



**Facultat de Matemàtiques
i Estadística**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Guia Docent 2001-02

de la

Llicenciatura de Matemàtiques

ÍNDIX

1. La Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya	5
La Universitat Politècnica de Catalunya.....	7
La Facultat de Matemàtiques i Estadística	9
Calendari Acadèmic del curs 2001-02.....	15
2. La Llicenciatura de Matemàtiques	17
Presentació.....	19
Pla d'estudis	21
Departaments amb docència a la FME.....	29
Director del professorat	31
3. Horaris i dates d'exàmens	33
Horaris de la Llicenciatura de Matemàtiques	35
Horaris d'assignatures específiques de lliure elecció de la FME.....	45
Dates d'exàmens	47
4. Programes de les assignatures troncal o obligatòries	53
1r curs - 1r quadrimestre	55
1r curs - 2n quadrimestre.....	63
2n curs - 1r quadrimestre	73
2n curs - 2n quadrimestre	83
3r curs - 1r quadrimestre.....	93
3r curs - 2n quadrimestre.....	101
4t curs - 1r quadrimestre.....	111
4t curs - 2n quadrimestre	117
5. Programes de les assignatures optatives	123
1r quadrimestre	125
2n quadrimestre.....	157
6. Assignatures específiques de lliure elecció de la FME	187
1r quadrimestre	189
2n quadrimestre.....	197
7. Reglament del Projecte Tecnològic	201
8. El programa d'intercanvi Erasmus-Socrates i Séneca a la FME	209
9. Pla d'estudis especial de doble titulació: Enginyeria de Telecomunicació + Llicenciatura de Matemàtiques 213	
10. Complement de formació per a l'accés directe a segon cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques de la UPC 219	
11. Accés directe a la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques de la UPC	223

SUMARI PER ASSIGNATURES

Codi	ASSIGNATURA	
10022	ÀLGEBRA ABSTRACTA	112
11876	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL	158
10004	ÀLGEBRA LINEAL	56
11875	ALGORÍSMICA	126
11865	AMPLIACIÓ D'ANÀLISI	160
11284	AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA	162
12804	AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	128
10023	ANÀLISI COMPLEXA	114
12811	ANÀLISI DE SÈRIES TEMPORALS I PREVISIÓ	164
10026	ANÀLISI FUNCIONAL	118
11877	ANÀLISI NUMÈRICA	130
10017	ANÀLISI REAL	84
11878	ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELEST	166
10002	CÀLCUL 1	58
10007	CÀLCUL 2	64
10012	CÀLCUL 3	74
11866	CALCULABILITAT	168
11867	COMBINATÒRIA	170
10003	COMPUTACIO ALGEBRAICA	66
11868	CRIPTOGRAFIA	172
11869	DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA	132
12814	EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS	134
10013	EQUACIONS DIFERENCIALS 1	94
10020	EQUACIONS DIFERENCIALS 2	102
50796	FER I COMPENDRE LES ESTRUCTURES: TECNOLOGIA I	198
10001	FÍSICA GENERAL	68
10008	GEOMETRIA	76
10018	GEOMETRIA DIFERENCIAL 1	96
10025	GEOMETRIA DIFERENCIAL 2	104
11870	GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL	136
50003	HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA	190
12802	HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA	174
10019	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA	86
10005	INFORMÀTICA 1	60
10009	INFORMÀTICA 2	70
10016	INVESTIGACIÓ OPERATIVA	88
11286	LÒGICA I FONAMENTACIÓ	138
12815	MECÀNICA COMPUTACIONAL	140
10006	MÈTODES NUMÈRICS 1	78
10011	MÈTODES NUMÈRICS 2	98
10021	MÈTODES NUMÈRICS 3	106
11871	MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA	176
11287	MODEL LINEAL GENERAL	142
10024	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	108
11879	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 1	178
11872	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2	144
10015	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA	80
11861	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA	146
11873	SIMULACIÓ	180
50966	TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC	192
50004	TALLER DE GEOMETRIA	194
11864	TEORIA DE CODIS	148
11863	TEORIA DE GRAFS	150
11874	TEORIA DE NOMBRES	152
11862	TEORIA DE SISTEMES LINEALS	154
17503	TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS	182
11285	TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES	184
10014	TOPOLOGIA	90
10027	TOPOLOGIA ALGEBRAICA	120

LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA DE LA UPC



LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

La Universitat Politècnica de Catalunya és una universitat tecnològica tradicionalment molt arrelada en els diversos àmbits de l'activitat productiva tecnològica i industrial de la nostra societat, i gaudeix d'un gran prestigi dins i fora de les nostres fronteres. La Universitat Politècnica de Catalunya ofereix diversos estudis d'Enginyeria (Camins, Canals i Ports; Industrial; Informàtica; Telecomunicació), Arquitectura i Nàutica, diverses enginyeries tècniques i diplomatures i un nombre important d'estudis de postgrau, de tercer cicle i màsters.

A més de l'activitat docent, a la Universitat Politècnica de Catalunya es realitza també una tasca molt important en el camp de la recerca i del desenvolupament tecnològic, per mitjà dels seus departaments i instituts universitaris.

El nucli principal de les instal·lacions de la Universitat Politècnica de Catalunya a Barcelona està situat a la zona universitària de l'Avinguda Diagonal, actualment dividit entre l'anomenat "campus nord" (al sector nord de la Diagonal) i el "campus sud" (al sud de la Diagonal, entre els carrers de Gregorio Marañón i de Pascual i Vila). És al campus sud on està ubicada la Facultat de Matemàtiques i Estadística, en la qual es cursen els estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, els de la Diplomatura d'Estadística, i els de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques. Aquesta és una zona fàcilment accessible amb transport públic (metro i autobús) i en la qual els estudiants tenen a la seva disposició un gran nombre de serveis (biblioteques, laboratoris de càlcul, llibreries, cafeteries i menjadors, instal·lacions esportives, activitats culturals i de lleure, etc.).

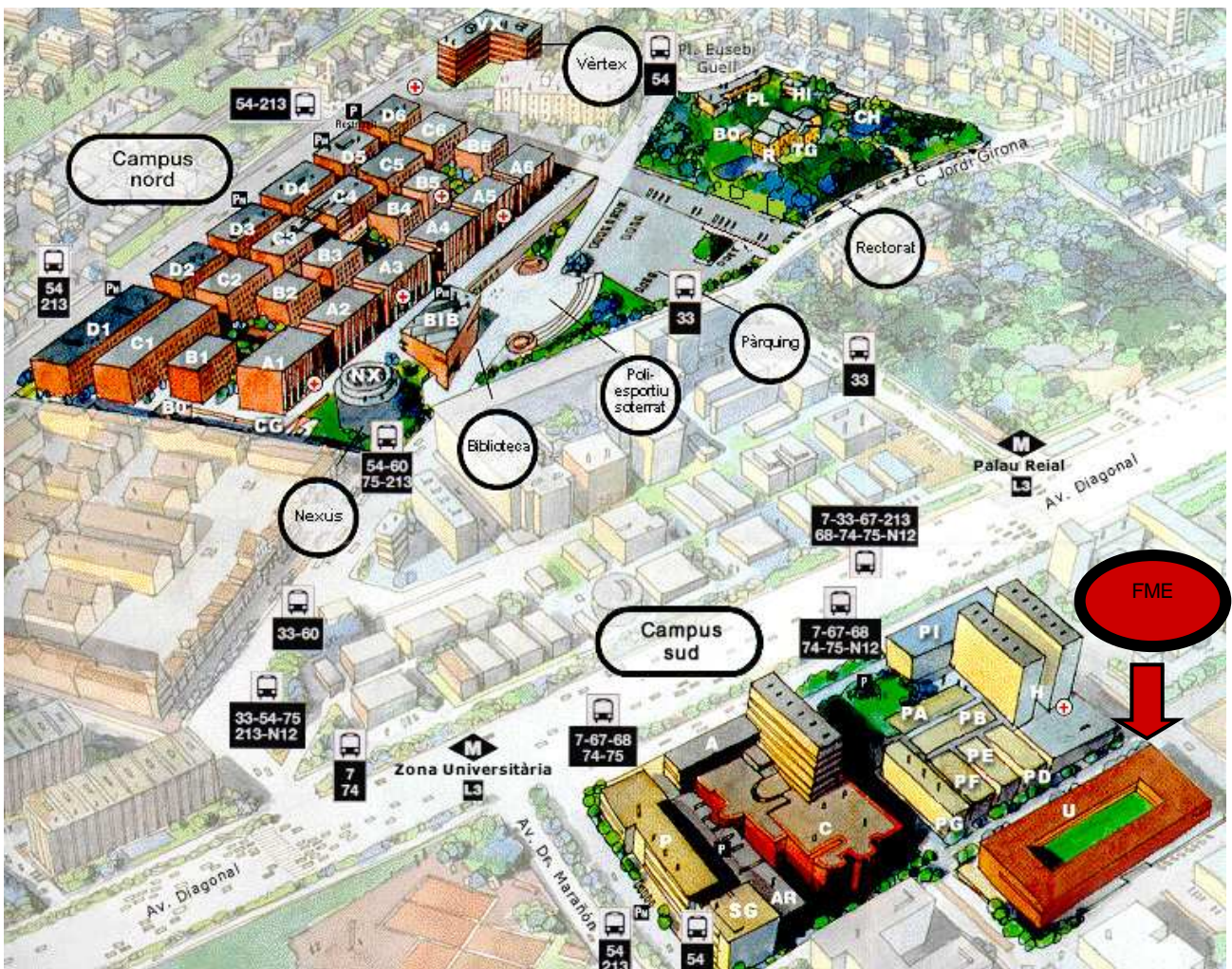
LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA

La Facultat de Matemàtiques i Estadística va iniciar les seves activitats el curs 1992-93 impartint per primer cop el primer curs dels estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, i incorporant també els estudis de la Diplomatura d'Estadística, que s'havien començat a impartir en aquesta Universitat el curs 1990-91 a la Facultat d'Informàtica de Barcelona. A més a més, des del curs 1999-00, la Facultat de Matemàtiques i Estadística imparteix la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques (estudi de 2n cicle).

D'altra banda, la FME també gestiona, per delegació dels departaments implicats, el programa de doctorat de Matemàtica Aplicada de la UPC i organitza un programa de postgrau de Matemàtica Financera .

La FME està ubicada a l'edifici U de la Universitat Politècnica de Catalunya, al carrer de Pau Gargallo núm. 5 , 08028-Barcelona (tel.: 93 401 72 98, e-mail: deganat@fme.upc.es, fax: 93 401 58 81).

La FME disposa d'una pàgina web en la que a més dels seus serveis i estudis es pot consultar les diferents activitats que s'organitzen al llarg del curs. La seva adreça és: www-fme.upc.es .



L'Equip de Govern i els Serveis de la FME

L'Equip de Govern de la FME està constituït en aquest moment pels professors següents:

Pere Pascual Gainza	Degà
Josep Grané Manlleu	Vicedegà Cap d'Estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques Responsable acadèmic del Laboratori de Càlcul
Tomàs Aluja Banet	Vicedegà Cap d'Estudis de la Diplomatura d'Estadística i de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques Responsable de les relacions amb les empreses per la Diplomatura d'Estadística i per la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques
Marta València Guitart	Vicedegana d'Ordenació d'Estudis Responsable acadèmica de la Biblioteca
Eduard Recasens Gallart	Secretari Acadèmic Responsable del Programa d'Intercanvi d'Estudiants

Altres professors que col·laboren en la organització de la Facultat són:

Ferran Hurtado Díaz	Coordinador del programa de doctorat de "Matemàtica Aplicada"
Joan Solà-Morales Rubió	Director del programa "Matemàtica i Tecnologia"
Josep Masdemont Soler	Director del programa de postgrau "Tècniques quantitatives per als mercats financers"

L'administradora de la FME és Roser Piera Sabaté.

La Facultat, entre altres, disposa dels serveis següents:

Deganat

Està ubicat a la planta baixa de l'edifici.

Tel.: 93 401 73 01, e-mail: deganat@fme.upc.es (Juan Carlos Flores)

Secretaria, Administració i Ordenació d'Estudis

Estan ubicats a la planta baixa de l'edifici i tenen cura de la gestió acadèmica i administrativa del centre. L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 9 a 13h, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 15.30 a 17h dilluns i dimecres, i de 15.30 a 18h dimarts i dijous.

Tel. secretaria: 93 401 72 98, e-mail: secretaria@fme.upc.es (Júlia González, Dolors Canals)

Tel. ordenació d'estudis: 93 401 72 89, e-mail: ordenacio@fme.upc.es (Mercè Arilla)

Tel. administració: 93 401 58 82, e-mail: nea@fme.upc.es (Ignasi Andújar)

Oficina de Tercer Cicle

Està ubicada a la primera planta de l'edifici i té cura de la gestió acadèmica i administrativa dels programes de doctorat i de postgrau suportats per la Facultat.

Tel.: 93 401 58 61, e-mail: tercercicle@fme.upc.es (Carme Capdevila)

Laboratori de Càlcul

Està a la planta baixa i té al seu càrrec tres sales d'ordinadors personals (de tipus compatible) que estan també connectats a la xarxa de la universitat. En les hores no lectives, aquestes aules són utilitzades en règim de lliure accés pels estudiants de la facultat.

Tel.: 93 401 70 46, e-mail: lc@fme.upc.es (Annibal Mañas, Pep Ciuraneta)

Biblioteca

Està a la primera planta. Ofereix serveis de consulta, préstec de llibres, accés a bases de dades, serveis de recerca bibliogràfica en connexió amb la resta de biblioteques de la Universitat, etc.

L'horari d'atenció al públic és de 9 a 21h de dilluns a divendres.

Tel.: 93 401 70 20, e-mail: biblioteca.fme@upc.es (Gemma Flaquer, Mercè Codina)

Sala de Professors

Està ubicada a la planta baixa. Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu departament, tenen una sala comuna per atendre consultes dels estudiants.

Tel.: 93 401 70 43.

Sala d'Estudis

Està a la planta baixa. En aquesta sala s'ofereix també la possibilitat d'utilitzar ordinadors personals connectats a la xarxa de la facultat i a la de la universitat, en règim de lliure accés.

Consergeria

L'horari d'atenció al públic és de 8 a 21h de dilluns a divendres.

Tel.: 93 401 58 80, e-mail: consergeria@fme.upc.es (matí: Trini Fernández, Josep Olmo; tarda: Joaquim Suriñach, Leandre Martí)

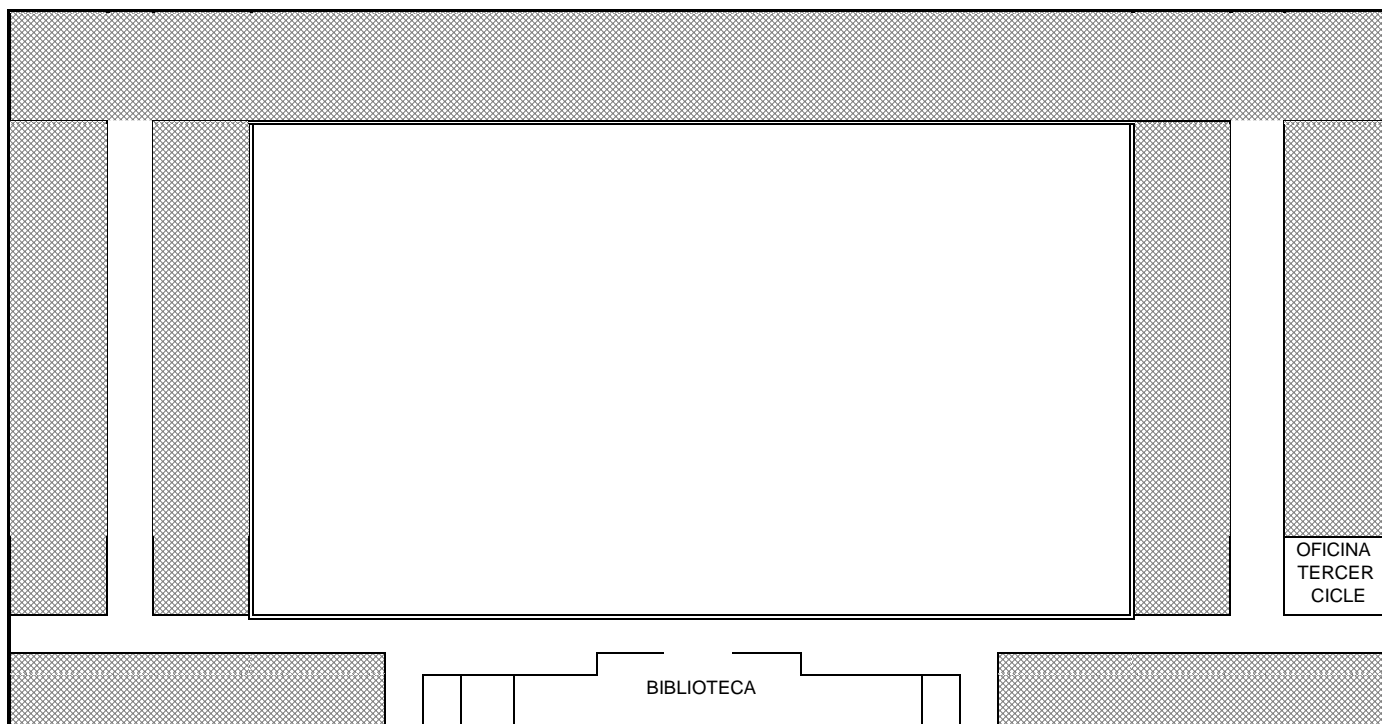
Delegació d'Estudiants i Club Esportiu

Està a la planta soterrani. Els estudiants hi organitzen diverses activitats com són les reunions de delegats i de representants, els actes de la Festa de la Facultat, els assaigs i concerts de la coral, la confecció i edició de la revista, la participació en competicions esportives, etc.

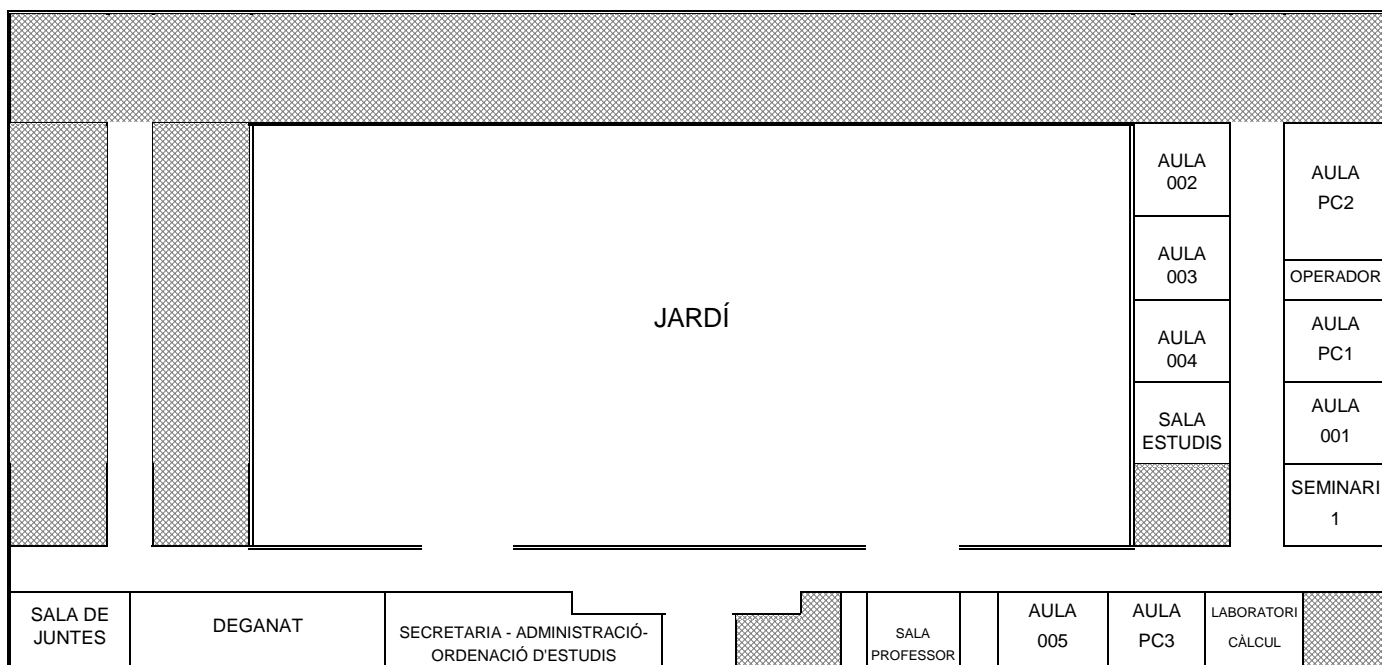
Tel.: 93 401 69 32., e-mail: dafme@kolmogorov.upc.es

Plànol de la Facultat de Matemàtiques i Estadística

PRIMER PIS



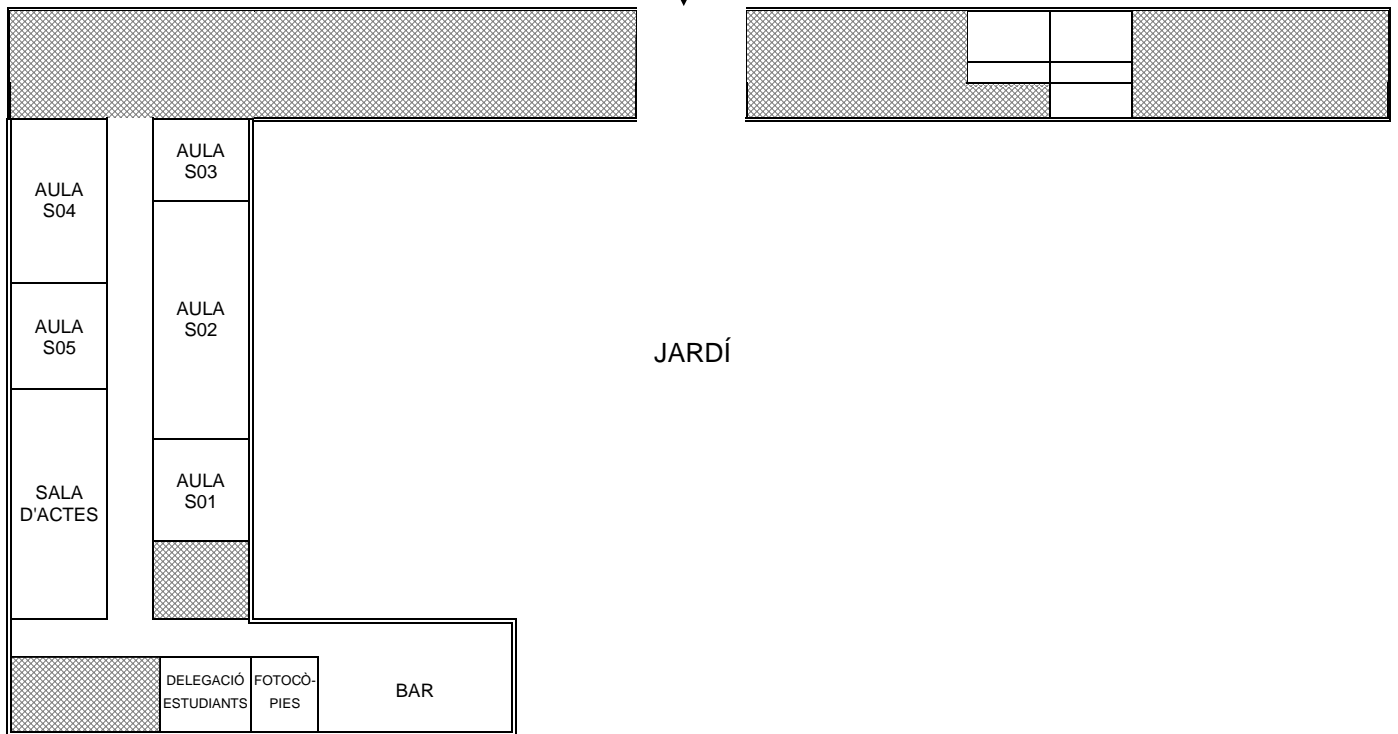
PLANTA BAIXA



Entrada principal: c/ Pau Gargallo

PLANTA SOTERRANI

Entrada c/ Llorens Artigas



..

CALENDARI ACADÈMIC DE LA FME 2001-2002

SETEMBRE

					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

OCTUBRE

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

NOVEMBRE

			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

DESEMBRE

					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

GENER

			1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13		
14	15	16	17	18	19	20		
21	22	23	24	25	26	27		
28	29	30	31					

FEBRER

				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28			

MARÇ

				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

ABRIL

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

MAIG

		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

JUNY

					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

JULIOL

1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Calendari acadèmic de la FME per al curs 2001-02

1. Períodes no lectius i dies festius entre l'1 de setembre de 2001 i el 31 de juliol de 2002

- 11 de setembre de 2001
- 24 de setembre de 2001
- 12 d'octubre de 2001
- 1 de novembre de 2001
- 14 de novembre 2001 (festa de la FME)
- 6 i 7 de desembre de 2001
- del 24 de desembre de 2001 al 6 de gener de 2002 (ambdós inclosos)
- 28 de gener de 2002
- del 25 de març a l'1 d'abril de 2002 (ambdós inclosos)
- 1 de maig de 2002
- 20 de maig de 2002
- 24 de juny de 2002

2. Calendari lectiu general (excepte per a les assignatures específiques de lliure elecció)

- Primer quadrimestre: del 12 de setembre al 21 de desembre de 2001
- Període d'exàmens i avaluacions del primer quadrimestre: del 7 de gener a l'1 de febrer de 2002
- Segon quadrimestre: del 4 de febrer al 17 de maig de 2002
- Període d'exàmens i avaluacions del segon quadrimestre: del 21 de maig al 14 de juny de 2002
- Període d'exàmens extraordinaris: de l'1 al 9 de juliol de 2002

3. Calendari d'impartició i avaluació de les assignatures específiques de lliure elecció

- Primer quadrimestre: del 7 de setembre al 23 de novembre de 2001
- Segon quadrimestre: del 5 de febrer al 10 de maig de 2002

2. LA LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES

PRESENTACIÓ

La matemàtica sempre ha estat una ciència, però fins fa ben poc, no era una professió. En tot cas hi havia una única professió, la de professor de matemàtiques, que era exercida majoritàriament per matemàtics. Avui dia tots els estudis de ciències han sofert transformacions considerables, a causa de la importància creixent de la ciència en els processos altament tecnificats de producció i de serveis. Per això, els estudis de matemàtiques també s'han de veure afectats per aquests canvis.

La Universitat Politècnica de Catalunya va decidir d'incloure a partir de 1992 entre els estudis que ofereix els de la Llicenciatura de Matemàtiques.

La intenció de la Universitat Politècnica de Catalunya és la de formar matemàtics amb mentalitat aplicada, propers als problemes suggerits per la tecnologia, capaços d'integrar-se en equips interdisciplinaris de recerca en temes d'enginyeria i d'incorporar-se professionalment a empreses, indústries, administracions públiques o departaments universitaris amb necessitats en aquest camp.

La Llicenciatura de Matemàtiques que avui ofereix la UPC, sense perdre el caire bàsic de reflexió conceptual que caracteritza les carreres de ciències, vol doncs posar l'accent en els temes més propers a les aplicacions i en la vinculació estreta als objectius i a les característiques d'una universitat tecnològica.

De les característiques d'aquests estudis convé destacar les següents:

1. El títol ofert és el títol universitari de Llicenciat/da en Matemàtiques, de caràcter oficial i regulat pel R.D. 1.416/1990 de 26 d'octubre (BOE de 20 de novembre) i, per tant, és equivalent oficialment a les altres llicenciatures de matemàtiques de l'Estat Espanyol.
2. En l'ordenació de les matèries, tant de les troncal del pla d'estudis (necessàries per a l'homologació) com de les obligatòries (posades per la mateixa UPC), es posa l'accent en els temes de més tradició en les aplicacions de les matemàtiques, però sense oblidar una formació sòlida en les qüestions bàsiques fonamentals.
3. En el quadre d'assignatures optatives del pla d'estudis, que necessàriament pot estar afectat tant pels interessos dels estudiants com per les possibilitats de la UPC, es segueix el criteri d'oferir principalment aquelles línies temàtiques en les quals la UPC és capaç de presentar una oferta de contingut més aplicable, més original i de més qualitat. Concretament, s'ofereixen assignatures optatives en els blocs temàtics d'Àlgebra Aplicada, Estadística, Informàtica Teòrica, Investigació Operativa, Matemàtica Discreta, Mecànica, Mètodes Numèrics i Teoria de Sistemes.

PLA D'ESTUDIS

Característiques generals

Aquests estudis corresponen al títol oficial de Llicenciat/ada en Matemàtiques establert pel RD 1.416/1990, de 26 d'octubre. El Pla d'Estudis, aprovat per la Junta de Govern de la Universitat Politècnica de Catalunya i homologat pel Consell d'Unversitats, està publicat en el BOE del 20 de maig de 1993.

Els estudis s'organitzen en dos cicles de dos anys i mig. El primer any, d'acord amb la normativa de la UPC, constitueix una fase de selecció que serà avaluada globalment. Igualment es preveu la possibilitat de l'accés a segon cicle per a titulats que satisfacin certs requisits.

Totes les assignatures són de 7,5 crèdits, entre teòrics i pràctics (equivalents a 75 hores, és a dir, de 5 hores per setmana). Aquesta càrrega lectiva permet no superar en cap moment les 20 hores d'activitat docent per setmana, que poden agrupar-se en blocs diaris de només mitja jornada. Això permet a l'estudiant organitzar de forma còmoda les seves hores de treball individual. Per a un estudiant normal, no hauria de caldre que aquestes hores superessin un total de 20 per setmana.

La càrrega docent total de la llicenciatura és de 300 crèdits, entre teòrics i pràctics, equivalents a una docència de 3.000 hores. Els crèdits pràctics corresponen a classes de problemes, classes pràctiques al Laboratori de Càlcul, participació en seminaris o realització de treballs.

Les assignatures tenen una estructura quadrimestral, que permet agrupar-les en dos períodes lectius a l'any, de 15 setmanes cadascun.

PLA D'ESTUDIS DE LA LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES DE LA UPC

1r CURS - FASE SELECTIVA

INFORMÀTICA 1	CÀLCUL 1	ÀLGEBRA LINEAL	LLIURE ELECCIÓ
INFORMÀTICA 2	CÀLCUL 2	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA	FÍSICA GENERAL

2n CURS

MÈTODES NUMÈRICS 1	CÀLCUL 3	GEOMETRIA	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA
INVESTIGACIÓ OPERATIVA	ANÀLISI REAL	TOPOLOGIA	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA

3r CURS

MÈTODES NUMÈRICS 2	EQUACIONS DIFERENCIALS 1	GEOMETRIA DIFERENCIAL 1	LLIURE ELECCIÓ
MÈTODES NUMÈRICS 3	EQUACIONS DIFERENCIALS 2	GEOMETRIA DIFERENCIAL 2	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA

4t CURS

OPTATIVA 1	ANÀLISI COMPLEXA	ÀLGEBRA ABSTRACTA	OPTATIVA 2
OPTATIVA 3	ANÀLISI FUNCIONAL	TOPOLOGIA ALGEBRAICA	OPTATIVA 4

5è CURS

OPTATIVA 5	OPTATIVA 6	OPTATIVA 7	LLIURE ELECCIÓ
OPTATIVA 8	OPTATIVA 9	OPTATIVA 10	LLIURE ELECCIÓ

Assignatures optatives

L'estudiant ha de triar deu assignatures optatives, totes al segon cicle i totes de 7,5 crèdits.

Les assignatures optatives estan agrupades en vuit blocs temàtics, més un bloc d'ampliacions i assignatures complementàries. Els vuit blocs temàtics representen especialitats científiques que es cultiven a la UPC amb prou intensitat i que tenen rellevància reconeguda. Les assignatures d'ampliació tenen com a objectiu completar temes que puguin haver estat tractats en les assignatures troncal o en les obligatòries però que mereixin més atenció, i les assignatures complementàries tenen el mateix objectiu però referent a temes que no hagin estat presents entre les troncal o les obligatòries.

Bloc d'Àlgebra Aplicada (B1):

Àlgebra Computacional, Criptografia, Teoria de Codis, Teoria de Nombres, etc.

Bloc d'Estadística (B2):

Anàlisi de Sèries Temporals i Previsió, Estadística Multidimensional, Inferència Estadística i Anàlisi Bayesiana, Model Lineal General, etc.

Bloc d'Informàtica Teòrica (B3):

Calculabilitat, Teoria de la Computació, Algorísmica, Teoria de la Programació, etc.

Bloc d'Investigació Operativa (B4):

Optimització Combinatòria, Optimització Contínua 1, Optimització Contínua 2, Programació Matemàtica, Simulació, etc.

Bloc de Matemàtica Discreta (B5):

Aplicacions de la Matemàtica Discreta, Combinatòria, Geometria Discreta i Computacional, Teoria de Grafs, etc.

Bloc de Mecànica (B6):

Astrodinàmica i Mecànica Celest, Mecànica de Fluids, Mecànica Computacional, Mecànica Racional, etc.

Bloc de Mètodes Numèrics (B7):

Anàlisi Numèrica, El Mètode dels Elements Finites, Mètodes Integrals per a Equacions en Derivades Parcial, Mètodes Numèrics en Enginyeria, Paral·lelització d'Algorismes, etc.

Bloc de Teoria de Sistemes (B8):

Control de Sistemes en Enginyeria, Mètodes Geomètrics en Teoria de Sistemes, Teoria de Sistemes Lineals, Teoria Qualitativa d'Equacions Diferencials Ordinàries, etc.

Bloc d'Ampliacions i Complementes (B9):

Ampliació d'Anàlisi, Ampliació de Geometria, Ampliació de Models Matemàtics de la Física, Didàctica de la Matemàtica, Història de la Matemàtica, Lògica i Fonamentació, Teoria Matemàtica dels Mercats Financers, etc.

Per a l'elecció de les assignatures optatives, l'estudiant té la restricció que no pot comptabilitzar més de 30 crèdits en cada bloc temàtic o 45 en el bloc d'ampliacions i assignatures complementàries.

Les assignatures optatives destinen sempre un mínim de 1,5 crèdits pràctics a la realització de treballs pràctics fora de l'activitat docent reglada.

Anualment i d'acord amb les possibilitats de la UPC, la FME anuncia quines són les assignatures que efectivament s'impartiran el curs següent.

En la llista següent, en la qual les assignatures estan ordenades per quadrimestres, consten en negreta les assignatures que s'impartiran el curs 2001-02.

Curs 2001-02: 1r QUADRIMESTRE	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Algorísmica									
Ampliació de Models Matemàtics de la Física									
Anàlisi Numèrica									
Didàctica de la Matemàtica									
El Mètode dels Elements Finitos									
Inferència Estadística i Anàlisi Bayesiana									
Lògica i Fonamentació									
Mecànica Computacional									
Mecànica Racional									
Mètodes Geomètrics de la Teoria de Sistemes									
Mètodes Integrals per a Equacions en Derivades Parcial									
Model Lineal General									
Optimització Contínua 2									
Programació Matemàtica									
Teoria de Codis									
Teoria de Grafs									
Teoria de la Computació									
Teoria de Nombres									
Teoria de Sistemes Lineals (*-ETSEIB)									

(1) Assignatures que es comparteixen amb la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques de la FME.

(2) Assignatures que es comparteixen amb els estudis d'Enginyeria Industrial de l'ETSEIB.

Curs 2001-02: 2n QUADRIMESTRE	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Àlgebra Computacional									
Ampliació d'Anàlisi									
Ampliació de Geometria									
Anàlisi de Sèries Temporals i Previsió									
Aplicacions de la Matemàtica Discreta									
Astrodinàmica i Mecànica Celest									
Calculabilitat									
Combinatòria									
Control de Sistemes en Enginyeria									
Criptografia									
Estadística Multidimensional									
Història de la Matemàtica									
Mecànica de Fluids									
Mètodes Numèrics en Enginyeria									
Optimització Combinatòria									
Optimització Contínua 1									
Paral·lelització d'Algorismes									
Simulació									
Teoria de la Programació									
Teoria Matemàtica dels Mercats Financers									
Teoria Qualitativa d'Equacions Diferencials Ordinàries									

(1)

(1)

(1)

(1)

(1) Assignatures que es comparteixen amb la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques de la FME

Crèdits de lliure elecció

Els crèdits de lliure elecció es poden obtenir pels procediments següents:

- **Cursant “assignatures específiques de lliure elecció”** que són assignatures triades lliurament entre les que ofereix la UPC a aquest efecte, o bé ofertes per alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.

Per al curs 2001-02, la FME organitza les assignatures següents:

ASSIGNATURA	DEPARTAMENT-INSTITUCIÓ COL-LABORADORA	CRÈDITS	QUAD
Història de la Ciència	Departament de Matemàtica Aplicada 1	7,5	Q1
Fer i Comprendre les Estructures: Tecnologia i Matemàtica	Facultat de Matemàtiques i Estadística	4,5	Q2
Taller de Càlcul Simbòlic	Departament de Matemàtica Aplicada 2	7,5	Q1
Taller de Geometria	Departament d'Estructures a l'Arquitectura	7,5	Q1

Totes aquestes assignatures tenen un horari establert per la Facultat i amb un calendari docent fixat per la Universitat Politècnica de Catalunya per a totes les assignatures específiques de lliure elecció.

A més a més la FME amb la col·laboració del departament de Matemàtica Aplicada 2 organitza, com a suport pels estudiants de 1r curs, les assignatures Taller de problemes 1 i 2 de 3 crèdits cadescuna.

- **Cursant assignatures ofertes pels diferents centres de la UPC d'entre les assignatures dels seus plans d'estudis o bé ofertes per alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.**

Per facilitar aquest procediment la FME reconeix com a crèdits de lliure elecció els crèdits optatius obtinguts en excés i facilitarà suggeriments d'assignatures d'altres centres fora dels currículums que siguin apropiades pels seus estudiants. No obstant, si un estudiant vol cursar com a lliure elecció alguna assignatura que no ha estat suggerida per la FME o bé que en la que no es preveu places per lliure elecció ho haurà de sol·licitar al Degà mitjançant una instància. Si la resolució és favorable, la formalització de la matrícula quedarà únicament condicionada a la disponibilitat de places.

- Mitjançant l'elaboració d'un **treball dirigit acadèmicament**, o valorant, en general, a raó d'1 crèdit per cada 30 hores de treball, **la realització de pràctiques tutelades** en institucions públiques o privades, empreses, etc. relacionades amb l'àmbit de coneixement aplicat del pla d'estudis. En general, els treballs dirigits o pràctiques en empreses no podran superar els 7,5 crèdits.

Una forma específica de la Llicenciatura de Matemàtiques per als treballs dirigits acadèmicament és el que anomenem **Projecte Tecnològic**. Aquesta forma, dirigida als estudiants de 2n cicle, està descrita en aquesta mateixa Guia Docent en el capítol 7. En general, el projecte Tecnològic es valorarà en 15 crèdits.

- Mitjançant el reconeixement, per part del Centre, de crèdits per **altres estudis reglats o activitats d'interès acadèmic no reglades que tingui nivell universitari** com ara altres estudis universitaris, idiomes estrangers, estudis de música, etc. Els criteris per valorar d'aquestes activitats es poden trobar en el punt 4.3 de la normativa acadèmica general dels estudiants de 1r i 2n cicle del curs 2001-02.
- Per **activitat i experiència professional** que hagi desenvolupat l'estudiant en un camp relacionat amb els seus estudis. Es valorarà l'activitat a raó de 1 crèdit per any treballat amb dedicació completa amb un màxim de 7,5 crèdits.

Avaluació i reconeixement de crèdits

D'acord amb la normativa general de la UPC, distingirem entre les avaluacions de les assignatures i les avaluacions de currículum.

Les avaluacions de les assignatures tenen per objecte fer el seguiment de fins a quin punt s'assoleixen els objectius preestablerts. Aquestes avaluacions seran realitzades pels professors encarregats de la docència de les assignatures i a partir d'aquestes avaluacions es produiran els Informes d'Avaluació de cada assignatura referits a cadascun dels estudiants. En canvi, les avaluacions del currículum tenen per objecte l'acreditació de l'obtenció dels crèdits i una qualificació definitiva estandaritzada de cada assignatura.

A la Llicenciatura de Matemàtiques hi ha tres avaluacions curriculars de caràcter global i tantes avaluacions curriculars particularitzades per assignatures com assignatures optatives i assignatures de lliure elecció hagi triat l'estudiant. Les avaluacions del currículum globals són realitzades per Comissions d'Avaluació i les particularitzades les realitza el mateix professor de l'assignatura. En les avaluacions del currículum globals es té en compte el conjunt dels Informes d'Avaluació més que no pas cadascun d'aquests informes considerat individualment.

La primera avaluació curricular global comprèn les assignatures següents: Àlgebra Lineal, Càlcul 1, Càlcul 2, Computació Algebraica, Física General, Informàtica 1 i Informàtica 2. D'acord amb la normativa general de la UPC, aquesta avaluació constitueix l'anomenada **fase de selecció**. Això significa que l'estudiant no pot cursar cap altra assignatura del Pla d'Estudis sense haver superat completament aquesta fase selectiva. En aquesta avaluació curricular es pretén avaluar la capacitat de l'estudiant de realitzar els estudis amb l'esforç previst.

La segona avaluació curricular global comprèn les assignatures següents: Anàlisi Real, Càlcul 3, Equacions Diferencials 1, Geometria, Geometria Diferencial 1, Inferència Estadística, Investigació Operativa, Mètodes Numèrics 1, Mètodes Numèrics 2, Probabilitat i Estadística, Topologia.

La tercera avaluació curricular global comprèn les assignatures següents: Àlgebra Abstracta, Anàlisi Complexa, Anàlisi Funcional, Equacions Diferencials 2, Geometria Diferencial 2, Mètodes Numèrics 3, Models Matemàtics de la Física i Topologia Algebraica.

Les deu assignatures optatives que inclou el Pla d'Estudis així com les assignatures de lliure elecció són objecte d'avaluacions del currículum particularitzades.

DEPARTAMENTS AMB DOCÈNCIA A LA FME

En la configuració actual de la Universitat, els Centres Docents, com ara la FME, són unitats independents dels Departaments Universitaris. I els Centres Docents encarreguen la docència de les assignatures als Departaments més adequats en cada cas, els quals la duen a terme utilitzant el seu professorat. Els Departaments que tenen assignada docència a la FME per al curs 2001-02 són els següents:

Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció d'Informàtica, codi dpt.: 715)

Edifici U
C/ Pau Gargallo, 5
08028 Barcelona
Tel. 93 401 69 48
www-eio.upc.es

Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció de Tècniques Quantitatives de Gestió, codi dpt.: 715)

Edifici H
Av. Diagonal, 647
08028 Barcelona
Tel. 93 401 65 69
www-eio.upc.es

Departament d'Estructures a l'Arquitectura (secció de Matemàtica i Informàtica, codi dpt.: 716)

E.T.S. d'Arquitectura de Barcelona (edifici A)
Av. Diagonal, 649
08028 Barcelona
Tel. 93 401 63 72
www.upc.es/ea-smi

Departament de Física i Enginyeria Nuclear (codi dpt.: 721)

Edifici B4-B5, Campus Nord
C/ Gran Capità, s/n
08034 Barcelona
Tel. 93 401 69 73
www-fen.upc.es

Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics (codi dpt.: 723)

Edifici C5-C6, Campus Nord
C/ Gran Capità, s/n
08034 Barcelona
Tel. 93 401 69 94
www-lsi.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 1 (secció ETSEIB, codi dpt.: 725)

E.T.S. d'Enginyers Industrials (edifici H)
Av. Diagonal, 647
08028 Barcelona
Tel. 93 401 65 49
www-ma1.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Informàtica, codi dpt.: 726)

Edifici U
C/ Pau Gargallo, 5
08028 Barcelona
Tel. 93 401 69 26
www-ma2.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Enginyeria, codi dpt.: 726)

E.T.S. d'Enginyers Industrials (edifici TR5)
C/ Colom, 11
08222 Terrassa
Tel. 93 739 81 00
www-ma2.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció del Barcelonès, codi dpt.: 727)

Edifici C2, Campus Nord
C/ Gran Capità, s/n
08034 Barcelona
tel. 93 401 69 09
www-ma3.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció del Bages, codi dpt.: 727)

EUP de Manresa (edifici MN1)
Av. Bases de Manresa, 61-73
08240 Manresa
Tel. 93 887 72 00
www-eupm.upc.es/~ma3/

Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció de Terrassa, codi dpt.: 727)

EUETIT (edifici TR1)
C. Colom, 1
08222 Terrassa
Tel. 93 739 82 54
www-ma3.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 4 (secció del Barcelonès, codi dpt.: 728)

Edifici C3, Campus Nord
C/ Gran Capità, s/n
08034 Barcelona
Tel. 93 401 59 83

Departament d'Organització d'Empreses (secció ETSEIB, codi dpt.: 732)

Edifici H
Av. Diagonal, 647
08028 Barcelona
Tel. 93 401 65 83

DIRECTORI DEL PROFESSORAT

El professorat assignat per a la docència a la Llicenciatura de Matemàtiques el curs 2001-02 és el següent:

Professor			Codi_dpt	e-mail
Claudi	ALSINA	CATALÀ	716	alsina@ea.upc.es
Josep	ÁLVAREZ	MONTANÉ	725	alvarez@ma1.upc.es
Jaume	AMORÓS	TORRENT	725	amoros@ma1.upc.es
José Luís	BALCAZAR	NAVARRO	723	balqui@lsi.upc.es
Francesc	BARCA	SALOM	725	crth@etseib.upc.es
Jaume	BARCELÓ	BUGEDA	715	barcelo@eio.upc.es
Miguel Ángel	BARJA	YAÑEZ	725	barja@ma1.upc.es
Carles	BATLLE	ARNAU	728	carles@mat.upc.es
Jordi	BLASCO	LORENTE	725	blasco@ma1.upc.es
Carles	BONET	REVES	725	bonet@ma1.upc.es
Santiago	BOZA	ROCHO	728	boza@mat.upc.es
Josep Maria	BRUNAT	BLAY	726	brunat@ma2.upc.es
Xavier	CABRÉ	VILAGUT	725	cabre@ma1.upc.es
Albert	COMPTA	CREUS	725	compta@ma1.upc.es
Neus	CÓNSUL	PORRAS	725	neus@ma1.upc.es
Miquel	DALMAU	VILALDACH	726	mdalmau@ma2.upc.es
Pedro	DELICADO	USEROS	715	pedro.delicado@upc.es
Josep	DIAZ	CORT	723	diaz@lsi.upc.es
Pedro	DÍEZ	MEJÍA	727	pedro.diez@upc.es
Josep	ELGUETA	MONTO	726	jelgueta@ma2.upc.es
Raimon	ELGUETA	MONTÓ	726	elgueta@ma2.upc.es
Rafael	FARRÉ	CIRERA	726	farre@ma2.upc.es
Elena	FERNÁNDEZ	ARÉIZAGA	715	elena@eio.upc.es
Julio	FERNÁNDEZ	GONZÁLEZ	726	julio@ma2.upc.es
Sonia	FERNÁNDEZ	MENDEZ	727	sonia.fernandez@upc.es
Jaime Lucas	FERRER	CERDA	715	trjl@eio.upc.es
Josep	FERRER	LLOP	725	ferrer@ma1.upc.es
Enric	FOSSAS	COLET	728	fossas@mat.upc.es
Jaume	FRANCH	BULLICH	728	jfranch@mat.upc.es
Ricard	GAVALDÀ	MESTRE	723	gavalda@lsi.upc.es
Josep	GONZÁLEZ	ROVIRA	728	josepg@mat.upc.es
F.Xavier	GRÀCIA	SABATÉ	728	xgracia@mat.upc.es
Josep	GRANÉ	MANLLEU	726	jgrane@fme.upc.es
Toni	GUILLAMON	GRABOLOSE	725	toni@ma1.upc.es
Pere	GUTIERREZ	SERRES	725	pereg@ma1.upc.es
Jaume	HARO	CASES	725	haro@ma1.upc.es
Javier	HEREDIA	CERVERA	715	f.javier.heredia@upc.es
Antonio	HUERTA	CEREZUELA	727	antonio.huerta@upc.es
Ferran	HURTADO	DIAZ	726	hurtado@ma2.upc.es
Joan	JACAS	MORAL	716	jacas@ea.upc.es
Joan Carles	LARIO	LOYO	726	lario@ma2.upc.es
Anna	LLADÓ	SÁNCHEZ	728	anna@mat.upc.es
Dolors	MAGRET	PLANAS	725	dolors@ma1.upc.es
Manel	MARTÍ	RECOBER	715	manuel.marti-recober@upc.es
Pablo	MARTIN	DE LA TORRE	728	martin@mat.upc.es

Fernando	MARTINEZ	SAEZ	726	martinez@grec.upc.es
Conrado	MARTÍNEZ	PARRA	723	conrado@lsi.upc.es
Maria Teresa	MARTÍNEZ-	ALONSO	725	tere@ma1.upc.es
Josep	MASDEMONT	SOLER	725	josep@barquins.upc.es
Amadeo	MONREAL	PUJADAS	716	monreal@ea.upc.es
Lídia	MONTERO	MERCADE	715	lmontero@eio.upc.es
Antonio	MONTES	LOZANO	726	montes@ma2.upc.es
Juan José	MORALES	RUIZ	726	morales@ma2.upc.es
Maria Pilar	MUÑOZ	GRACIA	715	pmg@eio.upc.es
Miguel Carlos	MUÑOZ	LECANDA	728	matmcm1@mat.upc.es
Narcís	NABONA	FRANCISCO	715	narcis.nabona@upc.es
Miquel	NOGUERA	BATLLE	726	noguera@ma2.upc.es
Ramon	NONELL	TORRENT	715	ramon.nonell@upc.es
Marc	NOY	SERRANO	726	noy@ma2.upc.es
Mercè	OLLÉ	TORNER	725	olle@ma1.upc.es
Carles	PADRÓ	LAIMON	728	matcpl@mat.upc.es
Pere	PASCUAL	GAINZA	725	pascual@ma1.upc.es
Agustín	PÉREZ	FOGUET	727	perezf@etseccpb.upc.es
Jose Maria	PERIS	LLAGOSTERA	726	peris@ma2.upc.es
Francesc	PLANAS	VILANOVA	725	planas@ma1.upc.es
Montserrat	PONS	VALLÈS	727	montserrat.pons@upc.es
Francesc	PRATS	DUAYGÜES	726	prats@ma2.upc.es
Ferran	PUERTA	SALES	725	puerta@ma1.upc.es
Jordi	QUER	BOSOR	726	quer@ma2.upc.es
Antoni	RAS	SABIDÓ	728	ras@mat.upc.es
Eduard	RECASENS	GALLART	727	recasensg@ma3.upc.es
Anna	RIO	DOVAL	726	rio@ma2.upc.es
Antoni	ROCA	ROSELL	725	roca@ma1.upc.es
Antonio	RODRIGUEZ	FERRAN	727	antonio.rodriguez-
Agustí	ROIG	MARTÍ	725	roig@ma1.upc.es
Narciso	ROMAN	ROY	728	matnrr@mat.upc.es
Salvador	ROURA	FERRET	723	roura@lsi.upc.es
Vera	SACRISTAN	ADINOLFI	726	vera@ma2.upc.es
Natalia	SADOVSKAYA	GUENNADICUNA	726	natalia@ma2.upc.es
Josep	SARRATE	RAMOS	727	jose.sarrate@upc.es
Maria Jose	SERNA	IGLESIAS	723	mjserna@lsi.upc.es
Oriol	SERRA	ALBÓ	728	oriol@mat.upc.es
Joan	SOLÀ-MORALES	RUBIÓ	725	jsola@ma1.upc.es
Antoni	SUSÍN	SÁNCHEZ	725	susin@ma1.upc.es
Marta	VALÈNCIA	GUITART	725	valencia@ma1.upc.es
Joaquim	VALLS	RIBAS	721	valls@fen.upc.es
Enric	VENTURA	CAPELL	727	ventura@ma3.upc.es
Carles	VICTÒRIA	MONGE	728	matcvm@mat.upc.es
Jordi	VILLANUEVA	CASTELLTORT	725	jordi@vilma.upc.es
Javier	VINDEL	LOSILLA	725	vindel@ma1.upc.es
Sebastià	XAMBÓ	DESCAMPS	726	sxd@ma2.upc.es

Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu departament, tenen una sala a l'edifici de la FME per atendre consultes dels estudiants dins d'un horari que s'estableix a principi de cada quadrimestre.

3. HORARIS I DATES D'EXÀMENS

LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES

HORARIS DE CLASSE 2001-2002

1r Curs – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00	CÀLCUL 1	Ale 1 (a) Ale 1 (b)	CÀLCUL 1	Ale 1 (a) Ale 1 (b)	CÀLCUL 1
10.00 –11.00	ÀLGEBRA LINEAL	Informàtica 1 (a) Àlgebra Lineal (b)	ÀLGEBRA LINEAL	Informàtica 1 (a) Àlgebra Lineal (b)	ÀLGEBRA LINEAL
11.00 –12.00		Informàtica 1 (a) Informàtica 1 (b)	ALE 1	Informàtica 1 (a) Informàtica 1 (b)	
12.00 –13.00	ALE 1	Càlcul 1 (a) Informàtica 1 (b)	FRANJA CULTURAL	Càlcul 1 (a) Informàtica 1 (b)	INFORMÀTICA 1
13.00 –14.00	ALE 1	Àlgebra Lineal (a) Càlcul 1 (b)		Àlgebra Lineal (a) Càlcul 1 (b)	

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

2n Curs – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00	CÀLCUL 3	Probabilitat i Estadística (a) Càlcul 3 (b)	CÀLCUL 3	Probabilitat i Estadística (a) Càlcul 3 (b)	CÀLCUL 3
10.00 –11.00	GEOMETRIA	Mètodes Numèrics 1 (a) Probabilitat i Estadística (b)	GEOMETRIA	Mètodes Numèrics 1 (a) Probabilitat i Estadística (b)	GEOMETRIA
11.00 –12.00		Mètodes Numèrics 1 (a)	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA	Mètodes Numèrics 1 (a)	
		Mètodes Numèrics 1 (b)		Mètodes Numèrics 1 (b)	
12.00 –13.00	MÈTODES NUMÈRICS 1	Geometria (a) Mètodes Numèrics 1 (b)	FRANJA CULTURAL	Geometria (a) Mètodes Numèrics 1 (b)	MÈTODES NUMÈRICS 1
13.00 –14.00	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA	Càlcul 3 (a) Geometria (b)		Càlcul 3 (a) Geometria (b)	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

3r Curs – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00	GEOMETRIA DIFERENCIAL 1	MÈTODES NUMÈRICS 2	GEOMETRIA DIFERENCIAL 1	MÈTODES NUMÈRICS 2	GEOMETRIA DIFERENCIAL 1
10.00 –11.00	EQUACIONS DIFERENCIALS 1	Mètodes Numèrics 2 (a) Equacions Diferencials 1 (b)	EQUACIONS DIFERENCIALS 1	Mètodes Numèrics 2 (a) Equacions Diferencials 1 (b)	EQUACIONS DIFERENCIALS 1
11.00 –12.00		Mètodes Numèrics 2 (a)	ALE 2	Mètodes Numèrics 2 (a)	
		Mètodes Numèrics 2 (b)		Mètodes Numèrics 2 (b)	
12.00 –13.00	ALE 2	Geometria Diferencial 1 (a) Mètodes Numèrics 2 (b)	FRANJA CULTURAL	Geometria Diferencial 1 (a) Mètodes Numèrics 2 (b)	ALE 2
13.00 –14.00	ALE 2	Equacions Diferencials 1 (a) Geometria Diferencial 1 (b)		Equacions Diferencials 1 (a) Geometria Diferencial 1 (b)	ALE 2

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

4t Curs obligatòries – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8.00 –9.00	ÀLGEBRA ABSTRACTA	Anàlisi Complexa	ÀLGEBRA ABSTRACTA	Anàlisi Complexa	ÀLGEBRA ABSTRACTA
9.00 –10.00					
10.00 –11.00					
11.00 –12.00	ANÀLISI COMPLEXA	Àlgebra Abstracta (a) Àlgebra Abstracta (b)	ANÀLISI COMPLEXA	Àlgebra Abstracta (a) Àlgebra Abstracta (b)	ANÀLISI COMPLEXA
12.00 –13.00			FRANJA CULTURAL		
13.00 –14.00					

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

Optatives – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8.00 –9.00					
9.00 –10.00	DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA	TEORIA DE CODIS	TEORIA DE NOMBRES	TEORIA DE CODIS	DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA
10.00 –11.00	EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS	GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL	ALGORÍSMICA	GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL	EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS
11.00 –12.00	ALGORÍSMICA TEORIA DE GRAFS	TEORIA DE NOMBRES	TEORIA DE GRAFS	TEORIA DE NOMBRES	ALGORÍSMICA TEORIA DE GRAFS
12.00 –13.00	ANÀLISI NUMÈRICA	LÒGICA MATEMÀTICA	FRANJA CULTURAL	ANÀLISI NUMÈRICA	LÒGICA MATEMÀTICA
13.00 –14.00	AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	MECÀNICA COMPUTACIONAL TEORIA DE SISTEMES LINEALS		AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	MECÀNICA COMPUTACIONAL TEORIA DE SISTEMES LINEALS
14.00 –15.00					OPTIMITZACIÓ CONTINUA 2 (2)
15.00 –16.00	MODEL LINEAL GENERAL (2)	OPTIMITZACIÓ CONTINUA 2 (2)	MODEL LINEAL GENERAL (2)	OPTIMITZACIÓ CONTINUA 2 (2)	OPTIMITZACIÓ CONTINUA 2 (2)
16.00 –17.00					MODEL LINEAL GENERAL (2) (a)
17.00 – 18.00	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (2)		PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (2)		PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (2)
18.00 – 19.00					
19.00 – 20.00					MODEL LINEAL GENERAL (2) (b)

(1) docència a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

(2) docència compartida amb la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques

1r Curs – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00	CÀLCUL 2	Física General (a) Computació Algebraica (b)	CÀLCUL 2	Física General (a) Computació Algebraica (b)	CÀLCUL 2
10.00 –11.00	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA	Informàtica 2(a) Física General (b)	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA	Informàtica 2(a) Física General (b)	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA
11.00 –12.00		Informàtica 2 (a) Informàtica 2 (b)	FÍSICA GENERAL	Informàtica 2 (a) Informàtica 2 (b)	
12.00 –13.00	FÍSICA GENERAL	Càlcul 2 (a) Informàtica 2 (b)	FRANJA CULTURAL	Càlcul 2 (a) Informàtica 2 (b)	FÍSICA GENERAL
13.00 –14.00	INFORMÀTICA 2	Computació Algebraica (a) Càlcul 2 (b)		Computació Algebraica (a) Càlcul 2 (b)	INFORMÀTICA 2

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

2n Curs – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00	TOPOLOGIA	Investigació Operativa (a) Topologia (b)	TOPOLOGIA	Investigació Operativa (a) Topologia (b)	TOPOLOGIA
10.00 –11.00	INVESTIGACIÓ OPERATIVA	Topologia (a) Investigació Operativa (b)	INVESTIGACIÓ OPERATIVA	Topologia (a) Investigació Operativa (b)	INVESTIGACIÓ OPERATIVA
11.00 –12.00	ANÀLISI REAL	Anàlisi Real (a) Inferència Estadística (b)	ANÀLISI REAL	Anàlisi Real (a) Inferència Estadística (b)	ANÀLISI REAL
12.00 –13.00			FRANJA CULTURAL		INFERÈNCIA ESTADÍSTICA
13.00 –14.00	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA	Inferència Estadística (a) Anàlisi Real (b)		INFERÈNCIA ESTADÍSTICA	

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

3r Curs – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	Models Matemàtics de la Física	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	Models Matemàtics de la Física	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA
10.00 –11.00	EQUACIONS DIFERENCIALS 2	Equacions Diferencials 2	EQUACIONS DIFERENCIALS 2	Equacions Diferencials 2	EQUACIONS DIFERENCIALS 2
11.00 –12.00			GEOMETRIA DIFERENCIAL 2		
12.00 –13.00	GEOMETRIA DIFERENCIAL 2	Mètodes Numèrics 3 (a) Mètodes Numèrics 3 (b)	FRANJA CULTURAL	Mètodes Numèrics 3 (a) Mètodes Numèrics 3 (b)	GEOMETRIA DIFERENCIAL 2
13.00 –14.00	MÈTODES NUMÈRICS 3	Geometria Diferencial 2 (a) Geometria Diferencial 2 (b)		Geometria Diferencial 2 (a) Geometria Diferencial 2 (b)	MÈTODES NUMÈRICS 3

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

4t Curs obligatòries – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 –10.00					
10.00 –11.00	TOPOLOGIA ALGEBRAICA	Topologia Algebraica	TOPOLOGIA ALGEBRAICA	Topologia Algebraica	TOPOLOGIA ALGEBRAICA
11.00 –12.00	ANÀLISI FUNCIONAL	Anàlisi Funcional	ANÀLISI FUNCIONAL	Anàlisi Funcional	ANÀLISI FUNCIONAL
12.00 –13.00			FRANJA CULTURAL		
13.00 –14.00					

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

Optatives – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8.00 – 9.00	CRIPTOGRAFIA COMBINATÒRIA	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL	CRIPTOGRAFIA COMBINATÒRIA	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL	CRIPTOGRAFIA COMBINATÒRIA
9.00 – 10.00	HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA AMPLIACIÓ D'ANÀLISI	HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA AMPLIACIÓ D'ANÀLISI		HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA AMPLIACIÓ D'ANÀLISI	HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA AMPLIACIÓ D'ANÀLISI
10.00 – 11.00	TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES	TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL	TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES	TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES
11.00 – 12.00	AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA	AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA		AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA	AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA
12.00 – 13.00	MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA	CALCULABILITAT	FRANJA CULTURAL	MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA	CALCULABILITAT
13.00 – 14.00	ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELEST	TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (2)		ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELEST	TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (2)
14.00-15.00					
15.00 – 16.00	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 1 (2)		OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 1 (2) (a)	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 1 (2)	
16.00 – 17.00	ANÀLISI DE SÈRIES TEMPORALS I PREVISIÓ (2)	SIMULACIÓ (2)	ANÀLISI DE SÈRIES TEMPORALS I PREVISIÓ (2) (b)	SIMULACIÓ (2)	ANÀLISI DE SÈRIES TEMPORALS I PREVISIÓ (2) (a)
17.00 – 18.00					

(2) docència compartida amb la Llicenciatura de Ciències i Tècniques Estadístiques.

Assignatures Específiques de Lliure Elecció de la FME

1r quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
9.00 -10.00		Taller de Geometria (a) Taller de Geometria (b)		Taller de Geometria (a) Taller de Geometria (b)	
10.00 -11.00					
11.00 -12.00			TALLER DE GEOMETRIA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC		
12.00 -13.00	TALLER DE GEOMETRIA HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA		FRANJA CULTURAL		HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA
13.00 -14.00	TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC			TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC	

Les hores amb els noms de les assignatures en majúscula corresponen a classes de teoria i en minúscula a classes de problemes i/o pràctiques.

L'horari de l'assignatura Taller de Problemes 1 es farà públic abans de la matrícula.

2n quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
18.00-19.00	FER I COMPRENDRE LES ESTRUCTURES; TECNOLOGIA I MATEMÀTICA				
19.00-20.00					
20.00-21.00					

L'horari de l'assignatura Taller de Problemes 2 es farà públic abans de la matrícula.

LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES

DATES DELS EXÀMENS 2001-02

Convocatòria ordinària del 1r quadrimestre

FASE SELECTIVA

1r	07-01-02	08-01-02	09-01-02	10-01-02	11-01-02
M A T í			CÀLCUL 1		

1r	14-01-02	15-01-02	16-01-02	17-01-02	18-01-02
M A T í	INFORMÀTICA 1		ÀLGEBRA LINEAL		

FASE NO SELECTIVA – OBLIGATÒRIES

	07-01-02	08-01-02	09-01-02	10-01-02	11-01-02
M A T í		MÈTODES NUMÈRICS 2	ÀLGEBRA ABSTRACTA	GEOMETRIA DIFERENCIAL 1	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA

	14-01-02	15-01-02	16-01-02	17-01-02	18-01-02
M A T í	CÀLCUL 3	GEOMETRIA	ANÀLISI COMPLEXA	EQUACIONS DIFERENCIALS 1	MÈTODES NUMÈRICS 1

FASE NO SELECTIVA - OPTATIVES

	07-01-02	08-01-02	09-01-02	10-01-02	11-01-02
T A R D A		TEORIA DE CODIS	DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA	GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

	14-01-02	15-01-02	16-01-02	17-01-02	18-01-02
T A R D A	ANÀLISI NUMÈRICA	MODEL LINEAL GENERAL	LÒGICA I FONAMENTACIÓ	AMPLIACIÓ DE MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	EL MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS

	21-01-02	22-01-02	23-01-02	24-01-02	25-01-02
T A R D A	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2	MECÀNICA COMPUTACIONAL	TEORIA DE NOMBRES	TEORIA DE GRAFS	ALGORÍSMICA

ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

	26-11-01	27-11-01	28-11-01	29-11-01	30-11-01
T A R D A			TALLER DE GEOMETRIA	HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA	TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC

Convocatòria ordinària del 2n quadrimestre

FASE SELECTIVA

	20-05-02	21-05-02	22-05-02	23-05-02	24-05-02
M A T Í					INFORMÀTICA 2

	27-05-02	28-05-02	29-05-02	30-05-02	31-05-02
M A T Í		CÀLCUL 2			FÍSICA GENERAL

	03-06-02	04-06-02	05-06-02	06-06-02	07-06-02
T A R D A		COMPUTACIÓ ALGEBRAICA			

FASE NO SELECTIVA – OBLIGATÒRIES

	20-05-02	21-05-02	22-05-02	23-05-02	24-05-02
M A T Í				MÈTODES NUMÈRICS 3	INVESTIGACIÓ OPERATIVA

	27-05-02	28-05-02	29-05-02	30-05-02	31-05-02
M A T Í	GEOMETRIA DIFERENCIAL 2	ANÀLISI REAL	TOPOLOGIA ALGEBRAICA	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA

	03-06-02	04-06-02	05-06-02	06-06-02	07-06-02
M A T Í	ANÀLISI FUNCIONAL	TOPOLOGIA	EQUACIONS DIFERENCIALS 2		

FASE NO SELECTIVA – OPTATIVES

	20-05-02	21-05-02	22-05-02	23-05-02	24-05-02
T A R D A				HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA	TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES

	27-05-02	28-05-02	29-05-02	30-05-02	31-05-02
T A R D A	ANÀLISI DE SÈRIES TEMPORALS I PREVISIÓ	OPTIMITZACIÓ CONTINUA 1	CRIPTOGRAFIA	SIMULACIÓ	AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA

	03-06-02	04-06-02	05-06-02	06-06-02	07-06-02
T A R D A	COMBINATÒRIA	MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA	CALCULABILITAT	AMPLIACIÓ D'ANÀLISI	ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELEST

	10-06-02	11-06-02	12-06-02	13-06-02	14-06-02
T A R D A	TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL			

ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

	13-05-02	14-05-02	15-05-02	16-05-02	17-05-02
T A R D A				FER I COMPRENDRE LES ESTRUCTURES: TECNOLOGIA I MATEMÀTICA	

Convocatòria extraordinària d'exàmens

La convocatòria extraordinària d'exàmens d'assignatures troncal o obligatòries de 1r i 2n quadrimestre es farà pública després de la matrícula de les assignatures de 2n quadrimestre per optimitzar el calendari d'aquests exàmens, que en qualsevol cas en fixarà entre l'1 i el 9 de juliol de 2002.

Les assignatures optatives i les assignatures de lliure elecció només tenen la convocatòria ordinària d'examen.

Convocatòria d'exàmens parcials

Està prevista una interrupció de les classes (com a màxim d'una setmana) a mitjans de cada quadrimestre amb la finalitat de realitzar exàmens parcials de les assignatures troncal o obligatòries que ho tinguin previst.

4. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES TRONCALS O OBLIGATÒRIES

1r CURS - 1r QUADRIMESTRE

ÀLGEBRA LINEAL

CODI: 10004

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Francesc Planas Vilanova

Altres professors: Josep Alvarez Montaner, Albert Compta Creus

Objectius del curs

L'assignatura pretén, en primer lloc, proporcionar als alumnes un coneixement rigorós i general dels conceptes fonamentals relatius als espais vectorials de dimensió finita i de les aplicacions lineals entre aquests espais; a més, es vol facilitar la comprensió adequada de l'interès que té la utilització de matrius, especialment pel que fa als aspectes pràctics de càlcul. També pretén que els alumnes assoleixin un coneixement precís del problema de la diagonalització d'aplicacions lineals i dels mètodes bàsics de resolució d'aquests problemes.

Així mateix, es pretén que els alumnes tinguin un coneixement clar del problema general que condueix a la forma de Jordan i a la seva aplicació a la classificació dels endomorfismes d'un espai vectorial de dimensió finita.

El curs finalitza amb una introducció a l'estudi de les formes quadràtiques.

Programa

1. **Estructures algebraiques:** Grups, anells i cossos. Definicions i exemples.
2. **Espais vectorials:** Definicions i exemples. Dependència lineal. Subespais vectorials. Bases. Dimensió. Dimensió de subespais. Suma directa. Espai quocient.
3. **Matrius. Sistemes d'equacions lineals:** Producte de matrius. Transformacions elementals d'una matriu. Sistemes d'equacions lineals. Matrius invertibles.
4. **Aplicacions lineals:** Aplicacions lineals. Determinació d'aplicacions lineals. Isomorfisme natural associat a una base. Rang d'una aplicació lineal. Aplicacions lineals invertibles. El grup lineal. Teoremes d'isomorfisme. Matriu d'una aplicació lineal. Canvis de base. L'espai vectorial dual. Bases duals. Aplicació dual. L'espai bidual.
5. **Determinants:** Permutacions. Determinant d'una matriu quadrada. Determinant d'una família de vectors. Propietats. Un criteri d'invertibilitat d'una matriu. Càlcul de determinants. Aplicació al càlcul del rang d'una matriu. Aplicació al càlcul de la inversa d'una matriu. Regla de Cramer. Determinant d'una aplicació lineal.
6. **Diagonalització d'endomorfismes:** Subespais invariants. Vectors i valors propis. Polinomi característic. Observacions i exemples. Endomorfismes diagonalitzables. Endomorfismes triangulables. El teorema de Caley-Hamilton.
7. **La forma reduïda de Jordan:** El polinomi anul·lador d'un endomorfisme. Descomposició en suma directa associada al polinomi anul·lador. Forma de Jordan d'un endomorfisme. Classificació d'endomorfismes.
8. **Introducció a les formes quadràtiques:** Formes lineals simètriques. Producte escalar. Bases ortonormals. El mètode d'ortogonalització de Gram-Schmidt. Formes quadràtiques a \mathbb{R}^n . Diagonalització de matrius simètriques. Reducció de formes quadràtiques. Formes quadràtiques definides. Llei d'inèrcia de Sylvester.

Avaluació

Hi haurà dues proves de coneixements: una a mig curs i una altra al final de curs. Es considerarà també el treball realitzat a les classes de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Berberian, S. *Linear Algebra*. Ed. Oxford University, Oxford, 1992.
- Castellet, M.; Llerena, I. *Àlgebra lineal i geometria*. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 1988.
- Noble, B. *Applied Linear Algebra*. Ed. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1988.
- Puerta, F. *Àlgebra lineal*. Aula ETSEIB, Edicions UPC, Barcelona, 1993.
- Shilov, G.E. *Linear Algebra*. Ed. Dover, New York, 1977.

Referències complementàries:

- Ayres, F. *Álgebra moderna*. Ed. McGraw-Hill, 1991.
- Lancaster, P.; Tismenetsky, M. *The theory of Matrices*. Ed. Academic Press, 1985 (2a edició).
- Lang, S. *Linear Algebra*. Ed. Addison-Wesley, 1989. 3a. edició.
- Lang, S. *Álgebra*. Ed. Aguilar (Colección Ciencia y Técnica), Madrid, 1971 (2a edició).
- Lipschutz, S. *Álgebra lineal*. Ed. McGraw-Hill, 1992.

CÀLCUL 1

CODI: 10002

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professora coordinadora: Montserrat Pons Vallès

Altres professors: Enric Ventura Capell

Objectius del curs

L'objectiu d'aquest curs és introduir els estudiants en els principis de l'anàlisi matemàtica que han de fer servir de fonament i referència en els cursos posteriors. Es vol insistir en dos aspectes: els coneixements i els mètodes.

En primer lloc es pretén que, en acabar el curs, els estudiants coneguin i entenguin els conceptes fonamentals del càlcul de funcions reals d'una variable real. Els coneixements no s'han de limitar als aspectes teòrics, sinó que també han d'implicar una habilitat en l'ús de les seves propietats, i la comprensió ha de ser prou clara per permetre'ls utilitzar els conceptes adquirits en la resolució de problemes en diferents contextos.

En segon lloc, es pretén que els estudiants adquireixin uns esquemes clars de raonament que els permetin avançar amb seguretat en el terreny de la deducció lògica i una intuïció que els permeti interpretar els enunciats dels teoremes més enllà del pur formalisme. Tot plegat els facilitarà l'assimilació pel seu compte de nous coneixements i els donarà la capacitat de comprensió necessària per treure profit dels coneixements adquirits.

Programa

- 1. Introducció axiomàtica de \mathbb{R} :** Axiomes de cos totalment ordenat. Inclusió de \mathbb{N} . Principi d'inducció. Principi de bona ordenació. Inclusió de \mathbb{Z} i de \mathbb{Q} . Numerabilitat. Axioma del suprem. Arquimedianitat. Densitat de \mathbb{Q} i de $\mathbb{R}-\mathbb{Q}$ en \mathbb{R} . Encaix d'interval·ls. No numerabilitat de \mathbb{R} .
- 2. Successions en \mathbb{R} :** Successions convergents. Subsuccessions. Teorema de Bolzano-Weierstrass. Successions monòtones. Definició del nombre e . Successions de Cauchy. Completesa de \mathbb{R} . Definició de potències i logaritmes. Límits infinits.
- 3. Sèries de nombres reals:** Convergència. Criteri de convergència de Cauchy. Operacions amb sèries. Criteri de Dirichlet. Criteri de Leibniz. Convergència absoluta i convergència condicional. Sèries de termes positius. Propietats. Criteris de convergència. Definició de les funcions trigonomètriques bàsiques.
- 4. Límits de funcions:** Límit de funcions de \mathbb{R} en \mathbb{R} . Caracterització per successions. Límits laterals. Ampliacions del concepte de límit: límit infinit i límit en infinit. Infinitèsims i infinits.
- 5. Funcions contínues:** Definició. Operacions amb funcions contínues. Tipus de discontinuïtats. Teoremes sobre funcions contínues. Definició del nombre π . Continuitat uniforme.
- 6. Derivació de funcions de \mathbb{R} en \mathbb{R} :** El concepte de derivada. Derivabilitat i continuïtat. Regles de derivació. Regla de la cadena. Teoremes sobre funcions derivables de \mathbb{R} en \mathbb{R} . Regla de l'Hôpital. Derivades d'ordre superior. Aproximació local de funcions. Teorema de Taylor i conseqüències. Introducció a les sèries de potències.
- 7. La integral de Riemann:** Integral superior i integral inferior. Integritat d'una funció. Caracterització de les funcions integrables. Propietats de la integral. Teorema fonamental del

càlcul. Primitives. Regla de Barrow. Canvi de variable. Integració per parts. Càlcul de primitives. Integrals impròpies. Criteris de convergència.

Avaluació

Hi haurà dues proves de coneixements: una a meitat de curs i una altra al final del curs. Es consideraran valoracions complementàries a partir de treballs teòrics o pràctics.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bartle, R.G.; Sherbert, D.R. *Introducción al análisis matemático de una variable*. Limusa, 1984.
- Berberian, S.K. *A first course in real analysis*. Springer-Verlag, 1994
- Burgos, J. *Cálculo infinitesimal de una variable*. McGraw-Hill, 1994.
- Ortega, J. M. *Introducció a l'anàlisi matemàtica*. Manuals de la UAB, 1990.
- Spivak, M. *Cálculo infinitesimal*. 2ª ed. Reverté, 1988.

Referències complementàries:

- Aguiló, F. i altres. *Càlcul infinitesimal en una variable. Problemes resolts*. Col.lecció Aula. UPC, 1991.
- Avinyó, A. i altres. *Anàlisi Matemàtica, problemes resolts i pràctiques amb ordinador*. McGraw-Hill, 1993.
- Blank, A.A. *Problemas de cálculo y análisis matemático*. Limusa, 1990.
- Calm, R.; Coll, N.; Estela, M.R. *Problemes de càlcul*. Micromar, 1992.
- Casasayas, J.; Cascante, M.C. *Problemas de análisis matemático de una variable real*. Edunsa, 1990.

INFORMÀTICA 1

CODI: 10005

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 4,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Maria José Serna Iglesias

Altres professors: Josep Díaz Cort, Jordi Petit i Silvestre

Objectius del curs

L'objectiu del curs és aprendre a especificar, dissenyar i implementar algorismes en un llenguatge imperatiu. El curs està basat en dues parts, una de teòrica i una altra de pràctica, que es van intercalant en el temps. La primera part presenta el corpus teòric bàsic necessari per a la construcció i l'anàlisi de programes senzills. A la part pràctica es considera l'entorn informàtic necessari per poder desenvolupar aquests programes amb fluïdesa.

Programa

1. L'estructura d'un ordinador. Processos i instruccions.
2. Disseny d'algorismes iteratius.
3. Dades no elementals. Taules i tuples. Constructors de tipus.
4. Accions i funcions. Mecanismes de pas de paràmetres.
5. Tractament de dades no elementals.
6. Gestió de fitxers.
7. Introducció a la recursivitat. Exemples bàsics.

Pràctiques

1. Elements dels sistemes operatius. Comandes bàsiques.
2. Elements de l'editor de textos. Comandes bàsiques.
3. Processadors de textos matemàtics. Instruccions bàsiques de LATE_x.
4. Introducció al llenguatge C++. Traducció de les estructures algorísmiques bàsiques a C++.
5. Taules, registres i objectes en C++. Codificació dels constructors de tipus bàsics.
6. Mètodes i funcions en C++. Efectes laterals i àlies.
7. Recursivitat: codificació d'alguns exemples.
8. Utilització de fitxers. Exemples.

Avaluació

Hi haurà una nota d'un o de més projectes realitzats durant el curs i una altra d'un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Castro, J.; Cuker, et alt. *Curs de Programació*. Madrid: Ed. McGraw Hill, 1992.
- Sedgewick, R. *Algorithms in C++*. Ed. Addison Wesley. 3^a ed. 1998.
- Stroustrup, B. *C++ programming language*. Addison Wesley. 3^aed. 1997.
- Valiente, G. *Composició de textos científics amb LATEX*. Ed. UPC, 1996.
- Vancells, J.; López, E. *Programació: introducció a l'Algorísmica*, Ed. EUMO, 1992.

Referències complementàries:

- Brassard, G.; Bratley, P. *Fundamentos de algoritmia*, Ed. Prentice Hall, 1997.
- Cohen, E. *Programming in the 1990s*, Ed. Springer-Verlag, 1990.
- Lamport, L. *LATEX : A document preparation system*. Ed. Addison Wesley, 1994.
- Kernighan, B.W.; Ritchie, D.M. *El lenguaje de Programación C*. Ed. Prentice Hall, 1991.
- Tondo, C.L.; Gimpel, S.E. *The C answer book*. Ed. Prentice Hall, 1989.

1r CURS – 2n QUADRIMESTRE

CÀLCUL 2

CODI: 10007

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Antoni Ras Sabidó

Altres professors: Gerard Olivar Tost, Marisa Zaragoza Monroig

Objectius del curs

L'objectiu del curs és doble: d'una banda, generalitzar a diverses variables els conceptes i els resultats que s'han adquirit a l'assignatura de Càlcul I en una variable real i, d'altra banda, establir els resultats i les tècniques bàsiques de la continuïtat, diferenciació i integració en funcions de diverses variables reals.

Per tal d'assolir els esmentats objectius s'exposa el Programa en sis blocs. En primer lloc, s'introdueixen les nocions indispensables de topologia euclidiana d' \mathbb{R}^n i es demostra l'equivalència entre la norma euclidiana i la del suprem, per poder introduir els típics raonaments de pas a components. El segon i el tercer blocs estan dedicats als conceptes i als resultats bàsics de continuïtat i diferenciabilitat de funcions de diverses variables, respectivament. El seu estudi combina l'esmentat pas a coordenades i la restricció a semirectes i corbes, per tal d'establir explícitament les similituds i les diferències amb la situació d'una variable. Entre d'altres resultats, es demostra el teorema de Heine, el de Weierstrass, la regla de la cadena i el teorema de Schwarz. Els blocs 4 i 5 es dediquen a diferents aplicacions del càlcul diferencial; es proven els teoremes del valor mitjà, de Taylor, de la funció inversa i implícita... (tema 4) i els relatius a l'estudi d'extrems (tema 5). Els apartats del sisè i darrer bloc estan dedicats a la integració de Riemann sobre \mathbb{R}^n . Els teoremes més importants que s'hi estudien són el de Lebesgue sobre la integrabilitat de funcions fitades en dominis mesurables, el de Fubini i el del canvi de variables.

Programa

- 1. Topologia d' \mathbb{R}^n :** Espais euclidians. Normes equivalents. Topologia euclidiana: Boles obertes, punts interiors, exteriors i de la frontera d'un conjunt; conjunts oberts i tancats. Successions a \mathbb{R}^n . Convergència i successions de Cauchy. \mathbb{R}^n és complet. Conjunts connexos. Conjunts compactes i Teorema de Bolzano-Weierstrass.
- 2. Funcions de diverses variables. Continuïtat:** Funcions escalars i vectorials; components. Restricció de funcions. Conjunts de nivell. Límit d'una funció en un punt. Continuïtat. Operacions amb funcions contínues. Continuïtat uniforme. Continuïtat i compacitat; teoremes de Heine i Weierstrass. Teorema del valor intermedi. Principi de l'aplicació contractiva.
- 3. Diferenciació de funcions de diverses variables:** Derivades direccionals i parcials. Varietat tangent. Diferenciabilitat: diferencial d'una funció en un punt; matriu Jacobiana; gradient. Propietats de la diferencial d'una funció. Regla de la cadena. Diferenciabilitat i continuïtat. Derivades d'ordre superior i teorema de Schwarz.
- 4. Teoremes sobre funcions diferenciables:** Teoremes del valor mitjà. Fórmula de Taylor. Teorema de la funció inversa. Teorema de la funció implícita. Derivació implícita. Teorema de rectificació del domini.
- 5. Extrems de funcions:** Subvarietats regulars d' \mathbb{R}^n . Extrems locals de funcions de diverses variables. Matriu Hessiana. Extrems condicionats: resolució per parametrització i pels multiplicadors de Lagrange. Càlcul d'extrems de funcions diferenciables sobre compactes.

6. **Integració de funcions fitades de diverses variables:** Integral de Riemann de funcions de diverses variables sobre rectangles: condició de Riemann; conjunts de mesura i contingut zero; oscil·lació; teorema de Lebesgue. Conjunts mesurables. Teorema d'integrabilitat de Lebesgue en dominis mesurables. Propietats de la integral; teorema del valor mitjà. Teorema de Fubini. Càlcul d'integrals múltiples. Teorema del canvi de variables.

Avaluació

L'avaluació es farà amb un examen parcial, amb un pes aproximat d'un 30%, més un de final de tota l'assignatura. La qualificació serà matisada pels resultats de treballs complementaris lligats amb les classes de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bombal, F. i altres. *Problemas de análisis matemático* .3 vols. AC: Madrid, 1987/88.
- Burgos, J. De. *Calculo infinitesimal de varias variables*. McGraw-Hill, Madrid, 1995.
- Marsden, J.E.; Hoffman, M.J. *Elementary Classical Analysis*. W.H. Freeman and Company, New York, 1993.
- Marsden, J.E.; Tromba, A.J. *Cálculo Vectorial*. Addison Wesley Longman, México, 1998.
- Mazón, J. M. *Cálculo diferencial*. McGraw-Hill, Madrid, 1997.

Referències complementàries:

- Bartle, R.G. *Introducción al análisis matemático*. Limusa: México DF, 1980.
- Fleming, W. H. *Functions of Several Variables*. Springer Verlag, New York, 1977.
- Hairer, G.; Wanner, G. *Analysis by Its History*. Springer Verlag (UTM), New York, 1996.
- Smith, K.T. *Primer of modern analysis*. Springer-Verlag, New York, 1983.
- Spivak, M. *Cálculo en variedades*. Reverté, Barcelona, 1970.

Altres referències:

- Col·lecció d'enunciats de problemes.
- Col·lecció de transparències (gràfiques).

COMPUTACIÓ ALGEBRAICA

CODI: 10003

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Marc Noy Serrano

Altres professors: Josep M. Brunat Blay, Antoni Montes Lozano

Objectius del curs

El curs és una introducció a l'àlgebra bàsica. S'estudien estructures algebraiques fonamentals, com ara grups, anells i cossos, fent especial èmfasi en la teoria de la divisibilitat sobre dominis d'integritat. Es veuen amb detall exemples concrets importants: aritmètica entera i modular, polinomis, cossos finits i sèries formals de potències.

Programa

1. **Aritmètica bàsica:** Divisibilitat de nombres enters. Algorisme d'Euclides. Factorització única. Congruències. Funció d'Euler. Teoremes de Fermat, d'Euler i del residu xinès. Funció de Möbius.
2. **Grups:** Definicions i exemples. Ordre d'un element. Subgrups. Grups cíclics. Classes laterals i teorema de Lagrange. Morfismes. Subgrups normals. Grup quocient.
3. **Anells:** Definicions i exemples. Ideals, morfismes, anells quocient. Dominis d'integritat i cossos de quocients. Dominis amb factorització única. Dominis d'ideals principals. Dominis amb divisió euclidiana.
4. **Polinomis i cossos finits:** Arrels i derivades. Funcions racionals i fraccions simples. Teorema fonamental de l'àlgebra. Polinomis reals i complexos. Anells quocients de polinomis. Existència i unicitat de cossos finits. Teorema de l'element primitiu. Polinomis primitius.
5. **Sèries formals de potències:** Operacions amb sèries de potències. Inversos multiplicatius i funcionals. Funcions generadores i equacions recurrents. Funcions racionals i equacions recurrents lineals. Teorema d'inversió de Lagrange.

Coneixements previs necessaris

Àlgebra Lineal.

Avaluació

Hi ha un examen parcial i un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Biggs, N.L. *Matemática Discreta*. Vicens-Vives, 1993.
- Birkhoff, G ; MacLane,S: *Algebra* .3^a ed. Chelsea, Nova York, 1993.
- Childs, L. *A Concrete Introduction to Higher Algebra*. Springer-Verlag, Nova York, 1979.
- Gallian, J.A. *Contemporary Abstract Algebra* .3a ed. D.C. Heath and Company, 1994.
- Rosen, K.H. *Elementary Number Theory and its Applications*. Addison-Wesley, Reading, 1993.

Referències complementàries:

- Char, B.W. i altres. *First leaves: A Tutorial Introduction to Maple V*. Springer-Verlag, Nova York, 1992.
- Char, B.W. i altres. *Maple V Language Reference Manual*. Springer-Verlag, Nova York, 1991.
- Lidl, R.; Niederreiter, H. *Introduction to Finite Fields and their applications*. Cambridge, Cambridge University Press, 1994
- Mignotte, M. *Mathématiques pour le Calcul Formel*. PUF, París, 1989.
- Schroeder, M.R. *Number Theory in Science and Communication* .2^a ed. Springer-Verlag, Nova York, 1986.

FÍSICA GENERAL

CODI: 10001

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Joaquim Valls Ribas

Altres professors: Ricard Vicente Solé

Objectius del curs

L'objectiu primordial d'aquesta assignatura és preparar adequadament els matemàtics que, en el futur, hagin d'accedir a l'aplicació de temes avançats de Física a qüestions tecnològiques. L'estudi d'aquests temes requereix el coneixement de conceptes fonamentals de Física, els quals, des d'un principi, es presenten, sempre que és possible, en el seu aspecte de matemàtica aplicada. S'introduiran tècniques d'anàlisi complementàries utilitzades en física matemàtica, com són ara l'anàlisi de Fourier, el càlcul variacional i l'anàlisi numèrica de sistemes físics complexos.

Programa

1. **Camps i potencial:** Camps escalars i camps vectorials. Circulació d'un vector al llarg d'un camí. Potencial. Superfícies equipotencials. Gradient. Laplaciana. Flux d'un vector a través d'una superfície. Camps centrals. Camp newtonià. Teorema de Gauss. Camp degut a una distribució amb simetria esfèrica.
2. **Treball i Energia:** Treball i potència. Energia cinètica. Forces conservatives: energia potencial. Estudi de les corbes d'energia potencial. Forces no conservatives. Càlcul variacional. Principi de Hamilton i equacions de Lagrange.
3. **Moviment 1D (Dinàmica unidimensional):** Espai i temps. Equacions del moviment. Integració de les equacions: casos particulars. Oscil·lador harmònic. Representació complexa. Oscil·lador esmorteït i oscil·lador forçat. Mètode de Green. Petites Oscil·lacions
4. **Moment d'una força i Moment Angular:** Moviment curvilini. Moments i moment angular. Conservació del moment angular. Coordenades polars. Força, moment i energia potencial en el moviment curvilini pla.
5. **Sistemes de partícules:** Moviment del centre de masses d'un sistema de partícules. Quantitat de moviment i moment cinètic d'un sistema de partícules. Rotació d'un sòlid rígid. Energia cinètica d'un sistema de partícules. Energia en el moviment de rotació d'un sòlid rígid.
6. **Camp gravitatori:** Lleis de Kepler i moviment planetari. Gravitació, deducció de Newton. Energia potencial gravitatòria. Camp i potencial gravitatori. Energia i òrbites, classificació d'òrbites. Satèl·lits, velocitat d'escapament. Teorema del virial i aplicacions. Estabilitat, ressonància i problema dels tres cossos.
7. **Camp electrostàtic i conductors en equilibri:** Camp electrostàtic. Flux del camp elèctric, Teorema de Gauss. Camp creat per distribucions de càrregues. Camp i càrregues en un conductor en equilibri electrostàtic. Potencial elèctric. Potencial degut a distribucions de càrregues. Potencial d'un conductor en equilibri. Influència elèctrica. Capacitat. Condensadors. Associació de condensadors. Energia del camp elèctric.

8. **Corrent elèctric:** Intensitat del corrent. Densitat de corrent. Llei d'Ohm. Resistència, conductància, resistivitat i conductivitat. Llei de Joule. Generador elèctric. Receptor elèctric; força contraelectromotriu. Associació de resistències. Circuits de corrent continu. Mètodes per a calcular corrents en una xarxa elèctrica. Càrrega i descàrrega d'un condensador.
9. **Magnetisme:** Camp magnètic. Moviment d'una partícula carregada en un camp magnètic uniforme. Acció d'un camp magnètic sobre un corrent. Camps creats per corrents i càrregues en moviment. Forces entre corrents. Llei d'Ampère. Flux del camp magnètic. Inducció electromagnètica. Lleis de Faraday i de Lenz. Inducció mútua i autoinducció. Oscil·lacions elèctriques lliures: descàrrega oscil·lant d'un condensador. Oscil·lacions elèctriques forçades: corrent altern. Energia del camp electromagnètic.
10. **Oscil·lacions i Ones:** Moviment ondulatori harmònic. Equació d'ona. Ones longitudinals i transversals. Corda oscil·lant. Anàlisi de Fourier. Oscil·ladors forçats i caos. Interferència i superposició d'ones. Reflexió/refracció. Ones estacionàries. Difracció. Ones electromagnètiques. Equacions de Maxwell.
11. **Relativitat:** Fonaments. Experiment de Michelson-Morley. Transformacions de Lorentz. Equivalència massa-energia. Dilatació temporal. Principi d'equivalència i relativitat general.

Avaluació

Almenys hi haurà una prova escrita a mig quadrimestre a més de la prova final del quadrimestre. Les qualificacions obtingudes podran ser complementades amb la corresponent a les classes de problemes o pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Alonso, M.; Finn, E. *Física*. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Madrid, 1995.
- Fernández, J.; Pujal, M. *Iniciación a la física*. (2 vols.). Ed. Reverté, Barcelona, 1991.
- Gettys, W.; Keller, J.; Skove, M. *Física Clásica y Moderna*. Ed. McGraw-Hill, 1991.
- Tipler, P.A. *Física.2* vol. 3a ed. Reverté, Barcelona, 1995 (en català). Ed. Reverté, Barcelona, 1992 (en castellà).
- Sears, F.; Zemansky, M.; Young, H. *Física Universitaria*. Ed. Fondo Educativo Interamericano, 1986.

Referències complementàries:

- *Berkeley Physics Course* (vols. 1 i 2) Ed. Reverté, Barcelona, 1992.
- Feynmann, R.; Leighton, R.; Sands, M. *Física* (vols. 1 i 2). Ed. Addison-Wesley, 1987.
- French, A. P. *Vibraciones y ondas*. Ed. Reverté, Barcelona, 1974.
- Goldstein, H. *Mecánica clásica*. Ed. Reverté, Barcelona, 1994.
- Kraushaar, W.L. *Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas*. Ed. Reverté, Barcelona, 1973.

INFORMÀTICA 2

CODI: 10009

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 4,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Salvador Roura Ferret

Objectius del curs

L'objectiu del curs és donar als alumnes, d'una banda, els coneixements necessaris per dissenyar i analitzar algorismes de dificultat mitjana, i, de l'altra, els mitjans per codificar aquests algorismes en un llenguatge d'alt nivell.

El curs està basat en dues parts, teòrica i pràctica, que es van intercalant en el temps. La primera part presenta el corpus teòric bàsic que permet la construcció i l'anàlisi de programes de dimensió considerable. A la part pràctica es considera l'entorn informàtic necessari per poder desenvolupar aquests programes amb fluïdesa.

Les classes pràctiques es divideixen en classes de problemes i classes de laboratori. A les classes de problemes es proposaran exercicis de disseny o anàlisi d'algorismes, i de manera interactiva se'n cercaran les solucions. En aquestes classes també es podran ampliar alguns continguts teòrics. A les classes de laboratori es desenvoluparan els conceptes necessaris per poder dur a la pràctica els coneixements apresos en les classes de teoria i problemes.

Programa

1. Eficiència d'algorismes. Notacions asimptòtiques. Resolució de recurrències.
2. Recursivitat com a eina bàsica de disseny d'algorismes.
3. Disseny modular i tipus abstractes de dades (TADs): concepte i utilitat.
4. Els TADs lineals: piles, cues i llistes. Exemples d'ús. Memòria dinàmica i apuntadors.
5. Ordenació per fusió (*mergesort*).
6. El TAD arbre. Exemples d'ús i implementacions.
7. El TAD diccionari. Exemples d'ús. Implementació amb taules de dispersió. Implementació amb arbres de cerca.
8. Ordenació ràpida (*quicksort*).
9. El TAD cua de prioritats. Implementació amb munts.
10. Ordenació amb munts (*heapsort*).
11. El TAD graf. Implementacions amb matrius d'adjacències i amb llistes d'adjacències. Alguns algorismes bàsics sobre grafs: recorreguts, camins mínims, arbres d'expansió mínims.
12. Límits de la Programació: problemes indecidibles i problemes intractables.

Pràctiques

Durant la primera meitat del curs es faran pràctiques senzilles per adquirir fluïdesa a l'hora de programar, i també amb l'objectiu d'assimilar els coneixements explicats a les classes de teoria i problemes. A la segona meitat del curs es realitzaran un parell de projectes, que poden requerir algun temps de treball fora de les sessions de laboratori, i que serviran per determinar la nota de laboratori.

Avaluació

Hi haurà un examen final que mesurarà els coneixements adquirits a les classes de teoria i problemes. La nota final serà una mitjana ponderada de la nota de laboratori i de la nota de l'examen, sempre i quan no hi hagi una diferència excessiva entre ambdues notes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cormen, T.; Leiserson, C.; Rivest, R. *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, 1990.
- Ferri, F.J.; Albert, J.V.; Martín, G. *Introducció a l'Anàlisi i Disseny d'Algorismes*. Publicacions de la Universitat de València, 1998.
- Sedgewick, R. *Algorithms in C++: Fundamentals, Data Structures, Sorting, Searching* (3^a ed). Addison-Wesley, 1998.
- Stroustrup, B. *The C++ Programming Language* (3^a ed). Addison-Wesley, 1997.
- Weiss, M.A. *Data Structures and Algorithm Analysis in C++* (2^a ed). Addison-Wesley, 1998.

Referències complementàries:

- Aho, A.; Hopcroft, J.; Ullmann, J. *The Design and Analysis of Computer Algorithms* (2^a ed). Addison Wesley, 1983.
- Kernighan, B. W.; Ritchie, D. M. *C Programming Language* (2^o ed). Prentice-Hall, 1988.
- Knuth, D.E. *The Art of Computer Programming: Fundamental Algorithms* (volum 1, 2^a ed). Addison-Wesley, 1997.
- Knuth, D.E. *The Art of Computer Programming: Sorting and Searching* (volum 3, 2^a ed). Addison-Wesley, 1998.
- Wirth, N. *Algorithms + Data Structures = Programs*. Prentice-Hall.

2n CURS - 1r QUADRIMESTRE

CÀLCUL 3

CODI: 10012

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Juan José Morales Ruíz

Altres professors: Miquel Dalmau Vilaldach, Natàlia Sadowskaia Nurimanova

Objectius del curs

El curs gira a l'entorn de les relacions entre els valors de les funcions a l'interior i a la frontera de regions i els objectes que ens permeten d'expressar aquestes relacions.

Es pretén que l'alumne domini la integració sobre subvarietats de funcions escalars i vectorials, i el simbolisme de formes i cadenes. També es pretén que l'alumne conegui les eines que ens permetran arribar a la dualitat d'aquests objectes respecte de la integració i als teoremes clàssics de Stokes, Gauss i Green.

Programa

1. CÀLCUL VECTORIAL

- Camps escalars i vectorials. Corbes: longitud. Integrals de línia. Superfícies: àrea. Integrals de superfície.
- Gradient, rotacional i divergència. Teorema de Green. Teorema de Stokes clàssic. Teorema de Gauss.
- Camps conservatius i camps que conserven el volum.
- Tensors. Formes diferencials. El diferencial exterior.
- Cadenes. Integrals de formes. El teorema de Stokes general.

2. VARIABLE COMPLEXA

- Funcions analítiques. Equacions de Cauchy-Riemann. Teorema de Cauchy. Teorema de Liouville. Sèries de Taylor i de Laurent. Residus i pols. Aplicacions.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1, Càlcul 2 i Àlgebra lineal.

Avaluació

Hi haurà un examen final, un examen parcial i treballs opcionals que s'hauran de fer durant el curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahlfors, L.: *Complex Analysis* (3a edició). McGraw-Hill, New York, 1979.
- Apostol, T.M.: *Calculus*. Reverté, Barcelona, 1992.
- Dubrovin, B.A.; S.P. Novikov; A.T. Fomenko: *Modern Geometry. Methods and Applications*, Vol. 1 Springer, Berlin, 1984.
- Marsden, J.E.; Tromba, A.J.: *Cálculo vectorial*. 4ª ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1998.
- Spivak: *Cálculo en variedades*. Reverté, Barcelona, 1979.

Referències complementàries:

- Arnold, V.I.: *Mathematical Methods of Classical Mechanics*. Springer-Verlag, New York, 1989.
- Boas, R.P.: *Invitation to complex Analysis*, Ed.: Random House, 1987.
- Corwin, L.J.; Szczarba, R.H.: *Multivariable Calculus*. Marcel Dekker, 1982.
- Flanders, H.: *Differential Forms with Applications to the Physical Sciences*. Dover, New York, 1989.
- Yokonuma, T.: *Tensor Spaces and Exterior Algebra*. American Mathematical Society, Providence R.I., 1992.

GEOMETRIA

CODI: 10008

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Francesc Prats Duaygües

Altres professors: Ferran Hurtado Díaz

Objectius del curs

Que el llenguatge geomètric és fonamental en diverses ciències i tècniques és un fet indiscutible. Des d'Euclides, a més, la geometria ha estat un model de coneixement que han seguit, refinat i ampliat els esperits més clarividents, tant en tasques de fonamentació matemàtica com en les de modelització de la realitat.

Aquesta llarga i il·lustre història fa que sigui particularment difícil el repte que imposa un primer i únic quadrimestre obligatori de geometria en una facultat de matemàtiques actual. La situació és agreujada pel fet que els coneixements amb què s'arriba avui a la Universitat semblen deficitaris en aspectes bàsics del llenguatge esmentat, la qual cosa no seria potser massa greu si no fos pels negatius efectes que té en el bagatge de recursos per a la resolució de problemes.

No és possible, doncs, tractar res més que els conceptes més bàsics de les geometries afí, euclidiana i projectiva, les seves interrelacions més fonamentals i una mostra dels problemes que permeten resoldre. Aquest nucli de coneixements, important tot i que és més reduït del que potser seria desitjable, és el que recollim en el Programa i el que ha de permetre que aspectes més específics de la formació geomètrica es puguin considerar ulteriorment, si arriba el moment, segons el context de docència, de recerca o de treball en què estigui cadascú. Així, es pot esdevenir que en un curs sobre compactificació d'imatges s'hagin de considerar prèviament algunes qüestions de geometria afí, que en un curs sobre geometria computacional o física matemàtica s'hagi de fer esment a complements de geometria mètrica, o que en cursos sobre mètodes de factorització en criptografia o sobre codificació s'hagin de tractar primer alguns punts de la geometria projectiva necessaris per a poder discutir, respectivament, el mètode de les corbes el·líptiques o les relacions entre codis i plans projectius finits.

Programa

- 1. Geometria afí:** Espai afí. Varietats lineals. Referència afí i coordenades cartesianes. Raó simple. Equacions paramètriques i cartesianes de les varietats lineals. Aplicacions afins i afinitats. Equacions de les afinitats. Punts fixos d'una afinitat. Grup afí.
- 2. Geometria mètrica:** Espai afí euclidià: mètrica, distàncies i angles. Perpendicularitat: espai ortogonal, projecció ortogonal, bases ortonormals, matrius ortogonals. Distàncies entre varietats lineals. Orientacions d'un espai vectorial real. Volum i producte vectorial. Angles orientats. Desplaçaments i semblances. Desplaçaments i semblances en la recta, en el pla i en l'espai. Introducció als quaternions.
- 3. Geometria projectiva:** Espai projectiu. Varietats lineals. Compleció projectiva de l'espai afí. Coordenades projectives. Relació entre coordenades afins i projectives. Equacions paramètriques i cartesianes de les varietats lineals Projectivitats. Raó doble. Quaternes harmòniques. Dualitat. Homografies.
- 4. Còniques i quàdriques:** Seccions còniques: aspectes geomètrics. Tractament analític de les seccions còniques. Classificació de còniques. Propietats projectives, afins i mètriques de les

còniques. Quàdriques. Classificació de quàdriques. Propietats projectives, afins i mètriques de les quàdriques.

Coneixements previs necessaris

Les assignatures corresponents a la fase selectiva.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial dels dos primers temes, avaluat sobre 3 punts, un final avaluat sobre 7 punts. La nota final serà: $\text{MAX} \{0,3 \times \text{NP} + 0,7 \times \text{NF}, \text{NF}\}$.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Eves, H.: *A survey of geometry*. Ed. Allyn and Bacon. 1972.
- Hernández, E.: *Álgebra y geometría*. (2ª ed.) Universidad Autónoma de Madrid, 1994.
- Roe, J.: *Elementary geometry*. Oxford Science Publications, Oxford University Press, 1993.
- Sidler, J.-C.: *Géométrie projective*. París: Ed. InterEditions, 1993.
- Xambó, S.: *Geometria*. Edicions UPC, 1997.

Referències complementàries:

- Berger, M.: *Geometry* (2 vol.). Ed. Springer-Verlag New York (Universitext), 1987.
- Castellet, M.; Llerena, I.: *Álgebra lineal i geometria*. Barcelona: Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1990.
- Coxeter, H. S. M.: *Fundamentos de Geometría*. Ed. Limusa. 1971.
- Neumann, P. M.; Stoy, G. A.; Thompson, E. C.: *Groups and Geometry*. Ed. Oxford University Press, 1994.
- Yale, P. B.: *Geometry and Symmetry*. Ed. Dover Publications, 1988.

MÈTODES NUMÈRICS 1

CODI: 10006

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 4,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Antoni Susín Sánchez

Altres professors: Jordi Blasco Lorente, Antoni Guillamon Grabolosa

Objectius del curs

En els molt diversos camps de la ciència, la tecnologia, la medicina, l'economia, les ciències socials, etc., es descriuen tot sovint fenòmens reals mitjançant models matemàtics. Buscar i aplicar les eines més adients per trobar solucions a problemes basats en aquests models constitueix l'objectiu principal de la matemàtica aplicada. Dissortadament, no sempre es pot recórrer als mètodes analítics clàssics per diverses raons: no s'adeqüen al model concret, la seva aplicació resulta excessivament enrevessada, la solució formal resultant és tan complexa que fa impossible qualsevol interpretació posterior, etc. En aquests casos, són útils les tècniques numèriques, que, mitjançant una labor de càlcul més o menys intensa, arriben a solucions aproximades.

L'objectiu d'aquesta assignatura és introduir aquestes tècniques numèriques; per això representa un primer curs de càlcul numèric. Està dirigit no només a estudiants de la Llicenciatura de Matemàtiques, sinó també a estudiants d'altres carreres tècniques, científiques o socials que vulguin conèixer, de manera tan pràctica com sigui possible, eines bàsiques que els permetin afrontar qüestions numèriques amb comoditat i rigor.

Programa

1. **Errors:** Conceptes generals. Estimació i fitació d'errors. Propagació dels errors. Errors de truncament.
2. **Interpolació de funcions:** Concepte d'interpolació. Interpolació polinòmica, error d'interpolació. Mètodes de càlcul del polinomi interpolador. Interpolacions de Taylor i Hermite.
3. **Aplicacions de la interpolació de funcions:** Fórmules de derivació i integració interpolativa i errors. Mètode de Richardson d'extrapolació repetida. Mètodes interpolatius iteratius d'aproximació de solucions d'equacions no lineals.
4. **Sistemes lineals:** Conceptes bàsics. Resolució de sistemes triangulars. Mètodes gaussians. Mètodes d'ortogonalització, matrius de Householder. Càlcul de determinants i inverses de matrius. Anàlisi de l'error. Sistemes lineals sobredeterminats.
5. **Valors i vectors propis:** Conceptes bàsics. Deflació de matrius. Mètodes de la potència. Mètodes de Jacobi. Mètodes de reducció: Givens i Householder. Mètodes LR i QR.

Coneixements previs necessaris

Informàtica 1 i 2, Càlcul 1 i 2, Àlgebra Lineal i Computació Algebraica.

Avaluació

Tindrà una rellevància especial la feina desenvolupada a les classes pràctiques, on s'hauran d'implementar diversos algorismes corresponents a diferents parts del temari. Aquesta tasca serà avaluada mitjançant un examen de pràctiques, en el qual caldrà utilitzar algunes de les rutines implementades anteriorment. Al final del curs hi haurà un examen, amb una part teòrica i una de pràctica, consistent en la resolució d'exercicis.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Aubanell, A.; Benseny, A.; Delshams, A. *Eines bàsiques de càlcul numèric*. Volum 7 de Manuals de la Univ. Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, 1991. En castellà: Labor, 1993
- Bonet, C. i altres. *Càlcul numèric*. Aula Teòrica 23, Edicions UPC, 1994.
- Burden, R.L.; Faires, J.D. *Numerical Analysis*. 5^a ed. PWS-KENT, 1989.
- Ciarlet, P.G. *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*. Ed. Masson, Paris, 1990.
- Froberg, C.E. *Introducción al análisis numérico*. Ed. Vicens Vives, 1977.

Referències complementàries:

- Demidóvich, B.; Maron, I. *Elementos de cálculo numérico*. Ed. Paraninfo, Madrid, 1977.
- Golub, G.H.; Van Loan, C.F. *Matrix computations*. Ed. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1996.
- Grau, M.; Noguera, M. *Càlcul Numèric*. Aula Teòrica 1, Edicions UPC, 1993
- Scheid, F. *Análisis numérico: teoría y 775 problemas resueltos*. Ed. McGraw-Hill, 1972.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. *Introduction to numerical analysis*. Ed. Springer-Verlag, Berlin, 1993.

PROBABILITAT I ESTADÍSTICA

CODI: 10015

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Ramon Nonell Torrent

Altres professors: Pedro Delicado Useros

Objectius del curs

L'objectiu del curs és donar els coneixements essencials i necessaris de Teoria de la Probabilitat i de Teoria de les Variables Aleatòries.

Programa

1. Espai de Probabilitat:

Resultats, esdeveniments i operacions amb esdeveniments. Espai probabilitzable elemental. Sigma-àlgebra de Borel. Definició i propietats de la funció probabilitat. Probabilitat condicionada. Fórmula de Bayes. Independència estocàstica.

2. Variable Aleatòria:

Definició de variable aleatòria. Estructura de l'espai de les variables aleatòries reals. Probabilitat induïda. Funció de distribució de probabilitat. Variables aleatòries discretes: funció de probabilitat; models més habituals (Bernoulli, Binomial, Geomètric, Binomial negativa, Hipergeomètric, Poisson). Variables aleatòries absolutament contínues: funció de densitat; models més habituals (Uniforme, Cauchy, Normal, log-Normal i transformacions generals, etc.). Família exponencial. Independència de variables aleatòries.

3. Moments i Funcions Generatrius d'una Variable Aleatòria:

Moments i propietats. Covariància i correlació. Desigualtats. Funció generadora de moments. Funció característica.

4. Vectors Aleatoris i Introducció a les Successions de Variables Aleatòries:

Definició de vector aleatori. Transformacions de vectors. Vectors Normals i lleis associades a la Normal. Lleis condicionades. Regressió lineal. Concepte de mostra. Simulació de mostres. Introducció a les convergències i al Teorema Central del Límit. Introducció a les cadenes de Markov.

Coneixements previs necessaris

Les assignatures corresponents a la fase selectiva.

Avaluació

Hi haurà una nota d'examen final i notes de petites proves tant de teoria com de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ash, R.B.: *Basic Probability Theory*. Ed. Wiley: New York, 1970.
- Baldi, P.: *Calcolo delle probabilita e statistica*. (2^a ed.) McGraw-Hill Libri Italia: Milano, 1993.
- Chung, K.L.: *Elementary Probability Theory with Stochastic Processes*. (3^a ed.) Ed. Springer-Verlag: New York, 1979.
- Rohatgi, V.K.: *An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics*. Ed. Wiley: New York, 1976.
- Sanz, M.: *Probabilitats*. Ed. UB: Barcelona, 1999.

Referències complementàries:

- Ash, R.B.: *Real Analysis and Probability*. Ed. Academic Press: New York, 1972.
- Breiman, L.: *Probability*. Ed. Society for industrial and applied mathematics: Philadelphia, 1992.
- Chung, K.L.: *A Course in Probability Theory*. (2^a ed.) Ed. Academic Press: New York, 1974.
- De Groot, M.H.: *Probabilidad y Estadística*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Neveu, J.: *Bases Mathématiques du Calcul des Probabilités*. Ed. Masson: Paris, 1980.

2n CURS – 2n QUADRIMESTRE

ANÀLISI REAL

CODI: 10017

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Carles Batlle Arnau

Altres professors: Jaume Franch Bullich, Santiago Boza Rocho

Objectius del curs

Aquesta assignatura, continuació i complement dels cursos de Càlcul 1 i 2, pretén introduir i desenvolupar les idees, les tècniques i els teoremes bàsics de l'anàlisi real moderna, a fi que l'estudiant aconseguixi una formació àmplia i prou rigorosa en aquests temes per poder triar l'especialització que vulgui de segon cicle.

Les idees bàsiques són la convergència uniforme, l'aproximació de funcions, la mesura i la integració, i s'utilitzen per a l'estudi d'àlgebres de funcions contínues i de funcions integrables, de les sèries de Fourier.

Programa

1. Successions i sèries de funcions:

Convergència puntual i uniforme de successions de funcions. Propietats. Sèries de funcions. Convergència. Criteri de Weierstrass. Sèries de potències. Radi de convergència. Sèries de Taylor.

2. Funcions contínues:

Espais de funcions contínues. Teorema d'Ascoli-Arzelà. Teorema de Stone-Weierstrass.

3. Integral de Lebesgue:

Funcions mesurables. Mesures. La mesura exterior. Integral de Lebesgue. Teorema de convergència monòtona. Funcions integrables. Teorema de la convergència dominada. Integrals dependents de paràmetres. Espais L_p .

4. Sèries trigonomètriques:

Sèries de Fourier a L_2 . Coeficients de Fourier. Desigualtat de Bessel. Teorema de Parseval. Càlcul de sèries de Fourier. Fenomen de Gibbs. Completesa dels sistemes trigonomètric i exponencial. Convergència puntual de les sèries de Fourier: Teorema de Dirichlet. Convergència uniforme de les sèries de Fourier. Sèries de Fourier i derivació.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1 i Càlcul 2.

Avaluació

Prova parcial, amb un pes màxim del 25%, i prova final. Cada prova constarà de problemes (80%) i teoria (20%).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Apostol, T.M. *Análisis Matemático*. Reverté, Barcelona, 1977.
- Bartle, R. *The elements of integration and Lebesgue measure*. John Wiley & Sons, New York, 1995.
- Folland, G.B. *Fourier Analysis and its Applications*. Brooks/Cole Pub. Pacific Grove, 1992.
- Marsden, J. ; Hoffman, M. *Análisis clásico elemental*. Addison-Wesley, New York, 1998.
- Sprecher, D.A. *Elements of real analysis*. Dover, New York, 1987.

Referències complementàries:

- Bombal, F.; Marín, L.R.; Vera G. *Problemas de análisis matemático Vol.3*. AC, Madrid, 1987.
- Dieudonné, J. *Fundamentos de análisis moderno*. Reverté, Barcelona, 1979.
- Rudin, W. *Real and complex analysis*. McGraw Hill, New York, 1987.
- Rudin, W. *Principios de análisis matemático*. McGraw-Hill, México, 1980.
- Stakgold, I. *Green's functions and boundary value problems*. John Wiley & Sons, New York, 1978.

INFERÈNCIA ESTADÍSTICA

CODI: 10019

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Ramon Nonell Torrent

Altres professor: Pedro Delicado Useros

Objectius del curs

L'objectiu d'aquest curs és donar els coneixements essencials i necessaris d'Estadística Matemàtica concretant-la fonamentalment en la Teoria de l'Estimació i la Teoria de les Proves d'Hipòtesis, com també iniciar els estudiants en la modelització estadística amb el Model Lineal Múltiple.

Programa

1. Preliminar. Convergència de Successions de Variables Aleatòries i Teoremes Límit: Convergència quasi-segura, convergència en probabilitat, convergència en llei. Lleis dels grans nombres. Teorema Central del Límit.
2. Estadística Descriptiva: Tot explorant les dades.
3. Estructures Estadístiques: Paràmetres. Mostres. Estadístics. Funció de versemblança. Estudi del cas particular de mostra d'una Variable Aleatòria Normal.
4. Teoria de l'Estimació de Paràmetres: Optimalitat: informació de Fisher, desigualtat de Cramér-Rao, estimadors eficients. Mètodes d'estimació puntual. Propietats asimptòtiques. Estadístics suficients. Mètode d'estimació per intervals de confiança.
5. Proves d'Hipòtesis: Conceptes i elements de les proves d'hipòtesis. Criteris d'optimalitat. Test de Neyman-Pearson. Test de la raó de versemblança.
6. (Alguns) Mètodes No Paramètrics: Test d'independència. Distribucions empíriques. Test de Kolmogorov.
7. (Introducció a la pràctica del) Model Lineal Múltiple: Hipòtesis del model. Estimadors mínimo-quadràtics. Coeficient de determinació. Significació del model. Punt de vista de vector aleatori. Coeficients de correlació del model.

Coneixements previs necessaris

Probabilitat i Estadística.

Avaluació

Hi haurà la nota de l'examen final i algunes notes de petites proves tant de teoria com de problemes, i la nota d'una pràctica sobre el model lineal realitzada amb el sistema informàtic MINITAB.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bickel, P.J., Doksum, K.A.: *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*. Ed. Holden-Day, 1977.
- Breiman, L.: *Statistics*. Ed. Houghton and Mifflin, 1973.
- Casella, G., Berger, R.L.: *Statistical Inference*. Ed. Duxbury Press: Belmont, California. 1990.
- De Groot, M.H.: *Probabilidad y Estadística*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Kalbfleisch, J.G.: *Probability and Statistical Inference I,II*. (2^a ed.) Ed. Springer, 1985.

Referències complementàries:

- Lehmann, E.L.: *Nonparametrics Statistical Methods Based on Ranks*. Ed. Holden-Day, 1975.
- Lehmann, E.L.: *Testing Statistical Hypothesis*. (2^a ed.) Ed. Wadsworth & Brooks, 1991.
- Lehmann, E.L.: *Theory of Point Estimation*. (2nd ed., corrected second printing)Ed. Wadsworth & Brooks, 1999
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos I,II*. Alianza Editorial, 1989-91.
- Seber, G.A.F.: *The Linear Hypothesis: A General Theory*. (2^a ed.) Ed. Charles Griffin, 1980.

INVESTIGACIÓ OPERATIVA

CODI: 10016

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professora coordinadora: Elena Fernández Aréizaga

Objectius del curs

La solució dels problemes que es presenten en el govern dels sistemes socio-econòmics complexos en què intervenen homes, màquines, primeres matèries i altres components, requereix la presa de decisions de tipus quantitatiu. La Investigació Operativa és la disciplina que proporciona la base científica a aquests processos de presa de decisions; per això es proposa construir un model del sistema objecte d'estudi segons una metodologia basada en l'aplicació del mètode científic. Els models dels sistemes que construeix la Investigació Operativa són formalment de tipus matemàtic, per als quals es poden definir procediments numèrics, algorísmics o de simulació, per poder-los tractar.

El curs d'Investigació Operativa té com a objectiu proporcionar a l'alumne els fonaments de la metodologia de la construcció dels models matemàtics propis de la disciplina; presentar una àmplia panoràmica de les diferents classes de models i les seves aplicacions; introduir els fonaments dels principals procediments algorítmics, i il·lustrar-ne la utilització pràctica mitjançant el software de Programació matemàtica disponible a la Facultat.

Programa

1. Introducció: El concepte d'Investigació Operativa. Models matemàtics per ajudar a prendre decisions quantitatives. El concepte de model matemàtic: el mètode científic i la metodologia de la Investigació Operativa. El procés de formulació dels models. Models matemàtics i dels seus processos de construcció: lineals, no lineals, combinatoris, estocàstics, etc.
2. Introducció als models lineals: Formulació de models lineals. Programes lineals. Forma canònica dels programes lineals. Teorema de Minkowsky-Farkas. Solucions bàsiques. Teorema fonamental de la Programació Lineal. L'Algorisme del Símplex Primal. La geometria de la Programació Lineal. Formes computacionals de l'algorisme del Símplex: Símplex revisat en forma de producte de la matriu inversa. Teoremes de dualitat: Gale-Kuhn-Tucker. Teorema de la Folga Complementària. Interpretacions geomètriques. L'algorisme del Símplex Dual. Interpretacions econòmiques. Anàlisi de sensibilitat. Models de fluxos en xarxes: fluxos de cost mínim, fluxos màxims. Especialització de l'algorisme del Símplex. Formulació de models lineals enters: procediments de ramificació i fitació (Branch and Bound).
3. Introducció als models no lineals: La formulació de models no lineals. La geometria dels models no lineals: problemes convexos i no convexos. Problemes sense constriccions: condicions d'optimalitat. Algorismes descendents. Determinació de direccions de descens: mètodes de Newton i quasi-Newton. Procediments de cerca lineal. Problemes amb constriccions: condicions d'optimalitat de Karush-Kuhn-Tucker, interpretacions geomètriques. Mètodes de punt factible. Introducció elemental als mètodes de penalització i barrera.
4. Introducció als mètodes de punt interior per a la Programació lineal i convexa: L'algorisme primal-dual per a la Programació lineal. Mètodes d'escalat afí. Transformacions projectives. Algorisme d'escalat afí. Cerca d'una solució interior inicial factible. Algorismes projectius. Extensions a la Programació convexa.

Coneixements previs necessaris

Àlgebra Lineal, Càlcul 1, Càlcul 2, Probabilitat i Estadística.

Avaluació

L'assignatura es divideix en dues meitats d'una quantitat de matèria similar. Es realitzarà un examen final amb dues parts corresponents a cadascuna de les dues meitats. L'examen de cada meitat constarà de preguntes de teoria i problemes.

La nota de l'assignatura és la mitjana ponderada de les notes C1 i C2 segons la fórmula:

Nota Final = $0.5 \cdot C1 + 0.5 \cdot C2$ sempre que

1. La nota de la part de teoria de cada meitat sigui almenys $1/3$ de la nota màxima de teoria.
2. La nota de cada meitat sigui ≥ 4 .

Si la nota de teoria d'alguna meitat és $< 1/3$ de la nota màxima de teoria o si C1 o C2 són < 4 , la nota final s'obté segons la fórmula:

Nota Final = $\text{Min}(4, 0.5 \cdot C1 + 0.5 \cdot C2)$

Opcionalment, els estudiants que vulguin poden realitzar una prova parcial corresponent a la primera meitat de l'assignatura. En cas que l'avaluació d'aquest parcial sigui satisfactòria, i si l'estudiant vol, se l'eximirà de la realització de la part corresponent a l'examen final, de manera que la nota C1 serà la nota del primer parcial (si ha obtingut la corresponent avaluació satisfactòria).

Addicionalment, els estudiants que vulguin poden realitzar exercicis numèrics personalitzats, al llarg del quadrimestre. El resultat d'aquests exercicis podrà millorar, fins a un punt, la nota final de l'assignatura, quan aquesta sigui més gran o igual a 5.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahuja, R.K.; et alt.: *Network Flows: Theory, Algorithms, Applications*. Prent.-Hall, 1993.
- Nash, S.G.; Sofer, A.: *Linear and Nonlinear Programming*, McGraw Hill, 1996.
- Padberg, M.: *Linear Optimization and Extensions*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1999.
- Taha, H.A.: *Operations Research: An Introduction for Network Programming*. Mac Millan, 1992.
- Vanderbei, R.J.: *Linear Programming, Foundations and Extensions*. Kluwer Academic Publishers, 1996.

Referències complementàries:

- Bazaraa, M.S.; et alt.: *Nonlinear programming: Theory and Algorithms*. 2nd edition. Wiley, 1993.
- Bradley, S.P.; Hax, A.C.: *Applied mathematical programming*. Addison-Wesley, 1977.
- Hu, T.C.: *Integer Programming and Network Flows*. Addison-Wesley, 1970.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.: *Integer and Combinatorial Programming*. Wiley, 1988.
- Williams, H.P.: *Model Building in Mathematical Programming*. 3rd edition. Wiley, 1993.

TOPOLOGIA

CODI: 10014

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Pere Pascual Gainza

Altres professors: Javier Vindel Losilla

Objectius del curs

En aquesta assignatura s'introdueix el llenguatge bàsic de la topologia general (capítols 1 a 6) i els primers conceptes de la topologia algebraica (capítols 7 i 8).

Quant a la topologia general, l'objectiu és que els estudiants assoleixin els conceptes generals de continuïtat, compacitat, connexió, etc. El temari comença amb un capítol dedicat als espais mètrics que serveix, alhora, de fil conductor per motivar i contrastar les diferents nocions que s'aniran introduint al llarg del curs.

L'objectiu de la segona part és l'estudi de la topologia del pla a partir de la noció d'índex d'una corba tancada i la introducció del concepte d'homotopia.

Programa

1. Espais mètrics: Boles obertes i tancades. Conjunts oberts. Aplicacions contínues. Distàncies equivalents.
2. Espais topològics: Oberts i tancats. Bases, subbases, entorns. Aplicacions contínues.
3. Construcció d'espais topològics: Subespais. Productes. Quocients. Adjunció.
4. Connexió: Espais connexos. Components connexos. Continuïtat i connexió. Teorema del valor intermedi. Espais arc-connexos; components arc-connexos. Espais localment connexos i localment arc-connexos.
5. Compacitat: Espais compactes. Teorema de Heine-Borel. Teorema de Tychonoff i aplicacions. Espais localment compactes. Compactació d'Alexandroff. Compacitat en espais mètrics.
6. Axiomes de separació: Axiomes de separació T_i ; espais de Fréchet, de Hausdorff, regulars i normals. Lema d'Urysohn. Teorema d'extensió de Tietze. Teorema de metritzabilitat d'Urysohn.
7. Homotopia d'aplicacions contínues: Aplicacions homòtopes. Tipus d'homotopia d'un espai. Espais contràctils. Retractes de deformació. El conjunt de les classes d'homotopia $[X, Y]$. $H^1(X)$. Functorialitat de H^1 . $H^1(S^1)$.
8. Aplicacions a la topologia del pla: Índex d'una corba tancada. Els teoremes clàssics: Poincaré-Böhl, Rouché, Bolzano. El teorema del punt fix de Brouwer. El teorema fonamental de l'àlgebra. Teoremes de Borsuk-Ulam i de la invariància de la dimensió. Criteris de separabilitat. El teorema de la corba de Jordan.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1, Càlcul 2, Àlgebra Lineal i Geometria.

Avaluació

L'avaluació dels coneixements adquirits es farà per mitjà d'exercicis al llarg del curs i d'una prova final escrita que contindrà un apartat de qüestions teòriques i un altre de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Armstrong, M.A.: *Topología básica*. Reverté, 1987.
- Kosniowski, C.: *Topología algebraica*. Barcelona: Reverté, 1986.
- Munkres, J.R.: *Topology, a first course*. Prentice Hall, 1975.
- Sieradski, A.: *An introduction to topology and homotopy*. Boston, PWS-KENT, 1992.
- Wall, C.T.C.: *A geometric introduction to topology*. Dover, 1993.

Referències complementàries:

- Batle, N., Rosselló, F.: *Topología General*. Servei de Publicacions i Intercanvi Científic. U.I.B., 2000.
- Buskes, G.; van Rooij, A.: *Topological spaces*. Springer V. , 1997.
- Hocking, J.; Young, G.: *Topology*. Dover, 1988.
- Jänich, K.: *Topology*. Springer, 1984.
- Singer, I.M.; Thorpe, J.A.: *Lecture Notes on Elementary Topology and Geometry*. Springer Verlag, 1976.

Altres referències:

- Pascual, P.; Roig, A.: *Apunts de Topologia*. FME, 1998.

3r CURS - 1r QUADRIMESTRE

EQUACIONS DIFERENCIALS 1

CODI: 10013

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professora coordinadora: M. Teresa Martínez-Seara Alonso

Altres professors: Pere Gutiérrez Serres, Jordi Villanueva Castelltort

Objectius del curs

L'assignatura se centrarà en els aspectes teòrics i pràctics fonamentals de l'estudi de les equacions diferencials ordinàries, posant èmfasi en les successives tècniques que, des de la resolució mitjançant funcions elementals, i passant pels mètodes analítics, desemboquen en la teoria qualitativa. Per a això es proporcionarà als alumnes el desenvolupament teòric rigorós, i també es promocionarà l'habilitat i la desinhibició en el càlcul, tot primant les aplicacions a altres branques de la ciència. El Programa està integrat dins d'una perspectiva històrica, que relacionarà i sedimentarà els diversos conceptes, i donarà la visió de l'estat actual d'aquesta branca de les matemàtiques.

Programa

1. Sistemes lineals amb coeficients constants: Sistemes homogenis i no homogenis; teorema d'existència i unicitat. Càlcul de l'exponencial d'una matriu. Les solucions fonamentals. Solucions reals i complexes. El cas d'una equació d'ordre n . Els sistemes no homogenis: Determinació de solucions particulars. Fórmula de variació de paràmetres. La transformació de Laplace. Estabilitat i ressonància.
2. Els sistemes lineals: Teorema d'existència i unicitat. Diferenciabilitat respecte de les condicions inicials i els paràmetres. No integrabilitat per mètodes elementals (exemple). Estructura de les solucions. Solució fonamental. Wronskià. Teorema de Liouville. Conseqüències. Fórmula de variació de paràmetres.
3. Els sistemes lineals periòdics: Teorema de Floquet. Matriu de Monodromia. Aplicació de Poincaré. Els sistemes d'ordre dos. L'equació de Hill. Ressonància paramètrica.
4. Els teoremes fonamentals: Equacions en forma normal. Equacions i sistemes equivalents. Sistemes autònoms i no autònoms. El problema de Cauchy. Teorema d'existència i unicitat: mètode de Picard i mètode d'Euler. Prolongació de solucions. Regularitat respecte de condicions inicials i paràmetres. Equacions variacionals. Aplicacions.
5. El problema de la resolució: Evidència de la no-integrabilitat per mètodes elementals. Solució per desenvolupament en sèrie. Teorema de Poincaré. Punts singulars regulars: el mètode de Frobenius. Equacions de Legendre i de Bessel. Les funcions especials (miscel·lània). Limitacions al mètode d'integració per sèries. Exemples. El concepte d'integrabilitat mitjançant integrals primeres. Equacions exactes i reduïbles a exactes. Els sistemes hamiltonians en un grau de llibertat. Limitacions.
6. El punt de vista geomètric i qualitatiu: Camp vectorial associat a una equació autònoma. Noció de sistema dinàmic. Teorema de Vinograd. Elements notables d'un sistema dinàmic. Equivalència de sistemes dinàmics. Flux definit pels sistemes lineals d'ordre 2. Equivalència.

7. Estudi local de fluxos: Els punts regulars: el teorema del redreçament. Els punts fixos: el teorema de Hartmann. Les òrbites periòdiques: l'aplicació de Poincaré, les equacions variacionals i el teorema de Hartmann. Estabilitat: punt de vista de Poincaré i Lyapunov. Els casos degenerats (Blow-up).
8. Estudi global dels sistemes dinàmics al pla: Atractors i conjunts límit. La teoria de Bendixson-Poincaré. Compactificació de Poincaré i comportament a l'infinít. Retrats de fase globals. L'equació de Lienard.
9. Perspectiva històrica i de futur: Origen de les equacions diferencials ordinàries. Desenvolupament en els segles XVIII i XIX. El problema de la resolució. El mètode analític de Poincaré i Lyapunov. El problema de l'estabilitat del sistema solar. El punt de vista qualitatiu. Desenvolupament en el segle XX. Caos. Estat actual. Problemes pendents.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1, Càlcul 2, Càlcul 3, Anàlisi Real, Àlgebra i Geometria.

Avaluació

Hi haurà una nota de les classes de pràctiques i una altra d'un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Arnold, V.I. *Ordinary Differential Equations*. M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1973.
- Braun, M. *Differential Equations and Their Applications*. Springer-Verlag, 1993.
- Coddington, E.A.; Levinson, N. *Theory of Ordinary Differential Equations*. McGraw-Hill, 1955.
- Guzman, M. De. *Ecuaciones diferenciales ordinarias: Teoría de estabilidad y control*. Alhambra, Madrid, 1975.
- Martínez Carracedo, C.; Sanz Alix, M.A. *Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias*. Reverté, Barcelona, 1991.

Referències complementàries:

- Guckenheimer, J.; Holmes, P. *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields*. Springer-Verlag, New York, 1986.
- Hirsch, M.W.; Smale, S. *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Alianza Universidad, Madrid, 1983.
- Nagle, R.K.; Saff, E.B. *Fundamentos de ecuaciones diferenciales*. Addison-Wesley Iberoamericana, 1992.
- Sotomayor, J. *Lições de equações diferenciais ordinárias*. IMPA, Brasil, 1979.
- Zill, D.G. *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamérica, 1988.

GEOMETRIA DIFERENCIAL 1

CODI: 10018

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Carles Victòria Monge

Altres professors: Carles Padró Laimon, Pau Martín de La Torre

Objectius del curs

Aquesta assignatura vol donar una primera visió de la Geometria Diferencial, a partir del que es pot considerar un curs bàsic sobre corbes i superfícies de l'espai \mathbb{R}^3 , així com una introducció a les varietats diferenciables.

La primera part té com a objectiu establir les relacions locals i globals entre les formes explícita, implícita i parametritzada de subvarietats de l'espai euclidià. Les eines fonamentals són els teoremes de la funció inversa i implícita.

En la secció dedicada a corbes es pretén que l'estudiant domini l'ús de les fórmules de Frenet i la seva aplicació a la teoria local de corbes. Pel que fa a superfícies, l'objectiu és aconseguir un bon coneixement de l'aplicació de Gauss i de la geometria intrínseca, com també el maneig amb suficiència del càlcul amb coordenades.

Programa

1. Interpretació geomètrica dels teoremes del Càlcul Diferencial: Expressions explícita, implícita i paramètrica. Relacions locals i globals. Exemples.
2. Corbes: Corbes parametritzades regulars; longitud; el triedre de Frénet; teorema d'existència i unicitat; forma canònica; hèlixs.
3. Superfícies I: Superfícies com a subvarietats d' \mathbb{R}^3 i parametritzades; pla tangent; aplicació tangent; àrea i primera forma fonamental.
4. Superfícies II: Aplicacions de Gauss i Weingarten; segona forma fonamental; curvatura; forma canònica i indicatriu de Dupin; símbols de Christoffel; equacions de Gauss i Codazzi-Mainardi i teorema *egregium*; teorema de Bonnet.
5. Superfícies III: Derivada covariant; transport paral·lel; curvatura geodèsica; geodèsiques.
6. Superfícies IV: Aplicació exponencial i coordenades geodèsiques. Completesa. Teorema de Gauss-Bonnet.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1, Càlcul 2, Àlgebra Lineal i Geometria.

Avaluació

Es valorarà el treball realitzat a les classes pràctiques, juntament amb una prova parcial (fins a un 30% de la nota final), i l'examen final del conjunt de l'assignatura.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Carmo, M.P. do. *Geometría diferencial de curvas y superficies*. Alianza Universidad, Madrid, 1990.
- Cordero, L.; Fernández, M.; Gray, A. *Geometría Diferencial de Curvas y Superficies*. Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, 1995.
- Girbau, J. *Geometria diferencial i relativitat*. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 1993.
- Lipschutz, M. *Geometría Diferencial (Schaum)*. McGraw-Hill, Madrid, 1991.
- Novikov, S.P.; Fomenko, A.T. *Basic Elements of Differential Geometry and Topology*. Kluwer, Dordrecht, 1990.

Referències complementàries:

- Berger, M.; Gostiaux, B. *Differential Geometry. Manifolds, Curves and Surfaces*. Springer-Verlag, Nova York, 1988.
- Fedenko, A.S. *Problemas de Geometría Diferencial*. Mir, Moscú, 1991.
- Spivak, M. *A Comprehensive Introduction to Differential Geometry* (vol. 1). Publish or Perish, Berkeley, 1979.
- Stillwell, J. *Geometry of Surfaces*. Springer-Verlag, New York, 1992.
- Struik, D.J. *Lectures on Classical Differential Geometry*. Ed. Dover, (2a edició), Nova York, 1988.

MÈTODES NUMÈRICS 2

CODI: 10011

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 4,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Antonio Huerta Cerezuela

Altres professors: Pedro Díez Mejía

Objectius del curs

Proporcionar una sòlida perspectiva del conjunt dels mètodes numèrics basats en aproximació funcional, integració numèrica i resolució d'equacions no lineals que s'utilitzen en el càlcul i el disseny. Durant el curs s'aprofundirà en la concepció i la fonamentació de mètodes com ara les tècniques de mínims quadrats, en particular les basades en aproximació polinòmica. Com a cas general del problema de mínims quadrats, es tractarà la resolució de sistemes sobredeterminats a partir de les seves equacions normals o de tècniques de descomposició.

S'estudiaran també els conceptes bàsics de la interpolació seccional.

A continuació s'estudia la integració numèrica de dos punts de vista diferents: mètodes amb predefinició dels punts de base (quadratures de Newton-Cotes) i mètodes amb els punts de base lliures (quadratures de Gauss). El curs finalitza amb la resolució d'equacions no lineals en què, després d'estudiar zeros d'equacions qualssevol i arrels de polinomis, s'analitzen els mètodes usals per a la resolució de sistemes d'equacions no lineals.

Programa

1. Conceptes bàsics d'aproximació funcional: Objectiu i utilitat de l'aproximació. Funcions tipus d'aproximació. Criteris d'aproximació: normes i seminormes de funcions, mesures d'error.
2. Aproximació funcional, tècniques de mínims quadrats: Introducció i plantejament general. Sistemes ortogonals i aplicacions. Aproximació trigonomètrica. Altres aproximacions per mínims quadrats.
3. Resolució de problemes de mínims quadrats: Sistemes sobredeterminats. Mètodes d'ortogonalització. Descomposició en valors singulars. Definició i càlcul de la pseudo-inversa.
4. Interpolació seccional: Motivacions: limitacions de la interpolació i aproximació polinòmica. Splines emprats més comuns: C0, C1 i C2. Extensions a corbes de Bezier i B-splines.
5. Integració numèrica: Integració de Newton: formulació general i particularització a punts equiespaiats. Integració de Gauss: formulació general i quadratures usals. Integració mixta. Tècniques de millora de la integració. Convergència. Integració de funcions amb punts de discontinuïtat i singularitats. Integració múltiple.
6. Resolució d'equacions no lineals: Solució d'equacions qualssevol: plantejament general dels mètodes iteratius (definicions i criteris de convergència, teoremes de punt fix, condicions asimptòtiques), mètode de la bisecció, aproximacions successives, mètode de Newton i derivats, acceleració de convergència.

7. Mètodes iteratius per sistemes d'equacions: Mètodes iteratius per sistemes lineals: mètodes estacionaris de primer grau. Mètodes de sobrerelaxació. Sistemes no lineals: mètodes de punt fix, mètode de Newton-Raphson i derivats, mètodes quasi-Newton, mètodes Newton secants, criteris de convergència, acceleracions de convergència, mètodes de continuació.

Avaluació

La nota final estarà determinada pels exàmens, els treballs del curs i les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Axelsson, O. *Iterative solution methods* Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1993.
- Dahlquist, G.; Björck, A. *Numerical methods*. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1974.
- Hamming, R.W. *Numerical methods for scientists and engineers*. Ed. Dover Publications, New York, 1986.
- Hildebrand, F.B. *Introduction to numerical analysis (2a edició)*. Ed. Dover Publications, New York, 1987.
- Ralston, A.; Rabinowitz, P. *A first course in numerical analysis (2a edició)*. Ed. Mc Graw-Hill, New York, 1978.

Referències complementàries:

- Ciarlet, P.G. *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation (3a edició)*. Ed. Masson, Paris, 1990.
- Ortega, J.M.; Rheinboldt, W.C. *Iterative solution of nonlinear equations in several variables*. Ed. Academic Press, San Diego, 1970.
- Press, W.H. et al. *Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- Schumaker, L. *Spline Functions Basic Theory*. Ed. Krieger, 1993.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. *Introduction to Numerical Analysis*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1993.

3r CURS – 2n QUADRIMESTRE

EQUACIONS DIFERENCIALS 2

CODI: 10020

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professora coordinadora: Marta València Guitart

Altres professors: Josep Masdemont Soler

Objectius del curs

El nostre objectiu és presentar els punts més importants dins de la teoria d'equacions en derivades parcials i 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.

Programa

1. Equacions en derivades parcials lineals de $2n$ ordre: Definicions i exemples. Característiques. Problema de Cauchy. Teorema de Cauchy-Kovalesky. Classificació i forma canònica. Principi de superposició.
2. L'equació d'ones: 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.
3. L'equació del potencial - l'equació de Laplace: 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.
4. L'equació de la calor: Principi del màxim i conseqüències. Separació de variables. L'equació de la calor a la recta infinita.
5. Problemes de Sturm-Liouville.

Coneixements previs necessaris

Primer cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques i Càlcul 3.

Avaluació

A més a més d'un examen final i de proves parcials, es valorarà el treball realitzat a les classes de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Courant, R.; Hilbert, D.: *Methods of Mathematical Physics*. Ed. John Wiley & Sons, 1989.
- Hellwig: *Partial differential equations*. Ed. Teubner. Stuttgart, 1977.
- Tijonov, A.N.; Samarsky A.D.: *Ecuaciones de la Física Matemática*. Ed. Mir, Moscou, 1983.
- Weinberger, H.F.: *Ecuaciones Diferenciales en Derivadas Parciales*. Ed. Reverté, Barcelona, 1986.
- Zachmanoglou, E.C.; Thoe, D.W.: *Introduction to Partial Differential Equations with Applications*. Ed. Dover, New-York, 1986.

Referències complementàries:

- Bitsadze, A.V.; Kalinichenko, D.F.: *A collection of problems on the equations of mathematical physics*. Ed. Mir, Moscou, 1980.
- Budak, B.M.; Samarsky, A.D.; Tijonov, A.N.: *Problemas de la física matemática*. (Volum 1 i 2). Ed. Mc-Graw-Hill, Madrid, 1992.
- Kellogg, O.D.: *Foundations of Potential Theory*. Ed. Springer-Verlag, 1967
- Mijailov, V.: *Ecuaciones en Derivadas Parciales*. Ed. Mir, Moscou, 1978.
- Sobolev, S.L.: *Partial Differential Equations of Mathematical Physics*. Ed. Dover, New-York, 1989.

GEOMETRIA DIFERENCIAL 2

CODI: 10025

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Miguel-C. Muñoz Lecanda

Altres professors: Carles Batlle Arnau, Narciso Roman Roy

Objectius del curs

Basándose en los cursos previos de Cálculo, Topología y Geometría Diferencial, este curso pretende profundizar en el estudio de las ideas geométricas de la diferenciación e integración. Se introducen los conceptos de variedad diferenciable, campo vectorial y forma diferencial y se obtienen los resultados de diferenciación e integración con esos elementos, incluida la interpretación de los sistemas diferenciales y el teorema de Fröbenius. El curso termina con una introducción a la geometría de Riemann y al cálculo de variaciones.

El contenido del curso es básico para seguir diversas áreas de matemática y de sus aplicaciones entre las que es de destacar el estudio geométrico de los sistemas dinámicos y la teoría de control.

Programa

1. Variedades y aplicaciones diferenciables: Definiciones y ejemplos. Funciones y aplicaciones diferenciables. Subvariedades, inmersiones y submersiones. Construcción de variedades diferenciables. Propiedades topológicas de las variedades diferenciables. Particiones de la unidad.
2. Cálculo diferencial en variedades: Espacio tangente. Fibrados tangente y cotangente. Estudio local de aplicaciones diferenciales. Campos vectoriales, curvas integrales y flujos. Campos tensoriales y formas diferenciales. Operadores diferenciales: Diferencial exterior, derivada de Lie. Relación entre operadores.
3. Sistemas diferenciales: Variedades integrales. Teorema de Fröbenius. Aplicaciones. Sistemas de Pfaff.
4. Integración en variedades: Orientabilidad. Integración de formas. Variedades con borde. Teorema de Stokes. Aplicaciones.
5. Variedades de Riemann: Métricas de Riemann. Longitud de una curva. Elemento de volumen. Conexiones lineales. Derivación covariante. Traslado paralelo. Curvatura y torsión. Expresiones locales. Campos geodésicos. Curvas geodésicas. Elementos del cálculo de variaciones. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Aplicación exponencial.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 3, Geometria Diferencial 1

Avaluació

Habrà un examen final global de la assignatura y notes de las clases de problemas y de las pruebas parciales de que se disponga.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Boothby, W. *An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry*, Academic Press, New York, 1986.
- Conlon, L. *Differentiable Manifolds. A First Course*. Birkhäuser, Boston, 1993.
- Hicks, N. *Notes on Differential Geometry*, Van Nostrand Reinhold Co., London, 1971.
- Spivak, M. *A Comprehensive Introduction to Differential Geometry*, Vol. I, Publish or Perish Inc., Berkeley, 1979.
- Warner, F. *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*, Springer-Verlag, New York, 1971.

Referències complementaries:

- Abraham, R.; Marsden, J.; Ratiu, T. *Manifolds, Tensor Analysis and Applications*. Ed.:Springer-Verlag: New York, 1988
- Berger, M.; Gostiaux, B. *Differential geometry: Manifolds, curves and surfaces*, Springer-Verlag, New York, 1988.
- Bott, R.; Tu, L. *Differential Forms in algebraic Topology*, Springer -Verlag, New York, 1982.
- Curtis, W.D.; Miller, F.R. *Differential Manifolds and Theoretical Physics*. Academic Press Inc., New York, 1985.
- Guillemin, V.; Pollack, A. P.: *Differential Topology*, Prentice Hall, New jersey, 1974.

MÈTODES NUMÈRICS 3

CODI: 10021

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Miquel Noguera Batlle

Altres professors: Josep M. Peris Llagostera

Objectius del curs

Un dels conceptes matemàtics més emprats per diverses branques de la ciència o de la tecnologia és el de les equacions diferencials, ja que formen part de molts models matemàtics que intenten representar el comportament de fenòmens naturals, com per exemple: el moviment dels cossos sota l'atracció gravitatòria, la concentració de les diverses substàncies participants d'una reacció química, la deflexió d'una biga, l'evolució del voltatge en un circuit elèctric, l'evolució de la població dels diversos individus d'un ecosistema, etc. Malauradament, la resolució analítica d'aquests models generalment no és possible a causa de la seva complexitat; aleshores cal recórrer a les tècniques numèriques.

Aquesta assignatura té tres objectius principals: el primer vol donar una base sòlida dels mètodes existents per a la resolució del problema de condicions inicials d'equacions diferencials ordinàries. El segon, emprant altres mètodes numèrics ja vistos en cursos anteriors, tracta la resolució numèrica del problema de condicions frontera. El tercer i darrer objectiu consisteix que l'alumne obtingui una visió global dels mètodes numèrics vistos durant els tres cursos obligatoris de càlcul numèric de la llicenciatura, per a la qual cosa es veuen i es posen en pràctica algunes de les tècniques bàsiques de l'estudi qualitatiu de les equacions diferencials ordinàries.

Programa

1. Introducció al llenguatge de Programació FORTRAN 90.
2. Estudi qualitatiu d'equacions diferencials ordinàries: Classificació de punts fixos. Càlcul d'òrbites periòdiques. Mètode de continuació. Aplicació de Poincaré.
3. Equacions en diferències: Definicions i conceptes bàsics. Equacions en diferències lineals. Solució general.
4. Problema de valors inicials: Introducció als diferents tipus de mètodes. Errors, convergència, consistència, ordre, estabilitat i estabilitat absoluta.
5. Mètodes lineals multipàs i teorema de Dahlquist. Mètodes predictor-corrector. Mètodes Runger-Kutta i Runger-Kutta-Fehlberg. Equacions *Stiff*.
6. Problema de valors frontera: Mètode de tir simple. Mètode de tir paral·lel. Mètode variacional.

Coneixements previs necessaris

Física General, Informàtica 1, Informàtica 2, Mètodes Numèrics 1, Mètodes Numèrics 2 i Equacions Diferencials 1.

Avaluació

La nota final s'obindrà de les notes parcials dels exàmens, els treballs i les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Butcher, J. *The Numerical Analysis of Ordinary Differential Equations*. Ed. John Wiley, 1987.
- Grau, M.; Noguera, M. *Càlcul Numeric*. Aula Teòrica 1. Edicions UPC, 1993.
- Keller, H.B. *Numerical Methods for two-point Boundary-Value Problems*. Ed. Dover, 1992
- Lambert, J.D. *Numerical Methods for Ordinary Differential Systems*. Ed. John Wiley, 1991.
- Stoer, J.; Bulirsch, R. *Introduction to Numerical Analysis*. (2a edició). Ed. Springer-Verlag, 1993.

Referències complementàries:

- Arnold, V. *Ordinary Differential equations*. Ed. The Mit Press, 1973.
- Gear, C.W. *Numerical Initial Value Problems in Ordinary Differential Equations*. Ed. Prentice-Hall, 1971.
- García Merayo, F. *Fortran 90 Lenguaje de Programación*. Paraninfo, 1999.
- Henrici, P. *Discrete Variable Methods in Ordinary Differential Equations*. Ed. Jonh-Wiley, 1962.
- Hirsch, M.W.; Smale, S. *Differential Equations, Dynamical Systems, and Linear Algebra*. Ed. Academic Press, 1974.
- Parker, J.S.; Chua, L.O. *Practical Numerical Algorithms for Chaotic Systems*. Ed. Springer-Verlag, 1989.

MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA

CODI: 10024

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Sebastià Xambó Descamps

Altres professors: Fernando Martínez Sáez

Objectius del curs

Cenyint-nos en els camps de la mecànica dels medis continus, la termodinàmica i l'electromagnetisme, es tracta d'analitzar algunes de les interrelacions més fructíferes entre matemàtiques i física. Aquesta tasca ha de propiciar una comprensió més completa tant de les matemàtiques com de la seva aplicabilitat a problemes interessants del món real en els quals tinguin un paper important els coneixements dels dominis considerats.

Programa

1. Mecànica clàssica: Espai de configuracions i espai d'estats. Formulació Lagrangiana i Hamiltoniana de la mecànica de Newton. Lleis de conservació. Teorema de Noether.
2. Mecànica de medis continus: Equació de conservació de la massa. Quantitat de moviment i forces que actuen sobre un medi. Principi de Cauchy i equacions del moviment. Fluids incompressibles (possiblement amb viscositat). Teorema de Bernoulli. Teorema de Kelvin (de la circulació). Teorema de Helmholtz (del flux rotacional). Relació constitutiva per a fluids newtonians. Equacions de Navier-Stokes.
3. Camps electromagnètics: Càrregues, corrents i equació de continuïtat de la càrrega. Camps electrostàtics. Teoria del potencial. Camps magnetostàtics. Materials magnètics. Inducció electromagnètica. Equacions de Maxwell. Ones electromagnètiques en el buit. Energia d'un camp electromagnètic. Fenòmens elèctrics i magnètics en medis materials. El grup de Lorentz. Formulació relativista del camp electromagnètic. Potencial electromagnètic. Aspectes quàntics del camp electromagnètic.
4. Nocions de termodinàmica. Primera llei de la termodinàmica (conservació de l'energia). Entropia. Segona llei de la termodinàmica. Introducció a la mecànica estadística.

Coneixements previs necessaris

Anàlisi Real, Geometria Diferencial 1.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial, avaluat sobre 3 punts, i un examen final global, avaluat sobre 5 punts, i es podran obtenir fins a 2 punts amb activitats complementàries que estiguin definides en relació amb aspectes pràctics de la matèria.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Acheson, D.J.: *Elementary Fluid Dynamics*. Ed. Clarendon, 1992.
- Galindo, A, Pascual, P. *Quantum Mechanics*. EUDEMA Universidad. 1990-
- Gasiorowicz, S.: *Quantum physics*. (2^a ed.) Wiley & Sons, 1996.
- Lorrain, P.; Corson, D.: *Campos y ondas electromagnéticos*. (5^a ed.) Madrid: Ed. Selecciones Científicas, 1990.
- Marion, J.B.: *Dinámica clásica de las partículas y sistemas*. Ed. Reverté. 1991.

Referències complementàries:

- Akhiezer, A.; Akhiezer, I.: *Électromagnétisme et ondes électromagnétiques*. Ed. Mir, 1988.
- Aris, R.: *Vectors, tensors, and the basic equations of fluid mechanics*. Ed. Dover, 1989.
- Fetter, A.L.; Walecka, J.A.: *Theoretical mechanics of particles and continua*. McGraw-Hill, 1980.
- Girbau, J.: *Geometria diferencial i relativitat*. Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona 10, Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1993.
- Rañada, A.: *Dinámica clásica*. AU Textos, 1990.

4t CURS – 1r QUADRIMESTRE

ÀLGEBRA ABSTRACTA

CODI: 10022

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Joan Carles Lario Loyo

Objectius del curs

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 mòduls. A continuació, hi ha el tema central del curs: les equacions polinòmiques en una variable i la Teoria de Galois.

Programa

1. Grups:

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.

2. Anells i mòduls:

Divisibilitat. Anells factorial, principals, euclidiàns.

Polinomis sobre anells factorial.

Polinomis simètrics. Teorema fonamental. Discriminant i resultant.

Mòduls i aplicacions lineals. Mòduls lliures.

Mòduls finitament generats sobre anells principals. Aplicacions a la classificació dels grups abelians finits i a la classificació d'endomorfismes.

3. Extensions de cossos i Teoria de Galois:

Extensions finites i algebraiques. Adjunció d'elements. Teorema de l'element primitiu.

Cos de descomposició. Clausura algebraica. Extensió d'immersions.

Extensions normals.

Separabilitat.

Grup de Galois. Teorema Fonamental de la Teoria de Galois.

Arrels de la unitat. Extensions ciclotòmiques. Extensions cíclicues.

Equacions resolubles per radicals. Resolució per graus 2, 3 i 4. No resolubilitat de l'equació general de grau 5.

Aplicacions: Construccions amb regle i compàs, els tres problemes clàssics. Constructibilitat de polígons regulars.

Grup de Galois d'un polinomi. Resolvents. Càlculs explícits.

Extensions de Galois infinites. Topologia de Krull. Teorema fonamental.

Coneixements previs necessaris

Els corresponents al primer cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Fenrick, M. H. *Introduction to the Galois correspondence*. Birkhäuser: Boston, 1992.
- Rotman, J. *An introduction to the theory of groups*. 4^a ed. Springer-Verlag: New York, 1994.
- Rotman, J. *Galois Theory*. Springer-Verlag: New York, 1990.
- Stewart, I. *Galois Theory*. 2^a ed. Chapman and Hall: London, 1989.
- Xambó, S.; Delgado, F.; Fuertes, C. *Introducción al Álgebra*. 2 vols. Complutense: Madrid, 1993-94.

Referències complementàries:

- Artin, E. *Galois Theory*. Notre Dame, 1966. Versió castellana: Ed. Vicens-Vives, 1970.
- Cohn, P.M. *Algebra*. 3 vols. John Wiley & Sons, 1982-91.
- Edwards, H. *Galois Theory*. Springer-Verlag, 1989.
- Lang, S. *Algebra*. 3^a ed. Addison-Wesley, 1993.
- Waerden, B.L. van der. *Algebra*. 2 vols. Springer-Verlag, 1991.

ANÀLISI COMPLEXA

CODI: 10023

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Joan Solà-Morales Rubió

Altres professors: Jordi Villanueva Castelltort

Objectius del curs

L'objectiu d'aquesta assignatura és donar a l'estudiant les nocions bàsiques de les funcions d'una variable complexa. El primer resultat important del curs és el teorema de Cauchy local, del qual es poden extreure moltes propietats de les funcions holomorfes. Posteriorment es pretén que l'alumne es familiaritzi amb la utilització del teorema dels residus i amb les seves aplicacions a la integració de funcions d'una variable i la sumació de sèries. L'última part estarà dedicada a l'estudi de les representacions conformes, a veure les relacions entre les funcions holomorfes i les funcions harmòniques i a presentar algunes de les seves aplicacions.

Programa

1. Funcions holomorfes: Funcions de variable complexa. Derivació. Condicions de Cauchy-Riemann. Sèries de potències. Comportament a la frontera del disc de convergència. Funcions transcendents elementals. Determinacions holomorfes del logaritme.
2. Teoria local de Cauchy: Integral de línia. Càlcul d'integrals per primitives. Teorema de Cauchy local. Fórmula integral de Cauchy. Zeros de funcions analítiques. Principi de prolongació. Propietat de la mitjana i altres conseqüències.
3. Teoria global de Cauchy: Índex d'una corba respecte a un punt. Cadenes i cicles. Teorema de Cauchy global. Homologia. Funcions meromorfes. Sèries de Laurent. Càlcul d'integrals. Sumació de sèries. Principi de l'argument. Teorema de Rouché. Existència de primitives i determinació del logaritme en oberts simplement connexos.
4. Aplicació conforme: Transformacions conformes. Teorema de Schwarz. Automorfismes del disc. Transformacions de Möbius. Teorema de Riemann (enunciat). Principi de reflexió de Schwarz. Fórmules de Schwarz-Christoffel. Funcions harmòniques. Nucli de Poisson. Resolució del problema de Dirichlet al disc. Funció harmònica conjugada.
5. Representacions físiques: Fluxos de fluids ideals. Camps electromagnètics. Distribucions de temperatura en equilibri.
6. Convergència i aproximació de funcions analítiques: Teorema de Weierstrass i de Hurwitz. Famílies normals de funcions holomorfes. Aproximació per funcions racionals. Teorema de Runge. Demostració del Teorema de Riemann.

Avaluació

Hi haurà una nota d'una prova parcial i una altra d'un examen final. Es tindrà en compte la participació a classe de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahlfors, L.V. *Complex Analysis*. 3a ed. McGraw-Hill, 1979.
- Conway, J.B. *Functions of One Complex Variable*. Springer-Verlag, 1978.
- Derrick, W.R. *Variable compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamericano, México, 1987.
- Churchill, Ruel V. i James Warm Brown *Variable compleja y aplicaciones (5ª ed)*. McGraw-Hill, Madrid, 1992
- Rudin, W. *Análisis Real y Complejo*. McGraw-Hill, 1987.

Referències complementàries:

- Boas, R.P. *Invitation to Complex analysis*. Random house, 1987.
- Lavréntiev, M.A. i B.V. Shabat *Métodos de la teoría de las funciones de una variable compleja*. Ed. Mir, Moscú (1991).
- Markushevich, A. I. *Theory of functions of a complex variable, 2nd ed*. Chelsea Pub. Co, New York, 1977
- Saks, S.; Zygmund, A. *Analytic functions*. 3ª ed. Elsevier Pub. Company, 1971.
- Spiegel, Murray R. *Variable compleja*. McGraw-Hill, Madrid, 1994.

4t CURS – 2n QUADRIMESTRE

ANÀLISI FUNCIONAL

CODI: 10026

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Joan Solà-Morales Rubió

Altres professors: Neus Cònsul Porras i Xavier Cabré Vilagut

Objectius del curs

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. També pensant en les aplicacions, s'estudien alguns espais de funcions importants i operadors diferencials i integrals entre ells.

Programa

1. Introducció: Espais vectorials normats i espais de Banach. Operadors. Repàs d'integració de Lebesgue i completitud dels espais L_p . Introducció als espais de Sobolev.
2. Espais de Hilbert: Definicions i propietats elementals. Projeccions. Dualitat. Teorema de Lax-Milgram. Sumes hilbertianes. Introducció als problemes de contorn en dimensió u .
3. Teoremes Clàssics: Teoremes de Hahn-Banach, de Banach-Steinhaus, de l'aplicació oberta i de la gràfica tancada. Suplementaris topològics. Relacions d'ortogonalitat. Operadors adjunts.
4. Espais L_p : Dualitat. Reflexivitat. Subespais densos. Separabilitat.
5. Operadors Compactes i Operadors Compactes Autoadjunts: Teoria de Riesz-Fredholm. Espectre. Descomposició espectral d'un operador compacte autoadjunt.
6. Espais de Sobolev i problemes de contorn en dimensió u : Definicions. Solucions dèbils de problemes amb valors als extrems. Exemples. Funcions pròpies i descomposició espectral.

Coneixements previs necessaris

Topologia, Anàlisi Real.

Avaluació

Hi haurà una qualificació provinent de les classes de problemes, les proves parcials i l'examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Brézis, H. *Análisis Funcional Teoría y Aplicaciones*. Alianza Editorial, Madrid, 1984.
- Lang, S. *Real and Functional Analysis*. 3ª ed. Springer-Verlag, New York, 1993.
- Hirsch, F. i G. Lacombe. *Elements of Functional Analysis*. Springer-Verlag, New York, 1999.
- Zeidler, E. *Applied Functional Analysis: Main Principles and Their Applications*. Springer-Verlag, 1995.
- Zeidler, E. *Applied Functional Analysis: Applications to Mathematical Physics*. Springer-Verlag, 1995.

Referències complementàries:

- Dautray, R.; J.-L. Lions: *Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology* (vol. 2). Ed. Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- El Kacimi, A.: *Introducción al Análisis Funcional*. Ed. Reverté, Barcelona, 1994.
- Kolmogorov, A.N. i S.V. Fomin: *Introductory Real Analysis*. Ed. Dover, New York, 1975.
- Miklavcik, M.: *Applied Functional Analysis and Partial Differential Equations*. Ed. World Scientific Pub. Co., New Jersey, 1998.
- Triebel, H.: *Higher Analysis*. Ed. Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1992.

TOPOLOGIA ALGEBRAICA

CODI: 10027

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Agustí Roig Martí

Altres professors: Jaume Amorós Torrent

Objectius del curs

L'objectiu principal del curs és fer una introducció a la topologia algebraica. Generalment, el primer contacte amb la Topologia Algebraica presenta algunes dificultats a causa de la varietat de les noves tècniques que cal introduir (e.g. referents a l'Àlgebra Homològica). En aquest curs presentem aquestes tècniques en funció dels problemes geomètrics que es vulguin resoldre, i emfatitzem així el desenvolupament històric de les idees presentades.

Entre les aplicacions a \mathbb{R}^n estudiarem, per exemple, el teorema de punt fix de Brouwer, el grau d'una aplicació entre esferes de la mateixa dimensió i les seves aplicacions, o el teorema de separació de Jordan-Brouwer. Acabarem el curs amb el teorema de classificació de superfícies compactes i connexes.

Programa

1. Poliedres i homologia simplicial: Símplexs i poliedres. Poliedres abstractes, realització geomètrica. Aplicacions simplicials. Cadenes simplicials. Grups d'homologia d'un complex simplicial. Exemples.
2. Introducció a l'àlgebra homològica: Complexos de cadenes. Grups d'homologia. Morfismes de complexos i morfismes induïts en homologia. Homotopia de complexos. Successions exactes.
3. Homologia simplicial II: Homologia d'un n -símplex. Homologia relativa: homologia de les esferes. Aplicacions. Successió exacta de Mayer-Vietoris, aplicacions i exemples.
4. Homologia singular: Símplex ordinari. Cadenes singulars d'un espai topològic: el complex singular. Homologia singular. H_0 i arc-connexió. H_1 i el grup fonamental. Invariància topològica de l'homologia singular. Característica d'Euler.
5. Successions exactes d'homologia: El teorema de les cadenes petites. Teorema d'excisió. Successió exacta d'una parella. Successió de Mayer-Vietoris. Exemples i aplicacions, el teorema del punt fix de Brouwer. Comparació amb l'homologia simplicial.
6. Aplicacions a \mathbb{R}^n : Homologia local: els teoremes d'invariància de la dimensió i de la vora. Homologia relativa. Els teoremes de separació i no separació. Teorema de Jordan-Brouwer i d'invariància del domini. Orientabilitat de varietats. Grau d'una aplicació entre esferes. Graus locals: el teorema de Bolzano.
7. Classificació de superfícies: Varietats topològiques. Triangulació de superfícies compactes. Superfícies orientades i no orientades. Suma connexa de superfícies. Teorema de classificació. Forma canònica d'una superfície compacta. Gènere d'una superfície i característica d'Euler.

Avaluació

L'avaluació dels coneixements adquirits durant el curs es farà per mitjà d'una prova escrita que contindrà un apartat de qüestions teòriques i un altre de problemes. També es tindrà en compte la participació en les classes de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Greenberg M.; Harper J.R. *Algebraic Topology: A first course*. Benjamin/Cummings, Menlo Park, 1981.
- Munkres, J.R. *Elements of Algebraic Topology*. Addison-Wesley, Reading MA, 1984.
- Navarro, V.; Pascual, P. *Topologia Algebraica*, Edicions UB, 1999
- Rotman, J. *An Introduction to Algebraic Topology*. Springer-Verlag, New York, 1993.
- Vick, J. *Homology Theory, An Introduction to Algebraic Topology*. Springer-Verlag, New York, 1994.

Referències complementàries:

- Bott, R.; Tu, L. *Differential forms in Algebraic Topology*. Springer-Verlag, New York, 1982.
- Dold, A. *Lectures on Algebraic Topology*. Springer-Verlag, 1972.
- Lefschetz, S. *Introduction to Topology*. Princeton U.P., 1971.
- Massey, W. *Singular homology theory*. Springer, 1980.
- Spanier, E. *Algebraic Topology*. Springer-Verlag, 1982.

5. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES OPTATIVES

1r QUADRIMESTRE

ALGORÍSMICA

CODI: 11875

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep Díaz Cort

Objectius del curs

Fer una introducció al disseny i a l'anàlisi d'algorismes seqüencials, posant èmfasi en la utilització òptima de les estructures dades.

Programa

1. Introducció: El problema de la classificació
2. Introducció al LEDA.
3. Resolució de recurrències.
4. Algorismes golafres
5. Programació dinàmica.
6. Mètodes Probabilístics.
7. Algorismes aritmètics: Criptografia
8. Problemes intractables.

Avaluació

L'avaluació de l'assignatura constarà d'un examen a mig curs (30% de la nota), d'un examen final (40% de la nota), així com de l'entrega de problemes i de la participació a classe (30% de la nota).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cormen, T.H.; Leiserson, C.E.; Rivest, R.L.: *Introduction to algorithms*. McGraw Hill, 1990.
- Ferri, F.; Albert, J.; Marin, G.: *Introducció a l'anàlisi i disseny d'algorismes*. Col·lecció Educació Materials. Universitat de València, 1998.
- Kozen: *Algorithms*. Springer-Verlag, 1992.
- Sedgewick, R.: *Algorithms in C++. Parts 1-4*. 3rd edition. Addison-Wesley, 1998.
- Sedgewick, R.; Flajolet, P.: *An introduction to the Analysis of Algorithms*. Addison-Wesley, 1996.

Referències complementàries:

- Balcazar, J.; Díaz, J. i Gabarro, J.: *Structural Complexity I*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1995.
- Graham, R.L.; Knuth, D.E.; Patashnik, O.: *Concrete Mathematics a foundation for computer science*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1994.
- Knuth, D.E.: *The Art of Computer Programming. Volume 1. Fundamental Algorithms*. 3rd edition. Addison-Wesley, 1998.
- Knuth, D.E.: *The Art of Computer Programming. Volume 3. Sorting and Searching*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1973.
- Mehlhorn, K., Nader, S.: *LEDA*. Cambridge University Press, 1999.

AMPLIACIÓ DELS MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA

CODI: 12804

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Miguel C. Muñoz Lecanda

Altres Professors: Narciso Roman Roy

Objectius del curs

Prenent com a base els cursos previs de física, càlcul i geometria que ha rebut l'alumne, es fa un estudi detallat dels diferents formalismes de la mecànica analítica clàssica, amb especial atenció als sistemes mecànics més interessants, com ara el moviment en un camp central i el sòlid rígid. Aquest estudi inclou la descripció geomètrica dels sistemes dinàmics i les seves simetries. Els problemes constitueixen una part important del curs. Amb ells es pretén consolidar els conceptes estudiats i aplicar-los a casos concrets.

Programa

1. Mecànica newtoniana. Estructura de l'espai-temps i lleis de Newton.
2. Mecànica lagrangiana. Càlcul variacional. Equacions d'Euler-Lagrange.
3. Mecànica hamiltoniana. Varietats simplèctiques. Transformació de Legendre. Equacions de Hamilton.
4. Simetries en els formalismes lagrangiana i hamiltoniana. Teorema de Noether.
5. El sòlid rígid. Tensor d'inèrcia. El grup $SO(3)$. Equacions d'Euler.

Coneixements previs necessaris

Les assignatures bàsiques de Càlcul 1 i 2, Àlgebra Lineal i Geometria, Física General, Equacions Diferencials 1, Geometria Diferencial 2 i Models Matemàtics de la Física.

Avaluació

Hi haurà un examen final de l'assignatura, i notes de les classes de problemes i dels treballs realitzats.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Arnold, V.I: *Mathematical methods of classical mechanics*. Springer-Verlag, Berlin, 1989.
- José, J.V; Saletan, E.J: *Classical dynamics. A contemporary approach*. Cambridge University Press, Cambridge, 1999.
- Scheck, F: *Mechanics: from Newton's laws to deterministic chaos*. 2a ed. Springer-Verlag, Berlin, 1994.
- Whittaker, E.T: *A treatise on the analytical dynamics of particles and rigid bodies*. 4ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1947.
- Woodhouse, N.M.J: *Introducción a la mecánica analítica*. Alianza Editorial, Madrid, 1990.

Referències complementàries:

- Abraham, R; Marsden, J.E: *Foundations of mechanics*. Addison-Wesley, Reading, 1978.
- Curtis, W.D; Miller, F.R: *Differential manifolds and theoretical physics*. Academic Press, San Diego, 1985.
- Goldstein, H: *Classical mechanics*. Addison Weley, Reading, 1980.
- Libermann P; Marle, Ch.M: *Symplectic geometry and analytical mechanics*. D. Reidel, Dordrecht, 1987.
- Marsden, J.E; Ratiu, T.S: *Introduction to mechanics and symmetry: a basic exposition of classical mechanics systems*. Springer- Verlag, Berlin, 1995.

ANÀLISI NUMÈRICA

CODI: 11877

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep Sarrate Ramos

Altres professors: Sonia Fernández Méndez

Objectius del curs

Introduir els fonaments de la resolució numèrica d'equacions en derivades parcials pel 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. Per això s'insistirà fonamentalment en les equacions parabòliques i el·líptiques.

Programa

1. Introducció i conceptes generals: 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: 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: 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: 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.

Avaluació

La nota final estarà determinada pels exàmens, els treballs del curs i les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ames, W. F.: *Numerical methods for Partial Differential Equations*, (Second Edition). Ed. Academic Press, Orlando, Florida, 1977.
- Evans G., Blackledge, J. Yardley P.: *Numerical Methods for Partial Differential Equations*. Ed: Springer-Verlag. Nova York, 2000.
- Hoffman, J.D.: *Numerical Methods for Engineers and Scientists*. Ed. McGraw-Hill, Nova York, 1992.
- Mitchell, A. R.; Griffiths, D.F.: *The finite Difference Method in Partial Differential Equations*. Ed. John Wiley & Sons, Nova York, 1985.
- Richtmyer, R.D.; Morton, K.W.: *Difference Methods for Initial-Value Problems*. Ed. Interscience Publishers. Nova York, 1967 (2a ed.).

Referències complementàries:

- Golub G.H.; Van Loan, C.F.: *Matrix Computations*. Ed. The John Hopkins University Press, Baltimore and London, 1989.
- Hageman, L. A.; Young, D.M.: *Applied Iterative Methods*. Ed. Academic Press, Nueva York, 1981.
- Marchuk, G.I.; Shaidurov, V.V.: *Difference Methods and Their Extrapolations*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1983.
- Press, W.H.; Flannery, B.P.; Teukolsky, S.A.; Vetterling, W.T.: *Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing*. Ed. University Press, Cambridge, 1989.
- Stoer, J.; Bulirsch, R.: *Introduction to Numerical Analysis*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1993.

DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA

CODI: 11869

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Claudi Alsina Català

Objectius del curs

Ensenyar matemàtiques en qualsevol nivell és una tasca apassionant i difícil. Per fer-ho cal saber matemàtiques i moltes altres coses que permetin descobrir les claus de l'aprenentatge, l'adequació dels continguts, les estratègies i els recursos que cal emprar, etc., i tot allò que envolta la relació humana i emocional que domina l'acció educativa.

L'assignatura vol ser una eina de formació inicial i intentarà fer descobrir aspectes essencials d'una professió que es mereix ser cultivada i estimada. L'assignatura combinarà sessions diverses i pressuposa una activa participació dels estudiants.

Programa

1. L'ofici d'ensenyar matemàtiques: Ensenyar matemàtiques avui. Una revisió crítica. Un decàleg per al professorat de matemàtiques.
2. La tradició d'ensenyar matemàtiques. L'evolució de l'ensenyament. L'educació matemàtica espanyola i catalana del segle XX.
3. Tendències actuals en l'ensenyament matemàtic: Les actuals reformes. Canvis de continguts i reequilibris. Models docents. Els temes que més preocupen. Els nous currículums.
4. Dinàmiques de classe i recursos: Formes alternatives de fer docència. El llibre de text. Recursos audiovisuals. Recursos computacionals. Material. El laboratori-taller de matemàtiques. Visites i activitats externes. Els clubs matemàtics. Internet.
5. Matemàtiques i raonament. Raonament inductiu. Raonaments plausibles, proporcionals, espacials, deductius. Les demostracions. Visualització.
6. Les dificultats en l'aprenentatge de les matemàtiques. Dificultats relatives a l'organització escolar, a la metodologia, al currículum, d'aprenentatge inherents a l'assignatura. Els llenguatges. Tractament de la diversitat a classe.
7. La resolució de problemes. Tipologies de problemes i estratègies de resolució. Aspectes tècnics i emocionals. Problemes i realitat. Problemes i recreació. Olimpíades matemàtiques. Taller de problemes.
8. Matemàtiques, realitat i eixos transversals: Connexions matemàtiques. Realitat i modelització. Matemàtiques i salut, medi ambient, economia, consum. Matemàtiques i democràcia. Matemàtiques i coeducació.
9. Avaluació. Tipus d'avaluacions. Perversitats avaluadores. Estratègies d'avaluació. Noves tendències. *Cooperative learning*.
10. Ensenyar nombres: Nombres naturals. Operacions. Inducció. Comptes. Nombres enters. Nombres racionals. Nombres reals. Nombres amb història.
11. Ensenyar àlgebra i matemàtica discreta: Models algebraics. Variables. Equacions i inequacions. Representacions gràfiques. Estructures algebraiques. Els sistemes axiomàtics. Estructures discretes: grafs, matrius, successions. Algorismes.
12. Ensenyar geometria: Geometria i realitat. Taller de geometria. Temes mètrics. Temes analítics. Transformacions. Pla i espai.
13. Ensenyar funcions: Fenòmens i funcions. Taules. Aproximació qualitativa. Aproximació quantitativa. Gràfiques. Corbes. Funcions polinòmiques. Trigonometria bàsica. Raons i funcions. Funció exponencial. Funció logarítmica.

14. Ensenyar estadística i probabilitat: Fonaments d'estadística. Dades. Representació i anàlisi de dades. L'ofici estadístic. Les estadístiques a Catalunya. Fenòmens aleatoris i d'atzar. Models no deterministes. Probabilitats. Variables. Lleis. Simulació.

Coneixements previs necessaris

Una bona base de coneixements matemàtics en relació amb el nivell d'exercici docent preferit.

Avaluació

L'avaluació serà continuada i inclourà els següents elements:

- assistència i participació activa a les classes.
- lectura prèvia a les classes de documents de reflexió.
- elaboració d'uns apunts-dossier del curs amb aportacions personals.
- preparació d'un treball sobre un tema que s'exposarà oralment i es lliurarà posteriorment desenvolupat.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Alsina, C. et alt.: *Ensenyar matemàtiques, Serveis Pedagògics*, Ed. Graó, 1995.
- Departament d'Ensenyament: *Documents per a la reforma educativa en l'àrea de Matemàtiques*, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1985-1994.
- Gutiérrez, A. et alt.: *Área de Conocimiento de Didáctica de la Matemática*. En *Matemáticas: Cultura y Aprendizaje*, Ed. Síntesis, Madrid, 1991.
- ICMI: *Las Matemáticas en primaria y secundaria en la década de los 90*, Ed. Mestral, 1987.
- Krantz, S.G.: *How to teach mathematics, a personal perspective*, Ed. AMS, 1993.

Referències complementàries:

- *Matemáticas: Cultura y Aprendizaje*: 34 volums monogràfics. Ed. Síntesis, Madrid, 1990.

EI MÈTODE DELS ELEMENTS FINITS

CODI: 12814

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Pedro Díez Mejía

Objectius del curs

Proporcionar una base teòrica i pràctica sòlida sobre el mètode dels elements finits (MEF) aplicat a la resolució d'EDPs. 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 fa atenció a les tècniques de remallat adaptable basades en l'estimació de l'error i a l'aplicació al càlcul pràctic per elements finits.

Programa

Teoria bàsica del MEF

1. **Introducció:** Plantejament dels problemes que es resolen amb el MEF. (2 hores)
2. **Forma integral del problema:** Forma forta, mètode dels residus ponderats i forma feble. Tractament de les condicions de contorn. (4 hores)
3. **Interpolació per elements finits:** Element, malla i interpolant. Element de referència i interpolació isoparamètrica. Tipus d'elements. (4 hores)
4. **Interpretació geomètrica del mètode de Galerkin.** (2 hores)
5. **Aplicacions de la teoria de distribucions a l'anàlisi del mètode dels elements finits.** (2 hores)
6. **Algorísmia bàsica:** integració numèrica, esquema d'un codi, imposició de condicions de contorn. (4 hores)
7. **Problemes no estacionaris:** tècniques d'integració temporal, anàlisi modal, estimadors a priori de l'error en la descomposició modal. (6 hores)
8. **Problemes amb convecció:** tècniques específiques. (4 hores)
9. **Estimació d'error i malla adaptable:** classificació dels estimadors, estratègies de remallat. (2 hores)
10. **Tendències en l'ús del MEF:** exemples d'aplicació (6 hores)

Pràctiques amb ordinador

1. **Un Programa comercial:** càlcul per elements finits amb el codi CASTEM. (2 hores)
2. **Pràctica 1:** Resolució de problemes tèrmics estacionaris amb CASTEM. Condicions de contorn. (2 hores)
3. **Pràctica 2:** Anàlisi de la convergència: problema tèrmic amb solució analítica. (2 hores)
4. **Pràctica 3:** Problemes mecànics estacionaris, càrregues, condicions de simetria. (2 hores)
5. **Pràctica 4:** Problemes mecànics dinàmics, anàlisi modal. (4 hores)
6. **Pràctica 5:** Problemes tèrmics transitoris. (2 hores)
7. **Pràctica 6:** Ús d'un mallador automàtic. (2 hores)
8. **Pràctica 7:** Algorísmia d'un Programa (entorn MATLAB) (2 hores)
9. **Pràctica 8:** Implementació de tècniques de convecció-difusió (2 hores)

10. Presentació dels treballs pràctics de l'assignatura i discussió. (4 hores)

Coneixements previs necessaris

Mètodes Numèrics 3 i Equacions Diferencials 2, i és recomanable haver cursat Anàlisi Numèrica

Avaluació

Exàmens i pràctiques amb ordinador.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Brezzi, F.; M. Fortin: *Mixed and hybrid finite element methods*, Springer-Verlag, New York, 1991.
- Cook, R.D.; Malkus D.S; Plesha M.E: *Concepts and applications of finite element analysis*, Wiley, New York, 1989.
- Hughes, T.J.R.: *The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1987.
- Wait, R.; Mitchell A.R: *Finite elements analysis and applications*, John Wiley and Sons, New York, 1985.
- Zienkiewicz, O.C.; R.L. Taylor: *The finite element method: I basic formulation and linear problems, II solid and fluid mechanics, dynamics and non-linearity*, Mc Graw-Hill, London, 1989.

Referències complementàries:

- Johnson, C.: *Numerical solution of partial differential equations by the finite element method*, Cambridge University Press, Cambridge, 1990.
- *Handbook of numerical analysis*. Vol. 2. *Finite element methods*. North-Holland, 1990.
- *Handbook of numerical analysis*. Vol. 5. *Techniques of scientific computing*. North-Holland, 1990.
- Raviart, P.A.; J.M. Thomas: *Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles*, Masson, Paris, 1983.
- Strang, G.; G.J. Fix: *An analysis of the finite element method*, Prentice-Hall, Massachusetts, 1973.

GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL

CODI: 11870

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor responsable: Ferran Hurtado Díaz

Altres professors: Vera Sacristán Adinolfi

Objectius del curs

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* constitueix el nucli i la part prioritària del curs. Es presenten també elements de Geometria Discreta i Combinatòria fortament imbricats amb aquesta activitat, on es mostra com l'estructura combinatòria d'un problema geomètric sovint decideix quin mètode algorísmic resol el problema amb la màxima eficiència, a més de possibilitar l'anàlisi acurada dels algorismes.

Es posarà un interès especial perquè els alumnes copsin com l'emergència de molts problemes de la Geometria Computacional es deu 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. La necessitat de donar resposta a aquesta nova i creixent demanda és el que va impulsar la formació d'un suport teòric adequat que encara no existia. Com que els vessants pràctics de la matèria corresponen a tecnologia de màxima avantguarda, la demanda de resultats continua amb la mateixa força i exigència que al principi. Coherentment amb aquest fet, durant el curs es procurarà mantenir sempre 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, la Cartografia i la Robòtica.

Programa

1. Models de computació. Construccions amb primitives restringides.
2. Forma dels objectes geomètrics. Descripció. Simplificació.
3. Arranjaments d'hiperplans. Dualitat.
4. Problemes de proximitat.
5. Subdivisions de l'espai. Localització.
6. Intersecció d'objectes geomètrics.
7. Programació lineal i optimització geomètrica.
8. Problemes de visibilitat.

Coneixements previs necessaris

Geometria, Algorísmica, Combinatòria i Teoria de Grafs.

Avaluació

La qualificació s'articularà al voltant de quatre elements: lectura i exposició d'algorismes, lliurament de problemes, pràctiques de programació (n'hi haurà alguna, però no de forma regular) i alguna prova escrita.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- de Berg, M; [et al]: *Computational Geometry, Algorithms and Applications*, Ed. Springer-Verlag, 1997.
- Boissonnat, J.; Yvinec, M. *Algorithmic Geometry*. Ed. Cambridge University Press, 1997.
- Edelsbrunner, H. *Algorithms in Combinatorial Geometry*. Ed. Springer-Verlag, 1987.
- O'Rourke, J. *Computational Geometry in C*. Ed. Cambridge University Press, 1998.
- Preparata, F.P. ; Shamos, M.I. *Computational Geometry. An Introduction*. Ed. Springer-Verlag, 1985.

Referències complementàries:

- Ding-Zhu Du, Hwang, Frank. *Computing in Euclidean Geometry*. World Scientific, 1995.
- Mulmuley, K. *Computational Geometry: an Introduction through Randomized Algorithms*. Ed. Prentice Hall, 1993.
- O'Rourke, J. *Art Gallery Theorems and Algorithms*. Ed. Oxford University Press, 1987
- Pach, J. (Ed.) *New Trends in Discrete and Computational Geometry*. Ed. Springer, 1993.
- Pach, J. ; Agarwal, P. K. *Combinatorial Geometry*. Ed. J. Wiley & Sons, 1994.

LÒGICA I FONAMENTACIÓ

CODI: 11286

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Raimon Elgueta Montó

Altres professors: Rafel Farré Cirera

Objectius del curs

Els problemes bàsics que s'aborden en aquest curs són dos: d'una banda, com formalitzar les matemàtiques, si això és possible, i de l'altra, estudiar-ne la possible mecanització. Aquests problemes inclouen qüestions que es troben latents en el quefer matemàtic i que, tanmateix, no solen qüestionar-se. Ens referim, per exemple, a les preguntes de què és una demostració matemàtica, quines limitacions té la demostrabilitat o què és un model d'una teoria matemàtica.

El resultat fonamental del curs 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). La formalització de la noció de demostració és la que permet també obtenir un dels resultats més impactants de la matemàtica del segle XX, que imposa una limitació essencial a les matemàtiques actuals: en un sistema axiomàtic no sempre pot demostrar-se que una afirmació és o bé certa o bé falsa. És el Primer Teorema d'Incompletesa de Gödel, el qual s'inclou en aquest curs malgrat que no se'n dona la prova. El curs inclou també l'estudi dels aspectes bàsics de la teoria d'Herbrand i el mètode de Resolució de Robinson per a la demostració automàtica de teoremes. Aquest últim és el fonament de la Programació Lògica, i del PROLOG, un prototip de llenguatge de programació amb interpretador "intel·ligent" utilitzat en la resolució de problemes de la Intel·ligència Artificial i en el disseny de sistemes experts.

Programa

1. **Introducció.** Conceptes de relació de conseqüència i demostració: exemples. Procés de formalització: llenguatges formals. Les qüestions de completeness i consistència. El problema de la mecanització.
2. **Sintaxi de primer ordre.** Llenguatges de primer ordre: símbols lògics, variables i signatures. Termes i fórmules. Principis d'inducció i recursió. Variables lliures i quantificades.
3. **Semàntica de primer ordre.** 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. Exemples de formalitzacions. Substitucions. Lema de substitució.
4. **Lògica de primer ordre.** Relació de conseqüència. Càlculs de seqüents. Derivació en un càlcul de seqüents. Conjunts consistents. Regles del càlcul **LK**. Teorema d'adequació. Interpretacions canòniques. Teorema de Henkin. Teorema de completeness de Gödel.
5. **Altres aspectes de la lògica de primer ordre.** 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.

6. **Limitacions dels mètodes formals.** Decidibilitat i enumerabilitat. Teorema d'indecidibilitat de la lògica de primer ordre. Teoremes d'incompletesa de Gödel. Procediments de semidecisió per a la validesa i satisfactibilitat.
7. **Teoria d'Herbrand i resolució.** Univers i estructures d'Herbrand. Formes normals i skolemització. Satisfacció de fórmules universals. Teorema d'Herbrand. Procediment de semidecisió de Gilmore. Mètode de resolució. Introducció al PROLOG.

Coneixements previs necessaris

Primer cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques.

Avaluació

L'avaluació es farà a partir de tres components: exercicis, treballs realitzats per l'alumne i exàmens.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ebbinghaus, H.D.; Flum, J.; Thomas, W.: *Mathematical Logic*. Springer, 1984.
- Enderton, H.B.: *A Mathematical Introduction to Logic*. Academic Press, 1972.
- Gallier, J.: *Logic for Computer Science: Foundations of Automatic Theorem Proving*. Harper & Row, 1986.
- Lascar, D.; Cori, R.: *Logique Mathématique. Cours et exercices*. Ed. Masson, 1994 (2a ed.).
- Schönning, U.: *Logic for Computer Scientists*. Birkhäuser, 1989.

Referències complementàries:

- Bell, J.L.; Machover, M.: *A Course in Mathematical Logic*. North-Holland, 1977
- Chang, C.L.; Lee, R.C.T.: *Symbolic Logic and Mechanical Theorem Proving*. Academic Press, 1973.
- Mendelson, E.: *Introduction to Mathematical Logic*. Wadsworth and Brooks, 1987 (3a ed.).
- Nerode, A.; Shore, R.A.: *Logic for Applications*. (2^a ed.) Springer, 1993.
- Sperschneider, V.; Antoniou, G.: *Logic. A foundation for Computer Science*. Addison Wesley, 1991.

MECÀNICA COMPUTACIONAL

CODI: 12815

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Sonia Fernández Méndez

Altres professors: Antonio Rodríguez Ferran

Objectius del curs

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

Programa

1. Elasticitat computacional. 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.
2. Mecànica de fluids computacional. Conceptes bàsics. Equació constitutiva per a fluids newtonians. Flux potencial. Equació de Navier-Stokes: forma forta i forma feble.
3. Plasticitat computacional. 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.
4. Dinàmica computacional. 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.
5. Mecànica computacional amb grans deformacions. Grans deformacions elàstiques i plàstiques. Principi d'objectivitat. Integració numèrica de l'equació constitutiva: objectivitat incremental, convergència, estabilitat.

Coneixements previs necessaris

Mètodes Numèrics 2 i 3; Equacions Diferencials 2.

Avaluació

Exàmen i pràctiques amb ordinador.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Chorin, A.J.; Marsden, J.E. *A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics*. 3rd edition. Springer-Verlag, 1992.
- *Computational Methods in Mechanics*. North-Holland, 1983. Computational Methods for Transient Analysis ,1
- *Continuum Mechanics in Environmental Sciences and Geophysics*, International Centre for Mechanical Sciences. Springer-Verlag, 1993.
- Crisfield, M.A. *Nonlinear Finite Element Analysis of Solids and Structures*. Wiley, 1991-1997.
- Malvern, L.E. *Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium*. Prentice-Hall, 1969. Series in Engineering of the Physical Sciences.

Referències complementàries:

- Bathe, K.J. *Finite Element Procedures*. Prentice-Hall, 1996.
- Bonet, J.; Wood, R.D. *Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis*. 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*. 2vol. McGraw-Hill, 1994.

MODEL LINEAL GENERAL

CODI: 11287

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professora coordinadora: Lúdia Montero Mercadé

Objectius del curs

Els models lineals generalitzats estudien la relació estocàstica entre una variable dependent i un conjunt de variables explicatives a partir de dades conegudes (qualitatives i/o quantitatives). L'alumne és capaç de veure la unitat de diverses tècniques de modelització estadística.

El model lineal general clàssic pressuposa una distribució normal de la variable de resposta. En l'apartat dedicat al model lineal general clàssic l'alumne adquirirà un coneixement unificat de tres grans grups de models. El primer està format pels models en els quals les variables explicatives són quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la regressió; en un segon grup, s'estudien els casos en els quals les variables explicatives són qualitatives, és a dir, l'anàlisi de la variància, i finalment es tracten els models en els quals les variables explicatives inclouen variables qualitatives i quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la covariància. L'alumne aprendrà a usar l'anàlisi dels residus, en l'estudi de les violacions dels supòsits bàsics del model i en la selecció del millor model.

La llei normal constitueix un membre particular de la família exponencial, com ho són a la vegada les lleis binomial, de Poisson, etc. L'extensió del model general clàssic al tractament de variables de resposta pertanyents a la família exponencial constitueix l'objectiu bàsic del curs de models lineals generalitzats. L'alumne aprendrà la funció de les components dels models lineals generalitzats, les quals són essencials per comprendre els mètodes d'estimació dels paràmetres.

Els models lineals generalitzats particulars que l'alumne aprèn a analitzar detalladament són els següents:

- Models de variable de resposta binària.
- Models de variable de resposta multinomial.
- Models loglineals. Relació amb els models de resposta multinomial.

En les pràctiques d'aquesta assignatura, la utilització dels paquets estadístics constituirà una eina essencial.

Programa

1. Introducció. Relació entre variables. Introducció a la modelització de fenòmens aleatoris. El model lineal general i els models lineals generalitzats.
2. La família exponencial. Estudi de casos. Estimació dels paràmetres dels models lineals generalitzats. Distribució dels estimadors, càlcul d'interval de confiança. Mesura de l'ajust.
3. Model de regressió múltiple. Hipòtesis. Interpretació geomètrica del model de regressió. Propietats dels estimadors. Teorema de Gauss-Markov. Mesura de l'ajust.
4. Diagnosi i validació del model de regressió múltiple. La multicolinealitat i els seus efectes. Anàlisi dels residus, influència d'una observació i distància de Cook. Tractament de l'heterocedasticitat. Transformacions. Selecció de la millor equació de regressió.

5. Anàlisi de la variança i de la covariança
6. Models de resposta binària. Funcions de *link*. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*. Regressió logística.
7. Models de resposta multinomial. Funcions de *link* per respostes nominals i ordinals. Models jeràrquics. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*.
8. Models log-lineals. Distribució de Poisson i funció de link. Relació entre els models log-lineals i els models de resposta multinomial. Anàlisi de taules de contingència.

Coneixements previs necessaris

Inferència Estadística.

Avaluació

La part pràctica contempla el lliurament de qüestionaris i/o l'elaboració d'informes sobre casos reals. La part teòrica contempla la realització d'exàmen final. Quantitativament, la part pràctica suposa el 35% de la nota final i la part teòrica el 65% de la nota final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- McCullagh, P., Nelder, J.A.: *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, 1989.
- Dobson, A. J.: *An Introduction to Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, 1990.
- Fox, J.: *Applied Regression Analysis, Linear Models, and Related Methods*. Sage, 1997.
- Agresti, A.: *Categorical Data Analysis*. Wiley Interscience, 1990.
- Lindsey, J. K.: *Applying Generalized Linear Models*. Springer, 1997.

Referències complementàries:

- Draper, N.R., Smith, H.: *Applied regression analysis*. Wiley, 1981.
- Seber, G.A.F.: *Linear Regression Analysis*. Wiley, 1977.
- Cook, R.D., Weisberg, S.: *Residuals and Influence in Regression*. Chapman and Hall, 1982.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos. Vol. 2, Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos, 1989.
- Stapleton, J.H.: *Linear Statistical Models*. Wiley, 1995.

Altres Referències:

- Montero Mercadé, Lúdia: *Sessions de laboratori*. Pàgina Web de l'assignatura. Setembre del 2001.
- Montero Mercadé, Lúdia: *Apunts de classe: resum de les sessions de teoria*. Publicacions de la FME i pàgina Web de l'assignatura, Setembre del 2001.

OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2

CODI: 11872

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Narcís Nabona Francisco

Objectius del curs

- Completar els coneixements d'Optimització Contínua (adquirits a Optimització Contínua 1) per tal d'aplicar-los a la resolució de problemes reals (d'alta dimensionalitat).
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprendre part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional emprant programes ja desenvolupats per resoldre problemes escollits.
- Adquirir pràctica en l'ús de les eines professionals de l'Optimització Contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'Optimització Contínua.

Programa

1. Minimització sense constriccions

Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitzen la inversa de l'hessiana: Propietats de convergència local dels mètodes quasi-Newton. Correcció de rang u. Deducció de la fórmula DFP. Aplicació a una funció quadràtica. Aplicació a una funció qualsevol.

Actualització de factoritzacions quan s'afegeixen o s'ostreuen matrius de rang u: Operacions necessàries per factoritzar una matriu simètrica. Actualització en afegir una matriu de rang u: fórmula de Powell-Fletcher. Actualització en sostreure una matriu de rang u: fórmula de Gill-Murray.

Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitza l'hessiana: Interpretació de l'equació quasi-Newton per a funcions qualssevol. Fórmula de Broyden. Fórmula PSB. Actualitzacions secants definides positives: fórmula BFGS. La família Broyden. Invariància i mètrica. Aplicació a problemes amb constriccions lineals.

Mètodes de regió de garantia: Concepte i equació de la regió de garantia. Corba de ganxo. Solucions aproximades: la pota de gos i la doble pota de gos. Convergència. Actualització del radi de la regió de garantia.

2. Minimització amb constriccions qualssevol

Mètodes de penalització i barrera: Convergència local d'aquests mètodes. Aplicació del mètode del gradient conjugat parcial. Barrera logarísmica per a fites simples. Penalitzacions exactes.

Mètodes duals: Dualitat local. Dualitats convexa i parcial. Convergència. Lagrangianes augmentades i actualització de multiplicadors i del paràmetre de penalització.

Mètodes de Lagrange: Definició. Mètodes directes i funció de mèrit senzilla. Mètodes de 1r ordre. Mètodes de Newton modificats. Mètodes estructurats. Actualització de multiplicadors. Lagrangianes projectades.

3. Minimització amb constriccions lineals

Mètode primal-dual de punt interior per a programació quadràtica (i lineal): Barrera logarísmica de les fites. Lagrangiana dels problemes barrera primal i dual i el seu gradient. Mètode de Newton. Camí central primal-dual. Gap de dualitat i convergència. Algorisme i implementació. El cas particular de la programació lineal. Cost computacional.

Actualització de factoritzacions de bases quan canvien les columnes: Matrius de permutació i matrius eta i factorització. Procediments BTRAN i FTRAN. Refactoritzacions. Actualització d'una

factorització quan canvia una columna de la base. Mètodes de Bartels-Golub, de Forrest-Tomlin, de Reid i de Saunders.

Pràctiques

Es realitzaran pràctiques que consistiran en la utilització de programes i paquets ja desenvolupats i una pràctica de desenvolupament, a partir de la llibreria de rutines disponibles, d'un dels algorismes d'optimització estudiats. S'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions i un problema real d'optimització amb constriccions qualssevol.

Coneixements previs necessaris

Optimització Contínua 1.

Avaluació

Hi haurà dos exàmens de teoria i problemes (70% de la nota) i pràctiques computacionals (30% de la nota).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Dennis, J.E. ; Schnabel, R.B. *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Ed. Prentice Hall. 1983.
- Duff, I.S. et al. *Direct Methods for Sparse Matrices*. Ed. Oxford Clarendon Press. 1989.
- Gill, P.E.; Murray, W. ; Wright, M.H. *Practical Optimization*. Ed. Academic Press. 1981.
- Luenberger, D.G. *Linear and Nonlinear Programming*. Ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1984.
- Vanderbei, R.J. *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Kluwer Academic Press. 1996

Referències complementàries:

- Bertsekas, D.P. *Nonlinear Programming*. Ed. Athena Scientific, Belmont, MA., USA, 1995.
- Chvátal, V. *Linear Programming*. W.H. Freeman and Co. New York., 1980.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. Ed. John Wiley & Sons. 1987.
- Gill, P.E. et al. *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Ed. Addison-Wesley, 1991.
- Harwell Subroutine Library. *A Catalogue of Subroutines*. Harwell Laboratory, Oxfordshire, 1989.
- Murtagh, B.A. ; Saunders, M.A. *MINOS 5.0 User's Guide*. Dept. of Operations Research, Stanford University, CA 94305, USA. 1983.

PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

CODI: 11861

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugada

Objectius del curs

Aprofundir en l'estudi de les propietats de les famílies de models matemàtics típics de la Investigació Operativa, generalitzar els resultats de la teoria de la dualitat i les seves implicacions, explotant les propietats de la dualitat i les característiques inherents a l'estructura de les dades del model matemàtic, i introduir els problemes enters i de caràcter combinatori.

L'assignatura vol donar un complement de fonamentació teòrica als continguts de la Investigació Operativa i familiaritzar l'alumne amb els mètodes que permeten resoldre algunes de les aplicacions pràctiques que duen a problemes de grans dimensions en la indústria, l'economia, etc. I també introduir-lo al paper d'aquests mètodes a l'estadística en models específics de regressió, disseny d'experiments, etc.

Programa

1. Models enters i combinatoris: La caracterització dels políedres dels problemes combinatoris: cares i facetes d'un políedre convex. El problema de Knapsack: heurístiques per al problema de Knapsack, la caracterització del politop de Knapsack. Algorismes de pla secant per als problemes enters: talls de Gomory. Procediments d'identificació de constriccions. El cas del politop de Knapsack: teoremes de desprojecció.
2. Optimització no lineal: Dualitat en Programació Matemàtica i dualitat lagrangiana: Generalització de la dualitat en programació matemàtica. Dualització i relaxació. Equivalència entre convexificació i dualització. Condicions globals d'optimalitat. Revisió de les condicions de Karush-Kuhn-Tucker. Relaxació Lagrangiana i dualitat. Introducció a l'optimització no diferenciable. L'optimització subgradient.
3. Estudi de problemes tipus de Programació Matemàtica: El problema del viatjant de comerç: heurístiques, caracterització de facetes, identificació de constriccions, relaxacions lagrangianes. Problemes discrets de localització de plantes: problemes sense capacitats, heurístiques duals, problemes amb capacitats, mètodes lagrangians. Problemes de rutes de vehicles. Tractament per heurístiques aleatòries: *simulated annealing*.
4. Aplicacions de la Programació matemàtica a problemes estadístics: regressió, disseny d'experiments, etc.

Coneixements previs necessaris

Investigació Operativa, Àlgebra Lineal, Probabilitats, Inferència Estadística.

Avaluació

Hi haurà exàmens parcials, examen final i pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Arthanari and Dodge: *Mathematical Programming in Statistics*. John Wiley, 1993.
- Bazaraa, M.S.; Sherali; Shetti, C.M.: *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms*. 2nd edition. John Wiley and Sons, 1993.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A.: *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley and Sons, 1988.
- Padberg, M.: *Linear Optimization and Extensions*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1999.
- Wolsey, L. A.: *Integer Programming*, John Wiley-Interscience, 1998.

Referències complementàries:

- Drezner, Zvi.: *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*. Springer, 1995.
- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G.; Shmoys, D.B.: *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. John Wiley, 1985.
- Mirchandani, P.B.; Francis, R.L.: *Discrete Location Theory*. John Wiley, 1990.
- Shapiro, J.F.: *Mathematical Programming: Structures and Algorithms*. John Wiley and Sons, 1979.
- Williams, H.P.: *Model Solving in Mathematical Programming*. John Wiley, 1993.

TEORIA DE CODIS

CODI: 11864

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Sebastià Xambó i Descamps

Objectius del curs

El propòsit del curs és donar una introducció a la teoria i pràctica de la codificació. El curs comença amb una breu presentació de la teoria de la informació de Shannon, orientada a les propietats bàsiques de la codificació de font i de canal. Segueix una part destinada a establir les propietats fonamentals, els exemples més rellevants i les aplicacions més importants dels codis de blocs autocorrectors. En una darrera part, configurada al voltant del problema de construir codis amb paràmetres òptims i amb algorismes de codificació i descodificació eficients, s'introdueixen primer, d'una manera elemental, algunes nocions de corbes algebraiques planes i després s'utilitzen per introduir i estudiar els codis de Goppa.

Programa

1. Codis correctors: Informació i codificació. Codis de blocs. Detecció i correcció d'errors. Descodificació pel criteri de mínima distància. Codis perfectes. Exemples de codis. Operacions amb codis. Fitació de paràmetres. Problema fonamental de la codificació.
2. Codis lineals: Codificació i descodificació de codis lineals. Distribució de pesos, identitats de MacWilliams. Codis MDS (separables de màxima distància). 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 residus quadràtics.
3. Codis de Goppa: Introducció a les corbes algebraiques planes. Codis de Goppa. Codificació i descodificació efectiva.

Coneixements previs necessaris

Àlgebra lineal, Probabilitat i Estadística Bàsica.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial, avaluat sobre 3 punts, i un de final, avaluat sobre 5 punts. Es podran obtenir fins a 2 punts amb activitats complementàries definides en relació amb les classes de problemes i de pràctiques de laboratori.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Goppa, V.D.: *Geometry and codes. Mathematics and applications*. Kluwer, 1988.
- Moreno, C.: *Algebraic curves over finite fields*. Cambridge University Press, 1991.
- Pretzel, O.: *Error-Correcting codes and finite fields*. Oxford: Clarendon Press, 1992.
- Roman, S.: *Coding and information theory*. Springer-Verlag, 1992.
- Vanstone, S.A.; Van Oorschot, P.C.: *An introduction to error correcting codes with applications*. Kluwer Academic Publishers, 1989.

Referències complementàries:

- Lint Van, J.H.: *Introduction to coding theory*. (3^a ed.) GTM 86, Springer-Verlag, 1999
- Lint Van, J.H.; van der Geer, G.: *Introduction to coding theory and algebraic geometry*. Birkhäuser, 1988.
- MacWilliams, F.J.; Sloane, N.J.A.: *The theory of error correcting codes*. North-Holland, 1977.
- Stichtenoth, H.; Tsfasman, M.A. (Eds.): *Coding theory and algebraic geometry*. Lecture Notes in Mathematics 1518. Ed.: Springer-Verlag, 1992.
- Tsfasman, M.A.; Vladut, S.G.: *Algebraic-geometric codes. Mathematics and its applications*. Kluwer Academic Publishers, 1991.

TEORIA DE GRAFS

CODI: 11863

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professora coordinadora: Anna Lladó Sánchez

Objectius del curs

L'objectiu del curs és presentar la Teoria de Grafs i alguns dels seus problemes fonamentals. Es pretén, també, introduir algunes de les seves aplicacions a les ciències de la computació, la investigació operativa, l'enginyeria elèctrica, i el disseny de xarxes.

Programa

1. Introducció i conceptes bàsics.
2. Arbres, circuits i cicles generadors. Aplicació a les xarxes de comunicació.
3. Arbres, circuits i cicles de pes mínim. Problema del connector minimal. Problema del viatjant. Problema del carter xinès. Aplicació en xarxes de distribució.
4. Grafs i xarxes elèctriques. Teorema de Kirchhoff.
5. Fluxos, connectivitat i aparellaments. Teorema de Ford i Fulkerson. Aplicació a les xarxes de transport. Teorema de Menger. Teorema de König i Teorema de Hall.
6. Factors. Teorema de Petersen. Teorema de Tutte.
7. Planaritat. Teorema de Kuratowski. Mesures d'aproximació a la planaritat.
8. Problemes extremals. Lema de Regularitat de Szemerédi.
9. Coloració. Nombre i índex cromàtic. Teorema de Brooks. Teorema de Vizing.
10. Grafs aleatoris. Algunes propietats de Quasi-tots els grafs.

Coneixements previs necessaris

Àlgebra Lineal i Càlcul 1.

Avaluació

El 40% de l'avaluació s'obté de l'avaluació de treballs d'aplicació. El 60% restant s'obté d'un examen final de l'assignatura.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bollobás, B. *Extremal Graph Theory*. Academic Press, 1978.
- Bollobás, B. *Modern Graph Theory*. Springer verlag, 1998.
- Diestel, R. *Graph Theory*. Springer-Verlag, 1997.
- Lovász L.; Plummer K. *Matching Theory*. 1986. Annals of Discrete Mathematics,29.
- Wallis W.D. *One-Factorizations*. Kluwer Academic Publishers, 1997.

Referències complementàries:

- Beineke, L.W.; Wilson, R.J. (editors). *Graph Connections :Relationships between Graph Theory and other Areas of Mathematics*. Clarendon Press-Oxford. 1997.
- Biggs, N.; Lloyd, E.K. ; Wilson, R.J. *Graph Theory 1736-1936*. Ed. Clarendon Press, London, 1976.
- Matousek, J. Nešetřil, J. *Invitation to Discrete Mathematics* . Oxford Univ. Press, 1999.
- Schechter, B. *My brain is open (the mathematical journeys of Paul Erdős)*. Oxford Univ. Press, 1998.
- Tutte, W. *Graph Theory As I Have Known It*. Oxford Univ. Press, 1998.

TEORIA DE NOMBRES

CODI: 11874

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Jordi Quer Bosor

Objectius del curs

L'objectiu del curs és estudiar el problema següent:

Donat un enter positiu n , determinar quins primers p es poden expressar com $p = x^2 + n y^2$, amb x, y enters.

La resolució completa d'aquest problema —plantejat per Pierre de Fermat— serà el pretext per explorar algunes de les àrees més riques de la Teoria de Nombres.

En primer lloc, amb la llei de reciprocitat quadràtica i la teoria elemental de formes quadràtiques enteres es poden resoldre alguns casos amb valors de n petits. Aquestes són les aportacions al problema fetes per Fermat, Euler, Lagrange, Legendre i Gauss.

A continuació es presenta la teoria de cossos de classes. Per fer-ho cal una petita introducció als cossos de nombres i un estudi més detallat dels cossos quadràtics. Així s'obté una caracterització satisfactòria de les solucions del problema a partir de cossos de classes de Hilbert.

Finalment, es parla de la teoria de la multiplicació complexa i les funcions modulars. Això permet el càlcul explícit de cossos de classes de Hilbert i la solució total i explícita del problema plantejat.

Programa

1. De Fermat a Gauss: Llei de reciprocitat quadràtica. Formes quadràtiques. Grups de classes. Gèneres. Lleis de reciprocitat cúbica i biquadràtica. Exemples.
2. Teoria de cossos de classes: Cossos de nombres. Cossos quadràtics. Ordres. Cossos de classes de Hilbert. Teorema de densitat de Txebotarev. Solució de $p = x^2 + n y^2$ per a tot n .
3. Multiplicació complexa: Funcions el·líptiques. Corbes el·líptiques. Funció \wp de Weierstrass. La funció modular j . Polinomis modulars. Teoremes de Deuring i Gross-Zagier.

Coneixements previs necessaris

Àlgebra Abstracta.

Avaluació

Hi haurà un examen final i la possibilitat que els estudiants preparin treballs i/o exposin alguns temes a classe per complementar la nota d'aquest examen.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cohn, H.: *Introduction to the Construction of Class Fields*. Cambridge Univ. Press, 1994.
- Cox, D.A.: *Primes of the form $p = x^2 + n y^2$* . Wiley, 1989.
- Marcus, D.: *Number Fields*. Springer-Verlag, 1977.
- Prasolov, V.V.; Solovyev, Y.: *Elliptic Functions and Elliptic Integrals*. AMS, 1997.
- Scharlau, W.; Opolka, H.: *From Fermat to Minkowski*. Springer-Verlag, 1985.

Referències complementàries:

- Dickson, L.E.: *History of the Theory of Numbers*. Chelsea, 1969.
- Gauss, C.F.: *Disquisitiones Arithmeticae*. Soc. Cat. Mat., 1996.
- Gross, B.: *Arithmetic on Elliptic Curves with CM*. Springer-Verlag, LNM 776, 1980.
- Grosswald, E.: *Representations of Integers as Sums of Squares*. Springer, 1985.
- Silverman, J.: *Advanced topics in the arithmetic of elliptic curves*. Springer, 1994.

TEORIA DE SISTEMES LINEALS

CODI: 11862

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Ferran Puerta Sales

Altres professors: Josep Ferrer Llop, M. Dolors Magret Planas, Xavier Puerta Coll.

(Aquesta assignatura s'imparteix conjuntament amb l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona)

Objectius del curs

En aquest curs es pretén donar una visió global de la Teoria de Sistemes Lineals com a estudi qualitatiu dels models matemàtics dels sistemes físics. En especial de les propietats d'estabilitat, controlabilitat i observabilitat, així com la possibilitat de variar alguna d'aquestes propietats mitjançant realimentacions adequades.

Aquest estudi pot enfocar-se des de dos punts de vista: l'extern (entrada/sortida) i l'intern (variables d'estat). S'estudien ambdues descripcions i s'aborda així mateix el problema de la realització de sistemes lineals a partir de la matriu de transferència (relació entradasortida). L'assignatura finalitza amb una introducció a la teoria de mínims quadrats i la seva aplicació al problema del control optimal lineal.

Programa

1. CARACTERITZACIÓ DE SISTEMES

Sistemes dinàmics. Equilibri i linealització. Sistemes lineals continus. Sistemes discrets. Aplicacions.

2. ESTABILITAT

Teoria d'estabilitat de Lyapunov. Estabilitat de sistemes lineals invariants en el temps. Estabilitat BIBO.

3. CONTROLABILITAT I OBSERVABILITAT

Sistemes controlables. Sistemes observables. Sistemes no controlables: Subsistema controlable. Sistemes no observables: Subsistema controlable. Descomposició de Kalman. Dualitat. Aplicacions.

4. FORMES CANÒNIQUES

Forma diagonal i de Jordan. Forma canònica de controlabilitat. Forma canònica d'observabilitat. Aplicacions.

5. REALITZACIÓ

Realització controlable canònica. Realització observable canònica. Grau de Mac Millan. Realització minimal.

6. ESTIMACIÓ I DISSENY

Realimentació d'estat. Assignació de valors propis. Observadors.

7. LA TEORIA DE MÍNIMS QUADRATS

El problema del control òptim. L'equació de Ricatti. Solucions hermítiques definides positives.

Avaluació

A més de l'examen final es farà una prova parcial. Així mateix es valoraran els exercicis fets a classe i els treballs presentats.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Barnett, S.; Cameron, R.G. *Introduction to Mathematical Control Theory*. Ed. Clarendon Press, Oxford, 1985.
- Chen, Chi-Tsong. *Linear System Theory and Design*. Ed. Rinehart and Winston, 1984.
- Luenberger, D.G.. *Introduction to Dynamic Systems. Theory, Models and Applications*: Ed. John Wiley and Sons, 1979.
- Puerta, F. *Algebra Lineal i Geometria*. Edicions UPC, Barcelona, 1995.
- Szidarouszky, F.; Bahill, A.T. *Linear Systems Theory*. Ed. CRC Press, 1992.

Referències complementàries :

- Kailath, T. *Linear systems*. Ed. Prentice-Hall, 1980
- Klamka, J. *Controllability of Dynamical Systems*. Ed. Polish Scientific Publishers, 1991.
- Wiberg, D.M. *Espacio de estado y sistemas lineales*. Ed. McGraw-Hill, México, 1973.
- Wonham, W.M. *Linear Multivariable Control A Geometric Approach*. Ed. Springer-Verlag, 1985.
- Zabczyk, J. *Mathematical control theory: An introduction*. Ed. Birkhauser, 1992.

2n QUADRIMESTRE

ÀLGEBRA COMPUTACIONAL

CODI: 11876

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Antoni Montes Lozano

Altres professors: Josep M. Brunat Blay

Objectius del curs

L'objecte 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 tenint gran utilitat pràctica, no s'hagi abordat amb una nova perspectiva fins als anys seixanta, a partir de la introducció feta per Buchberger de les bases de Groebner. El nou enfocament també ha estat induït, en part, pel desenvolupament dels sistemes informàtics de computació algebraica, que fan factible la implementació dels algorismes.

Per abordar aquest estudi s'introdueixen conceptes bàsics d'Àlgebra Commutativa, si bé el curs està centrat en els mètodes computacionals.

Entre les aplicacions més destacades figuren la robòtica, la demostració automàtica de teoremes, o l'estudi de fluxos d'energia en les xarxes elèctriques. Els mètodes que s'estudien en aquest camp són un complement útil per a la geometria algebraica (per exemple, punts singulars de corbes) i per a la geometria computacional (demostració automàtica de teoremes geomètrics).

Programa

1. Geometria, Àlgebra i Algorismes. Anells, ideals, dominis Euclidiàns, PID's, anells Noetherians. Teorema de la base d'Hilbert. UFD's i factorització única a $k[x_1, \dots, x_n]$. Varietats afins: Varietat d'ideal i ideal de varietat. Correspondència ideals-varietats. Topologia de Zarisky. Descomposició d'una varietat en irreductibles. Parametrització de varietats afins.
2. Bases de Gröbner. 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 minimalis i reduïda. Determinació: algorisme de Buchberger. Primeres aplicacions. Millores de l'algorisme. Syzygies.
3. Teorema de l'eliminació. Teorema de l'extensió. Teorema de la clausura. Implicitació polinòmica i racional. Punts singulars i envolupants de corbes. Aplicacions. Resultants. Resultants generalitzades: teorema de l'extensió.
4. Àlgebra enfront de geometria. Hilbert Nullstellensatz. Ideals radicals. Intersecció d'ideals. GCD. Ideals maximals. Demostració del teorema de la clausura. Quocient d'ideals. Descomposició primària d'ideals.
5. Aplicacions. Robòtica. Demostració automàtica. Xarxes elèctriques.

Avaluació

Es fa un examen parcial i un de final. Hi ha també una part de pràctiques de laboratori, que té un pes aproximat d'un 15% en la nota.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Becker, Th.; Weispfenning, V. *Gröbner Bases a computational approach to commutative algebra*. Ed. Springer, New-York, 1993.
- Cox, D.; Little, J.; O'Shea, D. *Ideals, Varieties, and Algorithms*. Ed. Springer, New York, 1992.
- Cox, D.; Little, J.; O'Shea, D. *Using Algebraic Geometry*. Ed. Springer, New York, 1998.
- Eisenbud, D. *Commutative Algebra, with a View Toward Algebraic Geometry*. Ed. Springer, New York, 1996.
- Winkler, F. *Polynomial Algorithms in Computer Algebra*. Ed. Springer, Vienna, 1996. (Texts and Monographs in Symbolic Computation).

Referències complementàries:

- Akritas, A.G. *Elements of Computer Algebra with Applications*. Ed. John Wiley, 1989.
- Buchberger, B.; Collins, G.E.; Loos, R. (eds.) *Computer Algebra: Symbolic and Algebraic Computation*. Ed. Springer, New-York, 1983.
- Davenport, J.H.; Siret, Y.; Tournier, E. *Computer Algebra: systems and algorithms for algebraic computation*. Ed. Academic Press, 1988.
- Geddes, K.O.; Czapor, S.R.; Labahn, G. *Algorithms for Computer Algebra*. Ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992.
- Naudin, P.; Quitté, C. *Algorithmique Algébrique*. Ed. Masson, París 1992.

Altres referències:

- En preparació: A. Montes. *Apunts d'Àlgebra Computacional*.

AMPLIACIÓ D'ANÀLISI

CODI: 11865

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Joan Solà-Morales Rubió

Altres professors: Jaume Haro Cases

Objectius del curs

Es tracta d'un curs d'Anàlisi Harmònica, en què s'estudia la teoria matemàtica de la transformada de Fourier i les seves propietats per a les classes més típiques de funcions i de distribucions. Per això s'utilitzen la metodologia de l'Anàlisi Funcional i els espais de funcions integrables de Lebesgue. També es dona una introducció a la Teoria de Distribucions. Les distribucions temperades són en cert sentit l'eina matemàtica última a la qual es dirigeix el curs, que permet d'unificar en un únic concepte el tractament de les sèries i de les transformades integrals de Fourier. La presentació està pensada per aplicar-la a problemes de tractament del senyal, d'equacions diferencials i de mecànica quàntica.

Programa

- 1. Sèries de Fourier.**
Repàs de sèries de Fourier. Sèries de Fourier per a funcions de quadrat integrable. Igualtat de Parseval.
- 2. Transformada de Fourier i convolució de funcions.**
Transformada de Fourier i transformada inversa per a funcions integrables i de la classe de Schwartz. Convolució, derivació i regularització. Transformada de Fourier-Plancherel. Convolució i transformada de Fourier. Transformada discreta. Filtres analògics.
- 3. Transformada de Fourier i Mecànica Quàntica.**
Equació de Schrödinger. Casos en dimensió \mathbb{R}^n . Interpretació de la funció d'ona. Relació d'incertesa.
- 4. Distribucions i transformada de Fourier.**
Funcions de prova. Operacions amb distribucions. Convergència de distribucions. Distribucions temperades. Distribucions a suport compacte. Convolució. Filtres i distribucions.
- 5. Mostreig.**
Distribucions periòdiques. Mostreig i fórmula de Poisson. Fórmula de Shannon.

Coneixements previs necessaris

Anàlisi Real i Anàlisi Funcional (almenys ha de ser cursat al mateix temps).

Avaluació

Hi haurà una qualificació de les classes de problemes, proves parcials i un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Gasquet, C. Witomski,P. *Analyse de Fourier et Applications*. Paris: Masson, 1990.
- Körner, T.W. *Fourier Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- Messiah, A. *Mecánica Cuántica (Vols. I i II)*. Ed. Tecnos, Madrid, 1973.
- Morita, K. *Applied Fourier transform*. Ohmsha Ltd., Tokyo; IOS Press, Amsterdam, 1995. (ISBN: 4-274-12969-1).
- Serra, I.; Vilanova,R. *Introducció al tractament del Senyal*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1999.

Referències complementàries:

- Bracewell, R. *The Fourier Transform and its Applications*. New York: Mc.Graw-Hill, 1986.
- Cartwright, Mark. *Fourier methods for mathematicians, scientists and engineers*. Ellis Horwood Series: Mathematics and its Applications. Ellis Horwood, New York, 1990.
- de Figueiredo, Djairo Guedes. *Análise de Fourier e equações diferenciais parciais*. Projeto Euclides, 5. Instituto de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 1977.
- Mallat, S. *A Wavelet Tour of Signal Processing*. Academic Press, San Diego, 1998.
- Reinhard, H. *Cours de mathématiques du signal*. Dunod, Paris, 1986.

AMPLIACIÓ DE GEOMETRIA

CODI: 11284

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Miguel Ángel Barja Yáñez

Altres professors: Jaume Amorós Torrent

Objectius del curs

Aquesta assignatura té un doble objectiu. En primer lloc es vol mostrar als estudiants com les idees bàsiques d'Àlgebra, Topologia i Anàlisi Complexa desenvolupades en cursos anteriors s'encaixen en l'estudi d'un tema rellevant de les matemàtiques: les corbes algebraiques.

D'altra banda el curs vol ser una introducció als problemes i resultats que estudia la geometria algebraica, amb la il·lustració de les interconnexions amb altres branques de les matemàtiques. Aquí l'objectiu és, coincidint amb el primer aspecte esmentat, mostrar quina mena de problemes es plantegen utilitzant les tècniques al nostre abast per a la seva resolució, i no desenvolupant més tècniques específiques que les més elementals.

Programa

1. Corbes algebraiques planes. Corbes afins. Components irreductibles. El Nullstellensatz. Corbes projectives, completació projectiva d'una corba afí. Punts simples i punts singulars. Multiplicitat d'un punt. Canvis de coordenades.
2. Teoremes de Bézout i de Max Noether. Resultant de dos polinomis. Multiplicitat d'intersecció. Caracterització de la multiplicitat d'intersecció. El teorema de Bézout. Sistemes lineals. Còniques. Cúbiques, punts d'inflexió, equació de Legendre. El Teorema $Af+B\square$ de Max Noether. Llei de grup de la cúbica llisa. Les fórmules de Plücker.
3. Introducció a les superfícies de Riemann. Definició de superfície de Riemann. Exemple: els tors complexos. Funcions holomorfes. Funcions meromorfes com a morfismes a P^1 . Fórmula de Riemann-Hurwitz. Formes holomorfes i meromorfes. Teorema dels residus.
4. Superfícies de Riemann i corbes algebraiques. Connexió d'una corba plana irreductible. Normalització d'una corba plana. El teorema de normalització. Blow-up. Transformacions de Cremona. Fórmula del gènere. Funció P de Weierstrass. Tors complexos i cúbiques planes.
5. El teorema de Riemann-Roch. Divisors. Divisor associat a una funció meromorfa. Els espais $L(D)$. Divisor canònic. Dimensió de l'espai de formes holomorfes. El teorema de Riemann-Roch. Primeres aplicacions.
6. Aplicacions del Teorema de Riemann-Roch. Representació de corbes de gènere 1 com a cúbiques planes. Tors complexos i corbes planes, cos de funcions meromorfes sobre un tor complex. El teorema d'Abel per a les corbes de gènere 1. Cos de funcions meromorfes d'una superfície de Riemann. Diccionari entre corbes algebraiques, superfícies de Riemann i cossos de funcions. Corbes hiperel·líptiques. Submergiment canònic.

Coneixements previs necessaris

Àlgebra, Topologia i Variable Complexa.

Avaluació

L'avaluació es farà per mitjà d'una prova escrita i l'elaboració i exposició de dos problemes guiats en sessions extraordinàries durant el curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Brieskorn, E.; Knörrer, H. *Plane algebraic curves*. Ed. Birkhauser, Boston, 1986.
- Forster, O. *Lectures on Riemann Surfaces*. Ed. Springer Verlag, New York:, 1981.
- Griffiths, P. *Introduction to algebraic curves*. Ed. Amer. Math. Soc., 1989.
- Kirwan, F. *Complex algebraic curves*. Ed. Oxford U.P., 1992.
- Miranda, R. *Algebraic curves and Riemann Surfaces*. Ed. Amer.Math.Soc., 1995.

Referències complementàries:

- Arbarello, E.; Cornalba, M.; Griffiths, P.; Harris, J. *Geometry of algebraic curves*. Ed. Springer Verlag, New York, 1985.
- Farkas, H.; Kra, I. *Riemann surfaces*. Ed. Springer Verlag, New York, 1992.
- Fulton, W. *Algebraic curves. An introduction to algebraic geometry*. Ed. Addison-Wesley, Redwood City, 1989.
- Namba, M. *Geometry of projective algebraic curves*. Ed. Marcel Dekker, New York, 1984.
- Shafarevich, I. *Basic Algebraic Geometry* .2 vol. Ed. Springer Verlag, Berlin, 1994.

ANÀLISI DE SÈRIES TEMPORALS I PREVISIÓ

CODI: 12811

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professora coordinadora: M. Pilar Muñoz Gràcia

Altres professors: Manuel Martí Recober, Josep Anton Sanchez Espigares

Objectius del curs

L'objectiu del curs és que l'estudiant conegui la sistemàtica per al tractament i l'anàlisi de sèries temporals, destacant la importància de les previsions, els fonaments teòrics i la metodologia per a la realització d'aquestes previsions, quan es disposa d'observacions de successions de variables aleatòries que no són independents entre si.

Al finalitzar el curs l'estudiant ha de comprendre les tècniques de predicció recursiva basades en les innovacions, la utilització de la funció de versemblança, i el criteri d'Akaike aplicat a la inferència, i també el comportament asimptòtic dels estimadors de màxim versemblança dels coeficients dels models ARMA univariants, utilitzant la metodologia Box-Jenkins.

L'estudiant ha de saber identificar en quines situacions convé aplicar la identificació automàtica de sèries temporals, i també la detecció i el tractament de dades atípiques.

Al llarg de l'assignatura han d'adquirir els coneixements que permetin introduir el tractament de les sèries temporals multivariants.

Programa

1. Metodologia Box-Jenkins. Processos estacionaris: models ARMA, propietats. Estimació de models ARMA: estimació preliminar i estimació de màxima versemblança. Previsió de models ARMA: error quadràtic mitjà. Processos no estacionaris: models ARIMA. Processos estacionaris: models SARIMA, previsió de models SARIMA.
2. Models d'espai d'estat: el filtre de Kalman. Representació en espai d'estat dels models ARMA i ARIMA. Algorismes d'estimació.
3. Identificació automàtica. Funció d'autocorrelació inversa. Tractament de la variabilitat no constant. Estimació d'arrels en el cercle unitat. Algorisme de Hannan i Rissanen.
4. Detecció automàtica de dades atípiques. Tractament d'observacions mancants. Estimació dels efectes dels dies laborables i pasqua.
5. Regressió dinàmica: Funció de transferència. Introducció als processos multivariants.

Paquets estadístics

- * SAS
- * TRAMO/SEATS
- * SPSS
- * S-Plus

Coneixements previs necessaris

Inferència Estadística.

Avaluació

La part pràctica inclou el lliurament d'exercicis resolts per l'estudiant i de respostes a qüestionaris durant les sessions al laboratori. La part teòrica inclou la realització d'exàmens parcials i examen final. Quantitativament, la part pràctica suposa el 35% de la nota final i la part teòrica el 65% de la nota final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Aoki, M.: *State space modelling of time series*. 2nd edition. Springer, 1990.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A.: *Time series: Theory and methods*. Springer-Verlag, 1991.
- Pankratz A.: *Forecasting With Dynamic Regression Models*. John Wiley, 1991.
- Peña, D.; Tiao, G.C.; Tsay, S.: *A Course in Time Series Analysis*. John Wiley, 2001.
- Tanizaki, H.: *Nonlinear filters: estimation and applications*. Springer, 1996

Referències complementàries:

- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel G.C.: *Time series analysis: Forecasting and control*. 3rd edition. Prentice-Hall, 1994.
- Durbin, J.: *Time Series Analysis Based on State Space Modelling for Gaussian and Non-Gaussian Observations*. Oxford University Press. RSS Lecture Notes Series, 1996.
- Eaton, M.: *Multivariate Statistics, a vector Space Approach*. Wiley, 1983.
- Espasa, A.; Cancelo, J.R.: *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*. Alianza Editorial, 1993.
- Pankratz A.: *Forecasting With Univariate Box-Jenkins Models: Concepts and Cases*. John Wiley, 1983.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos. Vol. 2. Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos, 1991.

ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELEST

CODI: 11878

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep Masdemont Soler

Altres Professors: Mercè Ollé Torner

Objectius del curs

Aquest curs és una introducció a la Mecànica Celeste, en sintonia amb matèries afins, com la Mecànica Racional i la Teoria Qualitativa d'Equacions Diferencials Ordinàries. Es presenten les eines bàsiques que permeten estudiar els problemes fonamentals del moviment de diversos cossos. Es posa un èmfasi especial en les aplicacions, i així s'introdueixen diverses qüestions d'astrodinàmica, com la determinació d'òrbites keplerianes, les transferències entre òrbites i l'estudi del moviment dels satèl·lits artificials.

Programa

1. El problema de dos cossos

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 d'òrbites: Hohmann, biparabòliques i bi-el·líptiques. Transferències entre òrbites el·líptiques.

2. El problema de n cossos

Formulació del problema. Equacions del moviment 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.

3. El problema restringit de tres cossos

Deducció de les equacions del moviment. La integral de Jacobi. Les regions de Hill i la corba 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 Lyapunov. Famílies d'òrbites periòdiques en el problema restringit.

Altres problemes restringits: el problema de Hill, el problema espacial i el problema el·líptic.

4. El moviment d'un satèl·lit artificial

El moviment el·líptic pertorbat. Equacions de Gauss i de Lagrange per als elements pertorbats. Transformació de les equacions en el cas d'excentricitat i inclinació petites.

Satèl·lits artificials. 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 . Inclinació crítica. Llibració del perigeu en les proximitats de la inclinació crítica.

Altres pertorbacions del moviment: pertorbacions lunisolars, frenada atmosfèrica i pressió de radiació.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1, 2 i 3. Física General, Àlgebra Lineal, Geometria, Mètodes Numèrics 1, Equacions Diferencials 1, Anàlisi Real.

Avaluació

L'avaluació es farà per mitjà d'una prova escrita que contindrà qüestions teòriques i problemes. També tindran una especial importància els treballs pràctics que es desenvoluparan individualment o en grups reduïts durant el curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Danby, J.M.A. *Fundamentals of Celestial Mechanics*. Willmann-Bell, 1989.
- Escobal, P.R. *Methods of Orbit Determination*. R.E. Krieger Pub. Co., 1985.
- Pollard, H. *Celestial Mechanics*. Math. Assoc. Am., Buffalo, New York, 1976. Carus Mathematical Monographs, 18.
- Roy, A.E. *Orbital Motion*. Adam Hilger Ltd., 1982.
- Szebehely, V. *Theory of Orbits*. Academic Press, New York, 1967.

Referències complementàries:

- Bate, R.R.; Mueller, D.D.; White, J.E. *Fundamentals of Astrodynamics*. Dover, 1971.
- Escobal, P.R. *Methods of Astrodynamics*. John Wiley and Sons, 1969.
- Moulton, F.R. *An Introduction to Celestial Mechanics*. Dover, New York, 1970.
- Siegel, C.; Moser, J. *Lectures on Celestial Mechanics*. Springer-Verlag, 1971.
- Stiefel, E.L.; Scheifele, G. *Linear and Regular Celestial Mechanics*. Springer, 1971.

CALCULABILITAT

CODI: 11866

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: José Luis Balcázar Navarro

Altres professors: Carme Àlvarez i Faura

Objectius del curs

Estudiar les limitacions matemàtiques dels algorismes, mitjançant la identificació precisa dels problemes que admeten solució algorítmica. Desenvolupar eines que permetin la classificació de problemes en resolubles o insolubles, i classificar els insolubles d'acord amb el seu grau d'insolubilitat. Mostrar aplicacions dels conceptes clau de la Calculabilitat a altres camps.

Programa

1. Autòmats finits i amb pila, gramàtiques, màquines simbòliques: la jerarquia de Chomsky. Codificació de tuples. Composició i minimització: les funcions recursives parcials. Propietats: tancament per quantificació afitada i per recursió primitiva. Càlcul relatiu.
2. El predicat de Kleene. Programes universals. Teoremes de parametrització i recursió: variants. Les projeccions de Futamura i el teorema de traducció: el principi de Church-Turing. Teorema d'isomorfia de Rogers. Codi RISC.
3. Decidibilitat i enumerabilitat. Indecidibilitat del problema de parada. Teoremes de Rice i de Rice-Shapiro. Conjunts productius i creatius.
4. Reduïbilitats, graus d'insolubilitat: La jerarquia aritmètica: classificació de Tarski-Kuratowski. Reduïbilitat m , reduïbilitat 1, isomorfia recursiva: teoremes de Myhill.
5. Aplicacions. El 10è problema de Hilbert. Lògica: teoremes d'incompletesa de Gödel, teorema de Tarski. Caracteritzacions de la jerarquia aritmètica i dels conjunts creatius. Complexitat estructural: les classes P i NP, problemes NP-complets. Complexitat de Kolmogorov.

Avaluació

Aportacions per escrit a les classes de problemes, fins a un màxim de 6 punts. Examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cutland, N.J. *Computability: an Introduction to Recursive Function Theory*. Cambridge University Press, 1980 (0-521-29465-7).
- Kfoury, A.J.; Moll, R.N.; Arbib, M.A. *A Programming Approach to Computability*. Springer-Verlag, 1982 (3-540-90743-2).
- Rogers, H. *Theory of Recursive Functions and Effective Computability*. 2^a ed. McGraw-Hill/MIT Press, 1993.
- Smith, C.H. *A recursive introduction to the theory of computation*. Springer-Verlag, 1994.
- Soare, R.I. *Recursively Enumerable sets and Degrees*. Springer-Verlag, 1987 (3-540-15299-7).

Referències complementàries:

- Autebert, J.-M. *Calculabilité et décidabilité: une introduction*. Masson, 1992 (2-225-82632-3).
- Dunne, P. *Computability Theory: Concepts and Applications*. Ellis Horwood, 1991 (13-159484-2).
- Jones, N.D. *Computability and Complexity*. Mitpress, 1997, (026210064-9).
- Rayward-Smith, V.J. *A First Course in Computability*. Blackwell Scientific Publications, 1986 (0-632-01307-9).
- Rozenberg, G.; Salomaa, A. *Cornerstones of Undecidability*. Prentice-Hall, 1994 (13-297425-8).

COMBINATÒRIA

CODI: 11867

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Oriol Serra Albó

Altres professors: Marc Noy Serrano

Objectius del curs

El curs vol cobrir dos aspectes bàsics de la combinatòria: tècniques d'enumeració i estudi d'estructures combinatòries. Pel que fa al primer, es tracta tant d'adquirir maduresa en l'ús de tècniques d'enumeració com de conèixer algunes de les famílies clàssiques de nombres combinatoris. Pel que fa al segon, es tractaran aspectes combinatoris relatius a conjunts parcialment ordenats, geometries finites, dissenys combinatoris i quadrats llatins.

Programa

1. Combinatòria enumerativa bàsica: Combinacions i Permutacions. Coeficients binomials i multinomials. Principi d'inclusió-exclusió. Particions d'enters i particions de conjunts. Cicles en permutacions.
2. Equacions de recurrència i funcions generadores: Equacions de recurrència lineals. El mètode simbòlic. Funcions generadores ordinàries i exponencials. Inversió de Lagrange. Funcions generadores multivariades.
3. Conjunts parcialment ordenats: Teorema de Dilworth. Lema de Sperner. Teorema d'Erdős-Ko-Rado. Teorema de Kruskal-Katona.
4. Geometries finites: Espais lineals. Teorema de Bruijn-Erdős. Plans projectius. Teorema de Bruck-Ryser. Coeficients de Gauss. Geometries parcials. Quadrangles i exàgons generalitzats.
5. Dissenys combinatoris: Propietats bàsiques. Dissenys quadrats. Teorema de Bruck-Ryser-Chowla. Dissenys de Hadamard. Sistemes de Steiner. Conjunts de diferències. Teorema de Singer.
6. Quadrats llatins: Permanents. Enumeració de quadrats llatins. Quadrats llatins ortogonals. Teorema de Mac Neish. Conjectura d'Euler.

Coneixements previs necessaris

Càlcul 1, Àlgebra, Teoria de Grafs.

Avaluació

Es farà una prova a meitat de curs i un examen final. Es consideraran valoracions complementàries per mitjà d'activitats relacionades amb les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cameron, P. *Combinatorics topics, techniques, algorithms*, Cambridge University Press, 1994.
- Hall, M. *Combinatorial Theory*. 2^a ed. John Wiley and sons, 1986.
- Lint, J.H. van; Wilson, R.M. *A Course in Combinatorics*. 2^a ed. Cambridge University Press, 1992.
- Matousek, J. Nešetřil, J. *An Invitation to Discrete Mathematics*, Oxford University Press, 1998.
- Stanley, R. *Enumerative Combinatorics*. Vol. 2 Cambridge University Press, 1999.

Referències complementàries:

- Biggs, N.L. *Matemàtica discreta*. Ed. Vicens Vives, 1994.
- Comellas, F; Fàbrega, J; Sànchez, A; Serra, O. *Matemàtica discreta*. Edicions UPC, 1994.
- Lovasz, L.; Graham, R.L.; Grötschel, M. *Handbook of Combinatorics*. Ed. North-Holland, 1995.
- Stanton, D.; White, D. *Constructive Combinatorics*. Ed. Springer-Verlag, 1986.
- Wilf, H.: *Generating Functionology*. Ed. Academic Press, 1990.

CRIPTOGRAFIA

CODI: 11868

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Anna Rio

Altres professors: Josep González Rovira

Objectius del curs

La Criptografia estudia els aspectes de la comunicació relacionats amb la privacitat i la seguretat. Encara que es tracta d'una disciplina amb molta història, la introducció de la idea de clau pública al final dels anys setanta representa una revolució de les tècniques criptogràfiques, sobretot pel que fa a la necessitat de noves eines matemàtiques.

El curs pretén donar una visió general dels conceptes i mètodes de la criptografia clàssica (part 1 del Programa) i estudiar amb detall els sistemes criptogràfics de clau pública (part 4). Per entendre bé el funcionament d'aquests sistemes i saber avaluar-ne la seguretat es requereixen alguns coneixements de teoria de nombres, especialment l'estudi d'algorismes per resoldre determinats problemes (parts 2 i 3).

Programa

1. Criptografia de clau secreta.

Conceptes bàsics. Substitució monoalfabètica i polialfabètica. Transposició.
Criptosistemes clàssics: Cèsar, Vigenère, Vernam, Enigma, etc.
Teoria de Shannon. Seguretat perfecta, distància d'unicitat.
L'Advanced Encryption Standard.

2. Aritmètica computacional.

Aspectes computacionals dels grups abelians. Exponenciació, extracció d'arrels i logaritme discret. Càlcul d'ordres.
Residus quadràtics. Llei de reciprocitat quadràtica. Símbols de Legendre i de Jacobi. Extracció d'arrels als cossos finits.
El problema del logaritme discret als cossos finits.
Corbes el·líptiques. Equacions de Weierstrass en característica positiva. Estructura del grup de punts sobre un cos finit: Teoremes de Hasse i Deuring.
Algorisme de Shanks.

3. Primalitat i factorització.

Distribució dels nombres primers. Teorema del nombre primer. Teorema de Dirichlet de la progressió aritmètica. Hipòtesi de Riemann generalitzada.
Primalitat. Criteris de no-primalitat probabilístics. Criteris de primalitat: sumes de Gauss i corbes el·líptiques. Certificats de primalitat.
Mètodes clàssics de factorització: rho de Pollard, mètode p-1 i variants.
Mètodes de factorització subexponencials: Garbell quadràtic, corbes el·líptiques, garbell del cos de nombres.

4. Criptografia de clau pública.

La idea de Diffie i Hellman. Funcions unidireccionals. Portes trampa.

Aplicacions del logaritme discret: Distribució pública de claus, xifratge, criptografia sense clau.

Comparació dels problemes del logaritme discret i la factorització. Variants amb corbes el·líptiques.

Criptosistema RSA. Modes d'operació i aplicacions. Variants amb corbes el·líptiques.

Protocols criptogràfics. *Passwords*, funcions de *hash*, signatures digitals, autenticació, secrets compartits, tirades de daus.

Coneixements previs necessaris

Les assignatures obligatòries de la Llicenciatura de Matemàtiques.

Avaluació

L'avaluació consistirà en la realització d'algunes proves al llarg del curs així com la realització d'algun treball.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cohen, H.: *A Course in Computational Algebraic Number Theory*. Springer-Verlag, 1993.
- Koblitz, N.: *A Course in Number Theory and Cryptography*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1994.
- Schneier, B.: *Applied Cryptography. Protocols, Algorithms, and Source Code in C*. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc. 1996.
- Stinson, D.R.: *Cryptography. Theory and Practice*. CRC Press, 1995.
- Yan. S.Y.: *Number Theory for Computing*, Springer Verlag, 2000.

Referències complementàries:

- Menezes, A.J.; van Oorsschot, P.C.; Vanstone, S.A.: *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press, 1997.
- Kahn, D.: *The Codebreakers. The story of secret writing*. Macmillan, 1967.
- Kranakis, E.: *Primality and Cryptography*. Wiley-Teubner Series in Computer Science, 1986.
- Pomerance, C. (Ed.): *Cryptology and Computational Number Theory*. AMS Short Course series núm. 42, 1990.
- Shannon, C.: *Communication Theory of Secrecy Systems*. Bell Syst. Tech. J., vol. 28, pp.656-715, 1949.

HISTÒRIA DE LA MATEMÀTICA

CODI: 12802

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Eduard Recasens Gallart

Objectius del curs

Explorant el passat de les matemàtiques descobrim com han sorgit els conceptes, teoremes, mètodes i axiomàtiques que avui trobem exposats en els textos en una concepció i un ordre no necessàriament històrics. Descobrim també les persones que hi ha darrere els teoremes: la seva època, les seves motivacions, la seva inserció social...

En aquesta assignatura es vol esbrinar quines matemàtiques feien els matemàtics que ens han precedit, quins problemes volien resoldre, d'on sorgien aquests problemes i fins a quin punt els resolgueren. ¿Eren problemes que venien plantejats des de fora de la matemàtica o bé eren interns a ella mateixa? Quina metodologia seguien per resoldre'ls? Què ha quedat de tot allò?

Programa

TEORIA

En aquesta part es pretén donar una visió panoràmica de l'evolució de la matemàtica des dels seus inicis fins a la primera meitat del segle XX seguint els següents punts de referència:

1. La matemàtica a les civilitzacions egípcia i babilònica.
2. La geometria grega.
3. Els inicis de l'àlgebra.
4. Trigonometria i logaritmes.
5. La recuperació dels clàssics grecs al Renaixement.
6. El naixement del càlcul infinitesimal (segle XVII).
7. Cap a la formulació matemàtica de les lleis físiques.
8. Les matemàtiques en el període de la Revolució Francesa.
9. El segle XIX.
10. La primera meitat del segle XX: noves tendències.

PRÀCTIQUES

Treballs de temes monogràfics relacionats amb les assignatures de primer cicle i que s'escolliran de comú acord.

Coneixements previs necessaris

Geometria, Àlgebra Lineal, Càlcul 1, Càlcul 2 i Càlcul 3.

Avaluació

Valoració dels treballs monogràfics presentats pels alumnes al llarg del curs més una prova de coneixements.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Arquimedes. *Mètode*. Fundació Bernat Metge. Barcelona. 1997
- Bashmakova Isabella and Smirnova Galina *The Beginnings and Evolution of Algebra*. The Mathematical Association of America. 1999
- Burton, David M. *The History of Mathematics*. Ed. Mc Graw Hill Companies, 1998.
- Corry Leo. *Modern Algebra and the Rise of Mathematical Structures*. Birkhäuser Verlag: Basilea 1996
- Edwards, Jr. C.H. *The Historical Development of the Calculus*. Springer-Verlag 1979

Referències complementàries:

- Bottazzini Umberto. *Il Flauto di Hilbert*. UTET Libreria 1990 Torino
- Fraser Craig G. *Calculus and Analytical Mechanics in the Age of Enlightenment* Variorum Collected Studies Series 1997.
- Laugwitz Detlef (Translated by Abe Shenitzer). *Bernhard Riemann. Turning Points in the Conception of Mathematics*. Birkhäuser 1999.
- Editors: Chikara Sasaki, Mitsuo Sugiura, Dauben Joseph W *The Intersection of History and Mathematics..* Birkhäuser 1994.
- Zinner Ernst. *Regiomontanus: His life and work*. North Holland 1998.

MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA

CODI: 11871

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Antonio Rodríguez Ferran

Altres professors: Sonia Fernández Méndez, Agustí Pérez Foguet

Objectius del curs

El curs té un doble objectiu. El primer objectiu és tractar dos temes avançats en el camp dels mètodes numèrics en enginyeria: els sistemes no lineals d'equacions i la dinàmica de fluids. És dona una perspectiva general de les tècniques numèriques de resolució de sistemes d'equacions algebraïques no lineals, associats a la discretització d'EDP no lineals, per una banda, i dels mètodes d'elements finits que s'utilitzen en problemes de fluids, per una altra.

El segon objectiu, de caire més general, és il·lustrar, a partir de casos pràctics, el paper cada cop més important de l'enginyeria computacional en les diverses branques de l'enginyeria i de les ciències. Per fer-ho, es treballarà amb una gran varietat de problemes: mecànica lineal i no lineal de sòlids, dinàmica de fluids, fenòmens de convecció-difusió, ones, electromagnetisme, etc.

Les sessions pràctiques se centraran en discutir les possibilitats dels mètodes numèrics en aplicacions reals –fent servir programes comercials– i, sobretot, en l'anàlisi dels resultats, més que no pas en aspectes de programació.

Programa

1. Introducció als sistemes no lineals d'equacions.
2. Solució de sistemes no lineals d'equacions. Introducció i orígens dels problemes no lineals. Mètodes de punt fix: existència i unicitat de solució, mètode de Picard. Mètode de Newton-Raphson. Plantejament incremental/iteratiu. Variants del mètode de Newton-Raphson: Newton-Raphson modificat, Whittaker. Mètodes quasi-Newton, introducció i classificació, mètode de Broyden directe i invers, altres mètodes de rang 1, mètodes de rang 2: DFP i BFGS, anàlisi comparativa. Mètodes quasi-Newton per a problemes amb estructura especial. Estudi de la convergència dels mètodes de Newton-Raphson i quasi-Newton. Mètodes Newton-secant, motivació i definició, mètodes més utilitzats. Criteris de convergència. Acceleracions de convergència. Mètodes de continuació.
3. Mètodes d'elements finits per dinàmica de fluids. Problemes de transport estacionaris i transitoris. Problemes de flux compressible. Problemes de convecció-difusió transitoris. Flux viscosos incompressible.
4. Aplicacions en enginyeria computacional. Mecànics de sòlids: anàlisi estàtica/dinàmica; anàlisi lineal/no lineal. Dinàmica de fluids. Problemes d'ones. Electromagnetisme.

Coneixements previs necessaris

Mètodes Numèrics 2.

Avaluació

La nota final estarà determinada per l'examen i les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Crisfield, M.A. *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Volume 1 : Essentials*. Wiley, 1991.
- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Prentice-Hall, 1983.
- Morton, K.W. *Numerical Solution of Convection-Diffusion Problems*, Chapman & Hall, 1996.
- Ortega, J.M.; Rheinboldt, W. *Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables*. Academic Press, 1970.
- Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L. *The Finite Element Method. Volume 2: Solid Mechanics. Volume 3: Fluid Dynamics*. Butterworth Heinemann, 2000.

Referències complementàries:

- Bathe, K.J. *Finite Element Procedures*, Prentice-Hall, 1996.
- Belytschko, T.; Liu, W.K.; Moran, B. *Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures*, Wiley, 2000.
- Donea, J.; Huerta, A. *Finite Element Methods for Flow Problems*. Wiley, 2001.
- Kelley, C.T. *Iterative Methods for Linear and Nonlinear Equations, Frontiers in Applied Mathematics*. SIAM, 1995.
- Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L. *The Finite Element Method. Volume 1: The Basis*. Butterworth Heinemann, 2000.

OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 1

CODI: 11879

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Narcís Nabona Francisco

Altres professors: Lúdia Montero Mercadé

Objectius del curs

- Presentar les bases teòriques dels principals algorismes d'Optimització Contínua i les seves eines de resolució de problemes d'alta dimensionalitat.
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprensió d'una part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional amb programes preparats per resoldre problemes escollits.
- Adquisició de pràctica en l'ús de les eines professionals de l'Optimització Contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'Optimització Contínua.

Programa

1. Conceptes de convergència global i local. Direcció de descens i derivada direccional. Taxa i ordre de convergència. Fita superior a la taxa de convergència del mètode del gradient.
2. Introducció a l'esparsitat: Emmagatzematge espars d'un vector i una matriu. Ubicadors i accessibilitat. Producte matriu per vector. Matrius simètriques esparses i graf equivalent. Triangulació en matrius esparses i modificació d'ubicadors. Reordenacions.
3. Mètodes de direccions conjugades: Direccions Q-conjugades, propietats i generació. Minimització d'una funció quadràtica. Teorema del subespai expansiu. Algorisme i teorema del gradient conjugat. El gradient conjugat com a procés òptim: teoremes 1 i 2. Solució aproximada de sistemes d'equacions amb matriu de coeficients simètrica i definida positiva. Aplicació de l'esparsitat. Mètode del gradient conjugat parcial.
4. Mètode de Newton: Propietat de la família d'algorismes $X_{k+1}=X_k-\alpha MG_k$. El mètode de Newton. Convergència local i convergència global. Modificació de Luenberger. Triangulació de Gill-Murray. Modificació de Dennis-Schnabel. Aplicació de l'esparsitat.
5. Factoritzacions ortogonals i mínims quadrats: Propietats de les matrius de Householder. Factoritzacions QR i LQ. Cas de rang incomplet. Submatrius Y i Z de la matriu Q; subespai de rang i subespai nul. Mínims quadrats lineals i interpretació geomètrica. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Rang incomplet en columnes, factorització ortogonal completa i solució de norma mínima. Mínims quadrats qualssevol. Mètode de Gauss-Newton. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Esparsitat en la factorització QR o LQ.
6. Minimització amb constriccions lineals d'igualtat: Reducció de la dimensionalitat per les constriccions lineals d'igualtat. Procediments d'obtenció d'un punt inicial factible. Obtenció de la matriu Z per factorització LQ i pel mètode de reducció de variable. Algorisme general. Gradient projectat i mètode del gradient. Hessiana projectada i mètode de Newton. Aplicació de l'algorisme del gradient conjugat. Programació quadràtica. Estimacions dels multiplicadors de Lagrange de 1r i 2n ordre.
7. Minimització amb constriccions lineals de desigualtat: Mètode del conjunt actiu. Actualitzacions de la matriu Z quan s'hi afegeixen i es descarten constriccions. Actualitzacions de l'hessiana projectada quan es descarta una constricció. Programació quadràtica definida positiva. Minimització subjecta a fites simples de les variables.
8. Algorisme de Murtagh-Saunders: Constriccions lineals d'igualtat i fites simples. Procediment de Murtagh-Saunders. Variables superbàsiques. Algorisme general. El mètode del símplex.

9. Introducció als Mètodes de Punt Interior: Requeriments matemàtics. Escalat afí primal. Determinació del pas. Punt factible interior. Criteri d'acabament. Relació amb el símplex. Algorisme de l'escalat afí primal. Escalat afí dual. Algorisme.
10. El mètode del gradient reduït generalitzat. Aplicació a un problema amb constriccions lineals d'igualtat i variables fitades. Variables dependents i independents. Aplicació a problemes amb constriccions qualssevol. Retorn a la hipersuperfície de les constriccions.

Pràctiques

Es realitzaran pràctiques consistents en la utilització de programes i paquets ja desenvolupats.. S'explicarà i s'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions, i un problema real d'optimització amb constriccions lineals.

Coneixements previs necessaris

Investigació Operativa.

Avaluació

Hi haurà dos exàmens de teoria i problemes (70% de la nota) i pràctiques computacionals (30% de la nota).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bertsekas, D.P.: *Nonlinear Programming*. 2a edició. Belmont, MA, USA: Athena Scientific, 1999.
- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B.: *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Prentice Hall, 1983.
- Duff, I.S. et alt.: *Direct Methods for Sparse Matrices*. Oxford Clarendon Press, 1989.
- Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M.H.: *Practical Optimization*. Academic Press, 1981.
- Luenberger, D.G.: *Linear and Nonlinear Programming*. Addison-Wesley, 1984.

Referències complementàries:

- Arbel, A.: *Exploring interior-point linear programming algorithms and software*. The MIT Press, 1993.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. 2nd edition. John Wiley & Sons, 1987.
- Gill, P.E. et alt.: *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Addison-Wesley, 1991.
- Golub, G.H.; Van Loan, C.F.: *Matrix Computations*. 3rd edition. Hopkins University Press, 1996.
- Vanderbei, R.J.: *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Ed. Kluwer Academic, 1996.

Altres referències:

- Nabona, N.: *Notes sobre Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000
- Nabona, N., Heredia, F.J. : *Problemes d'Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000.
- Nabona, N., Montero, L., Rossell, F : *Pràctiques d'Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000.

SIMULACIÓ

CODI: 11873

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugada

Altres professors: Jaume L. Ferrer Cerdà

Objectius del curs

Aquesta assignatura vol introduir l'alumne en els conceptes de la simulació com a eina de la Investigació Operativa per al tractament de models matemàtics en els quals intervé la incertesa. S'introdueixen les metodologies pròpies de la simulació per al disseny i la manipulació dels models esmentats i es proporcionen a l'alumne les eines necessàries per a la construcció de models complexos de simulació, i la utilització de llenguatges estàndard per al seu tractament, en els camps de la simulació de sistemes discrets i continus. Es posarà un èmfasi especial en els temes de mostreig, disseny d'experiments i anàlisi de resultats de la simulació.

Programa

1. Introducció a la Simulació: Sistemes i Models, tipus de simulació: simulació discreta i simulació contínua. Metodologia de la construcció de models de simulació.
2. Conceptes bàsics de Simulació de Sistemes Continus. Aplicacions i exemples.
3. Simulació i aleatorietat: generació de nombres i variables aleatòries. Introducció a la Simulació per mètodes de Monte Carlo: càlcul de superfícies i volums per Monte Carlo.
4. Simulació de Sistemes Discrets. Simulació en FORTRAN, C i altres llenguatges de propòsit general. Llenguatges especialitzats de simulació: la "visió del món" d'un llenguatge de simulació. La simulació en GPSS. Aplicacions i casos pràctics.
5. Tendències actuals de la Simulació. La Simulació Visual Interactiva: introducció al simulador ARENA.
6. Verificació i validació de models de simulació.
7. Processos de mostreig en Simulació. La generació de mostres de variables aleatòries. Tècniques de reducció de la variància. Estratificació.
8. El disseny d'experiments de simulació: Dissenys factorials. Estratègies de disseny. Superfícies de resposta. Metamodels.
9. L'anàlisi de resultats: Comportament del transitori i de l'estat estacionari. Mètodes d'anàlisi: mitjanes per a lots, mètodes regeneratius, anàlisi espectral, mètodes autorregressius, jackknifing, Sèries Temporals.
10. Exemples d'aplicació de la simulació a sistemes industrials, lògistics, de gestió, de transport, etc.

Coneixements previs necessaris

Investigació Operativa, Informàtica 1 i 2, Probabilitat i Estadística, Inferència Estadística.

Avaluació

Es realitzarà l'avaluació sobre la base de dos treballs pràctics i una prova.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Banks, J.; Carson, J.S.; Nelson, B.: *Discrete–Event System Simulation*. Prentice Hall, 1999.
- Banks, J. (Editor): *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. John Wiley, 1998.
- Fishman, G.S.: *Monte Carlo: Concepts, Algorithms and Applications*. Springer, 1999.
- Law, A.M.; Kelton, W.D.: *Simulation Modelling and Analysis*. 2nd edition. McGraw-Hill, 1991.
- Schriber, T.J.: *An introduction to simulation using GPSS/H*. John Wiley & Sons, 1991.

Referències complementàries:

- Bratley, P.; Fox, B.L.; Schrage, L.E.: *A guide to simulation*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1987.
- Karian, Z.A.; Dudewicz, E.J.: *Modern Statistical, Systems and GPSS Simulation*. CRC Press, 1999.
- Kelton, D.W.; Sadowski, R.P.; Sadowski, D.A.: *Simulation with ARENA*. McGraw Hill, 1997.
- Kleijnen, J.: *Simulation. A statistical perspective*. Wiley, 1992.
- Pidd, M.: *Computer Modeling in Management Science*. 3rd edition. John Wiley & Sons, 1992.

TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS

CODI: 17503

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep Masdemont Soler

Altres professors: Francesc Planas Vilanova

Objectius del curs

L'objectiu del curs és introduir els mètodes matemàtics per a la valoració dels productes financers moderns. El curs consta de tres parts diferenciades. La primera part està dedicada a descriure els productes financers i la seva valoració usant l'arbitratge. En la segona part es dona la fonamentació matemàtica per als processos discrets. Finalment, en la tercera part, es tracten els processos continus, per acabar presentant l'entorn Black-Scholes. Per això cal introduir nocions bàsiques del càlcul diferencial estocàstic.

Programa

1. PRODUCTES FINANCERS I ARBITRATGE

- Introducció als futurs i les opcions. Arbitratge.
- Cobertura amb futurs i opcions.
- Preus forward i futurs.
- Futurs sobre tipus d'interès. Swaps
- Propietats dels preus de les opcions sobre accions.

2. MODELS DISCRETS

- El model d'arbre binomial. Probabilitat de risc neutral.
- Formalisme per als mercats discrets. Informació, mesurabilitat i filtracions.
- Estratègia de carteres i autofinançament.
- Esperança condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingales.
- El Teorema de representació binomial. Rèplica autofinançada.

3. MODELS CONTINUS

- Passeig aleatori i obertura als mercats continus. Moviment Brownià.
- Integral i Càlcul de Itô. Equacions Diferencials Estocàstiques.
- Teoremes de canvis de mesura.
- Estratègies contínues autofinançades.
- Model i fórmula de Black-Scholes.

Coneixements previs necessaris

Totes les assignatures obligatòries de 1r cicle.

Avaluació

Prova parcial i examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Baxter, M.; Rennie, A. *Financial Calculus*. Cambridge University Press. 1996.
- Dothan, M. *Prices in Financial Markets*. Oxford University Press. 1990.
- Hull, J. *Options, Futures and Other Derivative Securities*. Prentice Hall. 1993.
- Lamberton, D.; Lapeyre, B. *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance*. Chapman & Hall. 1997.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S. *Option Pricing*. Oxford Financial Press. 1997.

Referències complementàries:

- Ikeda, N; Watanabe, S. *Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes*. North Holland. 1989.
- Kloeden, P.; Platen, E.; Schurz, H. *Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments*. Ed. Springer Verlag. 1994.
- Rogers, L.; Williams, D. *Diffusions, Markov Processes, and Martingales: Itô Calculus*. Wiley & sons. 1987.
- Williams, D.: *Probability with Martingales*. Cambridge University Press. 1997.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S. *The Mathematics of Financial Derivatives*. Cambridge University Press. 1997.

TEORIA QUALITATIVA D'EQUACIONS DIFERENCIALS ORDINÀRIES

CODI: 11285

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: M.Teresa Martínez-Seara Alonso

Altres professors: Jordi Villanueva Castelltort

Objectius del curs

La dinàmica de molts sistemes està modelitzada per equacions diferencials ordinàries (e. d. o.). Dissortadament, el 'club' de les e. d. o. 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 grossos està afectada de molts errors, el sistema considerat és caòtic, etc.). La teoria qualitativa d'e. d. o. 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 dels iterats successius d'aplicacions (sistemes dinàmics discrets). Pel tipus de problemes que estudia, aquesta assignatura està relacionada amb matèries afins, com l'Astrodinàmica i la Mecànica Celeste. Els alumnes que ho desitgin podran implementar algorismes d'experimentació i simulació dels diferents models que els seran presentats.

Programa

1. Equacions diferencials ordinàries i sistemes dinàmics. Flux associat a un camp vectorial sobre \mathbb{R}^n o una varietat. Sistemes dinàmics. Funcions de Liapunov. Teorema de Poincaré-Bendixson sobre el pla i l'esfera. Exemples.
2. Aplicació de Poincaré i sistemes dinàmics discrets. Sistemes lineals $x' = A(t)x$, fórmula de Liouville, teoria de Floquet.
3. Estructura local dels elements hiperbòlics. Estabilitat estructural de sistemes lineals hiperbòlics $x' = Ax$ en \mathbb{R}^n , i automorfismes lineals hiperbòlics $x \mapsto Lx$ en \mathbb{R}^n . Teoremes de Hartman. Varietats invariants d'elements hiperbòlics. Introducció al teorema de la varietat central.
4. Teoria de pertorbacions. Desenvolupaments en sèrie de potències, mètode de Lindstedt-Poincaré. Pertorbacions d'òrbites homoclíniques planes: Mètode de Melnikov. Teoria de mitjaneres, introducció als teoremes del twist, de Kolmogorov-Arnold-Moser i de Nekhoroshev.
5. Formes normals i teoria de bifurcacions. 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, transcítica, forca, Hopf. Exemples.
6. Sistemes discrets unidimensionals. Homeomorfismes i difeomorfismes del cercle, nombre de rotació. Teorema de Denjoy. Propietats genèriques. Estabilitat. Aplicació: e. d. o. sobre el tor. Aplicacions unidimensionals de l'interval: aplicació logística, teorema de Sarkovskii.

7. Conjunts hiperbòlics i fenòmens caòtics. El shift de Bernoulli, la ferradura de Smale. Sistemes amb dinàmica hiperbòlica caòtica. Teorema del punt homoclínic de Smale. No integrabilitat de difeomorfismes amb punts homoclínics transversals. Fenomen de Newhouse.

Coneixements previs necessaris

Equacions Diferencials 1.

Avaluació

La nota final serà directament proporcional als coneixements sobre el contingut de l'assignatura demostrats en diferents proves al llarg del curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Arnold, V.I.: *Chapitres supplémentaires de la théorie des équations différentielles ordinaires*. Moscou: Mir, 1980.
- Arrowsmith, D.K.; Place, C.M.: *An introduction to Dynamical Systems*. Cambridge University Press, 1990.
- Chow, S.N.; Hale, J.K.: *Methods of Bifurcation Theory*. New York: Springer-Verlag, Berlin: Heidelberg, 1996.
- Coddington, E.A.; Levinson, N. *Theory of ordinary differential equations*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1955.
- Guckenheimer, J.; Holmes, P.: *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems and Bifurcations of Vector Fields*. New York: Springer-Verlag, 1983.

Referències complementàries:

- Arnold, V.I.: *Les méthodes mathématiques de la mécanique classique*. Moscou: Mir, 1976.
- Hirsch, M.W.; Smale, S.: *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Madrid: Alianza Editorial, 1983.
- Katok, A.; Hasselblatt, B.: *Introduction to the Modern Theory of Dynamical Systems*. Cambridge University Press, 1995.
- Palis, J. Jr.; Melo, W. de: *Geometric Theory of Dynamical Systems*. New York: Springer-Verlag, 1982.
- Wiggins, S.: *Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos*. New York: Springer-Verlag, 1990.

6. ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

1r QUADRIMESTRE

HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

CODI: 50003

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Francesc X. Barca Salom

Altres professors: Antoni Roca Rosell

Objectius del curs

Les assignatures d'Història de la Ciència i de la Tècnica volen contribuir a la formació integral de l'estudiant proporcionant elements de cohesió intel·lectual i possibilitant un coneixement més complet de les disciplines pròpies de les carreres científiques i tècniques. Aquesta assignatura està formada per dos cursos monogràfics, un sobre història de les matemàtiques i, l'altre, sobre història de l'enginyeria.

Programa

1. Els tres problemes especials de la geometria grega

L'empirisme prehel·lènic i el "miracle grec". L'aritmogeometria pitagòrica. El descobriment dels incommensurables. Les paradoxes de Zenó. La teoria de les proporcions d'Eudox. La trisecció de l'angle. La quadratura del cercle. La duplicació del cub.

2. Enginyeria i societat a Catalunya i Espanya (segles XVIII-XX)

Els primers tècnics civils a Catalunya. L'acció de l'Estat: els enginyers de camins. Antecedents: el sistema estatal francès i l'École Polytechnique. L'alternativa: l'École Centrale d'Arts et Manufactures. Creació de l'enginyeria industrial a Espanya. Enginyers d'estat i enginyers d'empresa. Les noves especialitats tècniques al segle XX.

Avaluació

Exàmens a mig curs. Exàmens finals. Recensió d'un llibre. Presentació optativa d'un treball monogràfic fet en equip

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Boyer, C.B. *Historia de la matemática*. Alianza editorial, Madrid, 1986.
- Camarasa, J.M.; Roca Rosell, A. *Ciència i tècnica als Països Catalans. Una aproximació biogràfica als darrers 150 anys*. Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, 1995.
- Euclid *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. Dover, Nova York, 1956.
- Heath, T. *A History of Greek Mathematics*. Dover, Nova York, 1981, 2 vols.
- Maluquer De Motes, Jordi (dir.) *Tècnics i tecnologia en el desenvolupament de la Catalunya contemporània*. Enciclopèdia Catalana, Barcelona, 2000.

Referències complementàries:

- Barca, F.; Lusa, G. *Els tres problemes especials de la geometria grega*. Edicions FME, Barcelona, 1997.
- *Historia de la Geometría Griega*. Actas del Seminario Orotava de Historia de las Ciencia. Canarias: Consejería de Educación, Cultura y Deportes. 1992.
- Lusa, G.; Roca Rosell, A. *Història de l'enginyeria*. CPDA-ETSEIB, Barcelona, 1996.
- *Quaderns d'Història de l'Enginyeria*, volums 1 al 4, 1996-2000.
- Roca Rosell, A.; Sánchez Ron, J.M. *Aeronáutica y Ciencia*. INTA/algaida. Madrid, 1992

TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC

CODI: 50966

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep M. Brunat Blay

Altres professors: Anton Montes Lozano

Objectius del curs

Incorporar el càlcul simbòlic (essencialment Maple) al bagatge de coneixements que l'estudiant ha de poder emprar en totes les situacions que ho requereixin. En particular, es vol que l'estudiant aprengui a utilitzar el càlcul simbòlic per a resoldre problemes concrets, automatitzar càlculs, fer conjectures, etc.

Programa

1. Naturalesa i evolució històrica del calcul simbòlic.
2. Elements del llenguatge Maple.
3. Llibreries.
4. Programació.
5. Problemes concrets d'àlgebra, càlcul, gràfics, grafs, codis, càlcul numèric, etc.
6. Projectes.

Avaluació

Elaboració d'un projecte.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- André Heck. *Introduction to Maple*. Springer (1996)
- Bruce W. Char, Keith O. Geddes et al. *Maple Reference Manual*, Watcom (1988).
- E. Roanes Macias, E. Roanes Lozano. *Cálculos matemáticos por ordenador con Maple*. Rubiños (1999).
- Martha L. Abell, James P. Braselton. *The Maple V Handbook*. Academic Press (1994).
- Richard E. Klima, Neil Sigmon, Ernest Stitzinger. *Applications of abstract algebra with Maple*. CRC Press (2000).

Referències complementàries:

- Mahmut Parlar. *Interactive operations research with Maple, methods and models*. Birkhäuser, (2000).
- Vladimir Rovenski. *Geometry of curves and surfaces with Maple*. Birkhäuser, (2000).

TALLER DE GEOMETRIA

CODI: 50004

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Claudi Alsina Català

Altres professors: Joan Jacas Moral, Amadeu Monreal Pujades, Jaume-Lluís Garcia Roig

Objectius del curs

Les activitats d'aquest curs estan destinades a viure, conèixer i descobrir el món de la Geometria plana i espacial, el seu context cultural, les seves aplicacions i els aspectes més creatius. Les activitats incorporaran mitjans audiovisuals (retroprojector, vídeo), cibernètics i materials manipulatius i models sobre els quals es pot construir un aprenentatge actiu de la Geometria.

Programa

A. Sessions experimentals

1. TALLER DE GEOMETRIA. Presentació.
2. POLIGOLÀNDIA. Polígons. Classificacions. Propietats mètriques en triangles i quadrilàters.
3. POLÍMINOS. n-ominos. Problemes amb n-ominos. Hemaminos i diamants.
4. CONSTRUCCIONS AMB REGLE I COMPÀS. Quadratures. Duplicació. Inscripció de polígons. Trisecció. Construccions mètriques.
5. NOMBRES CONSTRUÏBLES. Nombres reals construïbles. \sqrt{n} Nombre d'or. Proporcions. Divisions congruents o homotètiques.
6. POLÍEDRES 1. Història dels políedres. Concepte de políedre. Classificacions.
7. POLÍEDRES 2. Políedres regulars: Tetràedre. Cub. Octàedre. Dodecàedre. Icosàedre. Deltàedres.
8. POLÍEDRES 3. Políedres d'Arquimedes. Políedres Estelats. Cúpules.
9. PROBLEMES OBERTS. Problemes de Geometria. Cap on va la Geometria?
10. PROJECTE (Treball individual de recerca).

B. Sessions audiovisuals

1. ESFERA, CILINDRE, CON. Esfera. Cilindre. Con. Característiques mètriques. Seccions. Generacions de formes.
2. GEOMETRIA I TECNOLOGIA. Aplicacions geomètriques actuals relacionades amb la tecnologia. Transformacions.
3. FORMA I CREIXEMENT. Homotècies i semblances. Raons. Formes naturals possibles. Generacions de formes.
4. MESURA I GEOMETRIA. Mesures directes i indirectes. Teorema de Pitàgores aplicat. Trigonometria. Altres geometries.
5. ART I GEOMETRIA. Bellesa-Natura-Art-Geometria. Fibonacci-Escher-Coxeter-Mandelbrot.
6. L'ALHAMBRA DE GRANADA. Els secrets geomètrics de l'Alhambra.
7. PUNTS DE FUGA-PUNTS DE VISTA. Fuga i representació. Teorema de l'observador.
8. PUNTS DE MIRA. Observació. Simetrització. Situació.
9. CÒNIQUES. Llocs geomètrics. El·lipse. Paràbola. Hipèrbola. Traçats i aplicacions.
10. EMPAQUETAMENTS EN 2D I 3D. Cercles i esferes en empaquetaments.

C. Sessions a l'aula informàtica

1. "MATHEMATICA© ". Introducció. Instruccions
2. Corbes
3. Famílies de corbes
4. Inversió en el pla
5. Porisma de Steiner (1)
6. Porisma de Steiner (2)
7. Transformacions afins
8. Iteració
9. Fractals
10. Treball en equip

Hi haurà 10 sessions de taller, 10 sessions de vídeo i 10 sessions de treball amb ordinador.

Avaluació

Avaluació continuada sobre la base del treball i la participació, del quadern de treball i del desenvolupament d'un projecte en equip i un projecte individual que es determinaran en cada cas amb els professors del curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Alsina, C.; García J.L.; Jacas, J.: *Temes clau de geometria*. Publ. Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1992.
- Coxeter, H.S.M.: *Fundamentos de geometría*. Limusa. Wiley, 1971.
- *For all practical purposes. Introduction to contemporary mathematics*. Project director: Solomo Garfunkell. 3rd edition. New York: Freeman, 1994.
- Guillén, G.: *El mundo de los poliedros*. Síntesis, Madrid, 1990.
- Senechal, M.; Fleck, G. editors: *Shaping space. A polyhedral approach*. Birkhäuser, Boston, 1988.

Referències complementàries:

- Klee, V.; Wagon, S.: *Old and new unsolved problems in Plane Geometry and Number Theory*. MAA, Washington, 1991.
- Martin, G.E.: *Polyominoes. A guide to puzzle and problems in tiling*. MAA, Washington, 1991.
- Pedoe, D.: *La Geometría en el Arte*. Gustavo Gili, Barcelona, 1982.
- Pugh, A.: *Polyhedra. A visual approach*. University California Press, 1990.
- Wolfram, S.: *Mathematica, a system for doing Mathematics by computers*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1991.

2n QUADRIMESTRE

FER I COMPENDRE LES ESTRUCTURES: TECNOLOGIA I MATEMÀTICA

CODI:

Càrrega docent:: 4,5 crèdits

Professor coordinador: Juan Murcia Vela

Objectius del curs

- Servir com a base per tal de dur a terme projectes tecnològics (o treballs dirigits) sobre la matèria a la Facultat.
- Donar a conèixer la tecnologia d'estructures, bàsica al sector de la construcció i a d'altres.
- Relacionar les realitzacions d'aquesta tecnologia amb el marc matemàtic associat.
- Remarcar els aspectes matemàtics que, a més d'altres coses, faciliten la "comprensió estructural".

Programa

- Revisió dels conceptes bàsics de la mecànica. Breu descriptiva de les estructures
- Formes de funcionament estructural. Tipologia (segons diversos criteris) i descriptiva general.
- Aplicacions de les estructures. Materials i tècniques estructurals. Projecte, construcció i explotació.
- Introducció a l'anàlisi estructural. Mètodes d'anàlisi en general i relacions existents. Anàlisi 1D (1 dim.), 2D i 3D.
- Estructures de barres (bigues, arcs, estr. porticades etc.): descriptiva, aplicacions i funcionament estructural.
- Estructures superficials (plaques, làmines, membranes, etc.) i massives: descriptiva, aplicacions i funcionament estructural.
- Recapitulació de conceptes. Conclusions, reptes oberts i perspectives de futur.

Avaluació

Qüestionari teòricpràctic. Treball de curs.

Coneixements previs necessaris

Per cursar aquesta assignatura és recomanable ser estudiant de segon cicle. Les matèries que l'estudiant tindria que conèixer per fer un bon seguiment del curs són: Elements de mecànica, equacions diferencials i derivades parcials (encara que només és possible recomanar, els anteriors són de fet necessaris). Geometria diferencial. Models matemàtics.

Bibliografía

Referències bàsiques:

- Housner, G. W.; Vreeland, T. "*The Analysis of Stress and Deformation*".: Macmillan, 1966.
- Leonard, J. W.: "*Tension Structures behavior and analysis*".: McGraw-Hill, 1988.
- Miquel Canet, J. "*Cálculo de estructuras*" (dos libros). Edicions UPC. Barcelona, 2000.
- Oliver, X.; Agelet de Saracibar, C.: "*Mecánica de medios continuos para ingenieros*". Barcelona: Edicions UPC, 2000.
- Timoshenko, S.; Woinowsky-Krieger, S.. "*Teoría de placas y láminas*".: Urmo, 1975.

Referències complementàries:

- Argüelles Álvarez, R.; Argüelles Bustillo, R. "*Análisis de estructuras: teoría, problemas y programas*".: Fundación Conde del Valle de Salazar, 1996.
- Cardellach, F.: "*Filosofía de las estructuras*".: Librería Agustín Bosch, 1910.
- Fung, Y. C.: "*Foundations of Solid Mechanics*". Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1965.
- Murcia, J.: "*Fundamentos para el análisis de estructuras de hormigón armado y pretensado*".: CSIC, 1987.
- Torroja, E.: "*Razón y ser de los tipos estructurales*". 8a edición. Madrid: Instituto de la Construcción y el Cemento, 1996.

7. REGLAMENT DEL PROJECTE TECNOLÒGIC

PROJECTE TECNOLÒGIC

1. Definició i característiques

La FME organitza i dona suport a la obtenció de crèdits de lliure elecció corresponents al segon cicle de la Llicenciatura de Matemàtiques en la forma normalitzada que anomena **Projecte Tecnològic**. Aquest procediment s'inclou dins de la modalitat administrativa anomenada: **reconeixement de crèdits de lliure elecció per treballs dirigits**.

El Projecte ha de ser un treball de les característiques d'un projecte professional propi de la titulació en què es necessiti algun component matemàtic significatiu. En conseqüència, ha de posar de manifest que l'estudiant ha assolit els objectius de la carrera i els sap aplicar adequadament. La presència de temes aliens a la titulació que exigeixen un esforç d'estudi i d'especialització per part de l'estudiant ha de ser un altre dels seus components.

El Projecte ha de concloure amb l'elaboració d'una memòria que ha de ser presentada com un producte d'una empresa de serveis a la qual calguin les tècniques pròpies de la titulació i amb una exposició pública davant d'un tribunal.

El contingut hauria d'implicar una dedicació aproximada de 300 hores (però en cap cas inferior a 150 hores) per part de l'estudiant.

En la memòria ha de constar una valoració del temps i del cost que ha representat l'elaboració del Projecte.

2. Direcció

Tot Projecte ha de tenir un Director, que ha de ser:

- Un professor de la UPC amb un mínim de 3 anys d'experiència professional o docent-investigadora, si el Projecte es fa a la UPC
- La persona responsable del treball, si aquest es realitza fora de la UPC. En aquest cas, el Cap d'Estudis de la titulació nomenarà un Ponent que haurà de ser un professor de la UPC que compleixi el que s'indica en el paràgraf anterior.

La dedicació d'un professor a la direcció d'un Projecte es considera com a càrrega docent d'acord amb la normativa vigent de la UPC.

3. Proposta dels projectes

Les propostes de Projectes poden provenir tant dels professors, com dels estudiants o d'altres persones interessades, els quals les han de presentar seguint el model de l'Annex 1.

Les propostes de Projectes han de ser acceptades pel Cap d'Estudis, el qual vetlla perquè n'hi hagi un nombre suficient, segons els estudiants que estiguin en condicions de realitzar-lo.

La relació de les propostes de Projectes han d'estar a disposició dels estudiants perquè puguin escollir el que més els interessi.

4. Projectes col·lectius

Per cada Projecte s'estableix un nombre màxim de dos d'estudiants. Excepcionalment es pot ampliar aquest nombre, amb l'aprovació explícita del Cap d'Estudis de la titulació i amb la proposta prèvia del director del Projecte.

5. Projectes que són fruit d'estades a l'exterior i de convenis

Els treballs fruit de beques, d'estades a l'exterior o de convenis amb empreses o institucions es poden acceptar com a Projectes sempre que s'ajustin a les condicions exposades a l'apartat 1 i que tinguin l'aprovació del Cap d'Estudis de la titulació.

La Facultat oferirà a les empreses o institucions interessades la possibilitat d'establir convenis de cooperació educativa, per tal que els estudiants de la FME puguin realitzar el Projecte amb pràctiques a l'exterior, d'acord amb la normativa vigent a la UPC sobre els convenis esmentats.

6. Registre i matriculació dels Projectes

Registre

En iniciar un Projecte, l'estudiant ha de registrar-lo.

Per registrar un Projecte, l'estudiant ha de tenir superats, com a mínim, el 40% dels crèdits de la carrera, exclosos els de l'etapa selectiva.

Per fer el registre del Projecte, l'estudiant ha de presentar un pla de treball avalat pel director (i el ponent, si s'escau) on es justifiqui l'interès del Projecte i on s'indiqui el tractament que es preveu donar a cada una de les parts. El pla de treball s'ha de presentar seguint el model de l'Annex 2, segons el qual la descripció ha de constar d'un màxim de tres fulls.

Cada mes, llevat del mes d'agost, la Facultat acordarà i farà públic un període de registre determinat d'acord amb el calendari acadèmic de la FME.

El registre d'un Projecte dóna dret a l'estudiant a matricular-lo en el termini d'un any. Si no es fa la matrícula en aquest termini, l'estudiant ha de tornar a registrar el Projecte. En aquest cas, es poden redefinir seves característiques del projecte.

El registre dóna dret a l'estudiant que no s'hagi matriculat de cap assignatura durant aquell curs acadèmic a abonar la quota de l'assegurança escolar.

Matrícula

Per matricular-se del Projecte, l'estudiant ha de tenir superats com a mínim el 60% dels crèdits de la carrera, exclosos els de l'etapa selectiva, i ha de presentar per escrit el vistiplau del director del projecte (i del ponent, si s'escau).

Cada mes, llevat del mes d'agost, la Facultat acordarà i farà públic un període de matrícula determinat d'acord amb el calendari acadèmic de la FME

Cada matrícula dóna dret a una convocatòria per a la presentació i la defensa del Projecte.

En el moment de la matrícula, l'estudiant ha de dipositar a la Secretaria, juntament amb el vistiplau del Director del Projecte (i el del Ponent, si s'escau), cinc còpies de la memòria del Projecte, de les quals tres seran per als membres del Tribunal, una per a l'arxiu de la FME i l'altra per a la Biblioteca de la FME en cas que la qualificació numèrica sigui superior o igual a 8.

La memòria del Projecte s'ha d'ajustar al format que estableixi la Facultat, que s'ha de fer públic prèviament a les convocatòries. L'adequació al format és una condició necessària perquè el Projecte s'admeti. Si s'escau, la memòria ha d'incloure una còpia del software desenvolupat.

7. Presentació, defensa i qualificació

La presentació i defensa del Projecte es farà dins del termini d'un mes des de la data de matriculació. En qualsevol cas, els membres del tribunal tenen dret a disposar de la memòria com a mínim una setmana abans de la defensa.

El Cap d'Estudis de la titulació, a la vista dels Projectes dipositats i efectuades les consultes que s'escaiguin, nomenarà els tribunals i els suplents per a l'avaluació. Cada tribunal estarà format pel director (o el Ponent, si s'escau) i dos professors assignats a la FME, sense que tots els membres del tribunal siguin del mateix departament.

Cada tribunal ha d'estar format per un president, un secretari i un vocal. Correspon al Cap d'Estudis la designació d'aquestes funcions.

És responsabilitat del President del Tribunal determinar i comunicar als interessats la data de presentació del Projecte, d'acord amb la resta de membres del Tribunal. Correspon al Secretari comunicar a la FME aquesta data així com recollir les actes de qualificació i les memòries que cal arxivar, i retornar-les a Ordenació d'Estudis un cop acabada la defensa.

La presentació i la defensa d'un Projecte davant del tribunal són públiques i consisteixen en l'exposició, per part de l'estudiant, d'un resum del contingut del Projecte, en un temps que fixa i publica el president del tribunal i que, en qualsevol cas, no pot superar una hora. Acabada l'exposició, el tribunal fa a l'estudiant les preguntes que consideri pertinents sobre el contingut i la realització del Projecte presentat. Aquest caràcter públic exclou la possibilitat de confidencialitat de les seves parts, llevat del cas dels treballs elaborats en empreses.

El Tribunal jutja la memòria i la presentació, i atorga al Projecte una qualificació global, numèrica i descriptiva, que s'inclou a l'expedient de l'estudiant. Les deliberacions del

tribunal per qualificar cada Projecte són secretes i tenen lloc immediatament després de la presentació i la defensa.

La qualificació d'un Projecte es fa segons el model de l'Annex 3, d'acord amb la següent taula de qualificacions:

Qualificació descriptiva	Qualificació numèrica
NO PRESENTAT	----
SUSPENS	sense nota numèrica
APROVAT	5, 5.5, 6, 6.5
NOTABLE	7, 7.5, 8, 8.5
EXCEL·LENT	9, 9.5
MATRÍCULA D'HONOR	10

En cas que el projecte obtingui una qualificació de NO PRESENTAT o bé de SUSPENS, l'estudiant pot tornar a matricular-lo dins del termini de validesa del registre.

Per cada matrícula, totes les qualificacions dels Projectes han d'estar recollides en una acta única signada pel Cap d'Estudis de la titulació i el Secretari Acadèmic.

8. Estudiants que realitzen el seu Projecte en el marc d'un programa d'intercanvi

Els estudiants de la FME que hagin fet el Projecte en una altra universitat en el marc d'algun programa d'intercanvi, han de realitzar la matrícula segons el procediment descrit en l'apartat 6.

Si el projecte ja ha estat qualificat, s'acceptarà la qualificació d'origen d'acord amb la conversió donada per *l'European Credits Transfer System*.

El coordinador dels programes d'intercanvi de la FME serà el Ponent de tots els Projectes realitzats per estudiants de la FME en el marc d'aquests programes.

Si el Projecte no ha estat qualificat, se'n farà la presentació i defensa pública segons el procediment ordinari descrit en el punt 7.

Els estudiants d'una altra universitat que facin el Projecte a la FME, han de registrar i matricular el seu projecte segons el procediment descrit en l'apartat 6 i seran qualificats segons el procediment ordinari descrit en el punt 7.

CP. Barcelona, desembre de 2000

ANNEX 1

LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES

PROPOSTA DE "PROJECTE TECNOLÒGIC"

Títol del Projecte proposat:

Proposat per:

Projecte col·lectiu: SI NO

Descripció^(*):

Signatura:

**Vist i plau
del/la Cap d'Estudis**

Barcelona,

(*) Indiqueu si la realització del projecte porta associada l'estada en un lloc de treball determinat

ANNEX 2

Pre-compromís de reconeixement de crèdits de lliure elecció per l'elaboració d'un Projecte Tecnològic

En / Na amb DNI número, matriculat del curs de la Llicenciatura de Matemàtiques de la FME, domiciliat en el carrer número de (CP) i amb número de telèfon, sol·licita un pre-compromís de reconeixement de crèdits de lliure elecció per l'elaboració d'un Projecte Tecnològic dins l'apartat de

Cooperació educativa (*)

Treball dirigit

Experiència professional

(*) Aquest pre-compromís haurà de portar necessàriament la conformitat del Rector.

PLA DE TREBALL

Director/a:

Tutor/a:

Títol:

Descripció de l'activitat:

Lloc on es realitzarà l'activitat (departament, empresa, etc.):

Nombre de crèdits de lliure elecció amb qualificació / sense qualificació que es reconeixeran si l'activitat és declarada apte:

Vist i plau
del/la Cap d'Estudis

Signatura
del/la Director/a

Signatura
del/la Estudiant/a

Barcelona,

Aquest document no dóna dret a la persona interessada de gaudir dels drets inherents als estudiants de la UPC. Així mateix aquest document té validesa d'un any a partir de la data de la signatura.

ANNEX 3

LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES

INFORME I QUALIFICACIÓ DEL PROJECTE TECNOLÒGIC

ESTUDIANT/A:

DNI:

TÍTOL DEL PROJECTE:

DIRECTOR/A DEL PROJECTE:

TUTOR/A DEL PROJECTE:

Informe i valoració global:

Qualificació numèrica i descriptiva:

Número de crèdits de lliure elecció reconeguts:

Signatura del/la
del/la
President/a del Tribunal
Tribunal

Signatura del/la
Secretari/a del Tribunal

Signatura
Vocal del

Barcelona

8. ELS PROGRAMES D'INTERCANVI ERASMUS-SÓCRATES I SÉNECA A LA FME

PRESENTACIÓ

Des que es va crear, la FME ha promogut l'intercanvi d'estudiants entre universitats europees dins del programa ERASMUS-SOCRATES i a partir del curs 2000-01 entre universitats espanyoles dins del programa SÉNECA. Aquests intercanvis van dirigits tant a fer estades subvencionades per aconseguir crèdits acadèmics d'assignatures de les diverses titulacions, com per realitzar el Projecte de Fi de Carrera. A més a més, s'estan preparant acords de doble titulació amb alguna d'aquestes universitats.

La selecció d'estudiants que participen en aquest programa es fa cada curs tenint en compte l'expedient acadèmic. D'altra banda, la realització de l'estada està subordinada a l'aprovació de la FME d'un programa d'estudis a realitzar, a la convalidació d'aquest per crèdits a la FME i a l'acceptació prèvia de la universitat de destí.

Encara que és possible fer estades en qualsevol de les universitats amb les quals la UPC té subscrit un acord d'intercanvi, les que tenen un acord directe amb la FME són les següents:

PROGRAMA ERASMUS-SÓCRATES

PAÍS	UNIVERSITAT
Alemanya	Universität Dortmund Universität Karlsruhe Technische Hochschule
Bèlgica	Katholieke Universiteit Leuven
Finlàndia	Tampereen Yliopisto
França	Université des Sciences et Technologies de Lille Université de Perpignan Université des Sciences et Technologie du Languedoc (Montpellier II) Université Paris XIII Université Pierre et Marie Curie (Paris VI)
Gran Bretanya	University of Sheffield
Grècia	Ikonomiko Panepistimio Athinon
Itàlia	Università degli Studi di Perugia Università degli studi di Roma "La Sapienza"
Portugal	Universidade de Lisboa
República Txeca	Universita Karlova V Praze
Suïssa	École Polytechnique Fédérale de Lausanne

PROGRAMA SÉNECA

CIUTAT	UNIVERSITAT
Madrid	Universidad Complutense de Madrid Universidad Autónoma de Madrid Universidad Carlos III

9. PLA D'ESTUDIS ESPECIAL DE DOBLE TITULACIÓ:

ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ

±

LLICENCIATURA EN MATEMÀTIQUES



PRESENTACIÓ

És àmpliament reconeguda l'íntima relació existent entre el món de la matemàtica i el món de la ciència i de la tecnologia i, més especialment, la relació entre la matemàtica i les tecnologies de la informació i les comunicacions.

La complexitat creixent de les comunicacions i de les eines matemàtiques subjacents aconsella formar un nucli de titulats amb una sòlida base tecnològica i, alhora, un profund coneixement del substrat matemàtic que li és propi.

La UPC ofereix un marc únic per fer compatibles els estudis d'Enginyeria de Telecomunicació amb els de la Llicenciatura en Matemàtiques.

L'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona (ETSETB) i la Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) ofereixen un Pla Especial d'Estudis de forma que els estudiants que el segueixin obtinguin simultaneament els dos títols oficials de:

- Enginyer de Telecomunicació
- Llicenciat en Matemàtiques

Aquest Pla Especial suposa que els estudiants cursen totes les assignatures troncal i obligatòries dels Plans d'Estudis vigents d'ambdues titulacions, i adapta el conjunt de les assignatures optatives i de lliure elecció d'una i altra carrera per fer compatible la doble titulació amb una durada de 6 anys acadèmics.

CURRÍCULUM

El currículum que haurà de seguir un estudiant per obtenir el títol d'Enginyer de Telecomunicació i el de Llicenciat en Matemàtiques per la UPC seguint aquest pla especial es presenta a la pàgina següent. Cal observar que aquest estudiant cursarà totes les assignatures troncal i obligatòries de les dues titulacions, llevat d'assimilacions entre assignatures.

Les assignatures tenen una estructura quadrimestral, que permet agrupar-les en dos períodes lectius a l'any, de 15 setmanes cadascun, i es desenvolupen entre l'Escola Tècnica Superior de Telecomunicació de Barcelona i la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la UPC.

La càrrega total del Pla d'Estudis Especial és de **447** crèdits, entre teòrics i pràctics, equivalents a una docència de **4.470** hores. Els crèdits teòrics s'associen a aquelles activitats docents en què la major part del treball recau sobre el professor. Els crèdits pràctics corresponen a activitats dutes a terme principalment per l'estudiant, com ara les que es realitzen a les classes de problemes i a les classes de pràctiques al laboratori.

PLA D'ESTUDIS ESPECIAL DE DOBLE TITULACIÓ

1A	<i>Àlgebra Lineal</i> (7,5)	<i>Càlcul 1</i> (7,5)	Teoria de Circuits (7,5)	Física 1 (7,5)	Circuits i Sistemes Electrònics 1 (6)				36 cred.
1B	<i>Computació Algebraica</i> (7,5)	<i>Càlcul 2</i> (7,5)	Introducció als Ordinadors (6)	Física 2 (7,5)	Circuits i Sistemes Electrònics 2 (6)	Laboratori d'Electrònica 1 (3)			37,5 cred.
2A	Geometria (7,5)	<i>Càlcul 3</i> (7,5)	<i>Mètodes Numèrics 1</i> (7,5)	<i>Probabilitats i Estadística</i> (7,5)	<i>Equacions Diferencials 1</i> (7,5)				37,5 cred.
2B	<i>Topologia</i> (7,5)	<i>Anàlisi Real</i> (7,5)	Arquitectura de Computadors i Sistemes Operatius 1 (6)	Senyals i Sistemes 1 (7,5)	Circuits i Sistemes Electrònics 3 (4,5)	Economia (4,5)			37,5 cred.
3A	<i>Geometria Diferencial 1</i> (7,5)	<i>Mètodes Numèrics 2</i> (7,5)	Comunicacions 1 (6)	Senyals i Sistemes 2 (7,5)	Circuits i Sistemes Electrònics 4 (4,5)	Camps Electromagnètics (7,5)			40,5 cred.
3B	<i>Investigació Operativa</i> (7,5)	<i>Inferència Estadística</i> (7,5)	Comunicacions 2 (6)	Laboratori Comunicacions 1 (3)	Arquitectura de xarxes (7,5)	Laboratori d'Electrònica 2 (4,5)	Laboratori de Telemàtica 1 (3)		39 cred.
4A	<i>Anàlisi Complexa</i> (7,5)	<i>Optativa_ FME1</i> (7,5)	Processament del Senyal (6)	Disseny de Circuits i Sistemes Electrònics (6)	Radiació i Ones Guiades (7,5)	Transmissió de Dades (6)			40,5 cred.
4B	<i>Equacions Diferencials 2</i> (7,5)	<i>Mètodes Numèrics 3</i> (7,5)	Antenes (6)	Emissors i Receptors (6)	Microones (6)	Laboratori de Comunicacions 2 (3)	Laboratori de Telemàtica 2 (3)		39 cred.
5A	<i>Àlgebra Abstracta</i> (7,5)	Organització d'Empreses (4,5)	Comunicacions Òptiques (6)	Radiocomunica- cions (6)	Xarxes, sistemes i Serveis de Comunicació (6)	Instrumentació Electrònica (6)	Laboratori de Comunicacions 3 (3)		39 cred.
5B	<i>Topologia Algebraica</i> (7,5)	<i>Anàlisi Funcional</i> (7,5)	<i>Geometria Diferencial 2</i> (7,5)	Laboratori de Comunicacions 4 (3)	Laboratori Telemàtica 3 (3)				28,5 cred.
6A	<i>Optativa_ FME2</i> (7,5)	<i>Optativa_ FME3</i> (7,5)	PFC1 (6)	Programació Concurrent (6)	Sistemes de Telecomunicació (3)	Arquitectura Computadors i Sistemes Operatius 2 (4,5)			34,5 cred.
6B	PFC2 (24)	Optativa ETSETB-1 (6)	Optativa- ETSETB 1 (6)						36 cred

Nota: hem indicat en lletra cursiva les assignatures impartides a la FME .

ACCÉS

Poden sol·licitar l'admissió en aquest Pla d'Estudis Especial els estudiants del COU (o curs equivalent) de tot Espanya que hagin sigut admesos en una qualsevol de les dues carreres:

- Enginyeria de Telecomunicació de la UPC (codi: F302)
- Llicenciatura de Matemàtiques de la UPC (codi: G306)

Simultàneament, a la sol·licitud de plaça en una de les dues carreres, els estudiants que vulguin acollir-se a aquest Pla d'Estudis Especial han d'emplenar un imprès de sol·licitud que trobaran a les secretaries dels Centres o bé a la pàgina de web: www-fme.upc.es, i enviar-lo a un dels dos Centres abans del 30 de juny de cada any, juntament amb la documentació que allà s'hi esmenta.

L'ETSETB i la FME establiran el procés de selecció dels estudiants, en funció de les sol·licituds rebudes i del nombre de places disponibles. La selecció es farà mitjançant proves i dades objectives, complementades, si és el cas, per proves més personalitzades. En aquest procés de selecció hi intervindran professors representants dels dos centres. En qualsevol cas el procés de selecció es farà públic amb suficient anticipació.

La selecció dels estudiants admesos al Pla d'Estudis Especial es farà no més tard d'una setmana després de fer-se públiques les llistes de l'Oficina de Preinscripció, a efectes de poder formalitzar la matrícula en els terminis del mes de juliol. Els estudiants de fora de Catalunya que hagin demanat plaça al Pla d'Estudis Especial seran també convocats a les mateixes proves, estimant en el seu cas el resultat del procés de preinscripció en funció de la seva nota de selectivitat.

Nombre de places

Donat el caràcter excepcional del Pla Especial d'Estudis i la dificultat i dedicació que representa, és aconsellable restringir, en una primera fase, el nombre d'estudiants que s'hi poden acollir, de forma que es pugui garantir-ne l'èxit i fer-ne un seguiment acurat. Per al curs 2001-02 s'acollirà un nombre màxim de 10 estudiants.

Estudiants que cursen les dues carreres sense seguir el Pla d'Estudis Especial

Per tal d'evitar la possibilitat de produir greuges comparatius i independentment del procés temporal seguit en els seus estudis, tot estudiant que en el futur justifiqui tenir superades les assignatures del curriculum del Pla Especial, tindrà dret a obtenir els dos títols com si hagués seguit aquest Pla.

10. COMPLEMENTS DE FORMACIÓ PER L'ACCÉS DIRECTE AL SEGON CICLE DE LA LLICENCIATURA EN MATEMÀTIQUES DE LA UPC

ACORD

Per a estudiants que hagin realitzat el 1r Cicle fora de la FME i per a Diplomats en Estadística (Acord núm. 61/1996 del 20/6/96 de la JdG de la UPC).

1.- D'acord amb els requisits legalment establerts tenen dret d'accés al 2n Cicle de la LM de la UPC els estudiants que hagin superat el 1r Cicle d'alguna LM i els Diplomats en Estadística que cursin els Complementes de Formació a que es refereix l' O.M. de 10.12.93 (BOE, 27.12.93) i segons l'acord de la JdG de la UPC del 29.10.1993.

2.- Els aspectes generals d'aquest accés es regularan per la Normativa General d'Accés a 2n Cicle aprovada per la JdG de la UPC (27.09.1993). D'acord amb aquesta, existirà la Comissió d'Accés al 2n Cicle de la LM. Aquesta Comissió, entre d'altres atribucions, jutjarà la suficiència com a complementes de formació d'aquelles matèries que els diplomats en estadística que hagin estat admesos puguin haver cursat anteriorment.

3.- En qualsevol cas es consideraran complementes de formació suficients les quatre assignatures següents del 1r cicle de la LM de la UPC: Mètodes Numèrics 1, Càlcul 3, Topologia i Geometria Diferencial 1.

4.- En cas que les matèries que l'estudiant hagi cursat anteriorment no siguin considerades suficients, aquest podrà cursar els crèdits que li faltin simultàniament amb els ensenyaments de 2n cicle, tal com preveu l'Art. 1, punt 5 del R.D. 1267/1994 de 10 de juny (BOE 11.06.94). A aquests efectes, haurà de cursar les assignatures de 1r cicle de la LM o bé realitzar els treballs tutoritzats que li indiqui la Comissió, la qual podrà fixar també les seves condicions de matriculació fins que les hagi superat. En particular, indicarà si aquestes assignatures o treballs tutoritzats tenen caràcter de pre-requisit respecte a totes les assignatures de 2n cicle, o bé respecte a algunes d'elles.

5.- Les assignatures o treballs tutoritzats que la Comissió d'Accés hagi indicat com a complementes de formació podran ser utilitzades per l'estudiant a efectes de crèdits de lliure configuració en el 2n cicle de la LM.

6.- La FME farà públics periòdicament el nombre de places aprovades per la JdG per a l'accés al 2n cicle de la LM i també els terminis per a presentar les sol·licituds d'ingrés. Aquest nombre de places podrà estar dividit en dues parts, corresponents respectivament als accessos proviments del 1r cicle complet d'una LM, realitzat fora de la FME, i als accessos de Diplomats en Estadística.

11. ACCÉS DIRECTE A LA LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES DE LA UPC

NORMATIVA

1. Accés

L'accés als ensenyaments que condueixen a l'obtenció del títol oficial de Llicenciat/ada en Ciències i Tècniques Estadístiques (LCTE) impartits a la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya està regulat per l'ordre 21482 del dia 21 de setembre de 1995, publicada en el BOE número 232 del dia 28 de setembre de 1995, i per aquesta normativa.

El nombre de places ve fixat anualment per la Programació Universitària de Catalunya.

La Comissió Permanent de la FME nomenarà una Comissió d'Admissió a la LCTE, la qual serà competent en la implementació d'aquesta normativa i la resolució de tots aquells afers relatius a l'admissió d'estudiants.

L'accés es pot efectuar segons les dues modalitats següents:

- **Tenen accés directe les persones que estiguin en possessió d'algun dels títols següents:**
 - Diplomatura d'Estadística.
 - Primer cicle de la Llicenciatura en Matemàtiques.
 - Primer cicle de les enginyeries: Industrial, Informàtica.
 - Enginyer Tècnic de les següents especialitats: Electricitat, Electrònica Industrial, Mecànica, Química Industrial, Tèxtil, Informàtica de Gestió i Informàtica de Sistemes.
- **Tenen accés a la LCTE, amb complements de formació, les persones que estiguin en possessió d'algun dels títols següents:**
 - Primer cicle de les llicenciatures de: Física, Química, Biologia, Geologia, Administració i Direcció d'Empreses, Economia, Psicologia, Sociologia.
 - Primer cicle de les enginyeries de: Telecomunicacions, Química, Naval i Oceànica, Aeronàutica, Agrònoma, Monts, Camins, Canals i Ports, Mines.
 - Diplomatura en: Ciències Empresariales i Gestió, Administració Pública; Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions (especialitat de Sistemes de Telecomunicació o especialitat de Telemàtica).

Els complements de formació seran fixats per la Comissió d'Admissió segons el currículum vitae de l'estudiant, i tindran entre un mínim de 9 crèdits i un màxim de 24 crèdits. En tot cas, l'alumne que accedeix als estudis de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques ha d'haver superat, o bé en els estudis de procedència o bé en el complement de formació, 12 crèdits en Matemàtiques, 6 en Informàtica i 6 en Estadística. Els crèdits corresponents als complements de formació es cursaran entre les assignatures que conformen la Diplomatura d'Estadística de la UPC. Els complements de formació per a accedir a un segon cicle que hagin estat superats per l'estudiant en qualsevol Universitat, seran reconeguts acadèmicament per la Universitat de destí, fins i tot en el cas que aquesta hagués fet una determinació diferent dels mateixos.

Procés de preinscripció

En el decurs del mes de juny de cada curs s'obrirà un procés de preinscripció on s'haurà d'aportar la documentació següent:

1. Imprès de sol·licitud d'admissió.
2. Certificació de l'Expedient Acadèmic de l'aspirant lliurat pel Centre on va obtenir la titulació requerida per accedir a la LCTE. En aquesta certificació hauran de constar-hi les matèries cursades amb la seva durada o nombre de crèdits, la qualificació obtinguda i la menció d'estar en possessió de la titulació requerida per accedir a la LCTE.
3. Pla d'estudis de la titulació que s'acredita per accedir a la LCTE segellat pel Centre responsable.
4. Currículum vitae.

La documentació es presentarà a la Secretaria de la FME dins d'un termini que es farà públic amb la suficient antelació.

Prova d'accés

La Comissió d'Admissió podrà decidir efectuar una Prova d'Accés per a tots els candidats preinscrits a la LCTE. Aquesta prova servirà per avaluar els coneixements bàsics de matemàtiques i estadística dels candidats i s'efectuarà durant el mes de juliol.

Admissió

Les sol·licituds seran resoltes per la Comissió d'Admissió, la qual procedirà a ordenar els candidats a partir de l'anàlisi del seu expedient acadèmic, de la prova d'accés i de la informació complementària expressada en el currículum vitae.

L'objectiu de la selecció és assegurar que els candidats admesos puguin acabar els seus estudis en el temps i cost previst.

La resolució d'aquestes sol·licituds es farà pública en el taulell d'anuncis de la FME abans del 31 de juliol.

Matrícula

Els estudiants admesos hauran de formalitzar la seva matrícula en el període establert a tal efecte per la FME. Pels estudiants admesos amb complements de formació, la Comissió d'Admissió fixarà llurs condicions de matriculació. En qualsevol cas, l'estudiant haurà de matricular els complements de formació en el primer període d'impartició de les assignatures fixades com a tal. Aquestes assignatures podran ser considerades de lliure elecció en el currículum de l'estudiant.

fMe