

# 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	<b>VLF</b> (Very Low Frequencies)	da 3 KHz a 30 KHz	da 100 Km a 10 Km	miriametriche	Trasmissioni con sommergibili
5	<b>LF</b> (Low Frequencies)	da 30 KHz a 300 KHz	da 10 Km a 1 Km	chilometriche	Trasmissioni della marina
6	<b>MF</b> (Medium Frequencies)	da 300 KHz a 3000 KHz	da 1 Km a 0,1 Km	ettometriche	Radio AM sistemi aeroportuali
7	<b>HF</b> (High Frequencies)	da 3 MHz a 30 MHz	da 100 m a 10 m	decametriche	Radio OC-CB Radiocomandi allarmi
8	<b>VHF</b> (Very High Frequencies)	da 30 MHz a 300 MHz	da 10 m a 1 m	metriche	Radio FM Radioamatori Televisione
9	<b>UHF</b> (Ultra High Frequencies)	da 300 MHz a 3000 MHz	da 100 cm a 10 cm	decimetriche	Televisione cellulari - ponti radio GPS
10	<b>SHF</b> (Super High Frequencies)	da 3 GHz a 30 GHz	da 10 cm a 1 cm	centimetriche	Radar - ponti radio - satelliti
11	<b>EHF</b> (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:

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

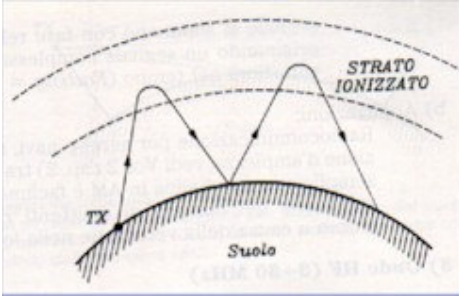
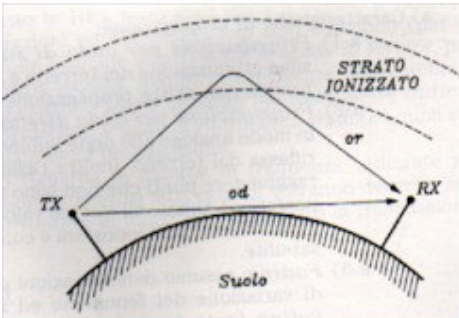
I pedici che appaiono nei simboli delle bande K<sub>u</sub> e K<sub>a</sub> stanno per "under" e "above" , indicando la posizione in frequenza rispettivamente al di sotto e al di sopra della banda K .

nome	$f$ in Hz	$\lambda$ 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			25 Hz - 50 Hz (orecchio umano)
		$10^6$		300 Hz telefono
	300 Hz			suoni percepibili
Very Low Frequencies <b>VLF</b>	3 kHz	$10^5$		3,4 kHz
		$10^4$	onde miriametriche	
Low Frequencies <b>LF</b>	30 kHz	$10^4$		20 kHz ultrasuoni
		$10^5$	onde chilometriche	
Medium Frequencies <b>MF</b>	300 kHz	$10^3$		150 kHz onde lunghe
		$10^6$	onde ettometriche	285 kHz onde medie
	3 MHz	$10^2$		1605 kHz radio
High Frequencies <b>HF</b>		$10^7$	onde decametriche	3,95 MHz
	30 MHz	$10^1$		26,1 MHz onde corte
Very High Frequencies <b>VHF</b>		$10^8$	onde metriche	40 MHz televisione
	300 MHz	$10^0$		47 MHz
Ultra High Frequencies <b>UHF</b>		$10^9$	onde decimetriche	790 MHz
	3 GHz	$10^{-1}$		30 MHz
Super High Frequencies <b>SHF</b>		$10^{10}$	onde centimetriche	ipersuoni
	30 GHz	$10^{-2}$		gamma infrarossi, luce e raggi x
Extremely High Frequencies <b>EHF</b>	300 GHz	$10^{-3}$	onde millimetriche	40 GHz ponti radio, radar

## 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;"><b>Propagazione per onda di superficie:</b></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;"><b>Propagazione per riflessione:</b></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;"><b>Propagazione per onda di superficie:</b></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;"><b>Propagazione per riflessione:</b></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;"><b>Fading:</b></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><b>Propagazione per onda di superficie:</b></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><b>Propagazione per riflessione:</b></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><b>Fading:</b></p> <p>A causa delle notevoli variazioni dello strato F<sub>2</sub> 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><b>Propagazione per onda di superficie:</b></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><b>Propagazione per onda diretta:</b></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><b>Fading:</b></p> <p>Il fading assume denominazioni diverse a seconda della rapidità di variazione del fenomeno ed in dipendenza della frequenza:  <u>fading lento</u> (periodo dell'ordine dell'ora, dovuto a fenomeni meteorologici);  <u>fading veloce</u> (periodo dell'ordine del secondo dovuto ai percorsi multipli);  <u>fading selettivo</u> (legato particolarmente alla frequenza e causato dai percorsi multipli).</p>	

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