

1. Informació descriptiva de l'assignatura

- **Nom de l'assignatura:** Simulació de Xarxes i Sistemes
- **Curs acadèmic:** 2012 - 2013 **Curs:** 3^{er} **Trimestre:** 1^{er}
- **Tipus:** Obligatòria **Mòdul:** Xarxes **Àrea:** Protocols de xarxes i serveis de comunicació
- **Graus:** Grau en Enginyeria Telemàtica (obligatòria); Graus en Enginyeria Informàtica i Sistemes Audiovisuals (optatives)
- **Codi de l'assignatura:** 21733
- **Crèdits ECTS:** 4 **Temps de dedicació:** 80-100 hores
- **Llengua de docència:** Català i materials en anglès
- **Equip docent:** Joan Melià Seguí (coordinador).

2. Presentació de l'assignatura

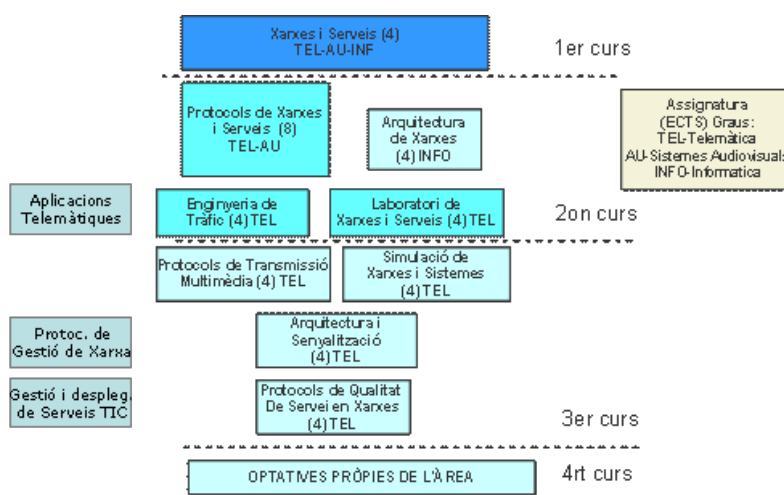
Simulació de Xarxes i Sistemes (acrònim SXS, codi 21733) és una assignatura obligatòria del tercer curs acadèmic del Grau en Enginyeria Telemàtica. S'organitza en 4 crèdits ECTS impartits en el primer trimestre.

Aquesta assignatura es centra en l'estudi de sistemes de comunicacions utilitzant un programari que permet la construcció sistemàtica de codis de simulació a partir de blocs predefinits. Al llarg de l'assignatura es consolida l'aprenentatge de tècniques vistes en altres assignatures, particularment aspectes fonamentals de les telecomunicacions com algorismes d'encaminament, protocols d'accés, arquitectures de commutadors, dimensionament d'enllaços de comunicacions fixes, i la planificació i anàlisi de sistemes mòbils. S'insisteix en la necessitat de disposar d'eines analítiques que permetin a l'estudiant validar els resultats obtinguts en les simulacions realitzades a partir de models simplificats.

El conjunt de la docència s'organitza en una combinació de sessions de teoria, seminaris i pràctiques. En les sessions de teoria s'introdueix el marc de coneixement necessari per desenvolupar l'assignatura. A les sessions de seminaris es treballa en la transformació dels coneixements teòrics al nivell de programació i simulació, així com les bases per dominar el funcionament del programari de simulació. Finalment les sessions pràctiques posen a prova el coneixement i treball previ de l'estudiant en la simulació de sistemes de comunicació.

3.Prerequisits per al seguiment del itinerari formatiu de l'assignatura

Aquesta assignatura es troba al mig del itinerari corresponent a l'àrea de Protocols de Xarxes i Serveis de Comunicació. Ve precedida per les assignatures Xarxes i Serveis, Protocols de Xarxes i Serveis, Arquitectura de Xarxes, Enginyeria de Tràfic i Laboratori de Xarxes i Serveis. Altres assignatures que continuen el mateix itinerari són Protocols de Transmissió Multimèdia, Arquitectura i Senyalització, Protocols de Qualitat de Serveis en Xarxa i optatives pròpies de l'àrea. La següent imatge mostra l'organització de les diferents assignatures dins l'àrea de Protocols de Xarxes i Serveis de Comunicació, i la seva implicació en els diferents Graus.



És recomanable que l'estudiant d'aquesta assignatura hagi cursat les següents assignatures (entre parèntesi el nom de l'assignatura corresponent a l'Enginyeria Tècnica de Telecomunicació, Especialitat en Telemàtica):

- Introducció a les TIC (Fonaments d'Enginyeria de Telecomunicació)
- Fonaments de la Programació (Programació I i II)
- Enginyeria de Tràfic (Fonaments d'Enginyeria de Tràfic)
- Senyals i Sistemes (Teoria de la Comunicació I)
- Xarxes i Serveis (Xarxes i Serveis I i II)
- Aplicacions Telemàtiques (Aplicacions Telemàtiques I i II)
- Protocols de Transmissió Multimèdia (Sistemes Telemàtics I)
- Laboratori de Xarxes i Serveis (Laboratori de Comunicacions)

És necessari que l'estudiant tingui coneixements de programació bàsica; compilació, execució, editar programes, etc. Els conceptes analitzats en aquesta assignatura seran d'utilitat per al raonament de problemes tant en la indústria com en els cursos posteriors de la carrera universitària.

4. Competències a assolir en l'assignatura

Competències generals

Instrumentals

G1. Capacitat d'anàlisi i síntesi

G2. Capacitat d'organització i planificació

G3. Capacitat per aplicar els coneixements a l'anàlisi de situacions i la resolució de problemes

G6. Capacitat de comunicar-se amb propietat de forma oral i escrita en català i en castellà, tant davant audiències expertes com a inexpertes.

Interpersonals

G8. Capacitat de treball en equip

Sistèmiques

G11. Capacitat d'aplicar amb flexibilitat i creativitat els coneixements adquirits i d'adaptar-los a contextos i situacions noves

G12. Capacitat per progressar en els processos de formació i aprenentatge de manera autònoma i contínua

Competències específiques

Professionals

P5. Coneixements per a la realització de mesuraments, càlculs, valoracions, taxacions, peritatges, estudis, informes, planificació de tasques i altres treballs anàlegs.

Telecomunicacions

T1. Capacitat d'aprendre de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequats per a la concepció, el desenvolupament o l'explotació de sistemes i serveis de telecomunicació.

T2. Capacitat d'utilitzar aplicacions informàtiques (ofimàtiques, bases de dades, càlcul avançat, gestió de projectes, visualització, etc.) per recolzar el desenvolupament i explotació de xarxes, serveis i aplicacions de telecomunicació i electrònica.

T4. Capacitat d'analitzar i especificar els paràmetres fonamentals d'un sistema de comunicacions.

T6. Capacitat de concebre, desplegar, organitzar i gestionar xarxes, sistemes, serveis i infraestructures de telecomunicació en determinats contextos residencials, empresarials o institucionals responsabilitzant-se de la seva engegada i millora contínua, així com conèixer el seu impacte econòmic i social.

T13. Capacitat per conèixer, entendre i utilitzar els conceptes d'arquitectura de xarxa, protocols i interfícies de comunicacions.

T14. Diferenciar els conceptes de xarxes d'accés i transport, xarxes de commutació de circuits i de paquets, xarxes fixes i mòbils, així com els sistemes i aplicacions de xarxa distribuïts, serveis de veu, dades, vídeo i serveis interactius.

Enginyeria Telemàtica

TE1. Capacitat de 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 serveis telemàtics.

TE2. Capacitat per aplicar les tècniques en què es basen les xarxes, serveis i aplicacions telemàtiques, tals com a sistemes de gestió, senyalització i commutació, encaminament i enrutament, seguretat (protocols criptogràfics, tonelatje, tallafocs, mecanismes de cobrament, d'autenticació i de protecció de continguts), enginyeria de tràfic (teoria de grafs, teoria de cues i teletràfic) tarificació i fiabilitat i qualitat de servei, tant en entorns fixos, mòbils, personals, locals o a gran distància, amb diferents amplituds de banda, incloent telefonia i dades.

TE3. Capacitat de construir, explotar i gestionar serveis telemàtics, incloent Internet, web, disseny arquitectònic (dades i protocols), enginyeria i tecnologies programari, gestió del coneixement distribuït i de la informació multimèdia, utilitzant eines analítiques de planificació, de dimensionament i d'anàlisi.

TE5. Capacitat de seguir el progrés tecnològic de transmissió, commutació i procés per millorar les xarxes i serveis telemàtics.

5. Objectius d'aprenentatge

En aquesta assignatura es pretén que els estudiants aprenguin a emprar eines de simulació que els permetin reforçar els coneixements fonamentals de les telecomunicacions apresos en assignatures anteriors. S'aprofundeix en temes com teoria de cues, algorismes d'encaminament, dimensionament i avaluació d'enllaços de comunicacions fixes i la planificació i anàlisi de sistemes mòbils.

S'insisteix en la utilització de l'ordinador i la programació lliure com eines d'anàlisi d'aquests i altres temes de rellevància per a la formació de l'estudiant en l'àrea de l'enginyeria telemàtica. L'estudiant també utilitzarà eines analítiques que li permetran validar els resultats de les seves simulacions amb els resultats teòrics. Més concretament, es pretén assolir els següents objectius:

Revisar i aplicar els Principis de Simulació de Sistemes:

- Analitzar els processos necessaris per a simulació de sistemes de telecomunicació
- Analitzar i utilitzar un Simulador de sistemes de telecomunicació
- Analitzar la precisió i exactitud de les simulacions realitzades
- Realitzar simulació amb llenguatges d'alt Nivell i amb paquets de simulació

Aprendre a dimensionar i simular un sistema de telefonia:

- Analitzar i utilitzar els paquets de simulació de tràfic
- Revisar i aplicar els models de tràfic d'Erlang
- Dissenyar, planificar i avaluar una xarxa de telefonia

Analitzar i planificar xarxes de comunicació mòbil elementals mitjançant simulacions

- Analitzar i utilitzar paquets de simulació per a xarxes amb usuaris mòbils
- Revisar i realitzar simulacions de xarxes mòbils clàssiques i ad-hoc
- Analitzar les prestacions bàsiques de xarxes de comunicacions mòbils

Comprendre i simular adequadament els protocols de transport:

- Analitzar i utilitzar els paquets de simulació per a protocols de nivell 4
- Analitzar traces de sessions TCP i validar les simulacions realitzades
- Comprendre i avaluar els protocols de nivell de transport utilitzats en diverses simulacions

Revisar i simular adequadament protocols d'encaminament en xarxes de paquets de dades:

- Utilitzar paquets de simulació per a l'avaluació de protocols d'encaminament en xarxes de paquets
- Revisar i comparar les prestacions de diferents protocols d'encaminament bàsics

6. Continguts de l'assignatura

Blocs de contingut

Aquesta assignatura es divideix en quatre blocs generals:

Bloc de contingut 1. Principis de simulació de sistemes

Bloc de contingut 2. Utilització del Network Simulator 2

Bloc de contingut 3. Simulació de sistemes de telefonia

Bloc de contingut 4. Simulació de xarxes telemàtiques cablejades i sense fils

Organització i concreció dels continguts

Bloc de contingut 1. *Principis de Simulació de Sistemes*

Conceptes	Procediments	Actituds
- Paradigma client-servidor - Teoria de cues - Cua de servei - Temps d'espera - Models MM1, MD1, MMC - Estabilització d'un sistema - Temps de transitori - Temps entre arribades - Condicions d'equilibri - Utilització del sistema	- Introducció als sistemes de cues i a la seva utilització pràctica - Breu descripció de la problemàtica a resoldre per als sistemes basats en cues - Descripció i anàlisi dels paràmetres d'un sistema de cues - Classificació i anàlisi dels tipus de sistemes de cues - Realització d'exemples teòrics i la seva comprovació mitjançant simulacions en el laboratori - Valoració de resultats mitjançant comparació	- Interès a aprendre conceptes nous i aprofundir en conceptes apresos amb anterioritat - Interès a abstenir-se de conceptes i relacionar-los amb situacions reals

Bloc de contingut 2. *Utilització del Network Simulator 2*

Conceptes	Procediments	Actituds
- Models de tràfic i aplicacions - Protocols de transport - Encaminament i cues - Capa d'enllaç - Script de simulació - Llibreria i intèrpret de	- Introducció a les simulacions i al Network Simulator 2 (NS2) - Descripció d'arquitectura funcional del NS2. - Introducció a les llibreries del NS2. - Creació de topologies i injecció de tràfic	- Interès a aprendre conceptes nous i aprofundir en conceptes apresos amb anterioritat - Interès a abstenir-se de conceptes i relacionar-los amb situacions reals

simulació - Anàlisi de resultats mitjançant animació - Topologia de xarxa - Injecció de tràfic	- Establiment de procediments genèrics per a realitzar simulacions - Reproduir i analitzar els resultats de simulacions	
---	--	--

Bloc de contingut 3. Simulació de sistemes de telefonia

Conceptes	Procediments	Actituds
- Tràfic de Veu - Model ON/OFF - Ràfega de paquets - Tràfic exponencial - Intensitat de tràfic - Hora carregada - Probabilitat de bloqueig - Grau de servei - Dimensionament d'una xarxa	- Revisió de requeriments bàsics per a dimensionament de xarxes de telecomunicacions - Posicionament de conceptes de teoria de cues en sistemes de telefonia - Dimensionament de xarxes de telefonia utilitzant conceptes de teoria de cues - Realitzar i comprovar els càlculs d'optimització de topologies de xarxes de telefonia	- Interès a aprendre conceptes nous i aprofundir en conceptes apresos amb anterioritat - Interès a abstreure conceptes i relacionar-los amb situacions reals

Bloc de contingut 4. Simulació de xarxes telemàtiques cablejades i sense fils

Conceptes	Procediments	Actituds
- Mobilitat de nodes i xarxes sense fils - Protocol d'encaminament - Capa d'enllaç - Propagació de ràdio - Localització i moviment - Canal sense fils - Topologia híbrida	- Anàlisi d'elements que intervenen en les comunicacions sense fils - Revisió d'arquitectura funcional del NS2 per a simulació de comunicacions sense fils - Deducció de procediment genèric per a simulació de xarxes sense fils - Anàlisi de protocols d'encaminament i mobilitat de nodes - Realització d'escenaris de mobilitat i comunicacions mòbils - Creació de topologies híbrides: interacció entre topologies fixes i mòbils	- Interès a aprendre conceptes nous i aprofundir en conceptes apresos amb anterioritat - Interès a abstreure conceptes i relacionar-los amb situacions reals

Organització temporal

HORES	GRUPS DE CLASSE			
TEORIA 18 h / grup	T1			
PRACTIQUES 10 h / grup	P101		P102	
SEMINARIS 8 h / grup	S101	S102	S103	S104

	Dilluns 12.30-14.30	Dijous 8.30-10.30	Divendres 10.30-12.30
1 24-28 set	24/09 FESTIU	27/09	28/09
2 1-5 oct	01/10 T1	04/10	05/10
3 08-12 oct	08/10 T2	11/10 P0	12/10 FESTIU
4 15-19 oct	15/10 T3	18/10 S(101)1	19/10 S(102)1
5 22-26 oct	22/10 T4	25/10 T5	26/10 P1
6 29 oct-2 nov	29/10 T6	01/11 FESTIU	02/11 NO LECTIU
7 5-09 nov	05/11 S(101)2	08/11 S(102)2	09/11 P2
8 12-16 nov	12/11 T7	15/11 S(101)3	16/11 S(102)3
9 19-23 nov	19/11 T8	22/11	23/11 P3
10 26 -30 nov	26/11 T9	29/11 S(102)4	30/11 S(101)4
11 3 – 4 des	03/12 P4	NO LECTIU	NO LECTIU

7. Metodologia

Les activitats d'aprenentatge que integren la metodologia per al curs de Simulació de Xarxes i Sistemes són les següents:

Classes Magistral de Teoria.

En aquestes classes s'aborden els conceptes teòrics dels blocs de contingut de l'assignatura. En l'assignatura de Simulació de Xarxes i Sistemes, es té un únic grup de Teoria, T1. Les classes magistrals consisteixen en sessions de dues hores de durada.

El docent portarà a terme les explicacions dels continguts teòrics de l'assignatura, per a això es disposarà d'ordinador, projector i pissarra com material suport. S'empraran transparències que serviran com apunts de classe per als estudiants.

Es realitzaran nou Classes Magistral de Teoria, en les quals es desenvoluparan els següents continguts:

Sessió T1: Introducció i Principis de Simulació de Sistemes

Sessió T2: Principis de Simulació de Sistemes II

Sessió T3: Introducció a Simulacions de Xarxes Telemàtiques

Sessió T4: Aspectes Notables de Simulació

Sessió T5: Simulació d'un Sistema de Telefonia

Sessió T6: Dimensionament d'un Sistema de Telefonia

Sessió T7: Simulació de Xarxes Mòbils i sense fils

Sessió T8: Simulació de Xarxes Mòbils i sense fils II

Sessió T9: Revisió general de coneixements

La sessió T5 o T6 inclourà la prova d'avaluació de mig trimestre.

Els conceptes analitzats en aquest tipus de sessions seran utilitzats a l'altre tipus d'activitats d'aprenentatge de l'assignatura, les sessions de pràctiques i seminaris.

Sessions de Seminaris i Pràctiques

En aquestes sessions es desenvolupen els punts pràctics del bloc de contingut de l'assignatura, així com les avaluacions pràctiques.

L'únic grup de teoria T1 defineix l'únic grup de pràctiques P11. El grup de pràctiques es divideix en subgrups preferentment de dues persones per a la realització de les pràctiques. Els seminaris es divideixen en dos subgrups S111 i S112, i serviran per reforçar els coneixements teòrics i introduir les pràctiques i eines de simulació. Aquestes sessions es fan al laboratori i tenen una durada de dos hores.

El professor de pràctiques lliurarà un enunciat en la qual s'explica el

desenvolupament de la pràctica i donarà les directrius necessàries perquè els estudiants realitzin les comprovacions i el desenvolupament que se'ls sol·liciti en els enunciats de la pràctica. L'estudiant lliurarà una memòria de la pràctica en la data establerta, sobre la qual el docent avaluarà que s'han desenvolupat adequadament els conceptes pràctics que s'han plantejat a l'enunciat de la pràctica.

Les sessions de pràctica estaran orientades a cobrir els punts pràctics dels següents continguts:

Pràctica 0: Introducció a la Simulació de Sistemes

Seminari i Pràctica 1: Principis de Simulació de Sistemes

Seminari i Pràctica 2: Simulació de Xarxes Telemàtiques

Seminari i Pràctica 3: Simulació d'un Sistema de Telefonia

Seminari i Pràctica 4: Simulació de Xarxes Telemàtiques Cablejades i Sense Fils

8. Avaluació

Criteris generals d'avaluació

L'avaluació d'aquesta assignatura es farà continuada durant el transcurs del trimestre i també es farà una avaluació final de l'assignatura. Els mecanismes d'avaluació seran:

- **Avaluació de seminaris:** Els seminaris serveixen de preparació per la pràctica corresponent al bloc temàtic. S'avaluaran responent una prova test, d'obligatori compliment per poder avaluar la pràctica corresponent.
- **Avaluació de pràctiques:** Per cada sessió de pràctiques es lliurarà una memòria al finalitzar la sessió. Als casos on no es pugui entregar la memòria a temps, s'aplicarà la següent relació:
 - A temps = 100%
 - < 24h = 75%
 - < 1 setmana = 50%
 - > 1 setmana = 0%
- **Prova de mig trimestre:** Al mig del trimestre (setmana 5 o 6) hi haurà una prova escrita avaluant els continguts teòrics i pràctics vists final al moment a l'assignatura.
- **Prova final:** Aquesta prova consisteix en una avaluació única a realitzar durant la setmana d'exàmens finals del trimestre. Aquesta prova avaluarà en la seva totalitat els coneixements de teoria i pràctica.

La nota final del curs es calcula de la següent forma:

	ELEMENTS D'AVALUACIÓ	PES	RECUPERABLE
Proves escrites	Prova final de trimestre (s'ha d'obtenir més de 4 per fer mitja)	35.00%	Recuperable
Productes escrits	Prova de mig trimestre	10.00%	No recuperable
	Proves test d'avaluació de seminaris	-	No recuperable
Proves d'execució	Memòria de pràctiques	55.00%	No recuperable
Cada pràctica només contarà si s'ha respost el test corresponent al seminari previ. En cas d'absència justificada al dia de la pràctica, per acceptar un justificant s'ha d'haver entregat la pràctica prèviament. P = nota de pràctiques M = nota de prova de mig trimestre. F = nota de prova final. Avaluació del curs: $\text{Min}(P) \text{ i } \text{Min}(F) > 4.0$ Per a aprovar l'assignatura és necessari que P i E siguin majors que 4.0 Nota Final = $0.55P + 0.1M + 0.35F$			

IMPORTANT: El plagi de qualsevol contingut a les pràctiques o seminaris és motiu de suspens de l'assignatura.

NOTA Avaluació extraordinària:

Consisteix en una avaluació al juliol. La màxima nota final que es pot assolir és un 5.0. Aquesta prova només pot recuperar la nota de la prova final del trimestre, fent mitja amb la qualificació de les pràctiques realitzades al llarg del trimestre (si aquesta ha sigut superior a 4.0).

Pràctiques i Seminaris

Als seminaris l'estudiant treballarà en l'aplicació pràctica dels coneixements vistos a les sessions de teoria, mitjançant la guia del docent i els materials de l'assignatura. L'objectiu és que l'estudiant es familiaritzi amb les eines de simulació.

Les sessions de pràctiques tenen per objectiu avaluar el coneixement de l'estudiant assolit en les sessions de teoria i seminaris, i es permetrà la utilització del material de l'assignatura així com la consulta de la bibliografia i referències proporcionades durant el trimestre.

Què s'avaluarà?	Indicador d'assoliment	Com s'avaluarà?
1. Capacitat d'abstracció de models de simulació a partir de problemes reals en xarxes de telecomunicació 2. Aplicar teoria d'errors en l'avaluació de resultats numèrics generats en simulació 3. Capacitat d'analitzar resultats de prestacions d'un sistema de telecomunicació 4. Capacitat per definir els paràmetres principals d'avaluació de prestacions en sistemes de telecomunicació 5. Utilització de paquets software genèrics per la simulació de models de xarxes i protocols de telecomunicació	1. Que l'estudiant seleccioni els paràmetres apropiats a cadascuna de les simulacions realitzades en l'assignatura. Que l'estudiant respongui correctament a les preguntes que se li plantegen en les pràctiques corresponents 2. Resoldre adequadament els exercicis que se li plantegin en referència a les simulacions executades, obtenir i reportar adequadament els errors obtinguts en els resultats de les simulacions executades en les pràctiques 3. Analitzar adequadament els resultats obtinguts en les simulacions i si és el cas, resoldre les incidències que es presentin producte de les avaluacions realitzades. Contestar adequadament a les preguntes proposades en les pràctiques 4. Correcta comprensió dels problemes plantejats i la seva extrapolació a la simulació amb els paquets de programari i les comandes adequades en les pràctiques. Resoldre correctament les preguntes que es proposen a les pràctiques 5. Utilitzar adequadament el programari posat a la disposició de l'estudiant i utilitzar les llibreries i comandes correctament en totes i cadascuna de les simulacions realitzades en l'assignatura	1. Amb les pràctiques lliurades, preguntes de seminaris i examen final 2. Amb pràctiques lliurades, preguntes de seminaris i examen final 3. Amb les pràctiques lliurades, preguntes de seminaris i examen final 4. Amb les pràctiques lliurades, preguntes de seminaris i examen final 5. Amb les pràctiques lliurades, preguntes de seminaris i examen final

9. Fonts d'informació i recursos didàctics

Fonts d'informació per a l'aprenentatge. Bibliografia bàsica (suport paper i electrònic)

- José Juan Pazos Arias, Andrés Suárez González, Rebeca P. Díaz Redondo. Teoría de colas y simulación de eventos discretos ; Madrid Prentice Hall cop. 2003. ISBN 842053675X
- David de la Fuente García, Raúl Pino Diez. Teoría de líneas de espera : modelos de colas. Publicació Gijón : Servicio de Publicaciones. Universidad de Oviedo, 2001. ISBN: 8483172488
- Stallings, William. Comunicaciones y redes de computadores. Madrid : Prentice Hall Iberia, 1998. ISBN 8489660018
- Tanenbaum, Andrew S. Redes de computadoras. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1997. ISBN 9688809586
- NS 2 Simulator Web Page:
http://nslam.isi.edu/nslam/index.php/Main_Page

Fonts d'informació per a l'aprenentatge. Bibliografia complementària (suport paper i electrònic)

- Apunts d'assignatures anteriors relacionades amb l'assignatura

Recursos didàctics. Material docent de l'assignatura

- A les classes magistrals de teoria el professor proporcionarà transparències que podran ser emprades com a guia d'apunts per a l'estudiant. Les transparències podran ser obtingudes des de la pàgina web o moodle de la assignatura. En les sessions de teoria, es contarà amb PC, projector, pissarra i material de suport a elecció del professor. Durant el desenvolupament de les classes, el professor podrà proporcionar col·leccions de problemes i sol·licitar la seva resolució mentre duri el temps dedicat a l'assignatura, en horaris fora de classe. Les col·leccions de problemes seran utilitzats exclusivament per recolzar els conceptes inclosos als blocs de continguts de l'assignatura.
- Les sessions de seminaris i pràctiques es desenvoluparan al laboratori. Per al seu desenvolupament l'estudiant contarà amb un enunciat a la seva disposició que podrà ser obtingut des de la web o moodle de l'assignatura. Les pràctiques es desenvoluparan amb un ordinador a la sala de laboratori i tindran com a finalitat aprofundir els conceptes pràctics del bloc de continguts de l'assignatura.