Guia docent
320110 - A - Acústica

Última modificació: 17/07/2026

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

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

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

PROFESSORAT

Professorat responsable: Salcedo Bosch, Andreu

Altres: Esquerra Llucia, Ignasi

CAPACITATS PRÈVIES

Es considera molt convenient haver superat l'assignatura "Física".

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CE24-ESAUD. Capacitat per a realitzar projectes d'enginyeria acústica sobre: Aïllament i condicionament acústic de locals; instal·lacions de megafonia: especificació, anàlisi i selecció de transductors electroacústics; sistemes de mesura, anàlisi i control de soroll i vibracions; acústica mediambiental: sistemes d'acústica submarina. (Mòdul de tecnologia específica: So i imatge)

METODOLOGIES DOCENTS

Sessions presencials:
a) A l'aula: el professor exposa els continguts de la matèria, realitza demostracions, planteja i resol exercicis, i es resolen dubtes.
b) Al laboratori: els estudiants realitzen una sèrie d'experiències pràctiques.

Treball no presencial:
c) Estudi individual i resolució d'exercicis.
d) Preparació dels treballs i exercicis per lliurar.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Adquirir els coneixements bàsics sobre la teoria del so des del punt de vista de la generació i propagació de les ones sonores en l'espai lliure. Comprendre els aspectes bàsics de la percepció humana del so. Conèixer el comportament del so en recintes tancats i els criteris per al seu condicionament i aïllament acústic. Saber utilitzar les eines informàtiques de disseny acústic i els aparells per a realitzar mesures acústiques.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores grup petit	15,0	10.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

FONAMENTS DEL SO (1ª PART)

Descripció:
1.1. Equació d'ona unidimensional
1.1.1. Ones planes progressives
1.1.1.1. Propagació del so
1.1.1.2. Velocitat del so
1.1.2. Energia i intensitat del so
1.1.2.1. Velocitat acústica (vs. velocitat del so)
1.1.2.2. Energies cinètica, potencial i total. Intensitat acústica
- Valors instantanis, de pic i eficaços
1.1.2.3. Impedància acústica i impedància acústica específica
1.1.2.4. Llei d'Ohm en acústica
1.1.3. Tubs ressonants
1.1.3.1. Extrems oberts i/o tancats: flautes i clarinets
1.1.3.2. Tub de Kundt
- Determinació de la velocitat del so
- Determinació del coeficient d'absorció
1.2. Equació d'ona tridimensional
1.2.1. L'operador laplacià i la curvatura del camp
1.2.2. Geometria plana: fonts planes
1.2.3. Geometria esfèrica: fonts puntuals
1.2.4. Geometria cilíndrica: fonts lineals
1.2.5. Aproximacions de camp llunyà
1.2.5.1. Directivitat del so
1.2.6. Reflexió, refracció i difracció
1.2.6.1. El principi de Huyghens-Fresnel
1.2.6.2. Canvi de medi en incidència normal. Absorció acústica
1.2.6.3. Reflexió especular. Font virtual especular
1.2.6.4. Refracció del so. Llei de Snell
1.2.6.5. Difracció per obstacles
1.2.6.6. Difracció en escletxes
1.2.6.7. Difracció en obertures

Dedicació: 34h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 20h

FONAMENTS DEL SO (2ª PART)

Descripció:
1.3. Percepció del so
1.3.1. Comportament de l'oïda en funció de l'amplitud del so
1.3.1.1. Llei de Stevens
1.3.1.2. Nivells d'intensitat i pressió sonores
1.3.2. Comportament de l'oïda en funció de la freqüència del so
1.3.2.1. Amplada de banda de l'oïda
1.3.2.2. Comportament logarítmic
- Conceptes d'octava i terç d'octava
- Escala Mel
1.3.2.3. Bandes de freqüència de la veu i d'instruments musicals
1.3.2.4. Soroll rosa
1.3.3. Comportament de l'oïda en funció de l'amplitud i la freqüència del so
1.3.3.1. Corbes isotòniques de Fletcher-Munson
- Ponderació A (i B, C, D i Z)
- Sonoritat i nivell de sonoritat: sonis i fonis
- Compensació de sonoritat a baixos nivells
1.3.3.2. Corbes NC (noise control)
1.4. Superposició de sons
1.4.1. Intensitat de la suma de dos sons
1.4.1.1. Correlació creuada: suma de senyals correlades i incorrelades
1.4.1.2. Condicions d'incorrelació
- Nivell continu de pressió sonora
1.4.1.3. Reflexió ideal del so
- Efecte de filtre pinta (comb filter)
1.4.1.4. Aproximacions d'incorrelació
1.4.2. Suma del so provenint de múltiples fonts distintes o idèntiques
1.4.2.1. Influència de les superfícies límit

Dedicació: 34h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 20h

ACÚSTICA DE RECINTES (1ª PART)

Descripció:
2.1. Evolució de la intensitat en una sala tancada (EDC)
2.1.1. Absorció de les parets i efecte sobre la EDC
2.2. Model de fonts virtuals especulars
2.2.1. Resposta impulsional de la sala
2.2.1.1. Auralització usant h(t)
2.2.1.2. Ecograma i integració de Schroeder
2.2.1.3. Ecos, primeres reflexions i cua reverberant
2.3. Modes propis i acústica ondulatòria
2.3.1. Modes axials, tangencials i oblics. Fórmula de Rayleigh
2.3.2. Detecció i efectes d'una dolenta distribució de modes propis
2.3.2.1. Criteris de Walker i Bonello
2.3.2.2. Mesures correctores
2.3.3. Nombre total de modes en funció de la freqüència
2.3.3.1. Densitat de modes per terços d'octava
2.3.3.2. Freqüència crítica
2.4. Acústica geomètrica
2.4.1. Cancel·lacions en freqüència, focalitzacions i ecos flotants
2.4.2. Primeres reflexions (útils)
2.4.3. Difracció del so
2.5. Acústica estadística
2.5.1. Teoria de la reverberació de Wallace C. Sabine
2.5.1.1. Evolució de l'energia en camp difús segons Franklin
2.5.1.2. Temps de reverberació
2.5.1.3. Intensitat del camp total i del directe i el reverberant
- Distància crítica
2.5.2. Absorció del so
2.5.2.1. Tipus de materials absorbents
2.5.2.2. Determinació experimental del coeficient d'absorció
- Usant càmera reverberant
- Usant tub de Kundt

Dedicació: 34h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 20h

ACÚSTICA DE RECINTES (2ª PART)

Descripció:
2.6. Valoració de la qualitat acústica d'un recinte
2.6.1. Temps de reverberació RTmid
2.6.1.1. Temps de reverberació desitjables en música
2.6.1.2. Temps de reverberació adequats per a veu
2.6.1.3. Paràmetres relacionats
- Temps de decaïment inicial (Early Decay Time)
- Retard inicial (Initial Time Delay Gap)
2.6.2. Guany d'intensitat deguda a la reverberació
2.6.2.1. Sonoritat de la veu (Speech Sound Level)
2.6.2.2. Sonoritat de la música (Strength Factor)
2.6.3. Intel·ligibilitat de la veu
2.6.3.1. Efecte de la reverberació sobre la intel·ligibilitat
2.6.3.2. Pèrdua articulatòria de consonants %ALCONS
2.6.3.3. Índex de transmissió de la veu STI i RASTI
2.6.4. Balanços temporal i freqüencial de la reverberació
2.6.4.1. So directe, primeres reflexions i cua reverberant
2.6.4.2. Claredat i definició de la veu. Claredat musical
2.6.4.3. Calidesa vs. fredor
2.6.4.4. Lluïssor vs. opacitat
2.6.5. Espacialitat del so
2.6.5.1. Amplada aparent de la font
- Eficiència lateral
- Correlació creuada interaural propera
2.6.5.2. Embolcallament del locutor
- Correlació creuada interaural tardana
- Índex de difusió
2.7. Mesures correctores
2.7.1. Reflectors i generadors de primeres reflexions útils
2.7.2. Ressonadors acústics
2.7.2.1. Trampa de greus
2.7.2.2. Ressonador de membrana
2.7.2.3. Ressonadors simples i múltiples de Helmholtz
2.7.3. Difusió del so
2.7.3.1. Difusors policilíndrics
2.7.3.2. Difusors de Schroeder RPG: MLS, QRD i PRD
2.7.4. Equalització activa
2.7.4.1. Model tot pols
2.7.4.2. Correcció de fase mínima
- Correcció de la fase

Dedicació: 33h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 20h

ACÚSTICA FISIOLÒGICA I PSICOACÚSTICA

Descripció:
3.1. Aparell auditiu
3.1.1. Anatomia i funcions de l'orella
3.1.1.1. Orella externa
3.1.1.2. Orella mitja
3.1.1.3. Orella interna
3.2. Percepció del so
3.2.1. Emmascarament del so i bandes crítiques
3.2.2. Directivitat de l'oïda
3.2.3. Localització espaial
3.2.4. Pèrdua d'audició amb l'edat
3.3. La veu i l'aparell fonador humà
3.3.1. Cordes vocals i tracte vocal
3.3.2. Característiques del missatge oral
3.3.3. Directivitat de la veu

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 5h
Aprenentatge autònom: 10h

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**.

Examen escrit 1er bimestre: 37.5 %
Examen escrit 2n bimestre: 37.5 %
Laboratori: 25 %

Tot just després d'iniciades les classes del segon bimestre es realitzarà un examen de millora per tal de reconduir els resultats poc satisfactoris de l'examen escrit del primer bimestre. Tots els alumnes del curs estan convidats a participar a l'examen de millora, amb independència de la nota obtinguda a l'examen original. La nota "millorada" serà la mitjana de la de l'examen original i la del de millora. En el cas de que aquesta última sigui inferior a l'original, la nota que prevaldrà serà l'original.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l'examen de re-avaluació, la qualificació de l'examen de re-avaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació que siguin proves escrites presencials (controls, exàmens parcials i finals) i es mantindran les qualificacions de pràctiques, treballs, projectes i presentacions obtingudes durant el curs.
Si la nota final després de la re-avaluació és inferior a 5.0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la re-avaluació és superior o igual a 5.0, la nota final de l'assignatura serà aprovat 5.0.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Carrión, Antoni. Diseño acústico de espacios arquitectónicos [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2001 [Consulta: 14/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36341. ISBN 9788483012529.
- Möser, Michael E. Engineering acoustics: an introduction to noise control [en línia]. 2nd ed. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009 [Consulta: 17/06/2022]. Disponible a: https://link-springer-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007/978-3-540-92723-5. ISBN 9786612332647.

Complementària:

- Ballou, Glen. Handbook for sound engineers [en línia]. 5th edition. Burlington, MA: Focal Press, 2015 [Consulta: 14/07/2025]. Disponible a: https://doi-org.recursos.biblioteca.upc.edu/10.4324/9780203758281. ISBN 9781135016654.
- Kinsler, L.E. Fundamentos de acústica. México D.F: Limusa, 1998. ISBN 978-9-68-182026-8.
- Barron, M. Auditorium acoustics and architectural design. London: E & FN Spon, 1993. ISBN 0-419-17710-8.
- Long, M. Architectural acoustics. Burlington: Elsevier Academic Press, 2006. ISBN 0-12-455551-9.
- Recuero, M. Acústica arquitectónica aplicada. Madrid: Paraninfo, 1999. ISBN 978-8-42-832571-4.

RECURSOS

Material audiovisual:
- Professors de l'assignatura. Apunts de Classe.. Recurs