

# Guia Docent

# 09/10

## Facultat de Matemàtiques i Estadística

### Màster en Matemàtica Aplicada

Curs V. Neumann



1903-1957



*fMe*

Facultat de Matemàtiques  
i Estadística

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA



f<sub>ME</sub>

Màsters

Facultat de Matemàtiques  
FME i Estadística

Català - Castellano - English

Informació General

MMA

- .. Introducció
- .. Objectius
- .. Pla d'estudis
- .. Assignatures
- .. Branques
- .. Calendaris i horaris

MEM

MEIO UPC-UB

PREINSCRIPCIÓ

MATRÍCULA

Realitzar una consulta

**MMA(Màster en Matemàtica Aplicada)**

L'objectiu principal d'aquest màster és iniciar els estudiants en temes de recerca puntera dins diferents àrees de la Matemàtica Aplicada, com són l'Àlgebra i Geometria, Matemàtica discreta i Algorítmica, Equacions en Derivades Parcial, Sistemes Dinàmics, Control i Modelització.

És coneguda la importància de la Matemàtica Aplicades dins l'entorn científic i tècnic, ja que constitueix un suport indispensable en el progrés de les altres ciències. Així, aquest màster, aprofitant les especials característiques d'una Universitat Politècnica, abordarà totes aquestes àrees tant des d'un punt de vista teòric com interdisciplinari i pràctic.

La FME ofereix aquest màster amb una periodicitat anual. Es tracta d'un màster presencial que té una durada 120 crèdits ECTS (2 anys).

Per a més informació, podeu adreçar-vos aquí [direccio.MMA.fme@upc.edu](mailto:direccio.MMA.fme@upc.edu)

**Objectius**  
**Pla d'estudis**

Darrera actualització ( Tuesday, 31 March 2009 )

[ Enrera ]

f<sub>Mε</sub>

Màsters

Facultat de Matemàtiques  
i Estadística  
FME

Català - Castellano - English

Informació General

MMA

- == Introducció
- == Objectius
- == Pla d'estudis
- == Assignatures
- == Branques
- == Calendaris i horaris

MEM

MEIO UPC-UB

PREINSCRIPCIÓ

MATRÍCULA

Realitzar una consulta

### MMA - Objectius

L'objectiu final del Màster de Matemàtica Aplicada consisteix en formar els estudiants en les competències següents:

1. **Treballar en equips.** Capacitat en treballar en equips interdisciplinars que poden incloure: economistes, informàtics, enginyers, físics, i tecnòlegs en general.
2. **Impartir docència.** Capacitat en impartir docència a nivell universitari.
3. **Comprensió d'articles.** Capacitat en llegir i entendre un article d'alt nivell científic de matemàtiques, com els que hom pot trobar en revistes científiques de reconeixement internacional.
4. **Recerca.** Capacitat en recerca, tant en la producció de nous coneixements com en la seva transmissió. Concretament:
  - Escriure articles on es divulguin els resultats de la pròpia recerca.
  - Fer exposicions amb claredat i síntesi dels resultats.
5. **Obtenir resultats.** Capacitat en obtenir resultats dins les matemàtiques més teòriques així com en el tractament rigorós de problemes originats en les demés ciències i la tecnologia.

Darrera actualització ( Wednesday, 17 May 2006 )

[ Enrera ]

f<sub>Mε</sub>

Màsters

Facultat de Matemàtiques  
i Estadística  
FME

Català - Castellano - English

	<b>MMA - Pla d'estudis</b>
Informació General	
MMA	L'estudiant haurà de cursar 120 crèdits, en dos anys, dels quals...
<ul style="list-style-type: none"> <li>** Introducció</li> <li>** Objectius</li> <li>** Pla d'estudis</li> <li>** Assignatures</li> <li>** Branques</li> <li>** Calendaris i horaris</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 seran crèdits obtinguts en cursar les assignatures pròpies del màster o, si s'escau, correspondran a matèries convalidades o a assignatures d'altres màsters autoritzades en cada cas individual.</li> <li>• 30 correspondran a un treball dirigit de final de màster que es farà preferentment en col·laboració amb un departament intern o extern a la UPC o amb una empresa o institució externa.</li> </ul>
MEM	<b>Estructura</b>
MEIO UPC-UB	L'estructura del màster contempla una primera fase de formació de caràcter transversal, constituïda per un bloc d'assignatures anomenades fonamentals. La segona fase, es ramifica segons especialitzacions i és constituïda pel bloc d' assignatures de desenvolupament i pel bloc d'assignatures complementàries. La darrera fase del màster consisteix en la realització d'un treball dirigit, anomenat <b>treball de fi de màster</b> .
PREINSCRIPCIÓ	Aquesta tesina es podrà fer en un departament de la UPC, tant de matemàtiques com tecnològic, o en una empresa on el coneixement matemàtic adquirit pugui ser utilitzat. El treball podrà ser l'estudi i l'aprofundiment en un tema ja conegut o, eventualment, podrà consistir en una nova aportació en la recerca.
MATRÍCULA	No hi ha cap assignatura del màster obligatòria per tots els estudiants, però per accedir a cada branca d'especialització és requisit imprescindible haver cursat certes assignatures d'entre les fonamentals. Haver fet com a part del grau aquestes assignatures requerides podrà permetre l'accés directe a una especialització.
Realitzar una consulta	També es pot obtenir el títol de màster sense especialització amb la supervisió corresponent.
	Així, durant el primer any l'estudiant haurà de cursar 60 crèdits entre assignatures fonamentals i de desenvolupament, i el segon any 30 crèdits d'entre assignatures de desenvolupament i complementàries. Finalment, en el segon quadrimestre del segon any, l'estudiant obtindrà 30 crèdits per la realització del treball de final de màster.
	<b>Especialitzacions</b>
	La segona part del màster es ramifica segons quatre grans línies d'especialització:
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Àlgebra i Geometria</li> <li>2. Matemàtica Discreta i Algorítmica</li> <li>3. Modelització, Mètodes Numèrics i Equacions en Derivades Parcial</li> <li>4. Sistemes Dinàmics, Control i Modelització</li> </ol>
	Per tal d'assolir una d'aquestes especialitzacions caldrà:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver cursat el nombre indicat de crèdits d'entre les assignatures fonamentals que per a cada especialització s'especifiquen més endavant o, si s'escau, matèries convalidades. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haver cursat un mínim de 20 ECTS de les assignatures de desenvolupament, de l'especialització o de les complementàries.</li> </ul> </li> <li>• Completar satisfactòriament el treball dirigit que es fa en la fase final del màster i té assignats 30 ECTS.</li> </ul>
	Per obtenir el títol de màster sense especialització l'itinerari de l'estudiant haurà d'estar supervisat i aprovat.
	Darrera actualització ( Tuesday, 21 April 2009 )
	[ Enrera ]

## 10022 - AABS - ÀLGEBRA ABSTRACTA

Unitat responsable:	200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix:	726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV
Curs:	2009
Titulació:	ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 1992). (Unitat docent Optativa) DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa) LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Obligatòria)
Crèdits ECTS:	6
Idiomes docència:	Català

### Professors

Responsable:	QUER BOSOR, JORDI
Altres:	FITE NAYA, FRANCESC / GUARDIA RUBIES, JORDI

### Metodologies docents

#### Teoria:

Enunciat i demostració dels resultats. Els temes comencen amb l'axiomàtica que defineix l'estructura abstracta que s'estudia i progressivament s'arriba a la demostració dels resultats fonamentals.

#### Problemes:

Atès el caràcter eminentment abstracte de l'assignatura, alguns dels problemes requereixen la guia del professor. En tot cas, es fomentarà la participació màxima dels estudiants en la resolució dels problemes proposats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En aquesta assignatura es pretén que l'estudiant es familiaritzi amb les estructures bàsiques de l'àlgebra. El curs comença amb l'estudi dels grups, que tindran un paper destacat a tota la resta del curs, els anells i els cossos. A continuació, hi ha el tema central del curs: les equacions polinòmiques en una variable i la teoria de Galois.

#### Capacitats a adquirir:

- \* Treballar amb mètodes diversos per obtenir informació, parcial o total, sobre el reticle de subgrups d'un grup.
- \* Familiaritzar-se amb l'estructura de  $K[x]$  com a anell euclidià.
- \* Calcular de manera eficient resultants i discriminants.
- \* Fer explícita la correspondència de Galois per a polinomis cúbics i quàrtics.

## 10022 - AABS - ÀLGEBRA ABSTRACTA

### Continguts

#### Grups

Descripció:

Conceptes bàsics. Subgrups normals. Teoremes d'isomorfisme. Grups simètric i alternat. Grups simples. Simplicitat de l'alternat. Grups resolubles. Teorema de Jordan-Hölder. Grups que operen en un conjunt. Accions per translació i conjugació. Representacions de permutació. p-grups. Teoremes de Sylow. Aplicacions.

#### Anells

Descripció:

Divisibilitat. Anells factorials, principals, euclidians. Polinomis sobre anells factorials. Polinomis simètrics. Teorema fonamental. Discriminant i resultant.

#### Extensions de cossos

Descripció:

Extensions finites i algebraiques. Adjunció d'elements. Teorema de l'element primitiu. Cos de descomposició. Clausura algebraica. Extensions normals. Separabilitat.

#### Teoria de Galois

Descripció:

Grup de Galois. Teorema fonamental de la teoria de Galois. Grup de Galois d'un polinomi. Resolvents. Càlculs explícits. Arrels de la unitat. Extensions ciclotòmiques. Extensions cícliques. Equacions resolubles per radicals. Resolució per graus 2, 3 i 4. No-resolubilitat de l'equació general de grau 5. Aplicacions: construccions amb regla i compàs, els tres problemes clàssics. Constructibilitat de polígons regulars.

### Sistema de qualificació

L'avaluació ordinària consistirà en un examen parcial no alliberatori (30 %) i un examen final (70 %).

L'avaluació extraordinària constarà d'un únic examen.

### Capacitats prèvies

\* Les adquirides en l'assignatura Computació Algebraica.

## 10022 - AABS - ÀLGEBRA ABSTRACTA

### Bibliografia

#### Bàsica:

Fenrick, M. H.. Introduction to the Galois correspondence. Birkhäuser, 1992.

Rotman, J.. An introduction to the theory of groups. Springer-Verlag, 1995.

Rotman, J.. Galois Theory. Springer-Verlag, 1990.

Stewart, I.. Galois Theory. Chapman and Hall, 1989.

Xambó, S.; Delgado, F.; Fuertes, C.. Introducción al Álgebra (2 vols). Complutense, 1993.

#### Complementària:

Artin, E.. Teoría de Galois. Vicens-Vives, 1970.

Cohn, P.M.. Algebra (3 vols). John Wiley & Sons, 1989.

Edwards, H.. Galois Theory. Springer-Verlag, 1989.

Lang, S.. Algebra. Addison-Wesley, 1993.

Waerden, B.L. van der. Algebra (2 vols). Springer-Verlag, 1991.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

<http://www.kdnuggets.com/>

<http://www.cs.waikako.ac.nz>



## 48011 - ACOM - ÀLGEBRA COMMUTATIVA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: ALVAREZ MONTANER, JOSEP

### Metodologies docents

Teoria:

Les sessions de teoria consistiran en anar desenvolupant el temari de la teoria.

Problemes:

A les sessions de problemes els estudiants plantejaran els obstacles que han trobat en la resolució d'alguns dels problemes seleccionats de la llista.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El curs és una introducció a l'Àlgebra Commutativa

Capacitats a adquirir:

\* Coneixement d'un temari bàsic per al posterior desenvolupament en l'estudi i recerca en els camps de l'Àlgebra Commutativa i Computacional, Geometria Algebraica i Teoria de Nombres.

## 48011 - ACOM - ÀLGEBRA COMMUTATIVA

### Continguts

Anells i ideals.

Mòduls.

Anells i mòduls de fraccions.

Descomposició primària.

Dependència entera i valoracions.

Condicions de cadena.

Anells noetherians. Anells d'Artin.

Anells de valoració discreta i dominis de Dedekind.

Completacions.

Teoria de la dimensió.

## 48011 - ACOM - ÀLGEBRA COMMUTATIVA

### Sistema de qualificació

Assistència a classe i resolució de problemes. Treball de final de curs.

### Capacitats prèvies

\* Grau mitjà de la Llicenciatura de Matemàtiques.

### Bibliografia

Bàsica:

Atiyah, Michael Francis; MacDonald, I. G.. Introduction to commutative algebra.. Addison Wesley, 1969.

Reid, Miles. Undergraduate commutative algebra.. Cambridge U. Press, 1995.

Eisenbud, David. Commutative algebra with a view towards Algebraic Geometry.. Springer, 1995.

Kunz, Ernst. Introduction to commutative algebra and Algebraic Geometry.. Birkhauser, 1985.

Matsumura, Hideyuki. Commutative ring theory.. Cambridge, 1989.

## 11876 - AC - ÀLGEBRA COMPUTACIONAL

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: MONTES LOZANO, ANTONIO

Altres: QUER BOSOR, JORDI

### Metodologies docents

Teoria:

A les classes de teoria, a més de presentar i exposar els mètodes i les seves propietats, es faran exercicis i problemes.

Problemes:

A les sessions dedicades específicament a problemes, aquests seran exposats, en general, per un alumne al qual s'haurà assignat l'exposició, perquè s'exerciti també en l'exposició de resultats.

Pràctiques:

Es realitzaran unes vuit pràctiques en una sala de PCs, sobre diferents temes del curs.

Al final hi haurà una única pràctica puntuable, que consistirà en un treball que s'haurà d'entregar i presentar.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu de l'assignatura és l'estudi dels fonaments algebraics i els principals mètodes de resolució simbòlica dels sistemes d'equacions polinòmiques multivariades. La dificultat que comporta la no-existència de divisió euclidiana en l'anell dels polinomis de  $n$  variables ha fet que el seu estudi, tot i tenir gran utilitat pràctica, no s'hagi abordat amb èxit fins als anys seixanta.

\* Repassar i aprofundir els conceptes bàsics de l'àlgebra commutativa com ara els conceptes d'ideal, varietat, operacions amb aquests conceptes, parametritzacions, etc.

\* Conèixer els nous mètodes introduïts per Buchberger de les bases de Gröbner.

\* Comprovar el valor computacional dels nous mètodes algebraics i aprendre a fer-los servir amb ordinador.

\* Centrar-se en els algorismes i mètodes computacionals de l'àlgebra computacional, com ara la solució algebraica de sistemes polinòmics, el càlcul d'interseccions d'ideals, quocients, ideal de varietat, ideal radical, etc.

\* Conèixer les aplicacions més habituals dels mètodes computacionals.

\* Conèixer i saber utilitzar el llenguatge de programació Maple i les biblioteques de bases de Gröbner, per resoldre problemes d'àlgebra computacional.

\* Fomentar la creativitat i l'acostament a problemes de recerca en l'àrea d'àlgebra computacional.

\* Exercitar l'alumne en la preparació i la presentació oral i escrita d'un treball.

Capacitats a adquirir:

\* Aprendre els principals conceptes relacionats amb els sistemes d'equacions polinòmiques i els mètodes i algorismes basats en les bases de Gröbner.

## 11876 - AC - ÀLGEBRA COMPUTACIONAL

- \* Aprendre a resoldre sistemes d'equacions polinòmiques de forma algebraica i computacional.
- \* Conèixer els avantatges i els inconvenients dels mètodes algebraics vis a vis dels mètodes numèrics.
- \* Construir algorismes per fer operacions amb ideals (intersecció, quocient, diferència de varietats, determinació de l'ideal de varietat, etc.)
- \* Conèixer i saber utilitzar les llibreries de Maple de bases de Gröbner per resoldre problemes d'àlgebra computacional.
- \* Conèixer els recursos gràfics de Maple per representar corbes i superfícies, etc.
- \* Adquirir una cultura sobre aplicacions clàssiques dels mètodes computacionals com ara la robòtica, la demostració automàtica, els sistemes d'equacions polinòmiques, etc.
- \* Presentar un treball realitzat i presentar els resultats obtinguts en un problema concret d'àlgebra computacional.

# 11876 - AC - ÀLGEBRA COMPUTACIONAL

## Continguts

### Geometria, àlgebra i algorismes

**Descripció:**

Anells, ideals, dominis euclidiàns, PIDs, anells noetherians. Teorema de la base de Hilbert. UFDs i factorització única a  $K[x_1, \dots, x_n]$ . Varietats afins: varietat d'ideal i ideal de varietat. Correspondència ideals-varietats. Topologia de Zariski. Descomposició d'una varietat en irreductibles. Parametrització de varietats afins.

### Bases de Gröbner

**Descripció:**

Problemes que s'han de resoldre. Notacions. Ordres monomials a  $K[x_1, \dots, x_n]$ . Algorisme de divisió. Ideals de monomis i lema de Dickson. Teorema de les bases de Gröbner. Propietats. Bases minimal i reduïda. Determinació: algorisme de Buchberger. Primeres aplicacions. Millores de l'algorisme. Sízgies.

### Teoremes de l'eliminació i de l'extensió

**Descripció:**

Teorema de l'eliminació. Ideals d'eliminació. Shape lemma. Intersecció d'ideals. Quocient d'ideals. Pertinença a l'ideal radical. Descripció del teorema de l'extensió. Geometria de l'eliminació. Resultants i resultants generalitzades. Demostració del teorema de l'extensió. Aplicacions: punts singulars de corbes, envolupant d'una família de corbes.

### Nullstellensatz i conseqüències

**Descripció:**

Nullstellensatz de Hilbert. Teorema de la clausura de Zariski. Teoremes de la implicació polinòmica i racional. Algorismes d'implicitació. Quocient d'ideals.

### Aplicacions

**Descripció:**

Robòtica. Demostració automàtica. Bases de Gröbner amb paràmetres.

## 11876 - AC - ÀLGEBRA COMPUTACIONAL

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial no eliminadori de matèria i l'examen final a més de la pràctica. Els exàmens són de problemes i a la pràctica s'avaluarà el treball realitzat, les iniciatives dels alumnes, així com la presentació pública de resultats.

La nota final serà:

$$\max((\text{examen final} + \text{examen parcial})/2, \text{examen final}) * 0.8 + \text{pràctica} * 0.2$$

Per al cas de l'examen extraordinari, la nota es calcularà segons la fórmula següent:

$$\text{examen} * 0.8 + \text{pràctica} * 0.2$$

### Capacitats prèvies

\* Conèixer les nocions bàsiques i els conceptes fonamentals d'un curs bàsic d'àlgebra commutativa (anells, ideals, polinomis univariats, anell quocient, dominis factorials)

\* Tenir nocions bàsiques de programació i haver utilitzat alguna vegada algun programari matemàtic com Maple o Matlab.

\* Saber fer problemes d'àlgebra commutativa bàsica.

### Bibliografia

Bàsica:

Adams, W.; Lustaunau, Ph.. An introduction to gröbner bases. American Math Soc, 1994.

Becker, Th.; Weispfenning, V.. Gröbner bases. Springer, 1993.

Cox, D.; Little, J.; O'Shea, D.. Ideals, varieties and algorithms. Springer, 1997.

Cox, D.; Little, J.; O'Shea, D.. Using algebraic geometry. Springer, 2005.

Eisenbud, D.. Commutative algebra, with a view towards algebraic geometry. Springer, 1996.

Complementària:

Akritis, A.G.. Elements of computer algebra with applications. John Wiley & Sons, 1989.

Buchberger, B.; Collins, G.E.; Loos, R. (eds). Computer algebra : symbolic and algebraic computation. Springer, 1983.

Davenport, J.H.; Siret, Y.; Tournier, E.. Computer algebra. Academic Press, 1993.

Montes, A.. Apunts d'àlgebra computacional. SGCI, 2006.

Winkler, F.. Polynomial algorithms in computer al.. Springer, 1996.

## 34456 - ALG NC - ÀLGEBRA NO COMMUTATIVA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: BURILLO PUIG, JOSE  
Altres: VENTURA CAPELL, ENRIC

### Metodologies docents

Teoria:  
Les classes de teoria són tradicionals, amb els enunciats i demostracions dels teoremes fonamentals de la matèria.  
Problemes:  
Es resolen problemes relacionats amb els exemples vistos a classe, amb especial èmfasi sobre els casos més rellevants i difícils.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal de l'assignatura és introduir l'alumne en la teoria dels grups infinits no abelians, amb un èmfasi especial en els mètodes geomètrics adequats.

- \* La comprensió del <b>grup lliure no abelià</b> com a objecte central d'estudi, a partir del qual s'obtenen tots els altres grups com a quocient. En particular, el punt de vista topològic observant el grup lliure com a grup fonamental del bouquet de cercles, i els seus subgrups com a espais recobridors.
- \* L'estudi dels <b>mètodes geomètrics</b> utilitzables en l'estudi dels grups infinits. La introducció per part de Max Dehn de la geometria del pla hiperbòlic per a resoldre el problema de la paraula en temps lineal per als grups fonamentals de les superfícies de gènere més gran o igual que 2, fenomen generalitzat durant els anys 80 per M. Gromov en l'estudi dels <b>grups hiperbòlics</b>.
- \* La iniciació als mètodes geomètrics moderns en l'estudi dels grups infinits no abelians. Els <b>grafs i complexos de Cayley</b> com a objectes centrals mde la teoria geomètrica de grups, així com la seva classificació mitjançant quasi-isometries.

Capacitats a adquirir:



## 34456 - ALG NC - ÀLGEBRA NO COMMUTATIVA

### Continguts

#### Generalitats sobre grups

Descripció:

- Presentacions: generadors i relacions.
- Successions exactes curtes de grups. Producte directe i semidirecte.
- Productes lliures, amalgames i extensions HNN.
- Teoria de Bass-Serre. Grups actuant en arbres.

#### Grups lliures no abelians

Descripció:

- El grup fonamental d'un graf. Representació de subgrups per grafos.
- El reticle de subgrups: teorema de Nielsen-Schreier.
- Pull-back de grafos: càlcul d'interseccions i conjectura de Hanna Neumann.
- Elements primitius.
- El grup d'automorfismes d'un grup lliure.
- Algorisme i graf de Whitehead. Aplicacions.

#### Els problemes clàssics de Dehn

Descripció:

- Els problemes clàssics de Dehn: paraula, conjugació, isomorfisme.
- Els grups de superfície i l'algorisme de Dehn per a la resolució del problema de la paraula.
- Famílies de grups amb problema de la paraula resoluble: abelians, residualment finits, hopfians, cancel·lació petita.
- Grups amb problema de la paraula no decidible.

#### Grups des del punt de vista geomètric

Descripció:

- El graf i el complex de Cayley.
- Geodèsiques.
- Quasi-isometries.
- Grups hiperbòlics.
- Diagrames de van Kampen, funcions isoperimètriques i isodiamètriques.
- Aplicació al problema de la paraula.
- Altres invariants de quasi-isometria.

## 34456 - ALG NC - ÀLGEBRA NO COMMUTATIVA

### Famílies de grups interessants

#### Descripció:

- Grups nilpotents, grups de Heisenberg.
- Grups de Baumslag i Solitar.
- Grups linials.
- Grups de trenes.
- Grups de Thompson.

### Sistema de qualificació

Es demanarà a l'alumne que entregui dos problemes durant el quadrimestre, diferents dels resolts a classe. Al final del quadrimestre es podrà fer una exposició d'un tema relacionat o bé la presentació d'un treball.

### Capacitats prèvies

\* Un mínim coneixement de grups. El concepte de grup, subgrup i subgrup normal. Els grups són l'objecte d'estudi d'aquest curs, i encara que la majoria de conceptes són autocontinguts, un mínim coneixement dels objectes és desitjable.

\* Cert coneixement del grup fonamental d'un espai topològic. L'estudi dels grups des del punt de vista geomètric es basa naturalment en l'estudi dels espais (topològics, mètrics...) associats al grup. Per tant, la observació de l'espai que té un cert grup com a grup fonamental proporciona informació del grup. Tanmateix, si els alumnes no tenen aquest coneixement, es poden dedicar uns dies de classe a introduir-lo bàsicament.

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Short, H.; Riley, T.; Brady, N.. The geometry of the word problem. futur llibre a Birkhauser, 2007.
- Bridson, M.. The geometry of the word problem. Oxford University Press, 2002.
- Ghys, E.; Haefliger, A.; Verjovsky, A.. Group theory from a geometrical viewpoint. World Scientific, 1991.
- Epstein, D.B.A. ...[et al.]. Word processing in groups. Jones and Bartlett, 1992.
- Lyndon, R. Schupp, P.E.. Combinatorial group theory. Springer Verlag, 1977.

#### Complementària:

- Gersten, S.M.. Introduction to hyperbolic and automatic groups. AMS, 1999.
- Ghys, E. ; De la Harpe, P. Sur les groupes hyperboliques d'après M. Gromov. Birkhauser, 1990.

## 11875 - ALGO - ALGORÍSMICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 723 - LSI - Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: DIAZ CORT, JOSE  
Altres: MITSCHKE M, DIETER WILHELM

### Metodologies docents

Teoria:  
2.5 hores per setmana  
Problemes: 1.5h  
1.5 hores per setmana  
Pràctiques:  
No

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Donar les eines bàsiques per al disseny i l'anàlisi d'algorismes seqüencials.

- \* Donar les eines combinatòries necessàries.
- \* Resolució de recurrències.
- \* Algorismes per a grafs.
- \* Programació dinàmica.
- \* Cerca i classificació.
- \* Complexitat i intractabilitat.

Capacitats a adquirir:

- \* Coneixements bàsics d'algorismica

# 11875 - ALGO - ALGORÍSMICA

## Continguts

### Introduccio

Descripció:

Notacio asimptotica, complexitat d'algorismes. Metodes probabilistics a l'algorismia.

### Algorismes voraços

Descripció:

Arbre d'extensió minimal, motxilla 0-1, planificació de tasques amb un processador. Codis de Huffman.s de Huffman

### Programació dinàmica

Descripció:

Multiplicació de matrius, LCS, motxilla fraccional, PD sobre arbres, el problema del viatjant.

### Cerca i classificació

Descripció:

Quicksort, quicksort aleatori, quick-select, fites inferiors a l'ordenació per comparació. RADIX. Taules de dispersió i aplicacions.

### Heuristiques

Descripció:

Introduccio a les heuristiques de cerca local

### Complexitat

Descripció:

Tractabilitat i intractabilitat, les classes P, NP i NP-completa.

## 11875 - ALGO - ALGORÍSMICA

### Introduccio a la computacio quantica

**Descripció:**

El Qbit. La transformada de Fourier quantica i l'algorisme per a factoritzar.  
Criptografia quantica

-

### Complexitat aritmètica

**Descripció:**

Aritmètica modular, mcd, potències d'un element, algorisme de primalitat (Solovay-Rabin), el sistema RSA de criptografia.

#### Sistema de qualificació

Entrega problemes setmanals (25% de la nota)

Examen trimestral (25% de la nota)

Examen final (50% de la nota)

#### Capacitats prèvies

\* Anàlisi, Àlgebra, Probabilitat, Programació

#### Requisits

Calcul I, II; Informàtica I i II, Àlgebra Lineal, Computació Algebraica,  
Probabilitat i Estadística

#### Bibliografia

Bàsica:

Ferri, F.; Albert, J.; Martín, G.. Introducció a l'anàlisi i disseny d'algorismes. Universitat de València, 1998.

Cormen, T.. Introduction to algorithms. MIT Press, 2001.

Sedgwick, R.; Flajolet, P.. An introduction to Analysis of Algorithms. Addison-Wesley, 1996.

Complementària:

Sedgwick, R.. Algorithms in C++. Addison-Wesley, 1998.

Graham, R.; Knuth, D.; Patashnik, O.. Concrete Mathematics. Addison-Wesley, 1994.

Mitzenmacher, M.; Upfal, E.. Probability and computing: randomized algorithms and probabilistic analysis. Cambridge, 2005.

## 11865 - AAN - AMPLIACIÓ D'ANÀLISI

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: CABRE VILAGUT, XAVIER  
Altres: GONZALEZ NOGUERAS, MARIA DEL MAR

### Metodologies docents

**Teoria:**  
Classes de teoria amb l'exposició de conceptes nous i repàs d'altres ja estudiats en assignatures prèvies. Es farà èmfasi a explicar la relació entre conceptes i objectes aparentment diferents per a l'estudiant.

**Problemes:**  
Resolució de problemes d'una col·lecció proposada prèviament a l'alumne. Resolució d'alguns problemes pels alumnes.

**Pràctiques:**  
Els alumnes presentaran treballs sobre temes de la teoria de l'assignatura, ampliacions o aplicacions seves. Aquests treballs es podran fer en grups de dos alumnes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El curs tracta sobre les equacions en derivades parcials (EDP) de Laplace i de Poisson i de la transmissió de la calor i les seves relacions amb la teoria de probabilitats, l'anàlisi de Fourier, l'anàlisi funcional i el càlcul de variacions. Es presenten les nocions bàsiques de les funcions harmòniques i calòriques i les seves relacions amb camins aleatoris, propagació d'errors, distribucions gaussianes i el teorema central del límit. S'estudia la teoria bàsica de les sèries de Fourier i el seu ús en l'estudi de les equacions de la calor i d'ones. Es fa una introducció a l'anàlisi de funcionals convexes i al càlcul de variacions.

Capacitats a adquirir:

- \* Comprendre les relacions entre la teoria de funcions harmòniques, els camins aleatoris, el teorema central del límit en probabilitats, les distribucions gaussianes i l'equació de la calor.
- \* Comprendre i usar la teoria bàsica de sèries de Fourier i la seva relació amb les equacions de la calor i d'ones.
- \* Comprendre les nocions bàsiques de l'anàlisi convexa i del càlcul de variacions.
- \* Comprendre la relació entre el càlcul de variacions, la mecànica clàssica (sistemes hamiltonians) i l'equació del potencial (Laplace-Poisson).
- \* Comprendre les tècniques estudiades al curs i d'altres de la llicenciatura, com els teoremes d'existència (contracció, funció implícita, Riesz-Fréchet...) i els espais de Banach i de Hilbert, en ser aplicades a un problema concret: una EDP modelitzant un problema de reacció-difusió.

# 11865 - AAN - AMPLIACIÓ D'ANÀLISI

## Continguts

### Funcions harmòniques i calòriques

**Descripció:**

Repàs de les propietats bàsiques de l'operador de Laplace i de l'equació de la calor. Relació bàsica entre les funcions harmòniques i les calòriques amb la probabilitat d'escapar d'un domini, els camins aleatoris i la propagació d'errors. Relació amb les distribucions gaussianes i el teorema central del límit. Repàs del teorema de Riesz-Fréchet en anàlisi funcional i de la teoria espectral dels operadors compactes i simètrics (relació amb les sèries de Fourier i els problemes d'Sturm-Liouville).

### Anàlisi de Fourier

**Descripció:**

Sèries de Fourier per a funcions de quadrat integrable. Nocions d'espais de Banach: espais  $L^p$  i  $C^k, \alpha$ . Relació entre les sèries de Fourier i les propietats de regularitat (per exemple,  $C^k, \alpha$ ) de les funcions. Motivació i ús de l'anàlisi de Fourier en l'estudi de les equacions de la transmissió de la calor i d'ones.

### Anàlisi convexa i càlcul de variacions

**Descripció:**

Definició i propietats bàsiques de les funcions i funcionals convexos. Transformada de Legendre. Introducció al càlcul de variacions: primera i segona variació d'un funcional, minimització de funcionals convexos, multiplicadors de Lagrange. Exemples i aplicacions a la mecànica clàssica (sistemes hamiltonians) i a l'equació del potencial (Lagrange-Poisson).

### Aplicació: una EDP no lineal de reacció-difusió

**Descripció:**

Presentació d'un problema concret: una equació en derivades parcials el·líptica no lineal modelitzant un procés de reacció-difusió. Repàs del teorema de la funció implícita. Ús d'aquest teorema i de les tècniques d'anàlisi funcional i del càlcul de variacions per analitzar i resoldre el problema de contorn de reacció-difusió.

## Sistema de qualificació

Els alumnes poden optar per fer un treball final enlloc d'un examen. El treball presentat i la seva exposició a classe (o l'examen opcional) suposen el 60 % de la nota final.

El 40 % restant s'avalua a partir de les entregues i exposicions de problemes realitzades durant el curs.

## 11865 - AAN - AMPLIACIÓ D'ANÀLISI

### Capacitats prèvies

- \* Anàlisi real.
- \* Equacions diferencials (EDO i EDP).
- \* Topologia.

### Bibliografia

Bàsica:

Salsa, S.. Equazioni a derivati parziali. Springer-Verlag, 2004.

Evans, L.C.. Partial differential equations. American Mathematical Society, 1998.

Brezis, H.. Análisis funcional. Alianza Universidad Textos, 1984.

Gasquet, C.; Witomski, P.. Fourier analysis and applications. Springer-Verlag, 1999.



## 11284 - AGEO - AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: ALBERICH CARRAMIÑANA, MARIA

Altres: AMOROS TORRENT, JAUME

### Metodologies docents

**Teoria:**  
Es presenten els conceptes i resultats descrits al temari, acompanyats d'exemples i de les demostracions.

**Problemes:**  
Es proposa una llista de problemes que són assignats als estudiants. Aquests han de resoldre'ls pel seu compte i després exposar-los a la pissarra per a la classe. Es recomana que, a més dels problemes que tingui assignats, cada estudiant en faci d'addicionals.

**Pràctiques:**  
Els alumnes que optin per no fer examen hauran de presentar treballs d'avaluació continuada (màxim sis), que han de tractar sobre temes de la teoria de l'assignatura, ampliacions o les seves aplicacions. El treball final s'ha d'exposar a la pissarra per a la classe.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Introducció a la geometria algebraica mitjançant l'estudi d'aspectes locals, projectius i intrínsecs de les corbes planes projectives sobre el cos complex (superfícies de Riemann sobre el cos real).

Capacitats a adquirir:

- \* Estudi qualitatiu de sistemes d'equacions algebraiques: identificació de components irreductibles, punts singulars i llisos, cons tangents, punts de l'infinit, grau.
- \* Estudi local de corbes: parametrització de branques, càlcul de multiplicitat d'intersecció de corbes en un punt.
- \* Estudi projectiu (global) de corbes: càlcul dels punts d'intersecció de dues corbes, dessingularització de corbes mitjançant transformacions de Cremona.
- \* Estudi de la geometria intrínseca (propietats invariants per transformacions biracionals) d'una corba: aplicacions del teorema de Riemann-Roch.

## 11284 - AGEO - AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA

### Continguts

#### Generalitats sobre corbes algebraiques planes

**Descripció:**

Conjunts algebraics afins. Teorema dels zeros (Nullstellensatz) de Hilbert. Corbes afins i projectives. Components irreductibles. Punts simples i múltiples. Multiplicitat i con tangent en un punt.

#### Branques d'una corba en un punt

**Descripció:**

Sèries de potències fraccionàries. Teorema de Puiseux, sèries de Puiseux i factorització de l'equació. Parametrització de branques. Multiplicitat d'intersecció.

#### Interseccions de corbes planes

**Descripció:**

Resultant de dos polinomis en dues variables. Multiplicitat d'intersecció en termes de la resultant. Teorema de Bézout per a la intersecció de corbes planes. Caracterització axiomàtica de la multiplicitat d'intersecció. Primera i segona fórmules de Plücker.

#### Transformacions de Cremona

**Descripció:**

Sistemes lineals de corbes planes. Transformacions racionals i biracionals. Transformació d'una corba plana en una altra amb singularitats ordinàries.

#### Teorema AF + BG de Noether

**Descripció:**

Condicions locals i globals de Noether. Condicions suficients per a les condicions locals de Noether. Aplicacions: llei de grup sobre una cúbica plana no singular.

## 11284 - AGEO - AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA

### Divisors i sèries lineals

**Descripció:**

Superfície de Riemann d'una corba irreductible. Divisors, divisors principals, equivalència lineal, grau. Sèries lineals, estructura projectiva, dimensió. Sèries lineals completes. Complexa dels residus d'una sèrie lineal completa.

### Teorema de Riemann-Roch

**Descripció:**

Corbes adjuntes a una corba amb singularitats ordinàries. Teorema de la resta de Noether. Desigualtat de Riemann i gènere d'una corba. Fórmula del gènere. Diferencials sobre una corba. Divisor d'una diferencial, sèrie canònica. Índex d'especialitat d'un divisor. Teorema de Riemann-Roch i aplicacions: connexió i immersió canònica de la superfície de Riemann d'una corba irreductible; identificació de les corbes hiperel·líptiques i de les de gèneres baixos.

### Fórmula de Riemann-Hurwitz

**Descripció:**

Transformacions racionals entre corbes: fibra, grau i ramificació. Fórmula de Riemann-Hurwitz. Interpretació topològica del gènere. Aplicacions: corbes hiperel·líptiques.

### Sistema de qualificació

Els alumnes poden optar per l'avaluació mitjançant un examen final o mitjançant avaluació continuada.

La nota d'avaluació continuada es basarà en un 20 % en la resolució de problemes a la pissarra a la classe de problemes.

La resta de la nota d'avaluació continuada s'obtindrà a partir dels treballs que es proposaran per a aquesta finalitat durant el curs (segons es descriu a la secció de la metodologia docent). Aquests treballs tindran un fort component de treball personal en documentació bibliogràfica. A cada proposta de treball, s'exposaran clarament els requeriments mínims que ha de complir l'alumne i que li permetran aprovar l'assignatura, i es plantejarà, si s'escau, treball complementari per a l'alumne que vulgui aprofundir en el tema de treball.

El treball final s'ha d'entregar per escrit i se n'ha d'exposar un resum a la pissarra per a la classe. En aquesta exposició l'alumne haurà de plantejar el problema, exposar els resultats i anotar les idees que intervenen en la resolució.

# 11284 - AGEO - AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA

## Capacitats prèvies

- \* Àlgebra: conceptes d'anell commutatiu, ideal, i factorització en primers.
- \* Anàlisi complexa: coneixement de l'estructura local de les funcions holomorfes en una variable (desenvolupament en sèrie de potències, teorema de la funció inversa holomorfa, equacions de Cauchy-Riemann, principi del màxim).
- \* Topologia: conceptes de connexió i arc-connexió, classificació de les superfícies compactes connexes, homologia simplicial i singular.
- \* &lt

## Bibliografia

### Bàsica:

- Fulton, W.. Curvas algebraicas. Reverté, 1971.
- Walker, R.J.. Algebraic curves. Princeton University Press, 1950.
- Kirwan, F.. Complex algebraic curves. LMS, 1992.
- Seidemberg, A.. Elements of the theory of algebraic curves. Addison-Wesley, 1968.
- Casas Alvero, Eduardo. Singularities of plane curves. Cambridge University Press, 2004.

### Complementària:

- Reid, M.. Undergraduate commutative algebra. Cambridge University Press, 1995.
- Wall, C.T.C. Singular points of plane curves. Cambridge University Press, 2004.
- Coolidge, R.J.. A treatise on algebraic plane curves. Dover Publications, 1959.
- Brieskorn, E.; Knörrer, H.. Plane algebraic curves. Birkhäuser, 1986.
- Gunning, R.C.; Rossi, H.. Analytic functions of several complex variables. Prentice-Hall, 1965.

## 12804 - AMMF - AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA// GEOMETRIA DELS SISTEMES DINÀMICS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: GRACIA SABATE, FRANCESC XAVIER

### Metodologies docents

Teoria:  
S'hi introdueixen els conceptes i resultats fonamentals de l'assignatura, acompanyats d'alguns exemples.

Problemes:  
La realització dels problemes és una de les principals tasques dels estudiants.  
A classe es farà algun problema que presenti alguna dificultat especial.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Prenent com a base els cursos previs de física, càlcul i geometria rebuts pels estudiants, es fa un estudi detallat dels diferents formalismes de la mecànica clàssica. Aquest estudi es fa des d'una perspectiva geomètrica, independent de les coordenades, atès que l'espai de configuracions d'un sistema mecànic és, de manera natural, una varietat diferenciable. El nucli del curs és, doncs, l'estudi geomètric dels formalismes lagrangiana i hamiltoniana de la mecànica. Aquest es completa amb diversos complements matemàtics, principalment de geometria diferencial, i amb la revisió d'algun altre tema de física com ara l'espai-temps galileà o la relativitat especial.

A més de la presentació axiomàtica dels temes, la resolució de problemes constitueix una part essencial del curs, amb la qual es pretén consolidar els conceptes estudiats.

Més detalladament, els objectius són:

- \* Comprendre les formulacions lagrangiana i hamiltoniana de la mecànica i poder aplicar-les a la resolució de problemes mecànics.
- \* Conèixer les estructures geomètriques utilitzades en els formalismes lagrangiana i hamiltoniana.
- \* Conèixer alguns conceptes bàsics de la geometria riemanniana.
- \* Conèixer la descripció riemanniana de la mecànica de Newton.

Capacitats a adquirir:

# 12804 - AMMF - AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA// GEOMETRIA DELS SISTEMES DINÀMICS

## Continguts

### Mecànica newtoniana

Descripció:

Principis bàsics i estructura de l'espai-temps galileà.  
Cinemàtica i dinàmica.  
Constants del moviment.  
El problema dels dos cossos amb una força central.

### Connexions. Varietats riemannianes

Descripció:

Connexions en una varietat diferenciable.  
Derivació covariant.  
Torsió i curvatura d'una connexió.  
Derivació covariant al llarg d'un camí.  
Varietats pseudoriemannianes.  
La connexió de Levi-Civita.

### Mecànica en una varietat riemanniana

Descripció:

Equació de Newton.  
Forces conservatives.  
Sistemes amb lligams. Principi de D'Alembert.  
Equacions de Lagrange.

### Fibrats vectorials. Estructures canòniques dels fibrats tangent i cotangent.

Descripció:

Espais fibrats i espais fibrats vectorials.  
El fibrat tangent.  
Vectors tangents verticals. La derivada al llarg de la fibra.  
L'endomorfisme vertical i la involució canònica de  $T(TM)$ .  
Equacions diferencials de segon ordre.  
Les formes canòniques del fibrat cotangent.  
Aixecament de camps vectorials als fibrats tangent i cotangent.

## 12804 - AMMF - AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA// GEOMETRIA DELS SISTEMES DINÀMICS

### Càlcul variacional

Descripció:

Equació d'Euler-Lagrange.

Exemples i aplicacions.

Generalitzacions. Problemes d'ordre superior o amb diverses variables independents.

### Mecànica lagrangiana

Descripció:

Equació d'Euler-Lagrange.

Lagrangianes regulars.

Constants del moviment. Teorema de Noether.

Lagrangianes mecàniques i generalitzacions.

Lagrangianes singulars.

### Varietats simplèctiques

Descripció:

Varietats simplèctiques. Teorema de Darboux.

Camps vectorials hamiltonians i localment hamiltonians.

Parèntesi de Poisson.

Simplectomorfismes i transformacions canòniques.

### Mecànica hamiltoniana

Descripció:

Sistemes dinàmics hamiltonians.

Simetries. Teorema de Noether.

Formulació hamiltoniana de la mecànica lagrangiana.

Sistemes completament integrables. Teorema de Liouville.

## 12804 - AMMF - AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA// GEOMETRIA DELS SISTEMES DINÀMICS

El sòlid rígid.

Descripció:

Velocitat angular.

El tensor d'inèrcia.

Equacions d'Euler.

### Sistema de qualificació

La nota provindrà del resultat d'un examen final de l'assignatura, dels problemes corregits al llarg del curs i de l'exposició d'un tema de l'assignatura o de la realització d'un treball.

### Capacitats prèvies

\* A més de les assignatures bàsiques de primer i segon curs, cal un coneixement ampli de les assignatures d'Equacions Diferencials 1, Models Matemàtics de la Física i, especialment, Geometria Diferencial 2.

### Bibliografia

Bàsica:

Arnold, V.I.. Mathematical methods of classical mechanics. Springer-Verlag, 1989.

José, J.V.; Saletan, E.J.. Classical dynamics: a contemporary approach. Cambridge Univ. Press, 1999.

Scheck, F.. Mechanics: from Newton's laws to deterministic chaos. Springer-Verlag, 1994.

Girbau, J.. Geometria diferencial i relativitat. Pubs. UAB, 1993.

Complementària:

Abraham, R.; Marsden, J.E.. Foundations of mechanics. Addison-Wesley, 1978.

Liebermann, P.; Marle, C.M.. Symplectic geometry and analytical mechanics. D. Reidel, 1987.

Marsden, J.E.; Ratiu, T.S.. Introduction to mechanics and symmetry. Springer-Verlag, 1995.

Woodhouse, N.M.J.. Introducción a la mecánica analítica. Alianza Ed., 1990.



## 48027 - AEDP - AMPLIACIÓ D'EQUACIONS EN DERIVADES PARCIAIS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: VALENCIA GUITART, MARTA

### Metodologies docents

Teoria:

Classes de teoria complementades amb exemples. Es deixen alguns punts incomplets per tal que els estudiants els completin per ells mateixos i els entreguin al llarg del curs (voluntari).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu del curs és presentar els punts més importants dins de la teoria d'equacions en derivades parcials ampliant l'estudi fet en l'assignatura Equacions en Derivades Parciais.

Capacitats a adquirir:

## 48027 - AEDP - AMPLIACIÓ D'EQUACIONS EN DERIVADES PARCIAIS

### Continguts

#### Introducció

Descripció:

Repàs de les solucions explícites d'algunes EDP i propietats (transport, ones, calor, potencial).

#### Altres representacions de les solucions

Descripció:

Repàs del mètode de separació de variables, ones viatgeres, transformada de Fourier, pertorbació singular.

#### Lleis de conservació

Descripció:

Solucions dèbils, xocs, condició d'entropia.

#### Propietats qualitatives

Descripció:

Principis del màxim, regions invariants, estabilitat per linealització, funcionals de Liapunov.

### Sistema de qualificació

Resolució de les punts incomplets que s'han deixat a classe i presentació d'un treball a classe.

### Capacitats prèvies

\* Haver cursat l'assignatura d'Equacions en Derivades Parciais.

### Bibliografia

Bàsica:

Courant, R.; Hilbert, D.. Methods of mathematical physics. John Wiley & Sons, 1989.

Evans, L. C.. Partial differential equations. American Mathematical Society, 1998.

Peral, I.. Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales. Addison-Wesley, 1995.

Renardy, M.; Rogers, R.. An introduction to partial differential equations. Springer-Verlag, 1993.

Thoe, D. W.; Zachmanoglou, E. C.. Introduction to partial differential equations with applications. Dover Publications, 1986.

## 10026 - AF - ANÀLISI FUNCIONAL

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Obligatòria)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: CABRE VILAGUT, XAVIER  
Altres: GONZALEZ NOGUERAS, MARIA DEL MAR

### Metodologies docents

Teoria:  
Classes de teoria amb exemples i exercicis al llarg de la matèria.

Problemes:  
Classes de resolució de problemes d'una col·lecció d'exercicis proposats a l'alumne prèviament. Possibilitat de resolució d'alguns problemes per part dels alumnes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En aquesta assignatura es donen els resultats bàsics de l'anàlisi funcional lineal i se n'introdueixen algunes aplicacions. L'anàlisi funcional és la part de la matemàtica que estudia els espais vectorials topològics (principalment, els espais de funcions) i les aplicacions lineals contínues (operadors) entre ells. A causa de la seva importància en les aplicacions, l'atenció del curs se centra en els espais de Banach i de Hilbert i en els operadors compactes. Pel que fa a les aplicacions, s'estudien alguns espais de funcions importants, operadors diferencials i integrals i algunes qüestions referents a la teoria del senyal.

Capacitats a adquirir:

- \* Comprendre i usar la teoria d'espais normats.
- \* Comprendre i usar alguns teoremes clàssics fonamentals: Hahn-Banach, Banach-Steinhaus, aplicació oberta i gràfica tancada.
- \* Usar els operadors compactes, compactes autoadjunts, no lineals i de la teoria de Riesz-Frechet.
- \* Connectar les eines de l'anàlisi funcional amb altres matèries, com poden ser la topologia o les equacions en derivades parcials.
- \* Aplicacions: teoria del senyal, equacions en derivades parcials i equacions integrals.

## 10026 - AF - ANÀLISI FUNCIONAL

### Continguts

#### Espais normats

Descripció:  
Propietats. Espais de Banach. Exemples. Operadors lineals.

#### Espais de Hilbert

Descripció:  
Producte escalar. Teorema de la projecció. Dualitat. Bases ortonormals.

#### Dualitat

Descripció:  
Teorema de Hahn-Banach. Duals. Adjunts.

#### Operadors compactes

Descripció:  
Propietats. Espectre. Alternativa de Fredholm. Operadors compactes autoadjunts.  
Operadors compactes no lineals.

#### Aplicacions

Descripció:  
Espais de Sobolev. Aplicacions a les equacions en derivades parcials.  
Problemes de contorn. Funcions pròpies i descomposició espectral.

### Sistema de qualificació

Hi haurà una qualificació final provinent d'un examen parcial (no eliminatori de matèria) i un examen final. La nota s'obté de fer el màxim entre la nota de la prova final i  $0,3 * (\text{nota parcial}) + 0,7 * (\text{nota final})$ . La convocatòria extraordinària no conserva notes de proves anteriors.

# 10026 - AF - ANÀLISI FUNCIONAL

## Capacitats prèvies

- \* Anàlisi real.
- \* Topologia.
- \* Àlgebra.
- \* Algunes nocions d'equacions diferencials.

## Bibliografia

Bàsica:

Brézis, H.. Análisis Funcional. Alianza Editorial, 1984.

Rudin, W.. Functional analysis. McGraw-Hill, 1991.

Lang, S.. Real and Functional Analysis. Springer-Verlag, 1993.

Hirsch, F.; Lacombe, G.. Elements of functional analysis. Springer-Verlag, 1999.

## 11877 - AN - ANÀLISI NUMÈRICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: SARRATE RAMOS, JOSE  
Altres: SALA LARDIES, ESTHER

### Metodologies docents

Teoria:  
Presentació i anàlisi dels mètodes

Problemes:  
Desenvolupament, ampliació o aplicació a un cas acadèmic d'alguns dels aspectes presentats en les sessions teòriques

Pràctiques:  
Implementació i anàlisi experimental dels mètodes analitzats

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Introduir els fonaments de la resolució numèrica d'equacions en derivades parcials, mitjançant el mètode de diferències finites, per als models matemàtics clàssics de la física. Això permetrà estudiar amb rigor els temes inherents als mètodes en diferències i, a més, aprofundir des d'una perspectiva global en temes específics d'anàlisi numèrica: interpolació, mètodes iteratius per sistemes lineals, autovalors, etc. A més, es proporcionarà una sòlida base per a l'anàlisi numèrica d'esquemes en diferències per a la resolució de problemes no purament acadèmics.

Capacitats a adquirir:

- \* Coneixement de les tècniques bàsiques d'anàlisi per a la resolució numèrica de problemes de ciències aplicades i enginyeria descrits mitjançant equacions en derivades parcials.
- \* Visió general dels aspectes computacionals més importants que apareixen en la resolució numèrica de problemes descrits mitjançant equacions en derivades parcials.
- \* Familiarització amb la programació d'una de les tècniques més senzilles per a la simulació numèrica de problemes descrits mitjançant equacions en derivades parcials.
- \* Criteri per a l'anàlisi de resultats.

# 11877 - AN - ANÀLISI NUMÈRICA

## Continguts

### 1. Introducció i conceptes generals

**Descripció:**

Plantejament del problema: EDPs Lineals de 2n Ordre. Classificació dels problemes, aspectes fonamentals per a la seva resolució numèrica. Condicions de contorn. Operadors en diferències: definicions, propietats, aplicacions. Anàlisi de convergència, estabilitat i consistència.

### 2. Solució numèrica d'equacions parabòliques

**Descripció:**

Problema unidimensional amb coeficients constants. Sistemes d'equacions diferencials. Equacions amb coeficients no constants. Problema multidimensional, condicions de contorn. Equacions no lineals. Recapitulació i recomanacions.

### 3. Solució numèrica d'equacions el·líptiques

**Descripció:**

Plantejament de les equacions. Mètodes iteratius: mètodes clàssics, mètodes específics, acceleracions de convergència, acotacions analítiques de coeficients òptims, mètodes iteratius per a matrius no simètriques i no definides positives (mètodes de Krylov). Problemes de valors propis. Introducció als mètodes integrals per EDPs.

### 4. Solució numèrica d'equacions hiperbòliques

**Descripció:**

Mètode de les característiques. Mètode explícit. Mètodes implícits. Condicions de contorn per a dominis infinits. Mètodes específics per a equacions de primer ordre, concepte de ponderació a contracorrent.

## Sistema de qualificació

La nota final estarà determinada per l'examen final i els treballs pràctics que els estudiants han de realitzar al llarg del curs.

## Capacitats prèvies

- \* Coneixements bàsics de mètodes numèrics i d'equacions diferencials en derivades parcials.
- \* Coneixements bàsics de programació en llenguatges d'alt nivell.

# 11877 - AN - ANÀLISI NUMÈRICA

## Bibliografia

### Bàsica:

Ames, W. F.. Numerical methods for partial differential equations. Academic Press, 1992.

Evans, G.; Blackledge, J.; Yardley, P.. Numerical methods for partial differential equations. Springer-Verlag, 2000.

Hoffman, J.D.. Numerical methods for engineers and scientists. McGraw-Hill, 2001.

Mitchell, A. R.; Griffiths, D.F.. The finite difference method in partial differential equations. John Wiley & Sons, 1980.

Richtmyer, R.D.; Morton, K.W.. Difference methods for initial-value problems. Interscience Publishers, 1967.

### Complementària:

Golub, G.H.; Van Loan, C.F.. Matrix computations. John Hopkins University Press, 1996.

Hageman, L. A.; Young, D.M.. Applied iterative methods. Academic Press, 1981.

Press, W.H., et al.. Numerical recipes : the art of scientific computing. University Press, 1989.

Stoer, J.; Bulirsch, R.. Introduction to numerical analysis. Springer-Verlag, 1993.

Trefethen, L.N.; Bau III, D.. Numerical linear algebra. SIAM, 1997.



# 11878 - ASTRO - ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE // MECÀNICA CELEST I ASTRODINÀMICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística

Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I

Curs: 2009

Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)

Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

## Professors

Responsable: MASDEMONT SOLER, JOSEP JOAQUIM

Altres: OLLE TORNER, MERCEDES

## Metodologies docents

Teoria:

A les classes de teoria es desenvoluparà el temari i s'hi inclouran exemples. També es donarà i dirigirà un treball pràctic normalment basat en algun article o llibre especialitzat.

Problemes:

A les sessions de problemes els estudiants treballaran i presentaran per grups els problemes de la llista i també se'ls assignarà un treball pràctic.

Pràctiques:

Els treballs pràctics de manera usual els faran els alumnes fora d'hores de classe. També però es dedicaran algunes hores de les classes teòriques i de problemes a presentacions, posades en comú o comentaris de dubtes en general.

L'assignatura també s'intentarà complementar amb alguns coneixements d'astronomia general i esfèrica, per la qual cosa es mirarà d'organitzar una sessió en algun planetari.

## Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El curs és una introducció a la mecànica celeste i a l'astrodinàmica, en sintonia amb altres matèries afins com la teoria qualitativa d'equacions diferencials ordinàries. Es presenten les eines bàsiques que permeten estudiar els problemes fonamentals del moviment de diversos cossos. Es fa un èmfasi especial en les aplicacions, per la qual cosa s'introdueixen i analitzen temes relacionats amb l'astrodinàmica, com la determinació d'òrbites keplerianes, les transferències entre òrbites i l'estudi del moviment de satèl·lits artificials.

- \* Que l'alumne adquireixi coneixement sobre el moviment de partícules subjectes a l'atracció gravitatòria.
- \* Que l'alumne distingeixi els diferents tipus d'òrbites, enteses com a moviments naturals, que es poden tenir en diferents entorns o sota referències determinades.
- \* Comprendre com són les òrbites a partir dels seus elements orbitals i quin ús se'n pot fer. Aprendre les diferents definicions d'angles associats que s'usen.
- \* Adquirir el coneixement bàsic del model restringit de tres cossos. Punts de llibració, corbes de velocitat zero, òrbites periòdiques...
- \* Entendre les limitacions bàsiques sobre la navegació pel sistema solar.

- \* Adquirir nocions de mecànica hamiltoniana amb aplicació directa a la mecànica celeste.
- \* Saber quines són les perturbacions bàsiques que afecten les òrbites al voltant de la Terra i quins efectes produeixen.

## 11878 - ASTRO - ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE // MECÀNICA CELEST I ASTRODINÀMICA

Capacitats a adquirir:

- \* Entendre i aplicar de manera explícita els diferents canvis de coordenades que apareixen en la mecànica celeste i en l'astrodinàmica.
- \* Aprendre a determinar trajectòries i a calcular-ne transferències en diferents models.
- \* Tenir nocions sobre la mesura del temps i conèixer les definicions i relacions entre diferents mesures angulars.
- \* Distingir resultats realistes de resultats erronis.
- \* Saber fer càlculs, i en general saber treballar, en camps vectorials donats per equacions diferencials ordinàries.
- \* Treballar en equip per resoldre problemes complexos.
- \* Començar a entendre articles de revistes especialitzades sobre el tema.

# 11878 - ASTRO - ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE // MECÀNICA CELEST I ASTRODINÀMICA

## Continguts

### El problema de camp central i el problema de dos cossos

**Descripció:**

Equacions del problema de dos cossos i de camps centrals en general. Anàlisi dels diferents tipus de moviment. Les anomalies mitjana, vertadera i excèntrica. L'equació de Kepler. El moviment a l'espai i els elements orbitals. Temps sideri, temps solar i temps dinàmic. Determinació d'òrbita. El problema de Lambert. Transferència entre òrbites.

### El problema de n cossos

**Descripció:**

Formulació del problema i les equacions del moviment del problema de n cossos. Les deu integrals clàssiques. Alguns problemes sobre integrabilitat. Solucions particulars del problema de n cossos. Configuracions centrals. El teorema del col·lapse total de Sundman.

### El problema restringit de tres cossos

**Descripció:**

Dedució de les equacions del moviment. La integral de Jacobi. Regions de Hill i corbes de velocitat zero. Determinació dels punts d'equilibri. Estudi local del flux prop dels punts d'Euler i Lagrange. Nocions de mecànica hamiltoniana. Teoremes de Hopf i de Liapunov. Famílies d'òrbites periòdiques en el problema restringit. Altres problemes restringits: el problema de Hill, el problema espacial i el problema el·líptic.

### El moviment d'un satèl·lit artificial

**Descripció:**

El moviment el·líptic pertorbat. Equacions de Gauss i de Lagrange per als elements pertorbats. Funció pertorbadora d'un satèl·lit artificial que orbita la Terra. Forces pertorbadores degudes al camp gravitatori terrestre. Expressió de la funció pertorbadora en termes dels elements orbitals. Contribució del primer harmònic zonal  $J_2$ . Inclinação crítica. Altres pertorbacions: pertorbacions lunisolars, frenada atmosfèrica i pressió de radiació.

## Sistema de qualificació

Per a l'avaluació es tindrà en compte la feina realitzada durant el curs i presentada a la classe de problemes, així com el treball realitzat en les dues pràctiques. En aquest darrer punt es valoraran les iniciatives personals i la profunditat de la memòria. La nota final serà:

$0.5 \cdot \text{pràctiques} + 0.25 \cdot \text{problemes} + 0.25 \cdot (\text{examen final})$ .

# 11878 - ASTRO - ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE // MECÀNICA CELEST I ASTRODINÀMICA

## Capacitats prèvies

- \* Tenir coneixements bàsics d'equacions diferencials ordinàries i de càlcul diferencial.
- \* Tenir nocions de física general.
- \* Tenir nocions d'àlgebra lineal, geometria i mètodes numèrics.

## Bibliografia

### Bàsica:

- Danby, J.M.A.. Fundamentals of celestial mechanics. Willmann-Bell, 1989.
- Battin, R.H.. An introduction to the mathematics and methods of astrodynamics. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1999.
- Pollard, H.. Celestial mechanics. Math. Assoc. Am., 1976.
- Roy, A.E.. Orbital motion. Adam Hilger Ltd, 2005.
- Szebehely, V.. Theory of orbits : the restricted problem of three bodies. Accademic Press, 1967.

### Complementària:

- Bate, R.R.; Mueller, D.D.; White, J.E.. Fundamentals of astrodynamics. Dover, 1971.
- Escobal, P.R.. Methods of orbit determination. Krieger Pub Co., 1985.
- Moulton, F.R.. An Introduction to Celestial Mechanics. Dover, 1970.
- Siegel, C.; Moser, J.. Lectures on celestial mechanics. Springer Verlag, 1971.
- Stiefel, E.L.; Scheifele, G.. Linear and regular celestial mechanics. Springer Verlag, 1971.

## 11867 - COMBI - COMBINATÒRIA

Unitat responsable:	200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix:	726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV
Curs:	2009
Titulació:	LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa) MÀSTER UNIVERSITARI EN COMPUTACIÓ (Pla 2006). (Unitat docent Optativa) DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS:	6
Idiomes docència:	Català

### Professors

Responsable:	SERRA ALBO, ORIOL
Altres:	NOY SERRANO, MARCOS

### Metodologies docents

#### Teoria:

Exposició del material del curs, basat fonamentalment en la descripció de classes combinatòries bàsiques sobre les quals s'exemplifiquen les tècniques d'enumeració.

#### Problemes:

Les sessions de problemes constitueixen el nucli del curs i s'organitzen a partir de l'exposició i discussió de problemes que s'han distribuït als estudiants prèviament perquè en preparin una exposició a la pissarra.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Adquirir destresa per a l'anàlisi i la resolució de problemes d'enumeració. Adquirir destresa en l'ús de funcions generadores i en els mètodes simbòlics per resoldre problemes d'enumeració. Conèixer els nombres combinatoris bàsics: coeficients binomials, coeficients gaussians, nombres d'Stirling, nombres de Fibonacci, nombres de Catalan. Conèixer les estructures combinatòries bàsiques: plans projectius i afins finits, quadrats llatins, particions, permutacions, sistemes d'Steiner.

\* Adquirir destresa en l'aplicació de mètodes elementals d'enumeració de subconjunts, multiconjunts, permutacions, i en l'aplicació de principis bàsics d'enumeració, com el principi de Dirichlet i les tècniques de doble comptatge.

\* Adquirir destresa en l'ús de les funcions generadores per a la resolució d'equacions de recurrència, d'una manera especial les lineals a coeficients constants i les de convolució.

\* Adquirir destresa en l'aplicació del mètode simbòlic per descriure i enumerar estructures combinatòries, tant en el cas de les funcions generadores ordinàries com en el de les exponencials. Adquirir destresa en l'aplicació de la fórmula d'inversió de Lagrange per obtenir els coeficients del desenvolupament en sèrie de potències de funcions definides per equacions implícites.

\* Adquirir destresa en l'anàlisi de distribucions i paràmetres estadístics que apareixen en l'enumeració d'estructures combinatòries parametritzades, en particular l'obtenció de valors mitjans i desviacions típiques.

\* Adquirir destresa en l'obtenció de funcions generadores i coeficients enumeradors de particions d'enters, de conjunts, composicions d'enters, permutacions amb restriccions, paraules, camins de Dyck i arbres.

\* Adquirir destresa en les tècniques elementals d'estimació asimptòtica de les expressions que enumeren estructures combinatòries.

\* Adquirir destresa en la manipulació i el càlcul de coeficients gaussians per al càlcul del nombre de subespais d'espais

## 11867 - COMBI - COMBINATÒRIA

vectorials sobre cossos finits.

\* Conèixer les construccions de plans projectius i afins finits i la seva relació amb sistemes de quadrats llatins mútuament ortogonals.

\* Conèixer les tècniques d'enumeració de quadrats llatins i les estimacions de permanents de matrius doblement estocàstiques, i la seva relació amb l'enumeració de transversals de sistemes de conjunts.

Capacitats a adquirir:

\* Aplicar mètodes elementals d'enumeració de subconjunts, multiconjunts, permutacions, i dels principis bàsics d'enumeració, com el principi de Dirichlet, les tècniques de doble compteig i les tècniques relacionades amb el principi d'inclusió-exclusió.

\* Utilitzar les funcions generadores per a la resolució d'equacions de recurrència, d'una manera especial les equacions lineals a coeficients constants i les de convolució.

\* Aplicar el mètode simbòlic per descriure i enumerar estructures combinatòries, tant en el cas de les funcions generadores ordinàries com en el de les exponencials. Aplicar la fórmula d'inversió de Lagrange per obtenir els coeficients del desenvolupament en sèrie de potències de funcions definides per equacions implícites.

\* Analitzar distribucions i paràmetres estadístics que apareixen en l'enumeració d'estructures combinatòries parametritzades, en particular l'obtenció de valors mitjans i desviacions típiques.

\* Obtenir funcions generadores i coeficients enumeradors de particions d'enters, de conjunts, composicions d'enters, permutacions amb restriccions, paraules, camins de Dyck i arbres.

\* Fer estimacions asimptòtiques de les expressions que enumeren estructures combinatòries.

\* Manipular i calcular coeficients gaussians.

\* Construir plans projectius i afins finits. Resoldre problemes geomètrics i combinatoris en plans projectius finits. Construir sistemes de quadrats llatins mútuament ortogonals.

\* Enumerar transversals de sistemes de conjunts. Calcular permanents de matrius.

## 11867 - COMBI - COMBINATÒRIA

### Continguts

#### Combinatòria enumerativa bàsica

**Descripció:**

Combinacions i permutacions. Coeficients binomials i multinomials. Principi d'inclusió-exclusió. Particions d'enters i particions de conjunts. Cicles en permutacions. Nombres d'Stirling. Principi de Dirichlet. Teorema de Ramsey. Lema comptador d'òrbites (lema de Burnside).

#### Combinacions i permutacions. Coeficients binomials i multinomials. Principi d'in

**Descripció:**

Equacions de recurrència lineals. Funcions generadores ordinàries. Funcions generadores per a les particions d'enters, particions de conjunts, permutacions segons el nombre de cicles. Equacions de recurrència no lineals. Nombres de Catalan. Fórmula d'inversió de Lagrange.

#### Funcions generadores i mètode simbòlic

**Descripció:**

Operacions formals en classes combinatòries i funcions generadores ordinàries. Construcció simbòlica de classes combinatòries bàsiques: particions de nombres, particions de conjunts, paraules sobre alfabet, arbres plans, camins de Dyck, triangulacions de polígons.

#### Classes etiquetades i funcions generadores exponencials

**Descripció:**

Producte etiquetat. Operacions formals en classes etiquetades i funcions generadores exponencials. Construcció simbòlica de classes combinatòries etiquetades bàsiques: particions de conjunts, permutacions, arbres etiquetats, paraules.

#### Funcions generadores multivariades i classes parametritzades

**Descripció:**

Funcions generadores multivariades de classes parametritzades. Distribucions estadístiques de paràmetres. Nombre de components, paràmetres additius.

## 11867 - COMBI - COMBINATÒRIA

### Geometries finites

**Descripció:**

Plans projectius i plans afins finits. Construcció de plans projectius desarguesians. Existència de plans projectius. Espais projectius finits. Coeficients gaussians.

### Quadrats llatins

**Descripció:**

Sistemes ortogonals de quadrats llatins i plans projectius finits. Construcció de sistemes de quadrats llatins ortogonals. Enumeració de quadrats llatins. Teorema de Hall. Transversals de sistemes de conjunts. Permanents. Permanents de matrius doblement estocàstiques.

### Dissenys combinatoris

**Descripció:**

Relacions bàsiques entre paràmetres d'un disseny combinatori. Disseny i matrius de Hadamard. Sistemes de triples d'Steiner. Conjunts de diferències.

### Sistema de qualificació

S'avalua l'activitat dels estudiants a les classes de problemes i es fan dos exàmens d'unes tres hores de durada cada un. El primer examen tracta els quatre primers temes del curs i el segon els quatre darrers.

La nota final s'obté com a mitjana de les dels dos exàmens.

### Capacitats prèvies

- \* Descomposició de fraccions racionals en fraccions simples. Desenvolupaments de les funcions elementals.
- \* Derivació de funcions de diverses variables i integració de funcions de variable complexa (fórmula de Cauchy).
- \* Operacions amb matrius, càlcul de determinants i càlculs de rectes i plans en l'espai euclidià.



# 11867 - COMBI - COMBINATÒRIA

## Bibliografia

### Bàsica:

Cameron, P.. Combinatorics topics, techniques, algorithms. Cambridge University Press, 1994.

Lint, J.H. van; Wilson, R.M.. A course in combinatorics. Cambridge University Press, 1992.

Charalambides, C.A.. Enumerative combinatorics. CRC Press Series on Discrete Mathematics and its Applications. Chapman & Hall/CR, 2002.

Stanley, R.. Enumerative Combinatorics. Cambridge University Press, 1997.

Sedgewick, R.; Flajolet, P. Introduction to the analysis of algorithms. Addison-Wesley, 1996.

### Complementària:

Anderson, I.. Combinatorics of finite sets. Dover Publications, Inc., Mineola, NY, 2002.

Batten, L.M.. Combinatorics of finite geometries. Cambridge University Press, Cambridge,, 1997.

Graham, R.L.; Knuth, D.E.; Patashnik, O.. Concrete Mathematics. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA, 1994.

Bollobás, B.. Combinatorics. Set systems, hypergraphs, families of vectors and combinatorial. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.

Wilf, H.. Generatingfunctionology. Academic Press, Inc., Boston, MA, 1994.

## 48115 - CAE - COMBINATÒRIA ALGEBRAICA I ENUMERATIVA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: NOY SERRANO, MARCOS

Altres: SERRA ALBO, ORIOL

### Metodologies docents

Teoria:

Exposició del material bàsic: conceptes, resultats fonamentals, demostracions dels principals resultats i estat de l'art.

Problemes:

Les sessions de problemes tenen d'una banda la missió d'aprofundir en el material del curs i de l'altre en presentar-ne aplicacions i cultivar la destresa en la resolució de problemes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Adquisició de coneixements sobre estructures combinatòries i sobre tècniques algebraiques, geomètriques i probabilístiques aplicades a problemes combinatoris.

Capacitats a adquirir:

\* Adquirir maduresa en els continguts del curs (vegeu continguts)

## 48115 - CAE - COMBINATÒRIA ALGEBRAICA I ENUMERATIVA

### Continguts

#### Descripció general del curs

##### Descripció:

El curs tracta estructures combinatories de naturalesa algebraica i mètodes algebraics per tractar problemes combinatoris.

Els primers temes tracten de la Teoria Extremal de Conjunts: es tracta de determinar famílies maximals de conjunts amb certes propietats. Els teoremes de Sperner sobre la llargada màxima d'una antcadena, o el d'Erdős-Ko-Rado sobre la mida màxima d'una família de conjunts que s'intersequen dos a dos són els resultats clàssics dels que sorgeix una teoria extremament activa a l'actualitat. Alguns d'aquests resultats tenen els seus homòlegs en l'àmbit de les geometries finites, cosa que dona lloc a eines basades en l'àlgebra lineal per a tractar problemes combinatoris.

L'ús de polinomis té una importància especial. Els celebres polinomis de Jones que permeten decidir la complexitat d'un nus poden ser vistos com a especialitzacions del polinomi de Tutte, relacionat amb matroides.

Una manera de estudiar propietats d'estructures combinatories és analitzar-ne exemplars aleatoris. El mètode probabilista permet donar demostracions d'existència d'estructures amb certes propietats a partir de la introducció d'espais de probabilitat adequats.

Els mètodes probabilistes fan un pont entre les estructures aleatòries i les deterministes amb gran nombre d'objectes. La Teoria de Ramsey analitza l'existència d'estructures inevitables quan la mida és prou gran.

## 48115 - CAE - COMBINATÒRIA ALGEBRAICA I ENUMERATIVA

### Teoria Extremal

Descripció:

1. Conjunts parcialment ordenats. Teorema de Sperner. Desigualtat LYM. Teorema de Bollobas.
2. Teoria extremal de conjunts. Teorema de Baranyai. Teorema d'Erdos-de Bruijn. Teorema EKR. Mètodes d'àlgebra lineal en combinatòria.
3. Geometries finites. q-analegs a problemes extremals. Teorema de Segre. Conjunts bloquejadors, ovals i hiperovals. Conjunts amb poques distàncies.

### Mètodes polinomials

Descripció:

4. Teoria de nusos i Polinomis de Jones. Teoria de matroides i Polinomi de Tutte.

### Mètodes probabilistes

Descripció:

6. Mètodes probabilístics en combinatòria: Permanents, Transversals, Coloració d'hipergrafs. Propietats monòtones i funcions de llindar.

### Teoria de Ramsey

Descripció:

7. Teoria de Ramsey. Teoremes de Ramsey i de Hales-Jewett. Teoremes de Schur, de Van der Waerden i de Rado.

### Sistema de qualificació

S'avaluarà el treball de l'estudiants a través de les sessions de problemes.

Hi haurà un examen de mig quadrimestre i un examen final basat en les llistes de problemes fetes a classe.

La qualificació tindrà en compte examens (60%) i treballs a classe (40%).

## 48115 - CAE - COMBINATÒRIA ALGEBRAICA I ENUMERATIVA

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Alon, N.; Spencer, J.; Erdos, P.. The probabilistic method. Wiley Interscience, 1992.
- Bollobas, B.. Combinatorics: set systems, hypergraphs, families of. Cambridge Univ. Press, 1997.
- Jukna, Stasys. Extremal Combinatorics. Springer, 2001.
- James G. Oxley. Matroid Theory. Oxford Univ. Press, 1992.
- Graham, R.L.; Grottschel, M.; Lovasz, L.. Handbook of Combinatorics (Vol. I i II). North-Holland, 1995.

#### Complementària:

- Aidikari, S.D.. Aspects of Combinatorics and Combinatorial Number. Alpha Science International, 1992.
- Babai, L.; Frankl, P.. Linear Algebra Methods in Combinatorics. Univ. of Chicago, 1992.
- Lickorish, W. B. R.. An introduction to knot theory. Springer-Verlag, 1997.
- Lovasz, L.. Combinatorial Problems and Exercises. North Holland, 1993.
- Cameron, P.J.. Combinatorics. Cambridge Univ. Press, 1996.
- Van Lint, J.H.; Wilson, R.M.. A Course in Combinatorics. Cambridge Univ. Press, 2001.
- Flajolet, P.; Sedgewick, R.. An average case analysis of algorithms. 2005.

## 11868 - CRIPTO - CRIPTOGRAFIA

Unitat responsable:	200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix:	726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV
Curs:	2009
Titulació:	LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa) DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS:	5
Idiomes docència:	Català

### Professors

Responsable:	RIO DOVAL, ANA
Altres:	ROTGER CERDÀ, VICTOR

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Adquirir una visió general dels conceptes i mètodes de la criptografia clàssica i de la criptografia de clau secreta. Conèixer a fons el funcionament dels sistemes criptogràfics de clau pública d'ús generalitzat, entenent els resultats matemàtics en què es basen la seva eficiència i la seva seguretat. Capacitar tant per a l'exercici professional com per a la incorporació a algunes de les línies de recerca més actives en aquest camp.

- \* Conèixer el caràcter conjecturalment intractable dels problemes de factorització i logaritme discret. Identificar l'ús que fa la criptografia d'aquestes hipòtesis provinents de la teoria de la complexitat algorítmica.
- \* Conèixer els algoritmes involucrats en el criptosistema RSA i en els estàndards de signatura digital DSA i ECDSA.
- \* Conèixer la teoria de corbes el·líptiques rellevant per al disseny de criptosistemes el·líptics.
- \* Preparar i comunicar oralment i/o per escrit un treball matemàtic realitzat de forma autònoma a partir d'un guió i referències bibliogràfiques.
- \* Utilitzar eines informàtiques de càlcul simbòlic o numèric per experimentar amb l'aplicació criptogràfica dels resultats matemàtics estudiats.

Capacitats a adquirir:

- \* Conèixer els principals resultats matemàtics involucrats en els sistemes criptogràfics utilitzats actualment en les TIC.
- \* Incorporar el punt de vista de la complexitat algorítmica en la valoració d'un resultat matemàtic teòric.
- \* Implementar tests de primalitat.
- \* Manipular corbes el·líptiques sobre cossos finits. Conèixer mètodes per calcular el cardinal del grup de punts.
- \* Preparar un tema fent la recerca bibliogràfica necessària, que pot incloure articles recents en revistes especialitzades.

## 11868 - CRIPTO - CRIPTOGRAFIA

### Continguts

#### Criptografia de clau secreta

Descripció:  
Conceptes bàsics. Criptosistemes clàssics. L'advanced encryption standard.

#### Aritmètica computacional

Descripció:  
Complexitat. Algoritmes aritmètics bàsics. Aspectes computacionals dels grups abelians. Exponenciació.

#### Primalitat i factorització

Descripció:  
Distribució dels nombres primers. Primalitat. Criteris probabilístics. Mètodes de factorització.

#### Criptografia de clau pública

Descripció:  
La idea de Diffie i Hellman. Funcions unidireccionals. Portes trampa. Criptosistema RSA.

#### Criptografia basada en el logaritme discret

Descripció:  
El problema del logaritme discret en un grup. Signatura digital DSA. Algoritmes per al càlcul del logaritme discret.

#### Criptografia amb corbes el·líptiques

#### Temes complementaris

Descripció:  
Criptografia amb corbes hiperel·líptiques. Criptografia basada en aparellaments.

### Sistema de qualificació

S'entregarà un treball (30 %) i es realitzarà un examen final (70 %).

# 11868 - CRIPTO - CRIPTOGRAFIA

## Capacitats prèvies

\* Les de les assignatures obligatòries de la llicenciatura de Matemàtiques.

## Bibliografia

### Bàsica:

Blake, I.F.; Seroussi, G.; Smart, N.P. Elliptic curves in cryptography. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. ISBN 0521653746.

Cohen, H.; Frey, G. (Eds). Handbook of elliptic and hyperelliptic curve cryptography. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 1584885181.

Hoffstein, J., Pipher, J., Silverman, J.H.. An Introduction to Mathematical Cryptography. Springer, 2008. ISBN 978-0-387-77993-5.

Washington, L. C. Elliptic curves : number theory and cryptography. 2nd ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2008. ISBN 9781420071467.

Baldoni, M.W., Ciliberto, C., Piacentini Cattaneo, G.M.. Elementary number theory, cryptography and codes. Berlin: Springer, 2009. ISBN 978-3-540-69199-0.

### Complementària:

Koblitz, N. A course in number theory and cryptography. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1994. ISBN 0387942939.

Yan, S.Y. Number theory for computing. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag, 2002. ISBN 3540430725.

Menezes, A.J.; Oorschot, P.C. van; Vanstone, S.A. Handbook of applied cryptography. Boca Raton: CRC Press, 1997. ISBN 0849385237.

Mollin, R. A. RSA and public-key cryptography. Boca Raton: Chapman & Hall, 2003. ISBN 1584883383.

Delfs, H., Knebl, H. Introduction to cryptography : principles and applications. 2nd ed. Berlin: Springer, 2007. ISBN 9783540492436.



## 34498 - ENSD - EINES NUMÈRIQUES EN SISTEMES DINÀMICS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: OLLE TORNER, MERCEDES

### Metodologies docents

Pràctiques:  
S'usarà de manera imprescindible l'ordinador i algun llenguatge de programació (Fortran o C).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Donar mètodes numèrics que complementin l'estudi teòric i/o analític d'un sistema dinàmic a l'hora de descriure localment o globalment el comportament de les solucions.

Capacitats a adquirir:

\* Tenir un bon coneixement de mètodes numèrics alternatius a l'hora d'enfrontar-se a la descripció del comportament de les solucions en un sistema dinàmic

### Continguts

#### Càlcul d'objectes invariants.

Descripció:

Punts fixos, òrbites periòdiques, tors i varietats invariants. Estudi de la seva estabilitat. Aplicacions.

### Sistema de qualificació

100 % a partir de treballs encomenats al llarg del curs.

### Capacitats prèvies

\* Coneixements (a nivell universitari) de càlcul àlgebra, equacions diferencials, sistemes dinàmics i mètodes numèrics

## 34498 - ENSD - EINES NUMÈRIQUES EN SISTEMES DINÀMICS

### Bibliografia

#### Bàsica:

Simó, C.. Effective computations in celestial mechanics and astrodynamics. Springer-Verlag, 1998.

Lichtenberg, Allan J.; Lieberman, M. A.. Regular and stochastic motion. Springer-Verlag, 1983.

Stoer, Josef ; Bulirsch, Roland. Introduction to numerical analysis. Springer-Verlag, 2002.

Press, William H. ...[et al.]. Numerical Recipes in Fortran. Cambridge Univ. Press, 1988.

# 12814 - MEF - EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS // MÈTODES NUMÈRICS PER A EDP'S

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística

Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III

Curs: 2009

Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)

Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

## Professors

Responsable: VIDAL SEGUI, YOLANDA

Altres: HUERTA CEREZUELA, ANTONIO

## Metodologies docents

Teoria:

Exposicions teòriques de les bases del mètode

Pràctiques:

Modificacions a un codi prototipus sobre MATLAB.

Casos realistes amb un codi professional.

## Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Proporcionar una base teòrica i pràctica sòlida sobre el mètode dels elements finits aplicat a la resolució d'EDP. S'insisteix en el tractament dels problemes de segon ordre més freqüents en enginyeria i física.

A més d'analitzar els conceptes del mètode, es realitzaran càlculs pràctics. Es desenvoluparan estudis acadèmics per consolidar els conceptes adquirits i es faran càlculs d'aplicacions d'enginyeria que permetin avaluar la potència del mètode. Es presta atenció a les tècniques de remallat adaptable basades en l'estimació de l'error i a l'aplicació al càlcul pràctic per elements finits.

Aprenentatge de les bases del MEF i de la seva anàlisi i implementació.

Experiència en l'ús de codis prototipus i comercials.

Capacitats a adquirir:

- \* Familiarització amb el mètode dels elements finits i les seves aplicacions.
- \* Fonaments per a l'anàlisi del mètode.
- \* Familiarització amb l'ús de codis d'elements finits. Capacitat per interpretar resultats.
- \* Coneixement de les tendències en resolució d'EDP.

## 12814 - MEF - EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS // MÈTODES NUMÈRICS PER A EDP'S

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h 30m	Classes pràctiques:	30h	16.00%
	Classes teòriques:	30h	16.00%
	Sessions d'avaluació:	8h	4.27%
	Treball autònom (no presencial):	119h 30m	63.73%

# 12814 - MEF - EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS // MÈTODES NUMÈRICS PER A EDP'S

## Continguts

<p><b>Introducció</b></p>	<p>Dedicació: 187h 30m</p> <p>Classes teòriques: 30h            Classes pràctiques: 30h            Sessions d'avaluació: 8h            Treball autònom (no presencial): 119h 30m</p>
<p>Descripció:            Problemes en l'enginyeria i ciències aplicades que habitualment es resolen amb el MEF.</p>	

<p><b>Fonaments</b></p>
<p>Descripció:            Forma forta, mètode dels residus ponderats i forma feble. Tractament de les condicions de contorn. Interpolació en elements finits: malla i splines. Integració numèrica. Element de referència i transformació isoparamètrica. Tipus d'elements més emprats.</p>

<p><b>Ortogonalitat de Galerkin</b></p>
<p>Descripció:            Repàs d'espais de Sobolev. Teorema de Lax-Milgram. Lema de Cea. Ortogonalitat de Galerkin. Cotes a priori de l'error.</p>

<p><b>Algorísmia bàsica.</b></p>
<p>Descripció:            Implementació eficient d'un codi d'elements finits.</p>

<p><b>Problemes transitoris.</b></p>
<p>Descripció:            Tècniques d'integració temporal, anàlisi modal, estimadors a priori de l'error en la descomposició modal.</p>

## 12814 - MEF - EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS // MÈTODES NUMÈRICS PER A EDP'S

Problemes amb convecció.

Descripció:

Equacions hiperbòliques de primer ordre. L'equació de convecció-difusió. Nombre de Péclet. Tècniques d'estabilització consistents.

Estimació de l'error i adaptabilitat

Descripció:

Classificació dels estimadors. Estratègies de remallat. Estimació orientada al resultat.

Tendències en la resolució numèrica d'EDP.

Descripció:

Introducció als mètodes sense malla. Discontinuous Galerkin per a equacions hiperbòliques de primer ordre.

### Sistema de qualificació

Examen, treballs pràctics i exercicis.

### Capacitats prèvies

\* Fonaments bàsics de mètodes numèrics, equacions diferencials i càlcul.

### Bibliografia

Bàsica:

Hughes, T.J.R. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Prentice-Hall, 1987.

Wait, R.; Mitchell, A.R.. Finite elements analysis and applications. Wiley, 1985.

Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L.. The finite element method. Mc Graw-Hill, 2000.

Donea, J.; Huerta, A.. Finite element methods for flow problems. Wiley, 2003.

Ainsworth, M. ; Oden, J.T. Posteriori error estimation in finite element. Wiley, 2000.

Complementària:

Johnson, C.. Numerical solution of partial differential equations by the finite element. Cambridge University Press, 1990.

Strang, G.; Fix, G.J.. An analysis of the finite element method,. Prentice-Hall, 1973.

## 10020 - EDOS-2 - EQUACIONS DIFERENCIALS 2 // EQUACIONS EN DERIVADES PARCIALS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística

Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I

Curs: 2009

Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Obligatòria)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)

Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: CONSUL PORRAS, M. NIEVES

Altres: HARO CASES, JAIME

### Metodologies docents

Teoria:

Classes de teoria complementades amb exemples. Es deixen alguns punts incomplets per tal que els estudiants els completin per ells mateixos i els entreguin al llarg del curs (voluntari).

Problemes:

Classes de resolució de problemes sobre una llista d'enunciats proposats prèviament.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Presentar els punts més bàsics dins de la teoria d'equacions en derivades parcials.

\* Proporcionar una bona base per als estudiants que desitgin seguir estudis més avançats.

\* Tenint en compte la seva rel·levància en les aplicacions físiques, donarem especial èmfasi a les anomenades Equacions de la Física Matemàtica, és a dir, a l'equació d'ones, l'equació del potencial, i l'equació de la calor.

Capacitats a adquirir:

\* Ràpida distinció entre les tres famílies d'equació en derivades parcials estudiades. Propietats, resolució, etc.

\* Interpretació física dels models.

\* Aplicar les tècniques del curs.

## 10020 - EDOS-2 - EQUACIONS DIFERENCIALS 2 // EQUACIONS EN DERIVADES PARCIAIS

### Continguts

#### Equacions en derivades parcials lineals de 2n ordre

**Descripció:**

Definicions i exemples. Característiques. Problema de Cauchy. Teorema de Cauchy-Kovalesky. Classificació i forma canònica. Principi de superposició.

#### L'equació d'ones

**Descripció:**

Solució de D'Alembert en un domini no acotat. Domini de dependència i domini d'influència. Solució de D'Alembert en un domini acotat. Propagació i reflexions d'ones. El mètode de separació de variables.

#### L'equació del potencial - l'equació de Laplace

**Descripció:**

Exemples de funcions harmòniques i transformacions invariants. Propietat de la mitjana. Principi del màxim i conseqüències. Funcions de Green. Principi de Dirichlet. Separació de variables. Mètode de les diferències finites. Dominis no acotats.

#### L'equació de la calor

**Descripció:**

Principi del màxim i conseqüències. Separació de variables. L'equació de la calor a la recta infinita.

#### Teoria de Sturm-Liouville i Funcions de Green.

### Sistema de qualificació

Hi han dos parcials eliminatoris si la nota és superior o igual a 4. Hi ha un final en el que es presenten els estudiants que no han eliminat matèria o aquells que volen millorar la nota. La nota final ve afectada d'un coeficient en funció dels problemes entregats a classe de teoria.

### Capacitats prèvies

\* Coneixement de les assignatures del primer cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques



# 10020 - EDOS-2 - EQUACIONS DIFERENCIALS 2 // EQUACIONS EN DERIVADES PARCIALS

## Bibliografia

### Bàsica:

Courant, R.; Hilbert, D.. Methods of mathematical physics. John Wiley & Sons, 1989.

Hellwig, G.. Partial differential equations. Tembner, 1977.

Tijonov, A.N.; Samarsky A.D.. Ecuaciones de la física matemática. Mir, 1983.

Weinberger, H.F.. Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Reverté, 1970.

Zachmanoglou, E.C.; Thoe, D.W.. Introduction to partial differential equations with applications. Dover, 1986.

### Complementària:

Bitsadze, A.V.; Kalinichenko, D.F.. A collection of problems on the equations of mathematical physics. Mir, 1980.

Budak, B.M.; Samarsky, A.D.; Tijonov, A.N.. Problemas de la física matemática. Mc -Graw-Hill, 1992.

Kellogg, O.D.. Foundations of potential theory. Springer-Verlag, 1967.

Mijailov, V. Ecuaciones en derivadas parciales. Mir, 1978.

Sobolev, S.L.. Partial differential equations of mathematical physics. Dover, 1989.

## 34526 - FM - FISIOLOGIA MATEMÀTICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Anglès

### Professors

Responsable: GUILLAMON GRABOLOSÀ, ANTONI

### Metodologies docents

Un 40% de les sessions presencials seran d'exposició del temari per part del professor. Aquestes sessions es concentraran en les primeres setmanes del curs per tal de donar una base per abordar els treballs de curs. Tot i el format de tipus "magistral", s'incentivarà el debat obert per tal de fomentar l'esperit crític davant dels models.

Un 20% de les sessions es dedicaran a comentar els problemes proposats a les sessions teòriques.

Un 20% de les sessions es duran a terme a l'aula d'informàtica o es deixaran com a treball individualitzat en programació.

Un 10% de les sessions consistiran en trobades individualitzades professor/alumne per aprofundir en els treballs assignats.

Un 10% de les sessions es dedicaran a les presentacions dels treballs per part dels estudiants.

En les exposicions per part del professor s'alternaran les presentacions en transparències amb el treball a pissarra.

#### Treballs

S'assignaran individualment durant el mes de Març. Es presentaran per escrit al professor abans del 20 de Maig. Es presentaran oralment a final de curs.

En funció dels seus interessos, els estudiants podran proposar treballs relacionats amb els continguts de l'assignatura.

#### Pràctiques

En les sessions que es realitzin a les aules informàtiques, es treballarà en el llenguatge de programació C/C++ (s'admeten altres llenguatges, però no se'n subministraran les eines) i s'utilitzarà el programari XPPaut.

#### Problemes

Es proposaran paral·lelament al desenvolupament de les sessions teòriques i serviran per reforçar els conceptes que s'hi presentin. Aproximadament cada 2 sessions teòriques es durà a terme una sessió per exposar la resolució dels problemes proposats.

NOTA IMPORTANT, curs 2008-09: El curs es coordinarà amb el programa de recerca "Mathematical Biology: Modelling and Differential Equations" del Centre de Recerca Matemàtica. En particular, l'assistència i seguiment d'algun dels cursos avançats "Advanced Course on Mathematical Biology: Modeling and Differential Equations" (del 2 al 6 de Febrer de 2009, <http://www.crm.cat/ACMODELING/>) o "Deterministic and Stochastic Modeling in Computational Neuroscience and Other Biological Topics" (de l'11 al 15 de Maig de 2009, <http://www.crm.cat/wkmodeling/>) comptaran com a 60 hores de treball de l'estudiant.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- Entendre la diversitat de mecanismes i els diferents nivells de modelització de l'activitat fisiològica.

## 34526 - FM - FISIOLOGIA MATEMÀTICA

- Estudiar analíticament i numèrica els models i relacionar-los amb eines habituals de sistemes dinàmics.
- Simular els models, contrastant-ho amb els estudis analítics i fent prediccions per al comportament.

### Continguts

1. Reaccions enzimàtiques i teoria de Michaelis-Menten.

2. Activitat neuronal: difusió transmembrànica, models de Hodgkin-Huxley i variacions

3. Cèl.lules beta pancreàtiques i models de bursting

4. Models en fisiologia de sistemes: fisiologia hormonal, respiració,...

5. Xarxes de neurones

Descripció:

- Acoblament (sinapsis), connectivitat en xarxes i sincronització
- Tractament analític: models de firing rate, teoria de camp mitjà

### Sistema de qualificació

Els alumnes realitzaran un o més treballs de curs (tots junts comptaran el 60% de la nota), consistents en l'estudi d'un model determinat o la comprensió i implementació d'un treball ja publicat. La resta de l'avaluació (40%) es basarà en la resolució de problemes proposats a les sessions teòriques

### Capacitats prèvies

És indispensable una formació bàsica d'anàlisi matemàtica, equacions diferencials i mètodes numèrics.

És indispensable el coneixement previ d'algun llenguatge de programació.

Resultarà molt avantatjós tenir coneixement previ de fisiologia i/o de sistemes dinàmics.

La major part de la bibliografia és en anglès. Un baix nivell en aquest idioma pot suposar un desavantatge notable.

### Requisits

Coneixements equivalents a l'assignatura d'Equacions Diferencials I.

Coneixements bàsics de Fisiologia (vegeu assignatures optatives).

Coneixements equivalents a l'assignatura de Mètodes Numèrics I.

## 34526 - FM - FISIOLÒGIA MATEMÀTICA

### Bibliografia

#### Bàsica:

Keener, P.; Sneyd, J. Mathematical physiology [en línia]. Springer, 1998 Disponible a:  
<<http://www.springerlink.com/content/rn2405/>>.

Izhikevich, E.M. Dynamical systems in neuroscience: the geometry of excitability and bursting. 1a. The MIT press, 2007.

#### Complementària:

Murray, J. D. Mathematical biology [en línia]. 3rd. Springer-Verlag, 2002 Disponible a:  
<<http://biblioteca.upc.es/l1bres/resultat.asp?titol=Mathematical+biology&x=34&y=12>>.

Segel, L. A. Modeling dynamic phenomena in molecular and cellular biology. Cambridge University Press, 1984.

Chapman, S. J.; Fowler, A. C.; Hinch, R. An Introduction to mathematical physiology. Mathematical Institute, Oxford University (preprint), 2006.

Dayan, P.; Abbott, L. Theoretical neuroscience. MIT press, 2001. ISBN 0262041995.

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

Brain Facts - A primer on the brain and nervous system  
<http://web.sfn.org/baw/pdf/brainfacts.pdf>

##### Scholarpedia

[http://www.scholarpedia.org/article/Main\\_Page](http://www.scholarpedia.org/article/Main_Page)

##### J.D. Murray "Mathematical Physiology" a Google Books

[http://books.google.es/books?id=1QM3h80gb\\_IC&dq=&pg=PP1&ots=hmukl1F\\_m9&sig=w-7tNhhxvb0UpH5bdFmA6Bh67\\_Q&prev=http://www.google.es/search%3Fhl%3Dca%26q%3Dj.d.%2Bmurray%2Bmathematical%26btnG%3DCerca%2Bamb%2BGoogle%26meta%3D&sa=X&oi=print&ct=title](http://books.google.es/books?id=1QM3h80gb_IC&dq=&pg=PP1&ots=hmukl1F_m9&sig=w-7tNhhxvb0UpH5bdFmA6Bh67_Q&prev=http://www.google.es/search%3Fhl%3Dca%26q%3Dj.d.%2Bmurray%2Bmathematical%26btnG%3DCerca%2Bamb%2BGoogle%26meta%3D&sa=X&oi=print&ct=title)

## 48012 - GA - GEOMETRIA ALGEBRAICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: PASCUAL GAINZA, PEDRO

### Metodologies docents

Teoria:

El professor dedicarà 2/3 del temps de docència a discutir resultats, tècniques i exemples trets de la bibliografia del curs.

Problemes:

Els alumnes hauran de resoldre problemes, tant teòrics com pràctics, basats en aquests resultats i eines exposades, en el terç restant de temps de docència.

Pràctiques:

Cada alumne haurà de resoldre un problema d'aplicació o estudiar un resultat avançat de la teoria, i exposar-lo en format de conferència.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Capacitar a l'alumne per a aplicar models algebraics i analítics complexos basats en sistemes d'equacions de vàries variables en problemes geomètrics i algebraics, de ciència o d'enginyeria.

- \* Fer una discussió tant qualitativa com computacional d'aquests models algebraics.
- \* Capacitar a l'alumne pel seguiment de la recerca actual en Geometria Algebraica, Teoria de Nombres i Àlgebra Commutativa, amb èmfasi en problemes geomètrics globals.

Capacitats a adquirir:

- \* Aplicació de models algebraics i analítics complexos basats en sistemes d'equacions de vàries variables en problemes geomètrics i algebraics, de ciència o d'enginyeria.
- \* Discussió tant qualitativa com computacional d'aquests models algebraics.
- \* Seguiment de la recerca actual en Geometria Algebraica, Teoria de Nombres i Àlgebra Commutativa, amb èmfasi en problemes geomètrics globals.

## 48012 - GA - GEOMETRIA ALGEBRAICA

### Continguts

#### Varietats algebraiques

Descripció:

Varietats afins, el Nullstellensatz. Funcions racionals. Varietats projectives i quasi-projectives. Producte de varietats. Dimensió.

#### Propietats locals

Descripció:

Anell local en un punt. Punts llisos, el teorema de factorització única. Explosions locals i estructura de les aplicacions birracional.

#### Divisors

Descripció:

Divisor d'una funció. Divisors i equivalència racional: sistemes lineals. Formes diferencials: el divisor canònic.

#### Introducció a la teoria d'intersecció

Descripció:

Intersecció de divisors. El teorema de Bézout. Aplicacions a les corbes i les superfícies.

#### Introducció a la teoria d'esquemes

Descripció:

Espectre d'un anell. Feixos i la definició d'esquemes. Varietats algebraiques versus esquemes.

### Sistema de qualificació

L'alumne haurà de resoldre una part substancial de la llista de problemes proposats en el curs, participar de manera continuada explicant-los a tot el grup, i al final resoldre un problema d'aplicació o estudiar un resultat avançat de la teoria redactant una memòria, desenvolupar el programari informàtic necessari, i exposar el treball en públic.

### Capacitats prèvies

- \* Àlgebra Abstracta
- \* Topologia algebraica
- \* Anàlisi Complexa

## 48012 - GA - GEOMETRIA ALGEBRAICA

### Bibliografia

#### Bàsica:

Shafarevich, I.. Basic Algebraic Geometry. Springer Verlag, 1994.

Cox, D; Little, J.; O'Shea, D.. Using Algebraic Geometry. Springer Verlag, 1998.

Harris, J.. Algebraic Geometry. A first course. Springer-Verlag, 1992.

Hartshorne. Algebraic Geometry. Springer-Verlag, 1977.

## 10025 - GD2 - GEOMETRIA DIFERENCIAL 2//GEOMETRIA DIFERENCIAL

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Obligatòria)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: ROMAN ROY, NARCISO  
Altres: FRANCH BULLICH, JAIME

### Metodologies docents

Teoria:  
S'hi introdueixen els conceptes i resultats fonamentals de l'assignatura, acompanyats d'algun exemple rellevant.

Problemes:  
Es resolen problemes il·lustratius de la teoria estudiada, i alguns problemes on s'amplien alguns conceptes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Les varietats diferenciables es troben pertot: apareixen en diverses branques de la matemàtica (començant pel nivell més elemental de les corbes i superfícies), en la física teòrica (i molt especialment en la mecànica) i en nombroses aplicacions científiques i tècniques de les matemàtiques.

Les varietats diferenciables són espais localment semblants a l'espai euclidià, on es pot fer càlcul diferencial. Aquest càlcul es pot fer mitjançant coordenades, però no ha de dependre de les coordenades utilitzades (diem que ha de ser intrínsec o geomètric). Per això cal bastir una teoria que permeti treballar directament amb conceptes geomètrics.

El curs és una introducció a les varietats diferenciables, i és bàsic per a estudis més avançats tant de caràcter pur (com ara les geometries riemanniana i simplèctica) o aplicat (com ara mecànica o teoria de control).

Més detalladament, els objectius són:

- \* Dominar els conceptes bàsics: varietat diferenciable, aplicació diferenciable, espais tangent i cotangent, aplicació tangent, subvarietats, camps vectorials i 1-formes diferencials, camps tensorials, etc.
- \* Calcular amb els objectes esmentats, tant en coordenades com de forma intrínseca.
- \* Entendre la interpretació geomètrica dels objectes estudiats i relacionar-los amb els estudiats prèviament dins les assignatures de Càlcul 2, Càlcul 3, Geometria Diferencial 1 i Equacions Diferencials 1.

Capacitats a adquirir:



## 10025 - GD2 - GEOMETRIA DIFERENCIAL 2//GEOMETRIA DIFERENCIAL

### Continguts

#### Varietats diferenciables

Descripció:

Cartes, atlas, i estructures diferenciables.  
Aplicacions diferenciables, difeomorfismes.  
Funcions altiplà.  
Particions de la unitat.

#### Vectors tangents i cotangents

Descripció:

Vectors tangents, espai tangent.  
Aplicació tangent.  
Vector tangent d'un camí en un punt.  
Vectors cotangents, espai cotangent  
Diferencial d'una funció en un punt.

#### Subvarietats

Descripció:

Subvarietats regulars.  
Restricció i extensió d'aplicacions.  
Rang d'una aplicació.  
Immersions i submersions.  
Subvarietats immerses. Immersions difeomorfes.

#### Fibrats tangent i cotangent

Descripció:

El fibrat tangent d'una varietat.  
Camps vectorials.  
Parèntesi de Lie de camps vectorials.  
El fibrat cotangent d'una varietat.  
1-formes diferencials.  
Dualitat entre camps vectorials i 1-formes diferencials.

## 10025 - GD2 - GEOMETRIA DIFERENCIAL 2//GEOMETRIA DIFERENCIAL

### Equacions diferencials i fluxos

**Descripció:**

Equacions diferencials en una varietat.  
Flux d'un camp vectorial.  
Grups uniparamètrics de transformacions.  
Derivada de Lie de funcions i de camps vectorials.

### Camps tensorials

**Descripció:**

Camps tensorials en una varietat, i operacions amb aquests camps.  
Formes diferencials i diferencial exterior.  
Derivada de Lie de camps tensorials.

### Algunes aplicacions

**Descripció:**

Introducció als grups de Lie, la geometria riemanniana, la geometria simplèctica, els sistemes diferencials i la integració en varietats.

### Sistema de qualificació

Hi ha un examen parcial (no eliminatori) i un examen final.

La qualificació de l'assignatura s'obté a partir de l'examen final; l'examen parcial podrà servir, eventualment, per millorar la nota final.

Els exàmens poden incloure teoria i problemes.

### Capacitats prèvies

\* Coneixement ampli de les assignatures d'Àlgebra Lineal, Càlcul 1, Càlcul 2, Càlcul 3, Topologia, Geometria Diferencial 1 i Equacions Diferencials 1.

# 10025 - GD2 - GEOMETRIA DIFERENCIAL 2//GEOMETRIA DIFERENCIAL

## Bibliografia

### Bàsica:

Lee, J. M.. Introduction to smooth manifolds. Springer, 2003.

Conlon, L.. Differentiable manifolds: a first course. Birkhäuser, 1993.

Boothby, W. M.. An introduction to differentiable manifolds and riemannian geometry. Academic Press, 1986.

Warner, F. W.. Foundations of differentiable manifolds and Lie groups. Springer, 1983.

Spivak, M.. A comprehensive introduction to differential geometry, vol. I. Houston Publish or Perish, 1999.

### Complementària:

Hicks, N. J.. Notes on differential geometry. Van Nostrand, 1971.

Berger, M.; Gostiaux, B.. Differential geometry: manifolds, curves, and surfaces,. Springer, 1988.

Abraham, R.; Marsden, J. E.; Ratiu, T.. Manifolds, tensor analysis, and applications. Springer, 1988.

Girbau, J.. Geometria diferencial i relativitat. Publicacions de la UAB, 1993.

Curràs Bosch, C.. Geometria diferencial: varietats diferenciables i varietats de Riemann. Edicions Universitat de Barcelona, 2003.

# 11870 - GDC - GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

## Professors

Responsable: HURTADO DIAZ, FERNANDO ALFREDO

## Metodologies docents

Teoria:

S'expliquen de manera sistemàtica els diversos temes del programa i es desenvolupen amb completesa nombrosos exemples.

Problemes:

Es fan problemes relacionats amb els temes de teoria amb la participació dels alumnes.

Pràctiques:

De manera no presencial es fan exploracions de webs on es poden veure implementacions d'algorismes propis de la matèria.

## Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu genèric d'aquesta assignatura consisteix en l'estudi dels problemes geomètrics des del punt de vista de la computació. El disseny i l'anàlisi d'algorismes geomètrics eficients constitueixen el nucli i la part prioritària del curs. Es presenten també elements de geometria discreta i combinatòria fortament relacionats amb aquesta activitat, on es mostra com l'estructura combinatòria d'un problema geomètric sovint decideix quin mètode algorímic resol el problema amb la màxima eficiència, a més de possibilitar l'anàlisi acurada dels algorismes.

\* Copsar que l'emergència de molts problemes de la geometria computacional és deguda a l'expansió accelerada, en exigències i en desenvolupament, del processament d'informació geomètrica i gràfica, present en àrees tan diverses com ara la medicina, el control de robots o el disseny artístic.

\* Mantenir clarament en el punt de mira les principals aplicacions de la disciplina: la informàtica gràfica, el disseny i la fabricació assistits per ordinador (CAD/CAM), la caracterització i el reconeixement automàtic de formes (pattern recognition), el disseny VLSI, la visió artificial, els sistemes d'informació geogràfica i la robòtica.

Capacitats a adquirir:

- \* Saber representar adequadament objectes i estructures geomètriques.
- \* Saber crear i utilitzar estructures de dades adequades per al tractament eficient d'objectes i estructures geomètriques.
- \* Saber crear, utilitzar i analitzar algorismes eficients per a problemes de computació sobre objectes i estructures geomètriques.
- \* Saber desenvolupar i utilitzar eines combinatòries per a l'estudi de la complexitat d'objectes i estructures geomètriques.
- \* Saber desenvolupar i utilitzar eines de geometria discreta per a l'estudi de les configuracions d'objectes i estructures geomètriques, en particular les que siguin òptimes o extrems.



## 11870 - GDC - GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL

\* Saber utilitzar els teoremes i mètodes de la geometria computacional per poder emprar-los com a eines fonamentals en totes les capacitats esmentades anteriorment.

# 11870 - GDC - GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL

## Continguts

### Preliminars

**Descripció:**

Revisió de mètodes algorísmics, models de computació, tècniques d'anàlisi i estructures de dades. Representació d'objectes geomètrics bàsics.

### Descomposicions de l'espai

**Descripció:**

Subdivisions planars. Triangulacions. Descomposicions trapezoidals. Localització de punts.

### Envolupant convexa

**Descripció:**

Polítops i envolupants convexos. Algorismes de construcció. Programació lineal. Fites inferiors: teorema de Ben-Or.

### Estructures de proximitat

**Descripció:**

Grafs de proximitat. Diagrama de Voronoi. Triangulació de Delaunay. Relacions amb les envolupants convexes. Aplicacions.

### Arranjaments

**Descripció:**

Arranjaments de rectes, hiperplans i segments. Teoremes de zona. Construcció incremental. Complexitat de les envolupants inferiors. Dualitat. Aplicacions.

### Visibilitat i planificació de moviments

**Descripció:**

Teoremes de galeries d'art. Grafs de visibilitat. Camins més curts.

## 11870 - GDC - GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL

### Sistema de qualificació

La qualificació s'articularà al voltant de quatre elements: lectura i exposició d'algorismes, lliurament de problemes i resums, possibles pràctiques de programació i exploració de la xarxa (n'hi podria haver alguna, però no de manera regular) i dues proves escrites.

### Capacitats prèvies

\* Conèixer la descripció i les propietats de les entitats geomètriques bàsiques, dels mètodes algorísmics bàsics i dels conceptes inicials sobre grafs.

\* No és indispensable però és un gran avantatge el fet d'haver estudiat algorísmica prèviament. L'estudi previ o simultani de la combinatòria i de la teoria de grafs és un ajut.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Berg, M. de, et al.. Computational geometry, algorithms and applications. Springer-Verlag, 2000.

Boissonnat, J-D.; Yvinec, M.. Algorithmic geometry. Cambridge Univ. Press, 1997.

Edelsbrunner, H.. Algorithms in combinatorial geometry. Springer-Verlag, 1987.

O'Rourke, J.. Computational geometry in C. Cambridge Univ. Press, 1998.

Preparata, F.; Shamos, M.. Computational geometry: an introduction. Springer-Verlag, 1987.

#### Complementària:

Du, Ding-zhu.; Hwang, F.. Computing in euclidean geometry. World Scientific, 1995.

Pach, J.; Agarwal, P.. Combinatorial geometry. Wiley & Sons, 1995.

O'Rourke, J.. Art gallery theorems and algorithms. Oxford University Press, 1987.

Matousek, J.. Lectures on Discrete Geometry. Springer-Verlag, 2002.

Okabe, A., et al.. Spatial tessellations: concepts and applications of Voronoi diagrams. Wiley & Sons, 2000.

# 11286 - LF - LÒGICA I FONAMENTACIÓ//LÒGICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

## Professors

Responsable: FARRÉ CIRERA, RAFAEL

## Metodologies docents

Teoria:  
Explicarem la teoria.

Problemes:  
Hi farem problemes.

## Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El problema bàsic que s'aborda en aquest curs és un problema complex i actualment controvertit: la possibilitat de mecanitzar les matemàtiques. Aquest problema inclou qüestions que es troben latents en el quefer matemàtic i els seus fonaments; e.g., poden formalitzar-se completament les matemàtiques?, què és una demostració matemàtica?, quines limitacions té la demostrabilitat i el formalisme?, o inclús, què és un model d'una teoria matemàtica? Durant el curs s'introdueix una noció formal de demostració. El resultat fonamental és el Teorema de Completesa de Gödel, el qual prova precisament que el concepte de demostració que s'introdueix és correcte (i.e., a partir d'un conjunt de propietats no es demostra res que no en sigui una conseqüència) i complet (i.e., tot el que és conseqüència d'un conjunt de propietats pot ser demostrat). En particular, aquest teorema implica que el problema de la mecanització de les matemàtiques admet una solució parcial positiva, en el sentit que el conjunt de teoremes es pot generar mecànicament. La formalització de la noció de demostració també permet obtenir un dels resultats més impactants de la matemàtica del segle XX, el Teorema d'Incompletesa de Gödel, segons el qual una sentència en la teoria de nombres formal i la seva negació poden ser indemostrables. Aquest resultat i el problema relacionat de la indecidibilitat de la lògica de primer ordre, ambdós al costat negatiu de la solució del nostre problema, es tracten també durant el curs, malgrat que superficialment.

Pel que fa a la vessant aplicada del tema, el curs tractarà d'incloure l'estudi dels aspectes bàsics de la teoria d'Herbrand i el mètode de resolució de Robinson, els quals constitueixen una part dels fonaments teòrics de la demostració automàtica de teoremes i la programació lògica.

Capacitats a adquirir:

- \* Entendre i dominar la lògica de primer ordre.
- \* Saber utilitzar-la tant en Matemàtiques com en d'altres dominis, per exemple, la informàtica.



# 11286 - LF - LÒGICA I FONAMENTACIÓ//LÒGICA

## Continguts

### Introducció.

**Descripció:**

Conceptes de relació de conseqüència i demostració: exemples. Procés de formalització: llenguatges formals. Les qüestions de completesa i decidibilitat. El problema de la mecanització.

### Sintaxi de primer ordre

**Descripció:**

Llenguatges de primer ordre: símbols lògics, variables i signatures. Termes i fórmules. Principis d'inducció i recursió. Variables lliures i quantificades.

### Semàntica de primer ordre

**Descripció:**

Estructures i interpretacions. Homomorfismes i lema d'isomorfia. La relació de satisfacció. Lema de coincidència. Equivalència lògica. Definibilitat dins una estructura. Teorema de l'homomorfisme. Substitucions. Lema de substitució.

### Lògica de primer ordre.

**Descripció:**

Relació de conseqüència. Càlculs deductius (Gentzen, Hilber, Deducció Natural , taulers o altres). Derivació en un càlcul. Conjunts consistents. Regles del càlcul. Teorema d'adequació. Teorema de Henkin. Teorema de completesa de Gödel.

### Teoria de Models

**Descripció:**

Propietats de compacitat i Löwenheim-Skolem. Classes axiomatitzables i finitament axiomatitzables. Teories de primer ordre. Teories completes. Categoricitat i test de Los-Vaught. L'abast de la lògica de primer ordre: introducció a la teoria de conjunts.

## 11286 - LF - LÒGICA I FONAMENTACIÓ//LÒGICA

### Limitacions dels mètodes formals.

**Descripció:**

Decidibilitat i enumerabilitat. Teorema d'indecidibilitat de la lògica de primer ordre. Teoremes d'incompletesa de Gödel. Procediments de semidecisíó per a la validesa i satisfactibilitat.

### Teoria d'Herbrand i resolució.

**Descripció:**

Univers i estructures d'Herbrand. Formes normals i skolemització. Satisfacció de fórmules universals. Teorema d'Herbrand. Procediment de semidecisíó de Gilmore. Mètode de resolució. Unificació. Completesa de la resolució amb unificació.

### Programació Lògica

**Descripció:**

Resolució SLD. Generació de resposta. Teorema de Clark. Introducció al PROLOG.

### Sistema de qualificació

L'avaluació de l'assignatura es fa a partir de tres components: una nota de problemes (pr), la nota obtinguda en un examen parcial (ep) i la nota obtinguda en un examen final (ef). L'entrega dels problemes i el parcial són voluntaris. La nota N de curs es calcularà de la manera següent:

$$N = \max \{0.1pr+0.3ep+0.6ef, 0.1pr+0.9ef\}.$$

# 11286 - LF - LÒGICA I FONAMENTACIÓ//LÒGICA

## Bibliografia

### Bàsica:

- Ebbinghaus, H.D.; Flum, J.; Thomas, W. Mathematical logic. Springer, 1994.
- Schoenfield, R.. Mathematical logic. Addison-Wesley, 196.
- Schöning, U.. Logic for computer scientists. Birkhäuser, 1989.
- Chang, C.L.; Lee, R.C.T.. Symbolic logic and mechanical theorem proving. Academic Press, 1973.
- Bell, J.L.; Machover, M.. A course in mathematical logic. North-Holland, 1977.

### Complementària:

- Nerode, A.; Shore, R.A.. Logic for applications. Springer, 1997.
- Cori, R. ; Lascar, D. Logique mathématique. Cours et exercices. Masson, 1993.
- Enderton, H.B. A Mathematical introduction to logic. Academic Press, 1972.
- Fitting, M.C.. First-order logic and automated theorem proving. Springer, 1996.
- Gallier, J.. Logic for computer science: foundations of automated theorem proving. Harper & Row, 1987.

## 12815 - MC - MECÀNICA COMPUTACIONAL

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: RODRIGUEZ FERRAN, ANTONIO  
Altres: ARIAS VICENTE, IRENE  
MUÑOZ ROMERO, JOSE JAVIER

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Proporcionar una visió general dels aspectes computacionals més importants en la simulació numèrica en l'àmbit de la mecànica. Per aconseguir aquesta visió general, es tracta un ampli ventall de problemes: sòlids i fluids; materials lineals i no lineals; problemes estàtics i dinàmics.

#### Capacitats a adquirir:

- \* Familiarització amb la modelització matemàtica en la mecànica del medi continu i les seves aplicacions.
- \* Familiarització amb codis d'elements finits per a la simulació de problemes en la mecànica. Visió general dels aspectes computacionals més importants.
- \* Criteri per a l'anàlisi de resultats.

# 12815 - MC - MECÀNICA COMPUTACIONAL

## Continguts

### Elasticitat computacional

**Descripció:**

Conceptes bàsics. Equació constitutiva elàstica. Formulació en desplaçaments: equacions de Navier. Elasticitat bidimensional: tensió plana, deformació plana i axisimetria. Forma feble del problema elàstic. Aspectes computacionals.

### Mecànica de fluids computacional

**Descripció:**

Conceptes bàsics. Equació constitutiva per a fluids newtonians. Flux potencial. Equació de Navier-Stokes: forma forta i forma feble.

### Plasticitat computacional

**Descripció:**

Plasticitat unidimensional: deformacions elàstiques i plàstiques, equació constitutiva elastoplàstica. Plasticitat tridimensional: invariants de tensions i deformacions, superfície de fluència, vector de flux plàstic. Integració numèrica de l'equació constitutiva: esquemes predictors-correctors, mètodes iteratius per al corrector plàstic.

### Dinàmica computacional

**Descripció:**

Equacions de la dinàmica lineal: forma forta i forma feble. Matrius de massa, de rigidesa i d'amortiment. Resolució per integració temporal: esquemes de Newmark. Resolució per descomposició modal: problemes generalitzats d'autovalors.

### Mètodes computacionals per a problemes d'ones

**Descripció:**

Acústica: l'equació d'ones. L'equació de Helmholtz escalar. Vibroacústica: interacció fluid-sòlid. Solució per elements finits. Aplicació: vibroacústica a l'edificació.  
Electromagnetisme: equacions de Maxwell. Electrodinàmica. L'equació de Helmholtz vectorial. Aplicació: secció de radar constant.

## 12815 - MC - MECÀNICA COMPUTACIONAL

### Mecànica computacional amb grans deformacions

#### Descripció:

Grans deformacions elàstiques i plàstiques. Principi d'objectivitat. Integració numèrica de l'equació constitutiva: objectivitat incremental, convergència, estabilitat.

#### Sistema de qualificació

Treballs pràctics i examen.

#### Capacitats prèvies

\* Coneixements bàsics de mètodes numèrics i d'equacions diferencials.

#### Bibliografia

##### Bàsica:

Chorin, A.J.; Marsden, J.E.. A mathematical introduction to fluid mechanics. Springer-Verlag, 1992.

Clough, R.W.; Penzien, J.. Dynamics of structures. McGraw-Hill, 1993.

Donea, J.; Huerta, A.. Finite element methods for flow problems. Wiley, 2003.

Ihlenburg, F.. Finite element analysis of acoustic scattering. Springer-Verlag, 1998.

Mase, G.E.; Mase, G.T.. Continuum mechanics for engineers. CRC Press, 1999.

##### Complementària:

Bathe, K.J.. Finite element procedures. Prentice-Hall, 1996.

Bonet, J.; Wood, R.D.. Nonlinear continuum mechanics for finite element. Cambridge University Press, 1997.

Marsden, J.E.; Hughes, T.J.R.. Mathematical foundations of elasticity. Dover, 1994.

Simo, J.C.; Hughes, T.J.R.. Computational inelasticity. Springer-Verlag, 1998.

Zienkiewicz O.C.; Taylor, R.L.. The finite element method. Volume 1,2,3. Butterworth Heinemann, 2000.

## 48019 - MCAG - MÈTODES COMBINATORIS I ALGORÍSMICS EN GEOMETRIA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
 Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
 Curs: 2009  
 Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
 MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
 Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

### Professors

Responsable: PFEIFLE, JULIAN  
 Altres: FERNANDO ALFREDO HURTADO DIAZ - MARCOS NOY SERRANO

### Metodologies docents

La majoria de les classes es donaran en el format tradicional de pissarra. Seran complementades per diverses sessions de laboratori, on els estudiants es familiaritzaran amb diversos paquets de programari relacionats amb els temes de l'assignatura.

S'ofereix una selecció de temes rellevants en geometria combinatòria, geometria discreta i geometria algorítmica. Al principi de l'assignatura, els professors determinaran els continguts concrets que es donaran en classe, en funció dels coneixements dels estudiants.

Paral·lelament al desenvolupament de classes, cada estudiant redactarà un treball sobre un tema relacionat amb l'assignatura, per exemple un dels temes no seleccionats, i ho exposarà al final de l'assignatura.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

- \* Saber desenvolupar i utilitzar les eines bàsiques que descriuen la complexitat dels objectes geomètric-combinatoris
- \* Saber usar, analitzar i desenvolupar eines algorítmiques que involucrin objectes geomètric-combinatoris
- \* Saber relacionar objectes estudiats en geometria amb altres àrees de matemàtiques i aplicacions
- \* Demostrar certa autonomia a l'hora de llegir, entendre i divulgar clarament uns continguts científics relacionats amb l'assignatura
- \* Tenir una visió global del contingut de l'assignatura, acompanyat d'un coneixement més en profunditat d'una selecció de temes

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 135h	Aprenentatge autònom:	87h 30m	64.81%
	Classes laboratori:	4h	2.96%
	Classes teòriques:	41h	30.37%
	Sessions d'avaluació:	2h 30m	1.85%

## 48019 - MCAG - MÈTODES COMBINATORIS I ALGORÍSMICS EN GEOMETRIA

### Continguts

#### Erdős-Szekeres i grafs geomètrics

Dedicació: 21h

Classes teòriques: 11h  
Classes laboratori: 1h  
Aprentatge autònom: 9h

#### Descripció:

Teorema d'Erdős-Szekeres sobre successions. Algorisme de Friedman. Aplicacions geomètriques.

Grafs geomètrics. Nombre de talls i lema fonamental. Aplicacions.

#### Configuracions geomètriques

#### Descripció:

Problemes d'incidència. El teorema de Szemerédi-Trotter. Distàncies repetides.

Teorema d'Erdős-Szekeres sobre subconjunts convexos. Extensions.  $k$ -sets i nivells

#### Matroides orientades

#### Descripció:

Arrengaments de pseudorectes. El quirotòp d'un núvol de punts. Relacions Grassmann-Plücker. Mètodes per a demostrar la no-realitzabilitat d'arrengaments de pseudorectes i esferes simplicials

#### Codificació de mapes en superfícies

#### Descripció:

Aspectes combinatoris i enumeratius. Funcions generadors.

#### Orientacions i boscos de Schnyder

#### Descripció:

Etiquetes, orientacions i boscos. Superfícies ortogonals. Dibuixos planars.



## 48019 - MCAG - MÈTODES COMBINATORIS I ALGORÍSMICS EN GEOMETRIA

<p>Mètodes topològics</p>	<p>Dedicació: 21h            Classes teòriques: 11h            Classes laboratori: 1h            Aprenentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció:            Teoria bàsica de la convexitat. Teoremes de Helly, Radon, Carathéodory. Aplicacions i extensions.</p> <p>Punts centrals. Particions ham-sandwich.</p> <p>Teorema de Borsuk-Ulam. Demostració geomètrica. Versió discreta.</p>	

<p>Politops convexos</p>
<p>Descripció:            Politops convexos. Fenòmens en dimensió alta. Exemples, mètodes de construcció i visualització. Teoremes fonamentals. Connexions amb altres àrees de matemàtiques.</p> <p>Tractament algorísmic amb el sistema polymake de Michael Joswig i Ewgenij Gawrilow</p>

<p>Reticles i tessellacions</p>
<p>Descripció:            Tesellacions i empaquetaments. Reticles i els teoremes de Minkowski. Reticles excepcionals i el mètode de Wythoff. Tesellacions aperiòdiques i la seva construcció mitjançant el mètode de seccions.</p>

<p>Geometría tridimensional</p>
<p>Descripció:            Patrons d'identificació per a superfícies i varietats de dimensió 3. Exemples: Esfera, toro, espais dodecaedrales. Conceptes bàsics de geometria hiperbòlica. Triangulacions de varietats i esferes simpliciales.</p> <p>Tractament algorísmic amb el programa Curved Spaces de Jeff Weeks.</p>

## 48019 - MCAG - MÈTODES COMBINATORIS I ALGORÍSMICS EN GEOMETRIA

<p>Introducció a la geometria computacional</p>	<p>Dedicació: 21h Classes teòriques: 11h Classes laboratori: 1h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció: Model de computació. Envolupant convexa. Descomposicions i triangulacions. Ubicació de punts. Diagrames de Voronoi. Arranjaments i dualitat. Programació lineal.</p> <p>El teoreme d'Oleynik-Milnor-Thom i les seves aplicacions</p>	

<p>Ampliació de geometria computacional</p>
<p>Descripció: Escombrat topològic. Successions de Davenport-Schinzal.</p> <p>Introducció als algoritmes aleatoritzats en geometria computacional. Mètodes Montecarlo i Las Vegas. Exemples bàsics amb anàlisi retroactiva.</p>

<p>Reconstrucció algorísmica</p>
<p>Descripció: Reconstrucció algorísmica de objectes en dimensions 2 i 3. Eix medial, nearest neighbor crust, power crust, alpha shapes.</p> <p>Generació de malles. Malles hexaedrales.</p> <p>Tractament algorísmic: La llibreria CGAL.</p>

## 48019 - MCAG - MÈTODES COMBINATORIS I ALGORÍSMICS EN GEOMETRIA

<p>Aplicacions</p>	<p>Dedicació: 16h Classes teòriques: 8h Classes laboratori: 1h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p>Descripció: El sistema GPS.</p> <p>Compressió de dades: El lema de Johnson-Lindenstrauss i Compressed Sensing</p> <p>Arquitectura algorísmica: Rigidesa de estructures i linkages; tensegritats.</p> <p>Astrofísica algorísmica: Estructures de dades per clustering d'estels i galàxies. Arbres mínims generadors en cosmologia</p> <p>Química algorísmica: Diagrames de Gale i diagrames de fase</p> <p>Altres aplicacions</p>	
<p>Elaboració d'un treball</p>	<p>Dedicació: 49h Sessions d'avaluació: 0h 30m Aprentatge autònom: 48h 30m</p>
<p>Descripció: Redacció d'un treball sobre un dels temes no presentats pels professors</p>	
<p>Examen final</p>	<p>Dedicació: 7h Sessions d'avaluació: 2h Aprentatge autònom: 5h</p>

### Sistema de qualificació

Nota final = 0.4 examen final + 0.4 lliurament i exposició del treball + 0.2 exercicis

### Normes de realització de les activitats

Per a l'examen final es permet una fulla doble escrita a mà personalment. És obligatòria el lliurament i exposició del treball.

### Capacitats prèvies

\* Coneixements bàsics de combinatòria, algorísmica, geometria computacional i teoria de grafs.

# 48019 - MCAG - MÈTODES COMBINATORIS I ALGORÍSMICS EN GEOMETRIA

## Bibliografia

### Bàsica:

- Boissonat, J. D.; Yvinec, M.. Algorithmic geometry. Cambridge U.Press, 1997.
- Matousek, J.. Lectures on discrete geometry. Springer-Verlag, 2002.
- de Berg, M.; van Kreveld, M.; Overmars, M.; Schwarzkopff, O.. Computational geometry. Algorithms and applications. Springer-Verlag, 2000.
- Ziegler, Günter M.. Lectures on polytopes. Springer-Verlag, 1995.
- Pach, J.; Aggarwal, P. K.. Combinatorial geometry. John Wiley & Sons, 1995.
- Bokowski, Jürgen. Computational Oriented Matroids. Cambridge University Press, 2006. ISBN 978-0-521-84930-2.
- Jeffrey R. Weeks. The shape of space. 2nd ed.. New York: M.Dekker, 2002.
- J.H. Conway, N.J.A. Sloane. Sphere packings, lattices and groups. Third edition. Springer, 1999.

### Complementària:

- Brass, P.; Moser, W.; Pach, J.. Research problems in discrete geometry. Springer-Verlag, 2005.
- Ziegler, Günter M and Aigner, Martin. El libro de las demostraciones. Nívola, 2005. ISBN 84-95599-95-3.
- Beck, Matthias and Robins, Sinai. Computing the Continuous Discretely. Springer, 2007. ISBN 978-0-387-29139-0.
- Grünbaum, Branko. Convex Polytopes. Second Edition. Springer, 2003. ISBN 978-0-387-00424-2.
- William P. Thurston. Three-dimensional Geometry and Topology. Princeton: Princeton University Press, 1997.
- A. Björner, M. Las Vergnas, B. Sturmfels, N. White, G. Ziegler. Oriented Matroids. Second edition. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- V. M. Buchstaber and T. E. Panov. Torus actions and their applications in topology and combinatorics. American Mathematical Society, 2002. ISBN 978-0-8218-3186-1.

### Altres recursos:

#### Material informàtic

##### polymake

Software pel treball amb polítops, configuracions de punts i complexos simplicials

##### CGAL

Llibreria pel treball amb conjunts de punts en dimensió 2 i 3

##### Curved Spaces

Simulador de vol per varietats de dimensió 3

##### Haskell

Llenguatge de programació per experimentar amb matroides orientades

# 11871 - MNE - MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA // MODELITZACIÓ NUMÈRICA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 727 - MA III - Departament de Matemàtica Aplicada III  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Anglès

## Professors

Responsable: CURIEL SOSA, JOSE LUIS

## Horari d'atenció

Horari: A convenir

## Metodologies docents

- \* Classes setmanals tutoritzades on els casos d'estudi i exemples pràctics són reproduïts pels estudiants.  
- Temes coberts per altres mòduls són revisats fent servir un software científic i comercial.
- \* Sessions teòriques:  
- Introducció i discussió d'aspectes fonamentals de cada tema
- \* Material de lectura disponible a la intranet de l'assignatura
- \* Sala d'ordinadors:  
- Modelat y anàlisi de problemes en enginyeria

## Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

veure fitxa en anglès

# 11871 - MNE - MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA // MODELITZACIÓ NUMÈRICA

## Continguts

Introducció als sistemes no lineals d'equacions

(CAT) 2.- Physical Models

(CAT) 3.- Computational Models

Descripció:

(CAT) - Stages in computer modelling of engineering problems:

Use of CAD software.

Application of a specific constitutive law.

Boundary conditions.

External loading.

Mesh generation.

Solution of the discretised system of equations.

Post-processing and Visualization of results.

(CAT) 4.- Introduction to Discretization Methods

Descripció:

(CAT) - Discretization methods (Finite Differences, Finite Element Method -FEM-, Finite Volume Method) are introduced in a general manner. Special emphasis is given to the FEM which is being used throughout the course.

(CAT) 5.- Solution Procedures

Descripció:

(CAT) Methods of solution:

- Linear system of equations

- Nonlinear system of equations

Description of the different configurations:

- Eulerian

- Lagrangian

- ALE

Adaptivity

Mesh density

Advantages and disadvantages of explicit-FEM versus implicit-FEM.

## 11871 - MNE - MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA // MODELITZACIÓ NUMÈRICA

(CAT) 6.- Introduction to Castem

(CAT) 7.- Heat Transfer

Descripció:

(CAT) Introduction of the problems of heat transfer with Castem.  
Comparison with other solvers such as a small program written in Matlab.  
Analysis attending to different boundary conditions and density of the mesh.

(CAT) 8. Solid Mechanics

(CAT) 9.- Fluids in Porous Media

(CAT) 10.- Slender Structures

### Sistema de qualificació

30% proyectos individuales, 50% proyectos de grupo y 20% presentaciones orales

### Capacitats prèvies

- \* Coneixements bàsics de mètodes numèrics
- \* Coneixements bàsics d'equacions en derivades parcials

# 11871 - MNE - MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA // MODELITZACIÓ NUMÈRICA

## Bibliografia

### Bàsica:

- Chandrupatla, T.R. Introduction to finite elements in engineering. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 0131784536.
- Souza Neto, E.A.; Peric, D.; Owen, D.R.J. Computational methods for plasticity : theory and applications. Chichester: Wiley, 2008. ISBN 9780470694527.
- Ortega, J.M.; Rheinboldt, W. Iterative solution of nonlinear equations in several variables. Philadelphia: SIAM, 2000. ISBN 0898714613.
- Thompson, E.G. Introduction to the finite element method : theory, programming, and applications. Hoboken: John Wiley & sons, 2005. ISBN 047145253X.
- Kelley, C.T. Iterative methods for linear and nonlinear equations. Philadelphia: SIAM, 1995. ISBN 0898713528.
- Krysl, P. A pragmatic introduction to the finite element method for thermal and stress analysis : with the matlab toolkit SOFEA. London: World Scientific Publishing, 2006. ISBN 9789812704115.
- Bathe, K.J. Finite element procedures. s.l: l'autor, 2006. ISBN 9780979004902.
- Crisfield, M.A. Non-linear finite element analysis of solids and structures. Chichester: John Wiley and Sons, 1991. ISBN 0471929565 (V.1).
- Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L. The finite element method. 5th ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2000. ISBN 0750650494 (V. 1), 0750650559 (V. 2),0750650508 (V. 3).

### Complementària:

- Morton, K.W. Numerical solution of convection-diffusion problems. London: Chapman & Hall, 1996. ISBN 0412564408.
- Akin, J.E. Finite element analysis with error estimators : an introduction to the FEM and adaptive error analysis for engineering students. Oxford: Elsevier, 2006. ISBN 0750667222.
- Belytschko, T.; Liu, W.K.; Moran, B. Nonlinear finite elements for continua and structures. Chichester: Wiley, 2000. ISBN 0471987735.



## 48034 - MQQSD - MÈTODES QUALITATIUS I QUANTITATIUS EN SISTEMES DINÀMICS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística

Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I

Curs: 2009

Titulació: MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)

Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: DELSHAMS VALDES, AMADEU

Altres: MARTINEZ-SEARA ALONSO, M. TERESA

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Proporcionar coneixements fonamentals i tècniques per a l'estudi dels sistemes dinàmics, tant des del punt de vista qualitatiu com quantitatiu, posant èmfasi en la relació entre els diferents tipus de sistemes, i en l'ús de tècniques pertorbatives.

Capacitats a adquirir:

\* habilitat en l'ús de la teoria de pertorbacions i tècniques de formes normals en l'estudi dels sistemes dinàmics i hamiltonians

## 48034 - MQQSD - MÈTODES QUALITATIUS I QUANTITATIUS EN SISTEMES DINÀMICS

### Continguts

#### Objectes invariants de sistemes dinàmics

Descripció:

Sistemes dinàmics continus i discrets, aplicació de Poincaré. Estructura local dels objectes invariants hiperbòlics: varietats invariants. Varietat central. Bifurcacions locals.

#### Teoria de pertorbacions en sistemes dinàmics

Descripció:

Teoria clàssica de pertorbacions. Pertorbacions d'òrbites homoclíniques planes: mètode de Melnikov.

#### Sistemes dinàmics discrets

Descripció:

Sistemes discrets. Teorema de Denjoy. Propietats genèriques. Teorema de Sarkovskii.

#### Punts homoclínics i dinàmica caòtica

Descripció:

Punts homoclínics i bifurcacions. Conjunts hiperbòlics i punts homoclínics transversals: sistemes amb dinàmica caòtica. Fenomen de Newhouse.

#### Formes normals

Descripció:

Formes normals de Poincaré-Dulac. Convergència: dominis de Poincaré i Siegel. Formes normals hamiltonianes. Bifurcacions. Sèries de Lie. Construcció de manipuladors algebraics i analítics.

## 48034 - MQQSD - MÈTODES QUALITATIUS I QUANTITATIUS EN SISTEMES DINÀMICS

### Aplicació de les formes normals a l'estabilitat en sistemes dinàmics

#### Descripció:

Teoria KAM (Kolmogorov-Arnold-Moser), teorema del twist. Petits divisors i desigualtats diofàntiques. Estabilitat efectiva i teorema de Nekhoroshev. Escisió de separatrïus, potencial de Melnikov. Difusió d'Arnold.

### Sistema de qualificació

el curs s'avalua en un 100% a partir de la realització d'un treball i/o la resolució de problemes d'una llista

### Capacitats prèvies

\* coneixements bàsics de càlcul, àlgebra, equacions diferencials, sistemes dinàmics i mètodes numèrics

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Meyer, K.R.; Hall, G.R.. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the n-body problem. Springer-Verlag, 1992.
- Chow, S.-N.; Hale, J.K.. Methods of bifurcation theory. Springer-Verlag, 1996.
- Guckenheimer, J.; Holmes, P.. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations of vector fields. Springer-Verlag, 1983.
- Katok, A.; Hasselblatt, B.. Introduction to the modern theory of dynamical systems. Cambridge Univ. Press, 1995.

## 48119 - MMEDP - MODELITZACIÓ MATEMÀTICA AMB EDPS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: SOLÀ-MORALES RUBIÓ, JUAN DE LA CRUZ DE

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El curs pretén donar una visió general de l'ús de les equacions en derivades parcials i els problemes de contorn per construir models matemàtics de fenòmens reals.

- \* Conèixer quina mena de problemes reals són els que es modelitzen amb EDP's.
- \* Saber interpretar físicament els termes de les equacions i els resultats matemàtics.

Capacitats a adquirir:

- \* Conèixer les equacions en derivades parcials que són més importants en les aplicacions i algunes de les seves propietats matemàtiques més rellevants.
- \* Conèixer els problemes reals que són modelitzats per aquestes equacions i la forma en la que aquests es presenten en el món de la tecnologia.
- \* Ser capaç de comprendre treballs de recerca que facin modelització i també de modelitzar situacions senzilles.
- \* Ser capaç d'utilitzar eines senzilles d'anàlisi matemàtica i de computació per a donar resposta a algunes preguntes simples sobre els models plantejats.

## 48119 - MMEDP - MODELITZACIÓ MATEMÀTICA AMB EDPS

### Continguts

#### Potencials en Física i Tecnologia.

Descripció:

Potencials gravitatoris i elèctrics. Potencials de massa i potencials de capa. Potencials de velocitats en mecànica de fluids. Sustentació.

#### Conduccio de la Calor.

Descripció:

Conducció de la calor i difusió. Diversitat de condicions de contorn. Dominis primis. Reacció i difusió. Ones viatgeres. Difusió no lineal.

#### Transitoris en medis continus.

Descripció:

Oscil·lacions en medis elàstics. Dissipació i esmorteiment. Models no lineals, bifurcació i estabilitat. Altres equacions hiperbòliques.

#### Dinamica de poblacions.

Descripció:

Models matemàtics en biologia. Models de poblacions estructurades. Equacions amb termes no locals.

### Sistema de qualificació

Es valora l'assistència i la participació a les classes (25%), la realització de problemes (25%), la presentació dels treballs pràctics (25%) i un examen final (25%).

### Capacitats prèvies

- \* Coneixements d'Equacions Diferencials Ordinaries, Equacions en Derivades Parcialis i problemes matemàtics de la Física a nivell de grau.
- \* Coneixements de tècniques computacionals i numèriques elementals.
- \* Coneixements bàsics d'Anàlisi Matemàtica a nivell de grau.

## 48119 - MMEDP - MODELITZACIÓ MATEMÀTICA AMB EDPS

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Howison, S. D.. Practical applied mathematics. Cambridge University Press, 2005.
- Tikhonov, A. N.; Samarski, A. A.. Ecuaciones de la física matemática. MIR, 1983.
- Fowler, A. C.. Mathematical models in the applied sciences. Cambridge University Press, 1997.
- Friedman, A.; Littman, W.. Industrial mathematics : a course in solving real-world. SIAM, 1994.
- Ockendon, J. R. ...[et al.]. Applied partial differential equations. Oxford University Press, 2003.

#### Complementària:

- Garabedian, P. R.. Partial differential equations. American Mathematical Society, 1998.
- Panofsky, W. K. ; Phillips, M.. Classical electricity and magnetism. Addison-Wesley, 1971.

## 34455 - MMB - MODELS MATEMÀTICS EN BIOLOGIA

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: PUIG SADURNI, JOAQUIM

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Introduir l'alumne en la modelització de processos biològics mitjançant equacions diferencials ordinàries i en derivades parcials. Aprendre a obtenir, mitjançant eines qualitatives i numèriques, propietats bàsiques del model i a discutir la correcció del model comparant-lo amb dades experimentals. Aprendre a comunicar eines i resultats en equips interdisciplinars.

Capacitats a adquirir:

- \* Comprensió i discussió de models elementals en sistemes dinàmics d'origen biològic.
- \* Capacitat de dur a terme el procés de modelització, obtenció de solucions (numèriques i/o analítiques), discussió de resultats i presentació d'aquests.
- \* Comunicació en equips de treball interdisciplinars.

## 34455 - MMB - MODELS MATEMÀTICS EN BIOLOGIA

### Continguts

#### Els sistemes dinàmics d'origen biològic

Descripció:

Presentació de la modelització de processos dinàmics en biologia: metodologia i problemàtica.

#### Modelització amb equacions diferencials ordinàries.

Descripció:

Models demogràfics, ecològics i epidemiològics. Control d'infeccions.

#### Modelització amb sistemes dinàmics discrets

Descripció:

Caos en sistemes biològics. Sistemes aleatoris. Cadenes de Markov i models genètics.

#### Estimació de paràmetres i tests d'hipòtesis

Descripció:

Estimació de paràmetres en models biològics realistes.

### Sistema de qualificació

L'avaluació continuada del curs es basarà en l'assistència i la participació a les classes (35%) i en la realització d'un treball pràctic (65%) que es presentarà a classe.

### Capacitats prèvies

- \* Coneixements d'Equacions Diferencials Ordinàries, Equacions en Derivades Parcial a nivell de grau.
- \* Coneixements de tècniques computacionals i numèriques elementals.
- \* Coneixements bàsics d'Anàlisi Matemàtica a nivell de grau.



## 34455 - MMB - MODELS MATEMÀTICS EN BIOLOGIA

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Britton, N. F. Essential mathematical biology. Springer-Verlag, 2003.
- Istas, J. Mathematical modeling for the life sciences. Springer-Verlag, 2005.
- Vries, G. de ...[et al.]. A Course in mathematical biology. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2006.
- Murray, J. D. Mathematical biology I & II [en línia]. 3rd ed. Springer-Verlag, 2002. Disponible a: <http://biblioteca.upc.es/springer/resultat.asp?titol=mathematical+biology&x=28&y=10>.
- Newman, Mark; Barabási, Albert-László; Watts, Duncan. The Structure and dynamics of networks. Princeton (NJ): Princeton University Press, 2006. ISBN 0691113572.
- Watts, Duncan J. Small world networks: the dynamics of networks between order and randomness. Princeton (NJ): Princeton University Press, 1999. ISBN 0691117047.

#### Complementària:

- Hoppensteadt, F. C.; Peskin, C. S. Modeling and simulation in medicine and the life sciences. 2nd ed. Springer-Verlag, 2001.
- Anderson, Roy M.; May, Robert M. Infectious diseases of humans: dynamics and control. Oxford University Press, 1993.
- Hoppensteadt, F. C. Mathematical methods of population biology. Cambridge University Press, 1982.
- Beltrami, Edward J.. Mathematical models for society and biology. Elsevier, 2002.
- Solé, R. V. ; Manrubia, S. C. Orden y caos en sistemas complejos I & II. Edicions UPC, 2001.
- Morris, Martina. Network epidemiology. Oxford (UK): Oxford University Press, 2004. ISBN 0199269017.

## 34464 - SALG1 - SEMINARI D'ÀLGEBRA 1

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: QUER BOSOR, JORDI  
Altres: Lario Loyo, Joan-Carles  
Rio Doval, Anna  
Vela del Olmo, Montserrat

### Metodologies docents

Classes de teoria i problemes

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Estudi de les representacions lineals de grups finits

Capacitats a adquirir:

- \* Representacions equivalents i descomposició en suma d'irreductibles.
- \* Lema de Schur.
- \* Propietats generals de les taules de caràcters.
- \* Representacions restringides i induïdes.
- \* Elaboració de taules de caràcters.
- \* Aplicacions a l'aritmètica, la física, la química, combinatòria, ...

### Continguts

Representació lineal de grups finits

### Sistema de qualificació

Exàmen i/o elaboració d'un treball d'ampliació.

### Capacitats prèvies

- \* Teoria bàsica de grups
- \* Àlgebra lineal
- \* Cossos ciclotòmics

### Bibliografia

## 48036 - SH - SISTEMES HAMILTONIANS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I  
Curs: 2009  
Titulació: MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: DELSHAMS VALDES, AMADEU

Altres: GUTIERREZ SERRES, PERE

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

consistirà en sessions impartides per diversos professors, nacionals o estrangers, que explicaran els avenços més significatius sobre alguns dels temes de sistemes hamiltonians

Capacitats a adquirir:

\* habilitat en l'ús del formalisme hamiltonià per a la modelització i estudi de sistemes mecànics, particularment els que són integrables o propers a integrables

## 48036 - SH - SISTEMES HAMILTONIANS

### Continguts

#### Formalisme hamiltonià

**Descripció:**

Sistemes dinàmics hamiltonians: aplicacions simplèctiques, varietats simplèctiques. Sistemes hamiltonians lineals i aplicació a l'estabilitat de punts d'equilibri.

#### Hamiltonians i lagrangians

**Descripció:**

Sistemes lagrangians. Varietat de configuracions, fibrats tangent i cotangent. Sistemes amb simetries, teorema de Noether. Principi de mínima acció.

#### Hamiltonians integrables i quasi-integrables

**Descripció:**

Integrabilitat completa i teorema de Liouville-Arnold. Fluxos quasiperiòdics sobre un tor, ressonàncies. Exemples de sistemes quasi-integrables. Aplicacions twist i billars. No integrabilitat analítica.

#### Estabilitat de hamiltonians quasi-integrables

**Descripció:**

Teoria KAM (Kolmogorov-Arnold-Moser), teorema del twist. Petits divisors i desigualtats diofàntiques. Estabilitat efectiva i teorema de Nekhoroshev. Escisió de separatrius, potencial de Melnikov. Difusió d'Arnold.

### Sistema de qualificació

el curs s'avalua en un 100% a partir de la realització d'un treball i/o la resolució de problemes d'una llista

### Capacitats prèvies

\* coneixements bàsics de càlcul, àlgebra, equacions diferencials, sistemes dinàmics i mètodes numèrics

## 48036 - SH - SISTEMES HAMILTONIANS

### Bibliografia

#### Bàsica:

Arnold, V.I.; Kozlov, V. V.; Neishtadt, A. I.. Dynamical systems III. Springer-Verlag, 1988.

Golé, C.. Symplectic twist maps: global variational techniques. World Scientific, 2001.

Katok, A.; Hasselblatt, B.. Introduction to the modern theory of dynamical systems. Cambridge Univ. Press, 1995.

Meyer, K. R.; Hall, G. R.. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the N-body problem. Springer-Verlag, 1992.

#### Complementària:

Broer, H. W.; Huitema, G. B.; Sevryuk, M. B.. Quasi-periodic motions in families of dynamical systems: order amidst chaos. Springer-Verlag, 1996.

Delshams, A.; de la Llave, R; Seara, T. M.. A geometric mechanism for diffusion in Hamiltonian systems (...). Mem. Amer. Math. Soc., 2006.

Lazutkin, V. F.. KAM theory and semiclassical approximations to eigenfunctions. Springer-Verlag, 1993.

de la Llave; R.. A tutorial on KAM theory. [http://www.maia.ub.es/mp\\_arc-bin/mpa?yn=01-29](http://www.maia.ub.es/mp_arc-bin/mpa?yn=01-29), 2001.

## 48020 - TATG - TEORIA ALGEBRAICA I TOPOLÒGICA DE GRAFS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: SERRA ALBO, ORIOL  
Altres: BALL, SIMEON MICHAEL; LLADO SANCHEZ, ANNA; FIOL MORA, MIGUEL ANGEL

### Metodologies docents

Teoria:  
Exposicions generals dels continguts, amb demostracions dels teoremes principals i descripció de l'estat de l'art.  
Problemes:  
Treball d'autoprenentatge a través de col.leccions guiades de problemes, tan per a l'aprofundiment dels continguts com per a l'adquisició de destresa en la resolució de problemes.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

El curs es centra en l'aplicació de diverses eines algebraiques, topològiques i probabilístiques a l'estudi dels grafs. Encara que està pensat com una continuació d'un cur introductor en teoria de grafs, és assequible a qualsevol estudiant a nivell de grau.

L'objectiu genèric del curs és el de conèixer i aprendre a fer servir eines de teoria espectral, d'anàlisi probabilístic, de mètodes topològics, d'estudi de simetries i d'aplicació de mètodes polinomials en l'estudi de grafs.

El remarcable éxit d'aquestes eines en models combinatoris simples com els grafs estimulen la seva aplicació i desenvolupament en models més complexos, un estudi que constitueix una part important del desenvolupament actual de la matemàtica.

# 48020 - TATG - TEORIA ALGEBRAICA I TOPOLÒGICA DE GRAFS

## Continguts

### Descripció general

#### Descripció:

L'estudi de propietats estructurals d'un graf a partir de la seva matriu d'adjacència, i en particular dels seus valors propis, constitueix una part important de la teoria algebraica de grafs. L'estudi de problemes isoperimètrics, de qüestions mètriques o de passeigs aleatoris en són exemples típics. Una altra vessant de la teoria algebraica de grafs està relacionada amb l'estudi de grups de simetries i estructures altament simètriques, com els grafs distància regulars o els digrafs altament transitius. Els mètodes que associen polinomis (polinomis de grafs, polinomis cromàtics, polinomis enumeradors d'aparellaments, polinomis de Tutte) constitueixen una altra vessant de l'aplicació d'eines algebraiques a l'estudi estructural de grafs.

Un altre aspecte de la teoria algebraica de grafs està relacionada amb l'estudi de certes categories de grafs i els seus homomorfismes. Aquesta mena de problemes estan relacionats amb la coloració: a la categoria de grafs, el nombre cromàtic d'un graf és la mínima mida d'un graf complet al que és homomorf.

La teoria topològica de grafs es pot veure també en dues vessants. D'una banda l'estudi de grafs que poden ser sumergits en superfícies, de la que el teorema dels quatre colors n'és l'exemple més emblemàtic. De l'altra l'anomenada teoria dels menors, que desenvolupada per Robertson Seymour i Thomas, ha donat alguns dels resultats més espectaculars de la teoria de grafs en els darrers temps.

El mètode probabilista en combinatòria troba en l'àrea dels grafs aleatoris un camp específic de gran riquesa. L'existència de grafs de nombre cromàtic i coll arbitraris, provada per Erdos el 1957, és un dels resultats emblemàtics de l'àrea.

### Mètodes espectrals

#### Descripció:

Matriu d'adjacència i matriu laplaciana. Propietats espectrals. Grafs coespectrals. Invariants de grafs i propietats espectrals: nombre cromàtic, constant de Cheeger i problemes isoperimètrics, diàmetre i propietats mètriques.

## 48020 - TATG - TEORIA ALGEBRAICA I TOPOLÒGICA DE GRAFS

### Simetries en grafs

Descripció:

Grup d'automorfismes. Grafs de Cayley. Grafs amb grups donats. Grafs de voltatge. Grafs i digrafs s-arc transitius. Grafs fortament regulars. Grafs distancia transitius.

### Grafs i superfícies

Descripció:

Gènere d'un graf. Nombres de Heawood. Teorema de Ringel-Youngs. Conjectura de Hadwiger. Teorema de Thomassen.

### Menors

Descripció:

Classes tancades per menors. Quasiordres. Paràmetres de 'width'. Teorema dels menors de Robertson i Seymour.

### Homomorfismes

Descripció:

Homomorfismes de grafs. Problemes CST i dicotomia. Anticadenes i dualitats a la categoria de grafs i de digrafs.

### Grafs aleatoris

Descripció:

Models de grafs aleatoris. L'evolució dels grafs aleatoris. L'aparició de la component gegant. Propietats monòtones. Funcions de llindar. Propietats de gairebé tots els grafs.

### Sistema de qualificació

S'avaluarà la feina de l'estudiant a través de les sessions de problemes, l'entrega de problemes resolts. Es farà un examen a mig quadrimestre i un examen final.

La qualificació es basarà en el resultat dels examens (60%) i l'avaluació de problemes durant el curs (40%).



## 48020 - TATG - TEORIA ALGEBRAICA I TOPOLÒGICA DE GRAFS

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Bollobas, B.. Modern Graph Theory. Springer, 1998.
- Bollobas, B.. Random Graphs. Cambridge Univ. Press, 2001.
- Biggs, N.. Algebraic Graph Theory. Cambridge Mathematical Library, 1993.
- Hell, P.; Nešetřil, J.. Graphs and homomorphisms. Oxford Univ. Press, 2004.
- Mohar, B.; Thomassen, C.. Graphs on Surfaces. Johns Hopkins University Press, 2001.

#### Complementària:

- Diestel, R.. Graph Theory. Springer, 2005.
- Lowell, Beinecke. Topics in algebraic graph theory. Cambridge Univ. Press, 2004.
- Chung, F.. Spectral Graph Theory. AMS, 1997.
- Bólobas, B.. Extremal graph theory. Dover Publications, Inc., 2004.
- Molloy, M.; Reed, B.. Graph colouring and the probabilistic method. Springer, 2002.
- Cvetkovic, D.; Rowlinson, P.; Simic, S.. Spectral generalizations of line graphs.. Cambridge Univ. Press, 2004.
- Janson, S.; Luczak, T.; Ruzinski, A.. Random graphs. Wiley Interscience, 2000.

## 11864 - CODIS - TEORIA DE CODIS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: XAMBO DESCAMPS, SEBASTIAN

### Metodologies docents

**Teoria:**  
S'expliquen d'una manera sistemàtica els diversos temes del programa i s'il·lustren amb exemples escollits.

**Problemes:**  
Regularment es proposen problemes relacionats amb la teoria, s'assigna la resolució als alumnes (individualment o en grups petits), els quals finalment l'expliquen a les classes de problemes.

**Pràctiques:**  
Treball amb webs interactives, particularment [/www.wiris.com/cc/](http://www.wiris.com/cc/), en l'hora no reglada.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Familiaritzar-se amb la teoria i la pràctica dels esquemes usats actualment per a la codificació i descodificació orientats a la correcció dels errors produïts en la transmissió d'informació per un canal digital.

- \* Conèixer els trets bàsics de la teoria de la informació de Shannon (codificació de font, codificació de canal, esquemes de descodificació) i comprendre per què s'ha de considerar com l'origen de l'era digital.
- \* Propietats fonamentals, exemples més rellevants i aplicacions més importants dels codis de blocs. Això inclou un tractament directe i detallat dels codis alternants, i, en particular, dels codis de Reed-Solomon, dels codis BCH i dels codis de Goppa clàssics.
- \* Introducció als codis geomètrics de Goppa.
- \* Propietats fonamentals, exemples més rellevants i aplicacions més importants dels codis convolucionals i dels codis de gelosia. Descodificació de Viterbi i les seves aplicacions.
- \* Codis compostos en sèrie i en paral·lel. Turbodescodificadors. Descodificadors iteratius.
- \* Tractament computacional dels codis autocorrectors.

Capacitats a adquirir:

- \* Conèixer els fonaments de la teoria de la informació de Shannon i els límits de les possibilitats pel que fa a la correcció d'errors.
- \* Saber analitzar quin és l'esquema de correcció d'errors que convé a una demanda donada.
- \* Comprendre les relacions que hi ha entre diversos dominis de les matemàtiques, particularment de l'àlgebra, i la teoria dels codis autocorrectors.
- \* Conèixer quins codis s'usen avui en els diversos sistemes digitals i comprendre'n el funcionament.
- \* Conèixer alguns dels problemes no resolts que es plantegen en la teoria i en la pràctica de la codificació enfocada a la

## 11864 - CODIS - TEORIA DE CODIS

correcció d'errors.

# 11864 - CODIS - TEORIA DE CODIS

## Continguts

### Teoria de la informació

**Descripció:**

Sistemes de comunicació i teoria de la informació. El problema de la detecció i la correcció d'errors. Codificadors. Criteris de descodificació. El límit de Shannon. Preliminars sobre els esquemes de codificació/descodificació més usats en la pràctica.

### Codis de blocs

**Descripció:**

Codis de blocs. Codis perfectes. Exemples de codis. Operacions amb codis. Fitació de paràmetres. Problema fonamental de la codificació per blocs.

### Codis lineals

**Descripció:**

Codificació i descodificació de codis lineals. Distribució de pesos, identitats de MacWilliams. Codis de Hamming i de Golay. Codis de Reed Muller. Codis cíclics. Codis BCH (Bose Chaudhuri Hocquenghem). Codis de Reed Solomon i de Justesen. Codis de Goppa clàssics. Codis de residus quadràtics. Codis alternants.

### Descodificació

**Descripció:**

Descodificadors de Berlekamp-Massey-Sugiyama i de Peterson-Gorenstein-Zierler per a codis alternants. Descodificador de Meggitt per a codis cíclics. Codis de gelosia i descodificador de Viterbi.

### Codis convolucional i turbocodis

**Descripció:**

Codificadors convolucional (estructura i propietats). Concatenació de codis (en sèrie i en paral·lel). Entrellaçadors. Turbodescodificació.

### Aplicacions

**Descripció:**

Presentació dels codis usats en diverses aplicacions tecnològiques (mòdems, sistemes d'enregistrament de dades, telefonia mòbil, televisió digital, comunicació submarina, comunicació interplanetària...).

# 11864 - CODIS - TEORIA DE CODIS

## Sistema de qualificació

Un examen de teoria, avaluat sobre 3 punts (dos temes de teoria, un a mitjan curs i l'altre al final, d'una llista de quinze temes extrets de les unitats didàctiques treballades en el curs).

Un examen de problemes, avaluat sobre 4 punts.

Un treball, avaluat sobre 2 punts (1 punt pel treball escrit entregat el dia de l'examen final i un punt pel resum oral fet en acabar les classes).

Es podrà obtenir fins a 1 punt pel treball fet a la classe de problemes (es tindran en compte les solucions i l'exposició).

## Capacitats prèvies

\* Àlgebra lineal

\* Probabilitat i estadística bàsiques.

## Bibliografia

Bàsica:

Justesen, J.; Hoeholdt, T.. A course in error-correcting codes. European Math. Soc., 2004.

Xambó, S.. Block error-correcting codes: a computational primer. Springer-Verlag, 2003.

Heegard, C.; Wicker, S.B.. Turbo coding. Kluwer Academic Publishers, 1999.

Schlegel, C.. Trellis Coding. IEEE Press, 1997.

Lin, S.; Costello, D.J.. Error control coding: fundamentals and applications. Prentice-Hall, 2004.

Complementària:

Proakis, J.G.; Salehi, M.. Communication systems engineering. Prentice-Hall, 2002.

Brunat, J. M.; Ventura, E.. Informació i codis. Edicions UPC, 2001.

Lint Van, J.H.. Introduction to coding theory. Springer Verlag, 1999.

Pretzel, O.. Error-correcting codes and finite fields student edition. Clarendon Press, 1996.

MacWilliams, F.; Sloane, N.. The theory of error correcting codes. North-Holland, 1977.

## 11863 - GRAFS - TEORIA DE GRAFS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professors

Responsable: LLADO SANCHEZ, ANNA

### Metodologies docents

Teoria:

S'exposaran a la pissarra les nocions i els resultats teòrics de cada part del curs, i es donaran la majoria de les demostracions.

Els alumnes disposaran d'unes notes de l'assignatura.

Problemes:

Es proposaran i es resoldran problemes relacionats amb cada tema.

Els alumnes disposaran d'exercicis i problemes proposats que s'inclouen en les notes de classe. També s'inclou una llista de problemes resolts corresponents a examens d'anys anteriors.

Pràctiques:

No n'hi ha.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu d'aquest curs és introduir la teoria de grafs com l'estudi estructural de les relacions binàries. Està, per tant, en el cor del que avui dia es coneix amb el nom de matemàtica discreta. La teoria de grafs té els orígens a començaments del segle XX i des d'aleshores ha viscut un creixement ràpid, a causa en gran part del món dels ordinadors i les noves tecnologies.

- \* Que l'alumne conegui els diferents problemes que van originar aquesta nova branca de la matemàtica discreta.
- \* Que l'alumne conegui els resultats clàssics més importants respecte a aquest tema.
- \* Que l'alumne aprengui a tractar petits problemes associats a cada part de l'assignatura.
- \* Que l'alumne conegui alguns dels problemes oberts relacionats amb cada problema.
- \* Despertar en l'alumne l'interès i la fascinació per la matemàtica viva i moderna.

Capacitats a adquirir:

- \* Control dels conceptes bàsics introduïts en el primer tema de l'assignatura.
- \* Tenir consciència de la dificultat intrínseca d'alguns problemes clàssics de la teoria de grafs, com per exemple l'existència de cicles i camins hamiltonians.

## 11863 - GRAFS - TEORIA DE GRAFS

- \* Conèixer i dominar la noció de flux en una xarxa.
- \* Saber tractar alguns problemes de vèrtex-connectivitat i branca-connectivitat.
- \* Conèixer les eines necessàries per determinar l'existència d'aparellaments, tant en grafs bipartits com en grafs en general.
- \* Factoritzar un graf o bé descompondre'l en subgrafs és un dels problemes encara oberts i pretenem conèixer les eines i fronteres de la seva anàlisi.
- \* Els problemes d'acoloriments de vèrtexs i branques d'un graf constitueixen una de les parts importants en aquest curs.
- \* La teoria extremal de grafs és potser una de les formes més elegants per tractar l'existència de certs subgrafs o certes propietats que volem que es compleixin en determinades famílies de grafs i d'aquestes trobar, en general, la densitat límit d'aquestes famílies.

# 11863 - GRAFS - TEORIA DE GRAFS

## Continguts

### Conceptes bàsics

Descripció:

En aquesta part introduïrem els primers conceptes d'aquest nou llenguatge, que farem servir i desenvoluparem al llarg del curs.

Operacions amb grafs i subgrafs.

Isomorfismes de grafs.

Camins i cicles.

Connectivitat.

Planarietat.

### Subgrafs generadors

Descripció:

Arbres.

Cicles.

Circuits.

### Fluxos i Connectivitat

Descripció:

Xarxes i fluxos.

Teorema de Ford i Fulkerson.

Teorema de Menger.

### Aparellaments

Descripció:

Independència i recobriments.

Aparellaments en grafs bipartits.

Teorema de Tutte.

### Factors i Descomposicions

Descripció:

Factors.

Factoritzacions.

Descomposicions.



## 11863 - GRAFS - TEORIA DE GRAFS

### Acoloriments

Descripció:

Acoloriment de vèrtexs.  
Acoloriment de branques.  
Acoloriments totals.

### Teoria Extremal

Descripció:

Grafs extremals.  
Teorema de Turàn.  
Alguns resultats extremals.

### Problemes resolts

Descripció:

Els problemes proposats en exàmens de cursos anteriors donaran una idea del nivell de maduresa que s'espera d'aquest curs.

### Sistema de qualificació

Hi haurà un examen parcial no eliminatori i un examen final.

La nota final serà: 0,4 (nota parcial) + 0,6 (nota final).

### Capacitats prèvies

- \* Àlgebra lineal
- \* Càlcul infinitesimal

# 11863 - GRAFS - TEORIA DE GRAFS

## Bibliografia

### Bàsica:

Bollobás, B.. Modern graph theory. Springer-Verlag, 1998.

Biggs, N.; Lloyd, E.K.; Wilson, R.J.. Graph theory 1736-1936. Oxford Clarendon Press, 1986.

Diestel, R.. Graph Theory. Springer-Verlag, 2000.

Matousek, J.; Nešetřil, I. Invitation to discrete mathematics. Oxford Univ. Press, 1998.

Comellas, F., et al.. Matemàtica discreta. Edicions UPC, 2001.

### Complementària:

Beineke, L.W.; Wilson, R.J.. Graph connections. Clarendon Press, 1997.

Bollobás, B.. Extremal graph theory. Dover, 2004.

Lovasz, L.. Matching theory. Annals of Discrete Mat., 1986.

Tutte, W.. Graph theory as I have known it. Oxford Clarendon Press, 1998.

Wallis, W.D.. One-factorisations. Kluwer Academic Publishers, 1997.

## 11874 - TN - TEORIA DE NOMBRES

Unitat responsable:	200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix:	726 - MA II - Departament de Matemàtica Aplicada II 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV
Curs:	2009
Titulació:	LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa) DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS:	5
Idiomes docència:	Català

### Professors

Responsable:	LARIO LOYO, JOAN CARLES
Altres:	FERNANDEZ GONZALEZ, JULIO

### Metodologies docents

Teoria:  
Classes magistrals tradicionals.

Problemes:  
Els estudiants explicaran la resolució dels problemes proposats als seus companys. En alguns casos aquesta resolució l'explicarà el professor.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Que l'estudiant vegi la resolució d'un problema clàssic de la teoria de nombres que requereix emprar tècniques d'àlgebra, de geometria i d'anàlisi: el principi de Hasse, que assegura la resolubilitat de determinades equacions diofàntiques sobre els enters sempre que siguin resolubles les congruències corresponents per a tot mòdul.

Capacitats a adquirir:

- \* Dominar l'estructura del grup multiplicatiu amb mòdul arbitrari.
- \* Entendre i saber demostrar la llei de reciprocitat quadràtica de Gauss. Saber calcular símbols de Legendre i de Jacobi i conèixer-ne les propietats bàsiques.
- \* Conèixer els nombres  $p$ -àdics i les seves propietats. Entendre el concepte de valor absolut a un cos i la idea de completació que generalitza la completació habitual de  $\mathbb{Q}$  a  $\mathbb{R}$ .
- \* Saber calcular símbols de Hilbert i la seva aplicació a l'estudi i classificació de formes quadràtiques sobre cossos  $p$ -àdics.
- \* Ser capaç de distingir quan una forma quadràtica sobre  $\mathbb{Q}$  representa un nombre racional donat, i caracteritzar els nombres representats. Ser capaç de dir si dues formes quadràtiques sobre  $\mathbb{Q}$  són o no equivalents.
- \* Conèixer el teorema de la progressió aritmètica de Dirichlet i tenir una idea general de les tècniques analítiques emprades per demostrar-lo, en particular propietats bàsiques de sèries de Dirichlet.

## 11874 - TN - TEORIA DE NOMBRES

### Continguts

#### Congruències

Descripció:

Grup multiplicatiu, residus quadràtics, símbols de Legendre i de Jacobi. Llei de reciprocitat quadràtica de Gauss.

#### Els nombres p-àdics

Descripció:

Construcció de l'anell dels enters p-àdics i del cos dels nombres p-àdics. Estructura. Quadrats. Lema de Hensel.

#### Valors absoluts

Descripció:

Valors absoluts a un cos. Equivalència. Completació.

#### Símbol de Hilbert

Descripció:

Símbol de Hilbert. Propietats locals i globals. Fórmules. Propietats locals i globals.

#### Formes quadràtiques

Descripció:

Formes quadràtiques sobre un anell. Ortogonalitat. Isotropia. Bases ortogonals. Teorema de Witt.

#### Formes quadràtiques sobre els p-àdics

Descripció:

Invariant de Witt. Representació de zero per rangs 1, 2, 3, 4 i  $\geq 4$ . Equivalència. Classificació de formes quadràtiques sobre cossos p-àdics.

## 11874 - TN - TEORIA DE NOMBRES

### Formes quadràtiques sobre els racionals

Descripció:

Formes quadràtiques sobre el cos dels nombres racionals. Representació de zero. Teorema de Legendre. Formes de rang 4 i de rang  $\geq 4$ . Invariants locals. Equivalència. Teorema de Hasse-Minkowski.

### Teorema de la progressió aritmètica de Dirichlet

Descripció:

Sèries de Dirichlet. Convergència i propietats analítiques. Productes d'Euler. Funció zeta i L-sèries de caràcters. Teorema de la progressió aritmètica.

### Sistema de qualificació

Examen parcial no alliberatori cap a mitjan curs i examen final.

Nota =  $\max(\text{parcial} \cdot 0.5 + \text{final} \cdot 0.5, \text{final})$ .

Si cal es podrà tenir en compte per a la nota de l'assignatura el fet que l'estudiant hagi participat molt activament en les classes de problemes.

### Bibliografia

Bàsica:

Borevitch, Z.I.; Chafarevitch, I.R.. Number Theory. Academic Press, 1993.

Cox, D.A.. Primes of the form  $x^2 + ny^2$ . Wiley, 1989.

Ireland, K.; Rosen, M.. A classical introduction to modern number theory. Springer-Verlag, 1990.

Serre, J.P.. Cours d'arithmétique. Presses universitaires de France, 1970.

Gauss, C.F.. Disquisitiones arithmeticae (trad. català). Soc. Cat. Matemàtiques, 1996.

# 11285 - TOEDOS - TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES // SISTEMES DINÀMICS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística

Unitat que imparteix: 725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I

Curs: 2009

Titulació: LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Optativa)  
DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN ENGINYERIA MATEMÀTICA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)

Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

## Professors

Responsable: MARTINEZ-SEARA ALONSO, M. TERESA

## Metodologies docents

Teoria:

La metodologia és comuna a teoria i problemes. A les classes de teoria es fa més èmfasi en aspectes analítics bàsics de la teoria qualitativa d'EDO.

Problemes:

La metodologia és comuna a teoria i problemes. A les classes de problemes es fa més èmfasi en models matemàtics que presenten els comportaments dinàmics d'interès en el curs.

Pràctiques:

Es fan 2 o 3 sessions pràctiques a l'aula d'informàtica per donar a conèixer programari útil per a l'estudi i la representació d'equacions diferencials i les seves bifurcacions. Les classes consisteixen en el desenvolupament d'alguns exemples. En l'execució dels treballs de curs i problemes assignats, els estudiants han de potenciar les habilitats en l'ús d'aquest programari, consultant el professor sempre que sigui necessari.

## Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

La dinàmica de molts sistemes està modelitzada per equacions diferencials ordinàries (EDO). Dissortadament, el club de les EDO resolubles es redueix a 7 o 8 tipus, i l'aplicació directa d'un mètode numèric de resolució té moltes limitacions (no permet tractar fàcilment famílies de paràmetres, la integració per a temps llargs està afectada per molts errors, el sistema considerat és caòtic, etc.). La teoria qualitativa d'EDO permet conèixer les propietats més rellevants d'un sistema (estabilitat, comportament asimptòtic, etc.) sense haver de conèixer explícitament les solucions, i a la vegada produeix mètodes constructius que permeten aproximar solucions concretes.

L'objectiu d'aquesta assignatura consisteix a descriure els mètodes -analítics, geomètrics, topològics i numèrics- que s'utilitzen en l'estudi de les propietats locals i globals tant de les solucions d'equacions diferencials (sistemes dinàmics continus) com de les iteracions successives d'aplicacions (sistemes dinàmics discrets). Pel tipus de problemes que estudia, aquesta assignatura està relacionada amb diverses matèries de ciència no lineal, com l'astrodinàmica, la mecànica celeste, la neurociència computacional, etc

\* Estudiar les bifurcacions més elementals a través de models matemàtics d'activitat neuronal.

\* Aplicar la teoria qualitativa al pla (Poincaré-Bendixson...) a problemes de dinàmica de poblacions.

\* Treballar el concepte de caos i relacionar-lo amb altres fenòmens presents als sistemes dinàmics (tangències

## 11285 - TOEDOS - TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES // SISTEMES DINÀMICS

homoclíniques, autosimilaritat, dimensions fraccionàries).

- \* Estimular, mitjançant els treballs, la recerca de bibliografia especialitzada, essencialment escrita en anglès.
- \* Exposar en públic tant exercicis en el període lectiu ordinari com els treballs de curs.
- \* Implementació d'algorismes d'experimentació i simulació dels diferents models que els seran presentats.

Capacitats a adquirir:

- \* Conèixer els conceptes bàsics de sistemes dinàmics i, en particular, de teoria qualitativa d'equacions diferencials ordinàries.
- \* Reforçar la formació i la interpretació de models i detectar-ne els problemes analítics subjacents.
- \* Millorar la recerca de bibliografia especialitzada, essencialment escrita en anglès.
- \* Exercitar-se en l'ús de programari específic d'equacions diferencials i sistemes dinàmics. En particular, els programes XPP (Bard Ermentrout) i Dynamics Solver (Juan M. Aguirregabiria).
- \* Millorar l'exposició en públic.

# 11285 - TOEDOS - TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES // SISTEMES DINÀMICS

## Continguts

### Equacions diferencials ordinàries i sistemes dinàmics

**Descripció:**

Flux associat a un camp vectorial sobre  $R^n$  o una varietat. Sistemes dinàmics. Funcions de Liapunov. Teorema de Poincaré-Bendixson sobre el pla i l'esfera. Exemples en dinàmica de poblacions.

### Aplicació de Poincaré i sistemes dinàmics discrets.

**Descripció:**

Sistemes lineals  $x' = A(t)x$ , fórmula de Liouville, teoria de Floquet. Estructura local dels elements hiperbòlics. Estabilitat estructural de sistemes lineals hiperbòlics  $x' = Ax$  en  $R^n$ , i automorfismes lineals hiperbòlics  $x \rightarrow Lx$  en  $R^n$ . Teoremes de Hartman. Varietats invariants d'elements hiperbòlics. Introducció al teorema de la varietat central.

### Teoria de pertorbacions.

**Descripció:**

Desenvolupaments en sèrie de potències, mètode de Lindstedt-Poincaré. Pertorbacions d'òrbites homoclíniques planes: mètode de Melnikov. Teoria de mitjanes, introducció als teoremes del twist, de Kolmogorov-Arnold-Moser i de Nekhoroshev.

### Formes normals i teoria de bifurcacions.

**Descripció:**

Reducció formal a forma normal lineal: teoremes de Poincaré i Poincaré-Dulac. Convergència: dominis de Poincaré i Siegel. Cas de sistemes hamiltonians. Bifurcacions locals generals: sella-node, transcritical, forca, Hopf. Exemples en models de l'activitat neuronal.

### Sistemes discrets unidimensionals.

**Descripció:**

Homeomorfismes i difeomorfismes del cercle, nombre de rotació. Teorema de Denjoy. Propietats genèriques. Estabilitat. Aplicació: EDO sobre el tor. Aplicacions unidimensionals de l'interval: aplicació logística, teorema de Sarkovskii.



## 11285 - TQEDOS - TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES // SISTEMES DINÀMICS

Conjunts hiperbòlics i fenòmens caòtics.

Descripció:

El shift de Bernoulli, la ferradura d'Smale. Sistemes amb dinàmica hiperbòlica caòtica. Teorema del punt homoclínic d'Smale. No integrabilitat de difeomorfismes amb punts homoclínic transversals. Fenomen de Newhouse. Transicions al caos.

Dinàmica complexa.

Descripció:

Fractals, dimensió fraccionària i autosimilaritat.

### Sistema de qualificació

Els treballs de curs suposen un 40 % de la nota de l'assignatura. Es plantegen durant la tercera setmana del curs i s'entreguen per escrit dues setmanes abans d'acabar-lo. Es pacta amb els estudiants una sessió d'exposició de treballs, on cadascú disposa d'uns 20 minuts. Els professors valoren com s'han superat les dificultats del treball, la profunditat amb què s'han tractat i la claredat de l'exposició.

Es fa una prova escrita a final de curs, que suposa un 30 % de la nota final.

El 30 % restant s'avalua a partir de les entregues i exposicions de problemes realitzades durant el curs.

### Capacitats prèvies

- \* Habilitat per al càlcul numèric d'equacions diferencials (desenvolupada a l'assignatura de Mètodes Numèrics III).
- \* Utilització de programari de càlcul simbòlic.
- \* Coneixement de les equacions diferencials lineals (desenvolupat a Equacions Diferencials I).
- \* Curiositat per les matèries pluridisciplinàries.

# 11285 - TOEDOS - TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES // SISTEMES DINÀMICS

## Bibliografia

### Bàsica:

Devaney, R.L.. A first course in chaotic dynamical systems. Addison-Wesley, 1992.

Blanchard, P.; Devaney, R.L. Differential equations. Brooks/Cole, 2002.

Nusse, H.E.. Dynamics: numerical explorations. Springer-Verlag, 1998.

Strogatz, S.H.. Nonlinear dynamics and chaos (with applications to physics, biology, chemistry a. Perseus Publishing, 1994.

Guckenheimer, J.; Holmes, J.. Nonlinear oscillations, dynamical systems, and bifurcations. Springer-Verlag, 1983.

### Complementària:

Robinson, C.. Dynamical systems: stability, symbolic dynamics and chaos. CRC Press, 1999.

Katok, A.. Introduction to the modern theory of dynamical systems. Cambridge Univ. Press, 1995.

Chicone, C.. Ordinary differential equations with applications. Springer-Verlag, 1999.

Dayan, P.. Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural syst. MIT Press, 2001.

Sparrow, C.. The Lorenz equations : bifurcations, chaos, and strange attractors. Springer-Verlag, 1982.

## 10027 - TOPA - TOPOLOGIA ALGEBRAICA

Unitat responsable:	200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix:	725 - MA I - Departament de Matemàtica Aplicada I
Curs:	2009
Titulació:	ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 1992). (Unitat docent Optativa) DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa) MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa) LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES (Pla 1992). (Unitat docent Obligatòria)
Crèdits ECTS:	6
Idiomes docència:	Català

### Professors

Responsable:	CASANELLAS RIUS, MARTA
Altres:	FERNANDEZ SANCHEZ, JESUS

### Metodologies docents

#### Teoria:

Es presenten els mètodes i els resultats principals de la matèria, analitzant diversos exemples que mostren l'interès de les hipòtesis efectuades.

#### Problemes:

Es resolen diferents problemes que desenvolupen aspectes pràctics i teòrics de la presentació de teoria, i que en alguns casos es complementen amb nous resultats.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu principal és mostrar com la introducció de diferents tècniques algebraiques permet resoldre alguns problemes clàssics de la topologia que amb les eines de la topologia general són molt difícils de resoldre, com ara el teorema d'invariància de la dimensió. El desenvolupament d'aquesta mena de tècniques permet també estudiar altres situacions, com la classificació de superfícies compactes.

- \* Que l'alumne percebi quins problemes topològics són susceptibles d'estudiar-se mitjançant tècniques algebraiques.
- \* Que, mitjançant els complexos simplicials i els poliedres, l'estudiant desenvolupi la intuïció bàsica subjacent als mètodes homològics.
- \* Que s'adquireixi desimboltura en la utilització de la successió de Mayer-Vietoris, i la consegüent resolució de problemes  $\chi$  per peces, com a tècnica eficient de càlcul de l'homologia dels espais topològics.
- \* Resoldre problemes clàssics que, en part, van justificar l'aparició de l'homologia i que l'estudiant percebi l'abast i la generalitat d'aquest resultats.
- \* Presentar el teorema de classificació de superfícies compactes, que és un dels resultats més complets que els estudiants veuran al llarg dels estudis.
- \* Mostrar la unitat de les matemàtiques mitjançant la comparació entre l'homologia i la cohomologia de De Rham i analitzant, des d'aquesta perspectiva, alguns dels resultats que han estudiat en altres assignatures, especialment Càlcul 3 i Geometria Diferencial 2.

#### Capacitats a adquirir:

- \* Distingir els problemes topològics que es poden resoldre mitjançant l'homologia.
- \* Calcular correctament l'homologia d'alguns espais topològics, especialment els triangulats.
- \* Usar correctament la successió exacta de Mayer-Vietoris.

## 10027 - TOPA - TOPOLOGIA ALGEBRAICA

\* Conèixer les situacions en les quals la característica d'Euler permet distingir entre espais topològics.

## Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 72h	Classes pràctiques:	30h	41.67%
	Classes teòriques:	42h	58.33%

## 10027 - TOPA - TOPOLOGIA ALGEBRAICA

### Continguts

<p>Poliedres</p>	<p>Dedicació: 7h Classes teòriques: 3h Classes pràctiques: 4h</p>
<p>Descripció: Poliedres simplicials. Subpoliedres. Espais triangulables. Aplicacions simplicials. Poliedres abstractes</p>	
<p>Homologia simplicial</p>	<p>Dedicació: 20h Classes teòriques: 12h Classes pràctiques: 8h</p>
<p>Descripció: Grups de cadenes i homologia simplicial. Interpretació de <math>H_0</math>. Morfismes de complexos de cadenes. Homotopia de morfismes de complexos. Successions exactes. Aplicacions: homologia relativa simplicial i Mayer-Vietoris.</p>	
<p>Homologia singular</p>	<p>Dedicació: 20h Classes teòriques: 12h Classes pràctiques: 8h</p>
<p>Descripció: Homologia singular. Invariància homotòpica de l'homologia singular. Cadenes petites i Mayer-Vietoris. Homologia relativa singular. El teorema de comparació. Homologia local i aplicacions.</p>	
<p>Aplicacions a la topologia de les esferes</p>	<p>Dedicació: 10h Classes teòriques: 6h Classes pràctiques: 4h</p>
<p>Descripció: Homologia reduïda. Teorema de no separació. Teorema de separació. Grau d'aplicacions entre esferes. Nombre d'enllaç.</p>	

## 10027 - TOPA - TOPOLOGIA ALGEBRAICA

Classificació de superfícies	Dedicació: 15h Classes teòriques: 9h Classes pràctiques: 6h
Descripció: Superfícies poligonals. Superfícies estàndard. Classificació. Suma connexa. Orientabilitat.	

### Sistema de qualificació

Hi ha un examen parcial, un examen final i es comptabilitza també la resolució de diversos problemes al llarg del curs, que es presenten per escrit. La nota final serà:

$\text{MAX}(0.7 \text{ Ex.Final} + 0.2 \text{ Ex.Parcial} + 0.1 \text{ Probl., Ex. Final})$

A l'examen parcial no hi entra la teoria, mentre que al final té un pes del 20 %.

### Capacitats prèvies

- \* Tenir ben assolides les nocions bàsiques de la topologia general, especialment les nocions de connexió i compacitat.
- \* Conèixer la classificació dels grups abelians finitament generats.
- \* Conèixer les nocions bàsiques de geometria afí.
- \* Tenir adquirides les nocions bàsiques de la geometria de varietats.

### Bibliografia

Bàsica:

- Greenberg, M.; Harper, J.. Algebraic topology. Benjamin, 1981.
- Hatcher, A.. Algebraic topology. Cambridge UP, 2002.
- Munkres, J.. Elements of algebraic topology. Addison-Wesley, 1984.
- Navarro, V; Pascual, P.. Topologia algebraica. Edicions UB, 1999.
- Vick, J. W.. Homology theory an introduction to algebraic topology. Springer Verlag, 1994.

Complementària:

- Bott, R.; Tu, L.. Differential forms in algebraic topology. Springer Verlag, 1982.
- Massey, W.. Singular homology theory. Springer Verlag, 1980.

## 48039 - VD - VARIETATS DIFERENCIALS

Unitat responsable: 200 - FME - Facultat de Matemàtiques i Estadística  
Unitat que imparteix: 743 - MA IV - Departament de Matemàtica Aplicada IV  
Curs: 2009  
Titulació: DOCTORAT EN MATEMÀTICA APLICADA, PLA 2005 (Pla 2007). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER EN MATEMÀTICA APLICADA (Pla 2006). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professors

Responsable: GRACIA SABATE, FRANCESC XAVIER  
Altres: MUÑOZ LECANDA, MIGUEL CARLOS

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Capacitats a adquirir:

### Continguts

Fibrats vectorials

Cohomologia de deRham

Grups de Lie.

Accions de grups de Lie en varietats.

### Capacitats prèvies

\* Cal haver cursat prèviament un curs de geometria diferencial de varietats diferenciables.

## 48039 - VD - VARIETATS DIFERENCIALS

### Bibliografia

#### Bàsica:

Lee, John M.. Introduction to smooth manifolds. Springer-Verlag, 2003.

Bott, Raoul; Tu, Loring W.. Differential forms and algebraic topology. Springer-Verlag, 1982.

Greub, W. H.; Halperin, S.; Vanstone, R.. Connections, curvature and cohomology, vols. I and II. Academic Press, 1972.

Husemöller, Dale. Fibre bundles. Springer-Verlag, 1993.