

ONDE ELETTROMAGNETICHE - SPETTRO RADIO

N. BANDA	Frequenze		Lunghezze d'onda		TIPO di propagazione	SIGLA	SERVIZI	FREQUENZE UTILIZZATE
	DA	A	Da	A				
	(KHz)		(m)					
4	3	30	100000	10000	SUPERFICIALI	VLF (Very Low Frequency)	Nautici	
5	30	300	10000	1000	SUPERFICIALI	LF (Low Frequency)	Nautici	
							Radiodiffusione in onde lunghe (OL o LW)	148,5KHz÷283,5KHz
6	300	3.000	1000	100	SUPERFICIALI SPAZIALI (DI NOTTE)	MF (Medium Frequency)	Radiodiffusione in onde medie (OM o MW) Modulazione d'Ampiezza AM	526,5KHz÷1606,5KHz
7	3.000	30.000	100	10	SPAZIALI	HF (High Frequency)	Servizi vari Radiodiffusione in onde corte	5,005MHz÷26,1MHz
							Radioamatori CB Citizen Band Banda Cittadina	26,875MHz÷27,535MHz
8	30.000	300.000	10	1	DIRETTA	VHF (Very High Frequency)	Canali VHF TV Terrestre	47MHz÷88MHz
							Radiodiffusione in Modulazione di Frequenza FM	88MHz÷108MHz
							Canali VHF TV Terrestre	174MHz÷230MHz
9	300.000	3.000.000	1	0,1	DIRETTA SCATTERING TROPOSPERICO	UHF (Ultra High Frequency) [Microonde]	Canali UHF TV Terrestre	470MHz÷862MHz
							Telefonia Cellulare E-TACS	872MHz÷905MHz 917MHz÷950MHz
							Telefonia Cellulare GSM	890MHz÷915MHz 935MHz÷960MHz
							Telefonia Cellulare DCS 1800	1740MHz÷1785MHz 1835MHz÷1880MHz
							Telefonia Cellulare DECT	1880MHz÷1900MHz
							Telefonia Cellulare UMTS	1920 MHz ÷1980 MHz 2110 MHz÷2170 MHz
BANDA ISM (Industrial, Scientific, Medical) Non soggetta a licenza Spread Spectrum							WI-FI (IEEE 802.11b) Bluetooth	2400 MHz÷2483.5 MHz
10	3.000.000	30.000.000	0,1	0,01	DIRETTA	SHF (Super High Frequency) [Microonde]	Servizi Satellitari (TVSAT, radio SAT, Telefonia..)	
11	30.000.000	300.000.000	0,01	0,001	DIRETTA	EHF (Extremely High Frequency) [Microonde]	Ricerche Satellitari	

SUDDIVISIONE DELL'ATMOSFERA

<i>DENOMINAZIONE</i>	<i>ESTENSIONE</i>		<i>Caratteristiche</i>
	<i>DA</i>	<i>A</i>	
	(Km)		
TROPOSFERA	0	10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sede dei fenomeni meteorologici. ➤ Temperatura varia molto con l'altezza.
STRATOSFERA	10	50	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Temperatura varia poco con l'altezza. ➤ Non ha grande influenza sulla propagazione delle onde e.m.
IONOSFERA	50	400	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Presenza di gas ionizzati e quindi di cariche libere la cui densità varia con l'altezza e con l'irraggiamento solare (giorno/notte): ➤ Ionizzazione causata da irraggiamento solare e raggi cosmici; ➤ Ionizzazione varia con l'altezza in modo non uniforme; ➤ Sono individuati tre strati: D, E, F. D ed E, più bassi, scompaiono di notte perché la ionizzazione per loro dipende essenzialmente dall'insolazione. F invece permane anche di notte dal momento che la ionizzazione prevalente è dovuta ai raggi cosmici.

MODALITÀ DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE E.M.

PER ONDA DI SUPERFICIE	ONDE TERRESTRI (la loro propagazione avviene entro la Troposfera)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Segue la superficie terrestre ed è notevolmente influenzata dalle sue caratteristiche elettriche. ➤ Lunghezze d'onda devono essere grandi per superare gli ostacoli per diffrazione. Quindi frequenze basse (VLF, LF). ➤ Attenuazione da parte degli ostacoli sulla superficie terrestre. La superficie del mare attenua molto meno della terra. Uso nelle trasmissioni nautiche.
PER ONDA DIRETTA		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Viaggia direttamente dal trasmettitore al ricevitore in linea retta. ➤ Antenna trasmittente ed antenna ricevente si devono "vedere" (propagazione in visibilità ottica LOS Line Of Sight). ➤ Utilizzo in onde cortissime VHF e microonde UHF, SHF, EHF. ➤ In realtà le onde sono incurvate per diffrazione. ➤ Si definisce "orizzonte radio" la distanza massima tra le due antenne perché possa mantenersi la trasmissione.
PER ONDA DIRETTA DAL SUOLO		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Scarso utilizzo reale ➤ Problema d'interferenza con onde dirette (fading)
PER SCATTERING (DIFFUSIONE) TROPOSFERICO		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Scattering = Diffusione in tutte le direzioni che avviene quando l'onda e.m. colpisce una zona dell'atmosfera con caratteristiche non uniformi; ➤ Sfruttando lo scattering troposferico è possibile realizzare ponti radio ben oltre le distanze dell'orizzonte radio; ➤ Occorre però operare con potenze di trasmissione rilevanti dal momento che lo scattering disperde buona parte della potenza dell'onda e.m.
PER ONDA RIFLESSA DALLA IONOSFERA	ONDA SPAZIALE	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Per frequenze inferiori a 30MHz e per onde inviate nello spazio con un angolo superiore all'angolo limite può realizzarsi la riflessione totale dell'onda e.m. su uno degli strati della ionosfera e quindi l'onda e.m. può essere riflessa sulla terra a grande distanza dal punto di trasmissione. Di notte la distanza massima aumenta dal momento che la riflessione avviene sullo strato F della Ionosfera. ➤ Per frequenze >>30MHz l'indice di rifrazione della Ionosfera vale 1 e le onde e.m. si muovono nella Ionosfera in linea retta. Anche l'assorbimento è, per quelle frequenze, trascurabile. Quindi per i collegamenti satellitari (frequenze > di 10GHz) praticamente non si risente della presenza della Ionosfera.

FADING (AFFIEVOLIMENTO) = diminuzione improvvisa e casuale della potenza ricevuta

<i>TIPO</i>	<i>Caratteristiche</i>
Attenuazione del percorso	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Classica e nota attenuazione dello spazio libero che varia come $1/r^2$ ➤ Si può aggiungere l'assorbimento.
Fading Lento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Muovendosi il ricevitore può andare a trovarsi in una zona d'ombra del segnale. ➤ E' definito lento giacché le velocità di movimento del ricevitore sono comunque basse e quindi è lenta la variazione dell'intensità del segnale ricevuto; ➤ Occorre trasmettere ad una potenza superiore per riuscire a coprire almeno parzialmente anche le zone d'ombra. ➤ Blackout fading causato da variazioni del percorso del segnale provocate dal variare dell'indice di rifrazione della troposfera a causa delle condizioni meteorologiche.
Fading da percorsi multipli (multipath fading) o Fading veloce	<ul style="list-style-type: none"> ➤ In condizioni ideali un solo percorso tra trasmettitore e ricevitore. ➤ In pratica ciò non è possibile; lo stesso segnale può arrivare al ricevitore seguendo percorsi diversi e dopo numerose riflessioni. ➤ Se i segnali multipli arrivano in opposizione di fase, i segnali stessi tendono ad affievolirsi notevolmente fino ad annullarsi. Può provocare frequenti e brevi interruzioni del collegamento. ➤ I percorsi multipli, del resto, consentono la comunicazione anche quando trasmettitore e ricevitore non sono in visibilità ottica;ù ➤ Per combattere il fading da percorsi multipli occorre agire sulla fase ωt e quindi o su t (diversità di spazio tra i segnali con percorsi riversi, antenne riceventi distanziate, possibile solo lato rete) o su ω (diversità di frequenza tra i segnali con percorsi diversi = frequency hopping; segnali inviati su più frequenze diverse con continui salti di frequenza per una stessa comunicazione).