



**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

*PME3380: Modelagem de Sistemas Dinâmicos*

**Departamento de Engenharia Mecânica**

**Professores Responsáveis:**

Dr. Décio Crisol Donha: sala ES-29, e-mail: [decdonha@usp.br](mailto:decdonha@usp.br)

Atendimento: 3ª F. 13h00-14h00

Dr. Agenor T. Fleury: Sala ES-20, e-mail: [agenorfleury@usp.br](mailto:agenorfleury@usp.br)

Atendimento: 3ª F. 13h00-14h00

**Site da disciplina:** <http://sites.poli.usp.br/d/pme2371/pme3380>

**Objetivos da disciplina:** Quanto ao conteúdo a disciplina introduz os princípios e técnicas de modelagem de sistemas dinâmicos em Engenharia Mecânica, por meio de leis básicas da mecânica newtoniana e lagrangeana. Utilizando argumentos da conservação da energia são apresentadas generalizações da teoria de sistemas para diversas áreas da engenharia. A disciplina procura estimular o trabalho em grupo, o desenvolvimento de relatórios para a apresentação de trabalhos científicos desenvolvidos ao longo do curso e o aprendizado de técnicas de exposição de trabalhos científicos.

**Ementa da disciplina:**

- Modelagem de Sistemas Dinâmicos: Mecânicos, Elétricos, Fluídicos e Térmicos.
- Linearização
- Analogias entre Sistemas
- Transformada de Laplace e Aplicações
- Funções de Transferência
- Sistemas Lineares Contínuos no Domínio do Tempo
- Análise de Sistemas Lineares no Domínio do Tempo e da Frequência
- Estabilidade de Sistemas Lineares
- Critérios de Estabilidade no Domínio do Tempo e da Frequência
- Espaço de Estado
- Matriz de Transição
- Espaço de Estado para Sistemas Discretos

**Créditos de Aula: 04    Créditos de trabalho: 01    Total de Créditos: 05**

O crédito de trabalho refere-se à solução de 7 listas de exercícios resolvidas pelos alunos ao longo do curso, onde aprendem a simulação numérica de sistemas dinâmicos utilizando um software didático (Scilab ou equivalente).



## ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

### Avaliação:

Uma nota de listas de exercícios (E), Duas notas de provas escritas individuais (P1 e P2), duas notas de avaliação (T1 e T2) de um trabalho em grupo de 4 alunos sobre a Modelagem e Simulação Numérica de um problema dinâmico escolhido pelo grupo:

$$\text{Critério de Aprovação: } A = \frac{E + P1 + P2 + T1 + 2 * T2}{6} \geq 5,0 \quad \text{se } P1 + P2 = 6,0$$

A participação na apresentação dos temas dos trabalhos na 16ª aula não receberá nota, mas é **evento obrigatório**. Grupos que não participarem serão **reprovados**.

Haverá uma prova substitutiva fechada sobre todo o conteúdo da disciplina para alunos que perderem uma das provas escritas.

**Alunos com a somatória de notas das provas menor do que seis serão automaticamente reprovados, mesmo que  $A \geq 5,0$**

### Bibliografia Básica:

1. Notas de aula dos Professores
2. Garcia, Cláudio – ‘Modelagem e Simulação’ – 2ª. Edição - Edusp 2006
3. Kulakowski, B; Gardner, J.F; Lowen-Shearer, J. ‘Dynamic Modeling and Control of Engineering Systems, Cambridge University Press, 2007
4. Ogata, K. ‘System Dynamics’ Prentice Hall, 1998
5. Schwarz, R. J. e Friedland, B. ‘Sistemas Lineares’ 2 vol., Ao Livro Técnico e EDUSP, 1972
6. Orsini, L. Q. ‘Introdução aos Sistemas Dinâmicos’ Guanabara 2, 1985
7. Shearer, J.; Murphy, A. & Richardson, H. ‘Introduction to System Dynamics’, Addison-Wesley, 1971
8. Felício, L. C. ‘Modelagem da Dinâmica de Sistemas e Estudo da Resposta’ Rima Editora, 2007
9. Ogata, K. Engenharia de Controle Moderno, Prentice-Hall, 3a. Ed., 1997

### Programação de apresentação do conteúdo:

Aula	Dia	Conteúdo
01	01/08	Apresentação da Disciplina, Escopo, Apresentação do Trabalho.
02	06/08	Modelagem: Conceitos (Evento: Formação dos Grupos de Trabalho)
03	08/08	Modelagem de Sistemas Eletromecânicos (Newton-Euler)
04	13/08	Modelagem de Sistemas Eletromecânicos (Newton-Euler) (Evento: Entrega da Lista 1)
05	15/08	Modelagem de Sistemas Eletromecânicos (Lagrange)
06	20/08	Modelagem de Sistemas Eletromecânicos (Lagrange). (Evento: Entrega da Lista 2)
07	22/08	Modelagem de Sistemas Fluídicos e Térmicos
08	27/08	Modelagem de Sistemas Fluídicos e Térmicos (Evento: Entrega da Lista 3)



## ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

09	29/08	Linearização
10	10/09	Analogias entre Sistemas
11	12/09	Analogias entre Sistemas
12	17/09	Exercícios e Exemplos
13	19/09	Transformada de Laplace, Propriedades.
<b>14</b>	<b>24/09</b>	<b>P1: Primeira Prova</b>
15	26/09	Transformada de Laplace, Teoremas - Frações Parciais. (Evento: Entrega da Lista 4) SORTEIO ORDEM DE APRESENTAÇÃO DOS TRABALHOS(PRESENÇA OBRIGATÓRIA)
<b>16</b>	<b>01/10</b>	<b>Apresentação dos Temas: Grupos que não comparecerem serão reprovados!</b>
17	03/10	Funções de Transferência, Polos, Zeros.
18	08/10	Diagrama de Blocos – Realimentação – Álgebra de Diagramas
19	10/10	Sistemas Lineares no domínio do tempo.
20	15/10	Resposta Transitória: Sistemas de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> e Ordem superior (Evento: Entrega da Lista 5)
21	17/10	Sistemas Lineares no domínio da frequência
<b>22</b>	<b>22/10</b>	<b>1<sup>a</sup> Apresentação dos Trabalhos (T1)</b>
23	24/10	Sistemas Lineares no domínio da frequência
24	29/10	Diagramas de Bode
25	31/10	Estabilidade, Critérios, Routh-Hurwitz.
<b>26</b>	<b>05/11</b>	<b>P2: Segunda Prova</b>
27	07/11	Espaço de Estados (Evento: Entrega da Lista 6)
28	12/11	Espaço de Estados
29	14/11	Espaço de Estados – Estabilidade - FTs (Evento: Entrega da Lista 7)
30	19/11	Discretização usando a Matriz de Transição
31	21/11	Exemplos
<b>31</b>	<b>26/11</b>	<b>Apresentação Final dos Trabalhos (T2)</b>
<b>32</b>	<b>28/11</b>	<b>Apresentação Final dos Trabalhos (T2)</b>
<b>33</b>	<b>03/12</b>	<b>Substitutiva Fechada</b>