

## Sistemi Radar a.a 2021-2022 - Diario delle Lezioni Svolte

Ora	data	ore	Argomenti trattati	Materiale didattico
1-4	21/02/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduzione al corso, sito web, materiale didattico, modalità di esame</li> <li>- Il funzionamento del RADAR</li> <li>- Le misure RADAR di range, azimuth, elevazione, frequenza Doppler, ampiezza e relativa Risoluzione</li> </ul>	Slide: 01_SIRA2022_intro  <a href="https://youtu.be/wbVEwICkyaE">https://youtu.be/wbVEwICkyaE</a>  <a href="https://youtu.be/ju33_fg0IvE">https://youtu.be/ju33_fg0IvE</a>
5-8	25/02/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schema a blocchi del radar</li> <li>- Attenuazione per percorso 2-vie e dinamica ricevitore</li> <li>- Duplexer, Radar ad impulsi e zona cieca</li> <li>- Prestazioni di rivelazione: Pd, Pfa e soglia</li> <li>- SNR richiesto per rivelazione; rivelazione lungo raggio</li> <li>- Uso di impulsi lunghi non modulati e modulati</li> </ul>	Slide: 01_SIRA2022_intro  <a href="https://youtu.be/xcueMIHPILs">https://youtu.be/xcueMIHPILs</a>  <a href="https://youtu.be/DSP05h_Jla8">https://youtu.be/DSP05h_Jla8</a>
9-12	28/02/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accuratezza nelle misure di range e frequenza Doppler e dipendenza da SNR</li> <li>- Misura di angolo con Monopulse e sua accuratezza</li> <li>- Numero di impulsi, PRT e ambiguità in distanza</li> <li>- Stima di angolo con sequenza di N impulsi</li> <li>- Integrazione di impulsi ed effetto della Doppler: integrazione coerente e non coerente</li> <li>- Schema a blocchi di un radar coerente</li> </ul>	Slide: 01_SIRA2022_intro  <a href="https://youtu.be/VVh3kRrBMi4">https://youtu.be/VVh3kRrBMi4</a>  <a href="https://youtu.be/LPGSCZ7AGIU">https://youtu.be/LPGSCZ7AGIU</a>
13-16	04/03/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spettro della sequenza coerente di impulsi</li> <li>- Risoluzione in Doppler per sequenza di impulsi ed ambiguità</li> <li>- Ambiguità in range e in Doppler, Area non ambigua, Radar Low, Medium, High-PRF</li> <li>- Visibilità del target per curvatura terrestre, range massimo.</li> <li>- Echi dalla superficie (clutter) e relativo range massimo</li> </ul>	Slide: 01_SIRA2022_intro  <a href="https://youtu.be/r_16-JgNX6c">https://youtu.be/r_16-JgNX6c</a>  <a href="https://youtu.be/x2XrNwM-5Mw">https://youtu.be/x2XrNwM-5Mw</a>
17-20	07/03/2022 Didattica a distanza	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Andamento della potenza di clutter con la distanza e l'angolo di incidenza</li> <li>- Regione di rivelazione contro noise e contro clutter</li> <li>- Super-clutter e sub-clutter visibility,</li> <li>- Effetto Doppler e cancellazione di clutter</li> <li>- Schema di radar con cancellazione</li> <li>- Radar da piattaforma in movimento: effetto Doppler e formazione delle immagini radar</li> <li>- Classificazione dei radar e survey di applicazioni</li> <li>- Equazione radar: potenza di ritorno dal target</li> </ul>	Slide: 01_SIRA2022_intro 02_SIRA2022_Equazione_radar  <a href="https://youtu.be/cal4009HWvc">https://youtu.be/cal4009HWvc</a>  <a href="https://youtu.be/N0Ib6PSIwAM">https://youtu.be/N0Ib6PSIwAM</a>
21-23	11/03/2022 Aula 22	09:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensibilità del radar, Portata Radar</li> <li>- SNR e portata Radar, dipendenza dall'energia</li> <li>- Accoppiamento TX-RX; Circolatore, Switch e T/R</li> <li>- Calcolo del range massimo per operazione CW</li> <li>- Filtro adattato – derivazione e dipendenza dalla sola energia</li> </ul>	Slide: 02_SIRA2022_Equazione_radar 03_SIRA2022_CW_vs_pulsed 04_Compressione_di_impulso  <a href="https://youtu.be/XNBgzSI6-0Y">https://youtu.be/XNBgzSI6-0Y</a>  <a href="https://youtu.be/kCt3xunym4Y">https://youtu.be/kCt3xunym4Y</a>

24-27	14/03/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma e comportamento del filtro adattato nel dominio della frequenza; confronto con il filtro inverso; scelta del fattore di scala per potenza di rumore in uscita uguale a quella in ingresso</li> <li>- Forma e comportamento del filtro adattato nel dominio del tempo; ritardo del filtro e suo valore minimo</li> <li>- Uscita del filtro adattato, autocorrelazione; confronto con il filtro inverso</li> <li>- Segnali modulati di fase per incrementare la durata senza perdere in risoluzione;</li> <li>- Il segnale chirp: modulazione di frequenza e di fase; formulazione analitica</li> <li>- Cenno sullo spettro e analisi dell'autocorrelazione (uscita)</li> </ul>	Slide: 04_Compressione_di_impulso <a href="https://youtu.be/y9Zm7uO9DgE">https://youtu.be/y9Zm7uO9DgE</a> <a href="https://youtu.be/SuhflttH1k8">https://youtu.be/SuhflttH1k8</a>
28-31	18/03/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtro antilobi e dinamica lineare</li> <li>- Reti di pesatura: perdita in SNR, perdita di risoluzione, PSL, andamento dei lobi laterali in tempo.</li> <li>- Alcune famiglie: coseno su piedistallo, Chebishev, Taylor</li> <li>- Calcolo della Trasformata del segnale Chirp e sua approssimazione per alti rapporti di compressione</li> </ul>	Slide: 04_Compressione_di_impulso <a href="https://youtu.be/QCpGuZjMJgE">https://youtu.be/QCpGuZjMJgE</a> <a href="https://youtu.be/n8JwMe1HOAw">https://youtu.be/n8JwMe1HOAw</a>
<i>Sem.1 forme d'onda</i>	21/03/2022 Didattica a distanza	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sidelobe di Fresnel per il Chirp e limite al controllo dei lobi per bassi rapporti di compressione</li> <li>- Forme d'onda con modulazione discreta della fase: codici di fase, banda, rapporto di compressione, PSL massimo ottenibile; codici bifase e polifase.</li> <li>- Codici di Barker, compressione, autocorrelazione e lobi laterali</li> </ul>	Slide: 04_Compressione_di_impulso <a href="https://youtu.be/oiQA4oaXq20">https://youtu.be/oiQA4oaXq20</a> <a href="https://youtu.be/T1esKAXUBKw">https://youtu.be/T1esKAXUBKw</a>
<i>Esercitazione</i>	25/03/2022 Didattica a distanza	08:00 -12:00	- Esercitazione in aula virtuale	<a href="https://youtu.be/R4a4D2KI_SA">https://youtu.be/R4a4D2KI_SA</a>
<i>Sem.2 forme d'onda</i>	28/03/2022 Didattica a distanza	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Codici di Barker Polifase, codice di Frank, P3, P4 con relative autocorrelazioni, rapporti di compressione e lobi laterali</li> <li>- l'effetto della Doppler sul segnale ricevuto: la funzione di ambiguità e suoi tagli a range e Doppler zero</li> <li>- funzione di ambiguità dell'impulso rettangolare</li> <li>- risoluzione in tempo e Doppler al variare della lunghezza di impulso non modulato; eventuale necessità, pro e contro di banco di filtri adattati</li> <li>- funzione di ambiguità dei codici di Barker e controllo dei lobi dei codici di Barker</li> <li>- Proprietà della funzione di ambiguità: massimo e simmetria</li> </ul>	Slide: 04_Compressione_di_impulso <a href="https://youtu.be/g2mD7WTF4k4">https://youtu.be/g2mD7WTF4k4</a> <a href="https://youtu.be/3mQhzkY6vpw">https://youtu.be/3mQhzkY6vpw</a>
32-35	01/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proprietà di Volume costante della funzione di ambiguità; Funzione di ambiguità di rect al variare della durata; confronto fra rect e Barker; Funzione di ambiguità ideale.</li> <li>- Proprietà della modulazione lineare di frequenza;</li> <li>- Funzione di ambiguità del segnale Chirp.</li> <li>- Perdita ed ambiguità tempo-frequenza del Chirp</li> <li>- Funzione di ambiguità di codici di Frank e P3-P4</li> </ul>	Slide: 04_Compressione_di_impulso <a href="https://youtu.be/n_CKWfagKOC">https://youtu.be/n_CKWfagKOC</a> <a href="https://youtu.be/7nxRTLOfBVs">https://youtu.be/7nxRTLOfBVs</a>

36-39	04/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sequenza coerente di impulsi come unico segnale</li> <li>- Filtro adattato alla sequenza</li> <li>- Implementazione con filtro trasversale</li> <li>- Implementazione su matrice di valori campionati con filtraggio in fast-time e slow time</li> <li>- Impatto della Doppler sulla sequenza e sfasamento da impulso ad impulso</li> </ul>	Slide: 05_SIRA2022_integrazione_coerente  <a href="https://youtu.be/cV-wvfTA0vc">https://youtu.be/cV-wvfTA0vc</a>  <a href="https://youtu.be/aF7VOJPSvnU">https://youtu.be/aF7VOJPSvnU</a>
	08/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	- Lezione rimandata	
40-43	11/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comportamento del filtro adattato alla sequenza trasmessa in funzione della Doppler</li> <li>- Filtro adattato alla sequenza con Doppler nota</li> <li>- Interpretazione con i segnali complessi in piano I &amp; Q e relativo rifasamento,</li> <li>- Banco di filtri Doppler, spaziatura, numero, implementazione e ambiguità.</li> <li>- Approssimazione del banco – uso dello stesso FA al singolo impulso.</li> </ul>	Slide: 05_SIRA2022_integrazione_coerente  <a href="https://youtu.be/bEEJsdBJuMk">https://youtu.be/bEEJsdBJuMk</a>  <a href="https://youtu.be/ztplDOZ0FI">https://youtu.be/ztplDOZ0FI</a>
	15/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	Venerdì santo	
	18/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	Pasquetta	
44-47	22/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- implementazione del Banco di filtri coerente</li> <li>- uso della DFT per il banco</li> <li>- Ambiguità di misura di Doppler</li> <li>- controllo dei lobi laterali del banco coerente ed uso delle pesature</li> <li>- Perdite del banco di integrazione coerente</li> <li>- ambiguità nel piano tempo-frequenza ed area non ambigua</li> <li>- Funzione di ambiguità della sequenza di impulsi e sua interpretazione</li> </ul>	Slide: 05_SIRA2022_integrazione_coerente 06_SIRA2022_Ambifun_integrazione_coerente  <a href="https://youtu.be/al652XNPC1g">https://youtu.be/al652XNPC1g</a>  <a href="https://youtu.be/r0gTV9hbrnk">https://youtu.be/r0gTV9hbrnk</a>
	25/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	Festa della Liberazione	
48-51	29/04/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rivelazione radar e decisione binaria, ipotesi <math>H_0</math> ed <math>H_1</math></li> <li>- Probabilità di falso allarme, rivelazione, miss</li> <li>- Criterio di Neyman Pearson</li> <li>- Espressione della Pfa per singolo impulso</li> <li>- Calcolo della Pd</li> <li>- Impatto di integrazione coerente sulle prestazioni</li> <li>- Elementi di progetto da Pfa-Pd a potenza trasmessa o durata impulso</li> <li>- Cenni iniziali su integrazione non coerente</li> </ul>	Slide: 07_SIRA2022_rivelazione_singolo_impulso  09_SIRA2022_integrazione_noncoerente_binaria  <a href="https://youtu.be/Dz40-VqS0Gc">https://youtu.be/Dz40-VqS0Gc</a>  <a href="https://youtu.be/EkcCevzV8os">https://youtu.be/EkcCevzV8os</a>
52-54	02/05/2022 Aula 22	09:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integrazione non coerente binaria</li> <li>- prestazioni dell'integrazione binaria</li> <li>- integrazione noncoerente in dinamica (lineare e quadratica)</li> </ul>	Slide: 09_SIRA2022_integrazione_noncoerente_binaria 08_SIRA_2022_integrazione_noncoerente

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- prestazioni dell'integrazione quadratica</li> <li>- radar cross section</li> <li>- meccanismi di scattering bersagli multiscatteratore</li> </ul>	<p>10_SIRA2022_RCS</p> <p><a href="https://youtu.be/k6DQ1iarHuE">https://youtu.be/k6DQ1iarHuE</a></p> <p><a href="https://youtu.be/ZgWDtY1qBQ">https://youtu.be/ZgWDtY1qBQ</a></p>
55-58	06/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelli di Swerling I,II, III, IV</li> <li>- Passaggio da Modelli di Swerling con fluttuazioni lente a veloci</li> <li>- Prestazioni di rivelazione con singolo impulso per bersagli fluttuanti</li> <li>- Applicabilità integrazione coerente ai bersagli fluttuanti</li> <li>- Prestazione Integrazione coerente con bersagli Sw I e III</li> <li>- Uso dell'Integrazione noncoerente binaria per bersagli fluttuanti</li> <li>- Prestazione per bersagli con fluttuazione veloce e lenta</li> <li>- Vantaggio della fluttuazione veloce in termini di caso peggiore di RCS nel Time-on-Target</li> <li>- Esempio di prestazioni con M=1: Cumulative Detection</li> </ul>	<p>Slide:</p> <p>11_SIRA2022_Swerling</p> <p>12_SIRA2022_integrazione_non coerente_fluttuanti</p> <p><a href="https://youtu.be/hbLnBkNHnYU">https://youtu.be/hbLnBkNHnYU</a></p> <p><a href="https://youtu.be/gkTX8ODnpYs">https://youtu.be/gkTX8ODnpYs</a></p>
59-62	09/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso dell'Integrazione noncoerente quadratica per bersagli fluttuanti</li> <li>- Prestazione per bersagli con fluttuazione veloce e lenta</li> <li>- Vantaggio della fluttuazione veloce con integrazione quadratica in termini di caso peggiore di RCS nel Time-on-Target – confronto con fluttuazione lenta e integrazione coerente</li> <li>- Schemi di integrazione misti a batch: coerente e non-coerente quadratica</li> <li>- Ottimizzazione di integrazione mista a batch con assegnate specifiche di rivelazione per bersagli fluttuanti e non-fluttuanti</li> <li>- Introduzione agli echi di clutter ed al SCR</li> </ul>	<p>Slide:</p> <p>12_SIRA2022_integrazione_non coerente_fluttuanti</p> <p>13_SIRA2022_clutter</p> <p>14_SIRA2022_gestione_soglia_CFAR</p> <p><a href="https://youtu.be/br-0pB2E0rU">https://youtu.be/br-0pB2E0rU</a></p> <p><a href="https://youtu.be/XOyn18nClO4">https://youtu.be/XOyn18nClO4</a></p>
63-66	13/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- super-clutter visibility e sub-clutter visibility</li> <li>- massimizzazione SCR in super-clutter visibility</li> <li>- gestione della soglia CFAR</li> <li>- schemi con stima della potenza di clutter e potenziale incremento di Pfa da controllare</li> <li>- schemi autogate</li> <li>- schema e prestazioni per autogate CA-CFAR</li> <li>- schema e prestazioni per statistiche ordinate OS-CFAR (SO, GO o intermedi)</li> </ul>	<p>Slide:</p> <p>14_SIRA2022_gestione_soglia_CFAR</p> <p><a href="https://youtu.be/GCos7M8gHFQ">https://youtu.be/GCos7M8gHFQ</a></p> <p><a href="https://youtu.be/4tLNOOV-PXs">https://youtu.be/4tLNOOV-PXs</a></p>
67-70	16/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cancellatore singolo e Doppio</li> <li>- Improvement Factor</li> <li>- Prestazioni Cancellatori Singolo e Doppio</li> <li>- Spettri di clutter</li> <li>-</li> </ul>	<p>Slide:</p> <p>15_SIRA2022_MTI_convenzionale</p> <p>16_SIRA2022_clutter_spectra</p> <p>17_SIRA2022_Integrazione_coerente_e_filtraggio_ottimo</p> <p><a href="https://youtu.be/oMLHaFcT4I4">https://youtu.be/oMLHaFcT4I4</a></p> <p><a href="https://youtu.be/_pFE4ErISs">https://youtu.be/_pFE4ErISs</a></p>
71-74	20/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prestazioni con integrazione</li> <li>- cancellazione con banco di filtri</li> <li>- schema MTD</li> </ul>	<p>Slide:</p> <p>17_SIRA2022_Integrazione_coerente_e_filtraggio_ottimo</p>

			- banco di filtri ottimi	<a href="https://youtu.be/OUAnohBnSg8">https://youtu.be/OUAnohBnSg8</a> <a href="https://youtu.be/exRvKyhNEWA">https://youtu.be/exRvKyhNEWA</a>
75-78	23/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radar airborne/spaceborne</li> <li>- La relazione tempo frequenza per gli echi dalla superficie</li> <li>- SAR: risoluzione e swath in range</li> <li>- Il sistema RAR</li> <li>- La discriminazione in Doppler/Azimuth</li> <li>- Il Doppler Beam Sharpening (DBS)</li> <li>- L'apertura sintetica ed il SAR</li> </ul>	Slide: 18_SIRA2022_airborne_MTI 19_SIRA2022_SAR  <a href="https://youtu.be/H_NAUach4-4">https://youtu.be/H_NAUach4-4</a>  <a href="https://youtu.be/zRwwbuP_S1g">https://youtu.be/zRwwbuP_S1g</a>
79-82	27/05/2022 Aula 22	08:00 -12:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Focalizzazione SAR</li> <li>- Il termine quadratico di fase</li> <li>- Equivalenza approccio Doppler ed antenna sintetica</li> <li>- Cenno a compressione di chirp con pendenza variabile e RCM</li> <li>- Passive radar</li> <li>- Radar a multifascio e multifunzione</li> </ul>	Slide: 19_SIRA2022_SAR 20_SIRA2022_RMM 21_SIRA_2022_passive  <a href="https://youtu.be/UxpoH0jEqVU">https://youtu.be/UxpoH0jEqVU</a>  <a href="https://youtu.be/mjhBenojkn4">https://youtu.be/mjhBenojkn4</a>