

## Guia docent

### 230689 - WLAB - Laboratori de Comunicacions Sense Fil

Última modificació: 11/04/2025

|                              |                                                                                                                                                                                                 |                        |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>Unitat responsable:</b>   | Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona                                                                                                                            |                        |
| <b>Unitat que imparteix:</b> | 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.                                                                                                                                   |                        |
| <b>Titulació:</b>            | MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2013). (Assignatura optativa).<br>MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa). |                        |
| <b>Curs:</b> 2025            | <b>Crèdits ECTS:</b> 5.0                                                                                                                                                                        | <b>Idiomes:</b> Anglès |

#### PROFESSORAT

|                                 |                                                                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Professorat responsable:</b> | ANNA UMBERT JULIANA                                                                 |
| <b>Altres:</b>                  | Primer quadrimestre:<br>RAMON ANTONIO FERRUS FERRE - 11<br>ANNA UMBERT JULIANA - 11 |

#### CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics de comunicacions sense fils

#### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

##### Específiques:

CE1. Capacitat per aplicar mètodes de la teoria de la informació, la modulació adaptativa i codificació de canal, així com tècniques avançades de processat digital del senyal als sistemes de comunicacions i audiovisuals.

CE3. Capacitat per implementar sistemes per cable, línia i satèl·lit en entorns de comunicacions fixes i mòbils.

CE2. Capacitat per desenvolupar sistemes de radiocomunicacions: disseny d'antenes, equips i subsistemes, modelat de canals, càlcul d'enllaços i planificació.

##### Transversals:

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

#### METODOLOGIES DOCENTS

- Treball preparatori per familiaritzar-se amb els temes a tractar. Aquest treball es realitza abans d'assistir a sessions de laboratori. Treball individual. Aquest treball no s'avalua.
- Treball de laboratori per familiaritzar-se amb els equips i les eines. Aquest treball es recolza mitjançant tutorials i manuals. Treball en equip. Aquest treball no s'avalua.
- Treball de laboratori per resoldre diversos casos d'estudi en diferents àrees. Treball en equip. Es lliura un informe per a cada cas d'estudi analitzat. Aquest treball s'avalua.
- Examen final. Examen general realitzat al final del semestre. Cobreix els punts tractats durant els casos d'estudi. Treball individual.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura:

L'objectiu d'aquest curs és capacitar els estudiants en tecnologies sense fils mitjançant l'ús d'eines de planificació i optimització, eines de drive-test, eines de ràdio-testers, o plataformes de simulació de comunicacions sense fils. Al final del curs, l'estudiant ha de ser capaç de mesurar els paràmetres més rellevants de les xarxes d'accés de ràdio i avaluar les prestacions dels sistemes de comunicacions mòbils, amb especial èmfasi en les tecnologies LTE i 5G.

Resultats d'aprenentatge de l'assignatura:

- Adquirir un coneixement pràctic dels conceptes i tecnologies de les comunicacions mòbils.
- Desenvolupar la capacitat d'identificar, analitzar i resoldre problemes d'enginyeria en el context dels sistemes de comunicacions mòbils.
- Desenvolupar la capacitat de concebre, planificar i dur a terme simulacions numèriques i activitats de proves en entorns controlats i/o reals, inclosa l'avaluació crítica dels resultats.
- Adquirir experiència pràctica sobre l'ús d'eines professionals per a la planificació, el disseny i l'anàlisi del rendiment de sistemes de comunicacions mòbils.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

| Tipus                      | Hores | Percentatge |
|----------------------------|-------|-------------|
| Hores grup petit           | 39,0  | 31.20       |
| Hores aprenentatge autònom | 86,0  | 68.80       |

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### Introducció al curs

**Descripció:**

- Presentació de les diferents àrees
- Organització del laboratori (equips, eines, ubicació,?)
- Grups i horaris

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 2h

## Àrea#1. Planificació i optimització de xarxes mòbils

### Descripció:

Dissenyar i avaluar el rendiment d'un desplegament de xarxa d'accés ràdio 4G/5G en una àrea determinada.

Aspectes tractats:

- Ús d'informació geogràfica (models de terreny digital, classes de clústers, mapes d'edificis, etc.)
- Modelització de serveis i tràfic (requisits de prestacions del servei, densitat de subscriptors, etc.)
- Selecció de capacitats tecnològiques (amplada de banda del canal, banda de freqüència, CA, MIMO, beamforming, etc.)
- Configuració de la infraestructura (desplegament del lloc/transmissor, cèl·lules macro/petites, tipus d'antena)
- Avaluació de les prestacions (model de propagació, balanç de l'enllaç, anàlisi de cobertura, anàlisi de capacitat, etc.)
- Optimització de la xarxa (per exemple, paràmetres del transmissor, com ara inclinació de l'antena, azimuth, altures)

Casos d'estudi:

- Desplegament de xarxes en una zona rural / suburbana de Catalunya
- Desplegament de xarxes en una zona urbana de Barcelona

**Dedicació:** 40h

Grup petit/Laboratori: 12h

Aprenentatge autònom: 28h

## Àrea#2. Proves de xarxes mòbils

### Descripció:

Realitzar mesures i proves per a l'anàlisi i caracterització de procediments i prestacions d'una xarxa comercial a la zona del Campus Nord.

Aspectes tractats:

- Capacitats de control de les eines de MNT (Mobile Network Testing). Informació extreta (identificadors, canals, nivell de senyal, qualitat, veïns de la cel·la, senyalització, etc.)
- Proves/configuració de la campanya de mesures (per exemple, proves de trucades, proves de transferència de dades, proves en mode inactiu, etc.)
- Anàlisi dels fitxers de mesures amb eines de post-processament (visualització de dades, extracció d'estadístiques, etc.)

Casos d'estudi:

- Anàlisi de procediments de senyalització en una xarxa comercial en directe (connexió de xarxa, establiment de sessió, transferència, trucada de veu, etc.)
- Caracterització de les ubicacions de les cel·les i paràmetres operatius clau d'una xarxa comercial (identitats de cel·la detectades, freqüències utilitzades, cel·les, funcions compatibles, etc.)
- Avaluació de les prestacions dels serveis en una xarxa comercial (per exemple, les taxes de transferència de dades en l'enllaç ascendent i descendent en diferents ubicacions del campus i forçant diferents tecnologies d'accés ràdio).

**Dedicació:** 40h

Grup petit/Laboratori: 12h

Aprenentatge autònom: 28h

### Àrea#3. Simulacions de rendiment de la interfície ràdio

**Descripció:**

Simulació i avaluació del rendiment de les formes d'ona 4G/LTE i 5G/NR.

Aspectes tractats:

- Generació i anàlisi de les formes d'ona de ràdio
- Estructures de transmissió temps-freqüència
- Canals físics i senyals de referència
- Simulacions de la capa d'enllaç i avaluacions de rendiment
- Modes de transmissió amb diverses antenes (Transmit Diversity, Spatial Multiplexing)
- Adaptació d'enllaços, operació de programació

Casos d'estudi:

- Simulació de la interfície 4G/LTE
- Simulació de la interfície 5G/NR

**Dedicació:** 40h

Grup petit/Laboratori: 12h

Aprenentatge autònom: 28h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen Final: 15%

Treball de laboratori (informes casos d'estudi): 75%

Avaluació de la participació (assistència, actitud...): 10%

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Holma, Harri; Toskala, Antti. LTE for UMTS : evolution to LTE-Advanced. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley, 2011. ISBN 9780470660003.
- Chris Johnson. Long Term Evolution in Bullets. 2nd edition. Createspace, 2012. ISBN 9781478166177.

**Complementària:**

- Agustí Comes, Ramon. LTE : nuevas tendencias en comunicaciones móviles. [S.l.]: Fundación Vodafone, 2010. ISBN 8493474045.
- Sallent Roig, Oriol; Pérez Romero, Jordi. Fundamentos de diseño y gestión de sistemas de comunicaciones móviles celulares [en línia]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2014 [Consulta: 15/09/2015]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36630>. ISBN 9788498804812.