



Teaching Guide

Identifying Data					2017/18
Subject (*)	Structural Optimization	Code	632514025		
Study programme	Mestrado Universitario en Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos				
Descriptors					
Cycle	Period	Year	Type	Credits	
Official Master's Degree	2nd four-month period	First	Optativa	4.5	
Language	Spanish				
Teaching method	Face-to-face				
Prerequisites					
Department	Construcións e Estruturas Arquitectónicas, Cívicas e Aeronáuticas Enxeñaría Civil				
Coordinador	Díaz García, Jacobo Manuel	E-mail	jacobodiaz@udc.es		
Lecturers	Baldomir García, Aitor Díaz García, Jacobo Manuel	E-mail	aitor.baldomir@udc.es jacobodiaz@udc.es		
Web	moodle.udc.es				
General description	This course introduces the student in the field of structural optimization. The main objectives are: to define the approach to the problem of the optimal design of structures; describe the most performant linear and non-linear optimization methods; explain the concept of sensitivity analysis and the methods for carrying it out; demonstrate applications of optimal design in diverse structural types and introduce computer codes of structural optimization.				

Study programme competences / results

Code	Study programme competences / results
A1	Capacitación científico-técnica e metodolóxica para a asesoría, a análise, o deseño, o cálculo, o proxecto, a planificación, a dirección, a xestión, a construción, o mantemento, a conservación e a explotación nos campos relacionados coa Enxeñaría Civil: edificación, enerxía, estruturas, xeotecnia, hidráulica, hidroloxía, enxeñaría cartográfica, enxeñaría marítima e costeira, enxeñaría sanitaria, materiais de construción, medio ambiente, ordenación do territorio, transportes e urbanismo, entre outros
A7	Capacidade para suscitar e resolver os problemas matemáticos que poidan suscitarse no exercicio da profesión. En particular, coñecer, entender e utilizar a notación matemática, así como os conceptos e técnicas de álgebra e de cálculo infinitesimal, os métodos analíticos que permiten a resolución de ecuacións diferenciais ordinarias e en derivadas parciais, a xeometría diferencial clásica e a teoría de campos, para a súa aplicación na resolución de problemas de Enxeñaría Civil
A8	Utilización dos ordenadores para a resolución de problemas complexos de enxeñaría. Utilización de métodos e modelos sofisticados de cálculo por ordenador así como utilización de técnicas de sistemas expertos e de intelixencia artificial no contexto das súas aplicacións na resolución de problemas do ámbito estrito da Enxeñaría Civil
A9	Capacidade para resolver numericamente os problemas matemáticos máis frecuentes na enxeñaría, desde a formulación do problema ata o desenvolvemento da formulación e a súa implementación nun programa de ordenador. En particular, capacidade para formular, programar e aplicar modelos numéricos avanzados de cálculo, así como capacidade para a interpretación dos resultados obtidos no contexto da enxeñaría civil, a mecánica computacional e/ou a enxeñaría matemática, entre outros
A19	Capacidade para definir a formulación do problema de deseño óptimo de estruturas, mediante a aplicación dos métodos de optimización lineal e non lineal máis habituais en diversas tipoloxías estruturais, incluíndo conceptos de análise de sensibilidade
B1	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun xeito que terá que ser en gran medida autodirixido ou autónomo.
B2	Posuír e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación
B3	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornas novas ou pouco coñecidas dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
B5	Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan a públicos especializados e non especializados dun xeito claro e sen ambigüidades.
B6	Resolver problemas de forma efectiva
B7	Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo
B8	Traballar de xeito autónomo con iniciativa



B9	Traballar de forma colaborativa
B11	Comunicarse de xeito efectivo nun ambiente de traballo
B12	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma
B13	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida
B18	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade
B19	
C1	Reciclaxe continua de coñecementos nunha perspectiva xeral no eido global de actuación da Enxeñería Civil
C2	Comprender a importancia da innovación na profesión
C3	Aproveitamento e incorporación das novas tecnoloxías
C6	Comprensión da necesidade de analizar a historia para entender o presente
C8	Facilidade para a integración en equipos multidisciplinares
C9	Capacidade para organizar e planificar
C11	Habilidade para a xestión de información
C12	Capacidade de análise, síntese e estruturación da información e das ideas
C13	Claridade na formulación de hipóteses
C14	Capacidade de abstracción
C15	Capacidade de traballo persoal, organizado e planificado
C16	Capacidade de autoaprendizaxe mediante a inquietude por buscar e adquirir novos coñecementos, potenciando o uso das novas tecnoloxías da información
C17	Capacidade para enfrontarse a novas situacións
C18	Habilidades comunicativas e claridade na exposición oral e escrita
C21	Capacidade de realizar probas, ensaios e experimentos, analizando, sintetizando e interpretando os resultados

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences / results		
Ability to define and solve the problem of optimal design of structures, by applying methods of linear and nonlinear programming to different structural types, including also sensitivity analyses and implementation in computer codes.	AC1	BC1	CC1
	AC7	BC2	CC2
	AC8	BC3	CC3
	AC9	BC5	CC6
	AC19	BC6	CC8
		BC7	CC9
		BC8	CC11
		BC9	CC12
		BC11	CC13
		BC12	CC14
		BC13	CC15
		BC18	CC16
		BC19	CC17
			CC18
			CC21

Contents	
Topic	Sub-topic



Introduction to optimum design	<p>Conventional design methods.</p> <p>Concepts associated with design: Fixed and variable factors. The quality of design.</p> <p>Formulation of the optimum design: Design variables. Design constraints. Objective functions.</p> <p>Historical evolution of optimal design.</p> <p>Application of Kuhn-Tucker conditions.</p> <p>Optimization of simple elements.</p>
Linear programming	<p>Simplex method: Primal and dual formulation</p> <p>Limit analysis of structures formulated as linear programming problems</p> <p>Prestressed concrete design by linear programming</p>
Unconstrained optimization	<p>Extrema of single variable functions.</p> <p>Extrema of n-variable functions.</p> <p>Zero order methods: Conjugate directions method</p> <p>First order methods: Gradient-based methods</p> <p>Second order methods: Newton method</p>
Constrained optimization	<p>Penalty methods</p> <p>Method of feasible directions</p> <p>Sequence of linear problems</p> <p>Sequence of quadratic problems</p>
Sensitivity analysis	<p>Sensitivity analysis: Order and types</p> <p>Direct methods</p> <p>Adjoint variable methods</p> <p>Sensitivity analyses of stresses</p> <p>Sensitivity analyses of displacements</p> <p>Sensitivity analyses of truss structures</p> <p>Sensitivity analyses of frames</p>
Computer codes of structural optimization. Structural applications	<p>Introduction to MSC/Nastran Sol 200</p> <p>Applications of structural optimization</p>

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	Student?s personal work hours	Total hours
ICT practicals	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	10	7.5	17.5
Guest lecture / keynote speech	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	15	30	45



Supervised projects	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	0	15	15
Objective test	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	2	0	2
Problem solving	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	15	15	30
Personalized attention		3	0	3

(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

Methodologies	
Methodologies	Description
ICT practicals	Students solve problems of structural optimization using computer codes in the Laboratory of Structural Analysis.
Guest lecture / keynote speech	The lecturer explains the theoretical concepts of each of the topics of the subject through lectures supported by lecture notes
Supervised projects	Students prepare projects that apply and demonstrate knowledge of computer codes for structural optimization.
Objective test	Written exam where students must demonstrate that they have successfully acquired knowledge of the subject. The exam consists of theoretical and practical exercises.
Problem solving	The lecturer solves practical problems that develop the theoretical concepts of each topic. Students must deliver solutions to additional exercises proposed by the teacher.

Personalized attention	
Methodologies	Description
ICT practicals	Students receive individual attention to solve the issues raised during the practical sessions in the Laboratory of Structural Analysis.

Assessment			
Methodologies	Competencies / Results	Description	Qualification



Supervised projects	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	Students submit course work proposed by the teacher, where they apply and demonstrate knowledge of computer codes for structural optimization. The delivery of this work is indispensable for passing the subject, both through continuous assessment and by passing the final exam.	50
Problem solving	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	Students must deliver the solutions of the exercises proposed by the teachers to overcome the continuous assessment.	50
Objective test	A1 A7 A8 A9 A19 B1 B2 B3 B5 B6 B7 B8 B9 B11 B12 B19 B13 B18 C1 C2 C3 C6 C8 C9 C11 C12 C13 C14 C15 C16 C17 C18 C21	Written exam where students must demonstrate that they have successfully acquired knowledge of the subject. The exam consists of theoretical and practical exercises. Students who pass the continuous assessment should not do it.	100

Assessment comments

The subject can be passed in two ways: by continuous assessment or passing an objective test.

Continuous assessment Students who choose continuous assessment must attend class regularly and deliver the solution of practical problems and course work within the deadlines set by the instructors. The final grade will be the 50% average between exercises and the supervised project.

Objective test Students who fail the continuous assessment should make an objective test and also deliver the supervised project before the official date for the realization of the objective test. The final grade is the weighted average of 80% to the rating of the objective test and 20% to the rating of the supervised project.

Sources of information

Basic	<ul style="list-style-type: none"> - Hernández Ibáñez, S. (1990). Métodos de diseño óptimo de estructuras. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Hernández Ibáñez, S. y Fontán Pérez, A. (2002). Aplicaciones industriales del diseño óptimo. ETSICCP. Universidade da Coruña - Arora, J. S. (2011). Introduction to optimum design. Oxford: Academic Press - Belegundu, A. y Chandrupatla, T. R. (2011). Optimization concepts and applications in engineering. New York: Cambridge University Press - Vanderplaats, G. N. (2007). Multidiscipline design optimization. Monterey: Vanderplaats Research & Development - Haftka, R. T. y Gürdal, Z. (1991). Elements of structural optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
Complementary	

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Subjects that continue the syllabus



Other comments

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.