



**PLANO DE ENSINO**

<b>Disciplina</b>	PCMEC2128/DPG1234- ELEMENTOS FINITOS PARA ANÁLISE DE VIBRAÇÃO
<b>Curso</b>	PCMEC - ENGENHARIA MECÂNICA – PPG Integridades - ENM
<b>Professor(es)</b>	MARCELA RODRIGUES MACHADO
<b>Semestre</b>	2022/2
<b>Pré-requisitos</b>	ENM-Vibrações
<b>Horário de aulas</b>	Aula <b>síncrona</b> , aulas <b>assíncronas</b> e atividades didáticas remotas com duração semanal equivalente a 4 créditos.
<b>Local</b>	Aprender, MS TEAMS “FEM para análise de vibrações”, ULEG/FT
<b>Atendimento aos alunos</b>	<b>Quintas feiras as 14hs</b> e ferramenta de comunicação (via fórum no aprender3.unb.br ou MS TEAMS)
<b>Objetivos da Disciplina</b>	A disciplina objetiva <b>desenvolver competências e habilidades em análise de vibrações de estruturas e sistemas utilizando o método de elementos finito</b> . Serão abordados os conceitos: i) Vibrações de sistemas contínuos e análise modal, ii) Funções de energia de elementos estruturais e método de Rayleigh-Ritz; iii) Formulação, implementação e validação nos softwares comerciais de elementos finitos (ANSYS) de estruturas e sistemas compostos por elementos do tipo de barra, treliça, vigas, pórticos, cabos, placas (vibração no plano e flexural); iv) Análise de vibração de sistemas forçados (forçamento harmônico e aleatório).
<b>Metodologia de Ensino</b>	Aulas expositivas e práticas nas aulas síncronas, estudos dirigidos através de trabalhos e exercícios, simulação computacional abordando a teoria abordada na disciplina.
<b>Programa</b>	<b>1. Vibração de sistemas contínuos - revisão</b> 1.1 Breve revisão de sistemas contínuos; 1.2 Equação de equilíbrio. Abordagem Newtoniana e pelo método variacional (energia) 1.3 Vibração de uma barra e estimação dos parâmetros modais. Solução analítica e simulação numérica <b>2. Teoria de análise modal</b> 2.1 Análise modal de sistemas de múltiplos graus de liberdade. Soluções analítica e simulação numérica. 2.2 Análise modal de sistemas contínuos. Soluções analíticas e simulação numéricas. <b>3. Função de energia e Método de Rayleigh Ritz</b> 3.1 Método de Rayleigh Ritz 3.2 Função de energia dos elementos a serem abordados. 3.3 Soluções analíticas e numéricas. <b>4. Introdução ao método dos elementos finito – Elementos 1D</b> 4.1 Vibração axial e modelagem de barra. Soluções analítica e simulação numérica. 4.2 Vibração e modelagem de treliça. Soluções analítica e simulação numérica. 4.3 Vibração e modelagem de viga. Soluções analítica e simulação numérica. 4.4 Vibração e modelagem de pórtico. Soluções analítica e simulação numérica. 4.5 Vibração e modelagem de cabo. Soluções analítica e simulação numérica. <b>5. Introdução ao método dos elementos finito – Elementos 2D.</b> 5.1 Vibração no plano e modelagem de placa elemento triangular. Soluções analítica e simulação numérica. 5.2 Vibração no plano e modelagem de placa elemento retangular. Soluções analítica e simulação numérica. 5.3 Vibração no plano e modelagem de placa <i>elemento</i> Isoparamétrico. Soluções analítica e simulação numérica. 5.4 Vibração flexural e modelagem de placa fina elemento Isoparamétrico. Soluções analítica e simulação numérica. <b>6. Reposta forçada</b> 6.1 Reposta forçada harmonicamente. Soluções analítica e simulação numérica. 6.2 Reposta ao uma excitação aleatória. Soluções analítica e simulação numérica. 6.3 Soluções analíticas e simulação numéricas. <b>7. Técnicas de implementação computacional</b> 7.1 Formato do código. Pré processamento, solução e pós processamento. 7.2 Modelagem. 7.2 <i>Hands-on</i> em análise de vibração utilizando ANSYS
<b>Calendário de Atividades</b>	<b>Aula 1</b> – Introdução ao FEM e desenvolvimento do curso. <b>Aula 2</b> – Componentes de sistemas. <b>Aula 3</b> – Vibração em sistemas contínuos – revisão. <b>Aula 4</b> – Vibração em sistemas contínuos – revisão. <b>Aula 5</b> – Vibração em sistemas contínuos - revisão e implementação.

**Aula 6** – Análise modal – Teoria.  
**Aula 7** – Análise modal - Teoria e implementação (Tarefa de casa: Viga).  
**Aula 8** – Função de energia (elementos abordados no curso).  
**Aula 9** – Método de Rayleigh-Ritz.  
**Aula 10** – Método de Rayleigh-Ritz aplicado em uma barra e FEM elemento barra.  
**Aula 11** – FEM elemento barra.  
**Aula 12** – FEM elemento barra – Algoritmo e implementação e análise numérica.  
**Aula 13** – FEM elemento barra – Análise numérica software comercial.  
**Aula 14** – FEM elemento barra – Análise numérica software comercial.  
**Aula 15** – Implementação computacional e estimação da resposta (Pré, solução e pós processamento).  
**Aula 16** – FEM aplicado a análise de treliça - Algoritmo e implementação e análise numérica.  
**Aula 17** – FEM aplicado a análise de viga - Algoritmo e implementação e análise numérica.  
**Aula 18** – FEM aplicado a análise de cabo - Algoritmo e implementação e análise numérica.  
**Aula 19** – FEM aplicado a análise de pórtico - Algoritmo e implementação e análise numérica.  
**Aula 20** – FEM aplicado a análise de placa - vibração no plano (Elemento triangular).  
**Aula 21** – FEM aplicado a análise de placa - vibração no plano (Elemento retangular).  
**Aula 22** – FEM aplicado a análise de placa - vibração no plano (Elemento isoparamétrico).  
**Aula 23** – FEM aplicado a análise de placa vibração flexural (Elemento isoparamétrico).  
**Aula 24** – FEM aplicado a análise de placa vibração flexural (Elemento isoparamétrico).  
**Aula 25** – Utilizando diferentes tipos de elementos na simulação.  
**Aula 26** – Reposta forçada- Harmônica.  
**Aula 27** – Reposta forçada- Harmônica.  
**Aula 28** – Reposta forçada- Excitação aleatória.  
**Aula 29** – Reposta forçada- Excitação aleatória.  
**Aula 30** – **Trabalho final (TF)**

**Critério de Avaliação** Metodologia de aferição de menção será com base nos trabalhos práticos solicitados durante o curso (TPs) e um trabalho final (TF). A menção final (MF) será calculada da seguinte forma  

$$MF = 0.40 TF + 0.6 TPs$$
Será aprovado o aluno que obtiver Menção Final na disciplina igual ou superior a MM e frequência igual ou superior a 75%.

**Controle de frequência** A frequência dos alunos será aferida pela entrega de listas de exercícios no caso de aulas assíncrona e chamada durante aulas síncronas. A reprovação por faltas implica na atribuição da menção SR.

**Principal:**

- [1] Petyt, M., Introduction to Finite Element Vibration Analysis, Ed Cambridge. (Livro texto)
- [2] Ferreira, A.J.M., MATLAB Codes for Finite Solids and Structures

**Complementar:**

**Bibliografia Recomendada**

- [3] Kwon, Y.W., The Finite Element Method Using MATLAB
  - [4] Robert D. Cook, Concepts and applications of finite element analysis, Wiley, New York, 1981.
  - [5] A. Brandt – Noise and vibration analysis: Signal analysis and experimental procedures.
  - [6] K. Shin, J. K. Hammond – Fundamental of Signal Processing for sound and vibration engineers.
  - [7] Chapman, S.J., Programação Em Matlab Para Engenheiros
- Notas de aula  
Artigos científicos  
Apostilas e materiais disponíveis no aprender da disciplina

**Normas**

-