بسم الله الرحمن الرحيم

١٤٣١٨

٩٩١٧٨

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مخابرات میدان

طراحی شبکه تغذیه آنتن مالتی بیم با استفاده از ساختارهای DGS

محسن مداح علی

استاد راهنما:

دکتر کیوان فرورقی

۱۳۸۷ /۵/ ۲۵

اردیبهشت ۸۷

۹۹۱۷۸

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان

آقای محسن مداح علی پایان نامه ۹ واحدی خود را با عنوان طراحی آنتن مالتی بیم پهن باند در تاریخ ۱۳۸۷/۲/٤ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق - مخابرات پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر کیوان فرورقی	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر محمد حکاک	استاد	
استاد ناظر	دکتر زهرا اطلس باف	استادیار	
استاد ناظر	دکتر خلج امیر حسینی	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر زهرا اطلس باف	استادیار	

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

۹۹۱۷۸

دستورالعمل حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می شود.

نام و نام خانوادگی
محسن سجاد علی
امضاء

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته مخابرات است که در سال ۱۳۸۷ در دانشکده فنی - حسن برق دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر کیوان غروری ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب محسن سواح علی دانشجوی رشته مخابرات مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محسن سواح علی

تاریخ و امضا: ۱۳۸۷/۲/۱۰

۱۳۸۷/۱۱/۲۵

این پایان نامه با استفاده از حمایتهای مادی و معنوی مرکز تحقیقات مخابرات ایران طبق قرارداد TMU 86-03-11 انجام شده است.

تقدیم به پدر و مادر عزیزم

پدر و مادری که با زحمات بی‌دریغ و محبت‌های بی‌پایان‌شان مرا برای همیشه شرمسار خود کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

اکنون که به لطف و کرم ایزد منان با ارائه‌ی این پایان‌نامه یکی دیگر از مراحل تحصیل را پشت سر می‌گذارم، حمد و سپاس فراوان خود را به درگاه با عظمتش تقدیم می‌کنم و توفیق به کارگیری این نعمت را در جهت کسب رضایت او و خدمت به بندگانش مسئلت دارم.

وظیفه‌ی خود می‌دانم که از زحمات استاد گرامی جناب آقای دکتر کیوان فرورقی که راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده گرفتند و مرا در اجرای آن صمیمانه و با گشاده‌رویی یاری رساندند، تشکر و قدردانی کنم. انجام مراحل تحقیق، جز به پشتوانه‌ی ایشان امکان‌پذیر نبود.

از اساتید محترم خود دکتر حکاک و دکتر اطلس باف که از راهنمایی و همکاری ایشان بهره‌ی فراوان برده‌ام سپاسگزارم. همچنین از زحمات دوست عزیز خود جناب آقای اسکوئی که در مراحل مختلف پایان‌نامه مرا همراهی کردند تشکر می‌کنم.

در پایان موفقیت خود را مرهون خانواده‌ی خود می‌بینم که صبر و گذشت ایشان مایه‌ی دلگرمی و دعایشان امیدبخش زندگیم خواهد بود.

چکیده

در این پایان نامه ابتدا انواع DGS مطالعه و ویژگی های آنها بـه خـصوص دوخاصـیت Slow Wave وتوانایی افزایش امپدانس آنها مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته و در مرحله اول یک DGS بـا Q-Factor بالا طراحی و شبیه سازی می شود. در مرحله دوم با ترکیب خاصیت افـزایش امپـدانس DGS و مـدل T خط انتقال، یک کاپلر 3-dB در فرکانس GHz ۱ با مساحت ۳۵٪ نسبت به کاپلر ایدال طراحی و سـاخته شد. از آنجا که هدف پایان نامه کاهش ابعاد مـاتریس بـاتلر در فرکـانس GHz ۲/۴ بـود، ابعـاد المانهـای ماتریس از قبیل کاپلر 3-dB و کاپلر 0-dB را در فرکانس GHz ۲/۴ با کمک تکنیـک قبلـی کـاهش داده، سپس با ترکیب چهار کاپلر 3-dB و یک کاپلر 0-dB کوچک شده و دو شیفت دهنده فـاز، مـاتریس بـاتلر کوچک شده در فرکانس GHz ۲/۴ با مساحتی برابـر ۳۵٪ مـساحت مـاتریس عـادی طراحـی و سـاخته می‌شود. نتایج شبیه سازی و پیاده سازی ماتریس با یکدیگر مقایسه و نـشان داده شـده اسـت کـه ایـن نتایج توافق خوبی با هم دارند. پهنای باند ماتریس نهایی حدوداً MHz ۱۵۰ مـی باشـد کـه ایـن میـزان پهنای باند برای سیستمهای WLAN تحت استاندارد IEEE 802.11 b که پهنای باند MHz۸۰ نیـاز دارد، کاملاً کافی می باشد.

کلید واژه

آنتن مالتی بیم، ماتریس باتلر، کاپلر 3-dB ، کاپلر 0-dB، ساختارهای کم شده از صفحه زمین(DGS)

فهرست مطالب

فصل اول مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ای بر مفهوم آنتن مالتی‌بیم ۲

۱-۲- انواع شکل دهنده های بیم(BFN) ۵

۱-۲-۱-BFN های ساخته شده با تقسیم کننده توان ۶

۱-۲-۲- ماتریس باتلر ۷

۱-۲-۳- ماتریس بلاس ۸

۱-۲-۴- لنز روتمن ۹

۱-۳- هدف از پایان‌نامه ۱۰

۱-۴- ساختار پایان‌نامه ۱۰

فصل دوم تئوری ماتریس باتلر و پیشرفت های آن ۱۱

۲-۱- مقدمه ۱۲

۲-۲- تئوری ماتریس باتلر ۱۳

۲-۳- کاربرد های ماتریس باتلر ۱۷

۲-۴- اصلاحات و پیشرفت های ماتریس باتلر ۱۸

۲-۴-۱- ساخت ماتریس باتلرکوچک شده پهن باند به کمک تکنیک چند لایه CPW ۱۸

۲-۴-۲- ماتریس باتلر میکرواستریپی پهن باند در باند X ۲۴

۲-۴-۳- ماتریس باتلر دو بانده برای کاربرد های WLAN ۲۸

فصل سوم DGS و کاربرد های آن ۳۰

۳-۱- مقدمه ۳۱

۳-۲- مفهوم DGS و مدار معادل آن ۳۲
۳-۳- ویژگیها و خواص ساختار های DGS ۳۷
۳-۴- انواع DGS ۴۳
۳-۵- کاربردهای DGS ۴۶
۳-۵-۱- ساخت فیلتر پایین گذر ۴۶
۳-۵-۲- ساخت هایبرید Rat-Race ۴۷
۳-۵-۳- کاربرد در تقویت کننده ۴۸
۳-۵-۴- هایبرید ۹۰ درجه کوچک شده ۴۹
فصل چهارم پیاده سازی ماتریس باتلر کوچک شده در فرکانس ۲/۴ GHz ۵۲
۴-۱- مقدمه ۵۳
۴-۲- شبیه سازی انواع DGS و مقایسه آنها ۵۴
۴-۳- طراحی E-Shape DGS ۵۶
۴-۳-۱- تاثیر طول Slot میانی l_e ۵۷
۴-۳-۲- تاثیر ضخامت Slot میانی t_e ۵۸
۴-۳-۳- طراحی فیلتر باند نگذر ۵۹
۴-۴- طراحی هایبرید کوچک شده با استفاده از خاصیت سلفی DGS ۶۰
۴-۵- پیاده سازی هایبرید به کمک مدل T خط انتقال و DGS در فرکانس ۱ GHz ۶۳
۴-۶- شبیه‌سازی هایبرید ۹۰ درجه در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۰
۴-۷- شبیه سازی کاپلر 0-dB در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۱
۴-۸- شبیه‌سازی و ساخت ماتریس باتلر ۴×۴ کوچک شده ۷۳

فصل پنجم نتایج و پیشنهادات ۷۸
۵-۱- طراحی ماتریس باتلر کوچک شده در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۹
۵-۲- نتایج ۸۰
۵-۳- پیشنهادات ۸۰
۵-۴- انتشارات ۸۱
۵-۴-۱- مقالات مجله ای ۸۱
۵-۴-۲- مقالات کنفرانس ۸۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۱) آنتن Simulsat C/Ku ۵

شکل ۱-۲) شکل دهنده بیم با کمک تقسیم کننده توان ۷

شکل ۱-۳) ساختار ماتریس باتلر ۷

شکل ۱-۴) شکل دهنده بیم بلاس ۹

شکل ۱-۵) لنز روتمن ۹

شکل ۲-۱) شماتیک یک ماتریس باتلر۴×۴ ..... ۱۳

شکل ۲-۲) شکل بیم های ماتریس باتلر ۱۵

شکل ۲-۳) ساختار ماتریس باتلر۸×۸ ..... ۱۶

شکل ۲-۴) شماتیک کاپلر طراحی شده با کمک خطوط چند لایه CPW ۱۹

شکل ۲-۵) توزیع میدان الکتریکی در کاپلر الف)مود زوج ب)مود فرد ۲۰

شکل ۲-۶) امپدانس مشخصه مود زوج و فرد به صورت تابعی از الف)Sو G ب)Sو W ۲۱

شکل ۲-۷) امپدانس مشخصه مود فرد به صورت تابعی از Sو G ۲۱

شکل ۲-۸) ضریب کوپلینگK ۲۲

شکل ۲-۹) پاسخ فرکانسی کاپلر پیشنهادی ۲۲

شکل ۲-۱۰) شماتیک نهایی ماتریس باتلر کوچک شده ۲۳

شکل۲-۱۱) نتایج اندازه گیری ماتریس باتلر ۲۳

شکل ۲-۱۲) اختلاف فاز پورت های خروجی ۲۴

شکل ۲-۱۳) شماتیک ماتریس باتلر پهن باند در باند X ۲۵

شکل۲-۱۴) نتایج شبیه سازی ماتریس باتلر پهن باند در باند X ۲۶

شکل ۲-۱۵) اختلاف فاز پورت های خروجی..... ۲۷

شکل ۲-۱۶) شماتیک ماتریس باتلر دو بانده..... ۲۸

شکل ۲-۱۷) پاسخ فرکانسی ماتریس باتلر دو بانده..... ۲۹

شکل ۳-۱) شماتیک خط انتقال به همراه یک Dumbbell DGS (a=b= 4mm, l= 27.5 mm).. ۳۲

شکل ۳-۲) پارامترهای S ساختار نشان داده شده در شکل (۳-۱)..... ۳۲

شکل ۳-۳) نمودار تغییرات پاسخ فرکانسی به ازای مقادیر مختلف مساحت قسمت پهن Dumbbell DGS..... ۳۴

شکل ۳-۴) نمودار تغییرات پاسخ فرکانسی به ازای مقادیر مختلف پهنای Slot..... ۳۵

شکل ۳-۵) شماتیک مدار معادل DGS..... ۳۵

شکل ۳-۶) الگوی فیلتر پایین گذر تک قطبی باتروورث..... ۳۶

شکل۳-۷) مدار معادل خط انتقال در حضور DGS..... ۳۸

شکل۳-۸) دامنه S_{21} به ازای C=0.67pf,L=1.33nH..... ۳۹

شکل ۳-۹) فاز S_{21} به ازای C=0.67pf,L=1.33nH..... ۳۹

شکل ۳-۱۰) نسبت β/k برای یک خط انتقال با پنج T-Shape DGS..... ۴۰

شکل۳-۱۲) مدل خط انتقال بارگذاری شده با Z_0 به طول θ..... ۴۱

شکل ۳-۱۳) نتایج شبیه سازی خط انتقال ربع طول موج به همراه DGS..... ۴۲

شکل ۳-۱۴) امپدانس مشخصه خط انتقال ربع طول موج به همراه DGS..... ۴۳

شکل ۳-۱۵) شماتیک Quasi-Dumbbell DGS..... ۴۳

شکل ۳-۱۶) شماتیک H-Shape DGS..... ۴۴

شکل ۳-۱۷) شماتیک چند مدل از DGS های معرفی شده..... ۴۴

شکل ۳-۱۸) شماتیک U-Shape DGS و V-Shape DGS ۴۵

شکل ۳-۱۹) پاسخ فرکانسی U-Shape DGS ۴۵

شکل ۳-۲۰) مدار معادل یک فیلتر پایین گذر سه قطبی ۴۶

شکل ۳-۲۱) نمای فیلتر طراحی شده به کمک DGS ۴۷

شکل ۳-۲۲) پاسخ فرکانسی فیلتر پایین گذر سه قطبی ۴۷

شکل ۳-۲۳) شماتیک مدار Rat Race کوچک شده به کمک DGS ۴۸

شکل ۳-۲۴) نتایج ساخت Rat Race کوچک شده به کمک DGS ۴۸

شکل ۳-۲۵) شماتیک تقویت کننده عادی ۴۹

شکل۳-۲۶) شماتیک تقویت کننده کوچک شده به کمک DGS ۴۹

شکل ۳-۲۷) مدار معادل خط انتقال ۹۰ درجه به کمک دو خط انتقال به طول θ و یک سلف... ۵۰

شکل ۳-۲۹) شماتیک هایبرید کوچک شده ۵۰

شکل ۳-۳۰) شماتیک هایبرید کوچک شده به کمک DGS ۵۱

شکل ۴-۱) شماتیک انواع DGS های شبیه سازی شده ۵۴

شکل ۴-۲) نمودار تغییرات فاز S_{21} خط انتقال $\lambda/4$ در فرکانس ۲/۴ GHz به ازای DGS های مختلف ۵۴

شکل ۴-۳) شماتیک U-Shape DGS ۵۵

شکل ۴-۴) پاسخ فرکانسی U-Shape DGS ۵۵

شکل ۴-۵) شماتیک E-Shape DGS ۵۶

شکل ۴-۶) مدار معادل E-Shape DGS ۵۶

شکل ۴-۷) منحنی تغییرات پاسخ فرکانسی به ازای تغییرطول Slot میانی(l_e) ۵۷

شکل ۴-۸) منحنی تغییرات پاسخ فرکانسی به ازای تغییرپهنای Slot میانی(t_e) ۵۹

شکل ۴-۹) شماتیک فیلتر پایین گذر سه قطبی ۵۹

شکل ۴-۱۰) پارامترهای S فیلتر پایین گذر سه قطبی ۶۰

شکل ۴-۱۱) مدل بکار رفته برای خط انتقال $\lambda/4$ ۶۱

شکل ۴-۱۲) شماتیک هایبرید کوچک شده به کمک مدل دو سلفی ۶۲

شکل۴-۱۳) پاسخ فرکانسی هایبرید کوچک شده به کمک مدل دو سلفی ۶۳

شکل ۴-۱۴) مدل T خط انتقال ۶۳

شکل ۴-۱۵) منحنی تغییرات طول الکتریکی θ_1 بر حسب θ_3 به ازای مقادیر مختلف M ۶۵

شکل ۴-۱۶) خط میکرواستریپ $\lambda/4$ به همراه DGS در فرکانس ۱ گیگا هرتز ۶۶

شکل ۴-۱۷) پارامترهای S خط میکرواستریپ $\lambda/4$ به همراه DGS در فرکانس ۱ گیگا هرتز ۶۶

شکل ۴-۱۸) تغییرات امپدانس مشخصه خط انتقال به همراه DGS ۶۶

شکل ۴-۱۹) شماتیک هایبرید کوچک شده در فرکانس ۱ گیگا هرتز ۶۷

شکل ۴-۲۰) نمای بالا و پایین هایبرید ساخته شده (الف)بالا، (ب) پایین ۶۸

شکل ۴-۲۱) نتایج شبیه سازی و پیاده سازی کاپلر 3-dB کوچک شده به کمک DGS ۶۹

شکل ۴-۲۵) شماتیک هایبرید کوچک شده در فرکانس ۲/۴ GHz گیگا هرتز ۷۰

شکل ۴-۲۶) پاسخ فرکانسی هایبرید کوچک شده در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۱

شکل ۴-۲۷) شماتیک کاپلر 0-dB ۷۱

شکل ۴-۲۸) پاسخ فرکانسی کاپلر 0-dB در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۲

شکل ۴-۲۹) شماتیک کاپلر 0-dB کوچک شده ۷۲

شکل ۴-۳۰) نتایج شبیه سازی کاپلر 0-dB کوچک شده ۷۳

شکل ۴-۳۱) شماتیک ماتریس باتلر ساخته شده در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۴

شکل ۴-۳۲) نتایج شبیه سازی IL و RL ماتریس باتلر کوچک شده در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۵

شکل ۴-۳۳) نتایج پیاده سازیIL و RL ماتریس باتلر کوچک شده در فرکانس ۲/۴ GHz ۷۵

شکل ۴-۳۴) اختلاف فاز پورت های مجاور خروجی به ازای تغذیه پورت ۱ ..... ۷۵

شکل ۴-۳۵) اختلاف فاز پورت های مجاور خروجی به ازای تغذیه پورت ۲ ..... ۷۶

شکل ۴-۳۶) نمای بیم‌های تولیدی توسط ماتریس باتلر ۴×۴ ..... ۷۷

شکل ۴-۳۷) شماتیک ماتریس باتلر استاندارد ۷۷

فهرست جداول

جدول ۲-۱) پارامترهای آرایه ماتریس باتلر به ازای تعداد بیم های مختلف ۱۶

جدول ۲-۲) اختلاف فاز بین پورت های خروجی مجاور ۲۹

جدول ۳-۱) پارامترهای استخراج شده مدار معادل به ازای g=0.2 mm ۳۷

جدول ۳-۲) پارامترهای استخراج شده مدار معادل به ازای a=b=2.5 mm ۳۷

جدول ۴-۱) فاکتور Q و پارامترهای مدار معادل E-Shape DGS به ازای تغییرات طول Slot میانی(l_e) ۵۸

جدول ۴-۲) فاکتور Q و پارامترهای مدار معادل U-Shape DGS ۵۸

جدول ۴-۳) فاکتور Q و پارامترهای مدار معادل E-Shape DGS به ازای تغییرات پهنای Slot میانی(t_e) ۵۹

جدول ۴-۴) پارامترهای کاپلر 0-dB کوچک شده ۷۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه ای بر مفهوم آنتن مالتی‌بیم[1]

در اکثر سیستمهای Wireless از دو روش مرسوم استفاده می شود، یکی استفاده از آنتن های Omni Directional و دیگری تقسیم بندی مناطق و استفاده از آنتن ها با پهنای بیم مشخص برای هر منطقه(Sectorized Antenna System). در این دو روش حتی اگر فقط یک کاربر در یک سلول باشد بیم آنتن ها کل آن سلول را می پوشاند و این باعث کاهش بازدهی سیستمهای WLAN می شود. از طرفی برای تامین نیاز روز افزون شبکه های WLAN و تامین نیاز کاربران باید ظرفیت شبکه های موبایل و بازدهی طیف فرکانسی مورد استفاده افزایش یابد. برای غلبه بر مشکلات بیان شده ایده Smart Antenna معرفی شده است. این آنتنها به دو دسته کلی تقسیم می شوند: شبکه های مالتی‌بیم ثابت[2] و دیگری آنتن های آرایه ای وفقی[3].

---

[1] Multi Beam Antenna
[2] Fixed Multibeam Antnna
[3] Adaptive Array Antenna