

Guida di riferimento alle antenne

Definizione - Un'antenna è una struttura metallica passiva che cattura o emette onde elettromagnetiche



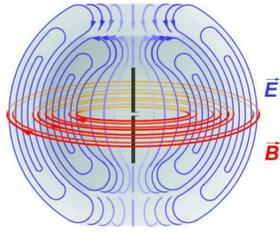
Trasmissione: Quando un segnale elettrico viene applicato all'antenna, intorno ad essa si forma un campo elettromagnetico variabile che si propaga nello spazio sotto forma di onda elettromagnetica.

Ricezione: Quando incontra un'onda elettromagnetica, l'antenna genera un segnale elettrico che può essere rilevato e amplificato dai circuiti elettronici.

La struttura di un'antenna ne determina l'efficienza, il diagramma di radiazione e la capacità di trasmettere e ricevere segnali in diverse direzioni e frequenze. Adattare le dimensioni e la forma dell'antenna alla lunghezza d'onda delle onde radio è essenziale per ottenere prestazioni ottimali. Le antenne obbediscono al teorema della reciprocità, vale a dire che lo stesso schema di radiazione si applica sia alla trasmissione che alla ricezione delle onde radio.

Antenna omnidirezionale	Antenna direzionale
Irradia energia in modo approssimativamente uguale in tutte le direzioni orizzontali. Estremo: l'emettitore isotropo ipotetico.	Le onde radio sono concentrate in alcune direzioni. Estremo: L'antenna a fascio unidirezionale, progettata per ottenere la massima risposta nella direzione dell'altra stazione.

La maggior parte dei modelli di antenne si basa sull'**antenna a dipolo**. Un'antenna a dipolo orientata orizzontalmente non invia energia nella direzione del conduttore (**zero antenna**), ma è utilizzabile nella maggior parte delle altre direzioni.



Campi elettrici (blu) e magnetici (rosso) emessi da un'**antenna a dipolo** (aste nere) durante la trasmissione.

Il **dipolo a semionda** è probabilmente il modello di antenna più diffuso.

Questo consiste di due elementi pari a $1/4$ di lunghezza d'onda disposti uno accanto all'altro e giacenti essenzialmente sullo stesso asse (o collineari), ciascuno dei quali alimenta un lato di un cavo di trasmissione con due conduttori. La disposizione fisica dei due elementi genera uno sfasamento di 180 gradi tra di essi, il che significa che in qualsiasi istante uno dei due elementi conduce la corrente nella linea di trasmissione mentre l'altro la preleva.

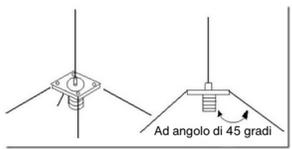
L'**antenna a monopolo** è essenzialmente una metà del dipolo a semionda, un singolo elemento pari a $1/4$ di lunghezza d'onda con l'altra estremità collegata a terra o a un piano di massa

equivalente (o contrappeso). I monopoli, che sono grandi la metà di un dipolo, sono comunemente usati per i segnali radio a onde lunghe, per cui le dimensioni di un dipolo risulterebbero poco pratiche. Un altro modello diffuso è il dipolo ripiegato, che consiste in due (o più) dipoli a semionda affiancati e collegati alle estremità, solo uno dei quali è alimentato.

Antenne elettricamente corte: È possibile utilizzare semplici tecniche di adattamento dell'impedenza per consentire l'uso di antenne a monopolo o a dipolo sostanzialmente più corte di $1/4$ o $1/2$ di lunghezza d'onda, rispettivamente, in corrispondenza delle quali si ha risonanza. Quando queste antenne vengono accorciate (per una data frequenza), la loro impedenza risulta dominata da una reattanza capacitiva (negativa) in serie. Aggiungendo una "bobina di carico" di dimensioni adeguate, un'induttanza in serie con reattanza uguale e contraria (positiva), la reattanza capacitiva dell'antenna può essere annullata lasciando solo una resistenza pura.

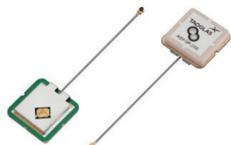
A volte, la frequenza elettrica di risonanza risultante (più bassa) di un sistema di questo tipo (antenna più rete di adattamento) viene descritta utilizzando il concetto di lunghezza elettrica, per cui un'antenna utilizzata a una frequenza inferiore alla propria frequenza di risonanza viene definita antenna elettricamente corta.

Tipi di antenna di base



A **$1/4$ di onda:** la forma più semplice di antenna verticale con diagramma di radiazione omnidirezionale. Un singolo elemento radiante lungo circa $1/4$ di lunghezza d'onda.

Antenna a **$1/2$ onda:** è costituita da un singolo elemento radiante lungo circa $1/2$ di lunghezza d'onda.



GPS: le antenne GPS attive includono un circuito di amplificazione per migliorare la ricezione del segnale satellitare.



A **dipolo:** un'antenna, solitamente con lunghezza d'onda $1/2$, divisa esattamente al centro per essere collegata a una linea di alimentazione.

Omnidirezionale integrata: le antenne omnidirezionali integrate sono generalmente incorporate in una stazione base per applicazioni come, ad esempio, i punti di accesso. Questa struttura può essere montata esternamente o integrata direttamente sulla scheda PC del sistema.



Yagi: Antenna a guadagno direzionale che utilizza uno o più elementi parassiti.

Una yagi è costituita da un braccio che sostiene una serie di elementi, in genere aste di alluminio.



Omnidirezionale a soffitto: le antenne omnidirezionali a soffitto sono utilizzate per la propagazione dei dati in un ambiente all'interno di un edificio. Per garantire una buona copertura, queste antenne sono polarizzate verticalmente e presentano un diagramma omnidirezionale sul piano orizzontale e una struttura dipolare sul piano verticale.



Parabolica: antenna costituita da un riflettore parabolico e da un elemento radiante o ricevente in corrispondenza o in prossimità del suo fuoco.

Le parabole solide utilizzano un riflettore simile a un piatto per concentrare l'energia elettromagnetica di un intervallo specifico di frequenze su un elemento sintonizzato.

Caratteristiche fondamentali dell'antenna

Larghezza di banda: l'intervallo di frequenza o la larghezza di banda in cui un'antenna funziona in modo ottimale può essere molto ampio (come nel caso di un'antenna log-periodica) o stretto (come nel caso di una piccola antenna a loop). Al di fuori di questo intervallo, l'impedenza dell'antenna diventa poco compatibile con la linea di trasmissione e il trasmettitore (o il ricevitore). Le caratteristiche di larghezza di banda di un elemento di antenna risonante possono essere definite in base al suo fattore di qualità Q, tenendo conto della resistenza alla radiazione, che rappresenta l'emissione di energia dall'antenna risonante nello spazio libero.

Guadagno: G misura il grado di direttività del diagramma di radiazione dell'antenna. Un'antenna ad alto guadagno concentrerà la maggior parte della propria potenza in una direzione specifica, mentre un'antenna a basso guadagno emetterà su un ampio angolo. Il guadagno d'antenna, o guadagno di potenza di un'antenna, è definito come il rapporto tra l'intensità (potenza per unità di superficie) irradiata dall'antenna nella direzione della sua massima uscita, a una distanza arbitraria, divisa per l'intensità 180° irradiata alla stessa distanza da un'ipotetica antenna isotropa che irradia la stessa potenza in tutte le direzioni. Questo rapporto adimensionale è solitamente espresso logaritmicamente in decibel

e queste unità sono chiamate decibel-isotropi (dBi). Una seconda unità di misura del guadagno è il rapporto tra la potenza irradiata dall'antenna e la potenza irradiata da un'antenna a dipolo a semionda, nota come decibel dipolo (dBd).

$$G_{\text{dBi}} = 10 \log \frac{I}{I_{\text{iso}}}$$

$$G_{\text{dBd}} = 10 \log \frac{I}{I_{\text{dipolo}}}$$

Area effettiva/apertura effettiva: A descrive la porzione di potenza di un'onda elettromagnetica passante che l'antenna eroga ai propri terminali, espressa in termini di area equivalente.

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

Efficienza: Il rapporto tra la potenza effettivamente irradiata (in tutte le direzioni) e la potenza assorbita dai terminali dell'antenna. La resistenza alla perdita influisce generalmente sull'impedenza del punto di alimentazione, aggiungendosi alla sua componente resistiva. Tale resistenza sarà costituita dalla somma della resistenza

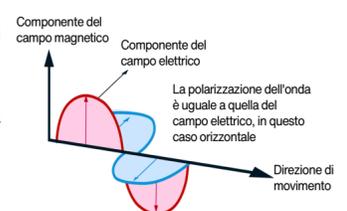
alla radiazione R_{rad} e della resistenza alla perdita R_{loss} . Se ai terminali di un'antenna viene erogata una corrente I, viene irradiata una potenza pari a $I^2 \cdot R_{\text{rad}}$ e viene persa sotto forma di calore una potenza pari a $I^2 \cdot R_{\text{loss}}$. Pertanto, l'efficienza di un'antenna è pari a

$$\frac{R_{\text{rad}}}{R_{\text{rad}} + R_{\text{loss}}}$$

Solo la resistenza totale $R_{\text{rad}} + R_{\text{loss}}$ può essere misurata direttamente.

Polarizzazione: L'orientamento e la struttura fisica di un'antenna determinano la polarizzazione del campo elettrico della sua onda radio.

Ad esempio, un'antenna composta da un conduttore lineare (come un'antenna a dipolo o un'antenna a frusta) orientata verticalmente avrà una polarizzazione verticale. Se girata su un lato, la polarizzazione della stessa antenna sarà orizzontale.



Un'onda elettromagnetica