



Radar

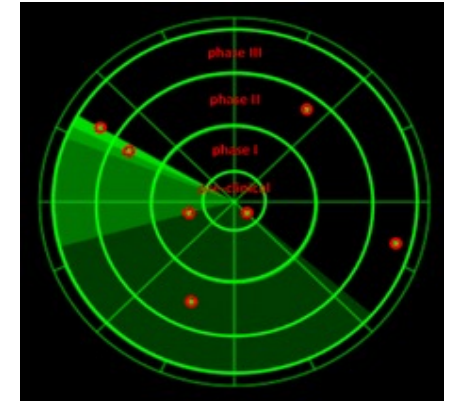
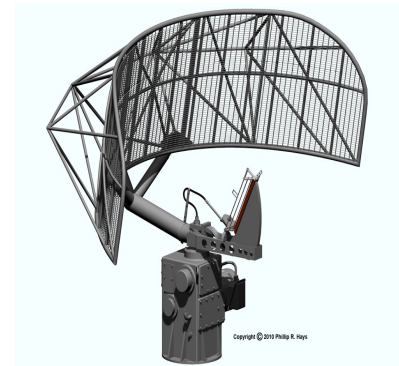
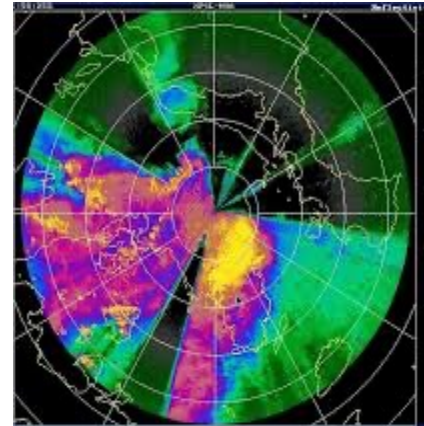
Corso di Laurea Magistrale:

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

- Effetto Doppler
- Radar CW
- Radar FM-CW

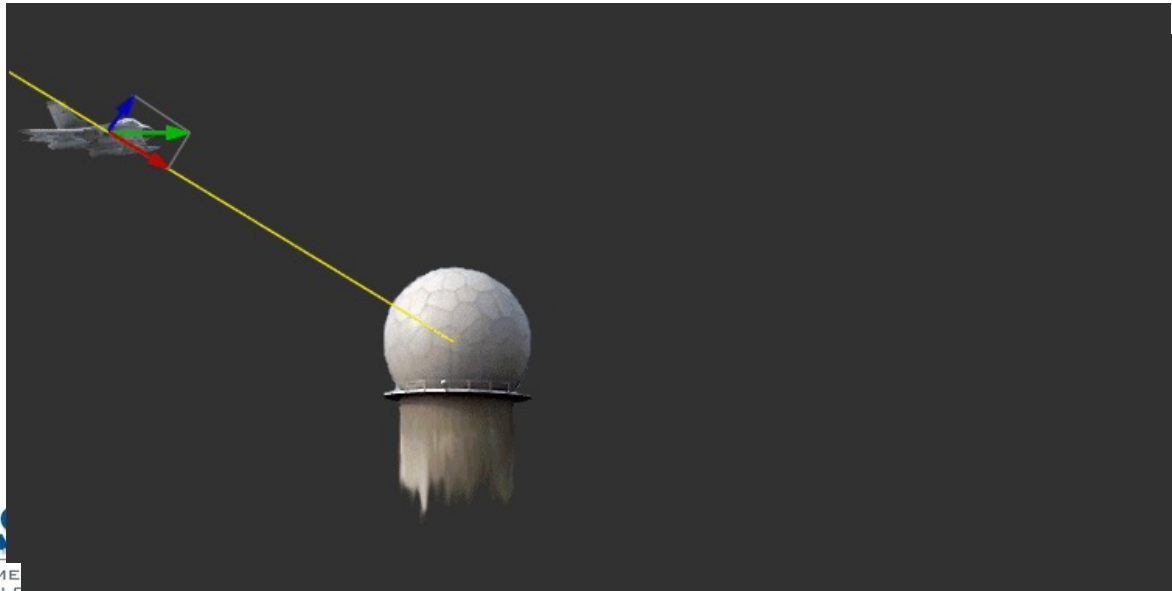
+ Effetto Doppler

La frequenza Doppler f_d

$$f_d = \frac{2v_r}{\lambda} = \frac{2v \cos(\theta)}{\lambda}$$

è 0 quando il target si muove lungo una traiettoria perpendicolare alla linea radar target ($\theta=90^\circ$)

è massima quando il target si muove lungo la linea radar target ($\theta=0^\circ$)



+ Radar CW

Un radar può operare trasmettendo **segnali continui** al posto di segnali impulsati.

Tali sistemi radar prendono il nome di radar ad **onda continua (Radar CW)**.

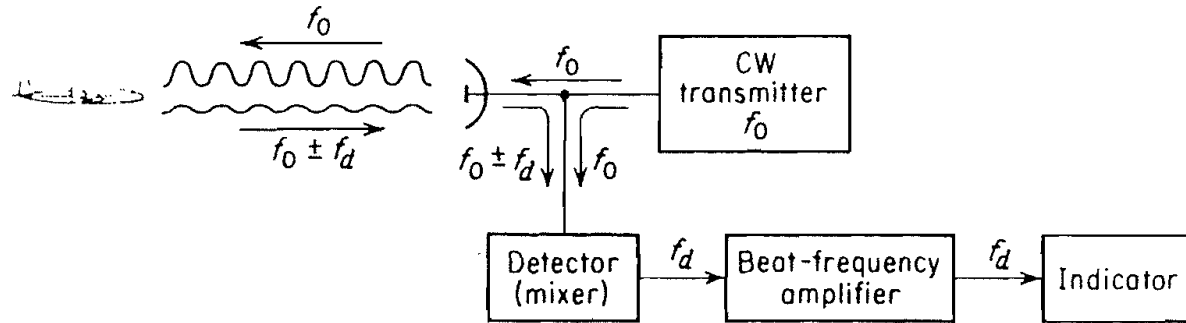
Il sistema trasmette con continuità un segnale e riceve con continuità il segnale di eco.

Nascono problemi di separazione tra il segnale Tx e il segnale RX.

Le applicazioni principali dei radar ad onda continua: stima della velocità del target (radar CW), stima della posizione (radar CW-FM)

+ Radar CW

I Radar CW sono utilizzati per la stima della **velocità dei target**.



Si confronta la frequenza del segnale tx con quello del segnale ricevuto e si determina f_d (e la velocità del target). Segno positivo bersaglio in avvicinamento. Segno negativo, bersaglio in allontanamento.

Problemi di accoppiamento tra tx e rx (parzialmente voluto)

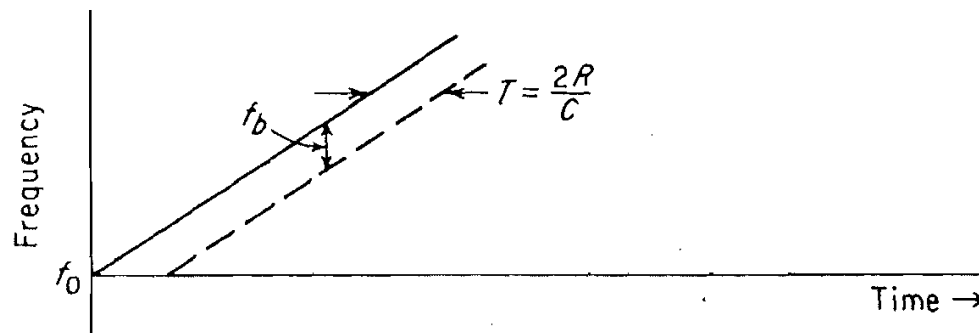
Apparato più semplice rispetto a radar impulsato.

Utilizzi: autovelox

+ Radar CW-FM

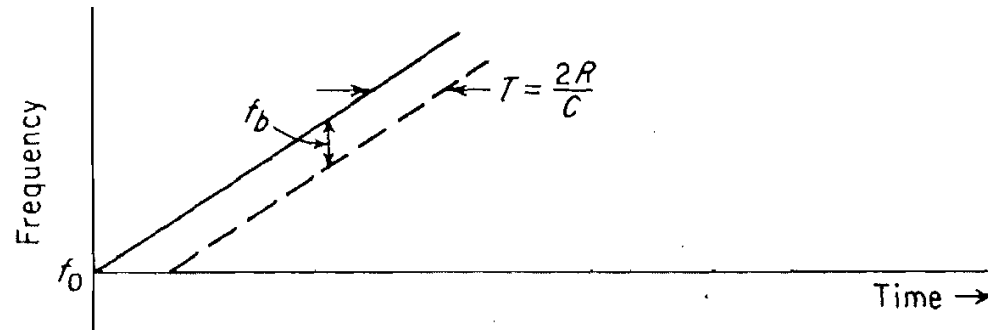
I Radar CW non sono in grado di calcolare la distanza tra il radar e il target. Manca un mark temporale per la determinazione del range.

Per risolvere il problema, viene utilizzata una modulazione in frequenza (FM). La frequenza del segnale trasmesso è cambiata linearmente con il tempo (**Radar CW-FM**).



Un **target stazionario** a distanza R , genera un'eco dopo un tempo T .

+ Radar CW-FM



Fissato un istante di tempo si calcola la frequenza di battimento f_b (differenza di frequenza tx e rx). Coincide con la frequenza f_r dovuta alla distanza.

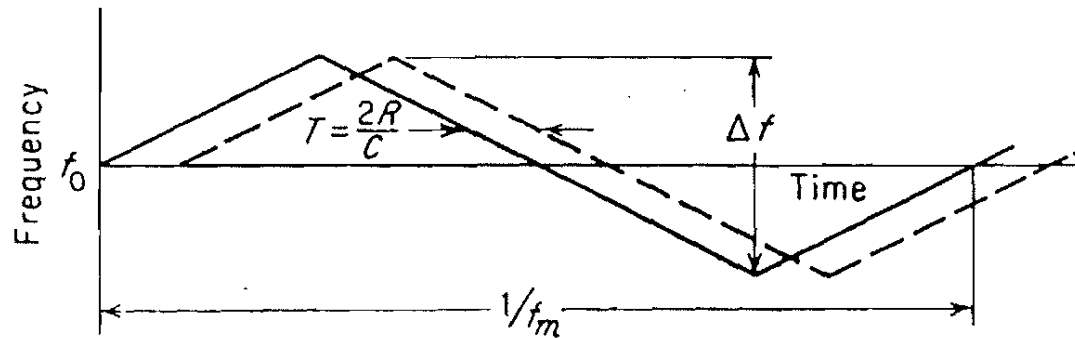
È possibile calcolare il tempo T e il range R a partire da f_b

$$f_b = T \frac{df_0}{dt} = \frac{2R}{c} \frac{df_0}{dt} \qquad R = \frac{cf_b}{2 \frac{df_0}{dt}}$$

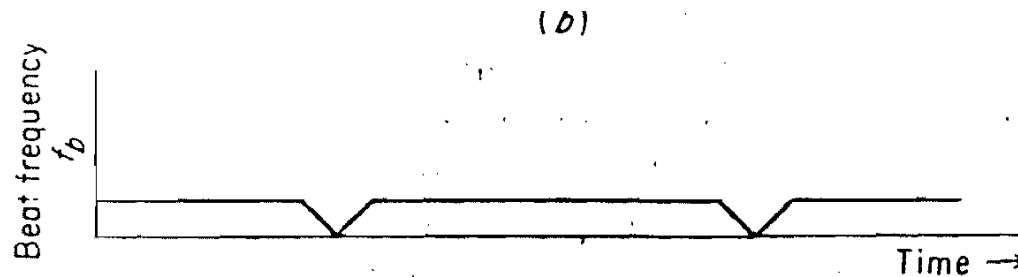
dove df_0/dt è la pendenza retta

+ Radar CW-FM

Nella pratica la frequenza del segnale non può essere aumentata con continuità in una sola direzione. Viene utilizzata una modulazione periodica



La frequenza di battimento misurata è:

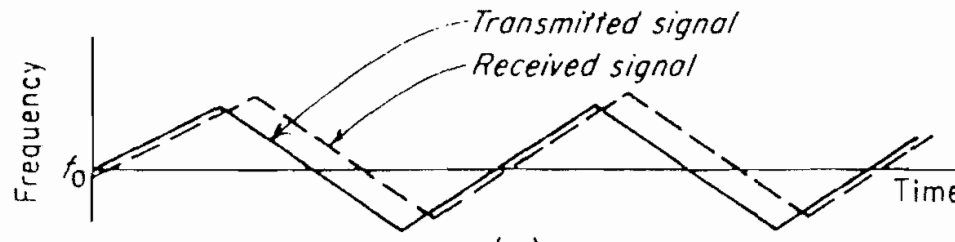


La frequenza di battimento è costante.

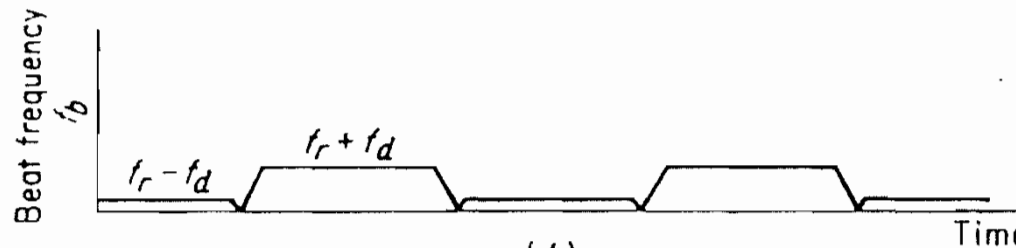
+ Radar CW-FM

Nel caso in cui il target è in **moto** rispetto al radar, una frequenza Doppler si sovrappone alla frequenza del segnale rx.

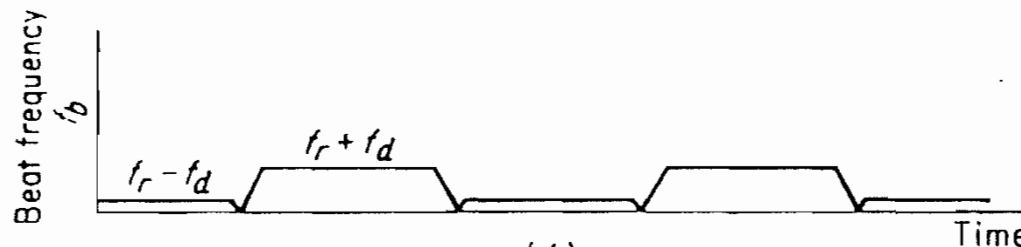
La frequenza Doppler causa uno shift verso l'alto o verso il basso della frequenza del segnale rx.



La frequenza di battimento diminuisce in un intervallo e aumenta in un altro.



+ Radar CW-FM



E' possibile calcolare sia la posizione del target (frequenza f_r) sia la velocità del target (frequenza f_d).

$$f_b(\text{up}) = f_r - f_d$$

$$f_b(\text{down}) = f_r + f_d$$

$$f_r = \frac{f_b(\text{up}) + f_b(\text{down})}{2}$$

$$f_d = \frac{f_b(\text{up}) - f_b(\text{down})}{2}$$

Nel caso di più target a diversa distanza, occorre calcolare le singole frequenze di battimento.