



## Propagazione delle onde radio



### Cenni di propagazione delle radioonde

[**propagazione per onde di terra**|**propagazione ionosferica**|**strato D**|**strato E**|**strato F**]

Le onde radio si propagano dall'antenna trasmittente a quella ricevente, permettendo l'ascolto. Conoscere il meccanismo propagativo significa aumentare le possibilità di ascolti migliori. Spesso capita che l'ascoltatore alle prime armi provi ad ascoltare certe frequenze ad ore sfavorevoli, traendo la conclusione che il proprio ricevitore sia muto o non funzioni a dovere. Occorre invece scegliere il momento giusto, l'ora giusta e la banda giusta. Tutto ciò si acquisisce con l'esperienza e con tante e tante ore d'ascolto; per accorciare i tempi e per poter trarre la maggior soddisfazione possibile dall'hobby del radioascolto occorre acquisire una conoscenza perlomeno generale della propagazione delle onde radio, che avviene in due modalità differenti: per **onda di terra** e per **onda riflessa**.

Scopo di queste righe è dare una minima spiegazione di cosa siano la propagazione per onda di terra e quella per onda riflessa o ionosferica.

### Propagazione per onda di terra

Onda di terra è quell'onda che si propaga sulla superficie terrestre. Ha più importanza nella propagazione delle onde medie che in quella delle onde corte. Le distanze raggiungibili grazie a tale tipo di propagazione sono relativamente grandi e dipendenti da molti parametri. Il principale è il tipo di superficie che il segnale deve attraversare per giungere al nostro ricevitore: deserti, zone aride e secche sono pessime superfici per questo tipo di propagazione, tutt'altro che conduttivi; invece mari, oceani e terreni umidi sono ottimi conduttori di segnale.

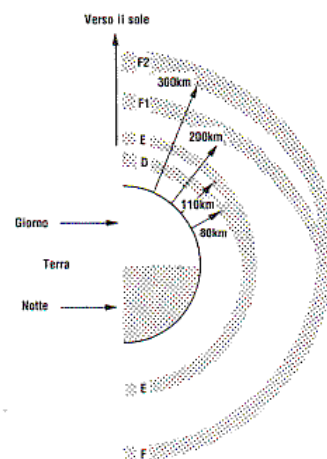
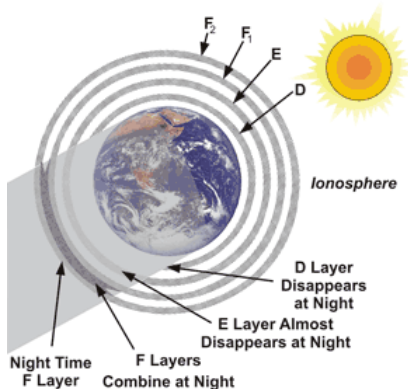
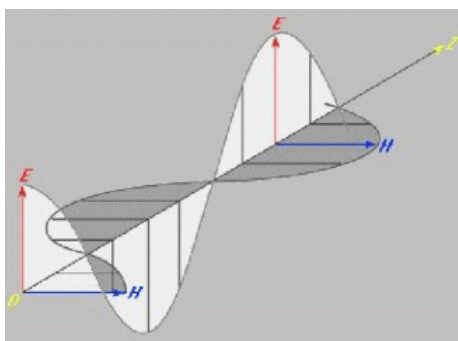
Tutti i segnali in onda media che riceviamo durante le ore luminose sono segnali di terra, in quanto durante l'irraggiamento solare il meccanismo di propagazione ionosferica in onde medie è compromesso da altri fattori, che vengono affrontati più oltre.

Per quanto riguarda le onde corte, sostanzialmente non avviene propagazione per onda di terra. Anzi, il suolo molte volte assorbe le onde radio piuttosto che rifletterle. Per tale motivo i sistemi radianti in onda media sono nettamente differenti da quelli in onda corta, essendo nei primi molto curata la componente di terra (si arriva spesso ad interrare o reti metalliche o migliaia di fili per rendere "conduttivo" il terreno).

### Propagazione per onde ionosferiche o riflesse

Per poter comprendere tutti fenomeni legati a questo tipo di propagazione occorre avere una visione generale della ionosfera, delle sue parti e del loro singolo comportamento. Perciò viene data più sotto una breve descrizione della ionosfera sotto l'aspetto geofisico.

La ionosfera è una parte della nostra atmosfera. Si individua fra i 50 ed i 300 km circa dalla superficie terrestre con una larga tolleranza in eccesso. La si divide in 3 regioni o strati, indicati con le lettere **D**, **E** ed **F**, che a sua volta si divide in **F1** ed **F2**.



#### Lo strato *D*

Lo strato *D* si estende, approssimativamente, da 50 a 90 km, con una concentrazione elettronica che cresce rapidamente con l'altezza. La concentrazione elettronica nello strato *D* presenta una variazione diurna importante: raggiunge il suo massimo poco dopo mezzogiorno solare locale, mentre conserva valori estremamente bassi nelle ore notturne.

In inverno, nonostante che la distanza zenitale dal sole sia molto grande, si osservano spesso concentrazioni elettroniche molto elevate, sempre tra 70 e 90 km, dovute probabilmente alla natura ed alla concentrazione dei gas che compongono l'atmosfera. L'influenza dell'attività solare sulla concentrazione elettronica nello strato *D* si differenzia alle diverse altezze: tra 70 e 90 km i raggi X di origine solare sono la principale fonte di ionizzazione e questa è massima quando il ciclo solare è al suo massimo; al di sotto dei 70 km le radiazioni più attive sono quelle cosmiche e la concentrazione massima si presenta quando l'attività solare è al suo minimo, per cui la dispersione interplanetaria dei raggi cosmici di origine galattica tende a ridursi.

Durante una perturbazione geomagnetica la densità elettronica tra 75 e 90 km tende a rinforzarsi alle latitudini subaurorali ed inferiori, per l'apporto di elettroni ad alto contenuto energetico.

Lo strato *D* può raggiungere una densità massima di 10 miliardi di elettroni per metro cubo a quote tra 50 e 90 km, con alta densità di particelle neutre. Questo strato non ha, a causa della relativamente bassa densità elettronica, grande rilevanza per la riflettività nei riguardi delle onde usate nei radiocollegamenti via ionosfera, mentre invece assume notevole importanza nei riguardi dell'assorbimento, tanto che lo strato *D* può essere considerato lo strato assorbente per eccellenza.

#### Lo strato *E*

Tra 90 e 130 km si colloca lo strato *E*, che comprende lo strato *E* normale e lo strato **E sporadico**.

Lo strato *E* normale è uno strato molto regolare e si trova ad un'altezza nella quale la temperatura ha una escursione da -80 a +80 gradi °C. La concentrazione elettronica dipende strettamente dalla distanza zenitale dal sole. Vi è un massimo giornaliero verso mezzogiorno ed un massimo stagionale in estate. Il massimo della concentrazione elettronica si colloca intorno ai 110 km ed è circa di 100 miliardi di elettroni per metro cubo. Con questa concentrazione il plasma elettronico ha una sua propria frequenza di riflessione (MUF) di circa 3 MHz.

Durante la notte la ionizzazione dello strato *E* si riduce drasticamente e la MUF del plasma scende a valori tra 4 e 6 kHz.

La concentrazione elettronica è massima al massimo del ciclo solare. Nell'arco del ciclo solare si hanno variazioni della frequenza del plasma intorno al 30%.

Una parte dello strato *E*, a circa 120 km, viene chiamata **Es** o **E Sporadico**, proprio per il fatto che la sua presenza è aleatoria e sporadica. Pare che la sua ionizzazione sia dovuta a meteoriti e fenomeni cosmici non legati all'attività solare. La sua presenza è più frequente d'estate che d'inverno.

#### Lo strato *F*

Lo strato *F* inizia ad un'altezza di circa 130 km. Durante la notte lo strato *F* si comporta in modo diverso che di giorno, quando si divide in due differenti strati: *F1* ed *F2*, anche se la concentrazione elettronica non presenta stratificazioni molto nette.

Lo strato *F1* è la zona compresa tra 130 e 210 km di altezza e la concentrazione elettronica è dell'ordine di 200 miliardi di elettroni per metro cubo.

Lo strato *F2*, il più alto degli strati ionosferici, è quello in cui la concentrazione degli elettroni è generalmente la più densa: i suoi valori sono compresi tra 1000 miliardi di elettroni per metro cubo di giorno e 50 miliardi di elettroni per metro cubo di notte.

Lo strato F2 non risponde al modello matematico di Chapman, perché a quelle altezze vi sono notevoli venti (correnti ioniche), diffusione ed altri fenomeni dinamici. Quando inizialmente si applicava la teoria di Chapman anche allo strato F2, il diverso comportamento di questo strato era considerato tra le anomalie. Oggi si sa che questo termine è improprio.

L'"**anomalia diurna**" consiste nel fatto che il massimo della concentrazione elettronica dello strato F2 si produce spesso un'ora dopo il mezzogiorno solare, in genere tra le 13 e le 15 ore locali. Si sono notate sperimentalmente altre due variazioni durante il giorno, i cui massimi si collocano intorno alle ore 10-11 locali e tra le ore 22-23, sempre locali.

Nell'emisfero Nord l'"**anomalia stagionale**" consiste in una tendenza alla concentrazione elettronica dello strato F2 intorno alle 12 locali, e ad essere più alta d'inverno che d'estate. L'"**anomalia equatoriale**" consiste nel fatto che nelle zone comprese tra 20 e 30 gradi, sia a Nord che a Sud dell'equatore, l'influenza della distanza zenitale del sole sulla concentrazione elettronica dello strato F2 è notevolmente diversa da quella che ci si aspetta.

Nelle latitudini elevate si osservano alcune "**anomalie**" nelle caratteristiche dello strato F2, probabilmente associate alla caduta di particelle di alto valore energetico. Vi è infatti una depressione pronunciata nella concentrazione elettronica dello strato F2, dovuta alle linee di forza della magnetosfera e che si estende su 2-10 gradi in direzione dell'equatore, subito dopo l'ovale aurorale e da mezzogiorno a tutta la notte.

Alcune osservazioni sulle concentrazioni elettroniche, al di sopra dell'altezza in cui avviene il suo massimo, sono state effettuate con radar a diffusione incoerente, con missili e sonde installate a bordo di satelliti. Queste osservazioni mostrano come la concentrazione elettronica decresce in modo approssimativamente esponenziale con l'altezza. Intorno a 100 km si ha una variazione del gradiente della concentrazione elettronica causata dalla presenza di un passaggio da ioni di ossigeno a ioni di idrogeno; l'altezza alla quale avviene questa transizione aumenta con la latitudine. A 1000 km la concentrazione elettronica è normalmente dell'ordine di 10 miliardi di elettroni per metro cubo.

Le onde radio vengono riflesse dagli strati ionizzati. Se il sole ha un certo comportamento, la ionosfera avrà una certa densità e struttura; ad altri comportamenti del sole invece corrisponderanno altrettanti caratteri di densità e struttura. Per cui possiamo comprendere che le variazioni di propagazione sono legate ai seguenti fenomeni:

- alternarsi del giorno e della notte (variazione diurna)
- alternarsi delle stagioni (variazione stagionale)
- alternarsi di periodi di alta attività solare con periodi di calma (variazione del ciclo solare)

e per finire anche variazioni dovute alla differente posizione geografica.

[ [e-mail](#) | [guida al radioascolto](#) | [lista Radiorama](#) | [per saperne di più](#) | [modulo di iscrizione](#) | [news dalla segreteria](#) ]