

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

Unitat responsable: 300 - EETAC - Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels  
Unitat que imparteix: 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions  
Curs: 2016  
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS/GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2015). (Unitat docent Obligatòria)  
GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2009). (Unitat docent Obligatòria)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català, Castellà

### Professorat

Responsable: Definit a la infoweb de l'assignatura.

Altres: Definit a la infoweb de l'assignatura.

### Capacitats prèvies

- Operativitat amb nombres complexos, matrius, variables i processos aleatoris.
- Anàlisi de senyals i sistemes, analògics i digitals, en el domini temporal i freqüencial. Anàlisi de Fourier.
- Operativitat tant en escala lineal com en escala logarítmica (dB).
- Coneixements bàsics de comunicacions, antenes, emissors i receptors.
- Teoria bàsica de teletràfic. Fórmules d'Erlang-B i Erlang-C.

### Requisits

Corequisit:  
- COMUNICACIONS SENSE FIL

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

7. CE 22 SIS. Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Genèriques:

5. ÚS EFICIENT D'EQUIPS I INSTRUMENTACIÓ - Nivell 2: Utilitzar correctament instrumental, equips i programari dels laboratoris d'ús específic o especialitzat, coneixent-ne les prestacions. Realitzar una anàlisi crítica dels experiments i resultats obtinguts. Interpretar correctament manuals i catàlegs. Treballar de manera autònoma, individualment o en grup, al laboratori.

Transversals:

1. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.



## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

6. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Metodologies docents

El curs combina les següents metodologies docents:

- Aprenentatge autònom: els estudiants treballaran els material d'autoaprenentatge a casa i reservant el lab. fora de l'horari de classe.
- Els estudiants desenvoluparan 4 projectes en equip on hauran d'organitzar la feina autònomament per aconseguir certes fites amb la guia del professor. Dins de les limitacions horàries del curs, es pretén un aprenentatge tan basat en projectes com sigui possible.
- Classes magistrals: part de les classes teòriques s'hauran de concentrar a l'inici del quadrimestre. Els projectes no s'iniciaran fins que els estudiants no disposin dels continguts teòrics necessaris.

Les competències genèriques abordades són:

#### CG3. Tercera lengua

CG3.1 Llegir i comprendre documents... Gran part de la bibliografia bàsica és en anglès i les especificacions d'equips i manuals de software del laboratori també ho són.

#### CG4. Comunicació eficaç oral i escrita

CG4.2 Escollir i utilitzar adequadament estratègies per (...) redactar textos i documents amb un contingut coherent, estructura i estil adequats, amb un bon ús de recursos gràfics i un bon nivell ortogràfic i gramatical. L'elaboració escrita d'informes tècnics de qualitat tindrà una especial rellevància en l'avaluació dels projectes. Els alumnes hauran de ser capaços de sintetitzar correctament els resultats de problemes complexos i situacions noves en una memòria final per projecte.

#### CG5. Treball en equip

CG5.1 Definir els objectius i regles de funcionament del grup (...). Tot i que existirà un guió de laboratori per marcar les tasques i fites a assolir. Els alumnes tindran un grau d'autonomia important com a grup. Especialment en els projectes on els grups són de 4/5 persones, la coordinació, repartiment de tasques i integració serà important per poder completar els objectius.

#### CG6. Ús eficaç dels recursos d'informació

CG6.2 Executar una bona estratègia de cerca avançada utilitzant recursos d'informació especialitzats, seleccionant la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat. Degut a la complexitat dels projectes, tots ells requereixen l'elaboració d'un estudi previ on la cerca avançada d'informació serà important. Els estudiants disposaran d'especificacions i manuals complexos d'on hauran de treure informacions concretes i rellevants a la feina a realitzar. L'èxit d'aquesta fase de cerca i la seva comprensió són condició sine qua non per a entendre i executar amb èxit els projectes. Per aquest motiu s'inclou un control inicial que permetrà o no començar amb la feina de laboratori.

#### CG7. Aprenentatge autònom

CG7.2 Aprenentatge guiat: Realitzar les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques proporcionades pel professorat, decidint el temps a invertir en cada tasca, incloent aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades (...). Aquest aspecte s'ha comentat en punts anteriors i s'aborda de manera natural en tot el mòdul de projectes de l'assignatura.

#### CG8. Utilització eficient d'equips i instrumentació

CG8.2 Utilitzar correctament l'instrumental, equips i programari dels laboratoris d'ús específic o especialitzats, coneixent les seves prestacions. Realitzar una anàlisi crítica dels experiments i resultats obtinguts. Interpretar correctament manuals i catàlegs. Treballar de forma autònoma, individualment o en grup, en el laboratori. LCSF és una assignatura de 3B on s'utilitzarà equipament i programari molt específic en l'àmbit de les comunicacions ràdio: software per al càlcul de cobertures i planificació de sistemes cel·lulars i de TV, medidors de camps TDT, generadors de senyals OFDM TDT, emuladors d'estacions base, programari per a mesures de propagació i adaptació de models, etc.

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

LCSF pretén proporcionar a l'estudiant una visió completa de la problemàtica que presenten els sistemes de comunicacions sense fils. No tan sols a partir d'un coneixement detallat de les particularitats del medi ràdio sinó també fent molt d'èmfasi en el disseny dels sistemes.

L'assignatura s'estructura en 4 grans mòduls amb una component teòrica i un projecte que duraran aproximadament un quart del quadrimestre en cada cas: (a) Propagació, (b) Enginyeria ràdio cel·lular, (c) Planificació de sistemes FDMA i CDMA, (d) Sistemes de radiodifusió (televisió digital). En acabar l'assignatura, l'estudiant ha de ser capaç de:

1. Caracteritzar el comportament estadístic del senyal ràdio (primer i segons moments) i modelar-lo per realitzar càlculs de cobertura i predir la probabilitat d'error en el bit. Ha de ser capaç de fer-ho teòricament i experimentalment a partir de campanyes de mesures. Diferenciar les particularitats de diferents entorns d'operació: urbà, rural, indoor, vies de comunicacions i túnels.
2. Explicar els avantatges dels desplegaments cel·lulars així com els principals procediments que els governen. Configurar experimentalment els paràmetres que regulen aquests procediments. Conèixer les característiques d'un equip estació base en explotació.
3. Dissenyar sistemes cel·lulars FDMA/TDMA per a aconseguir un cert grau de servei en termes de cobertura i probabilitat de bloqueig. S'hauran de saber executar tots els passos de planificació d'una xarxa a nivell teòric i amb eines informàtiques de planificació i simulació. Anàlogament, dissenyar sistemes CDMA tenint en compte els passos anteriors quan correspongui i les especificitats que aquesta tecnologia introdueix.
4. Ser capaç de fer dissenys senzills de sistemes digitals de broadcasting (televisió digital terrena, TDT o DVB) basats en OFDM. Ser capaç de mesurar amb equipament comercial i comprendre els efectes del canal ràdio sobre el senyal OFDM així com les estratègies per compensar-los. Comprendre les particularitats de la planificació en xarxes de freqüència única així com del procés d'ajust de retards interns de transmissió.

A més, gràcies a l'organització de l'assignatura en 4 projectes:

- L'estudiant adquirirà habilitats cooperatives i socials per al bon funcionament del treball en grup. Concretament, treballarà en grup per a la realització dels projectes contemplant totes les seves fases: planificació del projecte, cerca d'informació, tria de solucions, implementació, repartiment de tasques, integració de resultats, redacció de memòries tècniques i presentació, defensa i argumentació de les decisions emprades i resultats assolits en anglès.
- Aprendre a planificar i liderar un projecte i assumir responsabilitats dins del grup.
- Millorar la seva capacitat d'autoaprenentatge.
- Agilitat en la utilització dels equipaments del laboratori de comunicacions sense fils per calibrar, realitzar mesures, processar i analitzar les dades obtingudes.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	13h	8.67%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	29h	19.33%
	Hores activitats dirigides:	24h	16.00%
	Hores aprenentatge autònom:	84h	56.00%

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Continguts

- Presentació de l'assignatura	Dedicació: 0h 30m Classes teòriques: 0h 30m
<p>Objectius específics:</p> <p>Donar a conèixer a l'estudiant:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>· Els continguts de l'assignatura.</li><li>· Descripció dels projectes i pautes sobre el mode de funcionament dels grups.</li><li>· Establiment dels calendaris dels projectes en cada grup.</li></ul>	

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Caracterització del senyal ràdio

Dedicació: 34h

Grup gran: 2h 30m

Grup petit: 8h

Activitats dirigides: 6h

Aprenentatge autònom: 17h 30m

#### Descripció:

Caracterització del senyal ràdio

#### Activitats vinculades:

- A.1. Projecte A. Mesures ràdio en una banda ISM i ajust de models de propagació outdoor i amb cable radiant
- A.5. Estudi amb Matlab d'alguns dels models/fenòmens explicats a teoria.
- A.6. Examen teòric de mig quadrimestre.

#### Objectius específics:

En acabar aquesta secció l'alumne haurà de ser capaç de:

- Enumerar i comentar les principals característiques de la propagació del senyal en el medi radio, així com saber aplicar les principals tècniques i models de propagació per a estimar el seu abast en diferents entorns: outdoor (rural, urbà), indoor i túnels. Ha de ser capaç d'explicar les diferències entre els models d'espai lliure, terra plana, Egli, Okumura-Hata, Cost231-Hata i Cost231-Walfish-Ikegami. També les diferències entre el càlcul de pèrdues de difracció amb un obstacle i multiobstacle.
- Caracteritzar el comportament estadístic del senyal ràdio:
  - \* En presència de zones d'ombra (shadowing). Al final d'aquesta lliçó l'alumne ha de ser capaç de realitzar càlculs de cobertura a partir de qualsevol mètode de propagació i garantint una cobertura perimetral amb qualsevol grau de servei que es defineixi.
  - \* Analitzar amb eficàcia les conseqüències de l'efecte doppler:
    - A nivell temporal: Calcular el temps de coherència del canal, predir la presència d'esvaiements lents o ràpids. L'alumne haurà de ser capaç de diferenciar entre canals de tipus Rayleigh i Rice (vs. Gaussians) i els seus efectes sobre el senyal ràdio (mòdul i fase) i la probabilitat d'error en el bit. Haurà de ser capaç de trobar la distància mínima entre dues antenes per a garantir diversitat espacial.
    - A nivell freqüencial: Calcular la desviació en freqüència, i densitat espectral de potència d'acord al model de Jakes.
  - \* Analitzar amb eficàcia les conseqüències de la propagació multicami:
    - A nivell temporal: Interpretar un Power Delay Profile (PDP), seleccionar un model de 'taps' adient a l'entorn avaluat i calcular el delay spread. Haurà de saber preveure el tipus de resposta impulsional en diferents entorns (rural, urbà, muntanyós...).
    - A nivell freqüencial: Avaluar si el canal és selectiu o pla en freqüència. A partir del PDP haurà de saber trobar raonadament l'ample de banda de coherència.
- Enumerar els diferents passos que s'han de seguir en una campanya de mesures per ajustar correctament un model de propagació i proposar-ne alternatives minimitzant l'error quadràtic mig entre predicció i mesura. Entendre i aplicar el criteri de Lee per a l'eliminació del short-term fading. Ser capaç d'enunciar i calcular els principals factors de mèrit d'un model de propagació a partir de les mesures: moments de primer ordre de l'error mig, factor de correlació de Pearson, total hit rate, etc.
- Descriure les particularitats dels desplegaments amb cable radiant i calcular l'atenuació global. Interpretar correctament les especificacions d'aquests elements per a establir comunicacions en túnels i vies de comunicacions ferroviàries.

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

<p>- Enginyeria ràdio cel·lular</p>	<p>Dedicació: 31h            Classes teòriques: 2h            Classes laboratori: 7h            Treball autònom (no presencial): 16h            Activitats dirigides: 6h</p>
<p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· A.2. Projecte B. Utilització d'un emulador d'estació base per a estudiar els procediments d'enginyeria cel·lular.</li> <li>· A.6. Examen teòric de mig quadrimestre</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· L'alumne haurà de poder justificar els avantatges de fer desplegaments cel·lulars així com els principals procediments que els governen: hard i soft handover, control de potència en bucle obert i tancat, intern o extern, procediment de paging, la necessitat d'àrees de localització/routing/tracking, timing advance, control d'admissió i congestió, etc.</li> <li>· Haurà de poder utilitzar amb solvència un equip emulador d'estació base de telefonia mòbil per a:           <ul style="list-style-type: none"> <li>* Executar part dels anteriors processos i entendre la seva resposta davant de modificacions dels paràmetres de configuració.</li> <li>* Verificar els processos típics dels sistemes de comunicacions cel·lulars.</li> <li>* Entendre les particularitats de funcionament del sistema amb tecnologia d'accés FDMA/TDMA.</li> <li>* Configurar patrons de salt en freqüència per a combatre els esvaiements profunds i les interferències.</li> </ul> </li> </ul> <p>Justificar el seu impacte sobre la probabilitat d'error en el bit amb diferents graus de codificació de canal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ser capaç de fer servir comandes AT per la configuració de DTEs i automatitzar les comunicacions dels mateixos.</li> <li>* Conèixer de quina manera aquests equips es fan servir per a l'homologació de terminals:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Haurà de ser capaç de visualitzar i analitzar les màscares de potència i calcular temps de power ramping</li> <li>- Visualitzar el senyal ràdio mitjançant l'analitzador d'espectres integrat.</li> <li>- Establir bucles per al càlcul d'errors en el bit amb diferents graus de codificació de canal.</li> <li>- Ajustar la potència de transmissió en els dos enllaços de la comunicació per a que estiguin balancejats i la cobertura sigui simètrica.</li> </ul> </li> </ul>	

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

<p>- Enginyeria dels sistemes TDMA/FDMA</p>	<p>Dedicació: 37h</p> <p>Classes teòriques: 3h Classes laboratori: 7h Treball autònom (no presencial): 21h Activitats dirigides: 6h</p>
<p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· A.3. Projecte C. Planificació d'un sistema ràdio FDMA/TDMA.</li> <li>· A.6. Examen teòric de mig quadrimestre</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· L'alumne haurà de ser capaç de dissenyar sistemes cel·lulars FDMA/TDMA per a aconseguir un cert grau de servei en termes de cobertura i probabilitat de bloqueig. S'hauran de saber executar tots els passos de planificació d'una xarxa a nivell teòric i amb una eina software de planificació i simulació:             <ul style="list-style-type: none"> <li>* Balanç de l'enllaç: Haurà de ser capaç de calcular marges per esvaïments amb estadística log-normal, identificar l'enllaç limitant, dominar les diferències entre balanços a diferents entorns (urbans, rurals, vies de comunicacions, consideracions indoor i desplegaments en túnels) i per a diferents serveis. Calcular el nombre de nodes necessaris per a donar servei en una àrea objectiu.</li> <li>* Càlcul de tràfic per a garantir una certa probabilitat de bloqueig: Definir els paràmetres principals del diferents tipus de tràfic i serveis a transmetre, realitzant càlculs de capacitat i dimensionar els recursos radio necessaris. Ser capaç de corregir el nombre de nodes establerts per la condició de potència, per tal de complir també amb la condició de capacitat.</li> <li>* Dimensionament de canals de control.</li> <li>* Càlcul d'interferències. Haurà de saber calcular la CIR en desplegaments cel·lulars hexagonals i vies de comunicació i demostrar com procedir amb els càlculs reals amb eines comercials.</li> <li>* Elecció d'equips a partir d'especificacions per aconseguir els criteris de qualitat del disseny.</li> <li>* Planificació freqüencial. Ser capaç de trobar el factor de reus en les fases preliminars de la planificació, conèixer les seves limitacions i entendre la necessitat de fer servir metaheurístiques. Introducció a la coordinació freqüencial internacional.</li> </ul> </li> </ul>	



## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

<p>- Enginyeria dels sistemes CDMA</p>	<p>Dedicació: 24h</p> <p>Classes teòriques: 2h Treball autònom (no presencial): 16h Activitats dirigides: 6h</p>
<p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· A.7. Examen teòric final.</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <p>Al final d'aquesta secció l'estudiant ha de saber explicar els principals elements que influeixen en la planificació dels sistemes CDMA i l'efecte que aquests tenen sobre la capacitat del sistema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Apart de tots els passos comuns amb els sistemes FDMA/TDMA, haurà de ser capaç de considerar les especificitats que aquest mecanisme d'accés introdueix: <ul style="list-style-type: none"> <li>* Novetats en balanç de l'enllaç: Càlculs de factors de càrrega. Iteracions en el balanç de potència per quadrar capacitat i cobertura del sistema. Ser capaç d'estimar el guany per soft handover. Paper del marge per esvaïments profunds i relació amb el control de potència.</li> <li>* Realitzar càlculs de capacitat limitada per interferència uplink, potència downlink, ocupació de codis, channel elements i capacitat dels circuits de backhaul. Explicar el concepte de regió d'admissió i calcular-la per diferents configuracions de les condicions anteriors. Ser capaç de realitzar càlculs per identificar la necessitat d'introduir una portadora twin o codis de scrambling addicionals que permetin un segon arbre de codis de channelization.</li> <li>* Ocupació de codis per part dels canals de control.</li> <li>* Càlcul de interferència intracel·lular i relació amb la intercel·lular mitjançant el Factor de Geometria.</li> </ul> </li> <li>· S'ha de saber justificar la necessitat d'un control de potència acurat i la problemàtica que resol.</li> <li>· Tanmateix ha de distingir entre famílies de codis d'eixamplament en funció de les seves propietats d'ortogonalitat i proposar el seu ús en la situació correcta.</li> </ul>	
<p>- Introducció a l'enginyeria dels sistemes de radiodifusió. Televisió Digital Terrestre</p>	<p>Dedicació: 23h 30m</p> <p>Classes teòriques: 3h Classes laboratori: 7h Treball autònom (no presencial): 13h 30r</p>
<p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· A.4. Projecte 4. Anàlisi experimental del senyal OFDM al medi ràdio.</li> <li>· A.7. Examen teòric final.</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <p>Els objectius d'aquest mòdul són:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Ser capaç de fer dissenys senzills de sistemes digitals de broadcasting (televisió digital terrena, TDT o DVB) basats en OFDM.</li> <li>· Ser capaç de mesurar amb equipament comercial i comprendre els efectes del canal ràdio sobre el senyal OFDM així com les estratègies per compensar-los.</li> <li>· Explicar les particularitats de la planificació en xarxes de freqüència única així com del procés d'ajust de retards interns de transmissió</li> </ul>	

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Planificació d'activitats

<p><b>PROJECTE 1. CARACTERITZACIÓ DE L'ATENUACIÓ RÀDIO MITJANÇANT MODELS DE PROPAGACIÓ.</b></p>	<p>Dedicació: 14h Grup petit: 7h Aprentatge autònom: 7h</p>
<p><b>Descripció:</b> Es tracta d'un dels quatre projectes de l'assignatura. Concretament, és el nucli del mòdul de propagació. El projecte constarà de dues parts: propagació outdoor amb mesures pel campus i propagació amb cable radiant.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la primera part els alumnes hauran de fer servir software comercial per realitzar mesures, posteriorment processar-les en Matlab, ajustar models de propagació existents i proposar-ne de nous mitjançant anàlisi de regressió (minimització de l'error quadràtic mig).</li> <li>2. La segona part serà un estudi comparatiu de la solució de cable radiant versus antenes convencionals</li> </ol> <p><b>Material de suport:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Software de mesura.</li> <li>· Software desenvolupat en Matlab per importar les mesures i facilitar el seu processat</li> <li>· Especificacions dels equips emissors, antenes i cable radiant.</li> <li>· Guió del projecte i objectius</li> </ul> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· El grup només podrà realitzar la part experimental si supera un test sobre els continguts teòrics necessaris per a realitzar el projecte i sobre el seu contingut.</li> <li>· En finalitzar haurà de redactar una memòria basada en l'índex d'objectius del projecte.</li> <li>· El pes total de cada projecte serà d'un 15% = 2.5% (primera nota del test) + 12.5% (memòria).</li> </ul> <p><b>Objectius específics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· El primer objectiu d'aquest projecte es que l'alumne aprengui els passos que s'han de seguir en una campanya de mesures per ajustar correctament un model de propagació existent.</li> <li>· Tanmateix haurà de ser capaç de proposar-ne alternatives mitjançant tècniques de regressió i minimitzant l'error quadràtic mig entre predicció i mesura. Haurà de processar amb solvència les mesures capturades i ser capaç d'enunciar i calcular els principals factors de mèrit d'un model de propagació a partir de les mesures: moments de primer ordre de l'error, factor de correlació de Pearson, total hit rate, etc</li> <li>· A partir de l'observació experimental, l'alumne haurà de poder identificar les tres grans components que governen el comportament del senyal al medi ràdio (atenuació mitja, i esvaïments a llarg i curt termini). Haurà de saber aplicar el criteri de Lee i també caracteritzar estadísticament els esvaïments a llarg termini per utilitzar les conclusions en el disseny de sistemes.</li> <li>· Un segon objectiu és que l'estudiant es familiaritzi amb software habitual de mesura en entorns de xarxes d'àrea local sense fils.</li> <li>· L'estudiant haurà de poder explicar les prestacions d'un cable radiant en termes de propagació i desplegament de sistemes ràdio versus la propagació amb antenes clàssiques, així com predir el seu abast en un sistema de comunicacions complet.</li> </ul>	
<p><b>PROJECTE 2. UTILITZACIÓ D'UN EMULADOR D'ESTACIÓ BASE PER A ESTUDIAR ELS PROCEDIMENTS D'ENGINYERIA CEL·LULAR.</b></p>	<p>Dedicació: 14h Grup petit: 7h Aprentatge autònom: 7h</p>

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Descripció:

Es tracta d'un dels quatre projectes de l'assignatura. Concretament, és el nucli del mòdul d'enginyeria cel·lular ràdio. Els estudiants faran servir 3 emuladors d'estacions base per a experimentar amb els diferents processos explicats al mòdul d'enginyeria ràdio cel·lular

### Material de suport:

- Especificacions dels terminals amb comandes AT
- Manual de Netmonitor de Nokia
- Manual de l'emulador d'estació base
- Guió del projecte i objectius

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Veure projecte 1

### Objectius específics:

- L'alumne ha de ser capaç de fer servir l'equipament avançat del laboratori de CSF/LCSF amb solvència per a aconseguir els objectius experimentals del segon tema.

### PROJECTE 3. PLANIFICACIÓ D'UN SISTEMA RÀDIO FDMA/TDMA

Dedicació: 14h  
Grup petit: 7h  
Activitats dirigides: 7h

### Descripció:

Es tracta d'un dels quatre projectes de l'assignatura. Concretament, és el nucli del mòdul de planificació. L'estudiant ha de fer la planificació d'un sistema fent ús d'eines de simulació. El desplegament serà sobre una zona de Catalunya i com a mínim es consideraran tres entorns: urbà, rural i vies de comunicacions. Haurà de ser capaç d'executar totes les etapes de disseny d'un enginyer de planificació ràdio pel cas FDMA/TDMA.

### Material de suport:

- Especificacions d'equips, antenes.
- Documents de la CMT sobre penetracions de servei i quotes de mercat.
- Balanç de potències de referència per calibrar el que han de preparar els estudiants.
- Manual de l'eina comercial de planificació i tutorial amb els primers passos.
- Guió del projecte i objectius

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Veure projecte 1

### Objectius específics:

Són directament el segon punt del tercer mòdul de continguts

### PROJECTE 4. ANÀLISI EXPERIMENTAL DEL SENYAL OFDM AL MEDI RÀDIO.

Dedicació: 14h  
Grup petit: 7h  
Aprentatge autònom: 7h

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Descripció:

Es tracta d'un dels quatre projectes de l'assignatura. Concretament, complementa el tema de modulacions avançades de l'assignatura CSF i el mòdul d'enginyeria ràdio en sistemes de broadcasting. Amb instrumentació de laboratori professional (generadors i analitzadors d'ús específic), l'estudiant realitzarà un estudi experimental avançat del senyal OFDM del sistema de televisió digital terrena (TDT).

### Material de suport:

- Especificacions d'equips, antenes.
- Guió del projecte i objectius

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Veure projecte 1

### Objectius específics:

Són directament els del quart mòdul de continguts.

### AVALUACIÓ DEL COMPORTAMENT DEL MEDI RÀDIO AMB MATLAB

Dedicació: 2h 30m  
Activitats dirigides: 0h 30m  
Aprentatge autònom: 2h

### Descripció:

L'alumne experimentarà i avaluarà les variacions de comportament per diferents paràmetres d'entrada realistes.

- Impacte de la separació d'antenes en un entorn de terra plana.
- Densitat espectral de potència del senyal en un entorn amb doppler.
- Representació fasorial i esvaïments selectiu sen freqüència en un entorn amb doppler.

### Material de suport:

Scripts ja programats en Matlab

### Objectius específics:

Afermar els coneixements teòrics del mòdul de propagació.

### EXAMEN DE MIG QUADRIMESTRE

Dedicació: 1h 30m  
Grup gran: 1h 30m

### Descripció:

Activitat d'avaluació

### EXAMEN FINAL

Dedicació: 1h 30m  
Grup gran: 1h 30m

### Descripció:

Activitat d'avaluació

## 300038 - LCSF - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

### Sistema de qualificació

S'aplicaran els criteris d'avaluació definits a la infoweb de l'assignatura.

### Normes de realització de les activitats

· En finalitzar el projecte, el grup haurà de redactar una memòria basada en l'índex d'objectius, en alguns casos el projecte serà més guiat. Tanmateix s'haurà de redactar una autoanàlisi del grup. Ambdós documents s'entregaran dins dels límits temporals establerts, en cas contrari s'avaluarà amb la qualificació 0.

### Bibliografia

#### Bàsica:

Goldsmith, A. Wireless communications. New York: Ed. Cambridge University Press, 2005. ISBN 9780521837163.

Hernando Rábanos, José María. Transmisión por radio. 6ª ed. Madrid: Ed. Centro de Estudios Ramon Areces, 2008. ISBN 9788480048569.

Lee, William C.Y. Mobile communications design fundamentals. 2nd ed. New York: Ed. John Wiley & Sons, 1993. ISBN 0471574465.

Sallent Roig, Oriol; Valenzuela González, José Luís; Agustí Comes, Ramon. Principios de comunicaciones móviles [Recurs electrònic] [en línia]. Barcelona: Ed. UPC, 2003 [Consulta: 04/03/2015]. Disponible a: <<http://hdl.handle.net/2099.3/36768>>. ISBN 9788498802566.

Lee, William C. Y. Mobile communications design fundamentals [Recurs electrònic] [en línia]. 2nd ed. New York: Ed. John Wiley & Sons, 1993. Disponible a: <<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/9780470930427>>. ISBN 9780470930427.

#### Complementària:

Mishra, A. Advanced cellular network planning and optimisation. Chichester: Ed. John Wiley, 2007. ISBN 97804700174714.