Guia docent
300039 - ESR - Enginyeria de Software Ràdio

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:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

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

Altres: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACITATS PRÈVIES

· Coneixements de processat de senyal digital, incloent filtratge, pas de domini temporal a domini freqüèncial, interpolació i delmat, etc.
· Coneixements de programació en C, incloent programació modular, crides a funcions, llibreries, variables globals i locals, un bon maneig en els tipus de dades, etc.
· Coneixements de fonaments de comunicacions, modulacions digitals, canals radio, amplada de banda, equalització de canal, codificació de canal, sincronismes.
· Concepte de propagació i relació amb la potencia transmesa i sensibilitat del receptor.
· Tipus de filtres. Caracterització i paràmetres bàsics d'un filtre real: ample de banda, freqüència de tall, factor de qualitat, etc.
· Probabilitat i estadística: conceptes de probabilitat, variable aleatòria i funció de densitat de probabilitat.

REQUISITS

· Haver cursat:
o Fonaments de Comunicacions.
o Processat Digital del Senyal
o Projecte d'Enginyeria del Software
o Circuits Electrònics per a Telecomunicacions
o Enginyeria de RF
· Estar cursant les assignatures de:
o Comunicacions Sense Fils.
· Tenir una visió global dels sistemes de comunicacions, entenent les relacions entre els diferents components del sistema: RF, Processat Digital, Antenes.
· Disposar de uns bons coneixements de programació modular.

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 12 TELECOM. Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
3. 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)
4. CE 2 TELECOM. Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en la ingeniería. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
5. CE 26 SIS. Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia, empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Genèriques:
11. GESTIÓ DE PROJECTES - Nivell 1: Conèixer eines de gestió de projectes portant a terme les diferents fases del projecte establertes pel professor.
12. GESTIÓN DE PROYECTOS - Nivel 2: Definir els objectius d'un projecte ben definit, d'abast reduït, i planificar-ne el desenvolupament, determinant els recursos necessaris, tasques a realitzar, repartiment de responsabilitats integració. Utilitzar adequadament eines de suport a la gestió de projectes.
16. ÚS EFICIENT D'EQUIPS I INSTRUMENTACIÓ - Nivell 1: Utilitzar correctament instrumental, equips i programari dels laboratoris d'ús general o bàsics. Realitzar els experiments i pràctiques proposats i analitzar els resultats obtinguts.
17. ÚS EFICIENT D'EQUIPS I INSTRUMENTACIÓ - Nivell 2: Utilitzar correctament instrumental, equips i programari dels laboratoris d'ús específic o especialitzat, coneixent-ne les prestacions. Realitzar una anàlisi crítica dels experiments i resultats obtinguts. Interpretar correctament manuals i catàlegs. Treballar de manera autònoma, individualment o en grup, al laboratori.

Transversals:
6. 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.
7. APRENENTATGE 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.
8. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
9. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.
10. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ - Nivell 1: Tenir iniciatives i adquirir coneixements bàsics sobre les organitzacions i familiaritzar-se amb els instruments i les tècniques, tant de generació d'idees com de gestió, que permetin resoldre problemes coneguts i generar oportunitats.
13. 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.
14. 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.
15. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.
18. 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.
19. 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

Les hores d'aprenentatge dirigit consisteixen, d'una banda, a fer classes teòriques (grup gran) en què el professorat fa una breu exposició per introduir els objectius d'aprenentatge generals relacionats amb els conceptes bàsics de la matèria. Posteriorment i mitjançant exercicis pràctics intenta motivar i involucrar l'estudiantat perquè participi activament en el seu aprenentatge. S'utilitza material de suport elaborat pels professors de l'assignatura: pla docent detallat, bibliografia, transparències, apunts de classe, exercicis resolts, etc., disponibles al campus digital ATENEA. Gràcies a aquest material 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 gràcies al material de l'assignatura del que disposa, ja que no ha d'estar a classe simplement prenent apunts.

Les sessions de laboratori s'organitzen al voltant del concepte de aprenentatge basat en la realització de projectes. L'objectiu final de les sessions de laboratori es que els alumnes, en grups de dues persones, desenvolupin un sistema de comunicacions complert de forma que es realitzi l'enviament real de dades utilitzant un canal real. Les sessions de laboratori es s'estructuren al voltant de quatre projectes, de menor a major complexitat i autonomia en la seva realització per part de l'alumne. Així, les sessions de laboratori estan organitzades per anar definint una metodologia de desenvolupament de sistemes complexes a la vegada que es van implementant els diferents mòduls de processament que calen i que s'integraran en una última fase. Cadascun dels projectes es definirà per un full d'especificacions on s'indicarà els paràmetres de funcionament dels diferents subsistemes, així com la ubicació dins del sistema global, una llista dels elements que s'avaluaran, entre els que s'inclouran els recursos utilitzat, i el temps assignat per cada subprojecte. El professorat estarà en tot moment a disposició dels alumnes per qualsevol dubte tant conceptual com d'implementació. Tanmateix els projectes s'hauran de desenvolupar pels grups de laboratori de forma autònoma i fora del laboratori. Aquestes sessions tan sols han de servir per fer un seguiment, resolució de dubtes, coordinació de les activitats i avaluació dels resultats obtinguts. Aquestes activitats, desenvolupament dels projectes, fora del laboratori son la base de les activitats dirigides.

Part del material de suport consistirà en articles i documentació addicional en angles.

En les sessions d'activitats dirigides (grups de 20 alumnes com a màxim) l'estudiant podrà rebre una atenció personalitzada sobre els dubtes que li hagin sorgit en l'elaboració dels treballs assignats o bé es promouran activitats de treball cooperatiu en que grups d'alumnes intercanvien informació a través de presentacions o discussions en grups reduïts.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Enginyeria Software Radio, l'estudiant ha de ser capaç de:

· Conèixer les principals característiques d'un sistema de comunicació i la problemàtica que pretén resoldre cadascun dels blocs que formen aquest sistema
· Conèixer i utilitzar les eines de desenvolupament professionals tant a nivell de hardware com de software, per tal de poder dissenyar un sistema de comunicacions basat en tecnologia digital..
· Familiaritzar-se amb la problemàtica d'utilització de dispositius d'adquisició i processament de dades d'alta velocitat aplicada a un sistema de comunicacions
· Utilitzar una metodologia de disseny, implementació i depurat apropiada per sistemes que treballen en temps real.
· Saber utilitzar les diferents tècniques emprades en un sistema de comunicacions i avaluant la seva complexitat i cost poder seleccionar la solució més apropiada.
· Conèixer les implicacions del mostreig pas-banda en el disseny d'un receptor multimode.
· Conèixer diferents implementacions eficients de esquemes de extracció de components en fase i quadratura, up i down converters (DUC i DDC), sintetitzadors de freqüència (DDS) i mòduls de sincronisme.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	26,5	17.67
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00
Hores grup petit	39,5	26.33

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Concepte Software Radio

Descripció:
En aquest primer bloc s'introduirà a l'estudiant al concepte Software Radio. Els aspectes que es tractaran son:
· Concepte Software Radio: Característiques i beneficis.
· Principis de disseny de sistemes Software Radio: problemàtica i implicacions.
· Tecnologies utilitzades, descripció DSPs, FPGAs, multiprocessor System-on-Chip (MPSoC), application-specific instruction-set processor (ASIP), etc
· Etapes sistema de comunicacions: Funcionalitats i paràmetres
· Demanda de computació, eficiència espectral i QoS.

Objectius específics:

Activitats vinculades:
Laboratori 0: Entorn de desenvolupament sistemes en temps real
Projecte 1: Anàlisi del canal de comunicacions

Dedicació: 4h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

Metodologia de disseny i verificació de sistemes SDR

Descripció:
L'objectiu d'aquest contingut es el de consolidar els coneixements de computació i reforçar aquells aspectes més relacionats amb metodologia a seguir en la implementació de sistemes de comunicacions que utilitzen computació distribuïda i que operen en temps real.
Els aspectes que es tractaran son:
· Tipus de processadors per comunicacions: avantatges i inconvenients
· Programació orientada a processar un flux de dades
· Implicacions de execució en temps real
· Computació distribuïda. Paral·lelització
· Capes d'abstracció, middeware, sistemes operatius, interfeixos, APIs
· Tipus de dades, conversió de tipus. Operacions en coma fixa i flotant.
· Gestió de recursos de computació.
· Entorns de desenvolupament de software
· Monitorització de senyals
· Detecció d'errors: nivell sintàctic, algorísmic i de processament

Activitats vinculades:
Laboratori 0: Entorn de desenvolupament sistemes en temps real
Projecte 1: Anàlisi del canal de comunicacions

Dedicació: 11h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h 30m
Activitats dirigides: 0h 30m
Aprenentatge autònom: 6h

Front-end Software Radio

Descripció:
En aquest bloc es proporcionarà a l'estudiant les eines bàsiques per dissenyar el Front-end Software Radio. Els aspectes que es tractaran son:
· El capçal de RF en Software Radio: Flexibilitat
· Arquitectures del front-end SR i incorporació dels AD i DAs.
· Implicacions del mostreig en la computació.
· Receptors de banda ampla. Problemàtica i disseny.
· Mostreig multibanda, Efecte del CAG.
· SFDR dels ADs i DAs
· Paràmetres dels conversors AD per comunicacions
· Filtratge digital: prestacions i requeriments de computació

Activitats vinculades:
Laboratori 0: Entorn de desenvolupament sistemes en temps real
Projecte 1: Anàlisi del canal de comunicacions

Dedicació: 27h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 14h

Moduladors, demoduladors, DDC i DUC

Descripció:
En aquest segon bloc s'abordarà el desenvolupament, computacionalment eficient, de etapes de DDC (digital up converter) i DUCs (digital down converter). S'abordaran diferents estratègies. Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
· Revisió esquemes IQ. Senyal imatge.
· Cascaded Integrator Comb (CIC),
· Filtres interpoladors. Disseny de filtres polifase.
· Esquemes DUC i DDC basats en filtres CIC
· Esquemes DUC i DDC basats en filtres polifase.
· Conversió de freqüència de mostreig. Sistemes multirate
· Cost de computació de les diferents estratègies

Activitats vinculades:
Projecte 2: Moduladors/demoduladors digitals.

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 20h

Sincronismes

Descripció:
En aquest contingut s'abordarà el disseny de subsistemes de sincronització del receptor i la seva implementació digital. Els punts que es tractaran en aquest contingut son els següents:
· Sincronisme de portadora. PLL digitals, llaç de Costas, etc.
· Sincronisme de fase. Correcció de fase.
· Sincronisme de símbol. Correlació.
· Cost de computació de les diferents estratègies

Activitats vinculades:
Projecte 2: Moduladors/demoduladors digitals
Projecte 3: Sincronismes receptor i equalització de canal

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 20h

Síntesi de freqüència digital

Descripció:
En aquest contingut es tractarà la síntesi de senyal digital. L'objectiu es la minimització dels recursos de computació associada a aquesta secció del receptor. Els aspectes que es tractaran son:
· Disseny i implementació d'esquemes Direct Digital Sinthesis (DDS)
· Anàlisis dels espuris generats
· Generació de senyal pas-banda
· Prestacions de sistemes híbrids DDS-PLLs
· Compressió de Taules Sinus
· Algorisme CORDIC
· VCO digital

Activitats vinculades:
Projecte 3: Sincronismes receptor
Projecte 4: Sistema de comunicacions complert

Dedicació: 21h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 6h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 12h

Estimació i Equalització de canal

Descripció:
En aquest contingut es tractarà la millora de prestacions d'un sistema de comunicacions mitjançant la utilització d'estimadors de canal. L'objectiu es la minimització dels recursos de computació associada a aquesta secció del receptor. Els aspectes que es tractaran son:
· Equalitzadors lineals i no lineals
· Equalització adaptativa

Activitats vinculades:
Projecte 4: Sistema de comunicacions complert

Dedicació: 17h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h 30m
Activitats dirigides: 0h 30m
Aprenentatge autònom: 10h

ACTIVITATS

LAB_0. DESENVOLUPAMENT SISTEMES EN TEMPS REAL

Descripció:
Aquesta activitat es durà a terme en grups de 2 persones i s'organitza al voltant d'una sessió presencial de 2.5 hores. Aquest laboratori ha de permetre donar a l'estudiant les eines bàsiques de desenvolupament de codi per treballar en un entorn que opera en temps real. A més ha de incorporar eines que permetin la visualització de les senyals que s'estan gestionant tant en el domini temporal com freqüencial.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de utilitzar les eines de disseny, monitorització i anàlisi de errors que l'entorn de desenvolupament es capaç de proporcionar.

Material:
Entorn de desenvolupament de programació, material en suport electrònic disponible al campus digital definit pel codi font per aquesta sessió i el guió de la metodologia a seguir i de les tasques a realitzar, a més de la bibliografia de l'assignatura.

Dedicació: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h 30m
Aprenentatge autònom: 2h

PROJECTE 1. ANÀLISI DEL CANAL DE COMUNICACIONS

Descripció:
Conèixer les característiques del canal de comunicacions que s'utilitzarà per enviar la informació a fi de poder combatre els seus efectes. Es pretén avaluar les característiques del canal mitjançant dues tècniques diferents:
· Resposta Impulsional
· Analitzador d'Espectres.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de:
· Tenir suficient habilitat en el maneig de les eines de desenvolupament.
· Analitzar i modelar adequadament el canal de comunicació que utilitzarà al llarg de la resta de les sessions de laboratori.
· Implementar rutines bàsiques de codi que utilitzaran en les següents sessions.
· Entendre la metodologia del desenvolupament, disseny i correcció d'errors, de codi modular.
· Utilitzar una metodologia de desenvolupament adequada per entorns que operin en temps real.
· Treballar adequadament amb diferents tipus de dades, entendre el procés i la necessitat de la conversió de tipus. Utilitzar adequadament les operacions en coma fix.
· Entendre el procés d'avaluació basat en la obtenció de resultats parcials en el procés de construcció d'un sistema de comunicacions complert.

Material:
Entorn de desenvolupament de programació, material en suport electrònic disponible al campus digital definit pel codi font per aquesta pràctica i el guió de la metodologia a seguir i de les tasques a realitzar, a més de la bibliografia de l'assignatura.

Lliurament:
S'avaluaran les habilitats competencials de l'alumne en funció del correcte funcionament dels diferents subsistemes que l'alumne ha de modificar/generar prèviament a la sessió de pràctiques. Aquesta avaluació es realitzarà durant les sessions de laboratori assignades a aquesta pràctica. S'avaluarà el correcte funcionament de les diferents parts del sistema

Dedicació: 11h 30m
Grup petit/Laboratori: 5h
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 5h

PROJECTE 2: MODULADORS/DEMODULADORS DIGITALS

Descripció:
En aquesta pràctica es pretén que es generi una modulació digital per tal d'habituar-se en la construcció de modulacions. La complexitat en la transmissió i en la recepció depèn dels paràmetres de disseny (tipus de modulació, mostres per símbol, pols conformador, freqüència intermitja, etc.) que es seleccionen. A més cal implementar l'esquema de modulació/demodulació i/o DUC/DDC de forma eficient en termes de computació.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de:
· Generar senyals pas-banda i modulades digitalment i centrades a la freqüència desitjada.
· Implementar de forma computacionalment eficient moduladors/demodulador i DDC/DUCs.
· Determinar la qualitat de les solucions adoptades mitjançant l'anàlisi de la BER sobre el canal ideal i real.
· Determinar el cost computacional de cadascuna de les solucions adoptades.
· Generar codi modular.

Material:
Entorn de desenvolupament de programació, material en suport electrònic disponible al campus digital definit pel codi font per aquesta pràctica i el guió de la metodologia a seguir i de les tasques a realitzar, a més de la bibliografia de l'assignatura.

Lliurament:
S'avaluaran les habilitats competencials de l'alumne en funció del correcte funcionament dels diferents subsistemes que l'alumne ha de modificar/generar prèviament a la sessió de pràctiques. Aquesta avaluació es realitzarà durant les sessions de laboratori assignades a aquesta pràctica. S'avaluarà el correcte funcionament de les diferents parts del sistema.

Dedicació: 14h
Grup petit/Laboratori: 5h
Activitats dirigides: 1h
Aprenentatge autònom: 8h

PROJECTE 3: SINCRONISMES RECEPTOR

Descripció:
En aquest projecte es generaràn els mòduls necessaris per realitzar els sincronismes de portadora, fase i de símbol. L'objectiu es corregir els efectes sobre la freqüència i la fase que introdueix el canal i determinar l'instant òptim de mostreig de la senyal rebuda.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de:
· Desenvolupar un mecanisme de sincronisme de portadora adequat a la modulació utilitzada.
· Desenvolupar estratègies i mecanismes de correcció de fase adients.
· Realitzar el sincronisme de símbol, determinar l'instant òptim de mostreig i recuperar la informació (bits) incorporats en la senyal rebuda.
· Mesurar el cost computacional de la solució plantejada.
· Mantenir l'execució en temps real.
· Avaluar l'impacte de les solucions adoptades en la BER.

Material:
Entorn de desenvolupament de programació, material en suport electrònic disponible al campus digital definit pel codi font per aquesta pràctica i el guió de la metodologia a seguir i de les tasques a realitzar, a més de la bibliografia de l'assignatura.

Lliurament:
S'avaluaran les habilitats competencials de l'alumne en funció del correcte funcionament dels diferents subsistemes que l'alumne ha de modificar/generar prèviament a la sessió de pràctiques. Aquesta avaluació es realitzarà durant les sessions de laboratori assignades a aquesta pràctica. S'avaluarà el correcte funcionament de les diferents parts del sistema.

Dedicació: 23h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Activitats dirigides: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 14h

PROJECTE 4: SISTEMA DE COMUNICACIONS COMPLERT. INTEGRACIÓ

Descripció:
En aquesta fase del projecte es pretén incorporar tots aquells elements que son necessaris per la correcta transmissió de dades: power ramping, filtrat de FI, CAG, sincronismes, modulació, codificació i correcció d'errors, etc. L'objectiu es que, tenint en compte el canal de transmissió disponible, es definirà com a objectiu una determinada velocitat de transmissió i BER i els grups de treball hauran d'incorporar aquells elements que considerin necessaris per assolir els objectius. La transmissió es realitzarà seguint un format de trama prèviament definit per tal de compatibilitzar la interacció entre varis grups de treball.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de:
· Transmetre informació des de un transmissor a un receptor (equips diferents) amb una velocitat i un nivell de qualitat determinat.
· Construir un sistema de comunicacions a partir de mòduls definits prèviament.
· Assegurar que s'assoleixen les restriccions de temps real i que els nivells de computació no son excessius.
· Desenvolupar codi eficient en termes de computació i prestacions.
· Analitzar la qualitat de les solucions adoptades.

Material:
Entorn de desenvolupament de programació, material en suport electrònic disponible al campus digital definit pel codi font per aquesta pràctica i el guió de la metodologia a seguir i de les tasques a realitzar, a més de la bibliografia de l'assignatura.

Lliurament:
S'avaluaran les habilitats competencials de l'alumne en funció del correcte funcionament dels diferents subsistemes que l'alumne ha de modificar/generar prèviament a la sessió de pràctiques. Aquesta avaluació es realitzarà durant les sessions de laboratori assignades a aquesta pràctica. S'avaluarà el correcte funcionament de les diferents parts del sistema.

Dedicació: 35h
Grup petit/Laboratori: 12h 30m
Activitats dirigides: 2h 30m
Aprenentatge autònom: 20h

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.

· Les sessions de laboratori es realitzaran en grups de dues persones com a màxim.
· L'aprovat s'obté en assolir el 5 en la qualificació total, sempre que s'hagi tret una qualificació igual o superior al 3 en les proves escrites E1 i E2 i en el global dels projectes.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Reed, Jeffrey Hugh. Software radio : a modern approach to radio engineering. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 0130811580.

Complementària:

- Goldberg, Bar-Giora. Digital frequency synthesis demystified : DDS and fractional-N PLLs. Eagle Rock: LLH Technology, 1999. ISBN 1878707477.
- Carlson, A. Bruce; Rutledge, Janet C.; Crilly, Paul B. Communication systems : an introduction to signals and noise in electrical communication. 4th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill, 2002. ISBN 0070111278.
- Sklar, Bernard. Digital communications : fundamentals and applications [en línia]. Second edition, Pearson new international edition. Harlow, Essex, England: Pearson Education Limited, 2014 [Consulta: 30/09/2024]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5185638. ISBN 9781292026060.
- Bateman, Andrew; Yates, Warren. Digital signal processing design. New York: Computer Science Press, 1989. ISBN 0716781883.
- Dixon, Robert C. Radio receiver design. New York ; Basel ; Hong Kong: Marcel Dekker, 1998. ISBN 0824701615.
- Webb, William; Hanzo, Lajos. Modern quadrature amplitude modulation : principles and applications for fixed and wireless communications. London : New York: Pentech Press ; IEEE Press, 1994. ISBN 0727317016.
- Bateman, Andy. Digital communications : design for the real world. Harlow [etc.]: Addison-Wesley, 1998. ISBN 0201343010.
- Stacey, Dale. Aeronautical radio communication systems and networks [Recurs electrònic] [en línia]. Chichester, England ; Hoboken, NJ: Wiley, cop. 2008 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=350916. ISBN 9780470035092.

RECURSOS

Altres recursos:
Material en suport electrònic disponible al campus digital: apunts, transparències, problemes, pràctiques, software, etc.