



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Engenharia Mecânica



## PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

### EMC5140 – Controle de Vibrações

#### 1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula, das quais: Teóricas: 72 horas-aula.

Turma: 07203B

Nome do professor: Andrey Ricardo da Silva, Email: andrey.rs@ufsc.br

Período: 1º semestre de 2020

#### 2) Cursos

203 Engenharia Mecânica

#### 3) Requisitos

Engenharia Mecânica (203): EMC5121 ou EMC5120 ou EMC5138 e

EMC5316 ou FSC5207 e

MTM3104 ou MTM5164 ou MTM5804

#### 4) Ementa

Caracterização dos movimentos vibratórios. Respostas de sistemas lineares estáveis. Modelagem matemática de sistemas mecânicos. Sistemas modelados com grau de liberdade. Informações sobre medição de vibrações. Problemas em máquinas rotativas. Sistemas modulados com dois ou mais graus de liberdade. Técnicas para o controle de vibrações.

#### 5) Objetivos

Geral:

Fornecer alicerces fundamentais da teoria de Controle de Vibrações, de forma que o aluno seja capaz de identificar, analisar e elaborar estratégias básicas para a mitigação de problemas dinâmicos de vibração em sistemas mecânicos.

Específicos:

1. Apresentar as premissas fundamentais de um sistema linear.

2. Possibilitar que o aluno descreva o comportamento dinâmico de sistemas mecânicos simples a partir de modelos matemáticos com número reduzido de graus de liberdade.
3. Capacitar o aluno a dimensionar sistemas vibratórios simples utilizando as técnicas de controle de vibrações fornecidas

## 6) Conteúdo Programático

6.1 Fundamentos de Vibrações	[10 horas]
6.1.1 Conceitos básicos de vibração	
6.1.2 Elementos básicos de um sistema vibratório	
6.1.3 Movimento harmônico e análise harmônica	
6.2 Vibrações em Sistemas de 1 Grau de Liberdade em Vibração Livre	[10 horas]
6.2.1 Vibração livre não amortecida	
6.2.1 Vibração livre com amortecimento viscoso	
6.3. Vibração de um Sistema de 1 Grau de Liberdade em Excitação Harmônica	[16 horas]
6.3.1. Resposta de um sistema não amortecido a uma força harmônica	
6.3.2. Resposta de um sistema amortecido por uma força harmônica	
6.3.3 Resposta de uma sistema amortecido a um movimento harmônico na base	
6.4 Vibração de um Sistema de 1 Grau de Liberdade em Excitação Generalizada	[16 horas]
6.4.1 Resposta a uma força impulsiva	
6.4.2 Resposta a uma força não periódica de longa duração	
6.4.3 Integral de convolução	
6.4.4. Espectros de resposta do sistema	
6.5. Sistema Com Múltiplos Graus de Liberdade	[20 horas]
6.5.1 Sistemas com dois graus de liberdade	
6.5.2 Sistemas com múltiplos graus de liberdade em coordenadas generalizadas	
6.5.3. Equações do movimento do sistema na forma matricial	
6.5.4 Problema de autovalor	
6.5.5 Teorema da expansão	
6.5.6 Análise modal	

## 7) Metodologia

O conteúdo programático da disciplina será ministrado através de atividades assíncronas e aulas expositivas síncronas pela plataforma Moodle. Para cada módulo do conteúdo programático estão previstas duas aulas síncronas, sendo uma aula expositiva com a síntese do conteúdo relativo ao módulo e uma aula de revisão de exercícios. Ao todo, estão previstas 10 aulas síncronas a serem ministradas às quartas-feiras, no horário oficial de aulas (16h20 às 18h00). A data exata para a realização das aulas síncronas, assim como a datas das atividades assíncronas serão disponibilizadas através do Moodle. Serão fornecidos os materiais digitais (capítulos do livro e slides das aulas síncronas) e lista de exercícios a cada semana. Eventuais dúvidas em relação ao conteúdo da disciplina poderão ser sanadas antes das aulas síncronas pelo envio dos questionamentos por e-mail ao professor, o qual poderá respondê-los ao término de cada semana.

## 8) Avaliação

Ocorrerá através de 2 avaliações, a saber: 2 provas (P1 e P2). A média final (MF) será calculada a partir das duas avaliações pela média aritmética, ou seja:

$$MF = (P1 + P2) / 2$$

O aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC), sendo a nota final (NF) calculada pela seguinte fórmula:

$$NF = (MF + REC) / 2.$$

Todas as provas serão assíncronas, com consulta. As datas para a realização das provas serão disponibilizadas no Moodle e no cronograma da disciplina. As notas de cada avaliação serão registradas no Moodle e estarão disponíveis a cada aluno após a correção da prova. Serão cobradas as presenças nas aulas síncronas e atividades assíncronas. As frequências poderão ser registradas por cada aluno pela plataforma Moodle. Para ter direito à prova de recuperação (REC) o aluno deverá possuir, pelo menos, 60% de presença em atividades síncronas e assíncronas.

## 9) Cronograma

31/08 – Aula síncrona: Revisão das aulas presenciais. Séries de Fourier e exercícios.

02/09 – Aula síncrona: Resolução de Exercícios de Series de Fourier.

### MÓDULO 2

09/09 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 2. Páginas 50 a 62. Lista de exercícios 1.

*Vibração livre em um sistema não amortecido de 1 grau de liberdade.*

14/09 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 2. Páginas 66 a 73. Lista de exercícios 2.

*Vibração livre de um sistema de 1 grau de liberdade com amortecimento viscoso.*

16/09 – Aula síncrona: Revisão do Módulo 2 – Sistemas de 1 Grau de Liberdade em Vibração Livre

21/09 - Aula síncrona: Revisão de exercícios do Módulo 2

### MÓDULO 3

23/09 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 3. Páginas 101 a 107. Lista de exercícios 3.

*Resposta de um sistema de 1 grau de liberdade a uma força harmônica*

28/09 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 3. Página 109.

*Resposta de um sistema de 1 grau de liberdade amortecido a uma força harmônica*

30/09 – Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 3. Páginas 110 a 112. Lista de exercícios 4.

*Resposta de um sistema amortecido com movimento harmônico na base.*

05/10 - Aula síncrona: Revisão Módulo 3

07/10 - Aula síncrona: Revisão de exercícios do Módulo 3

### MÓDULO 4

12/10 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 4. Páginas 140 a 143. Lista de exercícios 5.

*Resposta de um sistema a uma força periódica geral.*

14/10 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 4. Página 144. Lista de exercícios 6.

*Resposta de um sistema a uma força não periódica.*

19/10 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 4. Página 145 a 150. Lista de exercícios 7.

*Resposta do sistema a um impulso – Integral de convolução.*

- 21/10 – Aula síncrona: Revisão do Módulo 4  
 26/10 - Aula síncrona: Revisão de exercícios do Módulo 4  
 28/10 – Prova 2 – Capítulos 2, 3 e 4 do livro

### MÓDULO 5

- 02/12 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 5. Páginas 178 a 183.  
*Equações do movimento para um sistema de dois graus de liberdade e análise de vibração forçada.*
- 04/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 5. Páginas 190. Lista de exercícios 8.  
*Análise de vibração forçada em sistemas de dois graus de liberdade.*
- 09/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 6. Páginas 207 a 208. Lista de exercícios 9.  
*Sistemas com múltiplos graus de liberdade e aplicação da 2ª Lei de Newton para obtenção das equações de movimento.*
- 11/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 6. Páginas 217. Lista de exercícios 10.  
*Coordenadas e forças generalizadas.*
- 16/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 6. Páginas 220. Lista de exercícios 11.  
*Equações de movimento na forma matricial*
- 18/11 – Aula síncrona – Revisão da primeira parte do Cap. 6
- 23/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 6. Páginas 221 a 225. Lista de exercícios 12.  
*Problema de autovalor e sua solução.*
- 25/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 6. Páginas 226. Lista de exercícios 13.  
*Teorema da expansão.*
- 30/11 - Atividade assíncrona: Estudo do Cap. 6. Páginas 228 a 229. Lista de exercícios 14.  
*Vibração livre em sistemas não amortecidos e vibração forçada por análise modal.*
- 02/12 - Aula síncrona: Revisão do Módulo 5  
 07/12 - Aula síncrona: Revisão de exercícios do Módulo 5  
 09/12 – Prova 3 – Capítulos 5 e 6  
 14/12 – Prova de Recuperação – Todo o conteúdo

### 10) Bibliografia Básica

RAO, S.S. Vibrações mecânicas. Prentice Hall Brasil, 2008, 4 ed..

OBS.: O livro acima faz parte do acervo da BU/UFSC. No entanto, por conta das restrições em decorrência da pandemia do COVID-19, uma cópia digital desta edição será disponibilizada aos alunos da disciplina através da plataforma Moodle.

### 11) Bibliografia Complementar

1. INMAN, D. J. Vibration: With control, measurement, and stability. Prentice Hall College, 1989. 304 p.
2. BALACHANDRAN, B.; MAGRAB, E. B. Vibrações mecânicas. Cengage, 2011. 640p.
3. FRANÇA, L. N. F.; SOTELO Jr., J. Introdução às vibrações mecânicas. Edgard Blucher, 2006. 176p.
4. MEIROVITCH, L. Fundamentals of Vibrations. Waveland Pr. Inc., 2010. 806 p.