

**PLA D'ESTUDIS DEL MÀSTER EUROPEU
ORIENTAT A LA RECERCA EN
TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ
(MASTER OF RESEARCH ON INFORMATION
TECHNOLOGIES - MERIT)**

Acord núm. 109/2004 pel qual es s'aprova el Pla d'estudis del Màster Europeu orientat a la recerca en Tecnologies de la Informació (títol propi)

- Document aprovat per la Comissió de Docència del Consell de Govern del dia 17/06/2004
- Document aprovat pel Consell de Govern del dia 30/06/2004

DOCUMENT CG 22/06 2004

Vicerectorat d'Ordenació Acadèmica
Juny 2004

Master of Research on Information Technologies

**Departament de Teoria del Senyal i
Comunicacions**

Universitat Politècnica de Catalunya

Barcelona, 17 de juny del 2004

MEMÒRIA JUSTIFICATIVA ACADÈMICA I ECONÒMICA

1 Denominació del títol propi

La conformació de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES) endegada per la Declaració de Bolonya, juntament amb l'impuls que el VI Programa Marc de la Unió Europea ha donat a l'estructuració de l'Espai Europeu de Recerca ofereixen una immillorable oportunitat per definir un Màster enfocat a la recerca en Tecnologies de la Informació i les Comunicacions amb projecció europea.

Darrera d'aquest projecte hi ha la voluntat de departament de Teoria del Senyal i Comunicacions de crear un Màster amb vocació d'excel·lència acadèmica que substitueixi en un futur proper els cursos del programa de doctorat actual del departament. Aquest programa de doctorat compta amb més de 150 estudiants matriculats dels quals el 25% són estrangers. La qualitat del programa de doctorat està avalada per una Menció de Qualitat del MEC i pel fet de formar part de l'IGSOC. Amb aquest punt de partida es defineix el:

Master of Reseach on Information Technologies (MERIT)

Amb aquesta denominació, el Consorci d'universitats europees participants del programa integrat, ha presentat l'aplicació per a les accions 1 i 2 de la primera convocatòria del programa Erasmus Mundus. No obstant, hi ha oberta una reflexió interna sobre la possibilitat d'incorporar algun element distintiu en la denominació del Màster

2 Necessitats socials, científiques i professionals a les quals la nova titulació atén i els objectius que es pretenen assolir; perfils dels titulats com a resultat del procés de formació: coneixements, habilitats i destreses.

2.1 Objectius que es pretén assolir

- Formar titulats amb habilitats específiques de recerca a l'àmbit de les tecnologies de la informació i la comunicació, que tindran un impacte en les organitzacions europees d'R+D, tant acadèmiques com en el camp de la indústria.
- Atraure estudiants brillants i motivats en el camp específic del programa.
- Atendre a la necessitat social de professionals capaços de liderar els processos d'innovació i desenvolupament tecnològic: la sortida natural dels titulats d'aquest Màster ha de ser els centres de R+D a la indústria així com la creació d'*start-ups*.
- Oferir als estudiants del programa la possibilitat de completar la seva formació amb una experiència internacional de qualitat, que es complementi amb l'oferta del seu centre d'origen.

2.2 Perfil acadèmic i professional de la titulació proposada.

- L'àmbit temàtic abordat és el de les Tecnologies de la Informació i les Comunicacions, considerant un conjunt ampli de fonaments teòrics, tècniques i tecnologies. El tret distintiu d'aquesta proposta és l'enfocament acadèmic, generalista i rigorós en el qual es donarà prioritat als coneixements clau per la recerca, desenvolupament i innovació (*enabling disciplines*) en front de la darrera tecnologia o estàndard del moment en múltiples aplicacions i especialitats que haurien de ser objecte d'un altre tipus de programes de postgrau adreçats a l'actualització professional.
- Es proposa un plantejament generalista, amb l'objectiu de respondre a unes necessitats cada cop més multidisciplinars (hardware/software, baixa/alta freqüència, senyals radiats i guiats, abordar múltiples capes OSI, tecnologies electròniques i fotòniques, processament del senyal, sistemes multimedia, etc.) i tenint en compte també la impossibilitat d'anticipar i preparar cada estudiant en una aplicació o especialitat concreta. D'altra banda una formació generalista és idònia per a entendre els límits tecnològics i fonamentals, i per desenvolupar el criteri i l'enginy necessari per la seva superació. Això no vol dir que el Màster hagi de dedicar-se únicament a conceptes teòrics o metodològics. La transmissió dels coneixements en enginyeria requereix l'estudi d'algunes aplicacions pràctiques representatives per tal de consolidar els coneixements fonamentals. Un cop més estem davant d'un compromís entre fonaments i aplicacions que caldrà optimitzar amb l'ajut d'altres universitats europees.
- A més de la formació en les disciplines científiques i tècniques, el programa de Màster proposat inclou el desenvolupament de competències transversals que tant les empreses com professionals titulats identifiquen com a deficitàries: capacitat de comunicació, redacció de documentació tècnica, lideratge d'equips, capacitat d'anàlisi crítica, etc.

2.3 Necessitats socials, científiques i professionals

- Existeix un consens creixent sobre la importància de realitzar un salt qualitatiu en la capacitat tecnològica i d'innovació del nostre teixit productiu. La proposta de nous productes i serveis d'alta complexitat i valor afegit, en un entorn cada cop més internacional, demana entre altres factors la formació d'uns titulats que combinin una sòlida base científica i tècnica amb les competències transversals necessàries. L'objectiu bàsic del Màster proposat és satisfer la necessitat social de formar uns professionals capaços de liderar els processos de recerca, innovació i desenvolupament tecnològic: la sortida natural dels titulats d'aquest Màster ha de ser els departaments de R+D+I a la indústria així com la creació d'*start-ups*. Aquesta incorporació es pot produir al finalitzar al Master o, posteriorment, si la persona realitza una Tesi Doctoral. De fet, es pretén que la major part dels estudiants que cursin el Màster realitzin una Tesi Doctoral i s'incorporin seguidament al teixit productiu. El Màster haurà de cobrir també en el seu àmbit temàtic les necessitats de formar investigadors i professors en centres públics amb una forta vocació tecnològica. El sector de les Tecnologies de

la Informació i les Comunicacions, en el que es planteja el Màster, és estratègic per a Catalunya i s'ha demostrat com un dels motors econòmics principals a nivell internacional.

- En l'actual context de construcció dels Espais Europeus d'Educació Superior i de Recerca creiem que la formació d'investigadors per la seva transcendència també ha de formar part del Procés de Bolonya des del primer moment. Amb aquest plantejament s'ha obtingut un Ajut de l'IGSOC per a la realització d'un Estudi de Viabilitat que ha permès realitzar els contactes i viatges necessaris per a formar el consorci internacional responsable del Màster. La important activitat de recerca del departament i en particular la seva participació en els darrers Programes Marc Europeus ha facilitat la proposta i coordinació d'aquest Màster en associació amb els millors centres europeus de la nostra àrea, seleccionats amb indicadors objectius de recerca: École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Politecnico di Torino (PdT), Université Catholique de Louvain (UCL), Universität Karlsruhe (UKA) i la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) que és coordinadora del programa Màster proposat. Aquest consorci brindarà als alumnes la possibilitat de completar la seva formació amb una experiència internacional de qualitat, que es complementi amb l'oferta del seu centre d'origen.

3 Destinataris del títol

Els perfils dels estudiants que s'han identificat com a potencials interessats són els següents :

- El Màster està adreçat principalment a graduats d'enginyeria de l'àmbit de les Tecnologies de la Informació i Comunicacions, amb titulacions similars en diferents països, amb vocació de dedicació professional a la recerca, innovació i desenvolupament de les tecnologies de la informació i/o orientats a la realització d'una tesi doctoral.

4 Model de direcció i de gestió dels estudis

4.1 Direcció dels estudis

- Respecte a l'estructura organitzativa del Màster, es considera a nivell de cada campus un equip reduït de gestió, un patronat amb participació de les entitats públiques i privades que recolzin el Màster que n'establirà les directrius i un consell amb participació àmplia del professorat implicat i representació del personal de suport i estudiants. A nivell europeu caldrà habilitar un procediment anàleg de coordinació i planificació de les activitats conjuntes.
- En el campus català del Màster es preveu la participació de la UPC a través del Departament de TSC, del Centre Tecnològic de Telecomunicacions de

Catalunya i de l'Institut de Ciències Fotòniques, també es compta amb el suport de la UPC, el DURSI i el MECED. Es considerarà la col·laboració amb les Escoles d'Enginyeria de Telecomunicació de la UPC i també de altres universitats catalanes i espanyoles que formaran els potencials estudiants del Master i possiblement facin altres propostes de Màster amb diverses orientacions. A nivell privat es cercarà el suport de consorcis empresarials i algunes empreses del sector.

4.2 Gestió dels estudis

El sistema de gestió estarà suportat per la Unitat de Gestió de Tercer Cicle.

5 Càrrega lectiva i organització docent : durada en crèdits ECTS i calendari

Des d'un punt de vista d'organització, es proposa un programa de quatre semestres en el qual els estudiants cursen 120 crèdits ECTS. Aquests crèdits es reparteixen entre assignatures de 6 crèdits de tipus:

- Matèries fonamentals: Un estudiant ha de completar un mínim de 30 crèdits ECTS (5 assignatures o matèries) d'una oferta més amplia (10).
- Matèries de concentració: Un estudiant ha de completar un mínim de 42 crèdits ECTS (7 assignatures o matèries) d'una oferta més amplia (21).
- Matèries transversals: Un estudiant ha de completar un mínim de 18 crèdits ECTS (3 assignatures o matèries) d'una oferta més amplia (6).

Partint d'un conjunt sòlid de cursos fonamentals en Enginyeria Electromagnètica, Processament del Senyal, Comunicacions, Teoria de la Informació i Xarxes, una característica atractiva de la formació dels segons cicles actuals que s'ha considerat interessant preservar en el disseny de programes de postgrau és l'oferta d'assignatures optatives.

Aquestes assignatures estableixen una dinàmica d'oferta i demanda entre els estudiants i professors responsables i estimulen una alta qualitat i innovació en els continguts i metodologia docent. Per una altra banda l'optativitat permet l'adaptació del programa docent als interessos i vocació de cada estudiant.

A nivell de cada campus per separat es preveu difícil mantenir una oferta substancial d'assignatures optatives, per raons de cost. En canvi, la diversitat entre les universitats participants en el programa permetrà oferir conjuntament una component d'optativitat que contribuirà a incentivar la mobilitat dels estudiants.

A més, l'estudiant ha de realitzar en el darrer semestre un Projecte Fi de Màster que suposa 30 crèdits ECTS. Una possible realització d'aquest pla d'estudis es presenta a la figura següent.

	Fonamentals	Concentració	Transversals
1er Semestre	24 crèdits	0 crèdits	6 crèdits
2on Semestre	6 crèdits	18 crèdits	6 crèdits
3er Semestre	0 crèdits	24 crèdits	6 crèdits
4rt Semestre	Projecte Fi de Màster: 30 crèdits		

6 Pla d'estudis, metodologia docent i d'aprenentatge

6.1 Definició de continguts

Malgrat la indefinició del marc legal en la migració al model de Bolonya a Espanya, el departament TSC de la UPC lidera el desenvolupament d'un programa Màster europeu orientat a recerca en un àmbit temàtic ampli i amb la participació d'un consorci reduït i seleccionat amb criteris d'excel·lència acadèmica.

Des del TSC, hem optat per definir els continguts del MERIT fixant el nivell de coneixements que considerem que una persona ha d'assolir per poder realitzar recerca de qualitat en l'àrea de les tecnologies de la informació, ja sigui en el marc industrial o en l'àmbit acadèmic. D'aquesta manera, hem intentat independitzar-nos dels possibles canvis que es produeixin en la definició del grau de Bachelor en les enginyeries i disposar d'un pla d'estudis que podem implantar amb garanties de bon resultat des de l'inici.

D'igual manera, a l'hora de definir els descriptors que formen la base del nostre programa de Màster, hem creat una Comissió Acadèmica amb el mandat de desenvolupar els continguts bàsics del MERIT, independentment del conjunt d'assignatures actual dins del programa de doctorat del TSC. Aquest ha estat un procés dirigit des de la Comissió Acadèmica però obert al conjunt de professors del departament, així com als centres de recerca existents a la nostra àrea, els quals hem associat al MERIT des de l'inici d'aquest projecte.

És evident que, depenen de la solució que finalment s'adopti pel grau de Bachelor, aquests continguts s'hauran de revisar. Ara bé, aquest no és un problema fonamental, ja que una de les idees bàsiques en la creació del MERIT és l'interès en dotar-lo d'una estructura flexible que permeti la reconfiguració dels seus continguts.

6.2 Pla de mobilitat

El programa global del Master està estructurat com a un conjunt d'acords de doble titulació. Un estudiant ha d'obtenir 60 crèdits ECTS en la seva universitat d'origen: normalment, els primers 60 crèdits relacionats principalment amb les matèries fonamentals. Els següents 60 crèdits s'hi obtenen en una segona universitat, normalment complimentant els crèdits de concentració i realitzant la Tesis del Màster.

6.3 Pla d'estudis

Per assegurar un nivell bàsic comú a tots els estudiants del Màster, el Consorci ha acordat un conjunt de descriptors comuns que defineixen les matèries fonamentals. La definició de les matèries basades en aquests descriptors són definides per cada institució i reconegudes directament per la resta. D'altra banda, cada universitat ofereix el seu propi catàleg de matèries de concentració i transversals; d'aquesta manera, MERIT treu profit de l'especificitat de la recerca i del catàleg de matèries ofertes per cada universitat que enriqueixen l'oferta global del programa.

La llista següent és la relació de matèries fonamentals de MERIT i l'oferta de concentració que presenta la UPC.

Matèries fonamentals (Core Subjects)

- Communications
- Electromagnetics
- Information Theory
- Mathematics in Information Technologies
- Networking
- Signal Processing

Matèries de Concentració (Concentration Subjects)

- Antennas
- Array Processing
- Biomedical Applications
- Communications Signal Processing
- Control and Telecontrol
- Cryptography
- Image and Video Processing
- Microelectronics
- Microwaves
- Mobile Communications
- Modeling and Simulation of Communications Systems
- Multimedia Technologies and Applications
- Multimodal Computer Interfaces
- Network Technologies and Applications
- Photonics

- Optical Communications
- Radiofrequency Devices
- Remote Sensing
- Software Engineering
- Systems Engineering
- Technologies and Applications of Language and Speech
- Wireless Communications

En l'**Annex 1** es detallen els continguts de cadascuna de les assignatures.

6.4 Mecanismes de seguiment i assegurament de la qualitat

- Els mecanismes de seguiment i assegurament de la qualitat es faran d'acord i amb l'assessorament de l'AQU i seguint les pautes marcades pel projecte *Trans European Evaluation Project* (TEEP). Des del punt de vista de l'estratègia a seguir en la definició d'aquests procediments es fixa com objectiu vetllar per oferir uns continguts actualitzats, una formació específica en el desenvolupament d'habilitats per a la recerca, mesurar el grau d'assoliment d'aquests objectius i fer un seguiment de l'impacte dels titulats en el teixit productiu. La implementació d'aquests mecanismes es farà de forma progressiva i d'acord amb el procés d'implantació de la titulació.
- Els mecanismes bàsics consistiran en l'existència d'un Comitè Extern d'Avaluació (CEA) format per persones de reconegut prestigi en l'àmbit acadèmic i professional. La Comissió de Postgrau del Departament informará un cop l'any davant del CEA sobre el desenvolupament del Màster, els seus continguts i el grau d'assoliment d'objectius.
- La realització d'enquestes en els estudiants per avaluar la correcte assignació d'ECTS a les assignatures i el grau de satisfacció.
- El seguiment de la inserció laboral dels titulats.
- Per tal de garantir l'adequada adaptació dels estudiants i fomentar el desenvolupament de les habilitats de recerca, cada estudiant per tal de ser admès en el Màster comptarà amb un tutor que tindrà la responsabilitat de definir els plans de matrícula, fer un seguiment del seu progrés i assoliment d'objectius, inserir-lo en el seu grup de recerca tot i garantint-li l'accés als mitjans necessaris.

6.5 Metodologia docent i d'aprenentatge

- Es considera una metodologia docent basada en formació presencial amb una combinació adient de classes expositives de caràcter teòric i de solució de problemes, una component experimental comparable a la conceptual i teòrica basada en treball d'equip en laboratoris docents i de recerca, la proposta i supervisió de treball personal i la realització d'activitats adreçades a l'estímul de la comunicació, el debat, el criteri, la intuïció i la creativitat.

També es proposa l'estímul de projectes pilot basats en l'ús de les TIC que permeten mitjançant vídeo-conferència interactiva de banda ampla estendre la presencialitat a Campus remots. La possibilitat d'adreçar seminaris i cursos singulars a les seus del Màster i fins i tot a altres universitats brindaria un considerable valor afegit i de difusió del Màster internacional a possibles futurs estudiants. Addicionalment el plantejament docent haurà d'instil·lar la cultura de la formació permanent als estudiants del Màster, degut a la renovació tecnològica i també a la necessitat d'adquirir nous coneixements durant el desenvolupament professional posterior al Màster.

- El seguiment i participació en les classes expositives, la realització de problemes i de treballs experimentals en els laboratoris permeten adquirir un seguit de coneixements al futur professional. La realització d'un Projecte Fi de Màster permet coronar la formació en una sèrie d'aspectes difícilment abordable d'una altra manera. Entre aquests aspectes podem citar: la integració de diverses disciplines que s'han estudiat separatament, l'aprenentatge en la gestió de projectes d'enginyeria, aprendre a treballar en grup interactuant amb altres persones professors, tècnics, i alumnes, desenvolupar criteris de decisió, i una metodologia de treball eficaç i efectiva. Igualment la redacció d'una memòria del Projecte i la seva presentació i defensa pública són aspectes necessaris en la formació de l'enginyer de postgrau. L'entorn ideal és que el Projecte Fi de Màster sigui una part d'un projecte d'enginyeria de recerca o innovació tecnològica, realitzat en un grup de recerca universitari, o en una institució externa supervisada, que involucri més d'un professor i/o investigador amb la participació de 2 o més alumnes. S'incentivarà especialment la realització del Projecte Fi de Màster en una altra universitat per a obtenir una doble titulació.
- En principi, la llengua d'aprenentatge serà l'anglès. Tot el material docent estarà escrit en aquesta llengua. Això no impedirà que s'utilitzin les llengües locals en les exposicions orals d'algunes assignatures, sempre que això no impedeixi que estudiants estrangers que no les coneixin puguin cursar els estudis amb suficient grau d'optativitat.

7 Proposta inicial de nombre i característiques del professorat que participarà en la docència

- Cal tenir present que la dedicació del professorat universitari a programes màster fins al moment s'ha centrat en màsters de tipus professional, amb una participació limitada en el temps i superposada a les tasques docents quotidianes de les titulacions de grau. Aquest model no és generalitzable en el nou esquema proposat Bachelor – Master i, en particular, és difícilment aplicable a un màster de tall acadèmic com el proposat si es té en compte que la dedicació dels professors haurà de ser intensiva i incompatible amb una altra dedicació docent del mateix nivell i intensitat. No obstant, l'adaptació del programa de doctorat del Departament de TSC i de l'Enginyeria de Telecomunicació de 1er + 2on cicle al model de Bolonya

permet la dedicació de professors al Màster proposat amb el reconeixement i recolzament institucional de la Universitat.

- Per altra banda, per reforçar el caràcter internacional del Màster serà desitjable que una part del professorat en cada seu vingui d'altres països. Això es pot aconseguir fonamentalment amb professors invitats que realitzin estades temporals finançades o co-finançades mitjançant ajuts de mobilitat.
- A part del professorat, caldrà dimensionar un suport adequat administratiu i de tècnics informàtics i de laboratoris. S'ha presentat un projecte específic en el marc de la planificació estratègica on es consideren el costos d'implantació de la titulació, al marge de la carrega docent del professorat.

8 Condicions específiques d'accés, preus, beques, places mínimes i màximes ofertes i criteris de selecció

8.1 Condicions d'Accés.

- El Màster està adreçat principalment a graduats d'enginyeria en Tecnologies de la informació i Comunicacions amb titulacions similars en diferents països, capaços de seguir el pla d'estudis en llengua anglesa.
- Es proposa flexibilitzar més les condicions d'accés respecte als plans d'estudis actuals, de manera que el Màster pugui ser cursat per graduats en altres enginyeries properes (com la d'Informàtica) i fins i tot per estudiants provenint d'altres disciplines com ara Matemàtiques o Física, si un cop avaluades les seves aptituds i motivacions s'estima que poden cursar el Màster amb èxit. En aquests casos, caldrà estudiar la necessitat de realitzar més dels 30 crèdits ECTS mínims establerts en assignatures fonamentals per tal d'homogeneïtzar el nivell bàsic de tots els alumnes del Màster. Aquesta flexibilitat en l'accés permetrà incorporar estudiants provinents de països europeus i tercers països d'altres continents, condicions establertes pel Consorci participant en l'aplicació del programa Erasmus Mundus.
- Per altra banda, si cap programa de màster difícilment podrà compensar una deficient formació en primària, secundària o de grau (Bachelor), això és particularment cert en un màster de perfil acadèmic i de contingut fonamental com el proposat. Per aquests motius, l'accés al Màster serà selectiu, la qual cosa implicarà la valoració de la procedència dels estudiants, de llur expedient acadèmic i suplement al títol obtinguts, però també, i aquest podria ser un aspecte determinant, la motivació del estudiant en cursar el programa. Per suposat, la selecció dels estudiants serà revisable en funció del progrés assolit durant els cursos realitzats.

8.2 Places Mínimes i Màximes Ofertes

Inicialment s'ofertaran **30 places**.

9 Requisits per a l'obtenció del títol: modalitat de formació i sistema de valoració del rendiment acadèmic

9.1 Requisits per a l'obtenció del títol

Superar els crèdits d'acord amb l'esquema de l'apartat 5 d'aquest document i havent satisfet les condicions de mobilitat (apartat 6.1), l'estudiant està en condicions d'obtenir una doble titulació d'acord amb el marc legal de cada país.

En el cas de la UPC en context legal actual, la universitat emetrà el títol propi: *Master of Reseach on Information Theory (MERIT)*

El disseny del programa del Màster és compatible amb el programa de Doctorat del departament, amb la perspectiva de substituir-ho. El contingut dels cursos proposats i l'aprenentatge assolit en els laboratoris de recerca són idonis per a la realització de la Tesi Doctoral. Per tant, els estudiants podran obtenir també el: *Diploma d'Estudis Avançats (DEA)*.

Per tal d'establir els criteris pels quals els estudiants obtenen el títol DEA així com les propostes de convalidació (apartat 10), cal tenir en compte que els continguts docents del MERIT han de substituir en el futur la franja alta dels estudis actuals de segon cicle a més del programa de doctorat.

Així, un subconjunt d'assignatures optatives del MERIT prové de les assignatures actuals del programa de doctorat del TSC. Un estudiant que vulgui obtenir el títol DEA ha d'haver cursat un mínim de 24 crèdits ECTS en assignatures optatives del MERIT que provinguin de l'actual programa de doctorat.

9.2 Modalitat de Formació

La formació es realitzarà en modalitat presencial i a temps complet.

9.3 Sistema de valoració del rendiment acadèmic

El sistema de valoració del rendiment acadèmic s'adequarà als sistemes nacionals de cada universitat participant en el programa. S'establiran taules de correspondència per traduir els resultats a una escala comú.

10 Proposta de convalidacions

Actualment, únicament es planteja la convalidació d'assignatures a titulats Enginyers de Telecomunicació. La convalidació es basa en la idea de que, mentre no estigui establert el model Bachelor-Màster a l'estat, el MERIT cobreix parcialment alguns dels continguts que s'imparteixen a la franja alta del estudis

de segon cycle d'aquestes titulacions. En concret, es proposa la següent convalidació:

- Convalidació de fins a 30 crèdits ECTS en base a assignatures obligatòries de segon cycle de la seva titulació (30 pels estudiants de l'ETSETB i de l'EPSC)
- N crèdits ECTS per assignatures optatives que la comissió del MERIT consideri assimilables a altres assignatures de concentració i transversals del MERIT (N<30).

11 Centres que participen en la impartició dels estudis

Les universitats que formen part del Consorci que proposa el Màster europeu, a més de la Universitat Politècnica de Catalunya són:

École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) Lausanne, Switzerland

Politecnico di Torino (PdT) Torino, Italy

Université Catholique de Louvain (UCL) Louvain, Belgium

Universität Karlsruhe (UKA) Karlsruhe, Germany

12 Preus proposats; despeses i ingressos previstos per a la posada en marxa i desenvolupament del programa

Vegeu l'**Annex 3** per al sistema de preus proposats i el càlcul d'ingressos de matrícula previstos a partir d'aquests preus.

12.1 Despeses previstes per a la posada en marxa i desenvolupament del programa.

Les despeses previstes estan relacionades amb l'acondicionament d'espais, el suport a l'elaboració i internacionalització de continguts, la difusió i manteniment de la xarxa internacional, el suport administratiu i la gestió. L'estimació d'aquestes despeses és de l'ordre de 80.000 euros que es financiaran amb els ingressos específics previstos (apartat 12.2), les convocatòries d'innovació educativa, tant de la universitat com dels organismes públics, convocatòries d'ajuts relacionats amb els conceptes de despesa, i la part d'ingressos de matrícula que estableix la pràctica de la gestió universitària.

12.2 Ingressos previstos

- Ajut viabilitat IGSOE (any anterior): 10.000 €
- Pla Pilot DURSI
- ERASMUS MUNDUS: 15.000 € per repartir entre els socis europeus en tres anys.
- Accions específiques de la Planif. Estratègica: 8.500 € el primer any

12.3 Ingresos de matrícula

Vegeu l'**Annex 3** per al sistema de preus proposats i el càlcul d'ingresos de matrícula previstos a partir d'aquests preus.

13 Descripció de les instal·lacions i mitjans materials

13.1 Recursos materials de l'aprenentatge

- Pel que fa als recursos materials, bàsicament aules i laboratoris docents, un màster amb un nombre d'alumnes reduït es podria impartir en una o dues aules de capacitat mitjana. Els edificis del Departament de TSC al Campus Nord estan equipats amb aules que es podrien utilitzar amb aquesta finalitat. Un cas apart són els laboratoris docents, un dels trets distintius i possibles atractius del Màster és formar els estudiants amb un alt component d'experimentalitat, això requerirà l'ús d'entre 4 a 6 laboratoris docents dedicats a diferents tecnologies (electrònica, tractament de senyals, tecnologia de radiofreqüència, antenes, fotogràfica, etc). Actualment els edificis del Departament de TSC compten amb laboratoris d'aquestes tecnologies amb una instrumentació finançada principalment per l'E.T.S. d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. S'està explorant la possibilitat a curt termini d'aprofitar aquests laboratoris que actualment estan desocupats en algunes franges horàries i que probablement disminuirà el seu ús amb el model de Bolonya. En qualsevol cas, serà necessari arribar a un acord sobre l'ús de l'equipament finançat per la E.T.S.E.T.B. A mig/llarg termini es plantejarà la modernització i l'ampliació dels equipaments mitjançant els propis pressupostos del Màster, programes de finançament o co-finançament específics i finalment l'ajut o donació per part d'empreses del sector. En aquest sentit cal mencionar que el Departament de TSC ha estat capaç de captar importants ajuts i donacions destinats a laboratoris per part d'empreses capdavanteres del sector tant nacionals com multinacionals.
- Es considera també la possibilitat d'utilitzar els laboratoris de recerca del Departament en la formació experimental dels estudiants. La idea seria que el treball personal necessari per consolidar els coneixements impartits en les classes es pugui fer en els laboratoris de recerca participant en sessions de mesures, posta a punt i caracterització de prototipus o altres activitats de baixa dedicació i compatibles en el seguiment de les classes.
- Igualment, es considerarà la possibilitat de que una part de la formació experimental i dels Projectes Fi de Màster es realitzin en els centres impulsats des del Departament de TSC i el DURSI: el Centre Tecnològic de Telecomunicacions de Catalunya i l'Institut de Ciències Fotòniques. Finalment, s'estudiarà la possibilitat de que una part dels Projectes Fi de Màster es realitzin en laboratoris de recerca i desenvolupament d'altres

institucions o empreses seleccionats amb criteris objectius de qualitat i producció científica i/o tecnològica.

ANNEXOS

Annex 1 Fitxes de les assignatures

Annex 2 Professorat del Programa

Annex 3 Sistema de preus proposats

Master of Research in Information Technologies

ANNEX 1

- Fitxes assignatures

Barcelona, 17 de maig del 2004

Antennas for Communications

Lecturer:

Institute/Department: Departament Teoria del Senyal i Comunicacions

University: UPC

Credits: 6 ECTS

Language: English

Code: M-

Time: weekly

Tutorial: yes

Term: winter semester

Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Electromagnetism and waves propagation

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage:

Contact:

Course objectives: The course will describe the antennas used in communications systems, from the basic principles to the newest today technologies. The course is focused mainly to the antenna design, emphasizing the use of CAD tools.

Topics covered:

- Basic concepts related to antennas: input impedance, quality factor Q, matching and feeding structures, radiation pattern representation, fields polarization.
- CAD for antennas tools.
- Dipole and monopole antennas analysis. Antenna coupling, mutual impedance.
- Antenna arrays: analysis and synthesis, distribution networks, phased arrays, adaptive beamforming.
- Aperture antennas: horns, reflectors, slot antennas, patch antennas.
- Small antennas for terminals: diversity concepts, MIMO systems, MEMS for antennas.
- Multiband antennas: logperiodic and fractal antennas.
- Antenna measurement techniques: input impedance, radiation pattern.

Digital Image and Video Processing

Lecturer: Prof. JR Casas, Prof. F. Marques, Prof. P. Salembier
Institute/Department: Signal Theory and Communications Department
University: UPC

Credits: 6,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-11649
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Signal and Systems, Signal processing

Textbooks: Lecture Notes available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://gps-tsc.upc.es/imatge/Main/Teaching.html>

Contact: philippe@gps.tsc.upc.es

Course objectives: This course provides a general view of the most common techniques in digital image and video processing. The study of these techniques is based on different models of the image and the type of applications targeted by each model. Topics covered in the course are linear and non-linear filtering, enhancement and restoration, coding as well as vision systems and industrial and biomedical applications. The analysis of still images is considered first and, then, it is extended to the case of image sequences (video).

Topics covered:

- Introduction: Digital images definition and type, Image formation and the human visual system
- Low-level image representation - the Pixel: Representation of luminance and color information, Pixel-based processing, Histograms, Image enhancement
- The space-frequency representation of images: Linear superposition principle, Acquisition and sampling, 2D convolution and correlation, Fourier analysis and 2D LTI systems, Downsampling and interpolation, Image Restoration, Image transforms: DCT, KLT, Wavelet and multi-resolution analysis, Image compression
- Shape and image - geometric structures: Hough transform, Morphological processing, Level sets and partial derivative equations, Biomedical and industrial applications
- The image as a set of regions: Segmentation (contour-based and region-based), Shapes representation and processing
- Moving images: Motion analysis and estimation, geometrical processing, region tracking, video sequence compression

Wavelets: theory and application

Lecturer: Prof. P. Salembier
Institute/Department: Signal Theory and Communications Department
University: UPC

Credits: 2,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-?
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: oral exam (2 hours)

Prerequisites: Signal and Systems, Signal processing
Textbooks: Lecture Notes available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://gps-tsc.upc.es/imatge/Main/Teaching.html>
Contact: philippe@gps.tsc.upc.es

Course objectives: The objective of this course is to present an area that has recently emerged in signal processing and applied mathematics based on the representation of complex signals, images and transients using wavelets and time-frequency analysis. This course introduces such representations and compares them with the traditional Fourier analysis. It also develops tools for signal approximation, estimation and compression. Finally, application examples included in the course involve a wide range of domains including communication, audio, speech, image and video. .

Topics covered:

- Introduction , motivation, mathematical tools
- Orthogonal y bi-orthogonal bases
- Review of Fourier theory
- Filter banks and polyphase transform
- Filter bank design and classical wavelets
- Continuous Wavelets
- Lifting
- Compression with wavelets
- Other applications.

Design and Analysis of RF and Microwave Systems for Communications

Lecturers: Lluís Pradell, Albert Aguiasca, Ignasi Corbella, Núria Duffo, Antoni Lázaro, Joan O'Callaghan

Institute/Department: Signal Theory and Communications (TSC)

University: UPC

Credits: 6 ECTS

Language: English

Code:

Time:

Tutorial:

Term:

Evaluation: Exercises (theoretical and microwave CAD), laboratory practices and written exam (2 hours)

Prerequisites: Transmission line theory, Waveguide fundamentals, Smith Chart, Microwave Circuit Analysis basics

Textbooks: D.M. POZAR "Microwave Engineering". Second edition. John Wiley, 1998

Lecture notes and exercises available on the lecturer webpage.

Webpage:

Contact: pradell@tsc.upc.es

Course objectives: The course covers several topics for an in-depth understanding of RF and Microwave circuits and their applications to communication systems. Microwave CAD tools are used to extend the theoretical analysis to non-linear circuits, RF systems and Monolithic Microwave Integrated Circuits (MMICs). Specific measurement techniques for microwave circuits (spectrum, network and noise) are studied and applied in laboratory practices

Topics covered:

- Microwave-circuit analysis techniques (S-, T- and ABCD-parameters, wave description of generators, N-port properties: passivity, reciprocity, symmetry)
- Microwave passive circuits (N-way power dividers/combiners, filters, coupled lines, broadband matching networks)
- Design of amplifiers (low-noise, broadband, distributed, balanced, power, linearization)
- Signal generators and mixers: configurations and design
- Microwave CAD tools: linear and non-linear system analysis; analysis of Monolithic microwave circuits (MMICs)
- Superconductive materials and devices: fundamentals and applications
- Measurement techniques (vector network-analyzer calibration, noise figure and spectrum-analyzer): theory and laboratory practices

GALOIS ALGEBRA

Lecturer: J. Sala

Institute/Department: Signal Theory and Communications (TSC)

University: UPC

Credits: ECTS

Language: English

Code: M-

Time: weekly

Tutorial: yes

Term: winter semester

Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: basics on mathematics in engineering and communication systems.

Textbooks: Lecture notes, exercises and bibliography available on lecture's webpage.

Webpage: <http://>

Contact: alvarez@gps.tsc.upc.es

Course objectives: This course provides an introduction to finite (Galois) field algebra and addresses its application to the design of communication systems.

Topics covered:

- Introduction to Finite Fields: Rings, Groups, Fields and Vector Spaces.
- Division, Polynomials and the Chinese Remainder Theorem.
- Roots of Polynomials: Minimal, Irreducible and Primitive Polynomials.
- Generating (Primitive) Elements of Galois Fields.
- Extension Fields.
- Cyclotomic Polynomials.
- The Fourier Transform.
- Applications in Communications: sequence generation, algebraic coding and filtering/FFT architectures.

INFORMATION THEORY

Lecturer: J. Sala, M. Lamarca, O. Muñoz, J. Vidal, A.R. Fonollosa

Institute/Department: Signal Theory and Communications (TSC)

University: UPC

Credits: ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: communication system basics

Textbooks: Lecture notes, exercises and bibliography available on lecture's webpage.

Webpage: <http://>

Contact: alvarez@gps.tsc.upc.es

Course objectives: This course provides an introduction to Information Theory, addressing the fundamental limits in information processing and transmission.

Topics covered:

- Information and Entropy, Joint and Conditional Entropy, Mutual Information: definitions, properties and inequalities.
- Asymptotic Equipartition Property, Law of Large Numbers and Typicality.
- Stochastic Processes and the Entropy Rate
- Source Coding (Data Compression): Kraft Inequality, prefix codes, entropy codes and universal codes (Huffman, Lempel-Ziv and Arithmetic Codes).
- Channel Capacity: Binary Symmetric Channel (BSC), Shannon's Second Coding Theorem, Random Coding, Error Exponents, Feedback Capacity.
- Differential Entropy and the Gaussian Channel: capacity of the Gaussian Channel (bandwidth and power constraints), Water-Filling and Gaussian Channels with Feedback.
- Rate-Distortion Theory: $R(D)$ and $D(R)$ bounds, (Vector) Quantization.
- Network Information Theory: Multi-User Channels and Encoding of Correlated Sources (Slepian Wolf).

IP NETWORKS AND PROTOCOLS

Lecturer: Dr.-Ing. Joan Olmos, Dr.-Ing. Jose Luis Valenzuela
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 4,5 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites:

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage:

Contact:

Course objectives: The course provides the basics on IP networks and Internet keeping in mind that the last goal is to stress into the IP architectures

Topics covered:

- Introduction to IP : Internet History, Packet switching versus circuit switching, TCP/IP architecture, Internet organization, standardization and management processes.
- Link-level protocols. LAN: Ethernet MAC. WAN: Frame Relay, ATM, PPP, X.25 and ISDN. Introduction to PPP Protocol, WLAN MAC
- IP networking protocol. IP service model. IP addressing: class based addressing, subnetting, CIDR supernetting. Datagram forwarding. Address Resolution Protocol. Datagram format. Datagram fragmentation and reassembly. The control protocol: ICMP
- IP Routing Protocols. Dynamic routing basic principles. Routing algorithms: Distance vector and Link-state algorithms. IGP routing protocols : RIP, OSPF. EGP routing protocols : BGP-4.
- UDP and TCP Transport Protocols: UDP Protocol. Ports and "sockets", «well known» ports, firewall filtering. TCP Protocol: general characteristics, TCP state machine, TCP flow control and retransmissions, congestion control, TCP options.
- Internet Application and management Protocols. DNS (Domain Name system) : domain name structuring, name servers hierarchy, DNS records, Name-IP address resolution. DHCP: automatic IP address configuration. SNMP: network monitoring and configuration. Terminal Emulation TELNET, FTP File Transfer. World Wide Web WWW: HTTP protocol, HTML, WML, XML
- Quality of Service (QoS) and IP. Quality of Service with IP. Real Time protocol (RTP). Integrated services and the Resource Reservation Protocol (RSVP). Differentiated services (Diffserv)

- Security: Security concepts. Introduction to cryptography. Firewalls. The IP security architecture (IPsec). Secure Sockets Layer (SSL). Virtual private networks (VPN) overview: PPTP

Pattern Classification

Lecturer: Dr. M. Cabrera, Dr J. Vidal
Institute/Department: TSC: Signal Theory and Communications Department
University: UPC

Credits: 6,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-?????
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Matrix Algebra and Stochastic Processes

Textbooks: Duda: PATTERN CLASSIFICATION. ED. Wiley, and
Lecture Notes and Laboratory documentation available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://gps-tsc.upc.es/comm/marga/Wclass.html>

Contact: marga@gps.tsc.upc.es

Course objectives: The course gives a review of the pattern classification and recognition problem from the mathematical point of view and applies the general techniques of preprocessing, feature extraction and classification, to different areas, such as communication systems, image processing, speech recognition, biomedical applications and diagnosis, quality control, etc..

The structure of the general problem of pattern recognition (i.e. pre-processing, feature extraction and classification), is applied to different areas.

The classes of the course are divided between 2 weekly theoretical classes and 2 weekly laboratory classes of practical applications (MATLAB), where the students develop some classification algorithms and analysis the classification results. In each of the theoretical classes, the methods will be presented so that they can be understood and programmed at the same time.

Topics covered:

- Introduction to the Pattern Classification Problem
- Supervised Techniques based on Probability Density Function: Decision Theory, Bayesian Estimation, Maximum Likelihood Estimation.
- PCA (Principal Component Analysis) and Multidiscriminant Analysis. ICA (Independent Component Analysis)
- Supervised Non-Parametric Techniques: K-Nearest Neighbour, Linear Discriminant functions, Neural Nets, Three classifiers.
- Feature Selection: Cross Validation, Forward and backward Propagation.
- Unsupervised Techniques: K-Means Algorithm and Clustering (Iterative and hierarchical methods).
- Advanced techniques.

Management of telecommunication resources and networks

Lecturer: Prof. Joan Serrat-Fernandez
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: block **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Networking basics:

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage:

Contact: serrat@tsc.upc.es

Course objectives: Characterisation and modelling of physical and logical network entities for management purposes: techniques and tools. Understanding of Application-level protocols for network management. Use of Development techniques for management solutions. Study cases of Management of multidomain networks: architectures, management paradigms, and operation systems.

Topics covered:

- Introduction to the Manager-agent paradigm
- Distributed management principles and tools. CORBA and its impact on network management
- The TMN architecture. ITU-T principles and an implementation study case
- Policy based network management. The IETF model. Policy schemas
- Autonomous management
- Next Generation Operation Systems. The TMF approach
- SNMP network management based approach
- CMIP network management based approach
- WEB services as a tool for distributed network management
-

ARRAY PROCESSING AND SMART ANTENNAS

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. Miguel A. Lagunas, Dr.-Ing. Ana Pérez-Neira
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 4,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Signal processing (advanced) and Digital Communications
Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://www.cttc.es/publications/undergraduate/>
Contact: m.a.lagunas@cttc.es

Course objectives: The course covers the study of advanced front-end design for communications, location and navigation systems. The contents of the course are: Spatial diversity processing, Beamforming and multiplexing, Super-resolution in direction of arrival estimation, tracking beamformers, space-time processing and coding for MIMO wireless systems. Also several topics will be included for an in-depth understanding of radio communication systems which include spatial diversity processing.

Topics covered:

- Introduction to spatial diversity processing
- Narrowband and wideband beamforming with spatial and temporal reference, with emphasis on those applications based on spread spectrum as transport technology.
- Direction of arrival estimation, including beamforming based approaches, superresolution methods and maximum likelihood array processing.
- Adaptive beamforming.
- The beamforming/multiplexing tradeoff in wireless communications
- Tx-Rx (MIMO) processing. Flat and selective fading cases, with full and partial channel state information. Comparative study of objectives and design methods in terms of quality of service versus rate.
- Space-time coding: Block, Trellis and Recursive schemes.

Iterative Techniques for Optimal Detection in Coded Communications

Lecturer: Prof. Dr. Meritxell Lamarca and Jaume Riba
Institute/Department: Signal Theory and Communications (TSC)
University: UPC

Credits: 6,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** no **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: communication system basics, signal processing, information theory
Textbooks: Handouts, exercises and papers, available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://www.xell@gps.tsc.upc.es>
Contact: xell@gps.tsc.upc.es

Course objectives: This course addresses under a unified approach the design of iterative receivers based in the principles of soft processing (the “turbo principle”). The application of these techniques to the design of receivers capable of operating under very stringent conditions of SNR, co-channel interference and ISI is presented following the formalism of Maximum Likelihood (ML). The EM, Baum-Welch and BCJR algorithms are presented as particular instances of this general formulation.

Topics covered:

- Motivation, formulation and discussion of the iterative approach to ML detection based in soft-processing
- An analysis of the Bayesian formulation of the receiver stages (e.g. synchronisation, channel equalisation), emphasizing their insertion in an iterative receiver
- The presentation of the turbo codes and low-density-parity-check codes. The study of these channel codes will include the description of their main features and their decoding algorithms, that can be regarded as particular instances of the iterative approach described previously
- The analysis of the performance of these iterative receivers based on EXIT charts

Synchronization and High-Speed Modems

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. Ana Pérez-Neira, Prof. Dr.-Ing. Montserrat Nájjar

Institute/Department: Signal Theory and Communications

University: UPC

Credits: 4,5 ECTS

Language: English

Code: M-

Time: weekly

Tutorial: yes

Term: summer semester

Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: signal processing and communication system basics

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://gps-tsc.upc.es/array/>

Contact: anuska@gps.tsc.upc.es

Course objectives: The course covers different signal processing techniques for communications, specifically in the cross-layer designs. The synergies between data link level and physical level will be studied both for centralized and decentralized systems, but with special emphasis in ad-hoc and sensor networks. In these networks dynamic spectrum management comes out in a natural way, linking mobility and radio resource management. The course includes the study of estimation, detection and information theory for the study of the necessary synchronization and multiuser detection subsystems. In addition, signal acquisition and tracking will be reported as key for the location aspects in the mobility management.

Topics covered:

- Introduction to High-Speed Modems. Discrete digital transmission systems modelling: signal and data generation model (SIMO, MISO, MIMO), noise and interference measuring and generation, channel modelling (variant and invariant channels).
- Optimum reception according to the various criteria for quality: Bayesian detector, MLSE/Viterbi receiver, linear receivers, DFE, Desired truncated impulse response. Single user and multiple user receivers.
- Predistortion techniques at transmission: design with full CSI, without CSI and partial CSI (waterfilling and link adaptation). BER and capacity optimization criteria.
- Cross-Layer design in bursty channels: tools for optimization and modeling, multiple access communications (TDMA, FDMA, CDMA and SDMA), radio resource scheduling. Cellular and ad-hoc networks.
- Digital Synchronization techniques: ML principle, acquisition and monitoring of frequency and phase. Symbol error acquisition and monitoring. Overview of NDA studies. Synchronization in UWB systems. Synchronization and array processing. Location

- Study and application of the standard concepts: phone lines, DAB, DVB, ADSL, WLAN, P2P and sensor networks.

SPECTRAL ESTIMATION AND ADAPTIVE FILTERING

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. Montserrat Nájjar, Prof. Ing. Antonio Pascual
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: signal processing and communication system basics

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://gps-tsc.upc.es/array/>

Contact: najar@gps.tsc.upc.es

Course objectives: The course describes the major non-parametric and parametric techniques and models and its course in spectral density estimation, including 2-d procedures, non parametric de-noising, weak-signal and non-coherent signal enhancement. The natural extension towards time varying scenarios is provided by the description of major adaptive filtering procedures based in gradient, recursive least squares and sthocastic search.

Topics covered:

- Linear filtering and correlation
- Spatial and space-time processing.
- Signal acquisition and tracking.
- Estimation and equalization.

Learning From Data

Lecturer: Enric Monte Moreno
Institute/Department: TSC
University: UPC

Credits: 3,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-????
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: None

Textbooks: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, (2001). Springer-Verlag

Webpage:

Contact:

Course objectives: The course gives an overview of statistical models for classification, prediction and inference. Emphasis will be made on concepts and methods for finding structure from raw data.

Topics covered:

- Introduction to the problem of learning structure from data.
- Tools for adjusting a given functional form to observed data
- Detailed analysis of algorithms and structures of neural nets, classification trees, clustering and support vector machines.
- Application of each of the algorithms that have been studied to a specific problem, with real data.

Engineering Electromagnetics

Lecturer: Prof. Juan Manuel Rius et al.
Institute/Department: Teoria del Senyal i Comunicacions
University: UPC

Credits: 6,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-33413
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Basic Electromagnetism (electromagnetostatics, plane waves, etc.), vector analysis, differential and integral calculus.

Textbooks:

- 1) Advanced Engineering Electromagnetics, C.A. Balanis, John Wiley & Sons, 1989.
- 2) Antenas, A. Cardama et al., 2nd ed. 2002, edicions UPC, Barcelona (in Spanish).

Webpage: <http://www.tsc.upc.es/eef/>

Contact: rius@tsc.upc.es

Course objectives: Understanding the main concepts of electromagnetics that have application on key communication technologies like antennas, scattering, microwave circuits and optical fibers.

Topics covered:

- Maxwell equations and time-harmonic electromagnetic fields.
- Properties of matter
- Wave propagation, reflection and transmission in different media. Polarization.
- Construction of solutions of radiation and scattering equations
- Electromagnetic theorems and principles
- Guided propagation: transmission lines, waveguides and optical fibers
- Scattering and high-frequency asymptotic approximations
- Integral equations and method of moments
- Green's functions

Optical Remote Sensing

Lecturer: Dr. Francesc Rocadenbosch
Institute/Department: Signal Theory & Communications Dept.
University: UPC

Credits: 4,5 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Electromagnetics fundamentals

Textbooks: Class notes and exercises available on the lecturer webpage.

Webpage: <http://www.tsc.upc.es>

Contact: roca@tsc.upc.es

Course objectives: The course covers several topics for an in-depth understanding of optical remote sensing and related systems. The emphasis is on the physical processes and on the optical and electro-optical technologies involved. Last part of the course is devoted to several present-day applications, as atmospheric lidar (Light Detection And Ranging) systems, gas detection and concentration measurement, and other types of optically performed monitoring.

Topics covered:

INTRODUCTION TO OPTICAL REMOTE SENSING 1. Why? 2. How?

FUNDAMENTALS OF ACTIVE AND PASSIVE REMOTE SENSING 1. Examples of imaging and non-imaging radiometers. 2. Examples of lidar (backscatter, Doppler, Raman, DIAL,...)

BASIC MAGNITUDES 1. Revision (projected area, solid angle). 2. Energy, power and radiometric quantities (irradiance, exitance, radiant intensity, radiance, ...) 3. Types of targets and specific spectral dependency. 4. Properties of surfaces (emissivity, absorption, reflectivity).

ATMOSPHERIC LIGHT PROPAGATION 1. Natural radiation (solar radiation, Earth radiation, ...). 2. Atmospheric absorption and radiation. 3. Scattering mechanisms (Rayleigh, Mie). 4. Radiative equation. 5. Propagation of optical waves through atmospheric turbulence.

OPTICAL AND ELECTRO-OPTICAL SET-UPS 1. Optics (lenses and imaging, telescopes, spectral filtering, mirrors, polarizers, attenuators, fibers, beamsplitters, ...) 2. Lasers for ARS (Active Remote Sensing). 3. Detectors (thermal, photon, array detectors and CCD's, ...). 4. Electronic and signal processing (filtering, gated amplifier, photon counting, signal averaging,...)

APPLICATION 1. Types of radiometers (non-imaging, imaging, ...). 2. Types of lidar (elastic, Raman, DIAL, ...). 3. Spectroscopic remote-sensing optical systems. 4. Link budget and inversion methods.

Propagation and Radiowaves

Lecturer: Prof. Lluís Jofre, Prof. Angel Cardama
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 4.0 ECTS **Language:** English **Code:** M-xxxxx
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Electromagnetic Fields and Waves, Signals and Systems

Textbooks: 1) S. Simon R. Saunders, "Antennas and Propagation for wireless communication systems", John Wiley & Sons 1999

2) A. Cardama, L. Jofre, et al., "Antenas", Edicions UPC, Barcelona, 2002

Webpage: <http://www.tsc.upc.es/eef/>

Contact: jofre@tsc.upc.es, cardama@tsc.upc.es

Course objectives: Presentation of the principles and applications of propagation, radiation and antennas to communication systems. The terrestrial and satellite radio systems in both mobile and fixed contexts will be analyzed and the parameters of the radio channel will be considered. Special attention will be devoted to the physical mechanisms and to the whole system optimization concept.

Topics covered:

1. Introduction to radio communications
2. Properties of radiowaves
3. Propagation mechanisms
4. Antenna fundamentals
5. Polarization and diversity
6. Terrestrial fixed and mobile links
7. Satellite fixed and mobile links
8. Smart antennas and systems
9. Advanced and future developments

Radar

Lecturer: Prof. Dr Joan M O'Callaghan

Institute/Department: TSC

University: UPC

Credits: 6.0 ECTS

Language: English

Code: M-

Time: weekly

Tutorial: yes

Term: winter semester

Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Basics of signal processing, antennas and microwaves

Textbooks: Radar Principles. Nadav Levanon. John Wiley 1988.

Webpage:

Contact: joano@tsc.upc.es

Course objectives: The course covers the basics aspects of radar signals and systems.

Topics covered:

- Radar measurements: delay, range, doppler frequency and velocity
- Cross section of radar targets
- Radar detection
- Ground effects. Multipath and clutter
- The matched filter
- The ambiguity function
- The ambiguity function of basic signals
- Coded radar signals
- Accuracy of radar measurements
- Processing a coherent pulse train
- Moving target indicator (MTI)
- Constant false alarm rate (CFAR)

Remote Sensing

Lecturer: Prof. Antoni Broquetas, Associate Professor Adriano Camps, Associate Professor Francesc Rocadenbosch

Institute/Department: Department of Signal Theory and Communications

University: UPC

Credits: 6 ECTS

Language: English

Code: M-

Time: weekly

Tutorial: no

Term: spring semester

Evaluation: written exam (2 hours), laboratory and bibliographical report evaluation

Prerequisites: Remote sensing is a multi-disciplinary field oriented to Earth remote sensing applications that makes use of a wide range of technologies studied in Microwaves, Antennas, Optical Engineering, Radar, Signal Processing courses etc. For this reason, it is recommended to have taken these courses, or have notions on these topics. The lack of knowledge in any of these fields can be solved with the recommended basic bibliography.

Textbooks: Lecture Viewgraphs, Laboratory guide and exercises available on the lecture's webpage and published by the publication department.

Webpage: <http://biblioteca.upc.es/bustia/Intrabib.asp?IDAssig=691>

Contact: toni@tsc.upc.es

Course objectives: Provide the necessary knowledge to work in the development or use of airborne and spaceborne sensors for Earth remote sensing, or in the development of applications based in its use.

Topics covered:

1. Introduction
 - 1.1. Types of Remote Sensing Sensors
2. Airborne and spaceborne platforms. Space missions.
 - 2.1. Phases and mission segments.
 - 2.2. Types of orbit. Orbital parameters and perturbations.
 - 2.3. Polar orbits. Earth and Sun synchronism.
3. Cartographic projections. GIS systems
 - 3.1. The geoid: mathematical modeling of the Earth's surface
 - 3.2. Global and local ellipsoids
 - 3.3. Cartographic projections: Mercator and UTM
 - 3.4. Image integration in GIS systems
4. RADAR sensors
 - 4.1. Radar surface scattering
 - 4.2. Radar polarimetry. Calibration.
 - 4.3. Real aperture and synthetic aperture (SAR) radars
 - 4.4. SAR image reconstruction
 - 4.5. Geometrical correction and noise reduction in SAR images

- 4.6. Other sensors: scatterometers and altimeters
- 5. Optical and infrared sensors
 - 5.1. Atmospheric behavior
 - 5.2. Spectral signature of the materials
 - 5.3. Sensor technologies
 - 5.4. Hyperspectral processing and classification
 - 5.5. Geometric image correction
 - 5.6. Sample programs: NOAA, Meteosat, Landsat, SPOT, etc.
 - 5.7. Laser sensors (LIDAR) and applications
- 6. Microwave radiometers
 - 6.1. Radiation laws
 - 6.2. Brightness, apparent and brightness temperatures
 - 6.3. Total power and Dicke radiometers
 - 6.4. Calibration and applications
- 7. Image processing
 - 7.1. Quality parameters and its evaluation
 - 7.2. Geometric and radiometric distortions
- 8. The remote sensing sector
 - 8.1. Main agencies and organizations
 - 8.2. Users and work opportunity.

Advanced Radio Communication I

Lecturer: Dr.-Ing. J.J. Mallorqui, Dr.-Ing. J. O'Callaghan
Institute/Department: Dept. Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 6,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (1 hours)

Prerequisites:

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on ETSETB-Campus Digital webpage.

Webpage: <http://www.etsetb.upc.es>

Contact: mallorqui@tsc.upc.es

Course objectives: Radionavigation technologies, particularly satellite based ones such as GPS or the future Galileo system in Europe, are becoming widespread in the following sectors: telecommunications; transport by land, air and sea; public works, etc. This subject aims to provide future engineers with the plethora of technical knowledge needed to successfully develop positioning and navigation applications that cater for the needs of a user sector in full expansion.

Topics covered:

- I. Basic principles
- Introduction. Types of navigation. Mathematical models for representing the Earth. Propagation effects.
- II. Terrestrial systems
- Hyperbolic systems Loran C, Decca, Omega. Determination of direction. Air traffic support systems: Secondary radar, ILS, MLS, VOR, DME, TACAN.
- III. Satellite systems
- Orbits and geometry. Principles of satellite navigation Observables. Systems based on the Doppler effect. Transit, Cospass-SAR, Argos.
- Broadened spectrum signals. Navstar GPS and Glonass. Position determination. Errors and precision.
- GPS receivers. GPS-complementary sensors. Tracking with the Kalman filter. Augmentation systems: Differential systems and pseudosatellites.
- Integration with other systems. Intelligent transport systems (ITS). GNSS-1 systems and future constellations (Galileo).

SOFTWARE RADIO TECHNOLOGIES

Lecturer: Dr.-Ing. Antoni Gelonch, Dipl.-Ing. Xavier Revés
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 4,5 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites:

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage:

Contact:

Course objectives: The course provides an overview of the enabling technologies and trends in the new generation of wireless communications. Reconfigurability of the Radio Access Technologies (Terminals and Base Stations) is a key concept behind the Software Radio Technologies allowing for new paradigms in the exploitation of current mobile networks and in the internetworking among them

Topics covered:

Introduction: Software Radio concepts, 3G terminal/base station architectures, Beyond-3G standards overview and standardization activities, Ideal SDR definition and architecture, Realistic Radio Receivers Hardware/Software architecture, SDR markets and trends

RF Front-End: Receiver Design Considerations (Dynamic Range Issues and Calculation, Adjacent Channel Power Ratio; Image Rejection, Filtering, Frequency Translation); Transmitter Design Consideration (Power efficiency and Linearity), SDR Architectures (IF receivers, Analogue I-Q decomposition, Variable Pre-select Filters), SDR principles to antenna systems (Smart antenna architectures and performances)

Data Conversion in Software Radio: Importance of Data Converters in Software Radio, Digital conversion fundamentals, Sampling Rate and bandwidth, Converter Performance, Band-pass sampling, anti-alias filtering, Noise and spurious sources Quantization noise, Clock jitter and aperture uncertainty, Non-linearities, Converter Architectures (Flash and Sigma-Delta Converters), AD-DA Dynamic range, AD parameters (S/N, SFDR, SINAD, etc.) Digital-to-analog Converter specification, Dithering

Digital Front-end : Functionalities of the Digital Front-End; I-Q decomposition; Digital Up and Down Conversion (CORDIC algorithm, Subsampling), Digital NCOs, Multirate processing. Sample Rate conversion

Baseband Processing: Baseband Architectures, MIPS estimation for a 3G and beyond radio, Baseband Components (DSP, FPGA ,Re-configurable computing and processors, Adaptive Computing Machines - ACM); Design Tools

Software Engineering for SDR: Software architectures -Layered approach, Study Cases (JTRS- SCA, UML, CORBA, IDL), Real Time Operating Systems , Software and hardware languages , Open Base Station Architecture Initiative - OBSAI, Common Public Radio Interface - CPRI

SDR Network support: Protocol Stack Reconfiguration, Reconfiguration Management Software Download, QoS and SDR

Applications of Speech and Language Technologies

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. José Adrián Rodríguez Fonollosa
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 3,0 ECTS **Language:** English **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** winter semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: Speech Processing

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage: <http://www.talp.upc.es>

Contact: adrian@gps.tsc.upc.es

Course objectives: This course covers the technologies involved in the development of advanced speech applications. We will also cover both basic tools and large comprehensive platforms for building integrated systems. It includes an introduction to basic natural language technologies as text processing and their integration with speech technologies, as well as evaluation programs and activities to comparatively measure the technical performance and user-friendliness of spoken language dialogue systems. This course will teach participants how to implement a complete spoken language system while providing opportunities to explore research topics of interest in the context of a functioning system. The course will produce a complete implementation of a system to access news through voice only. The class will address the component activities of spoken language system building including task analysis and language design, application-specific acoustic and language modelling, grammar design, task design, dialog management, language generation and synthesis.

Topics covered:

- Speech understanding.
- Distributed systems
- Language generation
- Linguistic analysis, semantic processing and grammar design
- Dialogue management and dialogue systems
- Speech-to-speech translation
- Integration and evaluation.

Wireless Communication Systems

Lecturer: Dr.-Ing. Fernando Casadevall
Institute/Department: Signal Theory and Communications
University: UPC

Credits: 4,5 ECTS **Language:** Spanish **Code:** M-
Time: weekly **Tutorial:** yes **Term:** summer semester
Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites:

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage:

Contact:

Course objectives: The course provides an overview of the relevant characteristics of the new multimedia mobile communications systems, which are being currently deployed. These systems are based on advanced multiple access techniques such as W-CDMA, Frequency Hopping or hybrid multiple access protocols and they are designed for providing quality of service (QoS) in mobile environments when, among others, IP-based applications are used.

Topics covered:

INTRODUCCIÓN: Evolution of the data services for mobile communications, Multimedia mobile services, Technologies for supporting these services (WLAN; BLUETOOTH, GPRS, HSDSC, UTRAN)

BLUETOOTH: Main characteristics and performances, Network architecture and protocols, Air interface, Applications

Wireless Local Area Network - WLAN: Concept, Protocols stack, Integration with the Internet protocols, Wireless IP concept.

General Packet Radio System - GPRS: Concept and services provided. Network architecture: Interfaces, Air interfaces: Logical channels, coding schemes, multiplexing techniques, etc., Quality of Service in GPRS, Mobility and Service Management

UMTS Terrestrial Radio Access Network - UTRAN: Concept and services. Circuit switched versus packet switched. Network architecture, Protocol stack, Air interface for FDD and TDD modes: Logical channels, multiplexing techniques, coding schemes, transmission and receiving capabilities, etc...

Wireless IP Networks

Lecturer: Prof. Dr.-Ing. F. Casadevall, Dr.-Ing. R. Ferrús, Dr. Ing. L. Alonso

Institute/Department: Signal Theory and Communication

University: UPC

Credits: 4,5 ECTS

Language: English

Code: M-

Time: weekly

Tutorial: yes

Term: summer semester

Evaluation: written exam (2 hours)

Prerequisites: communication system basics

Textbooks: Lecture Notes and exercises available on the lecture's webpage.

Webpage:

Contact:

Course objectives: The course covers several topics related to the identification and analysis of the current advanced topics related to the marriage between IP and Wireless worlds. The course specifically introduce and describe in detail the main current wireless systems and technologies, as well as study advanced topics related to the management of IP Wireless networks.

Topics covered:

- Wireless Network Architectures: Cellular, WLAN, PAN, Ad-hoc and Heterogeneous networks
- Protocols in Wireless Systems: Control Plane and User Planes, MAC and RLC protocols, Network protocols, Transport protocols, IP and all-IP systems, Reconfigurable/Adaptive protocols
- Wireless System Description: 3 and 4G, WLAN, Bluetooth
- Radio Resource Management for QoS provision in IP Wireless Networks: Admission and Congestion Control, Scheduling Mechanisms, Power Control, Radio handover, Advanced topics (Energy Saving, Cross-Layer and Fuzzy-Logic Mechanisms)
- Mobility Management in Wireless IP networks: Definition, Micro and Macro Mobility, Network and Application level mobility solutions, Location and Handover Management.
- Heterogeneous Networks: Interworking Issues, Architectures for End-to-End QoS in multidomain scenarios, End-to-End procedures for QoS provisioning, Common Radio Resource Management (CRRM)
- Ad-Hoc Networks: MAC and Routing protocols, Power Control, QoS in Ad-hoc networks
- Applications over IP Wireless Systems. Platforms for service creation in 3G/4G systems (OSA, MExE), Service Enablers (Messaging, Browsing, Downloading, Multimedia Calls, Location services, etc.)

Master of Research in Information Technologies

ANNEX 2

- Relació de professorat

Barcelona, 17 de juny del 2004

Relació de coordinadors

Bertran Albertí, Eduard
Blanch Boris, Sebastià
Bonafonte Cavez, Antonio
Broquetas Ibars, Antoni
Cabrera Bean, Margarita
Camps Carmona, Adriano
Casadevall Palacio, Ferran
Delgado Penín, José Antonio
Jofre Roca, Lluís
Cardama Aznar, Angel
Junyent Giralt, Gabriel
Lagunas Hernández, Miguel A.
Lamarca Orozco, Meritxell
Mallorquí Franquet, Jordi
Miguel López, José M.
Monte Moreno, Enric
Moreno Bilbao, Asunción
O'Callaghan Castella, Joan
Olmos Bonafé, Joan Josep
Pagès Zamora, Alba Maria
Palà Schönwälder, Pere
Pérez Neira, Ana Isabel
Pradell Cara, Lluís
Riba Sagarra, Jaume
Rius Casals, Joan Manuel
Rocadenbosch Burillo, Francesc
Rodríguez Fonollosa, José Adrián
Soneira Ferrando, María José
Sala Álvarez, Josep
Salembier Clairon, Philippe Jean
Serrat Fernández, Joan
Torner Sabata, Lluís
Valenzuela González, Jose Luis
Vázquez/J.Fonollosa
Vidal Manzano, Josep

Curriculum

- **Javier Hernando**, M.S. (1988) and Ph.D. (1993) degrees in electrical engineering from Universitat Politècnica de Catalunya, UPC. Since 1988 he is with the Department of Signal Theory and Communications of the UPC, where he is the Associate Director for Academic Affairs. Member of UPC-TALP, Research Center for Language and Speech. His research interests include digital signal processing for robust spectral speech analysis, speech recognition, speaker verification and oral man-machine dialogue strategies. He has published about 80 book chapters, review articles and conference on these topics, and acts as a reviewer for leading scientific publications. Dr. Hernando received UPC 1993 Extraordinary Ph.D. Award. He was with the Panasonic Speech Technology Laboratory, Santa Barbara, CA, during the academic year 2002-03. He is involved in European research projects in the programmes IST, COST, ACTS, EUREKA and HCM.
- **Jordi Romeu**, M.S. and Ph.D. degrees in electrical engineering from Universitat Politècnica de Catalunya, UPC, Spain, in 1986 and 1991, respectively. In 1985, he joined the Photonic and Electromagnetic Engineering group, Signal Theory and Communications Department, UPC. Currently, he is Full Professor there, where he is engaged in research in antenna near-field measurements, antenna diagnostics, and antenna design. He was visiting scholar at the Antenna Laboratory, University of California, Los Angeles, in 1999, on a NATO Scientific Program Scholarship. He holds several patents and has published 28 refereed papers in international journals and 31 conference proceedings. Dr. Romeu was grand winner of the European IT Prize, awarded by the European Commission, for his contributions in the development of fractal antennas in 1998.
- **Ferran Marqués** received a degree on Electrical Engineering (1988) and a Ph.D. (1992) from the UPC, obtaining the Spanish Best Ph.D. award. From 1989 to 1990, he joined the LTS of the Swiss Federal Institute of Technology. In June 1990, he joined the Signal Theory and Communications Department at UPC where he is currently Full Professor. In 1991, he was with the SIPI at the University of Southern California. Thesis on Electrical Engineering Award-1992. He has led UPC participation in the RACE-2072 project *MAVT* (1994-1995), in the ACTS-AC098 project *MoMuSys* (1995-2000), the IST-1999-20502 project *Faethon* (2001-2003) and currently in the FP6-507609 Network of Excellence *SIMILAR*. He is author or co-author of 14 journal papers and more than 80 publications in international proceeding articles, 4 book chapters and 4 international patents. He is the current President of the European Association for Signal, Speech and Image Processing.
- **Ramón Agustí** (M'78) received this PhD in Telecommunication Engineering from the Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Spain, in 1978 and he became Full Professor in 1987. For the last fifteen years, has been mainly concerned with the mobile communication systems. He has published more than a hundred papers in these areas. He participated in the European program COST 231 and COST 259 as Spanish representative delegate as well as in the RACE, ACTS and IST European research programs. In this time he has also been advisor of Spanish and Catalan Governmental Agencies (DGTel, CICYT, ANEP and CIRIT) on issues concerning radio and mobile communications. He has published more than a hundred papers in

magazines and conferences. His actual research interest includes Radio Networks, Wireless Access Protocols, Radio Resources Management and QoS

- **Jose A. Delgado-Penín**, M.S. and Ph.D. degrees in electrical engineering by ETSIT-UPM (1968 and 1973) Spain. Communications and Signal theory Full Prof. at UPC in Barcelona from 1984. Pre- and Post doctoral expertise and research on topics related with HF and wireless communications, transmission systems digital simulation and HAPS/LAPS technologies. Participating in National and EU projects related with wireless communications. At the present, he participates in two NoE (Target and Newcom) and a “strep” project (Capanina) on the fields: systems design, broadband comms. and theoretical aspects of the propagation mitigation techniques(PMT). He is Chairperson of the IEEE Spain Section and held the IEEE Millenium Medal (2000).
- **Luis Jofre** received the M.Sc. and Ph.D. degrees in Electrical Engineering from the Technical University of Catalonia (UPC), Barcelona, Spain in 1978 and 1982, respectively. From 1979 to 1980 he was Research Assistant in the Electrophysics Group at UPC, where he worked on the analysis and near field measurement of antenna and scatterers. From 1981 to 1982 he joined the Ecole Superieure d’Electricite, Paris, France, where he was involved in microwave antenna design and imaging techniques for medical and industrial applications. In 1982, he was appointed Associate Professor at the Communications Department of the Telecommunication Engineering School at the UPC, where he became Full Professor in 1989. From 1986 to 1987, he was a Visiting Fulbright Scholar at the Georgia Institute of Technology, Atlanta, working on antennas, and electromagnetic imaging and visualization. From 1989 to 1994, he served as Director of the Telecommunication Engineering School (UPC), and from 1994-2000, as UPC Vice-rector for Academic Planning. From 2000 to 2001, he was a Visiting Professor at the Electrical and Computer Engineering Department, Henry Samueli School of Engineering, University of California. Since 2002 he is serving as Director of the Catalan Research Foundation. His research interests include antennas, electromagnetic scattering and imaging, and system miniaturization for wireless and sensing applications. He has published more than 100 scientific and technical papers, reports and chapters in specialized volumes.
-
- **Gabriel Junyent** received an M.S. degree (1973) in Telecommunications engineering from the Universidad Politecnica de Madrid, and Ph.D. degree (1979) from the Universidad Politecnica de Catalunya (UPC). Since 1989 he has been a full professor in the Signal Theory and Communications Department of UPC. He leads the Optical Communications Research Group and Advanced Broadband Communications Center of UPC. His current research interests include optical network architectures and optical system design.

Master of Research in Information Technologies

ANNEX 3

- Preus proposats

Barcelona, 17 de juny del 2004

CRITERIS PER A L'ESTABLIMENT DEL PREU PER CRÈDIT DELS MÀSTERS INTERNACIONALS UPC (Proves pilot)

Els màsters internacionals proposats per la UPC consten de 120 crèdits ECTS.

Atès que el Màster proposat per TSC té una clara orientació a la investigació, permetrà obtenir el DEA. En canvi, el Màster proposat per l'ETSETB té caràcter professional, permetent obtenir, a més del títol de Màster, el títol universitari oficial d'Enginyer de Telecomunicació.

Les alternatives per a la fixació d'un preu per aquests màsters són dos:

1. Equiparar el preu del crèdit al preu corresponent a un crèdit de primer i segon cicle actual, establint la correcció corresponent atenent al canvi d'unitat de mesura (1ECTS= 25-30 hores)

2. Equiparar el preu del crèdit al preu corresponent als crèdits de doctorat, en el cas del Màster de TSC, amb la correcció corresponent respecte de la unitat de mesura. En aquest cas, s'ha d'establir una diferenciació entre els crèdits de docència (equivalents als "core crèdits" del màster) i els crèdits de recerca ("concentration crèdits").

OPCIÓ 1: EQUIPARACIÓ AL PREU PÚBLIC DELS CRÈDITS DE 1r i 2n CICLE

El preu d'un crèdit dels estudis d'Enginyeria de Telecomunicació és de (preus 2003/2004, grau d'experimentalitat 4):	12,27 €
Número de crèdits que habitualment componen un segon cicle d'estudis homologats:	150
Cost dels crèdits en uns estudis homologats de segon cicle:	1.840,50 €
Número de crèdits ECTS de docència Màster ETSETB:	90
Preu per crèdit ECTS per equiparar-lo al preu dels estudis homologats:	20,45 €
Número de crèdits ECTS de la Tesis de Màster:	30
Preu crèdit ECTS de la tesis de Màster:	20,45 €
Cost dels crèdits del Màster ETSETB:	2.454,00 €

OPCIÓ 2: EQUIPARACIÓ AL PREU PÚBLIC DELS CRÈDITS DE DOCTORAT (TSC)

Preu del crèdit de docència del programa de doctorat de TSC:	53,69 €
Número de crèdits de docència de programa de doctorat de TSC:	20
Preu del crèdit de recerca del programa de doctorat de TSC:	68,19 €
Número de crèdits de recerca del programa de doctorat de TSC:	12
Cost dels crèdits del programa de doctorat de TSC:	1.892,08 €
Número de crèdits ECTS equiparables a docència Master TSC (core credits):	30
Preu crèdit ECTS equiparable a docència (idem màster ETSETB):	20,45 €
Número de crèdits equiparables a recerca Màster TSC (concentration credits):	60
Preu crèdit ECTS equiparable a recerca (+12,70%):	23,05 €
Número de crèdits de la tesis de Màster:	30
Preu crèdit ECTS de la tesis de Màster:	23,05 €
Cost dels crèdits del Màster TSC:	2.688,00 €

TAXES APLICABLES ALS MÀSTERS INTERNACIONALS

Aquest preus s'haurien d'ampliar amb l'import de les taxes:

Matricula (quadrimestral):	32,94 €
Documentació de matrícula (1 cop per cada matrícula):	4,35 €
Assegurança (anual. Preu aproximat):	30,00 €
Total taxes per quadrimestre:	50,12 €

NOTA: sobre aquests preus no s'ha comptabilitzat cap tipus de recàrrec per repetició.

L'import dels crèdits de docència s'ha calculat com el preu total dels crèdits d'uns estudis homologats de 2n cicle entre els 90 crèdits de docència del màster ETSETB