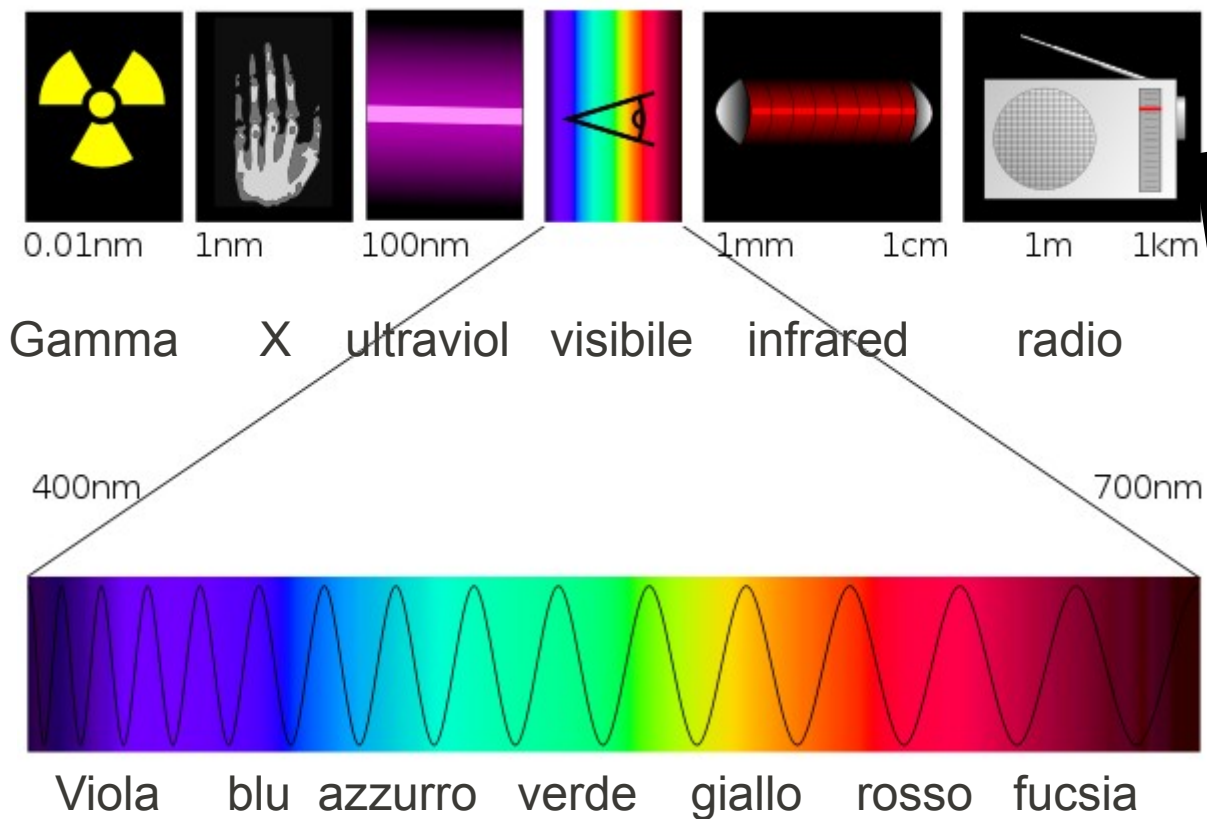


# Cenni sulle onde radio

## Concetti fondamentali:

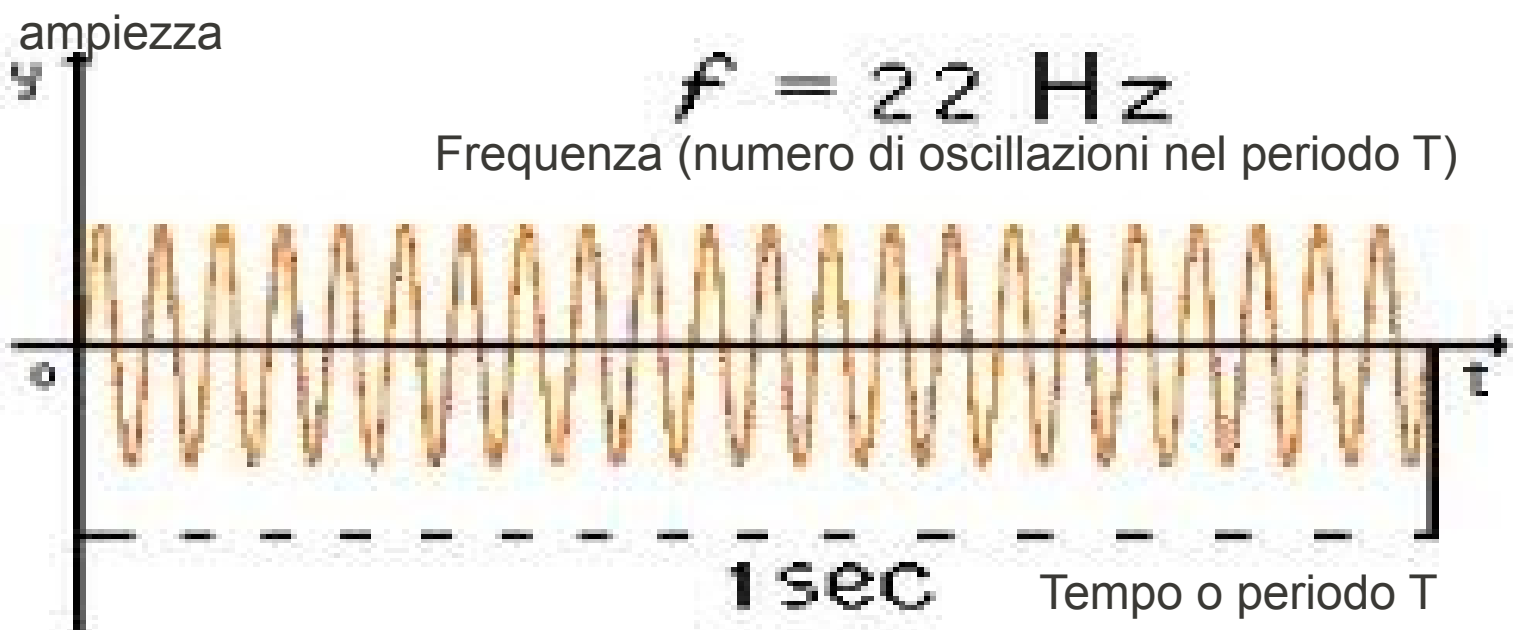
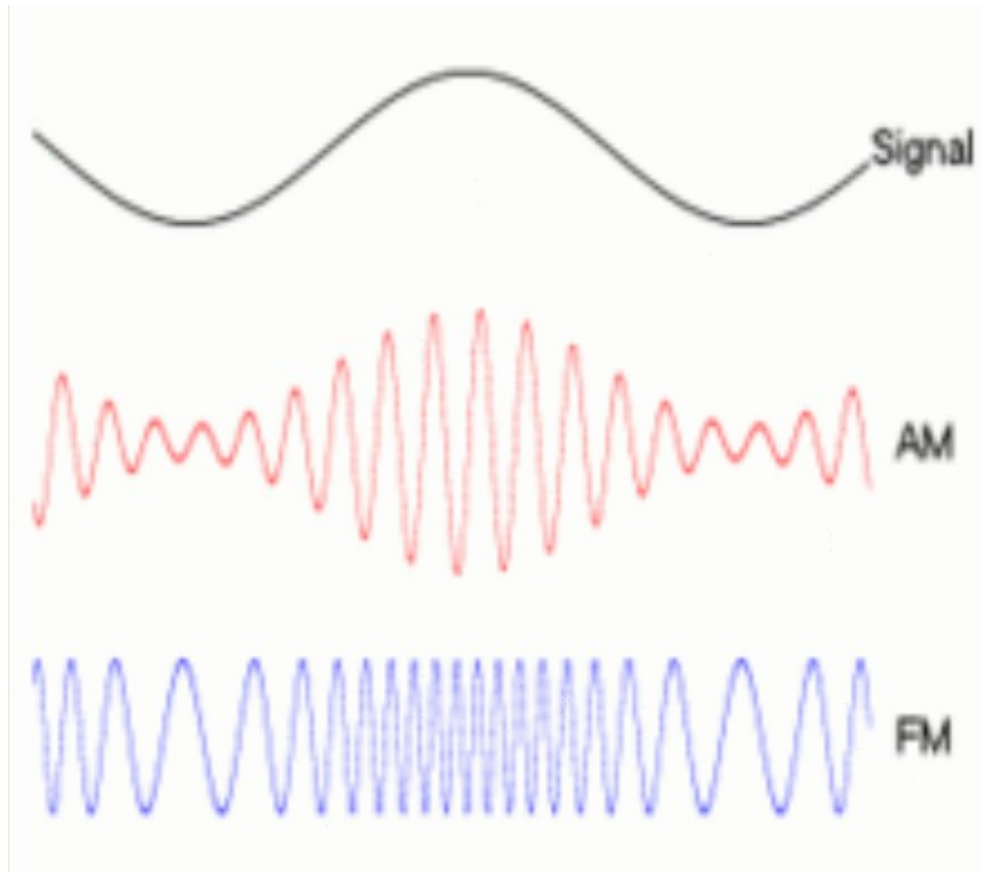
- Qualsiasi corpo avente una temperatura superiore allo “zero assoluto”  $-273,16^{\circ}\text{C}$  emette radiazioni elettromagnetiche, cioè una forma di energia
- Un'onda elettromagnetica (onda radio, o radiofrequenza) è una perturbazione che si propaga nello spazio trasferendo energia elettromagnetica
- Nel vuoto si propaga a circa  $300.000\text{km/sec}$   $1.080.000.000\text{ km/h}$   
(Per avere un'idea dalla terra alla luna ci sono circa  $400.000\text{km}$ , dal sole  $149.600.000\text{km}$ )
- Si generano così all'esterno dell'antenna un campo magnetico ed uno elettrico, variabili nel tempo con legge ondulatoria sinusoidale in direzione perpendicolare all'antenna.

# Spettro elettromagnetico



Banda	Frequenza	Lunghezza d'onda	Principali impieghi
(VARIE)	3–300 KHz	100,000 Km – 1 Km	Radiofari in ausilio alla navigazione aereo-marittima; comunicazioni sottomarine, geosonde.
MF (Medium frequency)	300–3000 KHz	1 Km – 100 m	Radiodiffusione in AM
HF (High frequency)	3–30 MHz	100 m – 10 m (Onde corte)	<u>Radioamatori</u> , CB, militari, trasmissioni intercontinentali, Radiodiffusione in AM e DRM (digitale), ionosonde.
VHF (Very high frequency)	30–300 MHz	10 m – 1 m	Radio commerciali in FM, Aviazione civile e militare, Marina, Forze dell'ordine, Protezione Civile, Telefonia privata, Televisione, Radioamatori
UHF (Ultra high frequency); SHF (Super high frequency); EHF (Extremely high frequency)	300 MHz - 300 GHz	1 m – 1 mm	Televisione, Telefonia cellulare, Radar, Satelliti

# Diagramma cartesiano di un'onda elettromagnetica e tipi di modulazione



Tipi di modulazione:

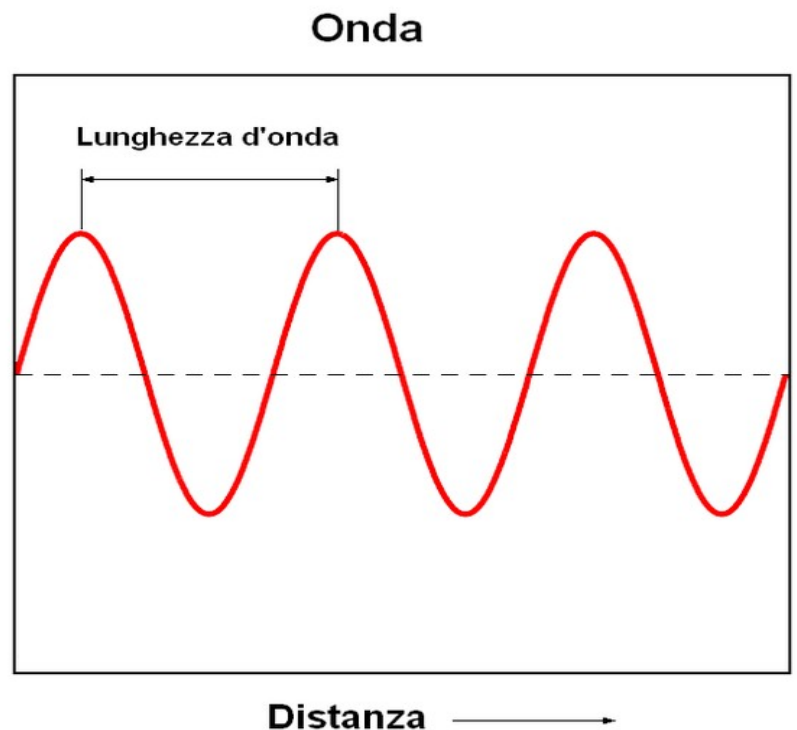
<b>AM</b>	<b>ampiezza</b>
<b>FM</b>	<b>frequenza</b>
SSB	banda laterale
PM	fase
QAM	.....
FSK	.....
MSK	.....
ASK	.....

Unità di misura della frequenza:  
Hz, KHz, MHz, GHz

In fisica, la **lunghezza d'onda** (espressa in metri) di un'onda periodica è la distanza tra due creste o fra due ventri della sua forma d'onda in un periodo T (tempo), e viene comunemente indicata dalla lettera greca  $\lambda$  (lambda)

$$\lambda = \frac{\text{Velocità della luce in m/s}}{F \text{ (frequenza) in Hz}}$$

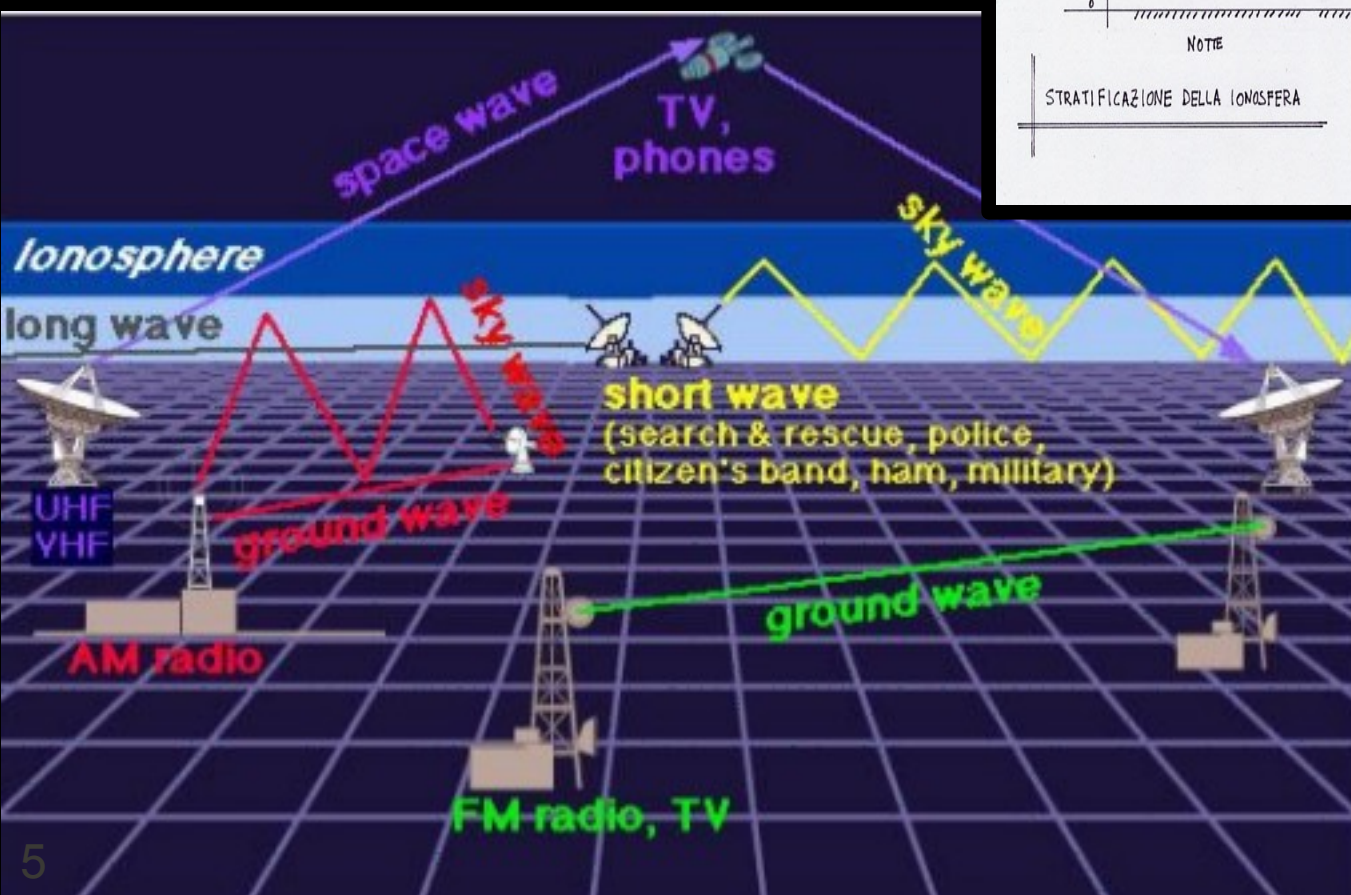
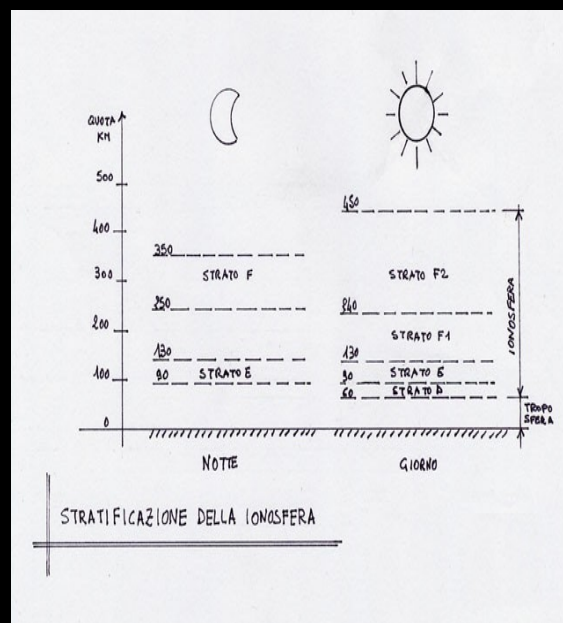
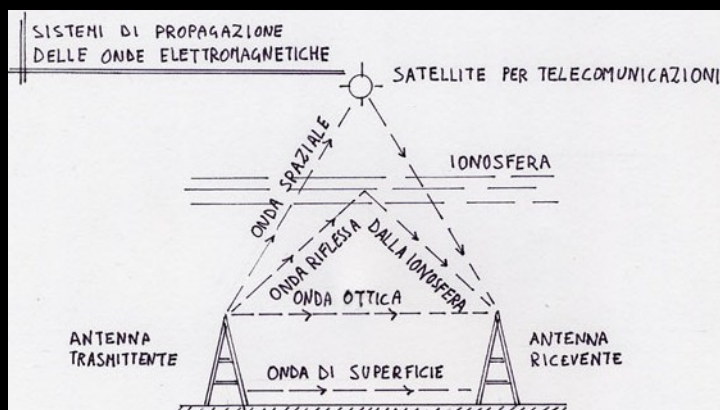
Intensità



# Classificazione delle onde elettromagnetiche e la suddivisione delle onde radio in bande internazionalmente accettate

Spettro/banda	Sigla	Gamma di frequenza	Descrizione onda	Lunghezza d'onda	Tipo di onda	NOTE
Voce	AF	20-20.000hz	/	>15km		
Radio	VLF	3 a 30 KHz	lunghissime	>10km	di superficie	
Radio	LF	30 a 300 KHz	lunghe	10 a 1km	di superficie	
Radio	MF	300 a <b>3000</b> KHz	medie	1 a 100m		
Radio	HF	<b>3</b> a 30 Mhz	corte	100 a 10m		
Radio	VHF	30 a 300 Mhz	cortissime	10 a 1m	diretta	
Radio	UHF	300 a <b>3000</b> Mhz	ultra corte	1m a 10cm	diretta	
Radio	SHF	<b>3</b> a 30 Ghz	super corte	10 a 1cm	diretta	
Radio	EHF	30 a 300 Ghz	extra corte	1cm a 1mm	diretta	
INFRAROSSO	/	/	/	/		CALORE
LUCE VISIBILE	/	/	/	/		LUCE
ULTRAVIOLETTO	/	/	/	/		IONIZZANTI
RAGGI X	/	/	/	/		IONIZZANTI
RAGGI GAMMA	/	/	/	/		IONIZZANTI
RAGGI COSMICI	/	/	/	/		IONIZZANTI

Le radiazioni ionizzanti sono quelle **radiazioni** dotate di sufficiente energia da poter **ionizzare** gli **atomi** (o le **molecole**) con i quali vengono a contatto.





L'**onda di superficie** segue la superficie terrestre, scavalcando le colline, superando laghi e fiumi ed anche mari.

è molto condizionata, nella sua attenuazione, dalla conducibilità del terreno.

La propagazione per onde di superficie è limitata alle **basse ed alle bassissime frequenze**, nelle gamme **LF** e **VLF** in quanto l'attenuazione cresce con la frequenza.

L'onda, per propagarsi, è bene che sia **polarizzata verticalmente**, perché una componente orizzontale del campo elettrico determinerebbe correnti indotte sulla superficie che ha pur sempre una sua conducibilità, determinando assorbimento di energia e quindi attenuazione.



Poiché la superficie del mare le attenua poco, vengono usate di preferenza per le **comunicazioni nautiche ed anche con sommergibili**.

Si riesce così a coprire distanze di circa 1000 chilometri.

Per le loro caratteristiche, erano usate per il sistema dei radiofari **LORAN** ora superato dal **GPS**.

L'onda diretta è quella che viaggia direttamente dal trasmettitore al ricevitore, per cui questi devono essere visibili l'un l'altro.

Questo tipo di propagazione viene usato per le microonde delle gamme **VHF, UHF, SHF, EHF**.

In realtà la traiettoria dell'onda non è esattamente una retta, ma segue quasi la curvatura terrestre determinando degli ampi archi di cerchio a seguito della rifrazione determinata dalla diversa densità degli strati dell'atmosfera al crescere della quota.

Due antenne sono collegate, di fatto, oltre che dall'onda diretta, anche da quella che viene riflessa dal suolo, che, di norma intensifica l'onda diretta, talora, invece può creare problemi in quanto, nel riflettersi alla superficie, il campo elettrico si ribalta, ed inoltre, facendo più strada di quella diretta, ed arrivando in ritardo, determinare interferenza o fading, come si vede schematicamente dall'animazione seguente.

6

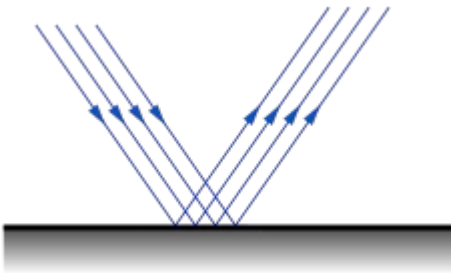


In taluni casi è invece indispensabile, come ad esempio, nel funzionamento degli altimetri radaristici degli aerei, o dei missili che devono volare a precise quote per non farsi intercettare, o nel rilievo della forma della superficie terrestre dai satelliti artificiali, o, per quelle antenne che utilizzano l'effetto immagine della superficie terrestre per aumentare il proprio guadagno.

Nell'altimetro radaristico, l'aereo emette un'onda radar che colpisce la terra e, dal tempo impiegato per tornare all'apparecchio, si calcola la quota.

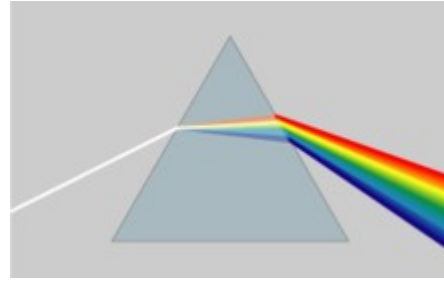
## Effetti subiti “anche” dalle onde radio

riflessione



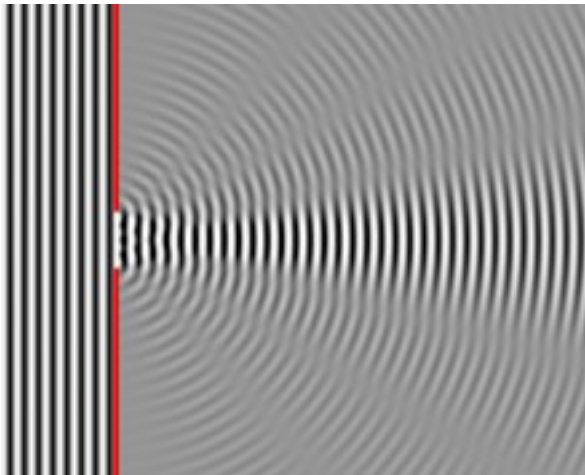
”stesso angolo”

rifrazione



”densità diverse”

diffrazione



Terreni e ostacoli distorcono  
il segnale.

attenuazione



# Codice MORSE e alfabeto fonetico NATO

alfabeto	codice morse	pronuncia codice	lettera fonetica
<b>A</b>	<b>.-</b>	diDAH	Alfa
<b>B</b>	<b>-...</b>	DAHdididit	Bravo
<b>C</b>	<b>-.-. </b>	DAHdiDAHdit	charlie
<b>D</b>	<b>-..</b>	DAHdidit	Delta
<b>E</b>	<b>.</b>	dit	Echo
<b>F</b>	<b>..-. </b>	didiDAHdit	Foxtrot
<b>G</b>	<b>--. </b>	DAHDAHdit	Golf
<b>H</b>	<b>....</b>	didididit	Hotel
<b>I</b>	<b>..</b>	didit	India
<b>J</b>	<b>.----</b>	diDAHDAHDAH	Juliett
<b>K</b>	<b>-. -</b>	DAHdiDAH	Kilo
<b>L</b>	<b>.-.. </b>	diDAHdidit	Lima
<b>M</b>	<b>--</b>	DAHDAH	Mike
<b>N</b>	<b>-. </b>	DAHdit	November
<b>O</b>	<b>---</b>	DAHDAHDAH	Oscar
<b>P</b>	<b>.-.-. </b>	ditDAHDAHdit	Papa
<b>Q</b>	<b>--.- </b>	DAHDAHdiDAH	Quebec
<b>R</b>	<b>.-. </b>	diDAHdit	Romeo
<b>S</b>	<b>...</b>	dididit	Sierra
<b>T</b>	<b>-</b>	DAH	Tango
<b>U</b>	<b>..- </b>	didiDAH	Uniform
<b>V</b>	<b>...- </b>	dididiDAH	Victor
<b>W</b>	<b>.-.- </b>	diDAHDAH	Wiskey
<b>X</b>	<b>-..- </b>	DAHdidiDAH	X-Ray
<b>Y</b>	<b>-.-- </b>	DAHdiDAHDAH	Yankee
<b>Z</b>	<b>--.. </b>	DAHDAHdidit	Zulu

numeri	codice morse	pronuncia codice
<b>1</b>	<b>.-----</b>	diDAHDAHDAHDAH
<b>2</b>	<b>..----</b>	didiDAHDAHDAH
<b>3</b>	<b>...--</b>	dididiDAHDAH
<b>4</b>	<b>....-</b>	didididiDAH
<b>5</b>	<b>.....</b>	dididididit
<b>6</b>	<b>-....</b>	DAHdidididit
<b>7</b>	<b>--...</b>	DAHDAHdididit
<b>8</b>	<b>---..</b>	DAHDAHDAHdidit
<b>9</b>	<b>----. </b>	DAHDAHDAHDAHdit
<b>0</b>	<b>-----</b>	DAHDAHDAHDAHDAH

**A = ALPHA**  
**B = BRAVO**  
**C = CHARLIE**  
**D = DELTA**  
**E = ECHO**  
**F = FOXTROT**  
**G = GOLF**  
**H = HOTEL**  
**I = INDIA**  
**J = JULIET**  
**K = KILO**  
**L = LIMA**  
**M = MIKE**  
**N = NOVEMBER**  
**O = OSCAR**  
**P = PAPA**  
**Q = QUEBEC**  
**R = ROMEO**  
**S = SIERRA**  
**T = TANGO**  
**U = UNIFORM**  
**V = VICTOR**  
**W = WHISKEY**  
**X = X-RAY**  
**Y = YANKEE**  
**Z = ZULU**



## **2.16 Le bande Aeronautiche**

Lo spettro delle frequenze radio è suddiviso in 9 bande, a ciascuna delle quali è stata attribuita una gamma di frequenza come da tabella.

Banda Simbolo Gamma di frequenza Lunghezza d'onda

4 VLF 3 a 30 KHz Miriametriche

5 LF 30 a 300 KHz Chilometriche

6 MF 300 a 3000 KHz Ettometriche

7 HF 3 a 30 MHz Decametriche

8 VHF 30 a 300 MHz Metriche

9 UHF 300 a 3000 MHz Decimetriche

10 SHF 3 a 30 GHz Centimetriche

11 EHF 30 a 300 GHz Millimetriche

12 " 300 a 3000 GHz Decimillimetriche

L'unità di misura della frequenza è l' Hertz (Hz).

In campo aeronautico le

frequenze sono utilizzate con il seguente schema:

### **LE FREQUENZE AERONAUTICHE**

**Le frequenze di navigazione.**

- NBD aeronautici da 200 a 415 KHz

- VOR di navigazione da 112.00 a 117.95 MHz (trasmissione in VHF)

**Le frequenze di comunicazione**

- Comunicazioni VHF da 118.00 a 136.975 MHz

- Comunicazioni UHF da 221.00 a 400.00 MHz

- Comunicazioni HF da 2,8 a 22 MHz

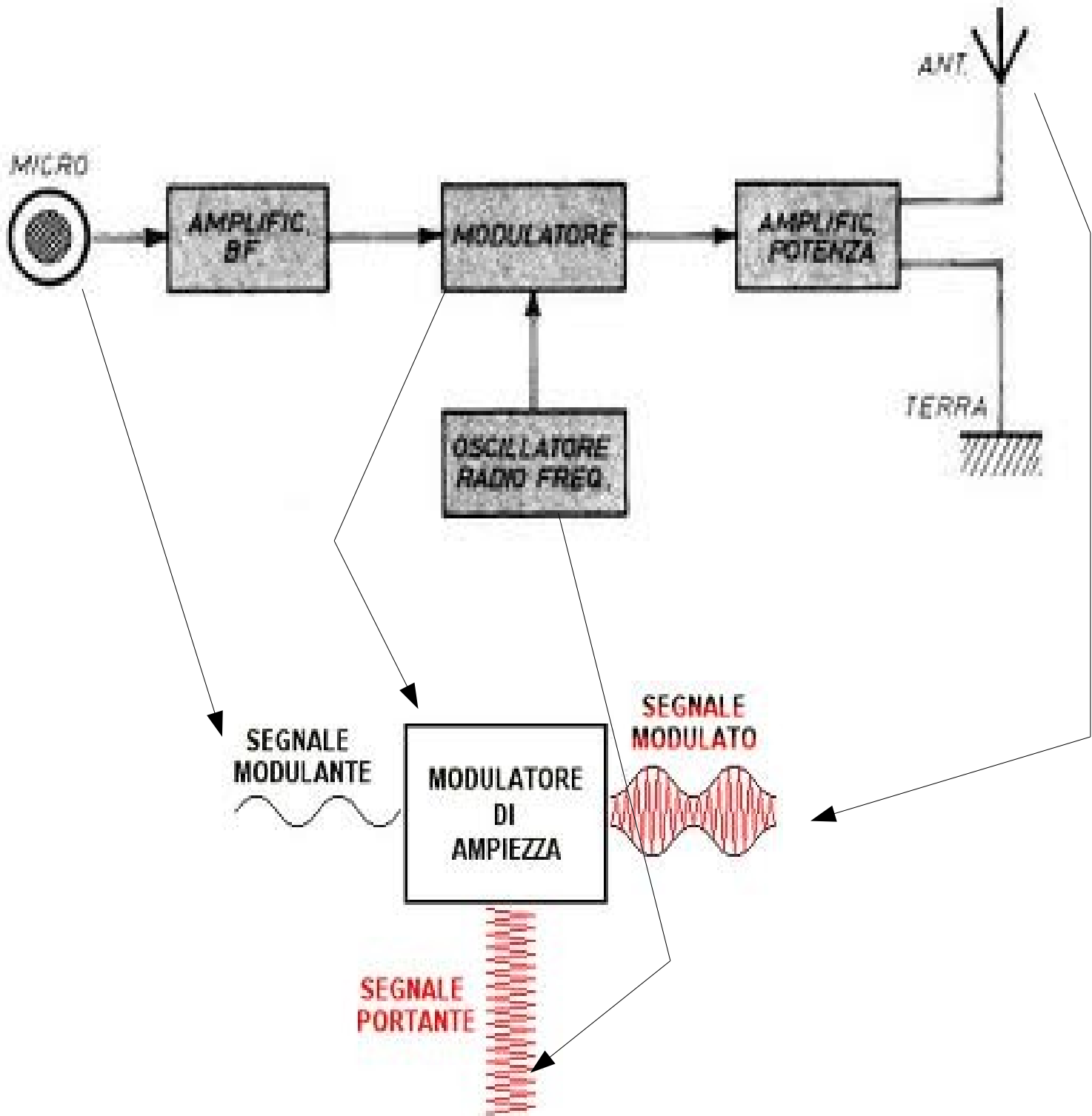
**Le frequenze di emergenza**

- Frequenza principale VHF 121.50 MHz (frequenza di soccorso)

- frequenza principale UHF 243.00 MHz (frequenza di soccorso)

- frequenza HF 2182 KHz (frequenza internazionale del Servizio Mobile Marittimo utilizzabile in caso di pericolo da navi, aeromobili e mezzi di sopravvivenza).

## Schema a blocchi di un Trasmettitore



## Polarizzazione dell'antenna ed eventuale attenuazione del segnale

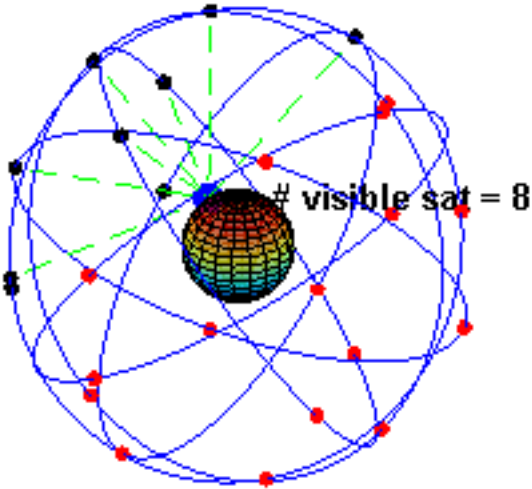


- Ogni apparato radio ha la sua sensibilità in ricezione, necessita di un minimo di intensità per poter demodulare il segnale.
- Inclinare l'antenna equivale a ridurre/aumentare drasticamente la sua efficienza.
- Usare cavi sbagliati comporta perdite di db.
- In alcuni casi si arriva anche a 20db di perdita.
- Il decibel misura un'intensità
- Note sulla regolazione dello squelch.



10 dBm	707.11 mV	10.00 mW
<b>9 dBm</b>	630.21 mV	<b>7.94 mW</b>
8 dBm	561.67 mV	6.31 mW
7 dBm	500.59 mV	5.01 mW
<b>6 dBm</b>	446.15 mV	<b>3.98 mW</b>
5 dBm	397.64 mV	3.16 mW
4 dBm	354.39 mV	2.51 mW
<b>3 dBm</b>	315.85 mV	<b>2.00 mW</b>
2 dBm	281.50 mV	1.58 mW
1 dBm	250.89 mV	1.26 mW
<b>0 dBm</b>	223.61 mV	<b>1.00 mW</b>

# Uso dei GPS : il sistema di posizionamento e navigazione satellitare



- In orbita ci sono decine di satelliti per i GPS
- 3 sono i satelliti necessari per navigare in 3D
- 4 metri di precisione massima
- 5 sono i satelliti (minimo) sempre acquisibili

- Ogni satellite ha un suo codice identificativo
- Satelliti sono sincronizzati con orologi atomici



- Il ricevitore calcola il tempo impiegato dal segnale radio a percorrere tratta spazio-terra
- L'antenna deve essere libera da ostacoli
- Il ricevitore "al freddo" fa molta fatica a funzionare



## Considerazioni finali

- Il corretto utilizzo della radio prevede una gerarchia nei collegamenti: tutti devono fare riferimento al proprio ente di controllo
- È buona norma e necessità comune che ci siano delle brevi pause, “lasciare un po' di bianco”, per permettere a tutti di contattare l'ente di controllo e risolvere eventuali emergenze.