Identificação

**Nomes: RAs:** Henrique Roberto da Cunha Júnior 174638

Leonardo Rodrigues Marques 178610

William Quintas de Melo 188684

# Introdução

# Metodologia

Problema 1: (Sistema Massa-Mola: Identificação de Parâmetros)

Considere o sistema massa-mola-amortecedor representado na Figura 1, em que um bloco de massa m, posicionado sobre uma superfície perfeitamente lisa, está ligado a um anteparo fixo por meio de uma mola com constante elástica k e de um amortecedor com coeficiente b. Este sistema esta sujeito à ação de uma força externa F paralela a superfície.

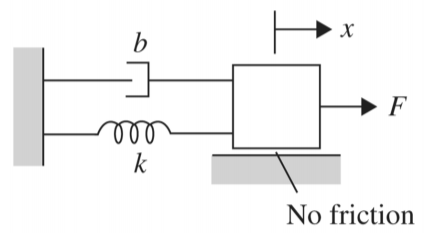


Figura 1: Sistema do Problema 4 (Franklin et al., 7a Ed)

**(a) Obtenha a função de transferência de F para x.**

e sabemos que um sistema de segunda ordem tem o formato , ao multiplicar e a função de transferência por k, temos , portanto :;

Também temos que:

**(b) Preencha a Tabela 1 com aumenta, diminui ou não se altera, relacionando as principais métricas de um sistema de segunda ordem com um aumento incremental de cada um dos parâmetros (suponha que os demais permaneçam fixos). Valide a sua análise por meio do MATLAB/Simulink.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ↑k | ↑b | ↑m |
| Valor Final | **↓** | - | - |
| Tempo de Estabilidade | - | **↓** | ↑ |
| Valor de Pico | ↑ | **↓** | ↑ |
| Tempo de Pico | **↓** | ↑ | ↑ |

**Tempo de pico** = / = / ; **Valor de pico** =

**Tempo de estabilização = Valor final =** 1/k

aumentar K aumentar B aumentar M e verificar os graficos pra extrair valor final, tempo de pico etc.

https://www.youtube.com/watch?v=AP6lGGOyw2Q&ab\_channel=MatheusSouza

**(c) Proponha uma estratégia de identificação da planta com base na inspeção da sua resposta ao degrau. Identifique os parâmetros b, k e m do bloco *massamola* disponível no MOODLE, fornecendo o maior dos últimos dígitos dos RAs do grupo.**

**Uma alternativa mais geral a identificação por inspeção e baseada em quadrados mínimos. Para aplicarmos esse procedimento, primeiramente discretizamos a equação diferencial do modelo usando (por exemplo) diferenças finitas, ou seja, adotamos as aproximações**

**e**

**na equação diferencial, obtendo uma equação a diferenças; nas relações acima, são instantes de amostragem e é o passo ou período de amostragem, suposto constante. O próximo passo, então, impõe que a relação entrada-saída descrita pela equação a diferenças obtida seja respeitada em cada instante de amostragem, o que gera um sistema sobredeterminado nos parâmetros da planta. Esses parâmetros podem então ser estimados pela solução de quadrados mínimos desse sistema.**

Maior dos últimos dígitos do RA : 8.

Uma alternativa mais geral a identificação por inspeção e baseada em quadrados mínimos. Para aplicarmos esse procedimento, primeiramente discretizamos a equação diferencial do modelo usando (por exemplo) diferenças finitas, ou seja, adotamos as aproximações

\begin{equation}

\dot{y}(t\_k) \approx \frac{y(t\_{k+1}) - y(t\_{k-1})}{2h} \qquad \ddot{y}(t\_k) = \frac{y(t\_{k+1}) - 2y(t\_k) + y(t\_{k-1})}{h^2}

\label{17}

\end{equation}

na equação diferencial, obtendo uma equação a diferenç̧as; nas relações acima, (t\_k){\textsubscript{k$\epsilon\mathbb{N}$}} a

(d) Use as aproximações descritas acima para reescrever a equação diferencial na forma

em que . Explicite a relação entre a, b e c e os parâmetros b, k e m e o período h.

(e) Realize um ensaio com o bloco *massa mola* usando uma entrada do tipo degrau (poderia ser qualquer entrada?) e gere um conjunto de 100 pares de amostras (entrada e saída), escolhendo um período de amostragem adequado para que tanto o comportamento transitório quanto o de regime permanente estejam bem representados. Com este conjunto e o modelo acima, estime os parâmetros b, k e m por quadrados mínimos e os compare com os valores obtidos por inspeção.

**Problema 2: (Polos Dominantes, Redu¸c ˜ao de Ordem e Aproxima¸c ˜ao de Modelos I)**

Neste experimento, tentaremos aproximar o comportamento de um sistema linear de ordem superior por uma dinamica de primeira ordem. Procedimentos de ˆ *redu¸c˜ao de ordem* e de *aproxima¸c˜ao de modelos* sao essenciais em ˜ situac¸oes pr ˜ aticas. Neste problema, voc ´ e deve usar o bloco ˆ ordem1 para os ensaios, novamente fornecendo o maior dos ultimos d ´ ´ıgitos dos RAs do grupo.

(a) Observe a resposta ao degrau do sistema e proponha uma aproximac¸ao estritamente pr ˜ opria de primeira ordem ´ para esta planta, ou seja, determine A e τ de forma que

Gap(s) = A

τs + 1

fornec¸a uma boa aproximac¸ao para a planta. Verifique se os comportamentos transit ˜ orio e em regime perma- ´ nente foram razoavelmente aproximados.

(b) Se o modelo em questao fosse de fato de primeira ordem, a func¸ ˜ ao de transfer ˜ encia ˆ Gap acima o modelaria perfeitamente, implicando que a sua entrada e a sua sa´ıda sao vinculadas pela equac¸ ˜ ao diferencial ˜

τy˙(t) + y(t) = Au(t), t *∈* R+.

Use a resposta ao degrau da planta e o procedimento descrito anteriormente, baseado em diferenc¸as finitas e quadrados m´ınimos, para estimar A e τ que tornam Gap uma boa aproximac¸ao para a planta. Use novamente ˜ 100 amostras igualmente espac¸adas.

(c) Discuta a qualidade das aproximac¸oes obtidas. O que pode acontecer se o polo mais lento n ˜ ao for suficiente- ˜ mente dominante?

# Resultados e Discussões

# Conclusões