Guia docent
300029 - ER - Emissors i Receptors

Última modificació: 11/05/2026

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: 2026 **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 sinusoïdal.
· 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 perniciós
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'APRENENTATGE 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 fundaments em que es basa el funcionament de l'analitzador d'espectre.
· Conèixer i seleccionar moduladors i desmoduladors bàsics d'amplitud i fase.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	44,5	39.56
Hores grup petit	5,0	4.44
Hores aprenentatge autònom	63,0	56.00

Dedicació total: 112.5 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:
Aprendre 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 demostri 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 demostri els coneixements que hauria d'haver adquirit en les classes de teoria, problemes i activitats dirigides prèvies a l'exmaen. Temes: Intermodulació, soroll, balanç de potència, organismes reguladors, lectura analitzador i primers temes de circuits i dicpositius.

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 demostri 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 basics de oscil·ladors LC i a cristall, aixi com de VCO's. Haurà de conèixer la funcionalitat i tipus de mescladors, els paràmetres de selecció mes 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

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

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. 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.