



Pla Docent de l'Assignatura

Guia Docent

Nom de l'assignatura: Sistemes de Codificació de Veu i d'Àudio

Curs acadèmic: 2012-2013

Curs: Tercer

Trimestre: Tercer

Estudis: Grau en Enginyeria en Informàtica (Optativa) i Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals (Optativa)

Codi assignatura: 21491-21628

Nombre de crèdits ECTS: 4

Nombre total d'hores de dedicació: 100 hores

Llengua o llengües de docència: Anglès

Professorat: Waldo Nogueira, Daniel Arteaga

Professorat responsable: Waldo Nogueira

1. Dades descriptives de l'assignatura

Nom de l'assignatura: Àudio 3D

Curs acadèmic: 2012-2013

Curs: Tercer

Trimestre: Tercer

Estudis: Grau en Enginyeria en Informàtica(Optativa) i Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals (Optativa)

Codi assignatura: 21491-21628

Nombre de crèdits ECTS: 4

Nombre total d'hores de dedicació: 100 hores

Llengua o llengües de docència: Anglès

Professorat: Waldo Nogueira, Daniel Arteaga

Professorat responsable: Waldo Nogueira

2. Presentació de l'assignatura

Àudio3D és una assignatura optativa del tercer curs del grau en Enginyeria de Sistemes Audiovisuals.

Aquesta assignatura ha estat dissenyada seguint una metodologia adaptada al nou Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), altrament conegut com "Pla Bolonya", o que pretén centrar l'aprenentatge en l'estudiant. L'objectiu d'aquest disseny és el d'implicar l'estudiant de forma contínua en el desenvolupament de l'assignatura mitjançant l'avaluació continua i l'estudi individual com complement imprescindible a les classes magistrals. La dificultat d'aquesta assignatura fa que aquest treball continu al llarg del trimestre sigui fonamental per assolir els coneixements mínims que es requereixen.

Aquest és un curs introductori a l'àudio 3D o processament del àudio espacial. L'objectiu del curs és la comprensió dels fenòmens físics bàsics que descriuen i governen el camp acústic, des de la seva generació, propagació i interacció amb els espais on es produeix, fins a la seva interacció amb l'aparell auditiu humà en les tres dimensions espacials. S'utilitzarà el llenguatge matemàtic adient per descriure la física del camp acústic en les tres dimensions, i es veuran aplicacions reals d'aquesta matemàtica. També s'estudiaran conceptes elementals de psico-acústica espacial, amb l'objectiu de comprendre l'efecte de l'aparell auditiu i nerviós en la percepció final del so que envolta.

Caldria haver cursat: Enginyeria Acústica, Càlcul i mètodes numèrics, Àlgebra lineal i matemàtica discreta, Ones i electromagnetisme, Equacions diferencials, Senyals i Sistemes.

Els elements teòrics representen la base de les classes magistrals, però un component igualment rellevant en aquesta assignatura seran els laboratoris i els seminaris, que suposaran una gran part del treball individual de l'alumne fora de l'aula, i que s'avaluaran conjuntament al acabar els laboratoris i els seminaris. A més diversos lliurables i activitats de grup durant el curs exigiran el desenvolupament de treball en equip, cerca d'informació i capacitat de comunicació oral i escrita.

3. Competències a assolir a l'assignatura

Competències¹ a treballar a l'assignatura segons l'indicat en el pla d'estudis del grau.

Competències transversals	Competències específiques
<i>Instrumentals</i>	<i>Competències Específiques Professionals</i>
G1. Capacitat d'anàlisi i síntesi	Elija un elemento.
G2. Capacitat d'organització i planificació	
G3. Capacitat per aplicar els coneixements a l'anàlisi de situacions i la resolució de problemes	<i>Competències Específiques de Formació Bàsica</i>
G4. Habilitat en la cerca i la gestió de la informació	B4-INF. Capacitat per analitzar funcions de variable complexa.
G5. Habilitat en la presa de decisions	B7-INF. Conèixer les transformades de Fourier per a senyals analògics i digitals i els elements bàsics de la teoria del mostreig de senyals.
G7. Capacitat de comunicar-se en contextos acadèmics i professionals de forma oral i escrita en anglès, tant davant audiències expertes com a inexpertes	B8-INF. Capacitat per resoldre sistemes lineals i invariants i les funcions i transformades relacionades. B3-A. Utilitzar i resoldre equacions diferencials i equacions diferencials en derivades parcials.

¹ **Competències transversals:** Aquelles que es requereixen en l'exercici de qualsevol titulació o carrera (comunicació verbal i escrita, pensament analític i sistèmic, resolució de problemes, creativitat, etc.). Es classifiquen en:

- **Instrumentals:** Inclouen habilitats cognitives, metodològiques, tecnològiques i lingüístiques. (Ex: capacitat d'organitzar i planificar, capacitat de comunicar-se amb propietat de forma oral i escrita en català, castellà i/o anglès, tant davant d'audiències expertes com inexpertes).
- **Interpersonals:** Es defineixen com habilitats que tendeixen a facilitar els processos d'interacció social i cooperació. (Ex: capacitat per a treballar en grup, expressió del compromís ètic/social).
- **Sistèmiques o integradores:** Suposen una combinació de comprensió, sensibilitat i coneixement que permeten veure com s'agrupen i s'estableixen relacions entre les parts d'un tot. Aquestes competències requereixen, com a base, l'adquisició prèvia de competències instrumentals i interpersonals. (Ex: capacitat d'adaptar-se a nous contextos d'aprenentatge)

Competències específiques: Es relacionen amb els coneixements i pràctiques concretes del grau. (Ex: capacitat de descriure, programar, validar i optimitzar protocols i interfaces de comunicació en els diferents nivells d'una arquitectura de xarxes)

<i>Interpersonals</i> G8. Capacitat de treball en equip Elija un elemento. <i>Sistèmiques</i> 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 Elija un elemento.	B5-A. Capacitat per comprendre i utilitzar l'anàlisi vectorial i numèric. B9-A. Adquirir els coneixements bàsics de la física de la propagació del so i la seva relació amb els mètodes de processament de l'assenyals àudio. Elija un elemento. <i>Competències Específiques d'Enginyeria en Informàtica</i> Elija un elemento. <i>Competències Específiques Comunes a la branca de Telecomunicació</i> Elija un elemento. <i>Competències de tecnologia específica: Enginyeria Telemàtica</i> Elija un elemento. <i>Competències de tecnologia específica: Sistemes Audiovisuals</i> AU23. Saber decidir que sistema de codificació d'àudio i música ha d'utilitzar-se per a una determinada aplicació. AU8. Saber realitzar projectes de locals i instal·lacions destinats a la producció i enregistrament de senyals d'àudio i vídeo. AU34. Conèixer les tècniques i procediments d'enregistrament, generació i producció de continguts d'àudio i música. Aplicació pràctica dels coneixements d'acústica, de
---	--

	processament de senyal i de sistemes multimèdia en la electroacústics; Sistemes de mesura, anàlisi i control de soroll i vibracions; Acústica mediambiental; Sistemes d'acústica submarina. AU10. Comprendre els problemes relacionats amb la reproducció de so en una sala i el disseny acústic d'espais arquitectònics. AU11. Adquirir el coneixement de les lleis que permeten la producció de so surround, des de la fase de captació fins a la d'exhibició, passant per la de postproducció. AU12. Adquirir coneixements sobre la cadena de producció, post-producció i exhibició en projectes audiovisuals. AU14. Adquirir els coneixements bàsics sobre mètodes numèrics d'optimització de problemes lineals i no lineals sense i amb restriccions. Tenir un coneixement de les aplicacions d'aquests mètodes en l'enginyeria i en particular, en l'enginyeria de la comunicació audiovisual. AU22. Entendre i conèixer els principis matemàtics en els quals es basen els sistemes de codificació d'àudio i música. Entendre i conèixer els avantatges i inconvenients de cadascun d'aquests sistemes de codificació d'àudio i música. AU23. Saber decidir que sistema de codificació d'àudio i música ha d'utilitzar-se per a una determinada aplicació. Elija un elemento.
--	--

4. Continguts

En aquesta assignatura es volen introduir els conceptes fonamentals per l'anàlisi i el disseny de sistemes d'Audio3D. Mes concretament es pretén aconseguir els objectius següents:

- Entendre les Magnituds físiques necessàries per a la captació de so envoltant (surround).
- Conèixer micròfons i tècniques per a l'adquisició de so envoltant.
- Adquirir conceptes sobre la Reverberació en so envoltant: extensions de la funció de Green.
- Entendre com fer la síntesi d'una font mono en so envoltant així com poder Manipular del so envoltant: rotacions, inversions, zooms. Exhibició.
- Adquirir coneixements de psicoacústica de la direccionalitat del so.
- Conèixer els tipus de sistemes d'exhibició de so envoltant (plans, 3D i Wave-Field Synthesis).
- Entendre el concepte de descodificació d'àudio per a formats de so envoltant. Descodificadors bàsics: la llei d'estèreo, la llei d'estèreo en 3D, descodificació ambisònica. Ser capaç de realitzar exhibició de so 3D per a auriculars: concepte de "Head Related Transfer Functions (HRTF)".
- El disseny de l'assignatura d'Audio3D està constituït per 8 temes teòrics. Aquestes sessions corresponen a una lògica disciplinar i curricular.
 1. Introduction and Acoustic Fundamentals
 2. Physics and Psychophysics of 3D acoustics
 3. Loudspeaker Reproduction
 4. Binaural Reproduction using stereo loudspeakers and headphones
 5. Environment
 6. Multiloudspeaker 1: Ambisonics
 7. Multiloudspeaker 2: Wave Field Synthesis
 8. Recording Techniques: Beamforming

5. Avaluació del nivell d'assoliment de les competències

Criteris generals d'avaluació

L'avaluació es fa per a cada una de les tres activitats que constitueixen l'assignatura: classes de teoria, seminaris i laboratoris. Essent:

- T: l'avaluació de la teoria mitjançant un examen final i un control de coneixements al mig del trimestre (que val un 30% de la nota de teoria). L'examen final avalua tota la matèria de l'assignatura i ha de ser qualificat amb com a mínim un 4/10 per tal de aprovar l'assignatura.
- L: l'avaluació dels laboratoris amb la participació en aquests i l'entrega de les memòries de pràctiques. En els laboratoris es realitzen un sèrie de pràctiques que posen a prova la capacitat dels alumnes de resoldre problemes pràctics i d'implementar algorismes en forma de programes en un ordinador. Les pràctiques s'han d'entregar individualment abans de la

pràctica següent. L'avaluació es fa a partir del seguiment realitzat a classe pel professor i de la correcció de les memòries de pràctiques. Aquesta avaluació també és obligatòria i ha de ser qualificada com a mínim amb un 5/10 per tal de aprovar l'assignatura.

- S: l'avaluació dels seminaris amb la participació en aquests i l'entrega dels exercicis proposats. Abans de cada seminari s'entrega una sèrie d'activitats als alumnes, com a una preparació prèvia al seminari. Aquestes activitats corresponen a conceptes o coneixements tractats a classe de teoria i posats a la pràctica en els laboratoris. Durant el seminari tots els estudiants han de participar en la resolució de les activitats.

La nota final s'obté fent la mitjana ponderada de la següent manera:

$$\text{Nota Final} = 0,5 * T + (0,3 + 0,1) * L + 0,1 * S$$

	ELEMENTS	PES	RECUPERABLE
Proves escrites	Prova escrita Condició: >=5 a cadascuns dels elements d'avaluació (excepte seminaris)	50%	Recuperable
Treballs	Treball d'Àudio3D	10%	Recuperable
Productes escrits	- Control - Lliuraments de seminari	10%	No recuperable
Proves d'execució	Pràctiques (amb informe) (participació en un mínim de 4 pràctiques)	30%	No recuperable
Proves de validació d'execució	En casos "límits" a les pràctiques, prova de validació		

Notes:

(1) La part de seminaris es divideix en dues parts que tenen el mateix pes de ponderació, entregables i (control examen parcial)

(2) L'examen parcial no lliura matèria per l'examen final

(3) Les pràctiques s'han d'aprovar per tal d'aprovar l'assignatura i s'ha de participar com a mínim a 4 de les 5 pràctiques

(4) Es realitzarà projecte realcionat amb Àudio3D fent servir els mateixos grups de laboratori. A l'últim seminari es presentarà aquest projecte.

6. Bibliografia i recursos didàctics

[1] Spatial Audio, Francis Rumsey, ISBN 0 240 51623 0, 2001

[2] Spatial Audio Processing: MPEG Surround and Other Applications, Jeroen Breebart and Christof Faller, ISBN: 978-0-470-03350-0, 2007.

[3] DAFX: Digital Audio Effects, Publisher: Wiley May 2002, ISBN-10: 0471490784

Altres Fonts:

[4] Spatial Audio Matlab Toolbox, D. Kostadinov, J. D. Reiss.

Recursos didàctics. Material docent de l'assignatura

- Per a cada sessió de teoria hi ha disponible uns apunts a la Web de l'assignatura.
- Per a cada sessió de seminari hi ha disponible una col·lecció d'activitats a la Web de l'assignatura.
- Per a cada sessió de pràctiques hi ha disponible el enunciat de la pràctica a la Web de l'assignatura.

Material docent de l'assignatura

- Per a cada sessió de teoria hi ha disponible uns apunts a la Web de l'assignatura.
- Per a cada sessió de seminari hi ha disponible una col·lecció d'activitats a la Web de l'assignatura.
- Per a cada sessió de pràctiques hi ha disponible el enunciat de la pràctica a la Web de l'assignatura.

7. Metodologia

El procés habitual d'aprenentatge per cada un dels blocs de continguts està compost per una sessió de teoria, un seminari i una part d'una sessió de laboratori. Cada bloc comença amb una sessió de teoria en la que es presenten certs fonaments teórico-pràctics. Aquesta activitat es realitza en grup gran. L'estudiant ha de complementar aquesta activitat amb una lectura detinguda dels seus propis apunts i del material addicional que el professor hagi proporcionat. Per exemple, una sessió de teoria de 2 hores, convenientment aprofitades, requerirà un treball addicional fora de l'aula d'1 hora per part de l'estudiant.

Posteriorment es realitzarà un seminari centrat en la resolució d'exercicis o problemes per posar en pràctica els conceptes i tècniques presentades a la sessió de teoria. Per als primers exercicis de la sessió es proporcionaran les solucions, però per a la resta no. L'objectiu és que l'estudiant consolidi els fonaments per tal que posteriorment pugi resoldre problemes de major complexitat. Aquesta activitat es realitza en grups petits de seminari on tots els estudiant han de participar activament en la resolució dels problemes.

El següent pas en el procés d'aprenentatge és el laboratori o sessió de pràctiques. En ell es proposen uns problemes pràctics que requereixen un disseny previ de la solució a implementar i que han d'integrar diferents conceptes i tècniques. Aquesta activitat es pot realitzar per parelles, i es pressuposa que continua fora de l'aula.

L'últim pas en el procés d'aprenentatge de cada bloc de continguts és el de la realització de l'examen final de teoria i de la prova oral de pràctiques per comprovar si l'estudiant ha adquirit les competències demanades.

Blocs de contingut	Hores a l'aula			Hores fora de l'aula
	Grup gran	Grup mitjà	Grup petit	
1	2	1		3
2	2	1		3
3	2	1		3
4	2	2		6
5	2	1		3
6	2	3		10
7	2	3		6
8	2	1		3
9	2	3		6
10		2		3
Examen	18			
Total	36	18		46
				# d'hores total (ECTS*25)

Teoria: es corresponen amb els blocs de continguts esmentats. 18 hores (9 sessions de 2 hores).

- Teoria 1: Introducció Física de l'acústica 3D
- Teoria 2: Spatial Psychoacoustics .
- Teoria 3: Reproducció amb altaveus
- Teoria 4: Reproducció amb auriculars.
- Teoria 5: Room Acoustics
- Teoria 6: Ambisonics
- Teoria 7: Wave Field Synthesis I
- Teoria 8: Wave Field Synthesis II
- Teoria 9: Beamforming

Seminaris: 8 sessions de 1 hora.

- Seminari 1: Fonaments d'Acústica (Activitat en grups)
- Seminari 2: Física de l'acústica 3D.
- Seminari 3: Reproducció amb auriculars.
- Seminari 4: Reproducció amb altaveus.
- Seminari 5: Control
- Seminari 6: Ambisonics
- Seminari 7: Wave Field Synthesis
- Seminari 8: Beamforming

Laboratoris: 5 sessions de 2 hores.

- Laboratori 1: Stereo, 5:1, Examples ITD and ILDS, Panning.
- Laboratori 2: HRTF reproduction with headphones.
- Laboratori 3: Loudspeaker reproduction (cross talk cancellation) and VBAP
- Laboratori 4: VBAP and Ambisonics
- Laboratori 5: Beamforming

8. Programació d'activitats

- Programació de sessions presencials

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

Teoria: Grup gran (aula de teoria) – 2 hores
 Laboratori: Grup mitjà (aula d'ordinadors) – 2 hores
 Seminari: Grup mitjà (aula d'ordinadors) – 1 hora

Waldo Nogueira (18h teoria, 10h seminari, 4h lab)

Daniel Artega (6h seminaris, 16h lab)

	Dilluns 12.30-14.30	Dimecres 8.30-10.30	Dijous 10.30-12.30
1 08-12 abr	8/04	10/04 Teoria 1 Introduccio i Fonaments Acustica	11/04 Seminari 1 Introduccio S101:10:30-11-30 S102:11:30-12:30
2 15-19 abr	15/04 Teoria 2 Spatial Psychoacoustics	17/04 Teoria 3 Loudspeaker Reproduction	18/04 Laboratori 1-P101 Stereo Panning, 5.1
3 22-26 abr	22/04 Seminari 2 Exercicis Stereo Pann S101:12:30-13-30 S102:13:30-14:30	24/04 Teoria 4 Binaural Headphones	25/04 Laboratori 1-P102 Stereo Panning, 5.1
4 29 abr-3maig	29/04 Seminari 3 Headphone Reproduction S101:12:30-13-30 S102:13:30-14:30	1/05 FESTIU	2/05 Laboratori 2-P101 Headphone Reproduction
5 6-10 maig	6/05 Seminari 4 (Control)	8/05 Teoria 5 Room Acoustics	9/05 Laboratori 2-P102 Headphone Reproduction
6 13-17 maig	13/05 Seminari 5 Seminari VBAP Daniel S101:12:30-13-30 S102:13:30-14:30	15/05 Teoria 6 Ambisonics	16/05 Laboratori 3-P101 Loudspeaker Transaural + VBAP
7 20-24 maig	20/05 FESTIU	22/05 Teoria 7 WaveField Synthesis	23/05 Laboratori 3-P102 Loudspeaker Transaural + VBAP
8 27-31 maig	27/05 Seminari 6 Ambisonics Daniel S101:12:30-13-30 S102:13:30-14:30	29/05 Teoria 8 Sound localization and Beamforming	30/05 Laboratori 4-P101 Ambisonics
9 3-7 juny	3/06 Seminari 7 WaveField Synthesis S101:12:30-13-30 S102:13:30-14:30	5/06 Teoria 9 Sound localization and Beamforming	6/06 Laboratori 4-P102 Ambisonics / Laboratori 5-G1 Beamforming

10 10-14 juny	10/06 Seminari 8 Beamforming S101:12:30-13-30 S102:13:30-14:30	12/06	13/06 Laboratori 5-G2 Beamforming/ Laboratori 4-P102 Ambisonics
--------------------------	--	--------------	---

- Llistat d'activitats (amb termini de lliurament i avaluació)

Activitat	Data enunciat	Data lliurament	Data de lliurament de resultats
Presentacions Acústica	10-Juny-2013	10-Juny-2013	21-Abr-2013
Control	16-Maig-2013	16-Maig-2013	25-Maig-2013
Presentacions projecte	10-Juny-2013	10-Juny-2013	20-Juny-2013
Laboratori 1	12-Abr-2013	19-Abr-2013	26-Abr-2013
Laboratori 2	26-Abr-2013	5-Maig-2013	12-Maig-2013
Laboratori 3	10-Maig-2013	17-Maig-2013	24-Maig-2013
Laboratori 4	24-Maig-2013	30-Maig-2013	5-Juny-2013
Laboratori 5	07-Juny-2013	14-Juny-2013	20-Juny-2013