

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

١٣٨٧ ✓



دانشکده فنی

گروه برق - مخابرات

مطالعه آنتن‌های تک‌قطبی بیضوی مسطح

و طراحی و ساخت نمونه جدید

رها اشتیاقی

پایان‌نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

استاد راهنمای اول: دکتر جواد نوری‌نیا

۱۳۸۹/۴/۸

استاد راهنمای دوم: دکتر چنگیز قبادی

تلفظ اطلاعات مذکور صحیح است
سید مازک

۱۳۸۸

۱۳۸۷۰۷



پایان نامہ کارشناسی ارشد ~~مختصہ~~ ^{نی برائے} خانم / اگلی رہا ^۵ ~~السیاحی~~ ^۵ بہ تاریخ ۱۸, ۶, ۲۰۲۱ شماره
مورد پذیرش هیأت محترم داوران با رتبہ عالی و نمبر ۲۰۲۱ قرار گرفت۔

۱- استاد راهنما و رئیس هیأت داوران: دکتر نورینا - دکتر جباری
دکتر نورینا

۲- استاد مشاور:

۳- داور خارجی: دکتر جدی

۴- داور داخلی: دکتر اذرس

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر نورینا
دکتر نورینا

دکتر نورینا
رئیس هیأت داوران
فصل ۱۰، دانشگاه اوزبیکہ فی پاکستان

تقدیم به :

پدر و مادر بزرگوار و فداکارم

همسر عزیزم

و خواهر و برادر مهربانم

با تشکر از:

مرکز تحقیقات مخابرات ایران (ITRC) برای پشتیبانی مالی و آزمایشگاهی این پایان نامه،

اساتید محترم گروه برق-مخابرات

و همهٔ دوستانی که مرا در طی دوران انجام این پایان نامه یاری کردند.

چکیده

رشد روزافزون و مقبولیت عام صنایع مخابراتی و ارتباطی بی‌سیم، تحقیقات گسترده‌ای را در زمینه آنتن‌های فرایه‌ن باند، دوبانده و چندبانه می‌طلبد. نسل جدید سیستم‌های بی‌سیم به چند دسته عمده تقسیم بندی شده‌اند که هرکدام نیاز به فناوری خاص خود دارند. به عنوان مثال شبکه‌های WPAN نیاز به تکنولوژی UWB دارند و آنتن طراحی شده برای این کاربرد باید بتواند بازه فرکانسی از ۳/۱ تا ۱۰/۶ گیگاهرتز را پوشش دهد. در میان آنتن‌های مسطح باند گسترده و چندبانه آنتن‌های تک قطبی به دلیل انعطاف پذیری بالای طراحی کاندید بسیار مناسبی برای سیستم‌های بی‌سیم محسوب می‌شوند. با استفاده از آنتن‌های تک قطبی میتوان به دلخواه به پهنای باند گسترده و یا دو یا چند بانه دست یافت. در عین حال پترن تشعشی آنها مطلوب بوده و سبک، ارزان و به راحتی قابل ساخت می‌باشند. تا به امروز انواع مختلفی از آنتن‌های تک قطبی در فرم ساده و ترکیبی ارائه و طراحی شده و مطالعات بیشتر در این زمینه ادامه دارد.

در این پایان نامه پس از بررسی و مطالعه روشهای گذشته برای بهبود عملکرد آنتن‌های تک قطبی، ابتدا آنتن جدید تک قطبی ساده شبه-نیم بیضوی ارائه شده و به نحوی بهینه سازی شده است که بتواند باند فرکانسی UWB را پوشش دهد. در این ساختار با ایجاد برش در لبه انتهایی المان تشعشی میتوان پهنای باند آنتن را افزایش داد. در ادامه برای حذف باند متداخل از باند فرکانسی اصلی، دو شکاف کمانی شکل با زاویه متغییر به هم متصل شده‌اند. آنتن پیشنهادی روی زیرلایه FR4 با ابعاد $22 \times 22 \times 0.8 \text{ mm}^3$ قرار گرفته و به نحوی بهینه سازی شده که بتواند پهنای باند از ۲/۵ تا ۱۵ گیگاهرتز را پوشش داده و باند متداخل از ۵/۱ تا ۵/۸ گیگاهرتز را حذف کند.

در ادامه دو آنتن تک قطبی جدید از نوع آنتن‌های ترکیبی با درجه آزادی بالای طراحی پیشنهاد شده‌اند. این آنتن‌ها ترکیبی هستند از المان تشعشی اصلی با تغذیه مستقیم خط میکروستریپ و المان تشعشی پارازیتیک با تغذیه غیر مستقیم و از طریق کوپلاژ الکترومغناطیسی. با تغییر دادن ساختار و پارامترهای المان تشعشی اصلی و پارازیتیک میتوان به عملکرد UWB و یا دو بانده WLAN/WiMAX دست یافت. در آنتنی که به منظور استفاده در سیستم‌های UWB طراحی شده است، با ایجاد برش در لبه پایینی المان پارازیتیک نیم بیضوی، میتوان پهنای باند امپدانس را به میزان قابل توجهی افزایش داد. در ضمن با اتصال المان دیگری به شکل عکس نیم بیضوی به المان اصلی، میتوان به عملکرد فیلترینگ نیز دست یافت. در آنتن دوم نشان داده شده است که تغییرات عرض المان پارازیتیک، پهنای باند فرکانسی آنتن را کنترل کرده و افزایش طول المان پارازیتیک عملکرد فیلترینگ آن را قدرت بخشیده و باندهای اضافی و ناخواسته را فابل حذف می‌سازد. هر دو آنتن روی زیرلایه FR4 با ابعاد $25 \times 25 \times 1 \text{ mm}^3$ قرار گرفته‌اند. آنتن پیشنهادی UWB به نحوی بهینه سازی شده که بتواند پهنای باند از ۳ تا ۱۱ گیگاهرتز را پوشش داده و باند متداخل از ۵/۱ تا ۵/۹ گیگاهرتز را حذف کند و آنتن دوم در دو باند فرکانسی ۲/۱ تا ۴ و ۴/۸ تا ۶/۵ گیگاهرتز طراحی شده است و باندهای WLAN و WiMAX را پوشش میدهد.

فهرست مطالب

۱	مقدمه	
	فصل اول	تکنولوژی مخابرات بی‌سیم، تاریخچه و روند پیشرفت آنتن‌های UWB
۳	مقدمه	(۱-۱)
۳	انواع شبکه‌های بی‌سیم و تکنولوژی استفاده شده در این شبکه‌ها	(۲-۱)
۵	بررسی کارایی و مشخصات انواع آنتن‌های UWB	(۳-۱)
۵	آنتن‌های دومخروطی و مخروطی	(۱-۳-۱)
۷	آنتن‌های مستقل از فرکانس	(۲-۳-۱)
۸	آنتن‌های موج نشستی	(۳-۳-۱)
۸	آنتن‌های تک‌قطبی صفحه‌ای	(۴-۳-۱)
۹	آنتن‌های ترکیبی با رزوناتور دی‌الکتریک	(۵-۳-۱)
۱۰	جمع بندی	(۶-۳-۱)
	فصل دوم	بررسی عملکرد و روشهای طراحی آنتن‌های تک‌قطبی چاپی برای سیستم‌های UWB
۱۱	مقدمه	(۱-۲)
۱۱	روش‌های طراحی و بهبود عملکرد آنتن تک قطبی چاپی بیضوی و شبه بیضوی برای کاربردهای UWB	(۲-۲)
۱۲	روش مبنا برای طراحی فرکانس- پایین در آنتن‌های UWB	(۱-۲-۲)
۱۴	روش مبنا برای طراحی فرکانس- بالا در آنتن‌های UWB	(۲-۲-۲)
۲۰	ایجاد شکاف بیضوی در داخل المان تشعشعی آنتن تک قطبی	(۳-۲-۲)
۲۴	ایجاد شکاف‌های پلکانی در لبه‌های کناری المان تشعشعی آنتن تک قطبی و تصحیح ساختار زمین	(۴-۲-۲)
۲۷	المان تشعشعی حلقوی در آنتن تک قطبی	(۵-۲-۲)
۲۹	برش قطاع متقارن در المان تشعشعی آنتن	(۶-۲-۲)
۳۰	آنتن‌های تک‌قطبی E و EC	(۷-۲-۲)
۳۶	روش‌های طراحی و بهبود عملکرد آنتن تک قطبی چاپی دو بانده برای کاربردهای WLAN/WiMax	(۳-۲)
۳۷	روش مبنا برای طراحی آنتن‌های دو یا چندبانده و خم کردن المان تشعشعی	(۱-۳-۲)
۳۹	استفاده از اثر بارگذاری خازنی و القایی	(۲-۳-۲)

۴۰	استفاده از المان پارازیتیکی	(۳-۳-۲)
	فصل سوم روش‌های طراحی فیلتر در آنتن‌های تک‌قطبی چاپی بیضوی و شبه-بیضوی	
۴۳	مقدمه	(۱-۳)
۴۳	ایجاد شکاف در داخل المان تشعشعی آنتن	(۲-۳)
۴۶	استفاده از رزوناتورهای حلقه-باز و حلقه-بسته	(۳-۳)
۴۷	افزودن استاب سری به المان تشعشعی آنتن	(۴-۳)
۴۹	برش قطاع نامتقارن در المان تشعشعی آنتن	(۵-۳)
۵۴	ایجاد مسیر فرعی در خط تغذیه	(۶-۳)
	فصل چهارم بررسی آنتن‌های تک‌قطبی پیشنهادی در این پایان نامه	
۵۶	مقدمه	(۱-۴)
۵۷	آنتن تک قطبی ساده نیم بیضوی مسطح فرایهن باند با فیلتر تک بانده	(۲-۴)
۵۷	ساختار فیزیکی آنتن و مطالعه پارامتریک	(۱-۲-۴)
۶۲	نتایج اندازه‌گیری	(۲-۲-۴)
۶۵	آنتن تک قطبی ترکیبی بیضوی مسطح با کوپلاژ الکترومغناطیسی برای کاربردهای WLAN/WiMAX و UWB	(۳-۴)
۶۴	ساختار فیزیکی و مطالعه پارامتریک آنتن UWB	(۱-۳-۴)
۶۸	نتایج اندازه‌گیری آنتن پیشنهادی UWB	(۲-۳-۴)
۷۱	ساختار فیزیکی و مطالعه پارامتریک آنتن WLAN/WiMAX	(۳-۳-۴)
۷۳	نتایج اندازه‌گیری آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX	(۴-۳-۴)
۷۵	نتیجه‌گیری	(۴-۴)
۷۶	پیشنهادات	(۵-۴)
۷۷	فهرست منابع	

فهرست جدول‌ها، نمودارها و اشکال

- شکل ۱-۱: شماتیکی از انواع شبکه‌های بی‌سیم و استانداردهای آنها. ۴
- شکل ۲-۱: نمایی از آنتن‌های: (الف) دومخروطی، (ب) مخروطی. ۶
- شکل ۳-۱: نمایی از آنتن‌های مستقل از فرکانس. ۷
- شکل ۴-۱: نمایی از آنتن‌های موج رونده. ۸
- شکل ۵-۱: نمایی از ساختار آنتن‌های ترکیبی با رزوناتور دی‌الکتریک. ۹
- شکل ۱-۲: اشکال متداول آنتن‌های تک قطبی چاپی با ساختار تغذیه متفاوت ۱۲
- شکل ۲-۲: تغییرات طول p با تغییر فرکانس لبه پایین باند در آنتن‌های تک قطبی گروه ۲. ۱۳
- شکل ۳-۲: ساختار آنتن تک قطبی بیضوی. ۱۴
- شکل ۴-۲: نمودار اسمیت برای چهار ساختار آنتن تک قطبی بیضوی با $2A = 48 \text{ mm}$ و $2B$: (الف) 10 میلیمتر، (ب) 20 میلیمتر، (پ) 40 میلیمتر، (ت) 52 میلیمتر. ۱۵
- شکل ۵-۲: نمودار تلفات بازگشتی برای چهار ساختار آنتن تک قطبی بیضوی با $2A = 48 \text{ mm}$ و $2B$ متغییر. ۱۶
- شکل ۶-۲: توزیع جریان سطحی روی المان تشعشی و زمین آنتن برای ساختار آنتن تک قطبی بیضوی با $2A = 48 \text{ mm}$ و $2B = 52 \text{ mm}$ در فرکانس‌های (الف) ۱، (ب) ۳، (پ) ۵ و (ت) ۷ گیگاهرتز. ۱۶
- شکل ۷-۲: نمودار پترن تشعشی صفحه H برای ساختار آنتن تک قطبی بیضوی با $2A = 48 \text{ mm}$ و $2B = 52 \text{ mm}$ در فرکانس‌های (الف) ۱، (ب) ۶ و (پ) ۱۰ گیگاهرتز. ۱۷
- شکل ۸-۲: نمودار پترن تشعشی صفحه E برای ساختار آنتن تک قطبی بیضوی با $2A = 48 \text{ mm}$ و $2B = 52 \text{ mm}$ در فرکانس‌های (الف) ۱، (ب) ۶ و (پ) ۱۰ گیگاهرتز. ۱۸
- شکل ۹-۲: نمودار بهره و راندمان تشعشی آنتن تک قطبی بیضوی با $2A = 48 \text{ mm}$ و $2B = 52 \text{ mm}$. ۱۸
- شکل ۱۰-۲: آنتن تک قطبی بیضوی با شکاف داخلی بیضوی [۱۴]. ۱۹
- شکل ۱۱-۲: نمودار بررسی تغییرات تلفات بازگشتی در اثر تغییرات دو پارامتر اساسی شکاف بیضوی (r_1 و r_2) در داخل المان تشعشع کننده مربوط به ساختار شکل ۲-۱۰ [۱۴]: (الف) $r_2 \neq r_1$ ، (ب) $r_2 = r_1$. ۱۹
- شکل ۱۲-۲: توزیع جریان سطحی روی المان تشعشی بترتیب در سه فرکانس $3/7$ ، $6/8$ و $9/6$ گیگاهرتز [۱۴]. ۲۱
- شکل ۱۳-۲: پترن تشعشی آنتن شکاف دار [۱۴] در صفحات H و E در فرکانس ۶ گیگاهرتز ۲۱
- شکل ۱۴-۲: مقایسه راندمان تشعشی آنتن تک قطبی بیضوی کامل و شکاف دار. ۲۲
- شکل ۱۵-۲: مقایسه بیشترین بهره آنتن تک قطبی بیضوی کامل و شکاف دار. ۲۲
- شکل ۱۶-۲: آنتن تک قطبی نیم بیضوی با لبه‌های پلکانی و زمین تصحیح شده [۱۳]. ۲۳
- شکل ۱۷-۲: مقایسه نمودار $VSWR$ برای آنتن [۱۳] با و بدون شکاف‌های پلکانی شکل در لبه المان تشعشی آنتن. ۲۴
- شکل ۱۸-۲: مقایسه نمودار $VSWR$ برای آنتن شکل ۲-۱۶ [۱۳] بین ساختار آنتن با زمین معمولی و تصحیح شده. ۲۴
- شکل ۱۹-۲: پترن تشعشی صفحه H آنتن شکل ۲-۱۶ [۱۳] در فرکانس‌های: (الف) ۳، (ب) ۷ و (پ) ۱۰ گیگاهرتز. ۲۵
- شکل ۱۹-۲: پترن تشعشی صفحه E آنتن شکل ۲-۱۶ [۱۳] در فرکانس‌های: (الف) ۳، (ب) ۷ و (پ) ۱۰ گیگاهرتز. ۲۵
- شکل ۲۱-۲: نمودار حاصل از نتایج اندازه‌گیری برای بهره آنتن شکل ۲-۱۶ [۱۳]. ۲۶

- شکل ۲-۲۲: ساختار آنتن تک قطبی حلقوی [۱۵]. ۲۶
- شکل ۲-۲۳: نمودار تغییرات تلفات بازگشتی آنتن شکل ۲-۲۲ [۱۵] بر اساس تغییر در شعاع داخلی r . ۲۷
- شکل ۲-۲۴: پترن تشعشی آنتن شکل ۲-۲۲ [۱۵] در: (الف) صفحه H در فرکانس $3/5$ گیگاهرتز، (ب) صفحه E در فرکانس $3/5$ گیگاهرتز، (پ) صفحه H در فرکانس 10 گیگاهرتز و (ت) صفحه E در فرکانس 10 گیگاهرتز. ۲۷
- شکل ۲-۲۵: نمودار بهره برای آنتن ۲-۲۲ [۱۵]. ۲۸
- شکل ۲-۲۶: ساختار آنتن دایروی با برش متقارن در المان تشعشی [۱۶]. ۲۸
- شکل ۲-۲۷: نمودار تغییرات تلفات بازگشتی آنتن شکل ۲-۲۶ [۱۶] بر اساس تغییر در زاویه M . ۲۹
- شکل ۲-۲۸: پترن تشعشی آنتن شکل ۲-۲۶ [۱۶] در صفحه H در فرکانسهای: (الف) 4 و (ب) 10 گیگاهرتز. ۲۹
- شکل ۲-۲۹: پترن تشعشی آنتن شکل ۲-۲۶ [۱۶] در صفحه E در فرکانسهای: (الف) 4 و (ب) 10 گیگاهرتز. ۳۰
- شکل ۲-۳۰: نمودار تغییرات بهره برای آنتن شکل ۲-۲۶ [۱۶]. ۳۰
- شکل ۲-۳۱: ساختار آنتنهای تک قطبی UWB : (الف) آنتن بیضوی E ، (ب) آنتن بیضوی EC ، (پ) آنتن دایروی E و (ت) آنتن دایروی EC . ۳۱
- شکل ۲-۳۱: مقایسه نمودار تلفات بازگشتی چهار آنتن تک قطبی E و EC بر اساس فرکانس. ۳۲
- شکل ۲-۳۳: تغییرات بهره بر اساس فرکانس برای چهار آنتن تک قطبی. ۳۳
- شکل ۲-۳۵: تغییرات تلفات بازگشتی آنتن با فرکانس برای زیر لایه $DuPont951$ با ارتفاع مختلف. ۳۵
- شکل ۲-۳۶: تغییرات تلفات بازگشتی آنتن با فرکانس برای زیر لایه $RT6010LM$ با ارتفاع مختلف. ۳۵
- شکل ۲-۳۷: مقایسه فرکانسهای f_c حاصل از شبیه سازی و محاسبه در زیر لایه $DuPont951$ با ارتفاع 0.5 میلیمتر. ۳۵
- شکل ۲-۳۸: ساختار آنتن تک قطبی: (الف) تک قطبی ساده تک بانده، (ب) تک قطبی خمیده تک بانده، (پ) تک قطبی خمیده دوبانده. ۳۶
- شکل ۲-۳۹: نمودار تلفات بازگشتی آنتنهای شکل ۲-۳۸. ۳۷
- شکل ۲-۴۰: آنتن تک قطبی اولیه مرجع [۲۱]. ۳۷
- شکل ۲-۴۱: نمایش توزیع جریان سطحی در آنتن شکل ۲-۴۰. ۳۸
- شکل ۲-۴۲: اعمال بارگذاری سلفی و ضد-خازنی برای آنتن شکل ۲-۴۰. ۳۸
- شکل ۲-۴۳: نمودار تلفات بازگشتی برای آنتن شکل ۲-۴۲ با اعمال بارگذاریهای سلفی و ضد-خازنی. ۳۹
- شکل ۲-۴۴: ساختار آنتن تک قطبی دوبانده با المان پارازیتیک. ۳۹
- شکل ۲-۴۵: نمودار تلفات بازگشتی بر اساس فرکانس برای آنتن شکل ۲-۴۴ با تغییر در مقادیر طول المان پارازیتیک و فاصله آن از زمین. ۴۰
- شکل ۲-۴۶: نتایج شبیه سازی و اندازه گیری تلفات بازگشتی برای آنتن شکل ۲-۴۴ با وبدون المان پارازیتیک. ۴۱
- شکل ۲-۴۷: نمودار پترن تشعشی برای فرکانسهای: (الف) $2/5$ ، (ب) $3/5$ ، (پ) $5/5$ گیگاهرتز و بهره برای بازه های فرکانسی: (ت) $2/3-2/8$ ، (ث) $3/2-3/8$ ، (ج) $5/5-5/95$ گیگاهرتز. ۴۱
- شکل ۳-۱: ساختار آنتن تک قطبی حلقوی با شکاف حلقوی. ۴۳
- شکل ۳-۲: تغییرات نمودار $VSWR$ آنتن شکل ۳-۱ با زاویه بازشدگی α ($s = 2/5 \text{ mm}$). ۴۳
- شکل ۳-۳: تغییرات نمودار $VSWR$ آنتن شکل ۳-۱ با عرض شکاف حلقوی ($\alpha = 20.5 \text{ deg}$). ۴۴
- شکل ۳-۴: نمایی از فیلتر حلقوی باز و بسته با تغذیه خط میکروستریپ. ۴۴

- شکل ۳-۵: پاسخ فرکانسی رزوناتور حلقوی با کوپلاژ الکترومغناطیسی. ۴۴
- شکل ۳-۶: ساختار آنتن تک قطبی با فیلتر کوپلاژی: (الف) نوع اول - حلقه بسته، (ب) نوع دوم - حلقه باز، (پ) نوع سوم - حلقه باز و (ت) نوع چهارم - دو یانده حلقه باز. ۴۵
- شکل ۳-۷: مقایسه نمودار تغییرات VSWR بین ساختارهای شکل ۳-۶. ۴۶
- شکل ۳-۸: تغییرات VSWR را بر اساس تغییر در شعاع فیلتر حلقوی. ۴۶
- شکل ۳-۹: آنتن تک قطبی حلقوی به همراه ساختار فیلتر با استفاده از استاب سری. ۴۷
- شکل ۳-۱۰: مقایسه نمودار VSWR برای آنتن شکل ۳-۹ با وبدون ساختار فیلتر. ۴۷
- شکل ۳-۱۱: نمودار تغییرات VSWR برای آنتن شکل ۳-۹ بر اساس تغییر در مقدار L_1 . ۴۸
- شکل ۳-۱۲: نمودار بهره آنتن شکل ۳-۹ با وبدون استاب سری. ۴۸
- شکل ۳-۱۳: ساختار آنتن تک قطبی دایروی با برش نامتقارن. ۴۹
- شکل ۳-۱۴: نمودار تغییرات VSWR با تغییرات زاویه زاویه خط محوری برش با امتداد افق برای آنتن شکل ۳-۱۳. ۴۹
- شکل ۳-۱۵: توزیع جریان الکتریکی سطحی روی المان تشعشی در زوایای مختلف ω . ۵۰
- شکل ۳-۱۶: نمودار تغییرات VSWR برای آنتن شکل ۳-۱۳ به ازای تغییرات زاویه θ و $(\omega = 0 \text{ deg})$. ۵۰
- شکل ۳-۱۷: اثر عمق زاویه برش در نمودار VSWR برای آنتن شکل ۳-۱۳. ۵۱
- شکل ۳-۱۸: مقایسه نمودار VSWR آنتن شکل ۳-۱۳ با وبدون برش نامتقارن در المان تشعشی. ۵۱
- شکل ۳-۱۹: نمودار تغییرات بهره آنتن شکل ۳-۱۳ با فرکانس در دو حالت قبل و بعد از ایجاد برش. ۵۲
- شکل ۳-۲۰: ساختار آنتن تک قطبی به همراه مسیر فرعی در ساختار تغذیه. ۵۲
- شکل ۳-۲۱: مطالعه تغییرات پهنای باند فیلتر آنتن شکل ۳-۲۰ بر اساس تغییرات عرض های شکاف و مسیر فرعی. ۵۲
- شکل ۳-۲۲: مقایسه نتایج عملی و شبیه سازی برای آنتن شکل ۳-۲۰ در حالت های مختلف ساختار فیلتر. ۵۴
- شکل ۳-۲۳: نمودار سه بعدی پترن آنتن شکل ۳-۲۰ در سه فرکانس مختلف داخل باند کاری آنتن. ۵۴
- شکل ۳-۱: ساختار آنتن تک قطبی جدید پیشنهادی ۵۷
- شکل ۳-۲: نمودار VSWR برای مقادیر مختلف M در ساختار آنتن پیشنهادی ۵۷
- شکل ۳-۳: نمودار VSWR برای ساختار آنتن پیشنهادی با وبدون ایجاد برش. ۵۸
- شکل ۳-۴: نمودار VSWR برای مقادیر مختلف (a) $L_g = 37.59 \text{ mm}$ و (b) D_g وقتی که $L_g = 74.5 \text{ mm}$. ۵۸
- شکل ۳-۵: نمودار VSWR برای مقادیر مختلف (a) L_g و (b) N وقتی که $L_g = 18.48 \text{ mm}$ و $N = 87 \text{ deg}$. ۵۹
- شکل ۳-۶: نمودار VSWR برای ساختار آنتن پیشنهادی با مقادیر مختلف برای g. ۵۹
- شکل ۳-۷: نمونه ساخته شده از ساختار آنتن پیشنهادی. ۶۱
- شکل ۳-۸: نمودار VSWR برای مقایسه نتایج شبیه سازی و اندازه گیری. ۶۲
- شکل ۳-۹: نمودار توزیع جریان آنتن در فرکانسهای (الف) ۳/۵ GHz، (ب) ۵/۵ GHz و (پ) ۹/۵ GHz. ۶۲
- شکل ۳-۱۰: پترن تشعشی اندازه گیری شده آنتن پیشنهادی در در صفحه H در فرکانسهای (الف) ۳/۵ (ب) ۷/۵ و (پ) ۱۰/۵ گیگاهرتز. ۶۳
- شکل ۳-۱۱: پترن تشعشی اندازه گیری شده آنتن پیشنهادی در در صفحه E در فرکانسهای (الف) ۳/۵، (ب) ۷/۵ و (پ) ۱۰/۵ گیگاهرتز. ۶۳
- شکل ۳-۱۲: نمودار گین آنتن پیشنهادی با وبدون ساختار فیلتر. ۶۴

- شکل ۴-۱۳: آنتن پیشنهادی UWB (الف) بدون ساختار فیلتر، (ب) به همراه ساختار فیلتر. ۶۴
- شکل ۴-۱۴: نمودار تلفات بازگشتی برای آنتن پیشنهادی UWB با و بدون المان پارازیتی. ۶۵
- شکل ۴-۱۵: نمودار تلفات بازگشتی برای آنتن پیشنهادی UWB برای مقادیر مختلف زاویه M . ۶۵
- شکل ۴-۱۶: نمودار تلفات بازگشتی برای آنتن پیشنهادی UWB برای مقادیر مختلف B_{1m} . ۶۶
- شکل ۴-۱۷: منحنی تغییرات فرکانس مرکزی فیلتر با تغییرات A_f برای سه B_f مختلف. ۶۶
- شکل ۴-۱۸: منحنی تغییرات قدرت فیلتر با تغییرات A_f برای سه B_f مختلف. ۶۷
- شکل ۴-۱۹: نمونه ساخته شده از ساختار آنتن پیشنهادی UWB. ۶۸
- شکل ۴-۲۰: نمودار تلفات بازگشتی آنتن پیشنهادی UWB برای مقایسه نتایج شبیه سازی و اندازه گیری. ۶۸
- شکل ۴-۲۱: پترن تشعشی اندازه گیری شده آنتن پیشنهادی UWB در در صفحه H در فرکانسهای (الف) $3/5$ (ب) $6/5$ و (ج) $9/5$ گیگاهرتز. ۶۹
- شکل ۴-۲۲: پترن تشعشی اندازه گیری شده آنتن پیشنهادی UWB در صفحه E در فرکانسهای (الف) $3/5$ (ب) $6/5$ و (ج) $9/5$ گیگاهرتز. ۶۹
- شکل ۴-۲۳: نمودار گین و راندمان تشعشی آنتن پیشنهادی UWB. ۷۰
- شکل ۴-۲۴: آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX (الف) بدون ساختار فیلتر، (ب) به همراه ساختار فیلتر. ۷۰
- شکل ۴-۲۵: نمودار تلفات بازگشتی برای آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX برای مقادیر مختلف A_{2p} . ۷۱
- شکل ۴-۲۶: نمودار تلفات بازگشتی آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX برای مقادیر مختلف B_{2p} . ۷۱
- شکل ۴-۲۷: نمونه ساخته شده از ساختار آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX. ۷۳
- شکل ۴-۲۸: نمودار تلفات بازگشتی آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX برای مقایسه نتایج شبیه سازی و اندازه گیری. ۷۳
- شکل ۴-۲۹: پترن تشعشی اندازه گیری شده آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX در در صفحه H در فرکانسهای (الف) $2/5$ (ب) $3/5$ و (پ) $5/3$ گیگاهرتز. ۷۵
- شکل ۴-۳۰: پترن تشعشی اندازه گیری شده آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX در در صفحه E در فرکانسهای (الف) $2/5$ (ب) $3/5$ و (پ) $5/3$ گیگاهرتز. ۷۵
- شکل ۴-۳۱: نمودار گین و راندمان تشعشی آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX. ۷۶
- جدول ۱-۱: مشخصات آنتن های UWB ۴۰
- جدول ۱-۲: مقادیر حاصل از محاسبه و بهینه سازی برای پارامترهای طراحی آنتن های تک قطبی. ۳۲
- جدول ۲-۲: پارامترهای طراحی محاسبه شده برای آنتن تک قطبی با زیر لایه های مختلف. ۳۴
- جدول ۴-۱: مقادیر پارامترهای حاصل از نتایج بهینه سازی برای آنتن پیشنهادی ۶۰
- جدول ۴-۲: مقادیر پارامترهای حاصل از نتایج بهینه سازی برای آنتن پیشنهادی UWB ۶۷
- جدول ۴-۳: مشخصات فیلتر حاصل از نتایج شبیه سازی برای مقادیر مختلفی از قطر فرعی شکاف بیضوی L_s . ۷۲
- جدول ۴-۴: مقادیر پارامترهای حاصل از نتایج بهینه سازی برای آنتن پیشنهادی WLAN/WiMAX ۷۲

مقدمه

امروزه شاهد رشد روز افزون استفاده از شبکه‌های بی‌سیم در صنایع مخابراتی و ارتباطی، در ابعاد متفاوت و با اهداف مختلف هستیم. چشم‌انداز آینده این فناوری ایجاد یک بستر مشترک ارتباطی است که خدمات سه‌گانه صوتی، تصویری و دیتا را به صورت یکجا ارائه کند. در این فناوری از امواج الکترومغناطیس با طول موجهای چند میلیمتر تا چند سانتیمتر استفاده می‌گردد. از نظر فرکانسی این مقدار بین مقادیر نزدیک به ۱ گیگاهرتز تا چند ده گیگاهرتز می‌باشد. از بخش‌های عمده این فناوری بکاربردن آنتن مناسب در دوسوی فرستنده و گیرنده است که به نحو مطلوبی بتواند نیاز شبکه‌های بی‌سیم را برآورد. فرکانس‌های کاری که در بالا ذکر شد، جهت تخصیص به سیستمها، جهت اعمال کنترل و مدیریت لازم، به نواحی یا باندهای فرکانسی کاملاً مشخص و استاندارد تقسیم شده به گونه‌ای که کلیه سیستم‌ها می‌بایست در محدوده فرکانسی تعیین شده کار نمایند. امروزه تحقیقات آکادمیک و صنعتی فراوانی جهت توسعه تکنولوژی‌های بی‌سیم مذکور، در حال انجام است. یکی از بخش‌های عمده این تحقیقات روی آنتن‌های فرایه‌ن باند و چندباند می‌باشد تا بتوانند نیاز روز شبکه‌های بی‌سیم را فراهم آورند. آنتن یکی از بخش‌های اساسی سیستم‌های مخابراتی است و همانطور که می‌دانیم سیگنال حاوی اطلاعات را بین موجر مایکروویوی و فضا کوپل می‌کند. آنتن‌هایی که برای هر یک از فناوری‌های مذکور طراحی میشوند باید پهنای باند امیدانسی تعیین شده را پوشش داده و در عین حال در یک پهنای باند امیدانسی مزبور پترن تشعشی و گین ثابت و مناسب داشته و حداقل تأخیر زمانی را به سیگنال ورودی اعمال کنند. سیستم‌های مخابراتی عموماً به دو دسته آنتن‌های ایستگاه پایه^۱ و آنتن‌های قابل حمل^۲ نیاز دارند. از جمله آنتن‌های ایستگاه پایه می‌توان به آنتن‌های TEM horn و Vivaldi اشاره کرد. در مقابل، میتوان گفت که موفقیت روزافزون شبکه‌های بی‌سیم مدیون آنتن‌های قابل حمل در ابعاد کوچک است و مهندسان مخابرات را به سمت طراحی آنتن‌هایی سوق داده است که عملکرد مطلوب‌تری داشته، سبک‌تر و کوچک‌تر باشند و به راحتی با سایر اجزای مدارات MMIC^۳ مجتمع شوند.

یکی از انواع آنتن‌های قابل حمل، آنتن‌های تک قطبی صفحه‌ای عمودی و چاپی است که به علت داشتن پهنای امیدانسی وسیع و پترن تشعشی همه‌جهته و پارامترهای طراحی زیاد، دو کاندید مناسب برای فناوری بی‌سیم هستند. از سال ۱۹۷۳ تا به امروز ساختارهای مختلفی از انواع آنتن‌های تک قطبی معرفی و تحلیل شده‌اند. در عین حال ساختار سه‌بعدی آنتن‌های تک قطبی عمودی و صفحه زمین بزرگ آنها که باعث حذف نصف پترن تشعشی این آنتن‌هاست، باعث عدم انتخاب این آنتن‌ها برای استفاده در شبکه‌های بی‌سیم شده‌است. از سویی دیگر، آنتن‌های تک قطبی چاپی^۴ را می‌توان به همراه سایر قطعات مدارات RF روی یک زیرلایه مشترک بکاربرد. قابل ذکر است که این آنتن‌ها دارای پترن تشعشی مشابه با پترن آنتن‌های دی‌پل را دارند. این آنتن‌ها عموماً بر روی زیرلایه FR4 با قیمت ساخت پایین و تانژانت تلفاتی مناسب پیاده‌سازی می‌شوند، صفحه زمین نیز از زیر المان تشعشع کننده حذف می‌شود و با این کار فاکتور کیفیت در رزوناتور کاهش یافته و پهنای امیدانسی بالا در $VSWR < 2$ حاصل می‌شود. تغذیه این رزوناتور از طریق خط میکروستریپ ۵۰ اهم و یا

^۱. Base station

^۲. Portable

^۳. Multi input Multi output integrated circuits

^۴. Printed Monopole Antennas

^۵. Voltage standing wave ratio

CPW¹ صورت می‌گیرد. در صورتی که المان تشعشع کننده ساختار دایروی و یا بیضوی داشته باشد، به علت تقارن همه طرفه ساختار، چندین مد جریانی که از نوع توابع بسل نوع اول هستند، به صورت همزمان در پیچ تشعشعی امکان وجود پیدا کرده و لذا می‌تواند پهنای امپدانسی بالاتری را نسبت به سایر ساختارهای تک قطبی چاپی پوشش دهد.

مسئله دیگر امکان همپوشانی امواج تشعشعی آنتن‌های تک‌قطبی UWB با سایر دستگاه‌های RF بی‌سیم است که در باندهای فرکانسی مختلف کار می‌کنند. لذا نیاز به فیلترهایی با باند یا باندهای قطع بسیار باریک و تیز داریم که با آنتن UWB ترکیب شده و از همپوشانی‌های ناخواسته جلوگیری شود.

هدف از این پایان نامه در حالت کلی، مطالعه و بررسی آنتن‌های تک‌قطبی بیضوی است. این مطالعه شامل قسمتهای مختلفی است که در فصل‌های جداگانه آورده شده‌اند. در فصل اول مروری بر تاریخچه و انواع آنتن‌های UWB صورت می‌گیرد. در فصل دوم، روش عمومی برای تحلیل و طراحی آنتن‌های تک‌قطبی چاپی آمده است و مطالعه سیستماتیک روی ساختار یک آنتن تک‌قطبی بیضوی برای تفسیر نحوه عملکرد پارامترهای مختلف این ساختار، صورت گرفته است. در ادامه این فصل سایر روشهای طراحی و بهبود عملکرد آنتن‌های تک‌قطبی بیضوی که در مجلات معتبر علمی به چاپ رسیده، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هدف از این بخش مطالعه تکنیک‌های مختلفی است که تاکنون برای بهبود عملکرد آنتن اولیه اعم از بهبود پهنای باند امپدانسی، تطبیق امپدانسی، گین، پترن و سایر مشخصات آنتن معرفی شده و با استفاده از روش‌های تحلیلی، نرم‌افزاری و یا تجربی به اثبات رسیده‌اند. در فصل سوم به بررسی تکنیک‌های مختلف مطرح شده در منابع علمی معتبر، جهت حذف سیگنال‌های متداخل در باند فرکانسی UWB می‌پردازیم. و در نهایت در فصل چهارم، سه ساختار تک‌قطبی شبه-بیضوی جدید معرفی شده‌اند که در آنها از تکنیک‌های نو برای بهبود عملکرد آنتن اولیه استفاده شده است. این ساختارها با استفاده از نرم‌افزار HFSS² تحلیل شده و جواب‌های حاصل با نتایج بدست آمده از تست عملی با دستگاه تحلیل‌گر شبکه Agilent8722es مقایسه گردیده‌اند. دو نمونه از این ساختارها برای استفاده در شبکه WPAN، برطبق فناوری UWB، و نمونه دیگر برای استفاده در شبکه WMAN / WLAN و براساس تکنولوژی Wi-Fi / WiMax طراحی شده‌اند.

¹. Coplanar wave guide

². High frequency structure synthesizer

فصل اول

تکنولوژی مخابرات بی‌سیم، تاریخچه و روند پیشرفت آنتن‌های UWB

۱-۱ مقدمه

در این فصل ابتدا به معرفی انواع شبکه‌های مخابراتی بی‌سیم پرداخته و تکنولوژی مورد استفاده در هر یک از این شبکه‌ها را شرح داده می‌شود. سپس آنتن‌های UWB که تا به امروز در چندین نوع مختلف مطرح شده‌اند، معرفی خواهد شد. بسیاری از این ساختارها نتوانسته‌اند نیاز سیستم‌های UWB را به صورت کافی برآورده نمایند. لذا، تلاش فراوانی در زمینه گسترش آنتن‌های چاپی جدید با قابلیت‌های لازم و اندازه مناسب در حال انجام است. مطالعات انجام شده در جهت رسیدن به دیدگاه کاملاً روشن در مورد نحوه کارکرد و کنترل خصوصیات انتشاری و ابعاد این آنتن‌ها و در نهایت طراحی بهینه آنهاست.

۲-۱ انواع شبکه‌های بی‌سیم و تکنولوژی استفاده شده در این شبکه‌ها

فناوری بی‌سیم بر اساس حوزه و نوع کاربرد آن به فناوری‌های تخصصی‌تر تقسیم می‌گردد که هر یک دارای مشخصات و ویژگی‌های منحصر به فردی بوده و دارای استانداردهای جهانی و تحت نظارت سازمان‌های معتبر استاندارد سازی فناوری‌ها نظیر ITU^۱ و IEEE^۲ می‌باشند و هر کدام نیاز یکی از شبکه‌های بی‌سیم موجود را برآورده می‌سازند. این شبکه‌ها به ترتیب زیر هستند.

۱. WLANS^۳: شبکه‌های فوق، امکان دستیابی کاربران ساکن در یک منطقه محدود نظیر محوطه یک

دانشگاه و یا کتابخانه را به شبکه و یا اینترنت، فراهم می‌نماید.

۲. WPANS^۴: در شبکه‌های فوق، امکان ارتباط بین دستگاه‌های شخصی، نظیر لپ‌تاپ در یک ناحیه

محدود، حدود ۹۱۴ سانتی متر فراهم می‌گردد.

۳. WMANS^۵: در شبکه‌های فوق، امکان ارتباط بین چندین شبکه موجود در یک شهر بزرگ فراهم

می‌گردد. از شبکه‌های فوق، اغلب به عنوان شبکه‌های پشتیبان کابلی (مس، فیبر نوری) استفاده می‌گردد.

۴. WWANS^۶: در شبکه‌های فوق، امکان ارتباط بین شهرها و یا حتی کشورها و از طریق سیستم

های ماهواره ای متفاوت، فراهم می‌گردد. شبکه‌های فوق به سیستم‌های G_۲ (نسل دوم) معروف شده‌اند.

در بالا ذکر شد که هر یک از شبکه‌های بی‌سیم مذکور نیاز به تکنولوژی‌ها و استانداردهای متفاوتی دارند که زیرمجموعه فناوری بی‌سیم بوده و به ترتیب زیر دسته‌بندی شده‌اند. استانداردهای بکاررفته در آنها نیز در شکل ۱-۱ آمده است.

^۱ International Telecommunication Union

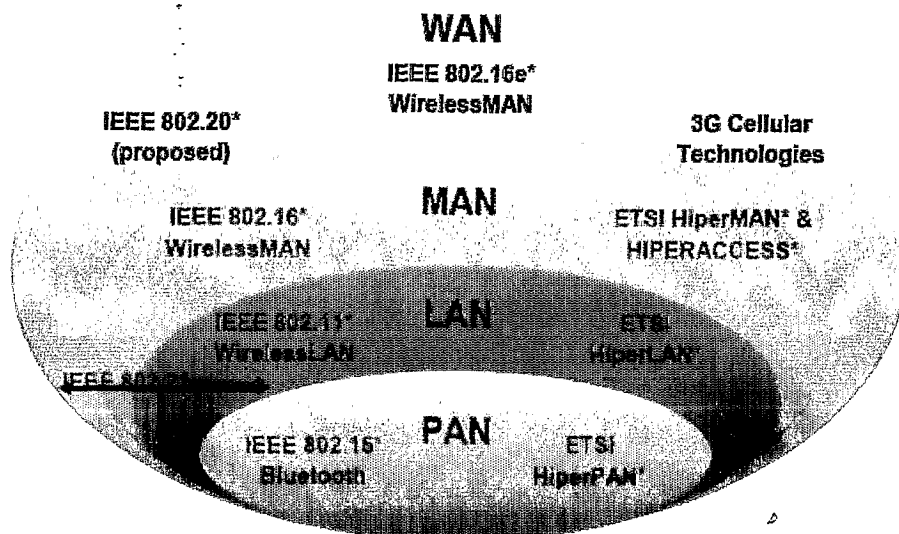
^۲ Institute of Electrical and Electronics Engineers

^۳ Wireless Local Area Networks

^۴ Wireless Personal Area Networks

^۵ Wireless Metropolitan Area Networks

^۶ Wireless Wide Area Networks



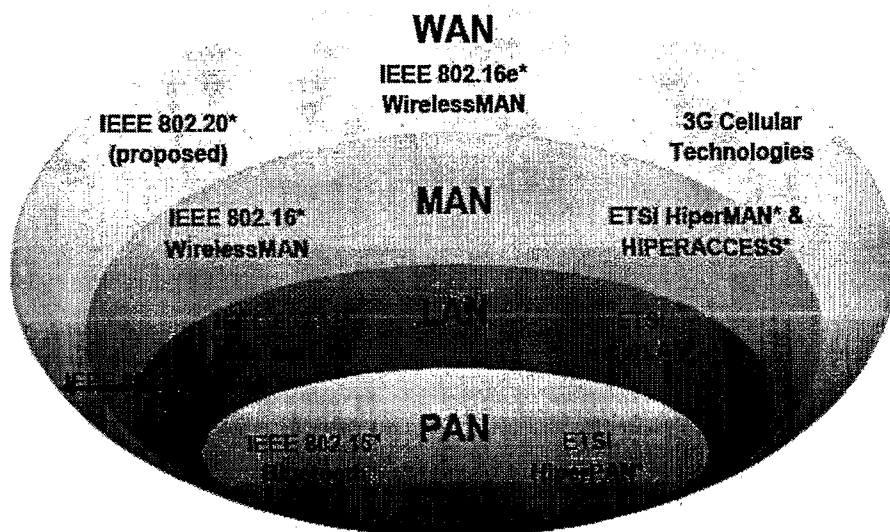
شکل ۱-۱: شمایکی از انواع شبکه‌های بی‌سیم و استانداردهای آنها.

۱. **UWB - تکنولوژی UWB**، یک استاندارد رو به رشد مخابرات رادیویی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه دانشمندان و صاحبان صنایع قرار گرفته است. این تکنولوژی در مخابرات پرسرعت و کوتاه برد کاربرد دارد. از ویژگی‌های منحصر به فرد سیستم‌های UWB می‌توان به پهنای باند بسیار وسیع و طول پالس‌های بسیار کوتاه آن اشاره کرد که هر یک مزایا و معایب خاصی به همراه دارند. به عنوان مثال، مخابرات UWB به دلیل داشتن پهنای باند وسیع در فرکانس‌های مرکزی نسبتاً پایین، دسترسی به نرخ‌های ارسال بسیار بالایی را ممکن می‌سازد. همچنین سیگنال‌های UWB می‌توانند از میان موانعی نظیر دیوارها عبور کنند. این فناوری جهت استفاده در فواصل بسیار نزدیک (در حدود ۱۰ متر) و کار در شبکه‌های WPAN ارائه گردیده- است و کامپیوترهای شخصی، لب‌تاپ‌ها و یا حافظه‌های همراه را قادر می‌سازد با سرعت ۴۰۰ مگابیت بر ثانیه و بیشتر، فایل‌ها و اطلاعات را مبادله نمایند. این فناوری با خصوصیات ویژه خود نظیر سرعت انتقال داده بالا، کیفیت مناسب، قیمت ارزان و راندمان تشعشعی بالا، در آینده می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای پورت‌های پر سرعت^۱ USB برای مقاصد ویژه‌ای نظیر انتقال اطلاعات ویدئویی باشد و نیز خدمات سه‌گانه انتقال صوت، تصویر و دیتا را در قالب شبکه‌های بی‌سیم برعهده بگیرد. در سال ۲۰۰۲،^۲ FCC محدوده فرکانسی برای تکنولوژی UWB را بین ۳/۱ تا ۱۰/۶ گیگاهرتز تعیین نمود. مشکل عمده این فناوری پهنای باند وسیع این سیستم‌ها است که امکان تداخل را در سایر شبکه‌هایی که در محدوده فرکانسی UWB کار می‌کنند، افزایش می‌دهد. این مشکل با بکارگیری آنتن‌های فرایهن باندی حل می‌شود که در عین برآوردن نیاز این فناوری باند‌های تداخلی موجود را حذف کنند.

۲. **Wi-Fi** - این فناوری جهت پوشش محدوده‌ای در حدود ۴۰۰ متر در شبکه‌های محلی LAN بوده ولسی با افزایش توان ارسال امواج، از آن در مواردی در شبکه‌های MAN نیز استفاده می‌گردد. این فناوری تاکنون

^۱ Universal Serial bus

^۲ Federal Communication Commission



شکل ۱-۱: شماتیکی از انواع شبکه‌های بی‌سیم و استانداردهای آنها.

۱. **UWB** - تکنولوژی **UWB**، یک استاندارد رو به رشد مخابرات رادیویی است که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه دانشمندان و صاحبان صنایع قرار گرفته است. این تکنولوژی در مخابرات پرسرعت و کوتاه برد کاربرد دارد. از ویژگی‌های منحصر به فرد سیستم‌های **UWB** می‌توان به پهنای باند بسیار وسیع و طول پالس‌های بسیار کوتاه آن اشاره کرد که هر یک مزایا و معایب خاصی به همراه دارند. به عنوان مثال، مخابرات **UWB** به دلیل داشتن پهنای باند وسیع در فرکانس‌های مرکزی نسبتاً پایین، دسترسی به نرخ‌های ارسال بسیار بالایی را ممکن می‌سازد. همچنین سیگنال‌های **UWB** می‌توانند از میان موانعی نظیر دیوارها عبور کنند. این فناوری جهت استفاده در فواصل بسیار نزدیک (در حدود ۱۰ متر) و کار در شبکه‌های **WPAN** ارائه گردیده- است و کامپیوترهای شخصی، لب‌تاپ‌ها و یا حافظه‌های همراه را قادر می‌سازد با سرعت ۴۰۰ مگابیت بر ثانیه و بیشتر، فایل‌ها و اطلاعات را مبادله نمایند. این فناوری با خصوصیات ویژه خود نظیر سرعت انتقال داده بالا، کیفیت مناسب، قیمت ارزان و راندمان تشعشعی بالا، در آینده می‌تواند جایگزین بسیار مناسبی برای پورت‌های پر سرعت ^۱USB برای مقاصد ویژه‌ای نظیر انتقال اطلاعات ویدئویی باشد و نیز خدمات سه‌گانه انتقال صوت، تصویر و دیتا را در قالب شبکه‌های بی‌سیم برعهده بگیرد. در سال ۲۰۰۲، ^۲FCC محدوده فرکانسی برای تکنولوژی **UWB** را بین ۳/۱ تا ۱۰/۶ گیگاهرتز تعیین نمود. مشکل عمده این فناوری پهنای باند وسیع این سیستم‌ها است که امکان تداخل را در سایر شبکه‌هایی که در محدوده فرکانسی **UWB** کار می‌کنند، افزایش می‌دهد. این مشکل با بکارگیری آنتن‌های فرایه‌ن باندی حل می‌شود که در عین برآوردن نیاز این فناوری باندهای تداخلی موجود را حذف کنند.

۲. **Wi-Fi** - این فناوری جهت پوشش محدوده‌ای در حدود ۴۰۰ متر در شبکه‌های محلی LAN بوده ولی با افزایش توان ارسال امواج، از آن در مواردی در شبکه‌های **MAN** نیز استفاده می‌گردد. این فناوری تاکنون

^۱. Universal Serial Bus

^۲. Federal Communication Commission

استانداردهای مختلفی را به خود دیده است ولی در حال حاضر سیستمهای مبتنی بر آن منطبق با یکی از استانداردهای ۸۰۲/۱۱ a و ۸۰۲/۱۱b و ۸۰۲/۱۱g است که برتریب شامل باندهای فرکانسی ۲/۲، ۲/۴ و ۵ گیگاهرتز هستند. سرعت انتقال اطلاعات در فناوری Wi-Fi تا میزان ۵۴ مگابیت بر ثانیه می رسد که با افزایش فاصله و تعداد کاربران، این مقدار کاهش می یابد. برخلاف تکنولوژی UWB، این فناوری نیاز به آنتنهای چندباند دارد.

۳. WiMax^۱ - فناوری جدید و بی سیم شبکه های Metro جهت پوشش مشترکین دیتای راه دور می باشد. این فناوری مبتنی بر استانداردهای ۸۰۲/۱۶x بوده که در باندهای فرکانسی ۲/۲۲-۲/۳۷، ۳/۷۸-۳/۳۱ و ۵/۹۷-۴/۵ گیگاهرتز عمل می نماید و لذا این تکنولوژی نیز به آنتنهای چندباند نیاز دارد. میزان انتقال اطلاعات در این فناوری تا حدود ۷۵ مگابیت بر ثانیه می رسد. مسافت تحت پوشش در آن در شرایط عادی و بدون استفاده از آنتنهای پرتوان بشقابی، در حال حاضر در حدود ۱۰ کیلومتر می باشد. این فناوری قابلیت انتقال اطلاعات حساس به تاخیرات زمانی نظیر اطلاعات صوت را دارا می باشد.

۴. 3G^۲ - فناوری نسل سوم شبکه WAN بوده و برای استفاده در تلفن های موبایل که به معنای واقعی چند رسانه ای شده اند، منظور شده است. سیستم نسل سوم در اتحادیه جهانی مخابرات^۳ به نام IMT-2000^۴ شناخته می شود که شامل دو سیستم مطرح اروپایی (UMTS) و آمریکایی (CDMA^۵ 2000) است. سه تکنولوژی متداول بکار رفته در فناوری 3G عبارتند از: GSM^۶، TDMA^۷ و CDMA^۸. باندهای فرکانسی در نظر گرفته شده برای نسل سوم تلفن های همراه شامل ۱/۹۸-۱/۹ گیگاهرتز، ۲/۱۷-۲/۱۱ گیگاهرتز، ۱/۸۸۵-۱/۷۱ گیگاهرتز، ۲/۶۳-۲/۵ گیگاهرتز و ۹۶۰-۸۰۶ مگاهرتز است. مسافت تحت پوشش در این فناوری نیز نسبت به فناوری های قبلی افزایش داشته و تا محدوده ۸ کیلومتر را پوشش می دهد. با توجه به قابلیت های بالای نسل سوم تلفنهای همراه در انتقال دیتا با سرعت بالا و ارایه سرویس های مالتی مدیا، استفاده از این تکنولوژی، به گسترش فرهنگ استفاده از IT، عملی شدن ایده های تجارت الکترونیکی، دولت الکترونیکی، آموزش الکترونیکی و در نهایت، افزایش کارایی در استفاده از زمان می گردد [۱].

۳-۱ بررسی کارایی و مشخصات انواع آنتنهای UWB

۳-۱-۱ آنتنهای دومخروطی و مخروطی^۸

آنتن دو مخروطی که در شکل ۱-۲ (الف) نشان داده شده است، برای اولین بار در سال ۱۹۴۱ توسط شلخانف مطرح شد. راحتی محاسبات امپدانس ورودی و میدانهای تشعشعی این آنتن سبب شد که از آن به عنوان مدل برای بررسی مشخصات سایر آنتن ها استفاده شود [۲] و [۳]. اساس این مدل سازی بر این است که آنتن و محیط اطراف آن به عنوان دو موجبر متفاوت فرض شوند. با این فرض، آنتن مربوطه انرژی الکترومغناطیسی را بین موجبر خط انتقال و هوا کوپل می کند. در این صورت مشخصات آنتن با بررسی آن به صورت یک موجبر

^۱ Worldwide Interoperability for Microwave Access

^۲ Third Generation

^۳ ITU

^۴ International Mobile Telecommunications

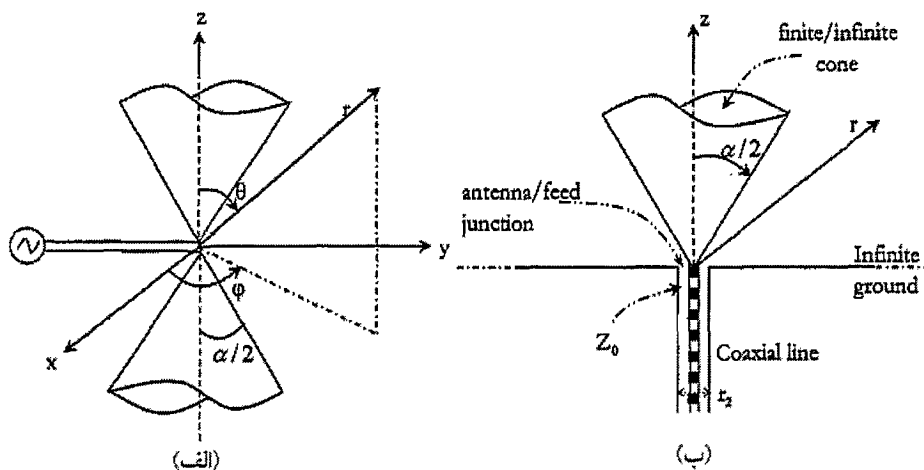
^۵ Code division multiple access

^۶ Global System for Mobile

^۷ Time division multiple access

^۸ Biconical and conical

بازشونده یکنواخت که امواج با مد غالب TEM را منتقل می‌کنند، قابل محاسبه بوده و روابط بین ولتاژ و جریان آن به صورت زیر است:



شکل ۱-۲: نمایی از آنتن‌های: (الف) دومخروطی، (ب) مخروطی.

$$V(r) = 2\eta H_0 e^{-jkr} \ln \left[\cot \left(\frac{\alpha}{4} \right) \right] \text{ and } I(r) = 2\pi H_0 e^{-jkr} \quad 1-1$$

در عبارت فوق η و k بترتیب امپدانس ذاتی و ضریب انتشار ذاتی محیط انتشار هستند. امپدانس مشخصه خط انتقال فوق از تقسیم دو عبارت ۱-۱ بدست می‌آید:

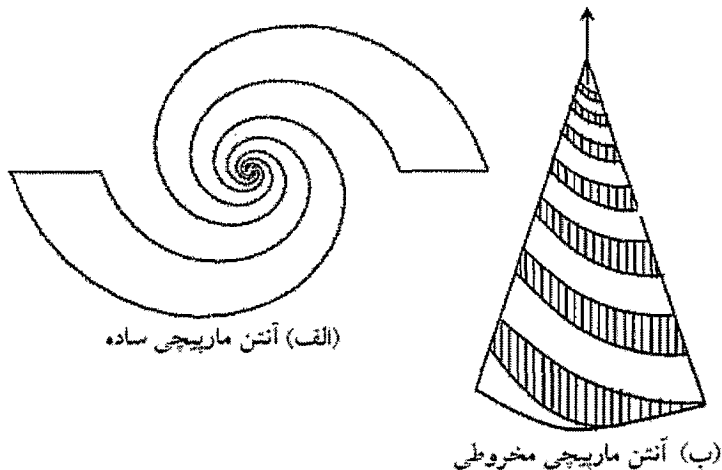
$$Z_c = \frac{V(r)}{I(r)} = \frac{\eta}{\pi} \ln \left[\cot \left(\frac{\alpha}{4} \right) \right] \quad 2-1$$

بر اساس عبارت ۲-۱ امپدانس ورودی آنتن مستقل از فاصله شعاعی در امتداد خط انتقال مخروطی است و در نتیجه امپدانس ورودی آنتن برابر امپدانس خط انتقال است $Z_{in} = Z_c$ همچنین بر این اساس، امپدانس ورودی آنتن مخروطی که تا بینهایت ادامه دارد اهمی خالص بوده و لذا مستقل از فرکانس عمل می‌کند. با توجه به این خصوصیات، از نظر تئوری، آنتن دو مخروطی که تا بینهایت کشیده شده است با زاویه آتش α می‌تواند به عنوان خط انتقال تطبیق کننده برای هر خط انتقال خطی بدون اتلاف و با امپدانس ورودی مشخص بکار رود. ولی در مورد آنتن‌های عملی که نامحدود نیستند، مدهای مختلف انتشاری در محیط داخلی آنتن و بیرون آن وجود داشته و هر ناحیه به عنوان موج بر با معادلات ماکسول و شرایط مرزی جدا باید مورد بررسی قرار گیرند. امواج در خارج از آنتن به دو قسمت تقسیم می‌شوند. امواج انتشاری رونده و امواج ساکن که در سطح آنتن تلف شده و بتدریج از بین می‌روند. آنتن مخروطی جزو این دسته از آنتن‌ها قرار می‌گیرد و با فرض یکسان بودن امپدانس مشخصه Z_c در ورودی آنتن مخروطی با مشابه دو مخروطی آن و زاویه بازشدگی بیشتر از 30° درجه، امپدانس ورودی این آنتن به ترتیب زیر است:

$$Z_{in} = Z_c \left[\frac{1 - \Gamma \left(ka, \frac{\alpha}{2} \right)}{1 + \Gamma \left(ka, \frac{\alpha}{2} \right)} \right] \quad 3-1$$

در عبارت فوق، Z_c برای هر دو آنتن مخروطی و دو مخروطی از معادله ۲-۱ بدست می‌آید. A شعاع کره محاطی مخروط $\Gamma \left(ka, \alpha \right)$ تابعی از طول الکتریکی و زاویه آتش آنتن مخروطی است [22]. محاسبات نشان می‌دهند که امپدانس آنتن مخروطی با زاویه آتش بین 30° تا 70° درجه و طول الکتریکی بزرگتر از ۲ تقریباً مقاومتی بوده و

با افزایش طول در امتداد محور آنتن، برابر امپدانس خط تغذیه باقی می‌ماند. لذا ثابت ماندن امپدانس این آنتن‌ها، آنها را برای کاربردهای UWB مناسب می‌سازد. از طرف دیگر، از دیگر خصوصیات مهم آنتن مخروطی با مشخصات فوق، پترن همه‌جهته در صفحه عمود بر محور آنتن و نیز ثابت ماندن مرکز فاز آن است.



شکل ۱-۳: نمایی از آنتن‌های مستقل از فرکانس.

۱-۳-۲ آنتن‌های مستقل از فرکانس^۱

آنتن‌های مستقل از فرکانس برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ مطرح شدند. اساس کار این آنتن‌ها به این ترتیب است که اگر ابعاد آنتن واقع در فضای آزاد به نسبت صحیحی از طول موج آنتن تغییر کند، عملکرد آنتن ثابت باقی می‌ماند. به این ترتیب تمام مشخصات کاری آنتن از جمله امپدانس، پترن، پلاریزاسیون، دایرکتیویته و راندمان تشعشعی مستقل از فرکانس عمل می‌کنند و داشتن خصوصیات فوق مستلزم این است که تغییر در ابعاد آنتن مورد نظر فقط شامل تغییرات زاویه‌ای باشد [۴]-[۸] به عبارت دیگر آنتن یا تا بینهایت کشیده شود یا اینکه در عمل جریان سطحی روی آن با دور شدن از مرکز به تدریج به صفر برسد. همانطور که در بخش ۱-۳-۱ گفته شد، آنتن مخروطی یکی از مثال‌های رایج آنتن‌های مستقل از فرکانس است ولی چون جریان آنتن با دور شدن از مرکز آن به صفر نمی‌رسد، پترن آنتن عملی فوق نمی‌تواند به پترن آنتن ایده‌آل، که تا بینهایت کشیده شده، نزدیک شود و لذا این آنتن با اینکه از لحاظ امپدانس UWB محسوب می‌شود ولی از لحاظ پترن دارای محدودیت فرکانسی است. برخلاف این آنتن، انواع آنتن‌های مارپیچی ارائه شده است که در شکل ۱-۳ آورده شده‌اند. جریان سطحی این آنتن‌ها با دور شدن از مرکز به صفر رسیده و لذا می‌توان این آنتن‌ها را با نوع بینهایت آنها معادل دانست. لذا پترن آنها دارای پهنای باند وسیع است. در تمام آنتن‌های شکل ۱-۳ فاز انتشاری این آنتن‌ها ثابت بوده و پترن دو جهته دایروی را در پهنای باند وسیع حفظ کرده و بهره یکنواخت در سراسر باند فرکانسی نیز از دیگر ویژگی‌های آنهاست.

با وجود تمام خصوصیات کاربردی که برای آنتن‌های مستقل از فرکانس ذکر شد، این آنتن‌ها قابل استفاده در مدارات آنتن‌های چاپی نیستند. چون برای رسیدن به خصوصیات ذکر شده آنتن باید ابعاد خیلی بزرگی داشته

¹ Frequency independent antennas