

**Xarxes de Telecomunicació**

Codi: 102699

Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500898 Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació	OB	3	2

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Pere Tuset Peiro

Correu electrònic: Pere.Tuset@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Prerequisits**

Per tal de poder seguir l'assignatura amb garanties s'han d'haver cursat i superat les següents assignatures del pla d'estudis:

- Estadística
- Programació
- Fonaments de Xarxes

**Objectius**

L'objectiu de l'assignatura és donar a conèixer la evolució tecnològica i la arquitectura de les xarxes de telecomunicació, així com els problemes que es plantegen i les solucions que existeixen en el procés de disseny i explotació d'aquestes. Així doncs, un cop acabat el curs els alumnes i les alumnes hauran de ser capaços de:

- Conèixer la taxonomia, la evolució tecnològica i la arquitectura de les xarxes de telecomunicació
- Conèixer les eines matemàtiques que permeten modelitzar el funcionament d'un sistema i saber-les aplicar al dimensionat d'una xarxa de telecomunicació
- Descriure els requeriments d'una xarxa de telecomunicació pel que fa la qualitat del servei i conèixer les tècniques que s'utilitzen per implementar-la
- Descriure la problemàtica de la congestió de la xarxa i conèixer el funcionament dels mecanismes que existeixen per resoldre-la
- Descriure la necessitat de la interconnexió de xarxes i conèixer el funcionament dels protocols que s'utilitzen a Internet
- Descriure el concepte de control i gestió de xarxa i conèixer el funcionament dels protocols que s'utilitzen a Internet

**Competències**

- Actitud personal
- Aplicar la legislació necessària durant el desenvolupament de la professió d'enginyer tècnic de telecomunicació i utilitzar les especificacions, els reglaments i les normes de compliment obligatori.

- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- Comunicació
- Dirigir les activitats objecte dels projectes de l'àmbit de la telecomunicació.
- Dissenyar i dimensionar sistemes de comunicacions multiusuari utilitzant els principis de la teoria de la comunicació sota les restriccions imposades per les especificacions i la necessitat de proveir de qualitat de servei.
- Fer mesures, càlculs, valoracions, taxacions, peritatges, estudis, informes, planificació de tasques i altres treballs anàlegs en l'àmbit dels sistemes de telecomunicació.
- Hàbits de pensament.
- Hàbits de treball personal
- Redactar, desenvolupar i firmar projectes en l'àmbit de l'enginyeria de telecomunicacions que, segons l'especialitat, tinguin per objecte la concepció, el desenvolupament o l'explotació de xarxes, serveis i aplicacions de telecomunicació i electrònica.
- Resoldre problemes amb iniciativa i creativitat. Prendre decisions. Comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses, comprenent la responsabilitat ètica i professional de l'activitat de l'enginyer tècnic de telecomunicació.
- Treball en equip
- Ètica i professionalitat

## Resultats d'aprenentatge

1. Adaptar-se a entorns multidisciplinaris.
2. Aplicar les tècniques en què es basen les xarxes, serveis, processos i aplicacions de telecomunicació tant en entorns fixos com a mòbils, personals, locals o a gran distància amb diferents amplituds de banda, incloent telefonia, radiodifusió, televisió i dades, des del punt de vista dels sistemes de transmissió.
3. Assumir i respectar el rol dels diversos membres de l'equip, així com els diferents nivells de dependència de l'equip.
4. Avaluar de manera crítica el treball dut a terme.
5. 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.
6. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
7. Construir, explotar i gestionar les xarxes, serveis, processos i aplicacions de telecomunicacions, enteses aquestes com a sistemes de captació, transport, representació, processament, emmagatzematge, gestió i presentació d'informació multimèdia, des del punt de vista dels sistemes de transmissió.
8. Desenvolupar el pensament científic.
9. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
10. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
11. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
12. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics.
13. Diferenciar i classificar els principals algorismes de dimensionament, control de tràfic i congestió.
14. Diferenciar i comprendre el significat de mesuraments i valoracions de xarxes de telecomunicacions per fomentar i assegurar el seu disseny més òptim.
15. Discutir i aplicar sistemes de criptografia orientats a millorar la seguretat d'un sistema de comunicació.
16. Distingir la diferent naturalesa dels problemes de dimensionament i encaminament per a cada un dels diferents tipus de xarxes i prendre decisions i iniciatives per a la millora del funcionament i provisió de serveis de les xarxes de telecomunicacions.
17. Dur a terme activitats de direcció per al disseny i dimensionament de xarxes de telecomunicacions considerant mètodes clàssics i de nova generació.
18. Fer un ús eficient de les TIC en la comunicació i la transmissió d'idees i resultats.
19. Gestionar el temps i els recursos disponibles.
20. Gestionar les xarxes, serveis, processos i aplicacions de telecomunicacions d'acord a la legislació i regulacions vigents tant a nivell nacional com a internacional.
21. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
22. Treballar cooperativament.

23. Treballar de manera autònoma.
24. Utilitzar aplicacions de comunicació i informàtiques (ofimàtiques, bases de dades, càlcul avançat, gestió de projectes, visualització, etc.) per a donar suport al desenvolupament i explotació de xarxes, serveis i aplicacions de telecomunicació i electrònica

## Continguts

### PART I

#### I.1. Introducció a les xarxes de telecomunicació

- Taxonomia de les xarxes de telecomunicació: telefonia, radiodifusió, televisió i dades
- Evolució de les xarxes de telecomunicació: de l'analògic al digital, de la commutació de circuits a la commutació de paquets
- Arquitectura de les xarxes de telecomunicació: model de capes i plans operatius
- Problemes de disseny de xarxes de telecomunicació: dimensionat de xarxa, qualitat de servei, control de congestió, interconnexió de xarxa, control i gestió de xarxa

#### I.2. Modelització de sistemes mitjançant teoria de cues

- Conceptes generals: trànsit, servidors, cues i disciplina de servei
- Caracterització del trànsit: distribució exponencial, processos de Poisson i cadenes de Markov (discretes i contínues)
- Paràmetres bàsics i notació de Kendall: nombre de servidors, mida de cua, disciplina de cua, taxa i temps inter-arribada, taxa i temps de servei, temps de resposta i d'espera, ocupació mitjana de servidors i cua, probabilitat de bloqueig/espera/pèrdua
- Llei de Little: rendiment, utilització i condicions d'estabilitat

#### I.3. Dimensionat de xarxes de telecomunicació

- Introducció i requeriments del dimensionat de xarxa: grau de servei
- Dimensionat d'un node de commutació de paquets: Model M/M/1 i M/M/m
- Dimensionat d'una xarxa de telefonia fixa: Model M/M/c/c (Erlang B, pèrdues)
- Dimensionat d'una xarxa de telefonia cel·lular: Model M/M/c/inf (Erlang C, demores)

### PART II

#### II.1. Interconnexió de xarxes a Internet

- Principis d'interconnexió de xarxes a Internet
- Algorismes d'encaminament: Dijkstra i Bellman-Ford
- Encaminament interior: protocols de vector distància (RIP) i d'estat enllaç (OSPF)
- Encaminament exterior: sistemes autònoms, polítiques d'encaminament i protocols de vector camí (BGP)

#### II.2. Qualitat de servei i control de la congestió a Internet

- Qualitat de Servei: concepte, requeriments, serveis integrats (IntServ) i serveis diferenciats (DiffServ)
- Admissió i conformació del trànsit: policing (Token Bucket) i shaping (Leaky Bucket)
- Gestió de cues als nodes de la xarxa: tail drop, random early detection
- Gestió de l'enviament extrem-extrem: control de flux i de congestió a TCP

#### II.3. Control i gestió de xarxa a Internet

- Noció i infraestructura pel control i gestió de xarxa
- Protocols de control de xarxa a Internet: ICMP
- Protocols per la gestió de xarxa a Internet: SNMP
- Noves direccions en el control i la gestió de xarxa: SDN

### PRÀCTIQUES

- Sessió 1: Modelització de sistemes mitjançant teoria de cues
- Sessió 2: Dimensionat de xarxes de telecomunicació
- Sessió 3: Interconnexió de xarxes a Internet
- Sessió 4: Qualitat de Servei i control de la congestió a Internet

## Metodologia

Activitats dirigides:

- Classes de teoria: exposició de continguts teòrics
- Classes pràctiques: resolució de qüestions i problemes relacionats amb la teoria
- Pràctiques de laboratori: desenvolupament repte relacionat amb la matèria mitjançant l'ús d'eines de simulació

Activitats autònomes:

- Estudi individual de la matèria de l'assignatura: preparació d'esquemes de blocs, resums i resposta a qüestions
- Resolució de problemes: complement de l'estudi individual i treball previ a les classes pràctiques

Activitats supervisades:

- Tutories individuals o en grup: orientades a resoldre dubtes, assessorar en el desenvolupament de l'assignatura o atendre altres qüestions específiques

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes magistrals	30	1,2	8, 10
Classes pràctiques	10	0,4	8, 10, 12
Pràctiques de laboratori	12	0,48	1, 3, 4, 6, 10, 11, 19, 22
Resolució de problemes	15	0,6	6, 8, 10, 11, 12, 23
Tipus: Supervisades			
Tutories	5	0,2	4, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 23
Tipus: Autònomes			
Estudi	55	2,2	10, 12, 19

## Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es realitza a partir de les següents activitats:

- Exàmens. Es faran dues proves parcials durant el curs i un examen final en la data oficial de l'assignatura. Les dues proves parcials avaluaran la PART I i PART II de l'assignatura respectivament, mentre que l'examen final permetrà recuperar les notes dels dos exàmens parcials de manera independent. En cas de presentar-se a l'examen parcial i final de cadascuna de les parts, s'utilitzarà la millor de les notes obtingudes a cadascun dels exàmens de cada part per tal de calcular el promig.
- Pràctiques. La nota final d'aquesta part es calcularà com el promig de la nota obtinguda a cadascuna de les pràctiques. Al final del curs es farà una prova individual de validació de les pràctiques. En cas de no entregar totes les pràctiques o de no superar la prova individual de validació de les pràctiques (nota obtinguda superior a 5 sobre 10), no es calcularà el promig i la nota d'aquesta part serà zero (0).
- Qüestionaris setmanals. La nota final d'aquesta part es calcularà com el promig de la nota obtinguda a cadascun dels qüestionaris setmanals. No s'exigeix nota mínima per aquesta part, però sí que cal entregar un mínim del 80% de qüestionaris setmanals per tal que es calculi el promig. En cas de no entregar el mínim d'activitats requerides no es calcularà el promig i la nota d'aquesta part serà zero (0).

La nota final de l'assignatura es calcula tenint en compte les notes obtingudes als exàmens (EX), les pràctiques (PR) i els qüestionaris setmanals (QS), tal com s'indica a continuació:

- Si la nota promig dels exàmens és igual o superior a 4 ( $EX \geq 4$ ) la nota final de l'assignatura (NFA) es calcula com:  $NFA = 0.6*EX + 0.2*PR + 0.2*QS$
- Si la nota promig dels exàmens és inferior a 4 ( $EX < 4$ ) la nota final de l'assignatura (NFA) es calcula com:  $NFA = \min(0.6*EX + 0.2*PR + 0.2*QS, 4.0)$

#### Entregues fora de termini

- No s'acceptaran entregues fora dels terminis establerts a menys que siguin sol·licitats amb antelació i amb la deguda justificació (per exemple, mèdica, laboral, etc.). En cas d'entregues fora de termini sense la deguda justificació s'aplicarà una penalització de 0.5 punts per dia de retràs en l'entrega de l'activitat a la nota obtinguda.

#### Copia i plagi

- Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, es qualificaran amb un zero (0) les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, copiar o deixar copiar qualsevol activitat d'avaluació, incloent les pràctiques i qüestionaris setmanals, implicarà suspendre-la amb un zero (0). No seran recuperables les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment i, per tant, l'assignatura serà suspesa directament sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs acadèmic.

#### No avaluable

- La qualificació de "No avaluable" només es podrà obtenir en cas de no presentar-se a cap de les proves escrites d'avaluació de coneixements, és a dir, proves parcials i examen final, però sense tenir en compte pràctiques ni qüestionaris setmanals.

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Exàmens	60%	6	0,24	2, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 23
Laboratori	20%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24
Qüestionaris	20%	15	0,6	2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 23, 24

### Bibliografia

- M. Harchol-Balter. Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action. Cambridge University Press. 2013.
- A. Tanenbaum, D. Wetherall. Computer Networks. Prentice Hall. 2011.
- W. Stallings. Data and Computers Communications. Pearson Education. 2014.
- Peterson & Davie. Computer Networks: A Systems Approach. Prentice Hall. 2014.
- Kurose & Ross: Computer Networking: A Top-Down Approach. Prentice Hall. 2014.

## **Programari**

Per tal de realitzar les pràctiques de l'assignatura s'utilitzarà el llenguatge de programació Python i el simulador de xarxa ns-3.