

Antenne

Un'antenna è un dispositivo in grado di captare o irradiare onde elettromagnetiche da o verso lo spazio: nel primo caso viene detta ricevente, nel secondo trasmittente o radiatore.

Lo studio teorico è in genere effettuato con riferimento alle antenne trasmittenti, ma per il principio di reciprocità, è possibile dedurre le proprietà di un'antenna ricevente da una trasmittente e viceversa.

Lungo una generica direzione di propagazione i campi elettrico e magnetico che compongono il campo di radiazione, cioè quello a grande distanza rispetto alla posizione del radiatore, risultano normali sia tra loro, sia alla direzione stessa e sono legati dalla relazione:

$$E / H = Z_0 = \sqrt{\bar{\mu}_0 / \epsilon_0} \approx 377 \Omega$$

con Z_0 impedenza caratteristica dello spazio, in pratica coincidente con quella del vuoto.

Diagrammi di radiazione

Un'antenna che irradia omogeneamente in tutte le direzioni è detta radiatore isotropico.

L'intensità di campo delle antenne reali, invece, varia con la direzione ed il comportamento è rappresentato mediante i "solidi di radiazione" ed i "diagrammi di radiazione".

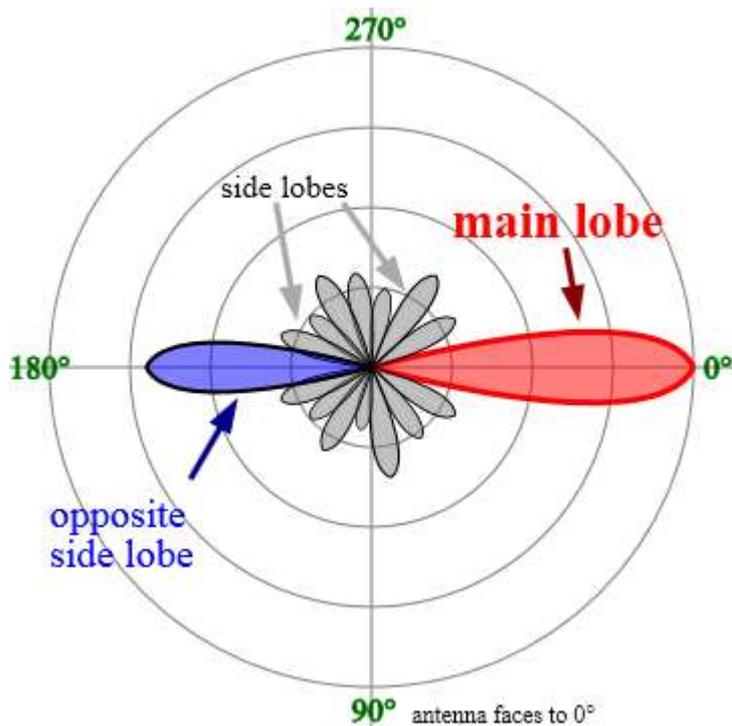
Se in ogni direzione dello spazio si riporta, partendo dal punto di origine del sistema di coordinate associato all'antenna presa in considerazione, un segmento proporzionale al modulo $|\mathbf{E}|$ del campo elettrico irradiato si ottiene una figura conosciuta col nome di "solido di irradiazione".

I diagrammi di radiazione sono le curve che si ottengono sezionando il solido di radiazione con piani opportuni. Per difficoltà di rappresentazione tridimensionale, i diagrammi vengono raffigurati su due sezioni piane perpendicolari fra loro, quella verticale e quella orizzontale.

In particolare viene raffigurato quello che indica la direzione di massima radiazione, ed è definito **lobo principale**, mentre gli altri sono chiamati **lobi secondari**.

Tali lobi secondari, o laterali, limitano la qualità dell'antenna generando eventuale interferenza su altri sistemi di radiocomunicazione o perdita di direttività in sistemi in cui si deve massimizzare la potenza del segnale utile trasmesso o ricevuto in un certa direzione, come ad esempio nei sistemi radar e nei radiocollegamenti dei ponti radio.

Nella figura in basso è rappresentato un diagramma di radiazione a due dimensioni (che potrebbe rappresentare una sezione verticale o una sezione orizzontale dello spettro di emissione). In rosso è rappresentato il lobo principale (*main lobe*), in blu l'opposto (*opposite side lobe*) mentre in grigio i lobi laterali (*side lobe*).



Guadagno d'antenna

È definito tramite confronto tra l'antenna considerata e l'antenna isotropa (cioè perfettamente omnidirezionale). Si ha:

$$G = P_0 / P_R$$

Con P_0 potenza irradiata dall'antenna isotropa e P_R potenza irradiata dall'antenna reale

È un numero adimensionale e può essere espresso in dB:

Ricordando la definizione del vettore di Poynting, P_0 si può scrivere come

$$P_0 = S 4\pi r^2$$

Infatti $4\pi r^2$ è la superficie della sfera di raggio r e centro il punto di irradiazione.

La **direttività** di un'antenna in una certa direzione è definita invece come il rapporto tra la potenza irradiata in tale direzione e la potenza totale irradiata su tutte le direzioni.

Reciprocità in ricezione

L'area efficace A_{eff} (area efficace) di una antenna ricevente è il rapporto tra la potenza P_d (potenza disponibile) trasferita al carico, ovvero all'uscita dell'antenna in condizione di adattamento e quando sia orientata nella stessa direzione dell'onda per la massima ricezione, e

la densità di potenza S dell'onda incidente: $A_{eff} = P_d / S$

L'area efficace A_{eff} e guadagno G sono legati dalla relazione

$$G = 4\pi A_{eff} / \lambda^2$$

La formula che consente di determinare la potenza disponibile P_d all'uscita di un'antenna ricevente, di guadagno G_r , posta nello spazio libero, a distanza r da un'antenna trasmittente di guadagno G_t (che irradia una potenza P_i), stabilendo che le due antenne devono essere orientate nelle direzioni, rispettivamente di massima ricezione e di massima radiazione, è la seguente: $P_d = A_{eff}(\theta, \varphi)S$.

Si può dimostrare che la funzione $f(\theta, \varphi)$ è la stessa che si ha in trasmissione (in particolare quindi la direzione di massima radiazione è pure quella di massima sensibilità).

Inoltre si trova che il rapporto tra guadagno e area efficace di un'antenna è una costante universale, valida per ogni antenna: $G/A_{eff} = 4\pi / \lambda^2$.

Queste proprietà sono di fondamentale importanza e consentono di qualificare un'antenna senza riguardo al modo con cui viene usata.

Resistenza di radiazione e resistenza di dissipazione

La prima tiene conto della potenza impiegata dall'antenna per l'irradiazione delle o.e.m.

Detto I_{meff} il valore efficace della corrente nel punto in cui assume il massimo valore, si ha:

$$R_i = P_R / I_{Meff}^2$$

Analogamente con riferimento alle perdite di potenza per effetto Joule, si può definire la resistenza Ohmica, o di dissipazione:

$$R_d = P_{DISS} / I_{Meff}^2$$

Pertanto il rendimento dell'antenna è dato dal rapporto tra la potenza irradiata e la potenza fornita all'antenna:

$$\eta = P_R / (P_R + P_{DISS})$$

e, sostituendo:

$$\eta = R_i / (R_i + R_d)$$

tanto più vicino all'unità quanto più piccola è R_d .

Sitografia: www.ik0ziz.it

www.wikipedia.it

Vedere libro di testo per:

- Dipolo elementare e a mezz'onda
- Antenne direttive