



دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات

عنوان:

بررسی طراحی و شبیه سازی آنتن های آرایه فازی در باند

موج میلیمتری

استاد راهنما: امیر مهدی رضایی

نگارش: خراسانی بهروز - کشاورزی نصراله

شهریور ۹۱

فهرست مطالب..... صفحه

فصل اول-مشخصه‌های موج میلیمتری..... ۲

۱-۱ محاسبه باند موج میلیمتری..... ۲

۲-۱ انتشار در فضای آزاد..... ۳

۳-۱ فاکتورهای تلفات انتشار موج میلیمتری..... ۵

۴-۱ عملکرد کانال در فرکانس ۶۰ گیگاهرتز..... ۷

۱-۴-۱ مزیت کانال ۶۰ گیگاهرتزی..... ۷

فصل دوم-آنتن‌های موج میلیمتری..... ۱۰

۱-۲ تلف مسیر و سمت‌گرایی..... ۱۱

۲-۲ پهنای پرتو آنتن..... ۲۲

۳-۲ حداکثر نسبت بهره به ضریب کیفیت آنتن..... ۲۵

۴-۲ پلاریزاسیون..... ۳۲

۱-۴-۲ تنوع پلاریزاسیون..... ۴۲

فصل سوم-آنتن‌های با قابلیت بیم متحرک..... ۴۴

۱-۳ آرایه فازی..... ۴۸

۲-۳ آرایه‌های سوئیچ‌کننده روی پرتو..... ۴۸

فصل چهارم-ملاحظات طراحی در موج میلیمتری..... ۵۱

فصل پنجم-چرخاندن پرتو آنتن..... ۵۵

۱-۵ ضرورت چرخاندن تابه..... ۵۵

فصل ششم-بررسی تعدادی از آنتن‌های موج میلیمتری..... ۶۳

۱-۶ آنتن‌های مایکرواستریپ..... ۶۴

۶-۱-۱-۱ روش های تغذیه آنتن های مایکرواستریپ.....
۶۶
۶-۱-۱-۲ تغذیه با کابل هم محور.....
۶۷
۶-۱-۱-۳ تغذیه با استفاده از خط مایکروستریپ
۶۸
۶-۱-۱-۴ تغذیه با استفاده از تزویج مجاورتی.....
۶۹
۶-۱-۱-۵ تغذیه با استفاده از تزویج روزنه ای.....
۷۰
۶-۱-۱-۶ تغذیه هم صفحه.....
۷۱
۶-۱-۲ روش های تحلیل آنتن مایکرواستریپ.....
۷۲
۶-۱-۲-۱ روش خط انتقال.....
۷۲
۶-۱-۲-۲ روش محفظه تشدید.....
۷۳
۶-۱-۲-۳ روش MNM.....
۷۳
۶-۱-۲-۴ روش ممان.....
۷۳
۶-۱-۲-۵ روش المان محدود.....
۷۴
۶-۱-۲-۶ تکنیک حوزه طیفی SDT.....
۷۴
۶-۱-۲-۷ روش FDTD.....
۷۴
۶-۱-۳ مکانیسم تشعشع در آنتن های مایکرواستریپ.....
۷۶
طراحی و شبیه سازی.....

فصل اول :

مقدمه

برای تزویج خروجی یک فرستنده و یا ورودی یک گیرنده بفضا نوعی سیستم واسطه ضروری است . ساختمان این

سیستم باید طوری باشد که توانایی تشعشع امواج الکترومغناطیسی و یا دریافت آنها را داشته باشد . آنتن چنین

سیستمی است و این سیستم برای تبدیل جریان فرکانس زیاد به امواج الکترومغناطیسی و یا بالعکس بکار برده

می شود. معمولاً آنتن از یک جسم فلزی ، اغلب به صورت سیم یا مجموعه ای از سیمها درست شده است.

در مکانیسم های واقعی تشعشع را میتوان توسط معادلات ماکسول بطور کمی تشریح نمود . مطالعه رفتار یک

جریان RF در یک سیم نشان می دهد که تمام انرژی اعمال شده به یک سرسیم به انتهای آن نرسیده و قسمتی

از آن فرار می کند یعنی تشعشع حاصل می شود. همچنین میتوان رابطه ریاضی برای این انرژی فراری بدست

آورد، که در نتیجه نه فقط میزان انرژی بلکه جهات یا جهات تشعشع آن مشخص می شود . چون این روش

محاسبه تشعشع کمی پیچیده است ، در اینجا تشعشع را از جنبه نظر کیفی بر پایه رفتار امواج ساکن و متحرک

در یک خط انتقال مورد بررسی قرار می دهیم.

1- مشخصه های موج میلیمتری

همزمان با پیشرفت تکنولوژی چند رسانه ای و ذخیره سازی اطلاعات، انتظار انتقال اطلاعات با نرخ 1 Gbit/s بر

اساس افزایش ظرفیت حافظه ها در دستگاه های سیار بیسیم می رود. مشخص است که لزوم خدمات با نرخ بیت

بالا و خدمات مجتمع سازی ادامه دار خواهد بود. در آینده ای که پیش بینی شده قبلاً، مخصوصاً در باند

75 GHz و W(75-111 GHz).

قبل از شروع هر بحثی در مورد آنتن های موج میلیمتری باید خصوصیات موج میلیمتری را بدانیم. این امواج

معمولاً با طول موج بین 10 الی 1 میلیمتر شناخته می شوند. این امواج از لحاظ طول موج بزرگتر از امواج اینفرارد

یا اشعه ایکس هستند. و از امواج مایکروویو یا امواج رادیویی کوچکتر هستند. از لحاظ طیف فرکانسی در محدوده

300-30 GHz هستند. که به آن باند EHF یا فرکانس های بینهایت زیاد می گویند.

فرکانس بالای امواج میلیمتری و بعلاوه خصوصیات انتشاری آنها (واکنش احتمالی با اتمسفر هوا در حین انتشار)

باعث می شود آنها برای موارد متفاوتی از کاربردها نظیر مخابرات سلولی و رادار بکار گرفته شوند. از ای باند

فرکانسی برای اینترنت پرسرعت، انتقال داده پرسرعت و مخابرات امن می توان استفاده کرد.

1 1 محاسن باند موج میلیمتری

1- استفاده بدون مجوز- نیازی به کسب مجوز از FCC ندارد.

2- عملکرد بسیار امن- که نتیجه فواصل انتقالی کوتاه بدلیل جذب توسط اکسیژن هوا است.

3- پهنای تابه باریک آنتن و عدم نفوذپذیری در دیوار

4- امکان استفاده از ویژگی frequency-reuse در شبکه های سلولی

5- انتقال از طریق فیبر نوری

6- امنیت بالا بدلیل تکنولوژی پیشرفته

7- امکان بکارگیری لینک های از نوع carrier-class

1-2 انتشار در فضای آزاد

مانند تمام انتشارها در فضای آزاد، برای امواج میلیمتری نیز توان با مربع فاصله کاهش می‌یابد، یعنی مثلاً با دو برابر شدن فاصله توان رسیده به آنتن گیرنده با نسبت 4 کاهش می‌یابد. این اثر بر اساس گسترش و انتشار کروی امواج در حین انتشار در فضا است.

وابستگی فرکانس و فاصله در تلفات بین دو آنتن ایزوتروپیک در معادله زیر قابل تبیین است:

$$l_{\text{free space}} = 20 \log_{10} \left(4\pi \frac{R}{\lambda} \right) \quad 1-1$$

تلفات فضای آزاد $L =$

طول موج کاری $\lambda =$

فاصله بین آنتن فرستنده و گیرنده $R =$

این معادله انتشار در فضای آزاد بدون مانع را بیان دارد. معادله نشان می‌دهد که تلفات فضای آزاد افزایش می‌یابد. بنابراین تلف فضای آزاد برای موج میلیمتری در فاصله‌های کوتاه می‌تواند خیلی بزرگ باشد. یعنی می‌توان گفت طیف موج میلیمتری در سیستم‌های مخابراتی کوتاه‌برد مفید است. اگر فاصله را برابر 10 متر قرار دهیم مقدار تضعیف $(4\pi R/\lambda)^2$ می‌شود.

Unlicensed Bands	Path Loss
2.4 GHz	60 dB
5 GHz	66 dB
60 GHz	88 dB

شکل تضعیف باندهای تخصیص نیافته در $R=10m$

اختلاف تلفاتی بین باند 60 GHz و دیگر باندهای اختصاص نیافته هم اکنون طراحی سیستم را با محدودیت مواجه کرده است. یک راه حل برای جبران این 22db اختلاف تلف استفاده از آنتنی با بهره بزرگ است. راه دیگر بیان تلفات رابطه فریس است. این معادله جلوه بهتری از تمام فاکتورهای تاثیرگذار از فرستنده تا گیرنده را نشان می دهد:

$$P_{RX} = P_{TX} G_{RX} G_{TX} \frac{\lambda^2}{(4\pi R)^2 L} \quad 2-1$$

طول موج کاری = λ

بهره آنتن فرستنده = G_{TX}

بهره آنت گیرنده = G_{RX}

ضریب تلفات سیستم = L

فاصله مستقیم بین آنتن گیرنده و فرستنده = R

در این فرمول ضریب $G_{RX} \frac{\lambda^2}{(4\pi R)^2 L}$ سطح موثر آنتن گیرنده است و بنابراین نشان می دهد که چرا وابستگی

به طول موج در دو معادله اخیر وجود دارد.

کتابخانه نام کارشناسی

فهرست مراجع

- 1- S. Enoch, G. Tayeb, P. Sabouroux, N. Guerin, and P. Vincent, "A metamaterial for directive emission." *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 89, pp. 213902-1–213902-4, Nov. 2002.
- 2- G. Lovat, P. Burghignoli, F. Capolino, D. R. Jackson, and D. R. Wilton, "Analysis of directive radiation from a line source in a metamaterial slab with low permittivity." *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 54, No. 3, pp. 1017–1030, 2006.
- 3- G. Lovat, P. Burghignoli, F. Capolino, and D. R. Jackson, "High directivity in lowpermittivity metamaterial slabs: rayoptic vs. leaky-wave models." *Microwave Opt. Techn. Letters*, Vol. 48, No. 12, pp. 2542–2548, 2006.
- 4- G. Lovat, P. Burghignoli, F. Capolino, and D. R. Jackson, "Combinations of low/high permittivity and/or permeability substrates or highly directive planar metamaterial antennas." *IEEE Trans. Microw. Antennas Propag.*, Vol. 1, No. 1, pp. 177–183, 2007.
- 5- G. Lovat, P. Burghignoli, F. Capolino, and D. R. Jackson, "Highly-directive planar leakywave antennas: a comparison between metamaterial-based and conventional designs." *EuMA (European Microwave Association) Proceedings*, Vol. 2, pp. 12–21, 2006.
- 6- K.-C. Huang and Z. Wang, "Millimeter-wave circular polarized beam-steering antenna array for gigabit wireless communications." *IEEE Trans. Antennas Propag.*, Vol. 54, No. 2, part 2, pp. 743–746, 2006.
- 7- J.-Y. Park, Y. Wang, and T. Itoh, "A 60GHz integrated antenna array for high-speed digital beamforming applications." *Proceedings of IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest*, Vol. 3, pp. 1677–1680, Philadelphia, PA, Jun. 2003.