

Appunti per sostenere l'esame da radioamatore.

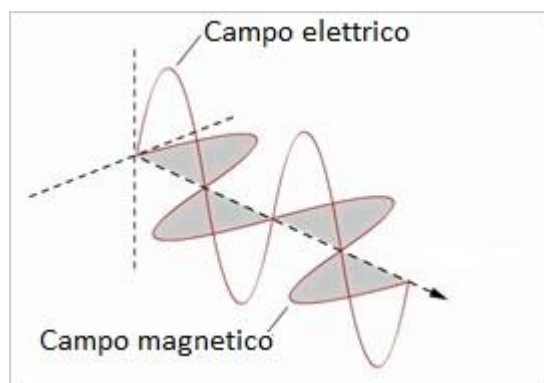
“ Parte Settima “

(Antenne-Linee di trasmissione-Propagazione-Classi di emissione-Codici)

Di IU5HIV , Maurizio Diana

ANTENNE

-ONDA ELETTROMAGNETICA: è un fenomeno ondulatorio di propagazione di energia costituito da due campi, uno elettrico e uno magnetico, ruotati e sfasati di 90° l'uno rispetto all'altro: sul piano verticale l'intensità e direzione del campo elettrico, sul piano orizzontale l'intensità e direzione del campo magnetico.



-ANTENNA: l'antenna, che è un circuito risonante in serie, è un dispositivo che trasforma l'energia elettrica fornita da un trasmettitore (sotto forma di corrente che l'attraversa) in energia elettromagnetica che così può essere irradiata nello spazio sotto forma di onde. Analogamente essa è un dispositivo che cattura l'energia elettromagnetica dallo spazio circostante e la converte in energia elettrica atta ad essere manipolata e sfruttata da un ricevitore. Si tratta quindi di un circuito elettrico caratterizzato da capacità, induttanza e resistenza (naturalmente distribuite). Di questi parametri capacità e induttanza definiscono una frequenza di risonanza alla quale il loro effetto si annulla, restando solo la resistenza (di perdita), che è modesta, a determinare la corrente circolante.

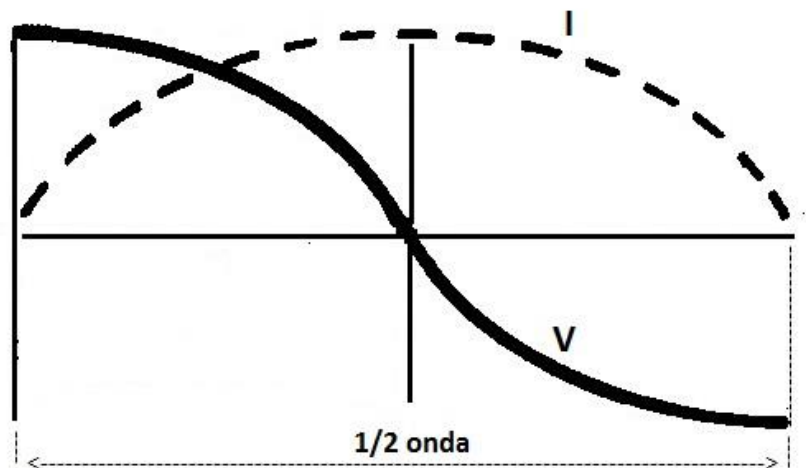
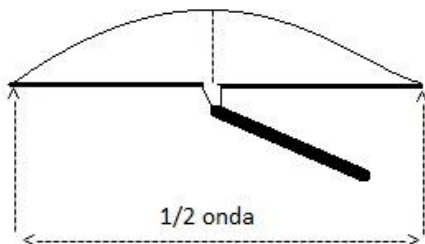
-ANTENNA BILANCIATA: si ha quando i due morsetti di alimentazione sono riforniti di energia Rf in modo bilanciato rispetto a terra (vedi dipolo e sue derivazioni) e

quindi la struttura dell'antenna è completamente e fisicamente simmetrica attorno al suo punto di alimentazione. Se si alimenta un'antenna bilanciata con una linea sbilanciata è necessario adottare un trasformatore bilanciato/sbilanciato, ovvero un Balun, che ha lo scopo di isolare l'estremo del conduttore esterno della linea coassiale (che altrimenti sarebbe "a terra") consentendovi il collegamento al carico bilanciato.

-RENDIMENTO/EFFICIENZA: raggiunge il suo massimo quando la frequenza della corrente alternata e quella di risonanza del circuito d'antenna coincidono, o quasi. Questo avviene quando la lunghezza fisica dell'antenna è la metà circa (quindi antenna a mezz'onda) della lunghezza d'onda della corrente alternata che l'attraversa, in tal caso la distribuzione della corrente lungo il filo presenta un massimo al centro e si annulla agli estremi con andamento pressoché sinusoidale, mentre la distribuzione della tensione presenta un minimo al centro ed il massimo agli estremi

Andamento tensione/corrente in un'antenna a mezz'onda

Nel punto di alimentazione :
valore tensione = minima
valore corrente = massima
valore impedenza = minima



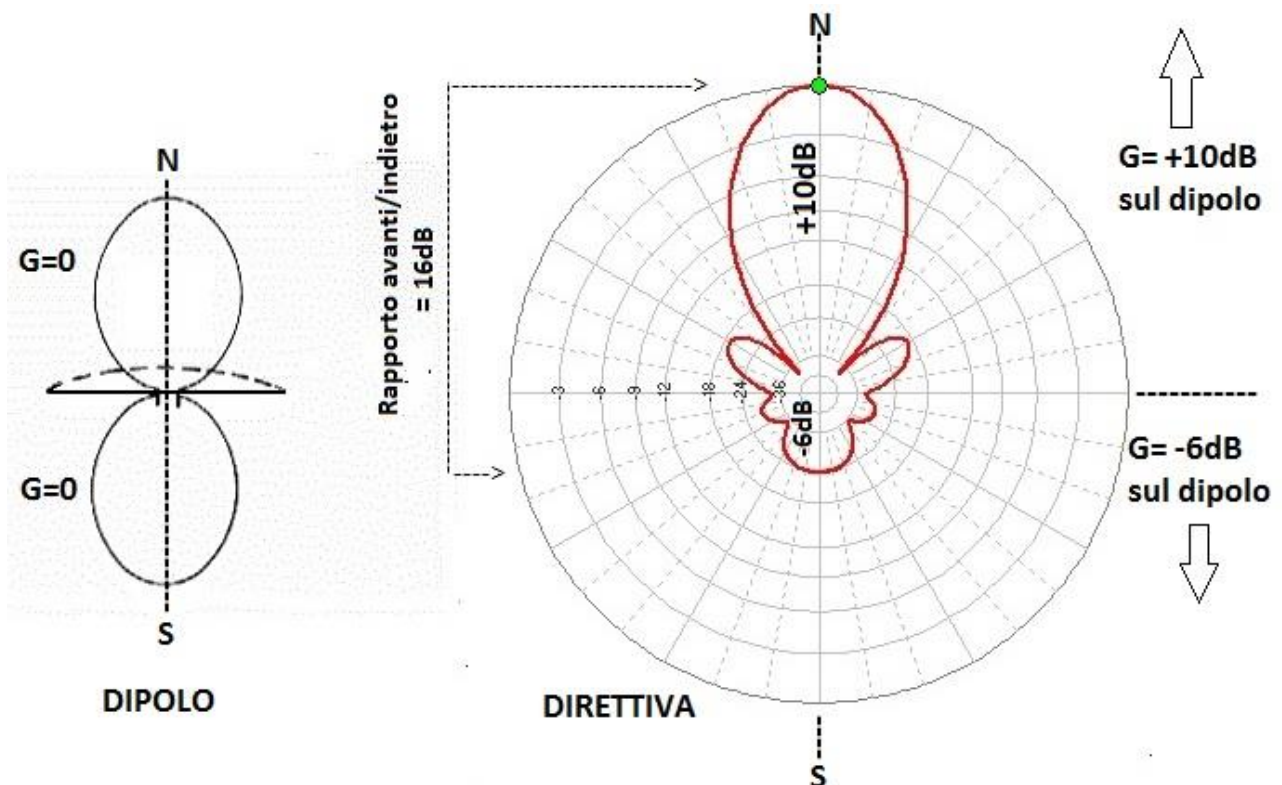
-RAPPORTO TENSIONE/CORRENTE: l'antenna è un conduttore percorso da corrente alternata e interessato da una certa tensione, comportandosi come un circuito risonante del tipo cosiddetto a "costanti distribuite".

Ogni punto dell'antenna è interessato da un diverso valore di tensione e corrente e quindi da un diverso valore del loro rapporto, pertanto l'impedenza di alimentazione è differente in ognuno di questi punti risultando minima al centro di un dipolo a $1/2$ onda (sui 50-70 Ohm) e massima ai suoi estremi.

-IMPEDENZA: il valore di impedenza di un'antenna dipende oltre che dalla sua lunghezza anche dal diametro del conduttore e dall'eventuale vicinanza di altri conduttori.

-DIRETTIVITA': la direttività di un'antenna dipende da come è costruita e può provocare una diversa intensità di campo in punti diversi attorno ad essa, può cioè concentrare l'irradiazione in determinate zone dello spazio.

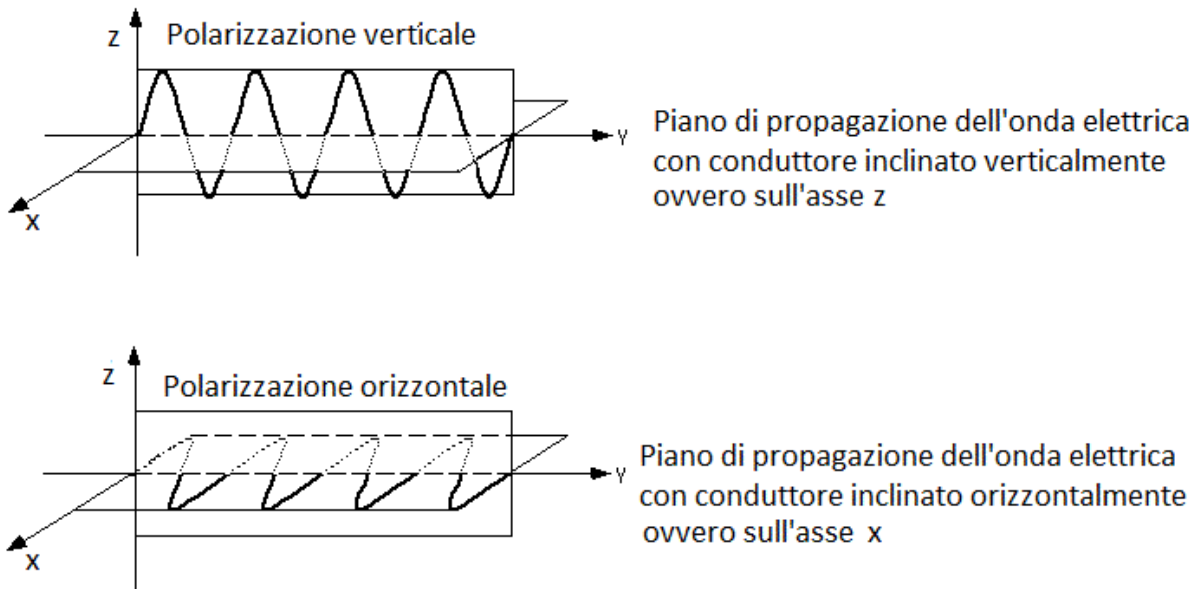
GUADAGNO: è il rapporto, in dB, tra l'intensità di campo generato da un'antenna in un determinato punto dello spazio nella sua direzione di massima emissione e l'intensità generata dal radiatore assunto generalmente come riferimento campione, ovvero il dipolo a mezz'onda.



Ad esempio avendo un dipolo a mezz'onda e un'antenna direttiva con 10dB di guadagno sul dipolo e un suo rapporto avanti/indietro di 16dB: avremo che rispetto al dipolo isotropico (con Guadagno uguale a zero) la direttiva a Nord avrà un guadagno di 10dB, mentre a Sud avendo un rapporto avanti/indietro di 16dB perderà -6dB rispetto al dipolo, infatti sottraendo al guadagno il suo rapporto avanti/indietro si avrà $10\text{dB} - 16\text{dB} = -6\text{dB}$.

-POLARIZZAZIONE: al variare della posizione del conduttore d'antenna, cioè della sua inclinazione, varia la direzione delle linee che rappresentano i campi elettrico e

magnetico che sono perpendicolari tra di loro. Si prende sempre come riferimento il piano su cui si propaga l'onda elettrica che è sempre parallelo al conduttore e che è detto piano di polarizzazione. Pertanto un'antenna si dice a polarizzazione orizzontale se il conduttore che la costituisce è teso orizzontalmente e a polarizzazione verticale se il conduttore è montato verticalmente



- ARMONICA: un'antenna risuona anche in sulle armoniche e il fenomeno dipende dal ripetersi su ogni tratto di conduttore pari a $\frac{1}{2}$ onda della distribuzione di tensioni e correnti.

-ANTENNE VERTICALI SU PIANO DI TERRA: nel caso una delle due estremità sia collegata a terra, con l'antenna stessa posta in verticale, il potenziale del punto a terra diventa come quello della terra, ovvero zero, perché la terra può considerarsi un sistema a resistenza nulla e quindi anche il suo punto di collegamento. La novità è che la lunghezza del tratto irradiante è solo $\frac{1}{4}$ d'onda (alla risonanza) mentre l'altro $\frac{1}{4}$ d'onda è simulato dal terreno.

-ERP (potenza effettivamente irradiata): è la potenza reale disponibile nella direzione di massima irradiazione e tiene conto sia della potenza fornita dal Tx che del guadagno antenna e perdite dei sistemi di accoppiamento, es.: con 100W di potenza uscita dal Tx, 13 dB guadagno antenna e 3dB perdita cavo alimentazione, avremo 100W e 10dB (risultanti positivi) ovvero 1000 W .

-RELAZIONE FRA E ED H di un'onda elettromagnetica nello spazio libero): $E/H=377\Omega$

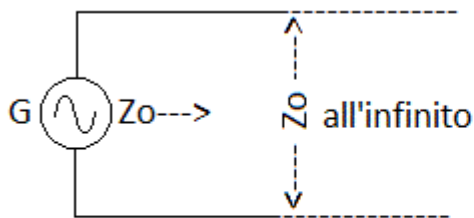
-GUADAGNO DIPOLO $\frac{1}{2}$ SULL'ISOTROPICO: $G=2,1$ sull'isotropico.

LINEE DI TRASMISSIONE

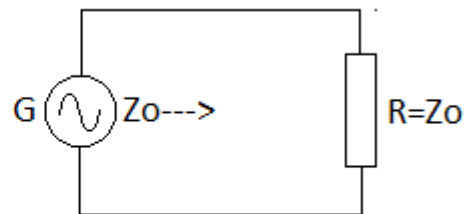
Non devono irradiare.

-ADATTATA: si dice adattata(perché non vi sono onde stazionarie) quando un amperometro inserito in una linea di trasmissione segna in qualsiasi punto il medesimo valore di corrente, lo stesso per un voltmetro collegato ai capi di una qualsiasi coppia di punti.

-IMPEDENZA: come nelle antenne, solo se lungo il conduttore vi è una distribuzione di ventri e nodi tra corrente e tensione lo stesso è irradiante(distribuzione per onde stazionarie) perché l'onda che vi si propaga viene riflessa agli estremi, qui inverte il suo cammino e interferisce con quella diretta creando ventri e nodi. Se invece il conduttore fosse di lunghezza infinita l'onda vi si propaga indefinitamente senza più riflettersi e quindi lo stesso non irradiano perché le onde non ne troveranno mai l'estremità. Per ottenere da una linea di trasmissione lo stesso effetto come se fosse di lunghezza infinita basta chiuderla all'estremità opposta del generatore su un valore di resistenza uguale all'impedenza caratteristica della linea stessa, cioè terminandola sulla sua impedenza caratteristica



Linea a lunghezza infinita



Linea chiusa sulla sua stessa Z

L'impedenza caratteristica di una linea è un parametro legato alle sue modalità costruttive che è sempre assimilabile ad un circuito RLC a costanti distribuite. Per una linea bifilare a due conduttori paralleli essa dipende dal diametro dei conduttori e dalla loro distanza(in genere fra 100 e 600 Ohm). Per una linea coassiale è data dal rapporto tra i raggi dei due conduttori(in genere fra 50 e 150 Ohm). Per ottenere che tutta, o quasi, la potenza fornita dal generatore si trasferisca sull'antenna sarebbe ottimale che la linea di trasmissione avesse un'impedenza caratteristica pari alla resistenza d'irradiazione dell'antenna nel suo punto di alimentazione e, dall'altra parte, a quella del generatore.

-DISADATTATA: si dice disadattata quando un amperometro inserito in una linea di trasmissione segna, lungo la stessa, valori diversi di corrente che si ripetono ogni

quarto d'onda. se la linea non riesce a simulare di essere infinita la sua lunghezza comincia a diventare importante, in quanto la percentuale di potenza non assorbita dall'antenna torna indietro riflessa verso il generatore e la corrente e tensione riflesse si vanno a sommare alla corrente e tensione incidente dando luogo a ventri e nodi, ovvero a un regime di onde stazionarie lungo la linea stessa. Pertanto andando a misurare tensione e corrente in diversi punti della linea non troveremo più valori costanti ma ambedue le grandezze varieranno con andamento ondulatorio alternando minimi e massimi ogni $\frac{1}{4}$ d'onda. Quindi potenza riflessa poca = Ros basso, potenza riflessa alta = Ros alto. **ROS = Zo (impedenza linea) / R (resistenza di carico o dell'antenna)** oppure viceversa **R/Zo** a seconda di quale è la più alta.

-LINEE BILANCIATE E SBILANCIATE: la maggioranza delle antenne ha struttura bilanciata nel senso che i due morsetti di alimentazione devono essere riforniti di energia a RF in modo bilanciato rispetto a terra (es. il dipolo e sue derivazioni), pertanto la struttura dell'antenna è completamente e fisicamente simmetrica attorno al suo punto di alimentazione. Per le linee di trasmissione la scelta fra bilanciata e sbilanciata dipende dal tipo di antenna a meno che non si utilizzino dispositivi di adattamento. Il cavo coassiale è una linea sbilanciata, la linea aperta bifilare è invece una linea bilanciata (il tipo a scaletta alcune centinaia di Ohm, quello a nastro tipo TV sui 300 Ohm circa). Quindi se si alimenta un'antenna bilanciata con linea sbilanciata tipo cavo coassiale è necessario adottare un trasformatore bilanciato-sbilanciato, ovvero il Balun, realizzato sotto varie forme ma che ha lo scopo di isolare l'estremo del conduttore esterno della linea coassiale (che altrimenti risulterebbe a terra) consentendo il collegamento al carico bilanciato.

-COSTANTI PRIMARIE CARATTERISTICHE DI UNA LINEA:

-INDUTTANZA: l'induttanza dei conduttori distribuita uniformemente lungo tutta la linea, quindi costante per unità di lunghezza dovuta al flusso concatenato con ognuno dei conduttori provocato dalla corrente che vi circola.

-CAPACITÀ: capacità tra i conduttori, dovuta al campo elettrico esistente tra i due conduttori e distribuita anch'essa uniformemente lungo tutta la linea.

-RESISTENZA: dipendente dalla resistività del materiale e dalle dimensioni del conduttore nonché dall'effetto pelle.

-CONDUTTANZA: dovuta al fatto che il dielettrico interposto tra i conduttori non potrà essere un isolante perfetto e quindi sarà attraversato da una pur minima parte

di corrente di dispersione presentando una perdita di isolamento che è fissa per la corrente continua e variabile con la frequenza per la corrente alternata.

-COSTANTI SECONDARIE CARATTERISTICHE DI UNA LINEA:

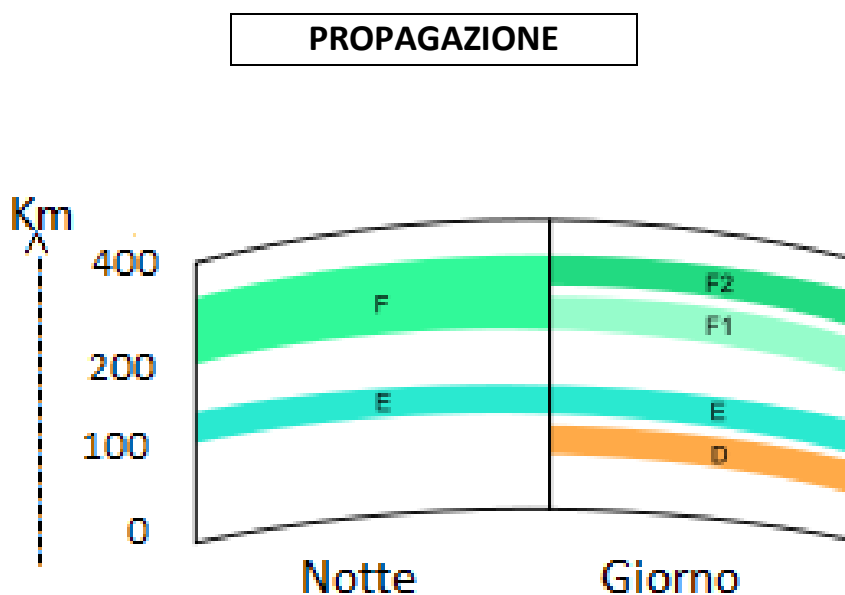
-IMPEDENZA: dipende dalla sua costruzione.

-COSTANTE DI PROPAGAZIONE: risultanti su tutte le componenti sinusoidali subiscono lungo la linea uguale attenuazione e uguale velocità di propagazione, si suddivide in “costante di attenuazione” che dovrebbe essere il più possibile indipendente dalla frequenza e in “costante di fase” che dovrebbe essere variabile linearmente con la frequenza.

-FATTORE DI VELOCITA': dovuto alle proprietà qualitative e costruttive del materiale impiegato come isolante tra i conduttori della linea (0,66 per il coax in polietilene compatto e 0,82 per quello spugnoso). Questo perché non coincidendo nella linea la velocità di propagazione con quella standard della luce in spazio libero, la lunghezza elettrica non coincide con quella fisica.

-ATTENUAZIONE DI LINEA: viene espressa in dBm, è la conseguenza dei fattori di perdita uniformemente distribuiti lungo la linea stessa ed è variabile con la frequenza di lavoro. Alla bisogna esistono varie tabelle che forniscono l'andamento di questo dato per ogni tipo di linea commerciale.

-IONOSFERA:



-STRATO D: dai 50 ai 90 km di altezza è poco determinante per la deviazione verso terra delle onde ad alta frequenza. Riflette quasi totalmente le onde tra i 3 e 300 kHz (VLF-LF) soprattutto di giorno.

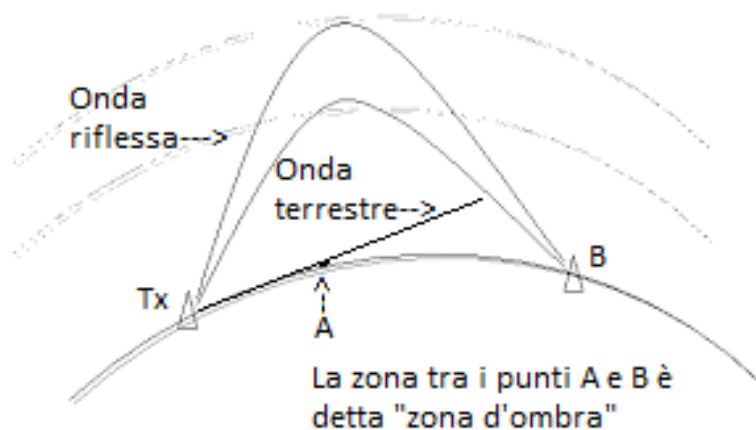
-STRATO E: fra i 100 e 150 km di altezza, influisce nettamente sui collegamenti a lunga distanza. Riflette di giorno tra i 90-130 km le onde tra i 3 e 30 MHz (HF) e di notte tra i 100-150 km quelle tra i 30 e 3000 kHz (LF-MF).

-STRATO F: determinante per le radiocomunicazioni nelle ore notturne circa dai 160 ai 410 km, di giorno si suddivide nello strato F1 circa dai 130 ai 240 km e nello strato F2 circa dai 240 ai 410 km di altezza.

-SOLE: per la propagazione il sole influisce sulla ionizzazione e quindi sul comportamento degli strati riflettenti, influisce pure con la sua inclinazione dell'orbita e col suo ciclo undecennale delle macchie solari, dove nella sua massima attività ottimizza la propagazione.

-FADING O EVANESCENZA: quando dallo stesso punto di origine due o più onde fanno percorsi diversi e giungono nello stesso punto di ricezione (es. sia con onda riflessa di terra che nel contempo con onda riflessa dalla ionosfera) ci saranno ritardi e sfasamenti con variazioni dell'intensità di campo e quindi il ricevitore accusa variazioni brusche del segnale ricevuto o addirittura il suo annullamento. I circuiti di AGC servono a correggere questo fenomeno.

-ZONA DI SILENZIO D'OMBRA: è quella fascia di territorio compresa tra il limite massimo cui giunge l'onda terrestre emessa da un'antenna e il limite minimo cui giunge l'onda riflessa ionosferica proveniente dalla stessa antenna.



-ONDE LUNGHE: si propagano principalmente per onda di terra ma già gli strati più bassi della ionosfera possono effettuare una certa riflessione.

-ONDE MEDIE: per onda di terra subiscono forte attenuazione pertanto senza riflessione ionosferica la portata è limitata, solo nelle ore serali e notturne gli strati ionosferici che le riflettono raggiungono una densità e intensità ottimale permettendo la loro propagazione sino a molte centinaia di chilometri.

-ONDE CORTE: si propagano quasi esclusivamente per riflessione ionosferica, risentono quindi molto della frequenza, dell'orario, delle stagioni e dell'attività solare. In linea di massima sotto i 10MHz si possono effettuare collegamenti sino a poche migliaia di km a tutte le ore del giorno, attorno ai 15MHz si possono collegare anche gli antipodi specie nei periodi estivi e nelle ore serali; sopra i 20 e sino ai 30MHz la propagazione a lunga distanza avviene prevalentemente nei periodi di massima attività solare e in genere nelle ore diurne.

-COMPORTAMENTO DELLE BANDE:

-BANDA 1,8MHZ(160M): forte rumore atmosferico, risente molto dell'assorbimento diurno dello strato D, quindi di giorno non propagazione sino a poche centinaia di km e di notte invece quando lo strato D è dissolto collegamenti sino a diverse migliaia di km.

-BANDA 3,5 MHZ(80M): come sopra ma leggermente in meglio e con disturbo atmosferico minore.

-BANDA 7MHZ(40M): rumore atmosferico solo nei mesi estivi. È la banda più alta ad utilizzare la riflessione ionosferica, di giorno collegamenti sino 1000 km circa e di notte con tutto il mondo.

-BANDA 14MHZ(20M): è la banda principale per i collegamenti a lunga distanza sia diurni che notturni specialmente nei picchi di massima attività solare. Ha basso rumore atmosferico e risente solo in parte del ciclo solare undecennale.

-BANDA 21MHZ(15M): mediamente vi prevale l'attività diurna e risente molto dell'attività solare.

-BANDA 28MHZ(10M): rumore atmosferico quasi inesistente è sfruttabile quando l'attività solare è ai suoi picchi con molte macchie solari, mentre nei minimi di attività solare è praticamente chiusa.

-BANDE INTERMEDIE 10-18-24MHZ: si collocano come propagazione tra le bande a loro limitrofe.

-SUDDIVISIONE:

BANDA	FREQUENZA	λ
VLF	3-30 kHz	Miriametriche 100-10 km
LF	30-300 kHz	Chilometriche 10-1 km
MF	300-3.000 kHz	Ettometriche 1 km-100 m
HF	3-30 MHz	Decametriche 100-10 m
VHF	30-300 MHz	Metriche 10-1 m
UHF	300-3.000 MHz	Decimetriche 1 m-100 mm
SHF	3-30 GHz	Centimetriche 100-10 mm
EHF	30-300 GHz	Millimetriche 10-1 mm
THF	300-3.000 GHz	Decimillimetriche 1 mm-100 μ m

CLASSI DI EMISSIONE

Oltre dalla banda occupata sono contraddistinte da altri tre simboli.

-PREFIXO LARGHEZZA DI BANDA: la larghezza di banda necessaria è espressa con tre numeri e una lettera che sono H,K,M,G nel loro significato di unità di misura Hz,kHz,MHz,GHz,ad es:

0.5 Hz=H500 ; 350 Hz=350H ; 250 kHz=250K ; 12.5 MHz=12M5; 1GHz=1G00

-PRIMO SIMBOLO(TIPO DI MODULAZIONE DELLA PORTANTE:

N =Portante non modulata

A =Modulazione di ampiezza con doppia banda laterale

H =Singola banda laterale con portante

R =Singola banda laterale, portante ridotta o variabile

J = Singola banda laterale, portante soppressa

B =Bande laterali indipendenti

C = Banda laterale vestigiale

F=Modulazione angolare modulazione di frequenza

G =Modulazione di fase

D=Portante modulata in ampiezza e fase

P=Emissione ad impulsi sequenza di impulsi non modulati

K =Sequenza di impulsi modulati in ampiezza

L =Sequenza di impulsi modulati in larghezza o durata

M =Sequenza di impulsi modulati in posizione/fase

Q= Modulazione angolare della portante durante l'impulso

W =Altri casi non contemplati

-SECONDO SIMBOLO(NATURA DEL SEGNALE MODULANTE):

0 =assenza di segnale modulante

1 =un solo canale contenente l'informazione quantificata o numerica, senza l'impiego di una sotto portante modulante

2 =un solo canale contenente l'informazione quantificata o numerica, con l'impiego di una sotto portante modulante

3 =un solo canale contenente l'informazione analogica

7 =due o più canali contenenti l'informazione quantificata o numerica

8 =due o più canali contenenti l'informazione analogica

9 =sistema composito con uno o più canali contenenti l'informazione quantificata o numerica e uno o più canali contenenti l'informazione analogica

X =casi non contemplati

-TERZO SIMBOLO(TIPO DI INFORMAZIONE DA TRASMETTERE):

N =nessuna informazione

A =telegrafia per ricezione auditiva

B =telegrafia per ricezione automatica

C =fac-simile

D =trasmissione dati, telemisura, telecomando

E =telefonia (ivi compresa la radiodiffusione sonora)

F =televisione (video)

W =combinazione di casi precedenti

Possono poi essere aggiunti altri due simboli (optional) per migliorare la descrizione del segnale con:

Quarto simbolo = dettagli del segnale

Quinto simbolo = natura del multiplexing

-ESEMPI:

100HA1A = Telegrafia (CW) - banda occupata 100 Hz

6K00A3A = Telefonia modulazione di ampiezza con doppia banda laterale (larghezza di banda 6 kHz)

2K70J3E = Telefonia modulazione di ampiezza, portante soppressa, singola banda laterale (SSB) - (larghezza di banda 2.7 kHz)

6K00F3E = Telefonia modulazione di frequenza a banda stretta (FM) – (larghezza di banda 6 kHz)

-ESEMPI DI DENOMINAZIONI PIU' USATE :

A1A = telegrafia (CW)

A2A = telegrafia con modulazione in ampiezza

A3E = modulazione di ampiezza, fonia

C3F = televisione, che usa la modulazione di ampiezza con banda laterale vestigiale residua

F1D = trasmissione dati in modulazione di frequenza, senza sottoportante modulante

F2D= trasmissione dati in modulazione di frequenza con sottoportante modulante (packet radio radioamatori)

F3E =modulazione di frequenza, fonia

J3E =fonia in modulazione di ampiezza, con portante soppressa (SSB)

B8E= fonia in modulazione di ampiezza, due bande laterali indipendenti , portante soppressa (ISB)

CODICI

ALFABETO FONETICO

A - ALFA	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

Codice fonetico internazionale dei numeri

0	NADAZERO	<u>Nadazero</u>	Pronuncia italiana
1	UNAONE	<u>Unauàn</u>	
2	BISSOTWO	<u>Bissotù</u>	
3	TERRATHREE	<u>Tèratrii</u>	
4	KARTEFOUR	<u>Cartefor</u>	
5	PANTAFIVE	<u>Pantafàiv</u>	
6	SOXISIX	<u>Soxi six</u>	
7	SETTESEVEN	<u>Setteseven</u>	
8	OKTOEIGHT	<u>Okto èit</u>	
9	NOVENINE	<u>Novenaine</u>	

CODICE Q (Abbreviazioni più comuni)

Codice	Domanda	Risposta
QRK	Qual'è l'intelligibilità del mio segnale?	L'intelligibilità dei vostri segnali è...
QRM	Siete disturbati?	Sono disturbato
QRN	Siete disturbati da rumori atmosferici?	Sono disturbato da rumori atmosferici
QRO	Debbo aumentare la potenza di emissione?	Aumentate la potenza di emissione
QRP	Debbo diminuire la potenza di emissione?	Diminuite la potenza di emissione
QRS	Debbo trasmettere più lentamente?	Trasmettete più lentamente
QRT	Debbo cessare la trasmissione?	Cessate la trasmissione
QRZ	Da chi sono chiamato?	Siete chiamato da...
QRV	Siete pronto?	Sono pronto
QSB	La forza dei miei segnali è variabile?	La forza dei vostri segnali varia
QSL	Potete darmi accusa di ricezione?	Do accusa di ricezione
QSO	Potete comunicare direttamente con?	Posso comunicare direttamente con
QSY	Debbo cambiare frequenza di trasmissione?	Trasmettete su un'altra frequenza, a ... KHz (o MHz)
QRX	Quando mi richiamerete?	Vi richiamerò alle ore...
QTH	Quale è la vostra posizione in latitudine e longitudine?	La mia posizione è... di latitudine e ... di longitudine

Altre abbreviazioni di uso comune

Abbreviazione	Significato
BK	Segnale utilizzato per interrompere una trasmissione in atto (break)
CQ	Chiamata a tutte le stazioni
CW	Onda continua - Telegrafia
K	Invito a trasmettere
MSG	Messaggio
PSE	Per favore
RST	Intelligibilità, forza del segnale, tonalità
R	Ricevuto
RX	Ricevitore
SIG	Segnale
TX	Trasmettitore
UR	Vostro

