

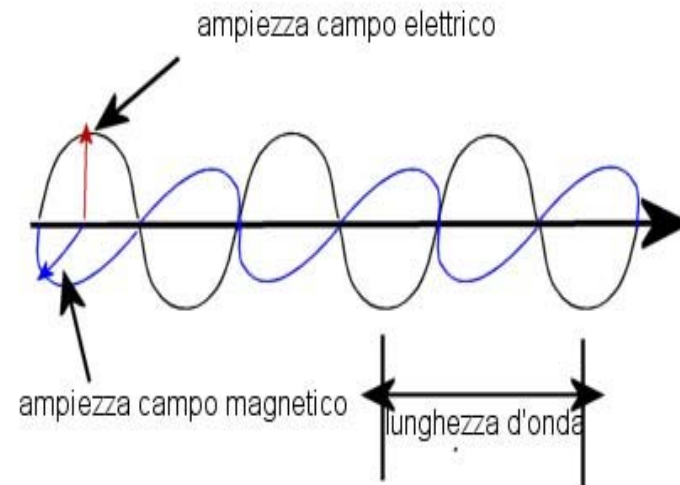
# Temporali e onde elettromagnetiche

*a cura di Cristian Puddu*  
*[www.gegginio.altervista.org](http://www.gegginio.altervista.org)*  
*[gegginio@altervista.it](mailto:gegginio@altervista.it)*

## *Classificazione delle onde elettromagnetiche*

Prima di parlare di fulmini e temporali è bene descrivere brevemente come vengono classificate le onde elettromagnetiche. Questa premessa è molto importante perché le onde radio non sono tutte uguali e si comportano in modo diverso a seconda della loro lunghezza d'onda e della loro frequenza. In questa prima parte ci interesseremo di argomenti molto cari ai radioamatori e spero che qualche appassionato di meteorologia si avvicini in tal modo anche a questo hobby che lentamente purtroppo si sta spegnendo.

Un'onda elettromagnetica è classificata in base alla sua lunghezza d'onda e alla sua frequenza: non è altro che una forma di energia ondulatoria dovuta alla simultanea propagazione di un campo elettrico e di un campo magnetico tra loro perpendicolari e le cui intensità variano in modo regolare creando delle onde sinusoidali, da cui il nome di onde. Solitamente si rappresenta graficamente un solo campo, ad esempio il campo elettrico.



Nella semplice figura si può notare la presenza del campo elettrico e del campo magnetico. Supponendo che le oscillazioni si ripetano nell'arco di 1 secondo abbiamo una frequenza pari a 3 Hz

La lunghezza d'onda ( $\lambda$ ) corrisponde alla distanza fra 2 punti in fase (ad esempio 2 creste) e si misura in metri o suoi sottomultipli, mentre la frequenza  $f$  è il numero di oscillazioni e quindi di cicli che avvengono in un secondo e si misura in Hertz, dove  $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo al secondo}$ . Le due grandezze sono legate tra loro e all'aumentare della lunghezza d'onda diminuisce la frequenza.

$\lambda [\text{metri}] = 300/f [\text{MHz}]$  perché la velocità delle onde elettromagnetiche è di  $300 \text{ m/s}$ . Le radiazioni a più alta energia sono quelle a più alta frequenza. Questo è importante perché nell'urto con la ionosfera, a causa dello scontro con le molecole, le onde radio perdono energia e diminuiscono di intensità.

Detto questo possiamo suddividere le onde genericamente in base alla loro lunghezza:

meno di 150 KHz : onde lunghissime

da 150 KHz a 300 KHz: onde lunghe

da 1,5 MHz a 30 MHz: onde corte

da 30 MHz a 300 MHz : onde cortissime

da 300 MHz a 3000 MHz : onde ultracorte

poi abbiamo le supercorte e le extracorte, ma sono termini poco usati.

Invece la classificazione in base alla loro frequenza è la seguente.

range	abbreviazione	Nome
0,1 Hz – 3 KHz	ELF	Frequenze estremamente basse

3 – 30 KHz	VLF	Frequenze molto basse
30 – 300 KHz	LF	Frequenze basse
300 – 3000 KHz	MF	Frequenze medie
3 – 30 MHz	HF	Frequenze alte
30 – 300 MHz	VHF	Frequenze molto alte
300 – 3000 MHz	UHF	Frequenze ultra alte
3 – 30 GHz	SHF	Frequenze super alte
30 – 300 GHz	EHF	Frequenze estremamente alte

Ricordo che 1 KHz = 1000 Hz, 1 MHz = 1000 KHz e 1GHz = 1000 MHz

Ecco una semplice tabella con alcuni esempi di applicazione delle onde elettromagnetiche.

Nome	Tipologia servizi civili e/o militari
ELF	Sconosciuti. Forse sottomarini USA
VLF	Rete Omega dei sottomarini USA. Da sotto i 9 KHz finiscono le bande assegnate alle radio comunicazioni A 19,5 KHz prima stazione civile campione
LF	Radiofari; stazioni radio civili. A 189 KHz ad esempio c'è la prima stazione radio italiana dell'etere RAI RADIO2
MF	Stazioni aeronautiche e navigazione, stazioni internazionali di emergenza aeronautica, numerose stazioni radio civili internazionali (AM radio). Agenzie di stampa, radioamatori, stazioni Fax meteo, stazioni di tempo campione e tanto altro
HF	Numerose stazioni internazionali, utility (navigazione, aeronautica, bollettini meteo, stazioni campione, radioamatori, capitanerie di porto ecc...)
VHF	Trasmissioni forze dell'ordine, canali TV, ponti ripetitori, radioamatori, bollettini del mare Stazioni radio in FM
UHF	Stazioni Tv, telefonia cellulare, servizi satellite
SHF	Stazioni tv via satellite / trasmissione dati
EHF	Servizi sperimentali

Da sottolineare subito che le osservazioni degli appassionati di fenomeni naturali, quali ad esempio terremoti, meteore, macchie solari e

temporali, si rivolgono principalmente al poco conosciuto campo delle ELF e VLF dove come vedremo è possibile autocostruirsi degli ottimi ricevitori.

## Propagazione

Per propagazione di un'onda radio si intende il suo trasporto attraverso un mezzo conduttore che può essere un cavo o, come nel nostro caso, lo spazio dell'atmosfera, l'etere. Tale propagazione non è costante ma dipende da numerosi fattori. Ognuna delle bande che abbiamo elencato è caratterizzata dal fatto di comportarsi diversamente dal punto di vista della propagazione e delle interferenze che la accompagnano; cerchiamo quindi di comprendere brevemente quali sono i fattori che influiscono sulla propagazione. Ciò permetterà di capire la distanza massima alla quale possiamo ricevere il fulmine.

Le onde elettromagnetiche si propagano per onda di terra e per onda riflessa. L'onda di terra viaggia perpendicolarmente al suolo e arriva alla stazione ricevente. Questo tipo di propagazione dipende dunque dall'altezza tra stazione ricevente e trasmittente e da eventuali ostacoli, come ad esempio monti o edifici, e varia in base al tipo di suolo. Mari, oceani e laghi sono ottimi mezzi di propagazione di questo tipo di segnali. Un esempio classico di onde radio che si propagano solo tramite onda di terra sono le trasmissioni in FM delle nostre radio preferite, che infatti non superano generalmente i 100 km a causa della presenza di ostacoli e della curvatura terrestre.

Ma come vedremo molte altre onde radio si propagano non solo tramite onda di terra ma contemporaneamente anche tramite onda riflessa. Questo fenomeno avviene grazie alla presenza della ionosfera e in alcuni particolari casi che ci limiteremo solo ad accennare è possibile raggiungere condizioni di propagazione eccezionali.

La ionosfera si trova fra 50 e 300 km dalla superficie terrestre ed è composta da un'elevata concentrazione di cariche elettriche dovute al vento solare e di conseguenza all'attività del sole; in particolare le responsabili sono le radiazioni UVA, i raggi X e gamma. Possiamo quindi subito dedurre che durante i massimi periodi di attività solare, che ricordo si svolge a cicli di 11 anni ed in presenza di un numero elevato di macchie solari, le radiocomunicazioni risentono di aumenti considerevoli in termini di distanze coperte.

La ionosfera risulta divisa nei seguenti strati: strato D compreso tra 50 e 90 km, strato E (90–130 km), strato F a sua volta diviso in F1 (130-210 km) ed F2 (210–300 km). Di notte lo strato D sparisce per lasciare il posto ad un unico strato F che risulta quindi separato in F1 ed F2 solo durante il giorno. Sia di giorno che di notte può formarsi un particolare strato detto "E sporadico" che consente una propagazione eccezionale e che secondo alcune teorie si verifica in seguito al passaggio di meteoriti o altri fenomeni astronomici.

Riepilogando, le onde radio rimbalzano sugli strati della ionosfera, arrivano sulla terra e vengono nuovamente rimbalzate verso lo spazio. Lo strato D come vedremo si comporta come una spugna, nel senso che assorbe le onde lunghe e non permette nessuna riflessione; lo strato E è il responsabile della propagazione delle onde corte durante il giorno e permette comunicazioni anche a distanze di 2000 km ma la sua importanza è data dalla particolarità che si possa venire a creare il cosiddetto "E sporadico", mentre lo strato F permette comunicazioni a enormi distanze (circa 4000 km) durante la notte. Lo strato F2 è quello con la concentrazione di elettroni maggiore.

La propagazione varia anche durante le stagioni e generalmente presenta un valore massimo durante il periodo estivo. Tuttavia segnalò una delle tante anomalie: d'inverno, intorno alle ore 12.00 locali, lo strato D e F2 presentano una ionizzazione superiore al periodo estivo. La propagazione dipende anche dalla posizione geografica, si veda ad esempio il caso di propagazione transequatoriale che dall'Italia si propaga verso sud e quindi verso l'equatore e di propagazione dovuta alle aurore boreali che coinvolgono invece il nord Europa. Rammento che stiamo sviluppando un discorso che potrebbe sembrare semplice, ma in realtà le cose non sono proprio così semplici: vi sono altre

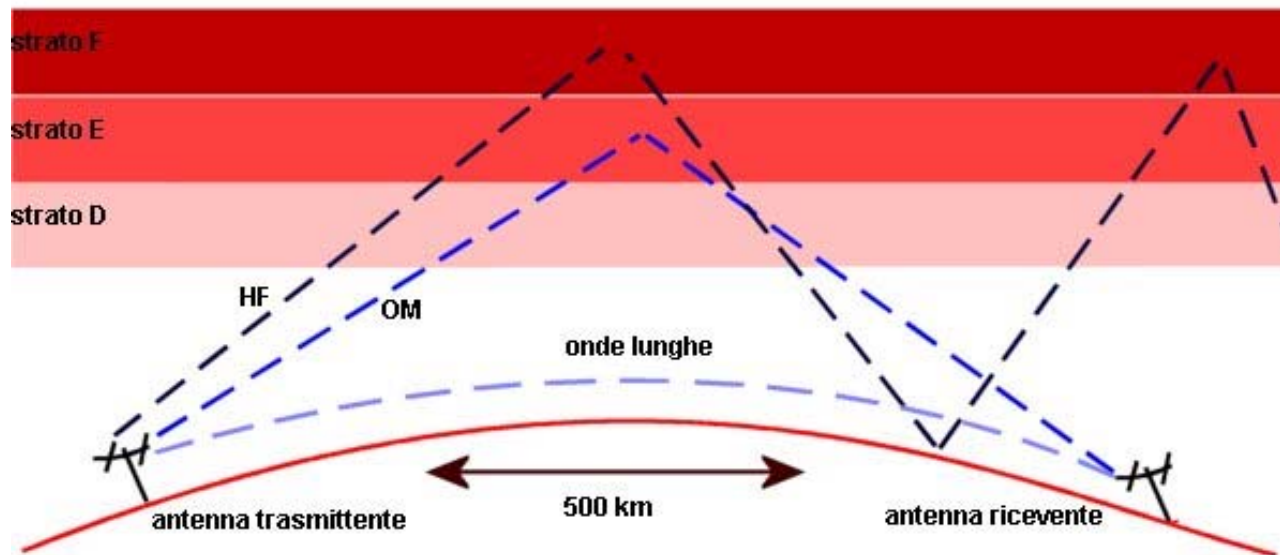
anomalie nella propagazione e casi eccezionali che non ho accennato per evitare inutili confusioni.

Quindi la propagazione dipende da:

- frequenza d'onda elettromagnetica
- variazione giorno – notte
- variazione stagionali
- macchie solari

Possiamo poi solo accennare a tanti altri fattori che causano rare forme di propagazione per particolari bande radio (inversioni termiche, meteoriti, aurore boreali, perturbazioni ecc...).

I radioamatori sfruttano la propagazione che avviene lungo il terminatore (la linea che separa il giorno dalla notte) per comunicazioni a grandi distanze e dispongono di tabelle aggiornate e altri dati, nonché di una buona dose di esperienza sulle condizioni dell'attività solare e sulle frequenze da utilizzare a seconda del luogo geografico e dell'orario.



Schema generico del meccanismo della propagazione nelle ore diurne: la distanza di 500 km è solo indicativa mentre si noti come le HF riflesse dallo strato F riescano a rimbalzare nuovamente verso l'atmosfera.

Poiché la propagazione dipende anche dal tipo di frequenza, ora passeremo in rassegna le varie onde limitatamente a quelle che ci interessano.

### Onde lunghe o LF

Queste particolari frequenze durante il giorno risentono dell'influenza dello strato D che si trova ad una distanza di 50 km dal suolo. Durante il giorno le LF si propagano mediante una lunga onda di terra capace di superare enormi ostacoli. Quindi vengono coperte distanze nell'ordine di 1000 km.

Durante la notte con la scomparsa dello strato D la distanza aumenta leggermente.

Tali onde risentono in misura notevole dei disturbi radioatmosferici naturali ed artificiali causati da temporali, motori elettrici ecc...questi disturbi diminuiscono con l'aumentare della frequenza fino a quasi scomparire nel campo delle VHF.

### **Onde medie (MF)**

Queste frequenze invece coprono durante il giorno distanze nell'ordine di 150 - 200 km perché a causa dell'assorbimento dello strato D vengono in parte assorbite e in parte riflesse dallo strato E.

Durante la notte, come si può facilmente verificare con una normale radiolina AM, la propagazione aumenta notevolmente perché tali onde vengono riflesse dallo strato F e possiamo facilmente ascoltare i segnali di tutto il continente europeo. In particolari condizioni è possibile ricevere segnali anche da oltreoceano. All'aumentare della frequenza quindi l'influenza dello strato D viene meno.

### **Onde corte (HF)**

Probabilmente le mie preferite, per via delle numerose stazioni utility e la possibilità di ascoltare tutto il mondo. Il comportamento è molto vario, ma in genere tali onde vengono solo in parte assorbite dallo strato D e si propagano anche durante il giorno tramite lo strato E mentre di notte la propagazione avviene per lo più tramite F. Le distanze coperte variano parecchio con comunicazioni che durante il giorno arrivano a coprire i 2000 km e di notte praticamente quasi tutto il mondo (su circa 10 MHz). A frequenze più alte (dai 20 MHz), come ben sa chi usa il CB, la propagazione è notevolmente influenzata dall'attività solare e la propagazione che avviene a enormi distanze si verifica prevalentemente durante il giorno. Il rumore atmosferico è basso.

### **VHF UHF**

Normalmente vengono coperte distanze di 50-100 km al massimo. Su tali frequenze, al di sopra di 50 MHz, la propagazione avviene in modo diverso da quanto esposto. Si tratta per lo più di fenomeni difficili da prevedere ed isolati dovuti a modi non comuni di propagazione. Per esempio posso brevemente accennare alla possibilità delle onde di subire una diffrazione in seguito a fenomeni meteorologici (strati d'atmosfera a diversa umidità, inversione termica...) che permettono di coprire anche i 300-400 km o per la formazione di "E sporadico". Le basse frequenze in VHF risentono come ho avuto modo di constatare personalmente dell'influenza dell'attività solare.

Normalmente le frequenze di nostro interesse per l'ascolto dei temporali non vanno oltre il valore di 100 MHz.

### **SHF EHF**

Solo un breve cenno per dire che attraversano la ionosfera e raggiungono lo spazio. Coprono normalmente distanze piccole anche se ci sono casi particolari registrati di 100-300 km in condizioni particolari di propagazione. Vengono facilmente assorbite da pioggia come può constatare chi disponendo di un impianto per la tv satellitare ha problemi di ricezione in caso di forti temporali. Il loro uso specie per le EHF è del tutto sperimentale ed interessa lo studio dell'astronomia.

### **Onde lunghissime (VLF ELF)**

Per ora limitiamoci a dire che l'ascolto di queste frequenze è denominato anche "*Radio Natura*" per la possibilità di ascoltare chiaramente

numerosi fenomeni naturali, tra cui i fulmini di tutto il pianeta. A livello di propagazione queste onde si propagano attraverso un'onda di terra molto grande vista la loro lunghezza in grado di superare ostacoli molto elevati. Le ELF e VLF pare si propagano anche nel sottosuolo e lungo gli oceani.

Numerosi appassionati, tra cui il sottoscritto, si stanno ultimamente interessando a queste particolari e misteriose frequenze e ricordo che stiamo parlando di frequenze bassissime che presentano una particolarità: le radio frequenze di questa banda hanno in parte le stesse frequenze delle onde acustiche ricevibili dall'uomo. Sebbene si tratti di 2 fenomeni diversi, uno di natura elettromagnetica e l'altro di natura acustica, questo particolare rende relativamente semplice la costruzione di un ricevitore in quanto basterà semplicemente amplificare il segnale radioelettrico e mandarlo ad un altoparlante. Nessuna conversione, la sua frequenza è già adatta a quella dell'uomo. Spero di aver chiarito questo interessante punto.

Per pura curiosità sappiate che sui 77,5 KHz da Francoforte viene irradiato su queste particolari lunghezze d'onda il segnale per gli orologi e le centraline meteo radiocontrollate con una copertura di circa 2000 km.

Questo è tutto per quanto riguarda le nozioni preliminari inerenti la propagazione delle onde radio.

## **Il fulmine e le onde radio**

Le scariche generate da un temporale producono impulsi a radiofrequenza RF, la cui intensità diminuisce con l'aumentare della frequenza. Tali onde si propagano lungo tutta la superficie terrestre e poiché in ogni secondo possiamo calcolare sulla Terra circa 100 scariche elettriche è chiaro che potremo ascoltare i fulmini prodotti da temporali anche molto lontani la cui frequenza si propaga tramite ionosfera e i fulmini prodotti invece da eventi locali. Tali scariche variano e coprono un'ampia gamma di frequenze. I segnali più forti vanno dai 3 Hz, ed in particolare forti segnali si verificano sulle VLF e in misura limitata arrivano sino al margine inferiore delle VHF.

Le onde prodotte dai fulmini vengono percepite dalle comuni radio come dei disturbi, sia per la loro scarsa capacità di filtrare e discriminare le varie frequenze non desiderate, sia perché effettivamente il fulmine genera onde radio sulla frequenza sintonizzata dall'apparato ricevente.

I segnali che vengono ricevuti con il sistema chiamato AM (modulazione d'ampiezza) risentono in particolare dell'influenza di questi disturbi atmosferici. Si calcola che solo una bassa quantità di energia del fulmine, intorno al 10 %, sia irradiata sotto forma di onde radio, mentre la restante parte si disperde per lo più in energia termica.

Sul fatto di come il fulmine possa generare queste onde radio basta rifarsi ad alcuni semplici concetti di fisica. Voglio brevemente ricordare che una carica elettrica è circondata da un campo elettrico, ma se la carica è in moto, essa produce una corrente ed un campo magnetico la cui intensità dipende dalla velocità della carica e abbiamo detto che un'onda elettromagnetica non è altro che l'insieme di un campo elettrico e magnetico in fase tra loro.

In primo luogo il rumore prodotto dal fulmine, dove per rumore non si intende il tuono ma il disturbo radio, dipende non solo dalla frequenza alla quale si è in ascolto, ma anche dal tipo di ricevitore. E' chiaro che il comportamento di un ricevitore professionale o dotato di antenna esterna, sarà ben diverso dalla classica radio di poche decine di euro con antenna in ferrite per AM.

Senza entrare nei dettagli, diciamo che l'antenna esterna permette di aumentare la sensibilità del ricevitore che di conseguenza è più



soggetto ai disturbi atmosferici; voglio solo elencare i parametri che caratterizzano un ricevitore:

- banda ricevibile: è la porzione di frequenze che può essere ricevuta
- selettività: la capacità di ricevere correttamente segnali vicini tra loro
- sensibilità: il livello minimo di segnale captabile
- stabilità: indica la capacità del ricevitore di rimanere sintonizzato sulla frequenza senza subire scostamenti durante il passare del tempo

Un ricevitore di scarsa qualità in genere non presenta dei filtri contro le interferenze e riceve se i segnali sono forti anche le frequenze che non dovrebbe ricevere. Questi e altri parametri fanno la differenza tra un ricevitore economico ed uno pagato a caro prezzo.

## **L'ascolto del fulmine**

Ora vediamo come è possibile per un semplice appassionato rilevare il fulmine. Diciamo purtroppo che capire la direzione del temporale non è semplice in quanto servirebbero strumenti costosi e complessi. Tuttavia ritengo sia possibile farsi un'idea di che tipo di fulmini abbiamo e della potenza del temporale. Con l'esperienza si impara ad ascoltare e capire i fulmini, ma inizialmente non è facile.

Partiamo da quelle che sono certamente le frequenze più semplici per ricevere le onde medie.

Dimenticavo: chiaramente il fulmine genera frequenze principali, forti e ricevibili a grandi distanze e frequenze secondarie, armoniche o spurie che si presentano più deboli e possono essere ricevute solo nelle vicinanze del temporale. Con apparecchi semplici è possibile ricevere le prime, ma non è possibile conoscere in questo modo l'esatta ubicazione del fulmine.

Chiarisco con un esempio: il nostro telefonino cellulare emette il segnale a 900 MHz. Se però lo avviciniamo alla radio ascoltiamo dei disturbi. Questo perché insieme alla frequenza di 900 MHz vengono generate altre deboli frequenze che interferiscono solo sulle vicinanze del cellulare e che sono multipli e sottomultipli dei 900 MHz.

## **Ascolto su onde medie**

L'ascolto su queste frequenze è molto semplice perché può avvenire per mezzo di una comune radiolina in AM. Queste radio sono dotate all'interno di un'antenna in ferrite. Dunque quando si ascolta la AM non serve regolare l'antenna telescopica esterna.

Si badi bene che AM è un tipo di modulazione, significa modulazione d'ampiezza. In realtà quando con la radio ci si posiziona in AM, non si sta andando in una frequenza chiamata AM, ma si stanno semplicemente ricevendo i segnali trasmessi in modulazione d'ampiezza sulle onde medie. Durante il giorno è possibile ricevere temporali lontani al massimo 100 km, mentre di notte i disturbi atmosferici captabili coprono anche distanze di 300–400 km.

I temporali si manifestano quindi quando sono relativamente vicini. Quando anche le forti stazioni della RAI risultano chiaramente disturbate da fruscii il temporale è oramai prossimo al luogo di ricezione. E' consigliabile quindi ascoltare prima su frequenze libere da stazioni dove è più semplice accorgersi della presenza di disturbi atmosferici.

Disturbi continui quasi ininterrotti indicano generalmente la presenza di fulmini nube – nube. Per il resto quindi le onde medie ed una semplice radiolina sono l'ideale per iniziare, ma la mancanza di un adeguato sistema di antenna direttivo (che riceva cioè solo in un'unica

direzione) e di uno smeter (per misurare la potenza dei disturbi) rendono l'ascolto un qualcosa di molto vago, seppur sicuramente interessante per la possibilità di captare i temporali prima che siano visibili all'orizzonte.

### *Ascolto su onde corte*

Ho fatto alcune prove di ascolto con ricevitori dotati di antenna esterna. Anche chi dispone di un apparecchio CB può fare delle prove in tal senso. I disturbi sono simili a quelli registrati nelle onde medie, ma tendono a diminuire con l'aumentare della frequenza. Quindi, nonostante la propagazione su queste bande sia maggiore, il fatto che in realtà si ricevano solo i deboli segnali secondari o meglio spurie dipendenti da altre frequenze derivanti dai fulmini rende l'esperienza di ascolto un po' riduttiva ma interessante per l'ascolto dei temporali vicini.

### *Ascolto su onde cortissime (VHF)*

La ricezione dei disturbi temporaleschi a queste frequenze è molto bassa, ci troviamo proprio al limite delle frequenze interessate da tale fenomeno. Escluderei quindi un loro uso per lo studio dell'attività elettrica in atmosfera se non quando i temporali sono vicini nell'ordine di poche decine di km e si generano deboli onde secondarie che possono essere individuate con ricevitori professionali usati nel sistema di rilevamento detto interferometria.

### *Ascolto su onde lunghe*

Immaginando una linea su cui siano riportate le frequenze che da sinistra verso destra diminuiscano la loro lunghezza d'onda, ci siamo spinti sull'estrema destra e ora spostiamoci poco prima delle onde medie. Le onde lunghe, che ricordo coprono dai 30 ai 300 KHz, sono molto importanti perché in questo spettro ricadono alcune onde elettromagnetiche molto forti prodotte durante i fulmini temporaleschi. La ricezione così come per le onde medie può avvenire (per la parte alta della banda) tramite semplice radiolina con antenna in ferrite interna.

Tuttavia, a differenza delle onde medie, è semplice accorgersi dei segnali causati dai temporali anche quando questi sono a ragguardevoli distanze, ovvero intorno agli 800 km specie nelle ore notturne. Con ricevitori discreti dotati di antenna esterna, magari a telaio, la ricezione è molto interessante anche se viste le enormi distanze coperte i segnali di diversi temporali si coprono e confondono tra di loro. Dalla Sardegna ho captato celle temporalesche presenti sulla penisola italiana, sulle Baleari e sulla Tunisia.

### *Ascolto su onde lunghissime*

L'ascolto su queste frequenze è particolarmente interessante per alcuni motivi:

- la semplicità con la quale è possibile costruirsi un buon ricevitore
- la possibilità di essere in contatto con numerosi appassionati che studiano tali onde per diversi fenomeni naturali; di conseguenza è semplice trovare anche sulla rete numerosa documentazione al riguardo (vedi paragrafo links utili)

Diciamo subito che è su queste frequenze che il fulmine mostra tutta la sua capacità nel produrre segnali di natura elettromagnetica.

Gli studiosi hanno suddiviso i segnali che possono venire ascoltati o meglio ricevuti, visto che in tali frequenze spesso si analizza lo spettro mediante PC, in 3 grosse categorie:

- 1) **statiche o sferiche**: si tratta di piccoli "scoppi" che si verificano soprattutto intorno ai 15 KHz; sono prodotti da fulmini posti a decine di migliaia di km dal ricevitore e si propagano mediante ionosfera; consideriamo quanti fulmini avvengano sulla Terra ogni secondo e ci renderemo conto dell'entità del fenomeno.
- 2) **whistler**: sembrano dei fischi e la maggior parte di essi avvengono nel campo delle ELF a frequenze estremamente basse di 0,5–5 KHz. Secondo una teoria tale fenomeno si spiega in quanto una parte dell'energia dei temporali viaggia sopra la ionosfera e arriva nella magnetosfera dove segue le linee di forza del campo magnetico terrestre per arrivare all'emisfero polare opposto da quello in cui si è generata attraversando un lungo condotto formato da ioni causati dal vento solare; in questo condotto viaggiano i whistler.
- 3) **tweeks**: sono il risultato della propagazione delle onde radio emesse da temporali (distanti anche migliaia di km, sullo strato E); in genere si manifestano ad una frequenza di 1700 Hz e sembrano dei cinguettii.

Colpi brevi ma forti da mandare momentaneamente in tilt il ricevitore sono prodotti da frequenze generate dalla scarica scesa nelle immediate vicinanze dal ricevitore.

Le distanze che ho riportato si riferiscono a ricevitori dotati di un buon impianto d'antenna. Chi fosse interessato alla costruzione di un ricevitore per le VLF troverà diverse informazioni sui siti dei radioamatori. Sostanzialmente il tutto si riduce ad una buona antenna: in teoria per buona antenna intendo un qualcosa lungo centinaia di metri sparso su un terreno! Ovviamente ciò non è sempre possibile e ci si dovrà accontentare di un compromesso. Ricordo infatti che un'antenna deve essere dimensionata in base alla lunghezza d'onda della frequenza di trasmissione o ricezione.

Il ricevitore poi avrà un filtro per eliminare interferenze causate da segnali artificiali. Ad esempio potremo attenuare con un filtro i fastidiosi 50 Hz della corrente alternata che obbligano l'uso di tali ricevitori lontani da linee elettriche. Dopodiché basterà un amplificatore. Si ottiene in questo modo un banale ricevitore per VLF che potrebbe coprire e permettere di farci ascoltare dai 15 Hz ai 20 KHz. Queste frequenze radio come ho già detto permettono di costruire il ricevitore con estrema semplicità perché sono le medesime delle onde acustiche percepibili dall'orecchio umano. Chi conosce il funzionamento della radio avrà probabilmente le idee ben chiare.

## Rilevamento dei fulmini in modo professionale

Diversi enti ed aziende private si occupano di fornire i mezzi ed i sistemi per il rilevamento dei fulmini. In Italia voglio citare il CESI (Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano) che rileva le scariche mediante un sistema di ricerca denominato SIRF (Sistema Italiano Rilevamento Fulmini).

I segnali vengono ricevuti da più antenne direttive contemporaneamente. In questo modo si può calcolare la differenza di fase tra le onde ricevute e determinare mediante una tecnica detta interferometria la distanza del fulmine e tanti altri dati utili.

Vi sono diversi sistemi di ricevitori, alcuni funzionanti in VLF e altri a frequenze molto alte, in modo da ricevere i segnali dei temporali vicini. Altri sistemi di rilevamento usano per lo più il satellite. Rimando al sito del CESI per eventuali ulteriori informazioni sul tipo di ricevitori e sulla loro sensibilità.

Lo *Stormscope* è quell'apparecchio che montato sugli aerei permette di elaborare e mostrare su monitor e display la situazione di temporali e

fulmini nelle vicinanze. Presumo impieghi metodi di rilevazione radio come quelli appena descritti, ma non essendo un grande appassionato di aeronautica non saprei dirvi altro.

### Consigli per semplici ricezioni e distanze effettive

Ho provato a prevedere alcuni temporali con la radio. Solitamente conviene prima verificare se in onde lunghe si notano dei disturbi, in caso affermativo il temporale potrebbe essere lontano anche parecchie centinaia di km, ma non si ha ancora alcuna certezza che possa verificarsi nelle vicinanze. In onde lunghe dalla Sardegna ho ricevuto chiaramente disturbi causati da temporali sulle Baleari e sulla penisola italiana, specie se si tratta di grosse celle. Poi si passa in onde medie dove la presenza di disturbi indica che il temporale non è molto distante. Quando invece anche durante l'ascolto di forti stazioni in AM è chiaramente percepibile un disturbo, il temporale è ormai prossimo ad una distanza massima di 70 km.

Ad ogni modo sarà semplice capire le distanze solo con un po' di esperienza poiché dipendono anche dal tipo di ricevitore ed antenna utilizzate. Un problema di cui bisogna tener conto è dato dal fatto che le onde medie, ma in particolare le onde lunghe, risentono dell'influenza di disturbi di origine artificiale. Linee elettriche, motori elettrici in funzione (frigoriferi, lavatrici, phon ecc...), la semplice pressione di un interruttore nelle vicinanze del ricevitore, il PC ed anche motori a scoppio interferiscono sull'ascolto e potrebbero far credere all'ascoltatore di ricevere disturbi causati da temporali, quando questo non è vero.

#### Esempi ascolti

Il giorno 16/11/2000 ho compiuto alcuni ascolti. Diamo una scala da 1 a 3 dove per 1 intendo deboli disturbi percepibili sono con attenzione; 2 disturbi moderati; 3 disturbi molto forti. Tutti gli ascolti durano 1 minuto.

Orario (locale)	1	2	3	note
09.48	1	2	0	
10.02	11	0	0	
10.50	14	0	0	
11.45	10	2	0	
17.21	7	0	0	
19.20	3	3	9	Temporale in corso

### Curiosità ed esperienze personali

Su suggerimento di alcuni appassionati ho collegato un lungo cavo all'ingresso della scheda audio del PC. Con un programma denominato SPECTRAN (in alternativa va bene anche SPECLAB) è possibile usare il PC come analizzatore di spettro. L'antenna dovrebbe permettere in questo modo la ricezione delle onde VLF. Tuttavia, a causa del notevole rumore causato dalle emissioni del monitor, del PC e dei 50 Hz della rete elettrica, i risultati sono stati deludenti.

E' stato possibile visualizzare con SPECTRAN numerosi segnali sepolti dal rumore su altre frequenze, anche su registrazioni, e lo ritengo

quindi un programma molto interessante. Se qualcuno conoscesse questo programma (originariamente nato per estrapolare i deboli segnali in CW dal QRM) e avesse fatto delle prove per sfruttare il PC come ricevitore per VLF usando magari un preamplificatore e qualche filtro, gradirei che mi contattasse per chiarire alcuni punti.

Raccomando vivamente per chi volesse provare di stare molto attenti: anche una leggera instabilità e la presenza di cariche nell'atmosfera può danneggiare la delicata scheda audio del PC.

---

La NASA ha reso disponibile on-line un ricevitore per le ELF/VLF.

Tale ricevitore si trova in Alabama ed è disponibile all'indirizzo <http://www.spaceweather.com/glossary/inspire.html>

In questo modo chiunque è in grado di ascoltare i segnali di radionatura.

---

---

Dalle mie osservazioni, ho notato che in presenza di un forte rovescio, anche in assenza di fulmini nube suolo e nube-nube, si nota per breve tempo un regolare ticchettio. Non ho ancora trovato una spiegazione al fenomeno che si manifesta su gran parte dello spettro elettromagnetico e disturba molti apparecchi che ho in casa compreso il televisore.

---

Quando usavo la banda CB, il cosiddetto baracchino (intorno ai 27 MHz), era praticamente impossibile trasmettere durante i temporali vicini. Al di là delle ovvie ragioni di sicurezza, le numerose scariche unite ad un rumore quasi costante rendevano molto problematiche le comunicazioni. Se il temporale era lontano anche solo 100 km, i disturbi invece risultavano notevolmente ridotti.

---

---

Ho parlato di come le macchie solari influenzano la propagazione. Nel 1954–1964 ci fu il record di attività solare: nel marzo del 1958 ci furono condizioni di propagazione straordinarie con ricezione di stazioni presenti agli antipodi. L'ultimo ciclo solare ha avuto il suo culmine negli anni 2000.

Ricordo brevemente che il ciclo solare è dato dal numero di macchie solari che sono dei vortici di gas con forte attività magnetica e con temperatura bassa che appaiono così come macchie scure. Nei periodi di massima attività solare si determina quindi un aumento delle particelle cariche di elettricità e della radiazione UV che sono i principali responsabili della ionizzazione degli strati superiori della ionosfera.

Il ciclo solare non deve essere confuso con le tempeste solari che sebbene si formino in periodi in cui il ciclo solare è al massimo sono dovute a brillamenti o fiammate (*flares*) che dalla superficie del sole generano forti campi magnetici, raggi X, onde radio e particelle atomiche. In HF si può verificare una tempesta ionosferica con il rischio di non ricevere più nessun segnale, mentre si nota un aumento del rumore in VHF/UHF e la formazione di aurore. Talvolta si segnalano guasti ai satelliti per telecomunicazioni.

Secondo alcuni l'attività solare influenza i fenomeni meteorologici e potrebbe condizionare inoltre il comportamento e la salute degli uomini e degli animali. Ecco alcuni episodi che a mio avviso sono da mettere in relazione con il ciclo solare:

31/05/2000: ho ricevuto deboli segnali TV e radio straniera fino a frequenze di circa 80 MHz

09/06/2000: incredibile, come dimenticare questo giorno? I giornali parlarono di perturbazione magnetica causata dal ciclo solare. La notizia venne data anche sui principali telegiornali dicendo genericamente che ci sarebbero stati problemi alle radiocomunicazioni.

Già alle 08.00 italiane su 27 MHz si notava una forte propagazione con ascolti di stazioni CB provenienti da tutta Italia. Alle ore 08.53 locali

su 87,70 MHz, quindi in FM, ricevevo così come su 89.93 in stereofonia i segnali di emittenti radio sconosciute in lingua francese. In TV sui canali 4 e 14, quindi in VHF, si ricevevano stazioni dell'Europa orientale e successivamente la TV spagnola TVE. Via radio era possibile ricevere numerosi servizi civili spagnoli. I fenomeni ovviamente si concludevano durante la notte. Chi in questo giorno avesse notato fenomeni meteo particolari o situazioni da mettere in relazione all'attività solare è pregato di contattarmi.

### **Alcuni links - bibliografia**

Fornisco un po' di documentazione per poter approfondire gli argomenti oggetto del presente articolo.

Per quanto riguarda le onde lunghissime un ottimo sito è il seguente

<http://web.tiscalinet.it/G2000>

Vi si parla di VLF in particolare per la previsione degli eventi sismici.

Come non citare il sito dell'associazione italiana radioascolto

<http://www.arpnet.it/air>

Per chi volesse provare a costruirsi un ricevitore per captare i segnali generati dai fulmini a circa 300 KHz

<http://www.techlib.com/electronics/lightning.html>

Il sito del Sistema Italiano Rilevamento Fulmini

<http://sirf.cesi.it/>

---

**a cura di Andrea Camporese**

[andreacamporese@libero.it](mailto:andreacamporese@libero.it)

### **SCARICHE IN AM E VALUTAZIONE DEI TEMPORALI IN BASE AL SUONO**

Le scariche in AM, che vengono prodotte dai fulmini provenienti da temporali vicini o lontani, si possono ricevere con una semplice radio domestica senza bisogno di apparecchiature professionali. Per una corretta ricezione delle scariche è necessario portarsi sulle onde medie (AM appunto), e girare la manopola delle stazioni tutta a sinistra finchè non gira più o finchè non si ricevono più stazioni.

In caso di presenza di temporali fino a una certa distanza dal punto di rilevamento (distanza che varia a seconda del tipo di radio o del tipo di edificio nel quale siamo o a seconda delle caratteristiche geografiche del luogo in cui ci troviamo), la radio emetterà dei fruscii o schiocchi che riusciremo a riconoscere quali scariche provenienti da temporali solo dopo averci fatto l'orecchio con l'esperienza, perchè la statica radio è piena di scariche di ogni genere: accensione o spegnimento di luci o elettrodomestici di ogni tipo, telefoni cellulari accesi in vicinanza della radio ecc.

Comunque, dopo aver imparato a riconoscere le scariche temporalesche, esse diventano inconfondibili pur avendo molte particolarità.

Tornando alla distanza di ricezione, con il mio stereo (io abito sulla costa veneta), ricevo i fulmini fino a Torino e oltre perchè in mezzo vi è la Pianura Padana, mentre i temporali presenti a Genova o Firenze non riesco a riceverli probabilmente per la presenza dell'Appennino.

Se ci si trova in strutture in cemento armato o in auto è molto difficile ricevere le scariche. La tecnologia che avanza potrebbe giocare un brutto scherzo agli amanti delle scariche, perchè una volta che non esisteranno più le radio con la manopola per le stazioni e sarà tutto

digitale, sarà molto difficile trovare una stazione adatta all'ascolto dei temporali. Conservatevi le radio vecchie!

### **GUIDA PRATICA PER IMPARARE A RICONOSCERE LE SCARICHE**

La cosa migliore per imparare è quella di aspettare un temporale notturno con debole attività elettrica che arrivi sulla nostra zona o almeno nelle immediate vicinanze, prendere una radio portatile, portarla all'esterno e impostare la radio per l'ascolto. Ogni volta che si vedrà un lampo si udirà la conseguente scarica. Facendo qualche prova si comincerà a riconoscere il rumore prodotto dal fulmine.

Con l'aumentare dell'esperienza si potrà cominciare ad ascoltarle anche di giorno quando i lampi non sono visibili e si percepirà così la differenza tra le scariche temporalesche e quelle di altra natura. In questo modo si potrà capire che i temporali sono ogni volta diversi. Alcuni temporali hanno debole attività elettrica e quindi si udiranno poche scariche separate l'una dall'altra anche di qualche minuto, e a volte ci si imbatte in temporali talmente forti da avvertire un'unica e infinita scarica.

Questo avviene molto spesso con le multicelle causate da gocce fredde o fronti freddi, ma mi resta da appurare se anche nelle supercelle avviene la stessa cosa in quanto esse sono rare e non mi è capitato quasi mai di ascoltarle.

### **VARIE DISTANZE**

Naturalmente, quando un temporale è vicino le scariche sono molto forti, e quando un temporale è lontano le scariche sono molto deboli. Per questo è buona regola ascoltarle sempre col volume dell'apparecchio al massimo in modo da riuscire a sentire anche le scariche distanti centinaia di km. In questo modo si può per esempio seguire l'avanzata di un fronte freddo, che magari da ovest avanza verso di voi.

La cosa da fare in questo caso è ascoltare le scariche una volta all'ora per riuscire a percepire l'avanzata o la stazionarietà del fronte temporalesco. Accade inoltre che in caso di forte instabilità, si sentano scariche vicine e lontane, provenienti da temporali situati a distanze differenti rispetto al vostro punto di rilevamento.

### **PARTICOLARITA'**

Sappiamo che alcuni temporali contengono grandine e anche le scariche lo testimoniano. Infatti quando in un temporale è in atto una grandinata le scariche spesso risultano separate da brevi intervalli ma decise e soprattutto corte e secche. Ho tuttavia riscontrato che anche nei temporali più forti (quelli con le scariche continue) vi è presenza di grandine, anche se ascoltando bene si riesce spesso a percepire anche in mezzo a quel trambusto qualcosa che ricorda le "scariche da grandine".

Le supercelle hanno alcune scariche strane: a causa dell'elevata rigenerazione delle nubi i fulmini sono frequenti e quindi di conseguenza le scariche sono molte come accade nelle multicelle, ma nelle supercelle, per un motivo che francamente non ho ancora capito, alcune scariche sono più simili a fruscii che a schiocchi. Quindi quando si sentono queste scariche in vicinanza è bene prendere qualche precauzione visto che le supercelle sono temporali particolarmente violenti.

### **ASCOLTARE LA NASCITA DI UN TEMPORALE**

Capita spesso che ascoltando le scariche per esempio alle ore 15 non se ne senta neanche una, mentre alle 16 riascoltiamo e avvertiamo scariche frequenti e forti. Significa che tra le 15 e le 16 un temporale si è formato nelle vicinanze. Se si vuole ascoltare un temporale dal suo primo minuto di vita, è necessario aspettare un giorno in cui i temporali sono quasi certi, accendere la radio per sentire le scariche quando in realtà non ce ne sono, preferibilmente attorno a mezzogiorno, ed attendere il primo fulmine prodotto da una singola cella appena nata da qualche parte.

Se il temporale evolve in multicella o in una singola cella intensa, tenendo la radio accesa ci si potrà distintamente accorgere dell'aumentare

delle scariche minuto dopo minuto, fino magari a diventare continue o quasi. Se invece il temporale muore in fretta così come è nato, tutto si spegne in pochi minuti e si potrà così spegnere anche la radio.

## I TUONI

I tuoni ci possono dare delle valide indicazioni sul tipo di temporale in arrivo. I fulmini nube-suolo hanno un tuono secco e simile a una fucilata se la saetta ci cade vicino, mentre i fulmini nube-nube generano tuoni lunghi e quasi sempre uguali. La saetta nube-suolo ha inoltre una particolarità: se l'aria riscaldata dal fulmine si espande a velocità supersonica avvertiremo quel classico tuono preceduto dal famoso crepitio che si avverte nei temporali più forti.

Quindi se all'avvicinarsi di un temporale avvertiamo tuoni secchi e rimbombi sordi e corti, è consigliabile trovare riparo in fretta o se si è a casa, correre a staccare tutti gli elettrodomestici e le antenne per evitare guai perchè questo è il classico temporale con grandine e con parecchi fulmini nube suolo. Quando invece il temporale avanzante è accompagnato da tuoni indecisi lunghi e senza grandi particolarità, si tratta quasi sicuramente di un temporale che contiene magari molta pioggia, ma la maggior parte dei fulmini risulta essere del tipo nube-nube.

Attenzione però: nei temporali più intensi, quando i tuoni che avanzano si presentano con un brontolio continuo e con all'interno suoni di differente natura, si tratta di attività elettrica molto intensa che contiene molti fulmini nube-nube ma anche parecchi fulmini nube-suolo. In questi temporali è quasi sempre presente la grandine ma per avere una sicurezza in più, sarà meglio fare riferimento alle scariche per radio descritte sopra.

---

---

[HOME PAGE](#)

---

---