

## Grupo 3 - Módulo 1 - Massa Mola

Felipe Nery Barcelos Araújo (2020021190) \*  
Gustavo Vieira Barbosa (2020021352) \*  
Matheus Marques Gonçalves de Paula (2020068995) \*

\* Engenharia de Controle e Automação,  
Universidade Federal de Minas Gerais, MG  
(e-mails: felipenery@ufmg.br, gustavovbarbosa@ufmg.br,  
mmgp@ufmg.br)

---

**Abstract:** These instructions give you guidelines for preparing papers for IFAC technical meetings. Please use this document as a template to prepare your manuscript. For submission guidelines, follow instructions on paper submission system as well as the event website.

*Keywords:* Five to ten keywords, preferably chosen from the IFAC keyword list.

---

### 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas massa-mola são capazes de representar uma ampla gama de fenômenos físicos e engenharia. De forma a desempenhar um papel fundamental na modelagem desses fenômenos e sistemas mecânicos complexos, tais como: suspensões veiculares, sistemas de suspensão de edifícios, sistemas biomecânicos e muitos outros o sistema massa-mola representa com elevada exatidão. Afinal, com uma modelagem precisa, o sistema é capaz de realizar controle garantindo o desempenho e a estabilidade desejada.

Ao longo desse relatório será visto um estudo focado no controle de um sistema de massa-mola composto por duas massas interconectadas por duas molas, como mostra a figura 1, um problema clássico de controle de sistemas dinâmicos.

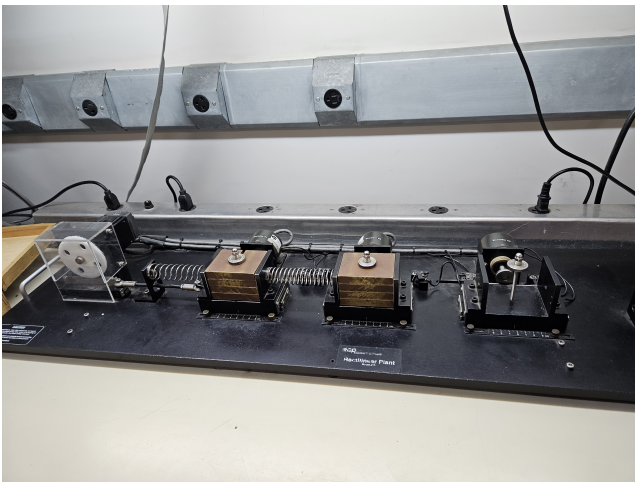


Fig. 1. Figura da planta real estudada, composta por duas molas de diferentes coeficientes e massas de 500 gramas cada. Fonte: Autoral

Com isso, nas seções subsequentes, exploraremos em detalhes a modelagem matemática do sistema massa-mola, bem como o fundamento do controle utilizado e demonstrações práticas.

### 2. DESCRIÇÃO DA PLANTA E ESPECIFICAÇÃO DO DESEMPENHO DESEJADO

Next we see a few subsections.

#### 2.1 Descrição da planta e especificação do desempenho desejado

Faça tudo

### 3. MODELAGEM MATEMÁTICA E VALIDAÇÃO DO MODELO

Modeloo

#### 3.1 Modelagem matemática

Modelo 2

#### 3.2 Validação do modelo

Modelo 3

### 4. PROJETO DO CONTROLADOR

A princípio, buscamos realizar o controlador proporcional, integrativo e derivativo (PID), por garantir erro nulo para entrada em degrau e por ser amplamente difundido nas indústrias e sistemas de controle em geral. A seguir será explicitado as tentativas para obter esse controlador.

#### 4.1 Primeira tentativa

Para obtenção dos parâmetros foi plotado o lugar das raízes da planta em malha fechada, figura X. Com o lugar das raízes traçados, foi utilizado o *sisotool*

4.2 Segunda tentativa

Sequencialmente após a correção dos parâmetros C1 e C2, de forma impirica, obtendo as seguintes matrizes do espaço de estados: Posteriormente foi realizado um novo estudo sobre o lugar das raízes em malha fechada, figura 2, em que aproximando para próximo da origem temos a figura 3. Em que é possível perceber que a característica da resposta do modelo é fortemente marcada por dois pares de polos conjugados próximos a origem levando para a instabilidade do sistema, como mostra a resposta ao degrau do sistema, figura 4.

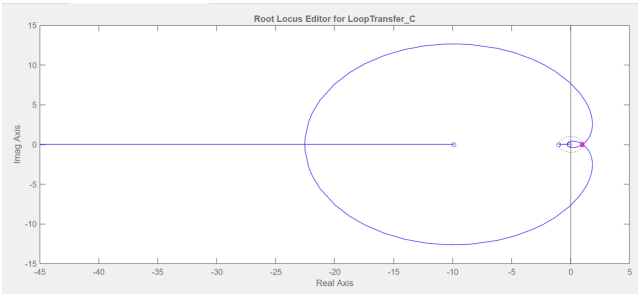


Fig. 2. Lugar da raízes da malha fechada da planta atualizada. Fonte: autoral, produzida com *matlab*.

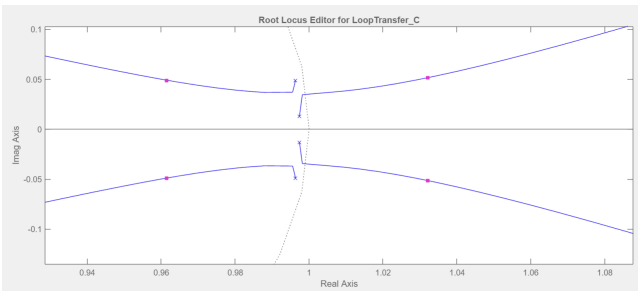


Fig. 3. Lugar da raízes da malha fechada da planta atualizada aproximada na origem. Fonte: autoral, produzida com *matlab*.

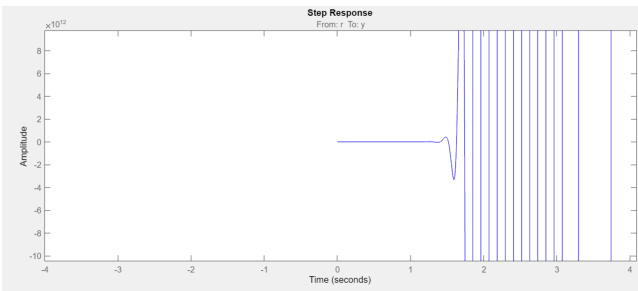


Fig. 4. Resposta ao degrau da planta atualizada. Fonte: autoral, produzida com *matlab*.

REFERENCES

Appendix A. A SUMMARY OF LATIN GRAMMAR

Appendix B. SOME LATIN VOCABULARY

5. RESULTADOS EXPERIMENTAIS EM MALHA FECHADA

6. CONCLUSÃO

Nery vai concluir o trabalho pra gente!