Guia docent
820450 - CMAM - Aplicacions de Mecànica Computacional

Última modificació: 25/07/2016

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 737 - RMEE - Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).

Curs: 2016 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: DANIEL DI CAPUA

Altres: DANIEL DI CAPUA - JOSEP MARIA CARBONELL PUIGBO

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Transversals:
1. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura utilitza la metodologia expositiva en un 50%, el Treball individual en un 35%, el Treball en grup (cooperatiu o no) en un 15% i l'aprenentatge basat en projectes.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

El curs està especialment dirigit a aquells interessats en l'anàlisi i el disseny en la mecànica de sòlids, en el sentit més ampli de la definició. El Mètode dels Elements Finits (MEF) conceptes explicats en el curs, per tant aplicable l'anàlisi de les estructures en obres d'enginyeria civil, edificis i construccions històriques, components i peces mecàniques estructurals en enginyeria de l'automoció, naval i aeroespacial, entre altres moltes aplicacions.

S'han considerat els següents objectius generals:

1. Introducció als conceptes bàsics de la resolució de problemes de mecànica de sòlids amb el MEF.
2. Adquisició d'un vocabulari específic per el MEF.
3. Capacitat per a llegir, interpretar correctament i entendre textos, figures i taules en la literatura tècnica relacionada amb el MEF.
4. Capacitat per utilitzar software bàsic del MEF.
5. Adquirir coneixements bàsics de la literatura i la capacitat de realitzar busques bibliogràfiques relacionades amb l'àmbit del MEF.
6. Conèixer fonts d'informació, institucionals i privades, relacionades amb el MEF.
7. Capacitat per l'aprenentatge autònom per resoldre problemes en l'àmbit del MEF.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores activitats dirigides	15,0	10.00

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	10.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

-TEMA 1: INTRODUCCIÓ AL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS EN LA MECÀNICA DE SÒLIDS

Descripció:
¿Què es el mètode dels elements finits? Mètodes analítics i numèrics. ¿Què es un element finit? Modelat estructural i anàlisi d'elements finits. Sistemes discrets. Estructures de barres. Muntatge directe de la matriu de rigidesa global. Derivació de les equacions matricials d'equilibri d'una barra aplicant el principi dels treballs virtuals. Derivació de les equacions matricials d'equilibri a través d'una barra aplicant el principi de la mínima energia potencial total. Pòrtics plans. El tractament dels desplaçaments prescrits i el càlcul de les reaccions. Introducció al mètode dels elements finits per el anàlisi estructural. El valor dels càlculs d'elements finits per el disseny estructural i la verificació.

Objectius específics:
Conèixer els primers conceptes del model estructural i computacional. Conèixer els passos bàsics de l'anàlisi matricial d'estructures de barres. Ser capaç d'entendre la relació entre el MEF i la metodologia d'anàlisi en l'anàlisi matricial d'estructures. Conèixer i ser capaç d'entendre clarament el concepte de divisió d'una estructura en diferents elements, l'ensemblament de les equacions d'equilibri global a partir de la contribució dels elements individuals.

Activitats vinculades:
1- Generació de geometries amb GiD. Part 1.

-TEMA 2: ELEMENTS FINITS DE BARRA UNIXIALS

Descripció:
Introducció. Barres uniaxials. Barres uniaxials de secció transversal constant. Discretització amb un element de barra uniaxial lineal. Derivació de les equacions discretizades per la interpolació del camp de desplaçaments globals. Barres uniaxials de secció transversal constant. Discretització amb dos elements de barra uniaxial lineal. Generalització de la solució amb N elements de barra uniaxial lineal. L'extrapolació de la solució de dues malles diferents. Formulació matricial de les equacions dels elements. Resum dels passos per l'anàlisi d'una estructura amb el MEF.

Objectius específics:
Conèixer i ser capaç de comprendre la formulació d'elements finits per l'anàlisi de barres uniaxials amb elements de la barra unidimensionals (1D). Conèixer i ser capaç d'aplicar els ingredients clau del MEF, com la discretització, la interpolació, les funciones de forma, la integració numèrica de la matriu de rigidesa i l'equivalent vector nodal per l'element de força.

Activitats vinculades:
2- Generació de geometries amb GiD. Part 2.

-TEMA 3: ELEMENTS FINITS AVANÇATS DE BARRA UNIXIALS I REQUERIMENTS PER LA SOLUCIÓ NUMÈRICA

Descripció:
Introducció. Elements C0 unidimensionals. Elements lagrangians. Formulació isoparamètrica formulació i integració numèrica. Integració numèrica. Passos per el càlcul de les matrius i els vectors d'un element de barra isoparamètrics. Organització bàsica d'un programa d'elements finits. Selecció del tipus d'element. Requisits per la convergència de la solució. Avaluació de les necessitats de convergència. Altres requisits en l'aproximació numèrica mitjançant elements finits: el test de la parcel·la. Algunes observacions sobre la compatibilitat i l'equilibri de la solució. Requisits de convergència dels elements isoparamètrics. Tipus d'errors en la solució per elements finits. Observacions finals.

Objectius específics:
Conèixer i ser capaç d'aplicar altres conceptes generals, tals com el test de parcel·la, les condiciones per la convergència de la solució dels elements finits, els tipus d'errors, la integració numèrica.

Activitats vinculades:
3- Generació de malles amb GiD. Part 1.
4- Generació de malles amb GiD. Part 2.

-TEMA 4: SÒLIDS BIDIMENSIONALS

Descripció:
Introducció. Teoria de la elasticitat bidimensional. Formulació d'elements finits. Element triangular de 3 nodes. Elements rectangulars de 4 nodes. El rendiment del triangle de 3 nodes i el rectangle de 4 nodes . Derivació de les funcions de forma en els elements bidimensionals. Elements lagrangians rectangulars. Elements serendípits rectangulars. Funcions de forma per elements triangulars classe C0 continus. Càlcul analític de les integrals en rectangles i triangles de costats rectes. El rendiment general dels elements triangulars i rectangulars. Millora dels elements 2D utilitzant graus de llibertat rotacionals. Elements quadrilàters isoparamètrics. Elements triangulars isoparamètrics. Integració numèrica en dues dimensions. Integració numèrica de les matrius i vectores elementals. Programació per ordenador de les K(e) i f (e) (rigidesa i forces elementals). Els punts òptims per el càlcul de deformacions i les tensions. La selecció de l'ordre de la quadratura d'integració. Desenvolupament pràctic dels elements isoparamètrics en sòlids 2D. El test de la parcel·la en elements de sòlid. Aplicacions. Observacions finals.

Objectius específics:
Conèixer i ser capaç d'entendre els conceptes bàsics de la mecànica de sòlids sota les hipòtesis d'elasticitat en 2D. Conèixer i ser capaç d'aplicar les idees fonamentals de la formulació de l'element triangular de 3 nodes. Conèixer la forma explícita de la matriu de rigidesa de l'element i el vector de forces nodals equivalents. Conèixer la derivació de les funciones de forma dels elements sòlids 2D de forma rectangular i triangular amb els diferents ordres d'aproximació. Ser capaç d'entendre que les expressions resultants de les funcions de forma són aplicables a elements sòlids axisimètrics, així com per elements de placa i molts elements de superfície. Conèixer la formulació d'elements sòlids 2D de forma arbitraria (es a dir, elements quadrilàter irregular i triangular amb costats rectes o corbats), utilitzant la formulació isoparamètrica i la integració numèrica. Conèixer i ser capaç d'entendre les idees essencials de l'organització d'un programa d'ordenador genèric sobre el MEF aplicable als elements de diferent forma i ordre d'aproximació.

Activitats vinculades:
5- Exemples de Sòlids 2D. Part 1.
6- Exemples de Sòlids 2D. Part 2.
7- Exemples de Sòlids 2D. Part 3.

-TEMA 5: SÒLIDS AXISIMÈTRICS

Descripció:
Introducció. Formulació d'elements finits. Triangle de tres nodes amb simetria axial. Altres elements de sòlid axisimètrics rectangulars o triangulars de costats rectes. Elements de sòlid axisimètrics isoparamètrics. Analogies entre les formulacions d'elements finits per elasticitat plana i sòlids amb simetria axial. Exemples d'aplicació. Observacions finals.

Objectius específics:
Ser capaç d'aplicar els conceptes explicats en els dos capítols anteriors, com la derivació de les funcions de forma, la formulació isoparamètrica i la integració numèrica. Discutir diverses aplicacions de sòlids amb simetria axial i estructures.

Activitats vinculades:
8- Exemples de Sòlids Axisimètrics. Part 1.
9- Exemples de Sòlids Axisimètrics. Part 2.

-TEMA 6: SÒLIDS TRIDIMENSIONALS

Descripció:
Introducció. La teoria bàsica. Formulació d'elements finits. Tetraedre de 4 nodes. Altres elements sòlids 3D. Prismes rectes. Tetraedres de costats rectes. Càlcul de les integrals elementals. Elements isoparamètrics 3D. Integració numèrica. La integració numèrica de les matrius dels elements. Desenvolupament pràctic dels elements de sòlid 3D. Exemples. Observacions finals.

Objectius específics:
Conèixer i ser capaç de comprendre la formulació d'elements sòlids 3D de formes tetraèdrica i hexaèdrica. Ser capaç d'adonar-se que els elements sòlids 3D permeten l'anàlisi d'elements finits de qualsevol estructura. Conèixer els detalls de la derivació de la matriu de rigidesa i el vector de forces nodals equivalents en el element tetraèdric de 4 nodes. Conèixer i ser capaç d'aplicar la formulació d'elements de sòlid 3D d'orde superior utilitzant la formulació isoparamètrica i la integració numèrica. Discutir de diverses aplicacions d'elements de sòlid 3D per un ampli ventall de problemes de mecànica de sòlids com les preses, edificis, construccions històriques i peces mecàniques.

Activitats vinculades:
10- Exemples de Sòlids 3D. Part 1.
11- Exemples de Sòlids 3D. Part 2.
12- Exemples de Sòlids 3D. Part 3.

-TEMA 7: TÒPICS ADDICIONALS

Descripció:
Introducció. Condicions de contorn amb recolzaments inclinats. Elements d'unió diferents. Restriccions en desplaçaments. Condensació nodal i subestructures. Simetria estructural. Estructures sobre recolzaments elàstics. Càlcul de tensions nodals. Estimació de l'error i mallat adaptatiu.

Objectius específics:
Conèixer i ser capaç de comprendre diversos temes d'interès general en l'anàlisi d'elements finits. Entre els quals s'inclouen el tractament dels suports inclinats, la mescla d'elements de diferents tipus, l'estudi de les estructures sobre recolzaments elàstics, l'ús de tècniques de sub-estructuració, els procediments per l'aplicació de restriccions en desplaçaments, el càlcul de les tensions en els nodes i els conceptes bàsics sobre estimació d'errors i estratègies de refinament adaptatiu de malla.

Activitats vinculades:
13- Treball en el Projecte Final. Part 1.
14- Treball en el Projecte Final. Part 2
15- Treball en el Projecte Final. Part 3

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Controles parcials: 30%
Pràctiques: 35%
Últim control: 35 %

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Oñate, E. Structural analysis with the finite element method : linear statics, vol. 1, Basis and solids. Barcelona: CIMNE; [London] : Springer, 2009. ISBN 9781402087325.

Complementària:
- Bathe, K. J. Finite element procedures. [s.l.]: l'autor, 2006. ISBN 9780979004902.