

300227 - RL - Radiolocalització

Unitat responsable:	300 - EETAC - Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
Unitat que imparteix:	739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions
Curs:	2016
Titulació:	GRAU EN ENGINYERIA D'AERONAVEGACIÓ (Pla 2010). (Unitat docent Obligatòria) GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS/GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2015). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA TELEMÀTICA (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS/GRAU EN ENGINYERIA TELEMÀTICA (Pla 2015). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2009). (Unitat docent Optativa) GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS (Pla 2015). (Unitat docent Optativa)
Crèdits ECTS:	6
Idiomes docència:	Català, Castellà, Anglès

Professorat

Responsable:	Definit a la infoweb de l'assignatura.
Altres:	Definit a la infoweb de l'assignatura.

Capacitats prèvies

Operativitat amb nombres complexos. Producte i suma de complexos, racionalització, inversió, càlcul de mòdul i fase d'un nombre complex.
Operativitat tant en escala lineal com en escala logarítmica (dB).
Operativitat amb funcions trigonomètriques.
Operativitat amb senyals i sistemes en el domini freqüencial a partir de les sèries i la transformada de Fourier, i aplicar les principals propietats d'aquestes.
Coneixements de sistemes de comunicacions analògiques i digitals

Requisits

Fonaments de Comunicacions

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

5. CE 24 AERON. Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los métodos de cálculo y de desarrollo de la navegación aérea; el cálculo de los sistemas específicos de la aeronavegación y sus infraestructuras; las actuaciones, maniobras y control de las aeronaves; la normativa aplicable; el funcionamiento y la gestión del transporte aéreo; los sistemas de navegación y circulación aérea; los sistemas de comunicación y vigilancia aérea. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)
6. CE 25 AERON. Conocimiento aplicado de: Transmisores y receptores; Líneas de transmisión y sistemas radiantes de señales para la navegación aérea; Sistemas de navegación; Instalaciones eléctricas en el sector tierra y sector aire; Mecánica del Vuelo; Cartografía; Cosmografía; Meteorología; Distribución, gestión y economía del transporte aéreo. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

Transversals:

1. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
2. COMUNICACIÓ EFICACI ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.

300227 - RL - Radiolocalització

3. TERCERA LENGUA: 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.

4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

Metodologies docents

Es una assignatura amb un gran contingut teòric, el que implica molts cops la demostració i extracció d'expressions matemàtiques, i les classes de teoria es fan a pissarra i amb suport de transparències quan és necessari. Les classes de problemes i laboratori han de consolidar els conceptes presentats a les classes de teoria mitjançant la realització de d'exercicis i pràctiques, en paper o amb l'ús d'eines de simulació, mitjançant MATLAB. A les classes de problemes i aplicació els estudiants treballen amb grups de dues persones.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

L'objectiu general de l'assignatura és la de proporcionar el coneixement dels sistemes de vigilància aèria dins el concepte CNS/ATM definit per la OACI. L'estudiant coneixerà les tècniques utilitzades en vigilància primària i secundària per al control del trànsit aeri, profunditzant en la teoria del Radar polsat per poder introduir el Radar primari i el secundari. L'assignatura es complementarà amb les noves tendències de vigilància depenent ADS (Automatic Dependent Surveillance) i la tècnica de interrogació selectiva Mode S, així com les altres aplicacions dels sistemes Radar en aeronàutica: ràdio altímetres, navegació a estima, radar meteorològic i sistemes d'alarma i d'anticol·lisió.

En més detall, la realització d'aquesta assignatura haurà de permetre als estudiants a:

- Identificar els diferents sistemes de vigilància i radiolocalització aèria.
- Analitzar els diferents subsistemes de un sistema Radar
- Dissenyar alguns paràmetres de un sistema Radar per complir amb les especificacions
- Analitzar la normativa específica d'equips de vigilància definits per OACI
- Calcular en domini temporal i freqüencial els senyals que intervenen en els sistemes de vigilància
- Comprovar amb simulacions per ordinador els resultats teòrics.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 150h	Hores grup gran:	39h	26.00%
	Hores grup mitjà:	26h	17.33%
	Hores grup petit:	0h	0.00%
	Hores activitats dirigides:	1h	0.67%
	Hores aprenentatge autònom:	84h	56.00%

300227 - RL - Radiolocalització

Continguts

1.- Introducció a la Navegació Aèria

Dedicació: 7h

Grup gran: 1h

Grup mitjà: 2h

Activitats dirigides: 1h

Aprenentatge autònom: 3h

Descripció:

Funcions de la Navegació Aèria. Vigilància. Visió general dels sistemes de vigilància. Organitzacions.

Activitats vinculades:

Pràctica 0.- Introducció al llenguatge de programació Matlab.

Objectius específics:

Conèixer els diferents tipus de sistemes de vigilància i saber les seves limitacions i prestacions.

300227 - RL - Radiolocalització

<h3>2.- Radar Polsat</h3>	<p>Dedicació: 93h 40m</p> <p>Grup gran: 18h 30m</p> <p>Grup mitjà: 21h 50m</p> <p>Aprenentatge autònom: 53h 20m</p>
<p>Descripció:</p> <p>El Radar polsat: Principi de funcionament. Tipus de senyals emesos. Determinació de la distància, distància cega i distància màxima no ambigua. Resolució en distància i amplada de pols. Freqüència de repetició de polsos. Potència de pic i mitjana, cicle de treball. Esquema de blocs.</p> <p>L'equació del Radar. Senyal mínim detectable.</p> <p>Soroll del receptor. Tipologies. Soroll tèrmic. Temperatura equivalent de soroll. Xifra de soroll. Soroll en dispositius passius. Formula de Friis. Relació senyal soroll.</p> <p>Probabilitat i temps de falsa alarma. Probabilitat de Detecció.</p> <p>Integració de polsos. Temps d'observació. Càlcul del nombre d'ecos rebuts. Integració coherent i no coherent. Eficiència d'integració. Factor de millora. Pèrdues d'integració. Número de falses alarmes.</p> <p>Transmissors. Tipus: magnetrons i klystrons. Duplexors. Distorsió i intermodulació. Punt de compressió a 1 dB. Punt d'intercepció de tercer ordre.</p> <p>Antenes. Paràmetres i conceptes bàsics. Polarització. Guany i diagrama de radiació. Amplada de feix. Resolució angular i volum d'incertesa. Antenes d'obertura: reflectors i botzines. Radars 2D i 3D.</p> <p>Filtre adaptat.</p> <p>Secció Recta Radar (RCS). RCS d'objectes simples: Esfera. Dependència amb la freqüència. Cilindre i con/esfera. Factor d'aspecte. RCS de objectes complexes. Secció recta de blancs fluctuants: models de Swerling.</p> <p>Altres consideracions del sistema Radar: Potència i energia. Mecanismes i efectes de la propagació radioelèctrica. Pèrdues en dispositius i del sistema. Probabilitat de detecció acumulativa. Criteri M de N. Tècniques d'staggering. Tècniques CFAR.</p> <p>Compressió de polsos. Sistema FM lineal (chirp). Codificació de fase. Codis de Barker.</p> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Control de problemes no. 1 Control de laboratori no. 1 Control de laboratori no. 2 Examen de mig quadrimestre. Examen de final de quadrimestre. Pràctica 1.- Radar polsat. Pràctica 2.- L'equació del Radar. Pràctica 3.- Filtre adaptat. Pràctica 4.- Antenes Radar. Pràctica 5.- Secció recta Radar. Pràctica 6.- CFAR 	

300227 - RL - Radiolocalització

Objectius específics:

- Conèixer el principi de funcionament i principals paràmetres del Radar polsat.
- Conèixer els diferents components i subsistemes que integren un Radar polsat.
- Saber calcular l'abast del Radar en funció del soroll, la probabilitat de falsa alarma i la probabilitat de detecció.
- Conèixer els paràmetres, funcionalitats i principals característiques de les antenes Radar.

3.- Radar Clutter

Dedicació: 2h 40m

Grup gran: 1h 20m

Aprentatge autònom: 1h 20m

Descripció:

- Tipologia: de superfície, de volum i puntual.
- Seccions rectes típiques.
- Relació senyal a clutter (S/C).

Activitats vinculades:

- Control de problemes no. 2
- Examen de final de quadrimestre.

Objectius específics:

- Conèixer els diferents tipus de senyals no desitjats que poden impedir la detecció dels blancs d'interès.
- Analitzar l'efecte de la potència del clutter sobre la potència del senyal desitjat.

300227 - RL - Radiolocalització

<p>4.- Radars d'efecte Doppler</p>	<p>Dedicació: 23h 40m Grup gran: 7h 40m Grup mitjà: 2h 10m Aprenentatge autònom: 13h 50m</p>
<p>Descripció: L'efecte Doppler. Radars d'ona continua (CW): principi de funcionament; estructures homodina i heterodina. Radar polsat amb efecte Doppler. Mesura de la velocitat.</p> <p>Radars MTI (Moving Target Indicator): Esquema de blocs; Circuits cancel·ladors de blancs fixes; funció de transferència de cancel·ladors; velocitats cegues; tècnica de múltiples PRF (staggered); atenuació del clutter; cancel·lador de dues etapes; Factor de millora; Cancel·lador de N polsos; Filtre transversal; Banc de filtres Doppler; Processat digital per Radars MTI; Fases cegues; canals I/Q.</p> <p>Radars Doppler polsat: sistema AWACS (Airborne Warning and Control System).</p> <p>Radars FM-CW: Principis de funcionament; mesures de distàncies i de velocitats; aplicació com a radioaltímetre; tipus de modulacions; tècniques de millora de l'aïllament.</p> <p>D'altres aplicacions del Radar en enginyeria aeronàutica: Radar Doppler de navegació; Radar de control de moviments de pista (SMR); Radar altimètric polsat.</p> <p>Funció d'ambigüitat. Propietats. Representació de la funció d'ambigüitat per diferents tipus de radars i de formes d'ona.</p> <p>Activitats vinculades: Pràctica 7.- MTI Control de problemes no. 2 Control de laboratori no. 2 Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer i aplicar l'efecte Doppler a la mesura de la velocitat de blancs mòbils. Comprendre el funcionament, les característiques i les prestacions dels radars MTI. Conèixer les aplicacions en enginyeria aeronàutica dels diferents tipus de radars d'ona continua.</p>	

300227 - RL - Radiolocalització

<p>5.- Radars de Seguiment</p>	<p>Dedicació: 3h 05m Grup gran: 1h 25m Aprentatge autònom: 1h 40m</p>
<p>Descripció: Principis de funcionament. Tipologia. Radars de seguiment d'angle: Radar Monopols de comparació d'amplitud; Radar Monopols de comparació de fase; Radar amb commutació seqüencial del lòbul d'antena; Radar amb antena d'escombrat cònic. Factors limitatius en Radars de seguiment: Soroll d'angle (Glint); fluctuacions d'amplitud. Seguiment d'objectes rasants (Low-Angle Tracking)</p> <p>Activitats vinculades: Control de problemes no. 2 Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer els sistemes i tècniques d'apuntament i seguiment de blancs mòbils amb sistemes Radar.</p>	
<p>6.- Radars de vigilància secundària.</p>	<p>Dedicació: 10h 15m Grup gran: 4h 25m Aprentatge autònom: 5h 50m</p>
<p>Descripció: Principi de funcionament del Radar Secundari (Secondary Surveillance Radar: SSR). Enllaços d'interrogació i de resposta. Bandes de freqüència. Mode A (identitat). Mode C (altitud). Sistema SLS. Limitacions del SSR: FRUIT i Garbling. Tipologies d'antenes per SSR. Processat multi Radar. Interrogació Mode S. Sistemes de Multilateració.</p> <p>Activitats vinculades: Control de problemes no. 2 Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer la finalitat, característiques i funcionament del radar de vigilància secundària.</p>	

300227 - RL - Radiolocalització

<p>7.- Sistema de Vigilància Dependent Automàtica (Automatic Dependence Surveillance: ADS)</p>	<p>Dedicació: 2h 20m Grup gran: 1h 10m Aprentatge autònom: 1h 10m</p>
<p>Descripció: El sistema ADS: Principi de funcionament. Tipus de ADS: ADS-B (Broadcast); ADS-C (Contracte). Esquema de blocs. Squitter Mode S. Serveis i compatibilitat.</p> <p>Activitats vinculades: Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer el funcionament, les prestacions i les limitacions dels sistemes automàtics de vigilància dependent.</p>	
<p>8.- Sistemes embarcats anti col·lisió. (ACAS)</p>	<p>Dedicació: 2h 20m Grup gran: 1h 10m Aprentatge autònom: 1h 10m</p>
<p>Descripció: Principi de funcionament. Traffic Advisories (TA). Resolution Advisories (RA). Estàndards vigents: TCAS II versió 7.1. Volum de protecció. Esquema de blocs. Antenes.</p> <p>Activitats vinculades: Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer el funcionament dels sistemes anti col·lisió i la seva integració amb els sistemes de radiolocalització.</p>	
<p>9.- Sistemes d'alarma per proximitat amb el terreny (EGPWS)</p>	<p>Dedicació: 2h 20m Grup gran: 1h 10m Aprentatge autònom: 1h 10m</p>
<p>Descripció: Principi de funcionament. Esquema de blocs. Tipologies d'alarmes. Mode millorat.</p> <p>Activitats vinculades: Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer el funcionament dels sistemes d'alarma per col·lisió contra el terreny, i la seva integració amb els sistemes de radiolocalització i radionavegació.</p>	

300227 - RL - Radiolocalització

10.- Radars meteorològics	Dedicació: 2h 40m Grup gran: 1h 10m Aprentatge autònom: 1h 30m
<p>Descripció: Principi de funcionament. Bandes de freqüències. Reflectivitat del meteor. Modelat. Factor de reflectivitat. Intensitat de precipitació. Radars embarcats: Esquema de blocs. Detecció de ràfegues de vent (wind shear).</p> <p>Activitats vinculades: Examen de final de quadrimestre.</p> <p>Objectius específics: Conèixer el principi de funcionament, les característiques i les aplicacions en aeronàutica dels radars meteorològics.</p>	

300227 - RL - Radiolocalització

Planificació d'activitats

<p>Pràctica 0.- Introducció al llenguatge de programació Matlab.</p>	<p>Dedicació: 5h Grup mitjà: 2h Activitats dirigides: 1h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció: En aquesta sessió de pràctica s'introduirà l'ús de les eines principals de MATLAB: creació de fitxers .m, creació de funcions, treballar amb vectors i matrius, representació de resultats i es mostraran les comandes més comunes.</p> <p>Material de suport: MATLAB.</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: No lliurable.</p> <p>Objectius específics: Coneixement del software a utilitzar al llarg del curs.</p>	
<p>Pràctica 1.- Radar polsat.</p>	<p>Dedicació: 4h Grup mitjà: 2h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció: Es programarà i es representaran els senyals polsats RADAR, identificant l'efecte dels paràmetres bàsics: freqüència portadora, freqüència de repetició de polsos. Es mostraran i representaran els conceptes de distància amb el retard del senyal i el concepte de distància màxima no ambigua.</p> <p>Material de suport: MATLAB</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: Lliurable amb la memòria de la pràctica.</p> <p>Objectius específics: Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria.</p>	
<p>Pràctica 2.- L'equació del Radar.</p>	<p>Dedicació: 4h Grup mitjà: 2h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció: Es programarà la equació RADAR i es representarà la relació que existeix entre els diferents paràmetres que hi intervenen, com la relació entre potència rebuda i rang, relació senyal soroll i rang, potència transmesa etc.</p> <p>Material de suport: MATLAB.</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: Lliurable amb la memòria de la pràctica.</p> <p>Objectius específics: Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria.</p>	

300227 - RL - Radiolocalització

<p>Pràctica 3.- Filtre adaptat.</p>	<p>Dedicació: 8h Grup mitjà: 4h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: En aquesta pràctica es representarà el senyal complex en banda base obtingut a la sortida del filtre adaptat per a un codi especificat i per a una relació senyal soroll específica.</p> <p>Material de suport: MATLAB</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: Lliurable amb la memòria de la pràctica.</p> <p>Objectius específics: Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria.</p>	
<p>Pràctica 4.- Antenes Radar.</p>	<p>Dedicació: 4h Grup mitjà: 2h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció: Es programarà i representarà els diagrames de radiació de varies antenes segons la distribució de corrent. S'identificaran els paràmetres bàsics de les antenes, com el guany, l'ample de feix, la relació lòbul principal i secundari, la seva relació amb els paràmetres dels sistema RADAR, com la resolució angular, volum d'incertesa, temps d'observació, i número de polsos observats.</p> <p>Material de suport: MATLAB</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: Lliurable amb la memòria de la pràctica.</p> <p>Objectius específics: Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria.</p>	
<p>Pràctica 5.- Secció recta Radar.</p>	<p>Dedicació: 8h Grup mitjà: 4h Aprentatge autònom: 4h</p>
<p>Descripció: Aquesta pràctica es realitzarà amb dues sessions. Encara que no es necessari diferenciar entre les dues sessions, en una primera sessió es pretén estudiar la secció recta radar d'objectes simples, veient essencialment la seva dependència amb la freqüència i la relació d'aspecte, mentre que la segona sessió estudiarà la secció recta radar d'objectes complexes basats en agrupacions de objectes simples.</p> <p>Material de suport: MATLAB</p>	

300227 - RL - Radiolocalització

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Lliurable amb la memòria de la pràctica.

Objectius específics:

Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria.

Pràctica 6.- CFAR.

Dedicació: 4h

Grup mitjà: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Descripció:

En aquesta sessió es farà un anàlisi simple d'una de les tècniques CFAR típiques, anomenada Cell Averaging CFAR o CA-CFAR.

Material de suport:

MATLAB

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Lliurable amb la memòria de la pràctica.

Objectius específics:

Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria.

Pràctica 7.- MTI.

Dedicació: 4h

Grup mitjà: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Descripció:

En aquesta sessió s'analitzaran en el domini del temps dos radars MTI.

Material de suport:

MATLAB

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Lliurable amb la memòria de la pràctica.

Objectius específics:

Consolidar i ampliar els coneixements presentats a la part de teoria

Control de problemes no. 1

Dedicació: 1h

Grup gran: 1h

Descripció:

Examen de problemes sobre el Radar polsat.

Objectius específics:

Verificar que s'assoleixen els objectius de l'aprenentatge.

300227 - RL - Radiolocalització

Control de problemes no. 2	Dedicació: 1h Grup gran: 1h
<p>Descripció: Examen de problemes sobre els Radars d'efecte Doppler i els Radars de seguiment.</p> <p>Objectius específics: Verificar que s'han assolit els objectius de l'aprenentatge.</p>	
Control de laboratori no. 1	Dedicació: 1h Grup mitjà: 1h
<p>Descripció: Control de laboratori sobre els exercicis realitzats en Matlab.</p> <p>Material de suport: Matlab</p> <p>Objectius específics: Verificar que s'han realitzat les pràctiques amb aprofitament.</p>	
Control de laboratori no. 2	Dedicació: 1h Grup mitjà: 1h
<p>Descripció: Control de laboratori sobre els exercicis realitzats amb Matlab.</p> <p>Material de suport: Matlab</p> <p>Objectius específics: Verificar que s'han realitzat les pràctiques amb aprofitament.</p>	
Examen de mig quadrimestre.	Dedicació: 1h 30m Grup gran: 1h 30m
<p>Descripció: Examen sobre els continguts teòrics i pràctics relatius al Radar polsat.</p> <p>Objectius específics: Verificar que s'han assolit els objectius de l'aprenentatge.</p>	
Examen de final de quadrimestre.	Dedicació: 1h 30m Grup gran: 1h 30m

300227 - RL - Radiolocalització

Descripció:

Examen de contingut teòric i pràctic de síntesi del curs, però amb un major pes pels continguts estudiats en la segona meitat del curs.

Objectius específics:

Verificar que s'han assolit els objectius de l'aprenentatge.

Sistema de qualificació

S'aplicaran els criteris d'avaluació definits a la infoweb de l'assignatura.

Normes de realització de les activitats

El primer i segon control de problemes es realitzaran durant la cinquena i desena setmana del curs. Seran exàmens d'una hora que es realitzaran en les hores de teoria. El primer i segon control de laboratori tindran una durada d'una hora i es realitzaran en les hores de laboratori, preferiblement durant la sisena i dotzena setmana del curs. L'examen de mig quadrimestre es realitzarà a meitat del quadrimestre durant la setmana dedicada especialment per aquests, i s'avaluarà tot el contingut de l'assignatura impartit fins aleshores, sense que això impliqui l'alliberament de material pels propers exàmens. Al final del quadrimestre es realitzarà un examen final el qual avaluarà tot el material presentat a classe.

Bibliografia

Bàsica:

Skolnik, Merrill I. Introduction to radar systems. 3rd. e. Boston: Ed. McGraw-Hill, 2001. ISBN 0072909803.

Complementària:

Mahafza, Bassem R. Radar systems analysis and design using MATLAB. Boca Raton: Ed. Chapman & Hall, 2000. ISBN 1584881828.

Levanon, N. Radar principles. New York: Ed. John Wiley & Sons, 1988. ISBN 0471858811.