

## Il progetto dell'antenna ed i fenomeni atmosferici di natura elettrica.

### PARTE PRIMA: fenomeni elettrici ed antenne.

Ing. Francesco Zaccarini

I fenomeni atmosferici di natura elettrica ed i loro effetti spesso devastanti non interessano soltanto il settore delle radiocomunicazioni.

Esistono normative e procedure volte sia ad identificare le protezioni da adottare nei confronti di persone, strutture ed impianti, sia ad effettuare una corretta valutazione dei rischi al fine della sicurezza di cose e persone.

Prendendo sempre in esame le antenne ed il loro progetto, presentiamo quindi un breve focus sull'argomento, suddiviso in due parti.

#### PARTE PRIMA:

Quali sono i fenomeni elettrici di natura atmosferica che possono provocare danni ai sistemi di telecomunicazioni?

#### PARTE SECONDA:

Quali sono dispositivi di protezione adottabili, nell'impianto d'antenna e/o nell'antenna stessa?



## 1. Introduzione.

In un sistema di radiocomunicazioni l'antenna è quasi sempre installata in posizione libera da ostacoli e collegata agli apparati riceventi e/o trasmettenti attraverso una linea di trasmissione.

Buona parte delle antenne costituiscono quindi un potenziale parafulmine, tanto più "efficace" quanto più l'installazione si trova in un'area isolata, sopraelevata ed a forte occorrenza di fulminazione.

Tuttavia, se la scarica diretta di un fulmine su di un'antenna rappresenta un evento distruttivo e generalmente poco probabile, vi sono altri fenomeni atmosferici *indiretti* che possono provocare più frequentemente guasti e malfunzionamenti alla parte radio ad essa collegata.

Vi sono infatti dei fenomeni atmosferici di tipo non violento, ovvero che non colpiscono direttamente nessun oggetto o struttura al suolo, che possono essere un pericolo per i sistemi di telecomunicazioni a causa dei campi elettromagnetici impulsivi (LEMP) che essi irradiano.

Inoltre, nel caso in cui l'antenna sia costituita da uno o più conduttori estesi ed isolati rispetto a terra, è possibile incorrere in un accumulo di cariche elettrostatiche sugli stessi che possono generare una elevata differenza di potenziale al connettore d'ingresso, con effetti disastrosi sui componenti elettronici a semiconduttore degli apparati ad esso collegati.

Esiste una normativa molto complessa (CEI EN 62305, CEI 81-10) che riguarda la protezione contro i fulmini e che è stata elaborata dalla *Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC)* e che comprende numerose norme relative alla protezione di edifici e sistemi elettronici, e che riguardano anche la valutazione del rischio di fulminazione.

Non avendo la presunzione di trattare in maniera esaustiva questo argomento, in questa sede lo si considera soltanto in relazione alla progettazione dell'antenna e si descrivono i vari accorgimenti che vengono adottati dai costruttori per limitare i danni dovuti a questi fenomeni elettrici.

Quanto segue, scritto sempre cercando di dare un taglio immediato ed operativo all'esposizione, può quindi diventare utile spunto a chi necessita di acquistare un'antenna per una determinata applicazione o, meglio ancora, a sensibilizzare i tecnici che devono definire le specifiche di un'antenna custom realizzata su misura per una determinata applicazione.

## 2. Fenomeni elettrici ed antenne.

Da un punto di vista pratico, i fenomeni elettrici pericolosi per l'integrità delle antenne e/o degli apparati radioelettrici ad esse collegati possono essere di tre tipi:

- La scarica diretta di un fulmine;
- I campi elettromagnetici impulsivi (*LEMP*), a seguito di eventi di fulminazione indiretta;
- L'accumulo di cariche elettrostatiche sui conduttori dell'antenna.

Se il primo evento è di solito distruttivo per l'antenna stessa, gli altri due possono provocare guasti agli apparati, sicuramente nel caso in cui non sia stato implementato nessun particolare accorgimento nell'installazione.

## 2.1. La scarica diretta di un fulmine, la fulminazione diretta.

Questo evento, di natura violenta e distruttiva, avviene quando un fulmine si scarica a terra e colpisce direttamente la torre, il traliccio od il supporto sul quale è montata l'antenna.

In Italia ogni anno cadono al suolo circa 600 mila fulmini, la cui occorrenza (numero medio di fulmini per km<sup>2</sup> per anno, ovvero la *densità di fulminazione al suolo Ng*) dipende in gran parte dalla conformazione geografica del territorio. A tal proposito vi sono mappe aggiornate che possono offrire una prima valutazione circa l'occorrenza del fenomeno, monitorato grazie al sistema SIRF o *Sistema Italiano Rilevamento Fulmini* del CESI (sito web [www.fulmini.it](http://www.fulmini.it)).

### Come nascono i fulmini.

I fulmini si verificano in presenza di fenomeni temporaleschi, dove delle masse d'aria calda ed umida si muovono verso l'alto sfruttando meccanismi fisici diversi. In questo contesto avviene la separazione delle cariche elettriche e, attraverso processi quali l'attrito e la nebulizzazione, le gocce d'acqua ed i cristalli di ghiaccio si caricano elettrostaticamente.

Questa separazione di carica interessa aree diverse della cella temporalesca: nella parte alta della nube si accumulano particelle con carica positiva, mentre nella parte bassa prevalgono quelle di carica negativa; infine, alla base della nuvola, si forma una piccola sacca di cariche positive dovute all'effetto corona provocato da elementi od infrastrutture appuntite (piante od edifici) presenti al suolo.

Con l'aumentare della separazione di carica si possono raggiungere localmente intensità di campo di centinaia di *kV/m*, sufficienti a creare delle scariche guida che precedono il fulmine vero e proprio.

Ogniquale volta un fulmine colpisce il terreno si manifesta un repentino passaggio di carica che provoca una compensazione della differenza di potenziale tra le nubi ed il suolo. Si possono così creare due tipi di fulmini, un *fulmine discendente* (nube-terra) od un *fulmine ascendente* (terra-nube) a seconda che le scariche guida siano dirette verso il basso o viceversa.

I fulmini discendenti sono più frequentemente negativi ed il canale ionizzato che precede la scarica principale scende fin quasi a terra. In questa circostanza si crea un forte gradiente di campo elettrico in prossimità delle strutture sporgenti e/o appuntite presenti al suolo, e si innesca la scarica principale.

Nel caso in cui al suolo vi siano oggetti di altezza considerevole, come ad esempio torri di antenne radio, turbine eoliche, campanili, ecc., possono verificarsi fulmini ascendenti (terra-nube). In questo caso l'effetto corona, che provoca una distorsione del campo elettrico (aumento della densità di carica) sulle sommità appuntite di tali strutture, fa partire una scarica guida diretta verso la nube. Al contrario dei fulmini discendenti, quelli ascendenti possono verificarsi con uguale occorrenza sia con polarità positiva che negativa.

### La corrente di un fulmine.

Senza addentrarci ulteriormente nei meccanismi fisici che portano alla generazione di un fulmine, l'energia da esso scaricata a terra o sulla struttura colpita è enorme, e varia tipicamente tra i 10 ed i 200 kA, con un passaggio di carica totale di  $5 \pm 10$  C concentrato in tempi molto brevi.

La natura della scarica, impulsiva (colpo di fulmine breve, durata di alcune decine di  $\mu s$ ) o più duratura (colpo di fulmine lungo, durata di alcune centinaia di *ms*), rilascia comunque una grande

quantità di energia, provocando il riscaldamento (e spesso la fusione) per effetto Joule dei conduttori attraversati dalla corrente del fulmine. A tal proposito è possibile fare un'analisi più approfondita delle grandezze elettriche in gioco, ma ciò esula dallo scopo di questo articolo.

### Un'antenna colpita da un fulmine.

Se invece consideriamo com'è costruita un'antenna, essa consiste in uno o più elementi radianti metallici connessi alla sezione d'ingresso in modo diretto oppure attraverso una linea di alimentazione, ripartizione e/o adattamento. Quindi un'antenna è un insieme di conduttori, collegati in modo più o meno diretto a terra.

A meno di non avere a che fare con sistemi di grandi dimensioni ed operanti su bande di frequenza piuttosto basse (MF/HF), nelle quali gli elementi radianti e/o le linee di trasmissione sono di notevole sezione (**Figura 2.1**), di solito un'antenna colpita da un fulmine non sopravvive alla scarica.

Se consideriamo ad esempio un comune pannello per radiomobile GSM/UMTS, esso è costituito da elementi radianti e circuitali non adatti a sopportare forti correnti. In queste installazioni, in genere il fulmine colpisce una parte della struttura (torre o traliccio) e si propaga verso terra seguendo il percorso con minima impedenza.

Esiste quindi una protezione data dalla torre stessa e dal sistema di parafulmine e messa a terra ad essa integrato.

Ne segue che le protezioni utilizzate nella maggior parte delle antenne sono efficaci e fondamentali per scongiurare altri due tipi di fenomeni elettrici, che andremo a descrivere.

## **2.2. I campi elettromagnetici impulsivi (LEMP), la fulminazione indiretta.**

Nel corso di un temporale vi possono essere altri eventi più indiretti e lontani, quali ad esempio i fulmini occorrenti tra nube e nube, che rappresentano un serio pericolo per i sistemi elettrici ed elettronici a causa dei campi elettromagnetici impulsivi che essi irradiano (LEMP).

Questo tipo di disturbi, che possiamo immaginare come un segnale radio ad ampio spettro simile a quelli generati da un antico trasmettitore a scintilla, anche se enormemente più potente, generano delle sovratensioni di tipo impulsivo che, anche se non distruttive per l'antenna stessa, possono produrre guasti importanti agli apparati connessi.

In questo caso la normativa si articola attorno al concetto di *zone di protezione contro i fulmini*, per le quali vengono considerati tutti i possibili ingressi della sovratensione, non ultimo la rete di alimentazione dell'impianto, con varie contromisure atte ad isolare i sistemi elettronici da ogni influenza esterna.



**Figura 2.1**

Antenna rotante in onde corte di Radio Vaticana, della stazione di S. Maria di Galeria, nei pressi di Bracciano.

Nel nostro caso particolare, focalizzando il discorso sulle antenne, è necessario adottare accorgimenti costruttivi, interni e/o esterni all'antenna stessa, volti a non far propagare un'eventuale sovratensione indotta da un evento *LEMP* attraverso la linea di alimentazione (in genere in cavo coassiale) fino al connettore d'ingresso dell'apparato.

### **2.3. L'accumulo di cariche elettrostatiche sui conduttori dell'antenna (*electrostatic charge buildup*).**

Ogni oggetto metallico di grandi dimensioni, isolato da terra, è potenzialmente soggetto ad un accumulo di cariche elettrostatiche che lo porta ad assumere un diverso potenziale rispetto al suolo. Ciò è dovuto in primo luogo ad un campo elettrico terrestre che, in condizioni di bel tempo, è di circa 100V/m vicino al suolo e diventa ben più elevato già a qualche decina di metri da esso. Nel caso in cui un conduttore sufficientemente esteso (ovvero con una certa capacità propria) sia isolato da terra, questo tende lentamente a caricarsi rispetto al suolo e non sempre questo eccesso di carica viene tempestivamente eliminato.

Nel caso di un'antenna di grandi dimensioni costituita da uno o più conduttori isolati, in determinate condizioni di umidità dell'aria, vento, polvere o neve, ovvero non necessariamente in presenza di un fenomeno temporalesco limitrofo, è possibile il verificarsi di un progressivo e continuo accumulo di carica elettrostatica tra i due conduttori dell'antenna (ad esempio un dipolo) o tra un conduttore verso terra.

Questo fenomeno, indicato come *electrostatic charge buildup*, può essere paragonabile a quanto accade in un *generatore di Van de Graaf* quando si carica, in questo caso per azione di un elemento meccanico (una cinghia di trasmissione in materiale dielettrico) mosso da un motore elettrico.

Attraverso la linea di trasmissione, che in questo caso diventa anche una ulteriore capacità in parallelo all'elemento radiante, al connettore d'antenna possono dunque verificarsi tensioni elevate: ad esempio, per esperienza personale, un semplice dipolo filare in HF di 40 metri con una discesa di 20 metri in cavo coassiale può generare scintille di qualche centimetro se il connettore del cavo è avvicinato ad un conduttore messo a terra.

## ***Conclusioni alla prima parte.***

Fino ad ora sono stati presi in esame i fenomeni di natura atmosferica che potenzialmente possono arrecare danni ad apparati elettrici ed elettronici, in particolare agli impianti di radiocomunicazioni. Nella maggioranza dei casi eventi di fulminazione diretta, che scaricano verso terra correnti di elevata intensità, provocano danni ingenti a meno che non vi sia una struttura di protezione (*parafulmine*) che devia il percorso della scarica lungo il percorso a minor resistenza ed induttanza, facendo in modo che le antenne e le linee di trasmissione non vengano colpite direttamente.

Per quanto riguarda le antenne e gli apparati ad esse collegati, questi possono essere protetti da eventi di intensità minore mediante dei dispositivi di protezione da applicare in prossimità dell'antenna e/o integrati nella stessa.

Si tenga presente che un evento che possiamo definire *di intensità minore* può verificarsi a seguito di una scarica diretta di un fulmine, ad esempio su di una struttura (palo o traliccio) già protetta da

parafulmine od in un altro luogo in prossimità della stessa, generando un evento *LEMP* potenzialmente dannoso per tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche nelle vicinanze che non sono adeguatamente protette.

Di conseguenza, oltre alla protezione della struttura, è necessario provvedere alla protezione dei singoli impianti ponendo in essere dei dispositivi che, nel nostro caso, riguardano le antenne.

Di questo argomento, sempre visto dal punto di vista di chi progetta un'antenna, se ne parlerà nella *seconda parte* dell'articolo.

*Grazie per il tempo dedicato alla lettura di questo articolo. Vuoi leggerne altri?*

*Trovi l'elenco completo qui:*

<https://www.elettromagneticservices.com/news>

*Hai bisogno di un'antenna custom professionale? Scrivi a:*

[info@elettromagneticservices.com](mailto:info@elettromagneticservices.com)

*oppure telefona al **338 16.66.122***

**ElettroMagnetic Services**  
SRL  
*Trasmetti la tua eccellenza!*