
Ano Letivo 2023-24

Unidade Curricular DINÂMICA DE ESTRUTURAS E ENGENHARIA SÍSMICA

Cursos ENGENHARIA CIVIL (2.º Ciclo)
ESPECIALIZAÇÃO EM ESTRUTURAS
ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÃO

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 17231003

Área Científica ESTRUTURAS

Sigla

Código CNAEF (3 dígitos) 582

Contributo para os Objetivos de
Desenvolvimento Sustentável - 4
ODS (Indicar até 3 objetivos) 9
11

Línguas de Aprendizagem

Português.

Modalidade de ensino

Ensino presencial.

Docente Responsável

João Manuel Carvalho Estevão

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
João Manuel Carvalho Estevão	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	15T; 30TP; 7.5OT

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S1	15T; 30TP; 7.5E; 7.5OT	175.5	6.5

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Análise de Estruturas.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se iniciar os alunos no estudo da Dinâmica de Estruturas, de uma forma geral, e com base nos conhecimentos adquiridos, abordar os problemas da Engenharia Sísmica, de modo a conferir aos alunos uma visão conjunta da influência dos problemas do domínio da Engenharia Sísmológica e Engenharia Geotécnica, na resposta sísmica de uma estrutura, tendo por base o enquadramento nos Eurocódigos. No final da unidade curricular os alunos irão adquirir a capacidade de realizarem análises sísmicas de estruturas, no contexto do Eurocódigo 8.

Conteúdos programáticos

Caracterização de um problema dinâmico. Ações dinâmicas. Discretização do sistema estrutural. Formulação das equações de movimento. Oscilador linear de um grau de liberdade. Resposta em regime livre. Resposta em regime forçado: ações periódicas - harmónicas, ações não periódicas - Integral de Duhamel. Determinação do amortecimento viscoso equivalente. Sistema linear de vários graus de liberdade. Equação característica. Modos de vibração. Coordenadas modais. Método da sobreposição modal. Método de Stodola. Método de Rayleigh simplificado.

Introdução à Engenharia Sísmica. Conceitos básicos de sismologia. Definição da ação sísmica. Análise da sismicidade. Perigosidade sísmica. Zonamento sísmico. Modelos descritivos das ações sísmicas. Efeitos locais. Análise sísmica de estruturas (2D e 3D). Análise modal com recurso a espectros de resposta. Métodos simplificados de análise sísmica. Comportamento sísmico de edifícios. Conceção estrutural sísmo-resistente. Capacity Design. Eurocódigo 8.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Exposição geral das matérias com recurso a apresentações (com imagens e animações) em Power-Point. Apresentação de exemplos resolvidos. Resolução autónoma de problemas teórico-práticos propostos. Utilização de programas informáticos de análise dinâmica de estruturas.

As aulas práticas irão decorrer em salas de informática, onde os alunos utilizarão, autonomamente, programas de cálculo automático para resolução de problemas que foram, previamente, resolvidos manualmente. Nas aulas de cariz de orientação tutorial serão debatidas as resoluções dos problemas propostos, com orientação dos docentes, mas visando a autonomização das aprendizagens. Existirão algumas aulas lecionadas no contexto laboratorial. A avaliação realizada ao longo do funcionamento da UC é composta por cinco mini-testes (MT) e um teste final (AF). $MF=0.25 \times MT + 0.75 \times AF$. A nota mínima do teste final é igual a $AF \geq 8$. Para os alunos com média $MF < 10$, será realizado um exame final.

Bibliografia principal

Chopra, A. K. (2006) - Dynamics of Structures - Theory and applications to earthquake engineering, 3rd edition. Prentice Hall.

Clough, R. W. ; Penzien, J. (1993) - Dynamics of Structures. 2th ed. McGraw-Hill International Editions.

Estêvão, J.M.E. (2012) - Efeito da ação sísmica no comportamento de edifícios de betão armado com alvenarias de enchimento. Tese de doutoramento, 452 p. Instituto Superior Técnico, UTL.

Sen, T.K (2009) - Fundamentals of Seismic Loading on Structures. Wiley.

Lopes, M. - Coordenador (2008) - Sismos e Edifícios. Edições Orion.

IPQ (2010) - NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios. Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal.

IPQ (2010) - NP EN 1998-5. Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos. Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal.

Academic Year 2023-24

Course unit STRUCTURAL DYNAMICS AND EARTHQUAKE ENGINEERING

Courses CIVIL ENGINEERING (2nd cycle)
STRUCTURES BRANCH
CONSTRUCTION BRANCH

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area

Acronym

CNAEF code (3 digits) 582

**Contribution to Sustainable
Development Goals - SGD
(Designate up to 3 objectives)**

4

9

11

Language of instruction Portuguese. Tests and exams may be in English or Spanish for foreign students.

Teaching/Learning modality

Face-to-face course.

Coordinating teacher

João Manuel Carvalho Estevão

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
João Manuel Carvalho Estevão	OT; T; TP	T1; TP1; OT1	15T; 30TP; 7.5OT

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	30	0	0	0	7.5	7.5	0	175.5

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

Structural Analysis.

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

The main objective is to initiate students to the study of Structural Dynamics. Earthquake Engineering problems are studied based on previous knowledge. Basics of Engineering Seismology and Geotechnical Engineering are revised in seismic structural response context. At the end of the course students will acquire the ability to perform seismic analysis of structures in the context of Eurocode 8.

Syllabus

Characterization of a dynamic problem. Dynamic action. Structural system discretization. Formulation of the equations of motion. One degree of freedom linear oscillator. Free and forced response of single degree of freedom systems. Periodic actions - harmonics and non-periodic actions (Duhamel integral). Determination of equivalent viscous damping. Multiple degrees of freedom linear systems. Characteristic equation. Vibration modes. Modal coordinates. Modal superposition method. Stodola method. Simplified Rayleigh method. Introduction to Earthquake Engineering. Basic concepts of seismology. Definition of seismic action. Analysis of seismicity. Seismic hazard analysis. Seismic zoning. Descriptive models of seismic actions. Local effects. Seismic structural analysis (2D and 3D). Analysis using modal response spectra. Simplified methods for seismic analysis. Seismic behavior of buildings. Earthquake-resistant structural conception. Capacity Design. Eurocode 8.

Teaching methodologies (including evaluation)

Overall exposure of materials using presentations (with animations and images) in Power-Point. Presentation of practical examples. Self-learning of theoretical and practical proposed problems. Use of computer programs for dynamic analysis of structures.

Classes will be held in computer rooms where students use computer programs to solve problems that were previously solved manually. In class-oriented guidance tutorial will discuss the proposed resolutions of problems, with guidance from teachers, but aimed at empowering learning. The evaluation is composed by five mini-tests (MT) and a final test (AF between 0 and 20). $MF = 0.25 \times MT + 0.75 \times AF$. The minimum grade in the final test is $AF \geq 8$. There will be a final exam if mean $MF < 10$.

Main Bibliography

Chopra, A. K. (2006) - Dynamics of Structures - Theory and applications to earthquake engineering, 3rd edition. Prentice Hall.

Clough, R. W. ; Penzien, J. (1993) - Dynamics of Structures. 2th ed. McGraw-Hill International Editions.

Estêvão, J.M.E. (2012) - Efeito da ação sísmica no comportamento de edifícios de betão armado com alvenarias de enchimento. Tese de doutoramento, 452 p. Instituto Superior Técnico, UTL.

Sen, T.K (2009) - Fundamentals of Seismic Loading on Structures. Wiley.

Lopes, M. - Coordenador (2008) - Sismos e Edifícios. Edições Orion.

IPQ (2010) - NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios. Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal.

IPQ (2010) - NP EN 1998-5. Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos. Instituto Português da Qualidade, Caparica, Portugal.