Guia docent
300031 - ERF - Enginyeria d'RF

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).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 10.5 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

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

Altres: Definido en la infoweb de la asignatura.

CAPACITATS PRÈVIES

Capacitat per treballar amb nombres complexos

REQUISITS

Prerequisit:
- Ones Electromagnètiques en Sistemes de Comunicacions

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE 23 SIS. Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas
de comunicaciones guiadas y no guiadas. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
2. CE 24 SIS. Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Genèriques:
7. ÚS EFICIENT D'EQUIPS I INSTRUMENTACIÓ - Nivell 3: Dissenyar experiments, mesures, subsistemes i sistemes, amb els equips i eines de laboratori més adequats. Conèixer no només les prestacions, sinó també les limitacions dels equips i recursos. Realitzar diagnòstics i avaluacions de manera crítica, prenent decisions segons les especificacions globals del sistema o servei.

Transversals:
3. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 1: Dur a terme les tasques encomanades en el temps previst, tot treballant amb les fonts d'informació indicades, d'acord amb les pautes marcades pel professorat.
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 1: Participar en el treball en equip i col·laborar-hi, un cop identificats els objectius i les responsabilitats col·lectives i individuals, i decidir conjuntament l'estratègia que s'ha de seguir.
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

En aquesta assignatura s'introdueixen les tècniques de disseny de circuits d'alta freqüència més habituals, en les diferents tecnologies amb les quals es poden fabricar, i en la nomenclatura que utilitza la indústria per definir les seves prestacions.

Amb aquesta finalitat s'impartiran classes magistrals amb el suport d'exercicis i pràctiques experimentals de laboratori. A classe i al laboratori es contarà amb el suport d'un simulador professional d'anàlisi i disseny de circuits de radiofreqüència. Les classes de laboratori consistiran principalment en el disseny i simulació de circuits de radiofreqüència fent us del coneixements teòrics impartits a classe de teoria així com de notes d'aplicació proporcionades pels fabricants. Al laboratori els estudiants faran informes del treball desenvolupat que els serviran per la tasca d'autoestudi.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura d'Enginyeria de Radiofreqüència, l'estudiant/a ha de ser capaç de:
• Conèixer el principi de funcionament de dispositius elèctricament petits i de les principals xarxes que es poden dissenyar amb ells.
• Obtenir les expressions de la tensió i el corrent en una línia ideal a partir d'una secció infinitesimal. Calcular la distribució de tensió i corrent (amplituds complexes i en el domini del temps) en una línia amb generador i càrrega donats.
• Adaptar impedàncies en línies utilitzant elements concentrats, transformadors d'impedàncies de quart d'ona i seccions de línies en curtcircuit i circuit obert i saber explicar-ne el procés.
• Calcular l'atenuació d'una línia o cable a partir dels seus paràmetres elementals i calcular atenuacions i pèrdues en sistemes en els que intervinguin línies.
• Operar amb els paràmetres de dispersió (paràmetres S): conèixer la seva definició, com es mesuren i com fer canvis de plans de referència. A partir d'ells reconèixer si un dispositiu és actiu o passiu, i si conserva la potència o té pèrdues.
• Calcular la matriu S d'un 2-accessos senzill (seccions de línia i/o elements concentrats sèrie o paral·lel).
• Per a xarxes de dos, tres i quatre accessos: explicar la seva funció en els sistemes, escriure les seves matrius S i resoldre problemes elementals de circuits (calcular pèrdues de retorn, pèrdues d'inserció o guany, acoblament, directivitat, aïllament).
• Identificar les diferents tecnologies de fabricació de circuits d'alta freqüència (circuits planars híbrids, monolítics, circuits en guia, MEMS...) i conèixer les seves possibilitats.
• Dissenyar circuits microstrip a partir d'unes especificacions prèvies: filtres, multiplexors, divisors, acobladors direccionals, híbrids, commutadors, mescladors, amplificadors i oscil·ladors.
• Conèixer les característiques principals i manegar amb soltesa una eina professional de disseny de circuits de radiofreqüència.
• Conèixer les característiques dels equips de mesura usuals a un laboratori de radiofreqüència: analitzador d'espectres, analitzador de xarxes vectorial, generadors de senyal, etc.
• Entendre el diagrama de blocs d'un transceptor de RF usual i conèixer les tècniques més comuns de disseny de subsistemes.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	48,0	18.29
Hores grup gran	63,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	151,5	57.71

Dedicació total: 262.5 h

CONTINGUTS

Introducció al disseny de circuits distribuïts

Descripció:
Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
• Línies de transmissió
o Coeficient de reflexió i carta de Smith
o Potencia y pèrdues
• Disseny de línies de transmissió
o Línies homogènies e inhomogènies
o Línies balancejades i no balancejades
o Línies acoblades
• Adaptació d'impedàncies amb elements concentrats i línies de transmissió

Activitats vinculades:
Activitat 1
Activitat 2
Activitat 3
Activitat 4

Dedicació: 72h
Grup gran/Teoria: 15h
Grup petit/Laboratori: 16h
Aprenentatge autònom: 41h

Caracterització de circuits de microones

Descripció:
Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
• Paràmetres per la caracterització, mesura i simulació de circuits de microones: Z, Y, ABCD, i S
• Propietats i mesura de paràmetres S
• Càlcul de paràmetres S en circuits de dos ports
• Interconnexió de xarxes de dos ports
• Xarxes de dos ports més freqüents: atenuadors, amplificadors, aïlladors i filtres
• Xarxes de tres o més ports: divisors de potència, acobladors direccionals, híbrids de 90º i 180º, circuladors

Activitats vinculades:
Activitat 1
Activitat 5

Dedicació: 55h 30m
Grup gran/Teoria: 13h 30m
Grup petit/Laboratori: 8h
Aprenentatge autònom: 34h

Tecnologies de fabricació, instrumentació i CAD per aplicacions de radiofreqüència

Descripció:
Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
• Tecnologies de fabricació de dispositius de radiofreqüència
o Planars
o Guies i dielèctrics
o Electroacústics
o Electroòptics
• Tipus de components. Encapsulats, toleràncies, models, etc
• Instrumentació de mesura: analitzador d'espectre, analitzador de xarxes vectorial, mesurador de soroll, sintetitzadors/generadors de senyal, oscil·loscopis, mesuradors de potència
• Software i protocols de control d'instrumentació de laboratori
• Simuladors CAD per al disseny de circuits de radiofreqüencia
o Simuladors per elements concentrats
o Simuladors 2.5D (mètode de moments)
o Simuladores 3D (freqüència i temps)
o Multiphysics

Activitats vinculades:
Activitat 1

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 8h
Aprenentatge autònom: 10h

Dispositius passius

Descripció:
Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
• Síntesi d'elements reactius amb línies de transmissió
• Discontinuïtats
• Disseny de components passius de dos ports
o Ressonadors
o Filtres i multiplexors
o Divisors
o Acobladors direccionals i híbrids
o Commutadors
o Desfasadors
o Mescladors
o Circuladors i aïlladors
• Circuits en guia

Activitats vinculades:
Activitat 1
Activitat 5

Dedicació: 57h
Grup gran/Teoria: 15h
Grup petit/Laboratori: 8h
Aprenentatge autònom: 34h

Dispositius actius

Descripció:
Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
• Dispositius amplificadors
o Amplificadors de baix soroll
o Amplificadors de potència
• Oscil·ladors
o Oscil·ladors de RF
o Oscil·ladores de microones

Activitats vinculades:
Activitat 1
Activitat 6

Dedicació: 60h
Grup gran/Teoria: 11h 30m
Grup petit/Laboratori: 16h
Aprenentatge autònom: 32h 30m

ACTIVITATS

Activitats a l'aula

Descripció:
Són activitats que es finalitzaran i revisaran a l'aula, intercalades en les exposicions del professor. Es tracta de petits problemes que ajudaran a comprendre les explicacions del professor. Alguns d'aquests problemes es resoldran en grup i d'altres individualment.

Objectius específics:
• Aplicar els conceptes apareguts a classe fent participar a l'alumne activament.
• Resoldre dubtes sobre els conceptes tractats.
• Observar el nivell de seguiment de l'alumne.

Material:
Enunciats dels problemes proporcionats pel professor.

Lliurament:
Avaluació al control d'exercicis.

Dedicació: 42h
Grup gran/Teoria: 13h 30m
Aprenentatge autònom: 28h 30m

Iniciació al CAD de circuits de radiofreqüència

Descripció:
Iniciació al software de disseny i caracterització de circuits i dispositius de radiofreqüència.

Objectius específics:
• Conèixer les característiques principals i manegar amb soltesa una eina professional que es fa servir per l'anàlisi i disseny de circuits de radiofreqüència
• Conèixer els tipus d'anàlisi possibles
o Lineals: DC, AC, paràmetres S
o No lineals: Transient, Harmonic Balance, Circuit Envelope
o Estadístics

Material:
Manual de suport del software que es farà servir al laboratori.

Lliurament:
Avaluació al control de laboratori.

Dedicació: 8h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 4h

Modelatge de línies de transmissió amb CAD de radiofreqüència

Descripció:
Representació, caracterització, i comportament equivalent de línies de transmissió en funció de la seva longitud elèctrica amb software professional de simulació de circuits de radiofreqüència.

Objectius específics:
• Caracterització de línies per mitjà dels fasors de tensió i corrent.
• Impedància d'entrada de una línia de transmissió acabada en circuit obert o en curtcircuit en funció de la seva longitud elèctrica.

Material:
Enunciats de les activitats pràctiques.

Lliurament:
Avaluació al control de laboratori.

Dedicació: 8h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 4h

Adaptació d'impedàncies

Descripció:
Disseny de xarxes d'adaptació amb elements concentrats i amb línies de transmissió fent servir software professional de radiofreqüència.

Objectius específics:
• Adaptació d'una antena a un transceptor fent servir una xarxa d'adaptació realitzable en tecnologia microtira amb elements concentrats muntats en superfície.
• Disseny de la xarxa d'adaptació amb stubs.

Material:
Enunciats de les activitats pràctiques.

Lliurament:
Avaluació al control de laboratori.

Dedicació: 16h
Grup petit/Laboratori: 8h
Aprenentatge autònom: 8h

Disseny de dispositius pasius

Descripció:
Disseny de dispositius passius en tecnologia microtira i fent servir software professional de radiofreqüència

Objectius específics:
• Dissenyar circuits microstrip híbrids passius a partir d'unes especificacions prèvies: divisor de potència, acoblador direccional, ressonador i filtre.
• Conèixer els factors limitants imposats per a la realització pràctica dels dissenys.

Material:
Enunciats de les activitats pràctiques.

Lliurament:
Avaluació al control de laboratori.

Dedicació: 32h
Grup petit/Laboratori: 16h
Aprenentatge autònom: 16h

Disseny de dispositius actius

Descripció:
Disseny de dispositius actius en tecnologia microtira i fent servir software professional de radiofreqüència.

Objectius específics:
• Disseny i caracterització d'un amplificador de baix soroll.
• Caracterització d'un mesclador fent servir l'anàlisi d'Harmonic Balance.

Material:
Enunciats del les activitats pràctiques.

Lliurament:
Avaluació al control de laboratori.

Dedicació: 16h
Grup petit/Laboratori: 8h
Aprenentatge autònom: 8h

Integració i revisió

Descripció:
Integració dels dissenys de pràctiques anteriors en un transceptor. Revisió de conceptes.

Objectius específics:
• Integració de dispositius dissenyats per separat.
• Determinació de prestacions del sistema integrat.

Material:
Enunciats de les activitats pràctiques.

Lliurament:
Avaluació al control de laboratori.

Dedicació: 16h
Grup petit/Laboratori: 8h
Aprenentatge autònom: 8h

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**.

Definit a la infoweb de l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Es farà servir una calculadora científica que treballi amb nombres complexos.
L'ús de telèfons mòbils està prohibit a totes les probes d'avaluació.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Pozar, David M. Microwave engineering [en línia]. 3rd ed. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2005 [Consulta: 05/12/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=2064708. ISBN 0471448788.
- Bará Temes, Javier. Circuits de microones amb línies de transmissió [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1993 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36162. ISBN 8476533381.
- Collin, Robert E. Foundations for microwave engineering. 2nd student ed. New York: IEEE : Wiley-Interscience, 2012. ISBN 9788126515288.

Complementària:
- González, Guillermo. Microwave transistor amplifiers : analysis and design. 2nd. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1997. ISBN 0132543354.
- Hong, Jia-Shen G.; Lancaster, M. J. Microstrip filters for RF/Microwave applications. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 047138877.
- Ramo, Simon; Whinnery, John R.; Van Duzer, Theodore. Fields and waves in communication electronics. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. ISBN 0471305782.
- Pozar, David M. Microwave and RF wireless systems. New York [etc.]: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471322822.

RECURSOS

Altres recursos:
Notes d'aplicació
Manuals