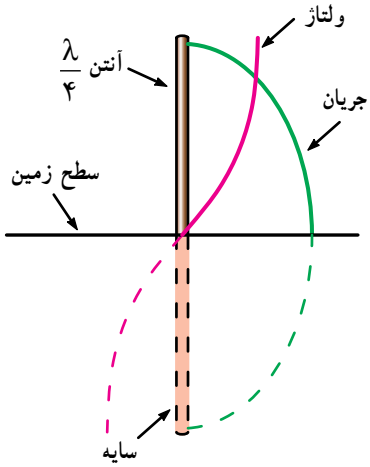
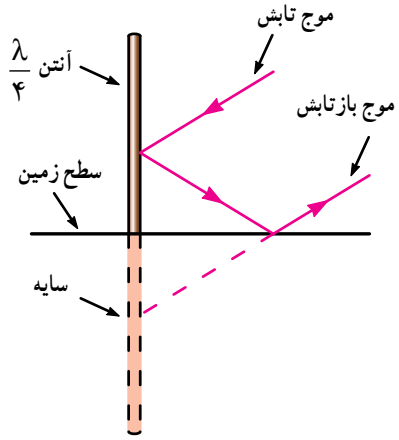
و تصویرش عیناً مشابه آنتن نیم‌موج است.

آنتن رادیوی اتومبیل یک نوع آنتن مارکنی است. بدنهٔ فلزی اتومبیل به عنوان زمین عمل می‌کند و اثر تصویر آنتن ظاهر می‌شود.





الف) تشکیل سایه در آنتن $\frac{\lambda}{4}$ ب) منحنی‌های توزیع ولتاژ و جریان در آنتن $\frac{\lambda}{4}$ ج) تصویری از آنتن اتومبیل

شکل ۱۷ــ۲ــ آنتن $\frac{\lambda}{4}$

مخترعین

آقای گوگ لیلمو مارکُنی Guglielmo Marconi در سال ۱۸۷۴ در ایتالیا به دنیا آمد وی دوران تحصیل خود را در رشتهٔ مهندسی برق به پایان رساند و در سال ۱۸۹۶ به انگلستان رفت و اقدام به ساخت دستگاه‌های رادیویی نمود مارکُنی مخترع آنتن $\frac{\lambda}{4}$ است وی در سال ۱۹۳۷ در گذشت

برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع و سایت‌های مربوطه مراجعه کنید

آیا می‌دانید؟

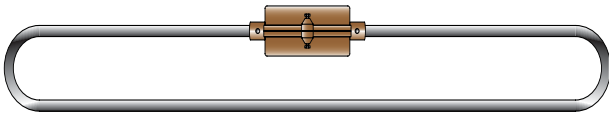
بسیاری از ایرانیان به‌عنوان اعضای مؤثر علمی در سطح جهان فعالیت می‌کنند و تعداد زیادی از آنان در رشتهٔ الکترونیک اشتغال دارند. شما هم اگر از استعداد ذاتی خود استفاده کنید و فعالیت و کوشش را به طور مستمر ادامه دهید می‌توانید در سطح جهان مطرح شوید.

۲ـ۱۲ـ۲ـ آنتن دیپل نیم موج خمیده

(Folded Dipole): آنتن دیپل خمیده یا تا شده از یک میله به طول λ[1] تشکیل شده است که پس از خم شدن آنتن طول $\frac{\lambda}{2}$ را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۸ــ۲). در وسط آنتن بریدگی کوچکی، که در مقایسه با طول آنتن ناچیز است، وجود

۱ــ طول میله کمی بزرگ‌تر از λ در نظر گرفته می‌شود، تا پس از خم‌شدن دقیقاً طول $\frac{\lambda}{2}$ به‌دست آید.

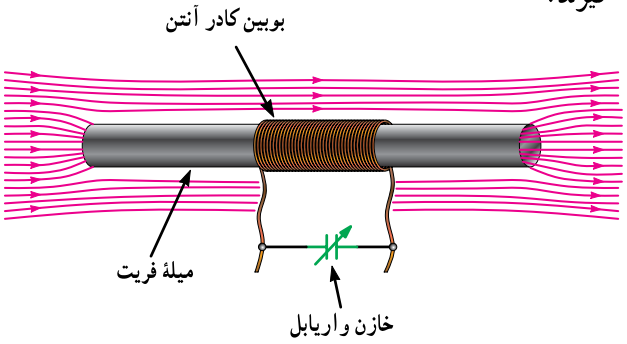
دارد. امپدانس آنتن دیپل خمیده در حدود ۳۰۰ اهم است. از این آنتن برای تطبیق خط انتقال دو سیمه ۳۰۰ اهمی در تلویزیون سیاه و سفید استفاده می‌شود.



شکل ۱۸ــ۲ــ تصویر واقعی آنتن دیپل نیم موج خمیده

۳ـ۱۲ـ۲ـ آنتن با میلهٔ فریت: آنتن با میلهٔ فریت در تمام گیرنده‌های رادیویی MW و SW به کار می‌رود.

فریت (Ferrite) ماده‌ای با قابلیت نفوذ مغناطیسی زیاد است. آنتن با میلهٔ فریت آنتن کوچکی است که در داخل گیرنده‌های رادیویی جای می‌گیرد. این میله به عنوان یک هسته در بوبین کادر[1] آنتن قرار می‌گیرد. استفاده از بوبین با هستهٔ فریت دریافت امواج الکترو مغناطیسی را آسان می‌کند (شکل ۱۹ــ۲). دریافت امواج الکترومغناطیسی زمانی حداکثر است که میلهٔ فریت و میدان مغناطیسی در یک جهت قرار گیرند.



شکل ۱۹ــ۲ــ آنتن با میلهٔ فریت

۴ـ۱۲ـ۲ـ آنتن یاگی (Yagi Antenna): این آنتن اولین بار توسط اشخاصی به نام‌های یاگی و اودا (Yagi ــ Uda) ساخته شد و به بازار عرضه گردید. در شکل ۲۰ــ۲ یک نمونه آنتن یاگی را مشاهده می‌کنید. میلهٔ خم شده را، که روی آنتن قرار دارد، دیپل تا شده (Folded Dipole) نامند و هم‌چنین به میله‌هایی که در پشت دیپل قرار دارند و طول آنها بزرگ‌تر است رفلکتور یا منعکس کننده (Reflector) گویند و میله‌هایی که در جلوی دیپل تا شده قرار دارند و طول آنها از دیپل تا شده کوچک‌تر است را دایرکتور (Director) می‌نامند.

شکل ۲۰ــ۲ــ تصویری از یک آنتن یاگی

قراردادن این اجزا باعث می‌شود که آنتن جهت‌دار شود. به عبارت دیگر به یک سو یا جهت هدایت شوند و منطقهٔ خاصی را پوشش دهند. از آنتن یاگی برای دریافت امواج VHF و UHF تلویزیونی استفاده می‌شود. در آنتن یاگی فاصلهٔ بین میله‌ها و طول هر یک از میله‌ها باید مشخص باشد. در جدول ۳ــ۲ رابطهٔ بین فواصل میله‌ها و طول موج و هم‌چنین رابطه بین طول موج و طول دیپل تا شده و طول رفلکتورها و دایرکتورها آمده است.

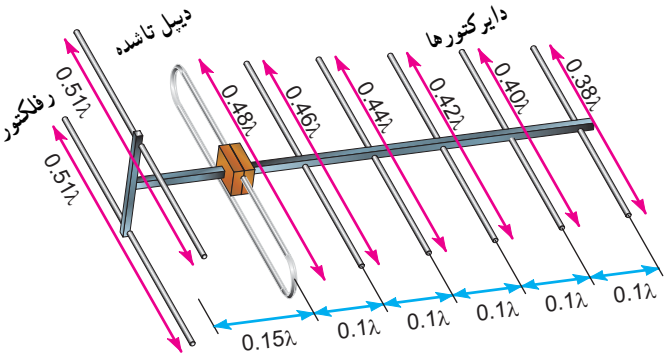
۱ــ مجموعهٔ بوبین و میلهٔ فریت را در گیرنده‌های رادیویی «کادر آنتن» می‌نامند.

جدول ۳ــ۲

ردیف	مشخصهٔ آنتن	محاسبه بر حسب λ
۱	طول رفلکتور	۰/۵۱ λ
۲	فاصلهٔ بین رفلکتور تا دیپل تا شده	۰/۱۵ λ
۳	طول دیپل تا شده	۰/۴۸ λ
۴	طول اولین دایرکتور	۰/۴۶ λ
۵	طول دومین دایرکتور	۰/۴۴ λ
۶	طول سایر دایرکتورها در هر مرحله ۲ λ / کم می‌شود	
۷	فاصله اولین دایرکتور تا دیپل تا شده	۰/۱ λ
۸	فاصله دایرکتورها از یکدیگر	۰/۱ λ
۹	فاصله رفلکتورها از یکدیگر	۰/۱λ تا ۰/۱۵ λ

در شکل ۲۱ــ۲ یک آنتن یاگی با اندازهٔ میله‌های تشکیل‌دهنده آن و فواصل بین میله‌ها را مشاهده می‌کنید.

در آنتن یاگی مجموعهٔ رفلکتورها و دایرکتورها مانند عدسی عمل می‌کنند و امواج را به دیپل می‌رسانند. قدرت جذب یا انتشار امواج به تعداد دایرکتورها بستگی دارد.



شکل ۲۱ــ۲ــ آنتن یاگی با توجه به اندازه و ابعاد قطعات آن

فعالیت برای هنرجویان علاقه‌مند

با مراجعه به منابع مختلف تعداد کارخانه‌های داخلی را که آنتن تولید می‌کنند، شناسایی کنید و مشخصات محصولات آنان به خصوص انواع آنتن یاگی را بیابید.

دانشمندان

آقای یاگی‌هاید تسوگو **Yagi Hidetsugu** آنتن **VHF** و **UHF** را برای دریافت امواج الکترومغناطیسی که مسیر مستقیم را طی می‌کنند، اختراع کرد این آنتن به نام وی یعنی آنتن یاگی به ثبت رسیده است آقای یاگی در سال ۱۸۸۶ در ژاپن به دنیا آمد و در سال ۱۹۰۹ در رشتهٔ مهندسی برق از دانشگاه امپریال توکیو دانش آموخته شد وی برای ادامهٔ تحصیل و تحقیق به انگلستان، آمریکا و آلمان رفت و تحصیلات خود را با تأکید روی تولید امواج پیوسته الکترومغناطیس ادامه داد و در سال ۱۹۱۶ به ژاپن بازگشت و پس از دریافت درجهٔ دکتری از دانشگاه امپریال توهوکو (**Tohoco**) در سال ۱۹۱۹ با درجهٔ پروفسوری در همان دانشگاه به تدریس پرداخت وی پیش‌بینی کرد که ارتباطات **VHF** و **UHF** یکی از پدیده‌هایی است که در آیندهٔ مخابرات نقش اساسی دارد لذا تحقیقات خود را در این زمینه ادامه داد تا در سال ۱۹۲۶ با کمک **Shintaro uda** آنتن عملی **VHF** و **UHF** را اختراع کرد امروز این آنتن را به نام «یاگی» و «او دا» (**Yagi and Uda**) می‌شناسند آقای یاگی در سال ۱۹۷۶ چشم از جهان فرو بست

۵ـ۱۲ـ۲ـ آنتن‌های بشقابی (Dish Antennas):

آنتن‌های گیرنده‌ها و فرستنده‌هایی که در طیف میکروویو و مایکروویو کار می‌کنند (محدودهٔ فرکانسی ۱ تا ۱۰۰ گیگا هرتز) آنتن‌هایی جهت دارند. یکی از انواع این آنتن‌ها، آنتن‌های بشقابی هستند. آنتن‌های بشقابی را معمولاً به صورت برشی از سهمی یا کره می‌سازند. بنا به‌دلایل زیر، نیاز به این آنتن‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد.

الف) چون باید آنتن گیرنده دقیقاً در جهت آنتن فرستنده قرار گیرد، لذا عملاً آنتن در تمام جهت نمی‌تواند کارآیی داشته باشد.

ب) گیرنده‌های این باند نسبت به گیرنده‌هایی که با فرکانس کمتر کار می‌کنند در مقابل نویز حساسیت بیشتری دارند. لذا سیگنال رسیده به آنتن این نوع گیرنده‌ها باید تا حد امکان قوی باشد.

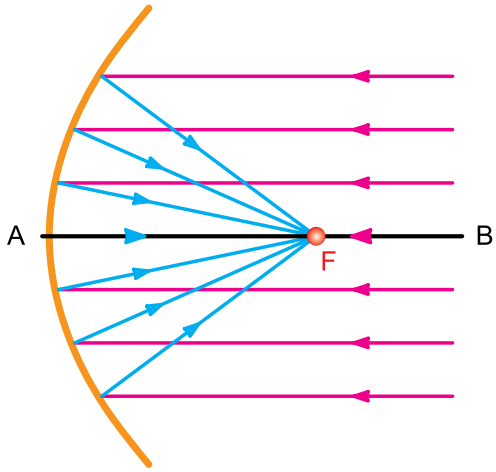
ج) هرقدر فرکانس افزایش می‌یابد، ابعاد وسایل الکترونیکی مرتبط با آن کوچک‌تر می‌شود، لذا عملاً توان الکتریکی دستگاه به‌طور نسبی کاهش می‌یابد.

د) از امواج میکروویو و مایکروویو برای انتقال و دریافت انرژی به فواصل دور استفاده می‌شود میزان انرژی دریافتی توسط گیرنده خیلی ضعیف می‌گردد، بنابراین در امواج میکروویو و مایکروویو استفاده از آنتن با بهرهٔ زیاد ضروری است.

هـ) به علت کاربرد وسیع باند میکروویو و مایکروویو مانند رادار و غیره، سمت‌یابی و اندازه‌گیری میدان مورد نیاز است.

آنتن با منعکس‌کننده سهموی (Parabolic ـ بشقابی): هرگاه به یک آنتن سهموی شکل از فاصله بسیار دور (بی‌نهایت) نور یا امواج رادیویی تابانده شود، این امواج پس از برخورد با سطح داخلی سهمی در نقطه‌ای متمرکز می‌شوند که آن نقطه را کانون سهمی گویند و آن را با F نشان می‌دهند (شکل ۲۲ـ۲).

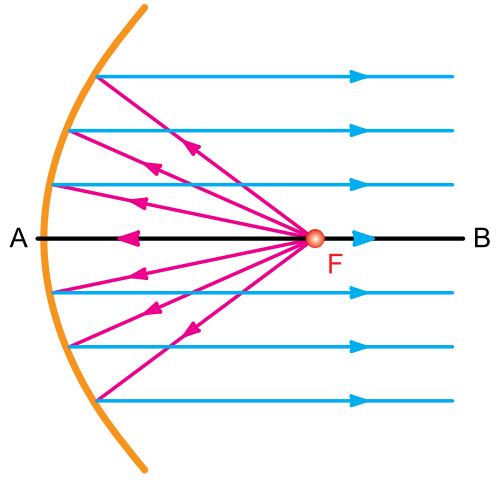
از سوی دیگر هرگاه منبعی تشعشعی در کانون سهمی



شکل ۲۲ـ۲ـ متمرکز شدن امواج در کانون سهمی

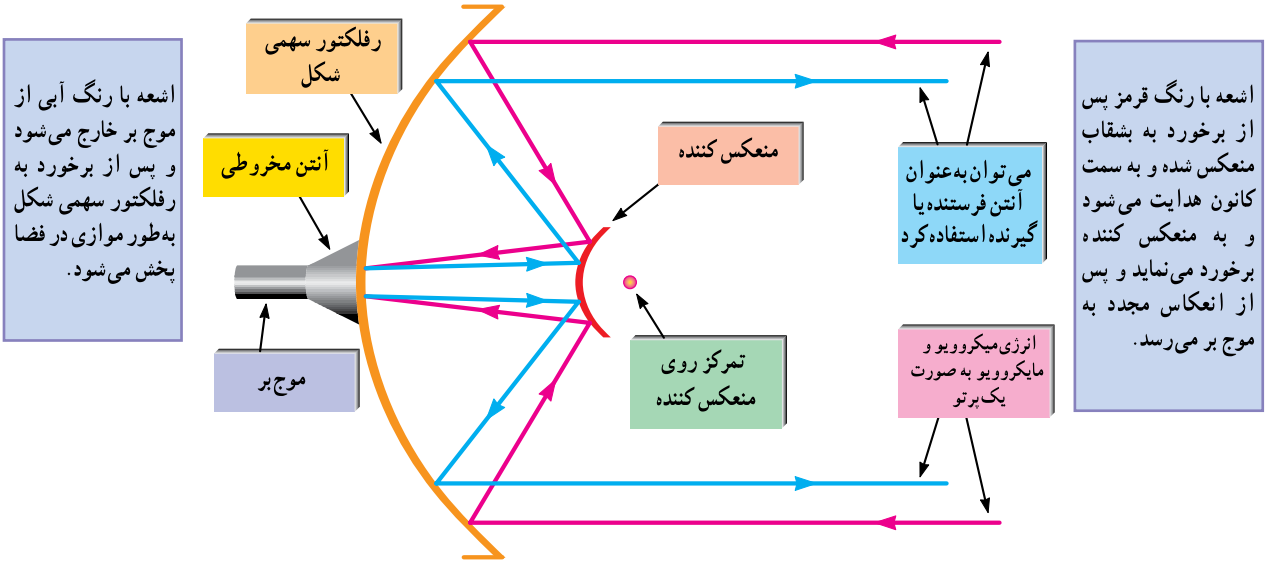
قرار گیرد تمام امواجی که از منبع خارج می‌شوند در راستای خط AB و به موازات آن منعکس می‌گردند (شکل ۲۳ـ۲).

در این حالت تمام امواج منعکس شده با هم، هم‌فاز بوده و یک پرتو (اشعه) بسیار شدید را در امتداد محور AB به وجود می‌آورند. سایر امواج که از جهات دیگر وارد سهمی می‌شوند به علت تفاوت در مسیر آنها، اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. لذا آنتن‌های سهمی شکل دارای بهرهٔ جهتی بسیار زیادند.



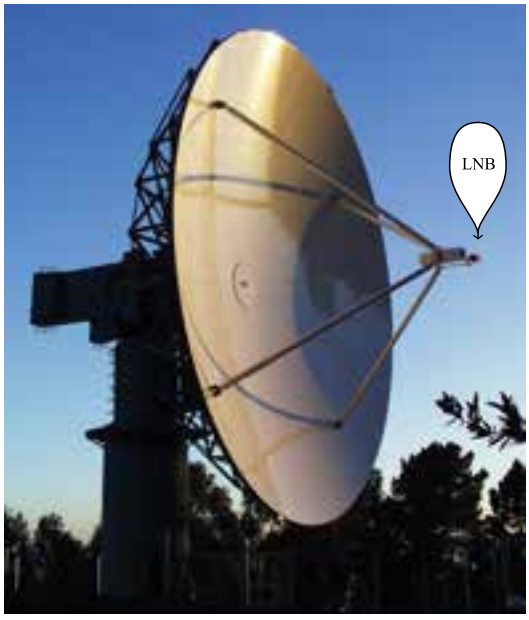
شکل ۲۳ـ۲ـ امواج تابانده شده از کانون به موازات هم خارج می‌شوند.

ساختمان آنتن سهموی (بشقابی): در شکل ۲۴ــ۲ ساختمان یک آنتن بشقابی رسم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ برای انتقال انرژی به آنتن سهمی شکل از موج بر استفاده شده است. موج‌بر خط انتقالی شبیه لولهٔ آب یا کانال کولر است که به‌صورت توخالی ساخته می‌شود. این نوع خط انتقال وظیفهٔ هدایت سیگنال‌هایی با فرکانس بالا را برعهده دارد.

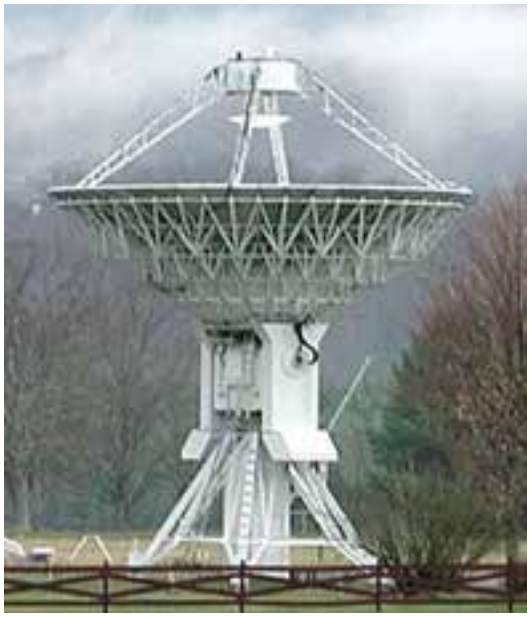


شکل ۲۴ــ۲ــ ساختمان آنتن بشقابی

در شکل ۲۵ــ۲ و ۲۶ــ۲ دو نمونه آنتن بشقابی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۵ــ۲ــ نمونه‌ای از آنتن بشقابی



شکل ۲۶ــ۲ــ نمونه دیگری از آنتن بشقابی

برای بهترین دریافت یا انتشار امواج، باید آنتن در کانون سهمی قرار گیرد.

شکل ۲۵ــ۲ محل قرارگیری آنتن را در کانون سهمی نشان می‌دهد.

از آن‌جا که امواج ارسالی از طریق این آنتن‌ها یا امواج دریافتی از ماهواره‌ها که در محدوده گیگا هرتز قرار دارند، مانند نور عمل می‌کنند، این امواج از اجسامی با چگالی بالا(جرم حجمی بالا) و ضریب شکست (انکسار) زیاد مانند طلق‌های ضخیم یا شیشه عبور نمی‌کنند ولی از سایر اجسام با چگالی کمتر به راحتی عبور می‌کنند، هم‌چنین در مقابل منعکس کننده‌ها از خود خواص نور را نشان می‌دهند.

تبدیل فرکانس در آنتن بشقابی: امواجی که طول موج آنها در محدودهٔ متر، سانتی‌متر و میلی‌متر قرار دارد را امواج مایکروویو و میکروویو می‌نامند. پس از دریافت این امواج و تمرکز آنها در کانون سهمی لازم است امواج به محدودهٔ فرکانسی پایین‌تری تبدیل شود تا بتوان آنها را برای موارد خاص مانند تلویزیون مورد استفاده قرار داد.

برای این منظور از یک مدار مبدل استفاده می‌کنند. این مبدل‌ها را اصطلاحاً LNB می‌نامند.

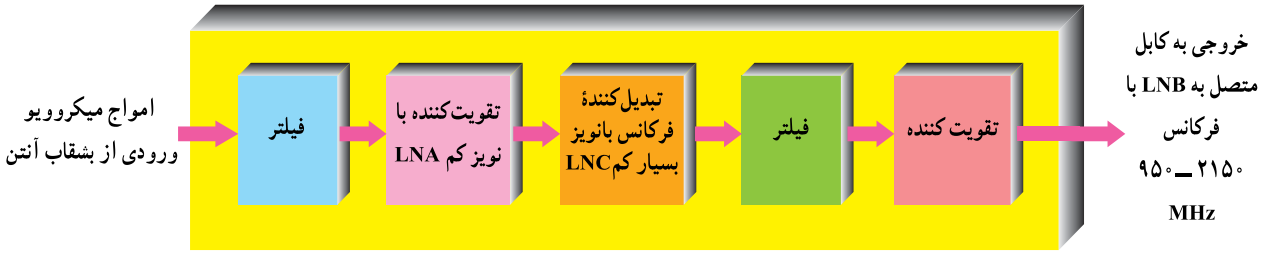
LNB حروف اول کلمات Low Noise Block به معنی بلوک (قسمت) با نویز کم است. LNB شامل دو بخش جداگانه LNA و LNC است.

LNA حروف اول کلمات Low Noise Amplifier و به معنی تقویت کننده با نویز بسیار پایین است. این طبقه عمل تقویت‌کنندگی امواج دریافتی را برعهده دارد.

LNC حروف اول کلمات Low Noise Converter و به معنی تبدیل کننده فرکانس با نویز بسیار کم است.

LNB در کانون Dish قرار می‌گیرد و ضمن دریافت امواج ارسالی از سطح بشقاب، آنها را تقویت و به امواجی با محدوده فرکانس کمتر تبدیل می‌کند تا برای دستگاه‌های مرتبط با آن قابل استفاده باشد.

در شکل ۲۷ــ۲ بلوک دیاگرام LNB به اختصار رسم شده است.



شکل ۲۷ــ۲ــ بلوک دیاگرام ساده LNB

در شکل ۲۸ــ۲ چند نمونه LNB و در شکل ۲۹ــ۲ نمونهٔ دیگری از LNB و مدار داخل آن را ملاحظه می‌کنید. این LNB مانند شکل ۲۵ــ۲ روی کانون سهمی نصب می‌شود.

شکل ۲۸ــ۲ــ چند نمونه LNB

شکل ۲۹ــ۲ــ LNB و مدار داخل آن

۱۳ـ۲ـ الگوی پرسش

۱ــ چگونگی توزیع ولتاژ و جریان در آنتن مارکنی را با رسم شکل شرح دهید.

۲ــ کاربرد آنتن دیپل خمیده را بنویسید.

۳ــ آنتن با میله فریت را شرح دهید.

۴ــ آنتن‌های بشقابی در چه فرکانس‌هایی کار می‌کنند؟

۵ــ طول آنتن دیپل خمیده چه‌قدر است؟

۶ــ اجزای تشکیل دهنده آنتن یاگی را نام ببرید.

۷ــ یک نمونه آنتن یاگی را برای دریافت یکی از فرکانس‌های VHF به‌دلخواه طراحی کنید.

۸ــ موج بر را تعریف کنید.

۹ــ ساختمان آنتن سهموی (بشقابی) را رسم کنید و اجزای آن را نام ببرید.

۱۰ــ بلوک دیاگرام LNB را رسم کنید.

جورکردنی

۱۱ــ با خطوط رنگی ستون الف را به طول یا فاصلهٔ صحیح آن در ستون (ب) اتصال دهید.

(الف)	(ب)
رفلکتور	۰/۱ λ
دیپل تا شده	۰/۵۱ λ
اولین دایرکتور	۰/۴۸ λ
فاصلهٔ دایرکتورها از یکدیگر	۰/۴۶ λ

صحیح یا غلط

۱۲ــ فریت ماده‌ای با قابلیت نفوذ الکتریکی بسیار زیاد است.

صحیح ☐ غلط ☐

چهار گزینه‌ای

۱۳ــ برای ارسال یا دریافت امواج با فرکانس ۱ تا ۱۰۰ گیگاهرتز از چه نوع آنتنی استفاده می‌کنند؟

۱ــ یاگی ۲ــ مارکنی

۳ــ دو قطبی ۴ــ بشقابی

۱۴ـ۲ـ انتشار امواج رادیویی

امواج رادیویی از مسیرهای متفاوتی فاصله بین فرستنده و گیرنده را طی می‌کنند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از : امواج زمینی، امواج آسمانی و امواج فضایی.

۱ـ۱۴ـ۲ـ امواج زمینی (Ground wave): امواج زمینی امواجی هستند که مسیر حرکتشان در سطح زمین است و انحنای زمین را طی می‌کنند. امواج زمینی به امواج سطحی نیز معروف‌اند. امواج زمینی موقعی وجود دارند که آنتن‌های گیرنده و فرستنده نزدیک سطح زمین باشند (شکل ۳۰ـ۲). چون فرکانس این امواج کم است آن را LF می‌نامند. امواج LF به علت اتلاف زیاد انرژی در سطح زمین برای ارسال در مسافت کوتاه به‌کار می‌روند. یادآور می‌شود که در سطوحی مانند آب دریا، به دلیل کم‌بودن مقاومت الکتریکی تلفات انرژی کمتر شده و امواج LF مسافت بیشتری را طی می‌کند. لذا در مخابرات دریایی کاربرد دارد.

شکل ۳۰ـ۲ــ انتشار امواج زمینی

۲ـ۱۴ـ۲ـ امواج آسمانی (Sky wave): انتشار امواج آسمانی به نوعی انتشار اطلاق می‌گردد که امواج رادیویی منتشر شده در فضا، بعد از برخورد با لایه‌های یونیزهٔ جو (یونسفر) مجدداً به طرف زمین منعکس می‌شوند.

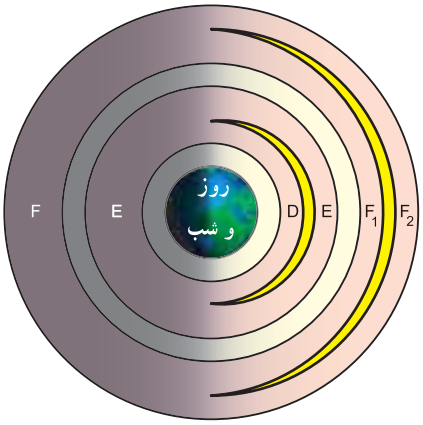
ناحیهٔ یونیزهٔ جو از ۵۰[۱] کیلومتری سطح زمین شروع می‌شود

۱ــ ارتفاع و ضخامت لایه‌های جوّ، D و E و F در طول شبانه روز تغییرات غیرخطی دارد و لذا اعداد داده شده تقریبی است.

و تا ارتفاع ۴۰۰ کیلومتری ادامه می‌یابد.

ناحیهٔ یونسفر خود به سه لایه تقسیم‌بندی شده است، که به ترتیب (ارتفاع) به لایه‌های D ، E و F معروف‌اند.

لایهٔ F در طول روز خود به لایه‌های فرعی مانند F_1 و F_2 تقسیم‌بندی می‌شود. در شکل ۳۱ــ۲ چگونگی تقسیم‌بندی لایه‌های مختلف یونسفر در طول روز و شب نشان داده شده است. لایهٔ D که موجب جذب امواج رادیویی در محدودهٔ فرکانسی معینی می‌شود در طول شب وجود ندارد.



شکل ۳۱ــ۲ــ لایه‌های یونسفر

لایهٔ D در ارتفاع تقریبی ۵۰ تا ۹۰ کیلومتری قرار دارد و فقط در هنگام روز به وجود می‌آید. اگرچه این لایه به عنوان منعکس کنندهٔ امواج ELF و VLF و قسمتی از LF عمل می‌کند ولی نقش عمده‌ای در جذب انرژی دارد و در نتیجه در طول روز موجب تضعیف امواج رادیویی در باند MF و HF می‌شود. لایهٔ E در ارتفاع ۹۰ تا ۱۳۰ کیلومتری قرار دارد و چگالی (دانسیته Density) یون آن در طول روز بسیار بالاتر از هنگام شب است. به‌همین دلیل است که امواج رادیویی، به‌هنگام روز، در باند متوسط شدیداً در این لایه تضعیف می‌شوند.

در طول شب امواج باند متوسط با کمترین تضعیف به طرف زمین منعکس می‌شوند.

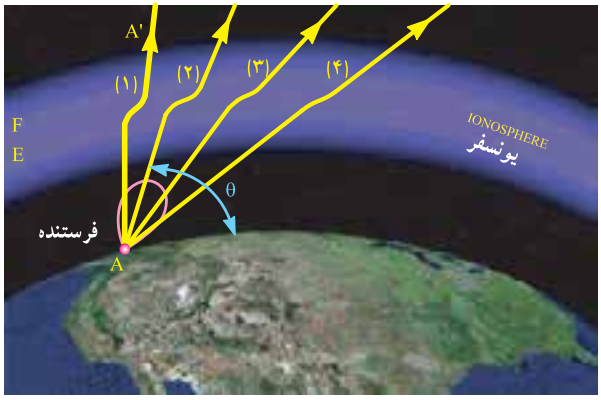
لایهٔ F که در ارتفاع ۱۳۰ کیلومتر به بالا قرار دارد. در هنگام روز به دو لایهٔ F_1 و F_2 تقسیم می‌شود به طوری که لایهٔ F_1 در ارتفاع ۱۳۰ کیلومتر تا ۲۱۰ کیلومتر قرار دارد.

آن‌چه در پخش صدای موج کوتاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است وجود لایه‌های E و F است.

انعکاس امواج رادیویی HF در لایهٔ F امکان برقراری ارتباط رادیویی بین نقاط بسیار دور را فراهم می‌سازد.

جهت برقراری یک ارتباط رادیویی بین نقاط A (فرستنده) و B (گیرنده)، از طریق انعکاس لایهٔ F، دو حالت زیر را درنظر می‌گیریم.

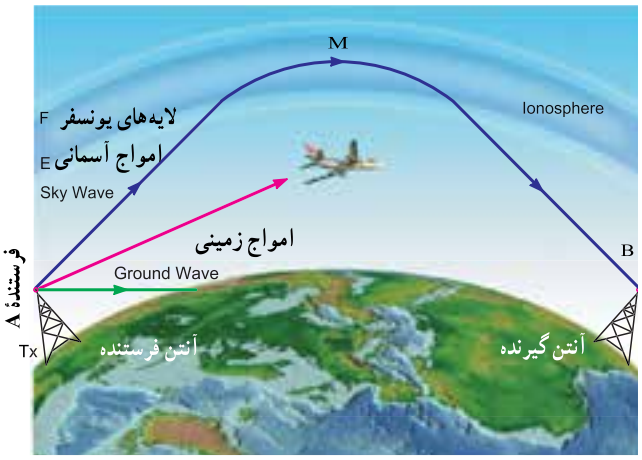
الف) اگر فرکانس از حد معینی (حدود ۳۰ مگا هرتز) بیشتر باشد امواج منعکس نمی‌شود و طبق شکل ۳۲ــ۲ به طرف AA′ ادامهٔ مسیر خواهد داد.



شکل ۳۲ــ۲ــ عبور امواج رادیویی از لایهٔ E و F

ب) اگر فرکانس‌های منتشر شده از فرستنده در باند MW و SW قرار داشته باشد و موج منتشر شده دارای انرژی کافی باشد و تحت زاویهٔ معینی تابیده شود. در زمانی که لایهٔ D وجود ندارد (طول شب)، امواجی که به لایهٔ E می‌رسند از آن عبور می‌کنند و پس از برخورد با لایهٔ F به طرف زمین منعکس می‌شوند. این امواج در نقطهٔ دیگری از سطح زمین قابل دریافت است (شکل ۳۳ــ۲).

به عبارت دیگر لایهٔ F به عنوان یک آنتن عمل می‌کند. به‌عنوان مثال امواج منتشر شده از فرستندهٔ A پس از رسیدن به نقطهٔ M منعکس می‌شود و در نقطهٔ B قابل دریافت است.



شکل ۳۳ــ۲ــ انعکاس امواج رادیویی

تحقیق برای هنرجویان علاقه‌مند

آیا امواج رادیویی برای بدن انسان خطرناک است؟ با جستجو در منابع مختلف تصویر پویا نمایی (انیمیشن) را که نشان دهنده انتشار امواج است پیدا کنید.

۳ـ۱۴ـ۲ـ امواج فضایی (space wave): امواج فضایی به امواجی گفته می‌شود که فاصله بین فرستنده و گیرنده را در ناحیهٔ تروپسفر زمین طی می‌کنند.

تروپسفر به ناحیه‌ای از آتمسفر گفته می‌شود که از سطح زمین تا ارتفاع ۱۶ کیلومتری آن قرار دارد.

۱۵ـ۲ـ محدودهٔ فرکانسی امواج رادیویی و نوع انتشار آنها

امواجی که فرکانس آنها بین ۳۰ KHz تا ۳۰۰ KHz قرار دارد به امواج زمینی معروف‌اند و با LF نشان داده می‌شوند و از آنها در رادیوهای با موج بلند (LW) استفاده می‌شود.

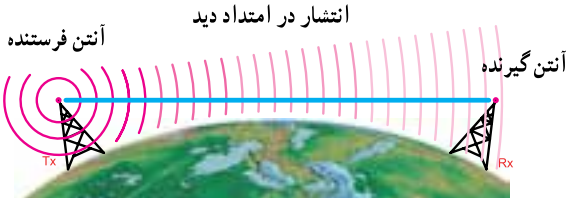
امواجی که فرکانس آنها بین ۳۰۰ KHz تا ۳ MHz قرار دارد (MF) دارای مؤلّفهٔ زمینی قوی و مؤلّفهٔ آسمانی ضعیف‌اند.

امواجی که فرکانس آنها بین ۳ MHz تا ۳۰ MHz قرار دارد (HF) دارای مؤلّفهٔ زمینی ضعیف و مؤلّفهٔ آسمانی قوی‌اند.

از این امواج در رادیوهای موج کوتاه (SW) استفاده می‌شود.

امواجی که فرکانس آنها بین ۳۰ مگا هرتز تا ۳۰۰۰ مگا هرتز قرار دارد (VHF و UHF) دارای مؤلّفهٔ فضایی قوی‌اند. از این‌رو به امواج فضایی معروف‌اند.

انتشار امواج فضایی به انتشار در امتداد دید (Line of sight)، نیز معروف است، چرا که باید فرستنده و گیرنده در دید مستقیم یکدیگر قرار گیرند تا بتوانند ارتباط برقرار کنند. امواج فضایی در تلویزیون استفاده می‌شود. در شکل ۳۴ــ۲ چگونگی انتشار امواج فضایی آمده است. این امواج از انحنای زمین تبعیت نمی‌کند.

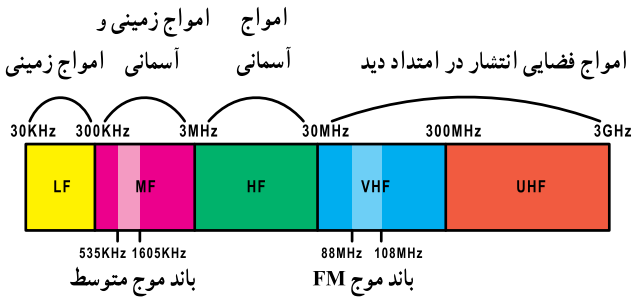


شکل ۳۴ــ۲ــ انتشار امواج فضایی

در شکل ۳۵ــ۲ محدودهٔ فرکانسی امواج رادیویی و نوع انتشار آنها نشان داده شده است.

موج متوسط رادیو (MW) که در محدودهٔ فرکانسی ۵۳۵ کیلوهرتز تا ۱۶۰۵ کیلوهرتز قرار دارد به صورت امواج زمینی و آسمانی منتشر می‌شود. در موج MW، انتشار امواج آسمانی از امواج زمینی ضعیف‌تر است.

موج FM نیز که در محدودهٔ فرکانس ۸۸ مگاهرتز تا ۱۰۸ مگاهرتز واقع است، به صورت امواج فضایی منتشر می‌شود.



شکل ۳۵ــ۲ــ محدودهٔ فرکانسی امواج رادیویی و انتشار آنها

۱۶-۲- پدیدهٔ فدینگ (Fading) ــ محو شدن

اگر امواج زمینی و آسمانی که از یک مرکز فرستنده منتشر می‌شوند همزمان به گیرنده رادیویی برسند ممکن است، در صورت هم‌فاز بودن باعث زیاد شدن صدای بلندگو شوند. این امواج اگر در فاز مخالف باشند باعث ضعیف شدن یا قطع صدای بلندگو می‌شوند. این پدیده به فدینگ معروف است.

۱۷-۲- الگوی پرسش

۱ــ FM درچه محدوده‌ای از فرکانس‌های رادیویی قرار دارد؟

۲ــ امواج زمینی کدام‌اند و محدودهٔ فرکانسی آنها چه‌قدر است؟

۳ــ کدام طبقهٔ آتمسفر روی امواج آسمانی مؤثر است؟

۴ــ چرا انتشار امواج فضایی به «انتشار در امتداد دید» معروف است؟

۵ ــ لایه‌های یونسفر را نام ببرید.

۶ــ چگونگی تضعیف امواج رادیویی را شرح دهید.

۷ــ پدیدهٔ فدینگ را شرح دهید.

صحیح یا غلط

۸ــ امواجی که فرکانس آنها بین ۳۰۰ KHz تا ۳ MHz قرار دارند دارای مؤلفهٔ زمینی ضعیف و مؤلفهٔ آسمانی قوی هستند.

صحیح ☐ غلط ☐

چهارگزینه‌ای

۹ــ امواج FM دارای چه نوع پخشی هستند؟

۱ــ زمینی ضعیف آسمانی قوی

۲ــ آسمانی

۳ــ فضایی

۴ــ زمینی قوی ــ آسمانی ضعیف

فعالیت برای هنرجویان علاقه‌مند

بررسی کنید ارتباط رادیویی بین کشتی‌ها در سطح دریا با چه روش‌هایی صورت می‌گیرد؟