
Ano Letivo 2020-21

Unidade Curricular ANÁLISE DE ESTRUTURAS I

Cursos ENGENHARIA CIVIL (1.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 14491021

Área Científica ESTRUTURAS

Sigla

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; PL; T	T1; PL1; OT1; OT2	30T; 22.5PL; 30OT
Rui Carlos Gonçalves Graça e Costa	PL	PL2	22.5PL

* 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
2º	S2	30T; 22.5PL; 15OT	140	5

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

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Estática.

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Pretende-se com esta unidade curricular iniciar os alunos no estudo da Análise de Estruturas, designadamente no cálculo de esforços e deslocamentos em estruturas estaticamente indeterminadas, com recurso ao Princípio dos Trabalhos Virtuais e ao Método das Forças, e no estudo do comportamento fisicamente não linear (comportamento rígido-plástico e elástico-perfeitamente plástico), assim como introduzir o tema da análise sísmica simplificada, tendo em vista o enquadramento nos métodos de análise de estruturas estabelecidos nos Eurocódigos Estruturais.

Conteúdos programáticos

Evolução dos sistemas estruturais ao longo da história. Cálculo de deslocamentos em estruturas isostáticas. Energia de deformação. Teoremas de Betti e Maxwell. Princípio dos trabalhos virtuais. Método da carga unitária. Método das forças. Cálculo de esforços e reações de apoio: cargas de vão e nodais, variações de temperatura, assentamentos de apoio e apoios flexíveis. Teoremas cinemático, estático e da unicidade. Análise elástica-perfeitamente plástica -incremental. Análise rígida-plástica. Oscilador linear de 1 GDL: rigidez, frequência e período natural de vibração, amortecimento, amplificação e ressonância. Equação de movimento. Oscilador linear de vários GDL. Frequência fundamental. Espectro de resposta. Coeficiente de comportamento. Análise sísmica de estruturas regulares recorrendo ao método de Rayleigh. Enquadramento no Eurocódigo 8 (EC8). Linhas de influência. Simplificações de simetria em estruturas simétricas.

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

As matérias são estudadas de modo a existir um fio condutor entre os diversos capítulos, e são enquadradas nas exigências dos Eurocódigos, não sendo uma mera compilação de conhecimento teórico desconexo. Primeiro, os alunos aprendem a determinar deslocamentos com recurso ao PTV. Usam esse conhecimento de forma transversal na aplicação do método das forças. São obtidas cargas de colapso com recurso ao método das forças (análise incremental) ou ao PTV (análise rígida-plástica). São estudadas as bases da dinâmica de estruturas. Com base nos conceitos da análise plástica (ductilidade) e de dinâmica, é estudada a análise sísmica simplificada de estruturas, recorrendo ao método de Rayleigh e no contexto do EC8. São determinados os efeitos máximos de ações variáveis com recurso às linhas de influência. Estas matérias são a base para o entendimento dos métodos de análise estrutural dos diversos Eurocódigos, essenciais para um ensino teórico-prático que confira as competências pretendidas.

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Para mobilizar a atenção e o empenho dos alunos ao longo do semestre, no final de cada aula prática de resolução de problemas será proposto um problema para resolução autónoma (relativo ao qual os alunos possuem a solução final, não a resolução). As aulas tutoriais previstas destinam-se, essencialmente, aos alunos que não atingirem a solução de forma autónoma. Nas aulas de orientação tutorial, os alunos serão divididos em alguns grupos, que compartilharão, em conjunto, o mesmo espaço de sala de aula onde são debatidas as resoluções dos problemas propostos, com orientação dos docentes, mas visando a autonomização das aprendizagens. A avaliação realizada ao longo do funcionamento da UC é composta por dois testes com igual peso na nota final (AF). A nota mínima em cada teste é igual a 8. Para os alunos com média AF<10, será realizado um exame final.

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

É realizada a exposição geral das matérias com recurso a apresentações em Power-Point (com imagens e animações), enquadrando todas as matérias no contexto da atividade prática da Engenharia de Estruturas. São apresentados exemplos resolvidos e são propostos problemas práticos para resolução autónoma, de modo a criar autonomias de estudo e capacidade de resolução de problemas. O recurso à tutoria eletrónica permite melhorar a eficácia da transmissão de conhecimentos. É incentivada a utilização de programas informáticos (de acesso livre) de cariz didático, sempre como complemento ao cálculo manual, de modo a fomentar o espírito crítico dos alunos. É realizada uma aula no laboratório de estruturas, com pequenos ensaios didáticos, para melhorar a compreensão dos fenómenos físicos estudados.

Bibliografia principal

Ghali, A.; Neville, A.M.; Brown, T.H. (2003) ?Structural Analysis. A unified classical and matrix approach, 5th edition, Spon Press.

West, H. H.; Geschwindner, L.F. (2002)?Fundamentals of structural analysis, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc.

Studer, Marc-André; Frey, F. (1997)?Introduction à l'Analyse des Structures, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

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

IPQ (2009)?NP EN 1990. Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas. Portugal.

IPQ (2009)?NP EN 1991-1-1. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-1: Acções gerais. Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios. Portugal.

IPQ (2010)?NP EN 1991-1-5. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-5: Acções térmicas. Portugal.

IPQ (2010)?NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios. Portugal.

Academic Year 2020-21

Course unit STRUCTURAL ANALYSIS I

Courses CIVIL ENGINEERING (1st Cycle)

Faculty / School INSTITUTE OF ENGINEERING

Main Scientific Area

Acronym

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; PL; T	T1; PL1; OT1; OT2	30T; 22.5PL; 30OT
Rui Carlos Gonçalves Graça e Costa	PL	PL2	22.5PL

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

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
30	0	22.5	0	0	0	15	0	140

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

Statics.

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

The main objective of this course is to initiate students to the fundamentals of Theory of Structures, namely to the determination of support reactions, internal forces and displacements in statically indeterminate structures, using the principle of virtual work and force method of analysis. Moreover, an introduction to non linear material behaviour (rigid-plastic analysis and incremental elastic-perfectly plastic analysis) and a simplified seismic structural analysis is also presented in the context of Eurocodes principles and rules.

Syllabus

Brief history of structural systems. Displacement assessment in statically determinate structures. Strain energy. Principle of virtual work (PVW). Betti and Maxwell theorems. Force method of analysis. Determination of support reactions and internal forces in result of: member and nodal loads, temperature variation, support settlement and flexible supports. Kinematic, static and uniqueness theorems. Rigid-plastic analysis and incremental elastic-perfectly plastic analysis of framed structures. Single-degree-of-freedom linear oscillator: stiffness, frequency and natural vibration period, damping and resonance. Equations of motion. Multiple-degree-of-freedom linear oscillator. Fundamental frequency. Response spectrum. Behaviour factor. Seismic structural analysis of regular structures using simplified Rayleigh method. Eurocode 8 context. Influence lines. Symmetry simplifications.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

Subjects are studied so that a common thread between chapters exist, and are presented in the context of Eurocodes, not being an accumulation of disconnected theoretical knowledge. First, students learn how to calculate displacements using PVW. Then they use the acquired knowledge in force method application. Ultimate load capacity is determined using force method (incremental proceeding) or using PVW (rigid-plastic analysis). The fundamentals of structural dynamics are studied. A simplified seismic analysis method is studied with the support of dynamic and plastic analysis concepts (ductility), and also EC8 methods. Maximum load effects determination using influence lines is then studied. These subjects are some of the bases for the understanding of Eurocodes structural analysis methods, which is essential for a more practical based learning system that supports the target skills acquisition. >

Teaching methodologies (including evaluation)

To capture student attention and commitment during the course, at the end of each class a small practical problem is presented, and each student must solve it by himself (they have the problem final solution results, but not the resolution). Tutorial classes are mostly for students that were unable to find the correct solution. In tutorial classes, students are divided in several groups that will share the same classroom where the problems are discussed with the guidance of the teachers. The evaluation is composed by two tests of equal importance in the final grade (AF between 0 and 20). The minimum grade in each test is 8. There will be a final exam if mean AF < 10.

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

Power-Point presentations (with images and small movies) are used to connect the theoretical subjects to the practical activity of Engineering Structures. Problem resolutions are presented. Problems for self-solution are also presented to increase problem solution capacity and learning skills. University moodle is used to improve knowledge acquisition. The use of freeware didactical structural analysis software is encouraged. However, the use of that software is always in parallel with manual calculations, to increase student critical reasoning. One lesson takes place in the laboratory of structures to improve the problem physical phenomena comprehension.

Main Bibliography

Ghali, A.; Neville, A.M.; Brown, T.H. (2003) ?Structural Analysis. A unified classical and matrix approach, 5th edition, Spon Press.

West, H. H.; Geschwindner, L.F. (2002)?Fundamentals of structural analysis, 2nd edition, John Willey & Sons, Inc.

Studer, Marc-André; Frey, F. (1997)?Introduction à l'Analyse des Structures, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

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

IPQ (2009)?NP EN 1990. Eurocódigo: Bases para o projecto de estruturas. Portugal.

IPQ (2009)?NP EN 1991-1-1. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-1: Acções gerais. Pesos volúmicos, pesos próprios, sobrecargas em edifícios. Portugal.

IPQ (2010)?NP EN 1991-1-5. Eurocódigo 1: Acções em estruturas. Parte 1-5: Acções térmicas. Portugal.

IPQ (2010)?NP EN 1998-1. Eurocódigo 8: Projecto de estruturas para resistência aos sismos. Parte 1: Regras gerais, acções sísmicas e regras para edifícios. Portugal.