



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA - PME

PME 3403 LABORATÓRIO DE VIBRAÇÕES E CONTROLE

1º semestre de 2017

Prof. Dr. Walter **Ponge-Ferreira**

Prof. Dr. Roberto **Spinola** Barbosa

Objetivos

Aplicar os conhecimentos de vibrações e controle na solução de problemas de engenharia.

Programa Resumido

Balanceamento e velocidade crítica de rotores. Análise de Fourier. Vibrações de sistemas discretos e contínuos. Análise modal e teste modal. Controle de sistemas dinâmicos.

Cronograma de atividades

Aula	Atividade	Assunto
1	Balanceamento Rotor Rígido	Balanceamento em dois planos em balanceadora de mancais flexíveis
2	Velocidade Crítica	Determinação da velocidade crítica e qualidade de funcionamento
3	Balanceamento Rotor Flexível	Balanceamento de rotor flexível em um plano com medição de fase
4	Análise Espectral	Excitação Periódica - Séries de Fourier e Transformada de Fourier
5	Análise Modal	Análise Modal - Simulação por análise modal
6	Teste Modal	Análise Modal Experimental - Vibração em Sistemas Contínuos
7	Controle	Controle de um sistema dinâmico

Calendário das Aulas Práticas

Segunda e quinta - 13:10 – 16:40 h – Sala A1A

Aula #	Turma			
	Segunda-feira		Quinta-feira	
	22A	42B	51A	52B
1			3/8	
2			17/8	
3			31/8	
4			21/9	
5			5/10	
6			26/10	
7			16/11	

Data das Provas:

P _F	Prova Final	30/11
P _S	Prova Substitutiva	14/12



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA - PME

Critério de Avaliação:

A média final é calculada pela seguinte expressão:

$$M = 0,6R + 0,4P_F$$

onde P_F é nota da prova final e R é a média das notas dos relatórios.

A prova substitutiva P_s será oral e substituirá a nota da prova final, quando o aluno faltou e justificou a ausência na prova final.

Lembramos que é tolerável o limite máximo de 2 faltas nas aulas de laboratório (30%), desde que devidamente justificadas por escrito.

Horário de Atendimento

Prof. Ponge	Terça-feira	15:00 – 16:00 h	Sala ES36
Prof. Spinola	Terça-feira	11:00 – 12:00 h	Sala ES11

Prof. Walter **Ponge**-Ferreira

E-mail: ponge@usp.br

Cel.: (11) 97244-0900

Sala: ES-36

Prof. Roberto **Spinola** Barbosa

E-mail: roberto.barbosa@poli.usp.br

Tel.: (11)3191-9645

Sala: ES-11

Informações da Disciplina Web:

<http://sites.poli.usp.br/d/pme2341/>

Portal da Disciplina Moodle do Stoa da USP:

<https://edisciplinas.usp.br/>

Bibliografia:

Livros Texto

NIGRO, F. E. B. *Apostila de Revisão de Dinâmica de Sistemas*.

NIGRO, F. E. B. *Apostila de Balanceamento de Rotores*.

Listas de Exercícios e procedimentos de laboratório.

VIERCK, Robert K. *Vibration Analysis*. 2nd ed. Addison Wesley Longman, Inc., 1979.

DEN HARTOG, Jacob P. *Mechanical Vibrations*. 3rd Ed., New York, Crastre Press., 2007 (1947). 492pp.

FRIEDLAND, Bernard *Control System Design: An Introduction to State-Space Methods*. Dover Publications, 2005. 528 pp.

INMAN, Daniel J. *Engineering Vibration*. 3rd ed, Printice Hall, 2007, 688pp.

THOMSON, W. T. & DAHLEH, M. D. *Theory of Vibrations with Applications*. 5th ed., Printice Hall, New Jersey, 1997. 534pp.

FRANKLIN, Gene F.; POWELL, J. Da; EMAMI-NAEINI, Abbas *Feedback Control of*



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA - PME

Dynamic Systems. 7th Ed., Person, 2014. 880 pp.

RAO, SINGIRESU *Vibrações Mecânicas*. 4^a Ed., Person Educational do Brasil, 2009. 424pp.

RAO, SINGIRESU S. *Vibrations Mechanical*. 4th ed., Printice Hall, New Jersey, 2003.
1104pp.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Vibrações Mecânicas e Choques: Terminologia*. (NBR 7497 Agosto/1982)

BLEVINS, Robert D. *Formulas for Natural Frequency and Mode Shape*. Florida, Krieger Publ. Co., 1979. 492 pp.

CREDE, Charles E. *Shock and Vibration Concepts in Engineering Design*. NJ, Prentice-Hall, Inc., 1965. 146pp.

CREDE, Charles E. *Choque e vibração nos problemas de engenharia*. Cidade: Livro Técnico, 1972

DE ALMEIDA, Marcio Tadeu *Vibrações Mecânicas para Engenheiros*. 2 ed., Edgard Blücher, 1990, 446p.

DE SILVA, Clarence W. *Vibration Fundamentals and Practice*. 2ed, CRC Press, 2007. 1036pp.

DEN HARTOG, Jacob P. *Vibrações nos Sistemas Mecânicos*. 4ed., São Paulo, Ed. Edgar Blücher, 1972. 366p.

HARRIS, Cyril M., Editor. *Shock & Vibration Handbook*. 4th ed., USA, McGraw Hill Book Co., 1996.

HARRIS, Cyril M.; PIERSOL, Allan G. *Harris' Shock & Vibration Handbook*. 5th ed., USA, McGraw Hill Professional, 2001. 1564pp.

HIRATA, Mitsuo *Control System Design: Getting Started with Arduino and MATLAB*. Physical Computing Lab TechShare 2016. 240 pp.

INMETRO, Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia, RJ, 1995.

INMETRO, Guia para a Expressão da Incerteza de Medição, 3^{ed.}, RJ, 2003.

ISO GUM Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Vibration and Shock – Vocabulary*. 59pp. (ISO 2041:1990 E/F)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Mechanical vibration -- Balance quality requirements of rigid rotors -- Part 1: Determination of permissible residual unbalance*. 15pp. (ISO 1940-1:1986 E)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Mechanical vibration -- Balance quality requirements of rigid rotors -- Part 2: Balance errors*. 16pp. (ISO 1940-2:1997 E)

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Mechanical vibration – Methods and criteria for the mechanical balancing of flexible rotors*. 39pp. (ISO 11342:1998 E)

KELLY, S. Graham *Shaum's Outline of Theory and Problems of Mechanical Vibration*. McGraw Hill, 1996.

MEIROVITCH, Leonard. *Elements of Vibration Analysis*. 2nd ed., Singapore, McGraw Hill Book Co., 1986. 560 pp.

SETO, William W. *Vibrações Mecânicas: Resumo da Teoria e 225 Problemas Resolvidos*. RJ, Ed. McGraw Hill do Brasil Ltda, 1971. 203p. (Coleção Shaum)

SOTELO Jr.,J. & FRANÇA, L. N. F. *Introdução às Vibrações Mecânicas*. Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2006. 168 p.

THOMSON, William T. *Teoria da Vibração com Aplicações*. 1 ed., RJ, Ed. Interciências Ltda., 1978. 462 p.

TIMOSHENKO, S. *Vibration Problems in Engineering*. 2nd ed., NY, D. Van Nostrand Co., Inc., 1937. 470 pp.

Software

INRIA - Scilab www.scilab.org - Software aberto e livre.

Octave www.octave.org - Software aberto e livre (GNU).

MathWorks - Matlab www.mathworks.com/ - Softwares proprietários.

Modelica - <https://www.openmodelica.org/> - Linguagem e software livre de simulação.