

فصل ۲

خطوط انتقال، آنتن و انتشار امواج

هدف کلی

تحلیل ساده خطوط انتقال، آنتن و انتشار امواج رادیویی

کل زمان اختصاص داده شده به فصل: ۶ ساعت آموزشی

زمان پیشنهادی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که:

- | | |
|---|--|
| ۱۵- آنتن دی پل را شرح دهد. ۱۰' | ۱- اصطلاحات خطوط انتقال و آنتن را تعریف کند. ۱۵' |
| ۱۶- منحنی‌های توزیع ولتاژ و جریان دی پل را رسم کند. ۱۰' | ۲- انواع خطوط انتقال را نام ببرد. ۵' |
| ۱۷- مقاومت تابشی و توان تابشی آنتن را تعریف کند. ۱۰' | ۳- خطوط انتقال دو سیمه و کابل کواکسیال را شرح دهد. ۱۵' |
| ۱۸- بهره آنتن و امپدانس آنتن را توضیح دهد. ۱۰' | ۴- اجزای تشکیل دهنده مدار معادل خطوط انتقال را شرح دهد. ۵' |
| ۱۹- آنتن‌های مارکنی، دی پل خمیده، میله فریت، یاگی و بشقابی را شرح دهد. ۱۵' | ۵- مدار معادل خطوط انتقال را رسم کند. ۵' |
| ۲۰- یک نمونه آنتن یاگی را محاسبه کند. ۱۵' | ۶- فرمول Z را شرح دهد و یک نمونه را برای مثال حل کند. ۱۰' |
| ۲۱- انتشار امواج زمینی، آسمانی و فضایی را شرح دهد. ۱۰' | ۷- امپدانس کابل کواکسیال و خط انتقال دو سیمه را مقایسه کند. ۱۰' |
| ۲۲- لایه‌های تشکیل دهنده یونسفر را شرح دهد. ۱۰' | ۸- مشخصه‌های کابل کواکسیال را با استفاده از جدول توضیح دهد. ۱۰' |
| ۲۳- محدوده فرکانس امواج زمینی، فضایی و آسمانی را بیان کند. ۱۰' | ۹- با استفاده از جدول بتواند مشخصه‌های کابل کواکسیال را پیدا کند. ۱۰' |
| ۲۴- پدیده فیدینگ ^۱ را شرح دهد. ۱۰' | ۱۰- اساس یک سیستم ارتباطی فیبرنوری را شرح دهد. ۱۰' |
| ۲۵- به منظور درک بیشتر و بهتر مطالب درسی از فیلم‌ها و نرم‌افزارهای مرتبط استفاده کند. ۲۰' | ۱۱- مزایای استفاده از فیبرنوری را بیان کند. ۱۰' |
| ۲۶- در خلال آموزش به سؤالات آزمون‌های تشخیصی، تکوینی و پایانی پاسخ دهد. ۲۰' | ۱۲- ساختمان اساسی یک فیبر نوری را شرح دهد. ۱۰' |
| ۲۷- هدف‌های رفتاری در حیطه عاطفی که در فصل اول آمده است را در این فصل نیز رعایت نماید. ۱۰' | ۱۳- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی آنتن را با رسم شکل شرح دهد. ۱۵' |
| | ۱۴- چگونگی تشعشع امواج از آنتن را با رسم شکل شرح دهد. ۱۰' |

۱- پدیده fading را در اصطلاح فارسی فیدینگ یا فیدینگ می‌نامند.



الف) آنتن‌های روی پشت‌بام



ب) آنتن رومیزی

شکل ۱-۲- انواع آنتن تلویزیون

شده در این فصل به تنهایی شامل چند واحد درسی است، از این رو محتوای این فصل بیشتر جنبه معرفی و آشنایی دارد، برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به مراجع متعددی که به مباحث خطوط انتقال، آنتن، انتشار امواج و فیبر نوری پرداخته‌اند، مراجعه کنید.

۱-۲- خطوط انتقال و انواع آن (Transmission Lines)

در فرستنده‌ها و گیرنده‌های رادیویی برای انتقال امواج رادیویی از فرستنده به گیرنده یا اتصال آنتن به دستگاه فرستنده یا گیرنده‌های رادیویی از خطوط انتقال استفاده می‌شود. خطوط انتقال در انواع خط انتقال دو سیمه (متعادل)، خط انتقال هم محور (کابل کوآکسیال) موج بر و فیبر نوری ساخته می‌شود.

نگاهی به بام ساختمان‌های اطراف بیندازید. معمولاً روی هر بام یک آنتن تلویزیون قرار دارد (شکل ۱-۲- الف). آیا هرگز فکر کرده‌اید این آنتن‌ها چه نقشی دارند؟ شاید میله‌های کم اهمیتی باشند که بودن یا نبودن آنها تأثیری در کار تلویزیون ندارد! با کمی دقت در می‌یابید که یک سیم روکش دار که در اصطلاح سیم آنتن یا خط انتقال نامیده می‌شود، آنتن را به دستگاه تلویزیون وصل می‌کند.

آیا هر نوع سیمی را می‌توان جای‌گزین سیم آنتن تلویزیون کرد؟ به سیم آنتن تلویزیون رنگی و تلویزیون سیاه و سفید توجه کنید، ساختمان آنها، با یکدیگر متفاوت است. سیم رابط دستگاه‌های الکتریکی مختلف از قبیل اتوی برقی، چراغ مطالعه و ... نیز با هم تفاوت دارد. علت این تفاوت در چیست؟ حتماً دلیل خاصی وجود دارد. برای درک بهتر مطلب، آزمایش ساده‌ای را انجام دهید. تلویزیون را روشن کنید و آن را روی شبکه‌ای قرار دهید که دارای برنامه باشد. سیم آنتن را که از طریق یک فیش مخصوص به تلویزیون متصل است جدا کنید. چه اتفاقی می‌افتد؟ برنامه قطع می‌شود یا گیرنده دارای برفک می‌شود. آنتن رادیویی اتومبیل را پایین بکشید. چه اتفاقی می‌افتد؟ رادیو خوب کار نمی‌کند.

روی تلویزیون‌های کوچک، گیرنده‌های رادیویی خانگی و دستگاه‌های رادیو ضبط نیز آنتن میله‌ای وجود دارد (شکل ۱-۲- ب). در صورتی که آنتن به طور صحیح تنظیم نشده باشد، کیفیت صوت یا تصویر مطلوب نخواهد بود. بنابراین آنتن نقش مهمی در دریافت یا انتشار امواج رادیویی دارد.

امواج رادیویی چگونه منتشر می‌شود؟ آیا جابه‌جایی ملکول‌های هوا، امواج رادیویی را منتقل می‌کند؟ عملاً این طور نیست. امواج رادیویی دارای مشخصات ویژه‌ای هستند که می‌توان آنها را مشابه امواج نوری دانست.

در این فصل سعی خواهیم کرد به سؤالاتی که به خطوط انتقال، آنتن، انتشار امواج و فیبر نوری مربوط می‌شوند، به زبان ساده پاسخ دهیم.

یادآور می‌شود که بحث علمی درباره هر یک از موارد عنوان

الف) هادی داخلی که در مرکز کابل قرار دارد و محور کابل را تشکیل می‌دهد.

ب) هادی خارجی که معمولاً به صورت سیم بافته شده در سرتاسر کابل کشیده می‌شود. از این سیم، به عنوان حفاظ الکتریکی یا شیلد (shield) استفاده می‌شود. این حفاظ، مانع تأثیر میدان‌های خارجی مانند نویز روی هادی داخلی کابل می‌شود. هم‌چنین از تأثیر میدان‌های تولید شده توسط هادی داخلی کابل روی دستگاه‌های دیگر جلوگیری می‌کند. در عمل، سیم حفاظ به ساسی دستگاه که زمین الکتریکی است، وصل می‌شود.

ج) عایق بین دو هادی داخلی و خارجی که ضریب دی‌الکتریک آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

د) پوشش خارجی کابل که عایق است و از نظر مکانیکی کابل را حفاظت می‌کند.

۲-۲- الگوی پرش

۱- خط انتقال را تعریف کنید.

۲- چند نوع خط انتقال می‌شناسید، نام ببرید.

۳- اجزای تشکیل دهنده خط انتقال کواکسیال را

نام ببرید.

۴- خطوط انتقال نامتعادل و متعادل را نام ببرید.

صحیح یا غلط

۵- خط انتقال هم محور را خط انتقال متعادل نیز

می‌نامند. صحیح غلط

چهار گزینه‌ای

۶- در کابل هم محور شکل ۲-۴ ضریب دی‌الکتریک کدام

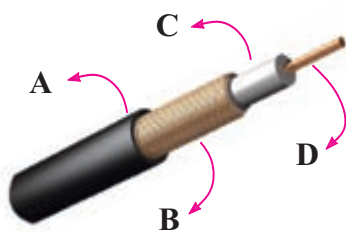
جزء از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؟

۱- A

۲- B

۳- C

۴- D



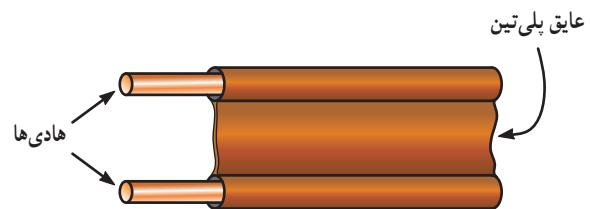
شکل ۲-۴

خط انتقال دوسیمه (Parallel wire (balanced line):

خط انتقال دو سیمه از دو سیم موازی تشکیل شده است، که فاصله بین آنها را ماده‌ای دی‌الکتریک مانند هوا یا نوعی پلاستیک می‌پوشاند، در شکل ۲-۲ الف، یک نمونه خط انتقال دو سیمه با عایق هوا و در شکل ۲-۲ ب، یک خط انتقال دو سیمه با عایق پلی‌تین (Polythene) آمده است. در قدیم از این خطوط انتقال به عنوان سیم رابط آنتن تلویزیون سیاه و سفید استفاده می‌شد. خط انتقال دو سیمه را خط انتقال متعادل نیز می‌نامند.



الف) خط انتقال دو سیمه با عایق هوا



ب) خط انتقال دو سیمه با عایق پلی‌تین

شکل ۲-۲ خط انتقال دو سیمه

خط انتقال هم محور (coaxial):

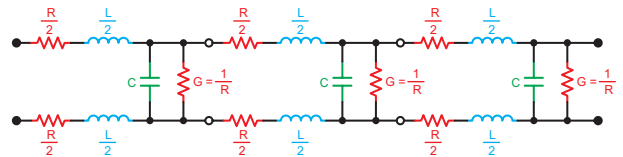
خط انتقال هم محور (coaxial): خط انتقال هم محور را کابل کواکسیال یا خط انتقال نامتعادل (unbalanced line) نیز می‌نامند. از این نوع کابل به عنوان سیم آنتن، در تلویزیون‌های سیاه و سفید و رنگی استفاده می‌شود. اجزای تشکیل دهنده کابل‌های هم محور به شرح زیر است: (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳ خط انتقال هم محور

۲-۳-۲ مدار معادل خط انتقال

مدار معادل خط انتقال بر مبنای واحد طول سنجدیده می‌شود. برخلاف یک سیم معمولی، مدار معادل این خطوط، از مجموعه L و R به طور سری و مجموعه C و G به طور موازی تشکیل می‌شود (شکل ۲-۵). در این مدار شبکه RL سری مدار معادل یک خط انتقال و مدار موازی G و C اثر خازنی و هدایت الکتریکی عایق بین دو خط است.



شکل ۲-۵ مدار معادل خط انتقال

۲-۳-۲ امپدانس مشخصه خط انتقال: هر خط انتقال

در فرکانس کار، از خود مقاومتی را نشان می‌دهد که امپدانس مشخصه خط انتقال نام دارد. امپدانس مشخصه خط انتقال در تمام نقاط طول خط تقریباً ثابت است و مقدار تقریبی آن برای خط انتقال ایده‌آل از رابطه ۲-۱ به دست می‌آید.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad 2-1$$

امپدانس مشخصه خط انتقال بر حسب اهم $Z_0 =$

اندوکتانس سری در واحد طول خط بر حسب هنری $L =$

ظرفیت خازنی بین دو سیم در واحد طول بر حسب فاراد $C =$

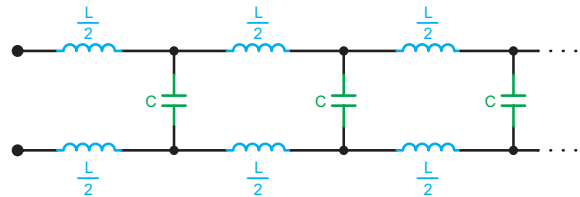
مثال ۲-۱

امپدانس مشخصه خط انتقال ایده‌آل را در حالتی که $L = 0.2 \mu\text{H}$ و $C = 40 \text{ pf}$ (در واحد طول) است محاسبه کنید.

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{0.2 \times 10^{-6} (\text{H})}{40 \times 10^{-12} (\text{F})}} = 70.7 \Omega$$

۲-۳-۱ مدار معادل خط انتقال ایده‌آل: در فرکانس‌های

بالا، اگر $X_C \ll \frac{1}{G}$ و $X_L \gg R$ باشد. مدار معادل خط انتقال بدون اتلاف به دست می‌آید. این مدار را مدار معادل خط انتقال ایده‌آل می‌نامند. در شکل ۲-۶ مدار معادل خط انتقال ایده‌آل رسم شده است.



شکل ۲-۶ مدار معادل خط انتقال ایده‌آل (بدون اتلاف)

۲-۴ الگوی پرش

۱- در چه صورت می‌توان خط انتقال را ایده‌آل در نظر گرفت؟

۲- مدار معادل خط انتقال ایده‌آل را رسم کنید.

۳- منظور از امپدانس مشخصه خط انتقال چیست؟ در چه طولی از خط انتقال ظاهر می‌شود؟

۴- نحوه قرار گرفتن R، L و C را در خط انتقال شرح دهید.

کامل کردنی

۵- هر خط انتقال در از خود مقاومتی نشان می‌دهد که خط انتقال نام دارد.

صحیح یا غلط

۶- مدار معادل خط انتقال ایده‌آل (بدون اتلاف) را می‌توان مداری ترکیبی از L و C سری موازی در نظر گرفت.

غلط صحیح

چهار گزینه‌ای

۷- رابطه امپدانس مشخصه خط انتقال (Z_0)

فعالیت فوق برنامه (کار گروهی)

در این مرحله هر یک از هنرجویان به منابع مختلف مراجعه کنند و در مورد انواع خطوط انتقال تصویر تهیه نمایند. به بهترین تصویر انتخابی امتیاز داده خواهد شد.

۱- رابطه امپدانس مشخصه با استفاده از تئوری فیلترها محاسبه می‌شود. اثبات این رابطه، از حوزه بحث ما در این کتاب خارج است.

کدام است؟

یک از دسته‌بندی‌ها دارای ویژگی‌های مربوط به خودشان هستند و هر یک از حروف مفهوم خاصی دارد.

$$\begin{array}{l} \sqrt{\frac{L}{C}} - 2 \\ \sqrt{\frac{C}{L}} - 4 \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{L}{C} - 1 \\ \frac{C}{L} - 3 \end{array}$$



شکل ۲-۷- تصویری از کابل‌های کواکسیال

۲-۵- امیدانس مشخصه کابل‌های آنتن تلویزیون

در عمل از خطوط انتقال دو سیمه و کابل کواکسیال به عنوان سیم‌های آنتن تلویزیون استفاده می‌شود. محاسبه نشان می‌دهد امیدانس مشخصه خط انتقال دو سیمه حدود ۳۰۰ اهم و امیدانس مشخصه کابل کواکسیال حدود ۷۵ اهم است.

در جدول ۲-۱، برخی از مشخصات ساختاری و الکتریکی مربوط به کابل کواکسیال 1CU2y و ALF4.4/11 را مشاهده می‌کنید. امیدانس این کابل ۵۰ اهم، قطر سیم مغزی آن ۴/۴ میلی‌متر و قطر عایق داخلی آن ۱۱/۱mm و قطر شیلد آن ۱۱/۴ میلی‌متر و قطر عایق خارجی آن ۱۵ میلی‌متر است.

در شکل ۲-۷، چهار نمونه کابل کواکسیال را که دارای مغزی، عایق و شیلدهایی با قطرهای متفاوت‌اند، مشاهده می‌کنید. مشخصه‌های کابل‌های کواکسیال با توجه به ابعاد آن، فرق می‌کند. در شکل (۲-۷) کارخانه سازنده کابل‌ها را در چهار دسته به RLCF, RAY, AHF و ALF تقسیم‌بندی کرده است. هر

جدول ۲-۱

Construction	ساختاری	شماره کابل
		ALF 4.4/11.1 Cu 2Y* 50Ω
Inner conductor: Outer diameter	هادی داخلی: قطر خارجی	(mm) Copper wire 4.4
Insulation: Polyethylene foam	عایق: فوم پلی‌اتیلن	(mm) 11.1
Outer conductor: Copper foil	هادی خارجی: لایه مسی	(mm) 11.4
Jacket: Polyethylene, black	پوشش خارجی: پلی‌اتیلن مشکی	(mm) 15.0
Electrical properties خواص الکتریکی		
Characteristic impedance	امیدانس مشخصه بر حسب اهم	(Ω) 50 - 2
Relative propagation velocity	سرعت انتشار بر حسب درصد در مقایسه با نور	(%) 88
Capacity	ظرفیت خازنی بر حسب پیکوفاراد بر متر	(pF / m) 76
DC - resistance inner conductor	مقاومت DC هادی داخلی بر حسب اهم بر کیلومتر	(Ω / Km) 1.2
DC - resistance outer conductor	مقاومت DC هادی داخلی بر حسب اهم بر کیلومتر	(Ω / Km) 3.4

* این کابل‌ها با پوشش خارجی حفاظت شده در مقابل شعله نیز ساخته می‌شوند.

نکته مهم

هنرجویان باید بتوانند با استفاده از جداول ۲-۱ و ۲-۲ ارائه شده برای کابل‌های کواکسیال به زبان انگلیسی، مشخصات ساختاری و الکتریکی آن را استخراج نمایند. هم‌چنین در صورت ارائه سؤال در آزمون نهایی یا کنکور، باید جدول مربوطه به زبان انگلیسی داده شود.

انجام تکالیف و مسئولیت‌های محوله در فرآیند آموزش موجب دست‌یابی شما به اهداف تعیین شده می‌شود.

تمرین برای دانش‌آموزان علاقه‌مند

با استفاده از جدول شماره ۲-۲ مشخصات ساختاری و الکتریکی کابل‌های ALF6.8/17.3cu2y و RLF 9/23 CU2y را به دست آورید.

جدول ۲-۲

Construction	Unit	ALF 6.8/17.3 Cu 2Y* 50Ω	RLF 9/23 Cu 2Y* 50Ω
Inner conductor: Outer diameter	(mm)	Copper tube 6.8	Copper tube 9.1
Insulation: Polyethylene foam	(mm)	17.3	23.2
Outer conductor: Copper foil	(mm)	17.6	23.5
Jacket: Polyethylene, black	(mm)	22.0	28.7
Electrical properties			
Characteristic impedance	(Ω)	50 – 2	50 – 2
Realative propagation velocity	(%)	88	88
Capacity	(pF / m)	76	76
DC - resistance inner conductor	(Ω / Km)	1.3	0.77
DC - resistance outer conductor	(Ω / Km)	2.3	1.8

چشمگیری در دنیای فتونیک (Photonic – کار با نور) شده است. امروزه فیبر نوری به‌عنوان یک محیط انتقال برای ارسال داده‌ها و پیام‌های اطلاعاتی در صنعت مخابرات، تحول زیادی را به وجود آورده است.

یک نگاه گذرا به فناوری فیبر نوری در دو دهه اخیر نشان می‌دهد که به کارگیری و تحقیقات مرتبط با آن در سطوح مختلف صنایع نوین به ویژه در مخابرات، بی‌سابقه بوده است به طوری که نرخ اطلاع‌رسانی را از چند صد ارتباط در شبکه‌های مرسوم، به مرز میلیونی در شبکه‌های نوری رسانده است.

یادآور می‌شود که سایر مشخصات از قبیل خواص مکانیکی، افت در طول خط متناسب با فرکانس، افت در تشعشع کابل‌ها بر روی یکدیگر، اطلاعات مربوط به حمل و نقل و بسته‌بندی، وزن و ... معمولاً در جداول جداگانه ارائه می‌شود که از بحث کتاب خارج است. نمونه‌ای از این جدول در ضمیمه انتهای کتاب آمده است.

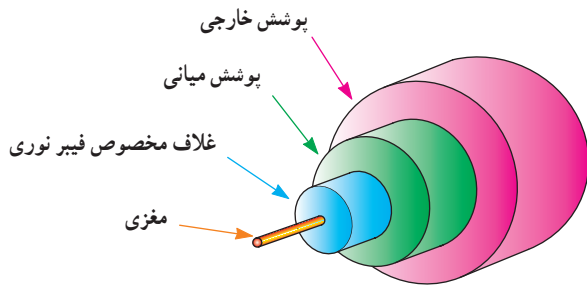
۲-۶- فیبر نوری (Optical fiber)

کلیات: اختراع لیزر^۱ (Laser) در سال ۱۹۶۰ و ساخت فیبرهای نوری با تلفات کم در سال ۱۹۷۰ باعث رشد و توسعه

۱- لیزر مخفف Light amplification by stimulated emission of radiation می‌باشد و به معنای تقویت نور توسط تشعشع تحریک شده است. اولین لیزر جهان توسط

تئودور مایمن اختراع گردید و از بافوت در آن استفاده شده بود.

به صورت پوشش میانی و خارجی روی فیبر قرار می‌دهند.
در شکل ۲-۹-ب و ج، چند نمونه فیبر نوری را مشاهده می‌کنید.



الف) ساختمان یک فیبر نوری



ب) فیبر نوری پوشش میانی پوشش خارجی



ج) چند نمونه فیبر نوری

شکل ۲-۹- ساختمان انواع فیبر نوری

۱-۶-۲- اساس یک سیستم ارتباطی فیبر نوری: به طور

کلی یک سیستم فیبرنوری دارای یک فرستنده، محیط انتقال (فیبرنوری) و یک گیرنده است (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸- اساس یک سیستم فیبر نوری

فرستنده، یک چشمه نوری مانند LED یا دیود لیزری است. گیرنده یک نوع فتو ترانزیستور است.

۲-۶-۲- مزایای استفاده از فیبر نوری: فیبر نوری نسبت

به سایر خطوط انتقال دارای مزایایی به شرح زیر است:

- ۱- تلفات انرژی بسیار کم
- ۲- پهنای باند وسیع اطلاعات (ارسال اطلاعات در حجم زیاد)
- ۳- قابلیت انعطاف در مقابل خمش و بیخس با توجه به نوع مواد به کار رفته در فیبر نوری
- ۴- داشتن سطح مقطع کوچک و سبک
- ۵- دریافت نشدن آثار القایی (با توجه به خاصیت نارسائایی فیبر)
- ۶- مصونیت در برابر استراق سمع (به دلیل تنابیدن نور از داخل به بیرون)

۷- ارزانی، فراوانی مواد اولیه و طول عمر زیاد مواد اولیه

۳-۶-۲- ساختمان فیبر نوری: امروزه تقریباً کلیه فیبرهای

مورد استفاده در مخابرات از جنس شیشه یا پلاستیک اند.

در شکل ۲-۹-الف، ساختمان یک فیبر نوری نشان داده شده است. فیبر نوری از یک قسمت اصلی به نام مغزی و غلاف (عایق) و یک قسمت پوشش به نام پوشش میانی و خارجی تشکیل شده است.

قطر مغزی می‌تواند از ۵ میکرومتر تا ۱۰۰ میکرومتر تغییر کند و قطر غلاف در حدود ۱۲۵ میکرومتر است برای استحکام بیشتر و محافظت از فیبر، اغلب دو لایه پلاستیکی نرم و سخت

تحقیق برای هنرجویان علاقه‌مند

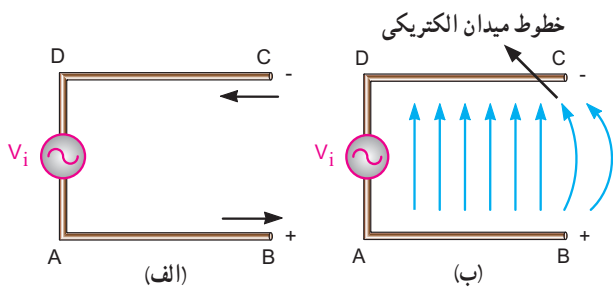
هنرجویان علاقه‌مند می‌توانند با مراجعه به منابع مختلف اطلاعاتی مرتبط با موضوع، تصاویر جدید و مطالب اضافی مربوط به فیبر نوری را تهیه و به کلاس ارائه کنند.

شدید. در این قسمت با استفاده از آموخته‌های پیشین به بررسی کار آنتن می‌پردازیم.

۱-۸-۲- تعریف آنتن: آنتن وسیله‌ای است که برای دریافت یا انتشار امواج الکترومغناطیسی به کار می‌رود. خواص آنتن در حالت فرستنده و گیرنده شبیه به هم است و از قضیه هم‌پاسخی تبعیت می‌کند.

۲-۸-۲- قضیه هم‌پاسخی: هم‌پاسخی (Reciprocity) به معنی پاسخ همگن یک مدار از نظر ورودی و خروجی است؛ یعنی اگر به ورودی یک مدار ولتاژ V داده شود و از خروجی آن جریان I دریافت شود، در صورت اعمال ولتاژ V به خروجی آن، باید جریان I از ورودی عبور کند، چنین مداری از قضیه هم‌پاسخی تبعیت می‌کند. مثال ساده از مدارهای هم‌پاسخی، ترانسفورماتور متقارن ایده‌آل یک به یک است.

۳-۸-۲- میدان الکتریکی آنتن: فرستنده رادیویی را به صورت منبع سینوسی V_i و آنتن را به صورت دو میله هادی یا دو سیم موازی، که به دو سر منبع V_i اتصال دارند، در نظر می‌گیریم. شکل ۱۱-۲ الف، هنگامی که سیگنال ورودی نیم سیکل منفی را طی می‌کند، میله بالایی دارای بار منفی و میله پایینی دارای بار مثبت می‌شود (شکل ۱۱-۲ ب). در این حالت می‌توان دو میله را مشابه دو جوشن یک خازن در نظر گرفت که از طریق دی الکتریک هوا، از یکدیگر جدا شده‌اند. خطوط میدان الکترواستاتیک بین دو جوشن خازن از جوشن مثبت به سمت جوشن منفی رسم شده است. جهت جریان سیگنال در جهت خطوط میدان الکتریکی است که در شکل به صورت \overline{ABCD} مشخص شده است.



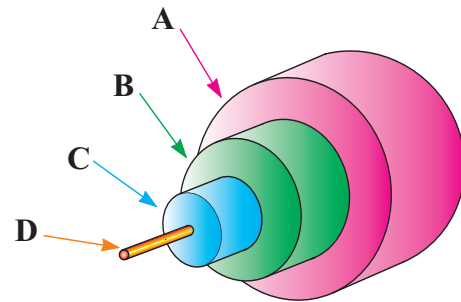
شکل ۱۱-۲- خطوط میدان الکتریکی آنتن

۲-۷- الگوی پرسش

- ۱- اساس یک سیستم ارتباطی فیبر نوری را شرح دهید.
- ۲- ساختمان یک فیبر نوری را شرح دهید.
- ۳- مزایای استفاده از فیبر نوری را نام ببرید.
- کامل کردنی
- ۴- Optical Fiber به مفهوم است.
- چهار گزینه‌ای
- ۵- در شکل ۱۰-۲ غلاف مخصوص فیبر نوری کدام

است؟

A-۱ B-۲ C-۳ D-۴



شکل ۱۰-۲

برای اتصال فیبرهای نوری به یکدیگر از چه ابزارهایی استفاده می‌کنند؟

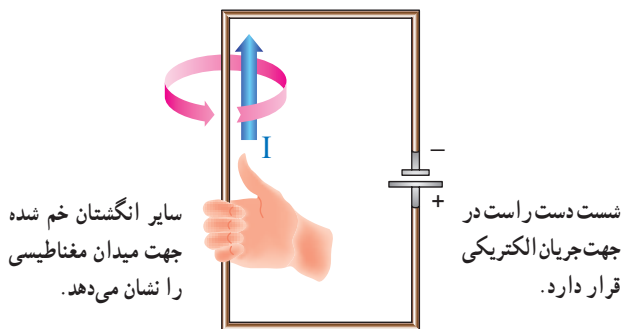
آیا می‌دانید؟

۲-۸- بررسی میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در آنتن و چگونگی تشعشع امواج از آنتن

در درس مبانی برق با میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی آشنا

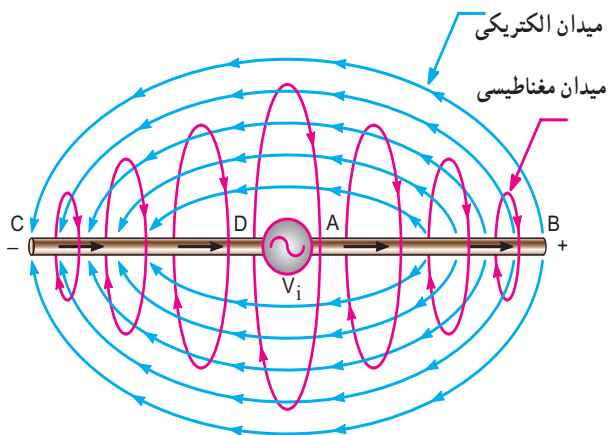
فلش‌های رسم شده روی خطوط، جهت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند. جهت خطوط میدان مغناطیسی را می‌توان به کمک انگشتان دست راست نشان داد.

۵-۸-۲- قانون دست راست: اگر انگشت شست دست راست طوری قرار گیرد که جهت جریان را نشان دهد، سایر انگشتان خم شده جهت خطوط میدان مغناطیسی را نشان می‌دهند (شکل ۱۴-۲).



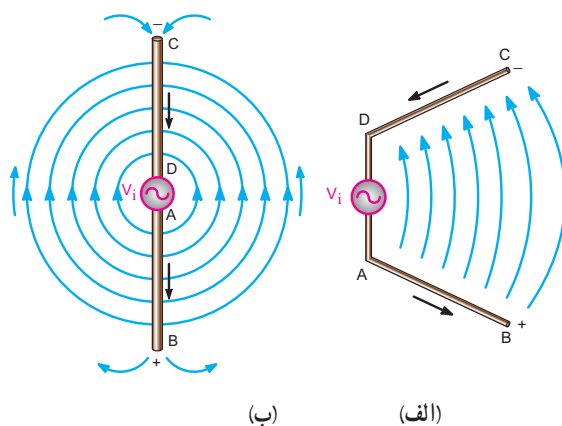
شکل ۱۴-۲- جهت خطوط میدان مغناطیسی در آنتن

۶-۸-۲- میدان الکترومغناطیسی در آنتن: به میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در آنتن توجه کنید. جهت این دو میدان همواره بر یکدیگر عمود است. ترکیب میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی را میدان الکترومغناطیسی آنتن می‌گویند. در شکل ۱۵-۲ میدان الکترومغناطیسی آنتن نشان داده شده است.



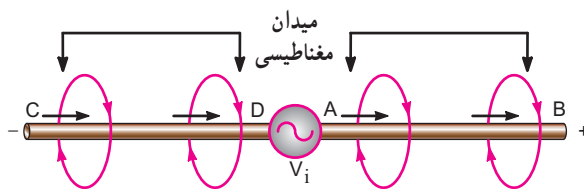
شکل ۱۵-۲- میدان الکترومغناطیسی در آنتن

اگر فاصله دو انتهای باز میله‌های آنتن را به تدریج زیاد کنیم، خطوط میدان الکتریکی به سمت خارج آنتن خم می‌شوند و پس از طی مسیر منحنی، وارد میله منفی می‌شوند (شکل ۱۲-۲-الف). اگر میله‌های آنتن را در یک امتداد قرار دهیم، خطوط میدان الکتریکی به صورت دایره متحدالمرکز، میله مثبت را ترک می‌کنند و وارد میله منفی می‌شوند. جهت خطوط میدان الکتریکی را برای حالتی که میله‌ها باز است در شکل ۱۲-۲-ب، نشان داده‌ایم. اگر دو قطب سیگنال V_i وارونه شود، میله AB منفی و میله CD مثبت خواهد شد. در این حالت خطوط میدان الکتریکی نیز معکوس می‌شود و جهت^۱ جریان سیگنال در مسیر DCBA برقرار خواهد شد.



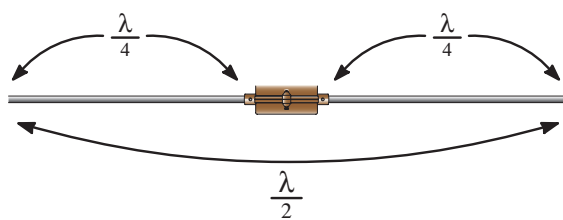
شکل ۱۲-۲- خطوط میدان الکتریکی آنتن

۴-۸-۲- میدان مغناطیسی در آنتن: هنگامی که جریان از میله‌های آنتن عبور می‌کند، در اطراف میله‌ها میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. در شکل ۱۳-۲ نمونه‌هایی از خطوط میدان مغناطیسی نشان داده شده است.

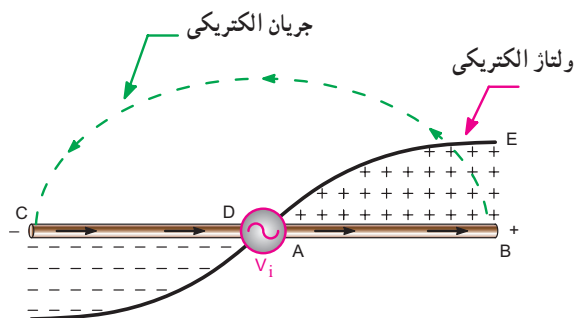


شکل ۱۳-۲- میدان مغناطیسی در آنتن

۱- جهت قراردادی جریان مورد نظر است یعنی جریان از قطب مثبت به طرف قطب منفی در مدار خارجی جاری می‌شود.



الف - آنتن دی پل



ب - توزیع ولتاژ، جریان و بارهای الکتریکی روی آنتن

شکل ۱۶-۲ - منحنی‌های توزیع ولتاژ، جریان و بارهای الکتریکی در آنتن نیم موج و طول آن

کامل کردنی

۷ - جهت میدان‌های و در آنتن برهم هستند.

صحیح یا غلط

۸ - طول هر یک از میله‌های آنتن دپیل یا دو قطبی برابر با $\frac{\lambda}{4}$ است.

صحیح غلط

چهار گزینه‌ای

۹ - طول آنتن دپیل یا دو قطبی کدام است؟

- ۱ - $\frac{\lambda}{2}$ ۲ - $\frac{\lambda}{4}$ ۳ - λ ۴ - 2λ

تحقیق برای هنرجویان علاقه‌مند

با مراجعه به منابع مختلف مرتبط، بررسی کنید که آیا آنتن‌های رادیویی موج MW و SW از نوع آنتن دپیل نیم موج است یا خیر؟ نتایج تحقیقات خود را به کلاس ارائه نمایید.

۷-۸-۲- آنتن دپیل یا دو قطبی (Dipole Antenna):

اگر λ طول موج فرکانس ایستگاه رادیویی باشد و طول هر یک از میله‌های آنتن را مساوی $\frac{\lambda}{4}$ در نظر بگیریم، طول آنتن مساوی $\frac{\lambda}{2}$ می‌شود.

این نوع آنتن را آنتن دپیل یا دو قطبی نیم موج می‌گویند. در شکل ۱۶-۲ الف، آنتن نشان داده شده، از نوع دپیل است.

$$I_{AB} = I_{CD} = \frac{\lambda}{4}$$

۸-۸-۲- نحوه توزیع ولتاژ، جریان و بارهای الکتریکی

در آنتن دپیل نیم موج: آنتن دپیل نیم موج را می‌توان به خطوط انتقال با طول $\frac{\lambda}{4}$ تشبیه کرد که از یک انتها باز شده‌اند و در انتهای دیگر به منبع سیگنال اتصال دارند. در این حالت در دو انتهای میله‌های آنتن گره جریان و شکم ولتاژ تشکیل می‌شود.

در شکل ۱۶-۲ ب، منحنی‌های ولتاژ، جریان و توزیع بارهای الکتریکی در آنتن دپیل نیم موج ترسیم شده است.

توجه داشته باشید که منحنی‌های جریان و ولتاژ با یکدیگر ۹۰ درجه اختلاف فاز دارند.

جهت جریان در میله‌های آنتن، در جهت ABCD در نظر گرفته شده است.

۹-۲- الگوی پرسش

۱- اصل هم‌پاسخی را بیان کنید.

۲- آنتن را تعریف کنید.

۳- چگونگی تولید میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی در آنتن حامل جریان را با رسم شکل شرح دهید.

۴- جهت خطوط میدان مغناطیسی در اطراف سیم راست حامل جریان را به کمک انگشتان دست راست نشان دهید.

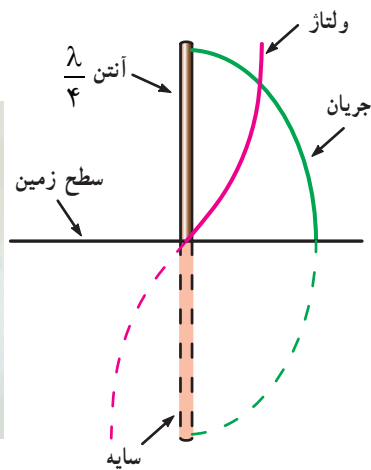
۵- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی آنتن با هم چه زاویه‌ای می‌سازند؟

۶- منحنی‌های توزیع ولتاژ، جریان و بارهای الکتریکی در آنتن دپیل نیم موج را با رسم شکل نشان دهید.

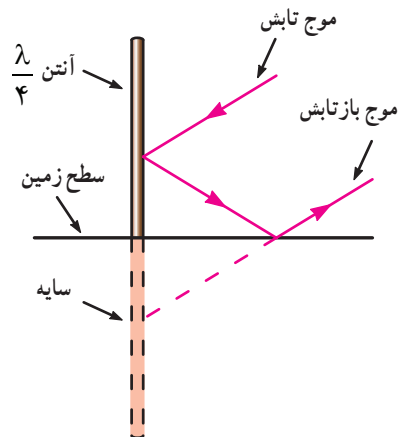
و تصویرش عیناً مشابه آنتن نیم‌موج است. فلزی اتومبیل به عنوان زمین عمل می‌کند و اثر تصویر آنتن آنتن رادیوی اتومبیل یک نوع آنتن مارکنی است. بدنه ظاهر می‌شود.



(ج) تصویری از آنتن اتومبیل



(ب) منحنی‌های توزیع ولتاژ و جریان در آنتن $\frac{\lambda}{4}$



(الف) تشکیل سایه در آنتن $\frac{\lambda}{4}$

شکل ۱۷-۲- آنتن $\frac{\lambda}{4}$

آشنایی با مخترعین و دانشمندان



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

برای کسب اطلاعات بیشتر به منابع و سایت‌های مربوطه مراجعه کنید.

۲-۱۲-۲- آنتن دیپل نیم موج خمیده

(Folded Dipole): آنتن دیپل خمیده یا تا شده از

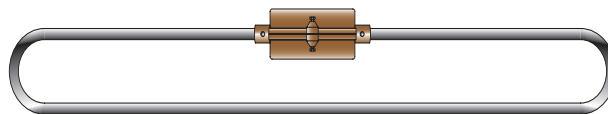
یک میله به طول λ تشکیل شده است که پس از خم شدن آنتن طول $\frac{\lambda}{4}$ را تشکیل می‌دهد (شکل ۱۸-۲). در وسط آنتن بریدگی کوچکی، که در مقایسه با طول آنتن ناچیز است، وجود

بسیاری از ایرانیان به عنوان اعضای مؤثر علمی در سطح جهان فعالیت می‌کنند و تعداد زیادی از آنان در رشته 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.

آیا می‌دانید؟

۱- طول میله کمی بزرگتر از λ در نظر گرفته می‌شود، تا پس از خم شدن دقیقاً طول $\frac{\lambda}{4}$ به دست آید.

دارد. امپدانس آنتن دیپل خمیده در حدود 300Ω اهم است. از این آنتن برای تطبیق خط انتقال دو سیمه 300Ω اهمی در تلویزیون سیاه و سفید استفاده می‌شود.



شکل ۱۸-۲- تصویر واقعی آنتن دیپل نیم موج خمیده

۴-۱۲-۲- آنتن یاگی (Yagi Antenna): این آنتن

اولین بار توسط اشخاصی به نام‌های یاگی و اودا (Yagi - Uda) ساخته شد و به بازار عرضه گردید. در شکل ۲-۲۰ یک نمونه آنتن یاگی را مشاهده می‌کنید. میله 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 دایرکتور (Director) می‌نامند.

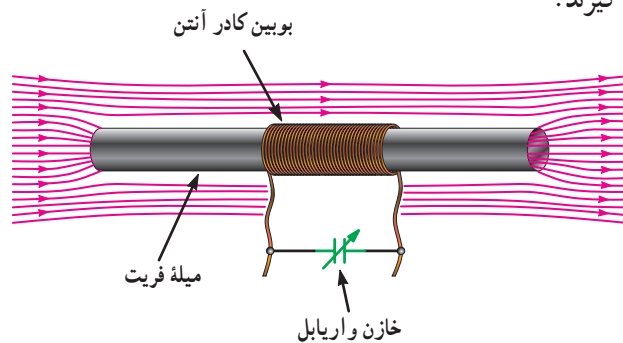


شکل ۲-۲۰- تصویری از یک آنتن یاگی

قراردادن این اجزا باعث می‌شود که آنتن جهت‌دار شود. به عبارت دیگر به یک سو یا جهت هدایت شوند و منطقه خاصی را پوشش دهند. از آنتن یاگی برای دریافت امواج VHF و UHF تلویزیونی استفاده می‌شود. در آنتن یاگی فاصله بین میله‌ها و طول هر یک از میله‌ها باید مشخص باشد. در جدول ۲-۳ رابطه بین فواصل میله‌ها و طول موج و هم‌چنین رابطه بین طول موج و طول دیپل تا شده و طول رفلکتورها و دایرکتورها آمده است.

۳-۱۲-۲- آنتن با میله فریت: آنتن با میله فریت در

تمام گیرنده‌های رادیویی MW و SW به کار می‌رود. فریت (Ferrite) ماده‌ای با قابلیت نفوذ مغناطیسی زیاد است. آنتن با میله فریت آنتن کوچکی است که در داخل گیرنده‌های رادیویی جای می‌گیرد. این میله به عنوان یک هسته در بوبین کادر آنتن قرار می‌گیرد. استفاده از بوبین با هسته فریت دریافت امواج الکترو مغناطیسی را آسان می‌کند (شکل ۱۹-۲). دریافت امواج الکترو مغناطیسی زمانی حداکثر است که میله فریت و میدان مغناطیسی در یک جهت قرار گیرند.



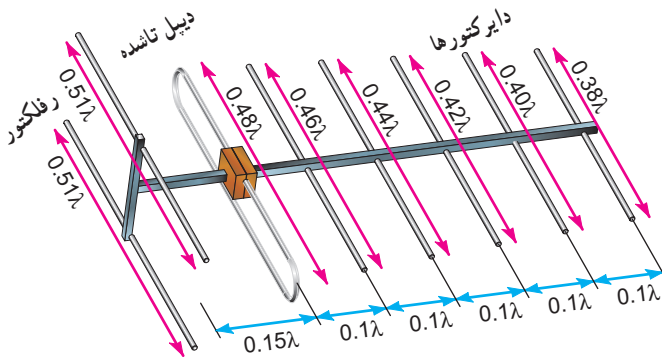
شکل ۱۹-۲- آنتن با میله فریت

۱- مجموعه بوبین و میله فریت را در گیرنده‌های رادیویی «کادر آنتن» می‌نامند.

جدول ۲-۳

ردیف	مشخصه آنتن	محاسبه بر حسب λ
۱	طول رفلکتور	0.51λ
۲	فاصله بین رفلکتور تا دیپل تا شده	0.15λ
۳	طول دیپل تا شده	0.48λ
۴	طول اولین دایرکتور	0.46λ
۵	طول دومین دایرکتور	0.44λ
۶	طول سایر دایرکتورها در هر مرحله 0.2λ کم می شود.	0.42λ
۷	فاصله اولین دایرکتور تا دیپل تا شده	0.40λ
۸	فاصله دایرکتورها از یکدیگر	0.1λ
۹	فاصله رفلکتورها از یکدیگر	0.15λ تا 0.1λ

در آنتن یاگی مجموعه رفلکتورها و دایرکتورها مانند عدسی عمل می کنند و امواج را به دیپل می رسانند. قدرت جذب یا انتشار امواج به تعداد دایرکتورها بستگی دارد.



شکل ۲-۲۱- آنتن یاگی با توجه به اندازه و ابعاد قطعات آن

فعالیت برای هنرجویان علاقه مند

با مراجعه به منابع مختلف تعداد کارخانه های داخلی را که آنتن تولید می کنند، شناسایی کنید و مشخصات محصولات آنان به خصوص انواع آنتن یاگی را بیابید.

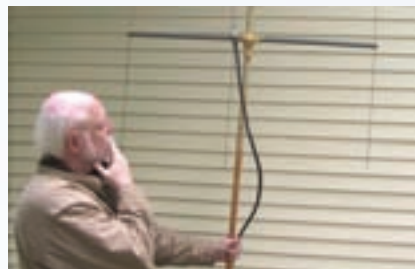
در شکل ۲-۲۱ یک آنتن یاگی با اندازه میله های تشکیل دهنده آن و فواصل بین میله ها را مشاهده می کنید.

شرح حال دانشمندان



آقای یاگی هاید تسوگو Yagi Hidetsugu آنتن VHF و UHF را برای دریافت امواج الکترومغناطیسی که مسیر مستقیم را طی می کنند، 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 رشته مهندسی برق از دانشگاه امپریال توکیو دانش آموخته شد. وی برای ادامه 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 درجه دکتری از دانشگاه امپریال توهوکو (Tohoco) در سال ۱۹۱۹ با درجه

پروفسوری در همان دانشگاه به تدریس پرداخت. وی پیش بینی کرد که ارتباطات VHF و UHF یکی از پدیده هایی است که در آینده 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) می شناسند. آقای یاگی در سال ۱۹۷۶ چشم از جهان فرو بست.



۵-۱۲-۲- آنتن‌های بشقابی (Dish Antennas):

آنتن‌های گیرنده‌ها و فرستنده‌هایی که در طیف میکروویو و مایکروویو کار می‌کنند (محدوده 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 به دلایل 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 کارایی 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.

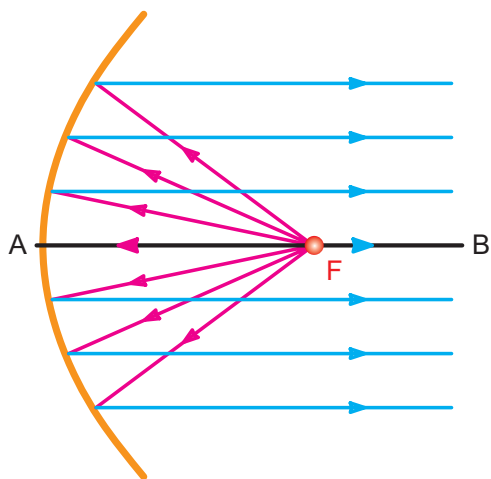
ج) هر قدر فرکانس افزایش می‌یابد، ابعاد وسایل الکترونیکی مرتبط با آن کوچک‌تر می‌شود، لذا عملاً توان الکتریکی دستگاه به طور نسبی کاهش می‌یابد.

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 بهره‌زیاد ضروری است.

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

آنتن با منعکس‌کننده سهموی (Parabolic)

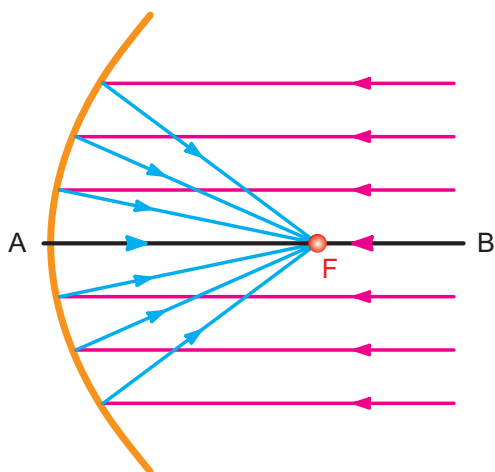
هرگاه به یک آنتن سهموی شکل از فاصله بسیار دور (بی‌نهایت) نور یا امواج رادیویی تابانده شود، این امواج پس از برخورد با سطح داخلی سهمی در نقطه‌ای متمرکز می‌شوند که آن نقطه را کانون سهمی گویند و آن را با F نشان می‌دهند (شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۲- متمرکز شدن امواج در کانون سهمی

از سوی دیگر هرگاه منبعی تشعشعی در کانون سهمی قرار گیرد تمام امواجی که از منبع خارج می‌شوند در راستای خط AB و به موازات آن منعکس می‌گردند (شکل ۲-۲۳).

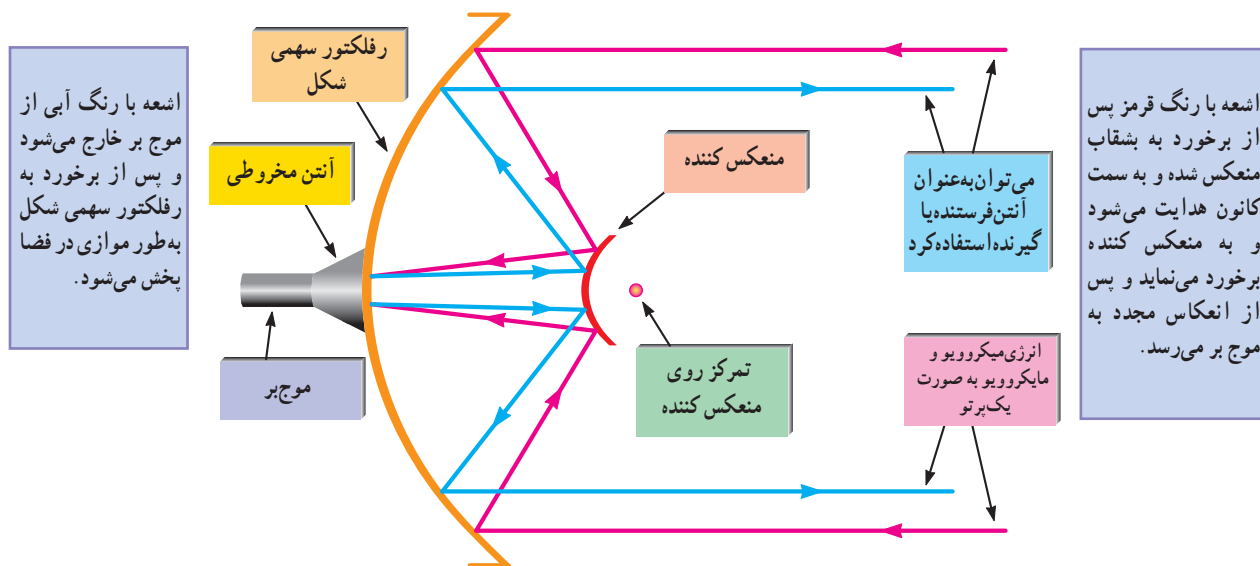
در این حالت تمام امواج منعکس شده با هم، هم‌فاز بوده و یک پرتو (اشعه) بسیار شدید را در امتداد محور AB به وجود می‌آورند. سایر امواج که از جهات دیگر وارد سهمی می‌شوند به علت تفاوت در مسیر آنها، اثر یکدیگر را خنثی می‌کنند. لذا آنتن‌های سهمی شکل دارای بهره‌ی بسیار زیادند.



شکل ۲-۲۳- امواج تابانده شده از کانون به موازات هم خارج می‌شوند.

یا کانال کولر است که به صورت توخالی ساخته می‌شود. این نوع خط انتقال وظیفه هدایت سیگنال‌هایی با فرکانس بالا را برعهده دارد.

ساختمان آنتن سهموی (بشقابی): در شکل ۲-۲۴ ساختمان یک آنتن بشقابی رسم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود؛ برای انتقال انرژی به آنتن سهمی شکل از موج بر استفاده شده است. موج بر خط انتقالی شبیه لوله آب

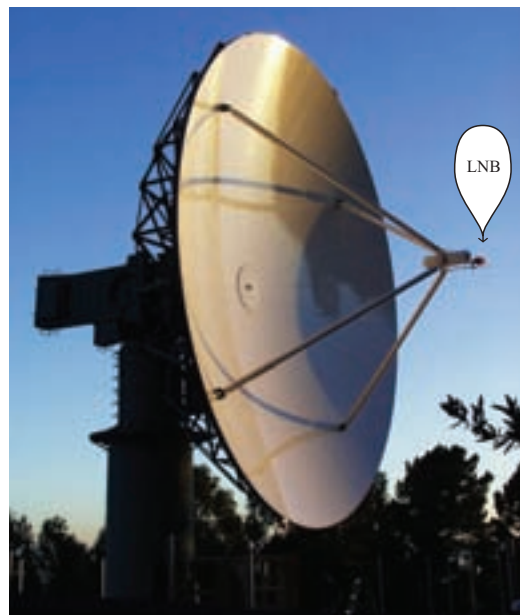


شکل ۲-۲۴- ساختمان آنتن بشقابی

در شکل ۲-۲۵ و ۲-۲۶ دو نمونه آنتن بشقابی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۲۶- نمونه دیگری از آنتن بشقابی



شکل ۲-۲۵- نمونه‌ای از آنتن بشقابی

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 تقویت کنندگی 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.

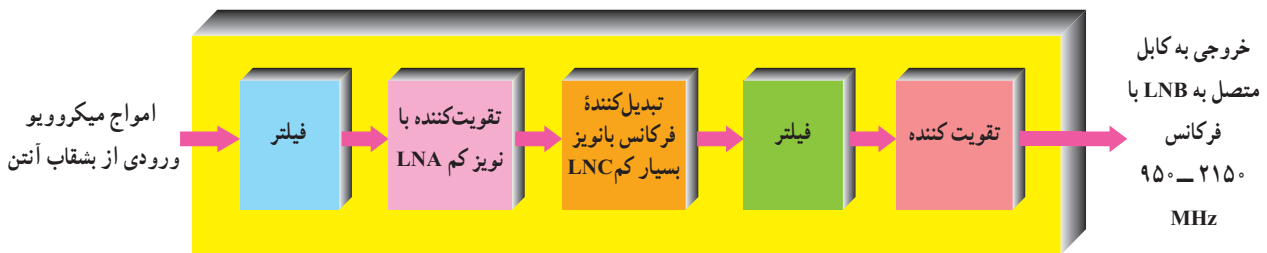
در شکل ۲۷-۲ بلوک دیاگرام LNB به اختصار رسم شده است.

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

شکل ۲۵-۲ 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 محدوده متر، سانتی متر و میلی متر قرار دارد را امواج مایکروویو و میکروویو می‌نامند. پس از دریافت این امواج و تمرکز آنها در کانون سهمی لازم است امواج به محدوده فرکانسی پایین‌تری تبدیل شود تا بتوان آنها را برای موارد خاص مانند تلویزیون مورد استفاده قرار داد.



شکل ۲۷-۲ بلوک دیاگرام ساده LNB

در شکل ۲۸-۲ چند نمونه LNB و در شکل ۲۹-۲ نمونه‌ی مانند شکل ۲۵-۲ روی کانون سهمی نصب می‌شود. دیگری از LNB و مدار داخل آن را ملاحظه می‌کنید. این LNB



شکل ۲۹-۲ مدار داخل آن



شکل ۲۸-۲ چند نمونه LNB

۱۳-۲- الگوی پرسش

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

۲- کاربرد آنتن دیپل خمیده را بنویسید.

۳- آنتن با میله فریت را شرح دهید.

۴- آنتن‌های بشقابی در چه فرکانس‌هایی کار می‌کنند؟

۵- طول آنتن دیپل خمیده چه قدر است؟

۶- اجزای تشکیل دهنده آنتن یاگی را نام ببرید.

۷- یک نمونه آنتن یاگی را برای دریافت یکی از

فرکانس‌های VHF به دلخواه طراحی کنید.

۸- موج‌بر را تعریف کنید.

۹- ساختمان آنتن سهموی (بشقابی) را رسم کنید و اجزای

آن را نام ببرید.

۱۰- بلوک دیاگرام LNB را رسم کنید.

جورکردنی

۱۱- با خطوط رنگی ستون الف را به طول یا فاصله صحیح

آن در ستون (ب) اتصال دهید.

(الف)	(ب)
رفلکتور	$\lambda / 1$
دیپل تا شده	$\lambda / 51$
اولین دایرکتور	$\lambda / 48$
فاصله دایرکتورها از یکدیگر	$\lambda / 46$

صحیح یا غلط

۱۲- فریت ماده‌ای با قابلیت نفوذ الکتریکی بسیار زیاد

است.

صحیح غلط

چهار گزینه‌ای

۱۳- برای ارسال یا دریافت امواج با فرکانس ۱ تا ۱۰۰

گیگاهرتز از چه نوع آنتنی استفاده می‌کنند؟

۱- یاگی

۲- مارکنی

۳- دو قطبی

۴- بشقابی

۱۴-۲- 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.

۱-۴-۲- 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 ۳-۲). 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 به کار می‌روند. یادآور می‌شود که در سطوحی مانند آب دریا، به دلیل کم بودن مقاومت الکتریکی تلفات انرژی کمتر شده و امواج LF مسافت بیشتری را طی می‌کنند. لذا در مخابرات دریایی کاربرد دارد.



شکل ۳-۲- انتشار امواج زمینی

۲-۱۴-۲- امواج آسمانی (Sky wave): انتشار امواج

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

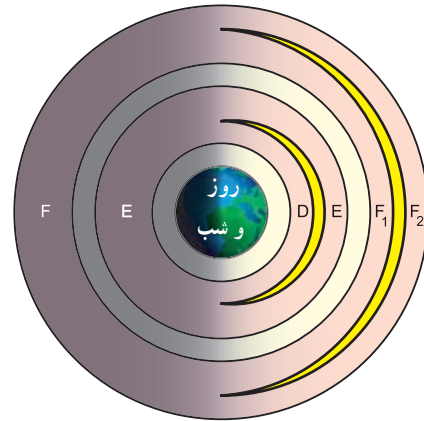
ناحیه یونیزه جو از ۱۵ کیلومتری سطح زمین شروع می‌شود

۱- ارتفاع و ضخامت لایه‌های جو، 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.

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

لایه F در طول روز خود به لایه‌های فرعی مانند F_1 و F_2 تقسیم‌بندی می‌شود. در شکل ۳۱-۲ چگونگی تقسیم‌بندی لایه‌های مختلف یونسفر در طول روز و شب نشان داده شده است. لایه D که موجب جذب امواج رادیویی در محدوده فرکانسی معینی می‌شود در طول شب وجود ندارد.



شکل ۳۱-۲ لایه‌های یونسفر

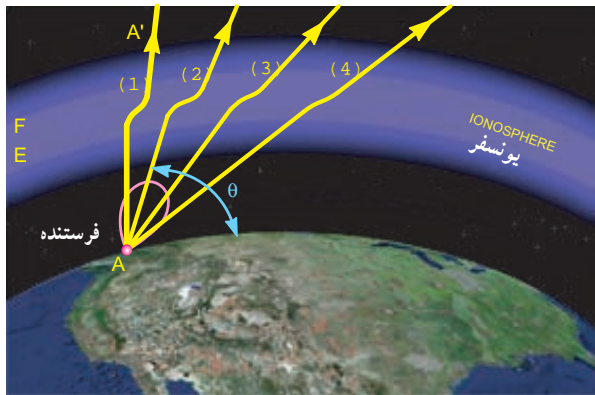
هنگام روز به دو لایه F_1 و F_2 تقسیم می‌شود به طوری که لایه F_1 در ارتفاع ۱۳۰ کیلومتر تا ۲۱۰ کیلومتر قرار دارد.

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

انعکاس امواج رادیویی HF در لایه 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 لایه F، دو حالت زیر را در نظر می‌گیریم.

الف) اگر فرکانس از حد معینی (حدود ۳۰ مگاهرتز) بیشتر باشد امواج منعکس نمی‌شود و طبق شکل ۳۲-۲ به طرف ادامه AA' مسیر خواهد داد.



شکل ۳۲-۲ عبور امواج رادیویی از لایه 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 زاویه معینی تابیده شود. در زمانی که لایه D وجود ندارد (طول شب)، امواجی که به لایه E می‌رسند از آن عبور می‌کنند و پس از برخورد با لایه F به طرف زمین منعکس می‌شوند. این امواج در نقطه دیگری از سطح زمین قابل دریافت است (شکل ۳۳-۲). به عبارت دیگر لایه F به عنوان یک آنتن عمل می‌کند. به عنوان مثال امواج منتشر شده از فرستنده A پس از رسیدن به نقطه M منعکس می‌شود و در نقطه B قابل دریافت است.

لایه D در ارتفاع تقریبی ۵۰ تا ۹۰ کیلومتری قرار دارد و فقط در هنگام روز به وجود می‌آید. اگرچه این لایه به عنوان منعکس کننده 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. لایه E در ارتفاع ۹۰ تا ۱۳۰ کیلومتری قرار دارد و چگالی (دانسیته Density) یون آن در طول روز بسیار بالاتر از هنگام شب است. به همین دلیل است که امواج رادیویی، به هنگام روز، در باند متوسط شدیداً در این لایه تضعیف می‌شوند.

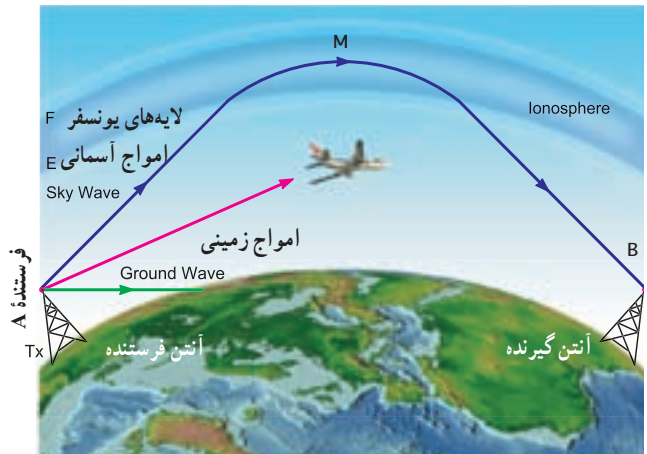
در طول شب امواج باند متوسط با کمترین تضعیف به طرف زمین منعکس می‌شوند.

لایه F که در ارتفاع ۱۳۰ کیلومتر به بالا قرار دارد. در

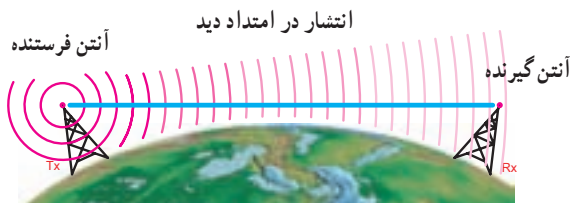
از این امواج در رادیوهای موج کوتاه (SW) استفاده می‌شود.

امواجی که فرکانس آنها بین ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ مگاهرتز قرار دارد (VHF و UHF) دارای مؤلفه فضایی قوی‌اند. از این رو 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 ۲-۳۴ چگونگی انتشار امواج فضایی آمده است. این امواج از انحنای زمین تبعیت نمی‌کند.



شکل ۲-۳۳- انعکاس امواج رادیویی

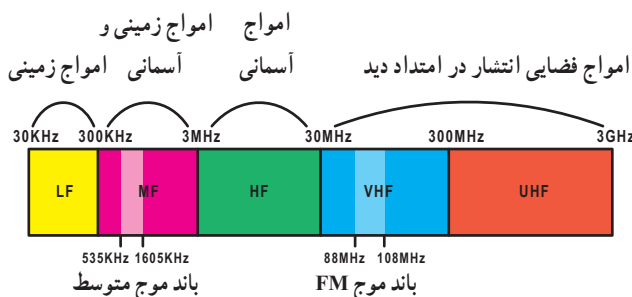


شکل ۲-۳۴- انتشار امواج فضایی

در شکل ۲-۳۵ محدوده فرکانسی امواج رادیویی و نوع انتشار آنها نشان داده شده است.

موج متوسط رادیو (MW) که در محدوده 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 محدوده فرکانس ۸۸ مگاهرتز تا ۱۰۸ مگاهرتز واقع است، به صورت امواج فضایی منتشر می‌شود.



شکل ۲-۳۵- محدوده فرکانسی امواج رادیویی و انتشار آنها

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.

۲-۱۴-۳- امواج فضایی (space wave): امواج

فضایی به امواجی گفته می‌شود که فاصله بین فرستنده و گیرنده را در ناحیه تروپوسفر زمین طی می‌کنند. تروپوسفر به ناحیه‌ای از آتمسفر گفته می‌شود که از سطح زمین تا ارتفاع ۱۶ کیلومتری آن قرار دارد.

۲-۱۵- محدوده 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 مؤلفه زمینی قوی و مؤلفه آسمانی ضعیف‌اند. امواجی که فرکانس آنها بین ۳ MHz تا ۳۰ MHz قرار دارد (HF) دارای مؤلفه زمینی ضعیف و مؤلفه آسمانی قوی‌اند.

۲-۱۶- پدیده فدینگ (Fading) — محوشدن

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.

۲-۱۷- الگوی پرسش

- ۱- FM در چه محدوده‌ای از فرکانس‌های رادیویی قرار دارد؟
- ۲- امواج زمینی کدام‌اند و محدوده فرکانسی آنها چه قدر است؟
- ۳- کدام طبقه آتمسفر روی امواج آسمانی مؤثر است؟
- ۴- چرا انتشار امواج فضایی به «انتشار در امتداد دید» معروف است؟
- ۵- لایه‌های یونسفر را نام ببرید.
- ۶- چگونه تضعیف امواج رادیویی را شرح دهید.

۷- پدیده فدینگ را شرح دهید.

صحیح یا غلط

۸- امواجی که فرکانس آنها بین 300 KHz تا 3 MHz قرار

دارند دارای مؤلفه زمینی ضعیف و مؤلفه آسمانی قوی هستند.

صحیح غلط

چهارگزینه‌ای

۹- موج FM دارای چه نوع پخشی هستند؟

۱- زمینی ضعیف آسمانی قوی

۲- آسمانی

۳- فضایی

۴- زمینی قوی - آسمانی ضعیف

فعالیت برای هنرجویان علاقه‌مند

بررسی کنید ارتباط رادیویی بین کشتی‌ها در سطح

دریا با چه روش‌هایی صورت می‌گیرد؟