

GUIA DOCENT 1993-94
LLICENCIATURA DE MATEMÀTIQUES
FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA

Facultat de Matemàtiques i Estadística



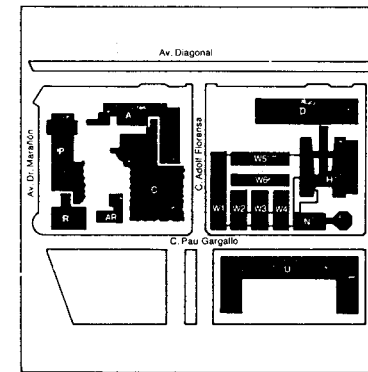
Índex

1. Informació general de la FME	7
- Presentació	9
- Calendari acadèmic	13
2. Informació de la Llicenciatura de Matemàtiques	17
- Presentació	19
- Pla d'estudis	23
- Departaments i professorat	29
- Horaris	33
- Programes de les assignatures	43
- 1r curs - 1r quadrimestre	45
- 1r curs - 2n quadrimestre	57
- 2n curs - 1r quadrimestre	67
- 2n curs - 2n quadrimestre	79
3. Proposta d'assignatures de lliure elecció	89

**1. INFORMACIÓ GENERAL DE LA FACULTAT
DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA**

PRESENTACIÓ

La Facultat de Matemàtiques i Estadística va ser creada per acord de la Junta de Govern de la UPC el mes de gener de 1992. Durant el curs 1992-93 es va impartir per primer cop el primer curs dels estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, i al llarg d'aquell curs 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 ara. La FME està ubicada a l'edifici del carrer de Pau Gargallo, num. 5 (08028 Barcelona).



Campus sud*

A, C Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona

D, H, N, W1-W6

Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona
 Institut de Tecnologia i Modelització Ambiental
 Institut de Ciències de l'Educació
 Institut de Tècniques Energètiques
 Institut de Cibernètica
 Centre de Transferència de Tecnologia
 Centre CIM

U Facultat d'Informàtica de Barcelona (Deganat, Administració i departaments)
 Facultat de Matemàtiques i Estadística

P Escola Universitària Politècnica de Barcelona

R Pavelló de Govern, Rectorat i Serveis Centrals

AR Aülars

*Nota: dades corresponents al mes de setembre de 1992

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).

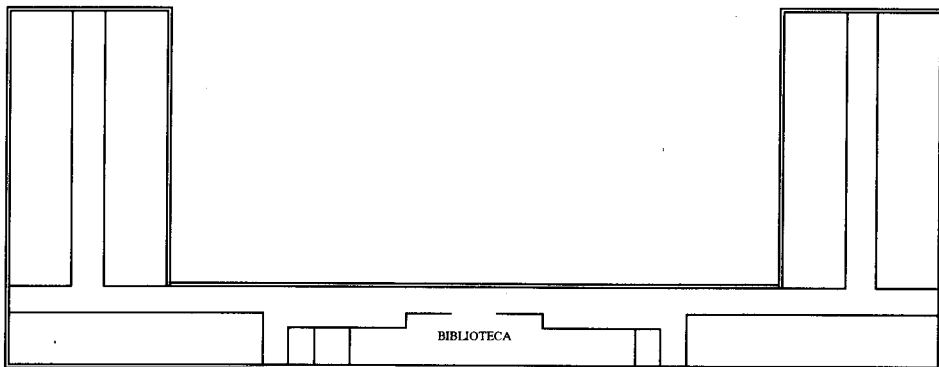
La Facultat disposa dels serveis següents:

Secretaria i Administració. Està ubicada a la planta baixa de l'edifici esmentat i té cura de la gestió acadèmica i administrativa del Centre.

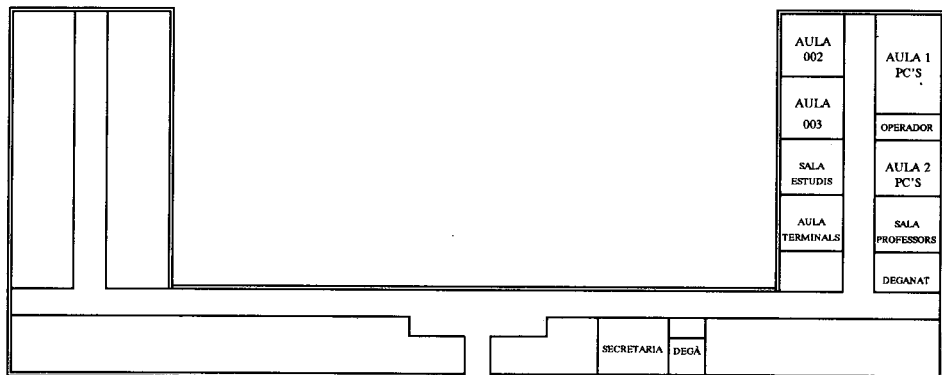
Laboratori de Càlcul. Consta de dues sales d'ordinadors personals (de tipus compatible) i una sala de terminals connectats a la xarxa de la Universitat.

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.

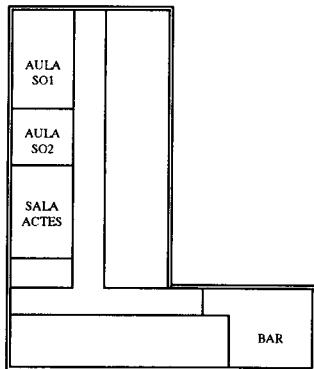
FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA



PRIMER PIS



PLANTA BAIXA



PLANTA SOTERRANI

CALENDARI ACADÈMIC

FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA

CALENDARI CURS 1993-94

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 1993-94:

Inici del 1r quadrimestre:	27-09-93
Dies no lectius del 1r quadrimestre:	11-10-93;12-10-93;01-11-93;06-12-93;07-12-93;08-12-93
Vacances de Nadal:	del 23-12-93 al 09-01-94 (ambdós inclosos)
Fi del 1r quadrimestre:	21-01-94
Període d'exàmens del 1r quadrimestre:	del 31-01-94 al 11-01-94 (ambdós inclosos)
Inici del 2n quadrimestre:	21-02-94
Dies no lectius del 2n quadrimestre:	23-05-94
Vacances de Setmana Santa:	del 28-03-94 al 04-04-94 (ambdós inclosos)
Fi del 2n quadrimestre:	03-06-94
Període d'exàmens del 2n quadrimestre:	del 13-06-94 al 23-06-94 (ambdós inclosos)

2. INFORMACIÓ DE 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 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.
4. Es voldria facilitar al màxim possible les convalidacions i la transferència entre estudiants d'enginyeria i arquitectura i de matemàtiques, tant perquè hi ha estudiants que després d'un temps de prova voldrien canviar de carrera com perquè hi pot haver estudiants d'enginyeria interessats a cursar, a més a més, la Llicenciatura de 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 (BOE de 20 de novembre). 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 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 conveni.
- b) Mitjançant un treball dirigit acadèmicament, o valorant a raó d'1 crèdit per cada 30 hores un treball tutoritzat 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 1993-94, la FME organitza, conjuntament amb el Departament d'Estructures a l'Arquitectura i el Departament de Matemàtica Aplicada I, respectivament, les assignatures següents:

Taller de Geometria i Història de la Ciència

de 7,5 crèdits que es realitzaran durant el segon quadrimestre.

Quadre d'assignatures.

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

Assignatures optatives

Les assignatures optatives que pensa oferir la FME per a la Llicenciatura de Matemàtiques queden recollides en els blocs temàtics següents:

Bloc d'Àlgebra Aplicada:

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

Bloc d'Estadística:

Proves d'Hipòtesis, Estadística Multidimensional, Sèries Temporals, Teoria de Mostres, etc.

Bloc d'Informàtica Teòrica:

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

Bloc d'Investigació Operativa:

Optimització no Lineal, Programació Lineal a Gran Escala, Optimització Estocàstica, Simulació, Optimització Combinatòria, etc.

Bloc de Matemàtica Discreta:

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

Bloc de Mecànica:

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

Bloc de Mètodes Numèrics:

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

Bloc de Teoria de Sistemes:

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

Bloc d'Ampliacions i Complementes:

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

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.

DEPARTAMENTS I PROFESSORAT

A la llicenciatura de Matemàtiques hi haurà tres avaluacions del currículum de caràcter global i deu avaluacions del currículum particularitzades per assignatures. Les avaluacions del currículum globals seran realitzades per Comissions d'Avaluació i les particularitzades les realitzarà el mateix professor de l'assignatura. En les avaluacions del currículum globals es tindrà en compte el conjunt dels informes d'avaluació més que no pas cadascun d'aquests informes considerat individualment.

La primera avaluació curricular global comprendrà 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 constituirà l'anomenada "fase de selecció". Això significa que l'estudiant no podrà 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 comprendrà 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 comprendrà 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 seran objecte d'avaluacions del currículum particularitzades.

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 1993-94 són els següents:

- Dept. d'Estadística i Investigació Operativa
- 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

A més, la Facultat organitza una assignatura fora del Pla d'Estudis, que pot ser elegida com a assignatura de lliure elecció, en col·laboració amb

- Dept. d'Estructures a l'Arquitectura

El professorat assignat per a la docència a la Llicenciatura de Matemàtiques és el següent:

- | | |
|------------------------------|--|
| - Alsina, Claudi | Dept. d'Estructures a l'Arquitectura |
| - Barceló, Jaume | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Batlle, Carles | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Bonet, Carles | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Brunat, Josep M. | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Miquel, Dalmau | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Delshams, Amadeu | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Díaz, Josep | Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics |
| - Díez, Pedro | Dept. de Matemàtica Aplicada III |
| - Fernández, Elena | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Fernández, Julián | Dept. de Física i Enginyeria Nuclear |
| - Fossas, Enric | Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica |
| - Freixas, Josep | Dept. de Matemàtica Aplicada III |
| - Gabarró, Joaquim | Dept. de Llenguatges i Sistemes Informàtics |
| - Garcia Roig, Jaume Ll. | Dept. d'Estructures a l'Arquitectura |
| - Hurtado, Ferran | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Huerta, Antonio | Dept. de Matemàtica Aplicada III |
| - Jacas, Joan | Dept. d'Estructures a l'Arquitectura |
| - Llanta, Estanislau | Dept. de Física i Enginyeria Nuclear |
| - Lusa, Guillermo | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Martínez-Seara, Ma. Teresa | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Masdemont, Josep | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Molina, Ma. Antònia | Dept. de Matemàtica Aplicada III |
| - Montes, Antonio | Dept. de Matemàtica Aplicada II |
| - Moreno, Javier | Dept. de Matemàtica Aplicada I |
| - Muñoz, Miguel | Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica |
| - Nonell, Ramon | Dept. d'Estadística i Investigació Operativa |
| - Noy, Marc | Dept. de Matemàtica Aplicada II |

- Pascual, Pere
- Planas, Francesc
- Pons, Montserrat
- Prats, Francesc
- Puerta, Ferran
- Ras, Antoni
- Roca, Antoni
- Roig, Agustí
- Saludes, Jordi
- Serra, Oriol
- Victòria, Carles
- Xambó, Sebastià

- 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. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada I
- Dept. de Matemàtica Aplicada II
- Dept. de Matemàtica Aplicada i Telemàtica
- 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 a atendre consultes dels estudiants, dins d'un horari establert.

HORARIS

HORARIS DE 1r CURS - 1r QUADRIMESTRE

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES
8h-9h	FÍSICA	Computació Algebraica (A) Àlgebra Lineal (B)	FÍSICA	Computació Algebraica (A) Àlgebra Lineal (B)	FÍSICA
9h-10h	ÀLGEBRA LINEAL	Àlgebra Lineal (A) Computació Algebraica (B)	ÀLGEBRA LINEAL	Àlgebra Lineal (A) Computació Algebraica (B)	ÀLGEBRA LINEAL
10h-11h	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA	Física (A) Càlcul I (B)	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA	Física (A) Càlcul I (B)	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA
11h-12h					
12h-13h	CÀLCUL I	CÀLCUL I	Informàtica I * (A) Informàtica I * (B)	CÀLCUL I	Informàtica I (A) Informàtica I (B)
13h-14h	Càlcul I (A) Física (B)	INFORMÀTICA I	Informàtica I * (A) Informàtica I * (B)	Càlcul I (A) Física (B)	INFORMÀTICA I

Amb majúscula s'indiquen les classes de teoria i amb minúscula les classes de problemes i amb un * les classes de laboratori. Entre parèntesis s'indica el subgrup en el qual s'impartirà la matèria.

HORARIS DE 1r CURS - 2n QUADRIMESTRE

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES
8h-9h	CÀLCUL II	Mètodes Numèrics I * (A)	CÀLCUL II	Geometria (A)	CÀLCUL II
		Geometria (B)		Mètodes Numèrics I (B)	
9h-10h	MÈTODES NUMÈRICS I	Mètodes Numèrics I * (A)	Informàtica II (A)	Mètodes Numèrics I (A)	Informàtica II * (A)
		Càlcul II (B)	Informàtica II (B)	Càlcul II (B)	Informàtica II * (B)
10h-11h	INFORMÀTICA II	Càlcul II (A)	INFORMÀTICA II	Càlcul II (A)	Informàtica II * (A)
		Mètodes Numèrics I * (B)		Geometria (B)	Informàtica II * (B)
11h-12h					
12h-13h	GEOMETRIA	Geometria (A)	GEOMETRIA	MÈTODES NUMÈRICS I	GEOMETRIA
		Mètodes Numèrics I * (B)			
13h-14h	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ

Amb majúscules s'indiquen les classes de teoria, amb minúscula les classes de problemes i amb un * les classes de laboratori. Entre parèntesis s'indica el subgrup en el qual s'impartirà la matèria.

Dates dels exàmens finals de 1r curs, 1993-94

Convocatòria ordinària de febrer

31-01-94	01-02-94	02-02-94	03-02-94	04-02-94
ALGEBRA		FÍSICA		COMPUTACIÓ ALGEBRAICA

07-02-94	08-02-94	09-02-94	10-02-94	11-02-94
CÀLCUL I		INFORMÀTICA I		

Convocatòria ordinària de juny

13-06-94	14-06-94	15-06-94	16-06-94	17-06-94
CÀLCUL II			MÈTODES NUMÈRICS I	

20-06-94	21-06-94	22-06-94	23-06-94	24-06-94
INFORMÀTICA II			GEOMETRIA	

Convocatòria extraordinària de setembre

	28-08-94	29-08-94	30-08-94	01-09-94	02-09-94
M A T Í				ALGEBRA	FÍSICA
T A R D A					MÈTODES NUMÈRICS I

	05-09-94	06-09-94	07-09-94	08-09-94	09-09-94
M A T Í	COMPUTACIÓ ALGEBRAICA		CÀLCUL I		INFORMÀTICA I
T A R D A		GEOMETRIA		CÀLCUL II	INFORMÀTICA II

HORARIS DE 2n CURS - 1r QUADRIMESTRE

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES
8h-9h	EQUACIONS DIFERENCIALS I	Equacions Diferencials I	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA	Equacions Diferencials I	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA
9h-10h	MÈTODES NUMÈRICS II	Càlcul III	EQUACIONS DIFERENCIALS I	MÈTODES NUMÈRICS II	EQUACIONS DIFERENCIALS I
10h-11h	TOPOLOGIA	Topologia	TOPOLOGIA	Mètodes Numèrics II	TOPOLOGIA
11h-12h					
12h-13h	CÀLCUL III	Mètodes Numèrics II *	CÀLCUL III	Topologia	CÀLCUL III
13h-14h	PROBABILITAT I ESTADÍSTICA	Mètodes Numèrics II *	Probabilitat i Estadística	Càlcul III	Probabilitat i Estadística

Amb majúscula s'indiquen les classes de teoria, amb minúscula les classes de problemes i amb un * les classes de laboratori.

HORARIS DE 2n CURS - 2n QUADRIMESTRE

	DILLUNS	DIMARTS	DIMECRES	DIJOUS	DIVENDRES
8h-9h	Investigació Operativa	Inferència Estadística	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA	Inferència Estadística	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA
9h-10h	GEOMETRIA DIFERENCIAL	Geometria Diferencial	GEOMETRIA DIFERENCIAL	Geometria Diferencial	GEOMETRIA DIFERENCIAL
10h-11h	ANÀLISI REAL	Anàlisi Real	ANÀLISI REAL	Anàlisi Real	ANÀLISI REAL
11h-12h					
12h-13h	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA	INVESTIGACIÓ OPERATIVA	INVESTIGACIÓ OPERATIVA	Investigació Operativa	INVESTIGACIÓ OPERATIVA
13h-14h	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ	LLIURE ELECCIÓ

Amb majúscules s'indiquen les classes de teoria, amb minúscula les classes de problemes i amb un * les classes de laboratori.

Dates dels exàmens finals de 2n curs, 1993-94

Convocatòria ordinària de febrer

31-01-94	01-02-94	02-02-94	03-02-94	04-02-94
EQUACIONS DIFERENCIALS I		TOPOLOGIA		CÀLCUL III

07-02-94	08-02-94	09-02-94	10-02-94	11-02-94
PROBABILITAT I ESTADÍSTICA		MÈTODES NUMÈRIC II		

Convocatòria ordinària de juny

13-06-94	14-06-94	15-06-94	16-06-94	17-06-94
ANÀLISI REAL			INFERÈNCIA ESTADÍSTICA	

20-06-94	21-06-94	22-06-94	23-06-94	24-06-94
GEOMETRIA DIFERENCIAL			INVESTIGACIÓ OPERATIVA	

Convocatòria extraordinària de setembre

	28-08-94	29-08-94	30-08-94	01-09-94	02-09-94
M A T Í				EQUACIONS DIFERENCIALS I	TOPOLOGIA
T A R D A					ANÀLISI REAL

	05-09-94	06-09-94	07-09-94	08-09-94	09-09-94
M A T Í	CÀLCUL III		MÈTODES NUMÈRICS II		PROBABILITAT I ESTADÍSTICA
T A R D A		GEOMETRIA DIFERENCIAL		INVESTIGACIÓ OPERATIVA	INFERÈNCIA ESTADÍSTICA

PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES

1r CURS - 1r QUADRIMESTRE

ÀLGEBRA LINEAL

CODI: 10004

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

Professor coordinador: Ferran Puerta

Altres professors: Francesc Planas

Objectius del curs.

L'assignatura pretén en primer lloc, proporcionar a l'alumne un coneixement rigorós i general dels conceptes fonamentals relatius als espais vectorials de dimensió finita i 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 l'alumne assoleixi 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 l'alumne tingui un coneixement clar del problema general que condueix a la forma de Jordan i a la seva aplicació a la classificació dels endomorfismes d'un espai vectorial de dimensió finita.

El curs finalitza amb una introducció a l'anàlisi matricial i les seves aplicacions a la resolució de sistemes d'equacions diferencials lineals amb coeficients constants.

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.
- 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. Hiperplans. 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 Caley-Hamilton.

8. **La forma reduïda de Jordan:** El polinomi anul·lador d'un endomorfisme. Descomposició en suma directa associada al polinomi anul·lador. Forma complexa de Jordan d'un endomorfisme. Complexificació d'un espai vectorial real. Forma canònica real. (*) Forma de Jordan d'un endomorfisme. (*) Cas general. Classificació d'endomorfismes.

9. **Introducció a l'anàlisi matricial:** Sèries de matrius. Exponencial d'una matriu. Càlcul de l'exponencial d'una matriu. Aplicació a les e.d.o.. L'equació $P(D)x=0$. Funcions matrius.

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*. CPDA, ETSEIB-UPC, Barcelona, 1990 (2a edició).
- Shilov, G.E.: *Linear Algebra*. Ed. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1971.

Referències complementàries:

- Ayres, F.: *Àlgebra Moderna*. Ed. McGraw-Hill (Shaum), 1975.
- Broida, J.G.; Williamson, S.G.: *A comprehensive introduction to Linear algebra*. Ed. Addison-Wesley, 1989.
- Dixmier, J.: *Cours de Mathématiques du premier cycle*. Ed. Gauthier-Villars, vol. 1, 1973 (2a edició) i vol. 2, 1969.
- Gantmacher: *Matrix Theory*. Ed. Chelsea Pub. Co., New York, 1977.
- Grossman: *Àlgebra Lineal*. Grupo Editorial Hispanoamérica, 1987.
- Lancaster; Tismenetsky: *The theory of Matrices*. Ed. Academic Press, 1985 (2a edició).
- Lang, S.: *Linear Algebra*. Ed. Addison-Wesley, 1968 (2a edició).
- Lang, S.: *Àlgebra*. Ed. Aguilar (Colección Ciencia y Técnica), Madrid, 1971 (2a edició).
- Lipschutz: *Àlgebra Lineal*. Ed. McGraw-Hill (Shaum), 1970.
- Postnikov, M.: *Algèbre Linéaire et Géométrie Différentielle*. Ed. Mir, 1988 (2a edició).
- Pullman, N.J.: *Matrix theory and its applications*. Ed. Marcel Decker, Inc, 1976.
- Queysanne, M.; Revuz, A.: *Geometria*. Ed. CECSA, 1974 (2a edició).
- Spiegel: *Àlgebra Superior*. Ed. McGraw-Hill (Shaum), 1969.
- Strang, G.: *Linear Algebra and its applications*. Ed. Academic Press, 1976.

CÀLCUL I

CODI: 10002

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

Professora coordinadora: Montserrat Pons

Altres professors: Josep Freixas, M. Antònia Molina

Objectius del curs.

L'objectiu d'aquest curs és introduir l'estudiant 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, l'estudiant tingui coneixement i comprensió dels conceptes fonamentals del càlcul de funcions reals d'una variable real. El coneixement no s'ha de limitar als aspectes teòrics sinó que implica també una habilitat en el maneig de les seves propietats, i la comprensió ha de ser prou clara per permetre a l'estudiant fer ús dels conceptes adquirits en la resolució de problemes en diferents contextos.

En segon lloc es pretén que l'estudiant adquireixi uns esquemes clars de raonament que li permetin avançar amb seguretat en el terreny de la deducció lògica i una intuïció que li permeti interpretar els enuncis dels teoremes més enllà del pur formalisme. Tot plegat li facilitarà el treball d'assimilació pel seu compte nous coneixements i li donarà l'obertura de mires necessària per treure profit dels coneixements adquirits.

Programa.

- 1. Introducció axiomàtica de R:** Axiomes de cos totalment ordenat. Inclusió de \mathbb{N} . Principi d'inducció. Principi de bona ordenació. Inclusió de \mathbb{Z} i de \mathbb{Q} . Numerabilitat. Axioma del suprem. Arquimedianitat. Densitat de \mathbb{Q} i de \mathbb{R} - \mathbb{Q} en \mathbb{R} . Encaix d'interval·ls. No numerabilitat de \mathbb{R} .
- 2. La distància en R:** Definició i propietats. Entorns. Classificacions de punts respecte d'un subconjunt. Conjunts oberts, conjunts tancats. Conjunts fitats.
- 3. Successions en 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. Producte de Cauchy. 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 R en 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'Hòpital. Derivades d'ordre superior. Aproximació local de funcions. Teorema de Taylor i conseqüències.
- 8. La integral de Riemann:** Integral superior i integral inferior. Integrabilitat 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. Es consideraran valoracions complementàries a partir de treballs teòrics o pràctics.

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Bartle, G.B.; Sherbert, D.R.: *Introducció al anàlisi matemàtic de una variable*. Ed. Limusa, 1984.
- Llines, E.: *Principios de anàlisi matemàtic*. Ed. Reverté, 1983.
- Martínez, C.; Sanz, M.A.: *Anàlisi de una variable real*. Ed. Reverté, 1992.
- Ortega, J. M.: *Introducció a l'anàlisi matemàtica*. Manuals de la UAB, 1990.
- Spivak, M.: *Calculus*. Ed. Reverté, 1975.

Referències complementàries:

- Apostol, T.M.: *Calculus (Vol.I)*. Ed. Reverté, 1982.
- Apostol, T.M.: *Anàlisi matemàtic*. Ed. Reverté, 1991.
- Courant, R.; John, F.: *Introducció al càlcul i al anàlisi matemàtic (vol. I)*. Ed. Limusa, 1982.
- Granero, F.: *Cálculo*. MacGraw-Hill, 1991.
- Protter, M.H.; Morrey, C.B.: *Anàlisi real*. Ed. AC, 1986.
- Rudin, W.: *Principios de anàlisi matemàtic*. McGraw-Hill, 1980.
- White, A.J.: *Introducció al anàlisi real*. Ediciones de Promoción Cultural, 1973.

Altres referències:

- Aguiló i altres: *Càlcul Infinitesimal en una variable. Problemes resolts*. Col·lecció Aula. UPC, 1991.
- Blank, A.A.: *Manual de problemas de càlcul i anàlisi matemàtic*. Ed. Limusa, 1990.
- Bombal, F.; Rodriguez, L.; Vera, G.: *Problemas de anàlisi matemàtic (3 volums)*. Ed. AC, 1987.
- Casasayas, J.; Cascante, M.C.: *Problemas de anàlisi matemàtic de una variable real*. Edunsa, 1990.
- Spivak, M.: *Suplemento del Calculus*. Ed. Reverté, 1981.

COMPUTACIÓ ALGEBRAICA

CODI: 10003

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

Professor coordinador: Marc Noy

Altres professors: Josep M. Brunat, Antoni Montes

Objectius del curs.

El curs pretén ser una introducció a l'àlgebra concreta per mitjà d'exemples bàsics: nombres enters, polinomis i sèries formals, amb un èmfasi particular en les aplicacions i en els aspectes computacionals. L'assignatura tracta qüestions d'utilitat per a altres assignatures computacionals del primer cicle i prepara l'estudi general de les estructures algebraiques, que tindrà lloc en el segon cicle.

L'elecció dels temes fa possible fer càlculs explícits i manipular directament els objectes matemàtics rellevants; això permet introduir eines de software matemàtic per a la resolució de problemes en cadascun dels temes.

Programa.

I. ARITMÈTICA.

- 1. Divisibilitat dels nombres enters:** Algorisme d'Euclides. Factorització única. La funció d'Euler. Equacions diofàntiques.
- 2. Aritmètica modular:** Congruències. Teoremes de Fermat i Euler. Exponenciació modular. Teorema xinès. Aplicacions a la criptografia.
- 3. L'anell de classes de restes:** Classes de congruències. Elements invertibles i divisors de zero. El grup de les unitats.
- 4. Fraccions contínues:** Definicions i propietats. Convergents i qualitat de les aproximacions.

II. POLINOMIS.

- 1. Divisibilitat de polinomis:** Divisió, algorisme d'Euclides, factorització única. Descomposició en fraccions simples.
- 2. Arrels i derivades:** Arrels. Teorema fonamental de l'àlgebra. Factorització de polinomis sobre els reals i sobre els complexos. Derivades i arrels múltiples. Teorema de Strum.
- 3. Aritmètica modular:** Classes de congruència mòdul un polinomi. Nombres algebraics. Cossos de nombres i cossos finits. Càlculs explícits en cossos finits. Aplicacions a la criptografia i la combinatòria.

II. SÈRIES DE POTÈNCIES.

- 1. L'anell de sèries formals:** Operacions bàsiques. Inversió multiplicativa i funcional. Arrels, exponencials i logaritmes de sèries formals. Productes infinits.
- 2. Funcions generatrius:** Equacions recurrents i funcions generatrius. Estudi del cas lineal. Càlcul amb funcions generatrius ordinàries i exponencials. Aplicacions.

Avaluació.

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

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Biggs: *Discrete Mathematics*. Ed. Oxford University Press, 1990.
- Childs: *A concrete introduction to higher algebra*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1979.
- Niven; Zuckerman: *Introducción a la Teoría de Números*. Ed. Limusa, 1976.
- Rosen: *Elementary Number Theory and its Applications*. Ed. Addison-Wesley, Reading, 1988.
- Van der Waerden: *Algebra*. Ed. Springer-verlag, Nova York, 1991.

Referències complementàries:

- Char i altres: *First leaves, a tutorial introduction to Maple i Maple Language Reference Manual*. Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1991.
- Davenport: *The higher arithmetic*. Ed. Dover, Nova York, 1983.
- Maeder: *Programming in Mathematica* (2a edició). Ed. Addison-Wesley, Reading, 1991.
- Mc Eliece: *Finite fields for computer science and engineering*. Ed. Kluwer, Boston, 1989.
- Mignotte: *Mathématiques pour le calcul formel*. Ed. P.U.F., Paris, 1989.
- Schroeder: *Number Theory in science and communication* (2a edició). Ed. Springer-Verlag, Nova York, 1986.
- Wilf: *Generatingfunctionology*. Ed. Academic Press, Orlando, 1991.
- Wolfram: *Mathematica* (2a edició). Ed. Addison-Wesley, Reading, 1991.

FÍSICA GENERAL

CODI: 10001

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

Professor coordinador: Julián Fernández

Altres professors: Estanislau Llanta

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, seran presentats, sempre que sigui possible, en el seu aspecte de *matemàtica aplicada*.

En el curs també es realitzaran pràctiques amb ordinador de simulació de fenòmens físics i, amb això, l'estudiant rebrà una visió moderna que li serà interessant de cara a aquest aspecte que un matemàtic que estudiï de 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 la tercera setmana de novembre i una segona prova escrita just 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 realitzades amb l'ordinador.

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Fernández, J.; Puyal, 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.
- Gullon, E.; Lopez, M.: *Problemas de Física*. Ed. Romo, Madrid, 1966.
- Ingard, U.; Kraushaar, W.L.: *Introducción al estudio de la mecánica, materia y ondas*. Ed. Reverté, Barcelona, 1966.
- Rossel: *Física General*. Ed. AC, Madrid, 1974.
- Tipler, P.A.: *Física*. Ed. Reverté, Barcelona, 1977.

INFORMÀTICA I

CODI: 10005

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

Professor coordinador: Joaquim Gabarró
Altres professors: Josep Díaz

Objectius del curs.

L'objectiu del curs és aprendre a especificar, dissenyar i implementar algorismes en 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, 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 senzills. 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. En 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 cassos, 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 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 $E_1 \rightarrow S_1 \mid \dots \mid E_k \rightarrow S_k$ fsi", regla d'inferència d'aquesta instrucció. 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 $E_1 \rightarrow S_1 \mid \dots \mid E_k \rightarrow S_k$ iterar". 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 bàsic 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*. Ed. McGraw Hill, 1992.
- Dijkstra, E.; Feijen, W.: *A method of programming*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Kernigan, B.W.; Ritchie, D.M.: *El lenguaje de programación*. Ed. Prentice Hall, 1988.
- Knuth, D.E.: *The TEX book*. 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.
- Kaldewajj, A.: *The derivation of algorithms*. Ed. Prentice Hall International, 1990.
- Lucas, M.; Peyrin, J.P. et alt: *Secuencias, autómatas de estados finitos*. Ed. Masson, 1985.
- Soler, J.: *Intruducción al TEX*. Ed. OCE España, 1992.
- Tondo, C.L.; Gimpel, S.E.: *The C answer book*. Ed. Prentice Hall, 1989.

1r CURS - 2n QUADRIMESTRE

CÀLCUL II

CODI: 10007

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

Professor coordinador: Oriol Serra

Altres professors: Carles Victòria

Objectius del curs.

Pel que fa als coneixements, es tracta d'introduir les nocions de diferenciació i integració de funcions de diverses variables. Pel que fa a la diferenciació, es tractaran resultats bàsics fins als teoremes de la funció implícita i de la funció inversa. Es tractarà la integració múltiple de funcions de diverses variables i es donarà el criteri d'integrabilitat de funcions acotades sobre dominis acotats. Com a resultats sobre integració, es donaran els teoremes de Fubini i del canvi de variables.

Quant a l'instrumental, es tracta d'assolir les tècniques de càlcul de derivades i integrals, i de desenvolupar-ne algunes aplicacions. En aquestes aplicacions cal destacar el càlcul de polinomis de Taylor, l'anàlisi d'extremis lliures, algunes tècniques sobre el càlcul d'extremes condicionats i sobre conjunts compactes, i el càlcul de plans tangents a superfícies. Pel que fa a les aplicacions del càlcul integral, es tractarà el càlcul de volums i s'aprofitarà el teorema de canvi de variables per tractar problemes de canvis de coordenades.

Programa.

- 1. Topologia de \mathbb{R}^n :** Norma i distància euclídees. Boles i rectangles oberts. Punts interiors i exteriors, i frontera d'un conjunt. Conjunts oberts, conjunts tancats i conjunts compactes. Successions a \mathbb{R}^n . Convergència i successions de Cauchy. Completesa de \mathbb{R}^n .
- 2. Funcions de diverses variables. Continuïtat:** Camps escalars. Corbes i superfícies de nivell. Seccions. Camps vectorials. Límit d'una funció en un punt. Límits iterats. Continuïtat. Continuïtat uniforme. Continuïtat i operacions entre funcions. Funcions contínues sobre compactes.
- 3. Diferenciació de funcions de diverses variables:** Diferencial d'una funció en un punt. Aproximació lineal d'una funció diferenciable. Derivades parcials. 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. Extremes locals de funcions de diverses variables. Multiplicadors de Lagrange. Algunes tècniques per al càlcul d'extremes de funcions diferenciables sobre conjunts compactes.
- 6. Integració de funcions de diverses variables:** Integral de Riemann de funcions de diverses variables. Conjunts de mida zero. Integrabilitat de funcions acotades sobre dominis acotats. Propietats de la integral de Riemann de funcions de diverses variables. Teorema de Fubini. Càlcul d'integrals múltiples. Aplicació al càlcul de volums. Teorema del canvi de variables.

Canvi de coordenades. Coordenades cilíndriques i coordenades esfèriques a \mathbb{R}^3 .

Avaluació.

Es farà una prova a mig curs i un examen final. Es consideraran valoracions complementàries mitjançant activitats relacionades amb les pràctiques.

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Bartle: *Introducció al Análisis Matemático*. Ed. Limusa, 1980.
- Courant, J.; John, F.: *Introducción al Cálculo y al Análisis Matemático*. (vol. 2). Ed. Reverté, 1992.
- Fleming, W.: *Functions of several variables*. Ed. UTM Springer, 1977.
- Marsden: *Elementary Classical Analysis*. Ed. Freeman and Co, 1974.
- Smith, K.T.: *Primer of modern analysis*. Ed. Springer-Verlag, 1983.

Referències complementàries:

- Biler; Witkowski: *Problems in Mathematical Analysis*. Ed. Dekker, (Pure and Applied Mathematics), 1990.
- Bombal, F. i altres: *Problemas de Análisis Matemático*. Ed AC, 1987.
- Brown, D.P.; Porta, H.; Uhl, J.J.: *Calculus with Mathematica*. Ed. Addison Wesley, 1990.
- Dixon, C.: *Advanced Calculus*. Ed. John Wiley, 1981.
- Fulks, W.: *Cálculo avanzado*. Ed. Limusa, 1978.
- Kudriatsev: *Curso de Análisis Matemático*. (vol. 1 i 2). Ed. Mir, 1980.
- Lang: *Calculus of Several Variables*. Ed. UTM Springer-Verlag, 1987.
- Priestley: *Calculus: An historical approach*. Ed. UTM Springer-Verlag, 1979.
- Protter; Morrey: *Modern Mathematical Analysis*. Ed. Addison Wesley, 1964.
- Spivak: *Cálculo en variedades*. Ed. Reverté, 1970.
- Voxman, W.L.; Goetschel, R.H.: *Advanced Calculus*. Ed. Marcel Dekker Publ., 1981.

GEOMETRIA

CODI: 10008

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

Professor coordinador: Sebastià Xambó

Altres professors: Ferran Hurtado, Francesc Prats

Objectius del curs.

Que el llenguatge geomètric és fonamental en diverses ciències i tècniques és un fet indiscutible, no menys que ho és relativament a les matemàtiques pròpiament dites. Des d'Euclides, la geometria ha estat un model de coneixement que han seguit, refinat i ampliat els esperits més clarividents, tant en tasques de fonamentació matemàtica com en les de modelització de la realitat. Aquesta llarga i il·lustre història fa que sigui particularment difícil el repte que imposa un primer i únic quadrimestre obligatori de geometria en una facultat de matemàtiques actual. Aquest repte és agreujat pel fet que els coneixements amb què s'arriba avui a la Universitat semblen deficitaris en aspectes bàsics del llenguatge geomètric, la qual cosa no seria potser gaire greu si no fos pels efectes negatius que té en el bagatge de recursos per a la resolució de problemes.

Aquestes condicions de contorn suggereixen que aquest curs no és possible tractar res més que els conceptes més bàsics, 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 la què es trobi cadascú. Així 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 s'hagi de fer esment de 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 poder discutir, respectivament, el mètode de les corbes el·líptiques o les relacions entre codis i plans projectius finits.

Per acabar, volem citar uns punts de pròleg de l'obra *Geometry*, del prestigiós geometa i professor M. Berger, els quals assumim com a part de l'esperit amb què voldríem impartir el programa que segueix i les sessions de resolució de problemes que formen el seu complement indispensable: "els objectius principals del llibre, en el marc de la geometria elemental, són:

- (1) Subratllar l'aspecte visual, o "artístic", de la geometria, mitjançant l'ús de figures en abundància [comenten que aquest aspecte s'agraeix tant més que un s'adona que autors de renom llibres de geometria elemental s'han esforçat durant molts d'anys en prescindir de les figures (sic)].
- (2) Acompanyar cada noció nova amb un resultat tan interessant com sigui possible, preferentment un que tingui un enunciat senzill i una demostració no òbvia.
- (3) Mostrar que aquestes matemàtiques aparentment senzilles, lluny de ser relíquies d'un museu, són eines quotidianes fins i tot en la recerca matemàtica avançada, que es troben ocasionalment amb problemes oberts fins i tot al nivell més elemental. (...)

D'aquesta manera es vol transmetre al lector la idea que els conceptes elementals que està estudiant són una part integral del cos viu i creixent del coneixement matemàtic".

Programa.

1. **Geometria afí (9T+6P):** Espai afí. Varietats lineals. Referència afí i coordenades cartesianes. Equacions de les varietats lineals. Raó simple. Afinitats. Equacions de les afinitats. Grup afí. Orientacions d'un espai afí real.
2. **Geometria mètrica (12T+9P):** Formes bilineals. Ortogonalitat. Formes bilineals positives. Espai afí euclidià. Perpendicularitat. Distàncies i angles. Volum i producte vectorial. Endomorfisme adjunt. Endomorfismes simètrics i ortogonals. Desplaçaments i semblances en la recta, en el pla i en l'espai.
3. **Geometria projectiva (12T+9P):** Espai projectiu. Varietats lineals. Projectivitats. Compleció projectiva de l'espai afí. Coordenades projectives. Raó doble, en el pla i en l'espai.
4. **Còniques i quàdriques (12T+9P):** 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 avaluat sobre 3 punts, un de final avaluat sobre 6 punts i es podrà obtenir fins 1 punt amb activitats complementàries que seran definides en relació amb les classes de problemes.

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Berger, M.: *Geometry* (2 vols). Ed. Springer-Verlag (Universitext), New York, 1987.
- Castellet, M.; Llerena, I.: *Àlgebra Lineal i Geometria*. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 1988.
- Sernesi, E.: *Geometria 1*. Ed. Bollati Boringheri, 1989.
- Xambó, S.: *Àlgebra lineal y geometrias lineales*. Ed. Eunibar, 1977.

Referències complementàries:

- Castelnuovo, G.: *Lezioni di geometria analitica*. Ed. Dante Alighieri, 1969.
- Shreier, O.; Sperner, E.: *Projective Geometry in n dimensions*. Ed. Chelsea Publishers Company, 1961.
- Villoria San Miguel, V.: *Curvas planas y dibujo por ordenador*. Ed. Dossat, 1992.

INFORMÀTICA II

CODI: 10009

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

Professor coordinador: Josep Díaz

Altres professors: Joaquim Gabarró

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.

I. DISSENY MODULAR.

1. **Modularitat:** Necessitat del disseny modular. Exemples d'utilització.

II. TIPUS ABSTRACTES DE DADES.

1. **Nocions algebraiques bàsiques:** Signatures, àlgebres i morfismes. Equacions i especificacions. Semàntica d'un TAD. Escriptura d'especificacions. Mecanismes d'estructuració.

2. **Piles:** Tipus abstracte pila: operacions, errors i equacions. Exemples de programes que utilitzen piles. Tractament de la correctesa. Implementació.

3. **Cues:** Tipus abstracte cua: operacions, errors i equacions. Exemples de programes que utilitzen cues. Tractament de la correctesa. Implementació.

4. **Llistes:** Tipus abstracte llista: operacions, errors i equacions. Exemples de programes que utilitzin llistes. Tractament de la correctesa. Implementació.

5. **Arbres:** Tipus abstracta arbre: operacions, errors i equacions. Exemples de programes que utilitzin arbres. Tractament de la correctesa. Implementació.

6. **Programació orientada a objectes:** Modularitat, Tipus de dades, classes, objectes. Herència, polimorfisme, vinculació dinàmica. Reutilització.

III. ESQUEMES ALGORÍSMICS.

1. **Algorismes bàsics:** Cerca: cerca lineal, cerca binària, cerca transversal. Aplicació a fitxers externs. Ordenació: ordenació per inserció, ordenació per selecció. Heapsort.

2. **Divideix i venç:** Definicions. Aplicacions: Quicksort, mergesort, multiplicació de matrius.

3. **Mètode de fagocitació (Greedy):** Definicions. Aplicacions: camins mínims, arbres expansió.

4. **Mètode de fer i desfer (Backtracking):** Definicions. Problema de les 8-reines, coloració de grafs, circuits Hamiltonians.

5. **Introducció a la complexitat dels problemes:** Algorismes no deterministes. La classe NP.

PRÀCTIQUES

1. **El llenguatge C++:** Novetats de C++. Visió general. Classes i objectes. Classes derivades, polimorfismes, funcions virtuals, sobrecàrrega d'operadors, entrada sortida: la llibreria "stream". Diferències entre C i C++.

2. **Implementació de TADS:** Implementació dels TADS piles, cues i llistes en C++. Codificació d'alguns exemples presentats.

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:

- Cormen, T.; Leiserson, C.; Rivest, R.: *Introduction to algorithms*. Ed McGraw Hill (MIT), 1990.
- Ehrig, H.; Mahr, B.: *Fundamentals of algebraic specification 1*. Ed. Springer Verlag, 1985.
- Gries, D.: *The science of programming*. Ed. Springer-Verlag, 1981.
- Kruse, R.L.; Leung, B.P.; Tondo, C.L.: *Data structures in C*. Ed. Prentice Hall, 1991.
- Stroustrup, B.: *The C++ programming language* (2a edició). Ed. Addison-wesley, 1991.

Referències complementàries:

- Aho, A; Hopcraft, J.; Ullman, J.: *The design and analysis of computer algorithms*. Ed. Addison-Wesley, 1974.
- Dijkstra, E.; Feijen, W.: *A method of programming*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Liskov, B.; Guttag, J.: *Abstraction and specification in program development*. Ed. MIT Press, 1986.
- Scholl, P.C.: *Algorítmica y representación de datos 2: recursividad y árboles*. Ed. Masson, 1986.

Altres referències:

- Balcázar, J.L.: *Programación metódica. Apuntes de curso*. 1992.
- Franch, X.: *Tipus de dades abstractes i especificacions algebraiques*. Raports LSI-91-1 i LSI-91-5, 1992.

2n CURS - 1r QUADRIMESTRE

CÀLCUL III

CODI: 10012

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

Professor coordinador: Jordi Saludes

Altres professors: Miquel Dalmau

Objectius del curs.

El curs gira 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 preten 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. **Preliminars:** Corbes. Longitud. Camps vectorials. Gradient, rotacional i divergència. Integrals de camí. Integrals de línia.
2. **Varietats:** Subvarietats de \mathbb{R}^n . Tensors. Formes i cadenes. Formes en varietats. Area i volum.
3. **Els teoremes integrals:** Teorema de Stokes. Teorema de Green. Camps conservatius. Teorema de Gauss. Aplicacions.

Variable complexa

4. **Funcions analítiques:** Funcions analítiques. Equacions de Cauchy-Riemann. Funcions harmòniques. L'exponencial i el logaritme. Funcions trigonomètriques i hiperbòliques.
5. **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.
- Corwin, L.J.; Szczarba, R.H.: *Multivariate Calculus*. Ed. Marcel Dekker, 1982.
- Derrick, W.R.: *Variable Compleja con aplicaciones*. Grupo Editorial Iberoamericano, México, 1987.
- Marsden, J.E.; TrombaA.J.: *Cálculo vectorial*. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1991.
- Spivak: *Cálculo en variedades*. Ed. Reverté, Barcelona, 1979.

Referències complementàries:

- Bamberg, P.; Sternberg, S.: *A Course in Mathematics for Students of Physics*. Ed. Cambridge University Press, 1988.
- Boas, R.P.: *Invitation to complex analysis*. (The Random House/Birkhauser Mathematical Series), Ed. Birkhauser, 1987.
- Burckel, R.B.: *An Introduction to Classical Complex Analysis* (vol. 1). Ed. Academic Press (Pure and Applied Mathematics 82), 1979.
- Conway: *Functions of complex variable* (2a edició). Ed. Springer-Verlag, New-York, 1986.
- Churchill, R.V.; Brown, J.W.: *Variable compleja y aplicaciones*. Ed. McGraw-Hill, 1990.
- Feynman, R.P.: *Física* (3 vols). Ed. Addison Wesley Iberoamericana, 1987.
- Fisher, S.D.: *Complex variables*. (Wadsworth & Brooks/Cole Mathematical Series), Ed. Wadsworth & Brooks, 1986.
- Flemming, W.H.: *Funciones de varias variables*. Compañía Ed. Continental, México, 1969.
- O'Neill, B.: *Elementos de Geometria diferencial*. Ed. Limusa, 1990.
- Protter-Morrey: *A first course in real analysis*. Ed. Springer-Verlag (Undergraduate texts in Mathematics), New-York, 1980.
- Rudin, W.: *Análisis real y complejo*. Ed. La Alhambra, Madrid, 1987.
- Sacks, S.; Zygmund, A.: *Analytic Functions* (3a edició). Ed. Elsevier Publishers Company, 1971.
- Young, E.C.: *Vector and Tensor Analysis*. Ed. Marcel Dekker, 1992.

EQUACIONS DIFERENCIALS I

CODI: 10013

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

Professor coordinador: Carles Bonet

Altres professors: M. Teresa Martínez-Seara

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.

- 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.
- 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.
- Els sistemes lineals periòdics:** Teorema de Floquet. Matriu de Monodromia. Aplicació de Poincaré. Els sistemes d'ordre dos. L'equació de Hill. Ressonància paramètrica.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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).
- Estudi global dels sistemes dinàmics al pla:** Atractors i conjunts límit. La teoria de Bendixson-Poincaré. Compactificació de Poincaré i comportament a l'infinít. Retrats de fase globals. L'equació de Lienard.
- 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, 1978.
- Guzman, M. de: *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Teoria de estabilidad y control*. Ed. Alhambra, Madrid, 1975.
- Hirsch, M.W.; Smale, S.: *Ecuaciones diferenciales, sistemas dinámicos y álgebra lineal*. Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1983.
- Sotomayor, J.: *Lições de equações diferenciais ordinárias*. Ed. IMPA, Brasil, 1979.

Referències complementàries:

- Coddington, E.A.; Levinson, N.: *Theory of Ordinary Differential Equations*. Ed. McGraw-Hill, New York, 1955.
- Guckenheimer, J.; Holmes, P.: *Nonlinear Oscillations, Dynamical Systems, and Bifurcations of Vector Fields*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1983.
- Hale, J.K.: *Ordinary Differential Equations*. Ed. Wiley, New York, 1969.
- Hartman, P.: *Ordinary Differential Equations*. Ed. Birkhäuser, Boston, 1982.
- Martínez Carracedo, C.; Sanz Alix, M.A.: *Introducción a las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*. Ed. Reverté, Barcelona, 1991.
- 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. Princeton University Press, New Jersey, 1960.
- Perko, L.: *Differential Equations and Dynamical Systems*. Ed. Springer-Verlag, New York, 1991.
- Pontriaguin, L.S.: *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*. Ed. Aguilar, Madrid, 1973.
- 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
Altres professors: Pedro Díez

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 fonamentació de mètodes com ara les tècniques de mínims quadrats, en particular les basades en aproximació polinòmica. També s'analitzarà tècniques de mini-max abans d'estudiar els conceptes bàsics de la interpolació seccional.

Seguidament s'estudia la integració numèrica de dos punts de vista diferents: mètodes amb predefinició dels punts base (quadratures de Newton-Cotes) i mètodes amb els punts 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 usuals 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 equispaiats. Integració de Gauss: formulació general i quadratures usuals. 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*. Prentice Hall series in automatic computation. 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. Dower 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.: *Teory 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, 1988.
- De Boor, C.: *A practical guide to Splines. Series in applied mathematical sciences*. Ed. Springer-Verlag, New-York, 1978.
- Fletcher, R.: *Practical methods of optimization*. Ed. John Wiley & Sons, Chichester, 1980.
- 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, 1986.
- Ralston, A.: *Introducción al análisis numérico*. Ed. Limusa Wiley, México, 1970.
- Schumaker, L.: *Spline Functions*. Ed. John Wiley & Sons, New-York, 1981.
- Stoer, J. i Burlisch, R.: *Introduction to Numerical Analysis*. Ed. Springer-Verlag, New-York, 1980.

PROBABILITAT I ESTADÍSTICA

CODI: 10015

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

Professor coordinador: Ramon Nonell

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 freqüents (Bernoulli, Binomial, Geomètric, Binomial negativa, Hipergeomètric, Poisson). Variables aleatòries absolutament contínues: funció de densitat; models més freqüents (Uniforme, Cauchy, Normal, log-Normal i transformacions generals, etc.).
3. **Moments i Funcions Generatrius d'una V.A.:** Moments i propietats. Desigualtats. Funció generadora de moments. Funció característica.
4. **Vectors Aleatoris i Introd. a les Successions de VV.AA.:** Definició de vector aleatori. Independència de variables aleatòries. Transformacions de vectors. Vectors Normals i lleis associades a la Normal. Covariància i correlació. Regressió lineal. Lleis condicionades. Concepte de mostra. 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. Addison-Wesley, 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. Academic Press, 1968.
- DeGroot, 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, 1964.

TOPOLOGIA

CODI: 10014

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

Professor coordinador: Pere Pascual

Altres professors: Agustí Roig

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 l'estudiant assolixi 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_1 ; espais de Fréchet, de Hausdorff, regulars i normals. Lema de Urysohn. Teorema d'extensió de Tietze.
4. **Espais compactes:** Espais quasi-compactes. Teorema de Heine-Borel. Teorema de Tychonoff i aplicacions. Espais localment compactes. Compactificació 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:** Index d'una corba tancada. Els teoremes clàssics: Poincaré-Bôhl, 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 contindrà un apartat de qüestions teòriques i un altre de problemes.

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Bourbaki, N.: *Topologie Générale, chapitre 1*. Hermann éd., 1971.
- Kosniowski, C.: *Topología algebraica*. Ed. Reverté, Barcelona, 1986.
- Massey, M.: *Introducción a la topología algebraica*. Ed. Reverté, Barcelona, 1972.
- Munkres, J.R.: *Topology, a first course*. Ed. Prentice Hall, 1975.
- Wall, C.T.C.: *A geometric introduction to topology*. Ed. Addison-Wesley, 1972.

Referències complementàries:

- Armstrong, A.M.: *Topología básica*. Ed. Reverté, 1987.
- Fleitas, G.; Margalef, J.: *Problemas de topología general*. Ed. Alhambra, Madrid, 1970.
- Hocking, J.; Young, G.: *Topología*. Ed. Reverté, 1966. (reeditat per Ed. Dover).
- 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. Vivens Vives, 1966.
- Singer, I.M.; Thorpe, J.A.: *Lecture Notes on Elementary Topology and Geometry*. Ed. Springer Verlag, 1967.

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: Entic 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.

- Integrals dependents de paràmetres:** Definicions. Continuïtat, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.

Examen final global de l'assignatura. 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, 1987.
- Kolmogorov, A.N.; Fomin, S.V.: *Elementos de la teoría de funciones y del análisis funcional*. Ed. Mir, 1972.
- Rudin, W.: *Principios de análisis matemático*. Ed. del Castillo, 1966.
- Rudin, W.: *Real and complex analysis*. Ed. McGraw Hill, 1970.
- 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.; Wittkowski, A.: *Problems in mathematical analysis*. Ed. Marcel Dekker Inc., 1990.
- Guichardet, A.: *Calcul intégral*. Ed. Armand Colin, 1969.
- Klambauer, G.: *Mathematical analysis*. Ed. Marcel Dekker Inc., 1975.
- Klambauer, G.: *Real analysis*. Ed. Elsevier Pub., 1973.
- Lang, S.: *Real analysis*. Ed. Addison Wesley, 1983.
- Lang, S.: *Undergraduate analysis*. Ed. Springer-Verlag, 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, 1965.
- Shilov, G.: *Analyse mathématique* (vol. I, II). Ed. de Moscou, 1973.
- Shilov, G.; Gurevich, L.: *Integral, measure and derivative: An unified approach*. Ed. Prentice Hall, 1966.
- 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 i Sabidó

Altres professors: Carles Batlle i Arnau

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 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 triedre de Frenet; teorema fonamental; forma canònica local; evolutes; cercle osculador; hèlixs.
3. **Propietats globals:** *Umlaufsatz*; teorema dels quatre vèrtexs.

Segona part: Superfícies.

4. **Introducció:** superfícies regulars; pla tangent; àrea i primera forma fonamental; orientació.
5. **L'aplicació de Gauss:** l'aplicació de Gauss; curvatures de Gauss i mitjana; direccions conjugades i asimptòtiques; superfícies reglades i mínimes; equacions de Gauss i Codazzi-Mainardi; teorema *egregium*; teorema de Bonnet.
6. **Geometria intrínseca:** derivació covariant; transport paral·lel; geodèsiques; teorema de Gauss-Bonnet.
7. **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: *Geometria Diferencial de Curvas y Superfícies*. Ed. Alianza Universidad (Textos, 135), Madrid, 1990.
- Klingenberg, W.: *A Course in Differential Geometry*. Ed. Springer-Verlag (GTM, 51), Nova York, 1984.
- 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 (Universitext), Nova York, 1979.
- Vaisman, I.: *A First Course in Differential Geometry*. Ed. Marcel Dekker (Pure and Applied Mathematics, 80), Nova York, 1979.

Referències complementàries:

- Berger, M.; Gostiaux, B.: *Differential Geometry. Manifolds, Curves and Surfaces*. Ed. Springer-Verlag (GTM, 115), Nova York, 1988.
- Boothby, W.M.: *An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry*. Ed. Academic Press (Pure and Applied Mathematics), 120. San Diego, 1986.
- Dubrovin, B.A.; Fomenko, A.T.; Novikov, S.P.: *Modern Geometry - Methods and Applications* (vol. 1). Ed. Springer-Verlag, (GTM, 93), Nova York, 1984.
- Kerbrat, Y.; Braemer, J.M.: *Géométrie des Courbes et des Surfaces*. Ed. Hermann, París, 1976.
- O'Neill, B.: *Elementary Differential Geometry*. Ed. Academic Press, Nova York, 1966.
- Pogorelov, A.: *Geometry*. Ed. Mir, Moscou, 1987.
- Spivak, M.: *A Comprehensive Introduction to Differential Geometry* (vol. 1). Ed. Publish or Perish, Berkeley, 1979.
- Stillwell, J.: *Geometry of Surfaces*. Ed. Springer-Verlag (Universitext), New York, 1992.
- Stoker, J.J.: *Differential Geometry*. Ed. Wiley, (Pure and Applied Mathematics, 20), New York, 1969.
- Warner, F.: *Foundations of Differentiable Manifolds*. Ed. Springer-Verlag (GTM, 94), Nova York, 1984.

INFERÈNCIA ESTADÍSTICA

CODI: 10019

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

Professor coordinador: Ramon Nonell

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 VV.AA. 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 v.a. Normal.
4. **Teoria de l'Estimació de Paràmetres:** Estadístics suficients, informació de Fisher, desigualtat de Cramér-Rao, estimadors eficients. Mètodes d'estimació puntual. 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 al) 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. Introducció a la funció de regressió.

Avaluació.

Hi haurà la nota de l'examen final i algunes notes de petites proves tant de teoria com de problemes, i eventualment 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.
- DeGroot, M.H.: *Probability and Statistics*. Ed. Addison-Wesley, 1988.
- Kalbfleisch, J.G.: *Probability and Statistical Inference I,II*. Ed. Springer, 1979.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y Métodos I,II*. Alianza Editorial, 1986-87.

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. Wiley, 1991.
- 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. McMillan Publ. Co., 1980.

INVESTIGACIÓ OPERATIVA

CODI: 10016

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

Professor coordinador: Jaume Barceló

Altres professors: Elena Fernández

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 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.

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 Símplex Primal. Convergència de l'algorisme del Símplex: Degeneració i ciclat. La geometria de la Programació Lineal.
- 2.4 Formes computacionals de l'algorisme del Símplex: Símplex 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 Símplex 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 constriccions 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 constriccions.

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 constriccions. Dualitat Lagrangiana i Punts de Sella.
- 4.3 Introducció als algorismes per a problemes sense constriccions. 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 constriccions. 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, 1979
- Hu, T.R.: *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.: *Modelling and analysis: An introduction to systems performance evaluation methodology*. Ed. Addison-Wesley, 1978.
- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinooy Kan, A.H.G. and Shomoys, D.B. (eds.): *The travelling 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, 1987.
- Wagner, H.M.: *Principles of operations research*. Ed. Prentice-Hall, 1975.
- Williams, H.P.: *Model Building in Mathematical Programming*. Ed. John Wiley and Sons, 1985.
- 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.

3. PROPOSTA D'ASSIGNATURES

DE LLIURE ELECCIÓ

HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

CODI:

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 de l'estudiant, proporcionant elements de cohesió intel·lectual i possibilitant un coneixement més complet de les grans disciplines pròpies de les carreres científiques i tècniques. L'assignatura presenta a l'alumne un panorama històric del progrés de la ciència i de la tècnica, mostrant el caràcter dinàmic del seu desenvolupament, com també les influències recíproques amb els altres aspectes de la vida humana.

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

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 la 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*. Provem de situar els esdeveniments catalans en marcs més amplis, que permetin la *comparació*. Tractem 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 voldriem fer veure la dificultat que va portar el 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 "*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).

2. Curs "*Ciència i tècnica a la 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 la Mancomunitat de Catalunya.

3. Curs "*El problema del punt*".

Introducció a la història dels viatges transoceànics a partir del S.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'aprovat per curs.

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- 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.
- Garrabou, R.: *Enginyers Industrials, modernització econòmica i burgesia a Catalunya*. Ed. L'Avenç, Barcelona, 1982.
- Mason, S.F.: *Historia de las ciencias*. Ed. Alianza, Madrid, 1990.
- Taton, R. (ed): *Historia general de las ciencias*. Ed. Orbis, Barcelona, 1988.

Referències complementàries:

- Cotter, C.H.: *A history of the navigator's sextant*. Ed. Brown, Son and Ferguson, Glasgow, 1983.
- 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.
- Kranzberg, M. (ed): *Technological Education-Technological Style*. Ed. San Francisco Press, 1986.
- Lafuente, A.; Saldaña, J. (eds): *Historia de las ciencias*. Ed. CSIC, Madrid, 1987.
- Lusa, G.: *Evolución histórica de la enseñanza de las matemáticas en las Escuelas 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 la Catalunya contemporània*. Ed. CPDA, Barcelona, 1993 (5a ed).
- Roca, A.; Lusa, G. (eds): *Cinquanta anys de ciència i tècnica a Catalunya. En torn 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* (2 vols.). Ed. Academic Press, Boston, 1989.

TALLER DE GEOMETRIA

CODI: 10010

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

Professor coordinador: Claudi Alsina

Altres professors: Jaume García Roig, Joan Jacas

Objectius del curs.

Les activitats d'aquest curs estan destinades a viure, conèixer i descobrir el món de la Geometria plana i espacial, el seu context cultural, les seves aplicacions i els aspectes més creatius.

Les activitats incorporaran mitjans audio-visuais (retroprojector, vídeo), cibernètics i materials manipulatius i models sobre els quals es pot construir un aprenentatge actiu de la Geometria. Es faran també visites i activitats de participació.

Programa.

- Taller de geometria:** Presentació. Il·lustració geomètrica. Aparells de representació. Aparells de mesura. Demostracions visuals.
- Polígons:** Polígonlàndia. Quadrilàters. Políminos. Divisions congruents. Divisions homotètiques.
- Regle i compàs:** Construccions amb regle i compàs. Nombres construïbles. Nombre d'or. Problemes clàssics amb regle i compàs. Triangles.
- Simetria.** Art i geometria. Simetria de figures. Miralls. Anamorfosi. Calidoscopis. Sanefes. Sanefes homotètiques. Mosaics regulars. Mosaics semiregulars. Mosaics d'Escher. Grups de decoració plana. L'Alhambra de Granada. Geometria a Barcelona.
- Políedres:** Història dels políedres. Políedres. Deltàedres. Piràmides, prismes i antiprismes. Políedres regulars. Cubilàndia. Tetràedre i octàedre. Dodecàedre. Icosàedre. Cúpules i triangles. Políedres d'Arquimedes. Políedres estelats. Rigidesa i flexibilitat. *Origami*.
- Transformacions:** Transformacions. Punts de fuga. Punts de vista. Punts de mira. Jocs visuals.
- Corbes i superfícies:** Llocs i corbes. Cercles. Còniques. El·lipse. Paràbola. Hipèrbola. Corbes d'amplada constant. Cilindres. Cons. Superfícies reglades.
- Diàlegs 2D-3D:** Esfera. Proporcions en 2D i 3D. Empaquetaments en 2D i 3D. Diàlegs 2D-3D.
- Calcular la geometria:** Coordenades i càlculs al taller. Max-Min. Isoperimetria. Fagnano, Steiner, Fermat. Problemes oberts.
- Geometria cibernètica.**

Hi hauran 12 sessions de vídeo i 12 sessions de treball amb ordinador.

Avaluació.

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

Bibliografia.

Referències bàsiques:

- Alsina, C.; García J.L.; Jacas, J.: *Temes clau de geometria*. Pub. Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1992.
- Coxeter, H.S.M.: *Fundamentos de geometría*. Ed. Limusa. Wiley, 1971.
- Garfunkel, S. (ed.): *For all practical purposes*. Ed. COMAP, Lexington, Massachusetts, 1987.
- Guillén, G.: *Poliedros*. Ed. Síntesis, Madrid, 1990.
- Puig Adam, P.: *Curso de geometría métrica*(T. I-II). Ed. Biblioteca Matemática, Madrid, 1970.

Referències complementàries:

- Alsina, C.; Burgués, C.; Fortuny, J.M.: *Materiales para construir la geometría*. Ed. Síntesis, Madrid, 1990.
- Alsina, C.; Pérez, R; Ruíz, C.: *Simetría Dinámica*. Ed. Síntesis, Madrid, 1990.
- Guzmán, M. de: *Para pensar mejor*. Ed. Labor, Barcelona, 1991.
- Klee, V.; Wagon, S.: *Old and new unsolved problems in Plane Geometry and Number Theory*. Ed. MAA, Washington, 1991.
- Martin, G.E.: *Polyominoes. A guide to puzzle and problems in tiling*. Ed. MAA, Washington, 1991.
- Pedoe, D.: *La Geometría en el Arte*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1982.
- Pólya, G.: *Cómo plantear y resolver problemas*. Ed. Trillas, México, 1985.
- Pugh, A.: *Polyhedra. A visual approach*. Ed. University California Press, Londres, 1976.
- Senechal, M.; Fleck, G. editors: *Shaping space. A polyhedral approach*. Ed. Birkhäuser, Boston, 1988.
- Wolfram, S.: *Mathematica, a system for doing Mathematics by computers*. Ed. Wolfram Research, 1989.