



## Plano de Ensino para o Ano Letivo de 2021

IDENTIFICAÇÃO		
Disciplina: Mecânica Analítica		Código da Disciplina: EMC506
Course: Analytical Mechanics		
Materia: Mecânica Analítica		
Periodicidade: Anual	Carga horária total: 80	Carga horária semanal: 02 - 00 - 00
Curso/Habilitação/Ênfase:	Série:	Período:
Engenharia Mecânica	3	Diurno
Engenharia Mecânica	3	Noturno
Engenharia Mecânica	3	Noturno
Professor Responsável:	Titulação - Graduação	Pós-Graduação
Konstantinos Dimitriou Stavropoulos	Engenheiro Mecânico	Doutor
Professores:	Titulação - Graduação	Pós-Graduação
Konstantinos Dimitriou Stavropoulos	Engenheiro Mecânico	Doutor
Renato Maia Matarazzo Orsino	Engenheiro Mecânico	Doutor
MODALIDADE DE ENSINO		
Presencial: 70%		
Mediada por tecnologia: 30%		
* Em qualquer modalidade a entrega de atividades e trabalhos deve ser realizada segundo orientações do professor da disciplina.		
ATIVIDADES DE EXTENSÃO		
A DISCIPLINA NÃO CONTEMPLA ATIVIDADES DE EXTENSÃO.		
EMENTA		
<p>Método de Lagrange. Conceitos fundamentais da Mecânica Analítica: graus de liberdade, coordenadas generalizadas, forças generalizadas. Princípio dos Trabalhos Virtuais. Posições de equilíbrio de um sistema mecânico utilizando o Princípio dos Trabalhos Virtuais. Estabilidade do equilíbrio. Equações de Lagrange nas primeira e segunda formas. Aplicação das equações de Lagrange para problemas planos e problemas tridimensionais.</p> <p>Método de Newton. Três fases de uma análise dinâmica: a) obtenção das equações diferenciais do movimento; b) obtenção da lei horária do movimento; c) cálculo de esforços reativos externos e internos solicitantes. Dinâmica de mecanismos planos: biela-manivela e de quatro barras. Resistência ao rolamento. Mancal radial. Simulação da dinâmica longitudinal de veículo em computador. Momentos e eixos principais de inércia de sólido tridimensional. Problema de auto-valor e auto-vetor. Equações de Newton-Euler. Dinâmica tridimensional de corpo rígido no movimento com eixo fixo. Balanceamento estático e dinâmico de rotores rígidos. Dinâmica de corpos rígidos no movimento geral. Utilização de computador para análises de sistemas mecânicos.</p>		



## SYLLABUS

Lagrange's method. Generalized coordinates and degrees of freedom. Principle of virtual work. Equilibrium. Potential Energy. Stability of Equilibrium. Lagrange equations. Application of Lagrange equations for plane and three-dimensional systems.

Newton's method. Dynamic analysis of plane mechanisms. Dynamic internal forces and moments. Rolling resistance. Vehicle Dynamics, longitudinal movement. Computer simulation of vehicle performance. Principal moment of inertia of three-dimensional bodies. Dynamics of a rigid body with fixed axis. Balancing of rigid rotors. Dynamics of rigid bodies in general three-dimensional motion.

## TEMARIO

Método de Lagrange. Coordenadas generalizadas y grados de libertad. Principio del trabajo virtual. Equilibrio. Energía potencial. Estabilidad del Equilibrio. Ecuaciones de Lagrange. Aplicación de las ecuaciones de Lagrange para sistemas tridimensionales y planos.

Método de Newton. El análisis dinámico de mecanismos planos. Esfuerzos internos solicitantes dinámicas. Resistencia a la rodadura. La dinámica del vehículo, el movimiento longitudinal. Simulación por ordenador de movimiento del vehículo. Momentos principales de inercia de cuerpos tridimensionales. Dinámica del sólido rígido con eje fijo. Equilibrado de rotores rígidos. Dinámica de cuerpos rígidos en general el movimiento tridimensional

## CONHECIMENTOS PRÉVIOS NECESSÁRIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA DISCIPLINA

Física I e II (parte dos conteúdos - Mecânica e Oscilações)  
Cálculo I e II  
Geometria Analítica e Vetores  
Mecânica Geral  
Métodos numéricos para integração de equações diferenciais.

## COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS NA DISCIPLINA

### COMPETÊNCIA 1:

Aprender a utilizar o MatLab/Octave. Modelagem de sistemas mecânicos.

## OBJETIVOS - Conhecimentos, Habilidades, e Atitudes

### Conhecimentos

- C1: Obtenção das equações diferenciais do movimento de um sistema mecânico.
- C2: Solução numérica das EDM.
- C3: Cálculo dos esforços externos reativos e internos solicitantes.
- C4: Análise dinâmica de mecanismos planos.
- C5: Simulação no computador do desempenho de veículo
- C6: Balanceamento de rotores rígidos.
- C6: Momentos de inércia principais para corpo tridimensional.
- C7: Cinemática e dinâmica de corpos em movimento espacial. Giroscópios.
- C8: Princípio dos Trabalhos Virtuais para sistema de corpos rígidos.
- C9: Posições de equilíbrio e sua estabilidade.
- C10: Equações de Lagrange.



## Habilidades

- H1: Trabalho em grupo.  
 H2: Elaboração de relatório de engenharia.  
 H3: Programação em MatLab.  
 H4: Modelagem de sistemas mecânicos.

## Atitudes

- A1: Cultivar o raciocínio lógico.  
 A2: Assimilar a importância do rigor conceitual.  
 A3: Responsabilidade.

**ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM - EAA**

Aulas de Teoria - Sim

**LISTA DE ESTRATÉGIAS ATIVAS PARA APRENDIZAGEM**

- Peer Instruction (Ensino por pares)
- Project Based Learning
- Exercícios feitos pelos alunos

**METODOLOGIA DIDÁTICA**

Aulas expositivas  
 Listas de exercícios  
 Trabalhos em grupo  
 Elaboração de relatórios dos trabalhos  
 Utilização de vídeos para ilustrar o movimento de alguns sistemas mecânicos.  
 Utilização do MatLab ou Octave para realização dos trabalhos

**INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO**

NENHUM INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO FOI ADICIONADA.

**AVALIAÇÃO (conforme Resolução RN CEPE 16/2014) e CRITÉRIOS DE APROVAÇÃO**

Disciplina anual, com trabalhos e provas (duas e uma substitutiva).

Pesos dos trabalhos:

 $k_1: 1,0 \quad k_2: 1,0 \quad k_3: 1,0 \quad k_4: 1,0 \quad k_5: 1,0 \quad k_6: 1,0$ 
Peso de MP( $k_p$ ): 0,6Peso de MT( $k_T$ ): 0,4**INFORMAÇÕES SOBRE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO**



### CONTRIBUIÇÃO DA DISCIPLINA

A disciplina pretende fornecer aos alunos os conhecimentos básicos sobre determinação das equações diferenciais do movimento de um sistema material utilizando as Equações de Lagrange, bem como sobre Estabilidade de uma configuração de equilíbrio de um sistema material, preparando-o para o posterior estudo de vibrações de sistemas mecânicos. Além disso, pretende capacitar o aluno para determinar esforços dinâmicos em sistemas mecânicos. A disciplina também contribui para o desenvolvimento da habilidade de modelar e analisar sistemas mecânicos formados por corpos rígidos.

### BIBLIOGRAFIA

#### Bibliografia Básica:

BARUH, Haim. Analytical dynamics. Boston: McGraw-Hill, 1999. 718 p. ISBN 0073659770.

GINSBERG, Jerry H. Advanced engineering dynamics. 2. ed. Cambridge: Cambridge University, 1998. 462 p. ISBN 0-521-64604-9.

MERIAM, James Lathrop; KRAIGE, L. Glenn. Mecânica. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. v. 1. 349 p. ISBN 8521614020.

MERIAM, James Lathrop; KRAIGE, L. Glenn. Mecânica. Trad. de Marcelo Amorim Savi e Pedro Manuel Calas Lopes Pacheco. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999. v. 1. 360 p. ISBN 8521611587.

MERIAM, James Lathrop; KRAIGE, L. Glenn. Mecânica: Dinâmica. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, c2004. v. 2. 496 p. ISBN 8521614187.

#### Bibliografia Complementar:

BOGUS, Paulo Sérgio Colli. Dinâmica dos sistemas: vibrações. São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 2000. 103 p.

GANTMACHER, F. Lectures in analytical mechanics. Moscow: Mir, 1970. 264 p.

GOLDSTEIN, Herbert. Classical mechanics. Massachusetts: Addison-Wesley, 1962. 399 p.

TARG, Semyon. Theoretical mechanics: a short course. Translated from the russian by V. Talmy. Moscow: Foreign Languages, [s.d.]. 421 p.

### SOFTWARES NECESSÁRIOS PARA A DISCIPLINA

O software recomendado para a disciplina é o MatLab ou o Octave que são praticamente equivalentes.

**INFORMAÇÕES SOBRE PROVAS E TRABALHOS**

Os alunos deverão executar quatro trabalhos em grupo e dois trabalhos individuais. Em todos os trabalho em grupo será utilizado o MatLab ou Octave. Os trabalhos individuais serão realizados no lugar das provas P1 e P3.

Primeiro Trabalho - primeiro semestre - Integração numérica de equações diferenciais utilizando o MatLab ou Octave.

Segundo Trabalho - primeiro semestre: Cálculo de esforços dinâmicos em mecanismos de máquinas em movimento plano. Envolverá a dedução da equação diferencial do movimento e sua integração numérica.

Terceiro Trabalho - segundo semestre: Dinâmica de veículos. Envolverá a simulação do desempenho de um veículo, cálculos de esforços durante a frenagem, estabilidade do veículo no movimento curvilíneo etc.

Quarto Trabalho - segundo semestre: Dinâmica de mecanismos tridimensionais. Envolverá a dedução da equação diferencial do movimento, sua integração numérica e o cálculo de esforços dinâmicos.

Quando não for possível a prova presencial, será feita uma prova com consulta via Moodle, permitindo que o aluno envie foto e arquivo pdf da resolução escrita à mão, feita no mesmo horário para todos os alunos. Normalmente, haverá variações das questões para evitar que uma aluno passe sua resolução para outro.



OUTRAS INFORMAÇÕES



## APROVAÇÕES

Prof.(a) Konstantinos Dimitriou Stavropoulos  
Responsável pela Disciplina

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

Núcleo Docente Estruturante (NDE)

Data de Aprovação:



PROGRAMA DA DISCIPLINA		
Nº da semana	Conteúdo	EAA
1 T	Não há aula.	0
2 T	Não há aula (segundas-feiras)	0
3 T	Apresentação. Introdução. Análise Dinâmica de Sistemas Mecânicos.	0
4 T	Introdução ao MatLab/Octave.	11% a 40%
5 T	Integração numérica de equações diferenciais utilizando o MatLab.	11% a 40%
6 T	Análise Dinâmica de Mecanismos Planos.	0
7 T	Mecanismo Biela-Manivela.	1% a 10%
8 T	Mecanismo de Quatro Barras	1% a 10%
9 T	Mecanismo de Quatro Barras	1% a 10%
10 T	Prova P1.	0
11 T	Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV). Posição de Equilíbrio.	1% a 10%
12 T	Princípio dos Trabalhos Virtuais (PTV). Posição de Equilíbrio.	1% a 10%
13 T	Energia Potencial e posição de equilíbrio e estabilidade. Lista 3.	1% a 10%
14 T	Energia Potencial e posição de equilíbrio e estabilidade. Lista 3.	1% a 10%
15 T	Lista 3./Resistência ao Rolamento. Resistência do Ar.	1% a 10%
16 T	Dinâmica de Veículo. Relações de Transmissão.	1% a 10%
17 T	Dinâmica de Veículo./ Momentos Principais de Inércia.	1% a 10%
18 T	Momentos Principais de Inércia.	1% a 10%
19 T	Provas P2.	0
20 T	Provas P2.	0
21 T	Não há aulas.	0
22 T	Provas PS1	0
23 T	Dinâmica 3D Eixo fixo.	1% a 10%
24 T	Dinâmica 3D Eixo fixo.	1% a 10%
25 T	Balanceamento Dinâmico	1% a 10%
26 T	Dinâmica 3D Movimento Geral	1% a 10%
27 T	Dinâmica 3D Movimento Geral	1% a 10%
28 T	Dinâmica 3D Movimento Geral	1% a 10%
29 T	Provas P3	1% a 10%
30 T	Equações de Lagrange. Lista 1 e 2	1% a 10%
31 T	Equações de Lagrange. Lista 1 e 2	1% a 10%
32 T	Equações de Lagrange. Lista 1 e 2	1% a 10%
33 T	Equações de Lagrange. Lista 1 e 2	11% a 40%
34 T	Equações de Lagrange 3D. Lista extra	1% a 10%
35 T	Equações de Lagrange 3D. Lista extra	11% a 40%
36 T	Equações de Lagrange 3D. Lista extra	11% a 40%
37 T	Não há aulas.	0
38 T	Provas P4	0
39 T	Provas P4	0
40 T	Exercícios	61% a 90%
41 T	Não há aulas.	0
Legenda: T = Teoria, E = Exercício, L = Laboratório		



