



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, à Resolução Normativa No 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020, à Portaria Normativa No 379/2020/GR, de 9 de novembro de 2020, e à Resolução N° 30/2020/CUn, de 1° de dezembro de 2020.

EMC5138–MECÂNICA DOS SÓLIDOS B

1) Identificação

Carga horária: 108 horas-aula Teóricas

Turma(s): 04203B / 05214B

Nome do professor: Marcelo Krajnc Alves, Email: marcelo.krajnc@ufsc.br

Período: 2º semestre de 2020

2) Cursos

203 Engenharia Mecânica

3) Requisitos

Engenharia Mecânica (203): EMC5128

Engenharia de Produção Mecânica (214) EMC5128

4) Ementa

Introduzir conceitos de campos de deslocamentos, de tensões e de energia de deformação e aplica-los através das equações fundamentais da mecânica dos sólidos: equações cinemáticas, de equilíbrio, constitutiva elástica, e identificação de condições de contorno em problemas mecânicos. Campos de tensão em cascas cilíndricas e esféricas delgadas. Solução do problema de deflexão de vigas isostáticas e hiperestáticas pelo método da integração da equação diferencial de equilíbrio. Flambagem elástica e inelástica de barras. Introdução ao método de elementos finitos de barras e vigas em estruturas planas e espaciais. Fornecer aos alunos uma visão integrada do problema de falha de um sistema mecânico. Definição de modo de falha. Teoria de fadiga de metais por nucleação de trinca. Curva tensão-vida. Concentração de tensões em entalhes. Efeito de tensão média. Tensões plásticas de flexão de vigas. Efeitos de tensões residuais na vida de fadiga.

5) Objetivos

Descrever as relações da transformação de tensões e deformações e a utilização de extensometria. Apresentação detalhada de critérios de falha para materiais dúcteis e frágeis. Determinação das tensões e deformações em vasos de pressão de parede fina. A utilização das

teorias de falha para o dimensionamento de vasos de pressão de parede fina sujeitos a tensões de membrana. Uso da extensometria como sensores de pressão e torção em tubos ou vasos de pressão. Determinação da elástica de vigas e barras sujeitas a deformações infinitesimais. Solução de problemas hiperestáticos de pórticos simples. Apresentação do modo de falha por flambagem e determinação das cargas críticas de Euler de vigas finas. Apresentação do modo de falha por fadiga. Análise de fadiga de alto ciclo de pórticos bidimensionais sujeitos a carregamentos proporcionais incluindo efeitos de concentradores de tensão, efeito da tensão média entre outros. Revisão de álgebra linear e introdução a espaços de função. Formulação forte e fraca de problemas estruturais do tipo treliça 2D e pórticos 2D. Descrição do método de Galerkin. Introdução do método dos elementos finitos para a determinação do espaço de aproximação do problema. Utilização de um programa de elementos finitos em MATLAB para solução de problemas de treliças e pórticos 2D.

6) Conteúdo Programático

(06h) **Transformação de tensões e deformações.** Solução de problemas envolvendo transformações de tensão e deformação.

(08h) **Teoria de falhas.** Descrição das teorias de falha de Tresca e von Mises para materiais dúcteis e das teorias da máxima tensão normal e Drucker-Prager para materiais frágeis.

(10h) **Vasos de Pressão de Parede Fina.** Determinação das tensões de membranas para cascas cilíndricas e esféricas de parede fina. Utilização das teorias de falha para o dimensionamento dos vasos de parede fina. Utilização da extensometria para a determinação da pressão interna em vasos de parede fina e de torques em tubos de parede fina etc.

(16h) **Deflexão de vigas e barras.** Determinação da equação da elástica de elementos estruturais viga-barra sujeitos a deformações infinitesimais e resposta linear elástica. Solução de problemas hiperestáticos de pórticos simples 2D. Determinação de carregamentos máximos admissíveis ou espessuras mínimas admissíveis de pórticos simples sujeitos a restrições de tensão e flecha máxima.

(08h) **Flambagem de colunas.** Apresentação do modo de falha por flambagem de colunas. Determinação da carga crítica de Euler de vigas finas. Determinação da carga máxima de estruturas simples sujeitas a cargas de flambagem.

(10h) **Análise de Fadiga.** Introdução ao modo de falha por fadiga. Análise da fadiga de pórticos planos sujeitos à fadiga de alto ciclo. Consideração de concentradores de tensão, tensões médias e carregamentos cíclicos. Maior ênfase será dada à carregamentos proporcionais.

(20h) **Elementos Finitos.** Formulação forte e fraca de problemas de barras Aplicação do método de Galerkin e dos Elementos finitos para a solução de treliças 2D. Formulação do problema forte e fraco de problemas de viga-barra. Aplicação do método de Galerkin e dos elementos finitos para a solução de pórticos 2D. Utilização de programa em MATLAB para a solução de problemas de treliças e pórticos 2D.

7) Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do semestre em aulas expositivas na modalidade síncrona de ensino não presencial. Exemplos de aplicação da teoria serão realizados durante as aulas síncronas. As aulas síncronas ocorrerão sempre no horário oficial da disciplina. O link para as aulas síncronas será fornecido no MOODLE. O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE. Materiais complementares para o aprendizado dos conteúdos da disciplina serão disponibilizados no MOODLE.

8) Avaliação

As avaliações ocorrerão na modalidade online (não presencial), após o término de certas etapas previstas no Cronograma e notificada no MOODLE. A avaliação ocorrerá através de 4 (quatro) provas parciais obrigatórias e um trabalho (T).

A primeira prova (P1) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Vasos de Pressão de Parede Fina**.

A segunda avaliação (P2) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Deflexão de vigas e barras**.

A terceira avaliação (P3) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Flambagem de colunas**. Abrangerá o material da (P2) e (P3).

A quarta avaliação (P4) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Análise de Fadiga**. Abrangerá o material da (P2), (P3) e (P4).

O trabalho (T) envolverá o uso do MATLAB ou OCTAVE para solução de um projeto simples de um pórtico usando um programa de elementos finitos.

As questões estarão disponíveis após o término do tópico em questão e as respostas, na forma escrita em papel deverão ser escaneadas ou fotografadas e entregues no MOODLE (por upload). O aluno terá uma semana de prazo para a entrega da prova, após o seu recebimento pelo MOODLE. As avaliações são de caráter individual, sendo vetada a interação ou troca de informações com terceiros para responder as questões sobre o conteúdo ministrado. Portanto, cada aluno deve trabalhar individualmente na solução dos problemas da avaliação, com a consulta livre ao material disponibilizado no MOODLE. As notas das avaliações serão registradas e divulgadas no MOODLE. A frequência suficiente ao curso é obrigatória. A frequência será registrada pelo docente durante as aulas síncronas.

A avaliação ocorrerá através de 4 (quatro) provas parciais obrigatórias (online) e um trabalho (T). A média final (MF) será calculada pela média destas avaliações, ou seja:

$$MF=0.25*(P1+P2+P3+P4)*0.8+0.2*T$$

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, 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 conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja: $NF = (MF+REC)/2$.

9) Cronograma

(O professor divulgará o cronograma no primeiro dia de aula do semestre.)

10) Bibliografia Básica

Alves, M. K., Notas de Aula para Mecânica dos Sólidos, Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2020.

11) Bibliografia Complementar

Materiais adicionais, Prof. Marcelo Krajnc Alves.

HIBBELER, R. C., Resistência dos Materiais, Prentice Hall, 5ª edição, Prentice Hall Inc., 2004.

POPOV, E P. Introdução à Mecânica dos Sólidos, Prentice Hall Inc., 2012.