



Radar

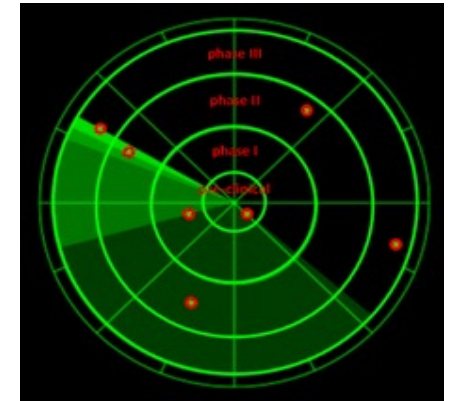
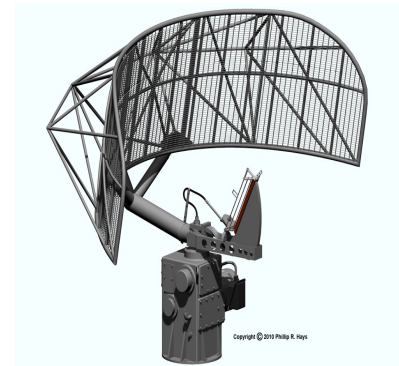
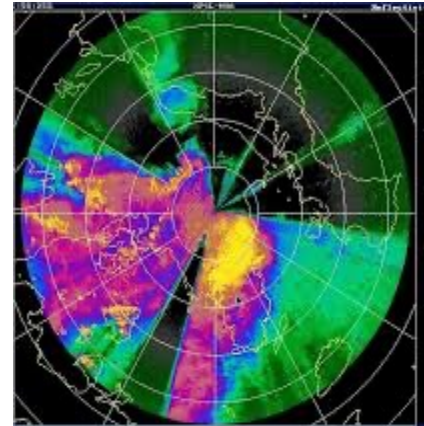
Corso di Laurea:

Scienze e Tecnologie della Navigazione /
Scienze Nautiche Aeronautiche e Meteo-
Oceanografiche

Anno Accademico: 2022/2023

Crediti: 6 CFU

Docente: Giampaolo Ferraioli



UNIVERSITÀ
PARTHENOPE

DiST

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE



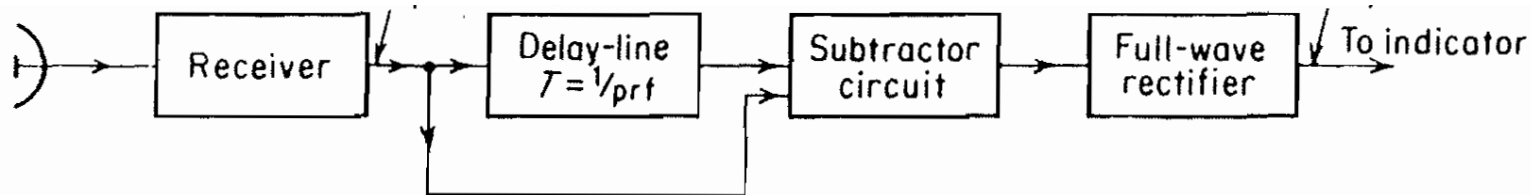
+ Sommario

- MTI (2/2)
- Radar Secondario (1/2)

L'effetto farfalla permette di individuare i target in movimento nel caso di utilizzo dell'A-scope, ma non nel caso di un PPI.

Nel caso di PPI, si utilizza un **cancellatore a linea di ritardo**. Elimina i target stazionari e mostra solo i target in movimento.

Il segnale ricevuto viene inviato su due canali, uno dei quali è una linea di ritardo (ritardo pari al tempo di ripetizione dell'impulso T_p).



Segnali stazionari cancellati (ampiezze costanti al variare di t).
Segnali in movimento conservati (ampiezze variano con t)

Il segnale, ricevuto da un target a distanza R_0 , in uscita dal mixer è:

$$V_1 = k \sin(2\pi f_d t - \phi_0)$$

Dove il termine f_0 tiene conto della distanza R_0 .

Il segnale in uscita dalla linea di ritardo è dato da:

$$V_2 = k \sin(2\pi f_d (t - T_p) - \phi_0)$$

La differenza tra i due segnali è:

$$\sin(\alpha) - \sin(\beta) = 2\sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \cos\left(\frac{\alpha + \beta}{2}\right)$$

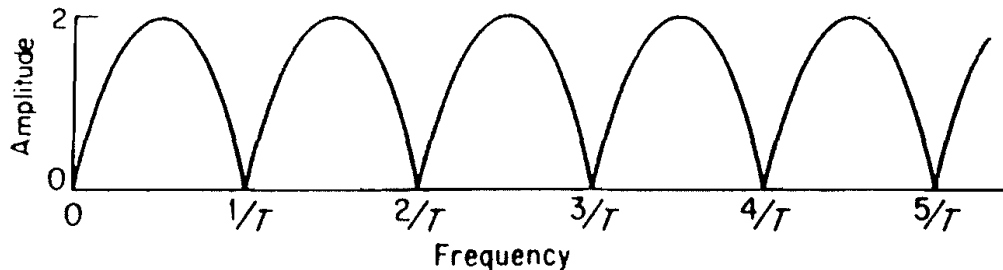
$$V = V_1 - V_2 = 2k \sin \pi f_d T_p \cos\left(2\pi f_d \left(t - \frac{T_p}{2}\right) - \phi_0\right)$$

Consiste in un segnale cosinusoidale a frequenza f_d e fase f_0 .

L'ampiezza del segnale differenza è:

$$V = V_1 - V_2 = 2k \sin \pi f_d T_p \cos \left(2\pi f_d \left(t - \frac{T_p}{2} \right) - \phi_0 \right)$$

Ciò determina che per alcune frequenze Doppler particolari, l'ampiezza del segnale differenza è nulla.



L'ampiezza del segnale differenza è nulla per le frequenze l'argomento del seno è nullo ($n=0,1,2,\dots$):

$$f_d = \frac{n}{T_p} = n f_p$$

L'ampiezza del segnale differenza è nulla non solo per i target stazionari ($n=0$), ma anche per i target la cui frequenza f_d è multipla della frequenza di ripetizione degli impulsi f_p

Le velocità di tali target prendono il nome di **velocità cieche**:

$$v_n = \frac{n\lambda}{2T_p} = \frac{n\lambda}{2} f_p$$

Le velocità cieche sono un limite dei radar MTI (a differenza dei radar CW).

È possibile progettare il sistema in maniera da avere la prima velocità cieca più grande della massima velocità radiale attesa. In tal caso occorre λf_p grande.

λ è legato all'antenna e/o all'applicazione. Aumentare f_p , riduce la massima distanza non ambigua. **Trade-off** tra **velocità cieche** e **range non ambiguo**.

+ Radar Secondario

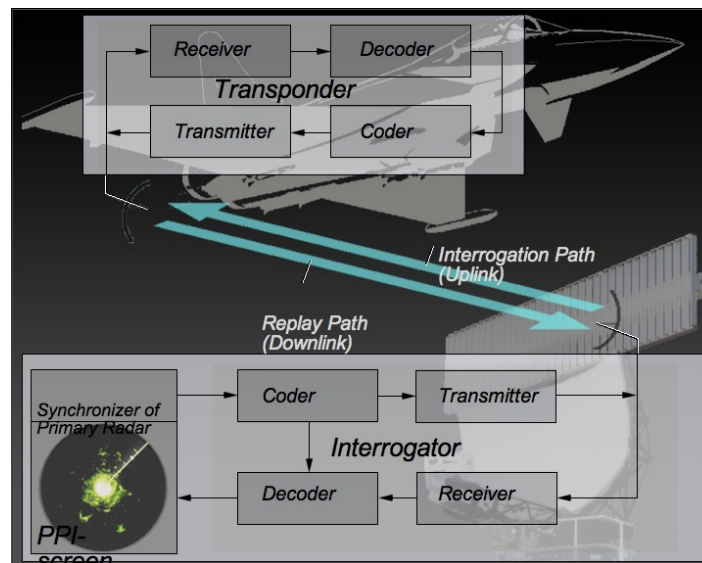
Radar Secondario è un sistema utilizzato per il controllo del traffico aereo. È un sistema basato sulla cooperazione del target. Non si basa sulla riflessione del target ma sulla risposta del target. Ha due segmenti: terra e bordo

Segmento a bordo

(Trasponder)

Segmento a terra

(Interrogator)



+ Radar Secondario

Differenze con Radar Primario

Principio di funzionamento non basato sulla riflessione della Potenza trasmessa ma sulla risposta del trasponder

Portata maggiore con minore potenza: necessario solo un percorso di andata del segnale

Eliminazione del clutter dovuto a bersagli fissi: diversa frequenza tra interrogator e trasponder (**1030MHz - Interrog.** e **1090 MHz - Risposta**)

Risposte non dipendono dalla **sezione radar** dell'oggetto

Determina la posizione dell'aereo in **azimuth**, in **range** e in **quota**

Non individua gli **aeromobili non dotati di trasponder**, e il **clutter meteo**

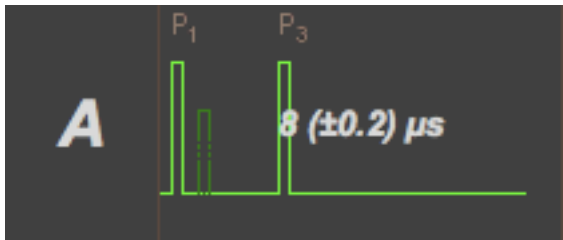
+ Radar Secondario

Interrogazione

Il radar secondario effettua due tipi di interrogazioni mediante l'utilizzo di codici: **Modo A** e **Modo C**

Modo A: richiede all'aeromobile il proprio identificativo.
L'interrogator trasmette due impulsi P1 e P3 a distanza di 8 us

Modo C: richiede all'aeromobile informazioni relativi alla sua quota. L'interrogator trasmette due impulsi P1 e P3 a distanza di 21 us.



Le Interrogazioni di Modo A e C sono normalmente alternate con un determinato periodo di ripetizione.