



دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش : مخابرات

عنوان :

طراحی و شبیه سازی آنتن های یاگی یودا

استاد راهنما:

جناب آقای دکتر حبیب الله زلفخانی

نگارش :

آرزو عطایی فرد – زیبا گرمی

زمستان ۱۳۹۰

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱ چکیده

۲ فصل اول: مقدمه

۳ تعریف آنتن

۶ آرایه ها

۷ آنتن های سیمی

۸ آنتن های میکرواستریپ (ریز باریکه)

۱۱ فصل دوم: آنتن های یاگی یودا

۱۲ معرفی آنتن یاگی یودا

۱۷ فصل سوم: آنتن های شبه یاگی

۱۸ معرفی

۲۰ اصول آنتن شبه یاگی

۲۱ پروسه طراحی آنتن شبه یاگی

۲۳ آنالیز حساسیت آنتن شبه یاگی

۲۸ فصل چهارم: شبیه سازی آنتن های یاگی یودا

۳۰ بیان مسئله و تحلیل ها

۳۲ طراحی NBS

۳۳ کاربرد MATLAB

۳۳ ساختار کد

۳۴ نمایان کردن کد

۳۹ نتیجه گیری

۴۰ منابع و مراجع

چکیده

آنتن های یاگی یودا که به عنوان دریافت کننده سیگنال های تلویزیون استفاده می شوند یک آرایه خطی شامل دو قطبی های موازی می باشند که به علت سادگی و ارزان بودن بسیار متداول هستند .

واحد اصلی یک یاگی شامل سه عنصر است و تنها یک عنصر اکتیو آن تغذیه می شود و سایر عناصر تزویج شده رادیویی یا پارازیتی می باشند .

در فصل اول در مورد کلیت آنتن ها بحث می گردد مانند بهره آنتن ها و ... همچنین بحث مختصری در موردی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

آنتن های سیمی (آنتن های یاگی یودا نوعی از آنتن های سیمی است) و آنتن های میکرواستریپ شده است .

در فصل دوم بطور تخصصی به آنتن های یاگی یودا پرداخته ایم .

در فصل سوم آنتن های شبه یاگی معرفی می گردد چنانکه از نامش پیداست آنتن شبه یاگی بر پایه ایده آنتن های یاگی یودا استوار است . موفقیت های کمی در وفق دادن آنتن های یاگی یودا در فرکانس های میکروویوی

و میلیمتری حاصل شده است و این همان دلیلی است که ادعا می شود آنتن یاگی یودا به تازگی و با عنوان آنتن

شبه یاگی وارد عرصه شده است . گروه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

و در نهایت در فصل چهارم یک آنتن NBS یاگی که کلیه کانال های VHF تلویزیونی را پوشش می دهد با استفاده از MATLAB شبیه سازی شده است .

فصل اول

مقدمه

مقدمه تعریف آنتن

آنتن بخشی از هر سامانه فرستنده و گیرنده الکترونیکی است. آنتن عبارت است از بخشی از یک سامانه رادیویی

که یک سیگنال رادیویی را قادر به ارسال به محیط اطراف یا دریافت از محیط می کند. به عبارت دیگر، آنتن را

می توان رابط بین سامانه الکترونیکی و فضای بیرون دانست. یک آنتن فرستنده، جریان های الکتریکی را به

سطوح لایه ای رسانا القا می کند که در نتیجه امواج الکترومغناطیسی تولید شده و در فضا پخش می شوند.

همین امواج الکترومغناطیسی بر روی سطوح مشخصی از آنتن های گیرنده، جریان های الکتریکی را القا می

کنند.

آنتن جزء لاینفک کلیه ماهواره های فعال، کاوشگرها، فضاپیماها ایستگاه های زمینی ارسال و دریافت داده و ماهواره های

کنترل فضایی است.

آنتن ها وسیله ای برای انتقال امواج رادیویی به محیط و همچنین دریافت آن ها از محیط اطراف است. آنتن

بخشی از زیر سامانه مخابراتی ماهواره به حساب می آید.

پارامترها و مفاهیم مهم در آنتن های مخابراتی:

آنتن نیز مانند هر سامانه مهندسی دیگر دارای عوامل و مشخصه های عملکردی و قابلیتی مختلف است. مهم

ترین این عوامل و همچنین برخی مفاهیم مرتبط به آنتن ها عبارتند از:

بازده آنتن:

عبارت است از نسبت توان سیگنال خروجی از آنتن به توان ورودی آن. این کمیت با واحد دسی بل اندازه گیری

می شود.

بهره آنتن:

در واقع بهره بصورت نسبت شدت تشعشع در یک جهت معین به شدت تشعشع متوسط تعریف می شود:

برق و آنتن

برق و آنتن

برق و آنتن

$$D(\theta, \varphi) = \frac{U(\theta, \varphi)}{U_{ave}} \quad \text{معادله ی ۱-۱}$$

بهره ی یک آنتن را می توان بصورت چگالی توان در یک جهت معین در یک برد معین به چگالی توان متوسط گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان در همان برد نیز تعریف کرد .

اگر صورت و مخرج کسر معادله ی ۱-۱ را بر r^2 تقسیم کنیم چگالی توان ها را بدست خواهیم آورد :

$$D(\theta, \varphi) = \frac{U(\theta, \varphi)}{\frac{r^2}{U_{ave}}} \quad \text{معادله ی ۱-۲}$$

سمت گرایی آنتن :

عبارت است از قدرت آنتن در نشانه روی به سمت ماهواره (یا به سمت آنتن زمینی) این سمت گرایی ممکن است ضرورت مکانیکی یا الکترونیکی (تغییر جهت پخش موج با استفاده از خواص الکترونیکی موج و بدون

تغییر جهت مکانیکی) آنتن باشد .

در واقع یکی از مشخصات مهم یک آنتن توانایی تمرکز انرژی اش در یک جهت خاص نسبت به تشعشع آن در جهات دیگر است ، که موسوم به سمتگرایی (راست روی) می باشد . اگر کارایی آنتن صد در صد باشد ، سمتگرایی برابر بهره توان است .

دمای نویز آنتن :

این مفهوم بیانگر نویزی (اغتشاشاتی) است که آنتن دریافت می کند و باعث ایجاد اختلال در کار آن می شود . گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آرنایگاه پروژه برق دانشگاه زنجان در آنتن های نصب شده بر روی ماهواره ها منبع اصلی این نویز ، تشعشعات زمینی و محیط فضا هستند . در آنتن های ایستگاه های زمینی منبع اصلی دمای نویز ، محیط جو و نویز تشعشعی زمین است .

مقارنه ایستگاه

زمینی ، خورشید و ماهواره می تواند یکی از عوامل مهم نویز در آنتن های گیرنده ی زمینی باشد . (مقارنه

بدین معناست که خورشید ، ماهواره و آنتن گیرنده ی زمینی تقریباً در یک راستا قرار می گیرند) .

الگوی تشعشی آنتن :

عبارت است از اندازه ای از حساسیت آنتن در جهت های مختلف ، یک آنتن در جهات مختلف دارای حساسیت

گیرندگی یا توانایی فرستندگی است . به انحنایهایی که در اطراف آنتن ، محدوده حساسیتی آن را نشان می

دهند " گلبرگ " گفته می شود .

در واقع یک پرتو تشعشی یک نمودار خواص تشعشی میدان دور یک آنتن است . با حرکت یک آنتن مکاونده در یک

یک فاصله ثابت حول آنتن آزمون می توان پرتو تشعشی را به صورت یک تابع مختصات زاویه ای اندازه گیری

کرد .

اگر توزیع جریان روی یک آنتن معلوم باشد ، پرتو تشعشی آن را می توان از طریق محاسبه پتانسیل

مغناطیسی برداری تعیین کرد .

بسیاری از آنتن ها مانند آنتن های سیمی به صورت یک منبع خطی الگو بندی می شوند . در این حالت پتانسیل

برداری تنها یک مولفه z دارد و انتگرال پتانسیل برداری یک بعدی است .

است ، $J_z(\vec{r}') = \delta(x')\delta(y')\delta(z')$ و $dv' = dx'dy'dz'$ در اینجا \vec{A} پتانسیل برداری

مغناطیسی برداری نامیده می شود .

$$\vec{A} = \mu_0 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{J_z(z') e^{-j\beta z}}{4\pi R} dz' \quad \text{معادله ی ۱-۳}$$

در نتیجه :

$$A_z = \int_z I(z') \frac{e^{-j\beta R}}{4\pi R} dz' \quad \text{معادله ی ۱-۴}$$

آرایه ها

چندین آنتن را می توان در ردیف های معین مرتب کرد و به یکدیگر متصل کرد و یک پرتو تشعشعی جهتی را ایجاد نمود . چنین آرایشی متشکل از تعدادی عناصر تشعشع کننده موسوم به یک آنتن آرایه ای یا یک آرایه است . با ساخت و عرضه دستگاه های رادیویی موج کوتاه در سالهای ۱۹۲۰ امکان استفاده از آرایه های آنتن در اندازه ها و ابعاد معقول فراهم شد و در نتیجه یک روش مناسب برای ایجاد یک پرتو تشعشعی جهتی برای

مخابرات رادیویی پدید آمد . در خلال جنگ جهانی دوم آنتن های آرایه ای UHF میکروویو در سیستمهای رادار به کار برده شدند . امروزه آرایه ها در فرکانسهای میکروویو و بالاتر کاربردهای وسیعی در سیستمهای مخابرات ماهواره ای دارند .

تعداد زیادی از آنتن های کوچک را می توان در یک آرایه به کار برد ، تا آنکه به همان حد عملکرد و میزان کارایی یک آنتن بزرگ دست یافت . مسائل الکتریکی مربوط به تغذیه چندین آنتن کوچک به جای مشکلات مکانیکی وابسته به یک آنتن بزرگ پدید می آید . پیشرفت در تکنولوژی حالت جامد هزینه ساخت شبکه تغذیه

لازم را برای تحریک یک آرایه کاهش داده و کیفیت آن را بهبود بخشیده است . آرایه ها امکان منحصر به فردی را برای پوشش الکترونیکی تابع اصلی فراهم می سازد . با تغییر فاز جریان های تحریک در هر آنتن عنصری یک آرایه ، پرتو تشعشعی را می توان در فضا پویب داد . یک چنین آرایه ای موسوم به آرایه ی فازی است . آرایه های فازی کاربردهای زیادی بخصوص در رادار دارند .

فاصله بین عناصر می تواند یکسان یا متفاوت باشد. در یک آرایه ی مسطح، مرکز عناصر آرایه در یک صفحه قرار دارند. مثال هایی از آرایه های صفحه ای آرایه های دایروی و مستطیلی هستند، بطوریکه مرکز عناصر به ترتیب روی یک دایره یا در یک مساحت مستطیلی قرار داشته باشند.

یک رده از آرایه ها که اخیراً پدیدار شده آرایه های همدیس می باشد. در این کاربرد موقعیت و محل عناصر

آرایه باید با یک سطح غیرمسطح مانند بدنه یک هواپیما یا موشک تطبیق یابند. پرتو تشعشعی یک آرایه توسط نوع عناصر به کار رفته، سمت گیری هایشان، موقعیت آنها در فضا، دامنه و فاز جریان های تغذیه آنها تعیین می شود. پرتو تشعشعی حاصل موسوم به ضریب آرایه است.

آنتن های سیمی

آنتن های سیمی از قدیمی ترین و هنوز هم از متداول ترین انواع آنتن ها هستند. تقریباً هر شکل و ترکیب یا

آرایی از سیمها یک کاربرد مفید تشعشعی دارد. آنتن های سیمی را می توان از سیمهای توپر یا از هادی های

لوله ای توخالی ساخت. این آنتن ها مفهوم نسبتاً ساده، ساختار ساده و ساخت آسانی را داشته و هزینه ی بسیار کمی را نیز دربر دارند.

برای تحلیل دقیق و حل کامل آنتن های سیمی باید جریان را روی سیمها تحت شرایط مرزی (یعنی صفر شدن مولفه مماسی میدان الکتریکی در امتداد سیم) تعیین کرد. این روش به یک معادله ی انتگرالی می انجامد، که

در چند دهه گذشته روش های تقریبی بسیاری برای حل آن ارائه شده است. این راه حل های کلاسیک نسبتاً

پیچیده و خسته کننده بوده و محدود به چند شکل ساده سیمها می باشد. از سوی دیگر، روش های محاسبات عددی بسیاری برای استفاده با کامپیوتر ابداع شده که دارای مفاهیم و اصول

نسبتاً ساده ای هستند و برای بسیاری از آرایش آنتن های سیمی می توانند به کار روند. روش ممان یکی از این

روش ها است ، این روش یک درک مفهومی از نحوه ی عملکرد آنتن های سیمی را فراهم کرده و نتایج

مهندسی دقیقی را نیز به دست می دهد .

تغذیه ی آنتن های سیمی :

به هنگام اتصال یک آنتن به یک خط انتقال ضروری است که استفاده ی موثری از تمام توان موجود از فرستنده (در حالت ارسال) و از آنتن (در حالت دریافت) به عمل آید . دو نکته ی اساسی باید در نظر گرفته شود :

(۱) تطبیق امپدانس بین آنتن و خط انتقال .

(۲) تحریک توزیع مطلوب جریان روی آنتن .

معمولاً امپدانس فرستنده یا گیرنده برابر امپدانس مشخصه خط انتقال Z_0 است . ولی امپدانس آنتن Z_{ant}

اغلب از Z_0 بسیار متفاوت است .

بسیاری از آنتن های سیمی طبیعتاً متقارن هستند . بنابراین ، جریان ها نیز باید متقارن یا متوازن باشند . در حالت متوازن جریانها روی خطوط انتقال دارای اندازه برابر ولی جهت مخالف هستند .

در حالتی که هادی های خط انتقال به یکدیگر نزدیک باشند ، تشعشعات بسار کمی از خط پدید می آید . جریان های نامتقارن تشعشعات کنترل نشده ای را ایجاد می کند که در جهت مورد نظر نبوده و دارای

پلاریزاسیون مطلوب نمی باشد .

آنتن های میکرواستریپ (ریز باریکه)

به این نوع پرتو افکن ها ، همشکل نیز گفته می شود . به این ترتیب که می توانند شکل سطحی را داشته باشند که روی آن نصب می شوند . بعنوان مثال ، چنانچه این آنتن ها روی بدنه ی هواپیما و یا موشکها قرار گیرند ، ویژگیهای آنرودینامیکی حامل خود را تغییر نمی دهند . این آنتن ها بصورت مدارهای چاپی ساخته می شوند .

در نتیجه ، ضمن ارزان بها بودن و سبکی وزن ، ضربه و ارتعاشات وارده را تحمل می کنند . همچنین می توانند

روی همان صفحه ای نصب شوند که در برگیرنده ی مدارهای مختلف (پیش تقویت کننده ، تغییر فاز دهنده

های تغذیه کننده مجموعه آنتن و غیره) می باشد. در عمل، اینگونه آنتن ها از حدود یک گیگاهرتز تا طول

موجهای میلی متری بکار برده شده است. اشکال اساسی این نوع پرتوافکن ها، جهت دهنده گی و پهنای باند

اندک می باشد. البته می توان با کاربرد آنها بصورت مجموعه آنتن ها، جهت دهنده گی را افزایش داد.

ساختمان آنتن های میکرواستریپ :

ساختمان این آنتن ها همانگونه که پیش از این یادآوری شد، بصورت مدار چاپی می باشد، به گونه ای که

صفحه آنتن، روی نارسانا حک شده و طرف دیگر نارسانا کاملاً از رسانایی مانند مس پوشیده شده است.

نارسانای مورد استفاده را از انواع کم تلفات مانند فیبر شیشه ای تفلن برگزیده می شود.

صفحه آنتن از شکلهای مختلفی مانند مستطیل، مثلث و یا دایره ساخته می شود. در انواع پیچیده تر، تعدادی

از این انواع ساده به صورت مجموعه بکار برده می شوند.

مزایای آنتن های میکرواستریپ :

- وزن کم، حجم کم، ترکیب بندی باریک تر

- آرزان تر و تولید آسان تر

- ساخت راحت پلاریزاسیون های خطی و دایروی

- وجود خطوط تغذیه و شبکه تطبیق امپدانس در ساختار آنتن

- و...

معایب آنتن های میکرواستریپ :

- کار کردن در یک باند باریک

- حداکثر گین ۶ دسی بل

- تلفات دهی بزرگ در ساختار تغذیه آنتن

- دارای تشعشع نیم صفحه

- تشعشع از اتصالات و تغذیه

پایان کارسناسی

کاربرد آنتن های میکرواستریپ :

- رادیاتور زیست پزشکی

- بعنوان عنصر تغذیه کننده در آنتن های پیچیده

- موشک های تله متری

آنتن های میکرواستریپ به صورت مدارهای مجتمع ساخته می شوند و بدلیل مسطح بودن کاربردهای زیادی دارند به خصوص تعداد آنتنهای میکرواستریپ در آرایه های فازی کاربرد زیادی دارند ولی ما بیشتر در مورد آنتن

های یاگی یودا بحث می کنیم .

منابع و مراجع

1-J. Sor, "Analysis of Quasi-Yagi Antenna for Phased Array Applications", M.Sc. Thesis in Electrical Engineering, University of California, Los Angeles, 2000.

2-Y. Qian and T. Itoh, "A broadband uniplanar microstrip-to-CPS transitions," AMPC'97, Hong Kong, December 1997, pp. 609-612.

3- H. J. Song, M. E. Bialkowski and P.Kabacik, "Parameter Study of a Broadband Uniplanar Quasi-Yagi Antenna," MIKON – 2000.

4-Balanis and Contantine A. Advanced Engineering electromagnetics. John Wiley – Sons, 1989.

5-G.A.Thiele. Yagi-udatype antennas. IEEE Trans. Antennas Propagat, 17:21–31, 1969.

6-Harrington. Field computation by Moment Methods. MacMillan, 1968.

7-H.Schwetlick. Numerischelösung nichtlinearer Gleichungen. In Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1979.

8-N.K.Takla and L.C.Shen. Bandwidth of a Yagi array with optimum directivity. IEEE Trans. Antennas Propagat, 25:913–914, 1977.

9-P.P.Viezicke. Yagi antenna design. NBSTechnical Note 688., 1976.

10-Gordon W. J. and C.A. Hall. Transfinite element methods: Blending function interpolation over arbitrary curved element domains. Numer. Math., 21:109–129, 1973.