فصل ۱

بررسی اصول مخابرات دریایی

واحد یادگیری ۱

بررسی اصول مخابرات دریایی

نوع درس: نظری ■ **کل ساعت:** ۳۰ ساعت ■ **ساعت نظری:** ۳۰ ساعت

روش تدریس

۱ عموماً در ابتدای درس و در جلسه اول به مقدماتی که در محتوای درس ارائه شده پرداخته می‌شود تا دانش‌آموز با موضوعات درسی درگیر شود.

۲ پیشنهاد می‌گردد هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب فصل، موارد ذکرشده در بخش‌های دانش‌افزایی را مورد توجه قرار داده و هنگام آموزش آنها را به‌کار گیرد.

۳ بهتر است برای تفهیم بهتر مطالب و مفاهیم درس از انجام آزمایش‌ها یا مسایل ساده که امکان‌پذیر است در کلاس استفاده نماید.

۴ بهتر است برای تفهیم بهتر درس، از تصاویر و فیلم‌های موجود در اینترنت استفاده گردد.

۵ برای درک هرچه بهتر مطالب درسی، هنرجو موظف گردد پرده نگارهای مرتبط تهیه و در کلاس ارائه نماید.

۶ در صورت امکان با حضور بر روی یک کشتی و بهره‌گیری از تجربیات کارکنان آن، استفاده شود.

۷ پیشنهاد می‌شود از انجام تکالیف متن توسط هنرجو مطمئن شده و آنها را مورد بررسی قرار دهید.

سؤالات پیشنهادی

- یکی از ساده‌ترین سیستم‌های مخابراتی را شرح دهید.
- اجزای یک سیستم مخابراتی را نام ببرید.
- عوامل مؤثر در سیگنال‌های سیستم مخابراتی را شرح دهید.
- علل دسته‌بندی فرکانس‌های مختلف را شرح دهید.
- محدوده فرکانسی و دسته‌بندی فرکانس‌های مختلف را با استفاده از جدول یا

نمودار تعیین کنید.

- مهم‌ترین باندهای فرکانسی مورد کاربرد در مخابرات رادیویی، تلویزیونی و تلفن همراه را شرح دهید.
- حوزه زمان و حوزه فرکانس را با ترسیم شکل شرح دهید.
- طیف فرکانسی را تعریف کنید.
- اصول کار دستگاه طیف نما را شرح دهید.
- اصطلاحات خطوط انتقال و آنتن را تعریف کنید.
- انواع خطوط انتقال را نام ببرید.
- خطوط انتقال دو سیمه و کابل کواکسیال را شرح دهید.
- اجزای تشکیل‌دهنده مدار معادل خطوط انتقال را شرح دهید.
- اساس یک سیستم ارتباطی فیبرنوری را شرح دهید.
- میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی آنتن را با رسم شکل شرح دهید.
- مقاومت تابشی و توان تابشی آنتن را تعریف کنید.
- آنتن‌های مارکنی، دی پل خمیده، میله فریت، یاگی و بشقابی را شرح دهید.
- انتشار امواج زمینی، آسمانی و فضایی را شرح دهید.
- لایه‌های تشکیل‌دهنده یونسفر را شرح دهید.
- محدوده فرکانس امواج زمینی، فضایی و آسمانی را بیان کنید.
- نحوه انتشار صوت را در هوا توضیح دهید.
- دلایل استفاده ازتقویت‌کننده را برای انتقال صوت به فواصل دور تشریح کنید.
- دلایل استفاده از مدولاسیون را شرح دهید.
- نحوه انجام عمل مدولاسیون را به‌طور عمومی و کلی تشریح کنید.
- مدولاسیون را تعریف کنید.
- مدولاسیونAM، FM وPM راتعریف کنید و شکل موج آنها را ترسیم کنید.
- معادله موج AM را بنویسد و مشخصات آن را تشریح کنید.
- سیگنال‌های با مدولاسیون کمتر از صددرصد، صددرصد و بیشتر از صددرصد را با یکدیگر مقایسه کنید.
- فرکانس‌های کناری بالا و پایین را شرح دهد.
- انواع روش‌های ارسال در مدولاسیون AM (DSB_SSB_ISB_VSB) را شرح دهید.
- باند کناری بالا و پایین را توضیح دهید.
- سیگنال پیوسته (Analog)، سیگنال منفصل (Discrete) و سیگنال دیجیتال (digital) را تعریف کنید.
- مدولاسیون‌های منفصل PAM، PWM (PDM) و PPM را توضیح دهید.
- مدولاسیون‌های دیجیتال ASK، FSK، PSK را شرح دهید.

نیاز و اهمیت مخابرات در دریا

در اینجا ماموریت یک واحد شناور را در نظر می‌گیریم. مثلاً برای حرکت آن باید دانست که داشتن بدنه سالم طبقات مختلف پل فرماندهی موتورخانه‌ها انبارها و غیره از ضروریات است. اما مسائل امنیتی آنچه در حال توقف و چه در حالت دریا نوردی در رأس ملزومات آن قرار دارد. تأمین وضعیت ایمنی در شناورها به چند نوع موضوع و امکانات اساسی وابسته است که مهم‌ترین آن عبارت است از : فراهم بودن ارتباطات داخلی و خارجی شناور با سایر مراکز.

هر شناوری پس از بارگیری و استقرار مسافران از مبدأ به مقصد رسیدن به مقصد حرکت داده می‌شود. شناور پس از آنکه از محل استقرار دور شد و از منطقه دید خارج گشت ممکن است کسی از چگونگی اتفاقات احتمالی آن بی‌خبر باشد اما تنها وسیله‌ای که می‌تواند موقعیت و وضعیت آن را در مواقع ضروری و بروز هرگونه اتفاق ناگوار به سایر مراکز اطلاع دهد، وسایل ارتباطی موجود بر روی شناور است. ارتباطات در مواقع ضروری از شناور به ساحل و از ساحل به شناور و یا از شناور به شناور امکان‌پذیر است و اگر این ارتباطات حتی در حالت‌های عادی میسر نباشد. انجام مأموریت برای شناور خالی از اشکال نخواهد بود. برای مثال شناوری که حامل کالا و یا مسافر برای مقصدی چه در مرزهای آبی خودی و چه برای کشورهای دیگر است برابر مقررات بین‌المللی باید مشخصات ساعت ورود و مسائل مربوط به تخلیه و بارگیری را در آن محل و بندر مورد نظر اطلاع دهد. تا به هنگام ورود، تسهیلات لازم از طرف بندر پذیرنده فراهم آید و یا در وضعیت غیر مترقبه چنانچه شناور دچار وضع اضطراری قرار گیرد تنها از طریق ارتباط می‌توان به نجات او شتا فت اما در صورت عدم ارتباط در کشتی‌ها ممکن است فاجعه‌ای جبران ناپذیر رخ دهد که در زمان‌های گذشته نظایر بسیاری از آن در تاریخ دریانوردان به ثبت رسیده است. مسائلی متعددی پیرامون ارتباطات وجود دارد که فقط به چند نکته آن اکتفا شده است و با توجه به نکات یاد شده ا همیت و نقش مخابرات در دریا به خوبی آشکار می‌شود. با توجه به توسعه روز افزون ناوگان تجاری در جهان به خصوص در کشور اسلامی ما مراکز مخابراتی ساحلی در سیستم ارتباطات امروزی یک شبکه ارتباطی جهانی به وجود می‌آورد که از طریق آن می‌توان با هر یک از شناورهای در حال دریا نوردی در اقصی نقاط آب‌های جهان تماس بر قرار نمود و از موقعت‌های آنان اطلاع کسب کرد و مهم‌تر از همه برای حمایت از امنیت و کمک درحالت اضطراری برای شناورها و هواپیماها فرکانس‌های خاصی از طریق ارتباط رادیو تلفنی و رادیو تلگرافی وجود دارد که در تمام حالت‌ها و مواقع معین می‌توان با آن وسیله ارتباط

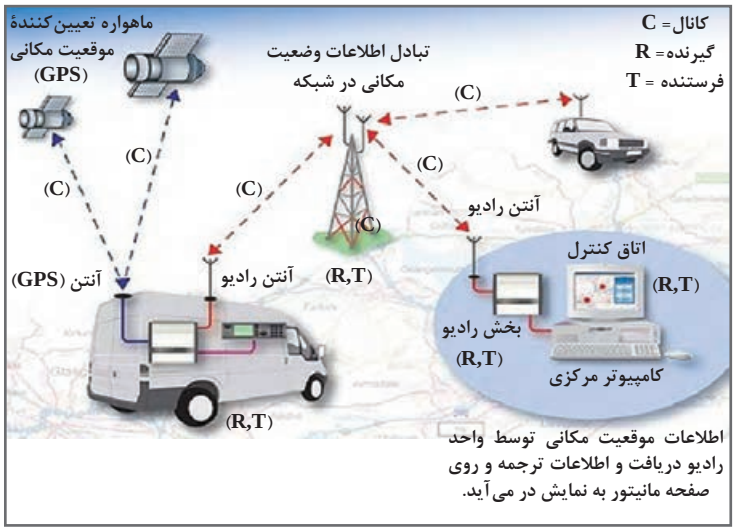
برقرار نمود. اما علایم بصری مربوط به درخواست کمک به هنگام پیش آمد و وضع اضطراری نیز ارزش خاص خود را دارد که در فصول بعدی کتاب به آنها اشاره خواهد شد. با توجه به نکات فشرده مذکور و آگاهی از اهمیت آن در حفظ سلامت و ایمنی جان افراد همچنین خود شناور و محموله آن شرط اساسی آموزش صحیح و مهارت لازم در به‌کارگیری دستگاه‌های مخابراتی و همچنین توجه کامل به دستورالعمل‌هایی است که در این زمینه برقرار گردیده است و این کتاب راهنمای مناسبی به منظور استفاده از قوانین و مقررات بین‌المللی در این مورد است.

کار درکلاس :

برای اجزای هر سیستم مخابراتی در شناور مثالی ارائه نمایید.

پاسخ :

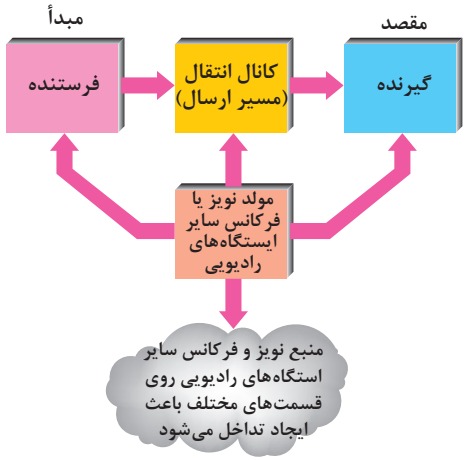
دریک سیستم مخابراتی، فرستنده از طریق آنتن (Antenna) امواج را در فضا پخش می‌کند. آنتن گیرنده امواج رادیویی منتشر شده از فرستنده را از فضا دریافت می‌کند. کانال ارتباطی در این سیستم فضای بین فرستنده و گیرنده است. کانال ارتباطی معمولاً تحت تأثیر عوامل خارجی قرار می‌گیرد.



تحقیق کنید :

در مورد عناصر سیستم مخابراتی و تأثیر منبع نویز و فرکانس سایر ایستگاه‌های رادیویی روی قسمت‌های مختلف آن را بیان کنید.

پاسخ:



کار درکلاس :

جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	محدوده فرکانس	موارد کار برد	موارد کار برد در زبان انگلیسی
۱	صفر	ولتاژ و جریان Dc	Dc voltage and current
۲	۱۰Hz_۱KHz		
۳	۲۰Hz_۲۰KHz	شنوایی	Audio
۴	۲۰KHz_۲MHz		
۵	۳MHz_۳۰۰GHz	رادیو	Radio
۶	۵۰Hz_۵MHz		
۷	۱THz_۴۳۰THz	اشعه مادون قرمز	Infrared
۸	۴۳۰THz_۱۰۰۰THz		
۹	۱۰۰۰THz_۶×۱۰^{۴} THz	اشعه ماورای بنفش	Ultra Violet
۱۰	۶×۱۰^{۴}THz_۳×۱۰^{۷} THz		
۱۱	۳×۱۰^{۷}THz_۵×۱۰^{۸}THz	اشعه گاما	Gam a Ray
۱۲	۵×۱۰^{۸}THz_۸×۱۰^{۹}THz		

پاسخ:

ردیف	محدوده فرکانس	موارد کاربرد	موارد کاربرد در زبان‌انگلیسی	
۱	صفر	ولتاژ و جریان Dc	Dc voltage and current	
۲	۱۰Hz_۱KHz	خطوط انتقال قدرت	Power Transmittion	
۳	۲۰Hz_۲۰KHz	شنوایی	Audio	
۴	۲۰KHz_۲MHz	ماورای صوت(فراصوت)	Ultra Sonic	
۵	۳MHz_۳۰۰GHz	رادیو	Radio	
۶	۵۰Hz_۵MHz	ویدئو (تصویر)	Video	
۷	۱THz_۴۳۰THz	اشعه مادون قرمز	Infrared	این محدوده فرکانسی کاربرد فیزیولوژیکی دارد
۸	۴۳۰THz_۱۰۰۰THz	نور مرئی	Visible Light	
۹	۱۰۰۰THz_۶×۱۰^{۴} THz	اشعه ماورای بنفش	Ultra Violet	
۱۰	۶×۱۰^{۴}THz_۳×۱۰^{۷} THz	اشعه x (نرم تا سخت)	X Ray(soft to)hard	
۱۱	۳×۱۰^{۷}THz_۵×۱۰^{۸}THz	اشعه گاما	Gam a Ray	
۱۲	۵×۱۰^{۸}THz_۸×۱۰^{۹}THz	اشعه کیهانی	Cosmic Ray	

تحقیق کنید :

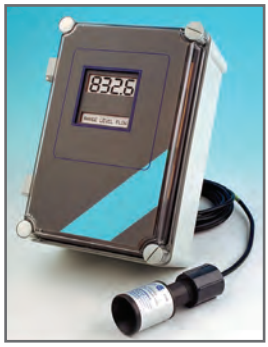
با استفاده از منابع مختلف و اینترنت و شکل ۵ موارد کاربرد انواع باندهای فرکانسی را بررسی کرده و نتایج تحقیق را در کلاس به‌صورت پرده نگار به نمایش درآورید.

پاسخ:

الف) سیگنال DC : که فرکانس آن صفر است و بیشتر به عنوان منبع انرژی در دستگاه‌های مختلف استفاده می شود.

ب) فرکانس‌های ده هرتز تا یک کیلوهرتز: این فرکانس‌ها در مولدهای قدرت و خطوط انتقال در نیروگاه‌ها استفاده می‌شود.

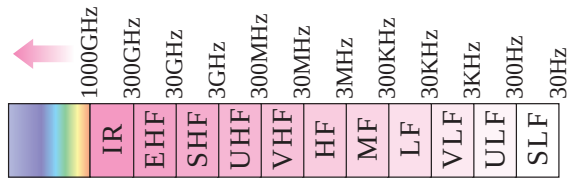
ج) فرکانس‌های صوتی AF : این فرکانس‌ها در محدوده ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز قرار دارد و محدوده گویش و شنوایی انسان را در بر می‌گیرد.



د) امواج اولتراسونیک یا ماورای صوت : این امواج در محدوده ۲۰ کیلوهرتز تا ۲ مگاهرتز قرار دارد و بیشتر در دستگاه‌های کنترل از راه دور استفاده می‌شود.

هـ) فرکانس‌های تصویر یا ویدئو : این فرکانس‌ها در محدوده ۵۰ هرتز تا ۵ مگاهرتز قرار دارد و فرکانس‌های تصویر یا ویدئو را در تلویزیون تشکیل می‌دهد.
و) فرکانس‌های رادیویی خیلی کم VLF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳ کیلوهرتز تا ۳۰ کیلوهرتز قرار دارد و امروزه به عنوان سیگنال رادیویی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد.
ز) فرکانس‌های رادیویی کم LF : این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰ کیلوهرتز تا ۳۰۰ کیلوهرتز قرار دارد و به LF مشهور است. این محدوده فرکانسی در گیرنده‌های قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت.
ح) فرکانس‌های رادیویی متوسط MF : این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰۰ کیلوهرتز تا ۳ مگاهرتز قرار دارد و باند موج متوسط رادیو را پوشش می‌دهد.
ط) فرکانس‌های رادیویی زیاد HF : این فرکانس‌ها در محدوده ۳ تا ۳۰ مگاهرتز قرار دارد و معمولاً موج کوتاه رادیو را تشکیل می‌دهد.
ی) فرکانس‌های رادیویی خیلی زیاد VHF: این فرکانس‌ها در محدوده فرکانسی ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ مگاهرتز قرار دارد و فرکانس‌های رادیویی آماتوری و کانال‌های تلویزیونی را تشکیل می‌دهد.
ک) فرکانس‌های رادیویی خیلی خیلی زیاد UHF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳ گیگاهرتز قرار دارد و کانال‌های UHF تلویزیونی، موبایل و... را تشکیل می‌دهد.
ل) فرکانس‌های رادیویی فوق‌العاده زیاد SHF : محدوده فرکانسی این باند در حد فاصل ۳ گیگاهرتز تا ۳۰ گیگاهرتز قرار دارد.

م) فرکانس‌های رادیویی بی‌نهایت زیاد EHF: این فرکانس‌ها در محدوده ۳۰ گیگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز قرار دارد. فرکانس‌ها SHF و EHF معمولاً باند میکروویو را تشکیل می‌دهد.

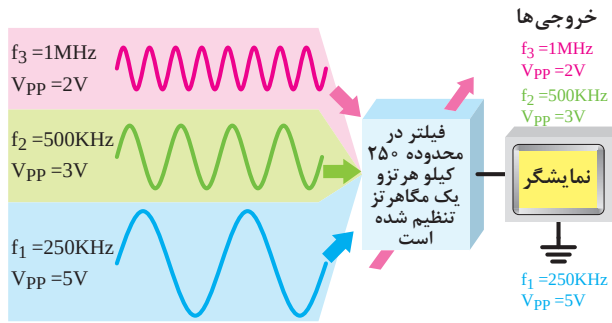


کار در کلاس :

اصول کار دستگاه طیف نما را بررسی نمایید.

پاسخ:

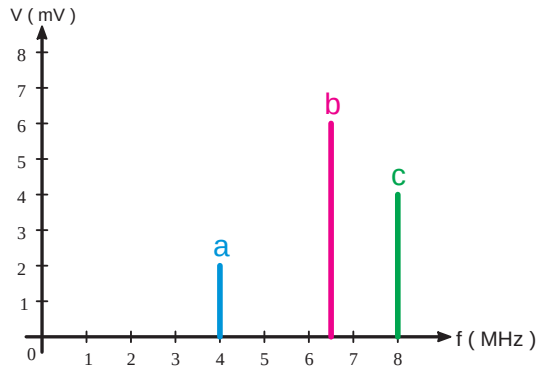
هرموج غیر سینوسی از تعدادی موج سینوسی تشکیل می‌گردد که آنها را هارمونیک آن موج می‌نامند از دستگاه طیف نما جهت مشاهده هارمونیک‌های خروجی فرستنده‌ها و اکولایزرهای صوت می‌توان استفاده کرد در داخل دستگاه طیف نما یک فیلتر وجود دارد. فیلتر مداری است که می‌تواند یک یا چند فرکانس را از میان سایر فرکانس‌ها انتخاب کند در خروجی دستگاه طیف نما یک دستگاه اندازه‌گیری (نمایش‌گر) وجود دارد که کمیت مورد نظر را اندازه‌گیری کرده و نشان می‌دهد. فیلتر دستگاه طیف نما را می‌توان طوری تنظیم کرد که چند سیگنال سینوسی خالص را از یکدیگر جدا کند و به مؤلفه‌هایی از فرکانس روی صفحه نمایش دهد. مثلاً اگر هارمونیک‌های مربوط به یک موج غیر سینوسی شامل هارمونیک اصلی KHz۲۵۰ و دو هارمونیک به ورودی دستگاه متصل می‌شود در صورتی که فیلترهای دستگاه طیف نما بین (۲۵۰ کیلو هرتز) و یک مگا هرتز تنظیم شده باشد دستگاه هر سه کمیت را روی صفحه نشان می‌دهد.



برای نمایش سیگنال‌های خروجی روی یک دستگاه محورهای مختصات، لازم است آنها را در حوزه فرکانس نمایش دهیم. در دستگاه طیف‌نما، این عمل به‌طور اتوماتیک توسط مدارهای الکترونیکی انجام می‌شود. خواندن مقادیر، ازروی دستگاه طیف نما، مشابهت زیادی باخواندن مقادیر فرکانس و ولتاژ از روی صفحه اسیلوسکوپ دارد. دستگاه طیف نما، مقادیر ولتاژ و فرکانس را درحوزه فرکانس نشان می‌دهد.

کار درکلاس :

یک دستگاه طیف نما اطلاعاتی مطابق شکل زیر را به ما می‌دهد.



تعیین کنید :

الف) تعداد سیگنال‌های سینوسی و مقادیر فرکانس‌های آنها.

پاسخ:

سیگنال سینوسی با فرکانس ۴مگاهرتز و۶/۵ مگاهرتز

ب) کدام سیگنال سینوسی دارای بیشترین دامنه است؟

پاسخ:

موج سینوسی ۶/۵ مگاهرتز دامنه‌ای برابر ۶ میلی ولت دارد که بیشترین دامنه است.

پ) کدام سیگنال سینوسی دارای کمترین دامنه است؟

پاسخ:

موج سینوسی ۴مگاهرتز دارای دامنه‌ای برابر با دو میلی ولت است که کمترین دامنه است.

کار در کلاس:

جدول زیر را کامل کنید:

ردیف	طیف فرکانسی صوت	تشریح
۱	موج	.....
۲	صوت	صوت مجموعه‌ای از ارتعاشات مکانیکی است.
۳	بلندی صوت	.....
۴	انرژی صوت	.....
۵	شدت صوت	مقدار توان صوتی در واحد سطح را شدت صوت می‌گویند. شدت برحسب میکرو وات برمتر مربع یا وات بر سانتی‌متر مربع سنجیده می‌شود.
۶	ارتفاع یا آهنگ صوت	.....
۷	طنین صوت	.....
۸	محدوده فرکانس صوتی وطیف آن	.....

پاسخ:

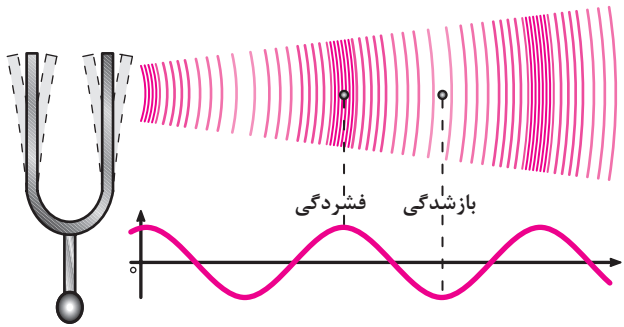
موج

همهٔ ما موج را می‌شناسیم. اگر سنگی را در آب حوض بیندازیم دایره‌هایی در سطح آب پیدا می‌شود که لحظه به لحظه بزرگ‌تر می‌شود. در اینجا موجی داریم که در سطح آب منتشر می‌شود. این موج در حقیقت اختلالی است. که در سطح آب ایجاد کرده‌ایم. هر گونه اختلالی که در یک محیط منتشر می‌شود موج نام دارد. امواج می‌تواند انرژی را از یک نقطه به نقطه دیگر منتقل کنند

صوت چیست؟

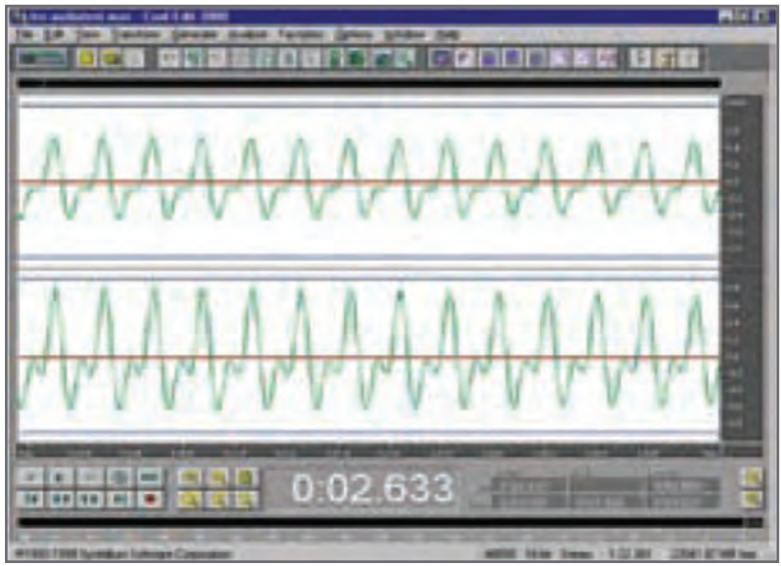
صوت مجموعه‌ای از ارتعاشات مکانیکی است. وقتی به یک صفحهٔ فلزی ضربه می‌زنیم مرتعش می‌شود. این ضربه لایه‌های هوا (مولکول‌های هوا) را به ارتعاش در می‌آورد. ارتعاشات هوا به‌صورت موج منتشر می‌شود و به گوش ما می‌رسد. پردهٔ گوش ما ارتعاش پیدا می‌کند و مجموعهٔ دستگاه شنوایی ما از آن متأثر می‌شود و احساس شنیدن به ما دست می‌دهد. ارتعاشات تولید شده را توسط دیاپازون که یک سیگنال سینوسی خالص است تن صوتی می‌نامند. همان‌طور که مشاهده می‌شود هنگامی‌که دامنهٔ صوت بیشترین مقدار مثبت را دارد فرض می‌کنیم در

مولکول‌های هوا بیشترین فشردگی (تراکم) و هنگامی که دامنهٔ صوت در قلهٔ منفی قرار دارد در مولکول‌های هوا کمترین فشردگی (انبساط) ایجاد شود.



بلندی صوت

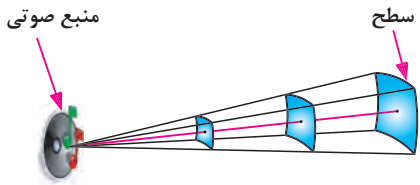
اگر به یک ظرف فلزی یا یک تار، ضربه‌ای وارد کنیم و آن را به ارتعاش در آوریم پس از مدتی احساس می‌کنیم که صوت ضعیف می‌شود. شدت و ضعف دامنهٔ صوت را که توسط حس شنوایی تشخیص داده می‌شود بلندی صوت می‌نامند. در صورتی که صوت یک تن سینوسی ساده باشد دامنهٔ سیگنا ل صوتی را بلندی صوت می‌نامند. هر قدر مقدار این دامنه بیشتر باشد صدا بلندتر است.



انرژی صوت

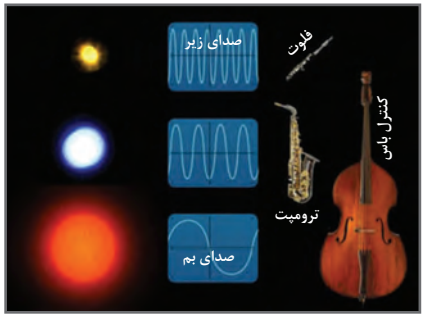
همهٔ امواج از جمله آماج صوتی انرژی را از یک نقطه به نقطهٔ دیگر منتقل می‌کند. اگر فرکانس و دامنهٔ موج صوتی دارای مقدار معینی باشد انرژی آن نیز مقدار مشخصی خواهد بود مقدار انرژی به فرکا نس منبع و ویژگی‌های محیطی که صوت در آن منتشر می‌شود بستگی دارد. در صورتی که افت انرژی در محیط صفر باشد اندازهٔ انرژی موج با مقدار کاری که منبع انجام داده برابر است. مقدار انرژی صوتی در واحد زمان را توان صوتی می‌نامند. مقدار انرژی صوتی و توان صوتی با انرژی و توان مکانیکی قابل مقایسه است.

شدت صوت



مقدار توان صوتی در واحد سطح را شدت صوت می‌گویند. شدت صوت برحسب میکرو وات برمتر مربع یا وات بر سانتی‌متر مربع سنجیده می‌شود.

ارتفاع آهنگ صوت



گوش انسان می‌تواند صداهای ساده‌ای را که با یک شدت احساس می‌شوند از یکدیگر تمیز دهد. تفکیک صداها با استفاده از اصطلاحات زیر و بم صورت می‌گیرد. عاملی که زیر و بم صوت را تعیین می‌کند ارتفاع صوت نامیده می‌شود. ارتفاع صوت بستگی به فرکانس صوت دارد. هر قدر فرکانس صوت بیشتر باشد صدا زیرتر و هر قدر فرکانس صوت کمتر باشد صدا بم است مثلاً صدای طبل (بم) و صدای سنج (زیر) است

طنین صوت

هر گاه دو تار مرتعش AB را که طول یکسانی دارند با یک شدت به ارتعاش در آوریم تن صوتی یکسانی را تولید می‌کنند. در صورتی که این تارهای صوتی هر کدام به‌طور جداگانه روی یک ابزار موسیقی مثلاً با تار نصب شود به‌طوری که شرایط هر دو از نظر کشش و طول یکسان باشند بیا ارتعاش هر یک از تارها صدای متفاوتی تولید می‌شود. این تفاوت مربوط به عاملی به نام طنین صوت است. صوت حاصل از یک تار صوتی با یک دیاپازون دارای ویژ گی طنین نیستند. طنین

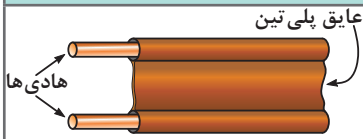
صوت زمانی به وجود می‌آید که فرکانس اصلی باهارمونیک‌های آن ترکیب شود. اصوات انسان‌ها دارای طنین‌های متفاوت‌اند چرا که از ترکیب یک فرکانس اصلی و تعدادی هارمونیک به وجود می‌آید. محدودهٔ فرکانس‌های قابل تولید توسط هنجرهٔ انسان در فا صلهٔ ۲۰هرتز تا حد اکثر ۷/۵ کیلو هرتز است. ابزار موسیقی می‌تواند فرکانس‌هایی در محدودهٔ ۳۰ هرتز تا ۱۵ کیلو هرتز تولید کنند محدودهٔ فرکانس‌های شنوایی انسان در فاصلهٔ ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلو هرتز قرار دارد. محدودهٔ فرکانس‌های صوتی تولیدی و شنوایی در حیوان‌های مختلف فرق می‌کند مثلاً دلفین می‌تواند فرکا نس ۱۵۰ هرتز تا ۱۵۰کیلو هرتز را بشنود و فرکانس ۷ کیلو هرتز تا ۱۲۰ کیلو هرتز را تولید کند. به همین دلیل حیوانات می‌توانند ارتعاشات قبل از وقوع زلزله را احساس و اعلام خطر کنند.

محدودهٔ فرکانس صوت وطیف آن

در صورتی که صدای انسان را پس از تبدیل‌کردن به انرژی الکتریکی به ورودی دستگاه طیف نما وصل کنیم طیف فرکانسی صوت روی صفحه ظاهر می‌شود و متناسب با ترکیب صوت فرکانس‌های متفاوتی مشاهده می‌شود. به عنوان مثال چون صدای کودک صدای فلوت و صدای ویلن زیر است از این رو در طیف فرکانسی آن تعداد مؤلفه‌های فرکانس بالا بیشتر است در صورتی که در صداهای بم مانند صدای مردان صدای طبل کنتر باس تعداد مؤلفه‌های فرکانس بالا کمتر است.

کار در کلاس:

جدول زیر را کامل کنید.

ردیف	انواع خط انتقال	شرح	شکل
۱	خط انتقال دو سیمه Parallel wire (balanced line)	.....	
۲	خط انتقال هم محور (coaxial)	.....	

پاسخ:

خط انتقال دو سیمه

از دو سیم موازی تشکیل شده است، که فاصله بین آنها را مادهٔ دی‌الکتریک مانند هوا یا نوعی پلاستیک می‌پوشاند، در قدیم از این خطوط انتقال به عنوان سیم رابط آنتن تلویزیون سیاه سفید استفاده می‌شد. خط انتقال دو سیمه را خط انتقال متعادل نیز می‌نامند.

خط انتقال هم محور (coaxial)

خط انتقال هم محور را کابل کواکسیال یا خط انتقال نا متعادل (Unbalanced Line) نیز می‌نامند. از این نوع کابل به عنوان سیم آنتن، در تلویزیون‌های سیاه سفید و رنگی استفاده می‌شود.

تحقیق کنید:

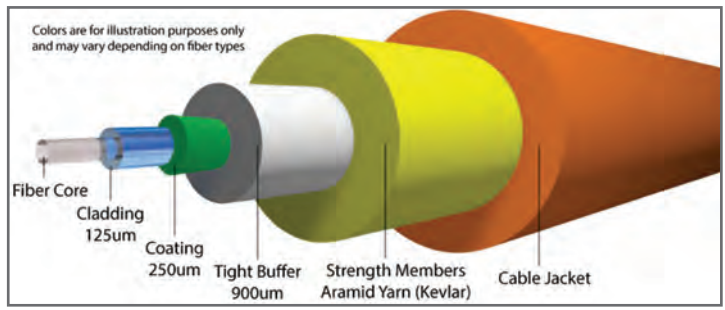
در مورد انواع کابل‌های کواکسیال و مشخضات آنها تحقیق نمایید و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

پاسخ:

در عمل از خطوط انتقال دو سیمه و کابل کواکسیال به عنوان سیم‌های آنتن تلویزیون استفاده می‌شود. محاسبه نشان می‌دهد امپدانس مشخصه خط انتقال دو سیمه حدود ۳۰۰ اهم و امپدانس مشخصه کابل کواکسیال حدود ۷۵ اهم است. مشخصه‌های کابل‌های کواکسیال با توجه به ابعادآن، فرق می‌کند.

کار در کلاس:

با توجه به شکل زیر اجزای مختلف یک فیبر نوری را تشریح و مزایای استفاده از فیبر نوری نسبت به سایر خطوط انتقال را بررسی کنید.



پاسخ:

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 به‌صورت پوشش میانی و خارجی روی فیبر قرار می‌دهند.

مزایای استفاده از فیبرنوری

فیبرنوری 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 پیچش با توجه به نوع مواد به‌کار رفته در فیبر نوری

۴ داشتن سطح مقطع کوچک و سبک

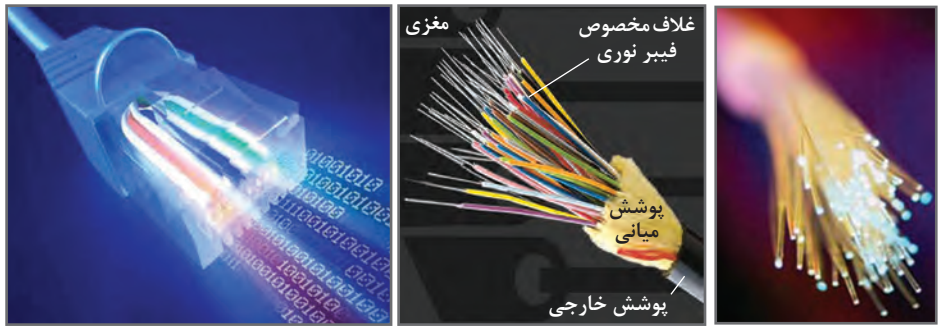
۵ دریافت نشدن آثار القایی (باتوجه به خاصیت نارسانایی فیبر)

۶ مصونیت در برابر استراق سمع (به دلیل نتابیدن نور ازداخل به بیرون)

تحقیق کنید:

با مراجعه به منابع مختلف اطلاعاتی مرتبط بافیبر نوری، تصاویر مربوط به فیبر نوری را تهیه و به کلاس ارائه‌کنید.

پاسخ:

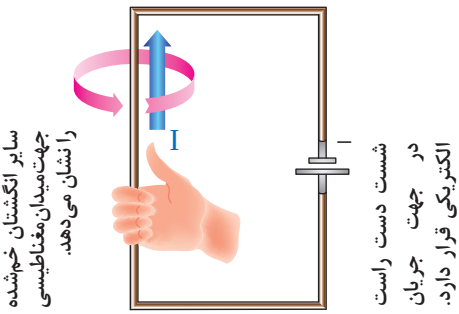


کار در کلاس:

جهت خطوط میدان‌های مغناطیسی را به‌کمک چه قانونی می‌توان به‌دست آورد؟

پاسخ:

قانون دست راست: اگر انگشت شصت دست راست طوری قرار گیرد که جهت جریان را نشان دهد، سایر انگشتان خم‌شده جهت خطوط میدان مغناطیسی را نشان می دهند



کار در کلاس:

جدول زیر که مربوط به مشخصه‌های آنتن می‌باشد را تکمیل کنید.

مشخصه‌های آنتن	اصطلاح انگلیسی	شرح
مقاومت تابشی آنتن	Antenna Radiation Resistance	آنتن در فرکانس کار خود به‌صورت یک مقاومت Rr در مدار ظاهر می‌شود که به آن مقاومت تابشی آنتن گفته می‌شود
توان تابشی آنتن	Antenna Radiation Power	اگر جریان عبوری آنتن I و مقاومت تابشی آن Rr باشد، توان تابشی از رابطه $P=R_r \times I^2$ به‌دست می‌آید.
بهره آنتن	Antenna Gain	.....
امپدانس آنتن	Antenna Impedance	.....

پاسخ:

مقاومت تابشی آنتن (Antenna Radiation Resistance)

آنتن در فرکانس کار خود به‌صورت یک مقاومت R_r در مدار ظاهر می‌شود که به آن مقاومت تابشی آنتن گفته می‌شود. مقاومت R_r مقاومتی نیست که موجب اتلاف امواج شود بلکه باعث انتشار امواج می‌شود.

توان تابشی آنتن (Antenna Radiation Power)

اگر جریان عبوری آنتن I و مقاومت تابشی آن R_r باشد، توان تابشی از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$P=R_r \times I^2$$

بهره آنتن (Antenna Gain)

یکی از متداول‌ترین پارامترها در آنتن، بهره آنتن است، یک آنتن ممکن است مقدار زیادی از توان تابشی خود را در یک جهت به خصوص بفرستد. این حالت را سمت گرایی (Directivity) می‌گویند، بهره آنتن را در جهت به خصوص، بهره جهتی آنتن می‌نامند. بهره آنتن را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$\text{بهره آنتن} = \frac{\text{توان توسط آنتن اصلی}}{\text{توان تابشی توسط آنتن مرجع}}$$

آنتن مرجع عبارت از آنتنی است که به‌صورت یک منبع تابشی، تمام توان خود را در تمام جهات به‌طور یک نواخت و همگن بتاباند. به عبارت دیگر پرتو تشعشعی آن کروی باشد.

در محاسبه بهره آنتن، توان ورودی و توان آنتن مرجع یکسان در نظر گرفته می‌شود.

امپدانس آنتن(Antenna Impedance)

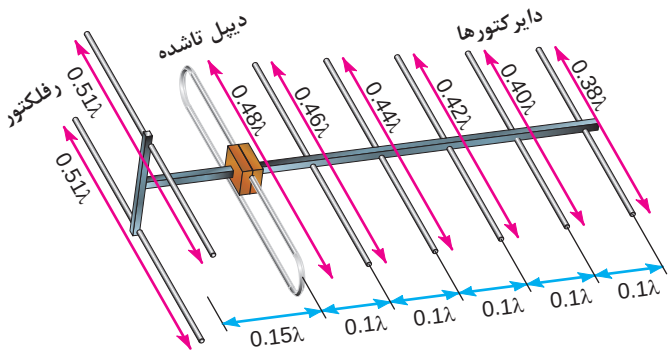
همان‌طور که قبلاً بررسی شد، در یک آنتن نیم موج جریان در محل اتصال تغذیه حداکثر و در دو انتهای آن صفر است. در حالی که توزیع ولتاژ بر عکس توزیع جریان است.

در آنتن عملی، مقادیر ولتاژ یا جریان در نقاط گره ولتاژ و جریان دقیقاً صفر نیست. نسبت بین ولتاژ و جریان را در هر نقطه از آنتن، امپدانس آنتن می‌نامند.

مقدار امپدانس آنتن دو قطبی (دی پل) نیم موج در وسط آنتن حدوداً برابر ۷۵ اهم و در دو انتهای آن تقریباً ۲۵۰۰ اهم است.

کار در کلاس :

در مورد شکل زیر و همچنین اجزاء آنتن یاگی بحث و تبادل نظر کنید.



پاسخ:

آنتن یاگی (Yagi Antenna)

این آنتن اولین بار توسط اشخاصی به نام‌های یاگی و اودا (Yagi_uda) ساخته شد و به بازار عرضه گردید. درآنتن یاگی مجموعه رفلکتورها و دایرکتورها مانند عدسی عمل می‌کنند و امواج را به دیپل می‌رسانند. قدرت جذب یا انتشار امواج به تعداد دایرکتورها بستگی دارد.

تحقیق کنید:

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.

کار در کلاس :

به چه دلایلی آنتن‌های بشقابی را معمولاً به صورتی برشی سهمی یا کره می‌سازند.

پاسخ:

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 می یابد، ابعاد وسایل الکترونیکی مرتبط با آن کوچک‌تر می شود، 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 بهره زیاد ضروری است.

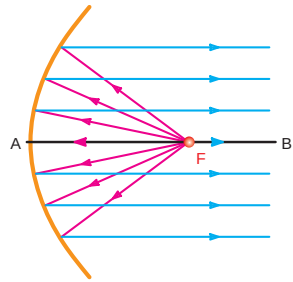
هـ) به علت کاربرد وسیع باند میکروویو و مایکروویو مانند رادار و غیره، سمت‌یابی و اندازه‌گیری میدان مورد نیاز است.

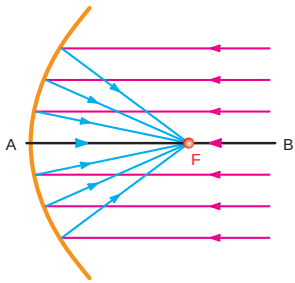
تحقیق کنید:

در مورد آنتن‌های با منعکس‌کننده سهموی و ساختمان آنها تحقیق کنید

آنتن با منعکس‌کننده سهموی (Parabolic – بشقابی)

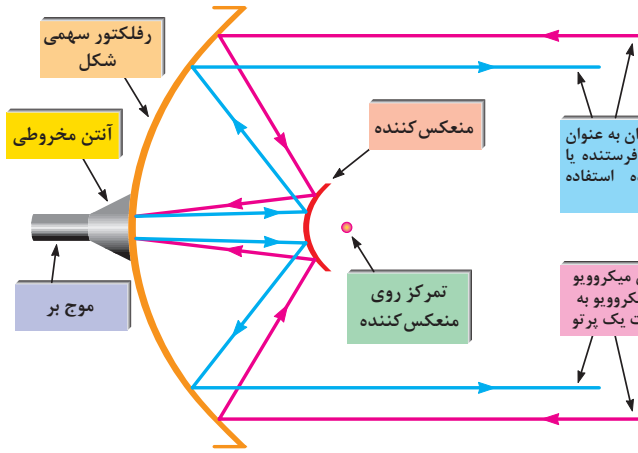
هرگاه به یک آنتن سهموی شکل از فاصله بسیار دور (بی‌نهایت) نور امواج رادیویی تابانده شود، این امواج پس از برخورد با سطح داخلی سهمی در نقطه‌ای متمرکز می‌شوند که آن نقطه را کانون سهمی‌گویند و آن را با F نشان می‌دهند؛





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.

در این حالت تمام امواج منعکس شده با هم، هم فاز 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 بهره جهتی بسیار زیادند.



اشعه با رنگ آبی از موج بر خارج می‌شود و پس از برخورد به رفلکتور سهمی شکل به‌طور موازی در فضا پخش می‌شود.

اشعه با رنگ قرمز پس از برخورد به بشقاب منعکس شده و به سمت کانون هدایت می‌شود و به منعکس‌کننده برخورد می‌نماید و پس از انعکاس مجدد به موج بر می‌رسد.

کار در کلاس:

LMB از اول حروف چه کلماتی است و مفهوم آن چیست ؟و شامل چند بخش می‌باشد؟

پاسخ:

LNB حروف اول Low Noise Block به معنی بلوک (قسمت) با نویز کم است.

LNB شامل دو بخش جداگانه LNA و LNC است.

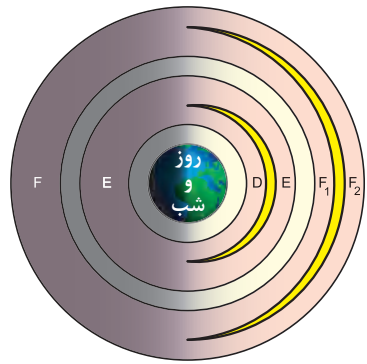
LNA حروف اول کلمات Low Noise Amplifier و به معنی تقویت‌کننده با نویز بسیار پایین است. این طبقه عمل تقویت‌کنندگی امواج دریافتی را برعهده دارد.

LNC حروف اول Low Noise Converter به معنی تبدیل‌کننده 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.

کار در کلاس:

با توجه به شکل زیر لایه‌های یونسفر را بررسی کنید.



پاسخ:

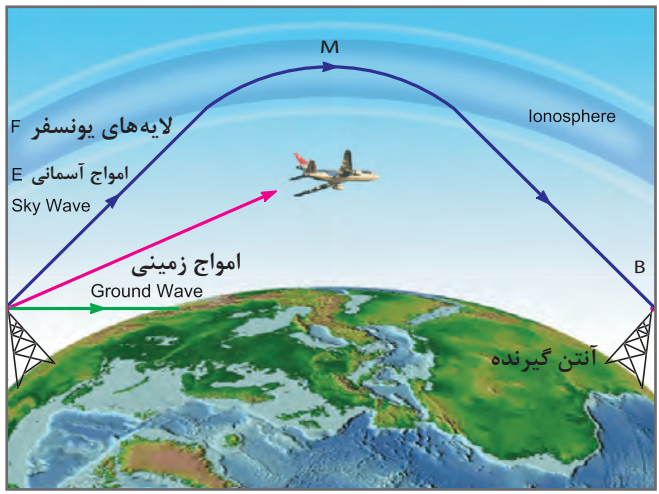
امواج آسمانی (Sky wave)

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.

ناحیه یونیزهٔ جو از ۵۰ کیلومتری سطح زمین شروع می‌شود و تا ارتفاع ۴۰۰ کیلومتری ادامه دارد.
ناحیه یونسفر خود به سه لایه تقسیم‌بندی شده است، که به ترتیب (ارتفاع) 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 صفحهٔ قبل چگونگی تقسیم‌بندی لایه‌های مختلف یونسفر در طول روز و شب نشان داده شده است. لایهٔ D که موجب جذب امواج رادیویی در محدوده فرکانسی معینی می‌شود در طول شب وجود ندارد.
لایهٔ D در ارتفاع تقریبی ۵۰ تا ۹۰ کیلومتری قرار دارد و فقط در هنگام روز به وجود می‌آید. اگرچه این لایه به عنوان منعکس‌کنندهٔ امواج ELF و VLF و قسمتی از LF عمل می‌کند ولی نقش عمده‌ای در حذف 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 چگالی (دانسیته Density) یون آن در طول روز بسیار بالاتر از هنگام شب 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 هنگام روز به دولایه F_1 و F_2 تقسیم می‌شود به طوری که لایه F_1 در ارتفاع ۱۳۰ کیلومتر تا ۲۱۰ کیلومتر قرار دارد.

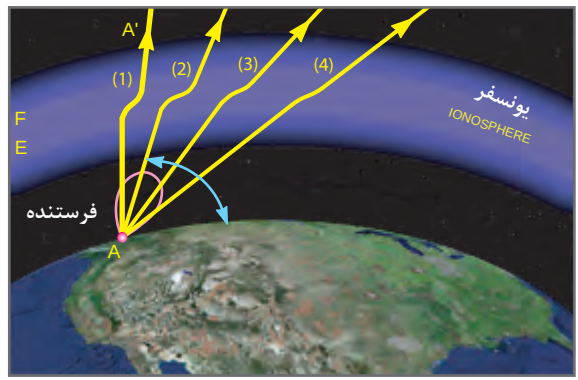
تحقیق کنید:

با توجه به شکل زیر انعکاس امواج به چه صورت انجام می‌گیرد؟



پاسخ:

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



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 می‌شود. در زمانی که لایهٔ D وجود ندارد (طول شب)، امواجی که به لایهٔ F از طرف زمین منعکس می‌شوند و در نقطهٔ دیگری از سطح زمین قابل دریافت است؛ به عبارت دیگر لایهٔ F به عنوان یک آنتن عمل می‌کند. به عنوان مثال امواج منتشرشده از فرستنده A پس از رسیدن به نقطه M منعکس می‌شود و در نقطه B قابل دریافت است.

کاردر کلاس:

در مورد محدودهٔ فرکانسی امواج رادیویی و نوع انتشار آنها بحث و تبادل نظر کنید.

پاسخ:

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

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

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

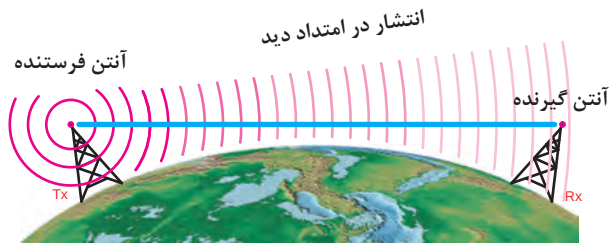
از این امواج در رادیوهای موج کوتاه (SW) استفاده می‌شود.
امواجی که فرکانس آنها بین ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰۰ مگاهرتز قرار دارد (VHF و UHF) دارای مؤلفهٔ فضایی قوی‌اند. از این رو به امواج فضایی معروف‌اند.

تحقیق کنید:

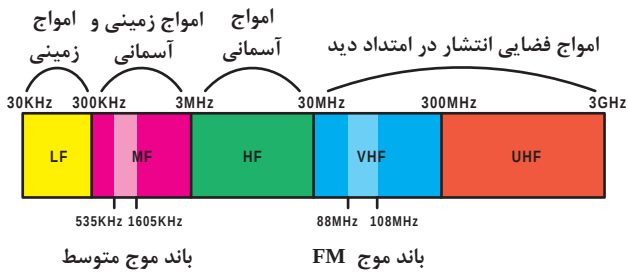
بررسی کنید ارتباط رادیویی بین کشتی‌ها در سطح دریا با چه روش‌هایی صورت می‌گیرد؟

پاسخ:

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 زیر چگونگی انتشار امواج فضایی آمده است. این امواج از انحنای زمین تبعیت نمی‌کند.



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 محدوده فرکانس ۸۸ مگاهرتز تا ۱۰۸ مگاهرتز واقع است، به‌صورت امواج فضایی منتشر می‌شود.



کار درکلاس:

برای کمترین و بیشترین فرکانس صوتی (AF) طول موج را محاسبه کنید.

پاسخ:

برای فرکانس کم

$$\lambda = \frac{V}{F_1} = \frac{۳۴۰m/sec}{۲۰Hz} = ۱۷m$$

برای فرکانس بیشتر

$$\lambda = \frac{V}{F_2} = \frac{۳۴۰m/sec}{۲۰/۰۰۰Hz} = ۱۷mm$$

کار در کلاس:

چرا یک سیگنال صوتی را نمی‌توان به فواصل خیلی دور (بین دو شهر) منتقل کرد؟

پاسخ:

الف) تلفات توان و افت ولتاژ زیاد می شود.

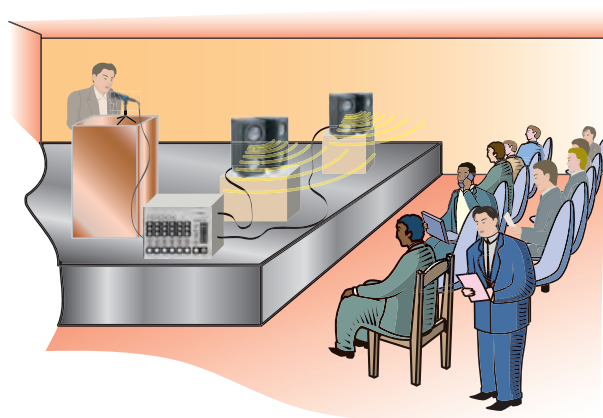
ب) به سبب طولانی بودن کابل، سیستم آسیب‌پذیرتر می‌شود.

ج) هزینهٔ نصب و راه‌اندازی، تعمیرات و نگهداری آن زیاد است.

د) چون پیام پس از انتقال به‌وسیلهٔ بلندگو پخش می‌شود برای همه قابل استفاده است و نمی‌تواند محرمانه باشد.

فعالیت کلاسی :

با توجه دیاگرام زیر دلایلی که امکان انتقال صوت به مسافت‌های دور به‌صورت امواج الکترومغناطیسی نمی‌باشد را بحث و تبادل نظر نمایید.



پاسخ:

الف) فرکانس امواج صوتی کم و طول موج آنها بسیار زیاد است، بنابراین پس از تبدیل این امواج به امواج الکترومغناطیسی، انتشار آنها از آنتن بسیار سخت و تقریباً غیرممکن است.

ب) در صورتی که انتشار امواج صوتی از آنتن ممکن باشد، برای انتشار نیاز به آنتن بسیار بلند است.

کاردر کلاس:

در صورتی که بخواهیم سیگنال صوتی با فرکانس ۲۰ کیلوهرتز را با استفاده از آنتن $\frac{\lambda}{۴}$ منتشر کنیم، طول آنتن چه قدر می شود؟

پاسخ:

امواج الکترومغناطیسی که از آنتن $\frac{\lambda}{۴}$ پخش می‌شوند دارای سرعت سیری حدوداً برابر با سرعت نوراند. بنابراین از رابطهٔ $\lambda = \frac{c}{f}$ استفاده می کنیم.

$$\text{طول موج} = \lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳۰۰۰۰۰\text{km/s}}{۲۰۰۰۰\text{Hz}} = ۱۵\text{km} = ۱۵۰۰۰\text{m}$$

$$\text{طول انتن} = La = \frac{\lambda}{۴} = \frac{۱۵۰۰۰}{۴} = ۳۷۵۰ \text{ متر}$$

تحقیق کنید:

به‌طور کلی هرگز نمی‌توان سیگنال صوتی را به‌طور مستقیم در فضا انتشار داد. پس برای انتقال آنچه باید کرد؟ در این مورد تحقیق کنید.

پاسخ:

با فرض اینکه بتوان آنتن بلند را مورد استفاده قرار داد، به دلیل اینکه صوت، ترکیبی از فرکانس‌های مختلف است، نیاز به آنتن‌های متعدد با طول‌های متفاوت دارد. مثلاً برای فرکانس ۲۰ کیلوهرتز نیاز به آنتنی به طول ۳۷۵۰ متر و برای فرکانس ۲۰ هرتز نیاز به آنتنی به طول ۳۷۵۰ کیلومتر است.

در صورتی که نیاز به آنتن‌های متعدد را نیز بپذیریم، در هر منطقه بیش از یک ایستگاه رادیویی نمی‌توانیم داشته باشیم. چرا که به دلیل مشابهت طیف فرکانسی صوت انسان‌ها با یکدیگر، تداخل به‌وجود می‌آید و صداها با هم مخلوط می‌شود.

کاردر کلاس:

در صورتی که فرکانس حامل برابر با ۱۰۰ مگاهرتز باشد، طول آنتن $\frac{\lambda}{۴}$ را به‌دست آورید.

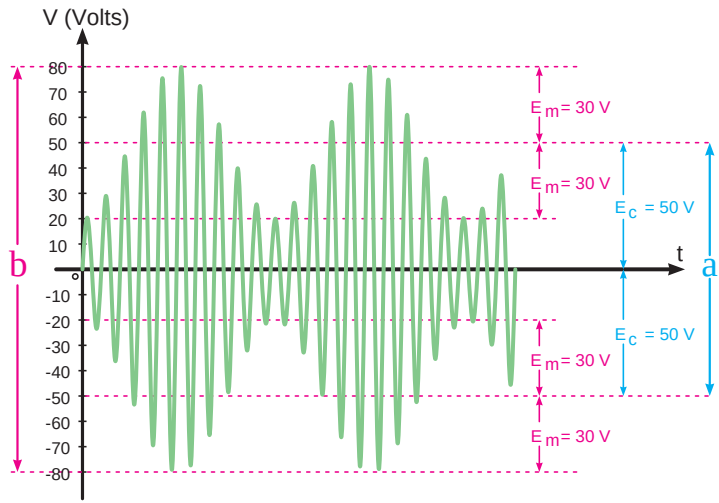
پاسخ:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{۳۰۰۰۰۰۰\times۱۰^{۳}\ m/s}{۱۰۰\times۱۰^{۶}\ hz} = ۳\ m$$

$$La = \frac{\lambda}{۴} = \frac{۳}{۴} = ۷۵m$$

کاردر کلاس:

ضریب و درصد مدولاسیون را با توجه به شکل زیر به‌دست آورید.



پاسخ:

همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود، دامنهٔ حامل برابر با ۵۰ ولت و دامنهٔ پیام برابر با ۳۰ ولت است. در اثر مدولاسیون دامنهٔ حامل در نیم سیکل مثبت پیام از ۵۰ ولت به ۸۰=۵۰+۳۰ ولت افزایش و در نیم سیکل منفی از ۵۰ ولت به ۲۰ = ۳۰ – ۵۰

ولت کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر سیگنال پیام به‌طور لحظه‌ای با دامنه حامل جمع می‌شود. بنابراین، داریم:

دامنهٔ حامل E_C=۵۰V

دامنهٔ پیام E_m =۳۰V

ضریب مدولاسیون $M=\frac{E_m}{E_c}=\frac{۳۰}{۵۰}=۰/۶$

دامنه حامل و پیام را می‌توانید برحسب پیک، پیک توپیک یا مؤثر قرار دهید. دقت کنید اگرEc را برحسب پیک انتخاب کردید باید Em نیز برحسب پیک انتخاب شود.

مثال: درصد مدولاسیون را برای شکل بالا در مثال قبل به‌دست آورید:

پاسخ:

$$M=m_p=\frac{E_m}{E_c}\times ۱۰۰$$

$$M=m_p=\frac{۳۰}{۵۰}\times ۱۰۰=٪۶۰$$

کار در کلاس:

یک سیگنال حامل با فرکانس ۷۵۰ کیلوهرتز توسط یک موج سینوسی خالص با فرکانس۳ کیلوهرتز مدوله می شود. مقادیر فرکانس‌های موجود در طیف فرکانسی را به‌دست آورید. کدام فرکانس، فرکانس کناری بالا و کدام فرکانس، فرکانس کناری پایین است؟

پاسخ:

F_C=۷۵۰KHZ

F_M=۳KHZ

F_C+F_M =۷۵۰KHZ+۳KHZ=۷۴۷KHZ

F_C-F_M=۷۵۰KHZ-۳KHZ=۷۴۷KHZ

LSF=۷۴۷KHZ

USF=۷۵۳KHZ

کار در کلاس:

سیگنال پیامی شامل فرکانس‌های F_{M1}=۳ KHz و F_{M2} =۱۰ KHz و F_{M3} =۲۰ KHz است. در صورتی که این سیگنال‌ها را روی حامل Fc=۵۰۰ KHz مدوله کنیم و سیگنال مدوله شده را به دستگاه طیف نما بدهیم چه فرکانس‌هایی روی صفحه دستگاه ظاهر می‌شود؟ فرکانس‌های کناری بالا و فرکانس‌های کناری پایین کدام‌اند؟ دامنهٔ طیف فرکانسی بستگی به چه عواملی دارد؟

پاسخ:

$F_1 = F_C + F_{M1} = ۵۰۰ + ۳ = ۵۰۳HZ$

$F_2 = F_C + F_{M2} = ۵۰۰ + ۱۰ = ۵۱۰HZ$

$F_3 = F_C + F_{M3} = ۵۰۰ + ۲۰ = ۵۲۰HZ$

$F_4 = F_C - F_{M1} = ۵۰۰ - ۳ = ۴۹۷HZ$

$F_5 = F_C - F_{M2} = ۵۰۰ - ۱۰ = ۵۹۰HZ$

$F_6 = F_C - F_{M2} = ۵۰۰ - ۲۰ = ۴۸۰HZ$

فعالیت کلاسی:

طرز به‌دست آوردن رابطه دیگر پهنای باند ($BW = ۲F_m \ max$ را بررسی کنید)

پاسخ:

$BW=(Fc + Fm\ max) - (Fc - Fm\ max)$

$BW = ۲ \ F_m\ max$

کار درکلاس:

با توجه به معادلهٔ $BW = ۲F_m \ max$ در می‌یابیم که پهنای باند دو برابر بیشترین فرکانس پیام است. به عبارت دیگر، در سیگنال AM پهنای باند دو برابر فرکانس پیام است. در فرستنده‌هایAM تجارتی پهنای باند را ده کیلوهرتز در نظر می‌گیرند. بنابراین، سیگنال پیام نباید از ۵ کیلوهرتز بیشتر شود. بدین ترتیب بیشترین فرکانس پیام در فرستنده‌های AM برابر ۵ کیلوهرتز است.

کار درکلاس:

اگر فرکانس سیگنال حامل در یک فرستنده رادیویی۱مگاهرتز باشد و بخواهیم آن را با فرکانس ۵ کیلوهرتز مدوله کنیم، پهنای باند سیگنال AM ارسالی چه قدر خواهد شد؟

پاسخ:

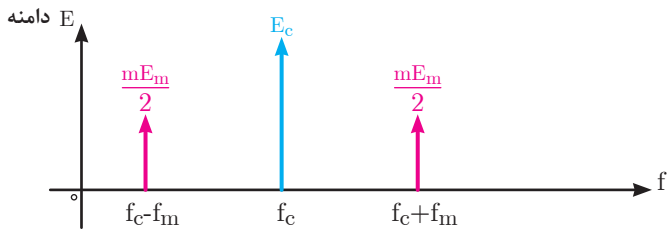
$B_w=۲F_m = ۱۰ = ۲\times۵HZ$

تحقیق کنید:

در سیگنال مدوله شده AM، درصد توان در سیگنال حامل و باندهای کناری به چه میزان می‌باشد.

پاسخ:

همان‌طور که نشان داده شد، طیف فرکانسی موج مدوله شده AM باپیام به‌صورت سینوسی خالص، شامل موج حامل مدوله نشده و دو مؤلفهٔ فرکانس‌های جانبی بالا و پایین است. شکل زیرموج حامل و فرکانس‌های جانبی بالا و پایین را نشان می‌دهد.



چون دامنه Ec نیز در طیف فرکانسی AM ظاهر می‌شود بنابراین موج مدوله شده AM دارای توانی بیشتر از توان موج حامل قبل از انجام مدولاسیون است. مقدار کل توان از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

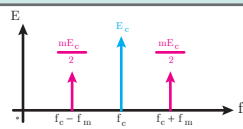
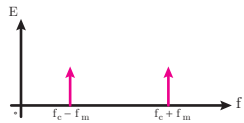
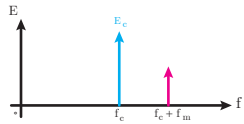
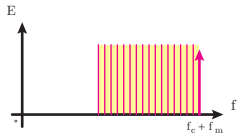
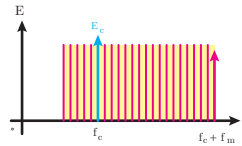
$$P_T = \frac{E_{Ce}^2}{R} + \frac{E_{LSFe}^2}{R} + \frac{E_{USFe}^2}{R}$$

- P_T: توان کل موج AM
- $\frac{E_{Ce}^2}{R}$: توان موج حامل
- $\frac{E_{LSFe}^2}{R}$: توان فرکانس جانبی پایین
- $\frac{E_{USFe}^2}{R}$: توان فرکانس جانبی بالا

کار درکلاس:

جدول زیر را کامل کنید.

پاسخ:

نوع مدولاسیون AM	طیف موج مدوله شده	پهنای باند BW	کاربرد
AM-FC		$۲f_m$	فرستنده‌های رادیویی محلی
AMیDSB-SC		$۲f_m$	در مواردی که محدودیت در تولید انرژی در فرستنده وجود دارد مانند بی‌سیم پلیس
SSB		f_m	در مواردی که محدودیت پهنای باند وجود دارد. مانند ارتباطات ناوبری دریایی، رادیو آماتوری و نظامی
ISB		f_m	در مواردی که محدودیت توان و پهنای باند وجود دارد. مانند مخابرات نقطه به نقطه و رادیو تلفنی
VSB		اندکی بیشتر از f_m	در فرستنده تلویزیونی

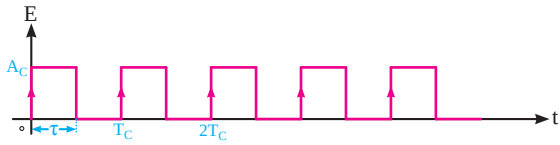
تحقیق کنید:

در مورد سایر انواع مدولاسیون پالس تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه نمایید.

پاسخ:

مدولاسیون‌های دیجیتال:

مانند PCM که در سیستم‌های مخابره دیجیتال (مانند تلفنی، تصویری) به‌کار می‌رود. در PCM، پیام به‌صورت کدهای دیجیتالی منتقل می‌شود. برای مسافت‌های طولانی ترازانواع دیگر مدولاسیون‌های دیجیتال مانند ASK، FSK و PSK استفاده می‌شود.



سیگنال منفصل(گسسته):

اگر از سیگنال انالوگ به‌صورت پالسی نمونه‌برداری کنیم سیگنال منفصل به‌دست می‌آید. عمل نمونه‌برداری به‌وسیلهٔ پالس‌های سیگنال حامل صورت می‌گیرد. در این حالت دامنهٔ سیگنال حامل تحت تأثیر سیگنال پیام قرار می‌گیرد و متناسب با آن تغییر می‌کند. سیگنال منفصل حاصل شده را سیگنال مدوله شدهٔ دامنه پالس یا PAM می‌نامند.

مدلاسیون پالسی کد شده PCM:

اگر سیگنال منفصل PAM را بایک درجه‌بندی مشخص و تعریف شده به کدهای باینری تبدیل کنیم مدلاسیون PCM شکل می‌گیرد. این روش را کوانتیزه‌کردن می‌نامند.