

Guia docent 94 - 95

Facultat de Matemàtiques
i Estadística FME

Llicenciatura de Matemàtiques



**Facultat de Matemàtiques
i Estadística - Biblioteca**

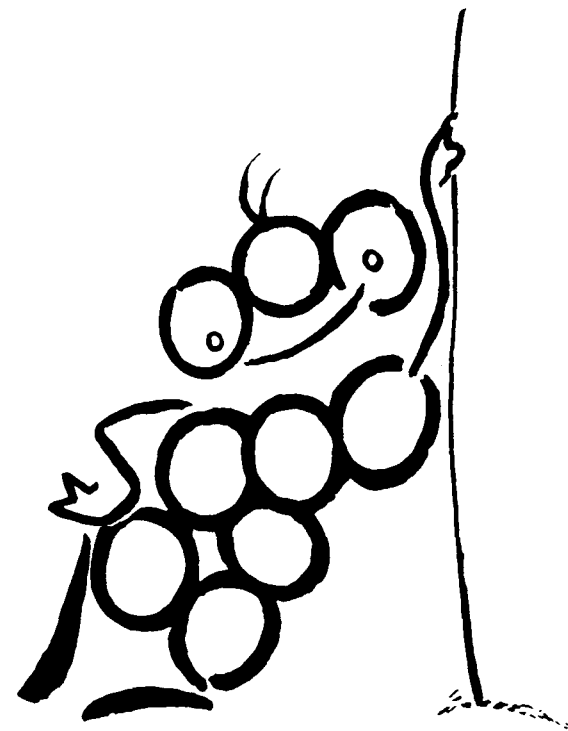


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ÍNDEX

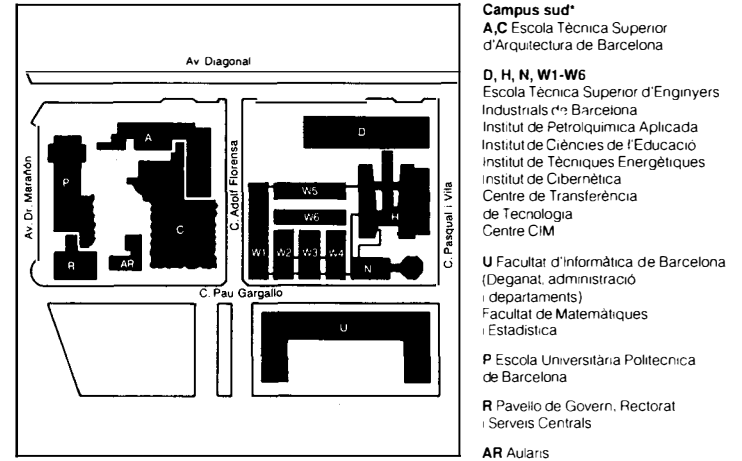
1. Informació general de la FME	5
- Presentació	7
- Calendari acadèmic de la FME (curs 1994-95)	9
2. La Llicenciatura de Matemàtiques	11
- Presentació	13
- Pla d'estudis	15
- Departaments i professorat	21
- Horaris de classe	23
- Dates dels exàmens	29
3. Programes de les assignatures troncal o obligatòries	35
- 1r curs - 1r quadrimestre	37
- 1r curs - 2n quadrimestre	49
- 2n curs - 1r quadrimestre	59
- 2n curs - 2n quadrimestre	71
- 3r curs - 1r quadrimestre	81
- 3r curs - 2n quadrimestre	89
- 4t curs - 1r quadrimestre	97
4. Programes de les assignatures optatives	103
- Curs 1994-95: 3r curs - 1r quadrimestre	105
- Curs 1994-95: 3r curs - 2n quadrimestre	117
- Curs 1995-96: 4t curs - 1r quadrimestre	127
- Curs 1995-96: 4t curs - 2n quadrimestre	137
5. Proposta d'assignatures de lliure elecció	151

1. INFORMACIÓ GENERAL DE LA FME



PRESENTACIÓ

La Facultat de Matemàtiques i Estadística va iniciar les seves activitats el curs 1992-93. Durant aquell curs es va impartir per primer cop el primer curs dels estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, i es van incorporar també els estudis de la Diplomatura d'Estadística, els quals s'havien començat a impartir en aquesta Universitat el curs 1990-91 a la Facultat d'Informàtica, on es feien fins aleshores. La FME està ubicada a l'edifici U de la Universitat Politècnica de Catalunya, al carrer de Pau Gargallo núm. 5 (08028 Barcelona).



L'Equip de Govern de la FME està constituït en aquest moment pels professors següents: Joan de Solà-Morales Rubió (Delegat del Rector en funcions de Degà), Josep Grané Manlleu (Vice-Degà Cap d'Estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques), Jaume Barceló Bugada (Vice-Degà Cap d'Estudis de la Diplomatura d'Estadística) i Marta València Guitart (Secretària Acadèmica).

La Facultat, entre altres, disposa dels serveis següents:

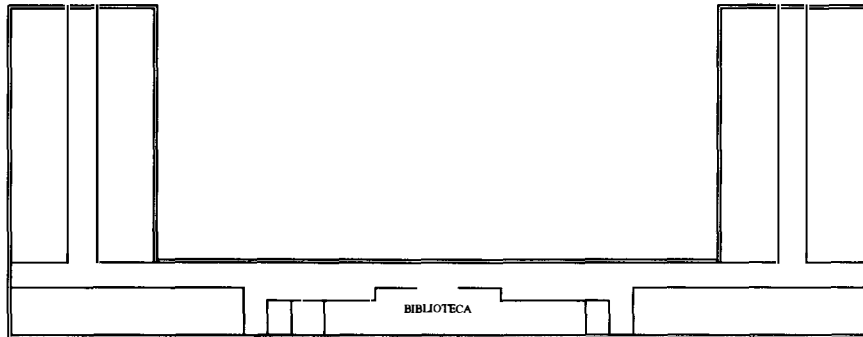
Secretaria i Administració. Està ubicada a la planta baixa de l'edifici esmentat i té cura de la gestió acadèmica i administrativa del Centre (tel. 401 72 98).

Laboratori de Càlcul. Consta de dues sales d'ordinadors personals (de tipus compatible) i una sala de terminals connectats a la xarxa de la Universitat (tel. 401 70 46).

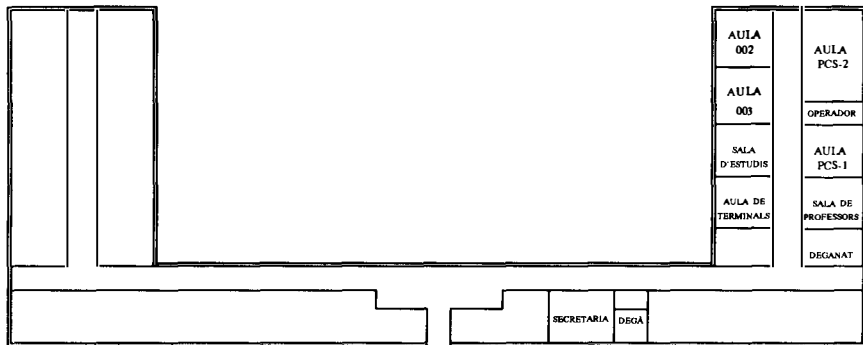
Biblioteca. Es troba a la primera planta. Ofereix serveis de consulta i préstec de llibres a professors i estudiants, i serveis de recerca bibliogràfica en connexió amb la resta de biblioteques de la Universitat (tel. 401 70 20).

Delegació d'Alumnes. Es troba a la planta soterrani.

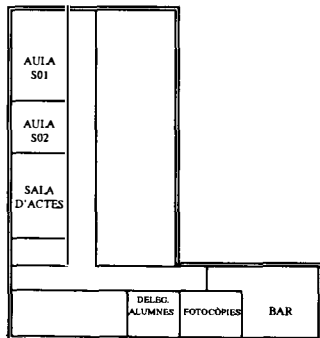
PLÀNOL DE LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA



PRIMER PIS



PLANTA BAIXA



PLANTA SOTERRANI

CALENDARI ACADÈMIC DE LA FME (CURS 1994-95)

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		

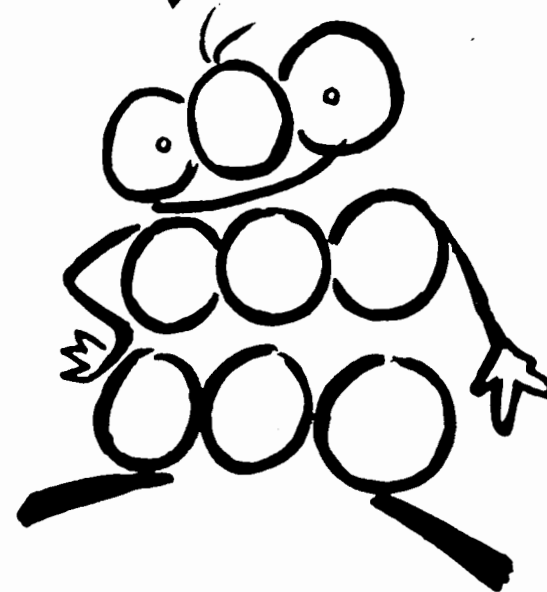
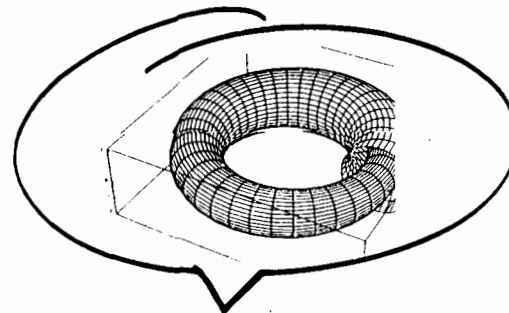
Calendari acadèmic del curs 1994-95:

Inici del 1r quadrimestre: 26-09-94
Dies no lectius del 1r quadrimestre: 12-10-94; 31-10-94; 01-11-94; 05-12-94; 06-12-94;
07-12-94; 08-12-94; 09-12-94 (*)
Vacances de Nadal: del 23-12-94 al 08-01-95 (ambdós inclosos)
Fi del 1r quadrimestre: 20-01-95
Període d'exàmens del 1r quadrimestre: del 23-01-95 al 10-02-95

Inici del 2n quadrimestre: 27-02-95
Dies no lectius del 2n quadrimestre: 01-05-95; 05-06-95
Vacances de Setmana Santa: del 10-04-95 al 17-04-95 (ambdós inclosos)
Fi del 2n quadrimestre: 09-06-95
Període d'exàmens del 2n quadrimestre: del 12-06-95 al 30-06-95

(*) Es podran posar proves d'avaluació durant els dies 5, 7 i 9 de desembre de 1994.

2. LA LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES



PRESENTACIÓ

La Llicenciatura de Matemàtiques a la UPC té com a objectiu 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 o d'incorporar-se professionalment a empreses, indústries, administracions públiques o departaments universitaris amb necessitats en aquest camp.

De les característiques d'aquests estudis ara oferts per la UPC, convé destacar-ne les següents:

1. El títol ofert és el títol universitari de Llicenciat en Matemàtiques, de caràcter oficial i regulat pel RD 1.416/1990, de 26 d'octubre (BOE de 20 de novembre) el qual és, per tant, 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 vol posar 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 de les assignatures optatives del Pla d'estudis, que necessàriament pot estar afectat tant pels interessos dels estudiants com per les possibilitats de la UPC, es vol seguir 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.

A efectes informatius, convé tenir present que, independentment de la Llicenciatura de Matemàtiques, la UPC també organitza diversos programes de Tercer Cicle, alguns dels quals condueixen al títol de Doctor en Matemàtiques.

PLA D'ESTUDIS

Característiques generals

Aquests estudis corresponen al títol universitari oficial de Llicenciat 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'Universitats, està publicat en el BOE del 20 de maig de 1993.

Els estudis tenen una càrrega docent total de 300 crèdits entre teòrics i pràctics (equivalent a una docència de 3.000 hores), que es reparteixen en quatre anys. Aquests quatre anys es divideixen en dos cicles, de dos anys cadascun. Totes les assignatures són quadrimestrals i s'agrupen en dos períodes lectius a l'any, de 15 setmanes cadascun.

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 25 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.

Les assignatures de més pes teòric (anomenades de tipus τ) tenen 4,5 crèdits teòrics i 3 de pràctics, i les assignatures de més pes pràctic (anomenades de tipus π) tenen 3 crèdits teòrics i 4,5 de pràctics.

Assignatures optatives

L'estudiant haurà de triar deu assignatures optatives, totes al segon cicle. Cada any es farà pública l'oferta d'assignatures optatives d'aquell any i la de l'any següent.

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.

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

Crèdits de lliure elecció

Els crèdits de lliure elecció es poden obtenir per dos procediments:

- a) Cursant assignatures triades lliurement entre les que ofereix la UPC o alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.

b) Mitjançant un treball dirigit acadèmicament, o valorant a raó d'1 crèdit per cada 30 hores un treball tutelat de pràctiques en institucions públiques o privades, empreses, etc.

Per facilitar el procediment a), la Facultat facilitarà suggeriments d'assignatures d'altres centres o organitzades expressament per la Facultat fora dels currículums, que siguin apropiades i s'adiguin amb les limitacions horàries i dels estudiants. Per al curs 1994-95, la FME organitza, conjuntament amb el Departament d'Estructures a l'Arquitectura i el Departament de Matemàtica Aplicada I, respectivament, les assignatures **Taller de Geometria** i **Història de la Ciència**, de 7,5 crèdits, que es realitzaran durant el segon quadrimestre amb l'horari establert per la Facultat per les assignatures de lliure elecció.

Quadre d'assignatures

Quadr. 1A	ob. 7 FÍSICA GENERAL	tr. 7 CÀLCUL I	ob. 7 COMPUTACIÓ ALGEBRAICA	tr. 7 ÀLGEBRA LINEAL	tr. 7 INFORMÀTICA I
Quadr. 1B	tr. 7 MÈTODES NUMÈRICS I	tr. 7 CÀLCUL II	7,5 crèdits LLIURE ELECCIÓ	tr. 7 GEOMETRIA	tr. 7 INFORMÀTICA II
Quadr. 2A	tr. 7 MÈTODES NUMÈRICS II	tr. 7 CÀLCUL III	tr. 7 EQUACIONS DIFERENCIALS I	tr. 7 TOPOLOGIA	tr. 7 PROBABILITAT I ESTADÍSTICA
Quadr. 2B	ob. 7 INVESTIGACIÓ OPERATIVA	ob. 7 ANÀLISI REAL	7,5 crèdits LLIURE ELECCIÓ	tr. 7 GEOMETRIA DIFERENCIAL I	tr. 7 INFERÈNCIA ESTADÍSTICA
Quadr. 3A	OPTATIVA 1	tr. 7 EQUACIONS DIFERENCIALS II	tr. 7 MÈTODES NUMÈRICS III	tr. 7 ÀLGEBRA ABSTRACTA	OPTATIVA 2
Quadr. 3B	OPTATIVA 3	tr. 7 ANÀLISI COMPLEXA	ob. 7 MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	tr. 7 GEOMETRIA DIFERENCIAL II	OPTATIVA 4
Quadr. 4A	OPTATIVA 5	tr. 7 ANÀLISI FUNCIONAL	7,5 crèdits LLIURE ELECCIÓ	tr. 7 TOPOLOGIA ALGEBRAICA	OPTATIVA 6
Quadr. 4B	OPTATIVA 7	OPTATIVA 8	7,5 crèdits LLIURE ELECCIÓ	OPTATIVA 9	OPTATIVA 10

Assignatures optatives

Les assignatures optatives de la FME per a la Llicenciatura de Matemàtiques (totes de 7,5 crèdits) queden recollides en els blocs temàtics següents:

Bloc d'Àlgebra Aplicada (B1):

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

Bloc d'Estadística (B2):

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

Bloc d'Informàtica Teòrica (B3):

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

Bloc d'Investigació Operativa (B4):

Programació Matemàtica, Optimització Contínua I, Optimització Contínua II, Optimització Combinatòria, Simulació, etc.

Bloc de Matemàtica Discreta (B5):

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

Bloc de Mecànica (B6):

Mecànica Racional, Astrodinàmica i Mecànica Celest, Mecànica de Medis Continus, Mecànica de Fluids, etc.

Bloc de Mètodes Numèrics (B7):

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

Bloc de Teoria de Sistemes (B8):

Teoria de Sistemes Lineals: Controlabilitat i Observabilitat, Mètodes Geomètrics de la Teoria de Sistemes, Control de Sistemes en Enginyeria, Teoria Qualitativa d'Equacions Diferencials Ordinàries, etc.

Bloc d'Ampliacions i Complementos (B9):

Ampliació de Models Matemàtics de la Física, Ampliació d'Anàlisi, Ampliació de Geometria, Lògica Matemàtica, Història de la Matemàtica, Didàctica de la Matemàtica, etc.

L'oferta d'assignatures optatives se sotmet anualment a una pre-inscripció indicativa entre els estudiants de segon curs, a fi de decidir quines són les assignatures que efectivament s'impartiran en els cursos següents, d'acord amb les possibilitats de la Universitat.

L'oferta completa sotmesa durant el curs 1993-94 a aquesta pre-inscripció indicativa ha estat la de la llista següent, en la qual les assignatures estan ordenades per cursos i quadrimestres. Els noms en negreta corresponen a les assignatures que efectivament s'impartiran. L'oferta per al curs 1995-96 estarà complementada per la pre-inscripció dels estudiants de segon curs del 1994-95.

Curs 1994-95: 1r QUADRIMESTRE - 3r CURS	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Algorísmica									
Inferència Estadística i Anàlisi Bayesiana									
Lògica Matemàtica									
Mecànica Racional									
Programació Matemàtica									
Teoria de Codis									
Teoria de Grafs									
Teoria de Sistemes Lineals									

Curs 1994-95: 2n QUADRIMESTRE - 3r CURS	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Àlgebra Computacional									
Anàlisi Numèrica									
Astrodinàmica i Mecànica Celeste									
Història de la Matemàtica									
Mètodes Geomètrics de la Teoria de Sistemes									
Model Lineal General									
Optimització Contínua I									
Teoria de la Programació									

Curs 1995-96: 1r QUADRIMESTRE - 4t CURS	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Ampliació de Models Matemàtics de la Física									
Combinatòria									
Control de Sistemes en Enginyeria									
Estadística Multidimensional									
Geometria Discreta i Computacional									
Mètodes Integrals per a Equacions en Derivades Parcials									
Optimització Contínua II									
Teoria de la Computació									
Teoria de Nombres									

Curs 1995-96: 2n QUADRIMESTRE - 4t CURS	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
Ampliació d'Anàlisi									
Ampliació de Geometria									
Aplicacions de la Matemàtica Discreta									
Calculabilitat									
Criptografia									
Didàctica de la Matemàtica									
El mètode dels Elements Finites									
Mecànica de Fluids									
Mecànica de Medis Continus									
Mètodes Numèrics en Enginyeria									
Optimització Combinatòria									
Paral·lelització d'Algorismes									
Anàlisi de Sèries Temporals i Previsió									
Simulació									
Teoria Qualitativa d'Equacions Diferencials Ordinàries									

Avaluació i reconeixement de crèdits

D'acord amb la normativa general de la UPC, distingirem entre les avaluacions de les assignatures i les avaluacions del 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'elles es produiran els Informes d'Avaluació, de cada assignatura i 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 del currículum de caràcter global i deu avaluacions del currículum particularitzades per assignatures. 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: Física General, Càlcul I, Computació Algebraica, Àlgebra Lineal, Informàtica I, Mètodes Numèrics I, Càlcul II, Geometria i Informàtica II. 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: Mètodes Numèrics II, Càlcul III, Equacions Diferencials I, Topologia, Probabilitat i Estadística, Investigació Operativa, Anàlisi Real, Geometria Diferencial I i Inferència Estadística.

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

Les deu assignatures optatives que inclou el Pla d'Estudis són objecte d'avaluacions del currículum particularitzades.

DEPARTAMENTS I PROFESSORAT

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 Llicenciatura de Matemàtiques per al curs 1994-95 són els següents:

- Dept. d'Estadística i Investigació Operativa
- Dept. d'Estructures a l'Arquitectura
- Dept. de Física i Enginyeria Nuclear
- Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada III
- Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica

El professorat assignat per a la docència a la Llicenciatura de Matemàtiques pel curs 1994-95 és el següent:

- | | |
|-----------------------------|--|
| - Alsina Català, Claudi | Dept. d'Estructures a l'Arquitectura |
| - Barceló Bugeda, Jaume | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Barja Yañez, M. Angel | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Batlle Armau, Carles | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Beltran Royo, César | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Bonet Revés, Carles | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Brunat Blay, Josep M. | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Compta Creus, Albert | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Cónsul Porras, Neus | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Dalmau Vilaldach, Miquel | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Delshams Valdés, Amadeu | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Díaz Cort, Josep | Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics |
| - Díez Mejía, Pedro | Dept. de Matemàtica Aplicada III |
| - Fàbrega Canuda, Josep | Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica |
| - Farré Cirera, Rafael | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Fernández Areizaga, Elena | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Fernández Ferrer, Julián | Dept. de Física i Enginyeria Nuclear |
| - Ferrer Llop, Josep | Dept. de Matemàtica aplicada I |
| - Fossas Colet, Enric | Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica |
| - Freixas Bosch, Josep | Dept. de Matemàtica Aplicada III |
| - Gabarró Vallés, Joaquim | Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics |
| - García Planas, Isabel | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - García Roig, Jaume Ll. | Dept. d'Estructures a l'Arquitectura |
| - Garriga Valle, Ernest | Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica |
| - Gavalda Mestre, Ricard | Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics |
| - Giró Roca, Antoni | Dept. de Física i Enginyeria Nuclear |

- Heredia Cervera, Javier
- Hurtado Díaz, Ferran
- Huerta Cerezuela, Antonio
- Jacas Moral, Joan
- Jorba Monte, Angel
- Lusa Monforte, Guillermo
- Martínez-Seara Alonso, Ma. Teresa
- Masdemont Soler, Josep
- Mateu Bennassar, Joan
- Molina Hernández, Ma. Antònia
- Montes Lozano, Antonio
- Moreno Rico, Javier
- Muñoz Lecanda, Miguel
- Nabona Francisco, Narcís
- Nonell Torrent, Ramon
- Noguera Batlle, Miquel
- Noy Serrano, Marc
- Orejas Valdés, Fernando
- Padró Laimón, Carles
- Pascual Gainza, Pere
- Peris Llagostera, Josep Maria
- Planas Vilanova, Francesc
- Pons Vallés, Montserrat
- Prats Duaygües, Francesc
- Puerta Sales, Ferran
- Quer Bosor, Jordi
- Ras Sabido, Antoni
- Rio Doval, Anna
- Roca Rosell, Antoni
- Ruiz Muñoz, José Luís
- Saludes Closa, Jordi
- Sarrate Ramos, Josep
- Susin Sánchez, Antoni
- València Guitart, Marta
- Victòria Monge, Carles
- Xambó Descamps, Sebastià

- Dept. d'Estadística i Investigació Operativa
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada III
- Dept. d'Estructures a l'Arquitectura
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada III
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica
- Dept. d'Estadística i Investigació Operativa
- Dept. d'Estadística i Investigació Operativa
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics
- Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada III
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada III
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica
- Dept. de Matemàtica Aplicada II

Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu propi departament, tindran un lloc a l'edifici de la FME per atendre consultes dels estudiants dins d'un horari establert.

HORARIS DE CLASSE

HORARIS DE 1r CURS - 1r QUADRIMESTRE

Horari	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8 - 9	CÀLCUL I	Física General (a) A. Giró	CÀLCUL I	Física General (a) A. Giró	CÀLCUL I
	M. Pons	Àlgebra Lineal (b) F. Planas	M. Pons	Àlgebra Lineal (b) F. Planas	M. Pons
9 - 10	ÀLGEBRA LINEAL F. Puerta	Informàtica I * (a) J. Gabarró	ÀLGEBRA LINEAL F. Puerta	Computació Algebraica * (a) J.M. Brunat	ÀLGEBRA LINEAL F. Puerta
		Física General (b) A. Giró		Física General (b) A. Giró	
10 - 11	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA M. Noy	Informàtica I * (a) J. Gabarró	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA M. Noy	Computació Algebraica * (a) J.M. Brunat	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA M. Noy
		Càlcul I (b) M.A. Molina		Càlcul I (b) M.A. Molina	
11 - 12					
12 - 13	FÍSICA GENERAL J. Fernández	Àlgebra Lineal (a) F. Planas	FÍSICA GENERAL J. Fernández	Àlgebra Lineal (a) F. Planas	FÍSICA GENERAL J. Fernández
		Informàtica I * (b) J. Gabarró		Computació Algebraica * (b) A. Montes	
13 - 14	INFORMÀTICA I F. Orejas	Càlcul I (a) J. Freixas	Informàtica I (a) J. Gabarró	Càlcul I (a) J. Freixas	INFORMÀTICA I F. Orejas
		Informàtica I * (b) J. Gabarró		Informàtica I (b) J. Gabarró	

Nota: Les hores amb els noms de les assignatures en majúscules corresponen a classes de teoria, en minúscules a classes de problemes i en minúscula i (*) a classes de pràctiques i/o problemes (que es donaran en una aula de PC'S equipada també amb pissarra).

HORARIS DE 1r CURS - 2n QUADRIMESTRE

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8 - 9	CÀLCUL II C. Victòria	MÈTODES NUMÈRICS I A. Delshams	CÀLCUL II C. Victòria	MÈTODES NUMÈRICS I A. Delshams	CÀLCUL II C. Victòria
9 - 10	GEOMETRIA S. Xambó	Geometria (a) F. Prats Mètodes Numèrics I * (b) A. Susín	GEOMETRIA S. Xambó	Geometria (a) F. Prats Informàtica II * (b) R. Gavalda	GEOMETRIA S. Xambó
10 - 11	INFORMÀTICA II J. Díaz	Càlcul II (a) E. Garriga Mètodes Numèrics I * (b) A. Susín	Informàtica II (a) R. Gavalda Mètodes Numèrics I (b) A. Susín	Càlcul II (a) E. Garriga Informàtica II * (b) R. Gavalda	INFORMÀTICA II J. Díaz
11 - 12					
12 - 13	LLIURE ELECCIÓ	Informàtica II * (a) R. Gavalda Càlcul II (b) E. Garriga	Mètodes Numèrics I (a) N. Cónsul Informàtica II (b) R. Gavalda	Mètodes Numèrics I * (a) N. Cónsul Càlcul II (b) E. Garriga	LLIURE ELECCIÓ
13 - 14	LLIURE ELECCIÓ	Informàtica II * (a) R. Gavalda Geometria (b) F. Hurtado	LLIURE ELECCIÓ	Mètodes Numèrics I * (a) N. Cónsul Geometria (b) F. Hurtado	LLIURE ELECCIÓ

Nota: Les hores amb els noms de les assignatures en majúscules corresponen a classes de teoria, en minúscules a classes de problemes i en minúscula i (*) a classes de pràctiques i/o problemes (que es donaran en una aula de PC'S equipada també amb pissarra).

HORARIS DE 2n CURS - 1r QUADRIMESTRE

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8 - 9	MÈTODES NUMÈRICS II A. Huerta	Equacions Diferencials I T. Martínez-Seara	MÈTODES NUMÈRICS II A. Huerta	Equacions Diferencials I T. Martínez-Seara	Mètodes Numèrics II * A. Huerta
9 - 10	Mètodes Numèrics II A. Huerta	EQUACIONS DIFERENCIALS I C. Bonet	EQUACIONS DIFERENCIALS I C. Bonet	EQUACIONS DIFERENCIALS I C. Bonet	Mètodes Numèrics II * P. Díez
10 - 11	TOPOLOGIA P. Pascual	Topologia M.A. Barja	TOPOLOGIA P. Pascual	Topologia M.A. Barja	TOPOLOGIA P. Pascual
11 - 12					
12 - 13	CÀLCUL III J. Saludes	Probabilitat i Estadística C. Beltran	CÀLCUL III J. Saludes	Probabilitat i Estadística C. Beltran	CÀLCUL III J. Saludes
13 - 14	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA R. Nonell	Càlcul III M. Dalmau	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA R. Nonell	Càlcul III M. Dalmau	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA R. Nonell

Nota: Les hores amb els noms de les assignatures en majúscules corresponen a classes de teoria, en minúscules a classes de problemes i en minúscula i (*) a classes de pràctiques i/o problemes (que es donaran en una aula de PC'S equipada també amb pissarra).

HORARIS DE 2n CURS - 2n QUADRIMESTRE

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8 - 9	INVESTIGACIÓ OPERATIVA J. Barceló	Inferència Estadística C. Beltran	INVESTIGACIÓ OPERATIVA J. Barceló	Inferència Estadística C. Beltran	INVESTIGACIÓ OPERATIVA J. Barceló
9 - 10	GEOMETRIA DIFERENCIAL I A. Ras	Geometria Diferencial I C. Battle	GEOMETRIA DIFERENCIAL I A. Ras	Geometria Diferencial I C. Battle	GEOMETRIA DIFERENCIAL I A. Ras
10 - 11	ANÀLISI REAL M. Muñoz	Anàlisi Real E. Fossas	ANÀLISI REAL M. Muñoz	Anàlisi Real E. Fossas	ANÀLISI REAL M. Muñoz
11 - 12					
12 - 13	LLIURE ELECCIÓ	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA R. Nonell	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA R. Nonell	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA R. Nonell	LLIURE ELECCIÓ
13 - 14	LLIURE ELECCIÓ	Investigació Operativa E. Fernández	LLIURE ELECCIÓ	Investigació Operativa E. Fernández	LLIURE ELECCIÓ

Nota: Les hores amb els noms de les assignatures en majúscules corresponen a classes de teoria, en minúscules a classes de problemes i en minúscula i (*) a classes de pràctiques i/o problemes (que es donaran en una aula de PC'S equipada també amb pissarra).

HORARIS DE 3r CURS - 1r QUADRIMESTRE

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8 - 9	Mètodes Numèrics III * J.M. Peris	Equacions Diferencials II J. Mateu	MÈTODES NUMÈRICS III M. Noguera	Equacions Diferencials II J. Mateu	MÈTODES NUMÈRICS III M. Noguera
9 - 10	Mètodes Numèrics III * J.M. Peris	EQUACIONS DIFERENCIALS II M. València	EQUACIONS DIFERENCIALS II M. València	EQUACIONS DIFERENCIALS II M. València	MÈTODES NUMÈRICS III M. Noguera
10 - 11	ÀLGEBRA ABSTRACTA J. Quer	Àlgebra Abstracta A. Rio	ÀLGEBRA ABSTRACTA J. Quer	Àlgebra Abstracta A. Rio	ÀLGEBRA ABSTRACTA J. Quer
11 - 12	ALGORÍSMICA J. Díaz	TEORIA DE CODIS S. Xambó	ALGORÍSMICA J. Díaz	TEORIA DE CODIS S. Xambó	ALGORÍSMICA J. Díaz
12 - 13	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA J. Barceló	TEORIA DE GRAFS J. Fàbrega	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA J. Barceló	TEORIA DE GRAFS J. Fàbrega	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA J. Barceló
13 - 14	Teoria de Codis * J.C. Ruiz	Algorísmica * J. Díaz	TEORIA DE GRAFS J. Fàbrega	Programació Matemàtica * E. Fernández	Teoria de Grafs * C. Padró
14 - 15	Teoria de Codis * J.C. Ruiz	Algorísmica * J. Díaz	TEORIA DE CODIS S. Xambó	Programació Matemàtica * E. Fernández	Teoria de Grafs * C. Padró
15 - 16	TEORIA DE SIST. LINEALS J. Ferrer		Teoria de Sistemes Lineals I. García		TEORIA DE SIST. LINEALS J. Ferrer
16 - 17	TEORIA DE SIST. LINEALS J. Ferrer		Teoria de Sistemes Lineals I. García		TEORIA DE SIST. LINEALS J. Ferrer

Nota: Les hores amb els noms de les assignatures en majúscules corresponen a classes de teoria, en minúscules a classes de problemes i en minúscula i (*) a classes de pràctiques i/o problemes (que es donaran en una aula de PC'S equipada també amb pissarra).

HORARIS DE 3r CURS - 2n QUADRIMESTRE

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
8 - 9	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA S. Xambó	Anàlisi Complexa A. Compta	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA S. Xambó	Anàlisi Complexa A. Compta	MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA S. Xambó
9 - 10	GEOMETRIA DIFERENCIAL II M. Muñoz	Geometria Diferencial II A. Ras	GEOMETRIA DIFERENCIAL II M. Muñoz	Geometria Diferencial II A. Ras	GEOMETRIA DIFERENCIAL II M. Muñoz
10 - 11	ANÀLISI COMPLEXA J. Mateu	Models Matemàtics de la Física S. Xambó	ANÀLISI COMPLEXA J. Mateu	Models Matemàtics de la Física S. Xambó	ANÀLISI COMPLEXA J. Mateu
11 - 12	ANÀLISI NUMÈRICA A. Huerta	OPTIMITZACIÓ CONTINUA I N. Nabona	ANÀLISI NUMÈRICA A. Huerta	OPTIMITZACIÓ CONTINUA I N. Nabona	ANÀLISI NUMÈRICA A. Huerta
12 - 13	ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE A. Jorba	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL A. Montes	ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE A. Jorba	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL A. Montes	ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE A. Jorba
13 - 14	Optimització Continua I * J. Heredia	Astrodinàmica i Mecànica Celeste * J. Masdemont	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL A. Montes	Anàlisi Numèrica * A. Huerta	Àlgebra Computacional * R. Farré
14 - 15	Optimització Continua I * J. Heredia	Astrodinàmica i Mecànica Celeste * J. Masdemont	OPTIMITZACIÓ CONTINUA I N. Nabona	Anàlisi Numèrica * J. Sarrate	Àlgebra Computacional * R. Farré

Nota: Les hores amb els noms de les assignatures en majúscules corresponen a classes de teoria, en minúscules a classes de problemes i en minúscula i (*) a classes de pràctiques i/o problemes (que es donaran en una aula de PC'S equipada també amb pissarra).

DATES D'EXAMENS

Convocatòria ordinària de febrer

1r	23-01-95	24-01-95	25-01-95	26-01-95	27-01-95
M A T f				CÀLCUL I	

1r	30-01-95	31-01-95	1-02-95	2-02-95	3-02-95
M A T f	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA			INFORMÀTICA I	

1r	6-02-95	7-02-95	8-02-95	9-02-95	10-02-95
M A T f	ÀLGEBRA LINEAL			FÍSICA	

2n	23-01-95	24-01-95	25-01-95	26-01-95	27-01-95
M A T f					MÈTODES NUMÈRICS II

2n	30-01-95	31-01-95	1-02-95	2-02-95	3-02-95
M A T f		TOPOLOGIA			PROBABILITAT I ESTADÍSTICA

2n	6-02-95	7-02-95	8-02-95	9-02-95	10-02-95
M A T f		CÀLCUL III			EQUACIONS DIFERENCIALS I

Convocatòria ordinària de juny

3r	23-01-95	24-01-95	25-01-95	26-01-95	27-01-95
M A T í				MÈTODES NUMÈRICS III	
3r	30-01-95	31-01-95	1-02-95	2-02-95	3-02-95
M A T í	ALGORÍSMICA			ÀLGEBRA ABSTRACTA	
3r	6-02-95	7-02-95	8-02-95	9-02-95	10-02-95
M A T í	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA			EQUACIONS DIFERENCIALS II	
3r	13-02-95	14-02-95	15-02-95	16-02-95	17-02-95
M A T í	TEORIA DE GRAFS			TEORIA DE CODIS	

1r	12-06-95	13-06-95	14-06-95	15-06-95	16-06-95
M A T í				MÈTODES NUMÈRICS I	
1r	19-06-95	20-06-95	21-06-95	22-06-95	23-06-95
M A T í	CÀLCUL II			INFORMÀTICA II	
1r	26-06-95	27-06-95	28-06-95	29-06-95	30-06-95
M A T í	GEOMETRIA				
2n	12-06-95	13-06-95	14-06-95	15-06-95	16-06-95
M A T í					GEOMETRIA DIFERENCIAL I
2n	19-06-95	20-06-95	21-06-95	22-06-95	23-06-95
M A T í		INVESTIGACIÓ OPERATIVA			ANÀLISI REAL
2n	26-06-95	27-06-95	28-06-95	29-06-95	30-06-95
M A T í		INFERÈNCIA ESTADÍSTICA			

3r	12-06-95	13-06-95	14-06-95	15-06-95	16-06-95
MATF				GEOMETRIA DIFERENCIAL II	

3r	19-06-95	20-06-95	21-06-95	22-06-95	23-06-95
MATF	OPTIMITZACIÓ CONTINUA I			ANÀLISI COMPLEXA	

3r	26-06-95	27-06-95	28-06-95	29-06-95	30-06-95
MATF	ANÀLISI NUMÈRICA			MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	

3r	3-07-95	4-07-95	5-07-95	6-07-95	7-07-95
MATF	ÀLGEBRA COMPUTACIONAL			ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE	

LLIURE ELECCIÓ

	26-06-95	27-06-95	28-06-95	29-06-95	30-06-95
MATF				TALLER DE GEOMETRIA	HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

Convocatòria extraordinària de setembre

1r	29-08-95	30-08-95	31-08-95	1-09-95	2-09-95
MATF				CÀLCUL I	MÈTODES NUMÈRICS I
TARDA					

1r	5-09-95	6-09-95	7-09-95	8-09-95	9-09-95
MATF	GEOMETRIA	ÀLGEBRA LINEAL	INFORMÀTICA I	CÀLCUL II	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA
TARDA			INFORMÀTICA II		FÍSICA

2n	29-08-95	30-08-95	31-08-95	1-09-95	2-09-95
MATF				CÀLCUL III	MÈTODES NUMÈRICS II
TARDA					

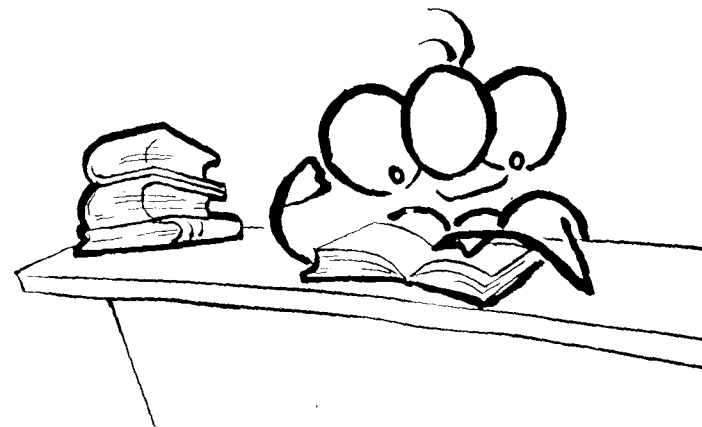
2n	5-09-95	6-09-95	7-09-95	8-09-95	9-09-95
MATF	GEOMETRIA DIFERENCIAL I	TOPOLOGIA	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA	ANÀLISI REAL	EQUACIONS DIFERENCIALS I
TARDA			INFERÈNCIA ESTADÍSTICA		INVESTIGACIÓ OPERATIVA

3. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES TRONCALS O OBLIGATÒRIES

3r	29-08-95	30-08-95	31-08-95	1-09-95	2-09-95
M A T I					
T A R D A				MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA	MÈTODES NUMÈRICS III

3r	5-09-95	6-09-95	7-09-95	8-09-95	9-09-95
M A T I					
T A R D A	GEOMETRIA DIFERENCIAL II	ALGEBRA ABSTRACTA		ANÀLISI COMPLEXA	

3r	12-09-95	13-09-95	14-09-95	15-09-95	16-09-95
M A T I					
T A R D A	EQUACIONS DIFERENCIALS II				



ÀLGEBRA LINEAL

CODI: 10004

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

Professor coordinador: Ferran Puerta Sales

Altres professors: Francesc Planas Vilanova

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.

A l'àlgebra lineal apareix de forma natural (canvis de base, etc.) l'estructura de grup (no commutatiu). Això motiva una introducció bàsica dels conceptes fonamentals de la teoria de grups.

Programa

- 1. Preliminars:** Conjunts. Notacions i terminologia. Aplicacions. Relacions d'equivalència. Lleis de composició. Compatibilitat d'una llei de composició d'equivalència.
- 2. Grups, anells i cossos:** Grups. Subgrups. Homomorfismes de grup. Grup quocient. Teoremes d'isomorfisme. Anells. Subanells. Homomorfisme d'anells. Ideals. Anell quocient. Teoremes d'isomorfisme. Cossos. Cos de descomposició d'un polinomi.
- 3. Espais vectorials:** Definicions i exemples. Matrius. L'espai vectorial $M_{m \times n}$. Dependència lineal. Subespais vectorials. Bases. Dimensió. Dimensió de subespais. Suma directa. Espai quocient.
- 4. Matrius. Sistemes d'equacions lineals:** Producte de matrius. Transformacions elementals d'una matriu. Sistemes d'equacions lineals. Matrius invertibles.
- 5. 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.
- 6. 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.

7. Diagonalització d'endomorfismes: Subespais invariants. Vectors i valors propis. Polinomi característic. Observacions i exemples. Endomorfismes diagonalitzables. Endomorfismes triangulables. El teorema de Cayley-Hamilton.

8. 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.

Els apartats assenyalats amb (*) es consideren optatius.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Berberian: *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.: *Àlgebra moderna*. Ed. McGraw-Hill, 1991.
- Dixmier, J.: *Cours de mathématiques du premier cycle*. Ed. Gauthier-Villars, vol. I, 1976 (2a edició) i vol. 2, 1977.
- Grossman: *Àlgebra lineal*. McGraw-Hill, 1992.
- Lancaster; Tismenetsky: *The theory of Matrices*. Ed. Academic Press, 1985 (2a edició).
- Lang, S.: *Linear Algebra*. Ed. Addison-Wesley, 1989. 3a. edició.
- Lang, S.: *Àlgebra*. Ed. Aguilar (Colección Ciencia y Técnica), Madrid, 1971 (2a edició).
- Lipschutz: *Àlgebra lineal*. Ed. McGraw-Hill, 1992.
- Pullman, N.J.: *Matrix theory and its applications*. Ed. Marcel Dekker, Inc, 1976.
- Spiegel: *Àlgebra superior*. Ed. McGraw-Hill (Shaum), 1969.
- Strang, G.: *Linear Algebra and its applications*. Ed. Harcourt Brace Joraroich College Publ., 1988.

CÀLCUL I

CODI: 10002

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

Professora coordinadora: Montserrat Pons Vallés

Altres professors: Josep Freixas Bosch, M. Antònia Molina Hernández

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 el maneig 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 enuncis dels teoremes més enllà del pur formalisme. Tot plegat els facilitarà el treball d'assimilació pel seu compte nous coneixements i els donarà l'obertura de mirades 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} . Encaix d'interval. No numerabilitat de \mathbb{R} .
- 2. La distància en \mathbb{R} :** Definició i propietats. Entorns. Classificacions de punts respecte d'un subconjunt. Conjunts oberts, conjunts tancats. Conjunts fitats.
- 3. Successions en \mathbb{R} :** Successions convergents. Subsuccessions. Teorema de Bolzano-Weierstrass. Conjunts compactes per successions. Successions monòtones. Definició del nombre e . Successions de Cauchy. Completesa de \mathbb{R} . Successions contractives. Definició de potències i logaritmes. Límits infinits. Relació límits-operacions. Relació límits-ordre.
- 4. Sèries de nombres reals:** Convergència. Criteri de convergència de Cauchy. Operacions amb sèries. Criteri de Dirichlet. Sèries de termes positius. Propietats. Criteris de convergència. Convergència absoluta. Propietats de les sèries absolutament convergents. Definició de les funcions trigonomètriques bàsiques.
- 5. 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.

6. Funcions contínues: Definició. Operacions amb funcions contínues. Tipus de discontinuïtats. Teoremes sobre funcions contínues. Definició del nombre π . Funcions monòtones. Continuitat uniforme. Funcions contractives. Teorema del punt fix.

7. Derivació de funcions \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.

8. La integral de Riemann: Integral superior i integral inferior. Integritat d'una funció. Caracterització de les funcions integrables. Propietats de la integral. Teorema fonamental de càlcul. Primitives. Regla de Barrow. Canvi de variable. Integració per parts. Càlcul de primitives. Integrals impròpies. Criteris de convergència.

9. Successions i sèries de funcions: Successions de funcions. Convergència puntual. Convergència uniforme. Continuitat puntual i uniforme. Criteris de convergència uniforme. Sèries de potències. Interval de convergència. Propietats de les funcions definides per sèries de potències. Les funcions bàsiques de l'anàlisi. Desenvolupament d'una funció en sèrie de potències.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bartle, G.B.; Sherbert, D.R.: *Introducción al análisis matemático de una variable*. Ed. Limusa, 1984.
- Linares, E.: *Principios de análisis matemático*. Ed. Reverté, 1988.
- Martínez, C.; Sanz, M.A.: *Análisis de una variable real*. Ed. Reverté, 1992.
- Ortega, J. M.: *Introducción a l'anàlisi matemàtica*. Manuals de la UAB, 1990.
- Spivak, M.: *Cálculo infinitesimal*. Ed. Reverté, 1991.

Referències complementàries:

- Apostol, T.M.: *Análisis matemático*. Ed. Reverté, 1986.
- Courant, R.; John, F.: *Introducción al cálculo y al análisis matemático* (vol. 1). Ed. Limusa, 1982.
- Jarauta, E.: *Análisis matemático d'una variable*. Edicions UPC, 1993.
- Protter, M.H.; Morrey, C.B.: *Análisis real*. Ed. AC, 1986.
- Rudin, W.: *Principios de análisis matemático*. McGraw-Hill, 1980. 3a. ed.

Altres referències:

- Aguiló i altres: *Càlcul Infinitesimal en una variable. Problemes resolts*. Col.lecció Aula. UPC, 1993.
- Blank, A.A.: *Manual de problemas de cálculo y análisis matemático*. Ed. Limusa, 1990.
- Bombal, F.; Rodríguez, L.; Vera, G.: *Problemas de análisis matemático* (3 vols). Ed. AC, 1990. 2a. ed.
- Calm, R.; Coll, N.; Estela M.R.: *Problemas de càlcul*. Ed. Micromar, 1992.
- Casasayas, J.; Cascante, M.C.: *Problemas de análisis matemático de una variable real*. Ed. Edunsa, 1990.
- Fernández, J.A.; Sánchez, E.: *Ejercicios y complementos de Análisis Matemático I*. Ed. Tecnos, 1992.

FÍSICA GENERAL

CODI: 10001

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

Professor coordinador: Julián Fernández Areizaga

Altres professors: Antoni Giró Roca

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, són presentats, sempre que és possible, en el seu aspecte de *matemàtica aplicada*.

En el curs també es realitzen pràctiques amb ordinador de simulació de fenòmens físics; amb això, els estudiants reben una visió moderna que els serà interessant pel que fa a aquest aspecte, el qual que un matemàtic que estudia a la UPC no pot ignorar

Programa

1. Sistemes de vectors lliscants. Invariants. Reducció.
2. Camps escalars i camps vectorials. Circulació. Potencial. Flux. Camps centrals i newtonians. Camp gravitatori i camp electrostàtic.
3. Cinemàtica del punt i del sòlid. Cinemàtica relativa.
4. Dinàmica del punt. Lleis de Newton i teoremes fonamentals.
5. Dinàmica de sistemes. Rotació del sòlid.
6. Vibracions. Composició de moviments harmònics.
7. Moviment ondulatori. Fenòmens de propagació. Interferències. Batecs. Ones estacionàries. Difracció.
8. Conductors elèctrics en equilibri. Condensadors.
9. Corrent elèctric. Lleis d'Ohm i de Joule. Generadors i receptors.
10. Inducció magnètica. Forces electromagnètiques. Inducció electromagnètica. Autoinducció.
11. Corrent altern. Llei d'Ohm per corrent altern. Impedàncies complexes.

Avaluació

Hi haurà una prova escrita un cop acabat el tema 3 del programa i una segona prova escrita abans de les vacances de Nadal, a més de la prova final del quadrimestre. Les qualificacions obtingudes podran ser complementades amb la corresponent a les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Fernández, J.; Pujal, M.: *Iniciación a la física*. (vol. 1 i 2). Ed. Reverté, Barcelona, 1991.
- Giancoli, D.C.: *Física, principios y aplicaciones*. Ed. Reverté, Barcelona, 1985.
- Roller, D.E.; Blum, R.: *Física*. (vol. 1 i 2). Ed. Reverté, Barcelona, 1986.
- Shortley, G.; Williams, D.: *Física*. (vol. 1, 2 i 3). Urmo ed. Bilbao, 1976.
- Valentin, J.: *Problemas de física*. Ed. Reverté, Barcelona, 1979.

Referències complementàries:

- Annequin, R.; Boutigny, J.: *Ejercicios de ciencias físicas*. Ed. Reverté, Barcelona, 1974.
- Cidrac, C.: *Problemas de electricidad*. Ed. Reverté, Barcelona, 1979.
- French, A. P.: *Vibraciones y ondas*. Ed. Reverté, Barcelona, 1974.
- García Roger, J. (vol. 1 i vol. 2) *Problemas de física*. Ed. Eunibar, Barcelona, 1979.
- Ingard, U.; Kraushaar, W.L.: *Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas*. Ed. Reverté, Barcelona, 1973.
- Rossel: *Física general*. Ed. AC, Madrid, 1974.
- Tipler, P.A.: *Física*. (3a edició, vol. 1 i vol. 2). Ed. Reverté, Barcelona, 1992.

INFORMÀTICA I

CODI: 10005

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

Professor coordinador: Fernando Orejas Valdés

Altres professors: Joaquim Gabarró Vallès

Objectius del curs

L'objectiu del curs és aprendre a especificar, dissenyar i implementar algorismes en un llenguatge imperatiu. Com a conseqüència d'això es vol que els estudiants siguin capaços de raonar amb rigor i elegància respecte a la correctesa i l'eficàcia dels programes que realitzin.

El curs està basat en dues parts, una 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.

Les classes pràctiques es divideixen en classes de problemes i classes de laboratori. A les classes de problemes es reforcen, a fi d'assegurar la seva assimilació, els conceptes bàsics introduïts en les classes de teoria. Es poden, en alguns casos, desenvolupar alguns continguts teòrics. En aquestes classes, el professor proposa exercicis d'especificació o disseny d'algorismes i de manera interactiva se cerquen les solucions. A les classes de laboratori es desenvolupen els aspectes concrets d'implementació dels elements desenvolupats en les classes de teoria i de problemes.

Programa

I. ESPECIFICACIONS DE PROGRAMES

1. **Especificacions de programes:** Notacions lògiques, proposicions, connectives, quantificadors i predicats. Noció d'estat. Especificació d'un programa mitjançant assercions: pre-condicions i postcondicions. Exemples d'especificacions.

II. ESTRUCTURES ALGORÍSMIQUES FONAMENTALS

1. **Descomposició simple:** Especificació de problemes resolubles mitjançant la descomposició simple. Regles de conseqüència. Introducció d'assignació " $x := E$ ". Axioma de la instrucció d'assignació. Regla de la composició. Construcció i verificació dels algorismes que resolen els problemes precedents.

2. **Anàlisi per casos:** Especificació de problemes resolubles mitjançant l'anàlisi per casos. Instrucció "si $E_1 \rightarrow S_1$ | ... | $E_k \rightarrow S_k$ fsi", regla d'inferència de la instrucció iterar. Construcció i verificació dels algorismes que resolen els problemes precedents. Instrucció condicional "si E llavors S_1 si no S_2 fsi", regla d'inferència de la instrucció condicional.

3. **Introducció a les iteracions:** Instrucció "iterar $E_1 \rightarrow S_1$ | ... | $E_k \rightarrow S_k$ fiterar". Noció d'invariant. Correcció total, funció variant o fita. Regla d'inferència de la instrucció iterar. Principi de cerca lineal. Càlcul de la potència, càlcul ràpid de la potència i diferent eficàcia dels dos algorismes. Instrucció "mentre E fer S fmentre". Instrucció "repetir S fins que E frepetir".

III. CONSTRUCCIÓ DE TIPUS

1. **Introducció a les taules:** El tipus taula. Verificació en taules. Cerca lineal sense i amb sentinella. Cerca dicotòmica. Instrucció "per $i := a$ fins a b fer S fper". Taules de més d'un índex, producte de matrius. Introducció a l'ordenació en taules: ordenació per inserció directa, selecció directa i bombolla.

2. **Registres o tuples:** Constructor tupla. Exemples d'utilització senzills. Exemples que utilitzen taules de tuples.

IV. PROCEDIMENTS I ANÀLISI DESCENDENT.

1. **Màquina de caràcters:** Noció de seqüència i màquina de caràcters. Esquemes de recorregut i cerca. Tractament de seqüències abstractes.
2. **Accions parametritzades:** Programació per refinaments. Visibilitat i estructura de blocs. Paràmetres d'entrada, de sortida i d'entrada-sortida. Exemples d'utilització. Regles d'inferència per a accions i funcions.
3. **Introducció a l'anàlisi descendent:** Comptar aparicions del primer mot. Comptar freqüències de cada mot dins d'una frase.

V. INTRODUCCIÓ A LA RECURSIVITAT

1. **Disseny recursiu:** Exemples bàsics de disseny recursiu. Un primer esquema: dividir per conquerir. Verificació de programes recursius. Recursivitat múltiple.
2. **Transformacions d'algorismes recursius en iteratius:** Exemples senzills de transformació. Cas de la recursivitat terminal.

PRÀCTIQUES

1. **Introducció a MSDOS:** Elements dels sistemes operatius. Introducció a les comandes bàsiques de MSDOS.
2. **Introducció a EMACS:** Elements bàsics de l'editor EMACS.
3. **Introducció a TEX:** Editors. Instruccions bàsiques de TEX.
4. **Introducció a C:** Traducció de les estructures algorísmiques bàsiques a C. Codificació d'exemples senzills.
5. **Registres i tuples en C:** Codificació dels constructors precedents en C.
6. **Procediments i funcions en C:** Pas per valor i pas per referència. Codificació d'alguns exemples precedents. Efectes laterals i àlies.
7. **Procediments i funcions en TEX:** Exemples d'utilització dels procediments en TEX. Formats i taules en TEX.
8. **Recursivitat en C:** Codificació d'alguns exemples precedents en C.

Avaluació

Hi haurà una nota d'un projecte, una nota del professor de les classes de problemes i una altra d'un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Castro, J.; Cuker, F.; Messeguer, X.; Solano, Ll.; Rubio, A.; Valles, B.: *Curs de programació*. Madrid: Ed. McGraw Hill, 1992.
- Dijkstra, E.; Feijen, W.: *A method of programming*. Wokinghan: Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Kernighan, B.W.; Ritchie, D.M.: *El llenguatge de programació*. Ed. Prentice Hall Hispanoamericana México, 1991. 2a ed.
- Knuth, D.E.: *The TEXbook*. Ed. Addison-Wesley, 1986.
- Vancells, E.; López, E.: *Programació: introducció a l'algorísmica*. Ed. Eumo, 1992.

Referències complementàries:

- Cohen, E.: *Programming in the 1990s*. Ed. Springer-Verlag, 1990.
- Dahl, O.J.; Dijkstra, E.W.; Hoare, C.A.R.: *Structured programming*. Ed. Academic Press, 1972.
- Kaldewaij, A.: *Programming the derivation of algorithms*. Ed. Prentice Hall International, 1990.
- Lucas, M.; Peyrin, J.P. et alt: *Secuencias, autómatas de estados finitos*. vol.1. Ed. Masson, 1985.
- Soler, J.: *Introducció al TEX*. Ed. UPC, 1993.
- Tondo, C.L.; Gimpel, S.E.: *The C answer book*. Ed. Prentice Hall, 1989.

CÀLCUL II

CODI: 10007

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

Professor coordinador: Carles Victòria Monge

Altres professors: Ernest Garriga Valle

Objectius del curs

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

Per tal d'assolir els esmentats objectius s'exposarà el programa en tres blocs de temes successius. En primer lloc, s'introduiran les nocions indispensables de topologia euclídea de \mathbf{R}^n . A més, es demostrarà l'equivalència entre les normes euclídea i del suprem, i per tant, entre les topologies induïdes. S'utilitzarà aquest resultat per introduir els típics raonaments de "pas a components", primer amb successions i, en temes posteriors, amb funcions. El segon bloc de temes està dedicat als conceptes i resultats bàsics de continuïtat i diferenciació de funcions de vàries variables. El seu estudi s'iniciarà combinant l'esmentat "pas a coordenades" i la restricció a corbes, per tal d'establir explícitament les similituds i diferències amb la situació d'una variable. D'entre els teoremes més significatius que veurem podem esmentar el de Weierstrass, la regla de la cadena, el valor mitjà, el de Rolle, el de Taylor, el de Lagrange i els teoremes de la funció inversa i implícita. Els temes que componen el tercer i darrer bloc del curs estan dedicats a la integració de Riemann sobre \mathbf{R}^n . Els teoremes més importants que demostrarem són el que fa referència a la caracterització de les funcions acotades integrables en dominis acotats, el teorema de Fubini i el de canvi de variables.

Programa

- 1. Topologia de \mathbf{R}^n :** Normes, distàncies i topologies induïdes. Topologia euclídea. Boles i rectangles oberts. Punts interiors i exteriors, i frontera d'un conjunt. Conjunts oberts, conjunts tancats i conjunts compactes. Successions a \mathbf{R}^n . Convergència i successions de Cauchy. Completesa de \mathbf{R}^n .
- 2. Funcions de diverses variables. Continuïtat:** Definició de corbes i superfícies parametritzades. Restricció de funcions sobre corbes i superfícies. Corbes i superfícies de nivell. Seccions. Límit d'una funció en un punt. Límits iterats. Continuïtat. Continuïtat uniforme. Operacions amb funcions contínues. Funcions contínues sobre compactes i teorema de Weierstrass.
- 3. Diferenciació de funcions de vàries variables:** Derivades direccionals i parcials. Diferencial d'una funció en un punt. Aproximació lineal d'una funció diferenciable. Matriu Jacobiana. Propietats de la diferencial d'una funció. Regla de la cadena. Gradient i derivades direccionals. Derivades d'ordre superior.

- 4. Teoremes sobre funcions diferenciables:** Teoremes del valor mitjà. Fórmula de Taylor. Teorema de la funció inversa. Teorema de la funció implícita.
- 5. Algunes aplicacions del càlcul diferencial:** Corbes i superfícies. Recta tangent a una corba i pla tangent a una superfície. Interpretació geomètrica del gradient i de les derivades direccionals. Extrems locals de funcions de diverses variables. Multiplicadors de Lagrange. Algunes tècniques per al càlcul d'extrems de funcions diferenciables sobre conjunts compactes.
- 6. Integració de funcions de vàries variables:** Integral de Riemann de funcions de vàries variables. Conjunts de mida zero. Criteri d'integrabilitat de funcions acotades sobre dominis acotats. Propietats de la integral de Riemann de funcions de vàries variables. Teorema de Fubini. Càlcul d'integrals múltiples. Aplicació al càlcul de volums. Teorema del canvi de variables. Canvi de coordenades.

Avaluació

L'avaluació de l'alumne es farà amb un examen de tota l'assignatura. La qualificació final podrà ser matisada pels resultats de proves complementàries especialment relacionades amb les classes pràctiques de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bartle, R.G.: *Introducción al análisis matemático*. Ed. Limusa, 1980.
- Courant, R.: *Introducción al cálculo y al análisis matemático*. (vol. 2). Ed. Reverté, 1992.
- Fleming, W.: *Functions of several variables*. Ed. Springer-Verlag, 1977.
- Marsden, J.E.: *Elementary Classical Analysis*. Ed. Freeman and Co., 1993.
- Smith, K.T.: *Primer of modern analysis*. Ed. Springer-Verlag, 1983.

Referències complementàries:

- Bombal, F. i altres: *Problemas de análisis matemático*. Ed. AC, 1988.
- Lang, S.: *Calculus of Several Variables*. Ed. Springer-Verlag, 1988.
- Spivak, M.: *Cálculo en variedades*. Ed. Reverté, 1970.

GEOMETRIA

CODI: 10008

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

Professor coordinador: Sebastià Xambó Descamps

Altres professors: Ferran Hurtado Díaz, Francesc Prats Duayguës

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 el qual 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 cas, segons el context de docència, de recerca o de treball en què es trobi 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 vectorial real. Volum i producte vectorial. Angles orientats. Quaternions. Desplaçaments i semblances. Desplaçaments i semblances en la recta, en el pla i en l'espai.

3. **Geometria projectiva:** Espai projectiu. Varietats lineals. Completació 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.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial dels dos primers temes, avaluat sobre 3 punts, un final avaluat sobre 6 punts, i es podrà obtenir fins a 1 punt amb activitats complementàries que seran definides en relació amb les classes de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Berger, M.: *Geometry* (2 vol.). Ed. Springer-Verlag (Universitext), New York, 1987.
- Castellet, M.; Llerena, I.: *Àlgebra lineal i geometria*. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 1990.
- Hernández, E.: *Algebra y geometría*. Universidad Autónoma de Madrid, 1994.
- Sernesi, E.: *Geometria* 1. Ed. Bollati Boringheri, 1989.
- Roe, J.: *Elementary geometry*. Oxford Science Publications, Oxford University Press, 1993.

Referències complementàries:

- Castelnuovo, G.: *Lezioni di geometria analitica*. Ed. Dante Alighieri, 1969.
- Coxeter, H. S. M.: *Fundamentos de Geometría*. Ed. Limusa. 1971.
- Eves, H.: *A survey of geometry*. Ed. Allyn and Bacon. 1972.
- Puig Adam, P.: *Curso de Geometría métrica* (2 vols). Gómez Puig Ediciones. 1970.
- Schreier, O.; Sperner, E.: *Projective geometry of n dimensions*. Ed. Chelsea Pub. Co., 1961.
- Villoria San Miguel, V.: *Curvas planas y dibujo por ordenador*. Ed. Dossat, 1992.
- Yale, P. B.: *Geometry and Symmetry*. Ed. Dover Publications, 1988.

Altres referències:

- Xambó, S.: *Algebra lineal y geometrias lineales*. Ed. Eunibar, 1978.
- Xambó, S.: *Geometria*. Ed. UPC, 1994.

INFORMÀTICA II

CODI: 10009

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

Professor coordinador: Josep Díaz Cort

Altres professors: Ricard Gavaldà Mestre

Objectius del curs

L'objectiu del curs és donar als alumnes, d'una banda, les eines per al disseny i l'anàlisi de programes de dimensió considerable, i, de l'altra, els mitjans per codificar els seus 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 necessari per a 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 dividiran en classes de problemes i classes de laboratori. A les classes de problemes es reforçaran, a fi d'assegurar la seva assimilació, els conceptes bàsics introduïts en les classes de teoria. Es podrà, en alguns casos, desenvolupar alguns continguts teòrics. En aquestes classes, el professor proposarà exercicis d'especificació o disseny d'algorismes, i de manera interactiva se cercaran les solucions. A les classes de laboratori es desenvoluparan els aspectes concrets d'implementació dels elements desenvolupats en les classes de teoria i problemes.

Programa

- 1. Modularitat i tipus abstractes de dades (TADs):** Necessitat del disseny modular. Concepte de TAD. Definició, utilització i primers exemples.
- 2. El TAD "pila":** Exemples d'ús. Implementacions.
- 3. El TAD "cua":** Exemples d'ús. Implementacions.
- 4. El TAD "llista":** Exemples d'ús. Implementacions.
- 5. El TAD "graf":** Exemples d'ús. Implementacions.
- 6. Alguns algorismes sobre grafs:** Recorreguts. Camins mínims. Arbres d'expansió mínims.
- 7. El TAD "arbre binari":** Exemples d'ús. Implementació.
- 8. El TAD "diccionari":** Exemples d'ús. Implementació amb arbres de cerca. Implementació amb "hashing".
- 9. Llenguatges C, C++ i LEDA:** Suport de la metodologia de tipus abstractes de dades. (Aquest tema s'intercalarà amb els altres durant el curs)

Pràctiques

Es faran tres pràctiques, sincronitzades amb el que s'explica a teoria i problemes.

Avaluació

Hi haurà una nota d'un projecte, una nota del professor de les classes de problemes i una altra d'un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Aho, A.; Hopcroft, J.; Ulmann, J.: *Data Structures and Algorithms*. Ed. Addison Wesley, 1983.
- Cormen, T.; Leiserson, C.; Rivest, R.: *Introduction to algorithms*. Ed McGraw-Hill, 1990.
- Franch, X.: *Estructura de dades. Especificació, disseny i implementació*. Edicions UPC, 1993.
- Kernighan, B.; Ritchie, D.: *The Programming Language, 2nd. editions (Ansi C)*. Ed. Prentice-Hall, 1988.
- Tenenbaum, A.; Langsam, Y.; Augenstein, M.: *Data Structures using C*. Ed. Prentice-Hall, 1990.

Referències complementàries:

- Balcázar, J.L.: *Programación metódica*. Ed. McGraw-Hill, 1993.
- Gries, D.: *The Science of Programming*. Ed. Springer-Verlag, 1981.
- Kruse, R.; Leung, B.; Tondo, C.: *Data Structures and Program Design in C*. Ed. Prentice-Hall, 1991.
- Stroustrup, B.: *The C++ Programming Language* (2a. edició). Ed. Addison-Wesley, 1992.
- Wirth, N.: *Algorithms and Data Structures*. Ed. Prentice-Hall, 1986.

MÈTODES NUMÈRICS I

CODI: 10006

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

Professor coordinador: A madeu Delshams Valdés

Altres professors: Neus Cònsul Porras, Antoni Susín Sánchez

Objectius del curs

En els molts 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 enrevesada, 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 fer afrontar qüestions numèriques amb comoditat i rigor.

Programa

- 1. Errors:** Conceptes generals. Estimació i fitació d'errors. Propagació dels errors. Errors de truncament.
- 2. 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. Mètodes iteratius.
- 3. Valors i vectors propis:** Conceptes bàsics. Deflació de matrius. Mètodes de la potència. Mètodes de Jacobi. Mètodes de reducció: Givens, Householder. Mètodes LR, QR.
- 4. Interpolació de funcions:** Concepte d'interpolació. Interpolació polinòmica, error d'interpolació. Mètodes de càlcul del polinomi interpolador. Interpolacions de Taylor i Hermite.
- 5. 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. Introducció al problema general d'aproximació per mínims quadrats. Polinomis ortogonals. Interpolació trigonomètrica.

Avaluació

A l'avaluació dels alumnes tindrà una rellevància especial la feina desenvolupada en les classes pràctiques, a les quals els alumnes hauran d'implementar diversos algorismes corresponents a diferents parts del temari. Al final del curs hi haurà un examen, amb una part teòrica i una de pràctica. Aquest consistirà en la resolució d'exercicis, per a la qual caldrà utilitzar algunes de les rutines implementades en les classes pràctiques.

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*. (4th edition). 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:

- Abramowitz, M.; Stegun, I.A. (ed.): *Handbook of mathematical functions*. Ed. Dover, N. Y., 1965.
- Demidóvich, B.; Maron, I.: *Elementos de cálculo numérico*. Ed. Paraninfo, Madrid, 1977.
- Eldén, L.; Wittmeyer-Koch, L.: *Numerical analysis. An introduction*. Ed. Academic Press, New York, 1990.
- Gastinel, N.: *Análisis numérico lineal*. Ed. Reverté, Barcelona, 1975.
- Golub, G.H.; Van Loan, C.F.: *Matrix computations* (2nd edition). Ed. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, 1989.
- Grau, M.; Noguera, M.: *Càlcul Numèric*. Aula Teòrica 1, Edicions UPC, 1993
- Isaacson, E.; Keller, H.B.: *Analysis of numerical methods*. Ed. Wiley, New York, 1966.
- Ralston, A.; Rabinowitz, P.: *A first course in numerical analysis* (2nd edition). Ed. McGraw-Hill, New York, 1978.
- 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.
- Wilkinson, J.H.: *The algebraic eigenvalue problem*. Clarendon, Oxford, 1967.

2n CURS - 1r QUADRIMESTRE

CÀLCUL III

CODI: 10012

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

Professor coordinador: Jordi Saludes Closa

Altres professors: Miquel Dalmau Vilaldach

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.

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.

Per a la segona part, els objectius inclouen la familiarització amb les funcions naturals del càlcul en variable complexa, és a dir, les funcions holomorfes (analítiques complexes) en regions de \mathbb{C} , i la seva relació amb l'equació de Laplace i la seva aplicació a la física.

Programa

Càlcul vectorial

- 1. Corbes:** Longitud. Camps. Gradient, rotacional i divergència. Integrals de camí. Integrals de línia. Camps conservatius. Teorema de Green.
- 2. Superfícies i varietats:** Superfícies i subvarietats. Àrea. Integrals de superfície. Teorema de Stokes clàssic.
- 3. Formes i cadenes:** Tensors. Formes diferencials. El diferencial exterior. Cadenes.
- 4. Els teoremes integrals:** Integrals de formes. El teorema de Stokes general. Demostració del teorema de Green. Teorema de Gauss. Fluids incompressibles.

Variable complexa

- 5. Funcions analítiques:** Funcions analítiques. Equacions de Cauchy-Riemann. Funcions harmòniques. L'exponencial i el logaritme. Funcions trigonomètriques i hiperbòliques.
- 6. Integrals:** Teorema de Cauchy-Goursat. Independència del camí. Teorema de Morera. El principi del mòdul màxim. Teorema de Liouville. Teorema fonamental de l'àlgebra. Sèries de Taylor i de Laurent. Residus i pols. Transformació conforme. Aplicacions.

Avaluació

Hi haurà un examen final més tests d'exercicis durant el curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahlfors, L.: *Complex Analysis* (3a edició). Ed. McGraw-Hill, New York, 1979.
- Boas, R.P.: *Invitation to complex analysis*. Ed. Random House, 1987.
- Corwin, L.J.; Szczarba, R.H.: *Multivariable Calculus*. Ed. Marcel Dekker, 1982.
- Derrick, W.R.: *Variable compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamericana, México, 1987.
- Marsden, J.E.; TrombaA.J.: *Cálculo vectorial*. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1991.

Referències complementàries:

- Bamberg, P.; Sternberg, S.: *A Course in Mathematics for Students of Physics*. Ed. Cambridge University Press, 1991.
- Burckel, R.B.: *An Introduction to Classical Complex Analysis* (vol. 1). Ed. Academic Press, 1979.
- Conway, J.B.: *Functions of one complex variable* (2a edició). Ed. Springer-Verlag, New-York, 1986.
- Churchill, R.V.; Brown, J.W.: *Variable compleja y aplicaciones*. Ed. McGraw-Hill, 1991.
- Feynman, R.P.: *Física* (3 vols). Ed. Addison Wesley Iberoamericana, 1987.
- Fisher, S.D.: *Complex variables*. Ed. Wadsworth & Brooks, 1986.
- Fleming, W.H.: *Funciones de varias variables*. Compañía Ed. Continental, México, 1969.
- O'Neill, B.: *Elementos de Geometría diferencial*. Ed. Limusa, 1990.
- Protter, Murray, H.: *A first course in real analysis*. Ed. Springer-Verlag, New-York, 1980.
- Rudin, W.: *Análisis real y complejo*. Ed. McGraw-Hill, Madrid, 1987.
- Sacks, S.; Zygmund, A.: *Analytic Functions* (3a edició). Ed. Elsevier Publishers Company, 1971.
- Spivak: *Cálculo en variedades*. Ed. Reverté, Barcelona, 1979.
- Young, E.C.: *Vector and Tensor Analysis*. Ed. Marcel Dekker, 1993.

EQUACIONS DIFERENCIALS I

CODI: 10013

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

Professor coordinador: Carles Bonet Revés

Altres professors: M. Teresa Martínez-Seara Alonso

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'infinit. 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.

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

Referències complementàries:

- Guckenheimer, J.; Holmes, P.: *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1986.
- Hale, J.K.: *Ordinary Differential Equations*. Ed. Huntington, N.Y. R.E. Krieger, 1980
- Hartman, P.: *Ordinary Differential Equations*. Ed. Birkhäuser, Boston, 1982.
- Hirsch, M.W.; Smale, S.: *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1983.
- Nagle, R.K.; Saff, E.B.: *Fundamentos de ecuaciones diferenciales*. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1992.
- Nemytskii, V.V.; Stepanov, V.V.: *Qualitative theory of Differential Equations*. Ed. New York, Dover, 1989.
- Perko, L.: *Differential Equations and Dynamical Systems*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1991.
- Pontriagin, L.S.: *Ecuaciones diferenciales ordinarias*. Ed. Aguilar, Madrid, 1973.
- Sotomayor, J.: *Lições de equações diferenciais ordinárias*. Ed. IMPA, Brasil, 1979.
- Zill, D.G.: *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1988.

MÈTODES NUMÈRICS II

CODI: 10011

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

Professor coordinador: Antonio Huerta Cerezuola

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. També s'analitzaran tècniques de mini-max abans d'estudiar 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 on, 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. Aproximació funcional, tècniques de mini-max:** Introducció i plantejament general. Punts previs: Economització de Chebyshev en interpolació, economització de Chebyshev per aproximació. Construcció de l'aproximació mini-max.
- 4. Interpolació seccional:** Motivacions: limitacions de la interpolació i aproximació polinòmica. Splines més comunament emprats: splines 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 polinòmiques. 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.

Sistemes d'equacions no lineals: mètodes de punt fix, mètode de Newton-Raphson i derivats, mètodes Quasi-Newton, mètodes Newton Secant, 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:

- Dahlquist, G.; Björck, A.: *Numerical methods*. Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1974.
- Davis, P.J.; Rabinowitz, P.: *Methods of numerical integration* (2a edició). Ed. Academic Press, Boston, 1984.
- 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:

- Ahlberg, J.H.; Nilson, E.N.; Walsk, J.L.: *The Theory of Splines and their applications*. Ed. Academic Press, New York, 1967.
- Ciarlet, P.G.: *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation* (3a edició). Ed. Masson, Paris, 1990.
- De Boor, C.: *A practical guide to Splines*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1978.
- Fletcher, R.: *Practical methods of optimization*. Ed. John Wiley & Sons, Chichester, 1987.
- Isaacson, E; Keller, H.B.: *Analysis of numerical methods*. Ed. John Wiley & Sons, Chichester, 1966.
- Ortega, J.M.; Rheinboldt, W.C.: *Iterative solution of nonlinear equations in several variables*. Ed. Academic Press, San Diego, 1970.
- Press, W.H.; Flannery, B.P.; Teukolsky, S.A.; Vetterling, W.T.: *Numerical Recipes, The Art of Scientific Computing*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
- Ralston, A.: *Introducción al análisis numérico*. Ed. Limusa Wiley, México, 1970.
- Schumaker, L.: *Spline Functions*. Ed. Krieger, 1993.
- Stoer, J. i Burlisch, R.: *Introduction to Numerical Analysis*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1993.

PROBABILITAT I ESTADÍSTICA

CODI: 10015

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

Professor coordinador: Ramon Nonell Torrent

Altres professors: Cèsar Beltran Royo

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 finit. Sigma-àlgebra de Borel. Definició i propietats de la funció de 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.

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, 1970.
- Breiman, L.: *Probability*. Ed. Society for industrial and applied mathematics, 1968.
- Chung, K.L.: *Elementary Probability Theory with Stochastic Processes*. Ed. Springer-Verlag, 1979.
- Feller, W.: *Introducción a la teoría de probabilidades y sus aplicaciones* (vol. 1). Ed. Limusa, 1991.
- Rohatgi, V.K.: *An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics*. Ed. Wiley, 1976.

Referències complementàries:

- Ash, R.B.: *Real Analysis and Probability*. Ed. Academic Press, 1972.
- Chung, K.L.: *A Course on Probability Theory*. Ed. McGraw-Hill, 1981.
- De Groot, M.H.: *Probability and Statistics*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Hoel, P.G., Port, S.C., Stone, C.J.: *Introduction to Probability Theory*. Ed. Houghton Mifflin Co, 1971.
- Neveu, J.: *Bases Mathématiques du Calcul des Probabilités*. Ed. Masson, 1980.

TOPOLOGIA

CODI: 10014

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

Professor coordinador: Pere Pascual Gainza

Altres professors: Miguel Angel Barja Yañez

Objectius del curs

En aquesta assignatura s'introdueix el llenguatge bàsic de la topologia general i els primers conceptes de la topologia algebraica.

Quant a la topologia general, l'objectiu és que els estudiants assoleixin els conceptes de continuïtat, compacitat, connexió, etc. sense entrar en un estudi detallat de les diferents patologies que s'hi puguin presentar. 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.

L'objectiu de la segona part és la introducció del concepte d'homotopia i del grup fonamental d'un espai topològic. Per il·lustrar-ne la utilitat s'aplicaran aquests conceptes a l'estudi de la topologia del pla euclidià.

Programa

Part I: Topologia general

- 1. Espais mètrics:** Boles obertes i tancades. Conjunts oberts. Aplicacions contínues. Distàncies equivalents. Conjunts tancats. Posicions relatives d'un punt i un conjunt, adherència i interior d'un conjunt. Convergència de successions, espais complets.
- 2. Espais topològics:** Oberts i tancats. Bases, subbases, sistemes d'entorns. 2n Axioma de numerabilitat. Aplicacions contínues. Subespais, espais producte. Topologies finals, espais quocient i identificacions.
- 3. Axiomes de separació:** Axiomes de separació T_i ; espais de Fréchet, de Hausdorff, regulars i normals. Lema d'Urysohn. Teorema d'extensió de Tietze.
- 4. Espais compactes:** Espais quasi-compactes. Teorema de Heine-Borel. Teorema de Tychonoff i aplicacions. Espais localment compactes. Compactació d'Alexandroff.
- 5. Espais connexos i arc-connexos:** Espais connexos. Components connexes. Continuïtat i connexió. Espais arc-connexos; components arc-connexes. Espais localment connexos i localment arc-connexos.

Part II: Introducció a la topologia algebraica.

- 6. Homotopia d'aplicacions contínues:** Aplicacions homòtopes. Tipus d'homotopia d'un espai. Espais contràctils. Retractes de deformació.

7. El grup fonamental: Multiplicació de camins. El grup fonamental. Canvi de punt base. Functorialitat del grup fonamental. Espais simplement connexos. Grup fonamental d'un producte.

8. El grup fonamental de la circumferència: Aixecament de camins. Grau d'una aplicació contínua de la circumferència en si mateixa. El grup fonamental de la circumferència.

9. 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.

Avaluació

L'avaluació dels coneixements adquirits durant el curs es farà per mitjà d'una prova escrita que continuarà un apartat de qüestions teòriques i un altre de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Armstrong, A.M.: *Topología básica*. Ed. Reverté, 1987.
- Bourbaki, N.: *Eléments de mathématique: Topologie Générale, chap. I*. Hermann éd., 1971.
- Kosniowski, C.: *Topología algebraica*. Ed. Reverté, Barcelona, 1986.
- Massey, W.: *Introducción a la topología algebraica*. Ed. Reverté, Barcelona, 1972.
- Munkres, J.R.: *Topology, a first course*. Ed. Prentice Hall, 1975.

Referències complementàries:

- Fleitas, G.; Margalef, J.: *Problemas de topología general*. Ed. Alhambra, Madrid, 1970.
- Hocking, J.; Young, G.: *Topología*. Ed. Reverté, 1975.
- Hu, S.T.: *Introduction to General Topology*. Ed. Holden Day, 1966.
- Jänich, K.: *Topology*. Ed. Springer Verlag, 1984.
- Kuratowski, K.: *Introducción a la teoría de conjuntos y a la topología*. Ed. Vicens Vives, 1966.
- Singer, I.M.; Thorpe, J.A.: *Lecture Notes on Elementary Topology and Geometry*. Ed. Springer Verlag, 1976.
- Wall, C.T.C.: *A geometric introduction to topology*. Ed. Dover, 1993.

2n CURS - 2n QUADRIMESTRE

ANÀLISI REAL

CODI: 10017

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

Professor coordinador: Miguel-C. Muñoz Lecanda

Altres professors: Enric Fossas Colet

Objectius del curs

Aquesta assignatura, continuació i complement dels cursos de Càlcul I, II i III, pretén introduir i desenvolupar les idees, les tècniques i els teoremes bàsics de l'anàlisi real moderna incloent-hi un nombre suficient d'aplicacions (que la facin interessant), a fi que l'estudiant aconsegueixi una formació àmplia i prou rigorosa en aquests temes per poder triar l'especialització que desitgi a segon cicle.

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

Els resultats que s'obtenen s'apliquen en àmbits diversos com ara els següents: l'estudi de funcions eulerianes, les equacions integrals o els problemes de contorn en equacions en derivades parcials.

Programa

- 1. Integrals dependents de paràmetres:** Definicions. Continuitat, integració i derivació respecte del paràmetre. Fórmula de Leibnitz. Cas d'integrals impròpies: Convergència uniforme, propietats. Aplicacions: Funcions Γ i B d'Euler: Definició i propietats. Convolució de funcions: Propietats. Aproximació de funcions. Teorema d'aproximació de Weierstrass.
- 2. Funcions contínues:** Funcions contínues sobre un espai compacte. Convergència uniforme. Subàlgebres denses. Teorema d'Stone-Weierstrass. Funcions contínues sobre un espai mètric. Famílies equicontínues. Teorema d'Ascoli. Aplicacions: Teorema del punt fix. Existència i unicitat de solucions d'algunes equacions integrals. Equacions funcionals. Aproximació de funcions contínues de diverses variables.
- 3. Integral de Lebesgue:** Mesura de Lebesgue a \mathbb{R}^n . Propietats. Espais de mesura. Funcions mesurables. Integral de Lebesgue. Teoremes de convergència de Lebesgue. Teorema de Fubini. Canvi de variable.
- 4. Espais de funcions integrables:** Els espais L^1 i L^2 . Completesa. Subconjunts denses de L^1 . Espais de Hilbert. Propietats elementals. Projectió ortogonal. Famílies ortonormals. Espais de Hilbert separables: Subconjunts totals. Dualitat. L^2 com a espai de Hilbert. Convergència quadràtica. Sistemes ortogonals. Polinomis ortogonals clàssics.

5. Sèries trigonomètriques: Convergència puntual de les sèries de Fourier. Principi de localització. Condicions de Dini. Convergència uniforme de les sèries de Fourier. Teorema de Fejer. Aplicacions: Corbes isoperimètriques. Resolució de problemes de contorn a les equacions d'ona, del potencial i de la calor.

6. Integral de Fourier: Funcions de decreixement ràpid. Transformació de Fourier. Propietats. Fórmula d'inversió. Transformació de Fourier a L^1 i a L^2 . Propietats. Teorema de Plancherel. Introducció a la teoria de distribucions. Aplicacions: Resolució de problemes de contorn a les equacions d'ona, del potencial i de la calor. Equacions integrals.

Avaluació

Hi haurà un examen final global de l'assignatura i notes de les classes de problemes i de les proves parcials de què es disposi.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bracewell, R.: *The Fourier transform and its applications*. Ed. McGraw Hill, 1986.
- Kolmogorov, A.N.; Fomin, S.V.: *Elementos de la teoría de funciones y del análisis funcional*. Ed. Mir, 1978.
- Rudin, W.: *Principios de análisis matemático*. Ed. McGraw-Hill, 1980.
- Rudin, W.: *Real complex analysis*. Ed. McGraw Hill, 1987.
- Stroock, D.W.: *A concise introduction to the theory of integration*. Ed. World Scientific Pub., 1990.

Referències complementàries:

- Aliprantis, Ch.D.; Buckinshan, D.: *Principles of real analysis*. Ed. Elsevier North Holland, 1981.
- Biler, P.; Witkowski, A.: *Problems in mathematical analysis*. Ed. Marcel Dekker Inc., 1990.
- Guichardet, A.: *Calcul intégral*. Ed. Armand Colin, 1969.
- Klambauer, G.: *Real analysis*. Ed. Elsevier Pub., 1973.
- Klambauer, G.: *Mathematical analysis*. Ed. Marcel Dekker Inc., 1975.
- Lang, S.: *Undergraduate analysis*. Ed. Springer-Verlag, 1983.
- Lang, S.: *Real analysis*. Ed. Addison Wesley, 1983.
- Lojasiewicz, S.: *Theory of real functions*. Ed. John Wiley and Sons, 1988.
- Marrero, M.I.: *Problemas de análisis real y funcional*. Ediciones de la Universidad de La Laguna, 1991.
- Nagy, B.S.: *Introduction to real functions and orthogonal expansions*. Ed. Oxford Univ. Press, 1961.
- Pesin, I.N.: *Classical and modern integration theories*. Ed. Academic Press, 1970.
- Phillips, E.R.: *Analysis and integration theory*. Ed. Dover Pub., 1984.
- Rees, C.S.; Shah, S.M.; Stanojevic, C.V.: *Theory and applications of fourier analysis*. Ed. Marcel Dekker Inc., 1981.
- Royden, H.L.: *Real analysis*. Ed. MacMillan Pub. Co., 1968.
- Schwartz, L.: *Métodos matemáticos para las ciencias físicas*. Selecciones Científicas, 1969.
- Shilov, G.: *Analyse mathématique* (vol. I, II). Ed. de Moscou, 1973.
- Shilov, G.; Gurevich, L.: *Integral, measure and derivative: An unified approach*. Ed. Dover, 1977.
- Simmons, G.F.: *Introduction to topology and modern analysis*. Ed. McGraw Hill, 1963.
- Smith, K.T.: *Primer of modern analysis*. Ed. Springer-Verlag, 1983.

GEOMETRIA DIFERENCIAL I

CODI: 10018

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

Professor coordinador: Antoni Ras Sabidó

Altres professors: Carles Batlle Arnaú

Objectius del curs

Aquesta assignatura vol ser una introducció a la Geometria Diferencial, a partir del que es pot considerar un curs clàssic sobre corbes i superfícies de l'espai \mathbb{R}^3 .

En la primera part, 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 del maneig amb suficiència del càlcul amb coordenades. Finalment, amb la intenció de mostrar una via d'aplicació de la Geometria Diferencial a la Física, es vol donar una introducció al càlcul variacional.

Programa

Primera part: Corbes

1. **Introducció:** corbes regulars; parametritzacions; paràmetre arc; longitud.
2. **Teoria local de corbes:** el trèdre de Frenet; teorema fonamental; forma canònica local; cercle de curvatura i evoluta; hèlixs.
3. **Propietats globals:** *Umlaufsatz*; corbes convexes; teorema dels quatre vèrtexs.

Segona part: Superfícies

4. **Introducció:** superfícies regulars; pla tangent; àrea i primera forma fonamental; aplicacions entre superfícies.
5. **L'aplicació de Gauss:** aplicacions de Gauss i Weingarten i segona forma fonamental, curvatures de Gauss i mitjana; direccions asimptòtiques; equacions de Gauss i Codazzi-Mainardi; teorema *egregium*, tensor de curvatura i teorema de Bonnet.
6. **Geometria intrínseca:** derivació covariant; transport paral·lel; geodèsiques; teorema de Gauss-Bonnet.
7. **Apèndix: Càlcul de variacions:** equacions d'Euler-Lagrange; lleis de conservació; equacions de Hamilton; parèntesi de Poisson; transformacions canòniques; segona variació per a geodèsiques; punts conjugats i camps de Jacobi.

Avaluació

Es valorarà el treball realitzat a les classes pràctiques (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*. Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1990.
- Gray, A.; Krantz, S.G.: *Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces*. C.R.C. Press, Londres, 1993.
- Novikov, S.P.; Fomenko, A.T.: *Basic Elements of Differential Geometry and Topology*. Ed. Kluwer, Dordrecht, 1990.
- Thorpe, J.A.: *Elementary Topics in Differential Geometry*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1979.
- Vaisman, I.: *A First Course in Differential Geometry*. Ed. Marcel Dekker, Nova York, 1984.

Referències complementàries:

- Berger, M.; Gostiaux, B.: *Differential Geometry. Manifolds, Curves and Surfaces*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1988.
- Dubrovin, B.A.; Fomenko, A.T.; Novikov, S.P.: *Modern Geometry - Methods and Applications* (vol. 1). Ed. Springer-Verlag, (GTM, 93), Nova York, 1984.
- Klingenberg, W.: *A Course in Differential Geometry*. Ed. Springer-Verlag (GTM, 51), Nova York, 1984.
- O'Neill, B.: *Elementos de geometría diferencial*. Ed. Limusa-Noriega, México, 1972.
- Spivak, M.: *A Comprehensive Introduction to Differential Geometry* (vol. 1). Ed. Publish or Perish, Berkeley, 1979.
- Stillwell, J.: *Geometry of Surfaces*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1992.
- Stoker, J.J.: *Differential Geometry*. Ed. Wiley, Nova York, 1989.
- Struik, D.J.: *Lectures on Classical Differential Geometry*. Ed. Dover, (2a edició), Nova York, 1988.
- Warner, F.: *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1984.

INFERÈNCIA ESTADÍSTICA

CODI: 10019

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

Professor coordinador: Ramón Nonell Torrent

Altres professors: Cèsar Beltran Royo

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.

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.
- De Groot, M.H.: *Probability and Statistics*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Kalbfleisch, J.G.: *Probability and Statistical Inference 1,II*. Ed. Springer, 1985.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos 1,II*. Alianza Editorial, 1989-91.

Referències complementàries:

- Dreesbeke, J.J., Tassi, P.: *Histoire de la Statistique*. Ed. PUF, 1993.
- Lehmann, E.L.: *Nonparametric Statistical Methods Based on Ranks*. Ed. Holden-Day, 1975.
- Lehmann, E.L.: *Testing Statistical Hypothesis*. Ed. Wiley, 1991.
- Lehmann, E.L.: *Theory of Point Estimation*. Ed. Wadsworth & Brooks, 1983.
- Moore, D.S., McCabe G.P.: *Introduction to The Practice of Statistics*. Ed. W.H. Freeman and Co., 1993.
- Ryan, B.F., Joiner, B.L., Ryan, Th.A.: *MINITAB. Statistical Software*. Ed. PWS-KENT Publ. Co, 1985.
- Seber, G.A.F.: *The Linear Hypothesis: A General Theory*. Ed. Charles Griffin, 1980.

INVESTIGACIÓ OPERATIVA

CODI: 10016

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

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugada

Altres professors: Elena Fernández Areizaga

Objectius del curs

La solució dels problemes que es presenten en el govern dels sistemes socio-econòmics complexos en què intervien 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 la construcció d'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 tractar-los.

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 algorísmics, i il·lustrar la seva utilització pràctica mitjançant el software de programació matemàtica disponible a la Facultat.

Programa

1. Introducció:

- 1.1 El concepte d'Investigació Operativa: els orígens històrics.
- 1.2 Models matemàtics per ajudar a prendre decisions quantitatives.
- 1.3 El concepte de model matemàtic; el mètode científic i la metodologia de la Investigació Operativa. El procés de formulació dels models.
- 1.4 Exemples de models matemàtics de la Investigació Operativa i dels seus processos de construcció: models lineals, no lineals, combinatoris, estocàstics, etc.

2. Introducció als models lineals:

- 2.1 Formulació de models lineals: Hipòtesis de modelització. Programes lineals. Forma canònica dels programes lineals.
- 2.2 Existència de solucions no negatives per a sistemes d'inequacions lineals: teoremes d'alternativa. Teorema de Minkowsky-Farkas. Solucions bàsiques. Teorema fonamental de la Programació Lineal.
- 2.3 L'Algorisme del Simplex Primal. Convergència de l'algorisme del Simplex: Degeneració i ciclatge. La geometria de la Programació Lineal.
- 2.4 Formes computacionals de l'algorisme del Simplex: Simplex revisat en forma de producte de la matriu inversa, descomposició LU.
- 2.5 Dualitat en Programació Lineal: conseqüències del teorema de Farkas. Teoremes de dualitat: Gale-Kuhn-Tucker. Teorema de la Folga Complementària. Interpretacions geomètriques.
- 2.6 Conseqüències de la Dualitat: l'algorisme del Simplex Dual, l'algorisme Primal-Dual. Interpretacions econòmiques. Anàlisi de sensibilitat.

3. Introducció als models enters i combinatoris:

- 3.1 El procés de formulació de models enters. Hipòtesis de modelització i restriccions lògiques, alguns exemples: problemes de recobriment i particionament de conjunts, problemes de localització, problemes d'itineraris en gràfs, el problema del viatjant de comerç.
- 3.2 La naturalesa combinatoria de certs problemes d'optimització. La formulació de problemes combinatoris com a problemes enters.
- 3.3 El problema dels camins mínims: conseqüències de la metodologia primal-dual. El problema dels camins mínims i la programació dinàmica discreta.
- 3.4 Problemes de fluxos en xarxes. El problema de flux màxim i la metodologia primal-dual. Procediments de generació de columnes. Propietats de l'estructura dels models de fluxos en xarxes. El problema de fluxos en xarxes de cost mínim: l'algorisme del simplex en xarxes.
- 3.5 Heurístiques per a la resolució de problemes combinatoris: problemes d'ordenació, problemes d'empaquetament. Heurístiques primals: el problema del viatjant de comerç.
- 3.6 La caracterització dels polèdres dels problemes combinatoris: cares i facetes. L'exemple del problema de Knapsack.
- 3.7 Mètodes per a la resolució de problemes enters generals: Procediments de ramificació i fitació (Branch and Bound). Procediments de pla secant: identificació de restriccions.

4. Introducció als models no lineals:

- 4.1 El procés de formulació de models no lineals. Alguns exemples il·lustratius. Tipus de models no lineals.

- 4.2 Punts extrems de funcions convexes. Condicions d'optimalitat de Fritz John i Kuhn-Tucker. Qualificació de restriccions. Dualitat Lagrangiana i Punts de Sella.
- 4.3 Introducció als algorismes per a problemes sense restriccions. Característiques i propietats dels mètodes de descens. Càlcul de direccions de descens: mètodes del gradient i de Newton. Mètodes d'exploració lineal.
- 4.4 Introducció als algorismes per a problemes amb restriccions. Mètodes de direccions factibles. El mètode del gradient reduït. El cas de la programació quadràtica.

5. Introducció als models estocàstics:

- 5.1 Formulació de models de sistemes en els quals intervé l'atzar. Hipòtesis probabilístiques de modelització. Exemples introductoris.
- 5.2 Introducció a les cadenes de Markov. Matrius de transició. Equacions de Chapman-Kolmogorov. Probabilitats dels estats límit. Temps de primer pas. Exemples de situacions modelitzables mitjançant cadenes de Markov amb paràmetre discret.
- 5.3 Introducció a les cadenes de Markov amb paràmetre continu: processos de naixement i mort. Solucions generals. Solucions d'equilibri.
- 5.4 Estructura general dels models de cues. Processos d'arribada i processos de sortida. Cues poissonianes. Estudi com a cas particular de processos de naixement i mort. El Teorema de Little. Cues M/M/1: estats transitoris.
- 5.5 Idea elemental de les cues no poissonianes i les xarxes de cues.
- 5.6 Exemples d'aplicacions dels models de cues.

6. Conclusions i miscel·lània:

Resum d'altres models d'Investigació Operativa: Decisions Multicriteri; Teoria de Jocs, Simulació, etc. Revisió del paper dels models matemàtics en els processos de presa de decisions quantitatives: Els sistemes d'ajut a la presa de decisions.

Avaluació

Hi haurà una qualificació provinent de les classes pràctiques amb un pes del 20% i dues més provinents de dos exàmens parcials amb pesos del 40% cadascuna.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bazaraa, M.S.; Shetty, C.M.: *Nonlinear programming: Theory and Algorithms*. Ed. John Wiley and Sons, 1993.
- Hu, T.C.: *Integer Programming and Network Flows*. Ed. Addison-Wesley, 1970.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.: *Integer and Combinatorial Programming*. Ed. John Wiley and Sons, 1988.
- Papadimitriou, C.H.; Steiglitz, K.: *Combinatorial Optimization Algorithms and Complexity*. Ed. Prentice-Hall, 1982.
- Shapiro, J.F.: *Mathematical Programming: Structures and algorithms*. Ed. John Wiley and Sons, 1979.

Referències complementàries:

- Bradley, S.P.; Hax, A.C. and Magnanti, T.L.: *Applied mathematical programming*. Ed. Addison-Wesley, 1977.
- Christofides, N. Mingozi, A. and Toth, P.: *Combinatorial optimization*. Ed. John Wiley and Sons, 1979.
- Cox, D.R. and Smith, W.L.: *Queues*. Ed. Chapman and Hall, 1992.
- Daellenbach, H.G.; George, J.A. and McNickle, D.C.: *Introduction to operations research techniques*. Ed. Allyn and Bacon, 1983.
- Gondran, M. and Minoux, M.: *Graphs and algorithms*. Ed. John Wiley, 1984.
- Hillier, F.S. and Lieberman, J.G.: *Operations Research*. Ed. Holden-Day, 1986.
- Kobayashi, H.: *Modeling and analysis: An introduction to system performance evaluation methodology*. Ed. Addison-Wesley, 1978.
- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G. and Shomoys, D.B. (eds.): *The traveling salesman problem: A guided tour of combinatorial optimization*. Ed. John Wiley and Sons, 1985.
- Luenberger, D.G.: *Programación lineal y No lineal*. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1989.
- Taha, H.A.: *Operations Research an Introduction*. Ed. McMillan, 1992.
- Wagner, H.M.: *Principles of operations research*. Ed. Prentice-Hall, 1975.
- Williams, H.P.: *Model Building in Mathematical Programming*. Ed. John Wiley and Sons, 1993.
- Winston, W.L.: *Operations Research: Applications and Algorithms*. Ed. PWS-KENT, 1991.
- Winston, W.L.: *Introduction to mathematical programming: Applications and Algorithms*. Ed. PWS-KENT, 1991.

INVESTIGACIÓ OPERATIVA

CODI: 10016

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

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugada

Altres professors: Elena Fernández Areizaga

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 la construcció d'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, algorítmics o de simulació, per tractar-los.

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 la seva utilització pràctica mitjançant el software de programació matemàtica disponible a la Facultat.

Programa

1. Introducció:

- 1.1 El concepte d'Investigació Operativa: els orígens històrics.
- 1.2 Models matemàtics per ajudar a prendre decisions quantitatives.
- 1.3 El concepte de model matemàtic: el mètode científic i la metodologia de la Investigació Operativa. El procés de formulació dels models.
- 1.4 Exemples de models matemàtics de la Investigació Operativa i dels seus processos de construcció: models lineals, no lineals, combinatoris, estocàstics, etc.

2. Introducció als models lineals:

- 2.1 Formulació de models lineals: Hipòtesis de modelització. Programes lineals. Forma canònica dels programes lineals.
- 2.2 Existència de solucions no negatives per a sistemes d'inequacions lineals: teoremes d'alternativa. Teorema de Minkowsky-Farkas. Solucions bàsiques. Teorema fonamental de la Programació Lineal.
- 2.3 L'Algorisme del Simplex Primal. Convergència de l'algorisme del Simplex: Degeneració i ciclatge. La geometria de la Programació Lineal.
- 2.4 Formes computacionals de l'algorisme del Simplex: Simplex revisat en forma de producte-de la matriu inversa, descomposició LU.
- 2.5 Dualitat en Programació Lineal: conseqüències del teorema de Farkas. Teoremes de dualitat: Gale-Kuhn-Tucker. Teorema de la Folga Complementària. Interpretacions geomètriques.
- 2.6 Conseqüències de la Dualitat: l'algorisme del Simplex Dual, l'algorisme Primal-Dual. Interpretacions econòmiques. Anàlisi de sensibilitat.

3. Introducció als models enters i combinatoris:

- 3.1 El procés de formulació de models enters. Hipòtesis de modelització i restriccions lògiques, alguns exemples: problemes de recobriment i particionament de conjunts, problemes de localització, problemes d'itineraris en grafs, el problema del viatjant de comerç.
- 3.2 La naturalesa combinatoria de certs problemes d'optimització. La formulació de problemes combinatoris com a problemes enters.
- 3.3 El problema dels camins mínims: conseqüències de la metodologia primal-dual. El problema dels camins mínims i la programació dinàmica discreta.
- 3.4 Problemes de fluxos en xarxes. El problema de flux màxim i la metodologia primal-dual. Procediments de generació de columnes. Propietats de l'estructura dels models de fluxos en xarxes. El problema de fluxos en xarxes de cost mínim: l'algorisme del simplex en xarxes.
- 3.5 Heurístiques per a la resolució de problemes combinatoris: problemes d'ordenació, problemes d'empaquetament. Heurístiques primals: el problema del viatjant de comerç.
- 3.6 La caracterització dels polèdres dels problemes combinatoris: cares i facetes. L'exemple del problema de Knapsack.
- 3.7 Mètodes per a la resolució de problemes enters generals: Procediments de ramificació i fitació (Branch and Bound). Procediments de pla secant: identificació de restriccions.

4. Introducció als models no lineals:

- 4.1 El procés de formulació de models no lineals. Alguns exemples il·lustratius. Tipus de models no lineals.

- 4.2 Punts extrems de funcions convexes. Condicions d'optimalitat de Fritz John i Kuhn-Tucker. Qualificació de restriccions. Dualitat Lagrangiana i Punts de Sella.
- 4.3 Introducció als algorismes per a problemes sense restriccions. Característiques i propietats dels mètodes de descens. Càlcul de direccions de descens: mètodes del gradient i de Newton. Mètodes d'exploració lineal.
- 4.4 Introducció als algorismes per a problemes amb restriccions. Mètodes de direccions factibles. El mètode del gradient reduït. El cas de la programació quadràtica.

5. Introducció als models estocàstics:

- 5.1 Formulació de models de sistemes en els quals intervé l'atzar. Hipòtesis probabilístiques de modelització. Exemples introductoris.
- 5.2 Introducció a les cadenes de Markov. Matrius de transició. Equacions de Chapman-Kolmogorov. Probabilitats dels estats límit. Temps de primer pas. Exemples de situacions modelitzables mitjançant cadenes de Markov amb paràmetre discret.
- 5.3 Introducció a les cadenes de Markov amb paràmetre continu: processos de naixement i mort. Solucions generals. Solucions d'equilibri.
- 5.4 Estructura general dels models de cues. Processos d'arribada i processos de sortida. Cues poissonianes. Estudi com a cas particular de processos de naixement i mort. El Teorema de Little. Cues M/M/1: estats transitoris.
- 5.5 Idea elemental de les cues no poissonianes i les xarxes de cues.
- 5.6 Exemples d'aplicacions dels models de cues.

6. Conclusions i miscel·lània:

Resum d'altres models d'Investigació Operativa: Decisions Multicriteri: Teoria de Jocs, Simulació, etc. Revisió del paper dels models matemàtics en els processos de presa de decisions quantitatives: Els sistemes d'ajut a la presa de decisions.

Avaluació

Hi haurà una qualificació provinent de les classes pràctiques amb un pes del 20% i dues més provinents de dos exàmens parcials amb pesos del 40% cadascuna.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bazaraa, M.S.; Shetty, C.M.: *Nonlinear programming: Theory and Algorithms*. Ed. John Wiley and Sons, 1993
- Hu, T.C.: *Integer Programming and Network Flows*. Ed. Addison-Wesley, 1970.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.: *Integer and Combinatorial Programming*. Ed. John Wiley and Sons, 1988.
- Papadimitriou, C.H.; Steiglitz, K.: *Combinatorial Optimization Algorithms and Complexity*. Ed. Prentice-Hall, 1982.
- Shapiro, J.F.: *Mathematical Programming: Structures and algorithms*. Ed. John Wiley and Sons, 1979.

Referències complementàries:

- Bradley, S.P.; Hax, A.C. and Magnanti, T.L.: *Applied mathematical programming*. Ed. Addison-Wesley, 1977.
- Christofides, N. Mingozzi, A. and Toth, P.: *Combinatorial optimization*. Ed. John Wiley and Sons, 1979.
- Cox, D.R. and Smith, W.L.: *Queues*. Ed. Chapman and Hall, 1992.
- Daelenbach, H.G.; George, J.A. and McNickle, D.C.: *Introduction to operations research techniques*. Ed. Allyn and Bacon, 1983.
- Gondran, M. and Minoux, M.: *Graphs and algorithms*. Ed. John Wiley, 1984.
- Hillier, F.S. and Lieberman, J.G.: *Operations Research*. Ed. Holden-Day, 1986.
- Kobayashi, H.: *Modeling and analysis: An introduction to system performance evaluation methodology*. Ed. Addison-Wesley, 1978.
- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G. and Shomoys, D.B. (eds.): *The traveling salesman problem: A guided tour of combinatorial optimization*. Ed. John Wiley and Sons, 1985.
- Luenberger, D.G.: *Programación lineal y No lineal*. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1989.
- Taha, H.A.: *Operations Research an Introduction*. Ed. McMillan, 1992.
- Wagner, H.M.: *Principles of operations research*. Ed. Prentice-Hall, 1975.
- Williams, H.P.: *Model Building in Mathematical Programming*. Ed. John Wiley and Sons, 1993.
- Winston, W.L.: *Operations Research: Applications and Algorithms*. Ed. PWS-KENT, 1991.
- Winston, W.L.: *Introduction to mathematical programming: Applications and Algorithms*. Ed. PWS-KENT, 1991.

3r CURS - 1r QUADRIMESTRE

ÀLGEBRA ABSTRACTA

CODI: 10022

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

Professor coordinador: Jordi Quer Bosor

Altres professors: Anna Rio Doval

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, 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.

Els dos darrers capítols són una introducció a les representacions lineals de grups finits i les formes quadràtiques, respectivament.

Programa

1. Grups:

Conceptes bàsics. Subgrups normals. Teoremes d'isomorfisme.

Grups que operen en un conjunt. Accions per translació i conjugació. Representacions de permutació. p -grups. Teoremes de Sylow.

Grups simples. Grups resolubles. Teorema de Jordan-Hölder.

2. Anells i mòduls:

Divisibilitat. Anells factorial, principals, euclidiàns. Repàs dels enters i els polinomis. Polinomis sobre anells factorial.

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. Cos de descomposició. Clausura algebraica.

Extensions normals i separables. Grup de Galois. Teorema Fonamental de la Teoria de Galois.

Extensions ciclotòmiques. Extensions de Kummer.

Extensions cícliques. Resolució d'equacions per radicals. Resolució per grau 2, 3 i 4. No resolubilitat de l'equació general de grau ≥ 5 .

Aplicacions: Construccions amb regla i compàs, els tres problemes clàssics.

Polinomis simètrics i resolvents. Grup de Galois d'un polinomi. Càlculs explícits.

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

4. Representacions lineals de grups finits:

Representacions lineals de grups finits. Representacions irreductibles.

Caràcters. Lema de Schur. Relacions d'ortogonalitat.

Classificació de les representacions irreductibles. Taula de caràcters. Descomposició canònica d'una representació.

Representacions i caràcters induïts.

5. Formes quadràtiques:

Formes bilineals, formes quadràtiques i matrius simètriques. Ortogonalitat. Diagonalització.

Representació d'elements del cos.

Grups ortogonal i unitari. Reflexions. Teorema de Cartan-Dieudonné.

Teoremes de Witt. Descomposició de Witt d'un espai quadràtic. Grup de Witt.

Avaluació

L'avaluació consistirà en un examen parcial no alliberatori (20%), la participació en les classes de problemes (10%), i un examen final (70%).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Edwards, H.: *Galois Theory*. Ed. Springer-Verlag, 1989.
- Lang, S.: *Algebra*. 3rd. Edition. Ed. Addison-Wesley, 1993.
- Serre, J.P.: *Représentations Linéaires des Groupes Finis*. 3ème Édition. Ed. Hermann, 1978. Versió anglesa: Ed. Springer-Verlag, GTM núm. 42, 1977. Versió castellana: Ed. Omega, 1970.
- Stewart, I.: *Galois Theory*. 2nd. Edition. Ed. Chapman and Hall, 1989.
- Xambó, S.; Delgado, F.; Fuertes, C.: *Introducción al Álgebra*. (2 vols.), Ed. Complutense, 1993-94.

Referències complementàries:

- Artin, E.: *Galois Theory*. Ed. Notre Dame, 1966. Versió castellana: Ed. Vicens-Vives, 1970.
- Adkins, W.A.; Weintraub, S.H.: *Algebra: An Approach via Module Theory*. Ed. Springer-Verlag, GTM núm. 136, 1992.
- Birkhoff G.; MacLane, S.: *Algebra*. 2nd Edition. Ed. Macmillan, 1979.
- Bourbaki, N.: *Algebra, Chapters 1-3 i Algebra, Chapters 4-7*. Ed. Springer-Verlag, 1989-90.
- Cohn, P.M.: *Algebra*. (3 vols.). Ed. John Wiley & Sons, 1982-91.
- Hungerford, T.W.: *Algebra*. Ed. Springer-Verlag, GTM núm. 73, 1974.
- Lam, T.Y.: *The algebraic theory of Quadratic Forms*. Ed. Benjamin, 1973.
- O'Meara, O.T.: *Introduction to Quadratic Forms*. Ed. Springer-Verlag, Grundlehren núm. 117, 1971.
- Waerden, B.L. van der: *Algebra*. (2 vols.), Ed. Springer-Verlag, 1991.

EQUACIONS DIFERENCIALS II

CODI: 10020

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

Professora coordinadora: Marta València Guitart

Altres professors: Joan Mateu Bennassar

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 rellevància 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

- Equacions en derivades parcials quasilineals de 1r ordre:** Definicions i exemples. Interpretació geomètrica. Problema de Cauchy. Característiques. Lleis de conservació. Xocs.
- 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.
- 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.
- 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.
- L'equació de la calor:** Principi del màxim i conseqüències. Separació de variables. L'equació de la calor a la recta infinita.

Avaluació

A més a més de d'un examen final, 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.
- Tjonov, 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.; Tjonov, A.N.: *Problemas de la física matemática*. (Volum 1 i 2). Ed. Mc-Graw-Hill, Madrid, 1992.
- Folland, G.B.: *Introduction to Partial Differential Equations*. Ed. Princeton University Press, Princeton, 1976.
- Garabedian, P.R.: *Partial Differential Equations*. Ed. John Wiley and Sons, 1964.
- John, F.: *Partial Differential Equations*. Ed. Springer-Verlag, New-York, 1982.
- 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.

MÈTODES NUMÈRICS III

CODI: 10021

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 4.5 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 són 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 hom ha de recórrer a les tècniques numèriques.

Aquesta assignatura té dos objectius principals: el primer, 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, també com algunes de les tècniques numèriques bàsiques per a l'estudi qualitatiu de les equacions diferencials vistes a Equacions Diferencials I.

Programa

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

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.
- Golub, G.H.; Ortega, J.M.: *Scientific Computing and Differential Equations. An Introduction to Numerical Methods*. Ed. Academic Press, 1992.
- Grau, M.; Noguera, M.: *Càlcul Numèric*. Aula Teòrica 1. Edicions UPC, 1993.
- 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.: *Équations Différentielles Ordinaires*. Ed. Mir, 1974.
- Gear, C.W.: *Numerical Initial Value Problems in Ordinary Differential Equations*. Ed. Prentice-Hall, 1971.
- Goldstine, H.H.: *A History of Numerical Analysis from the 16th through the 19th Century*. Ed. Springer-Verlag, 1977.
- Hall, G.; Watt, J.M.: *Modern Numerical Methods for Ordinary Differential Equations*. Ed. Clarendon Press, 1976.
- Henrici, P.: *Discrete Variable Methods in Ordinary Differential Equations*. Ed. John-Wiley, 1962.
- Hirsch, M.W.; Smale, S.: *Differential Equations, Dynamical Systems, and Linear Algebra*. Ed. Academic Press, 1974.
- Isaacson, E.; Keller, H.B.: *Analysis of Numerical Methods*. Ed. John Wiley, 1966.
- Ortega, J.M.: *Numerical Analysis: A Second Course*. (Reprint) Ed. SIAM, 1990.
- Ortega, J.M.; Rheinboldt, W.C.: *Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables*. Ed. Academic Press, 1970.
- Palis, J.Jr.; de Melo, W.: *Geometric Theory of Dynamical Systems. An Introduction*. Ed. Springer-Verlag, 1982.

3r CURS - 2n QUADRIMESTRE

ANÀLISI COMPLEXA

CODI: 10023

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

Professor coordinador: Joan Mateu Bennassar

Altres professors: Albert Compta Creus

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 serà 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 i a veure les relacions que hi ha entre les funcions holomorfes i les funcions harmòniques.

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 elementals. Determinacions holomorfes de l'argument.
- 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. Teorema de Cauchy:** Cadenes i cicles. Índex d'una corba respecte a un punt. Teorema de Cauchy global. Homotopia. Independència de la integral respecte de corbes homotòpiques. Existència de primitives i determinació del logaritme en oberts simplement connexos. Principi de l'argument. Teorema de Rouché.
- 4. Funcions meromorfes:** Singularitats. Desenvolupament en sèries de Laurent. Càlcul de residus. Teorema dels residus. Càlcul d'integrals. Sumació de sèries.
- 5. Convergència de les funcions analítiques:** Teorema de Weierstrass. Conjunts equicontinus. Teorema de Montel.
- 6. Representació conforme:** Transformacions conformes. Teorema de Schwarz. Automorfismes del disc. Transformacions de Möbius. Teorema de Riemann. Principi de reflexió de Schwarz. Fórmules de Schwarz-Christoffel.
- 7. Funcions harmòniques:** Funcions harmòniques. Nucli de Poisson. Resolució del problema de Dirichlet al disc. Conjugada d'un funció harmònica.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahlfors, L.V.: *Complex Analysis*. McGraw-Hill, 1979, 3a. Edició.
- Ash, R.B.: *Complex variables*. Academic Press, 1971.
- Conway, J.B.: *Functions of One Complex Variable*. Springer-Verlag, 1978.
- Rudin, W.: *Análisis Real y Complejo*. McGraw-Hill, 1987.
- Boas, R.P.: *Invitation to Complex Analysis*. Random House, 1987.

Referències complementàries:

- Bak, J.; Newman, D.J.: *Complex Analysis*. Undergraduate texts in Maths, Springer-Verlag, 1982.
- Beardon, A.F.: *Complex Analysis*. John Wiley and Sons, 1979.
- Berenstein, C.A.; Gay, R.: *Complex variables*. Springer-Verlag, 1991.
- Burckel, R.B.: *An introduction to classical Complex Analysis (Vol. 1)*. Academic Press, 1979.
- Derrick, W.R.: *Variable compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamericano, México, 1987.
- Lang, S.: *Complex Analysis*. Springer-Verlag, 1988, 2a. Edició.
- Fisher, S.D.: *Complex variables*. Brooks/Cole, 1986.
- Palka, B.P.: *An Introduction to Complex Function Theory*. Springer-Verlag, 1991.
- Priestley, H.A.: *Introduction to Complex Analysis*. Clarendon Press, Oxford, 1990.
- Saks, S.; Zygmund, A.: *Analytic functions*. Third edition. Elsevier Pub. Company, 1971.

GEOMETRIA DIFERENCIAL II

CODI: 10025

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

Professor coordinador: Miguel-C. Muñoz Lecanda

Altres professors: Antoni Ras Sabidó

Objectius del curs

Basándose en los cursos previos de Calculo, 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.

Avaluació

Habrà un examen final global de la assignatura y notas 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 Lie Groups*. Ed. Academic Press Inc., New York, 1985.
- Curtis, W.D.; Miller, F.R.: *Differential Manifolds and Theoretical Physics*. Ed. Academic Press Inc., New York, 1985.
- Hicks, N.: *Notes on Differential Geometry*, Ed. Van Nostrand Reinhold Co., London, 1971.
- Spivak, M.: *Differential Geometry*, Vol. 1. Ed. Publish or Perish Inc., Berkeley, 1979.
- Warner, F.: *Foundations of Differentiable Manifolds and Lie Groups*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1983

Referències complementaries:

- Abraham, R.; Marsden, J.: *Foundations of Mechanics*. Ed. The Benjamin/Cummings, Reading, Ma, 1978
- Berger, M.; Gostiaux, B.: *Differential geometry: Manifolds, curves and surfaces*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1988.
- Bishop, R.; Goldberg, S.: *Tensor Analysis on manifolds*. Ed. Dover Pub.Inc. New York, 1980.
- Bott, R.; Tu, L.: *Differential Forms in algebraic Topology*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1982.
- Crampin, M.; Pirani, F.: *Applicable Differential Geometry*. Ed. Cambridge Univ. Press., Cambridge, 1986.
- Dodson, C.; Poston, T.: *Tensor Geometry*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1991
- Gauld, D.: *Differential Topology*. Ed. Marcel Dekker Inc., New York, 1982.
- Girbau, J.: *Geometria diferencial i relativitat*. Ed. Manuals de la UAB, Servei de Publicacions, UAB-Bellaterra, 1993.
- Guggenheimer, H.: *Differential Geometry*. Ed. Dover Pub. Inc., New York, 1977.
- Guillemin, V.; Pollack, A. P.: *Differential Topology*. Ed. Prentice Hall, New jersey, 1974.
- Helgason, S.: *Differential Geometry, Lie Groups and Symmetric Spaces*. Ed. Academic Press, New York, 1978.
- Matsushima, Y.: *Differentiable Manifolds*. Ed. Marcel Dekker Inc., New York, 1972.
- Okubo, T.: *Differential Geometry*. Ed. Marcel Dekker Inc., New York, 1987.
- O'Neill, B.: *Elementos de Geometría Diferencial*. Ed. Limusa-Noriega, México, 1972.
- Schwartz, L.: *Les tenseurs*. Ed. Hermann Paris, 1975.
- Singer, I.M.; Thorpe, J.: *Lecture Notes on Elementary Topology and Geometry*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1976.
- Vaisman, I.: *A First Course in Differential Geometry*. Ed. Marcel Dekker Inc., New York, 1984.
- Weeks, J.R.: *The Shape of Space*. Ed. Marcel Dekker Inc., New York, 1985.

MODELS MATEMÀTICS DE LA FÍSICA

CODI: 10024

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

Professor coordinador: Sebastià Xambó Descamps

Objectius del curs

Cenyint-nos als camps de l'electromagnetisme, la termodinàmica i la mecànica dels medis continus, 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. **Camps electromagnètics:** Camps vectorials i formes. Operadors i integrals de volum, de superfície i de línia. Càrregues, corrents i l'equació de continuïtat de la càrrega. Camps electrostàtics. Energia i teoria del potencial. Camps magnetostàtics. Materials magnètics. Inducció electromagnètica. Equacions de Maxwell. Potencial electromagnètic (potencial vector). El grup de Lorentz. Sobre la natura dels fenòmens electromagnètics.
2. **L'electromagnetisme basat en les equacions de Maxwell:** Com reescriure l'electrostàtica i la magnetostàtica. Ones electromagnètiques en el buit. Interferències i coherència. Fenòmens elèctrics i magnètics en medis materials. Circuits lineals i línies de transmissió. Emissió d'ones electromagnètiques. Òptica física i geomètrica. Fenòmens de difracció. L'holografia.
3. **Termodinàmica:** Introducció històrica i conceptual. Formulació matemàtica de la primera llei de la termodinàmica. Aplicacions de la primera llei. Segona llei de la termodinàmica. Temperatura termodinàmica. Entropia. La llei del creixement de l'entropia. Teoria cinètica. La natura estadística de la segona llei. Entropia i probabilitat.
4. **Mecànica de medis continus:** Equació de conservació de la massa. Quantitat de moviment i forces que actuen sobre un medi. Principi de Cauchy. Fluids incompressibles (possiblement amb viscositat) i equacions del moviment. Teorema de Bernoulli. Teorema de Kelvin (de la circulació). Teorema de Helmholtz (del flux rotacional). Introducció a la teoria de l'elasticitat.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial dels dos primers temes, avaluat sobre 4 punts, un final global, avaluat sobre 5 punts, i es podrà obtenir fins a 1 punt amb activitats complementàries que estiguin definides en relació amb aspectes pràctics de la matèria.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bamberg, P.; Sternberg, S.: *A course in mathematics for students of physics* (2 vols). Ed. Cambridge University Press, 1991.
- Chevray, R.; Mathieu, J.: *Topics in Fluid Mechanics*. Ed. Cambridge University Press, 1993.
- Cottingham, W. N.; Greenwood, D. A.: *Electricity and Magnetism*. Ed. Cambridge University Press, 1991.
- Landau, L.; Lifchitz, E.: *Curso de física teórica: Teoría de la elasticidad*. Ed. Reverté, 1969.
- Longair, M. S.: *Theoretical concepts in physics*. Ed. Cambridge University Press, 1984.

Referències complementàries:

- Abraham, R.; Marsden, J. E.; Ratiu, T.: *Manifolds, tensor analysis, and applications* (second edition). Ed. Springer-Verlag, 1988.
- 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.
- G. Bekefi, G.; Barrett, A. H.: *Electromagnetic vibrations, waves and radiation*. Ed. The MIT Press, 1977.
- Fernández, J.; Pujal M.: *Iniciación a la física*. (2 vols.). Ed. Reverté, 1992.
- Feynman, R.; Leighton, R.; Sands, M.: *Lectures on Physics* (1. Mainly mechanics, radiation and heat; 2. Mainly electromagnetism and matter; 3. Quantum mechanics). Ed. Addison-Wesley, 1964.
- Flanders, H.: *Differential forms with applications to the physical sciences*. Ed. Dover, 1989.
- Girbau, J.: *Geometria diferencial i relativitat*. Manuals de la Universitat Autònoma de Barcelona 10, Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1993.
- Grant, I. S.; Phillips, W. R.: *Electromagnetism*. Ed. Wiley and Sons, 1990.
- Jackson, J. D.: *Classical Electrodynamics*. Ed. Wiley, New York, 1975.
- Marsden, J. E.; Hughes, T. J. R.: *Mathematical foundations of elasticity*. Ed. Prentice-Hall, 1983.
- Meyer, R. E.: *Introduction to mathematical fluid dynamics*. Ed. Dover, 1982.
- Triebel, H.: *Analysis and mathematical physics*. Ed. Reidel Publishing Co., 1986.
- White, F. M.: *Mecánica de fluidos*. Ed. McGraw-Hill, 1988.

ANÀLISI FUNCIONAL

CODI: 10026

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

Professor coordinador: Joan Solà-Morales Rubió

Objectius del curs

En aquesta assignatura es donen els resultats bàsics de l'Anàlisi Funcional Lineal i s'introdueixen algunes de les seves aplicacions.

Aquesta part de la Matemàtica estudia espais vectorials topològics (de dimensió infinita) i aplicacions lineals contínues (operadors) entre ells. A causa de la seva importància en les aplicacions, l'atenció se centra molt 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. Igualment s'estudien espais de distribucions.

Programa

- 1.- **Teoremes Clàssics:** Teoremes de Hahn-Banach, de Banach-Steinhaus, de l'aplicació oberta i de la gràfica tancada. Suplementaris topològics. Relacions d'ortogonalitat. Introducció als operadors lineals no acotats. Adjunts.
- 2.- **Topologies dèbils:** Topologia dèbil, conjunts convexos i operadors lineals. Topologia dèbil-*. Espais reflexius. Espais separables.
- 3.- **Espais L_p :** Definicions i propietats. Reflexivitat. Separabilitat. Duals. Convulució i regularització. Compacitat forta a L_p .
- 4.- **Espais de Hilbert:** Repàs de definicions i propietats elementals. Dualitat. Teoremes de Stampachia i de Lax-Milgram. Sumes hilbertianes.
- 5.- **Operadors Compactes i Operadors Compactes Autoadjunts:** Adjunts. Teoria de Riesz-Fredholm. Espectre. Descomposició espectral d'un operador compacte autoadjunt.
- 6.- **Espais de Sobolev i problemes de contorn en dimensió 1:** Definicions. Valors als extrems. Exemples. Principi del màxim. Funcions pròpies i descomposició espectral.
- 7.- **Distribucions:** L'espai de les funcions de test. L'espai de les distribucions. Diferenciació de distribucions. Suport. Operacions elementals en distribucions. Exemples.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Kantorovitch, L.; G. Akilov: *Analyse Fonctionnelle* (2 vols.). Ed. Mir, 1981.
- Lang, S.: *Real Analysis*. Ed. Addison Wesley, 1983.
- Rudin, W.: *Análisis funcional*. Ed. Reverté, 1979
- Schwartz, L.: *Théorie des Distributions*. Ed. Hermann, 1978.
- Triebel, H.: *Higher Analysis*. Ed. Johann Ambrosius Barth (Leipzig-Berlin-Heidelberg), 1992.

Referències complementàries:

- Adams, R.: *Sobolev Spaces*. Ed. Academic Press, 1978.
- Bachman, G.; L. Narici: *Análisis funcional*. Ed. Tecnos, 1981.
- Brézis, H.: *Análisis funcional*. Alianza Editorial, 1984.
- Dautray, R.; J.-L. Lions: *Mathematical Analysis and Numerical Methods for Science and Technology* (vol. 2). Ed. Springer-Verlag, 1988.
- Kato, T.: *Perturbation Theory for Linear Operators*. Ed. Springer-Verlag, 1980.
- Kolmogorov, A.N. i S.V. Fomin: *Elementos de la teoría de funciones y del análisis funcional*. Ed. Mir, 1978.
- Reed, M.; B. Simon: *Methods of Modern Mathematical Physics* (vol. 1). Ed. Academic Press, 1975.
- Schechter, M.: *Principles of Functional Analysis*. Academic Press, 1971.
- Showalter, R.E.: *Hilbert Space Methods for Partial Differential Equations*. Ed. Pitman, 1977.
- Smirnov, V.I.: *A Course of Higher Mathematics* (vol. 5). Ed. Pergamon Press, 1964.
- Yosida, K.: *Functional Analysis*. Ed. Springer-Verlag, 1965.

TOPOLOGIA ALGEBRAICA

CODI: 10027

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

Professor coordinador: Pere Pascual Gainza

Altres professors: Agustí Roig Martí

Objectius del curs

L'objectiu principal del curs serà fer una introducció a la topologia algebraica. Generalment, el primer contacte amb la Topologia Algebraica presenta algunes dificultats a causa de la varietat de 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, emfasitzant així el desenvolupament històric de les idees presentades.

Començarem amb la classificació de polèdres de dimensió 2. Entre les aplicacions a \mathbb{R}^n estudiarem, per exemple, el teorema de punt fix de Brower, el grau d'una aplicació entre esferes de la mateixa dimensió i les seves aplicacions, o el teorema de separació de Jordan-Brower.

Programa

- 1. Homologia dels complexos simplicials:** Complexos simplicials. Aplicacions simplicials. Polèdres. Complexos simplicials abstractes, realització geomètrica. Grups d'homologia d'un complex simplicial. Exemples.
- 2. 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.
- 3. Introducció a l'àlgebra homològica:** Complexos de cadenes. Grups d'homologia. Morfismes de complexos i morfismes induïts en homologia. Successions exactes.
- 4. Homologia singular:** Simplex ordinari. Cadenes singulars d'un espai topològic: el complex singular. Homologia singular. Els grups H_0 i H_1 . Invariància topològica de l'homologia singular. Comparació amb l'homologia simplicial. Característica d'Euler.
- 5. Successions exactes d'homologia:** Excisió. Successió exacta d'una parella. Successió de Mayer-Vietoris. Exemples i aplicacions.
- 6. Aplicacions a \mathbb{R}^n :** Homologia de les esferes. Homologia local. Grau d'una aplicació. Graus locals.
- 7. Altres aplicacions:** Teorema de Jordan-Brower. Invariància del domini.

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.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bredon, G.E.: *Topology and Geometry*. Springer-Verlag, New York, 1993.
- 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.
- 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:

- Agoston, M.: *Algebraic Topology, A first course*. Marcel Dekker, New York, 1976.
- 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.
- Whitehead, G.W.: *Elements of Homotopy Theory*. Springer-Verlag, New York 1978.

4. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES OPTATIVES



CURS 1994-95: 3r CURS - 1r QUADRIMESTRE

ALGORÍSMICA

CODI: 11875

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

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
2. Resolució de recurrències
3. Probabilitat: Quicksort Probabilistic
4. Cues de Prioritat, Heapsort
5. Classificació en temps lineal
6. Hashing
7. Arbres de cerca binària
8. Arbres negres-vernells
9. Skip Lists
10. Arbre d'expansió mínima
11. DFS, classificació topològica, BFS
12. Camins mínims en Grafs
13. Introducció a la intractabilitat

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:

- Aho, A.; Hopcroft, J.; Ullman, J.: *The design and analysis of computer algorithms*. Ed. Addison-Wesley, 1974.
- Cormen, T.H.; Leiserson, C.E.; Rivest, R.L.: *Introduction to algorithms*. Mit Press (Ed. McGraw-Hill), 1989.
- Garey, M.; Johnson, D.: *Computers and intractability*. Ed. Freeman, 1979.
- Gonnet, G.H.; Baeza, R.: *Handbook of algorithms and data structures*. Ed. Addison-Wesley, 1991.
- Graham; Knuth; Patashnik: *Concrete Mathematics*. Ed. Addison-Wesley, 1989.

Altres referències:

- Notes manuscrites.

PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

CODI: 11861

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

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugada

Altres professors: Elena Fernández Areizaga

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, especialment les que fan referència als mètodes de descomposició que permeten el tractament numèric de problemes de grans dimensions i, concretament, als de tipus lineal, explotant les propietats de la dualitat i les característiques inherents a l'estructura de les dades del model matemàtic.

L'assignatura pretén donar un complement de fonamentació teòrica als continguts de l'assignatura d'Investigació Operativa i familiaritzar l'alumne amb els mètodes que permeten resoldre algunes de les aplicacions pràctiques que duen a problemes de grans dimensions a la indústria, l'economia, etc.

Programa

- Dualitat en Programació Matemàtica:** Propietats del problema dual. Dualitat i relaxació. Equivalència entre convexificació i dualització.
- Problemes d'optimització lineal a gran escala:** Mètodes de generació de columnes. Aplicacions als problemes de "cutting-stock", fluxos màxims. Casos no lineals: el problema de l'assignació de trànsit, etc.
- Mètodes de descomposició en Programació Matemàtica:** Descomposició per directives de preus, el mètode de Dantzig-Wolfe. Descomposició per directives de recursos, la descomposició dual de Benders. Relaxació lagrangiana. Relaxació lagrangiana i dualitat.
- Introducció a l'Optimització Nodiferenciable:** Condicions necessàries i suficients d'optimització per a la programació còncava no-diferenciable. Algorismes ascendent. Optimització Subgradient. Algorisme generalitzat ascendent Primal-Dual.
- Aplicacions dels mètodes de descomposició i l'Optimització No-diferenciable a la resolució de problemes de:** Localització de Plantes, amb i sense constriccions de capacitat, Optimització de fluxos Multiarticle, Planificació Descentralitzada, Problemes Combinatoris (Viatjant de Comerç, etc.).
- Optimització sobre símplex:** mètodes de descomposició simplicial, descomposició simplicial restringida. Aplicacions a alguns problemes d'optimització de fluxos en xarxes.

Avaluació

Hi hauran exàmens parcials, examen final i pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Minoux, M.: *Programation Mathématique: Théorie et Algorithmes*. Ed. Dunod, 1983.
- Mirchandani, P.B.; Francis, R.L.: *Discrete Location Theory*. Ed. John Wiley, 1988.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A.: *Integer and Combinatorial Optimization*. Ed. John Wiley and Sons, 1988.
- Papadimitriou, C.H.; Steiglitz, K.: *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*. Ed. Prentice-Hall, 1982.
- Shapiro, J.F.: *Mathematical Programming: Structures and Algorithms*. Ed. John Wiley and Sons, 1979.

Referències complementàries:

- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G.; Shmoys, D.B.: *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. Ed. John Wiley, 1985.
- Schrijver, A.: *Theory of Linear and Integer Programming*. Ed. John Wiley, 1986.
- Williams, H.P.: *Model Solving in Mathematical Programming*. Ed. John Wiley, 1993.

TEORIA DE CODIS

CODI: 11864

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

Professor coordinador: Sebastià Xambó Descamps

Altres professors: José Luis Ruiz Muñoz

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 optimals i amb algorismes de codificació i decodificació eficients, primer, s'hi introdueixen d'una forma elemental, les nocions necessàries de geometria algebraica i després s'utilitzen per introduir i estudiar els codis de Goppa.

Els prerequisits per poder seguir el curs amb profit són molt reduïts: elements de teoria de probabilitats, conceptes bàsics d'àlgebra lineal i coneixement de les operacions amb polinomis.

Programa

1. **Teoria de la informació:** L'entropia i les seves propietats. Codis de font. Teoremes de Kraft i McMillan. Algorisme de Huffman. Codis de canal. Teoremes de Shannon sobre codificació de canal.
2. **Codis correctors:** Codis de blocs. Detecció i correcció d'errors. Decodificació pel criteri de mínima distància. Codis perfectes. Exemples de codis. Operacions amb codis. Fitació de paràmetres. Problema fonamental de la codificació.
3. **Codis lineals:** Codificació i decodificació 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.
4. **Codis de Goppa:** Codis de Goppa clàssics. Conceptes elementals de geometria algebraica. Corbes algebraiques. Codis de Goppa. Codificació i decodificació efectiva.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial dels dos primers temes, avaluat sobre 3 punts i un 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:

- Lint Van , J. H.; van der Geer, G.: *Introduction to coding theory and algebraic geometry*. Birkhäuser, 1988.
- Lint, Van J. H.: *Introduction to coding theory*. GTM 86, Springer-Verlag, 1992.
- MacWilliams, F. J.; Sloane, N. J. A.: *The theory of error correcting codes*. North-Holland, 1977.
- Pretzel, O.: *Error-Correcting codes and finite fields*. Clarendon Press, Oxford, 1992.
- Roman, S.: *Coding and information theory*. Springer-Verlag, 1992.

Referències complementàries:

- Ash, R. B.: *Information theory*. Dover, 1990.
- Bell, C.; Cleary, J. G.; Witten, I. H.: *Text compression*. Prentice-Hall, 1990.
- Conway, J. H.; Sloane, N. J. A.: *Sphere packings, lattices and groups*. Springer-Verlag, 1988.
- Goppa, V. D.: *Geometry and codes. Mathematics and Applications*, Kluwer, 1988.
- Moreno, C.: *Algebraic curves over finite fields*. Cambridge University Press, 1991.
- Tsfasman, M. A.; Vladut, S. G.: *Algebraic-geometric codes. Mathematics and its applications*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Stichtenoth, H.: *Algebraic function fields and codes*. Springer-Verlag, 1993.
- Vanstone, S.A.; Van Oorschot, P.C.: *An introduction to error correcting codes with applications*. Kluwer Academic Publishers, 1989.

TEORIA DE GRAFS

CODI: 11863

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

Professor coordinador: Josep Fàbrega Canuda

Altres professors: Carles Padró Laimón

Objectius del curs

L'objectiu del curs és presentar els temes bàsics de la Teoria de Grafes introduint, també, algunes de les seves aplicacions a l'enginyeria elèctrica, les ciències de la computació, la investigació operativa i el disseny de xarxes d'interconnexió.

Programa

- 1. Introducció i conceptes bàsics:** Grafes i grafes dirigits, visió històrica, el problema de la reconstrucció.
- 2. Camins, circuits i cicles:** Grafes eulerians, descomposició en cicles, grafes hamiltonians.
- 3. Arbres i arbres generadors:** Caracterització dels arbres, arbres generadors, arbres generadors de pes mínim.
- 4. Cicles i cicles fonamentals:** Cicles i talls fonamentals, subespais de cicles i de talls, aplicació a l'anàlisi de xarxes elèctriques.
- 5. Grafes planaris:** La fórmula d'Euler, el Teorema de Kuratowski, grafes i superfícies.
- 6. Fluxos i connectivitat:** Xarxes de transport, el Teorema de Ford i Fulkerson, els Teoremes de Menger.
- 7. Aparellaments:** Problemes d'assignació, aparellaments en grafes bipartits, el Teorema de Hall.
- 8. Representació matricial de grafes:** Matriu d'adjacència, espectre d'un graf, aplicació al Problema (Δ, D) .
- 9. Coloració de grafes:** Nombre cromàtic, polinomi cromàtic, índex cromàtic, el teorema dels quatre colors.
- 10. Grafes i grups:** Grup d'automorfismes, diagrames de Cayley, el Teorema de Frucht, aplicació a les xarxes de permutacions.

Avaluació

El 40% de l'avaluació s'obté per mitjà d'una prova escrita i de l'avaluació de treballs d'aplicació. El 60% restant s'obté d'un examen final de l'assignatura.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bollobás, B.: *Graph Theory*. Ed. Springer verlag, 1979.
- Biggs, N.: *Algebraic Graph Theory*. Ed. Cambridge University Press, 1974.
- Chartrand, G.; Lesniak, L.: *Graphs and Digraphs*. Ed. Wadsworth & Brooks, 1986.
- Comellas, F.; Fàbrega, J.; Sánchez, A. i Serra, O.: *Matemàtica Discreta*. Ed. UPC, 1994.
- Harary, F.: *Graph Theory*. Ed. Addison-Wesley, 1972.

Referències complementàries:

- Beineke, L.W. & Wilson, R.J. (editors): *Applications of Graph Theory*. Ed. Academic Press, 1979.
- Beineke, L.W. & Wilson, R.J. (editors): *Selected Topics in Graph Theory I i II*. Ed. Academic Press, 1983.
- Biggs, N.; Lloyd, E.K. and Wilson, R.J.: *Graph Theory 1736-1936*. Ed. Clarendon Press, London, 1976.
- Bondy, J.A. and Murty, U.S.R.: *Graph Theory with Applications*. Ed. North Holland, 1976.

TEORIA DE SISTEMES LINEALS

CODI: 11862

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

Professor coordinador: Ferran Puerta Sales

Altres professors: Josep Ferrer Llop, Isabel García Planas

Objectius del curs

La Teoria de Sistemes aborda fonamentalment l'estudi qualitatiu dels models matemàtics dels sistemes físics. En aquest curs s'introdueixen els conceptes i les nocions bàsiques de la teoria, fent especial èmfasi en el cas particular de sistemes invariants en el temps, per als quals s'obtenen formulacions tancades satisfactòries.

Programa

- 1. Introducció:** Sistemes físics i models; descripció entrada/sortida i per les variables d'estat; equacions equivalents; diagrames dinàmics; sistemes compostos; la distribució de Dirac.
- 2. Equacions en Diferències:** Existència i unicitat de les solucions; EED homogènies i completes; propietats dinàmiques; transformada Z; EED lineals amb coeficients variables.
- 3. Resolució de les Equacions Lineals d'Estat:** Cas discret; cas continu; EED d'ordre superior; introducció als sistemes lineals positius.
- 4. Propietats Dinàmiques:** Punts d'equilibri, varietats d'equilibri; estabilitat; oscil·lacions; distribucions invariants; modes dominants.
- 5. Controlabilitat i Observabilitat:** Equacions dinàmiques controlables, caracterització per la matriu de controlabilitat, funcions de control, estats assolibles; equacions dinàmiques observables, caracterització per la matriu d'observabilitat, determinació de l'estat inicial, estats observables.
- 6. Realització:** Condicions de realitzabilitat, realitzacions minimal, realitzacions invariants en el temps; realització de matrius de transferència, realització controlable canònica, realització observable canònica; grau de MacMillan.
- 7. Formes Canòniques Reduïdes de les Equacions d'Estat:** canvis de base en les variables d'estat, equacions equivalents, invariants de la transformació; forma canònica de control; realimentació d'estat, invariants per realimentació, forma canònica de Brunovsky.
- 8. Assignació de Valors Propis per Realimentació:** cas de sistemes controlables uniparamètrics; cas de sistemes controlables multiparamètrics; cas general.

Avaluació

A més de l'examen final es valoraran els exercicis realitzats a classe i els treballs presentats.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Barnett, S.; Cameron, R.G.. *Introduction to Mathematical Control Theory*. Clarendon Press, Oxford, 1985.
- Brockett, R.W.. *Finite Dimensional Linear Systems*: John Wiley and Sons, 1970.
- Chen Chi-Tsong.. *Linear System Theory and Design*: Rinehart and Winston, 1984.
- Luenberger, D.G.. *Introduction to Dynamic Systems. Theory, Models and Applications*: John Wiley and Sons, 1979.
- Szidarouszky, F.; Bahill, A.T.. *Linear Systems Theory*. CRC Press, 1992.

Referències complementàries:

- Wonham, W.M.: *Linear Multivariable Control A Geometric Approach*. Springer-Verlag, 1985.

Nota: La docència d'aquesta assignatura s'impartirà a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona.

TEORIA DE SISTEMES LINEALS

CODI: 11862

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

Professor coordinador: Ferran Puerta Sales

Altres professors: Josep Ferrer Llop, Isabel García Planas

Objectius del curs

La Teoria de Sistemes aborda fonamentalment l'estudi qualitatiu dels models matemàtics dels sistemes físics. En aquest curs s'introdueixen els conceptes i les nocions bàsiques de la teoria, fent especial èmfasi en el cas particular de sistemes invariants en el temps, per als quals s'obtenen formulacions tancades satisfactòries.

Programa

- 1. Introducció:** Sistemes físics i models; descripció entrada/sortida i per les variables d'estat; equacions equivalents; diagrames dinàmics; sistemes compostos; la distribució de Dirac.
- 2. Equacions en Diferències:** Existència i unicitat de les solucions; EED homogènies i completes; propietats dinàmiques; transformada Z; EED lineals amb coeficients variables.
- 3. Resolució de les Equacions Lineals d'Estat:** Cas discret; cas continu; EED d'ordre superior; introducció als sistemes lineals positius.
- 4. Propietats Dinàmiques:** Punts d'equilibri, varietats d'equilibri; estabilitat; oscil·lacions; distribucions invariants; modes dominants.
- 5. Controlabilitat i Observabilitat:** Equacions dinàmiques controlables, caracterització per la matriu de controlabilitat, funcions de control, estats assolibles; equacions dinàmiques observables, caracterització per la matriu d'observabilitat, determinació de l'estat inicial, estats observables.
- 6. Realització:** Condicions de realitzabilitat, realitzacions minimal, realitzacions invariants en el temps; realització de matrius de transferència, realització controlable canònica, realització observable canònica; grau de MacMillan.
- 7. Formes Canòniques Reduïdes de les Equacions d'Estat:** canvis de base en les variables d'estat, equacions equivalents, invariants de la transformació; forma canònica de control; realimentació d'estat, invariants per realimentació, forma canònica de Brunovsky.
- 8. Assignació de Valors Propis per Realimentació:** cas de sistemes controlables uniparamètrics; cas de sistemes controlables multiparamètrics; cas general.

Avaluació

A més de l'examen final es valoraran els exercicis realitzats a classe i els treballs presentats.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Barnett, S.; Cameron, R.G.. *Introduction to Mathematical Control Theory*. Clarendon Press, Oxford, 1985.
- Brockett, R.W.. *Finite Dimensional Linear Systems*: John Wiley and Sons, 1970.
- Chen Chi-Tsong.. *Linear System Theory and Design*: Rinehart and Winston, 1984.
- Luenberger, D.G.. *Introduction to Dynamic Systems. Theory, Models and Applications*: John Wiley and Sons, 1979.
- Szidarowsky, F.; Bahill, A.T.. *Linear Systems Theory*. CRC Press, 1992.

Referències complementàries:

- Wonham, W.M. : *Linear Multivariable Control A Geometric Approach*. Springer-Verlag, 1985.

Nota: La docència d'aquesta assignatura s'impartirà a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona.

CURS 1994-95: 3r CURS - 2n QUADRIMESTRE

ÀLGEBRA COMPUTACIONAL

CODI: 11876

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

Professor coordinador: Antoni Montes Lozano

Altres professors: Rafel Farré Cirera

Objectius del curs

L'objecte d'aquesta assignatura és l'estudi dels sistemes d'equacions polinòmiques multivariades. La dificultat que comporta la no existència de divisió euclidiana en l'anell dels polinomis multivariats 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 per Buchberger de les bases de Gröbner. El nou enfocament ha estat induït també, en part, pel desenvolupament dels sistemes informàtics de càlcul simbòlic, que fan factible la programació dels algorismes.

Junt amb els fonaments teòrics es veuran aplicacions a la robòtica, a la demostració automàtica de teoremes i a l'estudi de fluxos d'energia en les xarxes elèctriques. Els mètodes que s'estudien són un complement útil també per als camps de la geometria algebraica (estudi de punts singulars de corbes) i de la geometria computacional.

Programa

- 1. Polinomis univariats. Recapitulació de resultats:** M.c.d., resultants, successions de residus polinòmics (p.r.s.), factorització, separació d'arrels.
- 2. Polinomis multivariats.** Varietats afins i ideals de $k[x_1, \dots, x_n]$. Ordenació de monomis. Teorema de la base de Hilbert, Bases de Gröbner. Algorisme de Buchberger.
- 3. Resolució d'equacions polinòmiques.** Teoria de l'eliminació. Teorema de l'extensió. Resolució factoritzada de sistemes zero dimensionals.
- 4. Varietats i Ideals.** Hilbert Nullstellensatz. Ideals radicals. Operacions amb ideals.
- 5. Aplicacions.** Robòtica. Demostració automàtica. Xarxes elèctriques.

Avaluació

Avaluació continuada sobre la base del treball i la participació. L'assignatura tindrà una part de laboratori de càlcul simbòlic que tindrà un pes aproximat d'un 20% en la nota.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Akritas A.G., *Elements of Computer Algebra with Applications*. Ed. John Wiley, 1989.
- Becker Th., Weispfenning V., *Gröbner Bases*. Ed. Springer, New-York, 1993.
- Cox D., Little J., O'Shea D., *Ideals, Varieties, and Algorithms*. Ed. Springer, New York, 1992.
- Davenport J.H., Siret Y., Tournier E., *Computer Algebra*. Ed. Academic Press, 1988.
- Mignotte M., *Mathematics for Computer Algebra*. Ed. Springer, New-York, 1992.

Referències complementàries:

- Buchberger B., Collins G.E., Loos R., (eds.) *Computer Algebra: Symbolic and Algebraic Computation*. Ed. Springer, New-York, 1983.
- Clark A., *Elements of Abstract Algebra*. Ed. Dover, New York, 1984.
- Cohen H., *A Course in Computational Algebraic Number Theory*. Ed. Springer, New-York, 1993.
- Chou S.C., *Mechanical Geometry Theorem Proving*. Ed. Reidel, Dordrecht, 1988.
- Fulton W., *Algebraic Curves: An Introduction to Algebraic Geometry*. 3rd ed.. Ed. Addison-Wesley, 1989
- Geddes Keith O., Czapor Stephen R., Labahn George, *Algorithms for Computer Algebra*. Ed. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992.
- Naudin P., Quitté C., *Algorithmique Algébrique*. Ed. Masson, Paris 1992.

Altres referències:

- Bruce W. Char et al. *First Leaves. A Tutorial Introduction to Maple V*. Ed. Springer, New-York, 1992.
- Bruce W. Char et al. *Maple V. Language Reference Manual*. Ed. Springer, New-York, 1992.
- Bruce W. Char et al. *Maple V. Library Reference Manual*. Springer, New-York, (1992).
- Lazard D., *Solving zero-dimensional systems of algebraic equations*. J. Symbolic Computation 1992. 13, 117-131.
- Wang D.M., *Characteristic Sets and Zero Structure of Polynomial Sets*. Preprint, RISC-LINZ, Johannes Kepler University, Àustria, 1989.

ANÀLISI NUMÈRICA

CODI: 11877

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

Professor coordinador: Antonio Huerta Cerezuela

Altres professors: Josep Sarrate Ramos

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. Problemes de valors propis.
- 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 Solution of Partial Differential Equations*, (Second Edition). Ed. Academic Press, Orlando, Florida, 1977.
- Hoffman, J.D.: *Numerical Methods for Engineers and Scientists*. Ed. McGraw-Hill, Nova York, 1992.
- Legras, J.: *Méthodes et Techniques de l'Analyse Numérique*. Ed. Dunod, Paris, 1971
- 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:

- Briggs, W.L.: *A Multigrid Tutorial*. Ed. SIAM, Philadelphia, 1988.
- 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.
- Mitchell, T.M.: *Computational Methods in Partial Differential Equations*. Ed. John Wiley & Sons, Nova York, 1969.
- 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.; Burlisch, R.: *Introduction to Numerical Analysis*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1993.

ASTRODINÀMICA I MECÀNICA CELESTE

CODI: 11878

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

Professor coordinador: Àngel Jorba Monte

Altres professors: Josep Masdemont Soler

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

El problema de dos cossos

- Equacions del problema de dos cossos. El problema de Kepler. Les anomalies mitjana, vertadera i excèntrica. Anàlisi dels diferents tipus de moviment. Càlcul d'efemèrides. El moviment en l'espai. Elements orbitals.
- Resolució del problema per mitjà de sèries. Estudi de les sèries f i g . Desenvolupaments en el problema el·líptic. Funcions de Bessel. L'equació de Kepler. L'equació del centre. Desenvolupaments útils per a la teoria del moviment d'un satèl·lit artificial. Els teoremes de Teixeria i d'inversió de Lagrange. Convergència dels desenvolupaments.
- Regularització de les col·lisions binàries: El moviment en el pla: regularització de Levi-Civita, Kustaanheimo-Stiefel, Funcions de Stumpff.
- Determinació d'òrbites. El problema de Lambert, els mètodes de Gauss i Laplace. Transferència d'òrbites: Hohmann, bipolarabòliques i bi-el·líptiques. Transferències entre òrbites el·líptiques.
- Aplicacions del problema de dos cossos. Temps mitjà, sideri i d'efemèrides. Equació de temps. Relotge de Sol. Entrada i sortida d'un satèl·lit artificial de l'ombra de la Terra. Sortida i ocàs d'un satèl·lit artificial.

El problema de n cossos

- Formulació del problema. Equacions del moviment de n cossos. Les deu integrals clàssiques i la reducció del node de Jacobi. Alguns problemes sobre integrabilitat.
- Solucions particulars del problema de n cossos. Configuracions centrals i solucions homogràfiques. Teorema de Moulton.
- El teorema del col·lapse total de Sundman. Algunes consideracions del teorema en el problema de tres cossos.

El problema restringit de tres cossos

- Dedució 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.
- 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.

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 orbitant 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 . Pertorbacions degudes als harmònics tesserals.
- Idea general del mètode de Von Zeipel. Equacions i eliminació de l'anomalia. Determinació del nou hamiltonià. Resultats i comparacions.
- Inclinació crítica. Llibració del perigeu en les proximitats de la inclinació crítica.
- Altres pertorbacions del moviment: pertorbacions luni-solars, frenada atmosfèrica i pressió de radiació.

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

Referències complementàries:

- Bate, R.R.; Mueller, D.D.; White, J.E.: *Fundamentals of Astrodynamics*. Ed. Dover, New York, 1971.
- Escobal, P.R.: *Methods of Astrodynamics*. Ed. John Wiley and Sons, 1969.
- Gallavotti, G.: *The Elements of Mechanics*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1983.
- Kaula W.M.: *Theory of Satellite Geodesy*. Ed. Blaisdell Pub. Co., 1966.
- Kenneth, P.; Seidelmann; Ed.: *Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac*. Ed. University Science Books, Califòrnia, 1992.
- Marchal, C.: *The three-Body Problem*. Ed. Elsevier, 1990.
- Milani, A.; Novili A.M. and Farinella, P.: *Non-Gravitational Perturbations and Satellite Geodesy*. Ed. Adam Hilger, 1987.
- Moulton I.R.: *An Introduction to Celestial Mechanics*. Ed. Dover, New York, 1970.
- Poincaré, H.: *Les Methodes Nouvelles de Mécanique Céleste (Vol. I, II, III)*. Ed. Gauthier-Villars. París 1987.
- Siegel, C.; Moser. J.: *Lectures on Celestial Mechanics*. Ed. Springer-Verlag, 1971.
- Stiefel, E.L.; Scheifele, G.: *Linear and Regular Celestial Mechanics*. Ed. Springer-Verlag, 1971.

OPTIMITZACIÓ CONTINUA I

CODI: 11879

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

Professor coordinador: Narcís Nabona Francisco

Altres professors: F. Javier Heredia Cervera

Objectius del curs

- Presentar les bases teòriques dels principals algorismes d'Optimització Contínua i les seves eines de resolució de problemes d'alta dimensionalitat i/o no lineals.
 - Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten
 - Comprensió de 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.
- (En el curs Optimització Contínua II s'estudien altres eines d'Optimització Contínua i s'arriba a un aprofundiment més gran en alguns temes.)

Programa

Repàs de conceptes bàsics

- **Conceptes bàsics:** Convexitat de funcions. Teoremes sobre màxims i mínims de funcions convexes en conjunts convexos. Direcció de descens i derivada direccional. Exploració lineal per mitjà d'ajustos quadràtics i cúbics. Condicions 1a i 2a d'Armijo-Goldstein. Procediment de Bertsekas. Taxa i ordre de convergència.
- **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. Triangularització en matrius esparses i modificació d'ubicadors. Reordenacions.

Minimització sense constriccions

- **Mètodes de direccions conjugades:** Direccions Q-conjugades, propietats i generació. Minimització d'una funció quadràtica. Teorema del subespai expansionant. 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.
- **Mètode de Newton:** Propietat de la família d'algorismes $X_{k+1} = X_k - \alpha \nabla f(X_k)$. El mètode de Newton. Convergència local i convergència global. Modificació de Luenberger. Triangularització de Gill-Murray. Modificació de Dennis-Schnabel. Aplicació de l'esparsitat.
- **Factoritzacions ortogonals i mínims quadrats:** Recordatori de 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. Mínims quadrats qualsevol. Mètode de Gauss-Newton. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Esparsitat en la factorització QR o LQ.

Minimització amb constriccions lineals

- **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. Hessià projectat i mètode de Newton. Aplicació de l'algorisme del gradient conjugat. Programació quadràtica. Estimacions dels multiplicadors de Lagrange de 1er i 2on ordre.

- **Minimització amb constriccions lineals de desigualtat:** Mètode del conjunt actiu. Actualitzacions de la matriu Z quan s'afegeixen i es descarten constriccions. Actualitzacions de l'hessià projectat quan es descarta una constricció. Programació quadràtica definida positiva. Actualització de Z'QZ quan s'afegeix una constricció. Minimització subjecta a fites simples de les variables.
- **Algorisme de Murtagh-Saunders:** Constriccions lineals d'igualtat i fites simples. Procediment de Murtagh-Saunders. Variables superbàsiques. Algorisme general. El mètode del simplex com a cas particular.

Introducció breu a la minimització amb constriccions qualsevol

- **Lagrangians augmentats i projectats:** Condicions d'òptim. Noció de Lagrangiana augmentada. Noció de Lagrangiana projectada. El paquet MINOS.

Pràctiques

Es realitzaran vuit pràctiques consistents 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 desenvolupats d'optimització sense constriccions.

Per realitzar les pràctiques s'explicarà i s'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions, un problema real d'optimització amb constriccions lineals i un problema real d'optimització amb constriccions qualsevol.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Dennis, Jr. J.E.; Schnabel, R.B.: *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Ed. Prentice Hall, 1983.
- Duff, I.S.; Erisman, A.M.; Reid, J.K.: *Direct Methods for Sparse Matrices*. Ed. Oxford Clarendon Press, 1989.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. Ed. John Wiley & Sons, 1987.
- 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

Referències complementàries:

- Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M.H.: *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Ed. Addison-Wesley Publ. Co., 1991.
- Golub, G.H.; Van Loan, C.F.: *Matrix Computations*. Ed. John Hopkins University Press, 1989.
- Nemhauser, G.L.; Rinoy Kan, A.G.H.; Todd, M.J. (Eds.): *Optimization*. Ed. North-Holland, 1989.
- Peressini, A.L.; Sullivan, F.E.; Uhl, Jr. J.J.: *The Mathematics of Nonlinear Programming*. Ed. Springer Verlag, 1988.

Altres referències:

- Harwell Subroutine Library: *A Catalogue of Subroutines: (release 11)*. Advanced Computing Department, Harwell Laboratory, Harwell, UK, 1993.
- Murtagh, B.A.; Saunders, M.A.: *MINOS 5.0 User's Guide*. Dept. of Operations Research, Stanford University, CA 94305, USA, 1983.

CURS 1995-96: 4t CURS - 1r QUADRIMESTRE

COMBINATÒRIA

CODI: 11867

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

Professor coordinador: Oriol Serra Albó

Altres professors: José Luís Andrés Yebra, Marc Noy Serrano, Anna Sánchez Llado

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 una certa maduresa en l'ús de tècniques d'enumeració com de conèixer alguns dels problemes clàssics, com ara el de les particions d'enters o particions de conjunts. També s'introduiran o revisaran algunes famílies de nombres combinatoris (coeficients binomials, nombres de Stirling, de Catalan, etc.). Pel que fa al segon, es tractaran aspectes combinatoris bàsics relatius a conjunts parcialment ordenats i s'introduiran els dissenys combinatoris.

Programa

- 1. Combinatòria enumerativa bàsica:** Combinacions i Permutacions. Coeficients binomials i multinomials. Particions de conjunts. Particions d'enters. Principi d'inclusió-exclusió.
- 2. Equacions de recurrència i funcions generadores:** Equacions de recurrència lineals. Funcions generadores ordinàries i exponencials. Anàlisi asimptòtica.
- 3. Teoria d'enumeració de Pólya:** Grups de permutacions. Polinomi indicador de cicles. Teoremes de Pólya i de De Bruijn.
- 4. Conjunts parcialment ordenats:** Teorema de Dilworth. Lema de Sperner. Teorema d'Erdős-Ko-Rado.
- 5. Dissenys combinatoris:** Dissenys regulars. Geometries finites. Sistemes de Steiner. Quadrats llatins.

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:

- Berge, C.: *Principles of Combinatorics*. Ed. Academic Press, 1971.
- Biggs, N.L.: *Matemàtica discreta*. Ed. Vicens Vives, 1994.
- Comellas, F.; Fàbrega, J.; Sánchez, A.; Serra, O.: *Matemàtica discreta*. Edicions UPC 1994.
- Hall, M.: *Combinatorial Theory*. Ed. John Wiley and sons, 1986.
- Stanley, R.P.: *Enumerative Combinatorics*. Ed. Wadsworth and Brooks, 1986.

Referències complementàries:

- Anderson, I.: *Introducció a la combinatoria*. Ed. Vicens Vives, 1993
- Goulden, I.P.; Jackson, D.H.: *Combinatorial Enumeration*. Ed. John Wiley & Sons, 1983
- Graham, R.L.; Knuth, D.E.; Patashnik, O.: *Concrete Mathematics*. Ed. Addison Wesley, 1991.
- Lint, J.H. van; Wilson, R.M.: *A Course in Combinatorics*. Ed. Cambridge University Press, 1992.
- Riordan, J.: *An Introduction to Combinatorial Analysis*. Ed. Princeton University Press, 1980.
- Roberts, F.S.: *Applied Combinatorics*. Ed. Prentice-Hall, 1984.
- Stanton, D.; White, D.: *Constructive Combinatorics*. Ed. Springer-Verlag, 1986.
- Wilf, H.: *Generating functionology*. Ed. Academic Press, 1990.

GEOMETRIA DISCRETA I COMPUTACIONAL

CODI: 11870

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

Professor coordinador: Ferran Hurtado Díaz

Altres professors: Marc Noy Serrano, Joan Trias Pairó

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, mostrant com l'estructura combinatòria d'un problema geomètric sovint decideix quin mètode algorítmic 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 és deguda a l'expansió accelerada, en exigències i en desenvolupament, del processament d'informació geomètrica i gràfica, present en àrees 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 no existia encara.

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. Problemes de visibilitat.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Edelsbrunner, H.: *Algorithms in Combinatorial Geometry*. Ed. Springer-Verlag, 1987.
- Mehlhorn, K.: *Data Structures and Algorithms: Multidimensional Searching and Computational Geometry*, Vol. 3. Ed. Springer-Verlag, 1984.
- O'Rourke, J.: *Art Gallery Theorems and Algorithms*. Ed. Oxford University Press, 1987.
- O'Rourke, J.: *Computational Geometry in C*. Ed. Cambridge University Press, 1994.
- Preparata, F.P. i Shamos, M.I.: *Computational Geometry. An Introduction*. Ed. Springer-Verlag, 1985.

Referències complementàries:

- Akl, S. i Lyons, K.: *Parallel Computational Geometry*. Ed. Prentice Hall, 1993.
- Brønsted, A.: *An Introduction to Convex Polytopes*. Ed. Springer-Verlag, 1983.
- Chvatal, V.: *Linear Programming*. Ed. Freeman and Company, 1983.
- Cormen, T.H.; Leiserson, C.E. i Rivest, R.L.: *Introduction to Algorithms*. Ed. MIT Press, 1990.
- Hoffmann, C.M.: *Solid and Geometric Modelling: an Introduction*. Ed. Morgan Kaufmann Publishers, 1989.
- Klein, R.: *Concrete and Abstract Voronoi Diagrams*. Ed. Springer-Verlag, 1989.
- Mulmuley, K.: *Computational Geometry: an Introduction through Randomized Algorithms*. Ed. Prentice Hall, 1993.
- Nievergelt, J. i Hinrichs, K.: *Algorithms & Data Structures*. Ed. Prentice-Hall, 1993.
- Okabe, A.; Boots, B. i Sugihara, K.: *Spatial Tessellations. Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*. Ed. Wiley & Sons, 1992.
- Pach, J. (Ed.), *New Trends in Discrete and Computational Geometry*. Ed. Springer-Verlag, 1993.
- Preparata, F.P.: *Advances in Computing Research: Computational Geometry*. Ed. JAI Press, 1983.
- Schwartz, J.T. i Yap, C.K.: *Algorithmic and Geometric Aspects of Robotics*, Vol. 1. Ed. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1987.
- Toussaint, G.T. ed., *Computational Geometry*. Ed. North-Holland, 1985.
- Toussaint, G.T. ed., *Computational Morphology*. Ed. North-Holland, 1988.

Altres referències:

- H. T. Croft, K. J. Falconer, R. K. Guy, *Unsolved Problems in Geometry*. Ed. Springer-Verlag, 1991.
- V. Klee, S. Wagon, *Old and New Unsolved Problems in Plane Geometry and Number Theory*. Ed. Mathematical Association of America, 1991.

OPTIMITZACIÓ CONTINUA II

CODI: 11872

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

Professor coordinador: Narcís Nabona Francisco

Altres professors: F. Javier Heredia Cervera

Objectius del curs

- Completar els coneixements d'Optimització Contínua (adquirits a *Optimització Contínua I*) per tal d'aplicar-la en la resolució de problemes reals (d'alta dimensionalitat i/o no lineals)
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten
- Comprensió de 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

I. Minimització sense Constriccions

1. **Actualització de factoritzacions quan s'afegeixen o se sostreuen matrius de rang u:** Operacions necessàries per factoritzar una matriu simètrica. Actualització de la factorització quan s'afegeix una matriu de rang 1: fórmula de Powell-Fletcher. Actualització quan es sostreu una matriu de rang 1: fórmula de Gill-Murray.
2. **Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitzen la inversa de l'hessità:** 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.
3. **Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitza l'hessità:** 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.
4. **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.

II. Minimització amb Constriccions Lineals

1. **Actualització de factoritzacions de bases quan en canvien les files o les columnes:** Matrius de permutació i matrius eta. Reordenació de Hellerman-Rarick. Forma en producte de la inversa amb permutacions no predeterminades. Actualització d'una factorització triangular de la base. Mètodes de Bartels-Golub, de Forrest-Tomlin, de Reid, i de Saunders.
2. **Introducció als fluxos en xarxes lineals i no lineals:** Matriu de xarxa. Base: propietats i descripció mitjançant arbres i vectors de busques. Pivotació. Arbre inicial factible. Fluxos no lineals. Cicles superbàsics.
3. **Mètodes de punt interior:** Algorisme de Dikin. Introducció a la forma canònica de Karmarkar. Transformacions projectives. Deducció i justificació de l'algorisme de Karmarkar.

III. Minimització amb Constriccions Qualsevol

1. **Mètodes de penalització i barrera:** Mètodes de penalització. Mètodes barrera. Convergència local d'aquests mètodes. Aplicació del mètode del gradient conjugat parcial.
2. **Mètode del gradient reduït generalitzat (GRG):** Cas de constriccions lineals d'igualtat i fites. Variables pseudo-superbàsiques. Formulació en cas de constriccions qualsevol.

Retorn a la hipersuperfície de les constriccions actives. El paquet CONOPT.

3. **Lagrangians augmentats i Lagrangians projectats:** Mètode de Newton-Raphson en sistemes no lineals indeterminats. Concepte i mètode del Lagrangian augmentat. Estimacions de multiplicadors. Mètodes de Lagrangians projectats. Formulacions 1a. i 2a. Exploracions lineals. El paquet MINOS.

Pràctiques

Es realitzaran nou pràctiques consistents 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.

Per realitzar les pràctiques s'explicarà i s'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions, un problema real d'optimització amb constriccions lineals, i un problema real d'optimització amb constriccions qualsevol.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahuja, R.K., T.L. Magnanti & J.B. Orlin: *Network Flows, Theory, Algorithms and Applications*. Ed. Prentice Hall. 1993.
- Dennis Jr., J.E. & R.B. Schnabel: *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Ed. Prentice Hall. 1983.
- Duff, I.S., A.M. Erisman & J.K. Reid: *Direct Methods for Sparse Matrices*. Ed. Oxford Clarendon Press. 1989.
- Gill, P.E., W. Murray & M.H. Wright: *Practical Optimization*. Ed. Academic Press. 1981.
- Luenberger, D.G.: *Linear and Nonlinear Programming*. Ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1984.

Referències complementàries:

- Bertsekas, D.P.: *Constrained Optimization and Lagrange Multiplier Methods*. Ed. Academic Press. 1982.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. Ed. John Wiley & Sons. 1987.
- Gill, P.E., W. Murray & M.H. Wright: *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1991.
- Nemhauser G.L., A.G.H. Rinoy Kan & M.J. Todd (Eds.): *Optimization*, vol. 1). Ed. North-Holland. 1989.
- Peressini, A.L., F.E. Sullivan & J.J. Uhl, Jr.: *The Mathematics of Nonlinear Programming*. Ed. Springer Verlag. 1988.

Altres referències:

- Drud, A.: *CONOPT: A Large-Scale GRG Code*. Technical Report. ARKI Consulting and Developing, Bagsvaerd, Denmark. 1993.
- Harwell Subroutine Library: *A Catalogue of Subroutines: (release 11)*. Advanced Computing Department, Harwell Laboratory, Harwell, UK. 1993.
- Murtagh, B.A. & M.A. Saunders: *MINOS 5.0 User's Guide*. Dept. of Operations Research, Stanford University, CA 94305, USA. 1983.
- Karmarkar, N.: "A new polynomial-type algorithm for linear programming", *Combinatorica*, vol. 4, pp. 373-395. 1984.

TEORIA DE NOMBRES

CODI: 11874

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

Professor coordinador: Joan-Carles Lario Loyo

Altres professors: Jordi Quer Bosor

Objectius del curs

El curs pretén servir d'introducció a la teoria de nombres clàssica, i presentar alguns dels temes que han originat més interès durant els darrers anys en aquest camp. D'aquesta manera, la proposta de temari inclou l'estudi de l'aritmètica dels cossos de nombres i de les corbes el·líptiques.

S'exposen els resultats fonamentals relatius a la teoria analítica dels nombres algebraics (funcions L , densitat de Cebotarev, fórmula del nombre de classes) i a la teoria geomètrico-aritmètica de les corbes el·líptiques (grups de Mordell-Weil, algorisme de Tate, sèries L de Hasse-Weil). El paral·lelisme entre la fórmula analítica per al nombre de classes i la conjectura de Birch & Swinerton-Dyer estableix el pont entre ambdues parts.

Una de les característiques del curs consistirà a fer especial èmfasi en els aspectes computacionals i en algunes de les aplicacions.

Programa

- Cossos de nombres algebraics:** Anells de Dedekind i de valoració discreta. Extensions enteres. Discriminant. Grups de ramificació. Cossos quadràtics i ciclotòmics.
- Geometria dels nombres:** Teorema de Minkowski. Finitud del grup de classes d'ideals. Teorema de les unitats de Dirichlet. Fórmula analítica del nombre de classes.
- Funcions Zeta i sèries L :** Sèries de Dirichlet. Funció Zeta d'un cos de nombres. Densitat de primers i Teorema de Cebotarev. Equacions funcionals i valors especials.
- Corbes el·líptiques:** Corbes de gènere 1. Llei de grup. Teorema de Mordell-Weil. Fibres especials, algorisme de Tate. Sèries L de Hasse-Weil. Conjectures de Birch & Swinerton-Dyer. Conjectura de Shimura-Taniyama. Aplicacions.

Avaluació

La participació en classes de problemes constituirà un element important per obtenir els crèdits de l'assignatura. L'exposició oral d'alguns temes per part dels estudiants i dos exàmens (parcial i final) complementaran la qualificació global.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cassels, J.W.S.; Fröhlich, A. Ed.: *Algebraic Number Theory*. Ed. Academic Press 1990.
- Hecke, E.: *Lectures on the Theory of Algebraic Numbers*. Ed. Springer-Verlag, 1981.
- Ireland, K.; Rosen, M.: *A Classical Introduction to Modern Number Theory*. Ed. Springer-Verlag New York Inc., 1982.
- Lang, S.: *Algebraic Number Theory*. Ed. Springer-Verlag GTM, 1992.
- Silverman, J.: *The Arithmetic of Elliptic Curves*. Ed. Springer-Verlag GTM 106, 1986.

Referències complementàries:

- Borevich, Z.I.; Shafarevich, I.R.: *Number Theory*. Ed. Academic Press, 1966.
- Husemöller, D.: *Elliptic Curves*. Ed. Springer-Verlag, 1987.
- Koblitz, N.: *Introduction to Elliptic Curves and Modular Forms*. Ed. Springer-Verlag, 1984.
- Phost, M.; Zassenhaus, H.: *Algorithmic Number Theory*. Ed. Cambridge University Press, 1989.
- Samuel, P.: *Théorie Algébrique des Nombres*, 2a ed. Ed. Hermann, 1967.
- Serre, J-P.: *A Course in Arithmetic*. Ed. Springer-Verlag, 1973.
- Stewart, I.N.; Tall, D.O.: *Algebraic Number Theory*. Ed. Chapman and Hall, 1987.
- Washington, L.C.: *Introduction to Cyclotomic Fields*. Ed. Springer-Verlag, 1982.

CURS 1995-96: 4t CURS - 2n QUADRIMESTRE

AMPLIACIÓ D'ANÀLISI

CODI: 11865

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

Professor coordinador: Joan Mateu Bennassar

Objectius del curs

Aquest curs té com a principal objectiu donar a l'estudiant una formació àmplia i rigorosa en certs aspectes de l'anàlisi matemàtica. Començarem estudiant alguns temes clàssics de l'Anàlisi de Fourier: sèries de Fourier i transformada de Fourier, posant especial èmfasi en les qüestions de convergència.

Posteriorment, introduïrem una eina de gran importància en diversos camps de la matemàtica actual: la teoria de distribucions o funcions generalitzades. Així mateix, a partir d'aquesta teoria farem aplicacions a la resolució d'algunes equacions diferencials.

Finalment, la darrera part del curs se centrarà en l'estudi de problemes més actuals en anàlisi harmònica: funció maximal de Hardy-Littlewood, convergència no tangencial, etc.

Programa

- 1. El sistema trigonomètric:** Coeficients i sèrie de Fourier. Completesa. Desigualtat de Bessel i fórmula de Parseval. Teorema de Riemann-Lebesgue.
- 2. Convergència de les sèries de Fourier:** Criteris de convergència: test de Dini, Dirichlet-Jordan i Dini-Lipschitz. Mètodes de sumabilitat: Féjer i Abel. Convergència en norma: L^1 i L^2 . Teorema de Kolgomorov.
- 3. Transformada de Fourier:** Propietats formals. Problema de la inversió. Igualtat de Parseval. Teoria L^p , $1 < p \leq 2$. Convergència de les integrals de Fourier.
- 4. Distribucions:** Convexitat local i seminormes. Els espais bàsics de funcions diferenciables. Les distribucions. Suport i localització.
- 5. Operacions amb distribucions:** Convolució. Distribucions temperades i transformació de Fourier. Teorema de Paley-Wiener. Espais de Sobolev. Aplicacions a la resolució d'equacions diferencials.
- 6. Funcions harmòniques. La funció maximal de Hardy-Littlewood:** Propietats bàsiques de les funcions harmòniques. Caracterització de les integrals de Poisson. La funció maximal de Hardy-Littlewood. El teorema de diferenciació de Lebesgue.

Avaluació

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

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Edwards, R.E.: *Fourier Series (2 vols.)*. Ed. Springer-Verlag, 1982.
- Katznelson, Y.: *An introduction to harmonic analysis*. Ed. Dover, 1976. 2nd ed.
- Rudin, W.: *Functional analysis*. Ed. McGraw-Hill, New York, 1991.
- Stein, E.; Weiss, G.: *Introduction to Fourier analysis on Euclidean spaces*. Ed. Princeton University Press, New Jersey, 1975.
- Zygmund A.: *Trigonometric series (2 ed.)*. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1990.

Referències complementàries:

- Duandikoetxea, J.: *Análisis de Fourier*. Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1991.
- Rudin, W.: *Real Complex Analysis*. Ed. McGraw-Hill, 1987.
- Stein, E.M.: *Singular Integrals and Differentiability properties of Functions*. Ed. Princeton Univ. Press, Princeton, 1986.
- Stromberg, K.: *An Introduction to Classical Real Analysis*. Ed. WadsWorth Inc., 1981.
- Torchinsky, A.: *Real-variable methods in Harmonic Analysis*. Ed. Academic Press, New York, 1986.
- Torchinsky, A.: *Real Variable*. Ed. Addison-Wesley Pub. Inc. 1988.
- Wheeden, R.D.; Zygmund, A.: *Measure and integral. An introduction to Real Analysis*. Ed. Marcel Dekker, Inc. 1977.

CALCULABILITAT

CODI: 11866

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: José Luis Balcázar Navarro

Objectius del curs

Estudiar les limitacions matemàtiques dels algorismes, mitjançant l'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 d'altres camps.

Programa

- **Alguns models de càlcul:** Programes while, màquines RAM, màquines de Turing-Post. Recursió primitiva, funció d'Ackermann. El principi de Church.
- **Manipulació de programes:** Gödelització, diagonalització, recursió parcial. Teorema de parametrització (s-m-n), programes universals. Forma Normal de Kleene.
- **Teorema de recursió i enumerabilitat:** Teorema de recursió, variants. Decidibilitat: el teorema de Rice. Enumerabilitat: teorema de projecció. Enumerabilitat relativa i la jerarquia aritmètica. Conjunts productius i creatius: el teorema de Rice-Shapiro.
- **Reduïbilitat, immunitat i graus:** Reduïbilitat m , reduïbilitat 1, primer teorema de Myhill. Conjunts immunes i simples: teorema de Dekker. Isomorfia recursiva: segon teorema de Myhill. Reduïbilitat de Turing: teorema de Friedberg-Muchnik.
- **Aplicacions:** Complexitat de Kolmogorov, aleatorietat de Martin-Löf. Lògica: teorema de Gödel, teorema de Tarski. Complexitat estructural: les classes P i NP, problemes NP-complets.

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*. Ed. Cambridge University Press, 1980 (0-521-29465-7).
- Kfoury, A.J.; Moll, R.N.; Arbib, M.A.: *A Programming Approach to Computability*. Ed. Springer-Verlag, 1982 (3-540-90743-2).
- Machtey, M.; Young, P.: *An Introduction to the General Theory of Algorithms*. Ed. North-Holland, 1978 (0-444-00226-X).
- Rogers, H.: *Theory of Recursive Functions and Effective Computability*. Ed. McGraw-Hill/MIT Press, 1993 (2a edició).
- Soare, R. I.: *Recursively Enumerable sets and Degrees*. Ed. Springer-Verlag, 1987 (3-540-15299-7).

Referències complementàries:

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

Altres referències:

- Balcázar, J. L.; Torán, J.: Col.lecció de problemes a fotocòpies.

Nota: La docència d'aquesta assignatura s'impartirà a la Facultat d'Informàtica de Barcelona (Campus Nord).

CRIPTOGRAFIA

CODI: 11868

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

Professor coordinador: Jordi Quer Bosor

Altres professors: Montserrat Maureso Sánchez

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, Vernam, Playfair, Vigenère, Hagelin, Enigma, etc.
- Teoria de Shannon. Seguretat perfecta, equivocació, distància d'unicitat.
- El Data Encryption Standard. Modes d'operació. Variants.

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.
- Grup de classes d'ideals de cossos quadràtics. Formes quadràtiques binàries sobre els enters. 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: ρ de Pollard, grup de classes, mètode $p - 1$ i variants.

- Mètodes de factorització subexponencial: Criba quadràtica, grup de classes, corbes el·líptiques, criba 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.
- Criptosistemes basats en el problema de la motxilla. Algorisme LLL. Criptoanàlisi de les motxilles de baixa densitat. Motxilles d'alta densitat.
- Protocols criptogràfics. Passwords, funcions de hash, signatures digitals, autenticació, secrets compartits, tirades de dau.

Avaluació

L'avaluació consistirà en la realització d'un treball (35%), la participació a les classes pràctiques (15%), i un examen final (50%).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cohen, H.: *A Course in Computational Algebraic Number Theory*. Ed. Springer-Verlag, 1993.
- Koblitz, N.: *A Course in Number Theory and Cryptography*. Ed. Springer-Verlag, 1987.
- Salomaa, A.: *Public-Key Cryptography*. Ed. Springer-Verlag, EATCS núm. 23, 1990.
- Simmons, G.J. (Ed): *Contemporary Cryptology. The Science of Information Integrity*. Ed. IEEE Press, 1992.
- Tilborg, H.C.A. van: *An Introduction to Cryptology*. Ed. Kluwer Academic Publishers, 1990.

Referències complementàries:

- Denning, D.E.R.: *Cryptography and data security*. Ed. Addison-Wesley, 1983.
- Kahn, D.: *The Codebreakers. The story of secret writing*. Ed. Macmillan, 1967.
- Konheim, A.G.: *Cryptography: A primer*. Ed. John Wiley and Sons, 1981.
- Kranakis, E.: *Primality and Cryptography*. Ed. Wiley-Teubner Series in Computer Science, 1986.
- Pomerance, K. (Ed.): *Cryptology and Computational Number Theory*. Ed. AMS Short Course series núm. 42, 1990.
- Welsh, D.: *Codes and Cryptography*. Ed. Oxford University Press, 1989.

Altres referències:

- Shannon, C.: *Communication Theory of Secrecy Systems*. Ed. Bell Syst. Tech. J., vol. 28, pp.656-715, Oct. 1949.

DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA

CODI: I 1869

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

Professor coordinador: Claudi Alsina Català

Altres professors: Joan Jacas Moral

Objectius del curs

Ensenyar matemàtiques en qualsevol nivell és una tasca apassionant i difícil. Per a 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 de futur professional i intentarà fer descobrir aspectes essencials d'una professió que es mereix ser cultivada i estimada.

Programa

Bloc teòric (30 hores):

Ensenyar matemàtiques avui. Es farà un repàs exhaustiu dels problemes, reptes, requeriments i solucions actuals que el professorat de matemàtiques, de qualsevol nivell, troba ara.

Bloc pràctic (45 hores):

Aprendre a ensenyar. Es farà una feina col·lectiva i activa de preparacions de programacions, material de classe, recursos, dinàmiques alternatives, filmacions, visites, usos tecnològics, disseny d'avaluacions, etc.

Avaluació

Participació activa continuada, preparació i exposició de treballs, propostes d'avaluació de tipologies i nivells diversos.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Alsina, C.; Burgués, C.; Fortuny, J.M.; Giménez, J. i Torra, M.: *Ensenyar matemàtiques, Serveis Pedagògics*, Ed. Graó, Barcelona, 1995.
- Departament d'Ensenyament: *Documents per a la reforma educativa en l'àrea de Matemàtiques*, Generalitat de Catalunya, Barcelona, 1985-1994.
- Gutiérrez, A. et al.: *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, Valencia, 1987.

- Krantz, S.G.: *How to teach mathematics, a personal perspective*, American Mathematical Society, Providence, 1993.

Referències complementàries:

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

Altres referències:

- Alsina, C.: *Didáctica de la Matemática*. Dossier, UPC, Barcelona, 1995.

MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA

CODI: 11873

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

Professor coordinador: Antonio Huerta Cerezuela

Altres professors: Antonio Rodríguez Ferrán

Objectius del curs

Proporcionar una sòlida perspectiva de conjunt de les tècniques de resolució de sistemes d'equacions no lineals i programació matemàtica no lineal (sense i amb restriccions), amb èmfasi especial en les aplicacions reals a problemes d'Enginyeria: càlcul no lineal de problemes mecànics.

Programa

- 1.- **Introducció als sistemes d'equacions no lineals.**
- 2.- **Mètodes iteratius per a sistemes d'equacions lineals.** Repàs de les tècniques bàsiques.
- 3.- **Solució de sistemes no lineals.** Introducció i orígens dels problemes no lineals. Mètodes de punt fix, existència i unicitat, Picard. Mètode de Newton-Raphson. Mètode Incremental/Iteratiu. Variants del Mètode de Newton-Raphson, Newton-Raphson modificat, Whittaker, Newton-Raphson conjugat. 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 Secant-Newton, motivació i definició, mètodes més empleats. Criteris de convergència. Acceleracions de convergència. Mètodes de continuació.
- 4.- **Introducció a l'optimització i al disseny òptim en problemes d'enginyeria.** El problema general de programació matemàtica no lineal. Formulació general de problemes en enginyeria i la seva classificació: problemes directes, problemes d'optimització, problemes inversos i problemes de control. Classificació de mètodes de programació matemàtica no lineal. Anàlisi de sensibilitat; estat directe i estat adjunt.
- 5.- **Programació matemàtica no lineal.** Notació. Definicions. Minimització sense restriccions, equivalència entre minimització sense restriccions i sistemes no lineals, mètodes específics. Minimització amb restriccions, definicions i conceptes bàsics: equivalència entre restriccions i convexitat, condicions de mínim: multiplicadors de Lagrange i condicions de Kuhn-Tucker, dualitat en problemes convexos, mètodes numèrics pel problema n-dimensional, mètodes de descens generalitzats, mètodes basats en les condicions de Kuhn-Tucker, mètodes de reducció a problemes de minimització sense restriccions (funcions de penal, funcions barrera, Lagrangiana incrementada), mètodes de reducció a problemes específics de minimització amb restriccions. Mètodes per a problemes de mínims quadrats no lineals, mètode de Gauss-Newton, millores: gauss-Newton amortidor i Levenberg-Marquardt. Recomanacions generals i Aplicacions.

Avaluació

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

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Crisfield, M.A.: *Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures*, John Wiley & Sons, Nova York, 1991.
- Ciarlet, P.G.: *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*, Masson, París, 1990.
- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B.: *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Non Linear Equations*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1983.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*, John Wiley & Sons, Chichester, 1987.
- Ortega, J.M.; Rheinboldt, W.: *Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables*, Academic Press, San Diego, 1970.

Referències complementàries:

- Bard, Y.: *Nonlinear Parameter Estimation*, Academic Press, Nova York, 1974.
- Bathe, K.J.: *Finite Element Procedures in Engineering Analysis*. Ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nova Jersey, 1982.
- Beck, J.V.; Arnold, K.J.: *Parameter Estimation in Engineering and Science*. Ed. John Wiley & Sons, Nova York, 1977.
- Fox, R.L.: *Optimization Methods for Engineering Design*. Ed. Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, 1971.
- Scales, L.E.: *Introduction to Non Linear Optimization*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1985.
- Vanderplaats, G.N.: *Numerical Optimization Techniques for Engineering Design (With Applications)*. Ed. McGraw-Hill, Nova York, 1984.

Altres referències:

- Dennis, J.E.; Moré, J.J.: *Quasi-Newton methods, motivation and theory*, SIAM Review, Volume 19, pp. 46-89, 1977.

Nota: La docència d'aquesta assignatura s'impartirà a la Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona (Campus Nord).

SIMULACIÓ

CODI: 11873

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

Professor coordinador: Josep Casanovas García

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.

Un èmfasi especial serà posat en els temes de mostreig, disseny d'experiments i anàlisi de resultats de la simulació.

Programa

1. Introducció als temes estocàstics en els models d'Investigació Operativa. Introducció a la teoria de cues: cues poissonianes, no-poissonianes i xarxes de cues.
2. Introducció a la Simulació: Sistemes i Models, tipus de simulació: simulació discreta i simulació contínua. Metodologia de la construcció de models de simulació.
3. Simulació de Sistemes Discrets. Llenguatges especialitzats de simulació: la "visió del món" d'un llenguatge de simulació. La simulació en GPSS. Aplicacions i casos pràctics.
4. Simulació de Sistemes Continus. Llenguatges utilitzats. Utilització del SIMULINK. Aplicacions i casos pràctics.
5. Processos de mostreig en Simulació. La generació de mostres de variables aleatòries. Tècniques de reducció de la variància. Estratificació.
6. El disseny d'experiments de simulació: Disseny factorials. Estratègies de disseny. Superfícies de resposta. Metamodels.
7. 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.

Avaluació

Es realitzarà l'avaluació en base a dos treballs pràctics i una prova.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bratley, P.; Fox, B.L.; Schrage, L.E.: *A guide to simulation*. Ed. Springer-Verlag, 1987.
- Kleijnen, J.: *Simulation. A statistical perspective*. Ed. Wiley, 1992.
- Law, A.M.; Kelton, W.D.: *Simulation Modeling and Analysis*. Ed. McGraw-Hill, 1991.
- Pidd, M. (Edit.): *Computer Modeling for Discrete Simulation*. Ed. John Wiley & Sons, 1989.
- Schriber, T.J.: *An introduction to simulation using GPSS/H*. Ed. John Wiley & Sons, 1991.

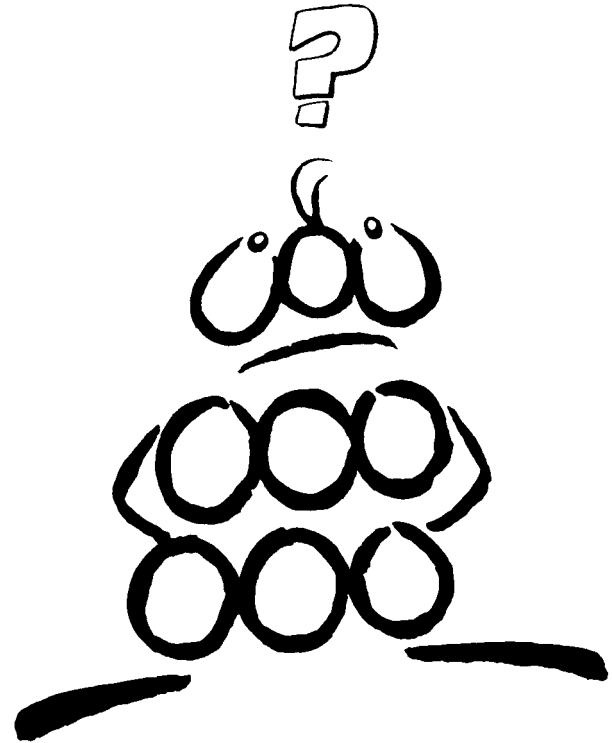
Referències complementàries:

- Fishman, G.: *Principles of Discrete Event Simulation*. Ed. John Wiley & Sons, 1978.
- Kleijnen, Jack P.C.: *Statistical Techniques in Simulation. Part I i II*. Ed. Marcel Dekker, 1975.
- Russell, E.D.: *Building Simulation Models w/ Simscript II.5*. Ed. CACI, 1991.
- *Manual de referència*. Ed. Simulink, 1992.

Altres referències:

- *Simulation*: revista de la Society for Computing Simulation. Mensual.

**5. PROPOSTA D'ASSIGNATURES DE LLIURE
ELECCIÓ**



HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

CODI: 50003

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

Professor coordinador: Guillermo Lusa Monforte

Altres professors: Javier Moreno Rico, Antoni Roca Rosell

Objectius del curs

L'assignatura vol contribuir a la formació integral dels estudiants, proporcionant-los elements de cohesió intel·lectual i possibilitant-los un coneixement més complet de les grans disciplines pròpies de les carreres científiques i tècniques. L'assignatura presenta als alumnes un panorama històric del progrés de la ciència i de la tècnica, mostrant-los el caràcter dinàmic del seu desenvolupament, com també les influències recíproques amb els altres aspectes de la vida humana.

L'assignatura està articulada en quatre cursos monogràfics (*case studies*) que tracten casos concrets, limitats relativament per la seva temàtica o per la seva localització geogràfica i cronològica.

El curs *Les matemàtiques al segle XIX* presenta un panorama general de les principals contribucions d'aquest període de consolidació i d'obertura de nous horitzons.

Prenent com a fil conductor la història de la polèmica sobre les matemàtiques a l'enginyeria, que és com es concreta la discussió teoricisme-practicisme, el curs *Matemàtiques i Enginyeria* presenta una panoràmica de la història de l'educació tècnica superior al nostre país. Una atenció especial es dedicarà a l'evolució i al progrés dels continguts en Matemàtica als ensenyaments d'enginyeria.

El curs *Ciència i tècnica a Catalunya contemporània* pretén exposar els elements principals del que ha estat l'activitat científica i tècnica a Catalunya, des de la fundació de l'Escola d'Enginyers Industrials (1850) fins a la Guerra Civil (1936-1939). La primera lliçó tracta dels antecedents immediats i, quan convingui, farem algun comentari sobre el període posterior. L'enfocament és fonamentalment *informatiu*. Es prova de situar els esdeveniments catalans en marcs més amplis, que permetin la *comparació*. Es tracten principalment els aspectes *institucionals* i *socials*, sense evitar continguts específics de l'activitat científica i tecnològica.

El curs *El problema del punt* està destinat a estudiar el desenvolupament de la navegació durant el Renaixement. Dues qüestions van cridar l'atenció dels científics fonamentalment: la cartografia i la navegació astronòmica. Respecte del segon punt es voldria fer veure la dificultat que va portar trobar una solució satisfactòria per al càlcul de la Longitud. És interessant conèixer la importància que varen tenir els problemes plantejats per la navegació transoceànica en el desenvolupament de la Revolució Científica del Renaixement.

Programa

1. Curs *Les matemàtiques al segle XIX*

L'obra de Gauss en Aritmètica i en Àlgebra. Cauchy i els fonaments de l'anàlisi. La geometria projectiva (Carnot, Poncelet). Anàlisis en front de sintètics. Les geometries no euclidianes de Bolyai, Lobachevski i Gauss. El Programa d'Erlangen de F.Klein. Fourier i el nou concepte de funció. La construcció del nombre real: Méry, Dedekind, Cantor. Weierstrass i l'aritmèticització de l'anàlisi. La integral, de Cauchy a Lebesgue. George Cantor i el naixement de la teoria de conjunts. L'obra de Galois. Desenvolupament de l'àlgebra abstracta: els quaternions de Hamilton, l'àlgebra de Boole.

2. Curs *Matemàtiques i enginyeria*

Modernització i Il·lustració. La creació de les Escoles d'Enginyers (1834-1855). Els ensenyaments tècnics a Catalunya (1769-1850). La *Escuela Industrial Barcelonesa* (1851). Industrialització i educació: els ensenyaments industrials. Teoricisme enfront de practicisme. La polèmica sobre les

Matemàtiques a l'Enginyeria (1851-1957).

3. Curs *Ciència i tècnica a Catalunya contemporània*

El desenvolupament dels estudis tècnics a Catalunya. L'Escola Industrial de 1851 i la fundació de l'Escola d'Enginyers Industrials. Els enginyers industrials al segle XIX. La diversificació industrial catalana al segle XX. El moviment científic al voltant de 1900. L'acció científica i tecnològica de la Diputació de Barcelona i de la Mancomunitat de Catalunya.

4. Curs *El problema del punt*

Introducció a la història dels viatges transoceànics a partir del segle XIV. Nocions de navegació astronòmica: "el triangle de posició". Mètodes per al càlcul de la posició. La cartografia. Aparells d'observació astronòmica: desenvolupament històric.

Avaluació

Per aprovar l'assignatura, cal aprovar separatament tots els cursos monogràfics mitjançant l'avaluació continuada al llarg del curs, amb la presentació de treballs individuals i en equip. Hi haurà un examen final per als qui no arribin a l'aprobat per curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Boyer, C.B.: *Historia de la matemàtica*, Alianza editorial, Madrid, 1986.
- Cotter, C.H.: *A history of the navigator's sextant*. Ed. Brown, Son and Ferguson, Glasgow, 1983.
- Garrabou, R.: *Enginyers Industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya*. Ed. L'Avenç, Barcelona, 1982.
- Lafuente, A.; Saldaña, J. (eds): *Historia de las ciencias*. Ed. CSIC, Madrid, 1987.
- Mason, S.F.: *Historia de las ciencias*. Ed. Alianza, Madrid, 1990.

Referències complementàries:

- Bernal, J.D.: *Historia social de la ciencia* (2 vols.), 6a edició. Ed. Península, Barcelona, 1991.
- Derry, T.K.; Williams, T.I.: *Historia de la tecnología*. Ed. Siglo XXI, Madrid, 1987.
- Galí, A.: *Història de les institucions i del moviment cultural a Catalunya 1900-1936* (20 vols.). Ed. Fundació A. Galí, Barcelona, 1986.
- Hewson, J.B.: *A history of the practice of navigation*, Ed. Brown, Son and Ferguson, Glasgow, 1983.
- Kline, M.: *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días*, (3 vols.), Alianza, Madrid, 1992.
- Kranzberg, M. (ed): *Technological Education-Technological Style*. Ed. San Francisco Press, 1986.
- Lusa, G.: *Evolución histórica de la enseñanza de las matemáticas en las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales*. Ed. CPDA, Barcelona, 1993 (3a ed).
- Lusa, G.: *Industrialización y educación: las matemáticas*. Ed. CPDA, Barcelona, 1993.
- Rey Pastor, J.: *La ciencia y la técnica en el descubrimiento de América*. (Colección Austral n. 301) Ed. Espasa Calpe, Madrid, 1970
- Roca, A.: *La ciencia i la tècnica a Catalunya contemporània*. Ed. CPDA, Barcelona, 1993 (5a ed).
- Roca, A.; Lusa, G. (eds): *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya. Entorn l'activitat científica d'E.Terrades i Illa (1883-1950)*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, 1987.
- Ros, R.M.; Moreno, J.: *El sextante*. Ed. Equipo Sirius, Madrid, 1993.
- Rowe, D.E.; Mc Cleary, J. (eds): *The History of Modern Mathematics*. Proceedings of the Symposium on the History of Modern Mathematics (2 vols.). Ed. Academic Press, Boston, 1989.
- Taton, R. (ed): *Historia general de las ciencias*. Ed. Orbis, Barcelona, 1988.

