Guia docent
300021 - IX - Interconnexió de Xarxes

Última modificació: 11/05/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
Unitat que imparteix: 744 - ENTEL - Departament d'Enginyeria Telemàtica.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA TELEMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

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

Altres: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACITATS PRÈVIES

Conèixer conceptes fonamentals com ara protocol, interfície, arquitectura, servei, commutació, multiplexació, etc.
Explicar i justificar la necessitat de les funcions principals que hi ha a les xarxes, com ara entramat, adreçament, control d'errors, control de flux, encaminament, etc.
Identificar els diferents tipus de xarxa (LAN, MAN, WAN), els mecanismes i algoritmes que permeten desenvolupar les funcions fonamentals que hi ha a les xarxes de comunicacions, i els elements que les componen.
Utilitzar alguna eina i algun equip de mesures en xarxes telemàtiques.

REQUISITS

CÀLCUL - Pre-requisit
Fonaments de comunicacions - Co-requisit
Fonaments de telemàtica - Pre-requisit
Probabilitat i estadística - Co-requisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE 17 TELECOM. Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
2. CE 19 TELECOM. Conocimiento de los métodos de interconexión y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Genèriques:
7. 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.

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. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 1: Planificar la comunicació oral, respondre de manera adequada les qüestions formulades i redactar textos de nivell bàsic amb correcció ortogràfica i gramatical.
5. 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. 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.
8. 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

L'assignatura es compon de treball individual i de treball en grup.
Les classes de teoria són fonamentalment classes expositives per part del professor a la pissarra i amb transparències; s'incentiva la participació de l'estudiant a la classe a través de preguntes i comentaris, així com classes invertides. A les classes invertides, l'alumnat és demanat haver visualitzat prèviament contingut com ara vídeos, capítols de llibres o exercicis resolts per la professora, i a classe es fomenta el debat i la resolució de dubtes. Les transparències usades a classe de teoria es fan disponibles abans de la classe per facilitar de repassar-les prèviament i poder portar-les impreses i fer les anotacions pertinents.
Les classes de problemes es basen en una àmplia col·lecció de problemes representatius de la matèria de l'assignatura. Els problemes més representatius els farà a classe el professor; l'estudiant coneixerà, prèviament, quins problemes s'estudiaran per a que ell pugui preparar-los i aclarir els dubtes pertinents durant la classe. Així mateix, l'alumnat té a la seva disposició al menys un exercici de cada tema resolt per complet i comentat per la professora.
Pel que fa el laboratori, els estudiants disposen amb antelació d'un manual de pràctiques que farà servir per estudiar i preparar cada sessió de laboratori; aquesta sessió pràctica es realitza amb la presencia del professorat i les pràctiques són avaluades amb controls específics.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura Interconnexió de xarxes, l'estudiant/a ha de ser capaç de:
- Aplicar els conceptes d'arquitectura de xarxa per a xarxes d'àrea local (LAN).
- Definir les característiques d'una LAN i determinar les necessitats per a la implementació d'una xarxa Ethernet en un entorn real.
- Interpretar i entendre un estàndard per a LAN.
- Proposar un disseny de xarxa d'àrea local per a un entorn determinat, identificant-ne els dispositius d'interconnexió més adient.
- Configurar els equips d'interconnexió d'una LAN perquè funcionin en un entorn real.
- Assignar adreces IP als equips d'una xarxa segons la topologia proposada i segons els requeriments de comunicació entre els equips.
- Determinar els dominis de col·lisió i dominis de broadcast a nivell 2 i a nivell 3 per a una xarxa determinada.
- Determinar les capacitats dels enllaços i del backplane dels commutadors, per tal d?evitar els colls d'ampolla.
- Avaluar els mecanismes d'accés al medi i classificar-los segons les prestacions en diferents entorns.
- Determinar els mecanismes d'accés al medi més adients per a una aplicació específica, a partir de les característiques d'aquests mecanismes.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	39,0	26.00
Hores grup petit	27,0	18.00
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

INTRODUCCIÓ

Descripció:
Arquitectura d'una xarxa de telecomunicacions.
Conceptes de protocol de comunicació i de primitiva de servei.
Classificació dels dispositius d'interconnexió.
Diferències entre dispositius de nivell físic, d'enllaç o de xarxa.
Adreçament d'un dispositiu de comunicació.
Adreçament en xarxes d'àrea local
- Adreces MAC: adreces locals i universals. Domini de broadcast de nivell d'enllaç.
Adreces IP: domini de broadcast de nivell de xarxa i subxarxa.
- Subnetting.
Domini de col·lisió i de broadcast.
Comunicació en half duplex o full duplex.

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Aprenentatge autònom: 2h

XARXES D'ÀREA LOCAL I ETHERNET

Descripció:
Introducció
- Característiques d'una xarxa d'àrea local (LAN).
- Arquitectura d'una LAN: nivell físic i nivell d'enllaç.
- Principals estàndards de xarxes d'àrea local.
Nivell d'enllaç
- Protocols (IEEE 802.2).
- Serveis del LLC.
Nivell d'accés al medi
- Protocols de control d'accés al medi (MAC).
- Format de les trames MAC.
- Serveis del nivell MAC.
Nivell físic.
- Característiques en full duplex.
- Fast i Gigabit Ethernet.

Activitats vinculades:
Laboratori de xarxes d'àrea local.
Examen global de laboratori.
Resolució de problemes en grup.
Realització de controls.
Classe invertida, lectures de textos de llibre i debat/resolució de dubtes a l'aula.

Dedicació: 55h
Grup gran/Teoria: 8h
Grup mitjà/Pràctiques: 8h
Grup petit/Laboratori: 3h
Activitats dirigides: 6h
Aprenentatge autònom: 30h

XARXES D'ÀREA LOCAL SENSE FILS

Descripció:
Introducció
- Característiques d'una xarxa d'àrea local sense fils (WLAN).
- Concepte de domini de col·lisió en un entorn sense fils.
- Problema del node ocult i del node exposat.
WiFi (IEEE 802.11)
- Nivell físic i velocitat de transmissió. Solucions para reduir els problemes d'interferència.
- Protocols d'accés al medi.
- Format de la trama MAC.

Activitats vinculades:
Laboratori de WLAN.
Resolució de problemes en grup.
Classe invertida, visualització vídeo i debat/resolució dubtes en classe.

Dedicació: 16h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h
Activitats dirigides: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

INTERCONNEXIÓ DE XARXES D'ÀREA LOCAL

Descripció:
Dispositius d'interconnexió
- Concentradors i repetidors de senyal.
- Ponts i dispositius de commutació.
- Routers i gateway.
Commutadors
- Estructura interna d'un pont i d'un commutador: similituds i diferències.
- Aprenentatge i reenviament de trama: filtrat per adreça MAC.
- Capacitat del backplane d'un commutador.
- Mode full duplex: control de flux.
- Colls d'ampolla: concepte d'enllaç d'uplink.
- Agregació de links
Spanning Tree Protocol
- Redundància i fiabilitat. Problema dels bucles en una LAN.
- Creació de topologies virtuals. Eliminació dels bucles.
- Elements del protocol STP.
- Missatges STP.
- Canvis de topologia.
Virtual LAN
- Creació de LANs virtuals.
- Conceptes de domini de col·lisió i de domini de broadcast en una VLAN.

Activitats vinculades:
Laboratori de dispositius d'interconnexió.
Laboratori de STP.
Laboratori de VLAN.
Resolució de problemes en grup.
Classe invertida, visualització vídeo i debat/resolució dubtes a l'aula.

Dedicació: 57h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Grup petit/Laboratori: 8h
Activitats dirigides: 4h
Aprenentatge autònom: 32h

PROTOCOLS DE ACCÉS AL MEDI

Descripció:
Mecanismes d'accés múltiple aleatoris
- Aloha, Família CSMA, CSMA/CD i CSMA/CA.
Altres mecanismes d'accés múltiple
- Reserved-Aloha, Protocols de mapa de bits, RAMA, etc.
Avaluació de prestacions
- Avaluació del retard i del throughput d'alguns protocols.
- Aplicació real d'alguns protocols d'accés al medi.

Activitats vinculades:
Resolució de problemes en grup.

Dedicació: 17h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Activitats dirigides: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

ACTIVITATS

LABORATORI DE XARXES D'ÀREA LOCAL

Descripció:
Aquesta activitat familiaritza l'estudiant amb l'entorn hardware i software en el qual durà a terme les pràctiques del curs, revisa conceptes sobre identificadors de capa 2 i capa 3, i introdueix l'ús del protocol DHCP.

Objectius específics:
Un cop realitzada l'activitat, l'estudiant serà capaç de:
· Conèixer l'entorn en el qual es realitzaran les pràctiques del curs.
· Conèixer diverses maneres d'esbrinar l'adreça MAC d'un equip en una LAN.
· Conèixer el funcionament del protocol DHCP per a la configuració dinàmica d'adreces IP.
· Subnetting.
· Emprar eines per mesurar les prestacions d'una LAN.

Material:
Enunciat de la pràctica corresponent, que inclou els exercicis a desenvolupar al laboratori, i estudi previ de la pràctica (tots dos, disponibles al campus digital ATENEA).

Lliurament:
Control de la pràctica corresponent.

Dedicació: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h

LABORATORI DE DISPOSITIUS D'INTERCONNEXIÓ

Descripció:
Aquesta activitat permet a l'estudiant avaluar les prestacions d'una xarxa local emprant diferents dispositius d'interconnexió (hub, bridge, switch) i configurar adequadament els equips de la xarxa.

Objectius específics:
Un cop realitzada l'activitat, l'estudiant serà capaç de:
- Conèixer l'impacte de l'ús de diferents dispositius (hub, bridge, switch) per a la interconexió d'equips en una LAN
- Configurar adequadament les opcions d'autosensing, velocitat i mode dúplex dels equips d'una LAN.
- Conèixer l'impacte d'aquestes opcions en el rendiment de la xarxa.
- Gestionar remotament un switch

Material:
Enunciat de les pràctiques corresponents, que inclou els exercicis a desenvolupar al laboratori, i estudi previ de la pràctica (tots dos, disponibles al campus digital ATENEA).

Lliurament:
Control de les pràctiques corresponents.

Dedicació: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h

LABORATORI DE STP

Descripció:
Aquesta activitat permet a l'estudiant avaluar les prestacions d'una xarxa local que incorpora un bucle, amb i sense l'ús de l'STP, incloent escenaris amb caigudes d'enllaços.

Objectius específics:
Un cop realitzada l'activitat, l'estudiant serà capaç de:
- Conèixer l'impacte en les prestacions d'una LAN de la presència d'un bucle en la mateixa.
- Comprendre els beneficis de l'ús de l'STP en xarxes on hi hagi bucles.
- Comprendre el funcionament de l'STP en una LAN, en escenaris estàtics i davant de caigudes d'enllaços.
- Configurar els paràmetres més rellevants de l'STP en un bridge.
- Conèixer alguns dels avantatges de l'RSTP.

Material:
Enunciat de la pràctica corresponent, que inclou els exercicis a desenvolupar al laboratori, i estudi previ de la pràctica (tots dos, disponibles al campus digital ATENEA).

Lliurament:
Control de la pràctica corresponent.

Dedicació: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h

LABORATORI DE VLAN

Descripció:
Aquesta activitat permet a l'estudiant configurar VLANs emprant diverses opcions i verificar-ne el comportament.

Objectius específics:
Un cop realitzada l'activitat, l'estudiant serà capaç de:
· Configurar diferents VLANs en escenaris amb un sol switch i amb més d'un switch.
· Verificar el correcte funcionament d'una VLAN, un cop configurada.
· Habilitar l'ús del protocol IEEE 802.1Q quan sigui convenient.
· Conèixer l'impacte a nivell de cablejat i de prestacions pels usuaris de l'ús del protocol IEEE 802.1Q en escenaris amb més d'un switch.

Material:
Enunciat de la pràctica corresponent, que inclou els exercicis a desenvolupar al laboratori, i estudi previ de la pràctica (tots dos, disponibles al campus digital ATENEA).

Lliurament:
Control de la pràctica corresponent.

Dedicació: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h

LABORATORI DE WLAN

Descripció:
Aquesta activitat permet a l'estudiant avaluar el rendiment de xarxes WLAN IEEE 802.11 en mode ad-hoc i infraestructura, analitzant l'impacte en les prestacions de diverses configuracions.

Objectius específics:
Un cop realitzada l'activitat, l'estudiant serà capaç de:
· Configurar una connexió IEEE 802.11 en mode ad-hoc i en mode infraestructura
· Conèixer el rendiment màxim d'una comunicació IEEE 802.11 en mode ad-hoc i en mode infraestructura
· Comprendre la dependència del rendiment d'una xarxa IEEE 802.11 en mode infraestructura amb el nombre de dispositius actius connectats.
· Conèixer l'impacte de la presència d'un senyal interferent en el senyal rebut.

Material:
Enunciat de la pràctica corresponent, que inclou els exercicis a desenvolupar al laboratori, i estudi previ de la pràctica (tots dos, disponibles al campus digital ATENEA).

Lliurament:
Control de la pràctica corresponent.

Dedicació: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h

EXAMEN GLOBAL DE LABORATORI

Descripció:
Realització d'un examen final de pràctiques de laboratori.

Objectius específics:
Demostrar el grau d'aprenentatge i consolidació de coneixements pràctics obtinguts a les sessions de laboratori del curs.

Material:
Enunciats de les pràctiques i els resultats obtinguts durant la seva realització.

Lliurament:
L'exercici escrit elaborat per l'estudiant durant la prova.

Dedicació: 1h
Grup petit/Laboratori: 1h

RESOLUCIÓ DE PROBLEMES EN GRUP

Descripció:
En grups de deu estudiants, es farà una sessió de dues hores cada quinze dies en la qual els estudiants plantegen els seus dubtes sobre els exercicis de la col·lecció d'exercicis que el professor els ha indicat per resoldre durant la setmana.

Objectius específics:
Quan es desenvolupa aquesta activitat ja s'han fet les classes de problemes corresponents. En aquesta activitat es pretenen diversos objectius bàsics::
· Que l'estudiant sigui conscient del nivell que té de cara a l'examen.
· Desenvolupar les seves habilitats de comunicació, discussió i persuasió amb els companys.
· Saber rectificar els errors i acabar de consolidar els conceptes base de la temàtica relativa als problemes en qüestió.

Material:
Col·lecció de problemes.

Lliurament:
Puntualment se'ls pot demanar que lliurin la resolució al professor o que resolguin el problema a la pissarra.

Dedicació: 7h
Activitats dirigides: 7h

PROJECTE DE XARXA

Descripció:
En grups de 3 o 4 estudiantes, s'enfronten al disseny d'una xarxa d'àrea local sobre unes especificacions donades pel professor. El projecte es compon d'un conjunt de lliuraments en què es va ampliant el projecte a mesura que l'estudiant va adquirint, a les classes de teoria, els coneixements relacionats amb aquests lliuraments.

Objectius específics:
Aplicar els conceptes de LAN i d'interconnexió a un cas real plantejat a partir d'una especificació de disseny. Aplicar criteris de dimensionat d'equips i de xarxa LAN. Dissenyar una LAN seguint les normatives i estàndards vigents.
Expressió escrita, organització del treball en grup.

Material:
Transparències del curs; enunciat dels lliuraments i material addicional lliurat a través del Campus Digital.

Lliurament:
Tres lliuraments parcials al llarg del curs. Plantejament de dubtes en tres classes de seguiment on se'ls fa un control individual. Un lliurament final del projecte. Un control sobre els resultats finals del treball. Un seguiment dels resultats per part del professor.

Dedicació: 6h
Activitats dirigides: 6h

PROVA INDIVIDUAL SOBRE SUBNETTING

Descripció:
Realització d'un examen sobre una col·lecció d'exercicis de subnetting.

Objectius específics:
Demostrar el grau d'aprenentatge i consolidació dels coneixements utilitzats en la col·leció d'exercicis.

Material:
Colecció d?exercicis i exercicis resolts a classe.

Lliurament:
Prova individual a classe.

Dedicació: 1h
Activitats dirigides: 1h

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.

Totes les activitats proposades són obligatòries, tant les dirigides com les d'avaluació. Per tant, una activitat no presentada es puntua amb zero.
Els exàmens i els controls es realitzaran de forma individual. Les activitats dirigides es realitzaran individualment o en grup, segons indicat en cada cas.
Per poder-se avaluar del laboratori, és necessari participar a al menys un 80% de les sessions de pràctica.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Stallings, William. Comunicaciones y redes de computadores [en línia]. 7ª ed. Madrid [etc.]: Pearson Educación, 2004 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1245. ISBN 8420541109.
- Seifert, Rich; Edwards, Jim. The All-new switch book : the complete guide to LAN switching technology [en línia]. 2a ed.. Indianapolis, IN: Wiley, 2008 [Consulta: 05/12/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=353371. ISBN 9780470287156.
- Kurose, James F; Ross, Keith W. Computer networking : a top-down approach [en línia]. Ninth edition. Hoboken, NJ: Pearson Education, 2025 [Consulta: 03/11/2025]. Disponible a: https://research-ebsco-com.recursos.biblioteca.upc.edu/c/ik5pvi/search/details/naupjyd4zn?db=nlebk. ISBN 9780135415535.

Complementària:
- Gast, Matthew S.. 802.11 wireless networks : the definitive guide [en línia]. 2a ed.. Beijing [etc.]: O'Reilly, 2005 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=540752. ISBN 0596100523.

- Tanenbaum, Andrew S.; Feamster, Nick; Wetherall, David; Portillo Campos, Vilma; Jime´nez Gallegos, Juan Antonio; Fuenlabrada Vela´zquez, Sergio; Miranda Cha´vez, Edna Martha. Redes de computadoras [en línia]. Ciudad de Me´xico: Pearson, 2023 [Consulta: 03/07/2025]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=18832. ISBN 9786073259293.
- Stewart, Kenneth D; Adams, Aubrey. Diseño y soporte de redes de computadoras : guía de estudio de CCNA Discovery [en línia]. Madrid: Pearson Educación, 2009 [Consulta: 30/06/2025]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6220. ISBN 9788483228715.
- García Teodoro, Pedro; Díaz Verdejo, Jesús Esteban; López Soler, Juan Manuel. Transmisión de datos y redes de computadores [en línia]. 2a edición. Madrid: Pearson, [2014] [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4704. ISBN 9788490354629.

RECURSOS

Altres recursos:
Documents relatius a estàndards i normes relacionades amb la temàtica de l'assignatura (poden ser en anglès).
Documentació d'organismes i fabricants rellevants accessibles a les web corresponents (poden ser en anglès).
Campus digital UPC (ATENEA).
Transparències de classe i/o vídeos.
Col·lecció d'exercicis.
Exercicis-guia resolts.