
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[4218] Dinâmica de Estruturas e Engenharia Sísmica / Structural Dynamics and Earthquake Engineering

1.2 Sigla da área científica em que se insere

EC

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

135h 00m

1.5 Horas de contacto

Total: 45h 00m das quais TP: 45h 00m

1.6 ECTS

5

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1580] Paula Raquel Pires da Cunha Lamego

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1580] Paula Raquel Pires da Cunha Lamego | Horas Previstas: 45 horas

4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

1. Complementar a compreensão de formulações básicas de análise de sistemas lineares sob ações dinâmicas de carácter determinístico; Apresentação de alguns procedimentos básicos de análise dinâmica experimental.
2. Aplicação dos métodos da Dinâmica Estrutural à análise do comportamento de estruturas de Engenharia Civil sob ações dinâmicas, com especial ênfase para a resposta sísmica de estruturas de edifícios.
3. Sensibilização para os princípios básicos de dimensionamento sísmico subjacentes à filosofia da regulamentação atual e compreensão da sua importância para uma boa conceção de estruturas sísmo-resistentes.
4. Apresentar e discutir a regulamentação neste domínio (eurocódigos).
5. Transmitir conhecimentos básicos associados ao dimensionamento sísmico de estruturas simples.

**4. Intended learning outcomes
(knowledge, skills and
competences to be developed
by the students)**

1. This course aims the understanding of analysis formulation of linear systems under deterministic excitation. Presentation of some basic procedures for experimental dynamic analysis.
2. Application of Structural Dynamics methods to the analysis of the behavior of Civil Engineering structures under dynamic loads, with special emphasis on the seismic response of building structures.
3. Awareness of the basic principles of seismic design underlying the current code philosophy and understanding of their importance for good design of earthquake-resistant structures.
4. Present and discuss the design codes in this area (eurocodes).
5. Give basic knowledge related with the seismic design of simple structures.

5. Conteúdos programáticos

Módulo 1 - Dinâmica de Estruturas

1. Breve revisão de osciladores de 1 g.l.
 - Resposta em regime livre
 - Resposta em regime forçado
 - Resposta devida a uma acção dinâmica qualquer. Integral de Duhamel
 - Resposta devida a movimento do solo. Noção de espectro de resposta
2. Oscilador de vários graus de liberdade
 - Determinação de frequências e modos de vibração
 - Análise modal
 - Análise sísmica por espectro de resposta. Métodos de combinação modal.

Módulo 2 - Engenharia Sísmica

3. Análise sísmica
 - Caracterização da acção dos sismos
 - Aspectos básicos da resposta sísmica de estruturas. A acção sísmica e a ductilidade estrutural
 - Critérios de concepção sísmo-resistente de edifícios, regularidades e irregularidades
 - Determinação dos efeitos da acção dos sismos
4. Noções gerais de dimensionamento sísmico
 - Dimensionamento sísmico de acordo com o EC 8
 - Métodos de controlo ou verificação do desempenho sísmico. Análises pushover (EC8) e análises dinâmicas não-lineares no domínio do tempo



5. Syllabus

Module 1 - Structural Dynamics

1. Brief review of SDOF systems.

- Free vibration
- Response to harmonic excitation
- Response to arbitrary excitation. Duhamel Integral
- Response due to ground motion movement. Response spectrum concept

2. MDOF systems

- Frequency determination and vibration modes
- Modal analysis
- Seismic analysis by response spectrum. Modal combination methods.

Module 2 - Earthquake Engineering

3. Seismic analysis

- Characterization of the seismic load
- Basic aspects of the seismic response of structures. Seismic load and structural ductility
- Earthquake-resistant design criteria for buildings, regularities and irregularities
- Determination of the effects of earthquakes

4. General concepts of seismic design

- Seismic design according to EC 8
- Methods to control or verify seismic performance. Pushover analysis (EC8) and dynamic nonlinear analysis in the time domain

6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Capítulos 1 e 2 permitem cumprir objetivos 1 e 2

Capítulos 3 e 4 permitem cumprir objetivos 3, 4 e 5

6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

Chapter 1 and 2 allow students to achieve objectives 1 and 2

Chapter 3 and 4 allow students to achieve objectives 3, 4 and 5

7. Metodologias de ensino
(avaliação incluída)

A metodologia de ensino assenta em aulas teóricas e teórico-práticas, introduzindo-se primeiro os conceitos teóricos seguindo-se a resolução de exercícios de aplicação e/ou o desenvolvimento de aplicações que ajudam à compreensão dos vários assuntos abordados.

MÉTODO DE AVALIAÇÃO: DISTRIBUÍDA COM EXAME FINAL

AVALIAÇÃO DISTRIBUÍDA - 2 testes parciais + 2 trabalhos individuais

$$NF=[0,5 \times (T1+T2)/2]+[0,25 \times Tb1+0,25 \times Tb2]$$

AVALIAÇÃO POR EXAME - exame final + 2 trabalhos individuais

$$NF=[0,5 \times E]+[0,25 \times Tb1+0,25 \times Tb2]$$

Representando:

NF ? Nota Final

T1 ? Nota do 1º Teste

T2 ? Nota do 1º Teste

E ? Nota do Exame

Tb1 ? Nota do trabalho 1 (inclui discussão)

Tb2 ? Nota do trabalho 2 (inclui discussão)

Tb1 & Tb2 - pedagogicamente fundamentais

Em tudo o que estiver omissa, deverão ser tidos em conta os regulamentos e normas em vigor, nomeadamente o Regulamento Pedagógico e de Avaliação de Conhecimentos do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, despacho nº 8077/2023, de 7 de agosto.

7. Teaching methodologies
(including assessment)

The teaching methodology is based on theoretical and theoretical-practical classes, first introducing theoretical concepts, followed by the resolution of application exercises and/or the development of applications that help to understand the various topics covered.

ASSESSMENT: DISTRIBUTED WITH FINAL EXAM

DISTRIBUTED ASSESSMENT - 2 tests + 2 individual Assignments

$$FG=[0,5 \times (T1+T2)/2]+[0,25 \times \text{Asgmt1}+0,25 \times \text{Asgmt2}]$$

EXAM ASSESSMENT - exam + 2 individual Assignments

$$FG=[0,5 \times E]+[0,25 \times \text{Asgmt1}+0,25 \times \text{Asgmt2}]$$

Representing:

FG ? Final Grade

T1 ? Test 1 Grade

T2 ? Test 2 Grade

E ? Exam Grade

Asgmt1 & 2 ? Assignment 1 & 2 grade (includes presentation and discussion) All Pedagogically fundamental

In all matters not explicitly covered, the regulations and standards in force shall be considered, namely the "Regulamento Pedagógico e de Avaliação de Conhecimentos do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, despacho nº 8077/2023", of August 7th.

8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Nesta unidade curricular a leccionação assenta em aulas teóricas e teórico-práticas. Nas aulas teóricas são introduzidos os conceitos teóricos, nas aulas teórico-práticas promove-se a resolução de exercícios de aplicação, que se entende como uma boa metodologia para os alunos assimilarem os principais conceitos que são objecto de aprendizagem. Para algumas matérias os alunos são estimulados/desafiados a desenvolver aplicações computacionais com o objectivo de melhor consolidarem a aprendizagem dos conceitos em estudo. O regime de avaliação na forma de testes parciais (avaliação contínua) ou exames finais permite aferir se a assimilação de conhecimentos foi alcançada, enquanto os trabalhos práticos permitem aferir a evolução na aprendizagem dos conhecimentos e o desenvolvimento de competências profissionais pelos alunos.

8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes

In this course, the teaching is based on theoretical and theoretical-practical lessons. In the theoretical classes, theoretical concepts are introduced. In the theoretical-practical classes, the resolution of exercises is promoted, which is considered as a good methodology for the main concepts assimilation. In some subjects, students are encouraged/challenged to develop applications in order to consolidate the learning of the concepts under study. The assessment evaluation consist in partial tests (continuous assessment) or final exams, which allows to assess if the knowledge assimilation has been achieved, while the practical assignments allow to assess the evolution of the learned knowledge and improvement of the students professional skills.

9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Mendes, P. (2019) ? "Dinâmica de Estruturas", Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa.
2. Chopra, A. K. (2017) ? "Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering?": 5ª Edição, Prentice Hall, New Jersey.
3. Clough, R. e Penzien, J. (1993) ? "Dynamics of Structures": 2ª Edição, McGraw-Hill, New York.
4. Costa, A. (2013). Projeto de estruturas para resistência aos sismos. In J. Apleton (Ed.), Estruturas de Betão (Volume 2) (1st ed.). Edições Orion.
5. Lopes, M. {Coordenador} (2008). Sismos e Edifícios, Edições Orion.
6. NP EN 1998-1: 2010 ? Eurocódigo 8 ? "Projecto de estruturas resistentes aos sismos ? Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios?", CEN, Bruxelas.
7. Priestley, M.J.N.; Seible, F.; Calvi, G.M. (1996) ? "Seismic Design and Retrofit of Bridges?", John Wiley & Sons, New York.

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26