

# HamWeb - Antenne: lobi di radiazione, direttività, guadagno

Quando un'antenna è percorsa da una corrente imposta (da un generatore od anche indotta) genera un campo elettromagnetico che, come abbiamo visto, in parte resta limitato intorno all'antenna, ma in parte si propaga sotto forma di onde, che possono diffondersi nello spazio fino a raggiungere un utilizzatore di qualche genere (l'antenna del corrispondente o le cervicali di quello che ha mal di testa, secondo i casi...).

## Diagrammi di irradiazione

Ma le onde si propagano nello stesso modo in tutte le direzioni? La risposta è, come sappiamo tutti: no! Le onde radio emesse sono più intense in certe direzioni e meno in altre.

Per misurare questa distribuzione, consideriamo una sfera, con centro nel centro dell'antenna, e, tenendo costante la potenza emessa, facciamoci una passeggiata sulla sua superficie, con un misuratore di campo, segnando per ogni punto il valore dell'intensità del campo in quel punto. Quindi tracciamo, dal centro della sfera al punto in questione, un segmento di lunghezza proporzionale al campo misurato in quel punto. Ripetendo l'operazione per tutti i punti della superficie, otteniamo una figura tridimensionale, che rappresenta in ogni punto l'intensità dell'irradiazione dell'antenna in quella direzione.

Questa figura si chiama *diagramma (o solido) di irradiazione* dell'antenna e, per costruzione, rappresenta la frazione di potenza irradiata in ciascuna direzione dello spazio. Poiché è scomodo mettere nel depliant dell'antenna un solido tridimensionale, è consuetudine darne invece le proiezioni ortogonali, vale a dire le viste laterali da direzioni perpendicolari tra loro. Queste proiezioni, che di solito vengono chiamate semplicemente *diagrammi di radiazione* dell'antenna, per caratterizzarla completamente dovrebbero essere tre (di fronte, di fianco, da sopra); nel campo dilettantistico però spesso ci si accontenta di una o due, le più significative, per non complicare troppo la documentazione.

Nel caso poi in cui l'antenna possieda delle particolari simmetrie, alcuni diagrammi possono essere uguali tra loro, o privi di interesse: ad esempio, per un normale dipolo il diagramma di fronte è uguale a quello dall'alto, mentre quello di fianco è semplicemente circolare, il che significa che l'antenna, vista di fianco (cioè lungo la direzione del filo) irradia nello stesso modo in tutte le direzioni.

Il solido di irradiazione di solito presenta delle protuberanze più o meno marcate, talvolta separate tra loro da linee o piani lungo i quali l'irradiazione è zero o quasi; queste protuberanze vengono chiamate *lobi di irradiazione* dell'antenna (e talvolta, in modo non del tutto corretto, semplicemente "lobi dell'antenna").

Perché si formano questi lobi? La risposta, in linea di massima, è abbastanza semplice: ogni punto dell'antenna irradia la sua particina di campo; in certe direzioni questi campi si sommano tutti, e si ha un massimo, in altri si annullano reciprocamente, e si ha un minimo, nelle posizioni intermedie si hanno valori intermedi.

## L'antenna isotropica

Per agevolare il confronto tra antenne diverse, conviene prendere un qualche riferimento; il più comodo in assoluto è un'antenna che (purtroppo) non esiste: l'*antenna isotropica*. Questa, per definizione, irradia nello stesso modo in tutte le direzioni, quindi il suo lobo di irradiazione è semplicemente una sfera concentrica all'antenna.

Un'importante considerazione sull'antenna isotropica: in certi casi, farebbe molto comodo averne una sottomano, ma purtroppo *non* è possibile realizzarla, in quanto essa infrange alcuni fondamentali principi fisici, il più evidente dei quali è il fatto che, per essere isotropica, un'antenna dovrebbe avere lunghezza zero.

Però, se ci si accontenta, un pezzetto di filo molto corto rispetto alla lunghezza d'onda le somiglia abbastanza, pur avendo resistenza di radiazione piccolissima e quindi efficienza trascurabile. Perciò, molto spesso, si prende invece come termine di paragone un semplice dipolo a mezz'onda, che è ben caratterizzato e noto, e tutte le caratteristiche (guadagno, direttività, ...) dell'antenna da studiare vengono riferite ad esso.

## Guadagno dell'antenna

A questo punto, è importante tenere a mente una cosa essenziale: il volume di un lobo di radiazione è costituito dalle lunghezze proporzionali alle frazioni di potenza emesse in quella direzione; perciò il volume del lobo rappresenta nel suo complesso la potenza emessa in onde radio in quella direzione.

Da questo, si capisce subito un'altra cosa: poiché la potenza emessa è quella che è, e l'abbiamo ipotizzata fissa, vale la legge della coperta: se tiro da una parte, si deve scoprire dall'altra. In sostanza: per ogni protuberanza del solido di radiazione deve esserci un buco, in maniera tale che il volume dell'intero solido, che rappresenta la totale potenza emessa, deve essere uguale al volume della sfera che rappresenta il solido di irradiazione dell'antenna isotropica, perché la potenza è sempre la stessa.

D'altra parte, a me interessa la potenza percepita dal mio utilizzatore, che può essere maggiore o minore di quella che si avrebbe con un'antenna isotropica, secondo la direzione dell'utilizzatore rispetto al solido d'irradiazione dell'antenna. Poiché io sono furbo, e il mio utilizzatore lo piazza nella posizione del lobo più protuberante, così mi sente meglio, mi è utile definire il rapporto tra la lunghezza del più lungo tra i lobi di irradiazione ed il raggio della sfera dell'isotropica. Questo rapporto è il guadagno dell'antenna, e ne è una caratteristica tipica.

nella posizione del lobo più protuberante, così mi sente meglio, mi è utile definire il rapporto tra la lunghezza del più lungo tra i lobi di irradiazione ed il raggio della sfera dell'isotropica. Questo rapporto è il guadagno dell'antenna, e ne è una caratteristica tipica.

Dato che l'antenna è un componente passivo (cioè non ha generatori a bordo), è importante ricordare che, se in una direzione *guadagna*, in qualche altra direzione *perde* (e questo può farmi comodo o no, secondo i casi pratici).

Il guadagno di un'antenna di solito si esprime in dB rispetto all'antenna isotropica, ed è oggetto dei più incredibili racconti fantascientifici, specialmente nei depliant dei costruttori e negli articoli degli autocostruttori... Tanto per fissare un po' le idee, un dipolo ha un guadagno di circa 2,2 dB, che significa che, nella direzione di massima irradiazione, il mio corrispondente riceve un segnale di 2,2 dB maggiore di quello che riceverebbe se avessi un'antenna isotropica; un'antenna Yagi-Uda può arrivare ad avere al massimo un guadagno di circa 12-13 dB, che si ottiene con una quindicina di radiatori, mentre una 5/8 può arrivare a circa 5,5-6 dB.

Un altro parametro legato al guadagno dell'antenna è la sua lunghezza od area efficace (detta anche area di cattura), che rappresenta la lunghezza di un segmento ovvero l'area di una superficie nello spazio tali da fornire, investite dal campo elettromagnetico, la stessa intensità di segnale effettivamente fornita dall'antenna. Questo parametro, che è ovviamente di comoda misura in ricezione, è comunque legato al guadagno da una formula che permette di calcolare l'una dall'altro e viceversa; questa è una conseguenza di un fatto generale, dimostrato dal teorema di Lorentz, che prende il nome di *reciprocità dell'antenna* e, detto in soldoni, significa: l'antenna in trasmissione ed in ricezione si comporta nello stesso modo (quindi, con lo stesso guadagno, la stessa direttività, gli stessi lobi eccetera).

## Direttività

Ma torniamo ora alla legge della coperta: il guadagno dell'antenna è dovuto al fatto che la potenza viene concentrata in certe direzioni; perciò, necessariamente, quanto più alto è il guadagno, tanto più stretta sarà la porzione di superficie della sfera (quella di cui abbiamo parlato all'inizio) sulla quale la potenza è concentrata.

La direttività di un'antenna esprime appunto le dimensioni di questa zona, di solito sotto forma dell'angolo che la sottende dal centro della sfera. E' evidente che guadagno e direttività vanno a braccetto, ed infatti esiste una formula che permette di ricavare l'uno dall'altra e viceversa (ma ve la risparmio, anche se non è poi così complicata, dato che questa è una chiacchierata).

## Lobo principale e lobi secondari

Dopo la chiacchierata che ci siamo fatti fino a qui, la domanda sorge spontanea: ma quanti sono i lobi di irradiazione? La risposta non è semplicissima, ma possiamo dare una regola a spanna: per ogni mezza lunghezza d'onda di antenna o circa, si ha un lobo di radiazione distinto, e questo sia che le mezz'onde siano comprese in un unico radiatore (antenne a filo lungo, o 'long wire', e loro derivati: zeppelin, windom,...) od in più radiatori separati (antenne a schiera, collineari, Yagi-Uda, e chi più ne ha più ne metta!).

Ma i lobi di irradiazione non sono necessariamente tutti uguali, anzi spesso ce n'è uno predominante, che viene ovviamente chiamato lobo principale, ed un certo numero di lobi più o meno minori, che vengono chiamati secondari. Ad esempio, una Yagi-Uda ha un lobo principale, diretto in avanti lungo l'asse dell'antenna, che è il suo boma, 'boom' per gli amanti delle esplosioni :-), ma ha anche un lobo secondario diretto all'indietro, più vari altri, ancora più piccoli, diretti un po' verso l'alto e verso il basso. Torna utile allora definire anche alcuni altri numeri, come ad esempio il rapporto avanti:indietro, che esprime il rapporto tra il lobo principale ed il primo secondario.

La direzione dei lobi è un altro mistero della fede antennistica: non è affatto facile da prevedere senza matematica, e può essere tutt'altro che ovvia, come ad esempio nel caso delle log-periodiche, in cui il lobo principale è diretto all'indietro rispetto all'asse dell'antenna! Altro esempio: una long wire lunga 3 onde intere ha vari lobi di irradiazione a vari angoli; quello principale forma un cono, vuoto al centro, con asse lungo l'asse del filo; questo è il motivo per cui una long wire inclinata può andare meglio, per il DX, di una tesa orizzontalmente, in quanto il suo lobo principale è in parte rivolto direttamente verso l'orizzonte (però, per contro, in parte è rivolto a terra, e lì non serve granché, anzi, riflettendosi, altera le caratteristiche dell'antenna, come abbiamo visto l'altra volta).

