

# Pla Docent: Comunicacions Mòbils



## Guia docent Programació d'activitats

**Curs acadèmic:** 2012/2013

**Trimestre:** Primer

**Nom de l'assignatura:** Comunicacions Mòbils

**Codi de l'assignatura:** 21731

**Estudis:** Grau en Enginyeria Telemàtica

**Nombre de crèdits ECTS:** 4 ECTS

**Nombre total d'hores de dedicació:** 100

**Temporalització:**

Curs: Tercer

Tipus: Trimestral

Període: Primer Trimestre

**Professorat:** Angel Lozano i David Morales

**Grup:** T1

---

# Guia Docent

## 1. Dades descriptives de l'assignatura

- **Curs acadèmic:** 2012/2013
- **Nom de l'assignatura:** Comunicacions Mòbils **Codi:** 21731-21468
- **Tipus d'assignatura:** Obligatoria
- **Titulació / Estudis:** Grau en Enginyeria Telemàtica (Obligatòria) i Grau en Enginyeria Informàtica (Optativa)
- **Nombre de crèdits ECTS:** 4
- **Nombre total d'hores de dedicació a l'assignatura:** 100 h
- **Temporalització:**
  - Curs: 3er curs
  - Tipus: trimestre
  - Període: 1r trimestre
- **Coordinació:** Angel Lozano
- **Departament:** Departament de Tecnologies de la Informació i les Comunicacions
- **Professorat:** Angel Lozano i David Morales
- **Departament:** Departament de Tecnologies de la Informació i les Comunicacions
- **Grup:** T1
- **Llengua de docència:** Anglès, Català i Castellà
- **Edifici on s'imparteix l'assignatura:** Edifici 52
- **Horari:**
  - Dimarts 10:30 – 12:30
  - Dijous 12:30 – 14:30
  - Divendres 8:30 – 10:30

## 2. Presentació de l'assignatura

L'assignatura *Comunicacions Mòbils* és una assignatura obligatòria (21731) que s'ofereix del Grau en Enginyeria Telemàtica de la Universitat Pompeu Fabra. És també una assignatura optativa (21468) pel Grau en Enginyeria Informàtica. Consta de 4 crèdits ECTS i s'imparteix al primer trimestre del tercer curs acadèmic.

Com la resta del grau, aquesta assignatura ha estat dissenyada seguint una metodologia adaptada al nou Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), on l'aprenentatge gira al voltant de l'estudiant. El principal objectiu d'aquest disseny és implicar a l'estudiant de forma sostinguda en el desenvolupament de l'assignatura mitjançant la pràctica contínua i l'estudi individual com complements imprescindibles a les classes magistrals. Un alt nivell d'implicació és fonamental per assolir els coneixements mínims que es requereixen.

Tot el material docent està preparat en Anglès, i les classes magistrals també s'impartiran parcialment en Anglès.

*Comunicacions Mòbils* té com objectiu principal la comprensió dels conceptes bàsics en l'anàlisi, el disseny, i el funcionament dels sistemes de comunicacions sense fils. L'assignatura abasta aquests sistemes en tota la seva diversitat, però molt especialment es centra en els sistemes cel·lulars de comunicació mòbil com a eix conductor. Aquests sistemes han assolit, en pocs anys, tasses de penetració sense precedents en la història de la tecnologia, i s'han convertit en eines indispensables pels ciutadans i per les institucions.

La assignatura descansa, en bona mesura, en coneixements impartits en altres assignatures de primer i segon curs. Específicament, hi ha una estreta relació amb *Principis de Telecomunicació* (1er curs), *Sistemes de Comunicació* (2on curs), *Probabilitat i Processos Estocàstics* (2on curs), *Senyals i Sistemes* (2on curs), i *Transmissió de Dades i Codificació* (2on curs).

El material teòric, agrupat en una sèrie de temes, representa la base de les classes magistrals, però un component igualment rellevant en l'assignatura és la resolució d'exercicis, que suposa una part important del treball individual de l'alumne fora de l'aula, i que s'avaluaran conjuntament a les sessions de seminari. A més a més, durant les sessions pràctiques es portarà a terme un projecte que exigirà als alumnes el desenvolupament de treball en equip i la implementació de molts dels coneixements adquirits.

### 3. Competències a assolir en l'assignatura

| Competències generals                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Competències específiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Instrumentals</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Resolució de problemes</li> <li>2. Habilitat de cerca i gestió de la informació</li> <li>3. Capacitat d'anàlisi i síntesi</li> <li>4. Coneixement d'una segona llengua (en aquest cas l'Anglès)</li> </ol> <p><b>Interpersonals</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Capacitat crítica i autocrítica</li> <li>6. Capacitat de treball en equip</li> </ol> <p><b>Sistèmiques</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Capacitat d'aplicar els coneixements a la pràctica</li> <li>8. Capacitat per progressar en els processos de formació i aprenentatge de manera autònoma i contínua</li> <li>9. Capacitat de motivació per la qualitat i per l'assoliment</li> <li>10. Capacitat de generació de noves idees</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitat de construir, explotar i gestionar les xarxes, serveis, processos i aplicacions de telecomunicacions</li> <li>2. Capacitat per aplicar les tècniques en què es basen les xarxes telemàtiques, en particular els sistemes de senyalització en entorns mòbils amb diferents amplituds de banda, incloent telefonia i dades.</li> <li>3. Capacitat per dissenyar i executar simulacions per ordinador, així com d'interpretar els resultats</li> <li>4. Capacitat per utilitzar programes de processat matemàtic vectorial com Matlab o Octave.</li> <li>5. Capacitat de determinar els paràmetres necessaris perquè un sistema de comunicacions sense fils aconsegueixi unes prestacions desitjades</li> <li>6. Familiaritat amb els principals sistemes de comunicacions mòbils i sense fils actuals</li> <li>7. Capacitat de seguir el progrés tecnològic de transmissió, commutació i procés per millorar les xarxes i serveis telemàtics.</li> </ol> |

#### 4. Objectius d'aprenentatge

Els objectius d'aprenentatge a través dels quals l'assignatura contribueix a l'assoliment de les competències anteriors són:

- Adquirir familiaritat amb la trajectòria i evolució de les comunicacions sense fils.
- Descriure els elements, funcionament general i finalitat d'un sistema de comunicacions sense fil.
- Diferenciar les diverses generacions de sistemes de comunicacions cel·lular, i les seves transicions.
- Conèixer les aplicacions actuals i futures dels sistemes de comunicacions sense fils.
- Discriminar les diferents tipologies de sistemes de comunicacions sense fils.
- Modelar canals radio.
- Dimensionar les cel·les i el factor reutilització freqüència en sistemes cel·lulars.
- Dimensionar el número de sectors per cel·la en sistemes cel·lulars.
- Calcular la capacitat teòrica d'un canal radio.
- Escollir entre modulacions lineals i no lineals segons les necessitats de un sistema digital de comunicacions sense fils.
- Avaluar la probabilitat d'error i la taxa de bit en sistemes digitals de comunicacions sense fils.
- Adaptar la taxa de bit i/o la potència transmesa en funció del canal.
- Avaluar la millora de funcionament amb tècniques de diversitat en transmissió o en recepció.
- Escollir la millor tècnica de diversitat dependent de les especificacions del sistema.

#### 5. Continguts

- Theme 1. Introduction
  - Motivation
  - Fun facts
  - Vision and challenges
  - A (not so) brief historical chronicle
- Theme 2. Wireless systems
  - The cellular concept

- Spectrum regulation & standards
- Multiple access techniques
- Random access techniques
- Classification of wireless systems.
- Theme 3. Wireless channels
  - Review: log representation, antennas, random variables
  - The radio channel
  - Path loss
  - Shadow fading
  - Multipath fading
- Theme 4. Cellular system design
  - The cellular concept, revisited
  - Coverage area
  - Co-channel interference
  - Sectorization
  - Cell splitting
- Theme 5. Capacity of wireless channels
  - Review: signal representation
  - Shannon capacity
  - Capacity of fading channels
- Theme 6. Digital transmission over wireless channels
  - Digital modulation & detection
  - Linear modulations
    - PAM
    - PSK
    - QAM
    - General approximations
  - Differential modulation
  - Performance in fading channels
    - Outage probability
    - Average error probability
  - Link adaptation
  - Interleaving
- Theme 7. Fading mitigation
  - The concept of diversity
  - Receiver diversity
    - Selection combining
    - Maximum ratio combining
    - Equal gain combining
  - Transmit diversity
    - With channel knowledge at transmitter
    - Without channel knowledge at transmitter

## 6. Metodologia

Aquesta assignatura es durà a terme mitjançant sessions presencials, treball individual, i treball en grup.

Les sessions presencials seran tant sessions de teoria, sessions de seminari com sessions de laboratori. Les sessions de teoria i de laboratori tindran una durada de dues hores, mentre que les de seminari d'una hora.

A les sessions de seminari es plantejaran un o diversos exercicis que els estudiants resoldran a classe. Prèviament els alumnes disposaran de material necessari per preparar la sessió. Hauran d'entregar abans de l'inici de la sessió el treball realitzat per tal de garantir l'aprofitament de la sessió de seminari. Durant la resolució d'aquests exercicis podran preguntar qualsevol dubte al professor o a altres companys.

A les sessions de laboratori els alumnes realitzaran en grups petits un projecte de simulació d'un sistema de comunicacions cel·lular.

Tot el material de l'assignatura (diapositives i enunciats) estarà disponible a través de l'Aula Moodle de l'assignatura a l'Aula Global. Amb això es facilitarà el seguiment de l'assignatura per part d'estudiants que no poden assistir a classe.

## 7. Avaluació

La nota final de l'assignatura depèn de tres factors:

- Lliurament dels exercicis plantejats a les sessions de seminari (20%)
- Lliurament del projecte treballat durant les sessions de pràctiques (30%)
- Examen final (50%)

Per tal de que un estudiant pugui optar a l'avaluació continuada, garantint l'assoliment de les competències de l'assignatura, cal que obtingui a l'examen final un mínim de 40 punts sobre el total de 100.

Per a qui no arribi a 50/100 punts de nota final al curs, hi haurà una segona oportunitat de prendre l'examen final al mes de Juliol. Els exercicis i el projecte, per altra banda, no son recuperables; la seva nota original es mantindrà al calcular la nova nota al Juliol.

## 8. Bibliografia i recursos didàctics

- Bibliografia bàsica
  - o P. M. Shankar, "Introduction to Wireless Systems", John Wiley & Sons, 2002
  - o A. Goldsmith, "Wireless Communications", Cambridge University Press 2005
  - o A. F. Molisch, "Wireless Communications", John Wiley & Sons, 2005
- Bibliografia complementària
  - o B. Sklar, "Digital Communications" (2nd Edition), Prentice Hall, 2001
  - o S. Haykin, "Communication systems" (4th Edition), John Wiley & Sons, 2001
  - o J. G. Proakis, M. Salehi, "Communication systems engineering", Prentice-Hall 2002.
- Recursos didàctics i material docent
  - o A l'aula Moodle de l'assignatura, l'alumne podrà obtenir el material docent corresponent a les sessions de teoria.
  - o A l'aula Moodle de l'assignatura, l'alumne podrà obtenir la col·lecció de problemes corresponent a les sessions de seminaris.

## Programació d'activitats

| Setmana   | Activitat a l'aula<br>agrupament / tipus d'activitat                            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Setmana 1 | Sessió 1 : Festiu<br>Sessió 2 : Teoria (ST1)<br>Sessió 3: -                     |
| Setmana 2 | Sessió 1 : Teoria (ST2)<br>Sessió 2 : Teoria (ST3)<br>Sessió 3 : Seminari (SS1) |
| Setmana 3 | Sessió 1 : Teoria (ST4)<br>Sessió 2 : Lab1<br>Sessió 3 : -                      |
| Setmana 4 | Sessió 1 : Teoria (ST5)<br>Sessió 2 : -<br>Sessió 3 : Seminari (SS2)            |
| Setmana 5 | Sessió 1 : Teoria(ST6)<br>Sessió 2 : Lab2<br>Sessió 3 : Seminari (SS3)          |
| Setmana 6 | Sessió 1 : Teoria(ST7)<br>Sessió 2 : -<br>Sessió 3 : Seminari (SS4)             |
| Setmana 7 | Sessió 1 : Festiu<br>Sessió 2 : Lab3<br>Sessió 3 : Seminari (SS5)               |

|            |                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Setmana 8  | Sessió 1 : -<br>Sessió 2 : -<br>Sessió 3 : Seminari (SS6)               |
| Setmana 9  | Sessió 1 : Teoria (ST8)<br>Sessió 2 : Lab4<br>Sessió 3 : Seminari (SS7) |
| Setmana 10 | Sessió 1 : Teoria (ST9)<br>Sessió 2 : Lab5<br>Sessió 3 : Seminari (SS8) |
| Setmana 11 | Sessió 1 : -<br>Sessió 2 : -<br>Sessió 3 : -                            |