

Guide de référence des antennes

Définition - Une antenne est une structure métallique passive conçue pour capter ou émettre des ondes électromagnétiques.



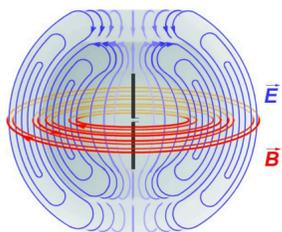
Transmission : Lorsqu'un signal électrique est appliqué à l'antenne, il crée un champ électromagnétique fluctuant autour d'elle, qui se propage dans l'espace sous la forme d'une onde électromagnétique.

Réception : Lorsque l'antenne rencontre une onde électromagnétique, elle induit un signal électrique, qui peut être détecté et amplifié par des circuits électroniques.

La conception de l'antenne détermine son efficacité, son diagramme de rayonnement et sa capacité à transmettre et à recevoir des signaux dans différentes directions et à différentes fréquences. L'adaptation de la taille et de la forme de l'antenne à la longueur des ondes radio est essentielle pour obtenir des performances optimales. Les antennes obéissent au théorème de réciprocité, c'est-à-dire que le même diagramme de rayonnement s'applique à l'émission et à la réception des ondes radio.

Antenne omnidirectionnelle	Antenne directionnelle
Rayonne l'énergie de manière à peu près égale dans toutes les directions horizontales. Extrême : le radiateur isotrope hypothétique.	Les ondes radio sont concentrées dans certaines directions. Extrême : l'antenne à faisceau unidirectionnel, conçue pour une réponse maximale dans la direction de l'autre station.

La plupart des modèles d'antenne sont basés sur l'**antenne dipôle**. Une antenne dipôle orientée horizontalement n'envoie aucune énergie dans la direction du conducteur (**antenne nulle**), mais est utilisable dans la plupart des autres directions.



Champs électriques (en bleu) et magnétiques (en rouge) rayonnés par une **antenne dipôle** (bâtonnets noirs) pendant la transmission.

L'**antenne dipôle demi-onde** est probablement le modèle d'antenne le plus répandu.

Il s'agit de deux éléments de longueur d'onde $1/4$ disposés bout à bout et situés essentiellement le long du même axe (ou colinéaires), chacun alimentant un côté d'un fil de transmission à deux conducteurs. La disposition physique des deux éléments les place à 180 degrés de déphasage, ce qui signifie qu'à tout moment, l'un des éléments fait entrer le courant dans la ligne de transmission tandis que l'autre l'en fait sortir.

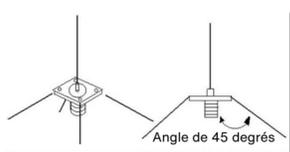
L'**antenne monopôle** est essentiellement une moitié de l'antenne dipôle demi-onde, un élément de longueur d'onde $1/4$ unique dont l'autre côté est relié à la masse ou à un plan de masse équivalent

(ou contrepois). Les modèles monopôles, qui font la moitié de la taille d'une antenne dipôle, sont courants pour les signaux radio de grande longueur d'onde pour lesquels un modèle dipôle ne serait pas pratique. Un autre modèle courant est le dipôle plié, constitué de deux (ou plus) dipôles demi-onde placés côte à côte et connectés à leurs extrémités, mais dont un seul est piloté.

Antennes électriquement courtes : Il est possible d'utiliser des techniques simples d'adaptation de l'impédance pour permettre l'utilisation d'antennes unipolaires ou dipolaires sensiblement plus courtes que l'onde $1/4$ ou $1/2$, respectivement, à laquelle elles sont résonantes. Lorsque ces antennes sont raccourcies (pour une fréquence donnée), leur impédance est dominée par une réactance capacitive (négative) en série ; en ajoutant une « bobine de charge » de taille appropriée – une inductance en série avec une réactance (positive) égale et opposée – la réactance capacitive de l'antenne peut être annulée, ne laissant qu'une résistance pure.

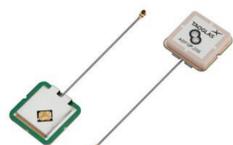
Parfois, la fréquence de résonance électrique (inférieure) obtenue d'un tel système (antenne plus réseau d'adaptation) est décrite à l'aide du concept de longueur électrique, de sorte qu'une antenne utilisée à une fréquence inférieure à sa fréquence de résonance est dite antenne électriquement courte.

Types d'antenne classiques



Onde $1/4$: La forme la plus simple d'une antenne verticale avec un diagramme de rayonnement omnidirectionnel. Un seul élément rayonnant d'une longueur d'onde d'environ $1/4$.

Antenne d'onde $1/2$: Un seul élément rayonnant d'une longueur d'onde d'environ $1/2$.



GPS : Les antennes GPS actives comprennent un circuit d'amplification afin d'assurer une meilleure réception du signal satellite.



Dipôle : Une antenne – généralement de longueur d'onde $1/2$ – divisée exactement au centre, pour être connectée à une ligne d'alimentation.

Omni intégrée : Les antennes omni intégrées sont généralement intégrées à une base pour des applications telles que des points d'accès. Cette structure peut être montée à l'extérieur ou directement intégrée à la carte PC du système.



Yagi : Antenne à gain directionnel utilisant un ou plusieurs éléments parasites. Une antenne yagi se compose d'une perche supportant une série d'éléments, généralement des tiges en aluminium.



Antennes omni montées au plafond : Les antennes omni montées au plafond sont utilisées pour la propagation des données à l'intérieur d'un bâtiment. Afin d'assurer une bonne couverture, ces antennes sont polarisées verticalement et présentent un diagramme omnidirectionnel dans le plan horizontal et un diagramme dipolaire dans le plan vertical.



Parabolique : Antenne composée d'un réflecteur parabolique et d'un élément rayonnant ou récepteur à son foyer ou à proximité. Les paraboles pleines utilisent un réflecteur en forme de parabole (assiette) pour concentrer l'énergie radioélectrique d'une gamme spécifique de fréquences sur un élément accordé.

Principales caractéristiques des antennes

Bande passante : La plage de fréquences ou bande passante sur laquelle une antenne fonctionne bien peut être très large (comme dans le cas d'une antenne log-périodique) ou étroite (comme dans le cas d'une petite antenne cadre) ; en dehors de cette plage, l'impédance de l'antenne s'accorde mal avec la ligne de transmission et l'émetteur (ou le récepteur). Les caractéristiques de la bande passante d'un élément d'antenne résonant peuvent être définies en fonction de son facteur de qualité Q, en tenant compte de la résistance au rayonnement, qui représente l'émission d'énergie de l'antenne résonante vers l'espace libre.

Gain : G mesure le degré de directivité du diagramme de rayonnement de l'antenne. Une antenne à gain élevé rayonnera la plus grande partie de sa puissance dans une direction particulière, tandis qu'une antenne à faible gain rayonnera sur un grand angle. Le gain de l'antenne, ou gain de puissance d'une antenne, est défini comme le rapport entre l'intensité (puissance par unité de surface) I rayonnée par l'antenne dans la direction de sa sortie maximale, à une distance arbitraire, divisée par l'intensité I_{iso} rayonnée à la même distance par une antenne isotrope hypothétique qui rayonne une puissance égale dans toutes les directions. Ce rapport sans dimension est généralement exprimé

logarithmiquement en décibels, ces unités étant appelées décibels-isotropes (dBi). Une deuxième unité utilisée pour mesurer le gain est le rapport entre la puissance rayonnée par l'antenne et la puissance rayonnée par l'idipôle d'une antenne dipôle demi-onde. Cette unité est appelée décibels-dipôle (dBd).

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

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

Surface effective/ouverture effective : A décrit la partie de la puissance d'une onde électromagnétique passante que l'antenne délivre à ses bornes, exprimée en termes de surface équivalente.

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

Efficacité : Rapport entre la puissance effectivement rayonnée (dans toutes les directions) et la puissance absorbée par les bornes de l'antenne. La résistance de perte affecte généralement l'impédance du point d'alimentation, en ajoutant à sa composante résistive.

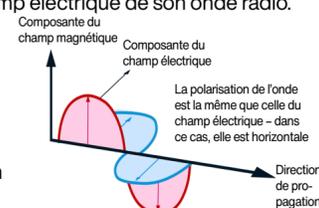
Cette résistance sera constituée de la somme de la résistance au rayonnement R_{rad} et de la résistance aux pertes R_{loss} . Si un courant I est envoyé aux bornes d'une antenne, une puissance de $I^2 R_{rad}$ sera rayonnée et une puissance de $I^2 R_{loss}$ sera perdue sous forme de chaleur. Par conséquent, l'efficacité d'une antenne est égale à

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

Seule la résistance totale $R_{rad} + R_{loss}$ peut être mesurée directement.

Polarisation : L'orientation et la structure physique d'une antenne déterminent la polarisation du champ électrique de son onde radio.

Par exemple, une antenne composée d'un conducteur linéaire (comme un dipôle ou une antenne fouet) orientée verticalement aura une polarisation verticale ; si elle est tournée sur le côté, la même antenne aura une polarisation horizontale.



Une onde électromagnétique