

Sistemi Radar a.a 2023-2024 - Diario delle Lezioni Svolte

Ora	data	ore	Argomenti trattati	Materiale didattico
1-4	26/02/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Introduzione al corso, sito web, materiale didattico, modalità di esame - Operazione con onde Radio: Frequenza portante nelle microonde: scelta della portante, attenuazione, larghezza del fascio e dimensioni delle antenne per le varie applicazioni - Concetto di accuratezza di misura di angolo in azimuth, la risoluzione angolare, la risoluzione in cross-range - Il funzionamento base del RADAR: la rivelazione dell'eco tramite superamento di una soglia. La presenza del falso allarme ed il problema della scelta della soglia di rivelazione. - La misura RADAR di range: principio di misura a 2 vie: accuratezza e risoluzione in range. - Il funzionamento del radar ad impulsi e il duplexer - Impulsi corti vs. lunghi: risoluzione, energia totale e blind range.	Slide: 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar https://youtu.be/Z3wPS3GGFVc https://youtu.be/6Op0Jg8sQfA
5-8	01/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Campionamento degli echi di ritorno Range massimo e risoluzione in range. Matrice dei dati range-azimuth e sue dimensioni per tipico radar di ricerca. - Rivelazione radar, ipotesi binaria, prestazioni: probabilità di falso allarme e rivelazione - Criterio di Neymann-Pearson - Decisore a soglia e sua ragionevolezza - Calcolo della soglia in funzione della Pfa desiderata - Calcolo della probabilità di rivelazione - Funzione di Marcum e suo calcolo - Formula di Albersheim - Derivazione del decisore ML per il modulo dell'eco complesso e coincidenza con il decisore a soglia	Slide: 02_SIRA2024_rivelazione_singolo_impulso https://youtu.be/KtsIKhNpdI4 https://youtu.be/Pdk-NC-OS1w
9-12	04/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Esercitazione in aula su risoluzione, portata, legame Pfa, Pd ed SNR, potenza di segnale e rumore ricevute - Richiami sul guadagno di antenna - Equazione radar monostatica e bistatica e suo uso per il dimensionamento - Le perdite di propagazione, trasmissione e ricezione -	Slide: 04_SIRA2024_Equazione_radar https://youtu.be/3-IFUblabJQ https://youtu.be/OHIVyK-K9_I
13-16	08/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Antenne radar a riflettore parabolico (sue proprietà) e planari con elementi radianti alimentati con reti con percorsi uguali - Fascio di antenna fan-beam per radar 2D e pencil-beam per radar 3D. - Concetto di antenna a rotazione meccanica, scansione elettronica elevazione; scansione elettronica az-el su settori di 90° - 4 facce - Fascio cosecante quadro e copertura delle regioni con elevazioni alte ed esercizio relativo - Esercizio sull'equazione radar per radar di ricerca	Slide: 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar https://youtu.be/1SKfhfUv3Lw https://youtu.be/pf3xQumNC5w

17-20	11/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Orizzonte Radar e massima distanza raggiungibile - Distanza per bersagli a quota zero e introduzione agli echi dalla superficie (clutter) - Uso di impulsi radar lunghi modulati di fase - Rapporto di compressione e riduzione della potenza di picco in trasmissione - Campionamento del segnale di ritorno e durata in campioni del segnale modulato - Filtro adattato ed impulsi modulati: banda e forma all'uscita del filtro	Slide: 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar https://youtu.be/svxLRIL7WJI https://youtu.be/xc7XdOFeVnU
21-24	15/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Problema di rivelazione scritto per il caso di segnale trasmesso con rapporto di compressione >1 e soluzione con il Rapporto di Verosimiglianza Generalizzato - Potenza di segnale e potenza di rumore all'uscita del filtro - Interpretazione del risultato come combinazione lineare dei campioni ricevuti - Derivazione dello rivelatore come la combinazione lineare dei campioni che fornisce il massimo SNR - Interpretazione come filtro adattato al segnale trasmesso tempo-discreto	Slide: 03_SIRA2024_FiltroAdattato-e-Compressione_di_Impulso https://youtu.be/QTjEEfxdS3g https://youtu.be/BBLUS2xoSus
25-28	18/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Filtro adattato (FA) al segnale nel tempo continuo - Uscita del filtro adattato e risoluzione - Scalatura del FA per avere potenza di rumore inalterata - Equazione radar con e senza FA - Time-on-Target e tempo di aggiornamento - Copertura di volume e time-on-target relativo - Sequenze di impulsi, Il Time-on-Target, il PRT ed il numero di impulsi. PRF.	Slide: 03_SIRA2024_FiltroAdattato-e-Compressione_di_Impulso 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar https://youtu.be/gUBg4uzlB8s https://youtu.be/cuBOB86lWk0 NUOVA VERSIONE (COMPLETA) della 2° PARTE https://youtu.be/YG0TakQ-fWg
29-32	22/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Filtro adattato alla sequenza di impulsi - Implementazione a filtro adattato ed su matrice tempo-lento/tempo veloce - Uscita nel dominio del tempo con sequenza ad inviluppo triangolare -	Slide: 05_SIRA2024_integrazione_coerente https://youtu.be/pNlIoBFGScE https://youtu.be/AmUok1UIgz8
33-36	25/03/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Interpretazione del filtro adattato alla sequenza nel piano I&Q come somma dei vettori segnale fra loro paralleli e somma di vettori di rumore con orientamento random - RCS del target, dipendenza dai parametri e meccanismi di scattering - I bersagli con ampiezza fluttuante: introduzione - Modelli di Swerling I-IV: densità di probabilità della RCS	Slide: 05_SIRA2024_integrazione_coerente 06_SIRA2024_RCS 07_SIRA2024_Swerling https://youtu.be/WQ7Hr90dNlM https://youtu.be/cxoHrtczugQ

	29/03/2024		- Sospensione Pasquale – Venerdì Santo	
	01/04/2024		- Sospensione Pasquale – Lunedì di Pasquetta	
37-40	05/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Modelli di Swerling I-IV: densità di probabilità della RCS e velocità di fluttuazione - Pd per rivelazione singolo impulso con target SW I-V - considerazioni sulla validità per integrazione coerente di N impulsi - Derivazione del GLRT per il caso di fluttuazioni veloci □ rivelatore non coerente quadratico. - Rivelazione GLRT per target con fluttuazioni lente	Slide: 07_SIRA2024_Swerling 08_SIRA_2024_integrazione_ncoerente https://youtu.be/48U2ey_W3xQ https://youtu.be/B7G2BIRiH DU
41-44	08/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- prestazioni Pfa e Pd del rivelatore noncoerente quadratico per bersagli non fluttuanti - prestazioni con Shnidman per bersagli fluttuanti - possibile vantaggio dell'uso di agilità di frequenza per target multiscatteratore. - Dimensionamento radar con integrazione non coerente quadratica - integrazione mista coerente- noncoerente	Slide: 08_SIRA_2024_integrazione_ncoerente 09_SIRA2024_integrazione_noncoerente_fluttuanti https://youtu.be/YklLf5Aauxs https://youtu.be/9m4PW05GF34
45-48	12/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Schemi di integrazione mista coerente- noncoerente - prestazioni integrazione a batch - ottimizzazione schema di integrazione per specifiche assegnate su target fluttuanti e non fluttuanti. - Integrazione binaria (M/N) a finestra mobile - Pfa dell'integrazione M/N e dimensionamento soglie - Pd per bersagli non fluttuanti e fluttuanti veloci e lenti - perdite e vantaggi dello schema di integrazione	Slide: 09_SIRA2024_integrazione_noncoerente_fluttuanti 10_SIRA2024_integrazione_noncoerente_binaria https://youtu.be/YrUYopW0eq8 https://youtu.be/OFHsSw9-t2o
49-52	15/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Il clutter: clutter di superficie e di volume; potenza media; diverse tipologie di superficie e relativa riflettività. Dipendenza da polarizzazione, frequenza, umidità ed angolo di grazing - Considerazioni sullo SCR al variare del range - Densità di probabilità degli echi di clutter - Correlazione degli echi di clutter - La gestione della soglia contro clutter - stima della potenza di disturbo e impatto sulla Pfa - lo schema dell'autogate	Slide: 11_SIRA2024_clutter 12_SIRA2024_gestione_soglia_CFAR https://youtu.be/bAX6hN_Vr-g https://youtu.be/pPTF3okx0IU
53-56	19/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Il CA-CFAR - Pfa per il CA-CFAR - Pd per il CA-CFAR - Comportamento del CA-CFAR contro gradino di clutter - Comportamento del CA-CFAR contro target interferenti - Gli schemi GO-CFAR, SO-CFAR, CAGO-CFAR e CASO-CFAR ed il loro comportamento - lo schema OS-CFAR e le sue caratteristiche - Pfa e Pd dello OS-CFAR - Pd per CFAR CA ed OS con target fluttuanti	Slide: 12_SIRA2024_gestione_soglia_CFAR https://youtu.be/kJBgrYFGxZY https://youtu.be/2c5g_Hr1X9A

57-60	22/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Mappe di clutter - aggiornamento ricorsivo della mappa di clutter - misure RADAR di frequenza Doppler e relativa Risoluzione - definizione e segno della Doppler - demodulazione I&Q e Doppler residua - Doppler e variazione di fase da impulso ad impulso - misura di Doppler da singolo impulso e da sequenza - Risoluzione di frequenza - Schema di radar coerente - Radar a magnetron e problema di rivelazione per radar non coerente	Slide: 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar https://youtu.be/EswHmM81APo https://youtu.be/iDwMFpbSd8o
	26/04/2024		- Lezione rimandata	
61-64	29/04/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Filtro adattato alla sequenza in presenza di Doppler e sua versione approssimata con filtro adattato a singolo impulso implementato a Doppler zero. - Integrazione non-coerente vs. coerente in presenza di Doppler - $H(f)$ del filtro adattato alla sequenza - Scelta dei filtri a frequenze k/NT e banco FFT - Lobi laterali dei filtri trasversali/FFT e problema di dinamica nella rivelazione - Uso delle reti di pesatura per il controllo dei lobi in Doppler	Slide: 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar 05_SIRA2024_integrazione_coerente https://youtu.be/hA3wjQxwY1U https://youtu.be/L7TOJoJLE8E
65-68	03/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Effetto della rete di pesatura, parametri di selezione, perdita all'intersezione dei filtri nel caso peggiore - Ambiguità in Doppler con esempi - Ambiguità nel piano range-Doppler, area non ambigua - Risoluzione dell'ambiguità in Doppler -	Slide: 01_SIRA2023_intro_e_misure_radar 05_SIRA2024_integrazione_coerente https://youtu.be/jGRn2YdA2sQ https://youtu.be/KGUGkAdV6w8
69-72	06/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Modello ideale dello spettro di clutter ed effetto del banco di filtri non pesato e pesato - Considerazioni sulla decorrelazione del Clutter e suo effetto di allargamento dello spettro di clutter - Conseguente riduzione della cancellazione del clutter per i banchi di filtri - Cancellatore singolo, doppio e binomiali con rispettive risposte impulsive ed in frequenza - Schema MTD e sua efficacia contro il clutter	Slide: 14_SIRA2024_MTI_convenzionale https://youtu.be/TM3R73KuU5M https://youtu.be/ktXiwf-M8xQ
	10/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Lezione rimandata	
73-76	13/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Improvement factor per disturbo clutter + noise - IF per singolo e doppio cancellatore - Spettro di densità di potenza di clutter - Spettri Gaussiano, Fishbein Power Law e Exponential	Slide: 14_SIRA2024_MTI_convenzionale 13_SIRA2024_clutter_spectra 15_SIRA2024_Integrazione_coerente_e_filtraggio_ottimo

			- Calcolo del coefficiente di correlazione e della matrice di covarianza del clutter - Spettri per clutter di mare - Improvement factor per filtro trasversale in forma vettoriale	https://youtu.be/AdrFDp6063s https://youtu.be/ZPumS-PWmgl
77-80	17/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- filtraggio ottimo del clutter - interpretazione del filtro ottimo "whitening matched" - Improvement factor per disturbo clutter + noise - Funzione di trasferimento per filtro ottimo operante contro clutter + noise - Banco di filtri ottimizzati per spettro di clutter noto - Implementazione totalmente adattiva ed implementazione con alcuni banchi di filtri pre-definiti su spettri di clutter di diversa larghezza. - Segnale Chirp e la sua compressione - Spettro del segnale Chirp	Slide: 15_SIRA2024_Integrazione_coerente_e_filtraggio_ottimo 16_SIRA2024_Chirp_P4 https://youtu.be/6BTmZiEJF94 https://youtu.be/e-w2HlhM4aY
81-84	20/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Approssimazione del chirp per alto RC - Lobi laterali del Chirp compresso e reti di pesatura - Ripple di Fresnel e loro caratterizzazione - codici di fase: Barker, Frank, P3 e P4 - Cenni su Nuove forme d'onda per Joint Radar & Comm	Slide: 16_SIRA2024_Chirp_P4 16bis_SIRA2024_Compressione_di_impulso https://youtu.be/022d43kuaeQ https://youtu.be/SrcryPBVxZ0
85-88	24/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Funzione di ambiguità e sue proprietà - Funzione di ambiguità del segnale Chirp e sue caratteristiche - Funzione di ambiguità dei codici di fase e loro caratteristiche - Ambiguità tempo-frequenza - Funzione di ambiguità per la sequenza di impulsi - uso di AESA di nuova generazione con forme d'onda appropriate ed evoluzioni delle relative tecniche di elaborazione	Slide: 16bis_SIRA2024_Compressione_di_impulso 18_SIRA2024_Funzione_di_Ambiguità 19_SIRA2024_Ambifunzione_integrazione_coerente https://youtu.be/xlqXl36gg3Y https://youtu.be/S9OhUt2SuzQ
89-92	27/05/2024 Aula 22	08:00 -12:00	- Distribuzione spettrale del clutter per radar in movimento e problematiche di cancellazione - PRF minima per radar in movimento per evitare aliasing del clutter, - Vincoli sulla PRF per ambiguità in range e limitazione fondamentale del SAR: area di antenna minima - Risoluzione in frequenza Doppler e capacità di risoluzione in angolo per l'imaging - RAR e SAR - Banda Doppler del SAR e risoluzione massima in stripmap - Il concetto di apertura sintetica	Slide: 20_SIRA2024_airborne_MTI 21_SIRA2024_SAR https://youtu.be/HFRaXrf20QU https://youtu.be/mP1V-nhgdoQ

93-95	31/05/2024 Aula 22	08:00 -11:00	- Elaborazione range Doppler per la formazione dell'immagine - SAR Non Focalizzato e suo limite - Chirp in azimuth e sua compressione - Modalità di acquisizione SAR e cenni su RCM - Radar con phased array e multifascio per 3D, rimozione interferenti e sistemi multifunzionali - Alcune attività innovative in corso nei sistemi radar	Slide: 21_SIRA2024_SAR 22_SIRA2024_RMM https://youtu.be/Kbakl0zCZ2k https://youtu.be/m8x80sElmSg
			-	