

## Guia docent 300037 - CSF - Comunicacions Sense Fil

Última modificació: 29/06/2020

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels  
**Unitat que imparteix:** 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA D'AERONAVEGACIÓ (Pla 2010). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA D'AEROPORTS (Pla 2010). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA TELEMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS/GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2015). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS (Pla 2015). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2020

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Anglès, Castellà, Català

### PROFESSORAT

---

**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 y sistemes, analògics i digitals, en el domini temporal i freqüencial.  
Escala lineal i escala logarítmica (dB).  
Coneixements bàsics de comunicacions, propagació, antenes i emissors i receptors.

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

---

#### Específiques:

1. CE 21 SIS. Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

#### Transversals:

2. APRENTATGE 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.
3. 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.
4. 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.
5. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
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.

## METODOLOGIES DOCENTS

Gràcies al material elaborat pels professors de l'assignatura: transparències, apunts de classe, exercicis resolts, etc., disponibles al campus digital ATENEA, l'alumne compta amb eines suficients per treballar de manera autònoma, ja sigui en grup o individualment, i d'aquesta manera podrà aprofitar la classe presencial per a consolidar conceptes i resoldre dubtes que li hagin sorgit.

En les sessions de teoria (grups de com a màxim 40 alumnes) basades en classes expositives, es combina l'explicació formal del professor amb interrogacions informals als alumnes, que afavoreixen la comprensió i l'assentament dels conceptes bàsics de l'assignatura. Aquesta participació més activa per part de l'alumne és possible per la gràcies al material de l'assignatura del que disposa, ja que no ha d'estar a classe simplement prenent apunts.

En les sessions de problemes (grups de 20 alumnes com a màxim) els alumnes treballen en grups, de com a molt 3 persones, tot resolent exercicis relacionats amb la teoria donada en les classes expositives. Posteriorment el professor resoldrà de forma conjunta alguns dels exercicis proposats i podrà proposar exercicis a resoldre pels alumnes en hores d'aprenentatge autònom.

En les sessions de laboratori (grups de 10 alumnes com a màxim) consistiran en tallers on l'estudiant podrà realitzar activitats pràctiques i més rebrà una atenció personalitzada. Haurà de treballar de forma autònoma i es promouran activitats de treball cooperatiu.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Comunicacions Sense Fils, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer les característiques principals de les regulacions de les comunicacions ràdio per diferents sistemes de radiocomunicacions (radiodifusió, comunicacions mòbils, enllaços terrestres, per satèl·lit, senyals de posicionament, etc).
- Conèixer i entendre els mecanismes avançats de modulació de senyals digitals especialment adients per entorns ràdio, tot sent capaç de fer anàlisis i dissenys de sistemes basats en aquests mecanismes.
- Conèixer i entendre les tècniques de transmissió multi-portadora, especialment OFDM, les seves característiques tècniques, paràmetres, els seus avantatges, limitacions i les seves complexitats d'implementació. Haurà de saber dimensionar un enllaç ràdio basat en aquestes tècniques, així com configurar adequadament els seus paràmetres de funcionament i avaluar el seu rendiment.
- Conèixer i entendre les principals tècniques d'accés múltiple que es fan servir en entorns de transmissió ràdio (FDMA, TDMA, CDMA, SDMA, OFDMA). En tots els casos, haurà de poder dimensionar i avaluar un sistema que funciona amb qualsevol de les tècniques d'accés.
- Elegir les mesures de protecció més adequades, a nivell d'enginyeria radio i de sistema, per aconseguir la màxima qualitat d'un sistema de transmissió ràdio: diversitat, repetidors, alçades antenes, codificació, entrellaçat, igualació de canal, tècniques de retransmissió etc.
- Dissenyar radioenllaços digitals tenint en compte els principals efectes de l'atmosfera i el terra sobre la propagació així com la presència d'interferències.
- Conèixer i entendre les principals característiques d'un sistema de comunicacions mòbils, les seves funcions bàsiques i l'estructura d'una xarxa mòbil. Haurà de poder dissenyar sistemes de comunicacions mòbils cel·lulars genèrics per aconseguir un cert grau de servei en termes de cobertura i capacitat. Conèixer les característiques bàsiques del sistema GSM.
- Definir les principals característiques d'un sistema de comunicacions per satèl·lit geoestacionari i fer un balanç de potència de l'enllaç ascendent i descendent contemplant l'efecte de les interferències.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores activitats dirigides	24,0	16.00
Hores grup gran	26,0	17.33
Hores grup mitjà	16,0	10.67
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Introducció i Regulació

**Descripció:**

Aquest bloc es centra en fer una introducció general a les comunicacions sense fils i la seva importància, així com descriure els principals elements sobre regulació dels sistemes de comunicacions sense fils, els organismes que dicten les normatives i recomanacions, així com els estàndards més importants en aquest àmbit.

**Activitats vinculades:**

Activitat 1: Realització d'un recull d'informació rellevant sobre regulació de les comunicacions sense fils

**Dedicació:** 7h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### Modulacions avançades

**Descripció:**

En aquest bloc s'estudien i analitzen les modulacions digitals més adequades per sistemes de transmissió sense fils, completant l'estudi realitzat en altres assignatures tot introduint el concepte de modulacions d'envoltant constant i la codificació diferencial.

**Activitats vinculades:**

Activitat 2: Estudi amb WinIQSim de senyals digitals

**Dedicació:** 19h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 10h

### Tècniques de transmissió multiportadora, OFDM

**Descripció:**

En aquest bloc s'estudien en profunditat les tècniques de transmissió multiportadora, centrant l'estudi en la tècnica de transmissió OFDM, així com en la modulació DMT. Es descriuran tots els detalls teòrics i les característiques d'implementació en sistemes reals. S'inclouen els mecanismes d'adaptació dinàmica con el 'water filling'.

**Activitats vinculades:**

Activitat 3: Control de sistemes de transmissió multiportadora i tècniques d'accés múltiple

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h



### Tècniques d'Accés Múltiple, CDMA

**Descripció:**

En aquest bloc s'estudien i analitzen les tècniques d'accés múltiple (FDMA, TDMA, CDMA, SDMA, CSMA, OFDMA) aplicables a sistemes de transmissió sense fils. Es farà especial èmfasi en les tècniques de transmissió de senyals d'espectre eixamplat (FH i DS-SS-SSB). S'estudiarà tota la cadena de transmissió i recepció, la generació i característiques dels codis d'eixamplament, el disseny i l'avaluació d'un sistema de transmissió CDMA.

**Activitats vinculades:**

Activitat 3: Control de sistemes de transmissió multiprotectora i tècniques d'accés múltiple

**Dedicació:** 23h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 12h

### Tècniques d'Enginyeria Radio

**Descripció:**

En aquest bloc s'estudien i analitzen algunes de les opcions bàsiques que permeten combatre els efectes nocius del canal per diferents tipus de sistemes de transmissió sense fils, com són la codificació de canal, les tècniques de retransmissió clàssiques i híbrides (HARQ), els esquemes d'entrellaçat i la igualació de canal.

**Activitats vinculades:**

Activitat 4: Estudi del efectes de la ISI en sistemes digitals

**Dedicació:** 26h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 14h

### Sistemes de comunicacions mòbils cel·lulars

**Descripció:**

En aquest bloc es proporciona una descripció dels paràmetres principals del disseny d'un sistema de comunicacions mòbils cel·lulars, considerant com a exemple el sistema GSM. S'explicaran les funcions bàsiques dels sistemes de comunicacions mòbils i l'estructura d'una xarxa mòbil amb els seus blocs principals. S'explicaran els conceptes de eficiència, sectorització, control de potència, control d'admissió, mecanismes de traspàs de trucada, estructura canals lògics, físics, i de transport, esquema de trames, multitrames, control del time advance i planificació freqüencial.

**Activitats vinculades:**

Activitat 5: Control sobre sistemes de comunicacions mòbils

**Dedicació:** 13h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 10h



### Sistemes de radiocomunicacions terrestres

**Descripció:**

En aquest bloc es proporciona una descripció del principi de funcionament dels radioenllaços digitals emprant diferents tecnologies i dels sistemes de radiodifusió de senyals d'àudio i televisió. En tots els casos s'analitzaran els principals paràmetres de disseny de l'enllaç, les seves limitacions, els serveis i tipus de dades que transmeten, els càlculs de cobertures i capacitat. Es farà també una introducció a les xarxes de sensors sense fils.

**Activitats vinculades:**

Activitat 6: Exercicis pràctics amb xarxes de sensors sense fils (Zigbee)

**Dedicació:** 22h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 12h

### Sistemes de radiocomunicacions per satèl·lit

**Descripció:**

Aquest bloc pretén introduir l'alumne en el disseny d'un sistema de comunicacions per satèl·lit analitzant des de els diferents tipus d'òrbites, equipaments embarcats i estacions terrenes, càlculs d'enllaç en presència de soroll i interferències, com els serveis oferts.

**Activitats vinculades:**

Activitat 7: Observació de les constel·lacions de satèl·lits i càlcul de l'enllaç mitjançant eines de planificació digitals

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 12h

## ACTIVITATS

### REALITZACIÓ D'UN RECURR D'INFORMACIÓ RELLEVANT SOBRE REGULACIÓ DE LES COMUNICACIONS SENSE FILS.

**Dedicació:** 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

### ESTUDI AMB WINIQSIM DE SENYALS DIGITALS

**Dedicació:** 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

### CONTROL DE SISTEMES DE TRANSMISSIÓ MULTIPORTADORA I TÈCNIQUES D'ACCÉS MÚLTIPLE

**Dedicació:** 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h



## ESTUDI DELS EFECTES DE LA ISI EN SISTEMES DIGITALS

**Dedicació:** 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

## CONTROL SOBRE SISTEMES DE COMUNICACIONS MÒBILS

**Descripció:**

L'alumne haurà de realitzar un control on se li demanarà que demostrï els coneixements que hauria d'haver adquirit en les classes de teoria i problemes previs al control.

**Objectius específics:**

El control està orientat a monitoritzar l'aprenentatge de l'alumne que en aquest punt hauria de ser capaç de:

- Explicar el funcionament i la utilitat de qualsevol de les funcions bàsiques dels sistemes de comunicacions mòbils
- Explicar les funcions bàsiques de tots els elements que formen part d'una xarxa de comunicacions mòbils
- Explicar les característiques bàsiques del sistema GSM.

**Lliurament:**

El seu pes es del 10 % sobre la qualificació final.

**Dedicació:** 1h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

## EXERCICIS PRÀCTICS AMB XARXES DE SENSORS SENSE FILS (ZIGBEE)

**Descripció:**

Els alumnes en grups de dos hauran de realitzar uns exercicis pràctics amb xarxes de sensors sense fils basats en tecnologia Zigbee. Hauran de crear una xarxa senzilla i mesurar els paràmetres bàsics de funcionament. Hauran d'elaborar un petit informe final per l'avaluació de l'activitat.

**Objectius específics:**

Que l'estudiant s'iniciï en el desplegament de xarxes de sensors i conegui les seves característiques bàsiques d'una manera pràctica.

**Material:**

Dispositius basats en tecnologia Zigbee.

**Lliurament:**

El seu pes es de 5 % sobre la qualificació final.

**Dedicació:** 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h



## OBSERVACIÓ DE LES CONSTEL·LACIONS DE SATÈL·LITS I CÀLCUL DE L'ENLLAÇ MITJANÇANT EINES DE PLANIFICACIÓ DIGITALS

### Descripció:

Els alumnes en grups de dos hauran de fer el seguiment d'un satèl·lit i dels seus paràmetres principals, així com dissenyar el balanç d'enllaç.

### Objectius específics:

Que l'estudiant vegi clarament les diferències existents a l'hora de dissenyar un enllaç per satèl·lit i un enllaç terrestre.

### Material:

Eines de seguiment de satèl·lits (proporcionades per la ESA, la NASA etc.) i eines tipus SATlink per fer balanços d'enllaços específicament per satèl·lits.

### Lliurament:

El seu pes es de 5 % sobre la qualificació final.

### Dedicació: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

## ACTIVITATS DE PLANIFICACIÓ, SEGUIMENT I AVALUACIÓ DEL TREBALL EN GRUP

### Descripció:

Els alumnes hauran de definir el seu planning temporal de realització de les activitats previstes, així com les normes de funcionament del grup i fer una revisió al començament del quadrimestre.

### Objectius específics:

Es tracta d'una activitat de seguiment en la que els alumnes hauran de raonar sobre el seu funcionament com a grup i sobre la seva contribució individual per assolir els objectius del grup. També hauran de proposar activitats de millora, tant a meitat de quadrimestre, com al final.

### Lliurament:

Te un pes de 5 % sobre la nota final.

### Dedicació: 5h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

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

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

La realització i entrega de les activitats es obligatòria per poder aprovar l'assignatura.

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Sallent Roig, Oriol; Valenzuela González, José Luí; Agustí Comes, Ramon. Principios de comunicaciones móviles [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2003 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36768>. ISBN 8483017156.
- Artés Rodríguez, A. Comunicaciones digitales. Madrid: Prentice Hall, 2007. ISBN 9788483223482.
- Hernando Rábanos, José María. Transmisión por radio. 6ª ed. Madrid: Centro de Estudios Ramon Areces, 2008. ISBN 9788480048569.
- Hernando Rábanos, José María. Comunicaciones móviles. 2ª ed. Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces, 2004. ISBN 848004635X.



## RECURSOS

---

### Altres recursos:

- Apunts i transparències de classe
- Col·lecció de problemes
- Normativa de la IUT-R, documents ETSI
- Software lliure WinIQSim, mòduls zigbee per xarxes de sensors, articles de divulgació científica.