Elementare Strahler

Es gibt zwei elementare Strahler. Der eine stellt eine E Feld Antenne dar, der andere eine H Feld Antenne. Die beiden elementaren Strahler lassen sich nicht praktisch Fertigen, sie dienen nur für theoretische Überlegungen.

Hertzscher Dipol

Ein elektrisch kurzer Linearstrahler kann als konzentriertes Bauelement betrachte werden. Auf seiner gesamten Länge kann ein Strom mit der komplexen Amplitude I und eine räumlich konstanten Stromverteilung, die zeitlich sinusförmig schwingt, annehmen. Es stellt sich so einen kurzen Stromfaden ein, dessen Stromrichtung von der Polarisierung der Dipole abhängt.

Der hertzsche Dipol bildet den elementare Elektrischendipol, man kann ihn als sehr kurze Stabantenne vorstellen. Der Betrag des Dipolmoments eines Hertzschendipos ist als p=Q dl beschrieben. Der Scheitelwert des Stromes i oszilliert mit der Kreisfrequenz kleine omega.

P(t)=pejwt = Q dl ejwt = i dl/jw ejwt

Ist ein Hertzscher Dipol unendlich dünn und in einem xyz Koordinatensystem in die z Richtung ausgerichtet so gilt:

Es bildet sich ein E Feld von dem positiven Ladungspunkt zum negativen Ladungspunkt. Die Potentiale der Ladungspunkte oszillieren. Die Ausrichtung der E Feldlinien wechselt bei jeder Schwingung ihre Richtung. Im Nahfeld dominiert das E Feld. Mit wachsendem Abstand sind das E Feld und das H Feld senkrecht aufeinander und in Phase. Dabei können das E und H Feld als ebene Welle betrachtet werden. Die allgemeine Formel für die Feldverteilung laut:

Formel:

Mit wachsendem Abstand können einige Terme vernachlässigt werden. Alle Terme in denen den Abstand R in höherer Potenz vorkommt werden vereinfacht zu Null. Für das Fernfeld ergeben sich die folgenden Beschreibungen:

Formel:

Fitzgeraldscher Dipol

Eine unendlich dünne Leiterschleife die auf der ganzen Länge die selbe Stromverteilung besitz, wird Fitzgeraldscher Dipol genannt. Dieser Dipol ist das Gegenstück zum Hertzschen Dipol und stellt somit den zweiten der beiden elementaren Strahler dar. Die Leiterschleife ist oft in der xy Ebene angeordnet. Wenn der Hertzsche Dipol eine E Feld Antenne genannt wird, so ist der Fitzgeraldsche Dipol eine H Feld Antenne. Das Nahfeld des Fitzgeraldschen Dipols wird wie folgt beschrieben:

Formel:

Die Terme mit R in der zweiten oder dritten Potenz fallen weg. Da im Fernfeld der Radius R so gross ist, dass diese Terme vernachlässig werden.

Das Fernfeld kann wie folgt beschrieben werden:

Formel:

Die beiden elementaren Strahler können nicht technisch realisiert werden, aber sie sind sehr wichtig für das Verhalten von realen Antennen. Denn wenn reale Antennen vereinfacht werden oder wenn sehr kleine Teilstücke von realen Antennen betrachtet werden, so verhalten sie sich oft wie die elementaren Dipole.

Die Dipolantenne und die Rahmen Antenne sind den beiden Elementaren Strahleren nachempfunden und sollen im nächsten Abschnitt genauer betrachtet werden.

Die Dipol Antenne

Der zentral gespeist Dipol besteht meist aus runden Leiterstäben mit dem Durchmesser d die nebeneinander liegen so, dass die Lücke in der Mitte der beiden Stäbe eine kleine Lücke entsteht. Die gesamte Länge der beiden Stäbe entspricht 2l>>d. Eine Spannung wird in der Lücke der beiden Stäbe angelegt, oft geschieht dies mit einer 2 Draht Leitung, diese wird auch Transmission Line genannt. Die anschliessende Stromverteilung über die beiden runden Leiterstäbe ist der Ursprung die Wellenausbreitung. In erster Näherung kann die sich vom der Speisestelle ausbreitende Wellenausbreitung als richtugnsunabhänige Kugelwelle betrachtete werden.

E^j(wt-kr)/4pimu^-1 r

Die Stromausbreitung in deiner Dipol Stabantenne entspricht endlich einer Stromverteilung einer am Ende offenen Zweidrahtleitung. Das offene Ende der Leitung führt zur einer Reflexion der zuführenden Welle in die umgekehrte Richtung und somit zu einer stehenden Welle. Stromführende Elemente die nahe beieinander liegen, der Amplituden gleich aber gegenläufig sind, strahlen nur gering, das sind genau die Eigenschaften einer guten Zweidrahtleitung.

Als Näherung für die Stromverteilung folgendes gelten:

I(x,t) =Imsin([k(l-x)])exp(jwt)

Bei einem Dipol mit dem Durchmesser d<<<Lambda wird der Dipol zu einem dünnen Stromfaden und der Leiter kann JdV mit Idl als Stromelement ersetzen. Die Summation der Elementardipole kann dann als Quelle betrachtet werden.

Imsin(k(l-dz))

Die Gewichtungsfunktion dieser Summe von Elementardipole die alle in der z Achse liegen ist:

A(phi)= 0

A(theta)=elliot Formel 2.6 oder Joss emant 122.

Es sollen zwei Fälle genauer betrachtet werden.

1. der Halbwellendipol mit 2l= Lambda/2
2. der kurze Dipol mit 2l<<Lmbda

Labda/2 Dipol

Der Lamda72 dipol ist eine der wichtigsten und somit eine der Elementaren Antennen. Über die Gewichtungsfunktion lässt sich auf das Fernfeldverhalten schliessen.

E(theta)= Ellito 2.8

E(phi) = Ellito 2.9

Die Feldverteilung kann in der 2Dimensionelen Polar Form oder in einern 3Dimensionalen Feldverteilung dargestellt werden.

Die nachfolgende Grafik zeigt eine E Feldverteilung als Schnitt durch die xz Ebene.

Dargestellt ist ein Lambda/2 Dipol der in z Richtung aufgerichtet ist. Es ist zu erkennen, dass bei theta 0 Grad und 180 Grad kein elektrisches Feld abgestrahlt wird. Stellt man sich die Grafik als um eine um phi von 0 Grad bis 360 Grad rotierende Scheibe vor, so kommt die bekannte Doughnut Form zum Vorschein.

Die von theta und phi abhängige Leitung ist gegeben durch:

P(theta,phi)= elliot2.10

Durch lösung des Doppelintegrals

Elliot Seite 63

Erhällt man eine nummerische Lösung

Prad=0.609 (nIm^2)/(2pi)

Wie die obere Grafik ganz gut zeit ist die maximale Feldausbreitung auf höhe der Einspeisestelle bei theta = 90 Grad

Der maximale Richtwert aus dem englischen als directivity bekannt erhält man idem die Abgestrahlte Leitung mit einem isotropen Kugelstrahler verglichen wird.

Dmax=1.64 nach Ellito 2.12

Bei l=Lambda/4 ist der Scheitwert des Antennenstroms, beim Einspeisepunkt, dem Zentrum des Dipol bei z= 0, Im. Somit kann gesagt werden, dass die Zuleitung bringt eine Leistung von

Elliot 2.14

Der Strahlungswiderderstand oder auf Rrad genannt kann im Fall des Labda/2 Dipol nummerisch als 73 Ohm.

Elliot2.14.

vereinfacht werden.