



Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2020

| IDENTIFICAÇÃO | | |
|--|--|-------------------------------------|
| Disciplina: Teoria das Estruturas | | Código da Disciplina: EMC102 |
| Course: Theory of Structures | | |
| Materia: Teoría de Estructuras | | |
| Periodicidade: Anual | Carga horária total: 160 | Carga horária semanal: 02 - 02 - 00 |
| Curso/Habilitação/Ênfase: | Série: | Período: |
| Engenharia Mecânica | 3 | Diurno |
| Engenharia Mecânica | 3 | Noturno |
| Engenharia Mecânica | 3 | Noturno |
| Professor Responsável: Marcelo Otavio dos Santos | Titulação - Graduação Engenheiro Mecânico | Pós-Graduação Doutor |
| Professores: | Titulação - Graduação | Pós-Graduação |
| Fernando Malvezzi | Engenheiro Mecânico | Doutor |
| Konstantinos Dimitriou Stavropoulos | Engenheiro Mecânico | Doutor |
| Marcelo Otavio dos Santos | Engenheiro Mecânico | Doutor |
| OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes | | |
| Conhecimentos: | | |
| C1 - Aplicação do Princípio dos Trabalhos Virtuais ao cálculo de estruturas. | | |
| C2 - Métodos para o cálculo de estruturas hiperestáticas. | | |
| C3 - Estado plano de deformações. | | |
| C4 - Estado triplo de tensões e critérios de resistência. | | |
| C5 - Método dos elementos finitos. | | |
| C5 - Distribuição de esforço cortante corrente em perfis de parede fina. | | |
| C6 - Tubulações. | | |
| C7 - Dimensionamento de vasos de pressão | | |
| Habilidades: | | |
| H1 - Calcular deslocamentos lineares e angulares em estruturas isostáticas e hiperestáticas. | | |
| H2 - Resolver estruturas hiperestáticas planas e no espaço. | | |
| H3 - Compreender o método de cálculo de estruturas utilizados em programas de computador. | | |
| H4 - Compreender comportamento de perfis de chapa fina sujeitos a força cortante. | | |
| H5 - Calcular tensões térmicas em tubulações. | | |
| H6 - Dimensionar Vasos de Pressão de acordo com a norma ASME-Seção VIII - Divisão I. | | |
| Atitudes: | | |
| A1 - Incorporar o conceito de que as estruturas estão sujeitas a tensões e se deformam sob a ação de cargas, podendo sofrer colapso. | | |



A2 - Ter consciência de que há incertezas quanto ao carregamento e à resistência do material e de que os modelos adotados são aproximações da realidade.

EMENTA

Deflexões em estruturas isostáticas utilizando o Princípio dos Trabalhos Virtuais. Estruturas hiperestáticas - resolução pelo método da carga unitária. Deflexões em estruturas hiperestáticas. Método dos deslocamentos - análise matricial de estruturas. Introdução ao Método dos Elementos Finitos. Estado plano de deformações. Estado triplo de tensões. Critérios de resistência. Esforço cortante corrente em perfis de parede fina. Tensões em tubulações. Dimensionamento de Vasos de Pressão de acordo com a norma ASME-Seção VIII - Divisão I.

SYLLABUS

Deflections in isostatic structures using the Principle of Virtual Work. Statically indeterminate structures - resolution by the unit load method. Deflections in statically indeterminate structures. The displacement method & matrix analysis of structures. Introduction to the Finite Element Method. Plane Strain. 3D stress State. Generalized Hooke's Law. Strength criteria. Shear flow in thin-walled profiles. Tensions in pipes. Presume Vessels Stress Analysis according to ASME-Section VIII - Division I.

TEMARIO

Deflexiones en las estructuras isostáticas utilizando el Principio del Trabajo Virtual. Estructuras estáticamente indeterminadas - Resolución de estructuras por el método de la carga unitaria. Deflexiones en las estructuras estáticamente indeterminadas. El método de desplazamiento & Análisis matricial de las estructuras. Introducción al Método de los Elementos Finitos. Estado plano de deformaciones. Estado triple de tensiones. Criterios de resistencia. Flujo cortante en perfiles de paredes delgadas. Las tensiones en las tuberías. Análisis de las tensiones en vasos de presión de acuerdo con la norma ASME Sección VIII - División I.

ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA

Aulas de Teoria - Sim
Aulas de Exercício - Sim

LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM

- Peer Instruction (Ensino por pares)
- Sala de aula invertida
- Project Based Learning
- Problem Based Learning



METODOLOGIA DIDÁTICA

Aulas expositivas.
 Aulas de exercícios.
 Apresentação de projetos e seminários.
 Demonstrações com modelos didáticos.
 Demonstrações sobre o Método dos Elementos Finitos utilizando programação em Matlab e o software comercial ANSYS.
 Realização de experimentos no Laboratório de Mecânica dos Sólidos.
 Uso de metodologias ativas de aprendizagem.

CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Resistência dos Materiais:

- todos os conhecimentos da disciplina ETM101, com especial ênfase ao traçado de diagrama de esforços solicitantes, cálculo das tensões para os esforços típicos e estudo do estado duplo de tensões.

Algebra Linear:

- operações com matrizes, solução de sistemas de equações, conceito de autovalores e autovetores.

Mecânica:

- Estática (sistema de esforços equivalentes, polígonos de forças, equações de equilíbrio no plano e no espaço, cálculo de reações de apoio, equilíbrio em corpos formados por vários componentes, cálculo de momentos de inércia).

Cálculo:

- Gráficos de funções.

Desenho:

- Desenho esquemático de componentes. Perspectivas elementares.

CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A Teoria das Estruturas é uma continuação da Resistência dos Materiais. O programa de Resistência dos Materiais é bastante padronizado nas Escolas de Engenharia, cabendo à Teoria das Estruturas complementar o conhecimento dentro da extensa área de Análise Estrutural, selecionando tópicos que serão de interesse para a formação do engenheiro mecânico.

São apresentados conceitos que serão utilizados nas disciplinas que fazem dimensionamento de máquinas e componentes, caldeiras e vasos de pressão, permitindo o cálculo de deslocamentos, traçado de diagrama de esforços solicitantes em estruturas isostáticas e hiperestáticas, bem como o dimensionamento de seções com esforços combinados. Também são apresentados conceitos que podem ser utilizados nas disciplinas que estudam a conformação dos metais.

São apresentados fundamentos que posteriormente permitirão a utilização de programas de cálculo por meio de Elementos Finitos e a análise de resultados



obtidos por meio de Análise Experimental de Tensões.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Básica:

ASSAN, A. E. RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS, VOL.2. 1 ed. São Paulo: Unicamp, 2010.

BEER, F. P.; JOHNSTON, E. R.; DeWOLF, J. T.; MAZUREK, D. F. MECÂNICA DOS MATERIAIS. 7ed. São Paulo: McGraw-Hill 2015.

HIBBELER, Russell Charles. Structural analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 600 p. ISBN 0-13-081309-5

PEREIRA, C.P.M. MECÂNICA DOS MATERIAIS AVANÇADA. 1 ed. Editora INTERCIÊNCIA, 2014

Bibliografia Complementar:

ALVES FILHO, Avelino ELEMENTOS FINITOS - A BASE DA TECNOLOGIA CAE. São Paulo: Érica, 2000.

CAMPANARI, Flávio Antonio. Teoria das estruturas. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Dois, 1985. v. 1

DALLY, J.W.; RILEY, W.F. EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS. Ed. McGraw-Hill. 1978.

KIM, N.H.; SANKAR, B.V. INTRODUÇÃO À ANÁLISE E AO PROJETO EM ELEMENTOS FINITOS. Ed. LTC. 2011

POPOV, E. P. INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS SÓLIDOS. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

RICARDO, Octávio Gaspar de Souza. Teoria das estruturas. São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 1976. v. 5

SUSSEKIND, José Carlos. Curso de análise estrutural. 3. ed. Porto Alegre, RS: Globo, 1979. v. 2

TELLES, Pedro Carlos da Silva. Tubulações industriais: materiais, projeto, montagem. 9. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 1997. 252 p. ISBN 85-216-1119-6.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. Vasos de pressão. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2010. 302 p. ISBN 9788521612940.

**AValiação (conforme Resolução RN CEPE 16/2014)**

Disciplina anual, com trabalhos e provas (quatro e duas substitutivas).

Pesos dos trabalhos:

k_1 : 1,0 k_2 : 1,0

Peso de MP(k_p): 0,8

Peso de MT(k_T): 0,2

INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS

1. A nota do trabalho T1 será a média das notas dos trabalhos realizados no primeiro semestre.

2. A nota do trabalho T2 será a média das notas dos trabalhos realizados no segundo semestre.

Os trabalhos propostos ao longo do ano poderão contemplar:

- Seminário sobre um assunto definido previamente pelo Professor.
- Relatórios de experimentos realizados no Lab. de Mecânica dos Sólidos.
- Desenvolvimento e apresentação de Projeto na área de análise experimental de tensões.
- Desenvolvimento e apresentação de Projeto na área método dos elementos finitos.

**OUTRAS INFORMAÇÕES**

Como a disciplina é ministrada em vários dias da semana e o calendário escolar apresenta alguns dias não letivos em função de feriados, o cronograma a seguir se refere a um dia de semana típico com um feriado durante o ano.



SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA

- Pacote Office
- Ftool
- Matlab
- ANSYS



APROVAÇÕES

Prof.(a) Marcelo Otavio dos Santos
Responsável pela Disciplina

Prof.(a) Susana Marraccini Giampietri Lebrao
Coordenadora do Curso de Engenharia Mecânica

Data de Aprovação:



| PROGRAMA DA DISCIPLINA | | |
|------------------------|--|------------|
| Nº da semana | Conteúdo | EAA |
| 1 T | Apresentação da disciplina. Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV). | 1% a 10% |
| 1 E | Introdução. Estado Plano de Deformações (EPD). | 1% a 10% |
| 2 E | Feriado. | 0 |
| 2 T | Feriado. | 0 |
| 3 E | Estado plano de Deformações. Rotação de Eixos. Exercícios. | 41% a 60% |
| 3 T | Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV). Exercícios. | 41% a 60% |
| 4 T | Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios. | 41% a 60% |
| 4 E | Estado plano de deformações. Círculo de Mohr. Exercícios. | 41% a 60% |
| 5 T | Deslocamentos em Estruturas Isostáticas. Tabelas de Kurt-Beyer. Exercícios. | 41% a 60% |
| 5 E | Estado Plano de Deformações. Extensômetros e Rosetas. Exercícios. | 41% a 60% |
| 6 E | Estado Triplo de Tensões. Teoria. | 1% a 10% |
| 6 T | Experimento 1 - Viga em balanço. Exercícios. | 91% a 100% |
| 7 T | Efeito da Temperatura nas estruturas Hiperestáticas. Teoria. Exercício. | 1% a 10% |
| 7 E | Estado Triplo de Tensões. Exercícios. | 11% a 40% |
| 8 T | Estruturas Hiperestáticas. Processo Básico de Solução. | 11% a 40% |
| 8 E | Estado Triplo de Tensões. Exercícios. | 41% a 60% |
| 9 T | Prova P1. | 0 |
| 9 E | Prova P1. | 0 |
| 10 T | Estruturas Hiperestáticas. Teoria. Exercícios. | 11% a 40% |
| 10 E | Estado Triplo de Tensões. Exercícios. | 41% a 60% |
| 11 E | Lei de Hooke Generalizada. Teoria. | 1% a 10% |
| 11 T | Estruturas Hiperestáticas. Exercícios. | 41% a 60% |
| 12 E | Lei de Hooke Generalizada. Exercícios. | 41% a 60% |
| 12 T | Estruturas Hiperestáticas com molas como suportação. Exercícios. | 41% a 60% |
| 13 E | Critérios de Resistência. Teoria. | 1% a 10% |
| 13 T | Experimento 2 - Concentrador de Tensões. Exercícios. | 91% a 100% |
| 14 E | Critérios de Resistência. Exercícios. | 41% a 60% |
| 14 T | Estruturas Hiperestáticas. Exercícios. | 41% a 60% |
| 15 E | Critérios de Resistência. Exercícios. | 41% a 60% |
| 15 T | Estruturas Hiperestáticas. Exercícios. | 41% a 60% |
| 16 E | Critérios de Resistência. Apresentação dos fundamentos estruturais utilizados pelo Código ASME , Seção VIII , Divisão I para o dimensionamento de vasos de pressão | 61% a 90% |
| 16 T | Experimento 3 - Flexo-Torção. Exercícios. | 91% a 100% |
| 17 T | Prova P2. | 0 |
| 17 E | Prova P2. | 0 |



| | | |
|------|--|---------------|
| 18 E | Prova P2. | 0 |
| 18 T | Prova P2. | 0 |
| 19 E | Apresentação de Seminário | 91% a 100% |
| 19 T | Apresentação de Seminário | 91% a 100% |
| 20 T | Prova PS1. | 0 |
| 20 E | Prova PS1. | 0 |
| 21 E | Prova PS1. | 0 |
| 21 T | Prova PS1. | 0 |
| 22 T | Método dos Deslocamentos - Treliças. Teoria. Exercício. | 1% a 10% |
| 22 E | Análise de um Aquecedor cujo casco deve ser projetado de acordo com o Código ASME , Seção VIII , Divisão I | 61% a 90% |
| 23 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Teoria. | 1% a 10% |
| 23 T | Método dos Deslocamentos - Treliças. Exercícios. | 11% a 40% |
| 24 T | Feriado. | 0 |
| 24 E | Feriado. | 0 |
| 25 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Exercícios. | 41% a 60% |
| 25 T | Método dos Deslocamentos - Exercícios com Estruturas Formadas por Treliças. | 41% a 60% |
| 26 E | Cisalhamento em perfis de parede fina com rebites. Exercícios. | 61% a 90% |
| 26 T | Método dos Deslocamentos - Exercícios com Estruturas Formadas por Treliças. | 61% a 90% |
| 27 T | Método dos deslocamentos. Vigas. Teoria. Exercício. | 11% a 40% |
| 27 E | Cisalhamento em perfis de parede fina com soldas. Exercícios. | 41% a 60% |
| 28 T | Prova P3. | 0 |
| 28 E | Prova P3. | 0 |
| 29 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Exercícios. | 11% a 40% |
| 29 T | Experimento 4 - Vaso de pressão. Exercícios. | 91% a 100% |
| 30 T | Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por vigas. | 11% a 40% |
| 30 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Exercícios. | 41% a 60% |
| 31 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Flexão oblíqua. Exercício. | 11% a 40% |
| 31 T | Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por vigas e treliças. | 41% a 60% |
| 32 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Flexão Oblíqua. Exercícios. | 11% a 40% |
| 32 T | Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por vigas e treliças. | 11% a 40% |
| 33 T | Método dos Deslocamentos - Exercícios com estruturas formadas por vigas e treliças. | 41% a 60% |
| 33 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Flexão Oblíqua. Exercícios. | 41% a 60% |
| 34 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Caixas. | 41% a 60% |
| 34 T | Introdução ao Método dos Elementos Finitos. Exemplo de uso do software comercial ANSYS. | 91% a 100% |



| | | |
|---|--|---------------|
| 35 E | Cisalhamento em perfis de parede fina. Caixas. | 41% a 60% |
| 35 T | Seminário. | 91% a 100% |
| 36 T | Prova P4. | 0 |
| 36 E | Prova P4. | 0 |
| 37 T | Prova P4. | 0 |
| 37 E | Prova P4. | 0 |
| 38 T | Atendimento a alunos. | 91% a 100% |
| 38 E | Atendimento a alunos. | 91% a 100% |
| 39 T | Prova PS1. | 0 |
| 39 E | Prova PS1. | 0 |
| 40 E | Prova PS1. | 0 |
| 40 T | Prova PS1. | 0 |
| Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório | | |