Guia docent
230922 - CIAF - Circuits d'Alta Freqüència

Última modificació: 06/06/2024

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona
Unitat que imparteix: 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2018). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/responsables-assignatura

Altres: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/professorat-assignat-idioma

CAPACITATS PRÈVIES

Matemàtiques: fasors, operar amb números complexes, exponencial complexa, àlgebra bàsica de matrius (determinant, producte matriu per vector), resolució de sistemes d'equacions lineals, relacions logarítmiques (dB i Nepers).

Física: electromagnetisme bàsic, equacions de Maxwell (a nivell que existeixen i la seva interpretació intuïtiva).

Teoria de Circuits: element circuitals (R, L, C), anàlisi de circuits bàsics (llei d'Ohm, lleis de Kirchoff), càlculs de potència en impedàncies complexes. Anàlisi sistemàtica de xarxes: caracterització matricial.

Radiació i Propagació: conceptes d'energia i potència, règim permanent sinusoidal, línies de transmissió, propagació en línies de transmissió, carta de Smith, adaptació d'impedàncies, atenuació, guies d'ona, dispersió, concepte d'antena.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CE9. Capacitat d'analitzar i especificar els paràmetres fonamentals d'un sistema de comunicacions. (Mòdul comú a la branca de telecomunicació).
CE13. Capacitat per comprendre els mecanismes de propagació i transmissió d'ones electromagnètiques i acústiques, i els corresponents dispositius emissors i receptors. (Mòdul comú a la branca de telecomunicació).
CE10. Capacitat per avaluar els avantatges i inconvenients de diferents alternatives tecnològiques de desplegament o implementació de sistemes de comunicacions, des del punt de vista de l'espai del senyal, les perturbacions i el soroll i els sistemes de modulació analògica i digital. (Mòdul comú a la branca de telecomunicació).
CE22. Capacitat per a seleccionar circuits i dispositiu electrònics per a la transmissió, l'encaminament o enrutament i els terminals, tant en entorn fixs com mòbils. (Mòdul de tecnologia específica - Sistemes Electrònics).
CE28. Capacitat per especificar i utilitzar instrumentació electrònica i sistemes de mesura. (Mòdul de tecnologia específica- Sistemes electrònics).

Transversals:
CT5. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS DE LA INFORMACIÓ. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura es desenvoluparà mitjançant una combinació presencial de classes expositives, classes d'aplicació i classes de laboratori. En totes elles es potenciarà al màxim la participació de l'estudiant de manera que s'eviti, fins hi tot en les expositives, que tingui un rol d'espectador. En les pràctiques de laboratori es potenciarà que l'estudiant utilitzi instrumentació professional de microones i sigui capaç de desenvolupar un esperit crític amb la seva utilització mesurant diferents tipus de dispositius.

Per aconseguir-ho es potenciarà el treball individual (no presencial) que li permetrà en alguns casos preparar anticipadament el contingut de les classes expositives i d'aplicació, i, sobretot, consolidar els coneixements mitjançant el treball individual. Aquest treball individual consistirà en la resolució de problemes tipus que cobreixin els diferents aspectes del temari, disseny i simulació de circuits d'alta freqüència mitjançant software específic i preparació de les pràctiques de laboratori.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'estudiant aprendrà les tècniques bàsiques d'anàlisi, disseny i mesura de circuits de microones, tant actius com passius, i coneixerà les diferents tecnologies que s'utilitzen en aquest marge de freqüències.

En el curs es prioritzen les descripcions generals de l'aplicació dels diferents circuits sobre les demostracions matemàtiques, mostrant una visió funcional d'ells. No obstant això, es proporcionen a l'estudiant els coneixements bàsics per a que, tot i no haver vist aquestes demostracions, estigui capacitat per seguir-les sense excessives dificultats en alguna de les referències bibliogràfiques.

Es donarà molta importància a l'aplicabilitat de l'assignatura, de manera que les classes teòriques es posaran en pràctica, primer en sessions de problemes i, posteriorment, mitjançant eines de software de disseny i simulació de circuits de microones i sessions de laboratori amb instrumentació.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	13,0	8.67
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67
Hores grup gran	52,0	34.67

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

1. Repàs de línies de transmissió

Descripció:
La teoria de línies de transmissió tanca la bretxa entre l'anàlisi de camps electromagnètics i la teoria bàsica de circuits. La propagació d'ones en línies de transmissió es pot abordar des d'una extensió de la teoria de circuits o des de les equacions de Maxwell. Es presenten tots dos enfocaments, però el darrer només sota un punt de vista intuïtiu per poder entendre la física associada les línies de transmissió.
a. Anàlisi de camp d'una línia de transmissió amb les equacions de Maxwell.
b. El model de circuit d'elements concentrats per a una línia de transmissió
c. Les equacions del telegrafista.
d. Constant de propagació, impedància i flux de potència en una línia de transmissió.
e. La línia de transmissió terminada i el coeficient de reflexió. Coeficient de reflexió i impedància total al llarg de la línia de transmissió. Ones estacionàries.
f. Desadaptació de generador i càrrega. Potència disponible del generador.
g. Línia de transmissió amb pèrdues: pèrdues al conductor i al dielèctric.

Dedicació: 5h 40m
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 3h 10m

2. Línies planars

Descripció:
Les línies de transmissió planars són línies de transmissió amb conductors i tires dielèctrics (aïllants), que són planes. S'utilitzen per interconnectar components en circuits impresos i circuits integrats que treballen a freqüències de microones perquè el tipus pla encaixa bé amb els mètodes de fabricació d'aquests components. La geometria de la línia es pot controlar amb precisió perquè el seu comportament elèctric sigui altament predictible.
a. Modes de propagació: TEM, quasi-TEM, modes transversals i modes de secció longitudinal
b. Dispersió en línies de transmissió
C. Línies microstrip, stripline, coplanar, slotline, finline, etc.
d. Equacions matemàtiques d'anàlisi i síntesi.
d. Transicions i distorsions en línies microstrip (cantonades, connexions, forats, …).
e. Substrats i conductors per a línies planes.

Dedicació: 6h 50m
Grup gran/Teoria: 2h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 3h 50m

3. Carta de Smith i adaptació d'impedàncies

Descripció:
La carta de Smith és una ajuda gràfica útil per resoldre problemes de línies de transmissió i representar el comportament freqüencial dels circuits. Representa impedàncies en termes de coeficients de reflexió.
a. Derivació de la carta de Smith: gràfic polar del coeficient de reflexió i circumferències constants de resistència/conductància i reactància/susceptància.
b. Ús de la carta de Smith com a calculadora de línia de transmissió.
C. Circuits d'adaptació d'impedància per el màxim lliurament de potència: sintonització amb stub simple, transformador de quart d'ona i xarxes en L.

Dedicació: 9h 10m
Grup gran/Teoria: 2h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 5h 10m

4. Representació matricial de circuits d'alta freqüència

Descripció:
El comportament elèctric duna xarxa en un ampli marge de freqüències es pot caracteritzar completament com una matriu. Aquesta representació és molt útil per determinar el comportament d'un circuit sota diferents condicions de fonts i càrregues sense necessitat de conèixer-ne l'estructura interna.
a. Matrius d'impedància (Z) i admitància (Y) i les seves propietats.
b. Matriu de dispersió (S) i les seves propietats.
c. Matriu de transmissió (ABCD) i les seves propietats.
d. Conversió entre paràmetres de xarxes de dos ports.

Dedicació: 6h 50m
Grup gran/Teoria: 2h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 3h 50m

5. Circuits passius de microones

Descripció:
Es presenten circuits típics de microones i les seves aplicacions comunes.
a. Xarxes de dos ports.
i. Propietats bàsiques: coeficients de reflexió d'entrada i sortida, coeficients de transmissió, guanys de potència, pèrdues de retorn i pèrdues d'inserció.
ii. Atenuadors i aplicacions.
iii. Filtres i aplicacions.
b. Xarxes de tres ports.
i. Propietats bàsiques dels divisors.
ii. Divisor de potència resistiu i aplicacions.
iii. Divisor Wilkinson i aplicacions.
IV. Circuladors i aplicacions.
c. Xarxes de quatre ports.
i. Propietats bàsiques.
ii. Híbrids de 90º i 180º i aplicacions.
iii. Acoblador direccional i aplicacions.
d. Catàlegs de circuits comercials.

Dedicació: 45h
Grup gran/Teoria: 14h
Activitats dirigides: 5h
Aprenentatge autònom: 26h

6. Circuits actius de microones

Descripció:
L'amplificació és una de les funcions més bàsiques i predominants en un sistema de circuits de microones. Es presenten les tècniques de disseny per a amplificadors basats en transistors. Els oscil·ladors també són un element clau en qualsevol sistema de microones.
a. Marge dinàmic i fonts de soroll en sistemes de microones.
i. Marge dinàmic d'un amplificador realista.
ii. Fonts de soroll.
iii. Potència de soroll, temperatura equivalent de soroll i factor de soroll
IV. Factor de soroll dÊ»un sistema en cascada. Fórmula de Friis.
b. Detectors i mescladors
C. Amplificadors de microones.
i. Característiques dels transistors de microones.
ii. Guany i estabilitat d'un amplificador.
iii. Disseny d'amplificadors d'una etapa.
1. Disseny per a màxim guany (adaptació conjugada).
2. Circumferències de guany constant i disseny per a guany específic.
3. Circumferències de factor de soroll constant i disseny per a baix nivell de soroll.
F. Disseny d'oscil·ladors
i. Oscil·ladors de resistència negativa.
ii. Oscil·ladors basats en transistors.

Dedicació: 31h 10m
Grup gran/Teoria: 10h 30m
Activitats dirigides: 3h 30m
Aprenentatge autònom: 17h 10m

7. Circuits híbrids i monolítics

Descripció:
Es presenten les característiques bàsiques i els camps d'aplicació dels circuits híbrids i monolítics. Els circuits integrats de microones monolítics i híbrids són dos tipus de components que proporcionen diverses funcions per als sistemes de microones d'alta freqüència. Els circuits integrats de microones monolítics (MMIC) brinden més avantatges a altes freqüències, ja que estan construïts sobre semiconductors diferents del silici. Els productes de RF avançats utilitzen circuits integrats monolítics de microones (MMIC) per proporcionar capacitats de RF estàndard en paquets estandarditzats. L'altre tipus comú de component de RF és un circuit integrat híbrid de microones (HMIC). Tant els circuits integrats de microones monolítics com els híbrids tenen lloc en els sistemes de RF actuals, però brinden diferents capacitats i funcionalitats.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 1h
Activitats dirigides: 0h 30m
Aprenentatge autònom: 1h 30m

8. Eines CAD per a simulació i disseny de circuits d'alta freqüència

Descripció:
Es presentaran els principis de funcionament i l'ús d'eines CAD per a l'anàlisi i el disseny de circuits.
a. Diagrames de flux de senyals i aplicació a l'anàlisi de circuits.
b. L'eina QUCS CAD és un simulador de circuits que permet configurar un circuit amb una interfície gràfica d'usuari (GUI) i simular el comportament en gran senyal, petit senyal i soroll del circuit. Un cop finalitzada la simulació, es poden veure els resultats. Aquesta eina es farà servir per simular tots els circuits presentats al llarg del curs i per a la resolució de diferents treballs.

Dedicació: 5h 40m
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 1h
Aprenentatge autònom: 2h 40m

9. Instruments bàsics de microones.

Descripció:
Es presenten els principis bàsics dels instruments de microones habitualment disponibles en un laboratori, destacant-ne les principals característiques, limitacions, calibratge i ús.
a. Un Analitzador d'Espectre mesura la magnitud d'un senyal d'entrada davant de la freqüència dins del marge de freqüència complet de l'instrument. L'ús principal és mesurar la potència de l'espectre de senyals coneguts i desconeguts.
b. Un Analitzador de Xarxes Vectorial és un instrument que mesura els paràmetres de xarxa d'un circuit, comunament mesura els paràmetres s. Els analitzadors de xarxa sovint es fan servir per caracteritzar xarxes de dos ports, com amplificadors i filtres, però es poden utilitzar en xarxes amb un nombre arbitrari de ports.
b. El mesurador de figura de soroll és un instrument per mesurar la figura de soroll d'un amplificador, mesclador o dispositiu similar.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 1h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Avaluació continuada (40 %):
- Controls (15 %)
- Pràctiques d'ordinador i laboratori (25 %)
Examen final (60 %)

Les pràctiques són obligatòries i no re-avaluables.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Barlabé Dalmau, A.; Muñoz Porcar, C. La Carta de Smith: aplicacions. 1a ed. Aula Politècnica. Barcelona: Edicions UPC, 2001. ISBN 8483015056.
- Pozar, D.M. Microwave engineering [en línia]. 4th ed. Hoboken: Wiley, 2012 [Consulta: 09/04/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=2064708. ISBN 9780470631553.
- Bará Temes, J. Circuitos de microondas con líneas de transmisión [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1994 [Consulta: 10/07/2019]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36161. ISBN 9788489636552.