



Radar

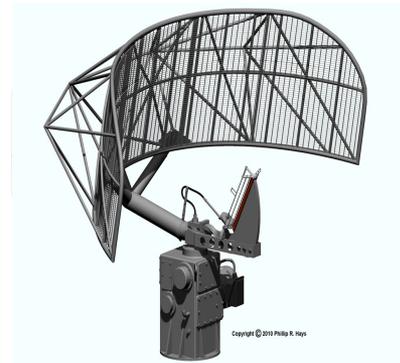
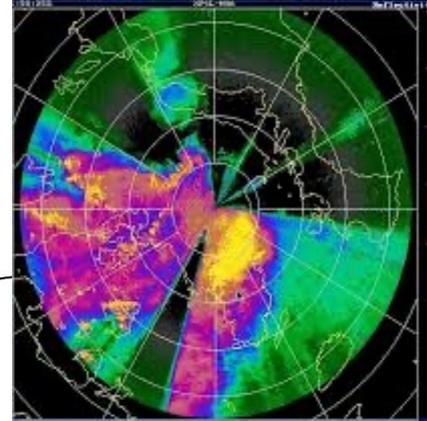
Corso di Laurea Magistrale:
Scienze e Tecnologie della Navigazione

Anno Accademico: 2022/2023

Crediti: 6 CFU

Docente: Giampaolo Ferraioli

Materiale Didattico Online – DM 752-2021

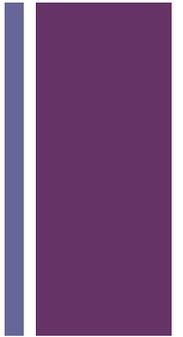


UNIVERSITÀ
PARTHENOPE

DiST

DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE





Il Radar: Principio di Funzionamento e Descrizione del Sistema

+ Sommario

- Il Radar
- Storia del Radar
- Principio di Funzionamento
- Il Sistema Radar
-

+ Il Radar

Il **Radar** (*R*adio *D*etection *a*nd *R*anging) è un sistema elettromagnetico per la rivelazione e la localizzazione di oggetti.

Il Radar a differenza dell'occhio umano è in grado di *vedere* anche in condizioni *critiche* (buio, pioggia, nebbia, etc) e a grandi distanze.

Non è però in grado di riconoscere i dettagli degli oggetti (es: colori)

È complementare all'occhio umano, non sostitutivo.

+ Il Radar

Lo sviluppo di apparati radar è legato alle necessità imposte dalla seconda guerra mondiale. Il principio di base della rivelazione di oggetti metallici mediante riflessione di onde elettromagnetiche è però precedente.

Nel **1903** l'ingegnere tedesco Hulsmeyer fece esperimenti sulla rivelazione di onde elettromagnetiche riflesse da navi e nel 1904 ottenne un brevetto per un rivelatore di ostacoli e un apparecchio per la navigazione marittima

Nel **1922** Marconi vide le possibilità offerte dalle onde elettromagnetiche come mezzo di rivelazione di bersagli in un celebre discorso tenuto presso l'Institute of Radio Engineers

Agli inizi degli anni '30 si hanno le prime rivelazioni di oggetti

+ Il Radar

I principali artefici dello sviluppo del Radar sono gli **USA** e **UK**.

USA

Gli Stati Uniti furono i primi a studiare e mettere a punto apparati radar: il primo apparato brevettato risale al **1934** (Naval Research Laboratory). Nel **1941** le maggiori unità della U.S.Navy furono dotate di sistemi radar.

UK

La prima proposta al governo inglese di stanziare fondi per ricerche in campo radar è del **1935**. Alla fine del **1935** si ha il primo prototipo di radar inglese. Nel **1938** l'Inghilterra creò il primo sistema al mondo di difesa aerea (Chain Home) basato sul radar.

+ Il Radar

Nel **1933** G. Marconi dimostrò alle autorità militari italiane la possibilità di rivelare ostacoli mediante la riflessione di onde elettromagnetiche.

A seguito delle esperienze di Marconi, nel **1935** venne presentato un rapporto dal Prof. Tiberio, contenente la teoria della portata radar (equazione del radar nello spazio libero) e gli schemi e i dati fondamentali del sistema. Il progetto non fu finanziato: fino al **1940** l'unica persona che si occupa del problema fu Tiberio che realizzò un prototipo di radar chiamato "GUFO"

Solo nel **1941**, dopo il disastro subito nella battaglia navale di Capo Matapan, venne affidata alla ditta S.A.F.A.R. di Milano la commessa di perfezionare e costruire una prima serie di apparati ad impulsi. La mancanza di personale specializzato non consentì il raggiungimento di risultati apprezzabili

+ Principio di Funzionamento

Il principio di funzionamento di un radar si basa sulla trasmissione e la successiva ricezione di un segnale con particolari caratteristiche.

Il segnale trasmesso da un'antenna *colpisce* un oggetto (**target**) che re-irradia il segnale (**eco**) verso l'antenna. Sulla base del tempo di andata-ritorno si determina la distanza (**range**) dell'oggetto.

La distanza R a cui un oggetto si trova dall'antenna è determinata da:

$$R = \frac{cT_R}{2}$$

c è la velocità della luce, T_R è il tempo misurato e il fattore 2 tiene conto del percorso di andata e ritorno

+ Principio di Funzionamento

La distanza R a cui un oggetto si trova dall'antenna è determinata da:

$$R = \frac{cT_R}{2}$$



+ Principio di Funzionamento

La distanza R a cui un oggetto si trova dall'antenna è determinata da:

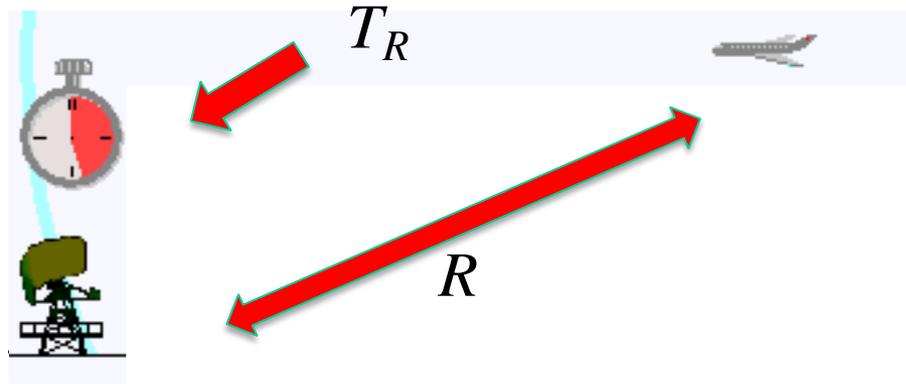
$$R = \frac{cT_R}{2}$$



+ Principio di Funzionamento

La distanza R a cui un oggetto si trova dall'antenna è determinata da:

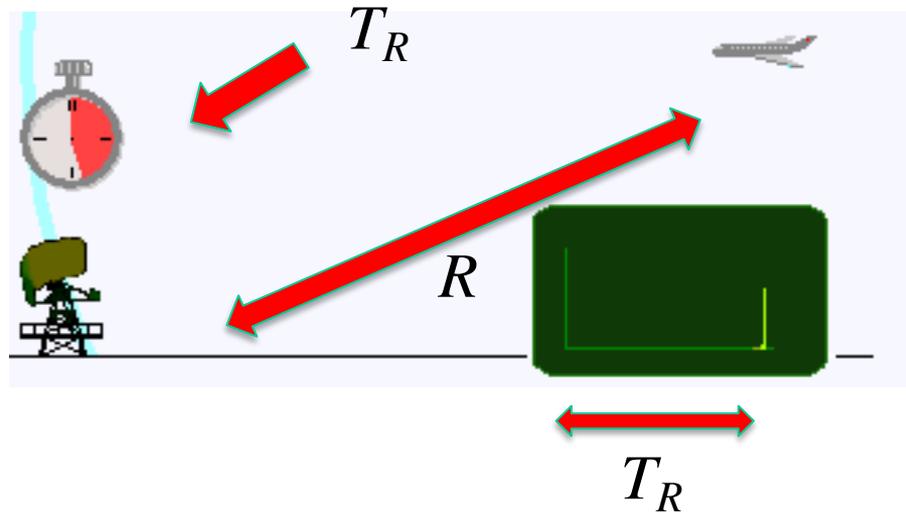
$$R = \frac{cT_R}{2}$$



+ Principio di Funzionamento

La distanza R a cui un oggetto si trova dall'antenna è determinata da:

$$R = \frac{cT_R}{2}$$



+ Principio di Funzionamento

Trasmesso il segnale, occorre attendere un periodo di tempo prima di trasmetterne un successivo, al fine di ricevere un eventuale eco (presenza di un oggetto).

Il periodo di tempo deve permettere la ricezione degli echi ed evitare ambiguità (**echi di seconda traccia**)

Il periodo di ripetizione (o la **frequenza di ripetizione**) determinano la massima distanza a cui attendersi un oggetto (**distanza non ambigua**):

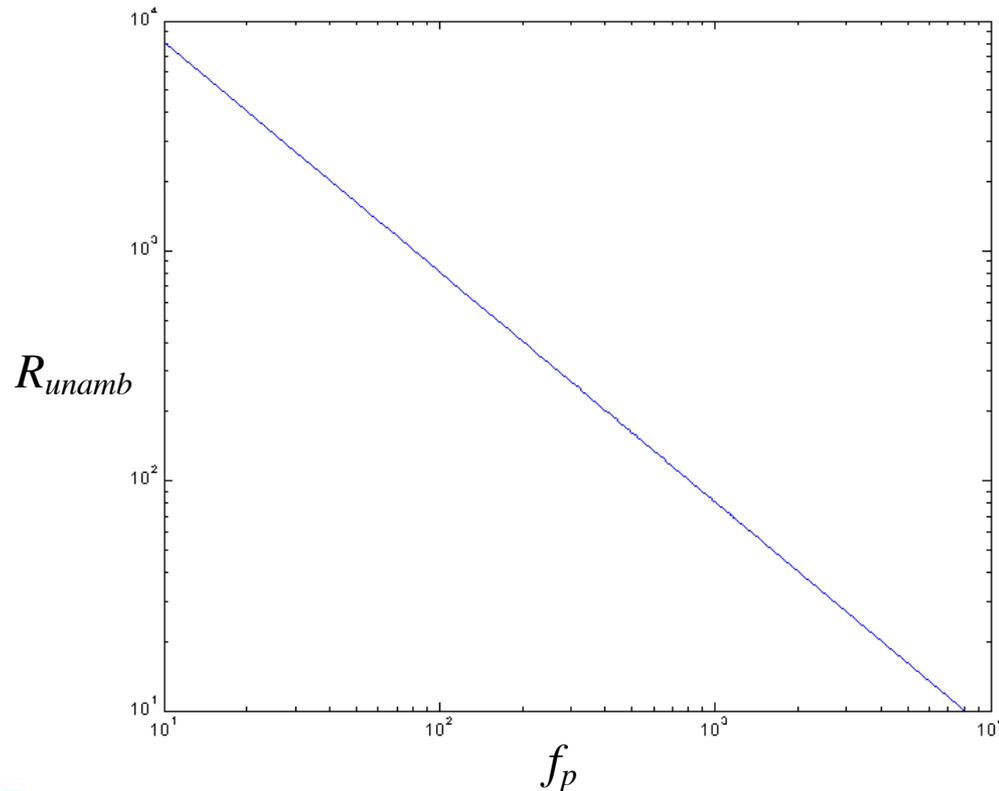
$$R_{unamb} = \frac{cT_p}{2} = \frac{c}{2f_p}$$

f_p frequenza di ripetizione, T_p periodo di ripetizione

+ Principio di Funzionamento

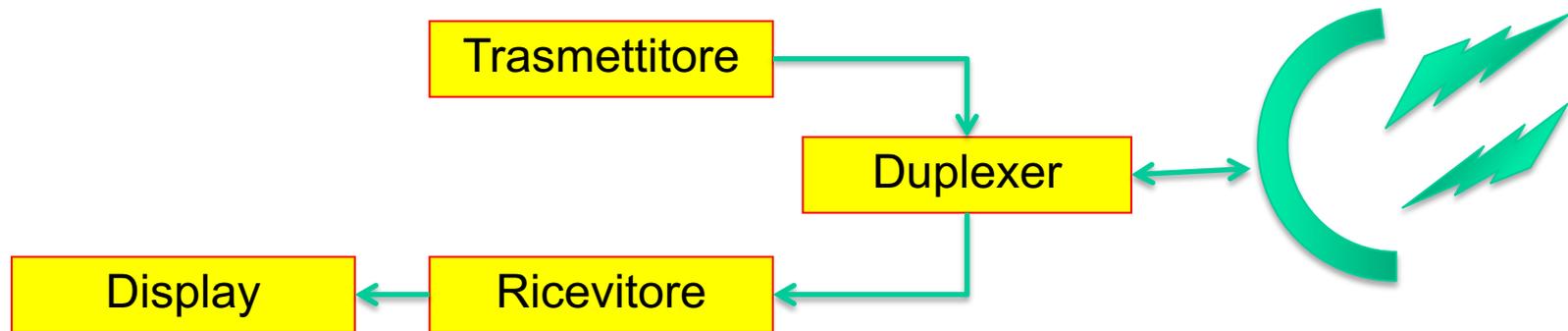
Distanza non ambigua vs frequenza di ripetizione

$$R_{unamb} = \frac{cT_p}{2} = \frac{c}{2f_p}$$



+ Sistema Radar

Il Sistema radar può essere schematizzato mediante il seguente schema a blocchi (semplificato)



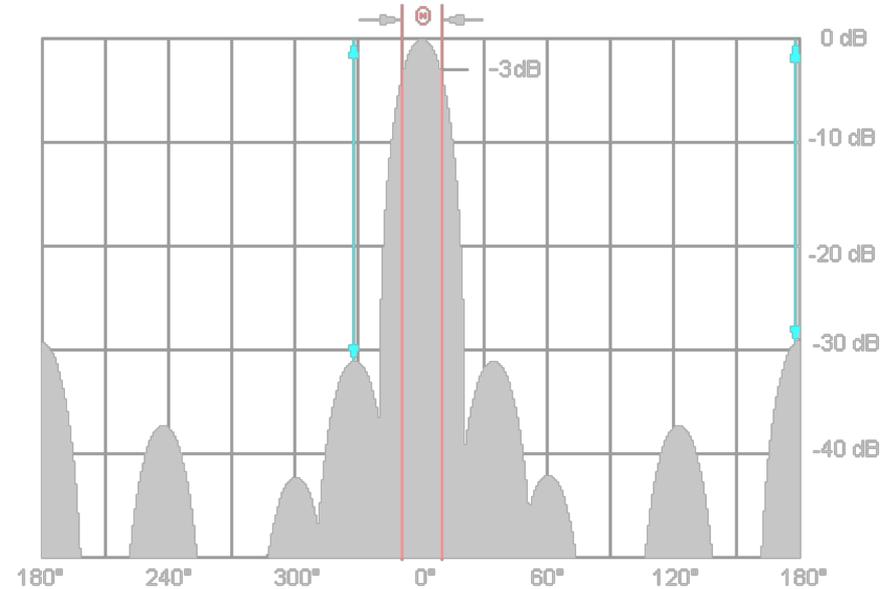
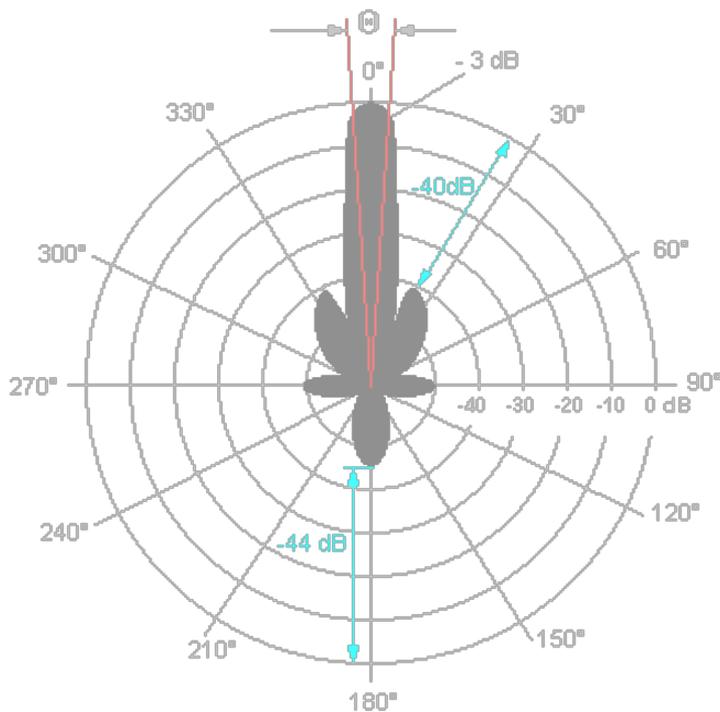
Trasmittitore (Tx): generazione, modulazione e amplificazione del segnale

Ricevitore (Rx): riceve, demodula, filtra il segnale

+ Sistema Radar

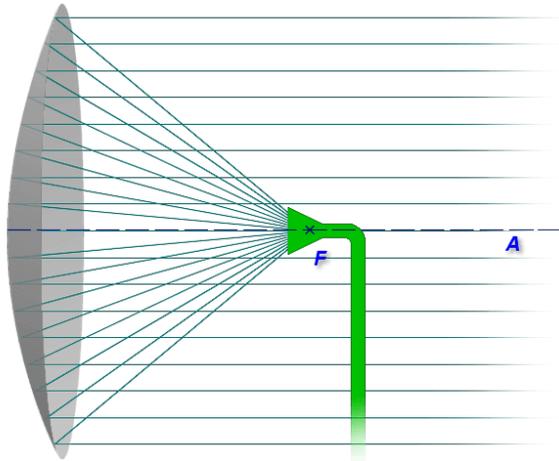
Antenna: normalmente utilizzati i paraboloidi

Diagramma di Radiazione – Antenna Direttiva



+ Sistema Radar

Antenna: normalmente utilizzati i paraboloidi



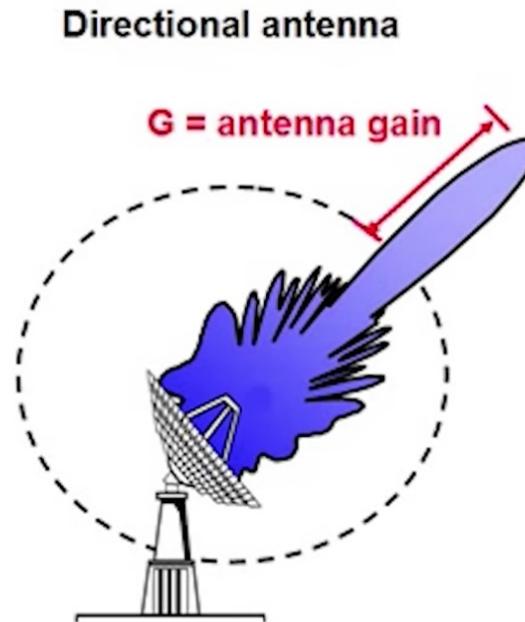
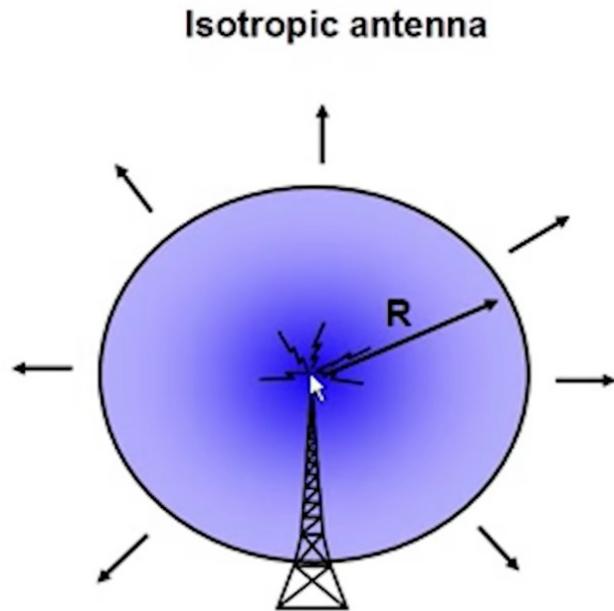
Caso Ideale



Caso Reale

+ Sistema Radar

Antenna: isotropiche e direttive



+ Sistema Radar

Antenna: normalmente utilizzati i paraboloidi

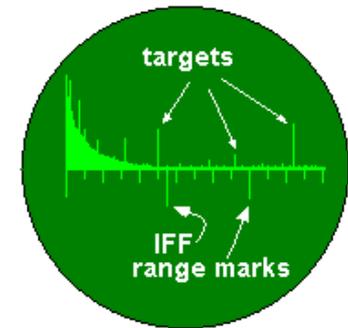
Duplexer: separa la linea di Tx da quella di Rx (utilizzo di una sola antenna). Diverse potenze in Tx e in Rx.

Display: visualizza l'informazione

PPI

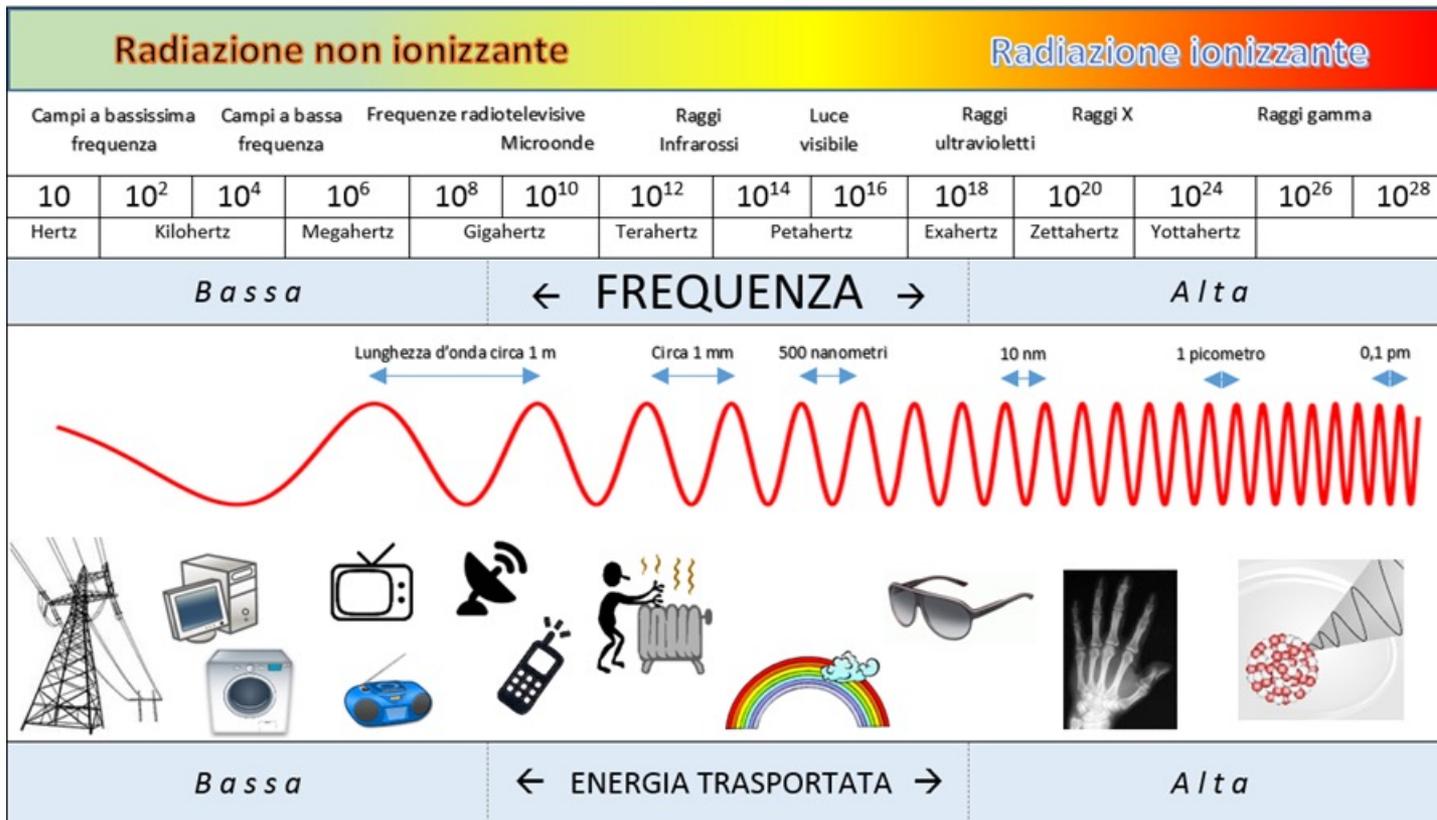


A-Scope



+ Sistema Radar

I radar convenzionali operano alle frequenze **f** che vanno (circa) dai 200 MHz ai 35 GHz (microonde o onde centimetriche). Lunghezza d'onda $\lambda=c/f$, dove c è la velocità della luce



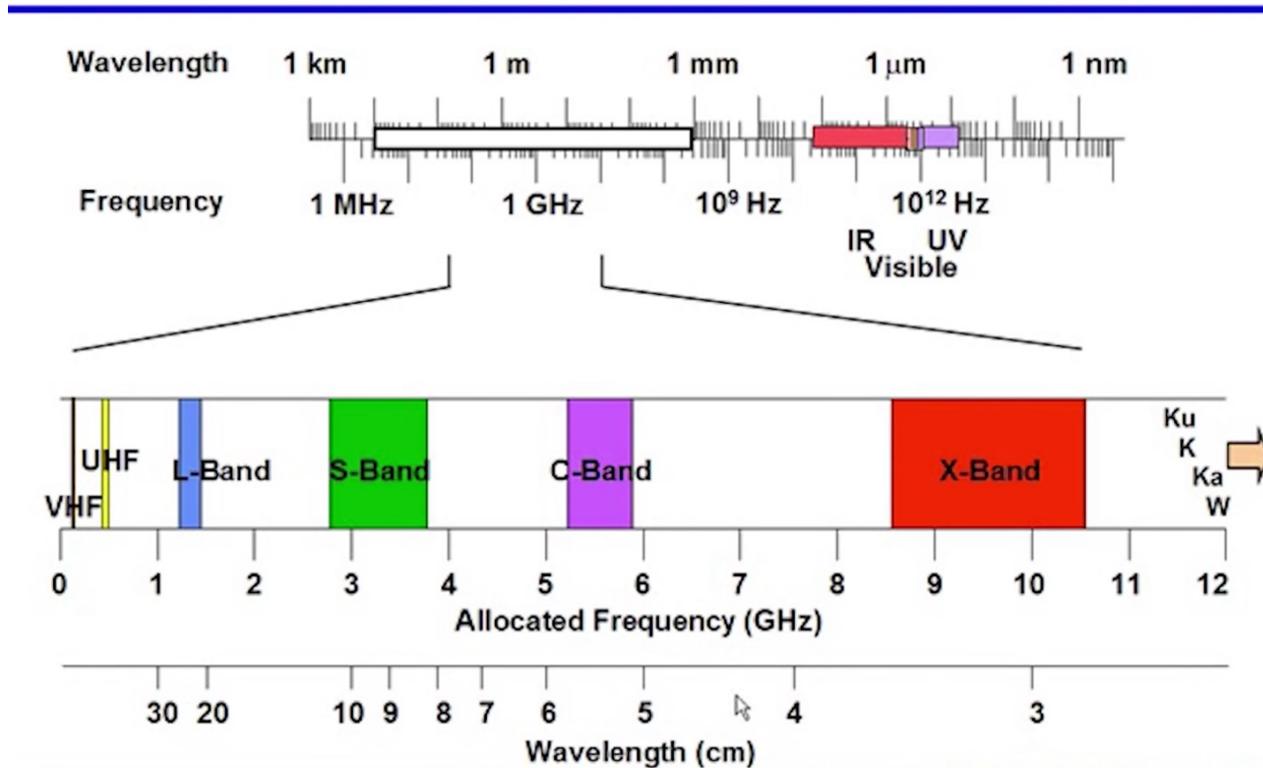
+ Sistema Radar

La banda di frequenza in cui operano i radar è divisa in sottobande, individuate ognuna con una lettera

VHF	30 - 300 MHz
UHF	300 - 1000 MHz
L	1 - 2 GHz
S	2 - 4 GHz
C	4 - 8 GHz
X	8 - 12 GHz
K _u	12 - 18 GHz
K	18 - 27 GHz
K _a	27 - 40 GHz

+ Sistema Radar

La banda di frequenza in cui operano i radar è divisa in sottobande, individuate ognuna con una lettera



+ Sistema Radar

VHF ed *UHF* (30 - 300 MHz e 300 MHz -1 GHz)

Elevate potenze e grandi portate. I fenomeni meteorologici non costituiscono un problema.

Banda L (1 - 2 GHz)

Le applicazioni più importanti sono la sorveglianza aerea a lunga distanza (400 km) ed i radar secondari. Risentono in maniera modesta dei fenomeni meteorologici

Banda S (2 - 4 GHz)

Radar primari per la sorveglianza dell'area di manovra terminale, radar per la difesa aerea a media e grande distanza, radar meteo e radar militari 3D. Tollerabile attenuazione dell'atmosfera

+ Sistema Radar

Banda C (4 - 8 GHz)

Applicazioni di sorveglianza a breve e media distanza ed inseguimento. Radar meteo.

Banda X (8 - 12 GHz)

La piccola lunghezza d'onda l'uso di questa permette la realizzazione di apparati di dimensione, costo e peso ridotti, ideali per applicazioni mobili. Fenomeni atmosferici possono pregiudicare le prestazioni. Radar di inseguimento e di sorveglianza a breve portata.

Bande K, Ku e Ka (12.5 - 40 GHz)

Possibilità di realizzare antenne con fasci estremamente stretti. Radar per il controllo del traffico sulla superficie aeroportuale. Fortissima attenuazione atmosferica.

+ Applicazioni Radar

Le principali applicazioni

- Radar di sorveglianza;
- Radar di inseguimento;
- Radar di immagine;
- Radar altimetri;
- Radar meteorologici.

