

CLASSIFICAZIONI DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE

Tutte le varie frequenze interessanti le trasmissioni radio-televisive sono state classificate in un'assemblea internazionale delle Radio e Telecomunicazioni tenutasi ad Atlantic City nel 1947.

Nella tabella che segue è riportata la suddivisione delle onde radio nelle varie bande di frequenza, con le relative denominazioni secondo lo standard IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers - Organizzazione professionale USA -), adottato dall'ITU (International Telecommunication Union - Agenzia delle Nazioni Unite-) appunto nel 1947.

Lo spettro è suddiviso in nove bande di frequenza, designate da numeri interi consecutivi.

Numero di banda	Simbolo (Sigla)	Gamma di frequenza	Gamma di lunghezza d'onda	Definizione (onde ...)	Usi
4	VLF (Very Low Frequencies)	da 3 KHz a 30 KHz	da 100 Km a 10 Km	miriametriche	Trasmissioni con sommergibili
5	LF (Low Frequencies)	da 30 KHz a 300 KHz	da 10 Km a 1 Km	chilometriche	Trasmissioni della marina
6	MF (Medium Frequencies)	da 300 KHz a 3000 KHz	da 1 Km a 0,1 Km	ettometriche	Radio AM sistemi aeroportuali
7	HF (High Frequencies)	da 3 MHz a 30 MHz	da 100 m a 10 m	decametriche	Radio OC-CB Radiocomandi allarmi
8	VHF (Very High Frequencies)	da 30 MHz a 300 MHz	da 10 m a 1 m	metriche	Radio FM Radioamatori Televisione
9	UHF (Ultra High Frequencies)	da 300 MHz a 3000 MHz	da 100 cm a 10 cm	decimetriche	Televisione cellulari - ponti radio GPS
10	SHF (Super High Frequencies)	da 3 GHz a 30 GHz	da 10 cm a 1 cm	centimetriche	Radar - ponti radio - satelliti
11	EHF (Extra High Frequencies)	da 30 GHz a 300 GHz	da 10 mm a 1 mm	millimetriche	Radar - satelliti - sonde spaziali
12	<i>microonde</i>	da 300 GHz a 3000 GHz	da 1 mm a 0,1 mm	decimillimetriche	

E' d'uso comune distinguere anche tra:

- **radio-frequenze** (le frequenze fino a 220 MHz);
- **microonde** (le frequenze al di sopra di 220 MHz).

Nella pratica le radio-onde vengono suddivise in:

- **onde lunghe** (comprendendo le VLF e le LF);
- **onde medie** (corrispondenti alle MF);
- **onde corte** (corrispondenti alle HF);
- **onde ultracorte** (corrispondenti alle frequenze superiori e cioè VHF, UHF, SHF, EHF).

Le spettro delle microonde viene ulteriormente suddiviso in bande che vengono contraddistinte da una lettera dell'alfabeto, come nella tabella che segue:

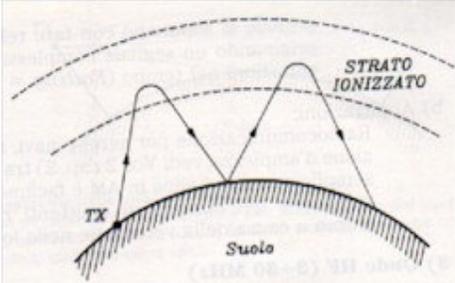
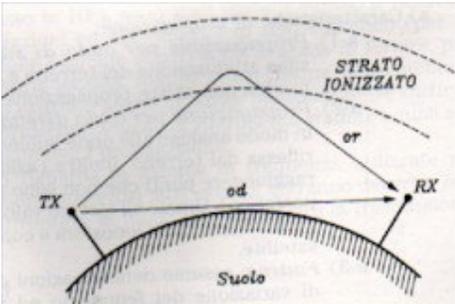
Banda (Simbolo)	Frequenza	Lunghezza d'onda
P	da 0,22 GHz a 1 GHz	da 136,36 cm a 30 cm
L	da 1 GHz a 2 GHz	da 30 cm a 15 cm
S	da 2 GHz a 4 GHz	da 15 cm a 7,5 cm
C	da 4 GHz a 8 GHz	da 7,5 cm a 3,75 cm
X	da 8 GHz a 12,5 GHz	da 3,75 cm a 2,4 cm
K_u	da 12,5 GHz a 18 GHz	da 2,4 cm a 1,67 cm
K	da 18 GHz a 26,5 GHz	da 1,67 cm a 1,13 cm
K_a	da 26,5 GHz a 40 GHz	da 1,13 cm a 0,75 cm

I pedici che appaiono nei simboli delle bande K_u e K_a stanno per "under" e "above" , indicando la posizione in frequenza rispettivamente al di sotto e al di sopra della banda K .

nome	f in Hz	λ in m	indicazione	esempi
		10^{-1}		
		10^0		Oscillazioni di terremoti, maree, ponti, torri, grattacieli, pendoli di orologio
bassa frequenza	3 Hz	10^8		telescriventi
		10^7		16 Hz (frequenze industriali)
BF	30 Hz	10^6		25 Hz - 50 Hz (frequenze acustiche BF) (orecchio umano)
		10^5		3,4 kHz (suoni percepibili)
Very Low Frequencies VLF	3 kHz	10^4	onde miriametriche	
Low Frequencies LF	30 kHz	10^3	onde chilometriche	150 kHz (onde lunghe)
Medium Frequencies MF	300 kHz	10^2	onde ettometriche	285 kHz (onde medie)
		10^1	onde decametriche	525 kHz (onde corte)
High Frequencies HF	3 MHz	10^0	onde metriche	1605 kHz (radio)
		10^{-1}	onde decimetriche	3,95 MHz (radio)
Very High Frequencies VHF	30 MHz	10^{-2}	onde centimetriche	26,1 MHz (onde ultracorte)
		10^{-3}	onde millimetriche	40 MHz (televisione)
Ultra High Frequencies UHF	300 MHz	10^{-4}		47 MHz (televisione)
		10^{-5}		30 MHz (televisione)
Super High Frequencies SHF	3 GHz	10^{-6}		790 MHz (televisione)
		10^{-7}		40 GHz (ponti radio, radar)
Extremely High Frequencies EHF	30 GHz	10^{-8}		gamma infrarossi, luce e raggi x
		10^{-9}		ipersuoni
		10^{-10}		
		10^{-11}		
		10^{-12}		
		10^{-13}		

Bande di frequenze e lunghezza d'onda
(Dal libro: *Lezioni ed esercizi di elettronica 2*; Editrice La Scuola)

Caratteristiche di propagazione e applicazioni tipiche delle onde radio alle varie frequenze

<p>Lunghissime e lunghe</p> <p>da 3 a 300 KHz</p> <p>da 100 a 1 Km</p> <p>VLF - LF</p>	<p style="text-align: center;">Propagazione per onda di superficie:</p> <p>In questa modalità le onde lunghissime e lunghe subiscono bassa attenuazione, soprattutto sul mare, e possono quindi raggiungere distanze notevoli (anche 1000 Km).</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Propagazione per riflessione:</p> <p>A causa dell'indice di rifrazione molto basso, le onde lunghissime e lunghe vengono fortemente rifratte, perciò compiono solo un breve percorso all'interno della ionosfera e vengono rimandate verso terra dove subiscono una nuova riflessione; si realizzano così una serie di riflessioni multiple che permette loro di raggiungere notevoli distanze.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>Grazie alla notevole sicurezza e stabilità nei collegamenti, queste frequenze sono utilizzate per le comunicazioni intercontinentali, la radio navigazione, la radiolocalizzazione.</p>
<p>Medie</p> <p>da 0,3 a 3 MHz</p> <p>da 1 a 0,1 Km</p> <p>MF</p>	<p style="text-align: center;">Propagazione per onda di superficie:</p> <p>L'attenuazione di queste onde è maggiore rispetto a quella delle onde lunghe, per cui le distanze raggiungibili sono, nei casi più favorevoli, dell'ordine delle centinaia di chilometri</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Propagazione per riflessione:</p> <p>A causa della forte attenuazione da parte degli strati D e F, di giorno queste onde vengono, in pratica, completamente assorbite dalla ionosfera. Di notte invece, a causa della minore ionizzazione, si ha propagazione per riflessione e possono raggiungere grandi distanze.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">Fading:</p> <p>A distanze intermedie si combinano i due tipi di propagazione per cui il segnale sul ricevitore deriva dalla composizione di segnali che hanno percorso cammini diversi. A causa dei diversi tempi impiegati, le varie componenti del segnale si sommano in modo casuale (con fase relativa variabile), originando un segnale complessivo la cui intensità è soggetta a variazioni nel tempo (Fading = evanescenza).</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>Radiocomunicazioni per aerei e navi, radiodiffusioni in AM (Modulazione d' Ampiezza) tra 520 e 1605 KHz.</p>

<p>Corte</p> <p>da 100 a 10 m</p> <p>da 3 a 30 MHz</p> <p>HF</p>	<p>Propagazione per onda di superficie:</p> <p>Per questo tipo di onde, la propagazione per onde di superficie, avviene con distanze dell'ordine delle decine di Km perchè esse sono soggette ad una attenuazione molto forte.</p>	<p>Radiodiffusione di vario tipo a media e lunga distanza, per esempio Banda Cittadina (C.B.) collocata tra 26.865 MHz e 27.275 MHz con canali spazati di 10 KHz.</p>
	<p>Propagazione per riflessione:</p> <p>A causa della maggiore frequenza rispetto alle bande precedenti, risulta minore l'attenuazione introdotta dalla ionosfera e quindi, tramite la riflessione, ad opera soprattutto dello strato F, si possono raggiungere grandi distanze. Per i motivi precedentemente esposti è inoltre presente la zona di silenzio (skip) nella quale non viene ricevuto il segnale. La dimensione della zona di silenzio varia con l'ora, la stagione e la frequenza del segnale.</p>	
	<p>Fading:</p> <p>A causa delle notevoli variazioni dello strato F₂ la propagazione è soggetta ad un intenso fenomeno di fading, che si manifesta come variazione casuale dell'intensità del segnale. Il periodo di fading può andare da una decina di secondi fino a qualche frazione di secondo.</p>	
<p>Cortissime</p> <p>da 10 m a 1 mm</p> <p>da 30 a 300 MHz</p> <p>VHF - UHF</p> <p>SHF - EHF</p>	<p>Propagazione per onda di superficie:</p> <p>A causa della elevatissima attenuazione del terreno e del mare, per queste frequenze non esiste, in pratica, propagazione per onda di superficie.</p>	<p>VHF</p> <p>Collegamenti a brevi distanze: per esempio radiodiffusione in FM banda radioamatoriale (denominata dei "2 metri") tra 144 e 146 MHz, TV in banda I e III.</p> <p>UHF</p> <p>TV in banda IV e V, banda radioamatoriale (tra 430 e 440 MHz), radar, radionavigazione, ponti radio (ponti radio telefonici a 2 GHz), telefonia mobile (sistema cellulare a 900 MHz).</p> <p>SHF e EHF</p> <p>Radar, ponti radio (ponti radio telefonici digitali tra 11 e 13 GHz), radionavigazione, satelliti geostazionari.</p>
	<p>Propagazione per onda diretta:</p> <p>Queste frequenze si propagano in modo analogo alle onde luminose, cioè per linea diretta oppure riflessa dal terreno. L'azione della troposfera consente di raggiungere punti punti che non sono a visibilità ottica (scattering troposferico). Grazie all'elevato valore di frequenza le onde non vengono riflesse dalla ionosfera e consentono quindi le trasmissioni via satellite.</p>	
	<p>Fading:</p> <p>Il fading assume denominazioni diverse a seconda della rapidità di variazione del fenomeno ed in dipendenza della frequenza:</p> <p><u>fading lento</u> (periodo dell'ordine dell'ora, dovuto a fenomeni meteorologici);</p> <p><u>fading veloce</u> (periodo dell'ordine del secondo dovuto ai percorsi multipli);</p> <p><u>fading selettivo</u> (legato particolarmente alla frequenza e causato dai percorsi multipli).</p>	

Dal libro: Telecomunicazioni vol 1° di Baietti - Basso - Denina ; Paravia