



## PLANO DE ENSINO

<b>Programa</b>	Ciências Mecânicas (53001010053P0)
<b>Nome</b>	DINÂMICA NÃO-LINEAR E CAOS
<b>Sigla</b>	PCMEC
<b>Número</b>	364258
<b>Créditos</b>	4
<b>Período de Vigência</b>	01/01/2012 -
<b>Professor responsável</b>	Aline Souza de Paula
<b>Disciplina obrigatória</b>	Não

### EMENTA

#### Objetivos:

Esta disciplina tem como objetivo proporcionar ao aluno a compreensão do comportamento dinâmico de sistemas não-lineares, com foco em sistemas mecânicos, incluindo respostas caóticas, através de ferramentas de análise qualitativas e quantitativas adequadas.

#### Justificativa:

A disciplina tem o intuito apresentar ferramentas adequadas para analisar e compreender as diferentes possibilidades de comportamentos dinâmico de sistemas não-lineares, incluindo resposta caótica. O curso envolve a caracterização do sistema dinâmico livre, a partir dos pontos de equilíbrio e tipo de estabilidade; análise da resposta dinâmica, incluindo respostas periódicas caóticas e mudanças qualitativas na resposta, através do diagrama de bifurcação. A região de ressonância também é explorada assim como a obtenção dos modos não-lineares. A análise da resposta caótica também é abordada, através de sua definição e métodos de controle. O curso aborda métodos analíticos e numéricos.

#### Conteúdo:

**Módulo 1** – Sistemas não-lineares: Sistemas contínuos no tempo e Sistemas discretos no tempo; **Módulo 2** – Dinâmica não-linear: Sistemas dinâmicos; Espaço de fase; Mapa e seção de Poincaré; Equivalência topológica; Estabilidade; Linearização; Ponto de equilíbrio; Vizinhança de um ponto de equilíbrio; Teoria dos índices; Órbitas homoclínicas e heteroclínicas; Funções de Lyapunov; **Módulo 3** - Oscilações não-lineares: Estabilidade orbital; Ciclo limite; Método de Floquet; Ressonância; **Módulo 4** - Dinâmica caótica: Definição de caos; Esticamentos e dobras; Expoente de Lyapunov; Dimensão fractal; Bacia de atração; Entropia de Shannon; **Módulo 5** - Bifurcações: Diagramas de bifurcação; Bifurcações locais; Bifurcações globais; Crise; **Módulo 6** – Modos não-lineares; **Módulo 7** - Controle de caos: Fase de aprendizagem; Métodos discretos; Métodos contínuos.

#### Forma de Avaliação

Listas de exercícios (**60% da nota**); Trabalho final (**40% da nota**)

**Serão atribuídas menções aos estudantes com base nas notas finais obtivas, de acordo com o critério de menções da UnB. Casos omissos serão resolvidos pelos professores da disciplina.**

---

**Observação:**

---

---

**Bibliografia:**

- 1) El Nachie, M.S. Stress, Stability & Chaos in Structural Engineering, McGraw Hill, 1992.
  - Gleik, J., Caos, Campus, Rio de Janeiro, 1987.
  - 2) Grebogi, C. Ott. E. & Yorke, J.A. Crises, Sudden Changes in Chaotic Attractors, and Transient Chaos, Physica 7D, pp. 181-200, 1983.
  - 3) Kapitaniak, T., Chaotic Oscillations in Mechanical Systems, Manchester, 1991.
  - 4) Kathleen, T. A., Sauer T. D. & Yorke, J. A., An Introduction to Dynamical Systems, Springer, New York, 2000.
  - 5) Monteiro, L. H. A, Sistemas Dinâmicos, São Paulo, Editora Livraria da Física, 3ª Edição, 2011.
  - 6) Moon, F., Chaotic and Fractal Dynamics, John Wiley & Sons, New York, 1992.
  - 7) Savi, M.A., Dinâmica Não-linear e Caos, 2ª Edição, Editora E-papers, 2017.
-



### Unit information

---

<b>Program</b>	Ciências Mecânicas (53001010053P0)
<b>Course unit</b>	DINÂMICA NÃO-LINEAR E CAOS
<b>Unit code</b>	PCMEC
<b>Unit number</b>	364258
<b>Credit points</b>	4
<b>Period</b>	01/01/2012 -
<b>Professor</b>	Aline Souza de Paula
<b>Prerequisites</b>	Não

---

### Unit outline

#### Objective:

This course aims to provide the student with an understanding of the dynamic behavior of nonlinear systems, focusing on mechanical systems, including chaotic responses, through appropriate qualitative and quantitative analysis tools.

#### Purpose:

The course aims to present adequate tools to analyze and understand the different possibilities of the dynamic behavior of nonlinear systems, including the chaotic response. The course involves the characterization of the free dynamical system, starting from the equilibrium points and stability type, and analysis of the dynamic response, including chaotic periodic responses and qualitative changes in response, through the bifurcation diagram. The resonance region is also explored, as well as obtaining the nonlinear modes. Chaotic response analysis is also covered through its definition and control methods. The course covers analytical and numerical methods.

#### Contents:

**Module 1** - Nonlinear systems: Continuous systems in time and Discrete systems in time; **Module 2** - Nonlinear dynamics: Dynamical systems; Phase space; Poincaré map and section; Topological equivalence; Stability; Linearization; Equilibrium point; Neighborhood of an equilibrium point; Theory of indices; Homoclinic and heteroclinic orbits; Lyapunov functions; **Module 3** - Nonlinear oscillations: Orbital stability; Limit cycle; Floquet's method; Resonance; **Module 4** - Chaotic dynamics: Definition of chaos; Stretching and kinks; Lyapunov exponent; Fractal dimension; Basin of attraction; Shannon entropy; **Module 5** - Bifurcations: Bifurcation diagrams; Local bifurcations; Global bifurcations; Crisis; **Module 6** - Nonlinear modes; **Module 7** - Chaos control: Learning phase; Discrete methods; Continuous methods.

#### Assessment

Exercise lists (60% of the grade); Final paper (40% of the grade)

Mention will be given to the students based on the final grades obtained, according to the UnB criteria. The discipline professors will solve omission cases.

#### Obs:

#### Reference:

- 
1. El Nache, M.S. Stress, Stability & Chaos in Structural Engineering, McGraw Hill, 1992.
  2. Gleik, J., Chaos, Campus, Rio de Janeiro, 1987.
  3. Grebogi, C. Ott. E. & Yorke, J.A. Crises, Sudden Changes in Chaotic Attractors, and Transient Chaos, Physica 7D, pp. 181-200,1983.
  4. Kapitaniak, T., Chaotic Oscillations in Mechanical Systems, Manchester, 1991.
  5. Kathleen, T. A., Sauer T. D. & Yorke, J. A., An Introduction to Dynamical Systems, Sringer, New York, 2000.
  6. Monteiro, L. H. A, Sistemas Dinâmicos, São Paulo, Editora Livraria da Física, 3ª Edição, 2011.
  7. Moon, F.,Chaotic and Fractal Dynamics, John Wiley & Sons, New York, 1992.
  8. Savi, M.A., Dinâmica Não-linear e Caos, 2ª Edição, Editora E-papers, 2017.
-