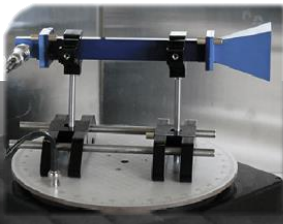


مجموعه آزمایشگاهی آنتن



کاتالوگ دستگاه؛ مدل ۰۰۱

فهرست

۲.....	مقدمه
۳.....	۱- مقدمه‌ای در خصوص آنتن‌ها
۵.....	۲- طراحی و کارکرد مجموعه آزمایشگاهی آنتن
۶.....	۱-۲- مجموعه فرستنده
۶.....	۲-۲- مجموعه گیرنده
۷.....	۳-۲- واسط کاربری و نرم‌افزار
۸.....	۴-۲- جاذب‌های امواج میکروویو
۱۱.....	۳- مدل‌ها و قطعات مجموعه آزمایشگاهی آنتن

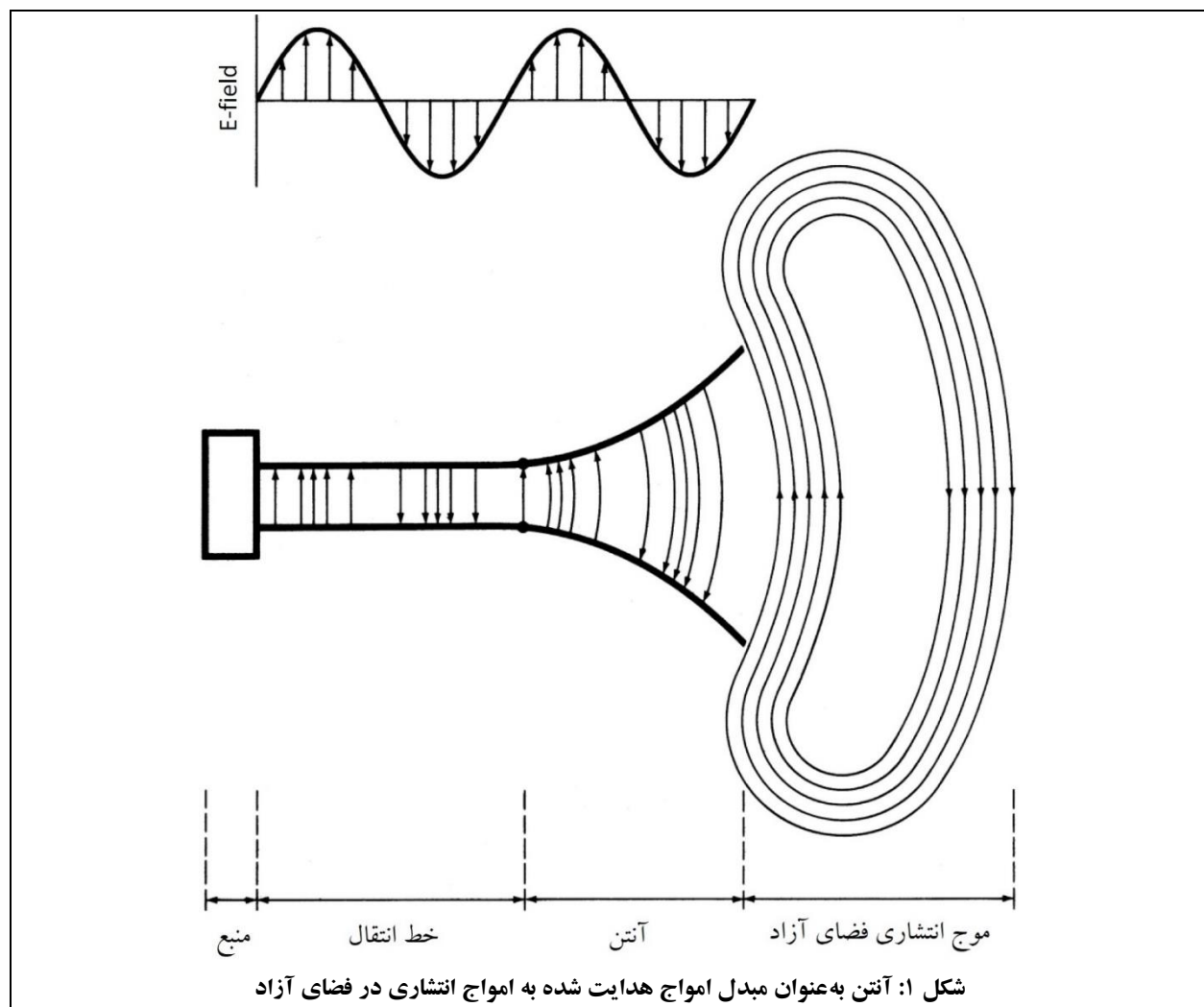
مقدمه

مجموعه آزمایشگاهی آنتن که به وسیله شرکت راژان پرتو پارس طراحی و تولید گردیده است، در حوزه آموزشی، جهت تجهیز آزمایشگاه آنتن و میکروویو دانشگاه‌ها و در حوزه پژوهشی، جهت اندازه‌گیری متغیرهای طراحی و تست عملی و ارزیابی آنتن‌ها و مولدهای سیگنال میکروویو مورد طراحی در پروژه‌های دانشگاهی و صنعتی، کاربرد دارد. همچنین به عنوان یک مشخصه متمایزکننده، در این مجموعه تلاش شده است اصول طراحی آنتن با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی این حوزه (شامل نرم‌افزارهای HFSS، ADK و PCAAD) آموزش داده شود.

نحوه کارکرد دستگاه و نمونه‌ای از آزمایش‌های تعریف شده برای این مجموعه، در فایل راهنمای کاربری؛ و همچنین اطلاعات فنی قطعات در فایل مشخصات فنی، قابل دسترسی است.

۱- مقدمه‌ای در خصوص آنتن‌ها

آنتن وسیله‌ای است که از آن جهت انتشار و دریافت امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود. آنتن در یک سیستم مخابراتی نقش مبدل امواج هدایت شده به امواج انتشاری در فضای آزاد را دارد. آنتن در نقش فرستندگی، وظیفه انتشار انرژی هدایت شده توسط خط انتقال در فضای آزاد و در نقش گیرندگی، وظیفه دریافت امواج انتشاری در فضای آزاد و انتقال آن به خطوط انتقال را دارد. شکل ۱، نمایشی از آنتن در نقش مبدل امواج هدایت شده به امواج انتشاری در فضای آزاد را نشان می‌دهد.



- دو پارامتر مهم در اندازه گیری های مربوط به آنتن، تطبیق امپدانس^۱ و الگوی تشعشعی^۲ آنتن است؛ به این شکل که:
- برای اینکه آنتن بتواند حداکثر توان هدایت شده درون خط انتقال را در فضای آزاد انتشار دهد، باید با خط انتقال تطبیق داده شود.
 - بسته به نوع کاربرد، آنتن ها باید الگوی (رفتار) تشعشعی متناسب با آن کاربرد را داشته باشند.
- برای مثال، آنتن های جهت دار، دارای الگوی تشعشعی جهتی هستند و انرژی الکترومغناطیسی را در سمت خاصی از فضا، بسته به شکل الگوی تشعشعی خود، منتشر یا دریافت می کنند.

علاوه بر این، آنتن ها بسته به کاربرد و طول موج کارشان، دارای شکل های مختلفی هستند. برای مثال آنتن ها می توانند به صورت سیمی، مثل آنتن های دایپل^۳ (دو قطبی)، مونوپل^۴ (تک قطبی) و هلیکال^۵ (پیچهای)، باشند. همچنین آنتن ها می توانند از نوع روزنه ای، مثل آنتن شیپوری^۶ و آنتن شکافی^۷، باشند. آنتن های آرایه ای^۸ نیز از تعدادی اجزاء کوپل شده تشکیل شده اند. از مجموعه آنتن های دیگر نیز می توان به آنتن های رفلکتوری، آنتن های دی الکتریک و آنتن های مایکرواستریپ، اشاره نمود.

در کارکرد آموزشی مجموعه آزمایشگاهی آنتن، آزمایش های مختلفی جهت آشنایی با برخی از انواع این آنتن ها تعریف گردیده است.

¹ Impedance Matching

² Radiation Pattern

³ Dipole Antenna

⁴ Monopole Antenna

⁵ Helical Antenna

⁶ Horn Antenna

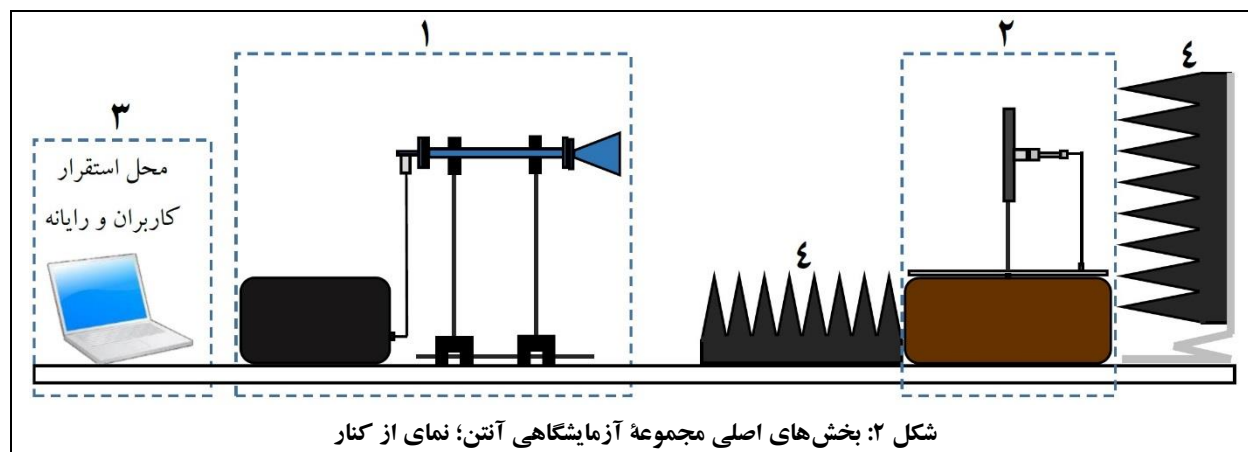
⁷ Slot Antenna

⁸ Array Antenna

۲- طراحی و کارکرد مجموعه آزمایشگاهی آنتن

در مجموعه آزمایشگاهی آنتن، محصول شرکت راژان پرتو پارس، با توجه به انتخاب فرکانس 9.6GHz ، که معادل طول موج $\lambda_0 = 32\text{mm}$ در فضای آزاد است، می توان در فاصله‌ای حدود دو متر^۹، اقدام به اندازه گیری پارامترهای میدان دور آنتن نمود.

بخش های اصلی مجموعه آزمایشگاهی آنتن در یک چیدمان کلی، در شکل ۲ مشاهده می شود.



همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود، در یک تقسیم بندی کلی، مجموعه آزمایشگاهی آنتن به چهار زیر سامانه به شرح زیر، قابل تفکیک است:

۱. مجموعه فرستنده؛
۲. مجموعه گیرنده؛
۳. واسط کاربری و نرم افزار؛
۴. جاذب های امواج مایکروویو.

در ادامه این بخش به ترتیب در خصوص هر یک از این زیرسامانه ها توضیحاتی ارائه می شود.

^۹ با توجه به ابعاد آنتن های موجود و فرکانس انتخابی برای مجموعه، کل فضای مورد نیاز جهت چیدمان مجموعه، حدود چهار متر می باشد.

۲-۱- مجموعه فرستنده

برای تست آنتن‌ها لازم است آنها را با یک سیگنال RF در باند فرکانسی مورد نظر، تغذیه نمود. برای این منظور در مجموعه آزمایشگاهی آنتن از یک مولد سیگنال مایکروویو که یک نوسان‌ساز با کنترل ولتاژ (VCO)^{۱۰} در محدوده فرکانسی باند X و با فرکانس مرکزی ۹,۶GHz است، استفاده شده است. مجموعه فرستنده در شکل ۲ با شماره ۱ مشخص شده است. سیگنال خروجی VCO از درون یک سوئیچ^{۱۱} SPDT برای اعمال مدولاسیون دامنه عبور می‌کند. سیگنال مدوله شده پس از عبور از موجبر، وارد آنتن فرستنده می‌شود و توان مایکروویو را به صورت جهت‌دار به سمت آنتن گیرنده ارسال می‌کند.

در خصوص مولد سیگنال مایکروویو مجموعه اشاره می‌شود که:

- انجام مدولاسیون دامنه جهت کاهش سطح نویز دریافتی در محل آشکارساز صورت می‌گیرد. با استفاده از تکنیک‌هایی مثل تقویت‌کننده قفل شده^{۱۲} می‌توان سطح نویز در محل گیرنده را به شدت کاهش داد. علاوه بر این، سفت‌افزار^{۱۳} تهیه شده برای میکروکنترلر سیستم، تنها با دریافت پالس‌های ۱kHz می‌تواند عمل آشکارسازی سیگنال را انجام دهد.
- در طرح شامل SPDT لزومی به استفاده از ایزولاتور وجود ندارد زیرا در این طرح، شرایط تطبیق همواره برقرار خواهد بود.

اطلاعات کامل‌تر در مورد مولد سیگنال مایکروویو و نحوه استفاده از آن، در فایل مشخصات فنی ارائه شده است.

۲-۲- مجموعه گیرنده

این بخش که در پایه چرخان تعبیه شده است، عهده‌دار تشخیص و آشکارسازی میدان آنتن تحت آزمون بوده و در حکم قلب دستگاه می‌باشد. این بخش در شکل ۲ با شماره ۲ مشخص شده است و شامل چند زیر سامانه به شرح زیر می‌باشد:

- بخش آشکارساز: این بخش شامل آشکارساز، دمولاتور و مدارهای تقویت‌کننده الکترونیکی آنالوگ می‌باشد. میدان فضایی آنتن به وسیله این زیر سیستم آشکار شده و مقدار عددی آن به صورت یک مقدار ولتاژ آنالوگ به زیر سامانه کنترل ارسال می‌شود.
- سیستم کنترل حرکت: جهت آشکارسازی الگوی میدان آنتن، لازم است مقدار این میدان در کل 360° اندازه‌گیری شود. بدین منظور، بخش آشکارساز بر روی پایه‌ای متصل به یک موتور الکتریکی نصب شده است و با سرعت کنترل

¹⁰ Voltage-Controlled Oscillator (VCO)

¹¹ Single Pole-Double Throw (SPDT)

¹² Lock-in Amplifier

¹³ Framework

شده و یکنواخت شروع به حرکت نموده و کل 360° را جاروب می کند. سیستم کنترل حرکت عهده دار این مهم است که متشکل از موتور، اینکودر، مدار الکترونیکی درایو و یک کنترلر حلقه بسته، می باشد.

- کنترلر مرکزی: وظیفه کنترل کل سیستم و ارتباط با رایانه برعهده کنترلر مرکزی است. این بخش، خروجی بخش آشکارساز را دریافت کرده و با اطلاعات مکانی خروجی از بخش کنترل حرکت تلفیق نموده و اطلاعات را به رایانه ارسال می کند.
- سیستم مکانیکی: این بخش شامل موتور، گیربکس، پولی ها، بلبرینگ ها و اتصالات مکانیکی دقیق بوده که سیستم را قادر می سازد حرکت دورانی با رزولوشن مکانی بالا داشته باشد.

اطلاعات کامل تر در مورد پایه چرخان و نحوه استفاده از آن، در فایل مشخصات فنی ارائه شده است.

۲-۳- واسط کاربری و نرم افزار

این بخش که در پایه چرخان تعبیه شده است، عهده دار تشخیص و آشکارسازی میدان آنتن تحت آزمون بوده و در حکم قلب دستگاه می باشد. این بخش در شکل ۲ با شماره ۲ مشخص شده است و شامل چند زیر سامانه به شرح زیر می باشد:

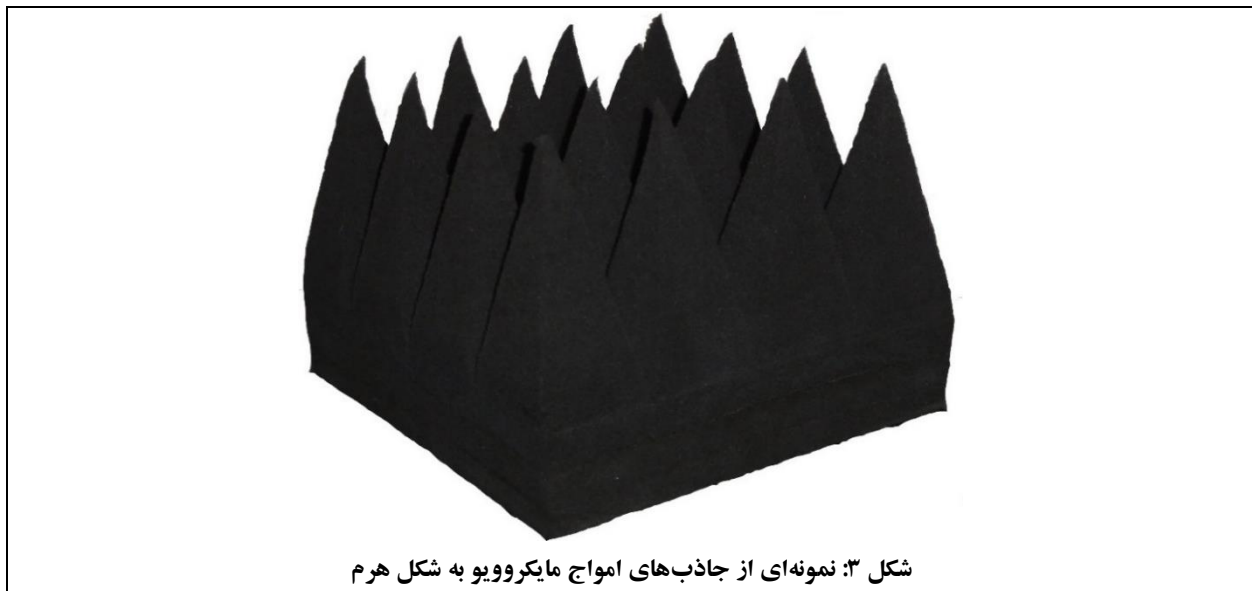
- بخش آشکارساز: این بخش شامل آشکارساز، دمولاتور و مدارهای تقویت کننده الکترونیکی آنالوگ می باشد. میدان فضایی آنتن به وسیله این زیر سیستم آشکار شده و مقدار عددی آن به صورت یک مقدار ولتاژ آنالوگ به زیر سامانه کنترل ارسال می شود.
- سیستم کنترل حرکت: جهت آشکارسازی الگوی تشعشی آنتن، لازم است اندازه میدان در کل 360° اندازه گیری شود. بدین منظور، بخش آشکارساز بر روی پایه ای متصل به یک موتور الکتریکی نصب شده است و با سرعت کنترل شده و یکنواخت حرکت نموده و کل 360° را جاروب می کند. سیستم کنترل حرکت عهده دار این مهم است که متشکل از موتور، اینکودر، مدار الکترونیکی درایو و یک کنترلر حلقه بسته، می باشد.
- کنترلر مرکزی: وظیفه کنترل کل سیستم و ارتباط با رایانه برعهده کنترلر مرکزی است. این بخش، خروجی بخش آشکارساز را دریافت کرده و با اطلاعات مکانی خروجی از بخش کنترل حرکت، تلفیق نموده و اطلاعات را به رایانه ارسال می کند.
- سیستم مکانیکی: این بخش شامل موتور، گیربکس، پولی ها، بلبرینگ ها و اتصالات مکانیکی دقیق بوده که سیستم را قادر می سازد حرکت دورانی با رزولوشن مکانی بالا داشته باشد.

اطلاعات کامل تر و نحوه کار با نرم افزار CASSY Lab در فایل مشخصات فنی ارائه شده است.

۲-۴- جاذب‌های امواج میکروویو

جهت رسم صحیح و دقیق الگوی آنتن، لازم است تنها میدان مستقیم آنتن آشکار شود و سایر امواج و بازتاب‌های محیطی که سبب تخریب رفتار الگوی تشعشی آنتن می‌شوند، حذف گردند. به این منظور، در حالت ایده‌آل، باید آنتن را در فضای نامتناهی و بدون هرگونه هادی یا عایق تست کرد که در عمل مقدور نیست؛ اما می‌توان تا حد ممکن بازتابش سیگنال‌های مزاحم (که برای مثال از سطح دیوارهای آزمایشگاه یا میز تست رخ می‌دهند) را حذف نمود.

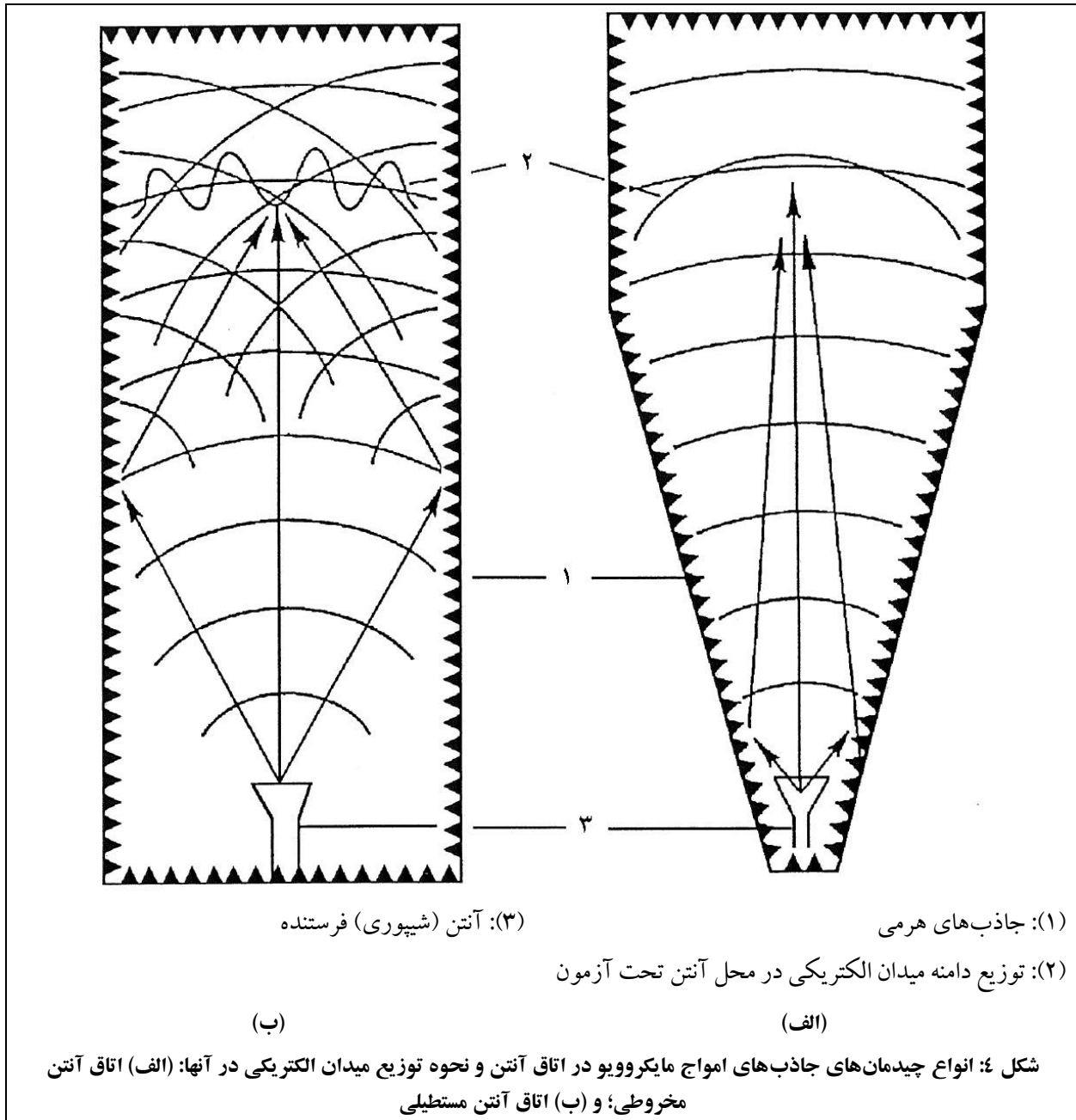
برای این منظور از یک سری صفحات جاذب امواج میکروویو استفاده می‌شود (نمونه‌ای از این صفحات جاذب در شکل ۳ مشاهده می‌شود). شکل هرمی این جاذب‌ها برای برقراری تطبیق بین امپدانس فضای آزاد و امپدانس جاذب‌های الکترومغناطیسی است. ضخیم شدن تدریجی جاذب‌ها سبب می‌شود امواج فرکانس بالا به صورت تدریجی وارد محیط جاذب امواج میکروویو شوند و در نتیجه حداقل انعکاس موج از سطح جاذب‌ها رخ دهد. همچنین جاذب‌های هرمی دارای عرض باند زیادی هستند.



شکل ۳: نمونه‌ای از جاذب‌های امواج میکروویو به شکل هرم

روش مناسب استفاده از این جاذب‌ها، ساخت اتاق آنتن است. در اتاق‌های آنتن، با چیدمان مناسب جاذب‌های امواج میکروویو، اثرات انعکاس‌های مزاحم در محدوده اتاق به حداقل رسانده می‌شود.

دو نمونه از آرایش‌های مرسوم اتاق آنتن، در شکل ۴ مشاهده می‌شود.



شکل ۴ (الف) یک اتاق آنتن مخروطی را نشان می‌دهد. این نوع آرایش جاذب‌های امواج میکروویو سبب می‌شود که اثر انعکاس‌های مزاحم از جداره‌های جانبی به حداقل برسد. اگر آنتن فرستنده در محل مناسبی قرار گیرد، بازتابش‌های اندکی که از جاذب‌های کناری آنتن فرستنده رخ می‌دهند اثر کمی در تخریب توزیع میدان الکتریکی در محل آنتن تحت آزمون خواهند داشت.

در چیدمان شکل ۴ (ب) یک اتاق آنتن مستطیلی مشاهده می‌شود. در این شکل بازتابش‌های مزاحم از دیواره‌های کناری و پشتی اتاق رخ می‌دهد و با انتخاب جاذب‌های مناسب می‌توان اثر این بازتابش‌های مزاحم را حداقل کرد. حضور انعکاس‌های مزاحم سبب ایجاد ریبیل در توزیع میدان الکتریکی در محل آنتن تحت آزمون می‌شود. توزیع میدان در این ناحیه تا حد ممکن باید به موج صفحه‌ای میل کند.

از آنجا که اتاق آنتن تجهیزاتی پر هزینه است، در مجموعه آزمایشگاهی آنتن شرکت راژان پرتو پارس، چهار جاذب امواج میکروویو در نظر گرفته شده‌است که در آرایش صحیح، می‌توانند انعکاس‌های مزاحم را به میزان خوبی کاهش دهند. با این تمهید، امکان دستیابی به نتایج تکرارپذیر در اندازه‌گیری پارامترهای آنتن در یک آزمایشگاه معمولی و بدون نیاز به اتاق آنتن، ایجاد گردیده‌است.

این بخش در شکل ۲ با شماره ۴ مشخص شده‌است.

اطلاعات کامل‌تر در مورد جاذب‌های امواج میکروویو و نحوه استفاده از آنها، در فایل مشخصات فنی ارائه شده‌است.

۳- مدل ها و قطعات مجموعه آزمایشگاهی آنتن

مجموعه آزمایشگاهی آنتن در سه مدل زیر عرضه می گردد:

- مدل ۱۰۱: این مدل دارای تمام تجهیزات و ادوات مورد نیاز برای کاربردهای آموزشی و پژوهشی مورد نظر برای یک گروه آزمایشگاهی است.
- مدل ۲۰۱: این مدل، با افزایش تعداد قطعات در مدل ۱۰۱ با این هدف طراحی شده است که امکان استفاده همزمان دو گروه مجزا از مجموعه آزمایشگاهی آنتن با هزینه ای کمتر از خریداری دو مجموعه کامل از مدل ۲۰۱، ایجاد شود.
- مدل ۳۰۱: این مدل تنها شامل ادوات و تجهیزات اصلی جهت انجام آزمایش با انواع آنتن ها و موجبرهای استاندارد در باند X (محدوده کاربردی دستگاه) می باشد. به این ترتیب و با توجه به هدف تعریف این مدل (عرضه مدلی با قیمت کمتر، به عنوان پشتیبان مجموعه های مشتریان فعلی مدل های ۱۰۱ و ۲۰۱ و همچنین دارندگان نمونه های مشابه خارجی)، این مدل فاقد ادوات موجبری و آنتن های مدل های ۱۰۱ و ۲۰۱ می باشد.

لیست قطعات مدل های مختلف مجموعه آزمایشگاهی آنتن، در جدول ۱ مشاهده می شود.

جدول ۱: لیست قطعات مدل های مورد عرضه مجموعه آزمایشگاهی آنتن

ردیف	نام قطعه	تعداد قطعه در هر مدل		
		۲۰۱	۱۰۱	۰۰۱
۱	پایه چرخان	۲	۱	۰
۲	مولد سیگنال مایکروویو	۲	۱	۰
۳	جاذب های امواج مایکروویو	۸	۴	۰
۴	آنتن شیپوری بزرگ	۳	۲	۰
۵	آنتن شیپوری کوچک	۱	۰	۰
۶	آنتن هلیکال	۳	۰	۰
۷	آنتن مایکرواستریپ	۹	۰	۰
۸	آنتن شکافی	۱	۰	۰
۹	مجموعه آنتن های سیمی	۱	۰	۰
۱۰	موجبر ۲۰۰mm	۲	۰	۰
۱۱	بار تطبیق موجبری	۱	۰	۰
۱۲	ترانسفورمر سه پیچ	۱	۰	۰

ردیف	نام قطعه	تعداد قطعه در هر مدل		
		۲۰۱	۱۰۱	۰۰۱
۱۳	مدل کواکسیال به موجبری	۳	۲	۰
۱۴	آشکارساز کواکسیالی	۲	۱	۰
۱۵	صفحه پلارایزر	۱	۰	۰
۱۶	روزنه موج بزرگ	۱	۰	۰
۱۷	روزنه موج کوچک	۱۲	۰	۰
۱۸	پایه نگهدارنده	۱۲	۶	۰
۱۹	میله فلزی	۲۳	۱۲	۰
۲۰	گیره نگهدارنده	۸	۴	۰
۲۱	کابل فرکانس بالا	۲	۱	۰
۲۲	کابل فرکانس پایین	۳	۲	۱
۲۳	کابل USB	۲	۱	۰
۲۴	کابل تغذیه	۴	۲	۰
۲۵	پیچ و مهره	۲۵	۱۵	۰
۲۶	فویل مسی چسب‌دار	۴۰ برش	۲۰ برش	۰
۲۷	متر فلزی	۱	۰	۰
۲۸	کیف مجموعه	۲	۱	۰