



# Guia docent

## 300029 - ER - Emissors i Receptors

Última modificació: 06/06/2024

**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 TELEMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 4.5      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

**Altres:** Definit a la infoweb de l'assignatura.

### CAPACITATS PRÈVIES

- Anàlisi de circuits i sistemes lineals en règim permanent sinusoidal.
- Coneixement de les principals característiques i propietats dels components i dispositius electrònics, actius i passius.
- Coneixement de les propietats i funcionalitats dels sistemes de modulació d'amplitud, freqüència i fase, tant analògics com digitals

### REQUISITS

Prerequisit:  
- FONAMENTS DE COMUNICACIONS

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

#### Específiques:

1. CE 10 TELECOM. Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
2. CE 13 TELECOM. Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

#### Transversals:

3. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL - Nivell 2: Aplicar criteris de sostenibilitat i els codis deontològics de la professió en el disseny i l'avaluació de solucions tecnològiques.
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.
6. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 1: Identificar les pròpies necessitats d'informació i utilitzar les col·leccions, els espais i els serveis disponibles per dissenyar i executar cerques simples adequades a l'àmbit temàtic.

## METODOLOGIES DOCENTS

El curs s'organitza de manera gradual. Els primers temes són de caire teòric (intermodulacions, soroll,...) i acaben amb una primera presentació de l'analitzador d'espectre, a nivell de fonaments teòrics d'operació i de lectura de pantalles.

A les sessions de teoria basades en classes expositives, es combina l'explicació formal del professor amb interrogacions als alumnes que persegueixen el seguiment, la comprensió i l'assentament dels conceptes bàsics de l'assignatura. Es procura de no fer presentacions de problemes indeterminats o no anunciats, és a dir, que l'estudiant conegui prèviament quina és la problemàtica a resoldre abans d'entrar les eines i tècniques adequades. Amb això es busca la motivació, que juntament amb l'estratègia de preguntes i realimentacions a classe haurien de portar a un aprenentatge fonamentat, portant l'alumne a percebre la necessitat d'aprendre atenent al seu previsible esdevenir com a futur enginyer o enginyera, i no només com a fi per a superar els exàmens.

Es procurarà que el ritme expositiu sigui assumible pels alumnes, distingint en diferents punts del temari entre les diferents taxonomies compreses entre l'ensenyar i el mostrar, segons els objectius i el temps d'aprenentatge. Això es un compromís delicat ja que es tracta de l'assignatura amb menys crèdits del quadrimestre, però s'ha d'evitar un aprenentatge amb saturació (al menys pel que fa a aquesta assignatura) ja que un excés de temptatives d'aprenentatge pot ser molt pernicios

A les sessions de problemes els alumnes poden treballar, segons la taxonomia de cada classe, des d'individualment fins a en grups, de com a molt 3 persones, tot resolent exercicis relacionats amb la teoria donada en les classes expositives.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura d'Emissors i Receptors, l'estudiant/a ha de ser capaç de:

- Entendre el funcionament d'un canal de comunicacions, i analitzar i quantificar els efectes de les no linealitats i distorsions.
- Identificar els diferents tipus i fonts de soroll presents en un sistema de comunicacions, saber modelar matemàticament el seu comportament i avaluar-ne els efectes.
- Calcular el balanç de potència en un enllaç de radiocomunicacions, determinant alhora els seus paràmetres de soroll.
- Conèixer la nomenclatura oficial de les diferents bandes de freqüències i la seva utilització i, així com les peculiaritats des del punt de vista de la propagació electromagnètica en relació als diferents serveis i sistemes de telecomunicació.
- Comprendre el funcionament i seleccionar els components i subsistemes electrònics en aplicacions de radiofreqüència.
- Utilitzar catàlegs de components de radiofreqüència i ser capaç de seleccionar components.
- Caracteritzar els principals tipus d'oscil·ladors i mescladors, i avaluar-ne les seves propietats i característiques.
- Conèixer les diferents tipologies d'emissors i receptors i els subsistemes que els constitueixen i avaluar-ne les propietats i característiques.
- Conèixer el funcionament bàsic del PLL, així com les seves principals aplicacions.
- Coneixer els fonaments em que es basa el funcionament de l'analitzador d'espectre.
- Conèixer i seleccionar moduladors i desmoduladors bàsics d'amplitud i fase.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	24,0	21.31
Hores activitats dirigides	17,3	15.36
Hores grup mitjà	8,3	7.37
Hores aprenentatge autònom	63,0	55.95

**Dedicació total:** 112.6 h



## CONTINGUTS

### El canal de comunicacions.

#### Descripció:

- Interferències.
- Distorsions. Tipus, causes i efectes. Càlcul de paràmetres indicatius de la distorsió.
- Soroll en comunicacions. Fonts de soroll. Tipus i caracterització. Factor i temperatura de soroll. Soroll en cadenes de biports. Tècniques per a la reducció del soroll.
- Bandes de freqüència. Usos, aplicacions i particularitats (tecnologies, propagació,...)
- Balanços d'enllaços de potència i de soroll.

En finalitzar el tema, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Entendre qualitativament el funcionament d'un canal de comunicacions (fixe i mòbil), i analitzar i quantificar els efectes de les no linealitats i distorsions (IP3, IMR, MD,...), així com algunes tècniques de protecció contra interferències.
- Descriure les distorsions lineals i no lineals que es poden produir en subsistemes de comunicacions. Calcular mètriques de les distorsions.
- Descriure els diferents tipus i fonts de soroll presents en un sistema de comunicacions, i saber modelar matemàticament el seu comportament. Haurà de ser capaç de calcular el soroll equivalent a l'entrada d'un biport i la seva quantificació en termes de temperatura equivalent de soroll i de xifra i factor de soroll. Igualment ha de ser capaç de poder calcular el soroll equivalent total d'una cadena de biports, i conèixer a partir del model matemàtic, les tècniques que permetran reduir el soroll.
- Conèixer i utilitzar la nomenclatura oficial de les diferents bandes de freqüències, les seves peculiaritats des del punt de vista de la tecnologia de suport i de la propagació electromagnètica en relació als diferents serveis i sistemes de telecomunicació, així com la seva reglamentació pels organismes internacionals, europeus i estatals.
- Aplicar l'equació de transmissió per calcular el balanç de potència en un enllaç analògic de comunicacions, determinant alhora els seus paràmetres de soroll.

#### Activitats vinculades:

Activitat 1: Taller d'activitats de càlcul d'intermodulacions

Activitat 2: Taller d'activitats de càlcul de soroll

Activitat 3: Taller d'activitats sobre càlcul d'enllaços de comunicacions

Activitat 4: Taller d'activitats sobre organismes reguladors

Activitat 5: Taller sobre els fonaments teòrics de l'analitzador d'espectres de RF, incloent-hi la lectura correcta de les pantalles.

Activitat 6: Control de classe del canal de comunicacions.

**Dedicació:** 49h 48m

Grup gran/Teoria: 12h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m

Activitats dirigides: 9h

Aprenentatge autònom: 24h 18m



## Dispositius i circuits de RF. Tecnologies de components.

### Descripció:

REVISIO DE:

- Tipus de filtres i aplicacions. Ressonadors.
- Factor de qualitat (components i circuit). Adaptació d'impedàncies amb components discrets. Transformadors.
- Oscil·ladors i mescladors. Tipus, funcionament i paràmetres descriptius.

En acabar el tema, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre el funcionament i utilitzar components electrònics en aplicacions de radiofreqüència, tenint en compte els efectes limitadors i les no idealitats.
- Conèixer els principals tipus de filtres i les seves aplicacions en radiofreqüència, i els elements bàsics de disseny i construcció, així com els principals tipus de ressonadors i les seves aplicacions a oscil·ladors i filtres.
- Adaptar impedàncies utilitzant elements reactius, així com conèixer els principis de funcionament i utilització dels transformadors per adaptació i simetrització d'impedàncies.
- Dissenyar i caracteritzar els principals tipus d'oscil·ladors (LC i a cristall) i mescladors, i avaluar-ne les seves propietats i característiques, així com tècniques per suprimir la freqüència d'imatge en mescladors.

### Activitats vinculades:

EXAMEN DE MIG QUADRIMESTRE (Contingut tema 1)

Activitat 8: Control de classe (circuits i dispositius de RF)

**Dedicació:** 34h 18m

Grup gran/Teoria: 8h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h 45m

Activitats dirigides: 6h 15m

Aprenentatge autònom: 17h 18m



## Emissors i Receptors

### Descripció:

- Transmissors. Paràmetres (especificacions). Tipus . Estructures multietapa i tècniques de limitació de banda
- Tipus de receptors. Paràmetres de qualitat. Estructures. Receptors totalment analògics i interfícies per SDR. Sensibilitat i soroll en receptors.
- Esquemes emissors-receptors mono i multimode.
- PLL (primer ordre). Anàlisi del llaç. Aplicacions.
- Recuperadors de portadora: Harmònics i basats amb PLL.
- Circuits de control: CAG, CAF.
- Moduladors i desmoduladors bàsics d'amplitud i de freqüència.
- Introducció als amplificadors de potència lineals i commutats. Principis de funcionament. Criteris de selecció. Introducció als linealitzadors i als combinadors de potència.

En acabar el tema, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer i seleccionar les diferents tipologies d'emissors i receptors i els subsistemes que els constitueixen i avaluar-ne les propietats i característiques.
- Calcular paràmetres bàsics d'emissors i receptors (freqüències, relació de sintonia, amplades de banda, sensibilitats,...)
- Comprendre el funcionament bàsic de circuits moduladors i desmoduladors d'amplitud i freqüència, i conèixer els seus paràmetres característics.
- Comprendre el funcionament dels sistemes de llaç tancat de fase (PLL) de primer ordre, així com les seves principals aplicacions.
- Conèixer el funcionament dels sistemes de recuperació de portadora tant basats en sistemes passius de generació d'harmònics, com en sistemes actius de control de llaç de fase.
- Conèixer el funcionament dels sistemes de control automàtic de guany i de freqüència utilitzats en sistemes receptors i transmissors
- Coneixer i seleccionar el tipus d'amplificador de potencia adient per diferents aplicacions.

### Activitats vinculades:

EXAMEN FINAL: Contingut total del curs.

**Dedicació:** 28h 24m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 21h 24m

## ACTIVITATS

### TALLER D'ACTIVITATS DE CÀLCUL D'INTERMODULACIONS

**Descripció:**

Aquesta activitat dirigida es durà a terme en grups de 20 estudiants i consistirà en la proposta d'activitats complementàries (treballs addicionals) o bé resolució de dubtes de problemes proposats en el tema d'anàlisi i càlcul d'intermodulacions. L'estudiant podrà rebre una atenció personalitzada sobre els dubtes que li hagin sorgit en l'elaboració dels treballs assignats a desenvolupar de manera autònoma, i així, preparar-se per a l'examen de mig quadrimestre.

**Objectius específics:**

Aprendre a realitzar càlculs d'intermodulacions en receptors de comunicacions.

**Material:**

El suport que necessiti l'estudiant li serà donat pel professor al llarg de la sessió.

**Lliurament:**

Exercicis de càlcul d'intermodulacions.

**Dedicació:** 6h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 4h

### TALLER D'ACTIVITATS DE CÀLCUL DE SOROLL

**Descripció:**

Aquesta activitat dirigida es durà a terme en grups de 20 estudiants i consistirà en la proposta d'activitats complementàries (treballs addicionals) o bé resolució de dubtes de problemes proposats en el tema d'anàlisi i càlcul de soroll en comunicacions. L'estudiant podrà rebre una atenció personalitzada sobre els dubtes que li hagin sorgit en l'elaboració dels treballs assignats a desenvolupar de manera autònoma i així preparar-se per a l'examen de mig quadrimestre.

**Objectius específics:**

Aprendre a realitzar càlculs de soroll en receptors de comunicacions.

**Material:**

El suport que necessiti l'estudiant li serà donat pel professor al llarg de la sessió.

**Lliurament:**

Exercicis de càlcul de soroll.

**Dedicació:** 7h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 5h



### TALLER D'ACTIVITATS DE CÀLCUL D'ENLLAÇOS DE COMUNICACIONS

**Descripció:**

Aquesta activitat dirigida es durà a terme en grups de 20 estudiants i consistirà en la proposta d'activitats complementàries (treballs addicionals) o bé resolució de dubtes de problemes proposats en el tema del càlcul de balanços de potència i enllaços de comunicacions.

L'estudiant podrà rebre una atenció personalitzada sobre els dubtes que li hagin sorgit en l'elaboració dels treballs assignats a desenvolupar de manera autònoma i així preparar-se per a l'examen de mig quadrimestre.

**Objectius específics:**

Aprenre a realitzar càlculs d'enllaços de comunicacions.

**Material:**

El suport que necessiti l'estudiant li serà donat pel professor al llarg de la sessió.

**Lliurament:**

Exercicis de càlcul d'enllaços de comunicacions.

**Dedicació:** 4h

Activitats dirigides: 1h

Aprenentatge autònom: 3h

### TALLER D'ACTIVITATS SOBRE ORGANISMES REGULADORS

**Descripció:**

Aquesta activitat dirigida es durà a terme en grups de 20 estudiants i consistirà en la proposta d'activitats complementàries (treballs addicionals) sobre l'assignació de freqüències pels diferents serveis de comunicacions.

**Objectius específics:**

Treball(s) sobre bandes de freqüències i sistemes de comunicacions

**Material:**

El suport que necessiti l'estudiant li serà donat pel professor al llarg de la sessió.

**Lliurament:**

Treball(s) sobre bandes de freqüències i sistemes de comunicacions

**Dedicació:** 5h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



## TALLER DE FONAMENTS I LECTURES DE L'ANALITZADOR D'ESPECTRES

### Descripció:

Classes orientades a la pràctica posterior en assignatures de laboratori i basades en treballs dirigits.

El treball consistirà en l'estudi del funcionament de l'analitzador d'espectre de RF, els blocs funcionals i els seus efectes, i la lectura de diferents pantalles del aparell.

### Objectius específics:

En acabar el treball l'alumne haurà de ser capaç de:

- Comprendre els fonaments teòrics sobre els que operen els principals comandaments de l'analitzador d'espectre de RF.
- Saber llegir mesures de senyals a partir dels seus espectres.

### Lliurament:

Informe sobre el funcionament de l'aparell (diagrames de blocs, efectes, ajustaments, imprecisions,...) . Serà material d'estudi ja que a algun examen o control es faran preguntes relacionades.

### Dedicació: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Activitats dirigides: 4h

## CONTROL DE CLASSE DEL CANAL DE COMUNICACIONS

### Descripció:

L'estudiant haurà de realitzar un control on se li demanarà que demostrï els coneixements que hauria d'haver adquirit en les classes de teoria, problemes i activitats dirigides prèvies al control. Temes: Intermodulació, soroll, balanç de potència i organismes reguladors.

### Objectius específics:

El control està orientat a monitoritzar l'aprenentatge de l'estudiant que, en aquest punt del curs, hauria de ser capaç de: Entendre el funcionament d'un canal de comunicacions, i d'analitzar i quantificar els efectes de les no linealitats i distorsions, així com els efectes i la protecció contra interferències. Descriure els diferents tipus i fonts de soroll presents en un sistema de comunicacions i saber modelar matemàticament el seu comportament. Haurà de ser capaç de calcular el soroll equivalent a l'entrada d'un biport i la seva quantificació en termes de temperatura equivalent de soroll i de xifra i factor de soroll. Igualment ha de ser capaç de poder calcular el soroll equivalent total d'una cadena de biports, i conèixer a partir del model matemàtic, les tècniques i sistemes que permetran reduir-ne el soroll. Conèixer i utilitzar la nomenclatura oficial de les diferents bandes de freqüències, les seves peculiaritats des del punt de vista de la tecnologia de suport i de la propagació electromagnètica en relació als diferents serveis i sistemes de telecomunicació, així com la seva reglamentació pels organismes internacionals, europeus i estatals. Aplicar l'equació de transmissió per calcular el balanç de potència en un enllaç analògic de comunicacions, determinant alhora els seus paràmetres de soroll.

### Lliurament:

El control té un pes del 15 % sobre la nota final de l'assignatura

### Dedicació: 1h

Activitats dirigides: 1h

## EXAMEN DE MIG QUADRIMESTRE

### Descripció:

L'estudiant haurà de realitzar un examen on se li demanarà que demostrï els coneixements que hauria d'haver adquirit en les classes de teoria, problemes i activitats dirigides prèvies a l'examen. Temes: Intermodulació, soroll, balanç de potència, organismes reguladors, lectura analitzador i primers temes de circuits i dispositius.

### Dedicació: 1h 30m

Activitats dirigides: 1h 30m





## CONTROL DE CLASSE DE CIRCUITS I DISPOSITIUS

### Descripció:

L'estudiant haurà de realitzar un control on se li demanarà que demostrï els coneixements que hauria d'haver adquirit en les classes de teoria, problemes i activitats dirigides prèvies al control.

### Objectius específics:

El control està orientat a monitoritzar l'aprenentatge de l'estudiant que, en aquest punt del curs, hauria de ser capaç de fer càlculs de filtres de RF, amb components reals, tenint en compte factors de qualitat i paràsits. També haurà d'identificar i calcular paràmetres bàsics de oscil·ladors LC i a cristall, així com de VCO's. Haurà de conèixer la funcionalitat i tipus de mescladors, els paràmetres de selecció més rellevants, i l'efecte de les no idealitats.

### Lliurament:

El control té un pes del 15 % sobre la nota final de l'assignatura

### Dedicació: 1h

Activitats dirigides: 1h

## EXAMEN FINAL DEL QUADRIMESTRE

### Descripció:

Entra tot el temari del curs

### Dedicació: 2h

Activitats dirigides: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

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

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Smith, Jack. Modern communication circuits. 2a. Boston: WCB McGraw-Hill, 1998. ISBN 0070592837.
- Krauss, Herbert L. Solid state radio engineering. New York: John Wiley & Sons, 1980. ISBN 047103018X.
- Tomasi, Wayne; Mata Hernández, Gloria. Sistemas de comunicaciones electrónicas [en línia]. 4ª ed. México: Pearson Educación, 2003 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=3801](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=3801). ISBN 9702603161.

### Complementària:

- Sayre, C.W. Complete wireless design. New York: McGraw-Hill, 2001. ISBN 0071370161.
- Pozar, David M. Microwave and RF wireless systems. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471322822.
- Berenguer Sau, Jordi. Radiofreqüència : una introducció experimental [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1998 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36367>. ISBN 8483012685.

## RECURSOS



**Material audiovisual:**

- Nom recurs. Recurs

**Altres recursos:**

Software: Programes d'anàlisi i disseny de circuits de RF, tipus RFSim99, Smith, MDS, etc.