بسم الله الرحمن الرحیم

نگهداری و تعمیر
وسایل و دستگاه‌های کمک ناوبری

رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی

گروه تحصیلی برق و رایانه

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: نگهداری و تعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک ناوبری ـ ۲۱۲۲۸۲
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی وتألیف: محمدرضا پالوج، مصطفی ربیعی، علی سلیمان اوغلی، غلامرضا ناطقیان (اعضای شورای برنامه‌ریزی و تألیف)ـ محمد علی پارسی پور (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ خدیجه محمدی (صفحه‌آرا) ـ صبا کاظمی‌دوانی(طراح جلد)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)
تلفن :۵ ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ‌ونشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ دوم ۱۳۹۸

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۷ـ ۳۱۴۵ ـ ۰۵ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸ **ISBN 978 ـ 964 ـ 05 ـ 3145 ـ 7**

ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به‌دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی (قدّسَ سِرّه الشّریف)

فهرست

پودمان ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری **۱**

■ **واحد یادگیری ۱:** کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب وچراغ‌های ناوبری ۲

ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب وچراغ‌های ناوبری ۳۰

پودمان ۲: کاربری دستگاه‌های مخابراتی **۳۱**

■ **واحد یادگیری ۲:** کاربری دستگاه‌های مخابراتی ۳۲

ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های مخابراتی ۷۳

پودمان ۳: کاربری رادارهای دریایی **۷۵**

■ **واحد یادگیری ۳:**کاربری رادارهای دریایی ۷۶

ارزشیابی شایستگی کاربری رادارهای دریایی ۱۲۳

پودمان ۴: کاربری تکنیک‌های مخابراتی **۱۲۵**

■ **واحد یادگیری ۴:**کاربری تکنیک‌های مخابراتی ۱۲۶

ارزشیابی شایستگی کاربری تکنیک‌های مخابراتی ۱۷۲

پودمان ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS **۱۷۳**

■ **واحد یادگیری ۵:** کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی ۱۷۴

ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS ۲۱۹

■ **منابع** **۲۲۰**

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی‌ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی **رشته الکترونیک و مخابرات دریایی** طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دوبخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل براساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی براساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان «کاربری دستگاه‌های موقعیت یاب وچراغ‌های ناوبری» که ابتدا با اصول عملکرد ماهواره‌های موقعیت‌یاب جهانی آشنا شده و سپس توانایی بهره‌برداری از سامانه مذکور به منظور مکان‌یابی دردریا کسب خواهد کرد.

پودمان دوم: عنوان «کاربری دستگاه های مخابراتی» دارد، که در آن به اهمیت و جایگاه مخابرات دریایی پی‌برده وارتباط میان ایمنی ومخابرات دریایی پی خواهد برد..

پودمان سوم: دارای عنوان «کاربری رادارهای دریایی» است. در این پودمان اصول کار رادار آموزش داده شده و در ادامه مکانیزم و انواع رادارهای دریایی شرح داده شده است.

پودمان چهارم: «کاربری تکنیک‌های مخابراتی» نام دارد. ابتدا انواع دستگاه‌های مخابرتی آشنا شده سپس چگونگی بستن مدارهای مخابراتی وکار برد آنها آموزش داده شده است.

پودمان پنجم: با عنوان «کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی» می‌باشد که در آن هنرجویان ابتدا با چگونگی مواجه با خطر در شرایط اضطراری و درخواست کمک با سامانه های و تجهیزات الکترونیکی آشنا می‌شوند.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی‌ایران در نظام جدید آموزشی باز طراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی ـ حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱ـ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی کار برروی سیستم‌های مخابراتی شناورها

۲ـ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳ـ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴ـ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی‌وحرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی‌وحرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، ششمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته الکترونیک ومخابرات دریایی در پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی نگهداری وتعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک ناوبری شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله‌کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر دریکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم

است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.oerp.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به‌کار گیرید.

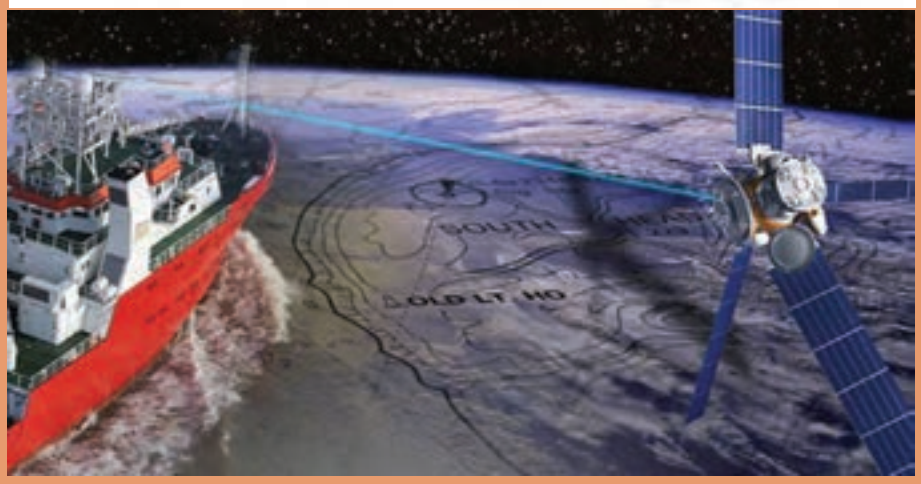
رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی‌برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش

پودمان ۱

کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری



واحد یادگیری ۱

کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

آیا تا به حال پی برده اید

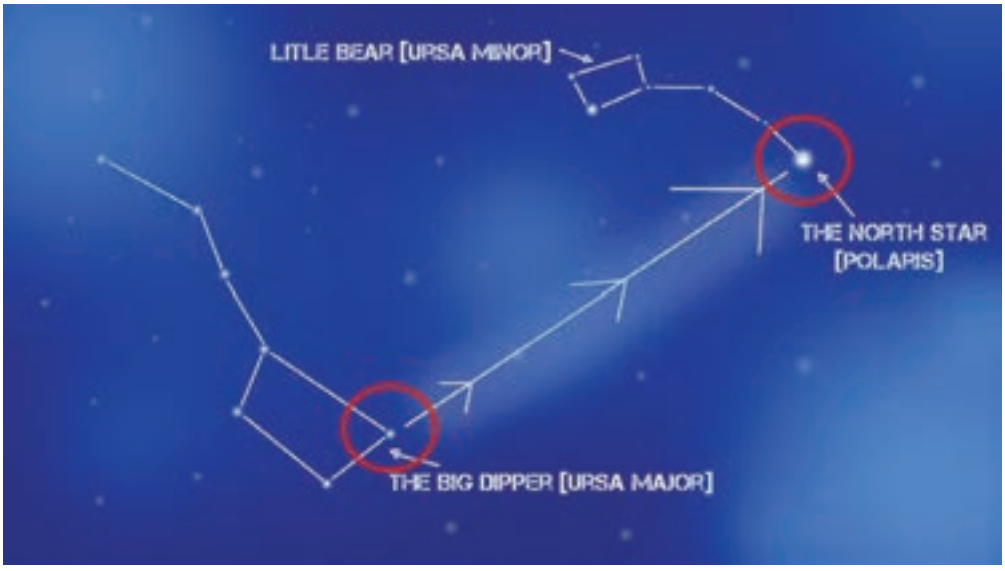
- مکان‌یابی در دریا برای دریانوردان از چه اهمیت بالایی برخوردار است.
- دریانوردان برای یافتن موقعیت خود در دریا از چه روش‌هایی استفاده می‌کنند.
- در ناوبری الکترونیکی از چه تجهیزاتی برای تعیین موقعیت و حرکت در دریا استفاده می‌شود.
- عملکرد سیستم تعیین موقعیت جهانی چگونه است.
- چراغ‌های ناوبری چه کمکی به دریانوردان در مسیریابی و حرکت در دریا می‌کند.

استاندارد عملکرد

- هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانیGPS و چراغ‌های ناوبری به‌کار رفته در شناورها می‌باشد.

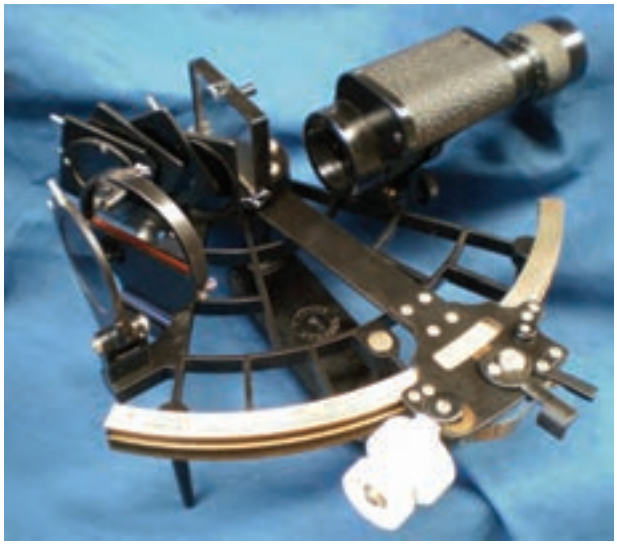
تعیین موقعیت در دریا

از دیرباز تعیین موقعیت و مکان‌یابی در دریا مورد توجه دریانوردان بوده است. ملوانان ابتدا سواحل را به دقت دنبال می‌کردند تا از گم شدنشان جلوگیری کنند. وقتی دریا نوردان اولیه در دریاهای باز (اقیانوس‌ها) کشتیرانی کردند، دریافتند که می‌توانند مسیر خود را با دنبال‌کردن ستاره‌ها ترسیم کنند. فنیقی‌های باستان از ستاره شمالی برای سفر به مصر و جزیره کرات استفاده می‌کردند. بر طبق گفته هومر الهه آتنا به اودیسه گفته است: هنگام سفر کردن در جزیره کالیپسو «دُب اکبر را سمت راست خود قرار بده». متأسفانه برای اودیسه و دیگر دریانوردان ستاره‌ها فقط در شب و تنها در شب‌های صاف قابل دیدن هستند.



شکل ۱ـ شناسایی ستاره قطبی

پیشرفت مهم بعدی در امر ناوبری کشف قطب‌نمای مغناطیسی و دستگاه زاویه‌یاب (Sextant) بود. عقربه قطب نما همیشه نقطه شمالی را نمایش می‌دهد، بنابراین همیشه دانستن جهت مسیری که در آن حرکت می‌کنیم را ممکن می‌سازد.



شکل ۲ـ دستگاه سکستانت (Sextant)

زمانی که تکنولوژی پیشرفته امروزی وجود نداشت، مردم و به خصوص افرادی مانند دریانوردان و جهان‌گردان گاهی اوقات در یک گستره جغرافیایی و به‌خصوص شهرها و کشورهای بیگانه، از مکان دقیق خود باخبر نبودند و حتی گاهی نیز در بیابان‌ها و دریاها مسیر خود را گم می‌کردند. از سوی دیگر در دنیای قدیم، استفاده از ستارگان، قطب نما و سایر عوامل طبیعی تا اندازه‌ای راهگشای بشر بود، ضمن اینکه همه این موارد، به‌طور کلی انسان عصر گذشته را مورد هدایت و راهنمای قرار می‌داد. در حالی که امروزه پیچیدگی‌های جغرافیایی، اصولاً زمینهٔ استفاده از این‌گونه روش‌ها را تا حد زیادی منتفی و بی‌معنا کرده است. از پیشگامان بهره‌برداری از این روش‌های پیشرفته، دریانوردان بودند.

فعالیت کلاسی

درخصوص روش کار با دستگاه سکستانت بحث کنید.

شکل ۳ـ کار با دستگاه سکستانت

در شرایط فعلی با گسترش فناوری‌های گوناگون، این مشکل توسط یک سیستم ماهواره‌ای مدرن و پیشرفته با نام Global Positioning System که به اختصار G.P.S خوانده می‌شود و به معنای سیستم موقعیت‌یاب جهانی می‌باشد، رفع شده است. در حقیقت دنیای امروز، دنیایی است که هیچ فردی در آن گم نخواهد شد و همه چیز بر روی تمام نقاط زمین قابل شناسایی است و این قدرت دستیابی به سیستم‌های شناسایی را ماهواره‌ها و در اساس رایانه‌ها، در اختیار بشر قرار داده‌اند.

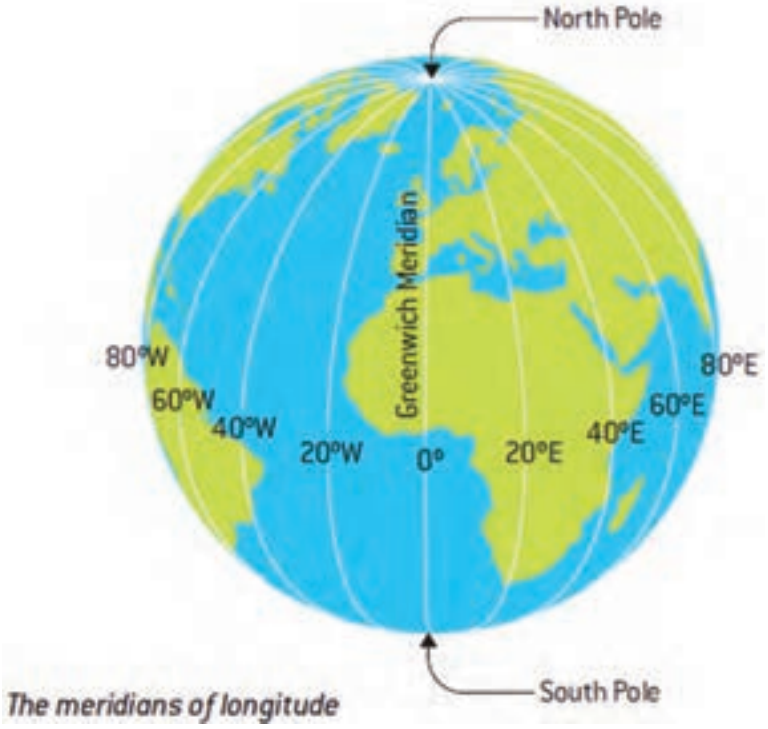
طول جغرافیایی: Longitude

طول جغرافیایی با نماد λ نشان داده می‌شود و بیانگر مختصات جغرافیایی شرقی ـ غربی است که در نقشه‌برداری و جهت‌یابی از آن استفاده می‌گردد. این مختصات، مکانی را بر اساس فاصله‌اش از یک نصف‌النهار اصلی نشان

می‌دهد. عدد طول جغرافیایی، به‌صورت زاویه‌ای بین صفر و مثبت ۱۸۰ یا منفی ۱۸۰ درجه بیان می‌گردد. معمولاً (نه همیشه) برپایه قرارداد، اعداد مثبت نشانگر طرف شرق بودن نقطه نشان داده شده است.

شکل ۴ـ طول جغرافیایی، مرجع نصف النهار مبدأ

در طول تاریخ مبدأهای زمانی گوناگونی برای «نصف‌النهار اصلی» مورد استفاده قرار می‌گرفت. تا اینکه در سال ۱۸۸۴ طی همایش جهانی نصف‌النهاری، قرار گذاشته شد تا بعد از این تنها از گرینویچ به عنوان مبدأ استفاده گردد.



شکل ۵ ـ نصف‌النهار مبدأ، گرینویچ

هر درجه جغرافیایی معمولاً به ۶۰ دقیقه بخش می‌گردد و هر دقیقه نیز به همین ترتیب از ۶۰ ثانیه تشکیل شده است؛ بنابراین یک صورت معمول نشان دادن طول جغرافیایی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

۲۳° ۲۵′ ۳۵″ E

البته این مقدار به‌صورت‌های دیگری نیز نشان داده می‌شود. (مثلاً ده دهی بیان‌کردن قسمت ثانیه) زمین در مدت ۲۴ ساعت یک بار به دور خود می‌چرخد و کل زمین ۳۶۰ درجه طول جغرافیایی است. در نتیجه هر ۱۵ درجه تغییر طول جغرافیایی یک «ساعت» محسوب می‌شود. این امر مبنای تعیین مناطق است.

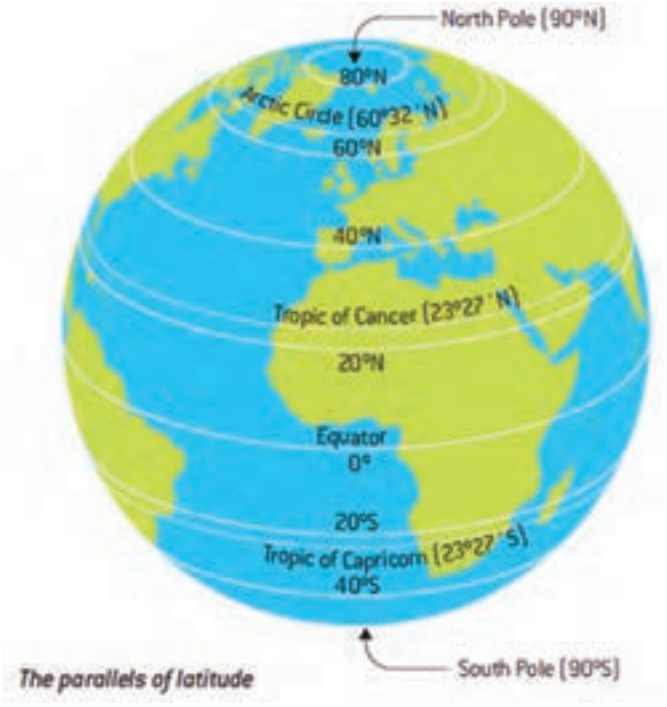
عرض جغرافیایی: Latitude

عرض جغرافیایی با نماد φ نشان داده می‌شود و در دستگاه مختصات جغرافیایی، اشاره به موقعیت شمالی ـ جنوبی یک نقطه جغرافیایی بر روی کره زمین است که در نقشه‌کشی و جهت یابی از آن استفاده می‌شود. این دستگاه، مختصات مکانی را بر اساس فاصله‌اش از خط استوا یا همان مدار صفر درجه می‌سنجد. عدد عرض جغرافیایی، زاویه‌ای است میان صفر (بر روی خط استوا) تا ۹۰ درجه در قطب‌ها. (مثبت یا منفی بودن این درجه معمولاً و نه همیشه) برپایه قرارداد، اعداد مثبت نشان‌گر شمالی بودن نقطه مورد نظر است.

شکل ۶ـ عرض جغرافیایی، مرجع خط استوا

زمین یک کره بی عیب نیست (و گویا در قطب‌ها کمی «پَخ» شده است) مسافت فیزیکی هر درجه عرض جغرافیایی در همه جا یکی نیست. در استوا این مسافت ۱۱۱,۳۱۹۵ کیلومتر و در نزدیکی قطب‌ها ۱۱۱,۱۲ کیلومتر است.

مانند طول جغرافیایی، هر درجه عرض جغرافیایی به ۶۰ دقیقه و هر دقیقه نیز به ۶۰ ثانیه بخش می‌شود. البته روش‌های دیگری نیز برای نشان دادن این عدد استفاده می‌شود.



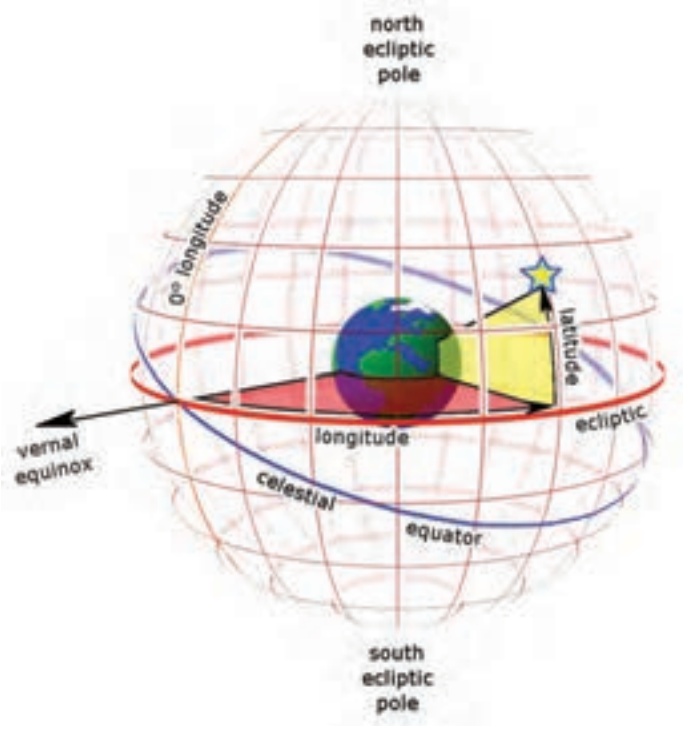
شکل ۷ــ عرض جغرافیایی

مناطق مختلف زمین آفتاب را به‌طور یکسان دریافت نمی‌کنند و این یکی از عوامل اصلی پدید آمدن آب و هواهای گوناگون در عرض‌های جغرافیایی مختلف است. در نهایت یک نقطه بر روی کره زمین به‌صورت زیر مشخص و نشان داده می‌شود.

شکل ۸ــ مشخص‌کردن یک نقطه روی زمین با استفاده از طول و عرض جغرافیایی

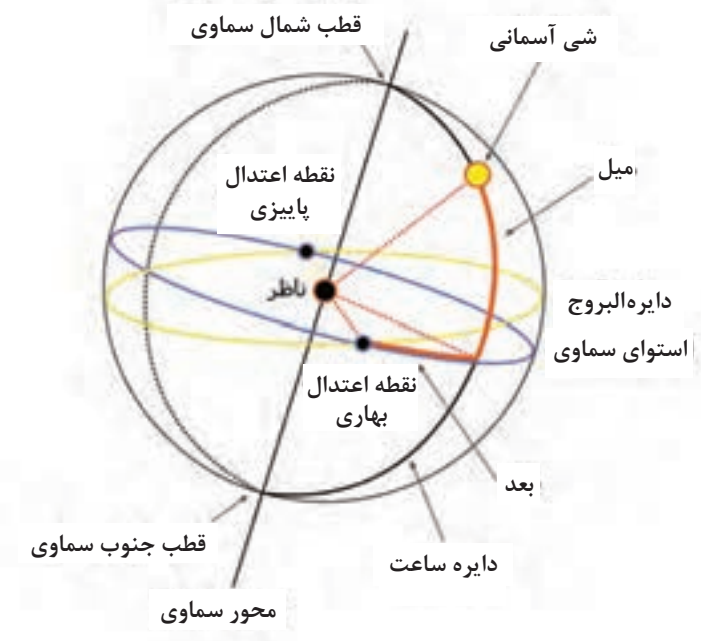
همان‌گونه که پیش‌تر اشاره شده، دریانوردان از دیر باز به این علم آگاهی داشته و برای رسیدن به طول و عرض جغرافیایی و تعیین موقعیت شناور خود در دریا، علم نجوم را به خدمت گرفته بودند. به این روش ناوبری نجومی گفته می‌شود.

اجرام سماوی، شامل ستارگان و سیارگان در کهکشان پیرامون زمین قرار گرفته‌اند.



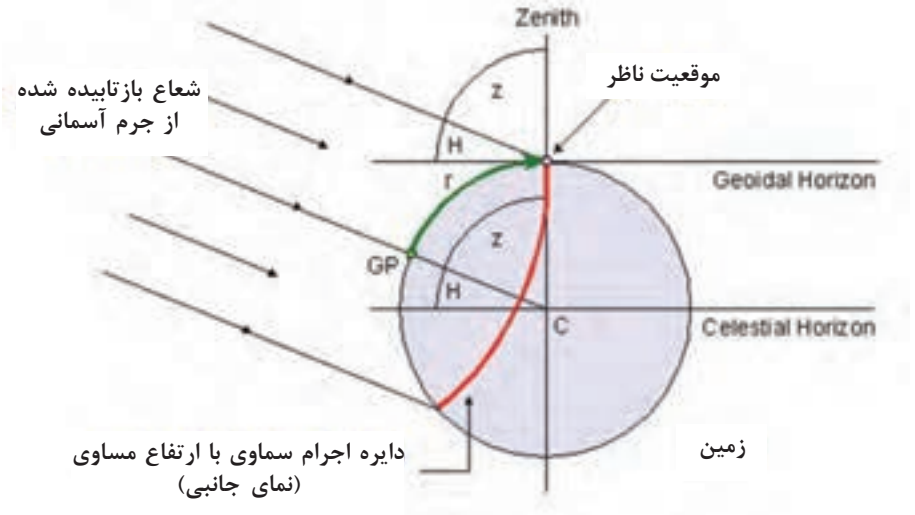
شکل ۹ــ اساس ناوبری نجومی

همان‌گونه که شکل ۹ نشان می‌دهد، متناظر با نصف‌النهارها و مدارات روی زمین، می‌توان در فاصله بی‌نهایت خطوطی را در کهکشان فرض کرد که اجرام سماوی در فواصل ثابت از یکدیگر قرار گرفته‌اند. ناظر قرار گرفته بر روی هر نقطه از زمین می‌تواند زاویه قرارگرفتن هر کدام از اجرام آسمانی را که در دیدرس قرار دارند، با ابزار مخصوص بسنجد. زاویه به‌دست آمده مطابق شکل ۱۰ ، میل خوانده می‌شود. بر روی یک عرض جغرافیایی متناظر با سطح کره زمین قرار می‌گیرد.



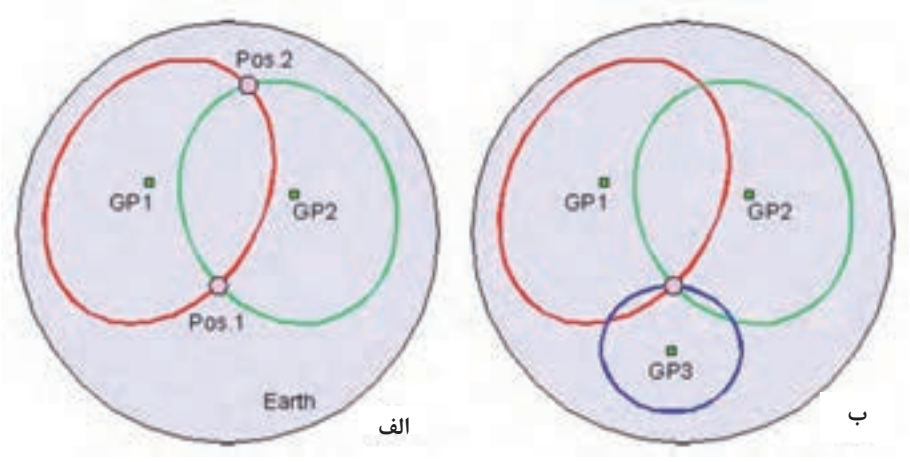
شکل ۱۰ــ زاویه اجرام آسمانی نسبت به ناظر روی زمین

اشعه نوری که از شی آسمانی به زمین می‌رسد، یک خط باریک نبوده و به‌صورت خطوط موازی که در شکل ۱۱ دیده می‌شود، به زمین می‌رسد.



شکل ۱۱ـ اشعه نور شی آسمانی که در غالب طیف موازی به زمین می‌رسد

از این رو تمام ناظرانی که بر روی دایره‌های به شعاع r که در شکل ۱۱ به‌صورت قرمز نشان داده شده است، قرار دارند، شی آسمانی را با یک زاویه مشترک رصد خواهند کرد. این بدان معنی است که ناظر می‌تواند در هر کجای دایره قرمز در شکل ۱۲ قرار گیرد.



شکل ۱۲ـ خطای محاسبه زاویه شی آسمانی

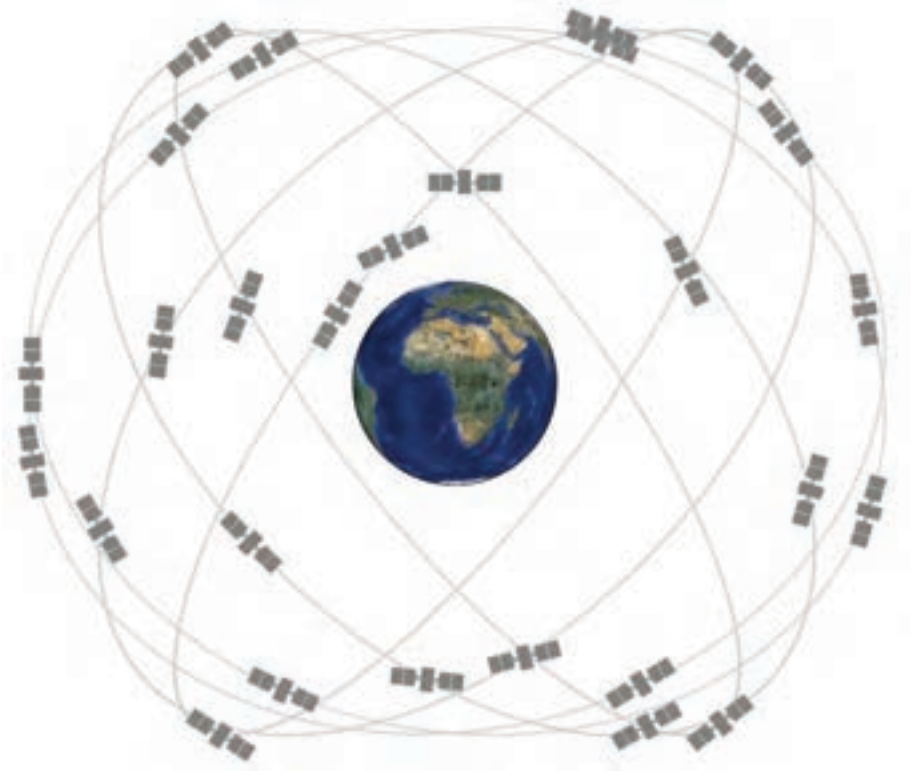
تحقیق کنید

شعاع دایره‌ای که تمام ناظران قرار گرفته در محیط آن، شی آسمانی را در یک زاویه رصد می‌کنند، از چه رابطه‌ای به‌دست می‌آید.

حال برای به‌دست آوردن یک نقطه واحد بر روی زمین، ناظر می‌تواند همزمان سه جرم آسمانی را رصد و با رسم دوایر آن بر روی نقشه، نقطه خود را مانند شکل ۱۲روی زمین به‌دست آورد.
البته آنچه گفته شد، مفهوم کلی و اساس ناوبری نجومی بود. ناوبران برای به‌دست آوردن نقطه خود بر روی نقشه‌های دریایی و به‌دست آوردن طول و عرض دقیق جغرافیایی، از جداول مرجع که در کتاب‌های ناوبری درج گردیده است و محاسبات ویژه استفاده می‌کنند.
اِشکال اساسی در ناوبری نجومی این بود که رصد کردن اجرام آسمانی فقط در ساعات معینی از روز امکان‌پذیر بوده و همواره مشکلاتی را برای ناوبران به‌وجود می‌آورد. با پیشرفت علم، انسان در این اندیشه بود که به‌جای ستاره‌ها، از وسایلی و تجهیزات جایگزینی استفاده کند که کنترل آنها در دست بشر بوده و در هر لحظه از شبانه روز امکان رصد کردن باشند.
در نهایت انسان با قرار دادن ماهواره در جو اطراف زمین به راه حل تازه‌ای برای حل مشکل مکان‌یابی دست یافت.

سیستم موقعیت‌یاب جهانی یا G.P.S.

جی. پی. اس. یا **Global Positioning System** یک سیستم راهبری و مسیریابی ماهواره‌ای است که از شبکه‌ای با حداقل ۲۸ ماهواره فعال تشکیل شده است. این ماهواره‌ها به سفارش وزارت دفاع ایالات متحده ساخته و در مدار زمین قرار داده شده‌اند. جی. پی. اس. در ابتدا برای مصارف نظامی‌تهیه شد ولی از سال ۱۹۸۰ استفاده عمومی‌آن آزاد و آغاز شد.



شکل ۱۳ــ ۲۸ ماهواره سیستم GPS

خدمات این مجموعه در هر شرایط آب و هوایی و در هر نقطه از کره زمین در تمام شبانه‌روز در دسترس است و استفاده از آن رایگان است.

ماهواره‌های **GPS** با ایستگاه‌های ویژه‌ای بر روی زمین در تماس هستند و همواره موقعیت آنها در فضا مشخص است. دستگاه گیرندهٔ جی.پی.اس، ضمن ارتباط با تعدادی از این ماهواره‌ها، فاصلهٔ گیرنده را تا آنها تعیین می‌کند و سپس موقعیت دقیق روی زمین به‌دست می‌آید. هرچه گیرندهٔ **GPS** به ماهواره‌های بیشتری وصل شود، اطلاعات دقیق‌تری را محاسبه خواهد کرد.

علاوه بر جی. پی. اس، دو سیستم کمابیش مشابه دیگر نیز وجود دارد:

۱ سیستم گلوناس که دولت شوروی ساخته و اکنون به‌دست کشور روسیه اداره می‌شود.

۲ سیستم گالیله که کشورهای اروپایی آن را برای وابسته نبودن به سیستم آمریکایی جی.پی.اس. ساخته‌اند.

اساس عملکرد سیستم موقعیت‌یابی جهانی یا GPS

بخش فضایی: در حال حاضر سیستم جی.پی.اس (**GPS**) شامل ۲۸ ماهواره فعال است که در مداری به طول ۱۱,۰۰۰ مایل دریایی بالای زمین در حرکت بوده و پیوسته به‌وسیله ایستگاه‌های زمینی در سراسر جهان نظارت می‌شوند. هر کدام از این ماهواره‌ها که **NAVSTAR** نیز نامیده می‌شوند ۲۰۰۰ پوند وزن دارند، این ماهواره‌ها دارای صفحات آفتابی به پهنای ۱۷ فوت بوده و با سرعتی در حدود ۱۰۸ مایل در ثانیه به دور زمین می‌گردند.

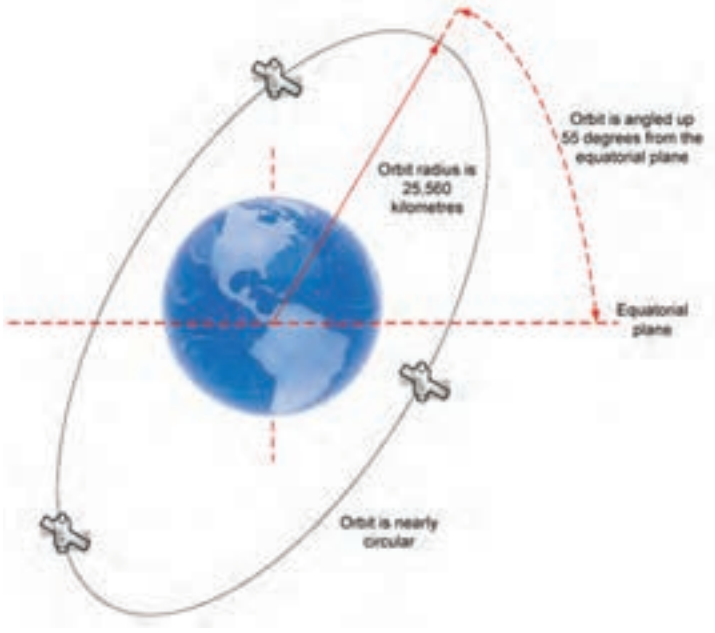
شکل ۱۴ــ یک نمونه ماهواره GPS

تحقیق کنید

ماهواره‌های **GPS** در چند مدار و در چه ارتفاعی از زمین حرکت می‌کنند.

این ماهواره‌ها که کل سطح کره زمین را به‌طور همزمان پوشش می‌دهند، زمان یکبار چرخش ماهواره‌های **GPS** به دور زمین در حدود ۱۲ ساعت نجومی است. به عبارتی در هر ۲۴ ساعت خورشیدی در طول شبانه روز ماهواره دوبار از افق یک محل می‌گذرد.

همان‌طور که می‌دانیم شبانه روز خورشیدی ۴ دقیقه از شبانه روز نجومی بیشتر است لذا در هر روز نسبت به روز قبل ماهواره ۴ دقیقه زودتر در افق یک محل ثابت طلوع می‌کند.



شکل۱۵ـ زاویه چرخش ماهواره‌های GPS

کار در منزل

انرژی مصرفی هر کدام از ماهواره‌های **GPS** چقدر است؟
ماهواره‌های این انرژی را از چه منبعی تأمین می‌کنند؟

ایستگاه‌های زمینی: ایستگاه‌های کنترل زمینی است، دارای مختصات معلوم هستند و موقعیت آنها از طریق روش‌های کلاسیک تعیین موقعیت نظیر روش **VLBI** (تعیین فواصل بلند توسط کوازارها) و روش **SLR** (فاصله سنجی ماهواره‌ای با امواج لیزر) به‌دست آمده است. این ایستگاه‌ها وظیفه تعقیب و مشاهده شبانه روزی ماهواره‌های جی پی اس (**GPS**) را بر عهده دارند.

تعداد این ایستگاه‌های زمینی ۵ عدد است که ایستگاه اصلی با نام کلرادو اسپرینگ در آمریکا قرار دارد و ۴ ایستگاه فرعی دیگر در نقاط دیگر کره زمین مستقر هستند.

شکل ۱۶ـ مکان ایستگاه‌های زمینی سیستم GPS

آخرین بخش از سیستم جی پی اس (**GPS**)، قسمت **USER** یا کاربران سیستم می‌باشد که خود شامل دو بخش است:

۱ آنتن دریافت‌کننده اطلاعات ارسالی از ماهواره‌ها.

۲ گیرنده (پردازش‌کننده اطلاعات دریافتی و تعیین‌کننده موقعیت محل آنتن)

نرم‌افزار و ریزپردازنده داخل گیرنده، فاصله بین آنتن زمینی تا ماهواره‌های مرتبط با گیرنده را تعیین می‌کند سپس با استفاده از حداقل ۴ ماهواره موقعیت **X** و **Y** و ارتفاع محل استقرار آنتن یا همان گیرنده تعیین می‌شود.

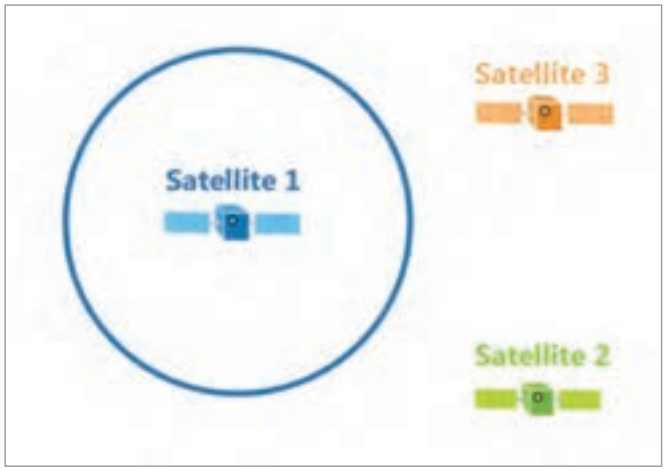
گیرنده‌های جی پی اس (**GPS**) به دو دسته اصلی برابر جدول شماره ۱ تقسیم می‌شوند:

جدول ۱ــ تقسیم‌بندی گیرنده‌های GPS

گیرنده‌های GPS نظامی	
گیرنده‌های GPS غیر نظامی	

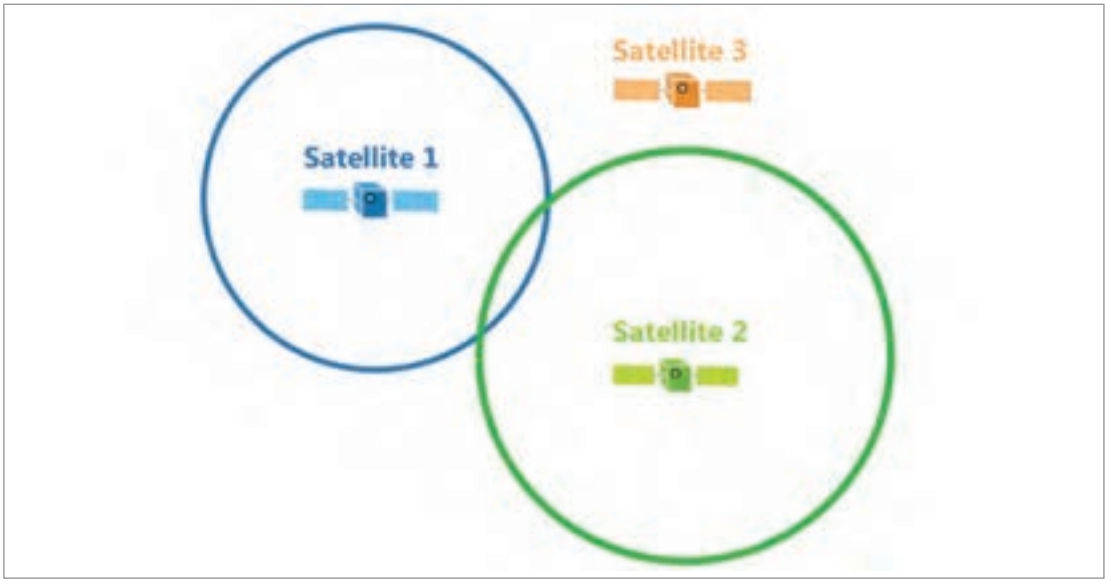
روش تعیین موقعیت توسط GPS: ماهواره‌های این سیستم، در مدارهای دقیق هر روز ۲ بار به دور زمین می‌گردند و اطلاعاتی را به زمین مخابره می‌کنند. گیرنده‌های جی. پی. اس. این اطلاعات را دریافت کرده و با انجام محاسبات هندسی، محل دقیق گیرنده را نسبت به زمین محاسبه می‌کنند. در واقع گیرنده زمان ارسال سیگنال از ماهواره را با زمان دریافت آن مقایسه می‌کند. از اختلاف این دو زمان، فاصله گیرنده از ماهواره تعیین می‌گردد. این عمل را با داده‌های دریافتی از چند ماهواره دیگر تکرار می‌کند و بدین ترتیب محل دقیق گیرنده را با تقریب ناچیز معین می‌کند.

اگر فاصله ما از ماهواره ۱ در حدود ۱۰ کیلومتر باشد بنابراین مکان ما در فضا بر محیط کره به مرکزیت ماهواره ۱ و شعاع ۱۰ کیلومتر منطبق می‌باشد. شکل ۱۷.



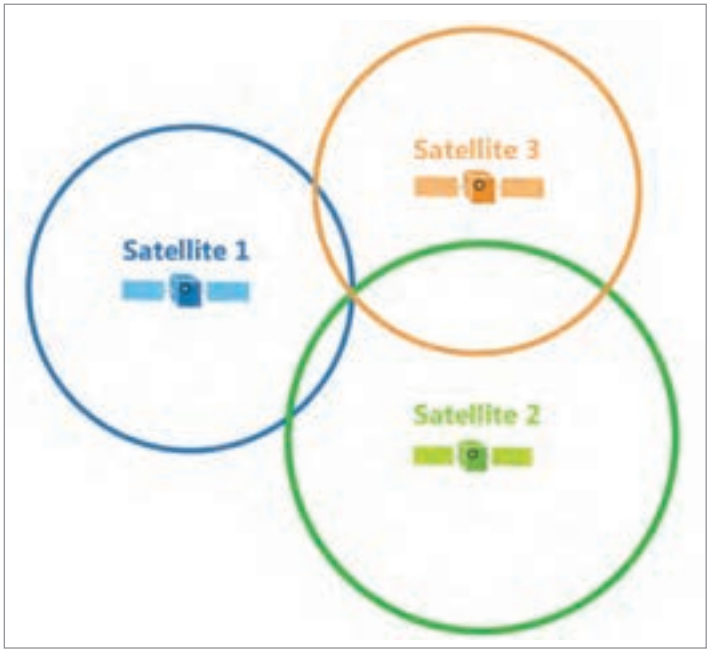
شکل ۱۷

حال فرض می‌کنیم فاصله ما از ماهواره ۲ در حدود ۱۱ کیلومتر باشد. در این حالت نیز مکان ما در فضا برروی محیط کره‌ای به مرکز ماهواره ۲ و شعاع ۱۱ کیلومتر واقع است فصل مشترک این دو کره می‌تواند یک دایره باشد، که مکان ما به‌طور قطع بر روی محیط این دایره قرار دارد. شکل ۱۸.



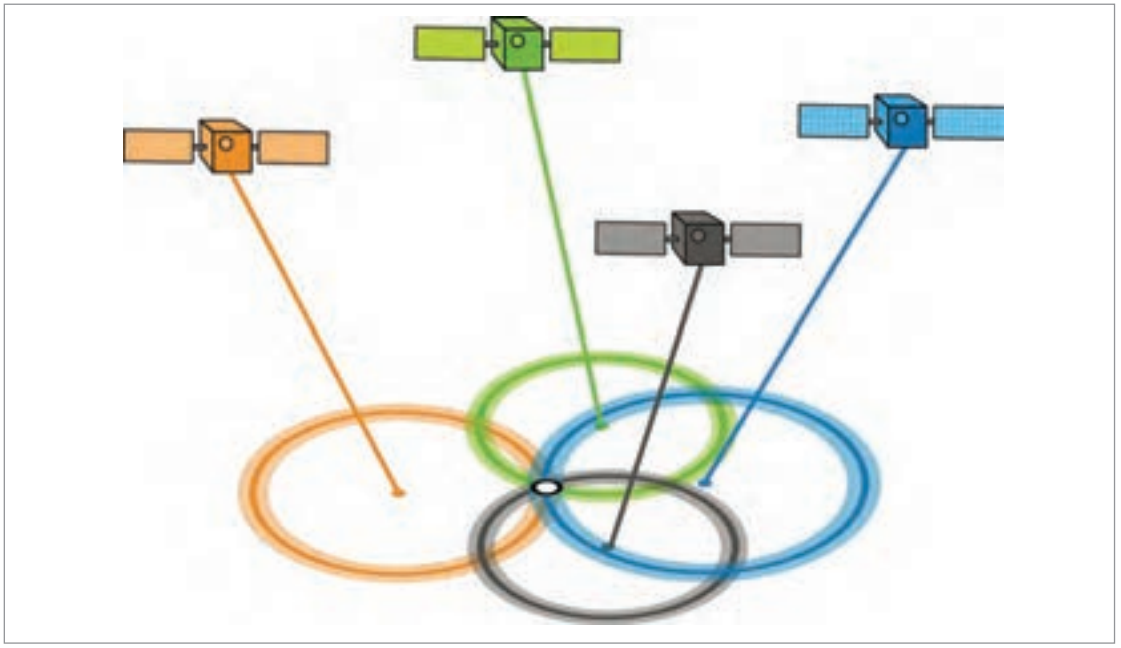
شکل ۱۸

حال اگر ماهواره سوم را نیز در نظر بگیریم که فاصله‌اش با ما ۱۲ کیلومتر باشد. در این صورت فصل مشترک کره مربوط به ماهواره ۳ با فصل مشترک کره‌های ماهوارهٔ ۱و۲ حداکثر دو نقطه می‌باشد که قطعاً یکی از این دو نشان‌دهنده مکان واقعی ما خواهد بود. اما به‌طور قطع یکی از این دو نقطه نامعقول می‌باشد. شکل ۱۹

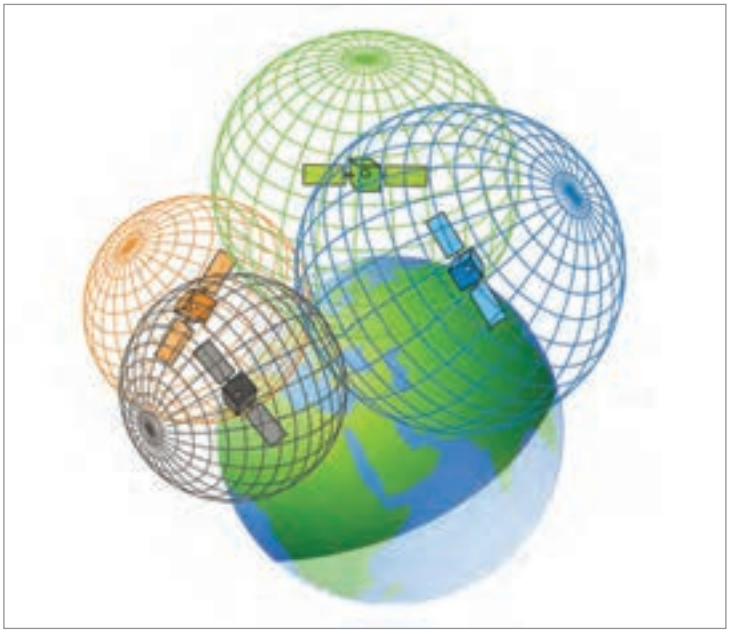


شکل ۱۹

از نظر تئوری با استفاده از۳ ماهواره می‌توانیم مکان خود را به‌دست آوریم. ولی به دلیل فنی اگر چنانچه ماهواره چهارم را همانند ماهواره‌های ۱و۲ انتخاب کنیم، به‌طور قطع فصل مشترک این چهار کره، یک نقطه خواهد بود و این نقطه مختصات مکانی ما را نشان می‌دهد. کاربرانی که در ارتفاعی مشخص قرار دارند، (مانند کشتی‌هایی که در سطح دریا واقع باشند) به سهولت می‌توانند با استفاده از دو ماهواره مکان خود را تعیین نمایند. شکل‌های ۲۰ و ۲۱.



شکل ۲۰



شکل ۲۱

به‌طور خلاصه می‌توان بیان کرد که مبنای کار **GPS** استفاده از ماهواره به عنوان مرجعی جهت یافتن موقعیت در هر نقطه زمین می‌باشد. سایر مسایل این سیستم صرفاً جزییات تکنیکی هستند که به سرعت، دقت و سهولت عمل موقعیت‌یابی کمک می‌کنند.

فعالیت کارگاهی

به کمک یک دستگاه جی. پی. اس. دستی موقعیت کلاس خود را مشخص کنید.
آیا به کمک این جی. پی. اس. ارتفاع کلاس از سطح دریا نیز مشخص می‌شود؟

اساس محاسبات سیگنال‌های جی. پی. اس.

در سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS قدم اساسی دانستن میزان مسافت از ماهواره است. بنابراین استفاده از تکنیک‌های پیشرفته به‌منظور محاسبه مسافت، امری اجتناب ناپذیر است. ایده اصلی این موضوع براساس همان معادله سرعت نور در مدت زمان تأخیر استوار است. سیستم GPS بدین صورت کار می‌کند که گیرنده کاربر مدت زمانی را که طول می‌کشد تا امواج رادیویی از ماهواره به او برسد را اندازه‌گیری می‌کند.
همان‌طورکه می‌دانید امواج رادیویی با سرعت نور حرکت می‌کنند. بدین ترتیب گیرنده GPS با حاصل ضرب زمان اندزه‌گیری شده در سرعت نور، مسافت خود را تا ماهواره به‌دست می‌آورد و این کار حداقل بایستی برای ۳ ماهواره مشخص، صورت گیرد. بنابراین باید برای اندازه‌گیری زمان رسیدن به سیگنال از ساعت‌های خیلی کوتاه باشند زیرا امواج با داشتن سرعت نور خیلی سریع حرکت می‌کنند.
مثلاً اگر ماهواره‌ای دقیقاً در بالای سر یک شناور در دریا باشد، حدود ۶۰ میلی ثانیه طول می‌کشد تا امواج رادیویی آن به شناور برسد. دقت ساعت گیرنده‌های GPS حدود نانو ثانیه می‌باشد. یک اختلاف زمانی بین

کپی کد GPS ایجاد شده در گیرنده با اصل کد رسیده از ماهواره وجود دارد که با ضرب‌کردن آن در سرعت نور، شبه فاصله به‌دست می‌آید.
به‌وسیله گیرنده‌های سیستم GPS می‌توان هم به روش مطلق و هم به روش نسبی تعیین موقعیت کرد و برای تعیین موقعیت در هر یک از دو روش فوق می‌توان از روش‌های ایستا (STATIC) ، متحرک (KINEMATICS) و نیمه متحرک (SEMI_KINEMATIC) استفاده کرد.
در روش مطلق، موقعیت نسبی نقطه نسبت به یک نقطهٔ مختصات دار معلوم (X,Y,Z) به‌دست می‌آید. روش تعیین موقعیت نسبی به علت حذف خطاهای سیستماتیک موجود در اندازه گیری‌های GPS از اهمیت خاصی برخوردار است و برای انجام آن نیاز به دو گیرنده جی.پی.اس. (GPS) می‌باشد که به‌طور همزمان ماهواره‌های مشترک را مشاهده و اندازه‌گیری نمایند. منظور از همزمانی، بدین معنی است که شرایط اندازه‌گیری برای هر دو گیرنده مستقر در ایستگاه‌های استقرار، یکی با مختصات معلوم و دیگری با مختصات مجهول، یکسان باشد.
از روش تعیین موقعیت نسبی اکثراً در کارهای نقشه‌برداری و گسترش شبکه‌های ژئودزی استفاده می‌شود.
دقت تعیین مختصات مطلق با سیستم GPS در حال حاضر در بهترین حالت ۳ ± متر می‌باشد و دقت تعیین مختصات نسبی با این سیستم در حد میلی‌متر است.
هر ماهواره جی.پی.اس (GPS) به‌طور مستقل اطلاعات زیر را توسط آنتن‌های تعبیه شده بر روی بدنه اش به زمین ارسال می‌نماید:

۱ امواج حامل :

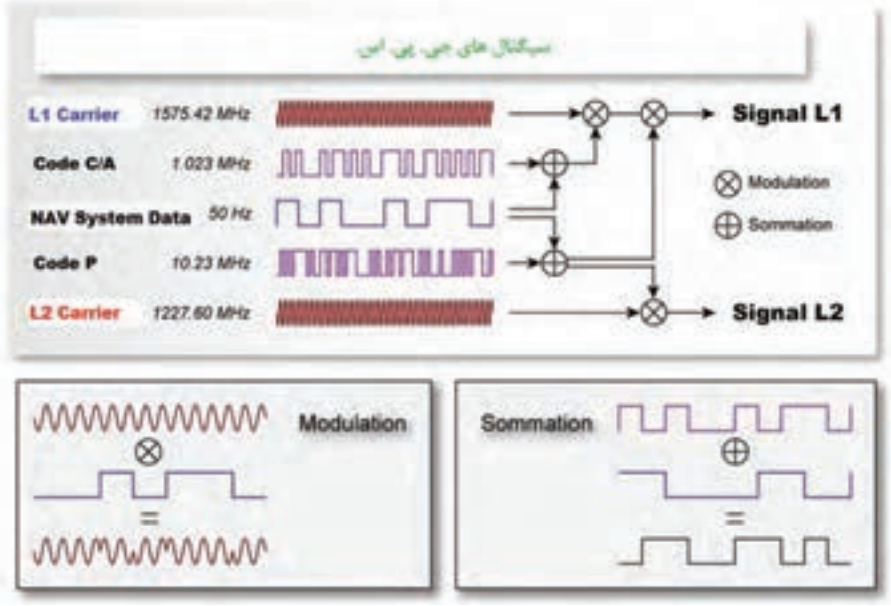
- موج حامل (L۱) با فرکانس F۱=۱۵۷۵,۴۵ MHZ
- موج حامل (L۲) با فرکانس F۲=۱۲۲۷,۶۰ MHZ

۲ کدهای اطلاعاتی(به‌صورت دو دویی) :

جدول ۲ـ کدهای اطلاعاتی GPS

عنوان کد اطلاعاتی	شناسه	فرکانس
کد غیر نظامی	C/A	۱,۰۲۳ MHZ
کد دقیق	P	۱۰,۲۳ MHZ
کد سری	Y	۱۰,۲۳ MHZ

برای رسیدن به حداکثر دقت و کارآیی GPS توسط یک گیرنده باید از گیرنده ای استفاده کرد که هر دو موج حامل L۱ و L۲ و کدهای فوق را دریافت نموده و بتواند کد سری Y را به یک کدP و بالعکس تبدیل کند.

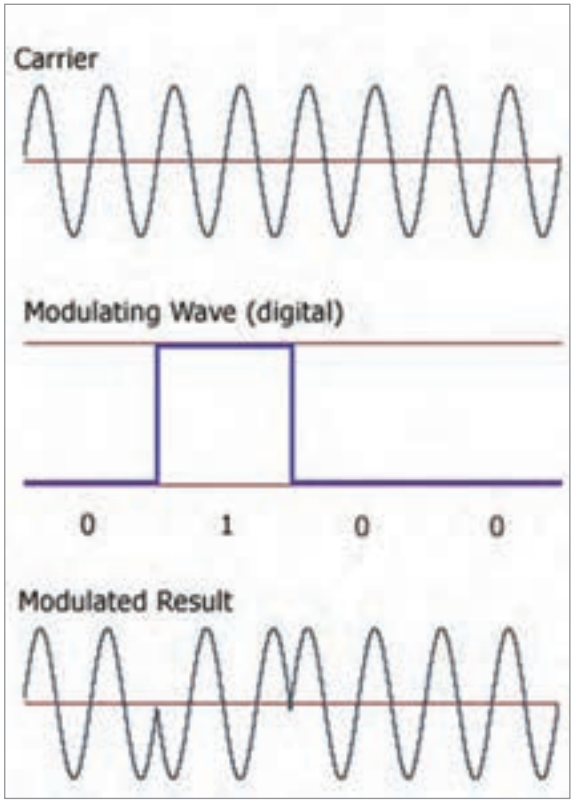


شکل ۲۲ـ سیگنال‌های GPS

۳ پیام ماهواره(MESSAGE) با فرکانس F=۱۵۰۰ MHZ که حامل اطلاعات زیر می‌باشد:

- اطلاعات مدار ماهواره که مربوط به موقعیت ماهواره می‌شود.
- اطلاعات مربوط به زمان.
- اطلاعات شماره ماهواره.
- اطلاعات مربوط به ضریب دقت آرایش هندسی ماهواره‌ها (لازم به ذکر است که چنانچه ماهواره‌ها در افق منطقه مورد نظر باشند نه در بالای سر و یا اگر زاویه هر دو ماهواره با هم ۱۲۰ درجه باشد تعیین موقعیت محل دارای دقت بیشتری خواهد بود.)

مجموعه اطلاعات فوق یعنی امواج حامل، کدهای اطلاعاتی و پیام ماهواره، همراه یکدیگر توسط مدولاسیون فاز به سمت زمین مخابره شده و گیرنده‌های زمینی که قابلیت‌ها و انواع متفاوتی دارند، ضمن دریافت مجموعه فوق پس از عمل DE MODULATION هر بخش را برای منظور خاص خود مورد استفاده قرار می‌دهد. (شکل۲۳)



شکل ۲۳ـ مدولاسیون و دمدولاسیون اطلاعات GPS

دریافت کلیه اطلاعات ذکر شده در موارد سه گانه بالا را داشته باشد و بتواند هر یک را به طرق جداگانه دریافت کند و ارزان‌ترین گیرنده هم گیرنده‌ای است که تنها قابلیت دریافت موج حامل L۱ و کد C/A و پیام ماهواره را دارد. گفتنی است که کد C/A فقط بر روی موج L۱ مدوله می‌شود ولی کدP بر روی هر دو موج وجود دارد.

ما اگر بخواهیم عملکرد این ماهواره‌ها به‌طور ساده تر بررسی کنیم به نتایج زیر می‌رسیم:

سیگنال‌هایی که هر ماهواره GPS ارسال می‌کند شامل یک کد شبه تصادفیPseudo Random Code، داده‌ای بنام Ephemeris و یک داده تقویمی بنام Almanac می‌باشد. کد شبه تصادفی مشخص کننده ماهواره ارسال‌کننده اطلاعات (کد شناسایی ماهواره) می‌باشد.

بیشتر بدانید

هر ماهواره با کدی مخصوص شناسایی می‌شود. RPN Random Code Pseudo عددی است بین ۱ و ۳۲ . این عدد در گیرنده هر GPS نمایش داده می‌شود. دلیل اینکه تعداد این شناسه‌ها بیش از ۲۸ می‌باشد امکان تسهیل در نگهداری شبکه GPS باشد. زیرا ممکن است یک ماهواره پرتاب شود و شروع به کار نماید قبل از اینکه ماهواره قبلی از رده خارج شده باشد. به این دلیل از یک عدد دیگر بین ۱ و ۳۲ برای شناسایی این ماهواره جدید استفاده می‌شود.

داده‌های Ephemeris دائماً به‌وسیله ماهوارها ارسال می‌گردد و حاوی اطلاعاتی در مورد وضعیت خود ماهواره (سالم یا ناسالم) و تاریخ و زمان فعلی می‌باشد. گیرنده GPS بدون وجود این بخش از پیام در مورد زمان و تاریخ فعلی درکی ندارد. این بخش پیام نکته اساسی برای تعین مکان می‌باشد.

تقویم Almanac داده‌هایی را انتقال می‌دهد که نشان‌دهنده اطلاعات مداری برای هر ماهواره و تمام ماهواره‌های دیگر سیستم می‌باشد.

شکل ۲۴

حال می‌توان شیوه کار GPS را بهتر بررسی کرد. هر ماهواره پیامی‌را ارسال می‌کند که به‌طور ساده می‌گوید :
من ماهواره شماره X هستم، موقعیت فعلی من Y است، و این پیام در زمان Z ارسال شده است.
هر چند که این شکل ساده شده پیام ارسالی است ولی می‌تواند کل طرز کار سیستم را بیان نماید. گیرنده GPS پیام را می‌خواند و داده‌های را جهت استفاده بعدی ذخیره می‌نماید. این اطلاعات می‌توانند برای تصحیح و یا تنظیم ساعت درونی GPS نیز به‌کار روند.
حال برای تعیین موقعیت، گیرنده GPS زمان‌های دریافت شده را با زمان خود مقایسه می‌کند. تفاوت این دو مشخص‌کننده فاصله گیرنده GPS از ماهواره مزبور می‌باشد. این عملی است که دقیقاً یک گیرنده GPS انجام می‌دهد. با استفاده از حداقل سه ماهواره یا بیشتر، GPS می‌تواند طول و عرض جغرافیایی مکان خود را تعیین نماید. (که آن را تعیین دو بعدی می‌نامند) و با تبادل با چهار (و یا بیشتر) ماهواره یک GPS می‌تواند موقعیت سه بعدی مکان خود را تعیین نماید که شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع می‌باشد. با انجام پشت سر هم این محاسبات، GPS می‌تواند سرعت و جهت حرکت خود را نیز به دقت مشخص نماید.

شکل ۲۵ـ ماهواره‌های کمک ناوبری

امروزه در بعضی مکان‌های ایران، قادر به دریافت اطلاعات تا ۱۰ ماهواره می‌باشیم و حداقل به ۴ تا ۵ ماهواره در هر زمان از شبانه روز و در هر مکان دسترسی داریم.

شکل ۲۶ـ نمونه دستگاه‌های GPS دستی

هر قدر تعداد ماهواره‌های قابل مشاهده بیشتر شود معادلات اساسی تعیین موقعیت بیشتر خواهند شد و بنابراین زمان لازم برای تعیین موقعیت یک نقطه کاهش یافته و دقت تعیین موقعیت نیز افزایش خواهد یافت.

شکل ۲۷ـ دستگاه GPS ثابت

جدول ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	کاربا دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	توانمندی درخصوص ناوبری نجومی و استفاده از GPS به‌منظور مکان‌یابی در دریا	بالاتر از حد انتظار	۱ تشریح اصول ناوبری نجومی. ۲ شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی. ۳ تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان‌یابی. ۴ تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی. ۵ تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی ■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ تشریح اصول ناوبری نجومی. ۲ شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی. ۳ تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان یابی. ۴ تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی. ۵ تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی ■ هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ تشریح اصول ناوبری نجومی. ۲ شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی. ۳ تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان‌یابی. ۴ تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی. ۵ تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

چراغ‌های ناوبری

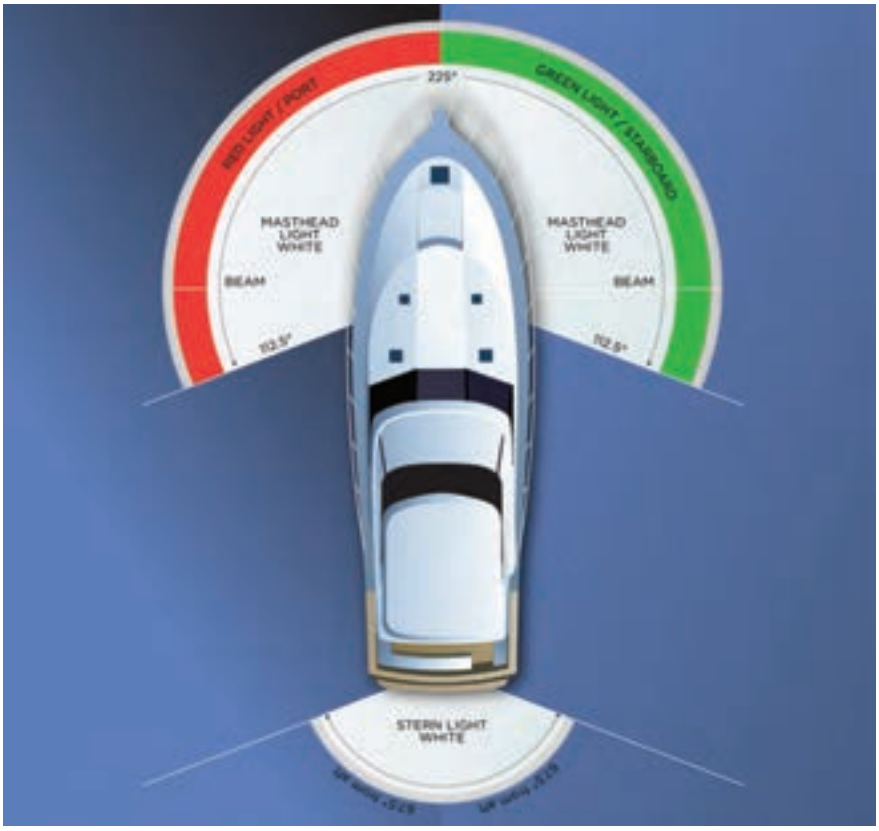
تمامی شناورهای نظامی و تجاری که در شب یا در شرایط دید محدود تردد می‌نمایند، بایستی از چراغ‌های ناوبری مصوب استفاده کنند. حتی شناورهایی که از زمان غروب آفتاب تا سحر، در حال تردد نیستند نیز باید از چراغ‌های ناوبری استفاده کنند، مانند شناوری که در لنگر باشد یا در زمان وقوع رگبار شدید باران قرار گیرد.

شکل ۲۸ـ انواع چراغ‌های ناوبری

اهمیت و عملکرد چراغ‌های ناوبری

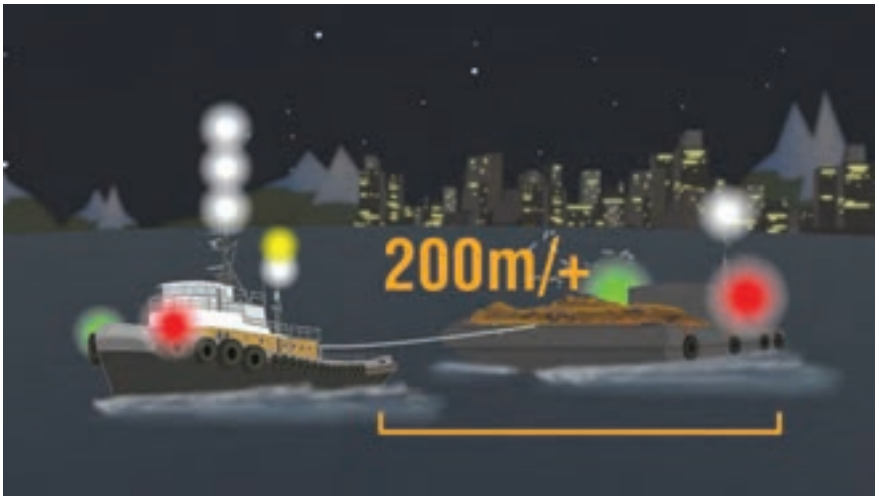
مهم‌ترین عملکرد چراغ‌های ناوبری، کمک به جلوگیری از وقوع هرگونه تصادف سنگین در دریا می‌باشد. تمامی شناورهای سبک و سنگین، تجاری و نظامی، نیازمند داشتن چراغ‌های شب به‌عنوان جزیی از سیستم ناوبری می‌باشند. برابر اصول قوانین چراغ‌های ناوبری، سه رنگ برای به‌کارگیری در چراغ‌های انتخاب گردیده است.

امروزه چراغ‌های ناوبری دریایی به تبعیت از قوانین بین‌المللی، شامل سه چراغ به رنگ‌های سبز، قرمز و سفید می‌باشد که به‌طور یکسان برابر الگوی شکل در همه شناورها به‌کار برده می‌شود.



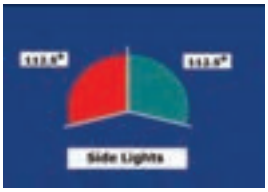
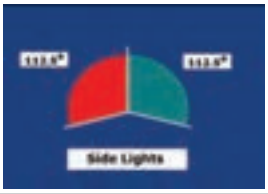
شکل ۲۹ـ الگوی قرارگیری چراغ‌های ناوبری بر روی کشتی‌ها و قایق‌ها

الگوی قرارگیری چراغ‌های ناوبری بر روی کشتی‌ها و قایق‌ها، مطابق قوانین انجمن بین‌المللی چراغ‌های دریایی (IALA) می‌باشد. (IALA, International Association of Lighthouse Authorities) (شکل۲۹) الگوی چراغ‌های ناوبری برابر جدول شماره ۳ توصیف می‌شود:

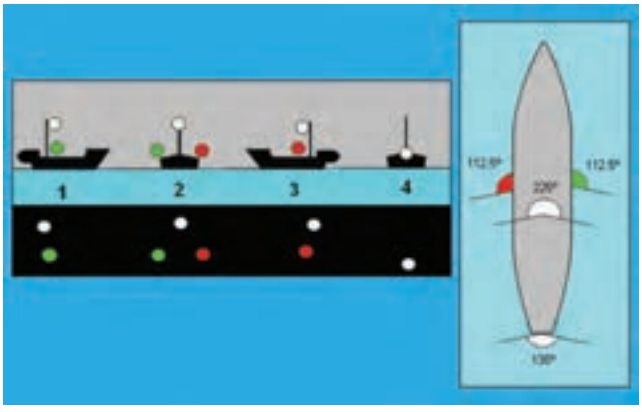


شکل ۳۰

جدول ۳

عنوان	رنگ	قطاع دید	محل نصب	تصویر
Masthead چراغ دکل	سفید		تقریباً وسط شناور متمایل به سینه	
Port Sidelight چراغ برد راست	سبز		جلو شناور برد راست	
Starboard Sidelight چراغ برد چپ	قرمز		جلو شناور برد چپ	
Stern Light چراغ پاشنه	سفید		عقب شناور پاشنه	
Towing Light چراغ یدک پاشنه	زرد		عقب شناور پاشنه	

فاصله دیدن چراغ‌های ناوبری از سه تا شش مایل دریایی، بسته به نوع شناور متفاوت است. مسافت دیدن



شکل ۳۱ــ دیده شدن چرغ‌های ناوبری از جهت‌های مختلف

چراغ‌های ناوبری کشتی‌های بزرگ در مقایسه با شناورهای کوچک و قایق‌ها بیشتر است. (جدول۴)

جدول ۴ـ مسافتی که چراغ‌های ناوبری انواع شناورها در آن قابل دیدن هستند

چراغ‌ها	مسافت	مسافت	مسافت
(مسافت مایل دریایی)	شناور بالای ۵۰ متر	شناور بین ۱۲ تا ۵۰ متر	شناور کوتاه تر از ۵۰ متر
Masthead Light	۶	۳ یا ۵	۲
Side Light	۳	۲	۱
Stern Light	۳	۲	۲
Towing Light	۳	۲	۲
All Round Light	۳	۲	۲

سرویس و نگهداری چراغ‌های ناوبری

چراغ‌های ناوبری در محلی بلندی از شناور نصب می‌شوند که از فاصله دور به سهولت برای سایر شناورها قابل دیدن باشند، اما زمانی که موضوع انجام سرویس و یا تعمیرات مطرح می‌شود، ارتفاع بلند محل نصب چراغ‌های ناوبری، دسترسی به آنها را به ویژه در دریاهای آزاد، امری خطرناک و دشوار می‌سازد.

در مجموع سه محل مهم برای نصب چراغ‌های ناوبری در شناور وجود دارد:

- دکل جلو،
- دکل اصلی،
- جایگاه نصب چراغ‌های ناوبری در پاشنه

شکل ۳۲ـ محل نصب چراغ‌ها ناوبری

فعالیت کلاسی

درخصوص محل نصب و کاربرد هر کدام از چراغ‌های نام برده شده در جدول شماره ۳ بحث کنید.

اقدامات ایمنی زیر بایستی قبل از شروع هرگونه تعمیرات یا سرویس بر روی چراغ‌های ناوبری، مدنظر قرار گیرد:

- مجوز انجام تعمیرات یا سرویس اخذ شود.
- علایم هشداردهنده نصب و افسر یا مسئول مربوطه در جریان کار قرار گیرد.
- سعی شود تا حد امکان، سرویس‌های برنامه‌ای و روتین چراغ‌ها، زمانی که شناور در اسکله است، انجام شود.
- قبل از بالا رفتن از دکل، مجوز کار در ارتفاع، اخذ شود.
- رادار خاموش و فیوز آن خارج شود.
- تغذیه صوت شناور قطع شود.
- تمامی دستگاه‌های رادیویی که آنتن آنها در نزدیکی دکل بوده و برای سلامتی انسان مضر می‌باشند، خاموش شوند.
- زمانی که مجبور هستید در حال دریا نوردی، بر روی چراغ‌های ناوبری کار کنید، قبل از بالا رفتن از دکل، سرعت و جهت وزش باد را از بادسنج شناور، کنترل نمایید. در صورتی که باد شدید باشد، از بالارفتن از دکل خودداری کنید.
- رول و پیچ شناور را چِک کنید. اگر میزان آن زیاد باشد، از بالا رفتن از دکَل خودداری کنید.

شکل ۳۳ـ ایمنی در انجام تعمیرات

فعالیت کارگاهی

یک دستگاه چراغ ناوبری را در کلاس باز کرده و اجزای آن را مشاهده کنید.
درخصوص منبع تغذیه چراغ‌های ناوبری بحث کنید.

شکل ۳۴ـ چراغ‌های ناوبری

جدول ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	بررسی دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	چگونگی کار با دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری	بالاتر از حد انتظار	۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری. ۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور. ۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل ■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری. ۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور. ۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری. ۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور. ۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل ■ هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

۱ـ شرح کار:

- تشریح اصول ناوبری نجومی.
- شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.
- تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان‌یابی.
- تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی.
- تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای بر اساس نوع کاربرد تجاری و نظامی
- تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.
- تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.
- آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل

۲ـ استاندارد عملکرد:

توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانیGPS و چراغ‌های ناوبری به‌کار رفته در شناورها.

۳ـ شاخص‌ها:

تشریح کامل تجهیزات و دستگاه‌های ناوبری نجومی، ناوبری الکترونیکی.

۴ـ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به تجهیزات ناوبری نجومی و ناوبری الکترونیکی

ابزار و تجهیزات: تجهیزات ناوبری نجومی تجهیزات ناوبری الکترونیکی ـ چراغ‌های راه

۵ـ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح اصول ناوبری نجومی.	۲	
۲	شناخت و تشریح عملکرد ابزارهای سنجش ناوبری نجومی.	۲	
۳	تشریح اصول عملکرد ماهواره‌های مکان یابی.	۱	
۴	تشریح عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی.	۱	
۵	تشریح انواع تجهیزات موقعیت‌یاب ماهواره‌ای براساس نوع کاربرد تجاری و نظامی.	۱	
۶	تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری.	۲	
۷	تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری بر روی شناور.	۱	
۸	آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار؛ ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛ ۴ـ رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای		۲	

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.

پودمان ۲

کاربری دستگاه‌های مخابراتی

واحد یادگیری ۲

کاربری دستگاه‌های مخابراتی

آیا تاکنون پی برده‌اید

۱ دریانوردان چگونه با ساحل و کشتی‌های دیگر ارتباط برقرار می‌کنند؟
۲ مخابرات دریایی از چه جایگاه و اهمیتی در میان دریانوردان، برخوردار است؟
۳ ارتباط میان ایمنی و مخابرات دریایی چیست؟

استاندارد عملکرد

■ هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان تحلیل عملکرد سامانه مخابرات دریایی، کار با دستگاه‌های مخابراتی و سرویس و نگهداری آن‌ها می‌باشد.

مخابرات دریایی

با افزایش ترافیک دریایی در سرتاسر جهان، بهبود ایمنی و امنیت و حفاظت از محیط‌زیست نیز اهمیت بیشتری یافته است. هنگامی که اخذ تصمیمات مهم برای سرعت بخشیدن به‌حفاظت یا ارتقای هریک از این عوامل یاد شده در میان باشد، ارتباط خوب بین همه عناصر درگیر در زنجیره دریایی ضروری است.

شکل ۱ــ ترافیک دریایی

ساختار مخابرات راه دور برای کسانی که در دریا هستند بسیار مهم بوده و حتی اهمیت حیاتی دارد، زیرا تنها سامانه ارتباطی جهت برقراری تماس با سایر شناورهای اطراف و ایستگاه‌های زمینی مستقر در جای جای این گیتی می‌باشد. سیستم های ارتباطی پیشرفته، ارتباطات بین کشتی ـ ساحل و ساحل ـ کشتی را با استفاده از ماهواره و زیرساخت‌های رادیویی و تلفن‌های زمینی را برقرار می‌کنند. فناوری پیشرفته صوتی و مبادلات داده‌ها، امروزه به این معنی است که صاحبان کشتی‌ها، کاربران و خدمه می‌توانند در هر کجا که باشند، با یکدیگر در تماس باشند.

شکل ۲ــ الگوی ارتباط دریایی

برقراری ارتباطات خوب در کشتی نیز یکی دیگر از اهداف مهم مخابرات دریایی است. این امر باعث می‌شود خدمه کشتی که اغلب دور از خانواده و دوستان هستند، بتوانند با آن‌ها در تماس باشند، اینترنت به‌طور همزمان برای کارکنان کشتی برقرار باشد. به روز رسانی آب و هوا و نمودار، گزارش موقعیت، ارتباط با رسانه‌های جمعی و تجهیزات تشخیص از راه دور نیز از مزایای ارتباط خوب می‌باشد.
دریانوردان باید بتوانند با کشتی‌های دیگر ارتباط برقرار کنند تا اطلاعات ایمنی دریایی در کوتاه‌ترین زمان، دریافت و ارسال شود. همچنین هشدارهای اضطراری برای مراکز هماهنگی نجات در ساحل و کشتی‌های نزدیک در هر کجا که باشند، ارسال و یا در شرایط اضطراری، پیام های هماهنگی از این مراکز دریافت گردد.

شکل ۳ـ ایستگاه ساحلی

بدون شک، ارتباطات دریایی قابل اعتماد در ذهن اکثر دریانوردان برابر با ایمنی است. داشتن توانایی برقراری ارتباط با افرادی که می‌توانند کمک به شما را فراهم کنند، ارزش بسیار بیشتری از هزینه‌های حتی گران‌قیمت با کیفیت بالای رادیو دریایی دارد.
بنابراین زمانی که دریانوردی آغاز می‌شود، بسته به اینکه سفر یک روزه کوتاه یا هزار مایل دریایی است، بایستی تجهیزات مخابراتی مناسب به‌همراه داشته باشید. رادیو VHF دریایی برای ارتباطات کوتاه مدت، MF / HF Single Sideband برای ارتباطات بلند مدت و یا سیستم های ماهواره‌ای که تقریباً در سراسر جهان امکان‌پذیر است اختصاص داده شده‌اند.

تلفن همراه به جای رادیو

داشتن یک تلفن همراه در دریا به شما اجازه می‌دهد به راحتی با مخاطبین که در ساحل قرار دارند مانند: فامیل، دوستان و کسب و کارهایتان ارتباط برقرار کنید. آن‌ها بسیار راحت هستند، اما در بعضی موارد آن‌ها نباید به جای یک رادیو با بسامد بسیار بالا مانند VHF و MF_HF استفاده شود. در اینجا برخی از مواردی که در مورد تلفن‌های همراه باید در نظر گرفت، اشاره می‌شود:

قابلیت اعتماد به تلفن‌های همراه در دریا پایین است. اکثر آن‌ها در برابر آب مقاوم نیستند و دامنهٔ عملکردشان به دلیل دوری از دکل‌های مخابراتی مستقر در ساحل و تکرار کننده‌ها، نسبتاً کوتاه است.

محدوده تحت پوشش اکثر آنتن‌ها و ایستگاه‌های تلفن همراه برای کاربردهای زمینی درنظر گرفته شده، بنابراین فاصله در دریایی که یک کشتی می‌تواند در تماس مستمر باقی بماند، اغلب کوتاه‌تر است.

یک تلفن همراه اجازه نخواهد داد که شما همزمان با چندین شناور که در یک حادثه واقعی و شرایط اضطراری قرار گرفته اند، ارتباط برقرار کنید.

شکل ۴ـ گوشی موبایل به جای VHF

خصوصیات بسامد

بسامدهای مختلف برای اهداف خاص، دارای ویژگی‌های متفاوتی بوده و به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند:

امواج رادیویی VHF در یک خط مستقیم حرکت می‌کنند و به‌هیچ وجه فراتر از تپه‌ها، پرتگاه‌ها، دماغه‌ها و افق‌ها خم نمی‌شوند. رادیو VHF برای انتقال محلی استفاده می‌شود، اما آنتن‌ها باید در دید یکدیگر باشند (به‌این معنی است که آن‌ها در یک خط چشم باشند). به این حالت Line of Sight یا به اختصار LOS نیز گفته می‌شود.

امواج رادیویی MF بیشتر تمایل دارند که منحنی زمین را دنبال کنند. آن‌ها از کمک‌های ناوبری رنج متوسط به‌شمار می‌آیند و از پخش منطقه‌ای و ارتباطات متوسط برخوردار هستند، زیرا آن‌ها می‌توانند در اطراف موانع و افق حرکت کنند.
امواج رادیویی HF بر روی افق خم نمی‌شوند، اما از لایهٔ جو زمین (یونوسفر) برای انعکاس دادن امواج رادیویی به سمت زمین استفاده می‌کنند. خواص لایهٔ یونوسفر در طول روز تغییر می‌کند، اما در مدت کوتاهی قبل از طلوع خورشید و بعد از غروب خورشید، پایدارتر است. این زمان مخصوصاً برای ارتباطات SSB در گروه HF بسیار مناسب است.
در طول روز، انتقال SSB با توجه به تأثیر آفتاب بر روی یونوسفر، قابل اعتماد نیست. به‌طورکلی، بسامدهای بالاتر مانند ۱۲ مگاهرتز یا ۱۶ مگاهرتز ارتباطات بهتر را در طول روز افزایش می‌دهند، درحالی که بسامدهای پایین مانند ۴ مگاهرتز یا ۶ مگاهرتز در شب بهتر عمل می‌کنند.
فاصله بین ایستگاه‌ها نیز از عامل تأثیرگذار است. با بسامدهای بالاتر (۸ مگاهرتز و بالاتر) نتایج بهتر در سایر محدوده‌ها حاصل می‌شود.

تحقیق کنید

محدوده بسامدهای مورد استفاده در مخابرات دریایی را در قالب یک جدول تهیه و در کلاس ارائه دهید.

VHF ـ مبانی ارتباطات دریایی و ایمنی

هنگامی که اکثر مردم در مورد الکترونیک دریایی فکر می‌کنند، «VHF» احتمالاً یکی از اولین چیزهایی است که به ذهن می‌آید و همچنین باید اولین موردی باشد که درهنگام نصب یا ارتقای سامانه‌های مخابراتی الکترونیکی در هر کشتی، سرمایه گذاری می‌کنند. با این‌حال، برای بسیاری از دریانوردان، نیازهای مخابرات دریایی خود را فراتر از محدوده VHF گسترش می‌دهند. برای این افراد، باید یک باند متوسط / بسامد متوسط (MF / HF_SSB) مورد توجه قرار گیرد.

شکل ۵ ـ نمونه دستگاه VHF ثابت دریایی

شما رادیوهای دریایی VHF را برروی بیشتر از همه کشتی‌ها در سراسر جهان پیدا خواهید کرد. از سوپر کانتینربرها تا قایق‌های ماهی‌گیری، بدون شک VHF دریایی توانمندترین سامانه ارتباطات دریایی است. استفاده‌های معمول از محدوده VHF شامل ارتباطات دفاعی و ایمنی، مشاوره‌های ناوبری دریایی، گزارش‌های آب و هوایی پیش‌بینی شده، تماس با کشتی‌های دیگر، اتصال به سیستم تلفن برای تماس‌های تلفنی می‌باشد. با این حال مهمترین جنبه استفاده از VHF این است که تمام VHFهای دریایی برای استفاده از بسامدهای خاص و بدون در نظر گرفتن تولید کننده مطابق شرایط مورد توافق بین المللی طراحی و ساخته شده اند. این سامانه مخابراتی برای تمام دریانوردان در هرجای دنیا بسامدهای مشترکی فراهم آورده است تا بتوانند به راحتی ارتباط برقرار کنند.

درحال حاضر تعداد ۳ مجموعه بسامدهای بسامد VHF درحال استفاده در جهان امروز وجود دارد. اکثر VHFها امروزه دارای سوئیچ اختصاصی (ساده ترین راه) و یا یک آیتم منو می‌باشند، که اجازه می‌دهد بین این مجموعه کانال‌ها تعویض انجام شود. خوشبختانه بسامدهای اصلی شرایط اضطراری و ایمنی کانال‌های (۶، ۱۳، ۱۶، ۶۷ و ۷۰) در هرسه استاندارد برای ارتباطات، بدون درنظر گرفتن تنظیمات رادیویی شما استاندارد می‌باشند. با این وجود، اگر کاربر مخابرات انتظار دارد که به طور مؤثر ارتباط برقرار کند، باید از اینکه کدام بسامد در منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد، آگاه باشد.

رادیوهای دریایی ممکن است به‌عنوان قطعه اولیه تجهیزات ایمنی در کشتی محسوب شوند. استفاده از خاصیت تخصیص بسامد مشترک و روش‌های مناسب ارتباطات دریایی این ایمنی را افزایش می‌دهد.

اساساً ۴ دسته ارتباطات دریایی وجود دارد.

- شرایط اضطراری
- شرایط فوری
- شرایط ایمنی
- شرایط عادی (معمولی)

در داخل این دسته‌ها از ۳ سیگنال اضطراری شناخته شده بین‌المللی برای ارتباطات صوتی استفاده می‌شود:

MAYDAY با تلفظ MAY_DAY: این سیگنال شرایط اضطراری است و تنها نشان می‌دهد که کشتی در شرایط خطرناک قرار گرفته و نیاز به‌کمک فوری دارد.

PAN_PAN: این سیگنال شرایط فوری است و زمانی استفاده می‌شود که ایمنی کشتی یا فرد در معرض خطر باشد.

SECURITE با تلفظ "SAY – CURE – A – TAY": این سیگنال شرایط ایمنی است و برای مشاوره دادن به‌دیگران در مورد ناوبری مهم یا هشدارهای آب و هوایی که ممکن است ایمنی دیگر کشتی‌ها را تحت تأثیر قرار دهد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

وضعیت اضطراری در داخل سه دسته تقسیم شده است، به این معنی که هرکدام از این تماس‌ها باید در کانال ۱۶ ایجاد شود، زیرا بسیاری دیگر ایستگاه‌های ساحلی در بسامد ۲۴,۷ به‌گوش هستند.

اولویت این سیگنال‌ها به‌ترتیب زیر می‌باشد:

ایمنی (SECURITE) بالاتر از هر ارتباطی عادی (معمولی) است.

ارتباطات فوری (PAN_PAN) مقدمه‌ای بر ارتباطات ایمنی می‌شود.

ارتباط اضطراری (MAYDAY) بالاتر از همه دسته‌های دیگر ارتباطات است.

همه تماس های صوتی بالا به‌طور معمول در کانال ۱۶ (۱۵۶٫۸۰۰ مگاهرتز) انجام می‌گیرند.
اگر یک تماس اضطراری شنیدید، تمام ارتباطات را متوقف کنید. مگر اینکه درحال نجات یا ارائه کمک به دیگران هستید، هیچکس مجاز نیست بر روی بسامد اضطراری، پیام ارسال کند. با این حال، باید مراقب باشید و از وضعیت آن پیروی کنید تا زمانی که مشخص شود کمک در حال ارائه است. تماس‌های عادی ممکن است بعد از اینکه هماهنگ کننده، نجات بسامد را برای ترافیک معمولی ("Silence Fini") منتشر کرد، از سرگرفته می‌شود.
قاعده کلی در اینجا ساده است: اگر یک پیام اضطراری، فوری (ضروری) و یا پیام ایمنی را می‌شنوید، تمام خود را متوقف کنید و گوش دهید!

قابلیت‌های رادیو VHF دریایی

رادیو VHF دریایی (بسامد بسیار بالا) شامل بسامد رادیویی از ۱۵۶ مگاهرتز تا ۱۶۲٫۰۲۵ مگاهرتز است. اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) این را به‌عنوان «VHF دریایی موبایل باند» نامگذاری می‌کند.
از لحاظ فیزیکی، رادیو VHF دریایی یک فرستنده و گیرنده ترکیبی است که اغلب به‌عنوان فرستنده گیرنده نامیده می‌شود. دکمه PTT (Push to Talk) که برروی میکروفون یا گوشی واقع شده است، کنترل می‌کند که رادیو در آن لحظه کدامیک از حالت‌های گیرنده یا فرستنده است. هنگامی که PTT را فشار می‌دهید، رادیو درحال فرستنده قرار می‌گیرد و زمانی که دکمه PTT را رها می‌کنید، رادیو به‌حالت گیرنده باز می‌گردد.
تمام رادیوهای VHF دریایی برای کار بر روی یک بسامد خاص و یا جفت بسامد در گروه تلفن همراه دریایی VHF طراحی و ساخته شده‌اند. این بسامدها یا پارامترهای متناظر بسامد پس از آن در رادیو به‌عنوان کانال ذخیره می‌شوند. این قابلیت به کاربر اجازه می‌دهد تا با صرفه‌جویی در زمان و بدون نیاز به نگاه کردن و یا حفظ هر بسامد یا دانستن اینکه چه زوج بسامدهای ارسال و دریافت متعلق به هم هستند، برای تنظیم سریع و دقیق VHF اقدام کند.

امروزه VHFها چیزی شبیه به ۲۰ سال پیش نیستند. امروز VHF قادر به ارسال پیام‌های شرایط اضطراری دیجیتال یا تماس با ایستگاه‌های خاصی است و شما می‌توانید در رادیو خود برنامه‌ریزی کنید که به آن (DSC ـ Digital Selective Calling) گفته می‌شود. آن‌ها قادر به ارتباط با بسیاری از دیگر سیستم‌های الکترونیکی از قبیل سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) و سیستم شناسایی خودکار (AIS). و سامانه‌های انتقال اطلاعات هستند.

شکل ۶ـ نمونه VHF دستی

در چه فاصله‌ای می‌توان با VHF ارتباط برقرار کرد

درحالی که ارتباطات با بسامد بسیار بالا (VHF) مزایای فراوانی مانند کیفیت صدا، آنتن کوچکتر و هزینه پایین را فراهم می‌کند و کمتر در معرض دخالت جو قرار می‌گیرد، دارای یک اشکال بزرگ می‌باشد و آن محدوده تحت پوشش نسبتاً کوتاه آن است.

محدوده رادیوهای VHF وابسته به بسیاری از عوامل است، بیشترین عامل محدودیت VHF این است که اساساً آنتن‌های فرستنده و گیرنده باید قادر باشند یکدیگر را ببینند تا ارتباطات برقرار کنند.

در زیر برخی از رایج‌ترین فاکتورهایی که بر ارتباطات VHF تأثیر می‌گذارند بحث می‌شود:

- توان فرستنده.
- ویژگی‌های توپوگرافی زمین (دریا).
- ارتفاع آنتن مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در محدوده VHF.

قدرت فرستنده: حداکثر توان فرستنده تمام VHFهای دریایی که در دسترس دریانوردان هستند، به‌طور متوسط ۲۵ وات است. این فرستنده‌ها همچنین دارای یک سوئیچ کنترل هستند که به کاربر اجازه می‌دهد قدرت خروجی فرستنده را تا ۱ وات برای ارتباطات کوتاه برد تغییر دهد. برروی رادیوهای VHF جدیدتر نیز نرم افزاری نصب شده است که قدرت خروجی را به‌طور خودکار در بسامدهای خاصی نظیر ۱۵۶٫۶۵۰ مگاهرتز (کانال ۱۳) به‌صورت خودکار به ۱ وات محدود می‌کند. کاهش قدرت رادیو خود را به ۱ وات برای ارتباطات کوتاه کوتاه، یک حسن ساده است. درنظر بگیرید هنگامی که توان خروجی رادیو شما ۲۵ وات باشد، شعاع انتقال امواج به ۲۰ مایل دریایی خواهد رسید. این منطقه تقریباً برابر است با ۱۳۰۰ مایل مربع است که توسط سیگنال ارسالی شما پوشش داده می‌شود، علاوه بر آن در این‌حالت بسامد ارسالی شما از ارسال پیام توسط سایر فرستنده‌ها در آن بسامد جلوگیری خواهد کرد. با کاهش توان فرستنده خود به ۱ وات، شما می‌توانید شعاع انتقال خود را کاهش داده و به کاربران دیگر اجازه دسترسی به آن بسامد را بدهید.

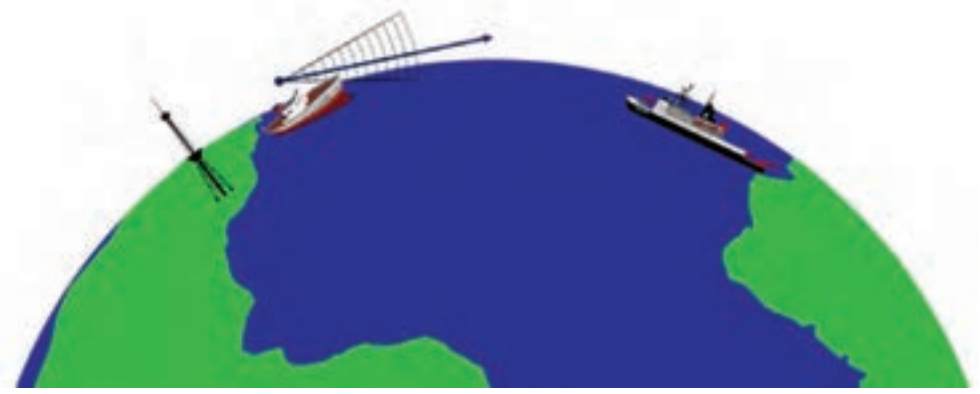
برای اینکه دیدگاه شما نسبت به‌مقدار توان و توان مورد نیاز برای ارتباط برقرار باشد روشن تر شود، فضاپیمای وایجر یک (Voyager۱) در پایان سال ۲۰۱۶ در فاصله نزدیک به ۱۳ میلیارد (۱۳،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰) مایل از زمین قرار داشت و همچنان نسبت به انتقال پیام اقدام می‌کرد و این پیام ها در کماکان در زمین دریافت می‌شد. تمامی داده‌های علمی فقط با استفاده از آن ۲۳ وات از توان رادیو این فضاپیما ارسال می‌شد. بنابراین، همان‌طور که می بینید، ۲۵ وات توان خروجی برای غلبه بر هرگونه دخالت طبیعی و ایجاد یک زیرساخت ارتباطی موثر درحالت دید مستقیم (Line of Sight) کافی است.

تحقیق کنید

انتشار خطی یا Line of Sight که به‌اختصار LOS گفته می‌شود، چیست؟

در ارتباطات رادیویی این خاصیت به‌روشی از انتشار اطلاق می‌شود که در آن بایستی آنتن‌های گیرنده و فرستنده در دید مستقیم یکدیگر یا LOS باشند.

ویژگی‌های توپوگرافی زمین: همان‌طور که قبلاً ذکر شد، در بسیاری از موارد، خم شدن امواج رادیویی VHF رخ می‌دهد، ولی بسیار کم است. با وجود این، VHF همچنان به‌عنوان یک رادیوی LOS درنظر گرفته می‌شود. این به این معنی است که اگر آنتن شما نتواند آنتن کشتی موردنظر را ببیند، احتمال اینکه سیگنال شما به آن‌ها برسد، نیست.



شکل ۷ـ انحنای زمین و ناتوانی آنتن‌های VHF در دیدن همدیگر

همچنین به این معنی است که اگر هرگونه مانع مداخله‌ای وجود داشته باشد، سیگنال شما نیز به مقصد نخواهد رسید. امواج رادیویی VHF بسیار شبیه به امواج نور است. اگر شب درحال مشاهده یک شمع بودید و کسی بین شما و شمع پرده‌ای می‌کشید، دیگر نمی‌توانستید آن را ببینید. به‌همین ترتیب، اگر شما به یک تماس VHF گوش می‌دهید و کسی بین شما و آنتن فرستنده کوهی را حرکت می‌دهد شما دیگر نمی‌توانید آن را انتقال دهید.

بنابراین برای برقراری ارتباط کارآمد با استفاده از VHF، ایستگاهی که با آن ارتباط برقرار می‌کنید باید به‌صورت LOS بوده و بین فرستنده و گیرنده هیچ‌گونه مانع وجود نداشته باشد.

ارتفاع آنتن: با توجه به ارتباطات رادیویی VHF دریایی، مهمتر از همه عوامل دیگر ارتفاع آنتن آن است. هرچه آنتن VHF در ارتفاع بالاتر نصب شده باشد، در فواصل بیشتر می‌توانید ارتباط برقرار کنید.

زمانی که درباره آنتن صحبت می‌کنیم، به‌یاد داشته باشید که آنتن معمولی VHF دریایی با قطبش عمودی طراحی شده است. این بدان معنی است که بهترین عملکرد آنتن VHF زمانی خواهد بود که آنتن کاملاً عمودی نصب شده باشد. هر زاویه فراتر از زاویه عمودی، عملکرد سیگنال رادیویی شما را کاهش می‌دهد.

برای محاسبه محدوده تئوری نصب رادیوی VHF، فرمول‌های زیادی استفاده می‌شود. برخی براساس فاصله از افق قابل مشاهده و بعضی از افق‌های رادیویی هستند. به‌یاد داشته باشید، VHF به‌عنوان یک رادیوی LOS درنظر گرفته می‌شود، اگر چه در اغلب موارد برخی خم شدن امواج رادیویی درحد کم وجود دارد. واقعیت این است که تفاوت در پاسخ‌های حاصل از هر دو روش بسیار کوچک است، بعید است که در طرح چیزها بسیار متفاوت باشد.

افق قابل مشاهده

مسافت افق قابل مشاهده، هیچ گونه خَمشی از امواج رادیویی را درنظر گرفته نمی‌شود و فاصله مدنظر برابر با فاصله تا افق قابل مشاهده است.

بیشتر بدانید

D= فاصله از افق در واحد مایل دریایی

r_o= میانگین شعاع زمین برابر با ۳۴۴۰/۱ NM

h_f = ارتفاع آنتن در واحد پا (feet)

β_o = ۰/۸۷۹۷ ضریب شکست زمینی

$$D = \sqrt{\frac{۲ r_o h_f}{۶۰۷۶/۱ \beta_o}}$$

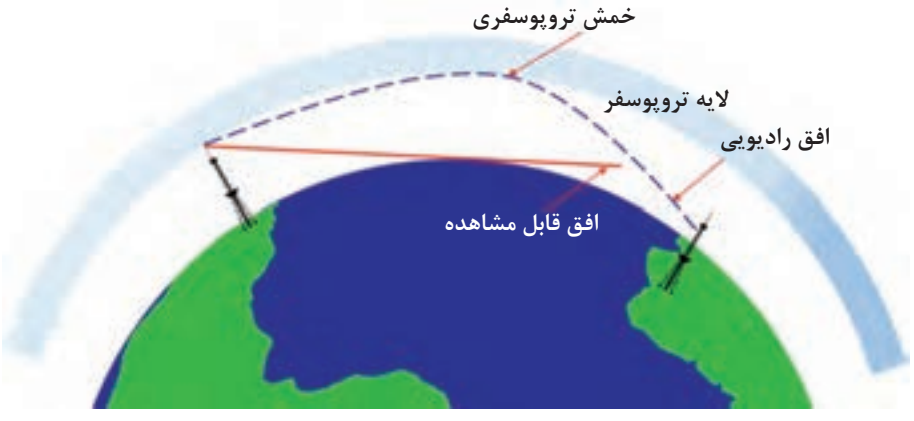
این فرمول را می‌توان ساده کرد: ($d = ۱/۱۶۹ \times \sqrt{h_f}$) و از آنجایی که ما در واحدهای بزرگ مثل مایل‌های دریایی کار می‌کنیم، می‌توانیم حداقل یکی از مکان‌های اعشار را از دست بدهیم و آن را ساده‌تر کنیم:

$$d = ۱/۱۷ \times \sqrt{h_f}$$

می‌توانید برای محاسبه مسافت در واحدهای کیلومتر یا مایل، از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

$$d_{\clubsuit} = ۱/۳۴۵ \times \sqrt{h}$$

$$d_{km} = ۳/۵۷ \times \sqrt{h_m}$$



شکل ۸ ــ تفاوت افق رادیویی و افق قابل مشاهده

افق رادیویی

افق رادیویی احتمالاً نمایش دقیق‌تر از حد مجاز مسافت تحت پوشش رادیو VHF است. این درحالی است که خم شدن کمی از امواج رادیویی در امتداد سطح زمین اتفاق می‌افتد.

بیشتر بدانید

مسافت افق رادیویی با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$d = ۱/۲۲۴۶ \times \sqrt{h_f}$$

می‌توانید برای محاسبه مسافت در واحدهای کیلومتر یا مایل، از فرمول‌های زیر استفاده کنید:

$$d_{sm} = ۱/۴۱۵ \times \sqrt{h_f}$$

$$d_{km} = ۴/۱۲۴ \times \sqrt{h_m}$$

ولی ما در دریا معمولاً در فاصله‌های بسیار طولانی‌تر از ۱۰مایل دریایی صحبت می‌کنیم. هرزمان که می‌خواهید با یک ایستگاه رادیویی دیگر ارتباط برقرار می‌کنید، در ذهن داشته باشید که بایستی ارتفاع آنتن ایستگاه مدنظر را نیز در محاسبات خود تأثیر دهید و سپس این را به محدوده رادیویی VHF خود اضافه کنید. پس از آن می‌توانید به مسافتی که انتظار دارید قادر به برقراری ارتباط رادیویی باشید، از آن ایستگاه فاصله بگیرید.

همچنین اگر شما به دنبال برقراری ارتباط رادیویی با یک کشتی دیگر هستید، پس بایستی فاکتور ارتفاع آنتن آن کشتی را در محاسبات خود لحاظ کنید سپس آن را با خود ترکیب نمایید.

آنتن

آنتن وسیله‌ای است که جریان الکتریکی را می‌گیرد و این انرژی را به شکل تابش الکترومغناطیسی منتشر می‌کند و برعکس. به عبارت ساده، توان الکتریکی را به امواج رادیویی تبدیل می‌کند.

درک ویژگی‌های مهم آنتن VHF دریایی به شما این امکان را می‌دهد که آنتن مناسب را به بهترین وجه و متناسب با نیازهای خاص خود انتخاب کنید.

آنتن VHF دریایی

رایج‌ترین نوع آنتن VHF دریایی که در کشتی‌ها یافت می‌شود، معمولاً به‌عنوان یک آنتن شلاقی شناخته می‌شود که چند نمونه از آن‌ها در زیر نشان داده شده است:

آنتن شلاقی ۳ فوت یا ۹۱,۴۴ سانتی‌متر از جنس فولاد ضد زنگ: این نوع آنتن را می‌توان برروی هرنوع کشتی و حتی قایق‌های کوچکتر نصب کرد. این نوع آنتن بیشتر در پاشنه قایق‌های دریایی نصب می‌شود.

شکل ۹ــ نمونه آنتن VHF شلاقی

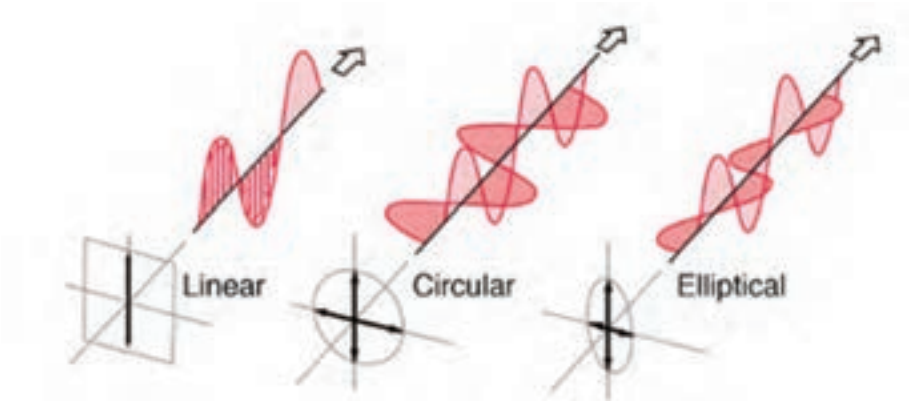
آنتن فایبرگِلَس با طول‌های مختلف از ۴ تا ۲۳ فوت: این نوع آنتن را می‌توان بر روی هر نوع کشتی نصب کرد، با این حال معمولاً در قایق های موتوری یافت می‌شود.

شکل ۱۰ــ نمونه آنتن فایبر گِلَس VHF دریایی

خصوصیات آنتن‌های VHF دریایی: طراحی و کارکرد مناسب یک آنتن شامل محدوده بسامد استفاده، الگوی تابش موردنظر، هدایت، کارایی، افزایش، پهنای باند، قطبش، و دمای آنتن است. آنچه مهم است این است که تمام این موارد توسط سازنده آنتن انجام شده است. هدف این است که یک محصول ترکیبی از عملکرد و دوام را به‌همراه داشته باشد.

در زیر درخصوص ۳ پارامتر از پارامترهای آنتن‌های VHF دریایی بحث خواهیم کرد:

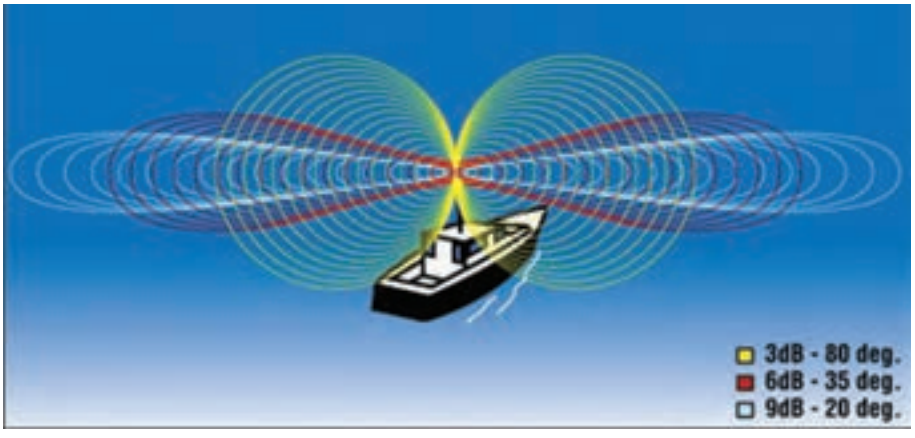
قطبش و الگوهای تابش: به‌طورکلی، ۲ نوع قطبی شدن معمول وجود دارد: خطی و دایره‌ای. در مورد ارتباطات VHF دریایی، آنتن قطبی خطی رایج‌ترین نوع آن است.



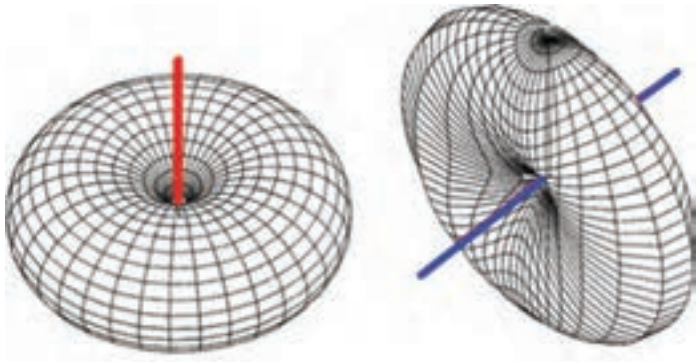
شکل ۱۱ـ انواع قطبش یا Polarization

درون آنتن‌های قطبش خطی، قطبش افقی و قطبش عمودی وجود دارد. یک آنتن با قطبش خطی به‌طور کامل در یک خط تابش می‌کند که جهت پخش است.

در شکل ۱۲، یک دید کلی از الگوهای تابش آنتن یک دستگاه گیرنده و فرستنده درجهات مناسب با قطبش به‌صورت عمودی و افقی دیده می‌شود. آنتن قرمز که در مرکز الگوی انتشار قرار دارد. فاصله از مرکز نشان‌دهنده توان تشعشع در آن جهت است. حداکثر توان تابش عمود بر آنتن است و به‌طور مستقیم با محور آنتن صفر می‌شود.

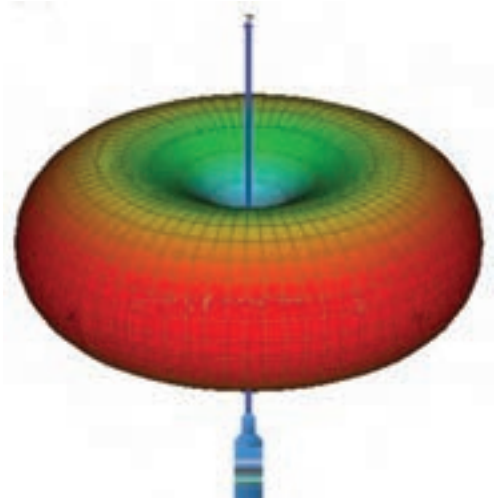


شکل ۱۲ـ الگوی تابش یا Radiation Pattern



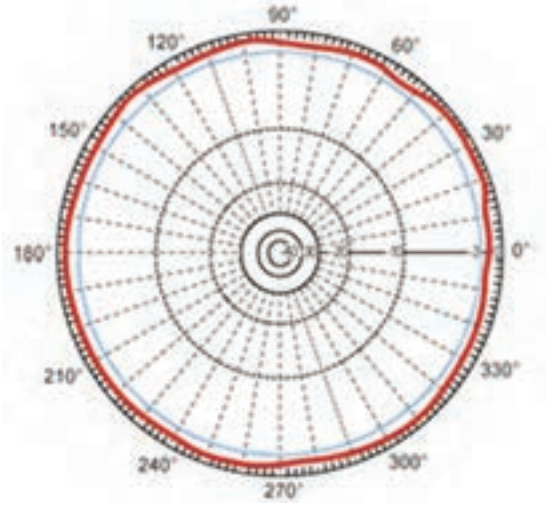
قطبش یا پلاریزاسیون افقی　　قطبش یا پلاریزاسیون عمودی

شکل ۱۳ــ پلاریزاسیون افقی و عمودی



نمودارهای فوق نشان می‌دهد که آنتن با قطبش افقی برای ارتباطات VHF دریایی کاملاً بی‌فایده است. بدون درنظر گرفتن تئوری میدان الکتریکی و طراحی آنتن، کافی است بگوییم آنتن معمولی VHF دریایی یک آنتن با قطبش عمودی است. اساساً توان سیگنال آنتن شلاقی VHF دریایی در ۳۶۰ درجه افقی است اطراف آنتن تقریباً یکسان است.

شکل ۱۴ــ قدرت تابش در پلاریزاسیون عمودی آنتن VHF

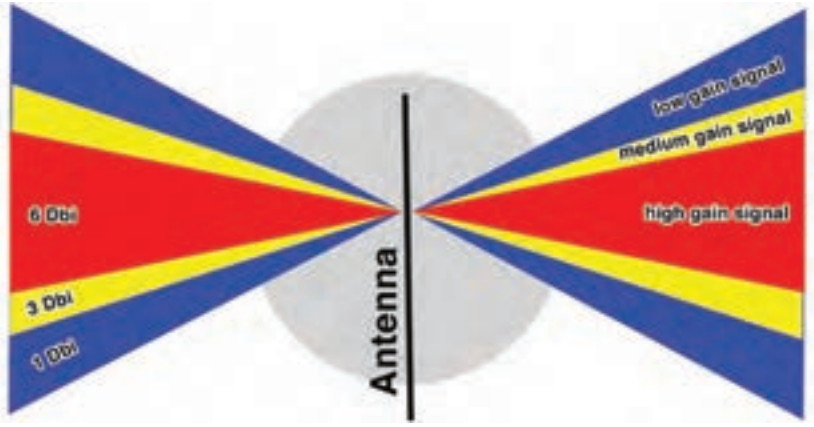


در شکل ۱۵ آنتن در مرکز تشعشع قرارگرفته و فاصله از مرکز نشان‌دهندهٔ توان در آن جهت است. قدرت تابش حداکثر در جهت افقی بوده و در بالا و پایین آنتن کاهش یافته و به صفر میل می‌کند.

شکل ۱۵ــ نمای بالا از الگوی تابش آنتن با قطبش عمودی

بهره آنتن

بهره آنتن، مجموع بهره‌وری آنتن و هدایت است. اندازه نسبی توانایی آنتن برای هدایت یا تمرکز انرژی بسامد رادیویی در یک الگوی یا جهت خاص را بهره آنتن می‌گویند. این توانمندی به‌طور معمول با واحد dB (Decibels) اندازه‌گیری می‌شود. با این‌حال در بیشتر مشخصات آنتن‌های VHF دریایی، آن را بصورت بهره dB بیان می‌کنند.



شکل ۱۶ــ بهره یا Gaine آنتن VHF

تحقیق کنید

درحالی که قطبش و الگوی تشعشع در اکثر آنتن‌ها مشترک است، آیا چگونگی نصب و استفاده از آنتن بر عملکرد و بهره آنتن تاثیر می‌گذارد.

آنتن‌ها بایستی به‌گونه‌ای نصب شوند که برخی سازه‌های کشتی مانند سوپراستراکچر، دکل و سایر سازه‌هایی که مانع تشعشع آنتن شده و از رسیدن امواج رادیوی به آنتن جلوگیری می‌کنند در امان باشند. دکل اصلی کشتی معمولاً بهترین محل برای نصب آنتن است زیرا احتمال آسیب دیدگی آنتن در این محل کم است، آنتن از تداخل و مورد پوشش قرار گرفتن بوسیله تجهیزات کشتی در امان است و با توجه به ارتفاع دکل، بالاترین بهره را خواهد داشت.

شکل ۱۷ــ موقعیت نصب آنتن‌ها در کشتی

رادیوهای دریایی MF / HF-SSB

اگر قصد دارید که یک ارتباط مؤثر در دریا برقرار کنید، بایستی درک اولیه از بسامد متوسط (MF) و بسامد بالا (MF / HF_SSB) داشته باشیم. بنابراین در اینجا به‌برخی از این مبانی می‌پردازیم.

MF / HF-SSB چیست؟

رادیو دریایی MF / HF-SSB فرستنده و گیرنده ترکیبی بسیار شبیه VHF است. تفاوت اصلی بین دو رادیو، محدودهٔ بسامدی است که در آن فعالیت می‌نمایند. به‌طور معمول، رادیوهای دریایی MF / HF_SSB در محدوده بسامدی ۱٫۶ تا ۳۰ مگاهرتز کار می‌کنند. مهمترین مفهوم این است که: «آن‌ها به کاربر اجازه می‌دهند بسامد رادیو را براساس موقعیت کشتی و شرایط جوی برای برقراری ارتباط در فاصله‌های مختلف، انتخاب کند.»

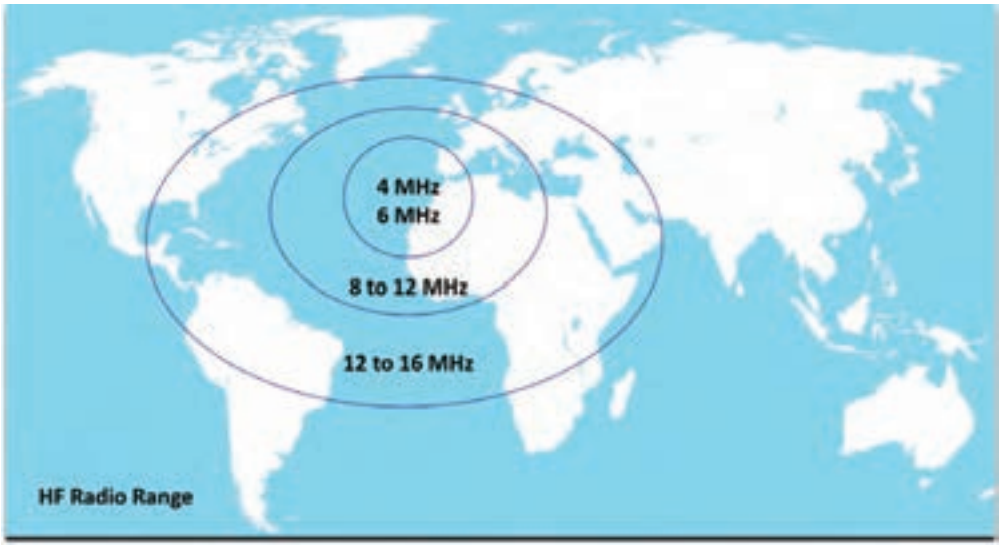
شکل ۱۸ــ تجهیزات رادیویی کشتی

برخلاف VHF که یک رادیوی LOS (Line of Sight) است، رادیوهای MF / HF قادر به عبور دادن سیگنال‌هایشان در فضای اطراف هستند. این خاصیت باعث افزایش دامنه کار رادیو می‌شود که نقش مهمی در ارتباطات رادیویی کشتی به ساحل و کشتی به کشتی شناورهایی که به دریانوردی طولانی می پردازند، دارد.

چرا به رادیوی HF نیاز داریم؟

علت اصلی بکارگیری رادیوی HF البته ایمنی است. اما ارتباطات معمول در مسافت‌های طولانی نیز همچنان اهمیت دارد. هنگامی که دریانوردی طولانی مدت دور از سواحل شروع می‌شود، یا زمانی که در تنگه‌ها شروع به ماهی‌گیری می‌کنید، شما به سرعت متوجه خواهید شد که رادیو VHF دیگر کارایی لازم را ندارد.
هنگامی که فاصله کشتی از ایستگاه ساحلی یا کشتی‌های دیگر، بیشتر از ۳۰ مایل دریایی باشد (بسته به ارتفاع آنتن)، رادیو دریایی VHF دیگر مناسب برقراری ارتباطات عادی و اضطراری نخواهد بود. به‌منظور حفظ

این ارتباطات، اکنون نیاز است از رادیو MF / HF یا یک سیستم ارتباطی ماهواره‌ای استفاده شود.
پیشرفت‌های سریع در الکترونیک که طی ۲۰ تا ۳۰ سال گذشته شاهد آن بوده‌ایم، مزایایی زیادی در تولید تجهیزات ارتباطات رادیویی به‌همراه داشته است. امروز صاحب یک قایق متوسط می‌تواند از سیستم‌های ارتباطی جهانی HF در سراسر جهان استفاده کند، درصورتی که در گذشته فقط کشتی‌های بزرگ می‌توانستند از این توانمندی بهره‌مند شوند.



شکل ۱۹ـ محدوده عملکرد رادیوهای HF

به موازات استفاده از رادیو HF_SSB در ارتباطات مسافت‌های طولانی، این مجموعه ها می‌توانند به آسانی قابل تنظیم باشند تا کاربر را با تعدادی از خدمات دیگر سازگار کند. ایمیل، Teletype، NAVTEX و فاکتور هواشناسی از جمله چیزهایی است که به راحتی برای دریانوردان قابل دسترسی است. این سرویس‌ها به راحتی با استفاده از رایانه، برخی از نرم‌افزار ها و مودم می‌توانند تنظیم شوند. همچنین بسیاری از رادیوهای جدید HF_SSB دریایی می‌توانند «قفل باز» باشند. این قابلیت به دریانوردان و کاربران رادیویی که مجوز استفاده از رادیوهای آماتور را دارند، امکان می‌دهد تا به بسامدهای رادیویی آماتور دسترسی داشته باشند.

چه مسافتی برای برقراری ارتباط مد نظر ماست؟

برخلاف رادیوهای VHF دریایی که محدوده کاری آن‌ها در بسامدهای ۱۵۰ تا ۱۶۰ مگاهرتز است، رادیوها (MF) و (HF) از بسامدهای پایین (۱/۶ تا ۳۰ مگاهرتز) استفاده می‌کنند، بسامدهای پایین یکی از عواملی هستند که اجازه می‌دهد رادیوهای HF بتوانند در مسافت‌های بسیار طولانی ارتباط برقرار کنند. در واقع، با توجه به شرایط مناسب، ارتباطات در سراسر جهان ممکن است. به‌همین علت و هزینه نسبتاً کم، رادیوهای HF_SSB برای دریانوردی در اقیانوس‌ها و آبراه‌های دور، بسیار محبوب است.
فاصله‌ای که می‌توانید با اطمینان توسط رادیوهای HF ارتباط برقرار کنید، بستگی به‌عوامل بسیاری دارد. که

فقط به برخی از رایج‌ترین موارد اشاره می‌کنیم:

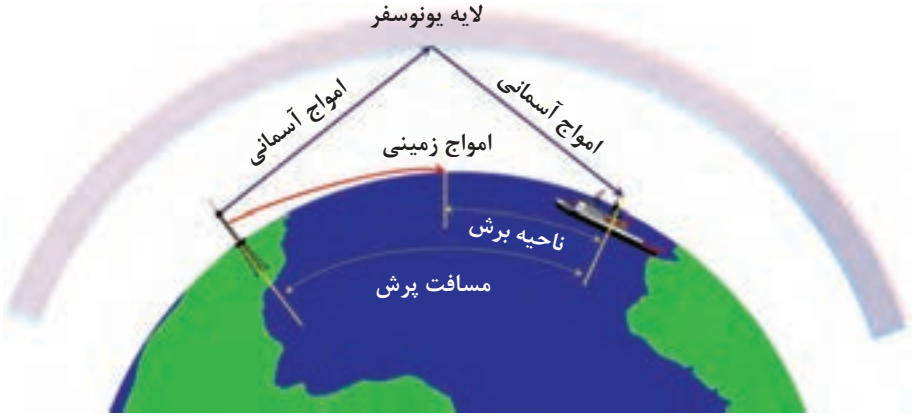
- زمان روز؛
- فصل سال؛
- بسامد مورد استفاده؛

بهتر است بدانید، بسیاری از این عوامل به‌طور مستقیم به خورشید و تأثیر آن بر فضای سیاره ما بستگی دارد. این امر یکی از مهمترین عوامل در ارتباطات HF است و ما را به موضوع بعدی یعنی «انتشار امواج» سوق می‌دهد.

انتشار امواج

اپراتور رادیویی MF / HF که می‌خواهد قادر به برقراری ارتباط مؤثر در دریا و دستیابی به مزایای کامل رادیوی HF باشد، باید درک اولیه‌ای از انتشار موج رادیویی داشته باشد.

دلیل این که رادیوهای HF می‌توانند در فواصل دورتر ارتباط برقرار کنند خاصیت انتشار امواج است. به‌عبارت ساده، انتشار، شکست و انعکاس امواج رادیویی توسط لایه‌های مختلف یونوسفر است. ۳ نوع انتشار توسط رادیو HF وجود دارد و همه آن‌ها به‌طور همزمان پخش می‌شوند. آن‌ها امواج زمین، امواج مستقیم و امواج آسمان هستند. ما نگاهی دقیق‌تری به ۲ نوع از این‌گونه انتشار داریم که از اهمیت زیادی برای دریانوردان برخوردار هستند:



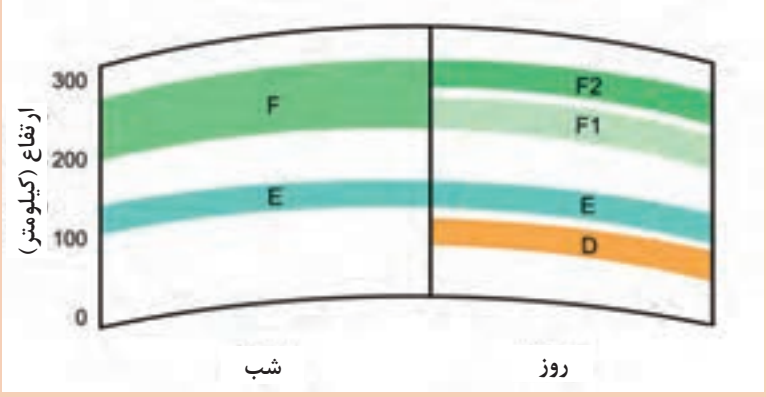
شکل ۲۰ـ انتشار امواج رادیویی

امواج زمینی: امواج زمین که در آن سیگنال رادیویی تمایل به‌دنبال کردن انحنای سطح زمین است. انتشار موج زمینی در بسامدهای پایین رخ می‌دهد و به ندرت در بالای باند ۳ مگاهرتز مؤثر است. این امواج برای فاصله‌های نسبتاً کوتاه در طول روز، ۱۰۰ تا ۲۰۰ مایل دریایی و گاهی اوقات تا ۴۰۰ مایل دریایی در شب ایده‌آل هستند.

امواج آسمانی: امواج آسمانی، جایی که سیگنال رادیویی پس از برخورد با لایه یونوسفر به‌زمین بازتابیده می‌شوند. به دلیل انحراف سیگنال رادیویی در لایهٔ یونوسفر، این سیگنال می‌توانند مسافت‌های طولانی‌تری را طی کند، که اغلب به هزاران مایل در طول روز و هزاران مایل در شب می‌رسد.

بیشتر بدانید

لایه‌های یونوسفر و در روز و شب متفاوت بوده و خاصیت بازتابش یا شکست آن‌ها با یکدیگر فرق دارد.



بسیاری از کاربران رادیویی نمی‌دانند، چرا با یک بسامدی که ۴۰۰۰ مایل دریایی را پوشش می‌دهد، نمی‌توانند با گارد ساحلی در فاصله ۲۵۰ مایل دریایی ارتباط برقرار کنند. پاسخ ساده است: بسامدهای بالا برای برقراری ارتباط در مسافت‌های طولانی به‌کار برده می‌شوند، از این رو امواج زمینی ممکن است به ایستگاه نرسند و امواج آسمانی هم ممکن است از روی ایستگاه عبور کنند.

با توجه به شکل ۲۰، هر ایستگاه که در ناحیه پرش قرار بگیرد، به احتمال زیاد هرگز انتشار امواج رادیوی شما را دریافت نخواهد کرد.

انتخاب بسامد صحیح

قاعده اساسی هنگام استفاده از رادیوی HF این است که بدانید که در چه فاصله ای در حال تلاش برای برقراری ارتباط هستید. هنگامی که این فاصله شناخته شده است، آن را به سادگی می‌توانید یک بسامد مناسب انتخاب کنید.

برخی از قوانین در مورد انتخاب بسامد بشرح زیر می‌باشند:

- هرچه ارتفاع خورشید از سطح افق بالاتر باشد، بسامد بالاتری برای ارتباط HF نیاز است.
- با یک بسامد، معمولاً در شب می‌توان مسافت طولانی‌تر از روز ارتباط برقرار کرد.
- برای ارتقای فاصله برقراری تماس، زمستان بهتر از تابستان است.
- به‌طور کلی با بسامدهای بالاتر در رادیوهای HF می‌توان در مسافت‌های طولانی‌تر ارتباط برقرار کرد.

باید به یاد داشته باشید که این تنها دستورالعمل کلی است.

تعدادی از نرم‌افزارهای رایانه‌ای وجود دارند تا به شما در انتخاب بسامد مناسب برای استفاده از ارتباطات کمک کنند. از آن جمله می توان به VOACAP که توسط ITU طراحی شده اشاره کرد. بعضی از آن‌ها حتی قادر به تشخیص پدیده‌های جاری خورشیدی در محاسبات خود هستند تا دقت آن‌ها را بهبود بخشند. سؤال این است ـ آیا این برای کاربر معمولی رادیویی HF دریایی ضروری است؟ احتمالاً نه.

همچنین تعداد زیادی از جداول موجود است که می‌تواند نقطه شروع برای انتخاب بسامد مناسب برای ارتباطات را فراهم کند. این جداول باید یک نقطه شروع قابل قبول در انتخاب بسامد صحیح برای هر فاصله ارتباطی قرار داده شوند.

کار در منزل

جدول انتخاب بسامد مناسب برای ارتباطات در شب و روز را تنظیم کرده و در کلاس ارائه دهید.

به یاد داشته باشید که محدوده‌های امواج آسمان فقط به‌صورت تقریبی هستند و ممکن است به علت شرایط جوی به شدت متفاوت باشند. بر خلاف VHF، محدوده‌های HF فهرست شده به این معنا نیست که شما می‌توانید با هرکسی که در آن محدوده قرار دارد، ارتباط برقرار کنید؛ بلکه نشان دهنده حداکثر محدوده تقریبی است که شما می‌توانید ارتباط برقرار نمایید. به‌عنوان مثال اگر شما درحال تلاش برای برقراری ارتباط با یک کشتی در فاصله ۴۰۰ مایل دریایی در یک بسامد ۱۶ مگاهرتز هستید، واضح است که شما موفق نخواهید شد. سیگنال موج زمین شما هرگز به آن‌ها نمی‌رسد و موج آسمان شما احتمالاً از بالای آن‌ها عبور خواهد کرد. همان‌گونه که قبلاً نیز به آن اشاره شده، آن کشتی در ناحیه پرش قرار خواهد گرفت.

مفاهیم Simplex / Duplex / USB / LSB / A۳

کانال‌های ITU: اتحادیه بین‌المللی مخابرات، یک لیست استاندارد از زوج بسامدهایی است که برای ارسال و دریافت و تعیین آن‌ها مشخصه‌های کانال ایجاد کرده است. کانال‌های ITU از بسامدهای مشابه در سراسر جهان مانند VHF استفاده می‌کنند.

شکل ۲۱ــ آرم اتحادیه بین‌المللی مخابرات

شکل ۲۲ــ ایستگاه مخابرات دریایی

Simplex: زمانی است که بسامد ارسالی و دریافت شده شما یکسان است. به‌عنوان مثال می‌تواند هنگام ارسال و دریافت در ۲۱۸۲/۰ kHz باشد.

Duplex: هنگامی که شما پیام را بر روی یک بسامد ارسال می‌کنید (مانند ۸۱۹۵/۰ کیلوهرتز) و در یک بسامد کاملاً متفاوت دریافت می‌کنید (مانند ۸۷۱۹/۰ کیلوهرتز). این جفت شدن بسامدها به‌طور خاص به‌عنوان «کانال ITU۸۰۱» شناخته می‌شود.

به‌عنوان یک قاعده کلی، ارتباطات کشتی به کشتی در بسامدهای ساده (Simplex) انجام می‌شود که هر دو بسامد ارسال و دریافت یکسان هستند. از سوی دیگر، بسامد دوگانه (Duplex) برای ارتباطات کشتی به ساحل مورد استفاده قرار می‌گیرد، اگر چه بسامدهای ساده نیز می‌توانند برای این منظور به‌کار برده شوند.

اکثر رادیوهای دریایی HF_SSB با قابلیت انتخاب تعداد زیادی از کانال‌های برنامه‌ریزی شده در رادیو عرضه می‌شوند تا آماده استفاده کاربر باشند درحالی که بسیاری از این کانال‌ها می‌توانند دوباره برنامه‌ریزی شوند، ولی به‌طور کلی بسامدهای شرایط اضطراری، مکالمات معمولی و سامانه DSC قابل برنامه‌ریزی نیستند.

رادیوهای HF / SSB به‌طور معمول پیچیده‌تر از رادیوی دریایی VHF معمولی عمل می‌کنند، اکثر کشورها که در کشتی‌های آن‌ها رادیوهای MF / HF_SSB نصب شده است، بایستی مجوز ایستگاه داشته باشند و کاربر رادیویی نیز باید مجوز استفاده از آن را داشته باشد.

بسامدهای ساده MF/HF –SSB

بسامدهای ساده که MF، HF و یا VHF در ابتدا برای شرایط اضطراری، ایمنی، ارتباطات کشتی به کشتی و همچنین برای ارتباطات کشتی به‌ساحلی استفاده می‌شود. پس چرا این که کانال‌های Duplex برای ارتباطات کشتی به‌کشتی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد ؟ از لحاظ فنی این امکان وجود دارد. مشکل این است که این دستگاه نیاز به تجهیزات کاملاً متفاوتی از فرستنده معمولی HF که امروزه در اکثر کشتی‌ها یافت می‌شوند، دارند.

بیایید نگاهی به آنچه اتفاق می افتد بیاندازیم. زمانی که ۲ کشتی‌ها سعی می‌کنند در یک کانال Duplex مشترک ارتباط برقرار کنند. شما می‌توانید هر کانال ITU را که می‌خواهید انتخاب کنید، اما برای این مثال ما کانال ۶۰۱ را انتخاب می‌کنیم.

در نظر بگیرید که درحال دریانوردی باشید و می‌خواهید یک دوست را که چند صد مایل دورتر از شما قرار دارد روی بسامد ۶۲۱۵/۰ کیلوهرتز صدا بزنید. پس از برقراری تماس، هر دو با موافقت هم کانال رادیو را برای صحبت کردن به ۶۰۱ تغییر دهید. بنابراین شما هر دو کانال ۶۰۱ را در رادیوهای HF خود شماره‌گیری می‌کنید و در اینجا برای بسامدی که انتخاب کرده‌اید چیزی شبیه مورد نمایش داده شده در جدول شماره ۱ اتفاق می‌افتد:

جدول ۱ــ انتخاب بسامد نامناسب برای برقراری ارتباط بین دو کشتی

وضعیت رادیو	Channel ۶۰۱ ITU	
	ارسال (Xmit)	دریافت (Recv)
کشتی شما	۶۲۰۰ kHz	۶۵۰۱ kHz
کشتی دیگر	۶۲۰۰ kHz	۶۵۰۱ kHz

هر دوی شما در ۶۲۰۰٫۰ کیلوهرتز ارسال می‌کنید، اما شما هر دو در ۶۵۰۱/۰ kHz گوش می‌دهید و هیچ‌یک از شما در ۶۲۰۰/۰ kHz دریافت‌کننده نیست (به گوش نیست). بنابراین هیچ کدام از کشتی‌ها آنچه را که دیگری می گوید، نمی‌شنود. از سوی دیگر، ایستگاه‌های ساحلی به‌گونه‌ای متفاوت هستند و به‌همین دلیل از کانال‌های دوگانه (Doplex) استفاده می‌کنند. هنگامی که ارتباط بین کشتی و ساحل بر روی کانال ۶۰۱ برقرار می‌شود، آن‌ها بگونه معکوس عمل می‌کنند. ایستگاه ساحلی در بسامد ۶۵۰۱/۰ کیلوهرتز پخش می‌کند و در بسامد ۶۲۰۰/۰ کیلوهرتز به گوش است.

جدول ۲ـ استفاده از کانل‌های دوگانه در ارتباط کشتی - ایستگاه ساحلی

وضعیت رادیو	Channel ۶۰۱ ITU	
	ارسال (Xmit)	دریافت (Recv)
کشتی	۶۲۰۰/۰ kHz	۶۵۰۱/۰ kHz
ایستگاه ساحلی	۶۵۰۱/۰ kHz	۶۲۰۰/۰ kHz

همین موضوع ما را دوباره به استفاده از بسامدهای ساده برای ارتباطات کشتی به کشتی برمی‌گرداند.

بسامدهای Simplex MF / HF-SSB اولیه:

Medium Simplex و High Frequency Simplex برای استفاده مشترک در سرتاسر جهان توسط کشتی‌های همه گروه‌ها و همه کشورها ارائه شده است. این بسامدها با توافقنامه بین‌المللی، برای برقراری ارتباط با دیگر کشتی‌ها یا ایستگاه‌های ساحلی استفاده می‌شود. مخابرات داخلی از کاربردهای اولیه برای بسامدهای ساده می‌باشد.

جدول ۳ـ بسامدهای Simplex MF / HF-SSB

۲۵ـ۲۶ MHz	۲۲ MHz	۱۸ـ۱۹ MHz	۱۶ MHz	۱۲ MHz	۸ MHz	۶ MHz	۴ MHz	۲ MHz
۲۵۱۰۰/۰	۲۲۱۵۹/۰	۱۸۸۲۵/۰	۱۶۵۲۸/۰	۱۲۳۵۳/۰	۸۲۹۴/۰	۶۲۲۴/۰	۴۱۴۶/۰	۲۰۶۵/۰
۲۵۱۰۳/۰	۲۲۱۶۲/۰	۱۸۸۲۸/۰	۱۶۵۳۱/۰	۱۲۳۵۶/۰	۸۲۹۷/۰	۶۲۲۷/۰	۴۱۴۹/۰	۲۰۷۹/۰
۲۵۱۰۶/۰	۲۲۱۶۵/۰	۱۸۸۳۱/۰	۱۶۵۳۴/۰	۱۲۳۵۹/۰		۶۲۳۰/۰	۴۴۱۷/۰	۲۰۹۳/۰
۲۵۱۰۹/۰	۲۲۱۶۸/۰	۱۸۸۳۴/۰	۱۶۵۳۷/۰	۱۲۳۶۲/۰		*۶۵۱۶/۰		۲۰۹۶/۵
۲۵۱۱۲/۰	۲۲۱۷۱/۰	۱۸۸۳۷/۰	۱۶۵۴۰/۰	۱۲۳۶۵/۰				۲۲۱۴/۰
۲۵۱۱۵/۰	۲۲۱۷۴/۰	۱۸۸۴۰/۰	۱۶۵۴۳/۰					
۲۵۱۱۸/۰	۲۲۱۷۷/۰	۱۸۸۴۳/۰	۱۶۵۴۶/۰					

* فقط برای استفاده در روز.
تمام بسامد ها به KHz می‌باشند.

بسامدهای مشترک HF-SSB Simplex

علاوه بر بسامدهای سادهٔ اولیه‌ای که در جدول شماره ۳ نمایش داده شده است، تعداد زیادی بسامد در باندهای ۴ مگاهرتز و ۸ مگاهرتز وجود دارد که می‌تواند به صورت مشترک با خدمات ثابت در ساحل استفاده شود که تعدادی از آن‌ها در جدول شماره ۴ نشان داده شده است.

جدول ۴ـ بسامدهای مشترک HF-SSB Simplex

۴ MHz Band	۸ MHz Band
۴۰۰۰/۰ kHz	۸۱۰۱/۰ kHz
۴۰۰۳/۰ kHz	۸۱۰۴/۰ kHz
۴۰۰۶/۰ kHz	۸۱۰۷/۰ kHz
۴۰۰۹/۰ kHz	۸۱۱۰/۰ kHz
۴۰۱۲/۰ kHz	۸۱۱۳/۰ kHz
۴۰۱۵/۰ kHz	۸۱۱۶/۰ kHz
۴۰۱۸/۰ kHz	۸۱۱۹/۰ kHz

کاربرد خاص بسامدهای Simplex

علاوه بر بسامدهای بین‌المللی ذکر شده در بالا، کشورهایی هستند که اغلب دارای یک مجموعه بسامدهای دیگر برای استفاده به‌منظور خاص یا برای استفاده در مناطق خاص جغرافیایی می‌باشند. به‌عنوان مثال در ایالات متحده بسامدهای ساده ۲ مگاهرتز دیگر که در جدول‌های ۵ و ۶ نشان داده شده وجود دارد:

جدول ۵ـ کاربرد خاص بسامدهای Simplex

ایمنی داخلی و ارتباطات عملیاتی	
منطقه جغرافیایی	بسامد
فقط دریاچه‌های بزرگ	۲۰۰۳/۰ kHz
بسامد کاری رودخانه می سی سی پی.	۲۷۸۲/۰ kHz
همه مناطق. همچنین ماهی‌گیری غیر تجاری.	۲۰۸۲/۵ kHz
بسامد کاری رودخانه می سی سی پی.	۲۰۸۶/۰ kHz
همه مناطق.	۲۰۹۳/۰ kHz
ساحل اقیانوس آرام، روزانه، جنوب ۴۲ درجه شمالی.	۲۱۴۲/۰ kHz

جدول ۶ـ کاربرد خاص بسامدهای Simplex

بسامدهای تجاری و عملیاتی	
منطقه جغرافیایی	بسامد
همه مناطق.	۲۰۶۵/۰ kHz
همه مناطق.	۲۰۷۹/۰ kHz
همه مناطق.	۲۰۹۶/۵ kHz
سواحل دولتی، ایستگاه های هماهنگی جست‌وجو و نجات کشتی و هواپیما.	۳۰۲۳/۰ kHz
این بسامدهای رادیو تلفنی ۲ مگاهرتز (Single Side Band) SSB ساده، فقط برای کشتی‌هایی که در آبهای نزدیک ایالات متحده قابل دسترس می‌باشند.	

کانال‌های Duplex MF و HF-SSB:

در این قسمت برروی کانال‌های Duplex ـ HF که در ارتباطات کشتی به‌ساحلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، تمرکز می‌کنیم.

در ساده‌ترین حالت، یک کانال Duplex شامل تعداد ۲ بسامد مختلف ساده است که با یکدیگر متحد شده‌اند تا یک کانال را تشکیل دهند. یک بسامد برای انتقال و دیگری برای دریافت استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر ITU Channel۴۰۱ را روی HF_SSB خود انتخاب کنید تا با رادیو خود ارتباط برقرار کند، شما در ۴۰۶۵/۰ kHz ارسال و در ۴۳۵۷/۰ kHz دریافت خواهید کرد.

مهم است که توجه داشته باشید رادیوهای دریایی HF_SSB (مانند VHF دریایی)، رادیوهای دوگانه واقعی نیستند، اما بهتر است به عنوان «نیمه دوگانه» توصیف شوند. به این معنی که رادیو تنها می‌تواند در یکی از دو حالت باشد: فرستنده یا گیرنده و همزمان در هردو حالت نمی‌تواند فعالیت کنند، مگر اینکه تجهیزات خاصی را همراه با رادیو خود نصب کنید. اکثر رادیوها میان این دو حالت (انتقال و دریافت) با دکمه Push To Talk: PTT تعویض می‌شوند. با این وجود، این واقعیت را تغییر نمی‌دهد که استفاده از بسامدهای متناوب مختلف به عنوان کانال‌های دوگانه شناخته شده است.

شناسه مکالماتی یا Call Sign

شناسه مخابراتی هر کشتی یک هویت الفبایی منحصر به فرد است که متعلق به آن کشتی می‌باشد. شناسه مخابراتی این امکان را فراهم می آورد که دو کشتی با نام مشابه، با شناسه‌های متفاوت از هم متمایز باشند. همچنین زمانی که فهمیدن نام واقعی کشتی‌ها دشوار باشد می‌توان فقط از شناسه آن استفاده کرد.

این شناسه توسط مبادی ذی‌ربط کشور که کشتی در آن به ثبت رسیده است، صادر می‌شود.

اگر یک کشتی شناسه مخابراتی خود نداشته باشد، صاحب کشتی باید قبل از اینکه هر وسیله ارتباطی جدید

را در کشتی مورد استفاده قرار دهد، نسبت به دریافت شناسه اقدام نماید.
هر Call Sign با پیشوند حروفی - عددی آغاز می‌شود که نشان‌دهنده ملیت است. به‌عنوان مثال شناسه‌های دو کشتی مشابه (هم کلاس) کشور عزیزمان ایران در جدول شماره ۷ مقایسه کنید. پیشوند معمولاً توسط دو یا سه حرف یا عدد دنبال می‌شود.

جدول ۷ـ مقایسه شناسه مکالماتی دو کشتی هم کلاس

SHABGOUN	
IMO	9346524
MMSI	422032300
Call Sign	EPBR9
Flag	Iran [IR]
Vessel Type	Cargo CONTAINER SHIP

BASHT	
IMO	9346536
MMSI	422032700
Call Sign	EPBS5
Flag	Iran [IR]
Vessel Type	Cargo CONTAINER SHIP

مکالمه اضطراری

زمانی که یک کشتی در وضعیت اضطراری قرار می‌گیرد، می‌تواند از هر وسیله‌ای که در اختیار دارد به منظور جلب توجه، اعلام موقعیت و درخواست کمک استفاده کند.
استفاده از MAYDAY به‌جز برای نشان دادن وضعیت اضطراری ممنوع است.
تماس اضطراری، اولویت مطلق را نسبت به همه تماس‌های دیگر دارد. تمام کشتی‌ها و ایستگاه‌های ساحلی که تماس اضطراری دریافت می‌کنند، بایستی فوراً تمام رادیوهایی را که ممکن است با آن ارتباطات اضطراری برقرار کنند، متوقف کنند و برروی یک بسامد به گوش باشند.
تماس‌ها و پیام‌های اضطراری معمولاً فقط با اختیارات فرمانده کشتی یا شخص مسئول ایستگاه ساحلی ارسال می‌شود.
ایستگاه‌های نظارت بر ارتباطات اضطراری مانند MRCC ها باید مراقب باشند تا تداخل‌های ارتباطات ایستگاه

در وضعیت اضطراری یا سایر ایستگاه‌های کمک‌کننده را تحت‌تأثیر قرار ندهند.
هنگامی که استفاده از MADAY مورد تأیید قرار نگرید یا درحد نیاز ضطراری نباشد، برای ایمنی کشتی یا فرد ضروری است، پیام فوری بصورت PAN_PAN ارسال می‌شود.
اگر دیگر نیازی به کمک وجود نداشته و یا زمانی که حادثه تمام شده باشد، بایستی تماس‌ها و پیام‌های اضطراری و فوری لغو شوند.

روند اعلام شرایط اضطراری

روند اعلام شرایط اضطراری بصورت زیر دنبال می‌شود:

- سیگنال هشدار (در صورت موجود بودن تجهیزات مربوطه)
- تماس اضطراری
- پیام اضطراری

بسامدهای زیر جهت تماس اضطراری و ایمنی اختصاص داده شده اند:
تماس‌های اضطراری رادیوی VHF ، در کانال ۱۶ ارسال می‌شود.
تماس‌های اضطراری HF_SSB، در
۲۱۸۲ kHz
۴۱۲۵kHz
۶۲۱۵kHz
، ۸۲۹۱kHz
۱۲۲۹۰kHz
یا ۱۶۴۲۰ kHz ارسال می‌شوند.

سیگنال هشدار

سیگنال زنگ هشدار رادیویی تنها در بسامد (SSB) و در بسامدهای ۲۱۸۲kHz، ۴۱۲۵kHz یا ۶۲۱۵kHz استفاده می‌شود (اما در همه رادیوهای SSB ژنراتور سیگنال هشدار نصب نشده است). این سیگنال شامل دو بسامد صوتی با تُن‌های متفاوت است، به‌طور متناوب ارسال می‌شوند.
هدف از ارسال سیگنال هشدار این است که توجه افرادی که در کشتی به‌گوش هستند را جلب کرده و یا سامانه خودکار گیرنده زنگ هشدار را فعال کند. این باید به‌طور مداوم برای حداقل ۳۰ ثانیه و حداکثر یک دقیقه ارسال می‌شود.
سیگنال هشدار امکان دارد برای موارد زیر بکار برده شوند:

- اعلام می‌کند که یک تماس یا پیام اضطراری درحال پیگیری است.
- وقتی که کمک سایر کشتی‌ها مورد نیاز است. (در این صورت، پیام باید قبلاً از بایستی از طریق پیام اضطراری و سیگنال هشدار توسط ایستگاه های دیگر تکرار شود)
- پیش از پیام های هشدار ایمنی، توسط یک ایستگاه ساحلی مجاز ارسال هشدار فوری تند باد یا وضعیت جوی نامساعد.

در ادامه هر سیگنال هشدار رادیویی که توسط یک ایستگاه ساحلی ارسال می‌شود، به مدت ۱۰ ثانیه سیگنالی با تُن متفاوت ارسال می‌شود.

تماس اضطراری

- رادیو را روی حداکثر توان سوییچ کنید.
- سه مرتبه تکرار عبارت MAYDAY .
- سه مرتبه تکرار نام کشتی ـ یک مرتبه تکرار شناسه کشتی.

پیام اضطراری

پیام اضطراری بایستی به دنبال تماس اضطرای ارسال گردد.

این پیام شامل موارد زیر می‌باشد:

- اعلام عبارت MAYDAY سیگنال اضطراری
- تکرار نام کشتی (سه مرتبه) + تکرار شناسه کشتی در وضعیت اضطراری قراردارد (یک مرتبه).
- عبارت MAYDAY (یک مرتبه) + نام کشتی + شناسه کشتی در وضعیت اضطراری قراردارد (یک مرتبه).
- موقعیت کشتی (از نظر طول و عرض جغرافیایی یا راه حقیقی و فاصله از نقطه جغرافیایی جدول)
- ماهیت شرایط اضطراری و نوع کمک مورد نیاز.
- تعداد نفرات کشتی.
- هرگونه اطلاعات دیگر که ممکن است به نجات کمک کند، مانند شرایط دریا و شرح وضعیت کشتی.
- پایان پیام با اعلام عبارت OVER.

نمونه پیام اضطراری

- اگر از رادیوی VHF استفاده می‌کنید آن را روی کانال ۱۶ قرار دهید.
- اگر از رادیوی HF - SSB استفاده می‌کنید، روی یکی از فرکانس‌های ۲۱۸۲kHz, ۴۱۲۵kHz, ۶۲۱۵kHz قرار بگیرید.
- در صورت امکان با رادیوی HF – SSB سیگنال هشدار ارسال کنید.
- MAYDAY- MAYDAY- MAYDAY.
- THIS IS ALBATROSS, ALBATROSS, ALBATROSS ZM۱۷۲۶– FIVE NAUTICAL MILES WEST OF KAPITI ISLAND – HOLED AND LISTING HEAVILY, ENGIN ROOM FLOODED – REQUIRE IMMEDIATE ASSISTANCE – THREE PEOPLE ON BOARD – SEAS ROUGH.
- OVER

توجه

در همان فرکانس که پیام ارسال کردید، به گوش باشید تا پیام تأیید را دریافت کنید.

تأییدیه پیام اضطراری

هر ایستگاهی که یک تماس و پیام اضطراری را شنود می‌کند باید آن را بنویسد و بلافاصله به افسر عملیات یا ناخدای کشتی اطلاع دهید.

اگر هیچ پاسخ فوری از یک ایستگاه ساحلی شنیده نشود، تماس کشتی که در شرایط اضطراری گرفتار شده است را تأیید کنید و تمام مراحل ممکن را برای جلب توجه دیگر ایستگاه‌هایی که ممکن است قادر به کمک باشند، بیابید.

تأیید پیام اضطراری باید قالب زیر را داشته باشد:

- اعلام عبارت MAYDAY در سیگنال اضطراری.
- تکرار نام کشتی فرستنده پیام اضطراری (سه مرتبه) + تکرار شناسه کشتی فرستنده پیام اضطراری (یک مرتبه).
- شروع پیام با عبارت … This Is
- نام کشتی یا ایستگاه گیرنده پیام اضطراری (سه مرتبه) + شناسه کشتی یا ایستگاه گیرنده پیام اضطراری (یک مرتبه).
- عبارت RECEIVED
- اعلام عبارت MAYDAY در سیگنال اضطراری.
- پایان پیام با اعلام عبارت Over.

نمونه تأیید پیام اضطراری

- MAYDAY
- ALBATROSS – ALBATROSS – ALBATROSS - ZM1726.
- THIS IS BLUE DUCK - BLUE DUCK - BLUE DUCK - ZM11983.
- RECEIVED MAYDAY.
- درصورتی که هرگونه تردیدی درخصوص موقعیت کشتی ارسال‌کننده پیام اضطراری دارد، موقعیت آن را (که قبلاً در پیام اضطراری دریافت کرده‌اید)، تکرار کنید تا کشتی فرستنده پیام مجدداً آن را تأیید کند.
- OVER

بازپخش کردن یا ارسال مجدد پیام اضطراری

در بیشتر موارد، یک کشتی یا ایستگاه ساحلی یک پیام اضطراری را دوباره ارسال می‌کند تا کمک‌های بیشتری را جلب کند. این پیام شامل:

- اعلام عبارت MAYDAY RELAY (سه مرتبه).
- اعلام عبارت ALL STATIONS (سه مرتبه).
- شروع پیام با عبارت … This Is
- نام کشتی یا ایستگاه بازپخش کننده پیام اضطراری (سه مرتبه) + شناسه کشتی یا ایستگاه بازپخش کننده پیام اضطراری (یک مرتبه).
- متن پیام اضطراری که توسط کشتی گرفتار شده، مخابره شده است.
- پایان پیام با اعلام عبارت Over.

هنگامی که از رادیو HF_SSB استفاده می‌کنید، درصورت امکان، سیگنال اضطراری را نیز ارسال کنید.

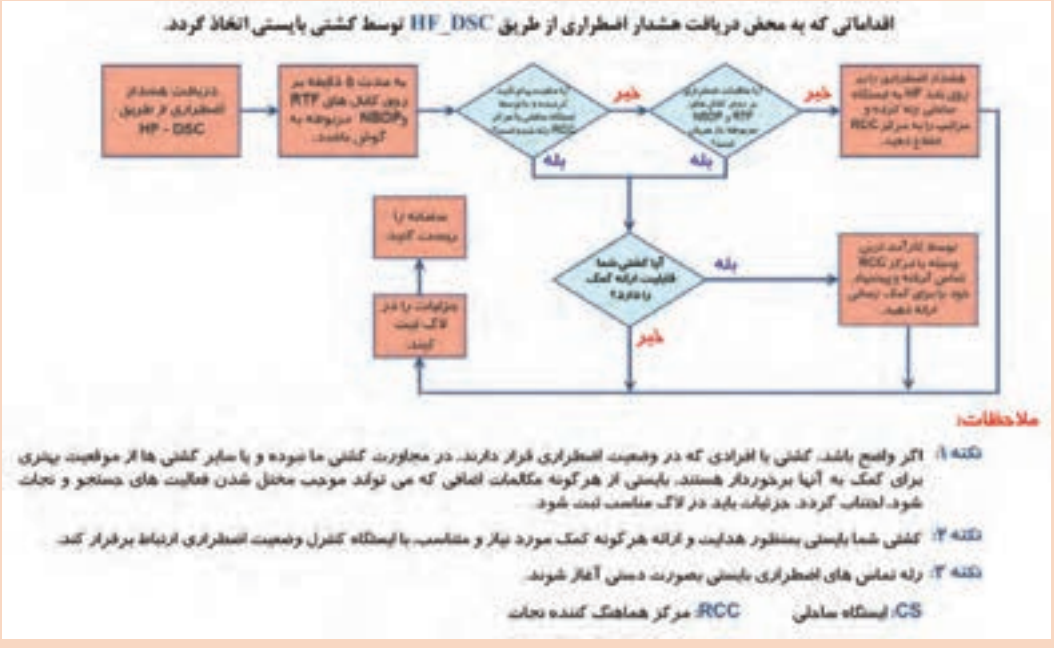
- مراحل اولیه را همانطور که در بالا ذکر شد دنبال کنید، سپس:
- MAYDA ALBATROSS – 0930 AT 60 FOLLOWING RECEIVED ON CHANNEL CN/G10.ZMWW.WIN2
- ….(FIVE MILES WEST OF KAPITI ISLAND (and so on – 1726
- OVER

نمونه رله پیام اضطراری

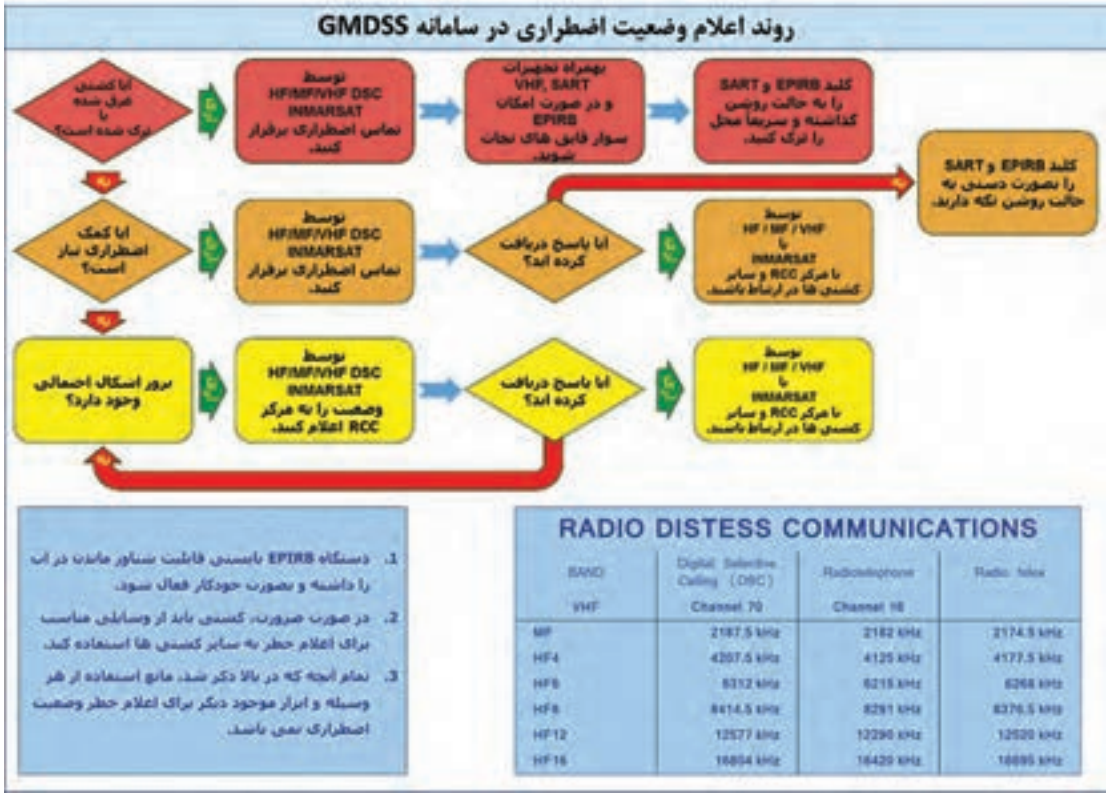
- MAYDAY RELAY - MAYDAY RELAY - MAYDAY RELAY.
- ALL STATIONS – ALL STATIONS – ALL STATIONS.
- THIS IS BLUE DUCK - BLUE DUC - BLUE DUCK - ZM11983.
- MAYDAY ALBATROSS, ALBATROSS, ALBATROSS ZM1726 – FIVE NAUTICAL MILES WEST OF KAPITI ISLAND – HOLED AND LISTING HEAVILY, ENGIN ROOM FLOODED – REQUIRE IMMEDIATE ASSISTANCE – THREE PEOPLE ON BOARD – SEAS ROUGH.
- OVER

درمواردی که پیام اضطراری در بسامدی غیر از آنچه که توسط کشتی گرفتار شده از آن استفاده می‌کند، بازپخش شود، بایستی در ادامه بازپخش پیام، بسامد بکار برده شده توسط آن کشتی و زمان دریافت پیام گفته شود.

مثال



ـ روند اقدامات، متعاقب دریافت پیام اضطراری از طریقHF_DSC :
ـ روند اعلام وضعیت اضطراری در سامانه GMDSS:



ملاحظات مکالمات رادیویی

محرمانه بودن مکالمات:

درصورتی که کاربری اطلاعاتی دریافت کند که برای او درنظر گرفته نشده است، هرگز مجاز به استفاده یا فاش کردن آن اطلاعات نمی‌باشد و بایستی با رعایت امانت به‌مسئول مربوطه آن ارائه دهد، مگر اینکه به‌طور خاص مجاز به انجام آن باشند.

مکالمات در بنادر و اسکله‌ها

در هنگام ورود به بنادر و اسکله‌ها، بمنظور جلوگیری از تداخل مکالمات با سایر رادیوهای، بایستی از حداقل توان فرستنده استفاده شود.

آزمایش تجهیزات رادیویی

هنگامی که لازم است یک کشتی تجهیزات رادیویی خود را با ارسال سیگنال آزمایش کند، بایستی تا حدامکان ارسال‌ها مختصر بوده و شامل نام و شناسه کشتی نیز باشد. جهت آزمایش رادیو ها می‌توان از بارهای ساختگی محافظت شده (Dummy Load) نیز استفاده کرد.

تداخل رادیویی

این نکته بسیار مهم است که تمام ایستگاه های رادیویی (ایستگاه های ساحلی یا رادیو کشتی‌ها) با کمترین تداخل نسبت به سایر ایستگاه‌ها، فعالیت کنند. از این رو کاربران دستگاه‌های رادیویی باید استفاده از بسامد / کانال رادیویی را به کمترین تعداد محدود کنند.

شکل ۲۳ـ کانال‌های رادیویی دریایی

مکالمات غیرضروری نه تنها تداخل در تماس‌های ضروری سایر کاربران را به‌دنبال خواهد داشت، بلکه ممکن است یک تماس اضطراری را نیز مختل کند. اگر می‌خواهید با دوستان خود گپ بزنید، از یک تلفن همراه، رادیو Citizen Band یا تلفن ماهواره‌ای استفاده کنید.

تحقیق کنید

علت‌های بروز تداخل در مکالمات رادیویی دریایی چیستند؟

بایدها و نبایدهای تماس رادیویی

از کانال VHF۱۶ یا بسامد SSB مناسب برای اعلام موقعیت مکانی خود، اعلام شرایط اضطراری و ایمنی استفاده کنید. در نزدیک ساحل می‌توانید از تلفن‌های همراه، به‌منظور برقراری تماس‌های اورژانسی استفاده کنید.

بمنظور جلوگیری از هرگونه تداخل با سایر رادیوها، قبل از ارسال هرگونه پیام، ابتدا گوش دهید.

در تماس‌ها همواره از نام کشتی و شناسه مخابراتی مخصوص به‌خود استفاده کنید.

از دستورالعمل‌های تأیید شده و اصطلاحات معمول و صحیح استفاده کنید. به‌یاد داشته باشید که ممکن سایر ایستگاه‌ها از زبان انگلیسی به‌عنوان زبان اول خود استفاده نکنند.

تماس‌های رادیویی خود را به‌صورت کوتاه و مختصر برقرار کنید، چرا که رادیو دریایی فقط برای مقاصد کاری

در کشتی نصب شده‌اند.
واضح و محترمانه صحبت کنید.
قبل از ارسال مجدد، یا قبل از تغییر کانال‌ها یا بسامد، منتظر پاسخ به تماس باشید.
نباید ارسال‌های خود را طول بدهید. به‌خاطر داشته باشید که با این کار، موجب مسدود شدن یک بسامد یا کانال برای سایر کاربران خواهید شد.
پیام‌های نادرست و گمراه‌کننده ارسال نکنید. انتقال یک پیام اضطراری نادرست، در قانون حمل و نقل دریایی تخلف محسوب می‌شود.

همواره بر روی کانال VHF۱۶ به گوش باشید. شاید نفر بعدی که نجات داده می‌شود شما باشید.

فعالیت کارگاهی

آزمایش روزانه دستگاه VHF

مرحله اول:

۱ درحالی‌که دستگاه در حالت [Standby] قرار دارد، دکمه [Shift] را فشار داده سپس دکمه [Test] را بزنید. (شکل۲۴)

شکل ۲۴

۲ صفحه‌نمایش حالت آزمون را نشان می‌دهد و عبارت "TEST IN PROGRESS" در صفحه‌نمایش ظاهر می‌شود. چراغ Alarm روشن و بوق هشدار نیز شنیده خواهد شد.

۳ درصورتی‌که نتیجه آزمایش مثبت باشد عبارت OK در صفحه‌نمایش ظاهر می‌شود. (شکل۲۵)

شکل ۲۵

۴ در برخی موارد نیز به علت عدم عملکرد صحیح دستگاه عبارت NG دیده می‌شود. در این حالت بایستی آزمون چند مرحله دیگر تکرار شود. در صورت باقی ماندن اشکال، مراتب می‌بایست سریعاً به مراکز تعمیرات ساحلی اطلاع داده شود.

مرحله دوم:

۱ برای قطع شدن صدای بوق هشدار، دکمه [Cancel] را فشار دهید.

۲ برای خارج شدن از حالت آزمون، دکمه [Cancel] را مجدداً فشار دهید.

آزمایش روزانه دستگاه MF/HF

مرحله اول:

۱ دکمه [Test/۳] را فشار دهید.

۲ با چرخاندن کلید چرخان، که عبارت Push to Inter در بالای آن دیده می‌شود، در صفحه‌نمایش حالت Daily را انتخاب کنید. توجه داشته باشد برای تأیید انتخاب بایستی پس‌ازآنتخاب، کلید چرخان را فشار دهید. (شکل ۲۶)

شکل ۲۶

۳ پس از چند ثانیه نتیجه آزمون در صفحه‌نمایش ظاهر خواهد شد.

۴ عبارت OK نشان‌دهنده عملکرد صحیح دستگاه است. در این حالت چراغ Alarm چند بار چشمک زده و صدای بوق هشدار نیز شنیده خواهد شد. (شکل ۲۷)

شکل ۲۷

مرحله دوم:

برای خارج شدن از حالت آزمون، دکمه [Cancel] را فشار دهید تا صفحه‌نمایش به حالت عادی برگردد.

آزمایش هفتگی رادیو MF/HF-DSC

۱ درحالی‌که دستگاه در حالت آماده‌به‌کار (DSC Standby) قرارداد دکمه [DSC/۲] را فشار دهید. سپس کلید چرخان [ENTER] را فشار دهید تا پنجره Call Type در صفحه‌نمایش باز شود.

۲ کلید [ENTER] را بچرخانید تا بر روی Test Call قرار گیرد. برای انتخاب آن کلید [ENTER] را فشار دهید. دوباره کلید [ENTER] را فشار دهید تا پنجره انتخاب شناسه ایستگاه باز شود. (شکل۲۸)

شکل ۲۸

۳ با استفاده از صفحه‌کلید اعداد، شناسه هفت‌رقمی ایستگاهی را که می‌خواهد به آن ایستگاه پیام ارسال نمایید را وارد کنید و کلید [ENTER] را فشار دهید. انتخاب ایستگاه به منطقه دریایی که کشتی در آن قرارگرفته است، بستگی دارد. شماره شناسه ایستگاه‌ها را می‌توانید از کتاب Admiralty List of Radio Signals Volume ۱ـ Maritime Radio Stations انتخاب کنید. (شکل۲۹)

شکل ۲۹

۴ اکنون کلید [ENTER] را فشار دهید تا منوی انتخاب بسامد باز شود. توجه داشته باشید که مقدار Priority به‌صورت پیش‌فرض برروی Safety تنظیم‌شده است.

۵ کلید [ENTER] را بچرخانید تا برروی بسامد مناسب قرار گیرد. سپس برای انتخاب آن بسامد کلید [ENTER] را فشار دهید. (شکل۳۰)

شکل ۳۰

۶ اکنون کلید [CALL] را فشار دهید تا پیام Test به ایستگاه ساحلی که مدنظر است ارسال گردد. (شکل ۳۱)

شکل ۳۱

پس‌ازاینکه پیام آزمون با موفقیت ارسال شد، تأیید پیام از طرف ایستگاه ساحلی دریافت می‌شود. به‌دنبال دریافت تأیید پیام، صدای بوق هشدار نیز شنیده خواهد شد. (شکل ۳۲)

شکل ۳۲

برخی اوقات افسر مخابرات هیچ پیام تأیید از ایستگاه ساحلی دریافت نمی‌کند. در چنین مواردی فرض بر این قرار می‌گیرد که پیام تأیید از طرف ایستگاه ساحلی ارسال نشده است. بااین‌حال این امکان وجود دارد. ممکن است اشکال از دستگاه‌های رادیویی کشتی باشد. برای اطمینان از صحت عملکرد تجهیزات MF/HF DSC- بهتر است سعی کنیم پیام آزمون دیگری با بسامد متفاوت و به یک ایستگاه ساحلی دیگر بفرستیم. حتی اگر در این صورت نیز موفق به دریافت پیام تأیید نشدیم، می‌توانیم یک پیام آزمون به کشتی‌های گذری یا عبوری که در نزدیکی کشتی ما قرار دارند ارسال کنیم. در این حالت به‌جای شماره شناسه ایستگاه ساحلی، شناسه MMSI کشتی عبوری را در تجهیزات MF/HF ست می‌کنیم. بهتر است با کشتی مذکور تماس گرفته و از تأیید دریافت پیام آزمون اطمینان حاصل کنیم. همچنین می‌توان از کشتی عبوری درخواست کرد تا یک پیغام آزمون به کشتی ما ارسال کند تا از صحت عملکرد تجهیزات کشتی خود اطمینان کامل حاصل کنیم.
همچنین پیشنهاد می‌شود آزمون ایستگاه به ایستگاه با استفاده از رادیو VHF DSC کشتی خود به‌صورت زیر انجام داده شود:

۱ بر روی دستگاه VHF دکمه [CALL] را فشار دهید.

۲ پنجره ایجاد پیام در صفحه‌نمایش بازخواهد شد. با چرخاندن کلید [CHANNEL] نوع پیام را بر روی Test قرار دهید. (شکل۳۳)

شکل ۳۳

۳ شماره شناسه ایستگاه را وارد کنید. در این مورد شناسه MMSI کشتی خود را وارد نمایید. سپس دکمه [CALL] را برای ارسال پیام ارسال نمایید. (شکل۳۴)

شکل ۳۴

با این کار، یک پیام آزمایشی به کشتی خود ارسال خواهد شد. (شکل ۳۵)

شکل ۳۵

صدای پیام دریافت و تصویر آن نیز در صفحه‌نمایش دستگاه VHF مشاهده خواهد شد. برای پایان دادن به مراحل آزمون کلید [CANCEL] را فشار دهید.

فعالیت کارگاهی

آزمایش ماهیانه دستگاه VHF دستی

هر قایق نجات دارای دو دستگاه VHF دستی است که بایستی جهت اطمینان از صحت عملکرد آن‌ها در شرایط اضطراری، حداقل یک‌مرتبه در ماه مورد آزمایش قرار گیرند. این دستگاه در زمان آزمون باید در کانالی به‌غیراز کانال ۱۶ (۱۵۶۳۸ MHz) مورد آزمایش قرار گیرد. نیاز است تاریخ انقضای باتری نیز کنترل و در صورت لزوم تعویض گردد.

۱ مراحل آزمون دستگاه VHF دستی به شرح زیر می‌باشد:

۲ کلید روشن خاموش را نگه دارید تا دستگاه روشن شود.

۳ برای انتخاب کانالی به‌غیراز کانال ۱۶، کلید [CH] را فشار دهید. سپس توسط کلیدهای پیمایش [⬇⬆] کانال موردنظر را انتخاب کنید. شماره کانال و بسامد مربوطه در صفحه دستگاه نمایش داده خواهد شد.

۴ کلید (Power to Talk) [PTT] را فشار دهید تا بتوانید فرستندگی و گیرندگی دستگاه را با یک رادیو VHFدیگر آزمایش کنید. این کار را می‌توان با دستگاه VHF ثابت کشتی انجام داد. (شکل۳۶)

شکل ۳۶ـ VHF در حالت ارسال (TX)

عبارت TX زمانی نمایش داده می‌شود که کلید [PTT] فشرده شده و ارسال در حال انجام باشد. عبارت TX نشان‌دهنده آن است که بسامد حامل درحال خروج از آنتن است.

زمانی که دستگاه VHF درحال دریافت سیگنال باشد (انگشت از روی دکمه [PTT] برداشته شده باشد)، عبارت RX در صفحه دستگاه نمایش داده خواهد شد. (شکل ۳۷)

شکل ۳۷ـ دستگاه VHF در حالت دریافت (RX)

بازدید ماهیانه آنتن‌ها

پیشنهاد می‌شود ایمنی نگه‌دارنده و بست‌های آنتن‌ها همچنین کابل‌های متصل به آنتن که در فضای آزاد قرارگرفته‌اند به‌صورت ظاهری بازدید و آسیب‌دیدگی احتمالی آن‌ها کنترل شود. (شکل ۳۹ـ۳۸)

شکل ۳۹ـ۳۸

هرگونه نمک، چربی یا کثیفی روی آنتن و کابل‌های آن باید برطرف شود. همچنین کنترل تمامی اتصالات از نکات حائز اهمیت در مورد آنتن‌ها است. (شکل ۴۰)

شکل ۴۰

قبل از شروع هرگونه فعالیت نگهداری و تعمیرات بر روی آنتن‌ها، مطمئن شود که دستگاه‌های مربوطه درحالت خاموش قرار داشته باشند.

شکل ۴۱ـ آنتن‌های VHF

تحقیق کنید

درمورد انواع آنتن های VHF تحقیق کنید.

باتری

باتری‌ها منبع انرژی رزرو را فراهم می‌آورند. باتری‌ها نیز بایست به‌طور روزانه آزمایش شوند. به‌طور ویژه باتری‌ها باید در حالت بی‌باری (Off Load) و زیر بار (On Load) با اتصال ولت‌متر به باتری شارژر، مورد آزمایش قرار گیرند.

حالت بی‌باری: زمانی که هیچ‌یک از تجهیزات به باتری وصل نیستند، میزان ولتاژ باتری باید ۲۴ ولت یا مقداری بالاتر باشد.

شکل ۴۲ـ آزمایش باتری

حالت زیر بار: منبع برق AC را قطع کنید و مقدار ولتاژ باتری را یادداشت کنید. شستی PTT رادیو MF/HF را در بسامد معمولی فرستندگی و گیرندگی، فشار دهید. ولتاژ باتری باید متناسب با میزان بار اعمال‌شده، افت کند. اگر میزان افت ولتاژ باتری بیش از ده درصد باشد، به این معنی است که باتری ضعیف شده یا به‌طور کامل شارژ نشده است. در این حالت باتری بایستی دوباره شارژ شود.

بازدید ماهیانه باتری

باتری و اتصالات آن در محل استقرار باتری‌ها باید به‌طور مرتب و مداوم مورد بازدید قرار گیرند. سطح و غلظت الکترولیت و هریک از سلول‌های باتری بایستی کنترل شود. سولفاته شدن باتری، یعنی ایجاد سولفات سرب در باتری موجب کاهش ظرفیت باتری می‌شود. ازاین‌رو این نوع باتری‌ها بایستی همواره در شارژ و آماده‌به‌کار قرار داشته باشند.

فعالیت کارگاهی

چند باطری از کارگاه تحویل گرفته ودر حالت بی‌باری وبارداری آنها را تست کنید.

جدول ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
کاربری دستگاه‌های مخابراتی	آگاهی از عملکرد رادیوهای دریایی روش کار با رادیوهای دریایی و آزمایش و نگهداری آن‌ها.	چگونگی کار با دستگاه‌های مخابراتی	بالاتر از حد انتظار	۱ تشریح عملکرد رادیو VHF. ۲ تشریح عملکرد رادیو HF-MF. ۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها. ۴ تشریح روند ارسال و دریافت پیام اضطراری. ۵ بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری. ۶ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی ■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ تشریح عملکرد رادیو VHF. ۲ تشریح عملکرد رادیو HF-MF. ۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و باید ها و نبایدها. ۴ بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری. ۵ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی ■ هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ تشریح عملکرد رادیو VHF. ۲ تشریح عملکرد رادیو HF-MF. ۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و باید ها و نبایدها. ۴ به‌کارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری. ۵ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های مخابراتی

۱ـ شرح کار:

- تشریح علت نیاز به رادیو های دریایی.
- تشریح عملکرد رادیو VHF.
- تشریح عملکرد رادیو HF-MF.
- تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها.
- تشریح روند ارسال و دریافت پیام اضطراری.
- بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.
- انجام آزمایش های دوره‌ای رادیوهای دریایی

۲ـ استاندارد عملکرد:

توانمند سازی هنرجویان در تحلیل عملکرد رادیو های دریایی، کار با انواع رادیوهای VHF و MF-HF، سرویس، نگهداری و آماده به‌کار نگه داشتن این رادیوها به‌منظور استفاده در شرایط اضطراری.

۳ـ شاخص‌ها:

تشریح کامل عملکرد رادیوها، کار با رادیوها در شرایط عادی و اضطراری، آزمایش و نگهداری.

۴ـ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به رادیوهای VHF و MF-HF.

ابزار و تجهیزات: رادیو های VHF – MF/HF و VHF دستی

۵ ـ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح علت نیاز به رادیوهای دریایی.	۲	
۲	تشریح عملکرد رادیو VHF.	۲	
۳	تشریح عملکرد رادیوHF-MF .	۱	
۴	تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی، الزامات و بایدها و نبایدها.	۱	
۵	تشریح روند ارسال و دریافت پیام اضطراری.	۱	
۶	بکارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.	۱	
۷	انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار؛ ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛ ۴ـ رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای	۲	

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.

پودمان ۳

کاربری رادارهای دریایی

واحد یادگیری ۳

کاربری رادارهای دریایی

آیا تاکنون پی برده‌اید

- رادار چیست و نحوه کار آن در روی کشتی‌ها چگونه است؟
- دستگاه رادار از چه قسمت‌هایی تشکیل‌شده و هر کدام چه ویژگی و کاربردی دارند؟
- اصول انعکاس امواج الکترومغناطیس چگونه است؟
- استفاده از فرکانس‌های بالا در رادار چگونه است؟
- انواع رادارهای مورد استفاده کدام‌اند هر کدام چه کاربردی دارند؟
- کاربری هر کدام از کلیدهای کنترلی رادار چگونه است؟

استاندارد عملکرد

با استفاده و به‌کارگیری صحیح دستگاه‌ها و تجهیزات الکترونیکی در دریا و بر روی شناورها، دریانوردان قادر خواهند بود به تعیین موقعیت در دریا و مشاهده اطراف و محیط دریا در شب و شرایط مختلف جوی و غیره بپردازند. رادار یکی از مهم‌ترین این تجهیزات است که داده‌های دقیقی را برای سفرهای دریایی فراهم آورده و در اختیار ناوبران قرار می‌دهد.

کاربردهای مختلف یک دستگاه رادار باعث شده تا از آن به‌عنوان یکی از با اهمیت‌ترین وسایل در عملیات ناوبری نام برده شود. در این واحد یادگیری اساس کار رادار، کاربردهای رادار، عوامل مؤثر در عملکرد رادار و اجزای سیستم رادار تشریح می‌شوند. همچنین هنرجویان با نحوه عملکرد و استفاده از رادار در روی شناورها آشنا شده، و برای عملیات ناوبری و کاربر روی پل فرماندهی کشتی آماده خواهند شد.

انتظار می‌رود پس از پایان این فصل هنرجویان بتوانند پس از آموزش‌های عملی در کارگاه دریانوردی هنرستان و نیز بازدیدهای مستمر از واحدهای شناور، نحوه صحیح کار با دستگاه رادار را فراگرفته و قسمت‌های مختلف رادار و انواع رادار را تشریح نمایند و نکات ایمنی مربوط به آن را رعایت نمایند.

شکل ۱ــ یک نمونه دستگاه رادار

توجه به شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نظم و ترتیب و نظافت‌کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای نیز از مواردی است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و باید در تمام مراحل رعایت شود.

لازم به ذکر است با توجه به اینکه این فصل صرفاً به‌منظور ارائه یک شناخت عمومی‌و مقدماتی تدوین شده، سعی گردیده مطالب به‌صورت کلی و ساده بیان شوند (شکل ۱).

بررسی رادار

به‌طورکلی رادار وسیله‌ای است که برای جمع‌آوری اطلاعات از اشیاء یا هدف‌های دور به‌وسیله فرستادن امواج الکترومغناطیس به سمت آنها و تجزیه وتحلیل سیگنال برگشتی و در نهایت نتایج حاصله را به تصویر بکشد.
رادار به‌عنوان یکی از وسایل عمده کمک ناوبری، دستگاهی است که استفاده‌کننده را قادر می‌سازد اشیاء یا هدف‌های موجود در فواصل دور را تقریباً در هر شرایطی، ازجمله وضعیت نامناسب جوی، تاریکی شب و هوای مه‌آلود، کشف و موقعیت آنها را تعیین کند. همچنین رادار وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری دقیق فاصله هر جسم یا هدفی که می‌بیند و کشف می‌کند.
رادار علاوه بر اینکه موقعیت سایر کشتی‌ها را به‌صورت اطلاعات، فاصله و سمت نسبت به موقعیت کشتی خودی مشخص می‌کند، برای تعیین موقعیت خود کشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این همان نقطه‌یابی برای کشتی است شکل(۲).

شکل ۲ـ چند نمونه رادار

واژه رادار مخفف (Radio Detection And Ranging) بوده و به معنی آشکارسازی به کمک امواج الکترومغناطیسی است. با رادار می‌توان اهداف و اجسام در محیط اطراف را که با چشم، غیرقابل دید است تشخیص داد.
همچنین رادار وسیله‌ای است برای اندازه‌گیری دقیق فاصله هر جسم یا هدفی که می‌بیند و کشف می‌کند.
رادار علاوه بر اینکه موقعیت سایر کشتی‌ها را به‌صورت اطلاعات، فاصله و سمت نسبت به موقعیت کشتی خودی مشخص می‌کند، برای تعیین موقعیت خود کشتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. این همان نقطه‌یابی برای کشتی است.

کار در کلاس

در گروه‌های کلاسی درباره موارد استفاده رادار درروی شناورها و در هنگام دریانوردی گفت‌وگو کنید.

بیشتر بدانید

پیدایش و توسعه رادار تقریباً هم‌زمان و به‌طور مستقل در کشورهای آمریکا، انگلستان، آلمان و فرانسه با نام‌های متفاوتی چون دستگاه کشف رادیویی (Radio Detection) یا دستگاه جهت‌یاب رادیویی (Radio Location) در طول دهه ۱۹۳۰ پدید آمد. واژه رادار RADAR اولین بار در سال ۱۹۴۱ به‌وسیله نیروی دریایی آمریکا مورد استفاده قرار گرفت و پس از آن، این لفظ به‌طور جهانی مورد استفاده قرار گرفت. این موضوع که رادار به‌طور همزمان اما در پی فعالیت‌های تحقیقاتی و علمی‌مستقلی در کشورهای مختلف پدید آمده و شناخته‌شده است جای تعجبی ندارد، زیرا که اصل اولیه در اساس کار رادار یعنی بازتاب امواج رادیویی از سال‌ها قبل از پیدایش رادار شناخته‌شده و در مجامع علمی‌مطرح بوده است.

تحقیق کنید

باجست وجو در اینترنت و یا مراجعه به کتاب‌های دریانوردی، تاریخچه‌ای از اختراع و به‌کارگیری رادار درروی شناورها پیدا کنید. مشخص کنید چه دانشمندانی در تکمیل این سیستم نقش داشته‌اند. نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

نکتهٔ ایمنی

قبل از خارج‌کردن مؤثر تجهیزات الکتریکی از جریان برق، هیچ‌گونه فعالیت تعمیر و نگهداری نباید انجام شود. فقط اشخاص ماهر مجاز برای تعمیر تجهیزات الکتریکی هستند.

اساس کار رادارها

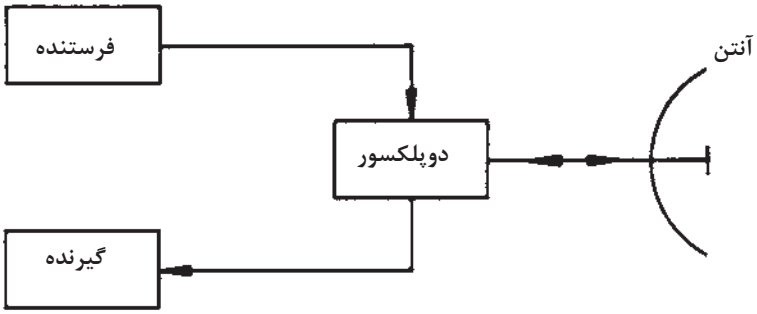
در واقع اختراع رادار از یک پدیده فیزیکی و بسیار طبیعی به نام انعکاس گرفته‌شده است. همه ما بارها و بارها بازگشت صدا را در مقابل صخره‌های عظیم تجربه کرده‌ایم. نور خورشید هم با استفاده از همین پدیده است که هنگام شب با انعکاس از سطح ماه به ما می‌رسد. امواج رادیویی و الکترومغناطیس نیز قابلیت انعکاس و بازتاب دارند و رادار بر اساس همین خاصیت ساده به وجود آمد. بنابراین بشر در ساخت رادار از طبیعت استفاده‌های فراوان و اساسی کرده و با تغییراتی جزئی برای خود وسیله‌ای سودمند ساخته است.

بیشتر بدانید

رادار در طبیعت، بیشترین استفاده را برای خفاش دارد. این پرنده شب‌پرواز، دارای حس بینایی ضعیفی است و به کمک طبیعت راداری که دارد، می‌تواند موانع دور و احتمال برخورد با آن را تشخیص دهد. خفاش هنگام پرواز امواج صوتی خاصی ایجاد می‌کند که پس از برخورد امواج صوتی با اجسام مختلف، منعکس می‌شود و به گوش خفاش می‌رسد. به‌وسیله همین پژواک صداهای ابرصوتی است که نوع مانع و فاصله آن را تشخیص می‌دهد و طوری پرواز می‌کند که از تصادم با آنها در امان باشد. وال‌ها و دلفین‌ها نیز از همین پدیده بازتاب استفاده می‌کنند.

نحوه کار رادار

در یک سیستم رادار، یک آنتن که به‌سرعت می‌چرخد پرتوی از امواج الکترومغناطیسی را شامل پالس‌های کوتاه از انرژی زیاد امواج رادیویی، به خارج از کشتی و در تمام جهات منتشر می‌کند. هرگونه هدف یا مانعی نظیر خشکی یا سایر کشتی‌ها که در معرض انرژی این امواج قرار گیرند، بخش کوچکی از این انرژی را برگشت می‌دهند. این امواج بازتاب شده به خود آنتن فرستنده که در این حالت به‌عنوان آنتن گیرنده عمل می‌کند، می‌رسد. پژواک به‌دست آمده از هدف‌ها که پس از فرایندکردن سیگنال‌های برگشتی و بازتاب شده که بسیار ضعیف هم هستند پدید می‌آید، برای بهره‌برداری بر روی صفحات نشان‌دهنده رادار به نمایش در می‌آید (شکل ۳).



شکل ۳ـ بلوک دیاگرام یک رادار ابتدایی

کار در کلاس

جای خالی را با کلمات مناسب پرکنید.

الف) به‌طورکلی رادار وسیله‌ای است برای ..... یا هدف‌های دور به‌وسیله ..... به سمت آنها و ..... و در نهایت به تصویر کشاندن نتایج حاصل.

ب) رادارهای ناوبری مورد استفاده بر روی کشتی‌های تجاری از نوع ..... بوده و کاربرد اصلی آنها محاسبه ..... و ..... کشتی از خشکی، سایر کشتی‌ها و یا هر جسم شناور بر روی آب می‌باشد.

پ) ..... برای پیداکردن اهدافی که حرکت می‌کنند طراحی می‌شوند. به این صورت که اندازه‌گیری‌ها به‌صورت متوالی انجام‌شده و محل تقریبی هدف تخمین‌زده می‌شود (مسافت، سرعت، زاویه و غیره).

ت) آشکارسازی (کشف)، تعیین موقعیت و مسافت در رادار بر اساس ..... پس از برخورد به هدف است.

کار در کلاس

با ذکر مثال‌هایی ساده از طبیعت و محیط اطراف (مانند چگونگی انعکاس صدا در طبیعت) درباره اساس کار رادارها بحث و گفت‌وگو کنید.

تحقیق کنید

درباره ویژگی امواج الکترومغناطیسی و نحوه استفاده از آنها در دستگاه‌های رادار تحقیق کنید.

فکر کنید

چرا در رادارها به‌جای امواج صوتی، از امواج رادیویی استفاده می‌شود؟

بیشتر بدانید

رادار در ایران از سال ۱۳۳۶ وارد چرخه پدافند هوایی کشور شد.
سیستم راداری کشور در طی جنگ هشت‌ساله آزمون دشوار و موفقیت‌آمیزی را پشت سر گذاشت. پس از پایان جنگ تحمیلی و فرارسیدن دوران بازسازی تجهیزاتی نیروهای مسلح، علاوه بر استفاده از رادارهای سامانه‌های دوربرد موشکی به‌منظور ایجاد پوشش دوربرد، رادارهای مستقلی نیز تأمین شد.
از سال ۱۳۷۷ جرقه‌های طراحی و تولید رادار ملی زده شد که درنهایت به طراحی و ساخت رادار ملی و گیرنده‌های دیجیتالی با عنوان ناظر ۱ و ۲ منجر شد و سامانه‌های راداری فعلی موجود در ایران بیشتر از باند U_{HF} استفاده می‌کنند؛ البته بهترین وضعیت، تلفیقی از رادارهای U_{HF}، و H_F است تا هیچ هدفی چه در سطح مقطع بالا و چه در سطح مقطع پایین از دست نرود. و چون این نیازمندی حس می‌شد که باید رادارهای V_{HF} هم در شبکه کشور باشد، رادارهای کاشف، الوند، مطلع الفجر، ثامن، کاستا و نبو به شبکه یکپارچه پدافند هوایی کشور افزوده شدند.
تحقیقات متخصصان ایرانی سبب شد تا رادار ملی با شرایط برد بسیار بالا و تفکیک‌پذیری فاصله‌ای و زاویه‌ای بسیار خوب و از همه مهم‌تر برای قطع وابستگی از دنیا ساخته شود. مهم‌ترین مزیت رادار ملی، آسایش تیم فنی است؛ چرا که این رادار به سرعت عیب‌یابی و به سرعت نیز رفع عیب می‌شوند.
مزیت دیگر، آسایش تیم عملیاتی است و اینکه این رادار اسکوپ‌های بسیار روشن و واضحی دارد و نیروهای خودی اهداف موردنظر را از بین اهداف ثابت به‌راحتی پیدا می‌کنند. مزیت دیگر این رادار، اتوماسیون آن است به‌طوری که به‌راحتی به شبکه مکانیزه و یکپارچه پدافند هوایی کشور متصل می‌شود.
گذشته از این، محدودیت رادار ملی (به‌ویژه محدودیت‌های راه‌اندازی) نسبت به رادارهایی که در حال حاضر در اختیار است، کمتر می‌باشد.

در حال حاضر رادار ملی در شرق، شمال و غرب کار می‌کند و نشان داده است که شرایط جوی در کارکردش تأثیری ندارد و در تمام فصول سال هم کارکرده است. این رادار هم برای اخطار اولیه و هم برای رهگیری هوایی است و انتظار می‌رود که متخصصان داخلی بتوانند تمام سامانه‌های راداری فعلی را مجهز به رادارهای ملی کنند.

نکتهٔ ایمنی

هنگام استفاده از تجهیزات الکتریکی باید مطمئن باشید که هرگونه کابل‌های قابل‌انعطاف عبوری در اطراف درب‌ها، دریچه‌ها محافظت‌شده است و عایق‌بندی کابل‌ها در اثر باز شدن درها، دریچه‌ها و پوشش‌ها آسیب‌ندیده باشد.

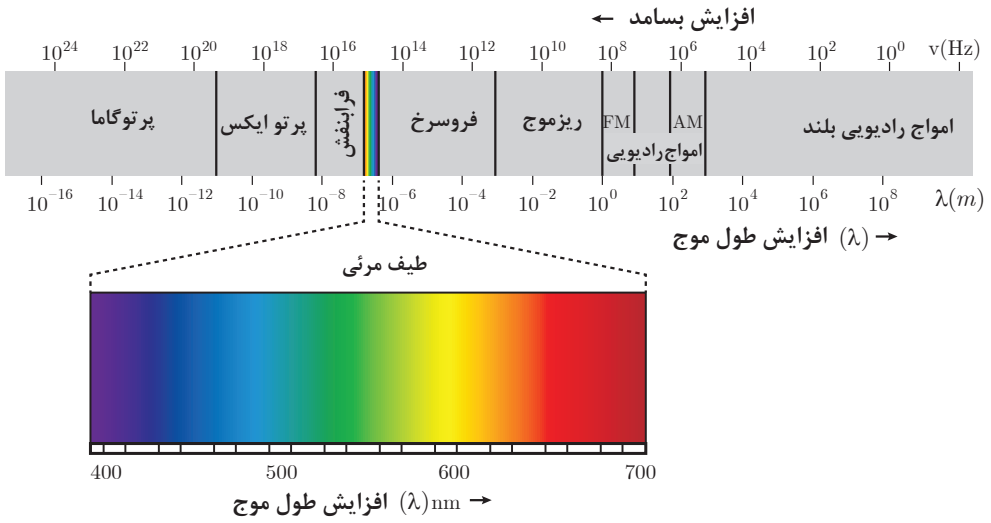
انعکاس امواج

هنگامی‌که امواج الکترومغناطیسی از طریق آنتن در فضا منتشر می‌شوند، در برخورد یا مواجه‌شدن با موانع و اشیایی که در مسیر انتشار آنها قرار گرفته باشند تولید بازتاب می‌کنند. انعکاس یا بازتاب از سطوح موانع و اشیاء برابر قانون انعکاس امواج انجام می‌شود؛ بدین ترتیب که امواج ارسالی و منعکس‌شده در جهتی حرکت خواهند کرد که با خط عمود بر سطح منعکس‌کننده، زوایای مساوی تشکیل دهند. بدیهی است چنانچه امواج ارسالی عمود بر سطح منعکس‌کننده باشد، این زوایا برابر با صفر بوده در نتیجه امواج بازتاب شده نیز در همان جهت به منبع خود برمی‌گردند. انعکاس از سطوح ناهموار در جهت‌های گوناگون صورت می‌پذیرد، از این‌رو امواج بازتاب شده پراکنده می‌شوند و ممکن است تنها بخش ناچیزی از آن به منبع منتشرکننده برگردد. در سیستم رادار میزان انرژی بازتاب شده از مانع یا هدف بسیار مهم است.

کار در کلاس

چه عواملی باعث پراکندگی امواج بازتاب شده راداری می‌شوند؟و این عوامل چه تأثیری در عملکرد مؤثر سیستم رادار دارند؟

با در نظر گرفتن اینکه اساس کار رادار برمبنای اصل انعکاس امواج است و گیرنده رادار با دریافت موج بازتاب شده قادر خواهد بود وجود مانع یا هدف را کشف و فاصله آن را تعیین کند، لازم است که میزان پراکندگی امواج کم باشد تا به مقدار کافی از انرژی امواج بازتاب شده به گیرنده رادار وارد شود. برای اینکه امواج به‌صورت خطی مستقیم حرکت کند و میزان پراکندگی و تفرقه آن کم باشد، معمولاً سعی می‌شود در سیستم‌های رادار از فرکانس‌های بسیار زیاد استفاده شود. این باند فرکانس را باند مایکروویو می‌نامند که فرکانس آن از ۱۰۰۰مگاهرتز به بالا است. در شکل(۴) اسپکتروم امواج الکترومغناطیسی که برحسب فرکانس و طول‌موج ترسیم گردیده نشان داده‌شده است.



شکل۴ـ طیف امواج الکترومغناطیس

هر چند که امواج راداری همچون امواج نور در فضا تقریباً در یک خط مستقیم انتشار می‌یابند، اما به هر حال از آنجا که میزان غلظت هوا در اتمسفر با افزایش ارتفاع کاهش پیدا می‌کند، در امواج راداری کمی‌انحناء ایجاد خواهد شد؛ بنابراین رادار تقریباً کمی‌بیش از افق را می‌تواند ببیند و برای همین است که برد یک رادار جست وجو یا ناوبری محدود به انحناء زمین است. این امر یک موضوع مهم در کشف هدف‌های ارتفاع پایین به شمار می‌رود. افزایش ارتفاع آنتن رادار، افق دید را افزایش می‌دهد، اما برای اینکه بتوان افق دید رادار را به میزان قابل‌ملاحظه‌ای افزایش داد تا به سهولت هواپیماهای ارتفاع پست را کشف کرد، لازم است که رادار را در داخل یک هواپیما نصب‌کرده و عملیات کشف را در هوا انجام داد. این وضعیت به‌عنوان یک سیستم کنترل و هشداردهنده هوایی (Airborne Warning And Control System) می‌شود که به‌اختصار با لفظ آواکس (AWACS) که از اولین حروف کلمات اشاره‌شده در بالا تشکیل‌شده است، شناخته می‌شود. تمام اشیاء و اجسام در برخورد با امواج رادار قادر به انعکاس بخشی از امواج دریافت شده هستند. میزان انرژی منعکس‌شده بستگی به شکل و اندازه جسم و همچنین طول‌موج پرتوهای راداری استفاده‌شده دارد. اشیاء و اجسام بزرگ مانند کشتی‌ها و هواپیماها تقریباً برای طول‌موج تا ۱۰ متر و بیشتر منعکس‌کننده‌های خوبی هستند و طول‌موج مناسب برای اشیاء و اجسام کوچک در حدود چند سانتی‌متر است. بیشتر رادارها امروزه از طول موج‌های در حدود ۲۵ تا ۲۵۰ میلی‌متر استفاده می‌کنند.

پالس

پالس راداری مشخصه‌های گوناگونی دارد که بر اساس آنها عملکرد و خصوصیات رادارها تعیین می‌شوند. پالس در لغت به معنی ضربه است و در رادار به مدت‌زمان ارسال داده‌های راداری؛ طول پالس اطلاق می‌گردد. پالس رادارای دارای نمونه وپالس دارای ویژگی‌های زیر است:

۱	**پالس بلند**	Long Pulse	تعداد فرکانس تکرار پالس کم است. یعنی ارتباط معکوسی بین اندازه پالس و فرکانس تکرار پالس وجود دارد.
۲	**پالس کوتاه**	Short Pulse	دارای فرکانس تکرار پالس زیاد است.

نکته

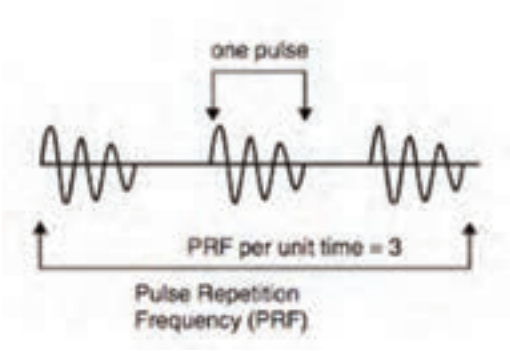
۱ پالس بلند؛ دارای توان بالا، برد بلند و قدرت تفکیک‌پذیری پایین است.
۲ پالس کوتاه؛ دارای توان پایین، برد کوتاه و قدرت تفکیک‌پذیری بالایی است.
۳ رادار از پالس‌های بسیار کوتاه (در حد ۱میکرو ثانیه) با فرکانس خیلی بالا (معمولاً از ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مگاسیکل برثانیه) استفاده می‌کند.
۴ برای استفاده از راداری با طول‌موج ثابت، انتخاب اندازه پالس مناسب؛ کمک مؤثری در استفاده از رادار است.

فرکانس تکرار پالس (PRF) Pulse Repetition Freqeuncy

تعداد پالس‌های فرستاده‌شده در طول زمان یک ثانیه را فرکانس تکرار پالس می‌نامند. شکل(۵).

زمان تکرار پالس (PRT) Pulse Repitition Time:
مدت‌زمان بین شروع یک پالس تا شروع پالس بعدی را زمان تکرار پالس می‌نامند.
زمان تکرار پالس (PRT) و فرکانس تکرار پالس(PRF) عکس یکدیگرند یعنی :

$$PRF = \frac{۱}{PRT} \quad \text{یا} \quad PRT = \frac{۱}{PRF}$$

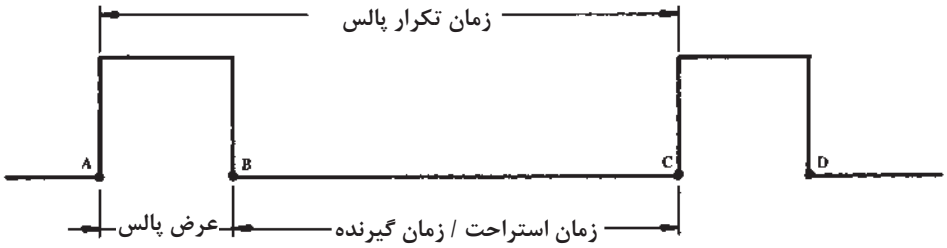


شکل۵ـ پالس و فرکانس تکرار پالس رادار

برای مثال، اگر زمان تکرار پالس برابر با ۱۰۰۰ میکرو ثانیه باشد، مقدار PRF به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$PRF = \frac{۱}{PRF} = \frac{۱}{۱۰۰۰ \times ۱۰^{-۶}} = ۱۰۰۰HZ$$

عرض پالس (pw) عرض پالس (Pulse Width) فاصله زمانی است که طول می‌کشد تا پالس ارسال شود.
در شکل زیر عرض پالس به‌صورت تصویری نشان داده‌شده است. این زمان را زمان فرستنده نیز می‌گویند، زیرا فرستنده تنها در محدوده این زمان است (A تا B) که در حال انتشار امواج از طریق آنتن است. در ضمن، گاه عرض پالس را پهنای پالس نیز می‌نامند شکل(۶).



شکل۶ـ مفهوم عرض پالس و زمان استراحت پالس

زمان استراحت پالس(R_T) Pulse Rest Time: در شکل ۶ فاصله زمانی B تا C را که فرستنده قطع بوده و سیستم رادار در حالت گیرندگی است، زمان استراحت پالس یا زمان استراحت فرستنده می‌نامند. در این مدت گیرنده، بازتاب‌های امواج ارسالی را می‌تواند دریافت کند.
با توجه به مفهوم عرض پالس و زمان استراحت پالس (یا زمان گیرنده) که در شکل بالا نیز نشان داده شده‌اند، مشاهده می‌شود که مجموع عرض پالس و زمان استراحت پالس برابر است بازمان تکرار پالس، یعنی:

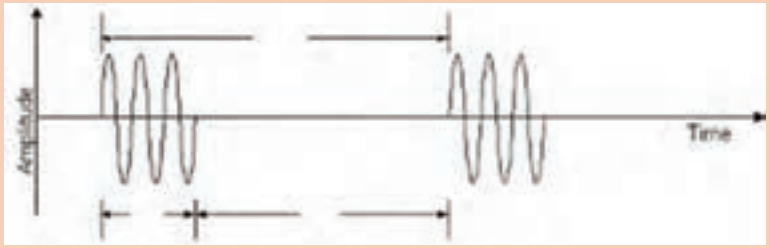
$$PRT = P_w + R_T$$

توجه

الف) چنانچه در طول یک ثانیه ۱۰۰۰ پالس ارسال شود، PRF این رادار برابر با ۱۰۰۰ است.
ب) میزان PRF یک رادار، تعیین‌کننده حداکثر برد مؤثر یک رادار است.
پ) مدت‌زمان دوام پالس را عرض پالس pw می‌نامند.
ت) میزان عرض پالس نشان‌دهنده میزان انرژی است که فرستنده ارسال می‌دارد.

کار در کلاس

هر کدام از مفاهیم P_{RF} ـ R_T و pw را در تصویر مشخص کنید.



فرمول تعیین فاصله هدف

وقتی در حرکت سرعت ثابت باشد، مسافت از حاصل‌ضرب سرعت در زمان طی شده به‌دست می‌آید. این رابطه را می‌توان به‌صورت زیر نوشت که در آن R مسافت پیموده شده، t زمان و v سرعت است. $R=v.i_t$ تعیین فاصله یا برد در یک سیستم رادار به‌طور دقیق، بستگی به توانایی رادار در اندازه‌گیری فاصله برحسب زمان طی شده دارد. سرعت امواج الکترومغناطیسی در فضا برابر است با ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه (۱۸۶۰۰۰ مایل بر ثانیه با ۱۶۲۰۰۰ مایل دریایی بر ثانیه) که همان سرعت نور است. وقتی که این امواج پس از برخورد با مانع بازتاب می‌شوند، هیچ‌گونه تغییری در سرعت آنها رخ نمی‌دهد و با همان سرعت انتشار، بازتاب شده مسیر برگشت را طی می‌کنند. از آنجا که زمان اندازه‌گیری شده در سیستم، زمان رفت‌وبرگشت موج است، در محاسبه و تعیین فاصله آنچه نتیجه خواهد شد دو برابر فاصله مانع است. پس باید فرمول تعیین فاصله را به شرح زیر در نظر بگیریم که در آن C سرعت نور و t زمان رفت‌وبرگشت است.

مایل راداری برای سهولت اندازه‌گیری فاصله موانع، زمان رفت‌وبرگشت موج را برای مانعی که در فاصله یک مایل دریایی قرار گرفته باشد محاسبه می‌کنیم و این زمان را به‌عنوان یک مایل راداری در نظر گرفته زمان رفت‌وبرگشت موج را برای هر فاصله‌ای با یک تناسب ساده و با استفاده از زمان یک مایل راداری به دست می‌آوریم، یک مایل راداری همان‌طوری که در زیر محاسبه‌شده است، برابر است با ۳۵/۱۲ میکروثانیه.

$$R=\frac{C.t}{۲}\rightarrow t=\frac{۲R}{C}$$

R = ۱ مایل دریایی

C=۱۶۲۰۰۰ مایل دریایی بر ثانیه

$$t=\frac{۲\times ۱}{۱۶۰۰۰}=۱۲/۳۵\times ۱۰^{-۶}S_{ec}$$

برای اندازه‌گیری فواصل کوتاه‌تر معمولاً فاصله را برحسب یارد محاسبه می‌کنند.

کار در کلاس

چگونگی تعیین فاصله به‌وسیله رادار که شکل یک هدف (کشتی) در فاصله ۲۰ مایلی از رادار کشتی خودی قرار گرفته است را با رسم شکل بررسی کنید.

کار در کلاس

اگر مانعی در فاصله ۱۵ مایلی از یک سیستم رادار باشد، محاسبه کنید که چه قدر طول خواهد کشید تا موج رادار از آنتن به مانع رسیده بازتاب آن دریافت شود؟

فکر کنید

سرعت نور یا سرعت امواج الکترومغناطیس برحسب یارد برابر است با ۳۲۸ یارد بر میکروثانیه؛
بنابراین زمان رفت‌وبرگشت موج برای مانعی که در فاصله ۱۶۴ یاردی باشد، برابر با .....خواهد بود.

معادله رادار

یک سیستم رادار باید سیگنال‌های ضعیفی را که از هدف‌های دوردست منعکس می‌شوند کشف و دریافت کند. معادله رادار به لحاظ اینکه روابط عوامل مختلفی را که بر روی قدرت سیگنال‌های برگشتی رادار تأثیر دارند نشان می‌دهد از اهمیت زیادی برخوردار است.
معادله رادار که در آن حداکثر فاصله (یا برد) رادار بر مبنای سایر اطلاعات و عوامل مختلف نوشته می‌شود به شرح زیر است:

$$R_{max} = \left(\frac{P.A^{2}.S}{4\pi\lambda^{2}P_{min}}\right)^{\frac{1}{4}}$$

در رابطه ذکرشده برای معادله رادار:
R_{max}= برد حداکثر رادار
P= قدرت (توان) ارسالی
A= سطح دریافتی آنتن گیرنده
(λ)= طول‌موج
P_{min}= حداقل توان قابل دریافت به‌وسیله گیرنده
نتایج بسیار جالب و مهمی را با بررسی دقیق معادله رادار می‌توان به دست آورد. اولین و روشنترین این نتایج عبارت است از اینکه برد حداکثر رادار متناسب با ریشه چهارم توان ارسالی پالسی است. این بدان معنی است که با ثابت بودن تمام عوامل دیگر توان پالسی باید شانزده برابر افزایش یابد تا برد حداکثر رادار دو برابر شود. در نتیجه روشن است چنین افزایش توانی در هر سیستم خاص راداری یا عملی نبوده یا غیراقتصادی خواهد بود. به همین ترتیب روشن است که هر کاهشی در حداقل توان قابل دریافت (P_{min}) همان اثر افزایش توان ارسالی را خواهد داشت. هرچند که این روش بسیار جالب توجهی در برابر روش قبلی (افزایش توان ارسالی) محسوب می‌شود. اما عوامل مختلفی مقدار P_{min} کنترل می‌کنند که باعث می‌شود کاهش میزان P_{min} نیز

حد و حدودی داشته باشد چون در غیر این صورت بر روی سایه عواملی که بر کارکرد نامطلوب رادار مؤثر خواهند بود اثرات منفی خواهد داشت.

روش دیگر برای افزایش برد حداکثر رادار افزایش سطح دریافتی آنتن است که در عمل به معنی افزایش قطر مؤثر آنتن است. متأسفانه در انجام این روش نیز محدودیت وجود دارد زیرا عرض پرتو (BEAMWIDTH) یک آنتن متناسب با نسبت طول‌موج به قطر آنتن است و در نتیجه هرگونه تغییر در ابعاد آنتن عرض پرتو را نیز تغییر خواهد داد و این در بعضی موارد در عملکرد مطلوب رادار محدودیت ایجاد می‌کند. به‌طورکلی معادله رادار نحوه ارتباط عوامل مختلف را که در عملکرد رادار مؤثرند بیان می‌کند. از این معادله می‌توان در طراحی سیستم‌های راداری متناسب با نوع کاربرد و خصوصیات موردنظر آن بهره‌برداری کرده و مشخصه‌های مختلف را تعیین کرد.

مثال

حداکثر برد سیستم راداری را به‌دست آورید که در طول‌موج ۳ سانتی‌متر کارکرده و دارای توان قله پالسی ۵۰۰ کیلو وات باشد. فرض کنید که حداقل توان قابل دریافت برابر با ۱۰ وات سطح دریافتی آنتن رادار برابر با ۵ مترمربع و سطح مقطع راداری هدف برابر با بیست مترمربع باشد.

$$\clubsuit_{\clubsuit} = \frac{P.A^{۲}.S}{۴\pi\lambda^{۲}P_{\clubsuit}}^{\frac{۱}{۴}}$$

$$R_{max} = [\frac{۵۰۰\times۱۰^{۳}\times۵^{۲}\times۲۰}{۴\pi\times(۰/۰۳)^{۲}\times۱۰^{-۱۳}}]^{\frac{۱}{۴}} = (\frac{۲۵}{۳۶\pi}\times۱۰^{۲۴})^{\frac{۱}{۴}}$$

= ۶/۸۶×۱۰^۵ متر

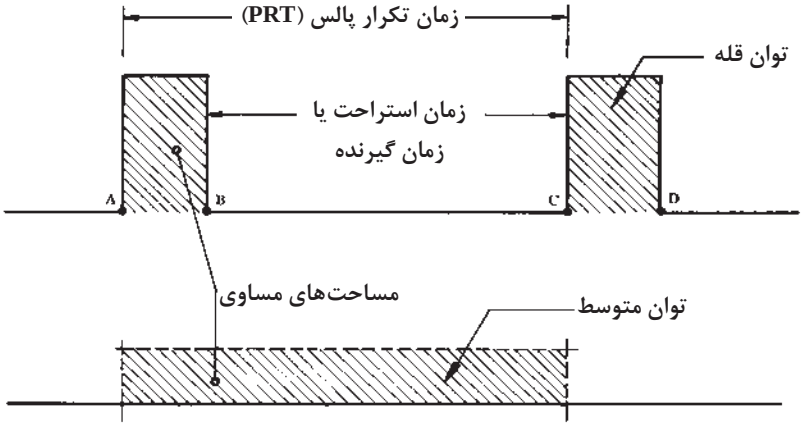
= ۶۸۶ کیلومتر (=۳۷۰ مایل دریایی)

قدرت رادار

در یک سیستم رادار فرستنده، امواج الکترومغناطیسی را با انرژی زیاد به‌صورت پالس‌هایی کوتاه ایجاد کرده از طریق آنتن منتشر می‌سازد. از آنجا که زمان دوام پالس (یا عرض پالس) باید کم باشد تا امکان دریافت اکو هدف‌های بسیار نزدیک فراهم باشد و از طرفی نیز پالس رادار باید توان (قدرت) کافی داشته باشد تا بازتاب قابل دریافتی از هدف‌های دوردست و در حداکثر برد وجود داشته باشد، لازم است فرستنده رادار خروجی بسیار قوی داشته باشد تا بتواند پالس‌های راداری با انرژی زیاد و کافی را تولید کند. توان مؤثر و مفید فرستنده رادار در پالس منتشرشده نهفته است و میزان آن را توان قله پالسی (PEAK POWER) می‌نامند. چون فرستنده پیک سیستم رادار در طول سیکل کار خود، تنها برای مدت‌زمان کوتاهی عمل فرستندگی انجام داده، در بقیه زمان که طولانی نیز است، به حالت خاموش در می‌آید، توان متوسط فرستنده (AVERAGE POWER) در مقایسه با توان قله (PEAK POWER) در طول زمان تکرار پالس (PRT) بسیار کم خواهد بود.

در شکل (۷) مفهوم توان قله و توان متوسط نشان داده‌شده است. در زمان فرستنده که از نقطه A تا B ادامه دارد قدرت خروجی وجود دارد و این همان قدرت یا توان قله یا به عبارتی قدرت پیک است. در بقیه زمان

یعنی از نقطه B تا C که گیرنده شروع به‌کار می‌کند تا بازتابه‌ای پالس‌های ارسالی را دریافت کند مقدار توان صفر است. از آنجا که اندازه‌گیری میزان توان قله عملی نیست، معمولاً توان متوسط فرستنده اندازه‌گیری شده بر مبنای روابطی که میان توان قله و توان متوسط وجود دارد، میزان توان قله فرستنده مشخص می‌شود همان‌طور که در شکل (۷) مشاهده می‌شود، توان متوسط میزانی از توان است که چنانچه در طول زمان تکرار پالس تولید شود برابر خواهد بود با توان قله که تنها در مدت‌زمان کوتاهی (برابر عرض پالس) تولید خواهد شد. این موضوع در شکل (۷) به‌وسیله سطوح هاشور زده نشان داده‌شده است.



شکل ۷ـ توان قله (peak power) و توان متوسط

رابطه میان توان متوسط که در طول یک سیکل کامل (زمان تکرار پالس ـ PRT) مصرف می‌شود و توان قله که در طول زمان عرض پالس تولید می‌شود، به شرح فرمول زیر است:

$$\frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} = \frac{\text{عرض پالس}}{\text{زمان تکرار پالس}} = \frac{Pw}{PRT}$$

این رابطه نشان می‌دهد که هر چه عرض پالس بیشتر باشد، توان متوسط بیشتر خواهد بود
همچنین هر چه زمان تکرار پالس بیشتر باشد، توان متوسط کمتر خواهد شد.

ـ سیکل کار رادار (DUTY CYCLE)ـ سیکل کار رادار عبارت است از نسبت زمانی که فرستنده رادار مشغول کار است به‌کل زمان یک سیکل رادار که همان زمان تکرار پالس(PRT) است. این تعریف را می‌توان به‌صورت رابطه زیر نوشت:

$$\text{سیکل کار رادار} = \frac{\text{عرض پالس}}{\text{زمان تکرار پالس}} = \frac{Pw}{PRT}$$

مشاهده می‌شود که سیکل کار رادار ضمن اینکه نسبت عرض پالس به زمان تکرار پالس است، هم‌زمان برابر است با نسبت توان متوسط پالس به توان قله. رابطه زیر در این خصوص وجود دارد:

$$\text{سیکل کار رادار} = \frac{Pw}{PRT} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}}$$

مثال

سیکل کار رادار را برای راداری که عرض پالس آن ۲ میکروثانیه و فرکانس تکرار پالس آن. ۵۰۰۰ هرتز باشد، حساب کنید

چون بین PRT و PRF یک رابطه عکس وجود دارد

$$PRF = ۵۰۰۰ \text{ هرتز} \quad Pw = ۲ \text{ میکرو ثانیه}$$

$$PRT = \frac{۱}{PRF} = \frac{۱}{۵۰۰۰} = ۲۰۰ \text{ میکرو ثانیه}$$

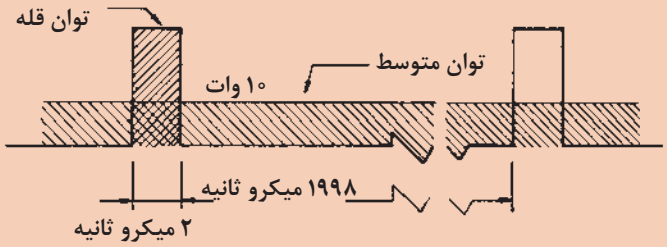
$$\text{سیکل کار} = \frac{Pw}{PRT} = \frac{۲}{۲۰۰} = ۰/۰۱$$

می‌توان فرمول مربوط به سیکل کار رادار را به‌صورت زیر نیز نوشت:

$$\text{سیکل کار} = \frac{Pw}{PRT} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} = Pw \times PRF$$

مثال

با توجه به شکل روبه‌رو و مقادیر داده‌شده، چنانچه توان متوسط این رادار ۱۰ وات باشد سیکل کار و توان قله را حساب کنید.



$$PRT = Pw + RT = ۲+۱۹۹۸ = ۲۰۰۰ \text{ میکروثانیه}$$

$$\text{سیکل کار} = \frac{Pw}{PRT} = \frac{۲}{۲۰۰} = ۰/۰۱$$

$$\text{سیکل کار} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{توان قله}} \rightarrow \text{توان قله} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{سیکل کار}}$$

$$\text{توان قله} = \frac{\text{توان متوسط}}{\text{سیکل کار}} = \frac{۱۰}{۰/۰۰۱} = ۱۰۰۰۰ \text{ وات}$$

کیلو وات: ۱۰ = توان قله

کار درکلاس

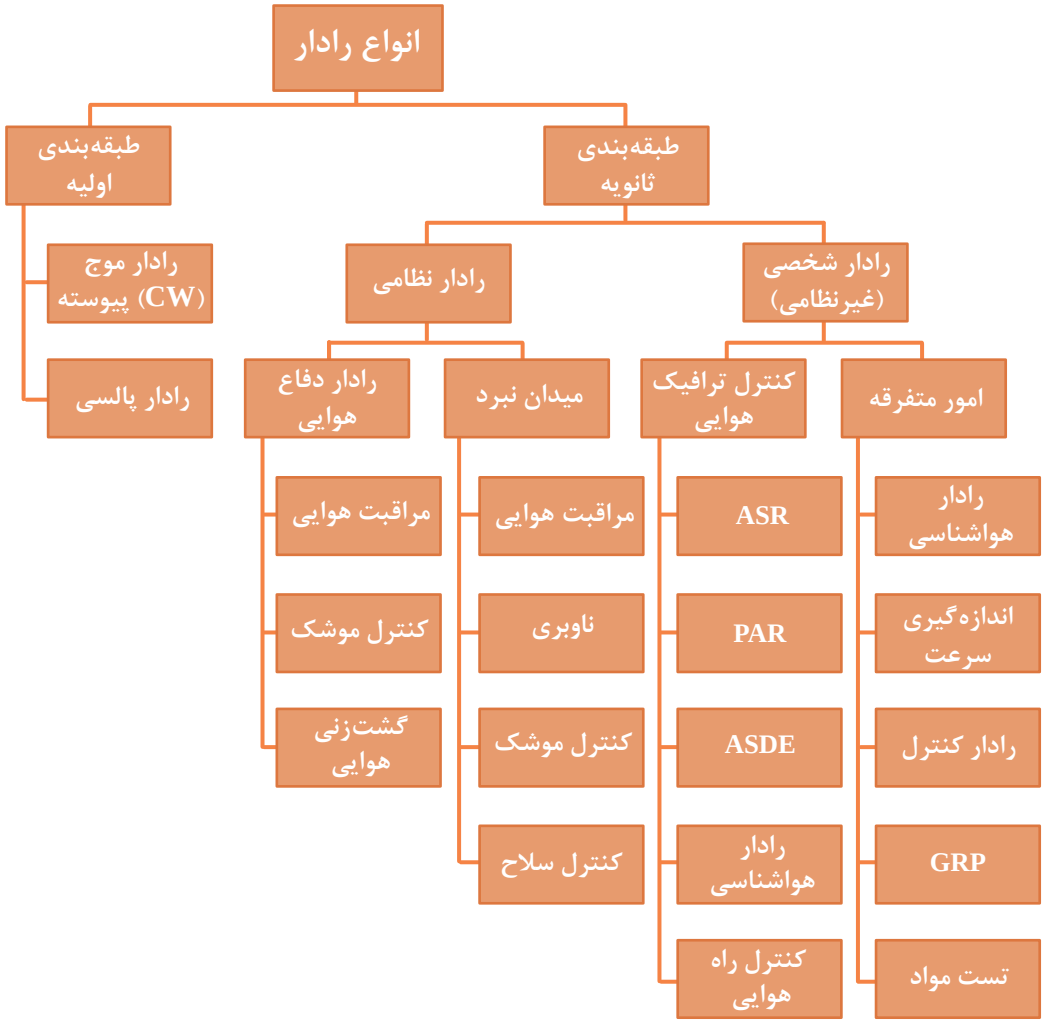
سیکل کار رادار را برای راداری که عرض پالس آن ۵ میکروثانیه و فرکانس تکرار پالس آن یک کیلو هرتز باشد، حساب کنید.

فیلم

فیلم مربوط به انواع رادارها و کاربرد آنها را مشاهده نمایید.

انواع رادارو کاربردهای آن

دسته‌بندی انواع رادارها را می‌توان براساس سخت‌افزار، نرم‌افزار، تکنیک‌های پردازش سیگنال، نوع کارکرد، فرکانس کاری و غیره انجام داد. در شکل (۸) نموداری از تقسیم‌بندی رادارها ارائه شده است:



شکل ۸ــ نمودار انواع رادارها

همان‌گونه که در نمودار بالا می‌بینید کاربرد رادارها در دو حوزه‌های وسیع مختلف اعم از نظامی و غیرنظامی (شخصی) و در اهداف زمینی، هوایی، دریایی، فضایی و هواشناسی می‌باشد. کاربردهای نظامی رادار دارای طیف و انواع گسترده‌ای بوده و کاربردهای غیرنظامی رادار نیز در جهت صلح و آرامش و راحتی زندگی انسان استفاده می‌شود.

کار در کلاس

در جدول زیر کاربردهای نظامی رادار بیان شده است. با راهنمایی هنرآموز خود ستون توضیحات را به‌طور اختصار کامل کنید.

ردیف	کاربرد	توضیحات
۱	دیده‌بانی	
۲	ناوبری نظامی	
۳	کنترل و هدایت آتش	
۴	ردیابی	

کار در کلاس

در جدول زیر به برخی از کاربردهای غیرنظامی رادار اشاره شده است. با راهنمایی هنرآموز خود ستون توضیحات را به‌طور اختصار کامل کنید.

ردیف	کاربرد	توضیحات
۱	کنترل ترافیک هوایی	
۲	ناوبری هوایی و دریایی	
۳	جلوگیری از تصادف کشتی‌ها	
۴	فضایی	
۵	کنترل سرعت	
۶	کنترل خط تولید	
۷	هواشناسی	
۸	زمین‌شناسی	
۹	کشاورزی	
۱۰	تصویربرداری	

کار در کلاس

در جدول و تصاویر زیر رادارهایی که در حوزه نظامی کاربرد دارند آورده شده است، ستون توضیحات و کاربرد را با راهنمایی هنرآموز خود کامل کنید.

۱	رادارهای جست‌وجوگر	
۲	رادارهای مراقبت	
۳	رادارهای ردگیری یا کنترل آتش	
۴	رادارهای ارتفاع‌یاب	

شکل ۹ــ یک نوع رادار جست‌وجوگر و ناوبری سطحی و یک نوع رادار جست‌وجوگر و ردیاب هوایی که به‌صورت یک مجموعه در داخل یک محفظه گنبدی شکل (Radar Dome) قرار گرفته‌اند.

شکل ۱۰ــ یک نوع رادار مراقبت هوایی برد زیاد و یک نوع رادار مراقبت سطحی و هوایی

شکل۱۱ـ یک نوع رادار کنترل آتش دریایی

شکل۱۲ـ یک نوع رادار ارتفاع‌یاب

بیشتر بدانید

از جمله رادارهای مراقبت می‌توان به رادارهای کنترل ترافیک هوایی اشاره کرد که کاربرد بسیار وسیع در فرودگاه‌ها، اعم از نظامی و غیرنظامی دارند. رادارهای کنترل ترافیک هوایی را رادارهای مراقبت پرواز نیز می‌گویند. در شکل زیر نمایی از آنتن یک رادار کنترل ترافیک هوایی و نیز نشان‌دهنده‌های رادارهای مراقبت پرواز در برج کنترل ترافیک فرودگاه نشان داده شده است.

رادارهای هشداردهنده پیشرس (Early Warning Radars) نیز نمونه دیگری از رادارهای مراقبت هستند که عمل موقعیت‌یابی هدف را در فواصل خیلی دور انجام داده حضور هدف‌ها را به یگان‌های عملیاتی و غیره هشدار می‌دهد.

تحقیق کنید

درگروه‌های کلاسی و با هدایت هنرآموز خود یکی از فعالیت‌های زیر را انجام دهید.

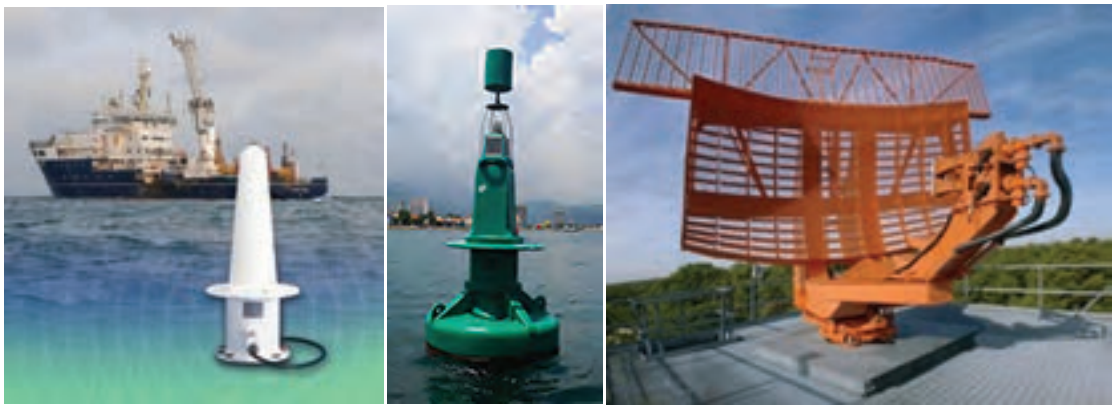
۱ پرده‌نگاری درباره کاربردهای غیرنظامی و استفاده‌های عمومی رادارها تهیه‌کرده و در کلاس ارائه دهید.

۲ در گفت‌وگو با فرماندهان و افسران شناورها، گزارشی درباره چگونگی استفاده از رادار دراجتناب از تصادم کشتی‌ها در دریا تهیه کنید.

رادارهای بیکن (Beacon Radars)

بیکن در حقیقت برجی است شناور یا در ساحل که بر روی آن یک سیستم راداری نصب شده است. یک سیستم رادار بیکن مجموعه کوچکی است شامل یک گیرنده، یک فرستنده و یک آنتن که بیشتر اوقات تمام جهتی است.

وقتی که رادار دیگری یک سری پالس کد شده را به بیکن بفرستد یا به‌عبارتی دیگر آن را مورد سؤال قرار دهد، بیکن به‌وسیله ارسال پالس‌هایی با کد به‌خصوصی به آن جواب خواهد داد. پالس‌های بیکن ممکن است دارای همان فرکانس رادار سؤال‌کننده باشد که در این صورت آنها به‌وسیله ایستگاه اصلی همراه با برگشتی‌های پالس ارسالی دریافت می‌شوند. چنانچه پالس‌های بیکن دارای فرکانس مخصوص خود باشد، در این صورت یک گیرنده مجزا در سیستم رادار سؤال‌کننده موردنیاز خواهد بود. در این سیستم رادار سؤال‌کننده را Introgator و رادار پاسخ‌دهنده را که بر روی بیکن نصب است، Transponder می‌گویند شکل (۱۳).



شکل ۱۳ـ انواع رادارهای بیکن

کاربرد دیگر بیکن‌های راداری شبیه فانوس‌های دریایی است. در این کاربرد یک هواپیما یا کشتی با تعدادی بیکن راداری که موقعیت آنها به‌طور دقیق شناخته شده است، در ارتباط بوده (ارتباط راداری) در نتیجه قادر خواهد بود که محل خودش را به‌طور اتوماتیک و دقیق به‌وسیله پالس‌های دریافتی تعیین کند.

تحقیق کنید

دربارهٔ کاربردهای بیکن‌های راداری تحقیق کرده و در کلاس ارائه دهید.

نکته

توجه داشته باشید که بیکن برخلاف سیستم‌های راداری دیگر، پالس‌ها را به‌طور دائم نمی‌فرستد، بلکه تنها وقتی مورد سؤال قرار می‌گیرد و سؤال نیز به‌طور صحیح و با کد مشخص آشنایی با کاربرد هر یک از کلیدهای کنترلی برای کسانی که با رادار سروکار دارند، ضروری است.
این اطلاعات به‌طور معمول در دفترچهٔ راهنمای فنی رادار مربوطه ذکر می‌شود.

کاربرد بیکن راداری: یکی از کاربردهای یک بیکن راداری، شناساندن خودش است. این کاربرد وقتی است که مثلاً یک بیکن راداری در داخل یک هدف مانند هواپیما نصب شده باشد و وقتی مورد سؤال قرار می‌گیرد، با ارسال یک پالس پاسخ می‌دهد و سپس این پالس بر روی صفحه نشان‌دهنده رادار ایستگاه سؤال‌کننده ظاهر شده و هویت هدف آشکار می‌شود. این سیستمی است که در مراقبت پرواز فرودگاه به‌کار می‌رود. کاربرد نظامی این سیستم تحت عنوان سیستم تشخیص دوست یا دشمن، معروف به IFF (Identification Friend or Forien) است که برای شناسایی هدف‌ها به‌عنوان دوست یا دشمن به‌کار گرفته می‌شود.

رادارها بر اساس آنتن

رادارها بر اساس محل قرارگیری آنتن‌ها به چند دسته به شرح زیر تقسیم می‌شوند:

رادارهای مونواستاتیک Monostatic Radar

رادارهایی که فرستنده و گیرندهٔ آنها در یک نقطه واقع است رامونواستاتیک می‌نامیم. در واقع فاصلهٔ بین گیرنده و فرستنده در این رادارها بسیارکوچک‌تر از فاصله نقطهٔ استقرار رادار نسبت به هدف است لذا فرستنده و گیرنده یک فضای یکسان را پوشش می‌دهند. در اغلب موارد فرستنده و گیرندهٔ رادار مونواستاتیک در یک سامانه تعبیه شده و از یک آنتن استفاده می‌کنند.

نکته

جداسازی گیرندگی و فرستندگی در این رادارها که از یک آنتن گیرنده فرستنده استفاده می‌کنند توسط واحدی به نام سلول گیرنده/ فرستنده یا T/R cell یا دوپلکسر Duplexer صورت می‌گیرد. این سلول وظیفه دارد در حالت فرستندگی ورودی گیرنده را بلوکه کند. زیرا در این رادارها به کمک اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت سیگنال و ضرب آن در سرعت حرکت موج (سرعت نور) فاصله هدف استخراج می‌شود.
همچنین سرعت هدف را می‌توان به کمک خاصیت شیفت داپلرفرکانس اکو هدف محرک تشخیص داد.

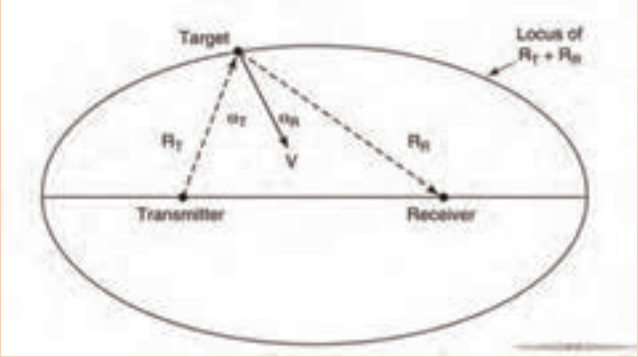
رادارهای بای‌استاتیک Bistatic Radar

در این نوع رادارها آنتن گیرنده و فرستنده در فاصله‌ای دور از یکدیگر قرار دارند. این امر سبب جلوگیری از تداخل مد فرستندگی/ گیرندگی می‌شود و علاوه بر این سبب کاهش آسیب‌پذیری سامانه در برابر حملات هوایی می‌شود چرا که می‌توان چندین آنتن گیرندهٔ پسیو را با یک فرستنده به‌کار گرفت.
جهت رهگیری هواگردهایی که با فرم‌دهی خاص بدنه از دید رادار پنهان می‌شوند، از این نوع رادار استفاده می‌شود.

بیشتر بدانید

در این نوع رادارها سیگنال پس از طی فاصلهٔ RT به هدف رسیده و بازتاب آن با طی فاصلهٔ RR به گیرنده می‌رسد. لذا مجموع این فاصله را می‌توانیم به کمک فرمول زیر بیابیم:

$R_T + R_R = CT$



رادارهای آرایه فازی

در رادارهای آرایه فازی تعدادی آنتن، سیگنال‌های با فاز متفاوت از یکدیگر تولید می‌کنند که این امر سبب تقویت سیگنال در جهت دلخواه و تضعیف آن در جهت‌های نامناسب می‌شود. لذا به کمک این رادارها می‌توان بدون نیاز به حرکت دادن مکانیکی جهت لوب اصلی آنتن را تغییر داد. علاوه بر این با توجه به تعدد آرایه‌های ارسال، دریافت می‌توان هر تعداد از آرایه‌های یک آنتن را برای کار خاصی اختصاص داد.

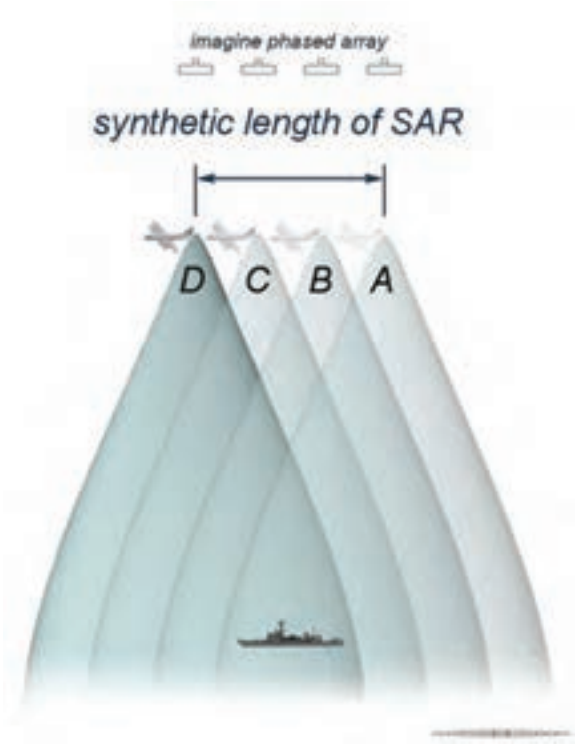
دو گونهٔ اصلی رادارهای آرایه فازی عبارت‌اند از:

۱	**غیرفعال**	در این نوع رادارها تغذیهٔ کلیهٔ آنتن‌ها توسط یک منبع مولد واحد صورت می‌گیرد و به کمک شیفت‌دهنده‌های فاز می‌توان فاز خروجی هر آرایه را تغییر داد. در این نوع آنتن تنها یک پرتو اصلی می‌توان تولید کرد.
۲	**فعال**	در این نوع رادارها هر آرایه مولد مستقلی دارد لذا کنترل بیشتری بر روی آرایه‌ها وجود داشته و امکان تولید چندین پرتو اصلی وجود دارد. لازم به ذکر است قیمت تمام شدهٔ این نوع آنتن به علت پیچیدگی‌های فراوان بیش از نوع غیرفعال است.

رادارهای روزنه مصنوعی Syntactic Apreture Radar

برای تهیهٔ یک نقشه دقیق از زمین و عوارض موجود در آن لازم است از یک آنتن طویل استفاده کنیم اما امکان ساخت و به‌کارگیری راداری با آنتن بزرگ جهت دستیابی به رزولوشن بالا از عوارض زمینی امکان‌پذیر نیست. برای رفع این مشکل از تکنیک رادار دریچه مصنوعی یا SAR (Syntactic Apreture Radar) استفاده می‌شود.

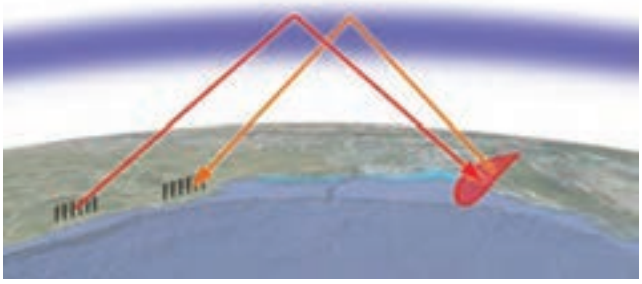
در این تکنیک هواگرد در حال حرکت اقدام به ارسال دریافت امواج کرده و بدین ترتیب یک آنتن طویل شبیه‌سازی می‌شود شکل(۱۴).



شکل۱۴ـ رادار روزنه مصنوعی

رادارهای فرا افق نگر OTH Over_the_horizon

در این نوع رادارها از خاصیت بازتاب یونوسفریک امواج الکترومغناطیسی جهت دستیابی به دید فرا افق استفاده می‌شود. این رادارها دارای آنتن‌هایی بزرگ، توان راه‌اندازی بالا و زمان پردازشی طولانی هستند. هر چند دقت زاویه و برد در این رادارها پایین است اما می‌توانند به‌عنوان رادار پیش اخطار مناسب به‌کار گرفته شوند شکل (۱۵).



شکل۱۵ـ رادار ماورای افق

فکر کنید

به نظر شما چرا این نوع رادارها معمولاً در باند HF (۳ الی ۳۰ مگاهرتز) به‌کار گرفته می‌شوند؟

تحقیق کنید

در مورد تقسیم‌بندی انواع رادار برحسب آنتن‌ها تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

رادارها بر اساس فرستنده

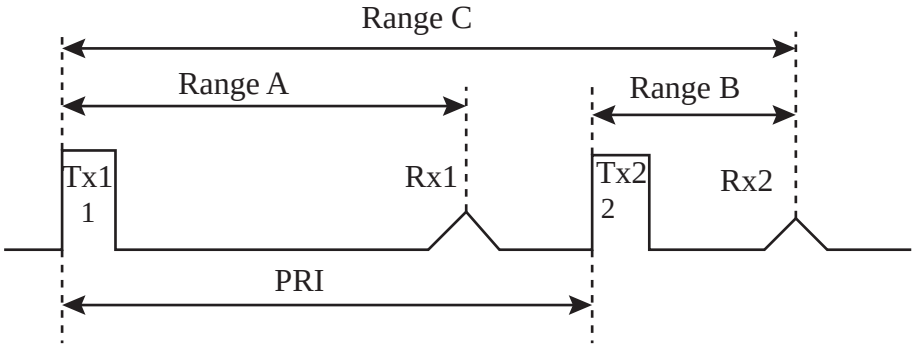
رادارها بر اساس نحوه فرستادن امواج رادار به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱ـ رادارهای پالسی Pulsed

رادار پالسی راداری است که ابتدا یک پالس ارسال می‌کند و سپس منتظر رسیدن اکو اهداف می‌ماند. این امر مانع از تداخل بین گیرندگی و فرستندگی می‌شود و امکان استفاده از یک آنتن واحد به‌عنوان گیرنده و فرستنده را فراهم می‌آورد. با اندازه‌گیری زمان بین ارسال و دریافت می‌توان برد هدف را به‌دست آورد (رادارهای مونواستاتیک). از آنجا که رادارهای مونواستاتیک نمی‌توانند هم‌زمان به ارسال و دریافت امواج مبادرت ورزند دارای برد کور هستند که از طریق فرمول زیر قابل محاسبه است:

$$R_M = \frac{CT}{۲}$$

در این فرمول R فاصله و C سرعت نور و T زمان هست. به‌عبارت دیگر رادار زمانی در مد گیرندگی قرار دارد که انتهای پالس ارسالی از آنتن خارج شده باشد. شایان ذکر است ممکن است پس از ارسال دو پالس اکوی پالس اول به رادار برسد که در این حالت دچار ابهام در برد خواهیم شد.



شکل ۱۶ـ ارسال و دریافت امواج در رادار پالسی

حال اگر یک رادار پالسی از خاصیت شیفت داپلر جهت استخراج سرعت هدف استفاده کند به آن رادار پالس داپلری می‌گوییم.

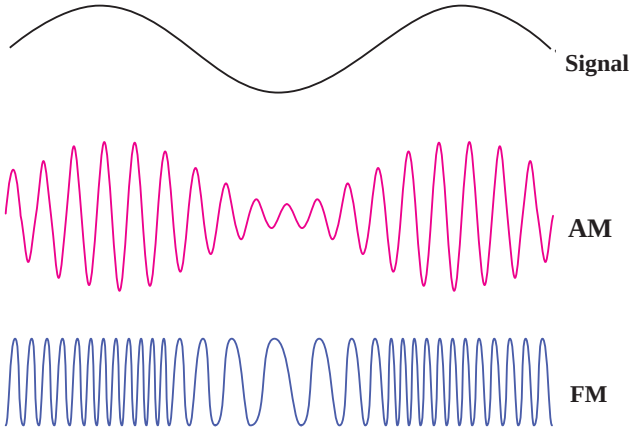
تحقیق کنید

در مورد کاربرد رادارهای پالسی تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید

۲ـ رادارهای موج پیوسته CW۱ (Continuous_wave)

این نوع رادار دائماً به ارسال و دریافت امواج مبادرت می‌ورزند. سرعت هدف در این نوع رادارها از طریق سنجش شیفت داپلر استخراج می‌شود. در صورت اعمال تغییر در فرکانس موج ارسالی (مدولاسیون FM)

رادار را رادار موج پیوسته مدوله فرکانسی یا FMCW می‌نامیم این نوع رادار موج پیوسته با توجه به اعمال تغییر در فرکانس موج ارسالی می‌تواند با توجه به فرکانس اکو دریافتی برد هدف را نیز محاسبه کند. تداخل بین گیرنده و فرستنده در این نوع رادارها توان مورد آنها را محدود می‌کند و ایزولاسیون بین گیرنده و فرستنده مسئله‌ای حیاتی است. یک مثال ساده از این نوع رادارهای سنجش سرعت مورداستفاده توسط پلیس است.



شکل ۱۷ــ شکل موج‌های رادارهای موج پیوسته

تحقیق کنید

در مورد کاربرد رادارهای موج پیوسته تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

انواع رادارها بر اساس باند، فرکانس و طول‌موج

رادارها بر اساس باند فرکانسی به شرح زیر تقسیم‌بندی می‌گردند:

جدول ۲ــ رادارها بر اساس باند فرکانسی مورد استفاده

باند	فرکانس	طول‌موج	کاربرد
HF	۳ـ۳۰ MHz	۱۰ـ۱۰۰ m	سیستم رادار ساحلی، رادارهای ماورای افق فرکانس بالا
P	< ۳۰۰ MHz	۱ m+	برای سامانه‌های هشدار راداری پیشین استفاده می‌شد
VHF	۳۰ـ۳۰۰ MHz	۱ـ۱۰ m	برای بردهای خیلی بلند، نفوذکننده در زمین
UHF	۳۰۰ـ۱۰۰۰ MHz	۰,۳ـ۱ m	برای بردهای خیلی بلند مانند؛ اخطار اولیه موشک‌های بالستیک، نفوذکننده در زمین، نفوذکننده در شاخ و برگ؛ فرکانس فوق‌العاده زیاد

L-BAND	۱ـ۲ GHz	۱۵ـ۳۰ cm	سامانه‌های مراقبت و کنترل ترافیک هوایی
S-BAND	۲ـ۴ GHz	۷/۵ ـ۱۵ cm	سامانه‌های مراقبت با برد متوسط، پایانه کنترل ترافیک هوایی، سیستم هواشناسی برد بلند، رادار دریایی با برد کوتاه
C-BAND	۴ـ ۸ GHz	۳/۷۵ ـ ۷/۵ cm	فرستنده خودکار ماهواره‌ای، باند میانه باندهای S و X، هواشناسی، رهگیری برد بلند.
X-BAND	۸ـ۱۲ GHz	۲/۵۳ ـ۲/۷۵ cm	هدایت موشک، رادار دریایی، هواشناسی، مراقبت زمینی و نقشه‌برداری با تفکیک متوسط، رهگیری با برد کوتاه، در آمریکا برای فرودگاه‌ها دربرد نزدیک با فرکانس ۱۰/۵۲۵ GHz ۲۵± MHz استفاده می‌شود، نام X به دلیل محرمانه بودن فرکانس آن در طول جنگ جهانی بود.
Ku	۱۲ـ۱۸ GHz	۱/۶۷ـ۲/۵ cm	این باند راداری به علت فرکانس کمتر (under) از K به نام Ku نامیده می‌شود. تفکیک بالا، اغلب برای فرستنده‌های خودکار ماهواره‌ای استفاده می‌گردد.
K	۱۸ـ۲۴ GHz	۱/۱۱ـ۱/۶۷ cm	در زبان آلمانی kurz به معنی کوتاه است، جذب بخار آب سبب محدودیت شده بنابراین Ku و Ka برای مراقبت استفاده می‌شوند، باند K برای تعیین ابرها در هواشناسی و پلیس برای تعیین سرعت خودروها استفاده می‌گردد.
Ka	۲۴ـ۴۰ GHz	۰/۷۵ـ۱/۱۱ cm	این باند راداری به علت فرکانس بالاتر (after) از K به نام Ka نامیده می‌شود نقشه‌برداری دربرد کوتاه، مراقبت فرودگاه، تصویربرداری راداری که برای اندازه‌گیری قطر ورق‌های فلزی با نور قرمز انجام می‌شود. همچنین برای موشک‌های کروز مورداستفاده قرار می‌گیرد.
V	۴۰ـ۷۵ GHz	۴/۰ـ۷/۵ mm	این باند راداری به‌شدت توسط اکسیژن اتمسفر جذب می‌گردد و در فرکانس ۶۰ GHz تشدید می‌شود.
W	۷۵ـ۱۱۰ GHz	۲/۷ـ۴/۰ mm	برای خودروهای آزمایشی هوشمند استفاده می‌شود، برای مشاهده هواشناسی با قدرت تفکیک بالا و تصویربرداری استفاده می‌گردد.
UMB	۱/۶ـ۱۰/۵ GHz	۱۸/۷۵ ـ ۲/۸ cm	برای رادار نفوذکننده دیوار و تصویربرداری استفاده می‌شود

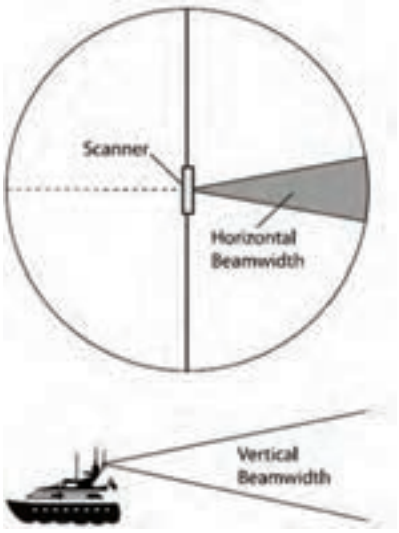
فکر کنید

علّت استفاده از فرکانس بالا در رادار چیست؟

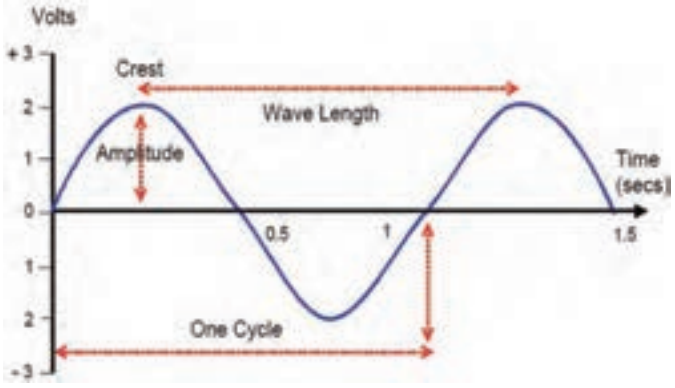
ویژگی‌های طول موج راداری:

طول موج راداری مورد استفاده دارای ویژگی‌هایی است که به شرح زیر هست:

۱	ارتباط مستقیمی بین طول‌موج راداری و پهنای بیم افقی رادار وجود دارد. با باریک شدن پهنای بیم افقی رادار سبب تفکیک‌پذیری بهتر اهداف و دقت در اکوهای جزییات اهداف می‌گردد.(شکل ۱۸و۱۹)
۲	طول آنتن (اسکنر) رادار با طول‌موج ایجاد شده ارتباط مستقیمی دارد. بنابراین برای افزایش طول‌موج راداری نیازمند اسکنری با ابعاد بزرگ‌تر می‌باشد.



شکل ۱۸ــ پهنای افقی و عمودی موج



شکل ۱۹ــ طول‌موج و دامنهٔ موج

مقایسه رادارهای S_BAND و X_BAND

شکل ۲۰ــ رادارهای S_BAND و X_BAND

بیشترین طول‌موج مورداستفاده در رادارهای سطحی شامل باندهای X و S هست. رادار S_BAND با طول‌موج ۱۰ سانتی‌متر در مقایسه با رادار X_BAND با طول‌موج ۳ سانتی‌متر؛ دارای پالس بلندتر و پهنای بیم راداری بزرگ‌تری هستند و به دلیل داشتن طول‌موج بلندتر، در هوای طوفانی و خراب، تأثیر اکوها کاذب ناشی از امواج روی آنها به مراتب کمتر است و در نتیجه دارای تصویری بهتر هستند به‌خصوص اگر رادار در حالت پالس کوتاه قرار گیرد شکل (۲۱).

شکل ۲۱ـ مقایسه رادارهای S_BAND و X_BAND

چنانچه نیاز به هدف‌یابی در فواصل دور باشد، استفاده از رادارها ۱۰ سانتی‌متری نسبت به رادارهای ۳ سانتی‌متری بهتر است، به‌خصوص اگر رادار در حالت پالس بلند قرار داشته باشد. ولی در فواصل نزدیک (کمتر از ۱۲ مایل) معمولاً از رادارهای X_BAND استفاده می‌شود زیرا دقت آن بالاتر است. بنابراین برای مشاهده جزییات اهداف و تفکیک‌پذیری بهتر از باند X با طول‌موج ۳ سانتی‌متر که کوچک‌تر از طول‌موج ۱۰ سانتی‌متر است استفاده شود.

کار در کلاس

با توجه به توضیحات متن، استفاده از دو رادار با طول موج‌های X , S در روی شناورها چه ضرورتی دارد؟ و چرا باند S (با طول‌موج ۱۰ سانتی‌متر) در رادارهای دریایی کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

تحقیق کنید

کنوانسیون سولاس چه الزاماتی را برای استفاده شناورها از رادار باند X بیان کرده است؟

نکتهٔ ایمنی

نصب رادار باند X در کشتی یک الزام است چون اکوهای مربوط به وسایل کمک ناوبری مجهز به RACON و دستگاه پاسخ‌گر راداری (Search and Rescue Transponer)SART فقط بر روی صفحه نمایشگر رادارهای X_BAND ظاهر می‌شود.

فکر کنید

با مقایسه دو باند راداری X , S با طول موج‌های مختلف، چه نتیجه‌ایی حاصل می‌شود؟

جدول ارزشیابی

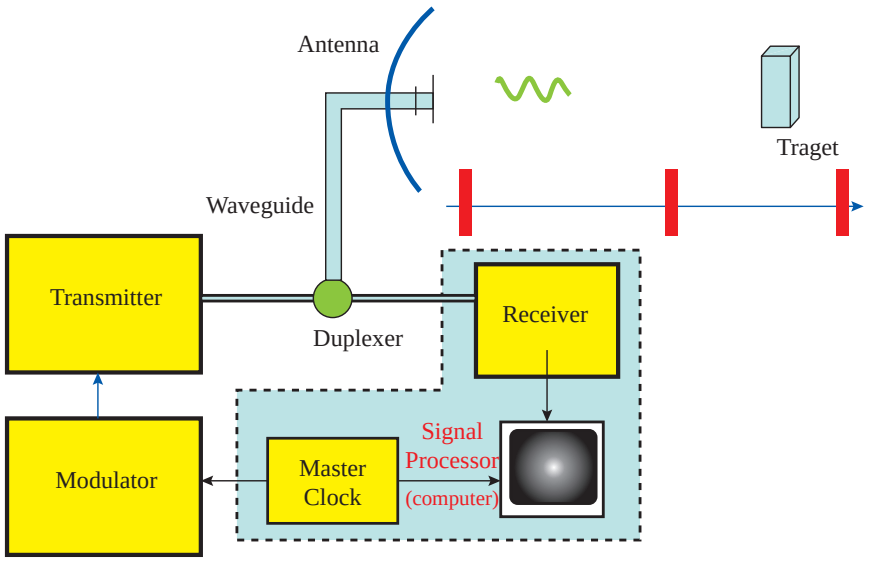
عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری رادارهای دریایی	بررسی کارکرد انواع رادارها	کار با انواع رادارهای دریایی	بالاتر از حد انتظار	۱ اساس کار رادار را بشناسد. ۲ معادله رادار و فرکانس تکرار پالس را بررسی کرده رابطه آن را با زمان تکرار پالس بیان کند. ۳ انواع رادارهای دریایی را بررسی نماید. ■ هنرجو توانایی بررسی همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ اساس کار رادار را بشناسد. ۲ معادله رادار و فرکانس تکرار پالس را بررسی کرده رابطه آن را با زمان تکرار پالس بیان کند. ۳ انواع رادارهای دریایی را بررسی نماید. ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از انتظار	۱ اساس کار رادار را بشناسد. ۲ معادله رادار و فرکانس تکرار پالس را بررسی کرده رابطه آن را با زمان تکرار پالس بیان کند. ۳ انواع رادارهای دریایی را بررسی نماید. ■ هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

کاربری رادار

اجزای سیستم رادار

هر یک از سیستم‌های مختلف راداری دارای تفاوت‌های زیادی در خصوصیات و جزئیات هستند، ولی قسمت‌ها و مشخصات بیشتر رادارهای مورد استفاده در کشتی‌ها یکسان می‌باشد.

در شکل (۲۲) بلوک دیاگرام و اجزای اصلی تشکیل‌دهنده یک سیستم رادار پالسی نشان داده‌شده است.



شکل ۲۲ـ بلوک دیاگرام رادار پالسی

همان‌گونه که در شکل می‌بینید یک سیستم رادار از قسمت‌های زیر تشکیل‌شده است:

۱	تایمر	Timer/Master Clock
۲	فرستنده	Transmitter
۳	مدولاتور	Modulator
۴	سیستم آنتن	Antenna/Scanner
۵	دوپلکسر	Duplexer
۶	گیرنده	Receiver
۷	نشان‌دهنده	Display

کار در کلاس

با توجه به شکل بالا و توضیحات هنرآموز، کاربردها را به قسمت مربوطه وصل کنید.

۱	کاربرد این قسمت هم‌زمان کردن فرستنده و مبنای زمان نشان‌دهنده رادار است.	الف	آنتن
۲	این قسمت پالس‌های پرقدرتی تولید می‌کند که حاوی انرژی امواج راداری است.	ب	دوپلکسر
۳	با تولید یک پالس ولتاژ قوی و تغذیه آن به فرستنده سبب می‌شود تا پالس‌های فرستنده شکل بگیرد.	پ	مدولاتور
۴	مشخص‌کردن اطلاعات سمت هدف با انتشار امواج راداری و در نهایت کشف و دریافت امواج برگشتی و هدایت آن به سمت گیرنده	ت	تایمر
۵	این قسمت پس از دریافت سیگنال‌های بازتابی، آنها را تقویت کرده، پس از آشکارسازی و تقویت سیگنال‌های اکوی هدف، آنها را جهت تصویرسازی به نشان‌دهنده ارسال می‌دارد.	ث	گیرنده
۶	یک سوئیچ موج بر است که فرستنده و گیرنده را به آنتن مرتبط می‌کند.	ج	فرستنده

کار در منزل

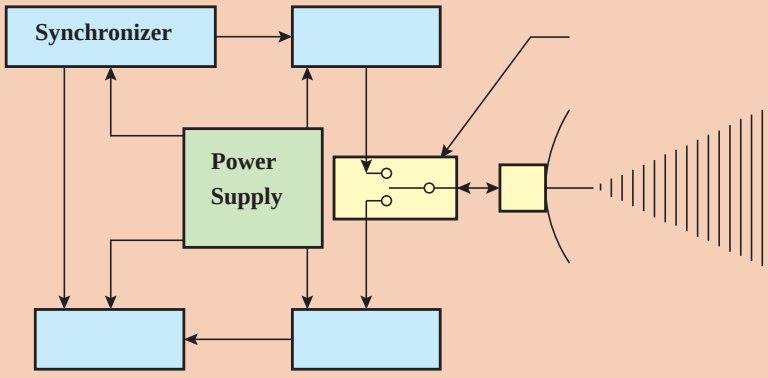
تصاویری از بلوک دیاگرام رادار را تهیه‌کرده و به همراه توضیحات در کلاس نصب نمایید.

نکته

اکثر سیستم‌های رادار پالسی برای ارسال و دریافت پالس از یک آنتن استفاده می‌کنند.

فعالیت کلاسی

هر کدام از قسمت‌ها را در بلوک دیاگرام زیر جاگذاری کنید.

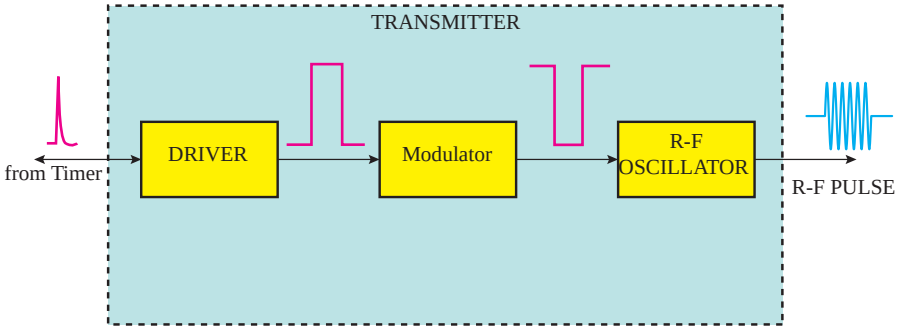


Receiver	Antenna/	Duplexer	Modulator	Transmitter

فرستنده رادار (Radar Transmitter)

همان‌طوری که گفته شد، فرستنده تحت کنترل تایمر (زمان‌سنج رادار) مبادرت به تولید پالس‌های بسیار قوی می‌کند. فرستنده برای تولید این پالس‌ها از یک نوسان‌ساز فرکانس زیاد (HighFreguency Oscillator) استفاده می‌کند، که تحت عنوان مگنترون نامیده می‌شود. فرکانس تولیدشده در مگنترون، طول‌موج امواج راداری را که در فضا انتشار می‌یابند، تعیین می‌کند. از آنجا که فرکانس و طول موج رابطه عکس با یکدیگر دارند، هر چه فرکانس مگنترون بیشتر باشد، طول‌موج امواج منتشرشده کوتاه‌تر خواهد بود.

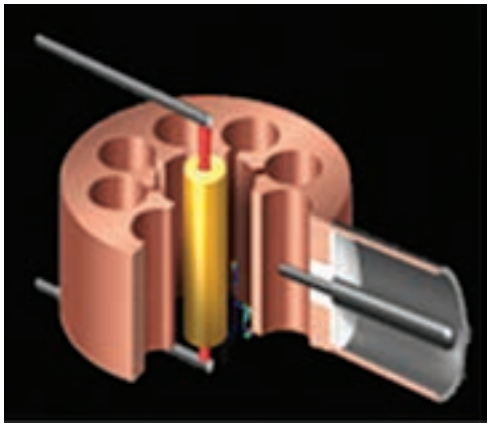
در شکل (۲۳) بلوک دیاگرام ساده یک فرستنده رادار نشان داده‌شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود، یک فرستنده از دو قسمت اساسی به شرح زیر تشکیل یافته است:



شکل ۲۳ــ یک بلوک دیاگرام فرستنده رادار

الف) مدولاتور (Modulator): از مدولاتور در یک فرستنده برای تولید ولتاژ پالسی شکل قوی که مورد نیاز دستگاه مگنترون است، استفاده می‌شود. به مدولاتور در یک فرستنده رادار، مدار شکل‌دهندهٔ پالس نیز می‌گویند که به‌عنوان یک مدار کنترل‌کنندهٔ تغذیه ولتاژ بسیار قوی به مگنترون عمل می‌کند.

مدولاتور معمولاً در ورودی خود ولتاژ مستقیم (حدود ۶۰۰۰ ولت) را گرفته، از طریق مدارهای شکل‌دهندهٔ پالس و یک سوئیچ قطع و وصل که سرعت عمل آن هماهنگ با PRF رادار است، یک ولتاژ پالسی شکل بسیار زیاد (حدود ۲۴۰۰۰ ولت منفی) را به آند مگنترون تغذیه می‌کند، که این عمل در حقیقت همان روشن و خاموش شدن فرستنده است.



شکل ۲۴ــ نمایی از یک مگنترون

ب) مگنترون (Magenteron): فرستنده یک نوسان‌ساز امواج راداری است که به وسیلهٔ مدولاتور روشن و خاموش (قطع و وصل) می‌شود. نوسان‌ساز به‌کار گرفته شده در رادار به لحاظ اینکه امواجی با فرکانس بسیار زیاد و پرقدرت تولید می‌کند، با سایر نوسان‌سازهای مورد استفاده در سیستم‌های مخابراتی و غیره تفاوت دارد.

نوسان‌ساز مورد استفاده در فرستنده رادار تحت عنوان مگنترون (Magenteron) نامیده می‌شود. در شکل(۲۴) نمایی از یک مگنترون (نوع حفره‌ای) نشان داده‌شده است.

مگنترون یک دیود است که آند آن به زمین وصل شده است و کاتد آن نیز در طول مدّتی که مگنترون نوسان می‌کند، به یک پتانسیل منفی بسیار زیاد وصل می‌شود (پتانسیل حاصل از مدولاتور). این دیود در یک میدان مغناطیسی قوی که به‌وسیلهٔ یک آهنربای دائم ایجاد شده است، قرار می‌گیرد.

فعالیت کارگاهی

از نزدیک مشخصات مربوط به یک مگنترون را چک کرده و موارد مهم را به خاطر بسپارید.

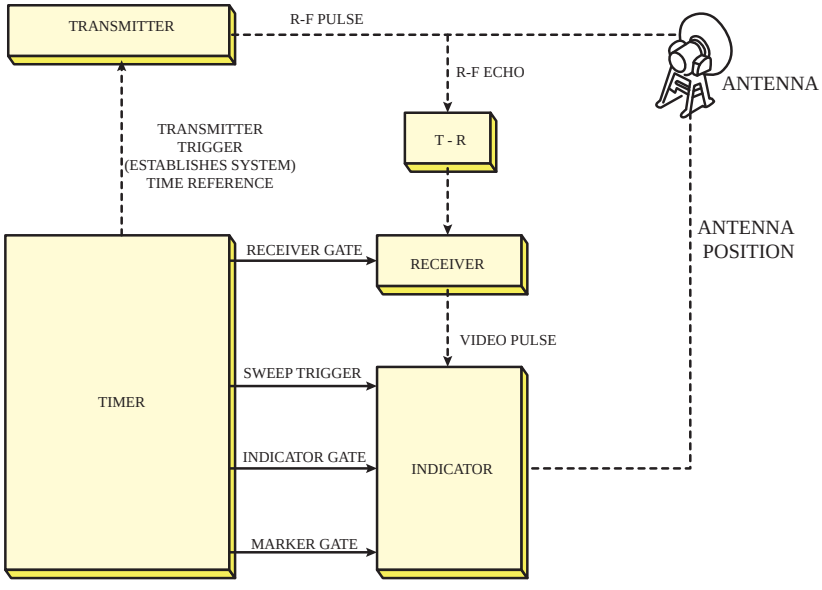
فعالیت کارگاهی

با توجه به بلوک دیاگرام فرستنده قسمت‌های مختلف آن را تشریح کنید.

تایمر (Timer)

تایمر سیستم رادار، در حقیقت هماهنگ‌کنندهٔ زمانی کار قسمت‌های مختلف یک سیستم رادار است. با توجّه به اینکه اساس اندازه‌گیری فاصله بر مبنای اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت یک پالس به هدف است، عملکرد تایمر اهمیت خاص پیدا می‌کند. تایمر ضمن اینکه نقش اساسی در مشخص‌کردن میزان فرکانس تکرار پالس (p_{RF}) دارد، مطمئن می‌شود که مدولاتور و نشان‌دهندهٔ رادار با یک رابطه زمانی مشخص نسبت به یکدیگر عمل می‌کنند و نقطهٔ شروع کار آنها را درست در لحظه‌ای که فرستندهٔ پالس حاوی انرژی امواج راداری را تولید می‌کند، با ارسال پالس‌هایی که تریگر (Trigger) نامیده می‌شود، آغاز می‌کند.

بلوک دیاگرام یک سیستم رادار که در آن عملکرد تایمر به‌طورکلی مشخص شده است، در شکل ۲۵ نشان داده‌شده است. همان‌طور مشاهده می‌شود، تایمر یک تریگر به فرستنده می‌دهد که شروع به ارسال امواج کند. با یک تأخیر زمانی (کمی‌بیش از عرض پالس یا زمان فرستندگی) با ارسال تریگر دیگری گیرنده را فعّال کرده، در لحظهٔ ارسال پالس نیز تریگری به نشان‌دهندهٔ رادار می‌فرستد تا ضمن اینکه شروع به اندازه‌گیری زمان رفت‌وبرگشت پالس کند، تصویر ویدئویی مناسبی را نیز به‌طور هماهنگ به نمایش درآورد.



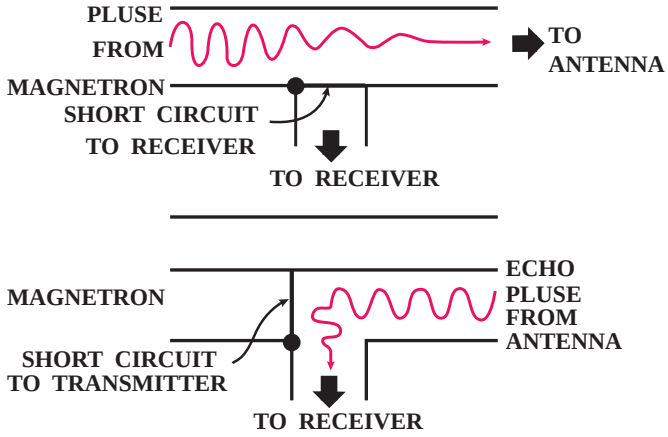
شکل ۲۵ـ عملکرد تایمر در سیستم رادار

به‌طور خلاصه در تایمر زمان‌های مورد لزوم در سیستم رادار ساخته می‌شود؛ بدین ترتیب که تریگرهایی که فرکانس آنها بر p_{RF} رادار است، تولیدشده در زمان مناسب به مدولاتور، نشان‌دهنده و گیرنده فرستاده می‌شود.

سوئیچ‌های TR و ATR

در سیستم رادار وقتی از یک آنتن برای فرستنده و گیرنده استفاده می‌شود، به نحوی باید از ورود انرژی بسیار قوی فرستنده در زمان ارسال پالس به داخل گیرنده جلوگیری کرد؛ همچنین امکان اتّصال آنتن به گیرنده را برای دریافت اکوهای بازتاب شده و ممانعت از ورود سیگنال‌های دریافتی به قسمت فرستنده که سبب تضعیف سیگنال خواهد شد، فراهم کرد.

سوئیچ TR (Transmit ـ Receive) در مسیر گیرنده قرارگرفته از ورود پالس‌های فرستنده به داخل گیرنده جلوگیری می‌کند، در حالی که سوئیچ (ATR) (Anti Transmit ـ Receive) در مسیر فرستنده قرارگرفته، جلوی فرستنده را مسدود می‌کند و سبب می‌شود گیرنده به آنتن وصل شود. سوئیچ‌های ATR و TR و نحوهٔ عملکرد آنها به‌صورت تصویری در شکل (۲۶) نشان داده‌شده است.



شکل ۲۶ـ عملکرد سوئیچ‌های ATR و TR

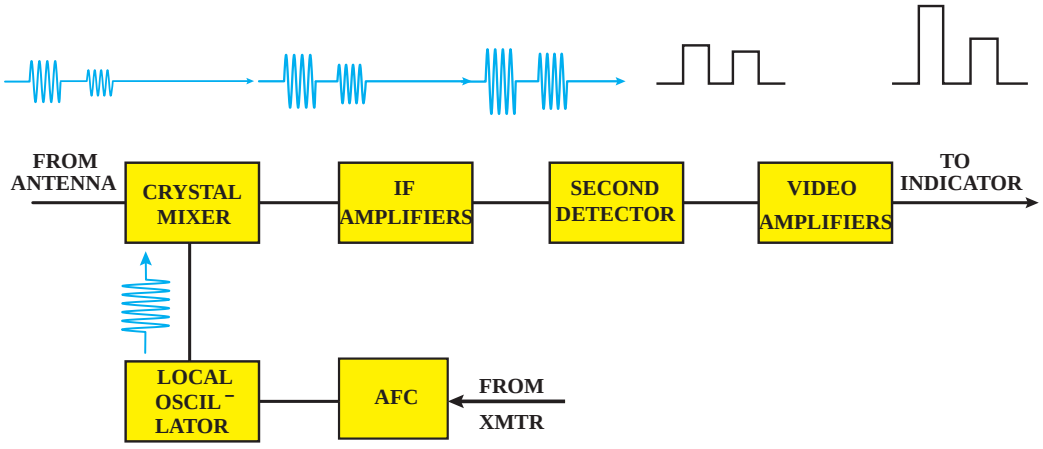
مجموعه سوئیچ‌های و ATR ازجمله سوئیچ‌های الکترونیکی بوده که تحت عنوان دوپلکسور (DUPLEXER) نیز نامیده می‌شود.

گیرنده رادار (Radar Receiver)

گیرنده رادار، یک نوع خاص گیرنده سوپر هترودین است. کار آن دریافت سیگنال‌های بازتاب شدهٔ ضعیفی است که از طریق آنتن وارد گیرنده می‌شوند و پروسه کردن این سیگنال‌ها و در نهایت آشکارسازی پالس‌های مربوط به اکوی هدف و تغذیهٔ آن به نشان‌دهنده رادار.

بلوک دیاگرام یک گیرنده رادار در شکل ۲۷ نشان داده‌شده است. سیگنال‌های دریافتی به وسیلهٔ آنتن وارد یک مخلوط‌کننده شده، در آنجا با سیگنال تولیدشده به‌وسیلهٔ یک نوسان‌ساز محلی (Local Oscillator) مخلوط و تبدیل به سیگنالی می‌شود که دارای فرکانس ثابت و مشخصی به‌مراتب کمتر از فرکانس اولیه است. سیگنال ایجاد شده در تقویت‌کنندهٔ میانی (IF-Amplifier) تقویت می‌شود و سپس تحت آشکارسازی قرار

می‌گیرد تا پالس‌های مربوط به بازتاب اکو از هدف مشخص‌شده پس از تقویت، جهت ایجاد تصویر ویدئویی به نشان‌دهندهٔ رادار وارد شود. معمولاً فرکانس نوسان‌ساز محلی به‌گونه‌ای است که سیگنال خروجی از مخلوط‌کنندهٔ دارای فرکانس متوسّط ۶۰ـ۳۰ مگاهرتز خواهد بود شکل (۲۷).



شکل ۲۷ـ بلوک دیاگرام یک گیرنده رادار

از نظر فیزیکی معمولاً فرستنده و گیرندهٔ رادار در یک مجموعه دستگاهی قرارگرفته که تحت عنوان TRANSCEIVER نامیده می‌شود.

فعالیت کارگاهی

با توجه به بلوک دیاگرام گیرنده قسمت‌های مختلف آن را تشریح کنید.

کار در کلاس

با حضور در کارگاه ناوبری قسمت‌های مختلف رادار را از نزدیک مشاهده کنید.

آنتن رادار Radar Antenna / Scanner

کار یک سیستم آنتن عبارت است:

ـ از انتشار امواج پر انرژی راداری که در قسمت فرستنده تولید و به شکلی به آنتن هدایت می‌شوند.

ـ و دریافت بازتاب سیگنال‌های ارسالی پس از برخورد با موانع و هدف‌ها و هدایت آن به سمت گیرنده رادار.

تصاویری از آنتن‌های رادارهای ناوبری در شکل(۲۸) و (۲۹) نشان داده شده است.

شکل۲۸ـ آنتن رادار و رادم برای محافظت قسمت چرخنده آنتن رادار

شکل ۲۹ـ آنتن رادار

به قسمت گردان سیستم آنتن رادار که عمل ارسال و دریافت امواج را انجام می‌دهد کاوشگر یا اسکنر (Scanner Unit) نیز می‌گویند. طول آنتن (اسکنر) رادار با طول موج ایجاد شده ارتباط مستقیمی دارد. بنابراین برای افزایش طول‌موج راداری نیازمند اسکنری با ابعاد بزرگ‌تر هست شکل (۳۰).

شکل ۳۰ـ قسمت گردان سیستم آنتن

کار در کلاس

در جدول زیر قسمت و اجزای سیستم اصلی آنتن آورده شده است. با راهنمایی هنرآموز خود، نقش هر کدام از قسمت‌ها را بنویسید.

۱	عنصر تشعشع کننده	
۲	منعکس‌کننده	
۳	سیستم چرخانندهٔ آنتن	
۴	سیستم سینکروسمت	
۵	کنتاکت مخصوص نشان‌دهنده سمت سینه کشتیmarkerHeading	

نکات ایمنی

۱ هرگونه کار در نزدیکی آنتن‌های هوایی باید فقط مطابق با مجوز انجام کار انجام شود. نکات هشداردهنده باید در مکان‌های مناسب تا زمانی که کار به پایان می‌رسد نصب شود.
۲ به هیچ یک از دریانوردان نباید در مجاورت آنتن‌های هوایی، در مدت‌زمانی که آنتن‌ها دارای جریان برق هستند، اجازه انجام کار داده شود.
۳ برای دور کردن هر شخصی از نزدیکی تجهیزات درجایی که خطر شوک الکتریکی و صدمه به کارکنان از طریق اشعه ایکس یا دیگر تشعشعات وجود دارد از علائم هشداردهنده مناسب استفاده شود.
۴ اسکنر رادار باید در محلی نصب شود که اطراف آن تا جای ممکن خالی از هرگونه مانع باشد.

فکر کنید

نصب اسکنر رادار در ارتفاع بالا، چه مزایا و معایبی می‌تواند داشته باشد؟

کار در کلاس

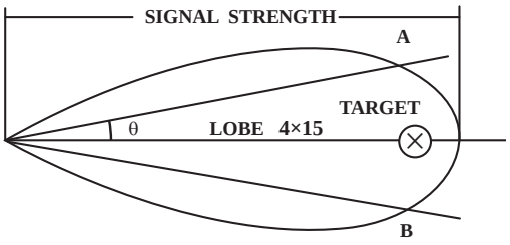
نوع یا شکل اجسام مختلف چه تأثیری بر روی اکوهای دریافتی دارد؟

انواع آنتن‌ها

آنتن‌ها به دودستهٔ عمومی تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱ـ آنتن‌های جهت‌دار یا جهتی	Directional Antenna	امواج راداری را در جهت خاصی انتشار می‌دهند.
۲ـ آنتن‌های تمام جهتی	Omni Directional Antenna	انرژی یا امواج راداری را در کلیه جهات منتشر می‌کنند.

آنتن‌های تمام جهتی این نوع آنتن‌ها به‌طور عمده در وسایل ارتباطی و جهت‌یاب‌ها است و به‌ندرت در سیستم‌های راداری مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرند.



فرم تشعشعی یک آنتن جهت‌دار

شکل روبه‌رو فرم تشعشعی یک آنتن جهت‌دار را نشان می‌دهد. ماکزیمم شدّت تشعشع در مرکز پرتو یا لوب (Lobe) قرار دارد و به‌عبارت‌دیگر هرچه از محور مرکزی پرتو به‌طرفین برویم از شدّت تشعشع کاسته خواهد شد. در نقاط A و B توان انتشار نصف توان ماکزیمم است؛ از این‌رو این نقاط را نقاط نیم‌توان (Half Power Points) گفته، زاویه θ را عرض (یا پهنای) پرتو می‌نامند. معمولاً پهنای پرتو رادارها بین یک تا دو درجه و گاهی نیز تا چند درجه است.

تشعشع کننده

عنصر تشعشع‌کننده در رادارهای یک رادیاتور (Radiator) بوقی شکل است. از آنجا که در رادار برای انتقال موج از فرستنده به آنتن از ویوگاید (Wave Guide) استفاده می‌شود، نمی‌توان همانند سیستم آنتن دستگاه‌های مخابراتی برای انتشار امواج از عناصر دیپل (Dipole) استفاده کرد؛ ازاین‌رو رادیاتورهای بوقی در قسمت انتهایی ویوگاید قرار دارند که برای انتشار امواج به کار می‌روند. چند نمونه از رادیاتورهای بوقی در شکل (۳۱) نشان داده‌شده است.

چهارگوش　　هرمی　　مخروطی

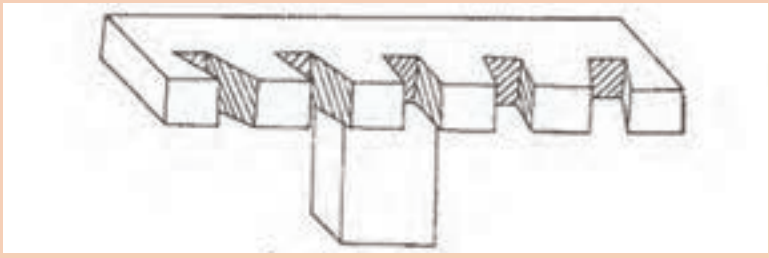
شکل ۳۱ـ رادیاتورهای بوقی

کار در کلاس

دلیل گسترش دهانهٔ رادیاتورها چیست؟

بیشتر بدانید

نوع دیگر منتشرکنندهٔ امواج در فضا ویوگاید شیاردار است. در این روش یک ویوگاید به‌طور افقی به انتهای ویوگاید اصلی که از فرستنده وارد آنتن می‌شود، وصل شده در قسمت جلویی این ویوگاید چند شیار ایجاد می‌شود تا امواج بتوانند از این شیارها خارج شده در فضا منتشر شوند. این نوع تشعشع‌کننده در آنتن رادارهای ناوبری کاربرد زیاد دارد. تصویری از یک ویوگاید شیاردار در شکل زیر نشان داده شده است.



نکته

به‌منظور جلوگیری از نفوذ آب باران، رطوبت هوا و گرد و غبار به داخل ویوگاید، انتهای آن (که بوقی شکل است) به‌وسیلهٔ ورقه نازک فلزی پوشیده شده است. این روکش مخصوص باید همواره تمیز و عاری از هرگونه نمک‌زدگی، دود و غبار باشد، چه در این صورت مقداری از انرژی پالس ارسالی و اکوی بازتابی جذب این روکش شده، بر عملکرد رادار اثر نامطلوب خواهد داشت.

بیشتر بدانید

ویوگاید (Wave Guide)

ویوگاید یا موج‌بر، نوعی کانال‌هادی موج است که امواج راداری تولید شده در فرستنده را به سمت آنتن رادار هدایت می‌کند. برخلاف سیستم‌های ارتباطی که برای انتقال امواج رادیویی به آنتن از خطوط انتقال معمولی (کابل کواکسیال) استفاده می‌کنند، در سیستم‌های راداری برای انتقال امواج راداری موجود در باند مایکروویو و به لحاظ قدرت‌های بالا، لازم است از نوعی خط انتقال استفاده شود که قادر به تحمل قدرت‌های بسیار زیاد با کمترین تلفات باشد.

تحقیق کنید

درباره ویوگاید، نحوه کار و ویژگی‌های آن در سیستم‌های راداری مطالبی را تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

فعالیت کارگاهی

قسمت‌های مختلف به اسکنر و ویوگاید را از نزدیک مشاهده و تشریح کنید.

تحقیق کنید

تعداد دور چرخش آنتن و نحوه به حرکت درآمدن موتور اسکنر را تشریح نمایید.

نمایشگر رادار Radar Display

نشان‌دهندهٔ رادار دستگاهی است که بازتاب دریافت شده از هدف و سایر موانع را به‌صورت نقاطی روشن روی صفحه نشان می‌دهد. نمایشگر، اطلاعات و انعکاس‌های دریافتی را طوری نمایش می‌دهد که بتواند احتیاجات کاربرد را فراهم کند، جست‌وجو و مسیریابی خودکار را کنترل کند و وقتی هدف شناسی شد بتواند اطلاعات مورد نظر را استخراج کند.

شرکت‌های تولیدکننده رادار با ارائه محصولات متنوع درصدد ارائه محصول با کیفیت و کاربری مناسب هستند ولی چیزی به‌عنوان صفحه کلید استاندارد برای کلیدهای کنترلی رادارها وجود ندارد و پانل‌های کنترل رادار و حتی اصطلاحات تولیدکننده‌ها متفاوت است، با این‌حال سازمان جهانی دریانوردی علائم استانداردی را برای کلیدهای کنترل راداری جهت سهولت استفاده از رادار برای ایمنی شناورها تعریف نموده است. تصویری از یک رادار ناوبری که در داخل پل فرماندهی یک کشتی نصب بوده و به‌وسیله نفر مسئول برای امور ناوبری مورداستفاده قرار می‌گیرد را در شکل (۳۲) می‌بینید.

شکل ۳۱ـ تصویری از یک نمایشگر رادار ناوبری

اکوی هدف‌ها که به‌وسیلهٔ نقاط نورانی نشان داده می‌شوند، به‌گونه‌ای تصویر می‌شوند که موقعیت نقاط متناظر با موقعیت فیزیکی هدف از نظر سمت و فاصله آن برابر با فاصلهٔ شعاعی از مرکز تا نقطهٔ نورانی موردنظر است.

تحقیق کنید

در مورد انواع اکوهای کاذب تحقیق کرده و نتیجه را به‌صورت پرده‌نگار در کلاس به نمایش در آورید.

نکته ایمنی

چشم‌ها به‌طور ویژه به امواج کوچک الکترومغناطیسی و امواج فرا سرخ حساس هستند. مراقبت‌های ویژه باید در زمان کار با این تجهیزات در نظر گرفته شود و نباید به‌طور مستقیم به داخل اسکنرهای رادار در زمانی که رادار فعال است نگاه کرد.

بیشتر بدانید

قسمت درونی صفحهٔ تصویر با مادّه‌ای (فسفر) پوشیده شده است، که خاصیت پس‌تابشی دارد. چنانچه از این خاصیت استفاده نمی‌شد، هر اکو پس از ظاهر شدن بر روی صفحهٔ تصویر به‌سرعت محو و از بین می‌رفت و دوباره پس از یک گردش دیگر آنتن بر روی صفحه ظاهر می‌شد.
خاصیت پس‌تابشی صفحهٔ تصویر باید به‌اندازه‌ای باشد که حداقل پس از یک دور گردش کامل آنتن رادار، اکوی مزبور همچنان تابش خود را حفظ کند.

آشکارسازی اتوماتیک هدف

در این روش خروجی گیرنده‌های رادار به کامپیوتر و سیستم‌های پردازش و تجزیه و تحلیل اطلاعات داده‌شده تا اطلاعات مربوط به هدف را در نشانگرهای مربوط به نمایش درآورند. در این روش اپراتورهای رادار نقشی در کشف و کسب اطلاعات هدف با بررسی نشان‌دهندهٔ رادار ندارد و مراحل مختلف به‌طور اتوماتیک انجام می‌پذیرد.

الف) کاربرد کلیدهای کنترلی صفحهٔ نشان‌دهنده رادار: صفحهٔ نشان‌دهندهٔ رادار (یا کنسول رادار) تعدادی کلید کنترلی دارد که با به‌کارگیری آنها می‌توان از مجموعه سیستم رادار و خود کنسول بهره‌برداری کرد. تصویری از نمونه کلیدهای کنترلی یک کنسول رادار که در صفحهٔ نشان‌دهنده رادار تعبیه شده‌اند، در شکل نشان داده شده است. این کلیدها در انواع کنسول‌ها ممکن است متفاوت باشد شکل (۳۳).

شکل ۳۳ـ کلیدهای کنترلی

نکته

آشنایی با کاربرد هر یک از کلیدهای کنترلی برای کسانی که به نحوی با رادار سروکار دارند، ضرورت دارد. این اطّلاعات معمولاً به‌طور مشروح در کتب راهنمای فنی رادار مربوطه ذکرشده است.

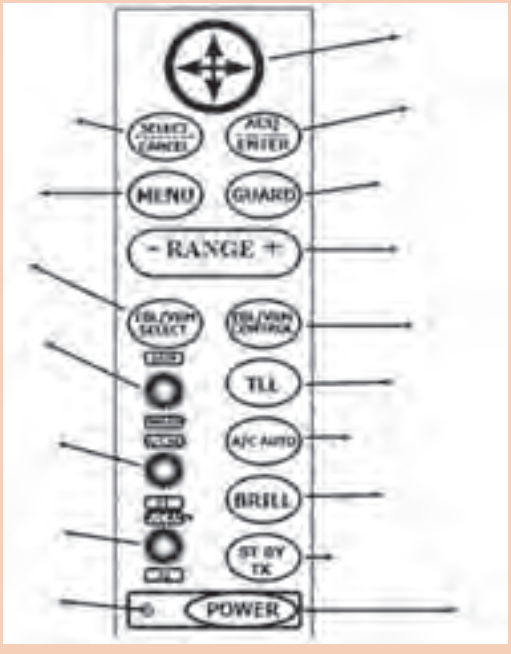
فعالیت کارگاهی

در کارگاه دریانوردی و یا بازدید از شناورها، با کلیدهایی که بر روی صفحهٔ نشان‌دهنده رادار قرار گرفته‌اند آشنا شده و کاربرد هر کدام را فرا بگیرید.جدول را مطابق آموخته‌های عملی خود کامل کنید.

ردیف	نام کلید	کاربرد
۱	کلید اصلی روشن و خاموش‌کردن سیستم رادار (POWER SWETCH)	
۲	سوئیچ تنظیم‌کننده Focus	
۳	سوئیچ تنظیم‌کننده Brillianc	
۴	سوئیچ تنظیم‌کننده Receiver Gain	
۵	سوئیچ انتخاب عرض پالس (پهنای پالس)	
۶	سوئیچ انتخاب فاصله (Range Switch)	
۷	سوئیچ مربوط به دوایر تعیین فاصله (Range Rings)	
۸	سوئیچ مربوط به دایره متغیّر تعیین فاصله (Variable Range Marker)	
۹	صفحهٔ نشانگر سمت (Cursor)	
۱۰	تیون Tune	

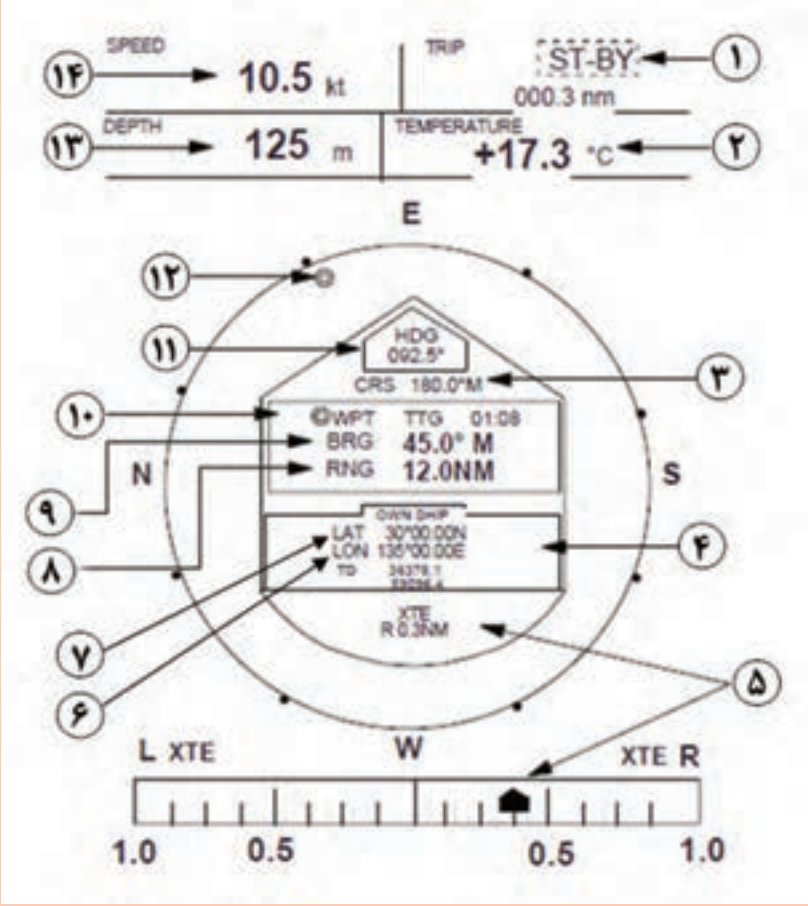
فعالیت کارگاهی

با توجه به صفحه‌نمایش رادار (Display) در شکل زیر، نام یا کاربرد هر کدام از کلیدها را مشخص کنید.



فعالیت کارگاهی

در تصویر زیر صفحه نمایش رادار در زمان فعال بودن (ST_BY) و حالت نمایش اطلاعات ناوبری (NAV) نشان داده شده است. توضیحات مربوط به هر قسمت را در جدول بنویسید.



۱		۸	
۲		۹	
۳		۱۰	
۴		۱۱	
۵		۱۲	
۶		۱۳	
۷		۱۴	

نکته ایمنی

نور رادار نبایستی سبب اختلال در مشاهده کاربران پل فرماندهی در شب شود. با استفاده از تنظیم درخشندگی و استفاده از چشمی مناسب صفحه رادار یا استفاده از کاور مناسب در پل فرماندهی سبب کنترل نور صفحه نمایش راداری می‌شویم. در شکل زیر پانل کنترلی و چشمی صفحه رادار نشان داده شده است.

نکته

تغییر برد راداری به طول پالس رادار PRF، (فرکانس تکرار پالس) و کیفیت اکوی هدف بستگی دارد. توجه داشته باشید برای دیده‌بانی مناسب و ایمن نیازمند برد راداری هستیم که اهداف قابل تشخیص باشند.

بیشتر بدانید

رادارها قادرند اهداف متحرک را از اهداف ثابت تشخیص دهند. به این منظور فرایندی فنی به نام MTI وجود دارد. بر این اساس اگر سرعت یک هدف از ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت کمتر بود آن هدف را حذف و بالاتر از آن را به‌عنوان هدف متحرک نشان دهد. این سامانه در حقیقت فیلتر نشان‌دهنده اهداف متحرک از ثابت است.

بحث کلاسی

تحقیق کنید رادار چگونه قادر به تعیین ارتفاع هدف می‌باشد؟

فکر کنید

علائم زیر در صفحه نمایشگر رادار نشان‌دهنده چیست؟

ب) روشن کردن رادار: موارد مهمی که باید در هنگام روشن کردن سیستم رادار رعایت کرد، به شرح زیر هستند:

۱ روش روشن کردن و تنظیم هر نوع خاصی از رادارها در کتابچه‌ای که همراه خود دستگاه ارائه می‌شود، نگارش شده است که ضرورت دارد قبل از بهره‌برداری از سیستم رادار مورد مطالعه قرار گیرد.

۲ اطمینان حاصل کنید که آنتن می‌تواند آزادانه چرخش کند و مانعی بر سر راه آن وجود ندارد.

۳ مطمئن شوید که کلیدهای کنترلی مربوط به محور اکوی امواج، شفّافیت و تقویت گیرنده در وضعیت حداقل قرارگرفته باشد.

نکات ایمنی

۱ سلول‌های زندهٔ بدن قادر به جذب یک حدّ مجاز از امواج رادیویی هستند. این عمل باعث افزایش درجه حرارت بدن می‌شود و البته ممکن است اثرات نامطلوب نیز به همراه داشته باشد. تشعشع امواج الکترومغناطیسی در محدودهٔ باند فرکانسی رادار به‌وسیلهٔ آنتن‌ها، هر چند که قادر به کشتن افراد نیست، امّا ایجاد جراحات و سوانح قابل تصوّر است. شدّت سیگنال‌های راداری که به ایجاد اثرات سوء منجر شود، بالا است؛ از این‌رو تنها رادارهای بسیار پرقدرت، نظیر رادارهایی که برای کشف موشک‌های قاره‌پیما در بردهای زیاد به‌کار می‌رود، می‌توانند خطرناک باشند، البته آن هم در فاصله‌های نزدیک به رادار.
رادارهایی که برای موارد عادی به کار گرفته می‌شوند به‌طور عمده بی‌خطر هستند، مگر اینکه سلول‌های زنده بدن به‌طور مستقیم در معرض انتشار امواج راداری ساطع شده از آنتن و در فاصله چند فوقی از آن قرار گرفته باشند.

۲ ولتاژهای RF ممکن است در اشیاء فلزی زمین نشده، نظیر مهارهای سیمی یا نردبان‌ها، جریان‌های القایی به وجود آورد؛ از این‌رو ممکن است اشخاصی که در آن زمان با این اشیاء در تماس باشند، شوک دریافت کرده و به سویی پرت شوند. به همین منظور لازم است قبل از نزدیک شدن و کاربر روی آنتن‌ها، احتیاط‌های لازم ایمنی را به عمل آورده، مطمئن شویم دستگاه مربوطه خاموش است.

۳ مهارها، کابل‌ها و نردبان‌ها باید دارای اتّصال به زمین باشند. در هنگام کار در ارتفاع، حتماً از کمربند ایمنی استفاده کرده؛ از قرار دادن مواد قابل اشتعال در نزدیکی و در مسیر انتشار امواج RF خودداری شود.

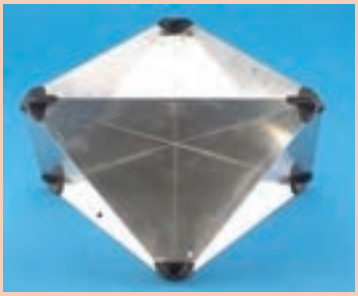
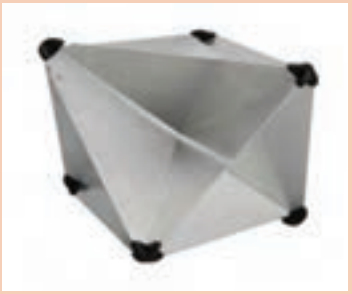
۴ چشمان انسان نسبت به حرارت ایجاد شده در اثر جذب بیش از حدّ امواج رادیویی حسّاس است؛ از این‌رو هیچ‌گاه نباید به‌طور مستقیم به انرژی تشعشعی نگاه کرد. در ضمن، ارگان‌های حیاتی بدن نیز به این حرارت حساس هستند و به‌منظور حفظ سلامتی نباید به‌طور مستقیم در مسیر تشعشع آنتن‌ها ایستاد.

۵ آنتن‌ها و خطوط انتقال به‌طور عموم دارای یک محدوده خطر انرژی RF هستند که به‌وسیلهٔ خطوط قرمز مشخص‌شده است و در موقع انتشار نباید در داخل این محدوده‌ها ایستاد.

منعکس‌کننده‌های راداری

کار در کلاس

در تصاویر زیر چند نمونه منعکس‌کننده‌های راداری (Radar Reflector) را مشاهده می‌کنید. درباره نقش و دلیل به‌کارگیری آن در قایق‌های نجات با همکلاسی‌های خود بحث و گفت‌وگو کنید.

رادار آرپا : Automatic Radar Plotting Aid: سیستم آرپا برد الکترونیکی متصل به رادار و یک پردازشگر است که می‌تواند اطلاعات حرکتی اهداف شامل؛ راه و سرعت شناور مقابل، نزدیک‌ترین نقطه عبور شناورهای اطراف کشتی (CPA) را محاسبه و در اختیار کاربر قرار دهد.

نمایشگر رادارهای آرپا موقعیت کشتی‌های اطراف کشتی شمارا نشان داده و مسیر مناسب برای کشتی جهت جلوگیری از بروز تصادم را انتخاب می‌کنند شکل (۳۴).

شکل۳۴ـ رادارهای آرپا

تحقیق کنید

الف) اطلاعات حرکتی اهداف را چگونه می‌توان استخراج نمود؟
ب) برای اندازه‌گیری فاصله اهداف تا شناور (محل آنتن رادار) از کدام کلید استفاده می‌شود؟
پ) کدام کلید کنترلی برای تعیین سمت اهداف مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
ت) با استفاده از کدام کلید می‌توان حلقه‌های متحدالمرکزی را در نمایشگر رادار ایجاد نمود و فاصله اهداف را تعیین نمود؟
ث) برای نمایش دنباله اهداف در صفحه رادار از چه کلیدی استفاده می‌شود؟

نکته

کلید شبیه‌ساز Trial برای شبیه‌سازی حرکت شناور خودی با سرعت و راه موردنظر است که بر اساس زمان تأخیری Delay که برای آن مشخص شده است کار می‌کند. در این حالت رادار اهداف واقعی را نشان نمی‌دهد بنابراین هوشیاری کاربر در به‌کارگیری این ابزار را می‌طلبد.

فعالیت کارگاهی

در بازدید از پل فرماندهی شناورها با کاربرد کلیدهای تنظیم راداری آشنا شوید و موارد خواسته‌شده را مشخص کنید.

بیشتر بدانید

سیستم ردیابی و شناسایی از راه دور (Long Range Tracking and Identification) LRIT این سیستم جزو الزامات کنوانسیون سولاس بوده و از آن برای ارسال خودکار اطلاعات شماره شناسایی شناور، موقعیت جغرافیایی و ساعت و روز ارسال موقعیت جغرافیایی جهت بهره‌برداران (کشورهای صاحب پرچم، بندر و ساحلی و بهره برداری ایمنی) استفاده می‌شود.

ATA (Automatic Tracking Aid) : این دستگاه شبیه رادار آرپا بوده و برای نمایش اطلاعات (به‌صورت گرافیکی و عددی) بر روی هدف‌های نقطه شده (تِرَک شده) جهت ترسیم مسیر حرکت ایمن و عاری از احتمال تصادم به‌کار می‌رود.

تحقیق کنید

با توجه به آموزش‌های عملی خود در کارگاه و نیز بازدیدهایی که در طی سال تحصیلی از شناورها خواهید داشت، درباره نحوهٔ کار و استفاده از انواع رادارها درروی کشتی گزارشی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

نکته ایمنی

فقط اشخاص ماهر مجاز به تعمیر تجهیزات الکتریکی هستند. و دستورالعمل‌های کارخانه سازنده باید برای همه تجهیزات با ولتاژ بالا فراهم شود و همواره در دسترس باشد.

تحقیق کنید

ولتاژهای موردنیاز برای راه‌اندازی قسمت‌های مختلف رادار اعم از اسکنر و مدولاتور و صفحه نمایش چقدر می‌باشد؟

کاربرد هدف‌های کاذب در عملیات اسکورت کاروان‌ها

نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران به‌منظور محافظت خطوط کشتی‌رانی و تقلیل آسیب‌های ناشی از حملات موشکی در تردد کشتی‌های تجاری و نفت‌کش دست به ابتکار و نوآوری زد.
طراحی و ساخت هدف‌های کاذب نقطه عطفی در نبردهای دریایی بود. ساخت و استقرار هدف‌های کاذب در قالب عملیات فریب در اسکورت کاروان‌ها تا پایان جنگ کاربرد اساسی داشت. این فناوری درکارخانجات بوشهر و بندرعباس به دست نیروهای متخصص و کارآمد نداجا به تولید انبوه رسید. هدف‌های کاذب که سطح مقطع راداری (اکو راداری) بزرگی را به‌صورت مجازی ایجاد می‌کنند، در نقاط مختلف مسیر حرکت کاروان‌ها یدک شده و یا به حالت لنگر در دریا شناور باقی می‌ماندند تا به هنگام شلیک موشک‌های کروز دریایی و هوا به سطح دشمن، موشک‌ها را فریب داده و به‌طرف خود بکشانند.
یدک‌کش‌هایی که اهداف کاذب را در مسیر کاروان یدک می‌کردند همواره در معرض بیشترین میزان خطر اصابت موشک قرار داشتند که این امر برای حفاظت از کاروان‌های تجاری و نفت‌کش، اجتناب‌ناپذیر بود و در راستای انجام این مأموریت خطرناک، نداجا شهدا و جاویدالاثرهای فراوانی را تقدیم نموده است.

جدول ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری دستگاه رادار	بررسی اجزای یک سیستم راداری	کار با دستگاه رادار	بالاتر از حد انتظار	۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید. ۲ قسمت‌های مختلف یک فرستندهٔ رادار را نام‌برده، کار هر یک را به‌طور خلاصه بیان کنید. ۳ اساس کار یک مگنترون و تایمر رادار و مخلوط‌کننده را شرح دهید و آندمگنترون معمولاً به چه شکلی و از چه جنسی است؟ ■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید. ۲ قسمت‌های مختلف یک فرستندهٔ رادار را نام‌برده، کار هر یک را به‌طور خلاصه بیان کنید. ۳ اساس کار یک مگنترون و تایمر رادار و مخلوط‌کننده را شرح دهید و آندمگنترون معمولاً به چه شکلی و از چه جنسی است؟ ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از انتظار	۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید. ۲ قسمت‌های مختلف یک فرستندهٔ رادار را نام‌برده، کار هر یک را به‌طور خلاصه بیان کنید. ۳ اساس کار یک مگنترون و تایمر رادار و مخلوط‌کننده را شرح دهید و آندمگنترون معمولاً به چه شکلی و از چه جنسی است؟ ■ هنرجو توانایی بررسی همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری رادارهای دریایی

۱ـ شرح کار:

- بررسی انواع رادارهای مورد استفاده در شناورها و ضرورت به‌کارگیری هر کدام از آنها
- بررسی انواع رادارهای دریایی
- بررسی کاربری رادار

۲ـ استاندارد عملکرد:

شناخت انواع رادارهای موجود در روی کشتی

۳ـ شاخص‌ها:

توانایی کار با انواع رادارهای موجود در روی کشتی

۴ـ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه مجهز به نمونه‌ای از رادار مورد استفاده در روی کشتی، به همراه بازدید نوبه‌ای و مرتب از واحدهای شناور

ابزار و تجهیزات: دستگاه رادار

۵ـ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی رادار	۲	
۲	کار با انواع رادارها	۱	
۳	کاربری انواع رادار	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها، ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ـ اخلاق حرفه‌ای، ۴ـ استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات ناوبری	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.

پودمان ۴

کاربری تکنیک‌های مخابراتی

واحد یادگیری ۴

کاربری تکنیک‌های مخابراتی

آیا تاکنون پی برده‌اید

- قطعات مخابراتی را بررسی و کاربرد آنها را بیان کند؟
- فیلترها چه کاربردی در آزمایشگاه الکترونیک دارند؟
- فیلترها ازنظر پاسخ فرکانسی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- سیگنال ژنراتور فرکانس رادیویی چه کاربردی در آزمایشگاه‌های الکترونیک دارند؟
- اندازه‌گیری درصد مدولاسیون چگونه صورت می‌گیرد؟
- نوسان‌سازها چگونه مداراتی هستند؟
- مدولاتور و آشکارساز AM چگونه مداراتی هستند؟
- مخلوط‌کننده (MIXER) چگونه مداری است؟

استاندارد عملکرد

- در پایان این پودمان هنرجو کار با انواع تکنیک‌های مخابراتی را فراگرفته و آزمایش‌های لازم را انجام می‌دهد.

فیلم

فیلم مربوط به انواع قطعات مخابراتی را مشاهده کنید.

قطعات مخابراتی الکترونیکی

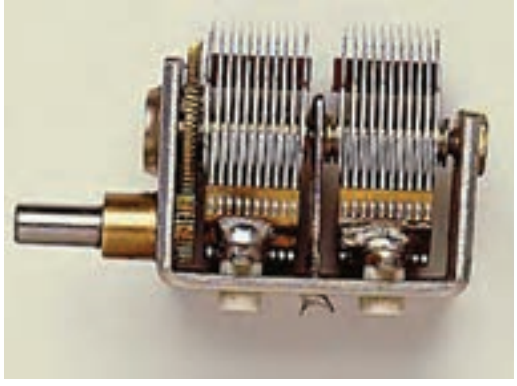
در گیرنده‌های رادیویی نیز مانند هر وسیله الکترونیکی دیگر، از قطعات الکترونیکی استفاده می‌شود. متداول‌ترین قطعه‌ای که در گیرنده‌های رادیویی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مقاومت الکتریکی است که مقادیر آن را با کُد رنگی یا نوشتن مستقیم اعداد روی مقاومت یا کد عددی مشخص می‌کنند. دیودها و ترانزیستورها نیز، از قطعات الکترونیکی پرکاربرد هستند.

دیودها را معمولاً با کد رنگی یا شماره، مشخص می‌کنند. برای شناسایی ترانزیستورها، از تعدادی عدد و حرف استفاده می‌شود. در استانداردهای اروپایی و ژاپنی، هر حرف معین‌کننده یکی از پارامترهای ترانزیستور است. معمولاً اطلاعات دیودها و ترانزیستورها را در کتاب‌های اطلاعاتی ارائه می‌کنند خازن‌ها نیز به‌دلیل رفتار خاصی که دارند، در مدارهای الکترونیکی، به‌خصوص گیرنده‌های رادیویی به‌کار می‌روند. خازن‌ها را با کد رنگی یا نوشتن مستقیم مقادیر روی آن یا با استفاده از کد عددی، مشخص می‌کنند. در گیرنده‌های رادیویی به قطعات ویژه‌ای برخورد می‌کنیم که ازنظر ساختمان ظاهری و کاربرد، با سایر المان‌ها متفاوت است. نمونه‌هایی از این قطعات، به شرح زیر است:

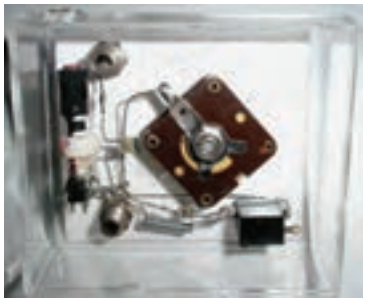
خازن متغیر (Variable Capacitor)

این خازن، یک خازن متغیر است،که عایق آن معمولاً هوا یا پلاستیک است. تغییر ظرفیت خازن، از طریق داخل هم رفتن صفحات شانه‌ای شکل، صورت می‌گیرد. خازن واریابل گیرنده‌های رادیویی حداقل دارای سه سر است. در شکل۱ انواع خازن‌های واریابل و نماد مداری یک خازن واریابل را ملاحظه می‌کنید. خازن‌های واریابل کوچکی نیز ساخته می‌شوند که ممکن است روی خازن واریابل بزرگ نصب شود یا به‌صورت جداگانه باشد. این خازن‌ها را خازن تریمر (Trimmer Capacitor) می‌نامند.

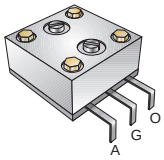
صفحه مدرج خازن متغیر یک رادیوی قدیمی

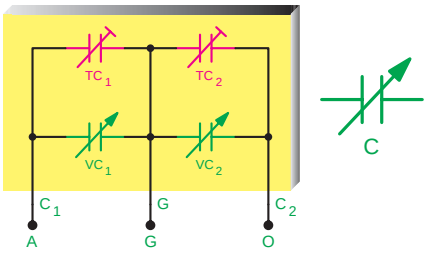


خازن متغیر فلزی (قدیمی)



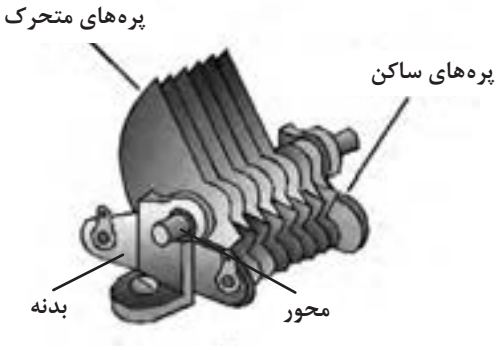
خازن متغیر نصب‌شده روی شاسی رادیو





نماد کامل خازن متغیر (واریابل)

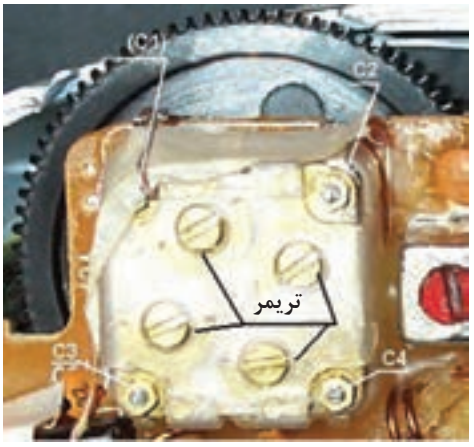
خازن متغیر و اجزای آن



اجزای داخل خازن

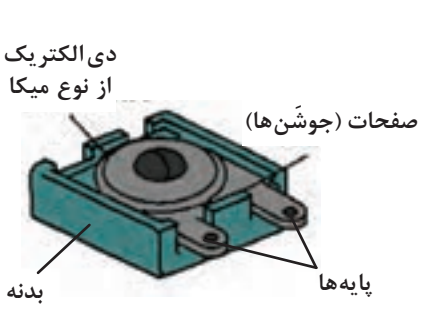
شکل ۱ــ انواع خازن‌های واریابل، نماد مداری و اجزای آن

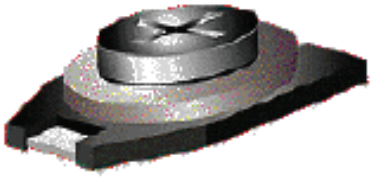
در شکل ۲ چند نمونه خازن تریمر و نماد مداری آنها را مشاهده می‌کنید. خازن‌های تریمر را بر اساس جنس عایق آن، دسته‌بندی می‌کنند. جنس عایق این نوع خازن‌ها از موادی مانند هوا، سرامیک و میکا است. به‌جز خازن هوایی تشخیص نوع جنس عایق سایر خازن‌ها از روی شکل ظاهری امکان‌پذیر نیست.



خازن‌های تریمر نصب‌شده روی خازن واریابل

مقایسه ابعاد خازن تریمر با نوک مداد





نماد خازن تریمر

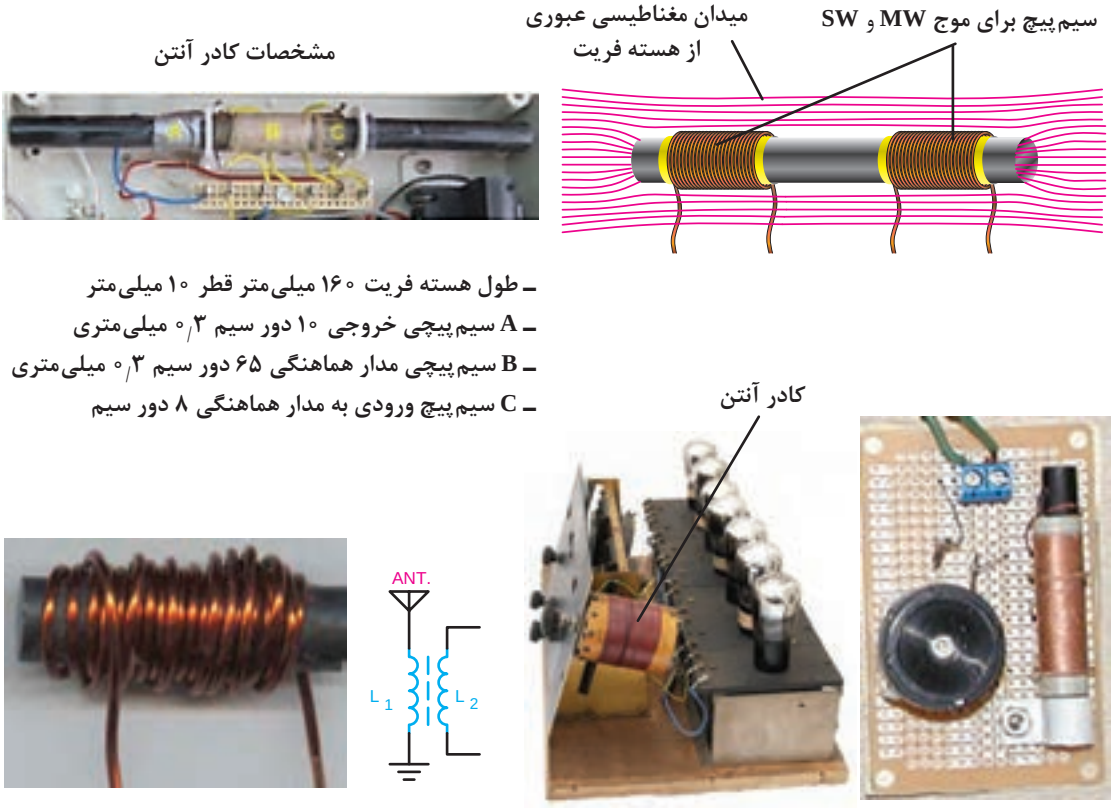
شکل ۲ـ انواع خازن‌های تریمر، نماد مداری و اجزای آنها

تحقیق کنید

در مورد انواع خازن‌های تریمر، نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هرکدام را بنویسید.

ترانسفورماتور در آنتن

این ترانسفورماتور که اصطلاحاً ترانس یا بوبین کادر آنتن هم نامیده می‌شود دارای هسته‌ای از جنس فریت است. سیم‌پیچ ترانس از پیچیدن چند حلقه سیم، روی یک استوانه مقوایی شکل می‌گیرد. در شکل ۳ـ الف شکل ظاهری چند ترانس کادر آنتن در شکل ۳ـ ب علامت اختصاری آن را ملاحظه می‌کنید.



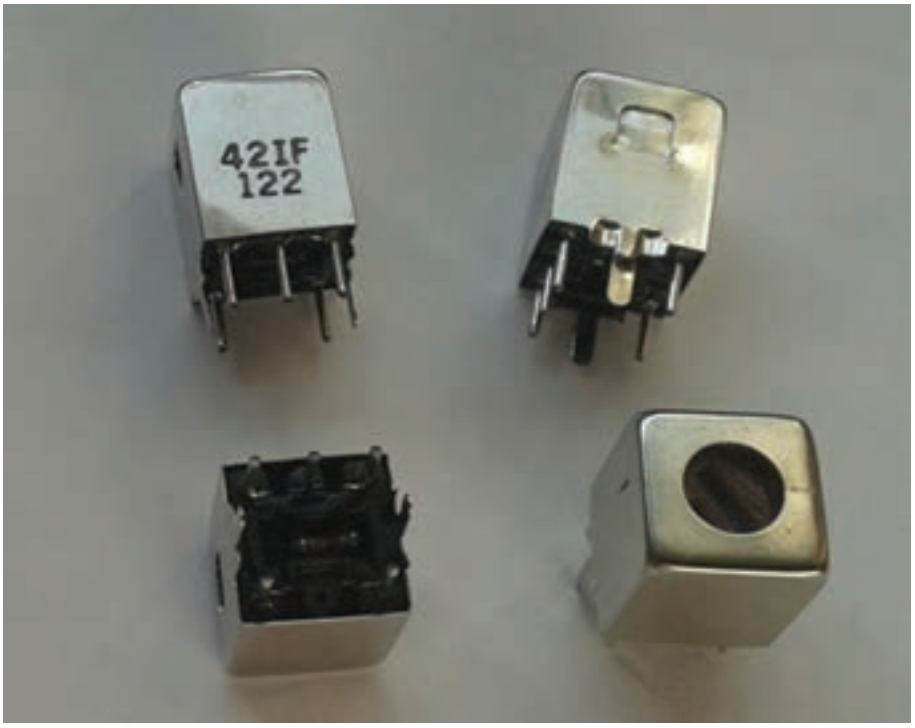
شکل ۳ـ ترانسفورماتورهای کادر آنتن

تحقیق کنید

در مورد انواع ترانسفورماتورهای کادر آنتن، نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هرکدام را بنویسید.

ترانسفورماتور IF و اُسیلاتور

این ترانسفورماتورها دارای هستهٔ فریت قابل تنظیم‌اند. سیم‌پیچ‌های این ترانس، که از سیم‌های ظرفیت تشکیل‌شده است، در داخل یک محفظه فلزی جای دارد. در داخل ترانس‌های IF یک خازن نیز با سیم‌پیچ اولیه موازی شده است. در شکل ۴، شکل ظاهری IF و اسیلاتور و علامت اختصاری آنها را ملاحظه می‌کنید. ترانس‌های IF و اسیلاتور را از روی رنگ هسته آن، می‌شناسند.



شکل ۴ـ ساختمان ترانس IF و اسیلاتور و نماد فنی آنها

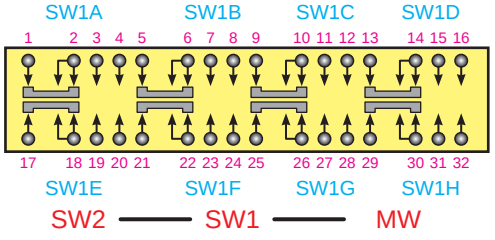
تحقیق کنید

در مورد ساختمان ترانس IF و اسیلاتور نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هرکدام را بنویسید.

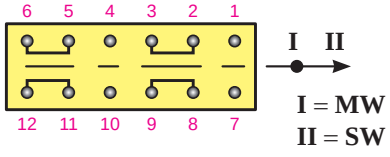
کلیدهای چند حالته

این کلیدها دارای ترمینال‌های خروجی متعددی هستند که به‌صورت دَوار و کشویی ساخته می‌شوند. کاربرد آنها در مدارهایی است که در آنها به‌طور هم‌زمان به تغییر چند اتصال نیاز باشد.
در شکل۵ـ الف،شکل ظاهری و در شکل ۵ـ ب و ج علامت اختصاری دو نمونه کلید رادیویی دو موج و سه‌موج را، ملاحظه می‌کنید. این کلیدها در گیرنده‌های رادیویی به (کلید موج) معروف‌اند.

الف) شکل ظاهری چند نمونه کلید چند حالته



ج) علامت اختصاری کلید رادیو سه موج



ب) علامت اختصاری کلید رادیو دو موج

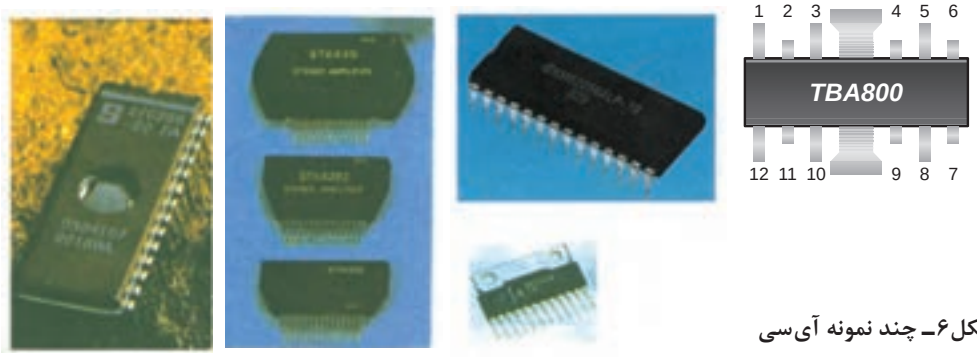
شکل ۵ـ کلیدهای چندحالته

تحقیق کنید

در مورد ساختمان کلیدهای چندحالته نماد مداری و اجزای آنها تحقیق کنید و کاربرد هرکدام را بنویسید.

آی‌سی‌های تقویت‌کننده صوت و IF (AF and IF Integrated Circuits)

این قطعات از مدارهای یکپارچه هستند که ساختمان داخلی آنها از چندین ترانزیستور، مقاومت و خازن تشکیل‌شده است. در گیرنده‌های رادیویی جدید، معمولاً طبقه تقویت‌کننده صوت از نوع مدار مجتمع یا آی‌سی است. در شکل ۶، چند نمونه آی‌سی را ملاحظه می‌کنید.



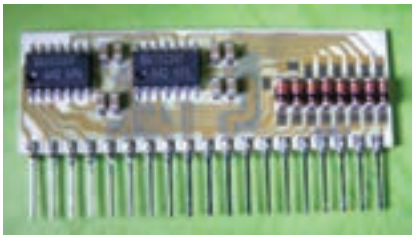
شکل ۶ـ چند نمونه آی‌سی

تحقیق کنید

در مورد آی‌سی‌های تقویت‌کننده صوت تحقیق کنید و کاربرد هرکدام را بنویسید.

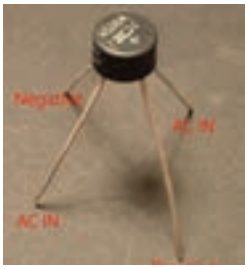
علائم اختصاری قطعات الکترونیکی: در شکل ۷ شکل ظاهری چند نمونه دیود و در شکل ۸ انواع ترانزیستور مشاهده می‌کنید.

پل یک‌سوساز در بسته‌بندی آی‌سی

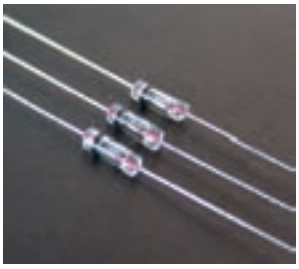


پل دیود هیبرید (hybrid) (مجموعه چند پل در یک بسته‌بندی)

دیود پل پرقدرت



پل استوانه‌ای



دیود آشکارساز

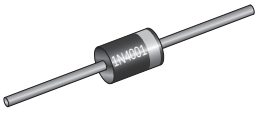
پل دیود با قدرت بالا با بدنه سرامیکی

نمونه دیگری از پل دیود

پل دیود معمولی با بدنه فلزی

پل یک‌سوساز در بسته‌بندی IC نصب سطحی

پل ۶ دیودی



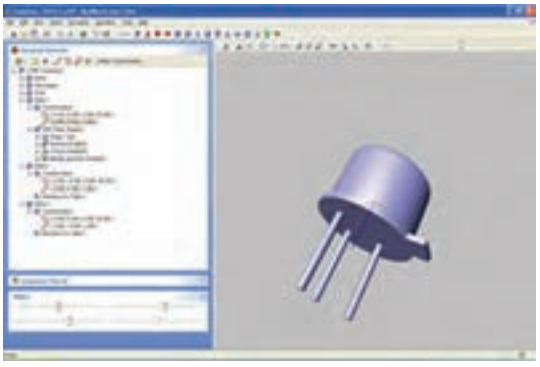
دیود قدرت معمولی

یک نمونه پل دیود با گرماگیر

پل دیود استوانه‌ای نصب سطحی

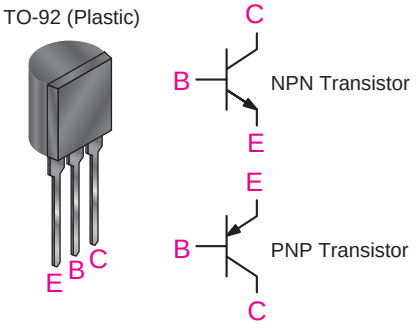
یک نمونه دیگر از پل دیود قدرت

شکل ۷ــ چند نمونه دیود ــ پل دیود

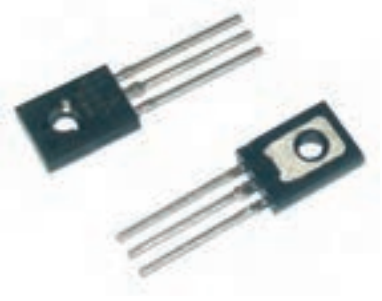


مدل ترانزیستور در نرم‌افزار پروتئوس

ترانزیستور قدرت با بدنه پلاستیکی و گرماگیر



ترانزیستور معمولی



ترانزیستور

ترانزیستور در بسته‌بندی IC

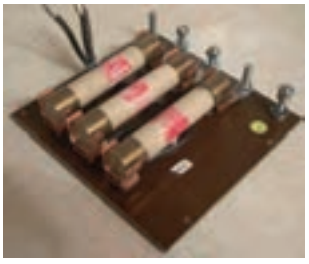
ترانزیستور قدرت با بدنه فلزی

مجموعه ترانزیستور در یک تراشه IC

شکل ۸ــ چند نمونه ترانزیستور و نماد فنی آنها

در شکل ۹ شمای فنی (علائم اختصاری) و شکل ظاهری تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی را، که در گیرنده رادیویی مورداستفاده قرار می‌گیرد، ملاحظه می‌کنید.

فیوز روی بُرد الکترونیکی



نوع دیگری از پایه فیوز چندتایی و فیوزهای آن

نوع دیگری از فیوز و قاب آن

ابعاد فیوز شیشه‌ای

یک نمونه فیوز که در اتومبیل به‌کار می‌رود.

جک گوشی

فیوز، جک گوشی، پتانسیومتر و شمای فنی آنها

فیش گوشی

پایه فیوز

شکل ۹ــ شمای فنی و شکل ظاهری تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی

فعالیت کارگاهی

در کارگاه انواع قطعات مخابراتی را تحویل گرفته آنها را بررسی کنید.

تحقیق کنید

در مورد انواع قطعات مخابراتی تحقیق کرده و نتیجه را به‌صورت پرده‌نگار در کلاس ارائه دهید.

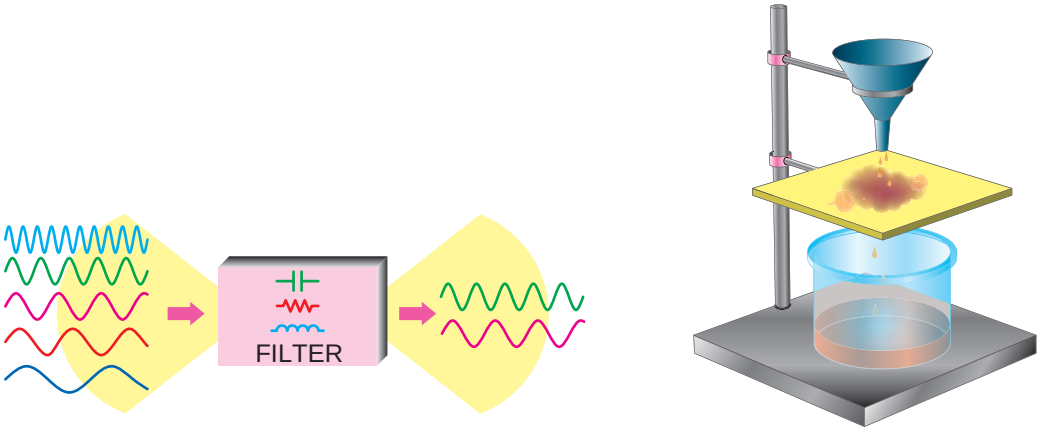
فیلم

فیلم مربوط به انواع فیلترها را مشاهده کنید.

بررسی عملی انواع فیلترها

فیلترها مدارهایی هستند که توسط آنها می‌توان فرکانس یا باند فرکانسی معینی را از میان سایر فرکانس‌ها انتخاب کرد. فیلترهای الکترونیکی ازنظر نوع کار مشابه فیلتر هوای اتومبیل، فیلتر آب و... هستند. در شکل ۱۰مقایسه فیلترهای الکترونیکی با فیلترهای معمولی آمده است.

در فیلترهای معمولی مکانیکی برای صاف کردن مایعات، هوا و... از یک‌لایه نازک کاغذی، پارچه‌ای، پلاستیکی و... استفاده می‌کنند. در فیلترهای الکترونیکی ترکیب اجزای الکترونیکی از قبیل سلف، خازن مقاومت و... به‌کار می‌رود. در شکل ۱۰ـ الف یک فیلتر مکانیکی، که برای جدا کردن مواد جامد از مایع به‌کار می‌رود، ترسیم‌شده است. در این فیلتر یک لایهٔ پارچه‌ای منفذدار نقش فیلتر را به‌عهده دارد و عمل جدا کردن مواد جامد از مایع را انجام می‌دهد. در شکل ۱۰ـ ب فرکانس‌های ورودی به فیلتر الکترونیکی، پنج فرکانس مختلف است که از میان این پنج فرکانس دو فرکانس انتخاب و جداشده است. همان‌طورکه در شکل ۱۰ـ ب نشان داده‌شده است عمل فیلتر کردن توسط خازن، سی مپیچ و مقاومت صورت می‌گیرد.



الف) فیلتر مایعات

ب) فیلتر الکترونیکی (دو سیگنال خارج می‌شود)

شکل ۱۰ـ فیلتر مایعات و فیلتر الکترونیکی

محدودهٔ فرکانسی فیلتر

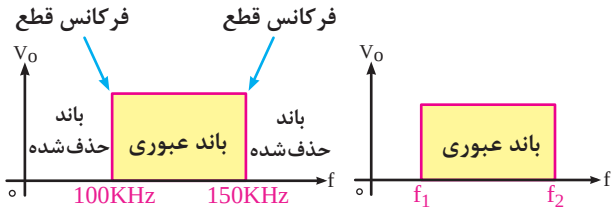
محدودهٔ فرکانسی فیلتر عبارت از مجموعهٔ فرکانس‌هایی است که فیلتر می‌تواند از خود عبور دهد. این محدوده فرکانسی را پهنای باند یا پاسخ فرکانسی فیلتر می‌نامند (شکل ۱۱ـ الف).

فیلتر ایده‌آل: فیلتر ایده‌آل فیلتری است که در خروجی آن دقیقاً فرکانس‌های معین و موردنظر ظاهر می‌شود. مثلاً اگر قرار است فرکانس‌هایی را که در محدودهٔ (باند) فرکانسی ۱۰۰ کیلوهرتز تا ۱۵۰ کیلوهرتز قرار دارد در خروجی داشته باشیم، دقیقاً این فرکانس‌ها در خروجی به‌دست آید؛ به‌طوری‌که اثری از فرکانس‌های نزدیک به این مقادیر در خروجی ظاهر نشود. در شکل ۱۱ـ ب منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر ایده‌آل آمده است.

فیلتر واقعی (Real Filter): به علت استفاده از مقاومت، سلف و خازن در فیلترها نمی‌توانیم پاسخ فرکانسی ایده‌آل داشته باشیم. چراکه این عناصر نمی‌توانند مانند یک کلید عمل کنند و از عبور فرکانس‌های ناخواسته

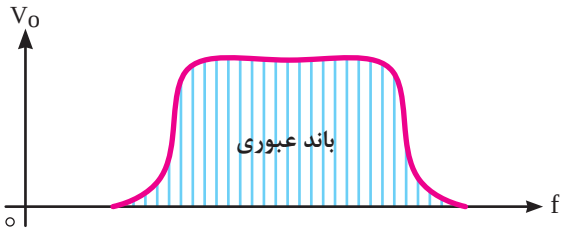
جلوگیری به‌عمل آورند. در این حالت دامنهٔ فرکانس‌های ناخواسته به‌تدریج کم می‌شود تا به صفر می‌رسد. در شکل ۱۱ـ ج منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر واقعی، ترسیم‌شده است.

فرکانس قطع فیلتر: حد فرکانس قابل‌قبول در خروجی فیلتر را فرکانس قطع فیلتر می‌نامند. فیلترها با توجه به‌کاربرد و ساختمان می‌توانند دارای یک، دو یا چند فرکانس قطع باشند. در فیلترهای ایده‌آل فرکانس قطع دقیقاً روی فرکانس موردنظر قرار می‌گیرد. در شکل ۱۱ـ الف فرکانس‌های قطع فیلتر ایده‌آل برابر با F_1 و F_2 است.



الف) محدودهٔ فرکانسی فیلتر

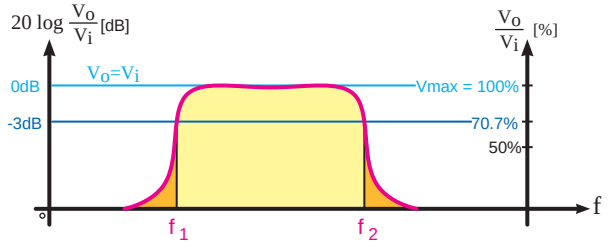
ب) فیلتر ایده‌آل



ج) فیلتر واقعی

شکل ۱۱ـ پاسخ فرکانسی

در فیلترهای واقعی ولتاژ خروجی به‌تدریج به حداکثر ولتاژ ورودی، یا صفر می‌رسد، ازاین‌رو نقاط متعددی وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان فرکانس قطع فیلتر انتخاب شود. طبق تعریف در فیلترهای واقعی، فرکانس قطع فیلتر عبارت از فرکانسی است که در آن فرکانس، تطابق توان صورت می‌گیرد و نیمی از توان ورودی به ۱ درصد ولتاژ خروجی منتقل می‌شود. در این نقطه معمولاً ۷۰/۷ درصد ولتاژ ورودی در خروجی ظاهر می‌شود. این نقطه را نقطه نصف قدرت نیز می‌نامند. این نقطه همان سطح ۳dB است. زیرا وقتی توان خروجی برابر $\frac{۱}{۲}$ توان ورودی می‌شود مقدار توان به‌اندازه ۳ دسی‌بل کاهش می‌یابد. در شکل ۱۲ محور عمودی سمت راست برحسب درصد و محور عمودی سمت چپ برحسب dB است.



شکل ۱۲ـ فرکانس قطع فیلتر واقعی

بهره توان، ولتاژ، جریان یا ضریب تضعیف را در مدارهای مختلف برحسب دسی‌بل بیان

$$A_V(dB) = ۲۰\log\frac{V_o}{V_{in}}, A_p(dB) = ۲۰\log\frac{P_o}{P_{in}}$$

انواع فیلترها

فیلترها را ازنظر پاسخ فرکانسی به چهار دسته به شرح زیر تقسیم می‌کنند:

الف) فیلتر بالا گذر — High Pass Filter

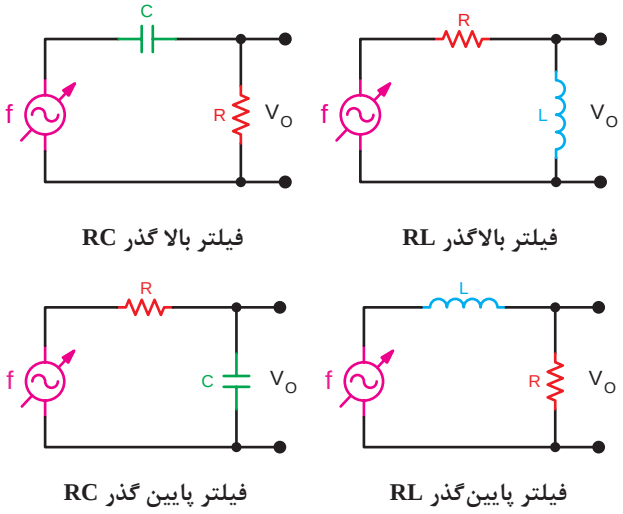
ب) فیلتر پایین گذر — Low Pass Filter

ج) فیلتر میان‌گذر (عبور باند) — Band Pass Filter

د) فیلتر حذف باند (میان‌گذر) — Band Reject Filter

فیلترهای بالا گذر و پایین گذر RC و RL

در شکل ۱۳ـ انواع فیلترهای بالا گذر و پایین گذر ترسیم‌شده است.



فیلتر بالا گذر RC — فیلتر بالاگذر RL

فیلتر پایین گذر RC — فیلتر پایین‌گذر RL

شکل ۱۳ـ انواع فیلترهای بالا گذر و پایین گذر

فرکانس قطع فیلتر بالا گذر: فرکانس قطع فیلتر بالا گذر عبارت است از فرکانسی که در آن فرکانس تطابق توان صورت می‌گیرد. به‌عبارت‌دیگر مثلاً در یک فیلتر بالا گذر چون مدار به‌صورت سری بسته‌شده است و جریان مدار یکسان است مقدار توان خروجی زمانی برابر با $\frac{۱}{۲}$ توان ورودی می‌شود که ولتاژ دو سر خازن و مقاومت باهم برابر شود.

در این حالت مقدار راکتانسی مدار برابر با مقاومت اهمی می‌شود.

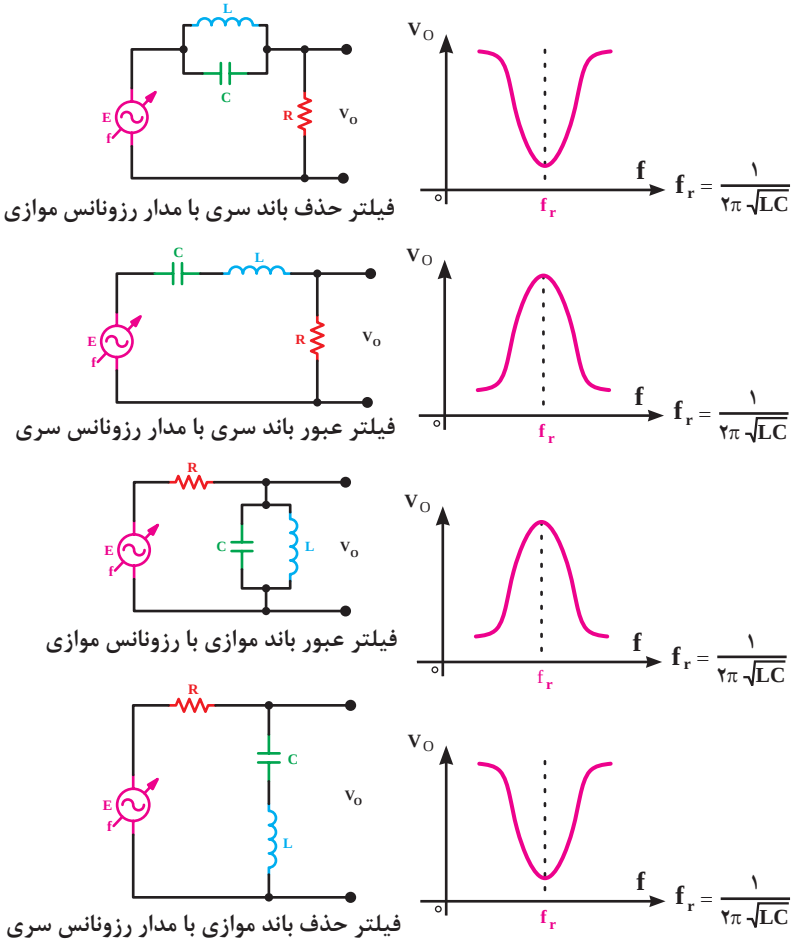
$$I.R = I.X_C \qquad (۱)$$

$$R = X_C \qquad (۲)$$

$$X_C = \frac{۱}{۲\pi FcC} \qquad (۳)$$

$$F_C = \frac{۱}{۲\pi RC} \qquad (۴)$$

فیلترهای عبوری باند و حذف باند(میان‌گذر و میان نگذر): در شکل۱۴ انواع فیلترهای عبور باند و حذف باند را ملاحظه می‌کنید. این فیلترها ازنظر آرایش مدار در دو نوع سری و موازی ساخته می‌شوند. در این نوع فیلترها مدار رزونانس سری یا موازی به‌کار می‌رود. چنانچه مدار رزونانس به‌صورت سری با بار بسته شود فیلتر از نوع سری و چنانچه به‌صورت موازی بسته شود فیلتر از نوع موازی است.

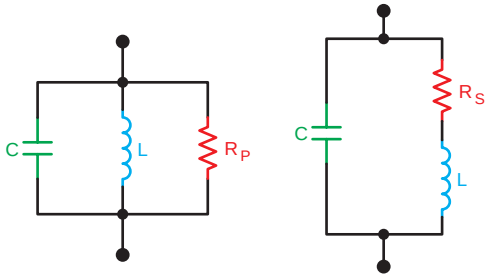


شکل۱۴ــ انواع فیلترهای عبور باند و حذف باند

پهنای باند فیلترهای عبور باند و حذف باند

مقدار پهنای باند در فیلترهای عبور باند، اساساً بستگی به R_S و R_P دارد. R_S مقاومت اهمی سیم‌پیچ یا هر مقاومت اهمی دیگری است که به‌صورت سری با آن در نظر گرفته می‌شود، دارد. R_P مقاومت معتدل اهمی موازی شده با سیم‌پیچ است که در شکل ۱۵ نشان داده‌شده است.

پهنای باند فیلتر عبور باند و حذف باند با تعیین فرکانس‌های قطع بالا با (HF) و قطع پایین با (LF) مشخص می‌شود.

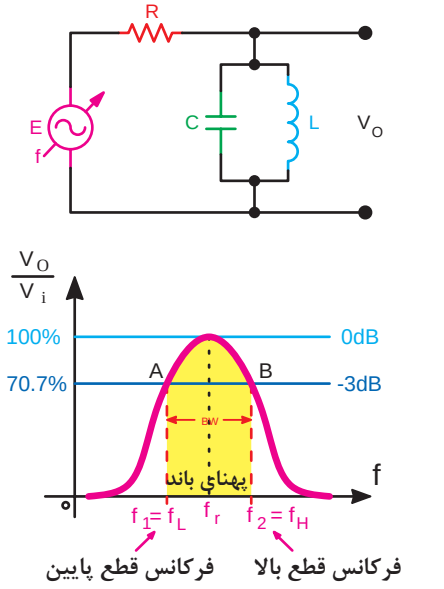


شکل ۱۵ــ مقاومت Rp/Rs

نکته مهم

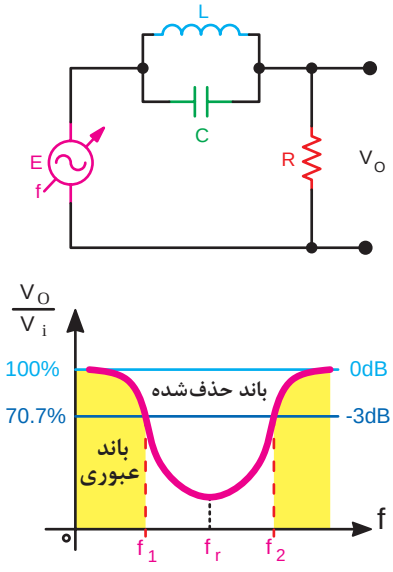
در مورد فیلترها با رزونانس موازی باید به این نکته توجه شود که مقدار مقاومت R_P و مقاومت داخلی سیم‌پیچ اهمیت دارد و باید همواره مقدار مقاومت R_P خیلی بزرگ‌تر از مقاومت داخلی سیم‌پیچ باشد تا فیلتر بتواند پاسخ فرکانسی قابل قبولی را ارائه کند. همچنین در مدار رزونانس سری باید مقاومت داخلی سیم‌پیچ (R_S) خیلی کم باشد.

در شکل ۱۶ فیلتر میان‌گذر و پاسخ فرکانسی آن نشان داده‌شده است. در این فیلتر پهنای باند BW با $BW= f_2-f_1$ برابر است.



شکل ۱۶ــ فیلتر عبور باند و پاسخ فرکانسی به آن

در شکل ۱۷ فیلتر حذف باند و پاسخ فرکانسی آن نشان داده‌شده است. در این فیلتر پهنای باند عبور شامل تمام فرکانس‌های از صفرتا بی‌نهایت، به‌جز محدودهٔ f_2-f_1 است.



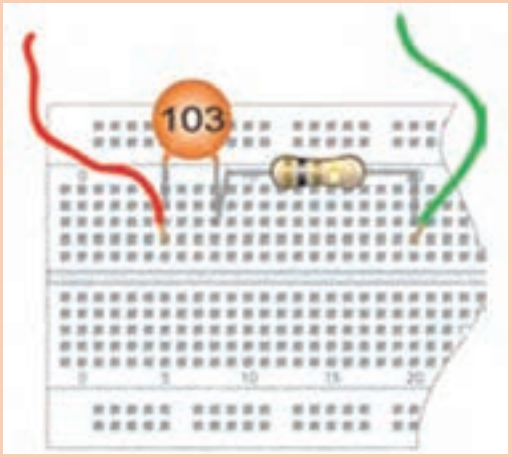
شکل ۱۷ــ فیلتر حذف باند و پاسخ فرکانسی به آن

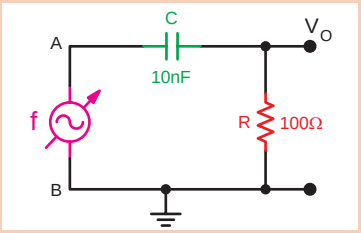
برای اندازه‌گیری فرکانس‌های قطع بالا و پایین فیلترهای عبور باند و حذف باند باید در فرکانس‌های رزونانس

دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیریم بعد فرکانس را تغییر دهیم تا دامنه سیگنال خروجی به ۷۰/۷ درصد ماکزیمم خود برسد.

فعالیت کارگاهی

مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید

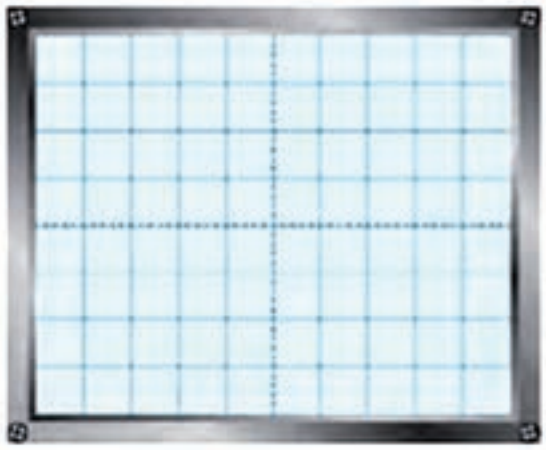


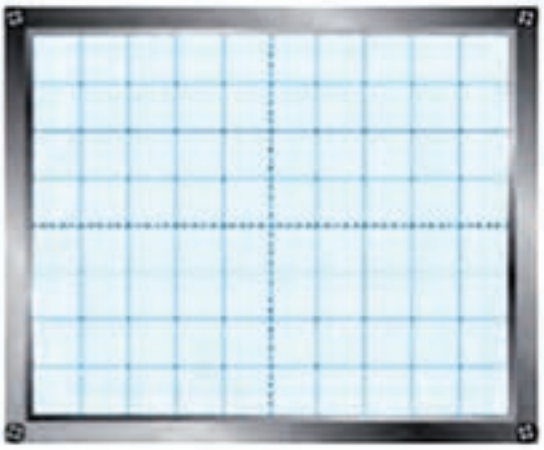


۱ سیگنال ژنراتور AF را روشن کنید وروی فرکانس ۱۵۰ کیلوهرتز سینوسی تنظیم کنید و خروجی آن را به AB اتصال دهید. پیک تا پیک سیگنال ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور را روی نصف حداکثر پیک تا پیک خروجی آن تنظیم کنید.

۲ ورودی AB را به یک کانال V_o و خروجی را به کانال دیگر اسیلوسکوپ اتصال دهید و اسیلوسکوپ را روشن کنید.

۳ سیگنال‌های ولتاژ ورودی و خروجی مدار را به کمک اسیلوسکوپ روی نمودارهای زیر رسم کنید. مقادیر پیک تا پیک و فرکانس سیگنال‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.





۴ فرکانس سیگنال ژنراتور را روی ۱۵۹ کیلوهرتز قرار دهید. در این حالت دامنه ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۵ سیگنال ژنراتور را روی نصف دامنه ماکزیمم خروجی آن بگذارید و طبق جدول زیر فرکانس را تغییر دهید. در هر مرحله دامنه پیک تا پیک ورودی و خروجی را اندازه بگیرید یادداشت کنید.

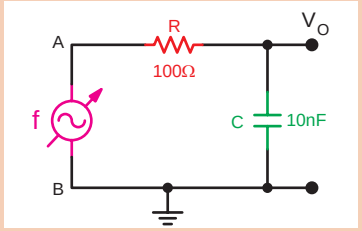
فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی V_{ip-p}	ولتاژ خروجی V_{op-p}
$F_۱$=۱۳۰KHz		
$F_۲$=۱۴۰KHz		
$F_۳$=۱۵۰KHz		
$F_۴$=۱۵۹KHz		
$F_۵$=۱۷۰KHz		
$F_۶$=۱۸۰KHz		
$F_۷$=۱۹۰KHz		

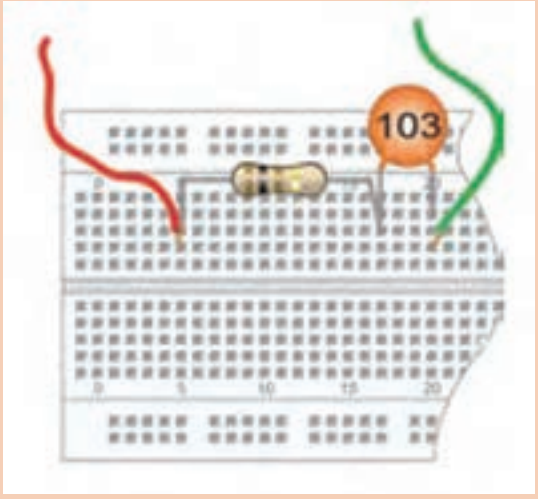
نکته مهم

در هر مرحله اندازه‌گیری باید دامنه ورودی ثابت باشد.

فعالیت کارگاهی

مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید





۱ با تغییر فرکانس سیگنال ژنراتور دامنه سیگنال خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۲ فرکانس سیگنال ژنراتور را آنقدر کاهش دهید تا دامنه سیگنال خروجی به ۷۰/۷ درصد مرحله بالا برسد. در این حالت فرکانس را اندازه بگیرید و نتیجه را یادداشت کنید.

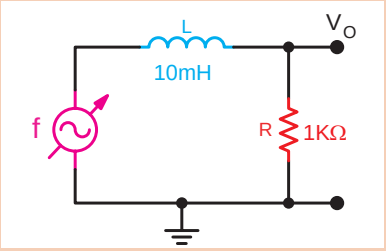
نکته مهم

در این حالت از اسیلوسکوپ دو کاناله استفاده کنید و هر دو سیگنال ورودی و خروجی را به‌طور هم‌زمان روی اسیلوسکوپ ببینید و باهم مقایسه کنید سپس فرکانس را اندازه بگیرید.

۳ با توجه به نتایج آزمایش‌های دو مدار بالا فرکانس قطع مدار چند کیلوهرتز است؟ مقدار آن را بنویسید.

فعالیت کارگاهی

۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.



۲ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با پیک تا پیک ۴ ولت و فرکانس ۱۶کیلوهرتز، تنظیم کنید. درصورتی‌که مقاومت داخلی سیم‌پیچ زیاد است مقدار R را تغییر دهید.

۳ به کمک اسیلوسکوپ فرکانس قطع مدار را اندازه بگیرید و مقدار آن را یادداشت کنید.

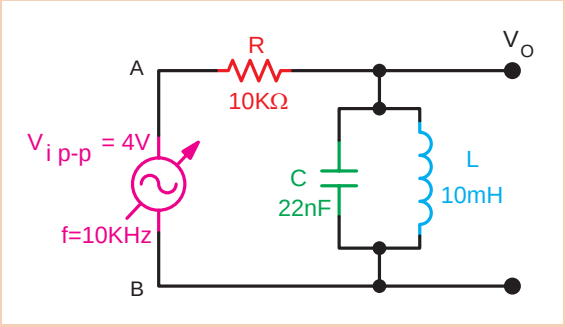
۴ با استفاده از رابطه $F_o = \frac{R}{2\pi L}$ فرکانس قطع مدار را محاسبه کنید و مقدار آن را بنویسید.

۵ مقدار دامنه سیگنال خروجی را درحالی‌که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد طبق جدول زیر تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی V_{ip-p}	ولتاژ خروجی V_{op-p}
F_1=۷KHz		
F_2=۱۰KHz		
F_3=۱۳KHz		
F_4=۱۶KHz		
F_5=۱۹KHz		
F_6=۲۲KHz		
F_7=۲۵KHz		

فعالیت کارگاهی

مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.



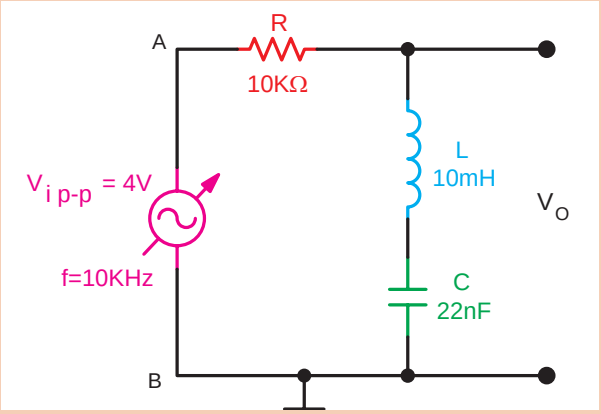
۱ به کمک اسیلوسکوپ فرکانس‌های رزونانس قطع پایین و قطع بالا را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. درصورتی‌که مقاومت داخلی سلف ۱۰ میلی‌هانری زیاد است مقدار مقاومت را تغییر دهید.

۲ مقدار دامنه سیگنال خروجی را درحالی‌که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد طبق جدول زیر با تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید. منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر را رسم کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی V_{ip-p}	ولتاژ خروجی V_{op-p}
$F_۱$= ۴ KHz		
$F_۲$= ۶ KHz		
$F_۳$= ۸ KHz		
$F_۴$= ۱۰ KHz		
$F_۵$= ۱۲ KHz		
$F_۶$= ۱۴ KHz		
$F_۷$= ۱۶ KHz		

فعالیت کارگاهی

۱ مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید. این مدار چه نوع فیلتری است؟ چرا؟ شرح دهید.



۲ خروجی V_o را به اسیلوسکوپ متصل کنید. درصورتی‌که مقدار مقاومت داخلی سیم‌پیچ ۱۰میلی هانری زیاد است، مقدار مقاومت R را تغییر دهید.

۳ به کمک اسیلوسکوپ دامنه و فرکانس‌های $f_2 - f_1 - f_3$ را که در خروجی ظاهر می‌شود اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴ مقدار دامنه سیگنال خروجی را درحالی‌که ورودی روی ۴ ولت پیک تا پیک قرار دارد طبق جدول زیر و با تغییر فرکانس ورودی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

فرکانس سیگنال ژنراتور	ولتاژ ورودی V_{ip-p}	ولتاژ خروجی V_{op-p}
F_1= ۴ KHz		
F_2= ۶ KHz		
F_3= ۸ KHz		
F_4= ۱۰ KHz		
F_5= ۱۲ KHz		
F_6= ۱۴ KHz		
F_7= ۱۶ KHz		

تحقیق کنید

کاربرد هریک از فیلترها را به‌صورت جداگانه بررسی نمایید.

کار با سیگنال ژنراتور فرکانس رادیویی (RF) Radio Frequency Signal Generator

یکی از دستگاه‌های الکترونیکی، که کاربرد نسبتاً وسیعی در آزمایشگاه‌های الکترونیک دارد، دستگاه ژنراتور RF است. این دستگاه قادر به تولید فرکانس‌های رادیویی است. به‌وسیلهٔ سلکتور های دستگاه، می‌توان فرکانس موردنظر را انتخاب کرد. هرقدر باند فرکانسی دستگاه وسیع‌تر باشد، دستگاه گران‌تر است. از مشخصه‌های عمدهٔ مولّدهای فرکانس، توانایی آن در تولید سیگنال AM است . غالباً دستگاه‌ها به‌گونه‌ای ساخته می‌شوند که می‌توان از آنها به‌عنوان مدولاتور با سیگنال داخلی یا مدولاتور با سیگنال خارجی استفاده کرد. در شکل۱۸، تصویر ظاهری یک نمونه سیگنال ژنراتور RF را ملاحظه می‌کنید. این سیگنال ژنراتور می‌تواند فرکانس‌هایی در محدودهٔ ۱۰۰KHz تا ۴۵۰MHz را تولید کند. کار هر یک از دکمه‌ها و سلکتورهای دستگاه به شرح زیر است:

شکل۱۸ـ شکل ظاهری دستگاه مولد RF و کنترل‌های آن

کلیدهای کنترلی	نام	شرح
۱	صفحه مدرج و عقربه انتخاب فرکانس	به‌وسیله عقربه و درجات روی صفحه می‌توان فرکانس دلخواه را انتخاب کرد. درجه‌بندی صفحه مدرج در شش باند A، B، C، D، E و F قابل‌استفاده است.
۲	سلکتور انتخاب حوزهٔ‌کار	این کلید دارای شش وضعیت مختلف است که با آن می‌توان یکی از باندهای A تا F را انتخاب کرد
۳	سوکت اتصال کریستال XTAL	این ترمینال به‌منظور اتّصال کریستال کوارتز، ۱ تا ۱۵ مگاهرتز استفاده می‌شود و نوسان‌ساز،به‌صورت کریستالی، عمل می‌کند، سیگنال‌های خروجی به‌وسیله نوسان‌ساز کریستالی تولید می‌شود و همواره پایدار است.

۴	کلید خاموش ـ روشن (ON_OFF)	این کلید برای خاموش و روشن کردن دستگاه مورداستفاده قرار می‌گیرد.
۵	لامپ سیگنال (نشانه)	این لامپ، روشن یا خاموش بودن دستگاه را نشان می‌دهد
۶	کلید حالت (Mode Switch)	این کلید دارای سه حالت است که به ترتیب عبارت‌اند از X TAL OSC , INT_MOD , EXT_MOD
۷	ترمینال ورودی ـ خروجی (OUTPUT_INPUT)	این ترمینال‌ها در دو وضعیت مورداستفاده قرار می‌گیرد
۸	کلید تنظیم دقیق دامنهٔ (FINE)	تنظیم مقادیر کم ولتاژ خروجی
۹	کلید دامنه RF کم‌وزیاد (HIGH LOW)	با استفاده از این کلید می‌توان دامنه خروجی را با ضرب ده تغییر داد.
۱۰	ترمینال خروجی (OUTPUT)	از این ترمینال، سیگنال خروجی دریافت می‌شود. سیگنال‌های خروجی به‌صورت RF ساده، مدولهٔ AM داخلی و مدولهٔ AM خارجی‌اند.

در شکل ۱۹ دو نمونه سیگنال ژنراتور RF دیجیتالی مشاهده می‌کنید، سلکتورها و دکمه‌های مختلف این دستگاه به‌صورت صفحه‌کلید (keyboard) است و با فشار دادن آن، حالات مختلف ایجاد می‌گردد. از مزایای عمدهٔ این دستگاه‌ها، نشان دادن مقدار فرکانس روی فرکانس متر دیجیتالی نصب‌شده روی پانل دستگاه است، که خواندن مقادیر را آسان می‌کند.

RF ژنراتور دیجیتالی **RF ژنراتور معمولی**

شکل ۱۹ـ چند نمونه سیگنال ژنراتور RF

مشخصات شکل موج‌های خروجی سیگنال ژنراتور RF

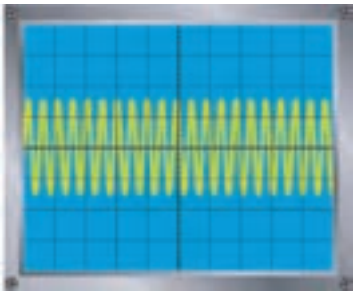
به‌منظور آشنایی بیشتر با مشخصات شکل موج‌های خروجی سیگنال ژنراتور RF، به شرح شکل موج‌های خروجی می‌پردازیم.

شکل موج خروجی ترمینال‌های شماره (۱۰) (OUTPUT) در حالتی که کلید شماره (۶) در وضعیت EXT یا X TAL قرار گیرد و به ورودی ترمینال‌های شماره (۷) سیگنالی اعمال نشود، یک سیگنال RF ساده است که سیگنال حامل نامیده می‌شود.

درصورتی‌که کلید شماره (۶) در وضعیت INT قرار داده شود، سیگنال حامل با فرکانس Fc به‌وسیلهٔ سیگنال پیام سینوسی شکل ۲۰ـ ب به‌صورت AM مدوله می‌شود. سیگنال مدولهٔ شده AM در شکل ۲۰ـ ج نشان داده‌شده است. معمولاً سیگنال پیام (FM) دارای فرکانسی برابر با یک کیلوهرتز است. همچنین در صورت نیاز، می‌توان سیگنال یک کیلوهرتزی پیام (FM) را از ترمینال‌های شماره (۷) نیز دریافت کرد. در شکل ۲۰ـب نمونهٔ این شکل موج را مشاهده می‌کنید.

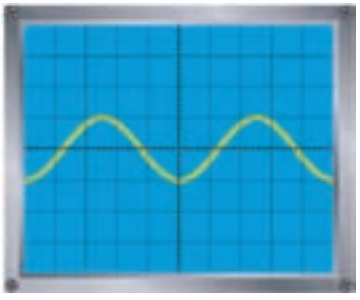
درصورتی‌که کلید شماره (۶) در وضعیت EXT قرار داده می‌شود و به ترمینال شماره (۷) سیگنال پیام اعمال گردد، شکل موج خروجی یک سیگنال مدوله‌شده AM خواهد بود. شکل موج متناسب با شکل موج پیام می‌تواند سینوسی، مربعی، مثلثی و... باشد. در شکل‌های ۲۰ـ و ـ ه ـ د یک نمونه سیگنال مدوله‌شده با پیام مربعی را ملاحظه می‌کنید.

$f_c = ۱MHz$ $e_C = E_c \sin ۲\pi f_c t$



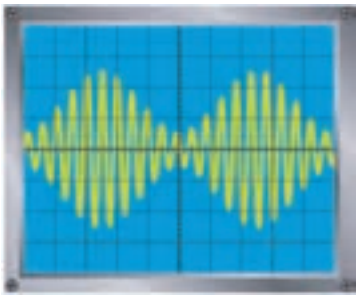
الف) سیگنال حامل Fc

$f_m = ۱KHz$ $e_m = E_m \sin \omega_m t$



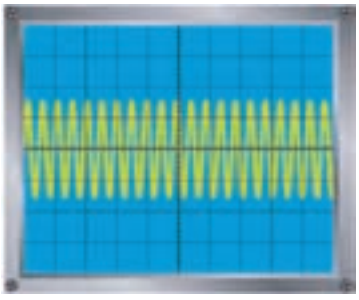
ب) سیگنال پیام سینوسی Fm

$f_c = ۱MHz$ $f_m = ۱KHz$



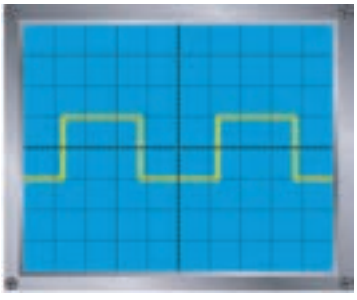
ج) سیگنال مدوله‌شده AM با پیام سینوسی

$f_c = ۱MHz$ $e_c = E_c \sin ۲\pi f_c t$



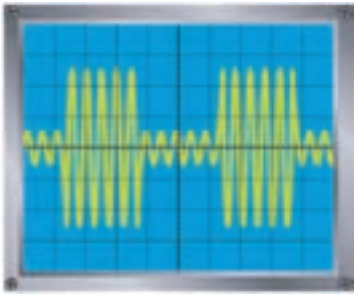
د) سیگنال حامل fc

$f_m = ۱KHz$



ه) سیگنال پیام مربعی

$f_c = ۱MHz$ $f_m = ۱KHz$

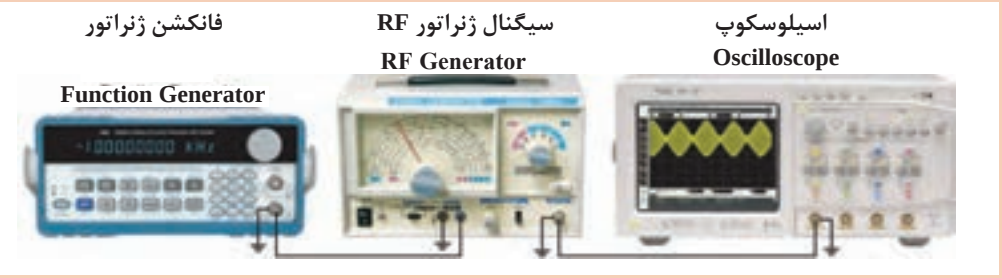


و) سیگنال مدوله‌شده یا پیام مربعی

شکل ۲۰ـ سیگنال مدوله‌شده AM

فعالیت کارگاهی

۱ـ مطابق شکل زیر نحوهٔ اتصال سیگنال ژنراتور RF برای مدولاسیون خارجی را انجام دهید توجه داشته باشید که دامنهٔ خروجی فانکشن ژنراتور باید به‌اندازه‌ای انتخاب شود که سیگنال مدوله‌شده اعوجاج پیدا نکند. سپس شکل موج خروجی را مشاهده و رسم نمایید.



نکته

در مراحل بعدی از اصطلاحات m_p، m و M استفاده شده است که هر یک دارای معنایی به شرح زیر است.

الف) $m_p=M$ است و به معنی درصد مدولاسیون یا Modulation Percent است.

ب) m شاخص مدولاسیون است که برابر با نسبت دامنهٔ پیام به دامنهٔ حامل است.

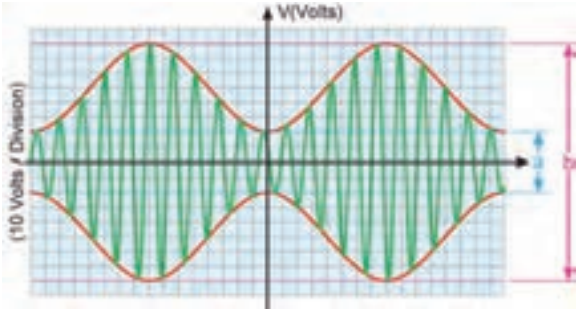
۲ـ اندازه‌گیری درصد مدولاسیون

شکل موج AM را روی صفحهٔ اسیلوسکوپ بیاورید سپس مطابق شکل زیر که یک نمونه سیگنال AM نشان داده‌شده است. مقادیر a و b را از روی شکل اندازه بگیرید. مقادیر درصد مدولاسیون از رابطه زیر محاسبه کنید.

$$M = m_p = \frac{b-a}{b+a} \times ۱۰۰$$

نکته

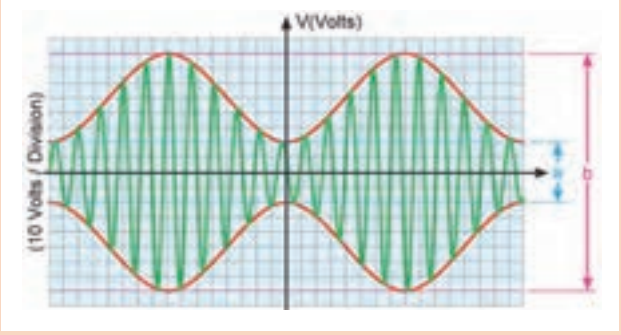
ضمناً می‌توانید از رابطه $m = \frac{E_m}{E_c} \times ۱۰۰$ استفاده کرد.



سیگنال AM روی صفحه اسیلوسکوپ

مثال

مقدار درصد مدولاسیون را در شکل زیر با روش اندازه‌گیری به‌دست آورید.
هر تقسیم‌بندی قائم برابر ۱۰ ولت است.



حل: با توجه به معادله بالا مقادیر a و b را اندازه می‌گیریم چون هر تقسیم‌بندی، معادل ۱۰ ولت است، داریم:

$a=۴۰V \quad b=۱۶۰V$

$$M=\frac{b-a}{b+a}\times ۱۰۰$$

$$M=\frac{۱۶۰-۴۰}{۱۶۰+۴۰}\times ۱۰۰=\frac{۱۲۰}{۲۰۰}\times ۱۰۰=۶۰٪$$

$M=۶۰٪$

تحقیق کنید

با مراجعه به منابع مختلف ازجمله اینترنت تحقیق کنید آیا سیگنال ژنراتوری با مدولاسیون FM وجود دارد؟

فیلم

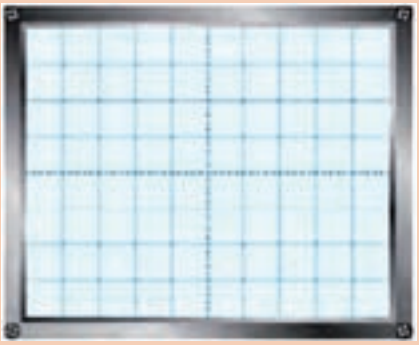
فیلم مربوط به انواع مدولاسیون‌ها را مشاهده کنید.

فعالیت کارگاهی

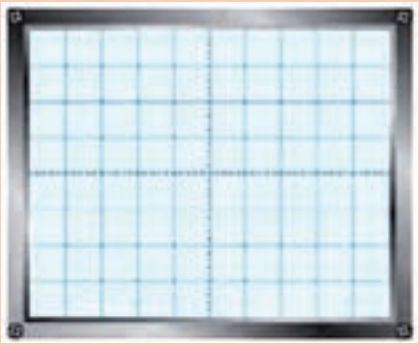
کار با سیگنال ژنراتور RF

۱ سیگنال ژنراتور RF را روی فرکانس ۴۵۵ کیلوهرتز با مدولاسیون خارجی قرار دهید. کلید Hi_Low روی low باشد و کلید FINE را روی بیشترین مقدار قرار دهید.

۲ اسیلوسکوپ را به ترمینال خروجی مولد RF وصل و آن را طوری تنظیم کنید که ۲ یا ۳ سیکل کامل روی صفحه ظاهر شود (Time/ DIV روی μS)

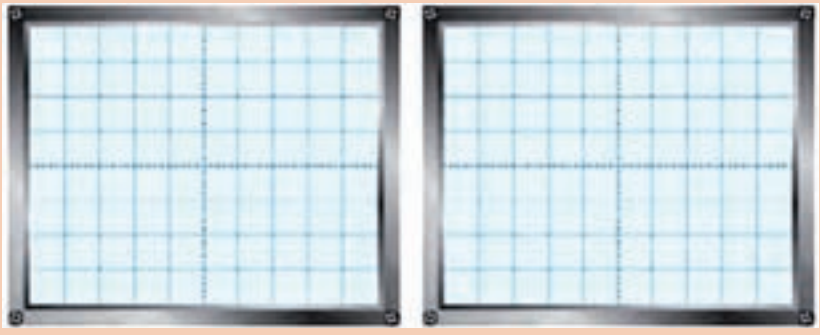


۳ تصویر ظاهرشده روی صفحه اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب روی نمودار زیر ترسیم کنید و مقادیر فرکانس و ولتاژ را با توجه به شکل موج ترسیم‌شده، محاسبه کنید.
آیا مقادیر به‌دست آمده از روی اسیلوسکوپ و فرکانس سیگنال ژنراتور با هم تطبیق دارد؟ توضیح دهید.



۴ کلید Hi_Low را در وضعیت Hi و فرکانس سیگنال ژنراتور را روی یک مگاهرتز بگذارید و شکل موج خروجی را روی نمودار زیر ترسیم کنید. مقادیر ولتاژ و فرکانس را با توجه به شکل ترسیم‌شده، محاسبه و آن را با مقادیر انتخاب‌شده روی سیگنال ژنراتور مقایسه کنید و دربارهٔ آن توضیح دهید.
کلید Low_Hi میزان دامنه ولتاژ را چقدر تغییر می‌دهد؟
مقادیر خروجی را در حالت Hi و Low اندازه‌گیری کنید و نسبت ولتاژها را به‌دست آورید و نتیجه را بنویسید.

۵ کلید MODE را در وضعیت INT MODE قرار دهید و شکل موج ظاهرشده را روی صفحه اسیلوسکوپ، در دو حالت (حدوداً ۰٫۲ تا ۱ میکروثانیه و حدوداً ۰٫۱ تا ۰٫۵ میلی‌ثانیه) در نمودارهای زیر رسم کنید (فرکانس Fc روی یک مگاهرتز قرار دارد)



آیا شکل موج به‌دست‌آمده سیگنال مدوله‌شده AM است؟ درصورتی‌که جواب مثبت است، فرکانس سیگنال مدوله‌کننده چقدر است؟ شرح دهید.

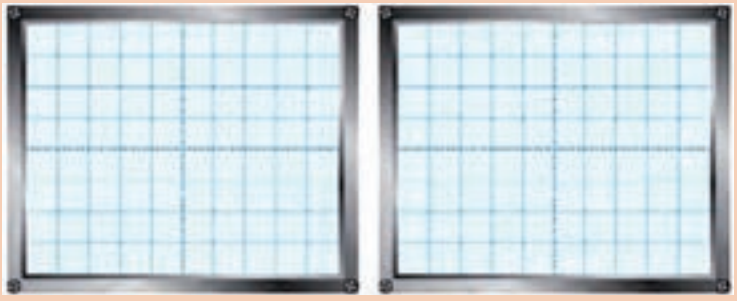
۶ پروب اسیلوسکوپ را به ترمینال‌های OUTPUT_INPUT متصل کنید و شکل موج ظاهرشده روی صفحه اسیلوسکوپ را در نموداری رسم کنید و دامنه و فرکانس آن را، با توجه به شکل موج ترسیم‌شده، محاسبه کنید. ولوم انتخاب فرکانس (۱) را تغییر دهید. آیا فرکانس تغییر می‌کند؟ چرا؟ شرح دهید.

۷ کلید MODE را در وضعیت EXT_MODE قرار دهید و اسیلوسکوپ را به خروجی (OUTPUT) دستگاه ژنراتور RF متصل کنید.
سیگنال ژنراتور RF را روی یک مگاهرتز قرار دهید. فانکشن ژنراتور AF را روی ۵KHz سینوسی بگذارید و خروجی آن را به ترمینال‌های INPUT_OUTPUT سیگنال ژنراتور RF متصل کنید.
دامنه فانکشن ژنراتورراطوری تنظیم کنید که سیگنال مدوله‌شده خروجی بدون اعوجاج باشد.
شکل موج خروجی سیگنال ژنراتورRF را با مقیاس مناسب ترسیم کنید (Tim/ DIV روی میلی‌ثانیه قرار گیرد).

۸ دامنه سیگنال ژنراتور AF را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی کنید و نتیجه را شرح دهید.

۹ دامنه سیگنال ژنراتور RF را تغییر دهید و اثر آن را روی سیگنال خروجی بررسی نمایید و نتیجه را تجزیه‌وتحلیل کنید و توضیح دهید.

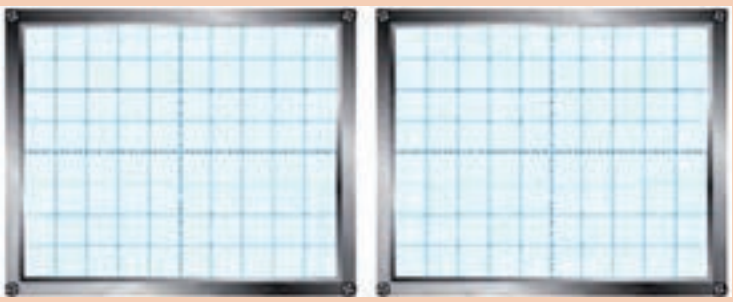
۱۰ فانکشن ژنراتورRF را روی سیگنال مربعی و مثلثی قرار دهید و شکل موج سیگنال خروجی مولدRF را از روی صفحه اسیلوسکوپ، در نمودارهای زیر رسم کنید.



۱۱ مقدار درصد مدولاسیون را از روی نمودارهای مرحله قبل اندازه‌گیری کنید. این اندازه‌گیری را از روی صفحه اسیلوسکوپ انجام دهید و نتیجه را بنویسید.

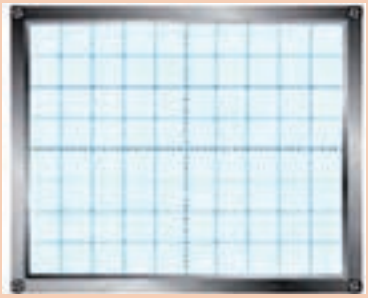
۱۲ سیگنال ژنراتور RF را روی مدولاسیون داخلی قرار دهید و فرکانس آن را روی ۲ مگاهرتز بگذارید و درصد مدولاسیون داخلی را اندازه بگیرید و بنویسید.

۱۳ شرایط را برای مدولاسیون خارجی فراهم‌سازید. مولد AF را روی ۲ کیلوهرتز و مولد RF را روی ۶۰۰ کیلوهرتز قرار دهید. دامنه AF و RF را طوری تغییر دهید که مدولاسیون ٪۵۰، ٪۷۵ و ٪۱۰۰ به‌وجود آید.
شکل موج هر یک از سیگنال‌ها را روی نمودارهای زیر رسم کنید.

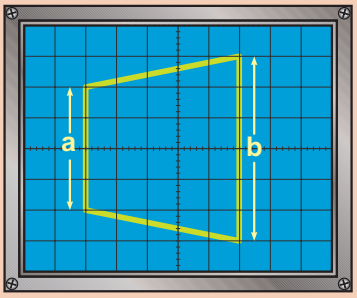


۱۴ دامنه سیگنال AF و RF را از روی نمودار ترسیم‌شده مرحله قبل در مراحل مدولاسیون ٪۵۰، ٪۱۰۰ اندازه بگیرید و درصد مدولاسیون را محاسبه کنید و بنویسید.

۱۵ آیا تغییر دامنه سیگنال RF و AF موجب تغییر درصد مدولاسیون می‌شود و از فرمول $M=\frac{E_m}{E_c}$ تبعیت می‌کند؟ توضیح دهید.



۱۶ دامنه سیگنال AF در مرحله ۱۳ را آن‌قدر افزایش دهید تا مدولاسیون بیش از صد درصد را در نمودار روبه‌رو رسم کنید.



۱۷ اسیلوسکوپ را روی حالت X_Y بگذارید. سیگنال AF را به محور X (CH_1) و سیگنال مدوله‌شده AM را به محور Y (CH_2) اعمال کنید. در این حالت یک ذوزنقه بر بروی صفحه اسیلوسکوپ، طبق نمودار روبه‌رو مشاهده می‌کنید، ظاهر می‌شود. مقدار درصد مدولاسیون را با استفاده از نمودار زیر به‌دست آورید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۸ دامنه AF را تغییر دهید و مقدار درصد مدولاسیون را با استفاده از ذوزنقه مدولاسیون در دو حالت به‌دست آورید (مدولاسیون ٪۱۰۰، مدولاسیون ٪۷۵)

کار در منزل

مراحل آزمایش ۱تا ۱۸را به کمک نرم‌افزار مولتی سیم اجرا کنید و گزارش کامل آن را بنویسید.

فیلم

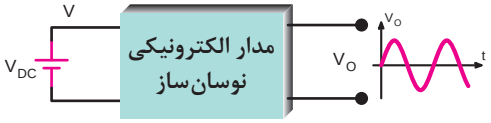
فیلم مربوط به انواع نوسان‌سازها را مشاهده کنید.

نوسان‌سازها

نوسان‌سازها مدارهای ویژه‌ای هستند که کاربرد نسبتاً گسترده‌ای در مدارهای مخابراتی دارند. بدون نوسان‌سازها ارسال و دریافت پیام‌های رادیویی امکان‌پذیر نیست. نوسان‌سازها یا مولدهای شکل موج، در دستگاه‌هایی نظیر مولتی‌مترهای دیجیتالی، اسیلوسکوپ، گیرنده و فرستنده‌های رادیویی، رایانه‌ها و وسایل دیجیتالی نظیر شمارنده‌ها، تایمرها، ماشین‌های حساب و دستگاه‌های فراوان دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. لذا می‌توان گفت نوسان‌ساز از اجزای اساسی دستگاه‌های الکترونیکی است.

اصول نوسان‌سازی

نوسان‌ساز، مداری است که بدون اعمال سیگنال متناوب به ورودی آن، در خروجی، سیگنال متناوب تولید کند. شکل ۲۱ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز سینوسی را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱ـ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز سینوسی

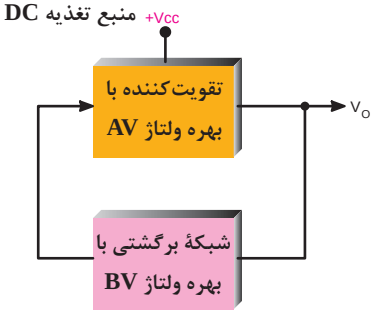
همان‌طور که مشاهده می‌شود به مدار الکترونیکی نوسان‌ساز ولتاژ DC داده‌شده است و مدار ولتاژ DC را به ولتاژمتناوب سینوسی تبدیل نموده است. به نوسان‌ساز، اسیلاتور (oscillator) نیز می‌گویند.

کار در کلاس

انواع نوسان‌ساز ازنظر شکل موج تولیدی به چند دسته تقسیم می‌شوند.

اصول کار مدارهای الکترونیکی نوسان‌ساز

اغلب نوسان‌سازها از یک طبقه تقویت‌کننده و طبقه‌ای به نام شبکهٔ برگشتی یا فیدبک (Feed Back) تشکیل‌شده‌اند شبکهٔ برگشتی معمولاً بخشی از سیگنال خروجی تقویت‌کننده را به ورودی تقویت‌کننده برگشت می‌دهد. شکل ۲۲ بلوک دیاگرام کلی نوسان‌ساز را نشان می‌دهد.



شکل ۲۲ـ بلوک دیاگرام کلی نوسان‌ساز

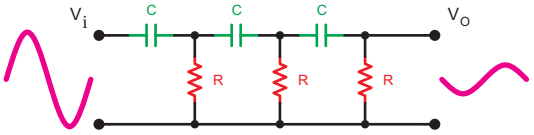
نیازهای اولیه برای نوسان‌سازی

در کلیهٔ نوسان‌سازها باید شرایط و عوامل زیر وجود داشته باشد تا مدار به نوسان درآید.

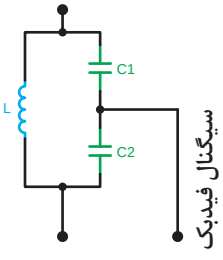
الف) منبع انرژی: منبع انرژی می‌تواند منبع تغذیه، باتری شیمیایی یا باتری نوری باشد (شکل۲۳).

شکل ۲۳ــ انواع باتری‌ها

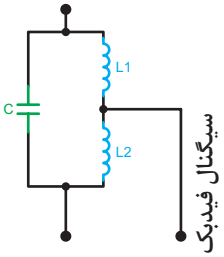
ب) مدار تعیین‌کننده فرکانس: این مدار معمولاً یک مدار رزونانس LC یا مدار RC یا مدارهایی با مشخصات ویژه است. نوسان‌های اولیه، در این مدارها تولید می‌شود (شکل۲۴).



الف) مدار رزونانس RC



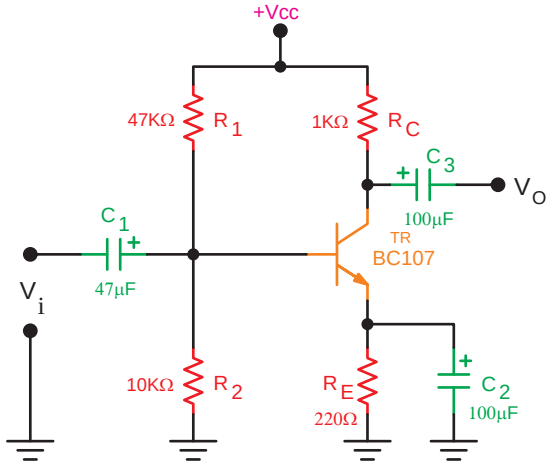
ب) مدار رزونانس LC



ج) مدار رزونانس LC

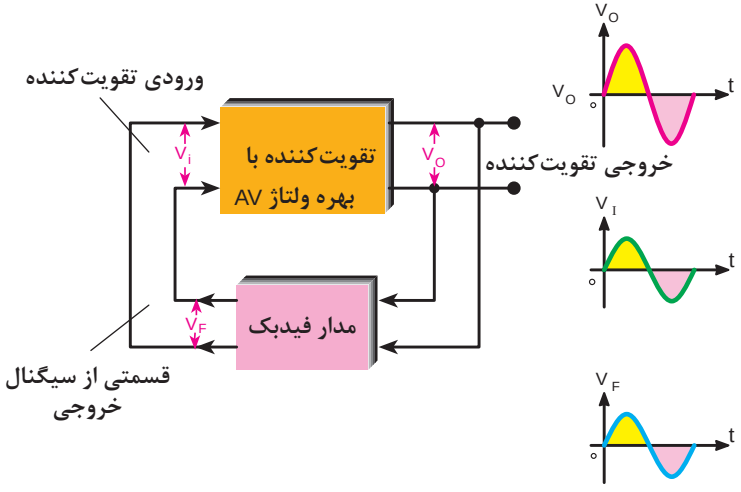
شکل ۲۴ــ مدارهای رزونانس LC و RC

ج) تقویت‌کننده: مدار تقویت‌کننده معمولاً یکی از انواع تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری FET، BJT یا IC است. سیگنال‌های اولیه که توسط مدار تعیین‌کننده فرکانس تولید می‌شود به‌وسیله مدار تقویت‌کننده تقویت می‌گردد (شکل ۲۵).



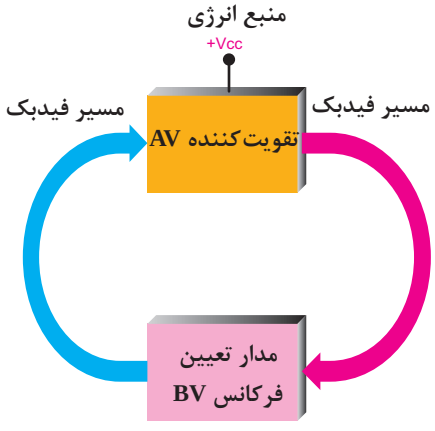
شکل ۲۵ـ تقویت‌کننده ترانزیستوری

د) مدار فیدبک یا بازخورد (Feed Back): به مفهوم انتقال بخشی از سیگنال خروجی به ورودی مدار است. در نوسان‌سازها قسمتی از سیگنال خروجی طوری به ورودی منتقل می‌شود که با آن هم‌فاز باشد. در این حالت فیدبک را فیدبک مثبت (Positive Feed Back) می‌نامند. درصورتی‌که سیگنال برگشتی با سیگنال ورودی ۱۸۰ درجه اختلاف‌فاز داشته باشد آن را فیدبک منفی (Negative Feed Back) می‌نامند. شکل۲۶ فیدبک مثبت را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶ـ ایجاد فیدبک مثبت توسط شبکهٔ برگشتی

در شکل ۲۷ بخش‌های مورد نیاز جهت نوسان‌سازی صورت بلوک دیاگرام ترسیم‌شده است.



شکل ۲۷ـ بخش‌های موردنیاز برای نوسان‌سازی

یک اسیلاتور چگونه به نوسان درمی‌آید؟

سه مرحله از تولید نوسان‌ها در نوسان‌ساز به ترتیب عبارت‌اند از:

الف) مرحلهٔ روشن کردن دستگاه با زدن کلید

ب) مرحلهٔ تولید سیگنال اولیه

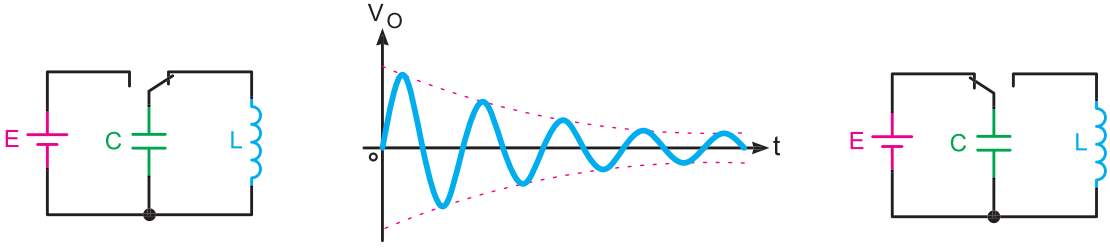
ج) مرحلهٔ پایدار شدن نوسان‌ها

اصل بارک هاوزن (Barkhausen Criterion)

بنابر اصل بارک هاوزن، زمانی نوسان‌های یک نوسان سازپایدار می‌شود که حاصل ضرب بهره ولتاژ تقویت‌کننده (AV) در BV که ضریب بهره ولتاژ مدار فیدبک نامیده می‌شود برابر یک شود ($AV \times BV = ۱$).

به‌طورکلی هرگاه یک سیم‌پیچ با یک خازن به‌صورت موازی بسته شود؛ مدار تانک شکل می‌گیرد. با اعمال یک پالس در مدار تانک، انرژی را در خازن ذخیره می‌شود. این انرژی در داخل سیم‌پیچ تخلیه می‌شود و میدانی را در اطراف آن به‌وجود می‌آورد. وقتی خازن کاملاً دشارژ شد، انرژی ذخیره‌شده در سیم‌پیچ خازن را مجدداً شارژ می‌کند و نوسان‌ها تداوم می‌یابد.

در شکل۲۸ـ الف نحوهٔ شارژ خازن (تولید پالس) و در شکل۲۸ـ ب نحوهٔ تولید نوسان در مدار تانک، نشان داده‌شده است.



الف) خازن شارژ می‌شود — نوسان‌های میرا — ب) مدار تانک نوسان می‌کند

شکل۲۸ـ تولید نوسان در مدار تانک

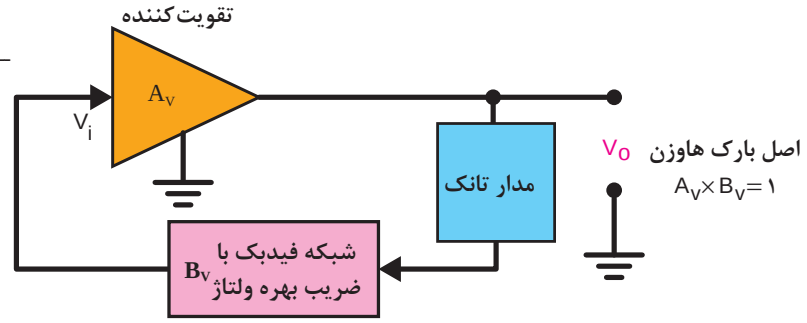
درصورتی‌که مقاومت اهمی سیم‌پیچ صفر و مقاومت عایق خازن بی‌نهایت باشد، نوسان‌ها پایدار خواهد شد. از آنجا که عملاً این مقادیر صفر و بی‌نهایت نیستند، نوسان‌ها پایدار نخواهد بود و بعد از مدّت زمان معیّنی، که مقدار آن به مقاومت سیم‌پیچ بستگی دارد، میرا می‌شود. فرکانس نوسان‌ها از رابطهٔ $F_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LC}}$ قابل‌محاسبه است.

برای پایدار کردن نوسان‌های میرا شونده از تقویت‌کننده و مدار فیدبک استفاده می‌شود. طبق اصل بارک هاوزن زمانی نوسان‌ها پایدار می‌شود که ضریب تقویت ولتاژ در مدار فیدبک ازنظر عددی برابر با عکس ضریب تقویت ولتاژ مدار تقویت‌کننده شود. در شکل ۲۹ بلوک دیاگرام یک نوسان‌ساز رسم شده است. در اغلب نوسان‌سازها از مدار تانک به‌عنوان شبکه فیدبک استفاده می‌شود.

$$B_V = \frac{\text{خروجی شبکه فیدبک}}{\text{ورودی شبکه فیدبک}}$$

$$B_V = \frac{Vi}{Vo}$$

$$B_V = \frac{1}{A_V}$$

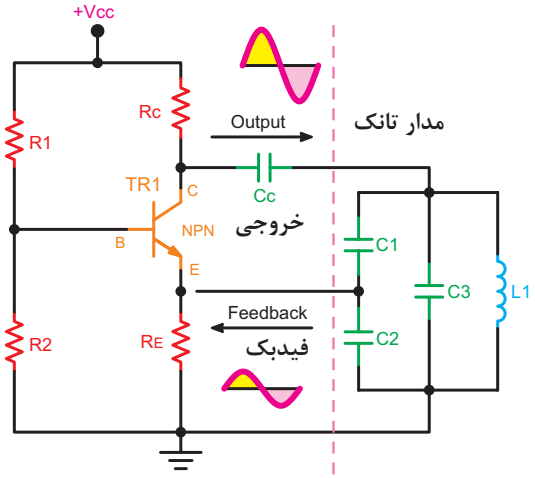


شکل ۲۹ـ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز

انواع نوسان‌سازهای سینوسی

در زمان‌های قدیم از لامپ‌های خلأ به‌عنوان تقویت‌کننده در نوسان‌سازها استفاده می‌کردند. امروزه استفاده از ترانزیستورهای، FET،BJT تقویت‌کننده‌های عملیاتی(Op Amp) مدارهای منطقی و سایر آی‌سی‌ها در مدارهای نوسان‌ساز بسیار متداول است.

با توجه به نحوهٔ فیدبک و آرایش مدار، انواع نوسان‌سازهای هارتلی، آرمسترانگ، کول پیتس و... شکل می‌گیرد. نوسان‌ساز مورد آزمایش، یک نوسان‌ساز کول پیتس است، که ازنظر آرایش مدار تقویت‌کننده، به‌صورت بیس مشترک است (شکل ۳۰)



شکل ۳۰ـ نوسان‌ساز کول پیتس

مقاومت‌های R_1 و R_2 از طریق خط تغذیه، ولتاژ بیس را تأمین می‌کنند و مقاومت‌های R_E، ضمن تثبیت حرارت، به‌عنوان مقاومت ورودی امیتر نیز استفاده‌شده است. مقاومت R_C به انضمام مدار تانک، متشکل از L_1، C_1، C_2 و C_3، بار کلکتور را تشکیل می‌دهد. چون ورودی به امیتر و خروجی از کلکتور دریافت شده است، لذا ترانزیستور به‌صورت بیس مشترک است.

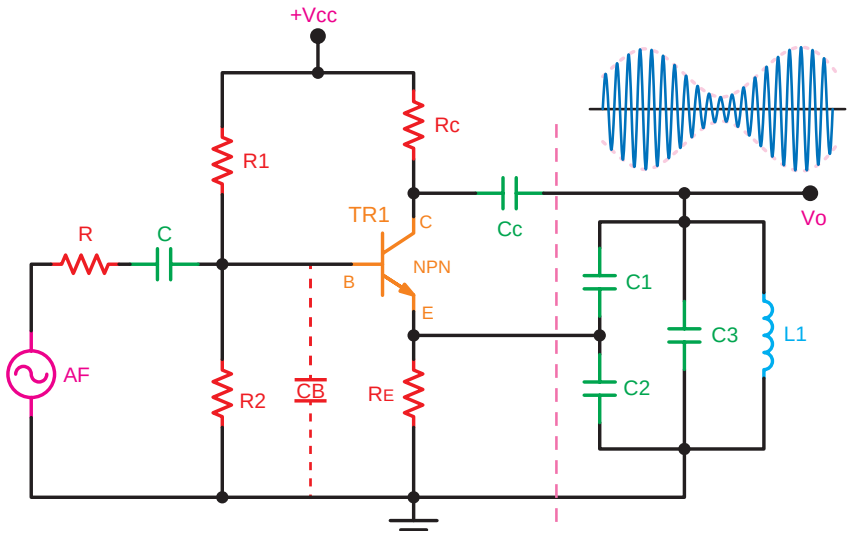
مقاومت R_C، ولتاژ V_{cc} به کلکتور می‌رساند و ترانزیستور را بایاس می‌کند.

خازن‌های C_1 و C_2، ولتاژ خروجی را تقسیم می‌کنند. ولتاژ دو سر C_2، که جزئی از ولتاژ خروجی است، به دو سر مقاومت R_E، که ورودی مدار تقویت‌کننده است، اعمال می‌شود. چون مدار به‌صورت بیس مشترک اتصال دارد، به ایجاد اختلاف‌فاز، بین ورودی و خروجی نیاز نخواهد بود. مقادیر مقاومت‌های R_1، R_2، R_C و R_E و خازن‌های C_1 و C_2 باید طوری انتخاب شود که اصل بارک هاوزن در مدار صدق کند. در غیر این صورت، مدار نوسان نخواهد کرد.

نسبت خازن‌های $C_۱$ و $C_۲$ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا عملاً مقدار ظرفیت این خازن‌هاست که ضریب تضعیف مدار را تعیین می‌کند. نقطهٔ‌کار مدار نیز در پایدار شدن نوسان‌ها دخالت مستقیم دارد. زیرا با جابه‌جایی نقطهٔ‌کار، امپدانس ورودی و خروجی مدار تغییر می‌کند و مقدار A_V کم‌وزیاد می‌شود و درنهایت ممکن است شرایطی پدید آید که $A_V \times B_V$ (ضریب تقویت‌کننده × ضریب تقویت شبکه فیدبک) مساوی یک نشود و مدار از نوسان بیفتد.

با قرار دادن یک خازن بین بیس و شاسی، می‌توان میزان A_V مدار را افزایش داد. در شکل ۳۱ این خازن با خط‌چین نشان داده‌شده است. چون می‌خواهیم از این مدار، به‌عنوان مدولاتور، نیز استفاده کنیم ازاین‌رو مدار طوری طراحی‌شده است که نیاز به خازن بای پاس بیس ندارد.

با اعمال ولتاژ مدوله کنندهٔ مناسب به بیس ترانزیستور، مدار اسیلاتور تبدیل به مدولاتور AM می‌شود. در شکل ۳۱ نحوهٔ تبدیل اسیلاتور را به مدولاتور نشان داده‌ایم.



شکل۳۱ـ مدولاتور AM

مقدار فرکانس نوسان‌ساز به ظرفیت خازن‌های $C_۱$، $C_۲$ و $C_۳$، ضریب خودالقایی سیم‌پیچ $L_۱$ و امپدانس ورودی و خروجی مدار ترانزیستوری بستگی دارد. چنان چه از امپدانس ورودی و خروجی صرف‌نظر کنیم، مقدار فرکانس رزونانس به‌صورت زیر قابل‌محاسبه است:

$$\frac{۱}{C_{۱۲}} = \frac{۱}{C_۱} + \frac{۱}{C_۲}$$

$$C_{۱۲} = \frac{C_۱ C_۲}{C_۱ + C_۲}$$

$$C_{eq} = C_{۱۲} || C_۳ = C_{۱۲} + C_۳$$

$$F_r = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{L_۱ C_{eq}}}$$

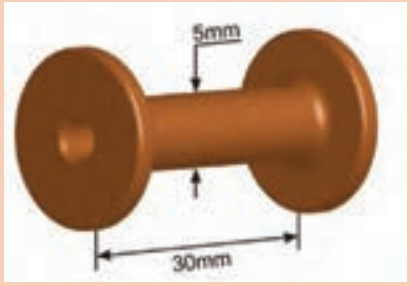
فعالیت کارگاهی

چگونگی ساختن سیم‌پیچ (سلف) برای نوسان‌ساز

۱ برای ساختن سلف نوسان‌ساز که دارای ضریب خودالقایی حدود ۳۰۰ میکرو هانری است، می‌توانند هستهٔ فریتی مطابق شکل روبه‌رو را با ابعاد نشان داده‌شده انتخاب کنید.

۲ روی هسته را حدود ۷۵ دور سیم تلفنی روکش‌دار یا نوع سیم دیگر بپیچید. سیم‌پیچ با ضریب خودالقایی ۳۰۰ μH ساخته می‌شود. شکل روبه‌رو سیم‌پیچ ساخته‌شده و مقدار اندوکتانس آن را توسط دستگاه پل LRC متر نشان می‌دهد.

می‌توان از هسته فریتی استوانه‌ای و قرقرهٔ مناسب آن برای ساختن سیم‌پیچ استفاده کنید. شکل روبه‌رو این قرقره و ابعاد آن را نشان می‌دهد.



اگر حدود ۷۵ تا ۸۰ دور سیم لاکی ۰/۲ را روی این هسته فریتی بپیچید سلفی با ضریب القایی حدود ۳۰۰ میکروهانری به وجود می‌آید. شکل روبه‌رو نمونهٔ ساخته‌شدهٔ این سیم‌پیچ را نشان می‌دهد.

۳ پس از ساختن سیم‌پیچ از پل LCR متر استفاده کنید و ضریب خودالقایی سیم‌پیچ ساخته‌شده را اندازه بگیرید. درصورتی‌که ضریب خودالقایی سیم‌پیچ، ۳۰۰ میکروهانری نباشد باکم و زیاد کردن تعداد در سیم، ضریب خودالقایی را برابر با ۳۰۰ میکروهانری تنظیم کنید.

توجه داشته باشید بعد از پیچیدن سیم روی قرقره، روی سیم را با چسب‌کاغذی و یا هر چسب دیگری محکم کنید، تا سیم پیچیده شده باز نشود و لایه‌های سیم‌پیچ از هم جدا نگردد.

توجه

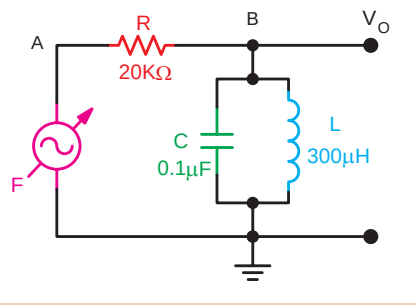
درصورتی‌که ابعاد فریت شما با ابعاد داده شده متفاوت است با تغییر تعداد دور و با استفاده از LCR متر، به سلف ۳۰۰ میکروهانری برسید

تحقیق کنید

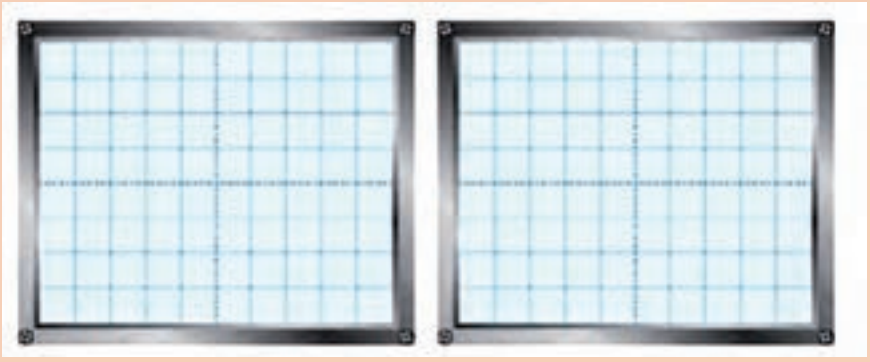
در مورد پل LCR متر تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

فعالیت کارگاهی

مراحل اجرای آزمایش مشاهدهٔ نوسان‌های میرا شونده



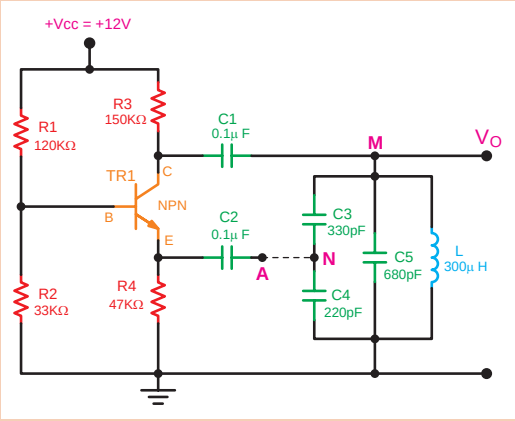
۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد بُرد ببندید.
۲ فانکشن ژنراتور را روی سیگنال مربعی قرار دهد و فرکانس آن را روی یک کیلوهرتز تنظیم کنید و دامنهٔ خروجی فانکشن ژنراتور را روی بیش‌ترین مقدار بگذارید. درصورتی‌که سیگنال میرا ظاهر نشد دامنه و فرکانس ژنراتور راکمی تغییر دهید.
۳ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطهٔ A و پروب کانال دو اسیلوسکوپ را به نقطهٔ B متصل کنید.
۴ کلید DC_GND_AC اسیلوسکوپ را در وضعیت AC بگذارید.
۵ شکل موج نقاط A و B را روی نمودارهای زیر رسم کنید.



۶ روی کدام لبهٔ موج مربعی نوسان‌های میرا شونده ظاهرشده است؟ شرح دهید.
۷ فرکانس نوسان‌های میرا شونده را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.
۸ تعیین کنید فرکانس اندازه‌گیری شده چند برابر فرکانس ورودی است؟ شرح دهید.
۹ مقدار فرکانس ورودی را یکبار روی ۵ کیلوهرتز و بار دیگر روی صد کیلوهرتز بگذارید و اثر آن را روی سیگنال نقاط A و B مشاهده کنید و نتایج به‌دست‌آمده را بنویسید.
۱۰ خازن ۰/۱ میکرو فارادی را، که با سیم‌پیچ موازی است، بردارید و بررسی نمایید آیا بازهم نوسان‌های میرا شونده ظاهر می‌شود؟ نتایج را تجزیه‌وتحلیل کنید.

فعالیت کارگاهی

آزمایش نوسان‌ساز کول پیتس



۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد برد ببندید. توجه داشته باشید که پایه‌های سیم‌پیچ به‌طور صحیح به مدار اتصال داده شود. در این مرحله نقطهٔ N را به A وصل نکنید.

۲ اتصال بین A و N را برقرار کنید.

۳ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطهٔ M و سیم زمین آن را به سیم مشترک مدار وصل کنید.

۴ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت DC قرار دهید.

۵ مدار را راه‌اندازی کنید. چنان چه نوسان پایدار سینوسی در خروجی ظاهر نشد، منبع تغذیه را خاموش کنید و مدار را مجدداً مورد بررسی قرار دهید، برای اطمینان از صحت کار مدار باید V_{CE} تقریباً نصف V_{CC} باشد.

۶ چنان چه مدار راه‌اندازی شد، اتصال بین نقاط A و N را بردارید. در این حالت مدار از نوسان بازمی‌ایستد.

۷ ولتاژ DC پایه‌های بیس، امیتر و کلکتور ترانزیستور را استفاده از مولتی‌متر (نسبت به شاسی) اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

۸ با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، کلاس کار تقویت‌کننده را مشخص کنید. تقویت‌کننده در چه ناحیه‌ای کار می‌کند؟ شرح دهید.

۹ اتصال بین A و N را مجدداً برقرار کنید.

۱۰ مقادیر ولتاژ بایاس ترانزیستور را در این حالت اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

۱۱ مقادیر به‌دست‌آمده در مرحله ۷ را با هم مقایسه کنید. آیا مقادیر باهم تطبیق می‌کند؟ توضیح دهید.

۱۲ شکل موج نقاط A و M را با مقیاس مناسب به فاز آنها روی نمودار رسم کنید. توجه داشته باشید که شکل موج نقطهٔ A ولتاژ ورودی و شکل موج نقطهM ولتاژ ورودی و شکل موج نقطهٔ M ولتاژ خروجی است.

۱۳ آیا ولتاژ ورودی و خروجی باهم هم‌فاز هستند؟

۱۴ مقدار فرکانس و ولتاژ پیک تا پیک سیگنال ورودی و خروجی را اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

۱۵ مقدار A_V مدار تقویت‌کننده را، با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده، از رابطه $A_V = \frac{V_{opp}}{V_{inpp}}$ محاسبه کنید.

تحقیق کنید

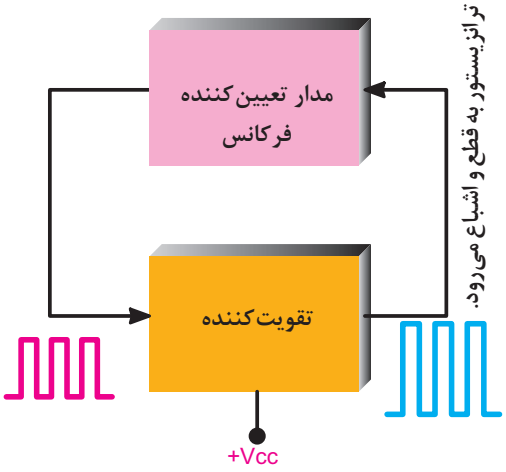
به چه دلیل در نوسان‌ساز کول پیتس بین سیگنال ورودی و خروجی اختلاف‌فاز وجود ندارد؟

تحقیق کنید

چرا در مدار نوسان‌ساز کول پیتس از تقویت‌کننده بیس مشترک استفاده شده است و چرا روی بیس ترانزیستور نوسان‌ساز مورد آزمایش، خازن بای پَس وجود ندارد؟

تولید نوسان مربعی

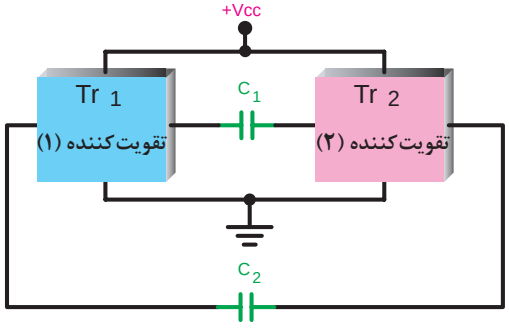
اگر شرایط مدار طوری تنظیم شود که تقویت‌کننده مدار به قطع و اشباع برود سیگنال مربعی تولید می‌شود این حالت زمانی اتفاق می‌افتد که مدار رزونانس LC در مدار وجود نداشته باشد.



شکل ۳۲ـ ترانزیستور به قطع و اشباع می‌رود و نوسان‌ها تداوم می‌یابد.

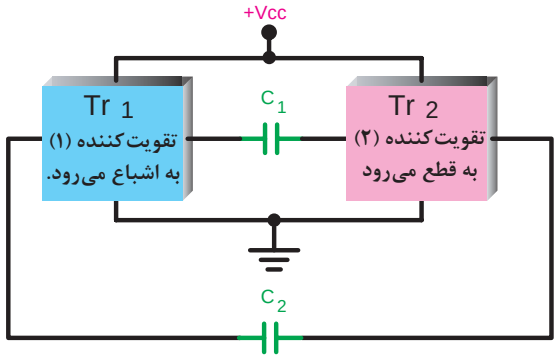
نوسان‌ساز موج مربعی (مولتی ویبراتور آاستابل)

مدار این نوسان‌ساز شامل دو تقویت‌کنندهٔ اشباع‌شده است که خروجی هر یک به ورودی دیگری با کو پلاژ خازنی متصل شده است. در شکل ۳۳ این نوسان‌ساز به‌صورت بلوکی نشان داده‌شده است.



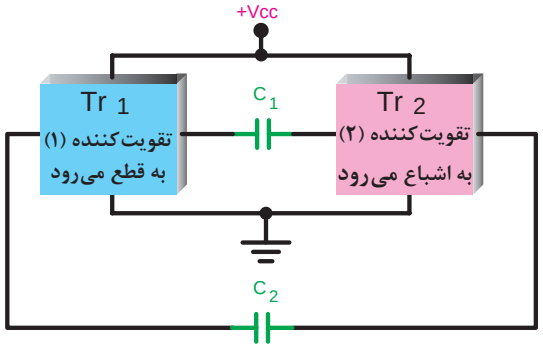
شکل ۳۳ـ شکل بلوکی نوسان‌ساز

هنگامی‌که یک تقویت‌کننده در اشباع قرار دارد تقویت‌کنندهٔ دیگر به قطع می‌رود. در شکل بلوکی ۳۴ این حالت نشان داده‌شده است.



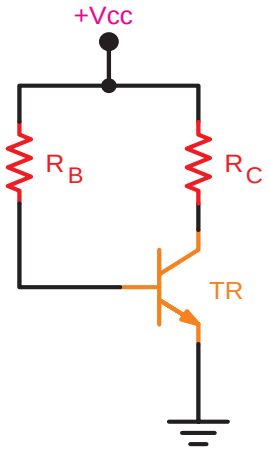
شکل ۳۴ـ یکی از تقویت‌کننده‌ها قطع و دیگری اشباع می‌شود.

وضعیت قطع و اشباع تقویت‌کننده‌ها دوام چندانی ندارد و پس از مدتی، تقویت‌کنندهٔ حالت قطع به حالت اشباع می‌رود و تقویت‌کننده اشباع‌شده قطع می‌شود. شکل بلوکی ۳۵ وضعیت تقویت‌کننده‌ها را در این حالت نشان می‌دهد.



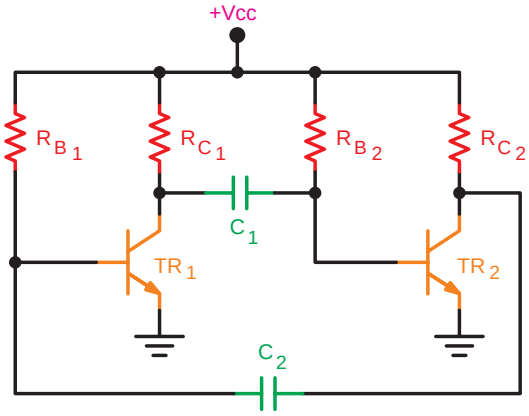
شکل ۳۵ــ وضعیت تقویت‌کننده‌ها تغییر نموده است.

این سیکل به‌طور نامحدود تکرار می‌شود. مدار تقویت‌کننده در مولتی ویبراتور آاستابل معمولاً از نوع بایاس مستقیم است. شکل ۳۶ مدار تقویت‌کننده را نشان می‌دهد.



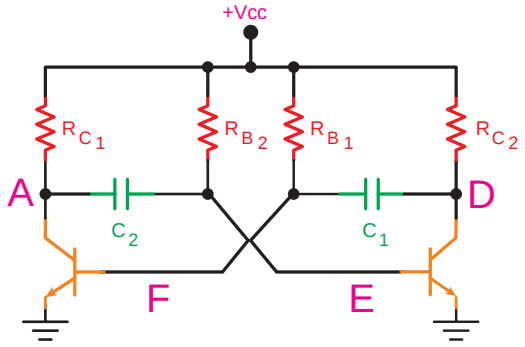
شکل ۳۶ــ مدار تقویت‌کننده.

در شکل ۳۷ مدار نوسان‌ساز موج مربعی (مولتی ویبراتور آاستابل) با دو تقویت‌کنندهٔ ترانزیستوری رسم شده است.



شکل ۳۷ــ مدار مولتی ویبراتور

این مدار به‌صورت شکل ۳۸ نیز می‌توان نشان داد.

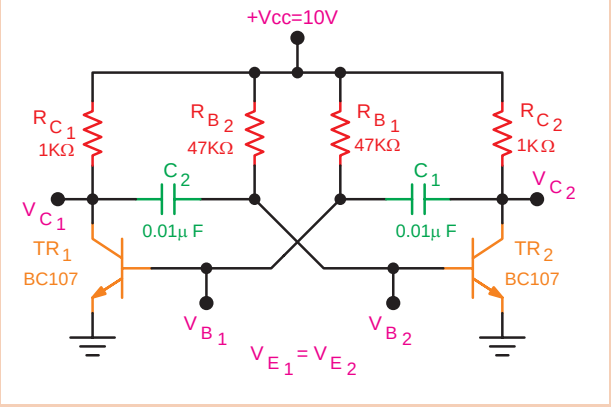


شکل ۳۸ــ مدار مولتی ویبراتورآاستایل

فعالیت کارگاهی

آزمایش نوسان‌ساز کول پیتس

۱ مدار شکل زیر را روی برد برد ببندید.



۲ منبع تغذیه را به مدار وصل کنید و مدار را راه‌اندازی کنید.

۳ به کمک ولت‌متر DC، ولتاژ پایه‌های بیس و امیتر و کلکتور هر ترانزیستور را، نسبت به شاسی اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴ به کمک اسیلوسکوپ ضمن مشاهده شکل موج‌های V_{C1}، V_{B1} ، V_{C2}، V_{B2}، آنها را در نمودارهایی با حفظ رابطه زمانی رسم کنید.

۵ مقدار پیک تا پیک هر یک از موج‌ها را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۶ زمان تناوب هر یک از سیگنال‌ها را اندازه‌گیری کنید و یادداشت کنید.

تحقیق کنید

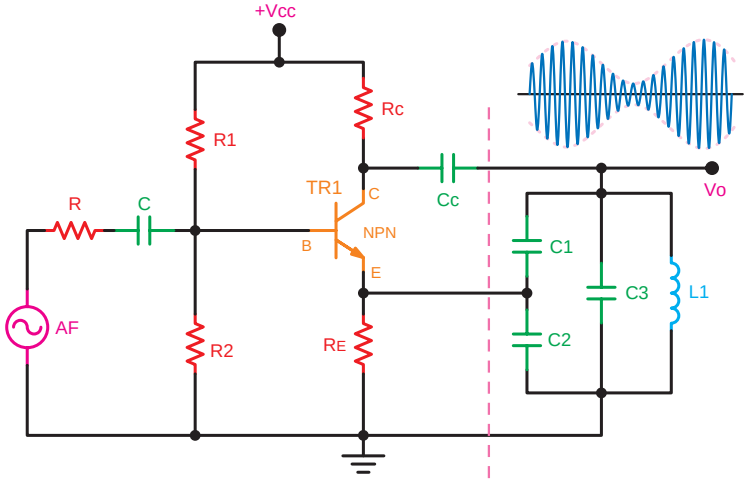
در مورد نوسان‌ساز موج مربعی با آی‌سی ۵۵۵ تحقیق کنید.

فیلم

فیلم مربوط به انواع مدولاتور و آشکارساز AM را مشاهده کنید.

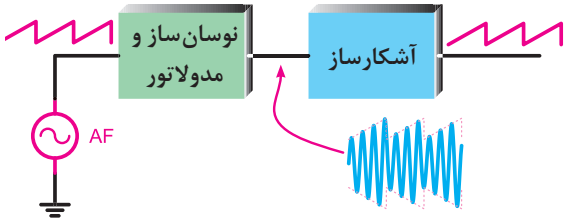
مدولاتور و آشکارساز AM

با اعمال سیگنال مدوله‌کنندهٔ مناسب به بیس ترانزیستور، مدار اسیلاتور به مدولاتور AM تبدیل می‌شود. در شکل ۳۹ نحوهٔ تبدیل اسیلاتور را به مدولاتور نشان داده‌ایم.



شکل ۳۹ـ مدولاتور AM

با اضافه کردن مدار آشکارساز، به‌آسانی می‌توانیم سیگنال مدوله‌کننده اولیه را مجدداً بازسازی کنیم. زمانی مدار درست کار می‌کند که سیگنال خروجی آشکارساز، دقیقاً مشابه سیگنال ورودی است. در شکل ۴۰، مجموعهٔ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز، مدولاتور و آشکارساز را ملاحظه کنید. به مشابه بودن سیگنال ورودی و خروجی توجه کنید. در این مدار، سیگنال پیام را دندانه اره‌ای در نظر گرفته‌ایم.



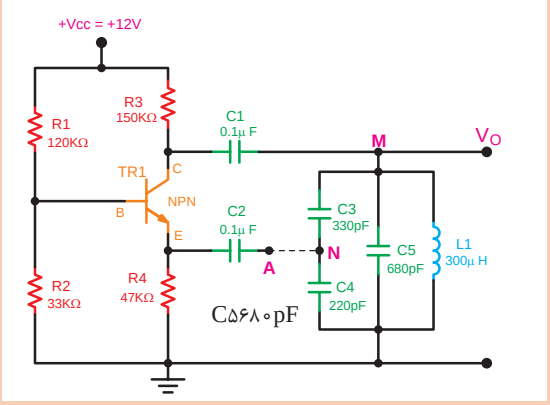
شکل ۴۰ـ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز، مدولاتور و آشکارساز

فعالیت کارگاهی

آزمایش نوسان‌ساز کول پیتس

الف) نوسان‌سازی

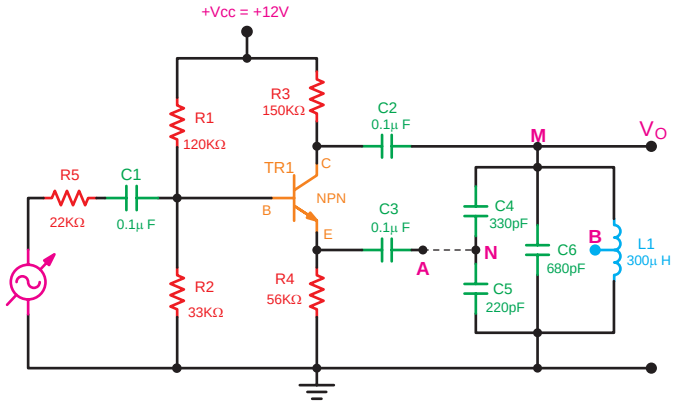
۱ مدار شکل روبه‌رو را روی برد برد ببندید.



۲ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطهٔ M و سیم زمین آن را به سیم مشترک مدار وصل کنید.
۳ منبع تغذیه را روی ۱۲ولت DC قرار دهید و تغذیه را به مدار وصل کنید و مدار را راه‌اندازی کنید.
۴ در این شرایط باید مدار نوسان کند. چنان چه نوسان‌های پایدار سینوسی در خروجی ظاهر نشد، منبع تغذیه را خاموش کنید و مدار را مجدداً مورد بازرسی قرار دهید.
۵ مقدار فرکانس و ولتاژ پیک تا پیک سیگنال ورودی و خروجی مدولاتور را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

ب) مدولاتور AM

۱ فانکشن ژنراتور AF را طبق شکل زیر به ورودی بیس ترانزیستور نوسان‌ساز متّصل کنید.



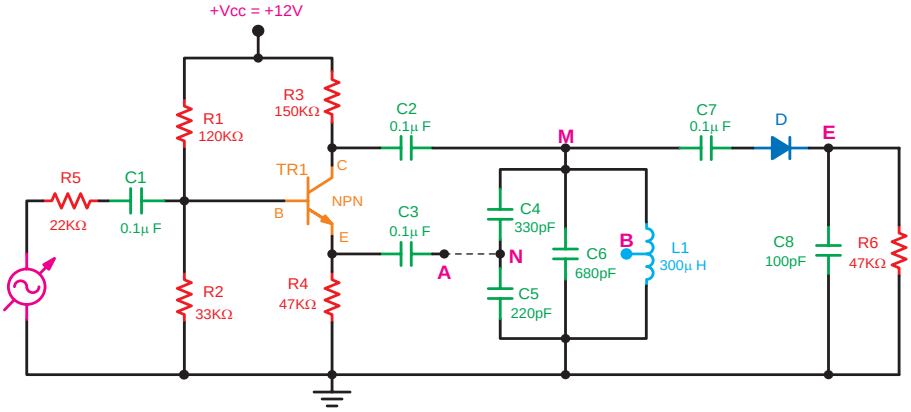
۲ بررسی کنید که آیا مدار، به نوسان درآمده است یا خیر؟ درصورتی‌که مدار دارای نوسان پایدار است، اسیلوسکوپ را روی محدودهٔ میلی‌ثانیه بیاورید به‌طوری‌که شکل موج سیگنال RF کاملاً فشرده و نورانی شود.
۳ خروجی فانکشن ژنراتور را روی یک کیلوهرتز قرار دهید.
۴ دامنهٔ سیگنال خروجی فانکشن ژنراتور را آن‌قدر افزایش دهید تا مدولاسیون ۵۰ درصد به‌وجود آید. یعنی Em=Ec شود. سپس شکل موج خروجی را رسم کنید.
۵ دامنهٔ سیگنال AF را افزایش دهید تا مدولاسیون صد درصد به‌وجود آید، یعنی شود. سپس شکل موج خروجی را رسم کنید.
۶ درصد مدولاسیون را از روی شکل موج رسم شده اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.
۷ ذوزنقه مدولاسیون را برای مدولاسیون ۵۰ درصد و صد درصد به‌دست آورید
۸ درصد مدولاسیون را از روی ذوزنقه مدولاسیون اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.
۹ مقادیر به‌دست‌آمده در مراحل بالا را مقایسه کنید. آیا مقادیر باهم مطابقت دارند؟ شرح دهید.
۱۰ فانکشن ژنراتور AF را روی موج مربعی با فرکانس ۱kHz قرار دهید و درصد مدولاسیون را روی ۵۰ درصد بگذارید. شکل موج خروجی را روی نموداری ترسیم کنید.
۱۱ شکل موج‌های نشان داده‌شده در نمودارهایی ترسیم کرده و با هم مقایسه و نتایج حاصل را تشریح کنید.
۱۲ فانکشن ژنراتور AF را روی فرکانس یک کیلوهرتز مثلثی قرار دهید و شکل موج خروجی را با مدولاسیون ۵۰ درصد و صد درصد روی نمودار رسم کنید.

ج) آشکارسازی سیگنال مدوله‌شده و مقایسهٔ آن با سیگنال ورودی

۱ فانکشن ژنراتور AF را روی سیگنال سینوسی با فرکانس یک کیلوهرتز قرار دهید و دامنهٔ مدولاسیون ۵۰درصد باشد.

۲ منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را خاموش کنید.

۳ مدار آشکارساز را طبق شکل زیر به مدار شکل قبل اضافه کنید. توجه داشته باشید که در این آزمایش، وارد اصول آشکارسازی نخواهید شد و هدف، مقایسهٔ سیگنال ورودی مدولاتور و خروجی آشکارساز است.



برای مشاهده شکل موج آشکار شده مناسب در اسیلسکوپ‌های مختلف می‌توان از خازن مناسب دیگری به جای خازن C_8 (به طور مثال ۱ nF) استفاده کرد.

۴ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به دو سر سیگنال ژنراتور AF و پروب کانال ۲ را به خروجی آشکارساز (نقطهٔ E) متصل کنید. سپس منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را روشن کنید.

۵ شکل موج خروجی و ورودی را رسم کنید. شکل موج‌های رسم شده را باهم مقایسه کنید. آیا دو سیگنال کاملاً شبیه هم هستند؟ شرح دهید.

۶ درصورتی‌که پاسخ مرحلهٔ ۵ منفی باشد، باید مراحل آزمایش را تکرار کنید. یادآور می‌شود که این سیگنال‌ها ازنظر دامنه، متفاوت‌اند ولی ازنظر شکل موج و فرکانس، باید کاملاً مشابه باشند.

تحقیق کنید

جدول زیر را تکمیل کنید.

۱ـ مدولاتور مورد آزمایش چه نوع مدولاتوری است؟	
۲ـ صافی (فیلتر) مدار آشکارساز چه نوع فیلتری است؟	
۳ـ شکل موج ورودی آشکارساز و خروجی آن را رسم کنید؟	
۴ـ آیا موج خروجی آشکارشده دارای ولتاژ DC است یا خیر؟	
۵ـ چنان چه جهت دیود آشکارساز عوض شود شکل موج خروجی آشکارشده چگونه است؟ آن را رسم کنید.	

تحقیق کنید

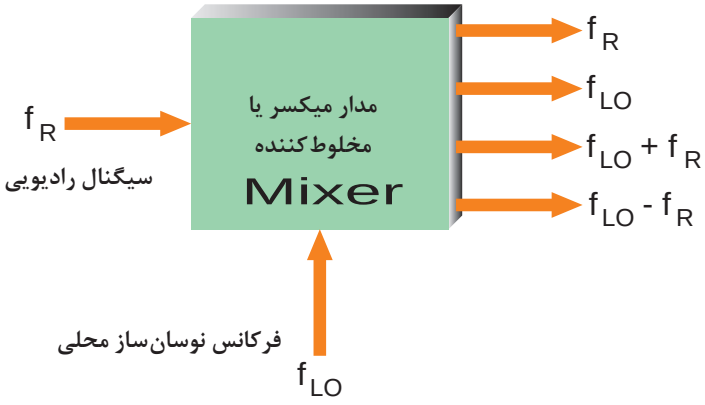
در مورد مدولاتور و آشکارساز AM و کاربرد آنها تحقیق کنید.

فیلم

فیلم مربوط به مخلوط‌کننده‌ها را مشاهده کنید.

مخلوط‌کننده (mixer)

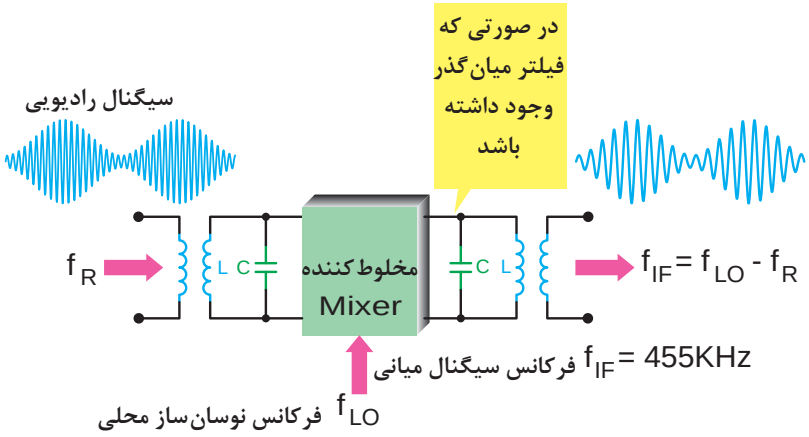
میکسر یا مخلوط‌کننده مداری است که دو سیگنال سینوسی را درهم ضرب می‌کند و از ضرب دو سیگنال چهار فرکانس ظاهر می‌شود. در شکل ۴۱، بلوک دیاگرام مخلوط‌کننده و فرکانس‌های ورودی و خروجی آن،نشان داده‌شده است.



شکل۴۱ـ بلوک دیاگرام مخلوط‌کننده

معمولاً با قرار دادن یک فیلتر میان‌گذر (مدار هماهنگ LC) فرکانس تفاضل (FLO_FR) را از سایر فرکانس‌ها جدا می‌کند.

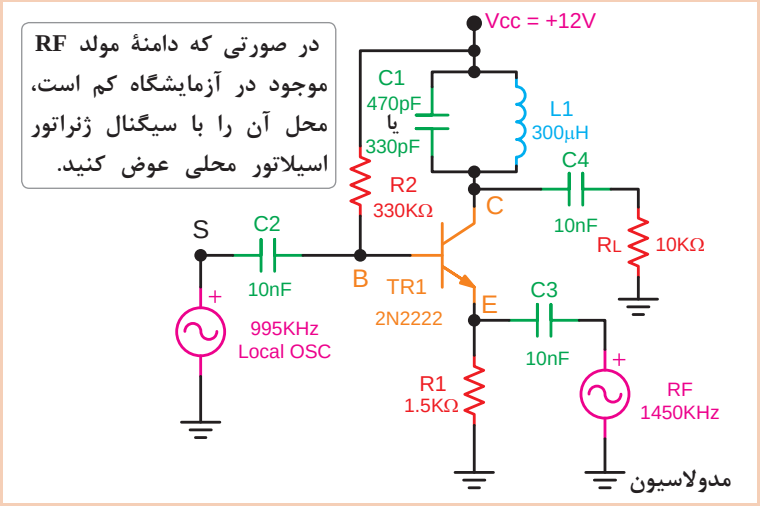
در رادیو معمولاً از مدار مخلوط‌کننده برای تبدیل فرکانس ایستگاه رادیویی RF به فرکانس IF، که برابر با ۴۵۵ کیلوهرتز است، استفاده می‌کنند. شکل۴۲ بلوک دیاگرام مخلوط‌کننده و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن را نشان می‌دهد.



شکل۴۲ـ امواج ورودی و خروجی مخلوط‌کننده

فعالیت کارگاهی

۱ مدار شکل زیر را بروی برد برد ببندید.



۲ به کمک مولتی متر مقادیر DC، Ve، VC، Vb را اندازه‌گیری کنید و مقادیر را یادداشت کنید.

۳ سیگنال خروجیRF را روی مدولاسیون داخلی و فرکانس ۱۴۵۰ کیلوهرتز و m=۰/۴ و دامنه ۲۰۰M_v تنظیم کنید، هم‌چنین خروجی ژنراتور AF را روی دامنه ۲۰۰M_v پیک تاپیک و فرکانس ۹۹۵ کیلوهرتز قرار دهید. سپس با سیم‌های مناسب آنهارابه مدار اتصال دهید. برای به‌دست آوردن بهترین حالت، مقدار دامنه و فرکانس سیگنال ژنراتور را تغییر دهید.

۴ دوسر مقاومت بار RL را به ورودی اسیلوسکوپ متصل کنید. فرکانس سیگنال ژنراتور RF را به‌گونه‌ای تغییر دهید که سیگنال خروجی را با حداکثر دامنه درروی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. در صورت نیاز مقدار دامنه ورودی‌ها را تغییر دهید تا بهترین حالت (فرکانس موج مدوله‌شده AM با فرکانس IF بدون اعوجاج) به‌دست آید. مدار زمانی به‌طور صحیح کار می‌کند که با قطع کردن هر یک از ورودی‌ها،خروجی IF حذف شود.

۵ شکل موج‌های نقاط C،E،S را، به ترتیب با اسیلوسکوپ مشاهده کنید. سپس آنها را بر روی نمودار رسم کنید.

۶ شکل موج‌ها را باهم مقایسه کنید. آیا عمل مخلوط‌کنندگی انجام‌شده است؟ توضیح دهید.

تحقیق کنید

در مورد مخلوط‌کننده‌ها و کاربرد آنها تحقیق کنید.

جدول ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری تکنیک‌های مخابراتی	بررسی وسایل و قطعات مخابراتی	بستن مدارهای مخابراتی و تجزیه‌وتحلیل آنها	بالاتر از حدّ انتظار	۱ قطعات مخابراتی و طرز کار آنها را بررسی نماید. ۲ بررسی انواع فیلترها وکار برد آنها در مدارهای مخابراتی. ۳ کار با مدارهای مدولاسیون و نوسان‌ساز و مخلوط کننده‌ها. ■ هنرجو، توانایی بررسی همهٔ شاخص‌ها را داشته باشد.	۳
	عملکرد مدارهای مخابراتی		در حدّ انتظار	۱ قطعات مخابراتی و طرز کار آنها را بررسی نماید. ۲ بررسی انواع فیلترها و کاربرد آنها در مدارهای مخابراتی. ۳ کار با مدارهای مدولاسیون و نوسان‌ساز و مخلوط کننده‌ها. ■ هنرجو، توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدّ انتظار	۱ قطعات مخابراتی و طرز کار آنهارا بررسی نماید. ۲ بررسی انواع فیلترها و کاربرد آنها در مدارهای مخابراتی. ۳ کار با مدارهای مدولاسیون و نوسان‌ساز و مخلوط کننده‌ها. ■ هنرجو، توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری تکنیک‌های مخابراتی

۱ـ شرح کار:

- اجزای مخابراتی را بررسی نماید.
- انواع فیلترها را بررسی نماید.
- انواع مدولاسیون را بررسی نماید.
- انواع نوسان‌سازها را بررسی نماید.

۲ـ استاندارد عملکرد:

بررسی و تجزیه و تحلیل کردن مدارهای کاربردی مخابرات .

۳ـ شاخص‌ها:

بررسی کامل از مدارهای مخابراتی کاربرد آنها

۴ـ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کلاس مناسب همراه با پرده‌نگار باشد.

ابزار و تجهیزات:

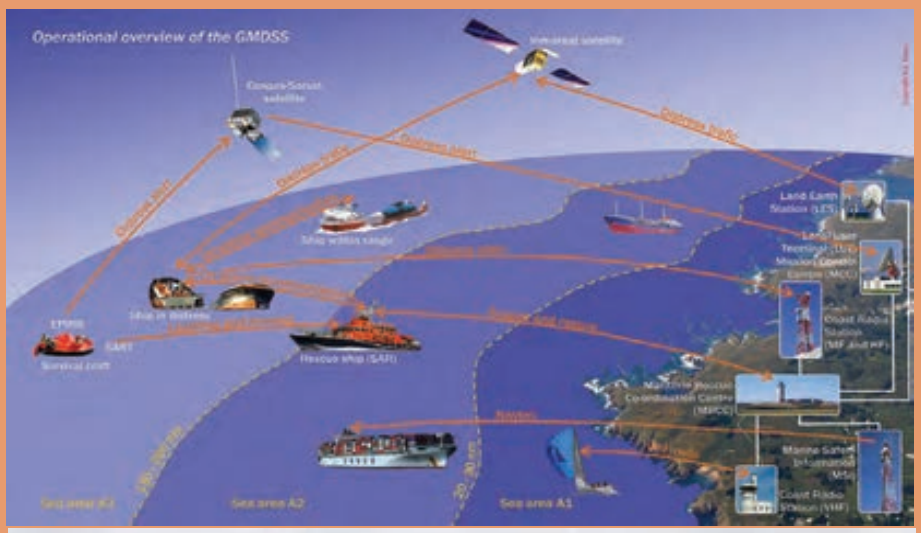
۵ـ معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	کار قطعات مخابراتی و کار با آنها	۲	
۲	کار با انواع فیلترها و تجزیه و تحلیل آنها	۱	
۳	کا ر با انواع مدولاسیون‌ها و کاربرد آنها	۱	
۴	کار با انواع نوسان‌سازها و کاربرد آنها	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر ۴ـ اخلاق حرفه‌ای		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.

پودمان ۵

کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS



واحد یادگیری ۵

سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی

آیا تاکنون پی برده‌اید

- دریانوردان در هنگام مواج شدن با خطر، چگونه درخواست کمک می‌کنند؟
- سامانه‌های الکترونیکی، چگونه می‌توانند به دریانوردان حادثه‌دیده، کمک کنند؟
- دریانوردان برابر استانداردهای جهانی، چه تجهیزات ایمنی الکتریکی بایستی به همراه داشته باشند؟

استاندارد عملکرد

- هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی موسوم به GMDSS بوده و می‌کوشد تا هنرجویان چگونگی کار با این سامانه، سرویس، نگهداری و آماده‌به‌کار نگه‌داشتن تجهیزات و دستگاه‌های متعلق به این سامانه را فرابگیرند.

شکل ۱ــ کشتی در وضعیت اضطراری

GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)

سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی GMDSS به‌منظور فراهم آوردن مخابرات و شبکه موقعیت‌یابی جهانی برای دریانوردان توسعه داده‌شده است به‌گونه‌ای که هر دریانورد با کمترین دانش مخابراتی توانایی کاربری آن را داشته باشد. همچنین توانمندی ارائه یک سیستم قابل‌اعتماد هماهنگ به‌منظور هشدار دهی، جست‌وجو و نجات (SAR) را فراهم آورد.

سامانه GMDSS از ملزومات اولیه برای تمامی دریانوردان هست که تک تک عناصر این سامانه با احتمال بسیار بالا هر دریانورد را در آینده تحت تأثیر قرار خواهد داد. به‌طور سنتی سیستم وضعیت اضطراری و هشدار، که توسط کنوانسیون بین‌المللی ایمنی بقا در دریا (SOLAS) تعریف‌شده است، که این سیستم بر حول محور بگوش بودن مداوم تمامی شناورها بر روی یک بسامد ایستگاه رادیویی زمینی بنا گذاشته‌شده است. این بسامدها عبارت‌اند از:

- بسامد ۵۰۰KHz در باند متوسط MF .
- بسامد ۲۱۸۲KHz در باند متوسط MF .
- کانال ۱۶ باند VHF.

تمامی این بسامدهای به‌عنوان کانال‌های بین‌المللی فراخوانی در شرایط اضطراری اختصاص داده‌شده‌اند.

در گذشته، دستگاه‌های رادیویی که بر روی شناور نصب می‌شدند به نوع شناور و به ماهیت سفر دریایی که برای آن شناور تعریف‌شده بود، بستگی داشته و مانند آنچه که برای سامانه GMDSS تعریف‌شده است، به منطقه جغرافیایی که دریانوردی در آن صورت می‌گرفت ارتباطی نداشتند. ازآنجاکه برابر SOLAS، کمترین فاصله برای رسیدن به برد دستگاه‌های رادیویی شناور، ۱۵۰ مایل دریایی تعریف‌شده بود، ازاین‌رو کمک کشتی‌ها به یک شناور که در حالت اضطراری قرار داشت، تنها در فاصله کمتر ۱۵۰ مایل دریایی ممکن بود. درحالی‌که ارتباط رادیویی در فواصل بالا توسط سامانه GMDSS آسان‌تر شده است. به‌طور سنتی، تمامی شناورهای بالای ۱۶۰۰ تُن از دو روش دستی جهت هشدار در مواقع اضطراری استفاده می‌کنند:

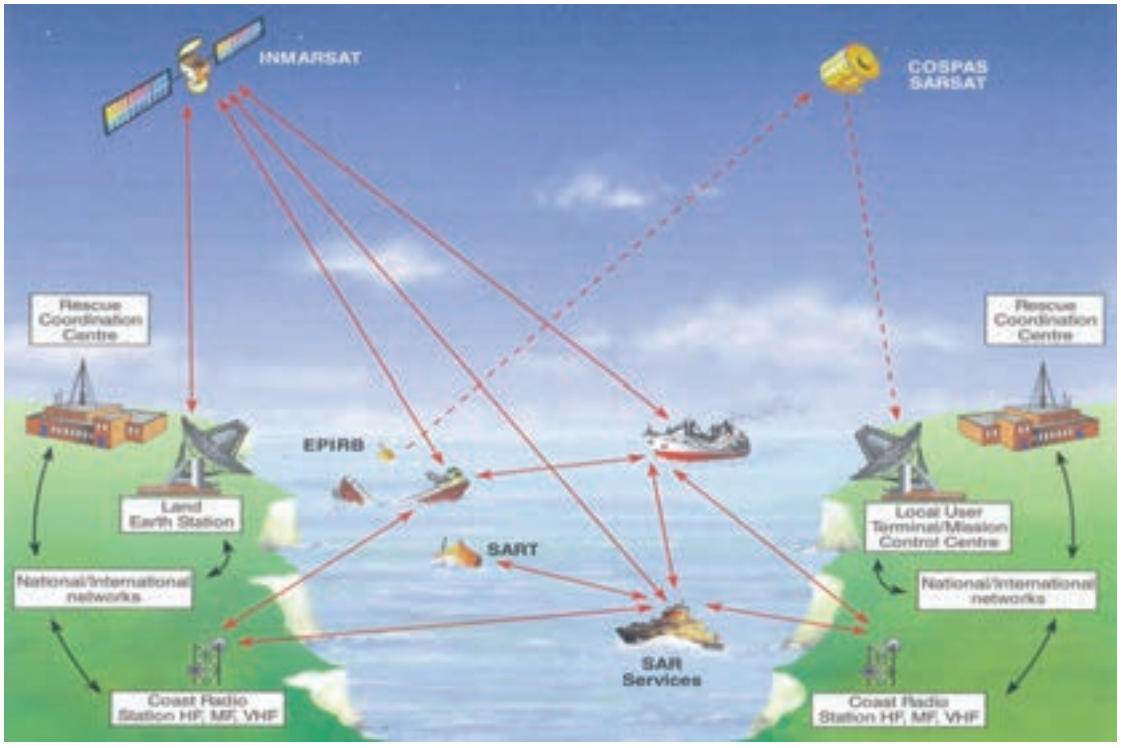
- ارسال پیام تلگراف با کدهای مُرس در بسامد ۵۰۰ KHz باند MF.
- ارتباط رادیویی در بسامد ۲۱۸۲ KHz یا ۱۵۶٫۸ MHz باند VHF (کانال ۱۶)

این دو سیستم ها دارای عیب اساسی بودند.

برای ارسال هشدار از طریق سیستم تلگراف، نیازمند کاربران آموزش‌دیده مورس در ردهٔ بالا بودند تا توانایی ارسال پیام در ترافیک بالای بسامد ۵۰۰Khz را داشته باشند. این امر مستلزم آن بوده که هر شناور یک افسر ویژه مخابرات به همراه داشته باشد که این هم موجب تقبل هزینه‌های روزافزون بود. ازآنجاکه کشتی‌های اغلب در برقراری ارتباط در فواصل بالا، دچار مشکل بودند، ازاین‌رو مخابرات ماهواره‌ای به‌صورت فزاینده‌ای در دریانوردی‌های بین‌المللی مورداستفاده قرار گرفت.

شکل ۲ــ کشتی و بالگرد جست‌وجو و نجات (SAR:Search And Resque)

پیشرفت سریع مخابرات ماهواره‌ای و فناوری دیجیتال، تأثیر زیادی بر استفاده آسان و قابلیت اطمینان تجهیزات دریایی داشت. مخابرات ماهواره‌ای، با بهره‌گیری از سیستم بسیار عالی Inmarsat، جهت استفاده دریانوردان از شبکه رادیویی جهانی به هنگام بروز شرایط اضطراری، دسترسی تقریباً سریعی را فراهم آورده است. همچنین بایستی توجه داشت، اگرچه سیستم ماهواره‌ای، مخابرات جهانی آنی را فراهم آورده است ولی این بدان معنی نیست که آنها فقط از شبکه رادیویی سیستم GMDSS برای هشدار شرایط اضطراری بهره می‌برند. ممکن است کشتی‌ها از روش‌های سنتی مخابرات بسامد بالای ایستگاه‌های زمین نیز استفاده کنند. در جریان مبحث GMDSS در سازمان بین‌المللی دریانوردی، این سازمان دستورالعمل بیان‌کننده نیازمندی‌های سامانه را منتشر کرد.



شکل ۳ـ سامانه GMDSS

مفهوم اولیه سامانه GMDSS، مسئولیت جست‌وجو و نجات (SAR) ساحلی می‌باشد. طی دریانوردی در مواجهه سریع با سوانح، بایستی به‌سرعت در خصوص هرگونه حادثه اضطراری که به وجود آمده است هشداردهی کرد. سپس آنها می‌توانند در یک عملیات جست‌وجو و نجات هماهنگ، با کمترین تأخیر، به‌منظور کمک به حادثه دیدگان اقدام نمایند. این اساس‌نامه به (۹) نه اصل از توابع معین مخابرات سوق داده می‌شود:

۱ هشدار اضطراری کشتی به ساحل: ارسال هشدار اضطراری کشتی به ساحل، بایستی حداقل به دو روش جداگانه مستقل انجام گیرد به‌گونه‌ای که هریک از آن روش‌ها از سرویس مخابرات رادیویی متفاوتی استفاده کرده باشند.

۲ دریافت هشدار اضطراری ساحل به کشتی.

۳ ارسال و دریافت هشدارهای اضطراری کشتی به ساحل.
۴ ارسال و دریافت پیام‌های مخابراتی هماهنگ جست‌وجو و نجات.
۵ ارسال و دریافت پیام‌های مخابراتی درصحنه.
۶ ارسال و دریافت سیگنال‌های موقعیت‌یابی. (فرستنده‌های راداری و تجهیزات استاندارد رادارهای ناوبری)
۷ ارسال و دریافت پیام‌های ایمنی دریایی.
۸ ارسال و دریافت پیام‌های مخابرات رادیویی عمومی از شبکه‌های رادیویی ایستگاه‌های ساحلی.
۹ مخابرات دوطرفه پل به پل.

تحقیق کنید

متولی سامانه GMDSS در کشور عزیزمان ایران چه ارگان یا سازمانی است؟

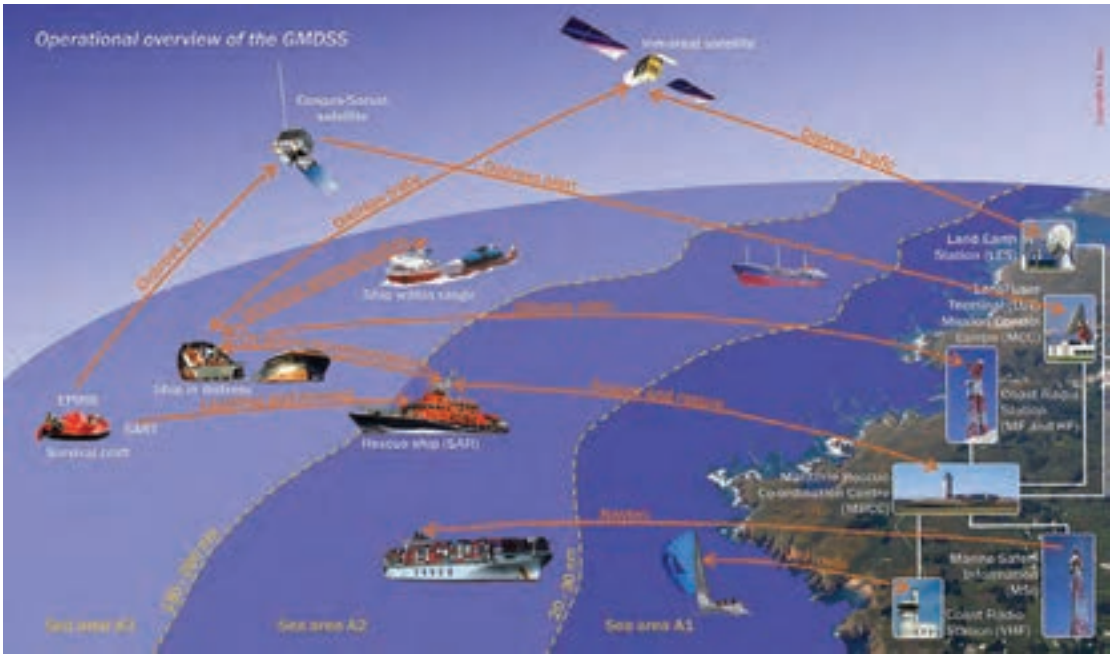
سازمان بین‌المللی دریانوردی، تجهیزات مخابرات رادیویی را که هر کشتی بسته به نوع و محل مأموریت در دریا باید به همراه داشته باشد و در زمان اضطرار، برابر دستورات (۹) نه‌گانه بالا ملزم به استفاده از آنها می‌باشد را مشخص کرده است.

مفهوم اولیه سامانه GMDSS در شکل ۳ به تصویر کشیده شده است. تصویر نشان می‌دهد، شناوری که در حالت اضطراری قرارگرفته است، به‌طور مؤثری در داخل شبکه رادیویی مرکب از تعداد زیادی زیرسیستم به‌هم‌پیوسته قرارگرفته است. اگر سانحه یا حادثه به‌درستی توسط تجهیزات رادیویی سامانه GMDSS پوشش داده شود، قابلیت هشداردهی و پیام‌رسانی با حوزه وسیعی از سایر ایستگاه‌های رادیویی را فراهم خواهد آورد. از این طریق، یک عملیات جست‌وجو و نجات متکی بر مرکز نجات هماهنگ ایجاد خواهد کرد. شناوری که در حالت اضطراری قرارگرفته باشد، معمولاً در موقعیتی نخواهد بود که بتواند از همه اجزای سیستم GMDSS نشان داده‌شده استفاده کند. سیستم مورداستفاده توسط کشتی در حالت اضطرار، بستگی به محدوده بُرد تجهیزات رادیویی نصب‌شده بر روی شناور دارد که آن نیز به‌نوبه خود وابسته به منطقه جغرافیایی دریانوردی کشتی می‌باشد. چهار منطقه دریایی توسط سازمان بین‌المللی دریانوردی به‌منظور برقراری ارتباط مخابراتی در شبکه رادیویی سیستم GMDSS تعیین گردیده است.

تقسیم‌بندی نواحی دریایی

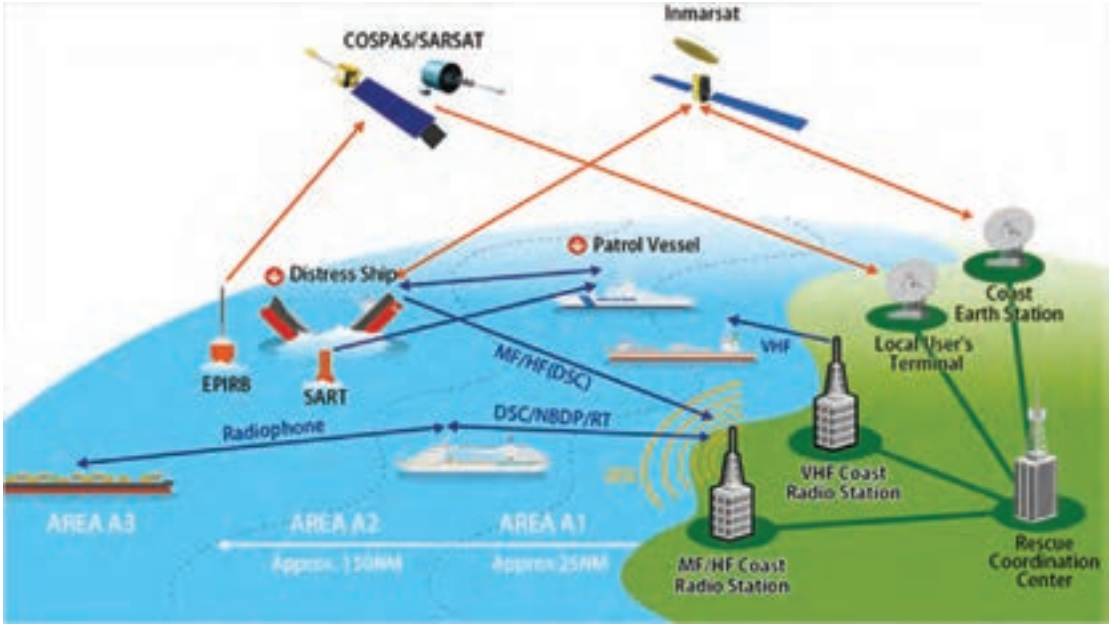
ضمن اینکه بایستی به خاطر داشته باشیم که سامانه GMDSS درمجموع یک سیستم جهانی بوده و ضرورت ندارد همه کشتی‌ها تجهیزات مخابراتی سامانه GMDSS با حداکثر برد رادیویی را به همراه داشته باشند. نوع تجهیزات رادیویی هر شناور، با توجه به منطقه عملیاتی که از سوی شناور اعلام می‌شود، تعیین می‌گردد. این نواحی به شرح زیر می‌باشند:

ناحیه A۱: در محدوده مخابرات رادیویی، ایستگاه ساحلی باند VHF که سیستم هشداردهی مداوم باقابلیت صدازدن انتخابی دیجیتال (DSC) را فراهم می‌آورد. این محدوده حدود ۲۰ تا ۳۰ مایل دریایی از ساحل را دربرمی‌گیرد. ازآنجاکه هزینه فراهم آوردن تعداد زیادی از ایستگاه‌های رادیویی VHF در خط ساحلی بالا می‌باشد، بسیاری از کشورها نسبت به تأسیس ایستگاه‌های ناحیه A۱ اقدام نمی‌کنند. این بدان معنی است که کشتی‌هایی که در این ناحیه تردد می‌نمایند، بایستی با تجهیزات مختص ناحیه A۲ پوشش داده شوند.



شکل ۴ــ تقسیم‌بندی نواحی دریانوردی

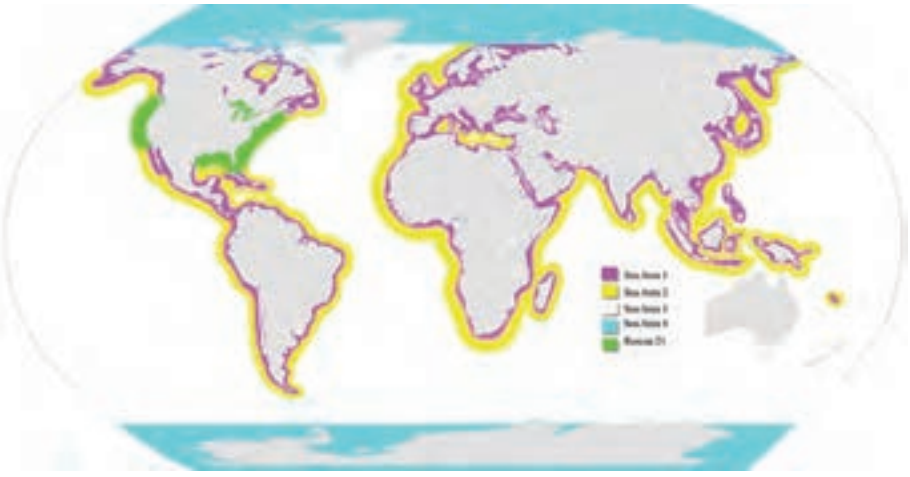
ناحیه A۲: در محدوده مخابرات رادیویی ایستگاه ساحلی باند متوسط MF که سیستم هشداردهی اضطراری باقابلیت تماس بر پایه گزینش دیجیتالی (DSC: Digital Selective Calling) را فراهم می‌آورد. این محدوده حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ مایل دریایی از ساحل را دربرمی‌گیرد.



شکل ۵ــ تقسیم‌بندی نواحی دریانوردی

ناحیه A۳: این ناحیه شامل محدوده تحت پوشش ماهواره‌های سیستم Inmarsat بوده و هشدار دهی مداوم را فراهم آورده است. این محدوده تقریباً تمام سطح کره زمین بین عرض جغرافیایی ۷۵° شمالی و ۷۵° جنوبی را در برمی‌گیرد. از طرفی تمام سطح کره زمین برای آن دسته از شناورهایی که سیستم ماهواره‌ای کشتی ـ ساحل را انتخاب ننموده‌اند، از مخابرات باند HF استفاده می‌کنند.

ناحیه A۴: تمام مناطق باقیمانده از سطح زمین، خارج از نواحی تحت پوشش ماهواره‌های Inmarsat که نواحی قطبی نامیده می‌شوند.



شکل ۶ـ تقسیم بندی نواحی دریایی و مناطق تحت پوشش سامانه اینمارسَت

نیازمندی‌های تجهیزات قابل‌حمل با کشتی

تمام شناورهای بالای ۳۰۰ تن که تابع مقررات سیستم GMDSS فعالیت می‌کنند، بایستی حداقل تجهیزات مخابراتی زیر را بر روی کشتی فراهم آورند:

۱ نصب رادیو VHF به‌منظور فراهم آوردن مخابرات بر روی کانال‌های ۱۳ و ۶ به همراه تجهیزات هشداردهی DSC بر روی کانال ۷۰.

۲ تعداد یک دستگاه گیرنده جهت مراقبت و نظارت DSC بر روی کانال ۷۰.

۳ تعداد دو دستگاه فرستنده راداری SART که بر روی بسامد ۹ GHz باند دریایی اقدام به ارسال پیام می‌کنند.

۴ تعداد یک دستگاه گیرنده NAVTEX

۵ جایی که دستگاه NAVTEX فراهم نشده باشد، یک دستگاه گیرنده برای دریافت اطلاعات ایمنی دریایی، که از سیستم فراخوان جمعی بهینه‌شده Inmarsat برای شناوری که در نواحی تحت پوشش Inmarsat دریانوردی می‌کند.

۶ دستگاه EPIRB ماهواره‌ای باقابلیت فعال‌سازی خودکار یا دستی برای شناوری آزاد.

۷ تعداد دو (سه دستگاه برای شناورهای بالای ۵۰۰ تن) رادیو VHF ضد آبِ دستی به‌منظور ارتباط مخابراتی درصحنه.

۸ ارتباط مخابراتی باند MF بر روی بسامد ۲۱۸۲ Khz (تا سال ۱۹۹۹)

سایر تجهیزاتی که کشتی به آن تجهیز می‌گردد، به نواحی جغرافیایی که دریانوردی در آن صورت می‌گیرد، بستگی دارد. این تجهیزات ممکن است در محلی از پل فرماندهی یا محل‌های ریموت نصب شوند. بااین‌وجود ملزومات مقررات و اساسنامه‌های سیستم GMDSS که قابلیت انتشار هشدارهای اضطراری را داشته باشند، بایستی درجایی پیش‌بینی گردد که شناور بتواند مأموریت ناوبری متعارف خود را به‌درستی و بدون ایجاد اختلال، انجام دهد. این معمولاً بدان معنی است که تجهیزاتی مانند رادیوهای MF، HF، VHF و تجهیزات SES امکان دارد به‌صورت ریموت از پل فرماندهی کنترل گردند. زمانی که تعدادی رادیو بر روی شناور نصب گردیده است، برای ساده‌سازی ارسال هشدارهای اضطراری، ممکن است سیستم کنترل پیام‌های اضطراری (DSC) در موقعیت‌های ناوبری و یا مانور نصب می‌شود.

شکل ۷ـ دستگاه NAVTEX از تجهیزات GMDSS

بیشتر بدانید

ارسال هشدار اضطراری از وظایف اولیه هر کاربر سیستم مخابراتی در شرایط قریب‌الوقوع اضطراری می‌باشد. برابر الزامات سیستم GMDSS هر شناور بایستی قادر باشد تا با استفاده از حداقل دو روش مستقل نسبت به ارسال پیام وضعیت اضطراری کشتی به ساحل اقدام نماید.
دو دستگاهی که به این منظور به کار گرفته می‌شوند باید منبع تغذیه مستقل داشته باشند. در اغلب موارد، هشدار اولیه از طریق پایانه مخابراتی اصلی کشتی صورت می‌گیرد.

ارسال و دریافت پیام با استفاده از سیستم ماهواره‌ای و HF در ناحیه دریایی A۳، در مرحله دوم هشداردهی، اگر نیاز باشد، با استفاده از دستگاه EPIRB یا سایر پایانه‌های مخابراتی کشتی انجام می‌شود. ازآنجاکه شناورهای مختلف دستگاه‌های متفاوتی را بر روی خود نصب می‌کنند، ازاین‌رو مشخص کردن یک روش یا یک دستگاه ویژه برای تمام شناورها غیرممکن است.

شکل ۸ــ تجهیزات GMDSS در کشتی

کار در منزل

تمامی مراکز و ایستگاه‌های زمینی که در سامانه GMDSS فعالیت می‌کنند را نام برده و وظیفه آنها را به اختصار شرح دهید.

به‌طورکلی دستگاه‌های مخابراتی و تجهیزات GMDSS ضروری هر شناور در نواحی مختلف دریایی به‌صورت جدول شماره ۱ است:

جدول ۱ــ تجهیزات GMDSS مورد نیاز برای نواحی مختلف دریایی

	ناحیه دریایی	A۱	A۲	A۳ Inmarsat	A۳ HF/MF	A۴
عنوان دستگاه	تصویر دستگاه	حداکثر ۲۰ ~ ۳۰ کیلومتر	حداکثر ۱۵۰ ~ ۲۰ کیلومتر	حداکثر ۷۵° شمالی ۷۵° جنوبی		فراتر از N ۷۵° S ۷۵°
VHF دستی ضد آب		۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه	۲ یا ۳ دستگاه
ست رادیو VHF ثابت باقابلیت DSC		۲ دستگاه	۲ دستگاه	۲ دستگاه	۲ دستگاه	۲ دستگاه
ست رادیو MF/HF ثابت باقابلیت DSC		—	۲ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۲ دستگاه
EPIRB		۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه
SART		۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه	۱ یا ۲ دستگاه
NAVTEX		۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه
INMARSAT C		—	—	۲ دستگاه	۱ دستگاه	۱ دستگاه

تجهیزات GMDSS

معرفی دستگاه EPIRB (Emergency Position Indicating Radio Beacons)

دستگاه EPIRB به‌عنوان رادیو مشخص‌کننده موقعیت در شرایط اضطراری، در هنگام استفاده به دو صورت دستی و خودکار فعال شده و شروع به ارسال یک سیگنال دیجیتال می‌کند که در کوتاه‌ترین زمان توسط ماهواره‌های مربوطه دریافت می‌شود. برابر دستورالعمل‌های سامانه GMDSS این دستگاه سیگنال خود را بر روی بسامد ۴۰۶٫۵ MHz ارسال می‌نماید. این بسامد به‌صورت جداگانه به‌عنوان بسامد جهانی شرایط اضطراری اختصاص داده‌شده است. امروزه دستگاه‌های EPIRB سیگنالی را نیز با توان پایین‌تر بر روی بسامد ۱۲۱٫۵ MHz ارسال می‌کنند که به گروه‌های جست‌وجو و نجات حاضر در منطقه امکان می‌دهد محل دستگاه فرستنده EPIRB را پیدا کنند.

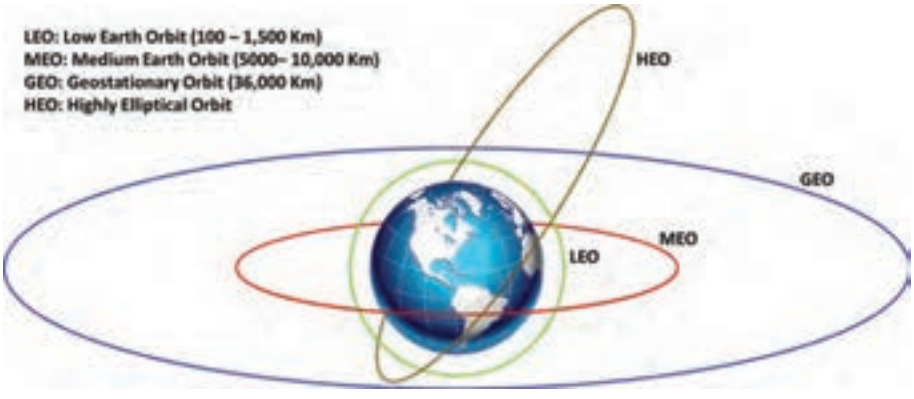
شناوری که در شرایط اضطراری بحرانی گرفتار شده است از دستگاه EPIRB به‌عنوان آخرین راه چاره از بین دستگاه‌های ایمنی کشتی استفاده می‌کند. در آخرین نمونه از دستگاه‌های EPIRB یک دستگاه GPS کار گذاشته‌شده است که به گروه‌های جست‌وجو و نجات این امکان را فراهم می‌آورد به نقطه دقیق کشتی گرفتارشده در شرایط اضطراری دست پیدا کنند.

عملکرد دستگاه EPIRB

زمانی که دستگاه EPIRB فعال می‌شود، اطلاعاتی از کشتی گرفتارشده در شرایط اضطراری را توسط سیگنال رمز شده بر روی بسامد ۴۰۶٫۵ MHz ارسال می‌نماید. این سیگنال توسط سیستم ماهواره‌های SARSAT_COSPAS دریافت می‌شود. این سیستم از دو نوع ماهواره مختلف بهره می‌برد.

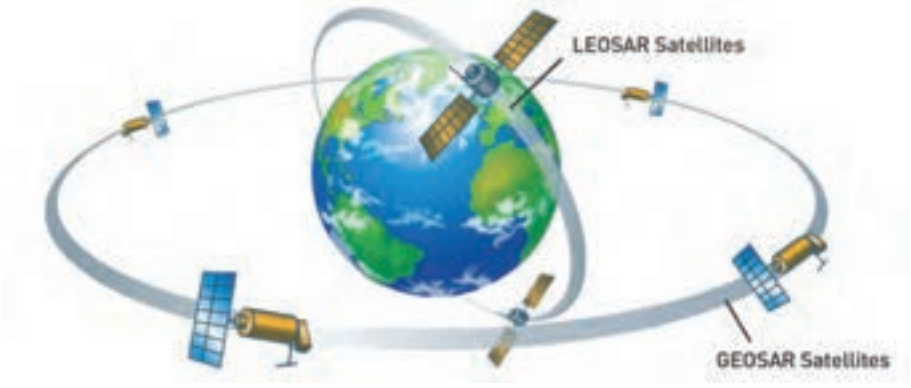
۱ GEOSAR: ماهواره‌های جست‌وجو و نجات زمین آهنگ یا زمین‌ایستا.

۲ LEOSAR: ماهواره‌های جست‌وجو و نجات نزدیک زمین.



شکل ۹ــ مدار ماهواره‌های اطراف زمین

به‌محض فعال شدن EPIRB، سیگنال ارسالی بلافاصله توسط ماهواره‌های GEOSAR شناسایی‌شده و پیام هشدار به مرکز کنترل مأموریت‌های دریایی (MCC: Mission Control Center) ارسال می‌گردد. با توجه به مکانیسم مدار چرخش ماهواره‌های GEO تنها در زمان حرکت نزولی ماهواره‌ها، این سیستم قادر به دریافت اطلاعات ارسالی از EPIRB نبوده و به دنبال آن‌هم نخواهد توانست به‌درستی موقعیت سیگنال ارسالی را مشخص کند. در این حالت فقط زمانی امکان موقعیت‌یابی EPIRB وجود دارد که دستگاه مجهز به GPS باشد وگرنه تعیین موقعیت کشتی که در خط است امکان‌پذیر نخواهد بود.



شکل ۱۰ـ ماهواره‌های جست‌وجو و نجات

این زمانی است که ماهواره‌های LEO وارد عمل می‌شوند. زمانی که ماهواره‌های LEO از بالای سر دستگاه EPIRB فعال‌شده، عبور می‌کنند، نه‌تنها قادر خواهند بود اطلاعاتی که ماهواره‌های GEO دریافت می‌کردند، دریافت کند، بلکه این توانمندی را نیز دارند که با پردازش داپلر سیگنال‌های ارسالی از دستگاه EPIRB موقعیت آن را نیز تعیین کنند. سرانجام این اطلاعات به MCC ارسال می‌گردد تا پس از پردازش، موقعیت دستگاه EPIRB محاسبه و مشخص گردد.

تحقیق کنید

مراکز MCC و MRCC چه مراکزی هستند؟

تعداد ماهواره‌های سیستم SARSAT_COSPAS این امکان را فراهم می‌آورد تا در کمتر از یک ساعت این سیستم به پوشش جهانی دست پیدا کند.

زمانی که اطلاعات موقعیت EPIRB در MCC محاسبه شد، این اطلاعات در اختیار MRCC مربوطه قرار داده می‌شود تا این مرکز به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با تخصیص توانمندی‌ها موردنیاز، امکان عملیات جست‌وجو و نجات را فراهم آورد.

تقسیم‌بندی دستگاه‌های EPIRB

دستگاه‌های EPIRB با بسامد MHz ۴۰۶ مبتنی بر ماهواره به دو گروه تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱ گروه I دستگاه‌های EPIRB این قابلیت را دارند تا به‌صورت دستی یا خودکار فعال گردند. این نوع دستگاه‌ها در محفظه‌ای که به قفل هیدرو استاتیک مجهز شده و امکان شناور ماندن در آب را برای دستگاه فراهم می‌کند، نگهداری می‌شوند. زمانی که کشتی در آب غرق می‌شود، قفل هیدرو استاتیک این نوع از دستگاه‌های EPIRB معمولاً در عمق ۱ تا ۴ متری (Feet ۱۳ـ۳) آزادشده و دستگاه به‌صورت شناور در سطح آب قرار می‌گیرد.

شکل ۱۱ـ اجزای تشکیل دهنده دستگاه EPIRB

شکل ۱۲ـ دستگاه EPIRB پس از عملکرد قفل هیدرو استاتیک و فنر داخلی

در این حالت، حسگرهای حساس به آب موجب فعال شدن دستگاه شده و دستگاه شروع به ارسال سیگنال می‌کند. همچنین این نوع دستگاه را می‌توان به‌صورت دستی با فشار دادن (چرخاندن) کلید مخصوص، فعال کرد.

۲ گروه II دستگاه‌های EPIRB برای شناور ماندن روی آب طراحی نشده‌اند و بایستی به‌صورت دستی از براکت یا محفظه خود خارج شوند. به‌محض خروج از براکت، دستگاه می‌تواند با فشار دادن (چرخاندن) کلید مخصوص یا خیس شدن حسگرهای حساس به آب، فعال شود.

شکل ۱۳ـ اجزای مختلف دستگاه EPERB

در رأس تمام انواع دستگاه‌های EPIRB آن دسته از دستگاه‌هایی قرار دارند که به سامانه GPS مجهز شده‌اند. این نوع دستگاه‌ها به‌طور مداوم اطلاعات موقعیت خود را به واحدهای جست‌وجو و نجات ارسال می‌کنند و سریع‌تر نیز پاسخ دریافت می‌کنند.

دقت دستگاه‌های EPIRB

دقت ارسال اطلاعات موقعیت توسط دستگاه EPIRB نخست به نوع دستگاه بستگی دارد. دستگاه‌هایی که به GPS تجهیز نشده‌اند، بسته به ماهواره‌های سیستم SARSAT_COSPAS که از بالای دستگاه EPIRB عبور می‌کنند، دقتی در حدود چند مایل دریایی را دارند. مدل‌هایی از EPIRB که به GPS تجهیز شده‌اند، دقت استاندارد ۱۵ متر یا کمتر را دار می‌باشند.

کشتی‌های حامل دستگاه EPIRB

گذشته از اینکه برابر قانون، کشتی‌های تجاری بایستی دستگاه EPIRB به همراه داشته باشند، حداقل تاکنون اجباری برای حمل دستگاه EPIRB برای کشتی‌های تفریحی نبوده است. بسیاری از صاحبان کشتی‌های تفریحی با این تصور که کشتی آنها در آب‌های ساحلی (Inshore or Nearshore) دریانوردی می‌کنند و با احتساب هزینه‌ها از تأمین EPIRB و بهره‌برداری از آن امتناع می‌کنند.

ثبت دستگاه EPIRB

برابر قانون، بایستی اطلاعات دستگاه‌های EPIRB ثبت شود. زمانی که دستگاه EPIRB به‌درستی ثبت می‌شود، این امکان را برای نیروهای جست‌وجو و نجات فراهم می‌آورد تا در زمان وقوع هرگونه شرایط اضطراری، در کوتاه‌ترین زمان به کمک کشتی درخواست‌کننده بشتابند. علاوه بر این، زمانی که دستگاه EPIRB به‌طور ناخواسته فعال‌شده باشد، این امکان را فراهم می‌کند که ضمن تماس با مالک EPIRB مشخص گردد که آیا شرایط اضطراری به وجود آمده یا دستگاه به‌صورت تصادفی فعال‌شده است. برابر قوانین، اطلاعات ثبت‌شده EPIRB بایستی هر دو سال به‌روز شوند. در طول دو سال اگر تغییراتی در اطلاعات به‌وجود آید، بایستی به‌روزرسانی به‌موقع صورت پذیرد.

معرفی دستگاه SART (Search and Rescue Transponder)

دستگاه SART یک ترانسپوندر رادار باقابلیت ضد آب و شناور در آب است که به‌منظور استفاده در شرایط اضطراری تعبیه‌شده است. ترانسپوندرها تجهیزاتی هستند که در قبال دریافت سیگنال می‌توانند سیگنال متفاوت ارسال کنند.

شکل ۱۴ــ انواع دستگاه‌های RADAR SART

شکل ۱۵ـ انواع دستگاه‌های AIS SART

دستگاه SART برای استفاده در کشتی‌ها، قایق‌ها و قایق‌های نجات طراحی‌شده است. در حال حاضر تعداد دو نوع ترانسپوندر جست‌وجو و نجات یا SART به شرح زیر وجود دارد:

۱ AIS SART یا Automatic Identification System SART

۲ RADAR SART

ازآنجاکه نوع RADAR SART در اغلب کشتی‌های تجاری، غیرتجاری و قایق‌ها یافت می‌شود، به توضیح آن می‌پردازیم.

استفاده اصلی SART به این منظور است که کشتی، بالگرد یا هواپیمای نجات که به رادار باند X (رادار ناوبری معمولی) مجهز می‌باشد، بتواند با دنبال کردن اکوهای راداری برگشتی از SART به‌درستی و وضوح محل آن را بر روی صفحه رادار مشخص و نسبت به انجام عملیات امداد و نجات اقدام نماید.

مشخصه‌های RADAR SART

دستگاه SART یا ترانسپوندر جست‌وجو و نجات عموماً دارای مشخصه‌های زیر می‌باشد:

۱ یک سیلندر به طول ۳۳ سانتیمتر و قطر ۷٫۵ سانتیمتر (″۳ × ″۱۳ or ۷٫۵Cm × ۳۳Cm)

۲ وزن کل سیلند ۹۰۰ گرم یا ۲ پوند.

۳ رنگ زرد روشن یا نارنجی روشن.

۴ منبع تغذیه آن معمولاً تعداد ۲ عدد باتری لیتیوم با عمر مفید ۵ سال می‌باشد. عمر باتری‌ها در حال آماده‌به‌کار (Standby) به میزان ۹۶ ساعت و در حالت فعالیت فرستندگی مداوم بیش از ۸ ساعت می‌باشد.

کشتی‌های حامل دستگاه SART

سازمان جهانی دریانوردی IMO که اکثر کشورهای جهان آن را پذیرفته‌اند از تمامی کشورهای پایبند به کنوانسیون SOLAS می‌خواهد، در دریانوردی‌های بین‌المللی برابر جدول شماره ۲ از ترانسپوندر جست‌وجو و نجات استفاده نمایند:

جدول ۲ـ جدول تخصیص دستگاه SART به انواع کشتی‌ها

ظرفیت (تناژ)	شناور نمونه	تصویر	تعداد SART
۳۰۰ ـ ۵۰۰ GRT	Bulk Carrier		
Over ۵۰۰ GRT	Container Carrier		
RollOff ـ RollOn Passenger Vessels RoRo			

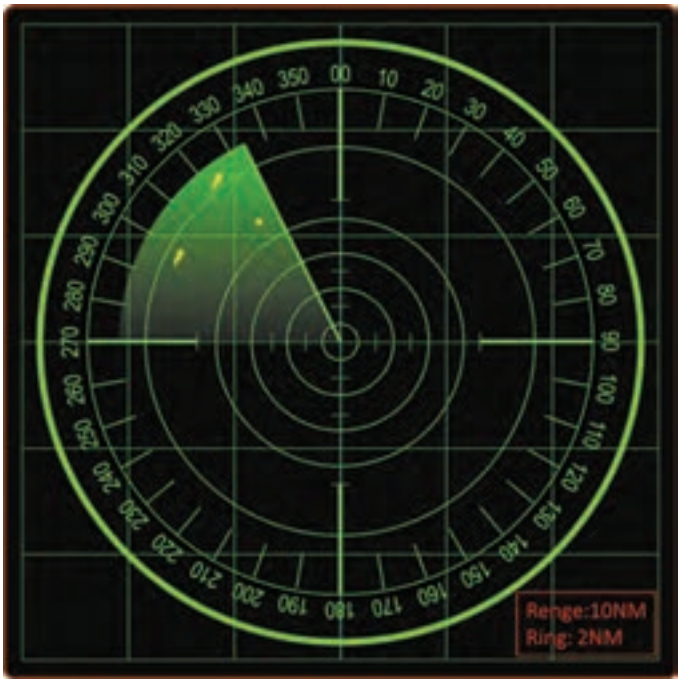
اغلب کشتی‌های تفریحی و لایف رفت‌ها با توجه نوع سازه خود که اغلب کوچک و از جنس فایبرگلاس، چوب یا لاستیک فشرده هستند، از اکوی راداری بسیار ضعیف برخوردار می‌باشند. زمانی که این نوع شناورها در هوای طوفانی و بارانی قرارگرفته باشند و یا کلاتر دریا بالا باشد، تقریباً آشکارسازی آنها توسط رادار سایر شناورها در فاصله مفید امکان‌ناپذیر خواهد بود. ازاین‌رو توصیه می‌شود که دستگاه SART به همراه داشته باشند.

فعالیت کارگاهی

یک دستگاه RADAR SART را در کلاس بازکرده و درخصوص قسمت‌های مختلف آن را بررسی کنید.

طرز عملکرد دستگاه SART

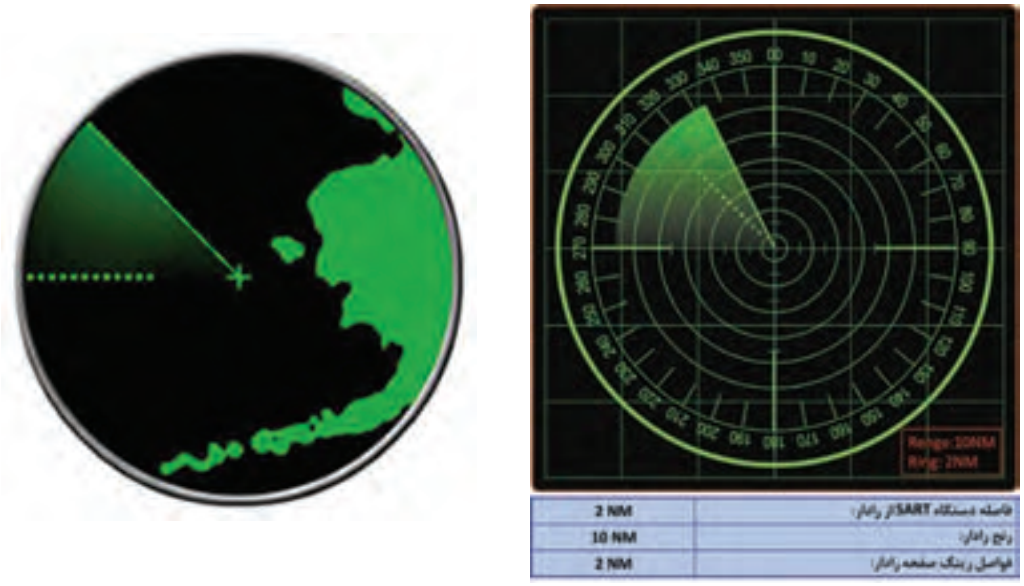
به‌طور ساده، رادارهای ناوبری اقدام به ارسال امواج رادیویی کوتاه از آنتن خود می‌کنند و فرصت می‌دهند تا اکوی بازتابیده شده برگشتی از هدف مجدداً به آنتن رادار برسد. محاسبه زمان رفت برگشت و جهت امواج برگشتی، فاصله و زاویه قرار گرفتن منعکس‌کننده امواج را بر روی صفحه رادار نمایش می‌دهد.



شکل ۱۶ـ صفحه رادار در حال جست‌وجو

دستگاه ترانسپوندر جست‌وجو و نجات SART، شامل گیرنده و فرستنده‌ای است که بر روی بسامد رادارهای ناوبری تنظیم‌شده است. زمانی که پرتو رادار ناوبری به دستگاه SART می‌رسد، گیرنده دستگاه SART سیگنال رادار را دریافت و با تولید و ارسال ۱۲ سیگنال تقویت‌شده تنها به فاصله چند میکروثانیه از هم، به آن پاسخ می‌دهد که نتیجه آن ایجاد ۱۲ نقطه بر روی صفحه رادار است. این عمل در هر بار اسکن شدن SART با پرتو رادار تکرار می‌شود.

زمانی که دستگاه SART روشن می‌شود، وارد حالت آماده‌به‌کار (Stand by Mode) می‌شود. این بدان معنی است که دستگاه SART عملیاتی شده و آماده تحریک توسط پرتو رادار است. زمانی که دستگاه SART سیگنال رادار را تشخیص می‌دهد، به‌صورت خودکار به حالت فعال یا 'Active Mode' سویچ می‌شود که در این حالت شروع به تولید سیگنال‌های تقویت‌شده و ارسال آن به‌صورت ۱۲ پالس به سمت رادار تحریک‌کننده می‌نماید. در فاصله بالای ۱۰ مایل دریایی پالس‌های ارسالی از طریق SART به شکل ۱۲ نقطه در صفحه رادار نمایش داده می‌شوند.

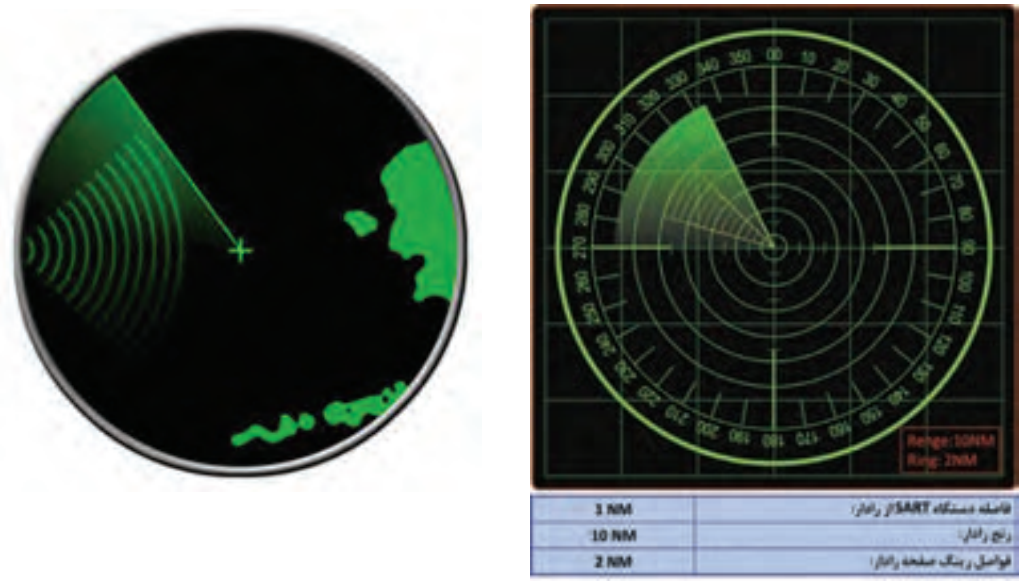


شکل ۱۷ــ صفحه رادار در حال دریافت ۱۲ پالس برگشتی از RADAR SART در فاصله بالای ۱ مایل

اگر در دوره زمانی حدود ۱۵ثانیه، هیچ‌گونه سیگنال رادار توسط دستگاه SART تشخیص داده نشود، آنگاه دستگاه به‌صورت خودکار به حالت آماده‌به‌کار رفته و منتظر تحریک آتی خواهد ماند.

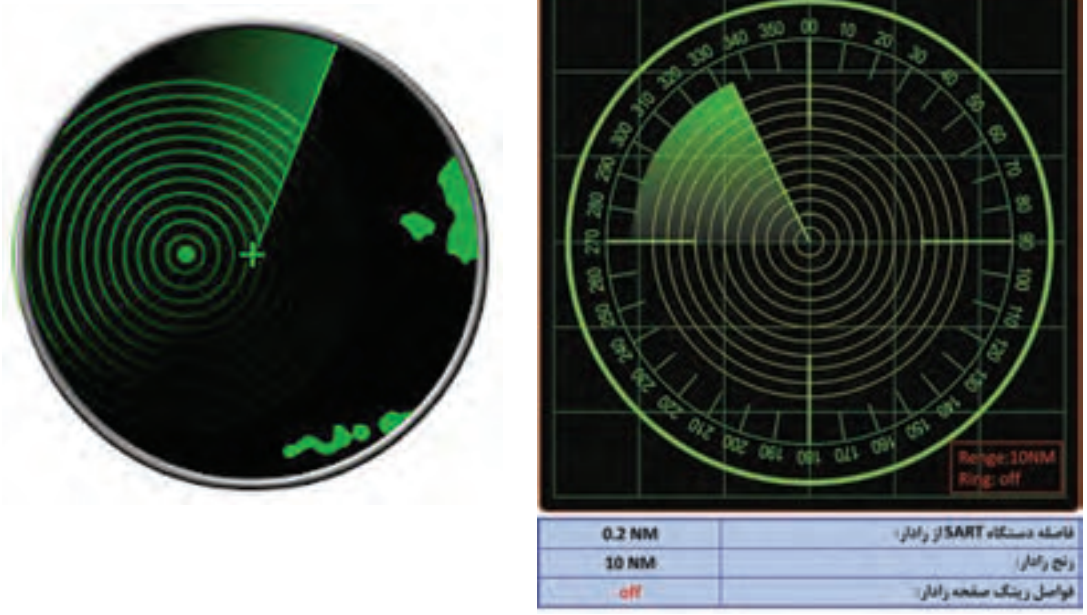
اغلب دستگاه‌های SART مجهز به زنگ اخبار یا Buzzer است. به صدا درآمدن این زنگ، شما را از دریافت پالس رادار توسط SART و شروع ارسال پاسخ توسط SART آگاه می‌سازد.

هرچه فاصله از دستگاه SART کمتر می‌شود (زیر ۱ مایل دریایی) نقطه‌های نورانی در صفحه رادار به کمان‌های هم‌مرکزی که دستگاه SART در مرکز آن قرارگرفته است، تبدیل می‌شوند. هرچه فاصله تا SART کمتر می‌شود، طول کمان‌ها افزایش می‌یابد.



شکل ۱۸ــ صفحه رادار در حال دریافت کمان‌های اکوی برگشتی از RADAR SART در فاصله زیر ۱ مایل

و درنهایت این کمان‌ها به دوایر هم‌مرکزی پیرامون دستگاه SART تبدیل می‌شوند که نشان‌دهنده محل دقیق SART است.



شکل ۱۹ـ صفحه رادار در حال نمایش نقطه دقیق RADAR SART

تحقیق کنید

دستگاه RADAR SART درچه محدوده بسامدی کار می‌کند؟

فاصله مفید آشکارسازی SART

آنتن این دستگاه برای داشتن بیشترین کارایی بایستی همانند رادیوهای VHF به‌صورت دید مستقیم یا Line of Side باشد و برای کارایی مؤثر بایستی آنتن‌ها همدیگر را ببینند. این بدان معنی است که هر چه ارتفاع بکار گیری SART بالاتر باشد، متقابلاً فاصله مفید آشکارسازی آن نیز افزایش خواهد یافت.

دستگاه SART که در ارتفاع یک متری یا ′۳٫۳ از سطح نگه‌داشته می‌شود، افق رادیویی در حدود کمی بیشتر از ۲٫۱ NM را خواهد داشت. خوشبختانه اغلب رادار کشتی‌ها معمولاً در ارتفاع بالای ′۱۰ قرارگرفته‌اند. این بدان معنی است که فاصله آشکارسازی مفید به کمی بیشتر از ۶ NM افزایش می‌یابد. زمانی که با کشتی‌های بزرگ روبرو هستیم که رادار آنها در ارتفاع ′۷۵ یا بالاتر از سطح نصب‌شده است، طبعاً فاصله تشخیص به بیش از ۱۲ NM’s خواهد رسید. بالگردهای جست‌وجو و نجات که در ارتفاع پرواز می‌کنند، از فاصله بیش ۳۰NM قادر به کشف سیگنال SART می‌باشند.

شکل ۲۰ـ عملکرد دستگاه RADAR SART

باید مدنظر داشت که دستگاه‌های EPIRB و SART به‌عنوان جایگزین یکدیگر نیستند. آنها طراحی‌شده‌اند تا ضمن همپوشانی یکدیگر، هریک وظیفه کاملاً جداگانه انجام دهند. البته وضعیت مطلوب زمانی است که یک کشتی هر دو دستگاه را به همراه داشته باشد.

معرفی دستگاه NAVTEX

عنوان دستگاه NAVTEX برگرفته از عبارت NAVigation TEleX است و دارای مشخصه‌های زیر می‌باشد:

۱ به‌صورت بین‌المللی، شناخته‌شده است.

۲ کاملاً خودکار عمل می‌کند.

۳ محدوده کارش روی باند بسامدی MF قرار دارد.

۴ دارای قابلیت چاپ مستقیم اطلاعات سیستم پیش‌بینی وضعیت جوی، اطلاعات ایمنی دریایی و سایر اطلاعات فوری در کشتی‌هایی که در آب‌های ساحلی و آب‌های دور از ساحل، دریانوردی می‌کنند است.

دستگاه NAVTEX جزئی از سیستم هشدار ناوبری جهانی (WWNWS) و همچنین از عناصر اصلی سیستم GMDSS است. این سیستم به‌منظور فراهم آوردن انتقال اطلاعات ایمنی دریانوردی با هزینه پایین طراحی و موردپذیرش قرارگرفته است. سیستم NAVTEX قابلیت پذیرش اطلاعات بویه‌های دریایی در فاصله بین ۲۵۰NM و ۴۰۰NM از آب‌های فراساحلی را دارا می‌باشد. این فاصله بسیار بیشتر از توانمندی پوشش‌دهی VHF است.

دستگاه NAVTEX یک سیستم کاملاً خودکار است مه مزایای زیادی برای کاربران به همراه دارد:

- در اغلب اوقات، کاربران می‌توانند با اندکی تعامل آن را به کار اندازند.
- هزینه آن پایین بوده و به‌سادگی قابل تهیه است
- پیام‌ها در قالب متن بوده و قابل‌خواندن می‌باشند.
- می‌تواند با سایر مجموعه‌های الکترونیکی، یکی شود.
- کاملاً خودکار بوده، نیاز به تنظیم ندارد، نیاز به تنظیم دوره‌ای ندارد و همچنین نیاز نیست صدای آن تنظیم شود.
- به‌گونه‌ای طراحی‌شده است که کمترین احتمال بروز خطا توسط کاربر در آن وجود ندارد و این، یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های دستگاه است.

وظیفه سامانه NAVTE

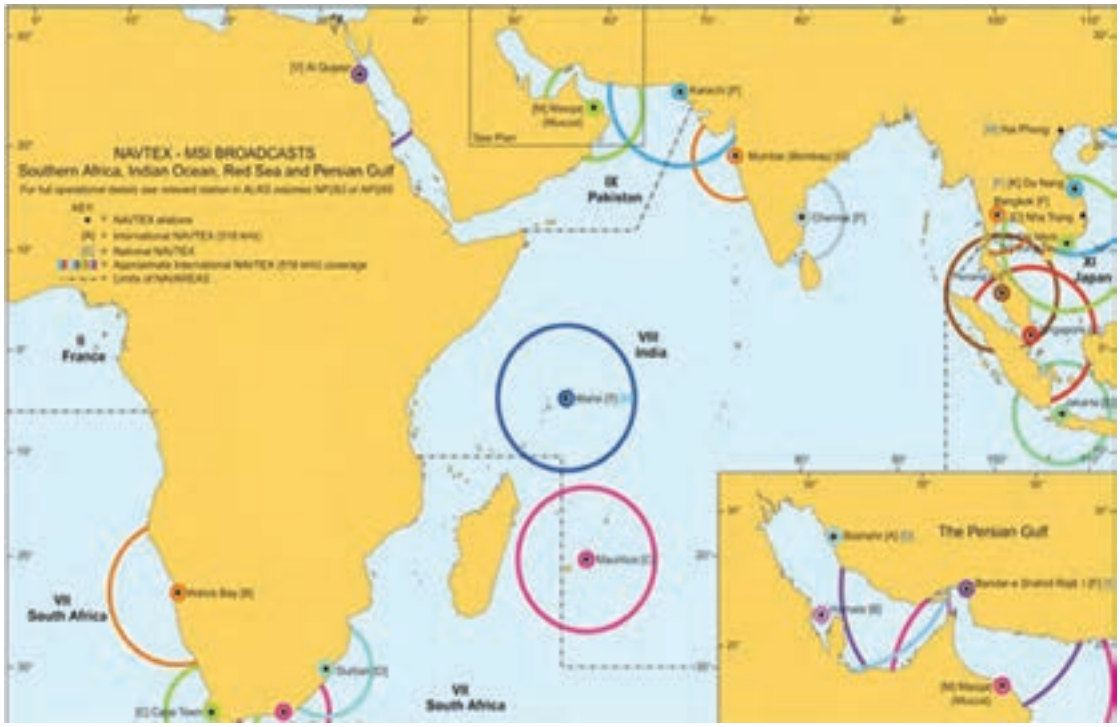
اصولاً سیستم NAVTEX پیام‌های متنی را بر روی بسامد رادیویی SSB_MF/HF برای دریافت خودکار توسط یک گیرنده NAVTEX دیگر یا هر گیرنده کنترل شونده توسط کاربر که قابلیت تنظیم بر روی بسامد آن را داشته باشد، ارسال می‌کند. زمانی که از یک گیرنده NAVTEX اختصاص داده نشده (تعریف نشده) استفاده می‌شود، معمولاً کامپیوتر و نرم‌افزار مناسب به‌منظور رمزگشایی و پیام و مشاهده آن در نمایشگر یا چاپ آن توسط چاپگر استفاده می‌شود.

دو نوع انتقال اطلاعات توسط سیستم NAVTEX برای دریانوردان وجود دارد:

International Broadcast: اولین شیوه که برای دریانوردان بسیار حائز اهمیت است، انتشار در قالب بین‌المللی است. پخش اطلاعات در قالب بین‌المللی همواره در تمام نقاط دنیا به زبان انگلیسی صورت می‌گیرد.

National Broadcast: دومین شیوه انتشار، مخصوص دریانوردانی است که در نزدیک آب‌های سرزمینی دریانوردی می‌کنند که به آن انتشار یا پخش ملی گفته می‌شود. عموماً در این شیوه اطلاعات به زبان ملی میزبان که ایستگاه در آن واقع‌شده است پخش می‌شود.

شکل ۲۱ــ سامانه NAVTEX



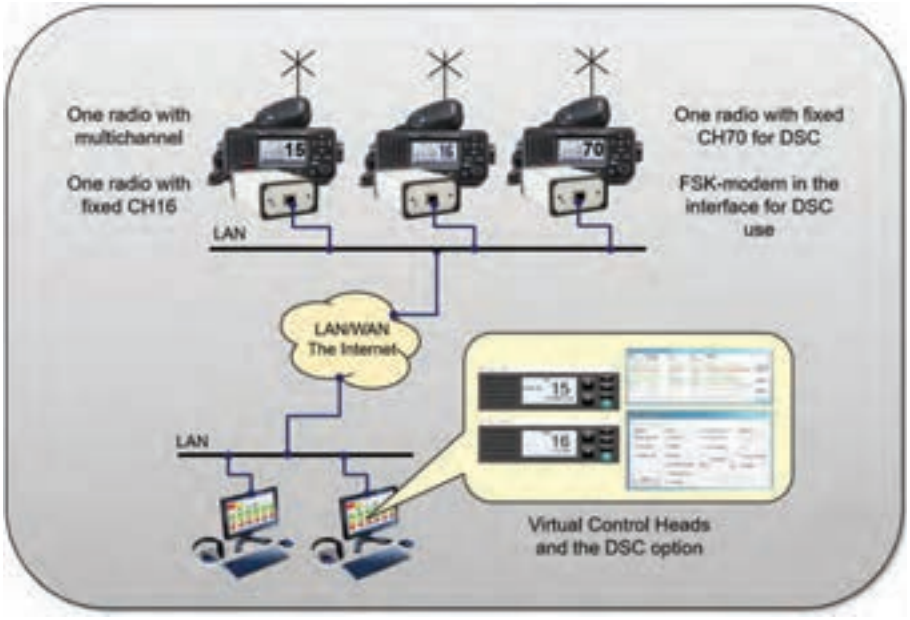
شکل ۲۲ـ نمونه نقشه NAVTEX

سامانه Digital Selective Calling (D.S.C.)

سیستم D.S.C. فنی است که اجازه می‌دهد دو یا چند ایستگاه رادیویی بتوانند به‌صورت خودکار بر روی یک کانال مخابراتی مشترک ارتباط برقرار کنند. تماس بین قسمت‌هایی که می‌خواهند با یکدیگر ارتباط رادیویی برقرار کنند، بدون اینکه از کانال‌های سنتی شرایط اضطراری و مخابراتی MF (۲۱۸۲KHz) یا کانال ۱۶ VHF(۱۵۶/۸۰ MHz) استفاده شود، به‌صورت سیگنال دیجیتال بر روی کانال اختصاص داده‌شده فراهم می‌آید. تفکر ایجاد سیستم مخابراتی و ارتباطی مبتنی بر انتخاب دیجیتالی توسط یک کمیته بین‌المللی در پیش از سال ۱۹۷۰ شکل گرفت.

بیشتر بدانید

اهداف تفکر ایجاد سامانه DSC سرعت بخشیدن به اداره ترافیک رادیویی دریایی با تجهیز شدن هرچه بیشتر به ارتباط رادیویی کارآمد و فراهم آوردن سیستم خودکار با قابلیت اطمینان هرچه بیشتر در سیستم هشداردهی و ایمنی بود. به طور خاص سیستم DSC بایستی به کاهش میزان تراکم در برخی کانال‌های سنتی سیستم هشدار اضطراری کمک کند به عنوان مثال ، اختصاص کانال ۷۰ باند VHF برای کاهش میزان تراکم کانال ۱۶ باند VHF.



شکل ۲۳ـ عملکرد شبکه DSC

سامانه DSC در درجه اول، به‌منظور ایجاد ارتباط کشتی به کشتی و ارتباط کشتی به ساحل ایجادشده است. سیستم DSC قادر به ایجاد ارتباط رادیویی بین ایستگاه‌های خاص، گروهی از ایستگاه‌های و یا تمام ایستگاه‌های رادیویی فعال در یک باند یا محدوده می‌باشد. هشدارهای اضطراری DSC شامل پیام‌هایی با قالب از پیش تعیین‌شده هستند که به برای ایجاد ارتباط اضطراری بین کشتی و مراکز هماهنگی عملیات نجات (Rescue Coordination Centers /RCC) استفاده می‌شود.

در آغاز سال ۱۹۹۲، سازمان بین‌المللی دریانوردی، سیستم DSC را به‌عنوان بخشی از سیستم GMDSS بر روی رادیوهای HF، MF و VHF معرفی نمود. برابر آیین‌نامه GMDSS، از سال ۱۹۹۹ تمامی کشتی‌های تجاری بالای ۳۰۰ تن، شناورهای ماهیگیری ثبت‌شده و شناورهایی که ظرفیت آنها بالای ۱۲ نفر مسافر می‌باشد، مجاب به همراه نصب و بهره‌برداری از تجهیزات رادیوی DSC شدند.

شکل ۲۴ـ نمونه رادیوی HF/MF مجهز به DSC

شکل ۲۵ـ نمونه رادیوی VHF مجهز به DSC

درنتیجه معرفی تجهیزات رادیویی DSC، مراقبت و نظارت مداوم بر روی کانال‌های اضطراری، ایمنی و ارتباطی (Ch ۱۶ VHF and ۲۱۸۲ kHz MF) متوقف‌شده است. این اتفاق موجب خوشحالی دریانوردان با قایق‌های بادبانی، که مجبور به رعایت آیین‌نامه‌های سیستم GMDSS نیستند، گردیده است. به‌منظور قابلیت بهره‌برداری از تمامی ویژگی‌های سیستم GMDSS حتی شناورهایی که مجبور به تجهیز و استفاده از سیستم GMDSS نمی‌باشند، بایستی به رادیوی DCS تجهیز گردند.

سیستم DSC دسترسی ارتباطی خودکار بین یک کشتی با ایستگاه‌های ساحلی و سایر کشتی‌ها فراهم می‌آورد. اطلاعات پیام‌ها، در گیرنده دسته‌بندی‌شده و قابل‌مشاهده و تهیه روگرفت به‌عنوان رسید می‌باشند.

پیام‌های دریافت شده از سیستم DSC دارای چهار اولویت می‌باشند:

الف) اضطراری

ب) فوری

ج) ایمنی

د) روتین

در ایستگاه‌های ساحلی، پیام‌های اضطراری دریافتی کشتی به ساحل دسته‌بندی‌شده و به نزدیک‌ترین مرکز هماهنگی نجات RCC ارسال می‌گردد.

گیرنده DSC شناورهایی که پیام اضطراری دریافت می‌کنند، به صدا درآمده و آژیر اخطار می‌دهند.

سیستم DSC فن ارسال کدهای دیجیتال است که به ایستگاه‌هایی که به‌صورت مناسب به این سیستم تجهیز شده‌اند اجازه می‌دهد:

الف) هشدارهای اضطراری را ارسال و دریافت کنند.

ب) هشدارهای اضطراری ارسالی و دریافتی را تأیید کنند.

ج) هشدارهای اضطراری را بازپخش یا بازپخش کنند.

د) تماس‌های با ارجحیت فوری و ایمنی را آگهی‌نمایند.

ه) تماس‌های با اولویت روتین را برقرار و کانال‌های فعال برای انجام ارتباطات معمولی روی فرستنده و گیرنده‌های یا Telexها ایجاد نمایند.

قالب تماس‌های DSC

تمامی تماس‌های DSC به‌صورت خودکار شامل سیگنال‌های فازی، سیگنال‌های بررسی خطا و کد شناسایی (Maritime Mobile Service Identity, MMSI) ایستگاه برقرار کننده تماس است. سایر اطلاعات می‌تواند به‌صورت دستی یا خودکار به پیام اضافه گردد. این اطلاعات حقیقی به هدف پیام ارسالی بستگی دارد.

بسامدهای DSC

در هر یک از باندهای MF و HF، یک بسامد برای اهداف اضطراری، فوری و ایمنی اختصاص داده‌شده است. این بسامدها به‌صورت پیش‌فرض بر روی تجهیزات DSC برنامه‌ریزی شده‌اند. همچنین بر روی هر باند تعداد دو بسامد به‌منظور برقراری تماس‌های روتین کشوری و بین‌المللی در نظر گرفته‌شده است. ازاین‌رو تا جایی که امکان دارد، بایستی برای برقراری تماس‌های روتین (روزمره و عادی) از کانال‌های کشوری استفاده نمود.

جدول ۳ـ بسامدهای روتین DSC

بسامدهای سیستم DSC		
باند	تماس اضطراری	تماس عمومی
VHF	Channel ۷۰	Channel ۱۶
MF	۲۱۸۷/۵ kHz	۲۱۸۲ kHz
HF	۴۲۰۷/۵ kHz ۶۳۱۲ kHz ۸۴۱۴/۵ kHz ۱۲/۵۷۷ kHz ۱۶/۵۰۴/۵ kHz	۴۱۲۵ kHz ۶۲۱۵ kHz ۸۲۹۱ kHz ۱۲۲۹۰ kHz ۱۶۴۲۰ kHz
MF NBDP	۲۱۷۴/۵ kHz	
HF NBDP	۴۱۷۷/۵ kHz ۶۲۶۸ kHz ۸۳۷۶/۵ kHz ۱۲/۵۲۰ kHz ۱۶/۶۹۵ kHz	

بخش‌های فضایی سامانه GMDSS

اگرچه به همراه داشتن تجهیزات ماهواره‌ای برای کشتی‌های ضروری نیست، ولی ارتباط ماهواری در سیستم GMDSS نقش حیاتی بازی می‌کند. کشتی‌های که به‌صورت مناسب به سیستم ماهواره‌ای تجهیز شده‌اند، صرف‌نظر از موقعیت جغرافیایی، تقریباً بلافاصله می‌توانند نسبت به ارسال پیام هشدار و دریافت تأیید اقدام کنند. تعداد دو بخش ماهواره‌ای در سیستم GMDSS وجود دارند که هر یک خدمات متفاوتی را برای

استفاده‌کنندگان آنها فراهم می‌آورند. این دو بخش عبارت‌اند از:

- سیستم مخابرات جهانی Inmarsat که ارتباط دوطرفه آنی را بر پایه پوشش ماهواره‌ای زمین‌ایستا یا Geostationary Satellite فراهم می‌آورد.
- سیستم مکان‌یابی COSPAS_SARSAT که بر پایه قابلیت ماهواره‌های مدار قطبی فعالیت می‌کند.

Inmarsat

سامانهInmarsat یک شرکت ارتباطات ماهواره‌ای بریتانیایی است که خدمات تلفن همراه جهانی را ارائه می‌دهد. این سیستم امکان خدمات تلفنی و داده را به کاربران سراسر جهان، از طریق پایانه‌های قابل‌حمل یا تلفن همراه که با ایستگاه‌های زمینی از طریق سیزده ماهواره مخابرات ماهواره‌ای ارتباط برقرار می‌کند، فراهم می‌کند.

اینمارست به‌منظور فراهم آوردن ارتباط رادیویی سیستم GMDSS در شرایط عملکردی که توسط IMO اختصاص داده‌شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. اینمارست به سه دسته‌بندی A، B و C تقسیم‌شده است که سامانه GMDSS از قابلیت‌های نوع C آن بهره‌برداری می‌کند.

Inmarsat – C

Inmarsat C سرویس‌های ارتباطی داده‌ها و پیام‌های دوجانبه را به تقریباً در هر نقطه از جهان ارائه می‌دهد. پایانه‌های کم‌هزینه و آنتن‌های این سامانه به‌اندازه کافی کوچک هستند تا بتوانند به هراندازه کشتی نصب شوند. Inmarsat C یک سیستم ارتباطی دوجانبه و است که پیام‌ها را به شکل بسته‌های داده را بین کشتی ساحل، ساحل کشتی و کشتی به کشتی انتقال می‌دهد.

این تجهیزات شامل یک آنتن کوچک همه‌جانبه، فرستنده و گیرنده جمع‌وجور (فرستنده و گیرنده)، واحد پیام‌رسانی است. درصورتی‌که تجهیزات این سامانه با GMDSS سازگار باشند یا برای عملکرد در شرایط اضطراری تعریف‌شده باشند، دارای یک دکمه اضطراری اختصاصی(DDB) برای فعال کردن هشدار اضطراری خواهند بود.

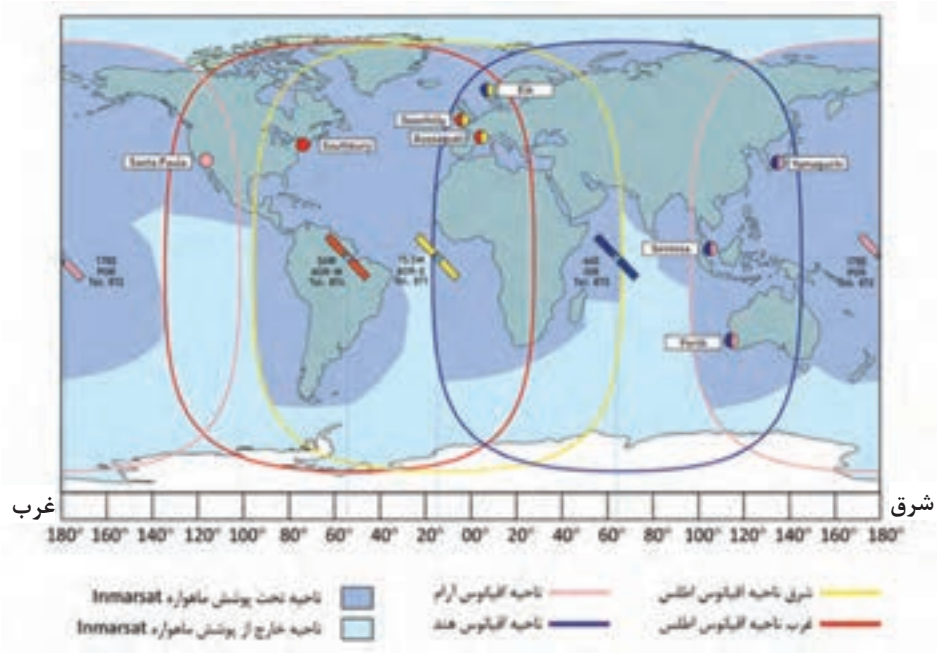
دکمه اعلام شرایط اضطراری

شکل ۲۶ـ گیرنده اینمارست C در کشتی

تمام پایانه‌های مدرن Inmarsat C و Mini C دارای یک گیرنده ماهواره ناوبری جهانی (GNSS) برای به‌روزرسانی خودکار موقعیت در پایانه می‌باشند که به‌منظور هشدارهای اضطراری (موقعیت، راه و سرعت کشتی)، برنامه‌های گزارش داده‌های موقعیت کشتی و دریافت انتخابی پیام‌های شبکه ایمنی EGC

مورداستفاده قرار می‌گیرد.
هشدارهای اضطراری و پیام‌های دارای اولویت که از طریق سیستم Inmarsat C منتقل می‌شوند، توسط یک ایستگاه زمینی (LES) به مرکز هماهنگی نجات دریایی (MRCC) هدایت می‌شوند.

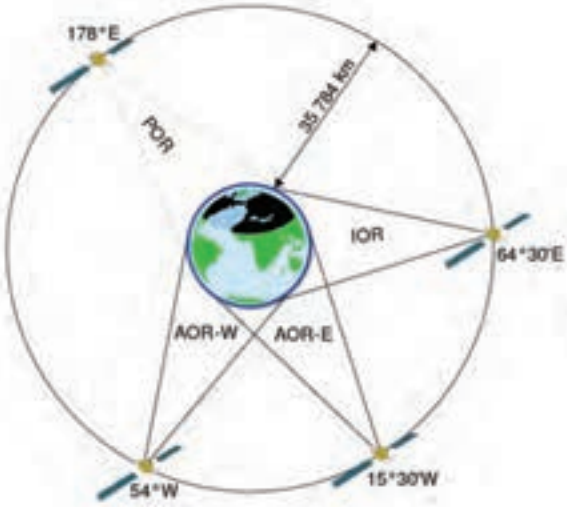
نقشه مناطق تحت پوشش Inmarsat C:



شکل ۲۷ـ مناطق تحت پوشش اینمارسَت

تحقیق کنید

کاربردهای سامانه اینمارسَت سری A و B چه بوده است؟



شکل ۲۸ـ ماهواره‌های اینمارسَت

هشداردهی اضطراری INMARSAT

سامانه هشداردهی اضطراری، یک سرویس اجباری در پایانه‌های INMARSAT C و Mini C دریایی سازگار با SOLAS و همچنین در برخی از مدل‌های غیر SOLAS است. هشدارهای اضطراری هنگامی ارسال می‌شوند که یک کشتی یا خدمه آن در معرض خطر قریب‌الوقوع قرار داشته باشد.

هنگامی‌که زمان کافی برای ورود اطلاعات به‌صورت دستی به پایانه وجود ندارد، خدمه می‌تواند به‌راحتی دکمه DDB را برای مدت ۵ ثانیه برای ارسال هشدار فشار داده و نگه دارد. هنگامی‌که DDB فشرده می‌شود، یک پیام کوتاه از پیش تنظیم‌شده ازجمله جزئیات و محل کشتی و اولویت پیام، از پایانه به یک ایستگاه زمینی LES خطی منتقل می‌شود و آن ایستگاه به‌طور خودکار، پیام دریافتی را به MRCC متصل می‌کند.

هشدار اضطراری حاوی اطلاعات مربوط به شناسه پایانه، آدرس LES، تاریخ / زمان هشدار، موقعیت کشتی، راه، سرعت، زمان آخرین به‌روزرسانی موقعیت، ماهیت شرایط اضطراری، پرچم و به‌روزرسانی سرعت است.

هنگامی‌که یک هشدار اضطراری توسط MRCC دریافت می‌شود، مرکز MRCC با کشتی‌هایی که برای خدمات جست‌وجو و نجات (SAR) سازمان‌دهی شده‌اند، ارتباط برقرار می‌کند.

تماس گروهی پیشرفته در سامانه INMARSAT یا EGC

پایانه‌های Inmarsat C، Mini C و Fleet Broadband می‌توانند پیام‌های پخش‌شده به‌عنوان تماس‌های گروهی پیشرفته (EGC) را دریافت کنند. سامانه EGC برای پخش اطلاعات ایمنی دریایی (MSI) و پیام‌های SAR مربوط به پایانه‌های Inmarsat C، Mini C و Fleet Broadband بوده و از دو سرویس: Safety NET و Fleet NET پشتیبانی می‌کند.

Safety NET: این سرویس بین‌المللی برای دریافت و انتشار خودکار اطلاعات ایمنی دریایی (MSI) و اطلاعات مرتبط با SAR از طریق سیستم Inmarsat EGC است.

قابلیت‌های دریافتی Safety NET و Safe NET II بخشی از تجهیزات الزامی است که باید توسط کشتی‌های خاص مطابق اصلاحیه سال ۱۹۷۴ مقررات کنوانسیون بین‌المللی ایمنی زندگی در دریا (SOLAS) به اجرا گذاشته شود.

این سرویس، به‌عنوان هماهنگ‌کننده نواحی دریایی (NAVAREA) برای هشدارهای NAVAREA و دیگر اطلاعات مربوط به ایمنی فوری استفاده می‌شود. هماهنگ‌کننده‌های ملی برای هشدارهای ساحلی و سایر اطلاعات مربوط به ایمنی فوری و MRCCs برای هشدارهای اضطراری ساحلی به کشتی، اطلاعات SAR و دیگر اطلاعات مربوط به ایمنی فوری هستند.

اقیانوس‌ها به ۲۱ منطقه جغرافیایی تقسیم می‌شوند که NAVAREAs نامیده می‌شود که در آن دولت‌های مختلف مسئول هشدار ناوبری و صدور هشدارها و پیش‌بینی‌های هواشناسی هستند. METAREA ها مناطق دریایی برای پخش پیش‌بینی هوا می‌باشند.

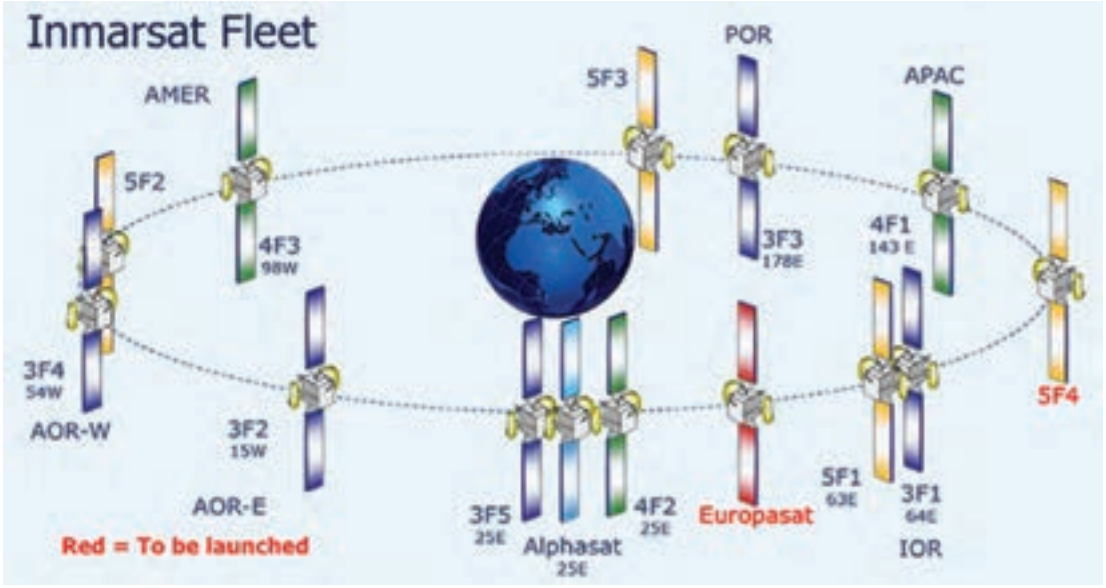
پیام‌های SafetyNET و SafetyNET II می‌توانند به تمام کشتی‌های حاضر در سراسر ناحیه تحت پوشش ماهواره‌ای کامل یک اقیانوس، به NAVAREAs / METAREAs ثابت شود، که در مناطق مستطیل شکل تعریف‌شده توسط کاربر و مناطق ساحلی با اولویت ایمنی، فوری و یا اضطراری، منتقل شوند. پذیرش پیام‌ها با اولویت فوری و اضطراری، هشدارهای صوتی و تصویری در پایانه را تنظیم می‌کند و این پیام‌ها به‌طور خودکار بر روی پایانه‌های سازگار با SOLAS چاپ می‌شوند.

تمام کشتی‌هایی که در داخل مناطق موردنظر حرکت می‌کنند، MSI را به‌طور خودکار دریافت می‌کنند. برای دریافت هشدارهای ساحلی، پایانه‌های کشتی باید بر اساس آن تنظیم شوند.

شکل ۲۹ــ نواحی دریایی NAVTEX

بیشتر بدانید

Fleet NET: یک سرویس تجاری است و به‌طور هم‌زمان، صرف‌نظر از موقعیت خود، اطلاعات را به تعداد تقریباً نامحدود از پایانه‌های از پیش تعیین‌شده که در کشتی‌ها تعبیه‌شده‌اند، ارسال می‌کند. برای دریافت پیام EGC Fleet NET، کشتی‌ها باید یک شناسه داده پیشرفته (ENID) داشته باشند. این شناسه توسط یک ارائه‌دهنده خدمات Fleet NET و با استفاده از یک دستور گزینشی بر روی رایانه Inmarsat نصب‌شده در کشتی دانلود می‌شود. این خدمات ممکن است توسط شرکت‌های حمل‌ونقل، سازمان‌های پخش اخبار، ارائه‌دهندگان خدمات آب و هوایی، و غیره استفاده شود.



شکل ۳۰ـ ماهواره‌های اینمارسَت

خدمات گزارش و گزینش داده‌ها توسط Inmarsat C

سرویس گزارش دهی داده‌ها اجازه می‌دهد تا پایانه‌های Inmarsat C و Mini C بتوانند به یک مرجع ساحلی یا مرکز عملیاتی گزارش داده‌های کوتاه، حداکثر تا چهار بسته داده، ارسال نمایند.

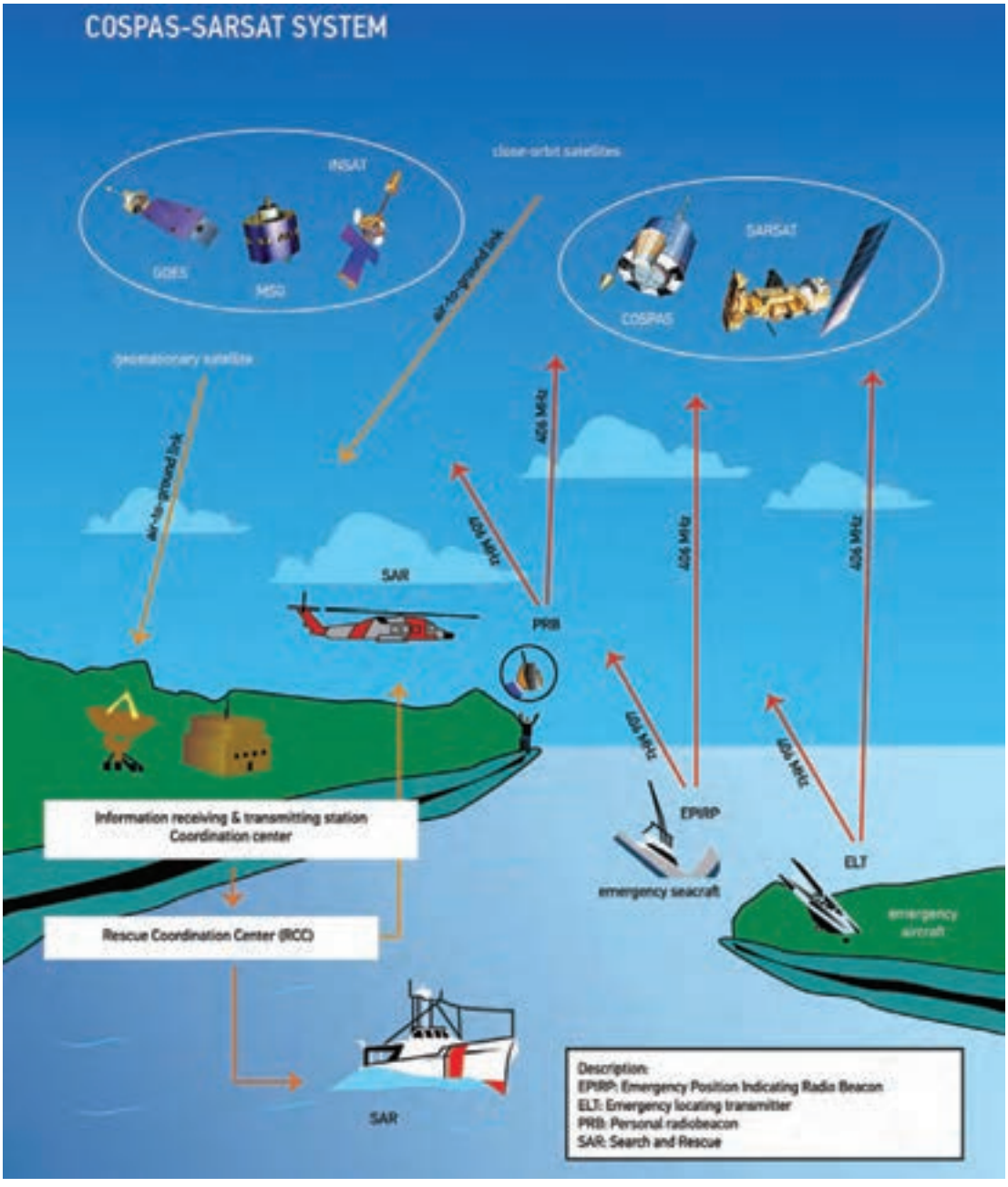
یک گزارش داده معمولی می‌تواند گزارش موقعیت کشتی، برنامه قایقرانی یا ماهیگیری باشد و هرگونه اطلاعاتی را که می‌تواند در بسته‌های داده برای سیستم Inmarsat C رمزگذاری شود، گزارش می‌دهد. یکی از این خدمات، استفاده از پروتکل ارتباطات گزارش‌دهی و گزینش، شناسایی و ردیابی طولانی کشتی (LRIT) کشتی‌ها است، همان‌گونه که توسط IMO خواسته است.

گزارش‌های داده‌ها ممکن است از کشتی‌ها به‌صورت منظم، به‌صورت تصادفی یا در پاسخ به یک فرمان گزینشی از یک مرکز عملیاتی ساحلی ارسال شود. یک دستورالعمل گزینشی ممکن است یک پایانه Inmarsat C را برای ارسال یک گزارش داده بلافاصله یا در یک زمان شروع تعریف‌شده، با فواصل خاص تکرار، برای متوقف کردن ارسال گزارش یا انجام یک کار مشخص تعویض کند.

سامانه هشداردهی COSPAS_SARSAT

ماهواره‌های COSPAS_SARSAT یک سیستم ماهواره‌ای بین‌المللی به‌منظور انجام عملیات جست‌وجو و نجات است. این سیستم شامل یک مجموعه ماهواره در مدار قطبی و شبکه‌ای از ایستگاه‌های زمینی است. شبکه ایستگاه‌های زمینی به‌عنوان پایانه کاربران محلی یا (LUT: Local User Terminal) شناخته می‌شود. مجموعه ماهواره‌های جست‌وجو و نجات COSPAS، پیام‌های هشدار اضطراری و اطلاعات محل شناورها را، در مقیاس جهانی، برای مراکز RCC فراهم می‌آورد.

سامانه COSPAS_SARSAT از تعدادی ماهواره که در مدار قطبی قرارگرفته‌اند استفاده می‌کند. این ماهواره‌ها که فقط قابلیت گیرندگی دارند، به‌صورت مداوم تمام سیگنال‌های رادیویی پیام‌های اضطراری ارسال‌شده از سطح زمین، بر روی بسامد ۱۲۱ مگاهرتز یا ۴۰۶ مگاهرتز پایش می‌کنند.



شکل ۳۱ـ سامانه COSPAS_SARSAT

پیام‌های هشدار و اطلاعات محل ممکن است از فرستنده‌های زیر دریافت گردد:

- دستگاه EPIRB : فرستنده موقعیت اضطراری شناور دریایی
- دستگاه ELT : فرستنده اضطراری اطلاعات محل بالگرد یا هواپیما
- دستگاه PLB : فرستنده اضطراری اطلاعات محل فرد.

تمام اطلاعات دریافت شده از فرستنده‌های زمینی، بر روی پایانه کاربر محلی ULT که در دید ماهواره

باشد، بارگذاری شده و از آن پایانه به مراکز کنترل عملیات (MCC: Mission Control Center) و مراکز هماهنگ‌کننده عملیات نجات (RCC: Rescue Coordination Center) ارسال می‌گردد.
پیام‌های هشدار GMDSS معمولاً به‌صورت دستی صادر و از طرف دریافت‌کننده پیام تصدیق می‌شود. مانند پیام هشداری که توسط DSC در باندهای HF یا MF با فشردن دکمه قرمزرنگ در INMARSAT ـ A یا INMARSAT ـ B SES صورت می‌گیرد و یا از طریق ارسال دستورات توسط صفحه‌کلید در INMARSAT ـ C SES. پیام‌های هشدار بایستی به‌گونه‌ای باشند که قابلیت ارسال در حالت ناوبری عادی کشتی را داشته باشند.
بااین‌وجود اگر قبل از اینکه پیام‌های هشدار صادر گردد، شرایط اضطراری کشتی را در بر بگیرد، دستگاه EPIRB که قابلیت شناوری دارد، به‌صورت خودکار، آزادشده و فعال می‌گردد. ازآنجاکه سیستم EPIRB از طریق ماهواره‌های جست‌وجو و نجات SARSAT پشتیبانی می‌شود، ازاین‌رو پیام ارسالی توسط EPIRB توسط ماهواره SARSAT رمزگشایی‌شده و به شبکه رادیویی GMDSS ارتباط داده می‌شود.
برای اینکه تجهیزات GMDSS در موقعیت اضطراری وظیفه خود را به‌درستی و به‌طور مؤثر انجام دهند، دریانوردان بایستی به وظیفه هرکدام از تجهیزات آگاهی کامل داشته و اقدامات نگهداری و تعمیر را بر روی هر یک از این تجهیزات به‌صورت مرتب و دقیق انجام دهند تا این تجهیزات همراه در حالت عملیاتی و بهترین وضعیت عملکرد قرار داشته باشند.
هر کشتی بایستی بتواند تعداد نه اقدام ارتباطی عنوان‌شده در جدول شماره ۴ را با تجهیزات GMDSS نصب‌شده بر روی شناور را انجام دهد.

فعالیت کلاسی

شرح هرکدام از ارتباطات عنوان شده در جدول شماره ۴ را نوشته و درخصوص آنها بحث کنید.

جدول ۴ـ اقدامات ارتباطی در دریا

ردیف	نوع ارتباط	شرح
۱	Ship_to_Shore Distress Alerting	
۲	Shore_to_Ship Distress Alerting	
۳	Ship_to_Ship Distress Alerting	
۴	SAR Coordination	
۵	On_Scene Communications	
۶	Transmission And Receipt Of Emergency Locating Signals	
۷	Transmission And Receipt Of MSI	
۸	General Radio Communications	
۹	Bridge_to_Bridge Communications	

این امر زمانی ممکن است که تجهیزات GMDSS به‌صورت مرتب و در فواصل زمانی منظم مورد آزمون قرار گیرند. این آزمون‌ها به‌صورت روزانه، هفتگی و ماهیانه انجام می‌گیرند.

امکانات و تجهیزات ساحلی سامانه جست‌وجو و نجات دریایی

اکنون با تعدادی از تجهیزات مربوط به سامانه جست‌وجو و نجات که در شناورها نصب‌شده و در فضا مستقر گردیده‌اند، آشنا شدید. به‌منظور دریافت به‌موقع پیام‌های اضطراری و انجام هماهنگی، طرح‌ریزی و اجرای عملیات جست‌وجو و نجات، بایستی مراکز و امکاناتی در بخش ساحل مستقر گردند که به آنها اشاره می‌شود:

ایستگاه‌های رادیویی ساحلی

ایستگاه‌های رادیو ساحلی یا (CRS: Coast Radio Stations) ایستگاه‌های رادیویی دریایی هستند که در ساحل مستقر شده‌اند که وظایف زیر را به عهده دارند:

- مانیتور کردن بسامدهای اضطراری.
- هماهنگ کردن ارتباطات رادیویی.
- بازپخش کردن ارتباطات کشتی‌ها و بین کشتی‌ها و ساحل.

اغلب این ایستگاه‌ها دارای ایستگاه‌های کنترل از راه دور می‌باشند که به آنها این امکان را می‌دهد تا ناحیه تحت پوشش سیگنال‌های مداوم VHF را در منطقه دریایی A افزایش دهند.

ایستگاه‌های رادیویی دریایی ممکن است مجهز به تجهیزات جهت‌یابی باشد تا بتوانند نقطه دقیق یک کشتی را مشخص یا اطلاعات محل حقیقی یک کشتی بر اساس سیگنال‌های VHF مشخص کنند.

برخی از این ایستگاه‌ها جزء ایستگاه‌های NAVTEX طبقه‌بندی می‌شوند که پیام‌های اضطراری هواشناسی و پیش‌بینی وضعیت جوی را در سامانه اطلاعاتی NAVTEX منتشر می‌کنند.

شکل ۳۲ـ آنتن گیرنده سهموی

ایستگاه‌های زمینی یا LUT

ایستگاه‌های زمینی یا (LUT: Local User Terminals) که به آنها پایانه مخابراتی نیز اطلاق می‌شود، برای ارتباط فرا سیاره‌ای، مخابره داده به یک فضاپیما یا دریافت امواج رادیویی از ماهواره منبع امواج رادیویی طراحی‌شده است. این ایستگاه‌ها با بهره‌گیری از آنتن‌های بزرگ سهموی (شکل حجمی هندسی)، وظیفه دریافت سیگنال‌های بسامد بالا (بسامد بالا) از ماهواره‌ها و انتقال آن به مراکز کنترل و هماهنگی را بر عهده دارند. ماهواره‌هایی که این ایستگاه‌ها با آن ارتباط برقرار می‌کنند، مجموعه ماهواره‌های Cospas_Sarsat هستند.

شکل ۳۳ـ پایانه ایستگاه زمینی

مرکز کنترل مأموریت MCC

مرکز کنترل مأموریت‌های جست‌وجو و نجات یا (MCC: Mission Control Centre) نوعی مسئولیت تهاتر پیام را ایفا می‌کند، به‌گونه‌ای که وظیفه دریافت و انتقال پیام‌های اضطراری را از دستگاه‌های EPIRB بر عهده دارد.

موارد زیر از مسئولیت‌های مراکز MCC هستند:

- جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و طبقه‌بندی اطلاعات از پایانه‌های مخابراتی LUT و سایر مراکز MCC.
- فراهم آوردن امکان تبادل اطلاعات بین‌المللی و ملی با سامانه ماهواره‌های Cospas ـ Sarsat.
- توزیع اطلاعات مربوط به پیام‌های هشدار و محل وقوع سوانح به مراکز وابسته MRCC

مرکز هماهنگی عملیات نجات دریایی MRCC

مرکز هماهنگی عملیات نجات دریایی یا (Ordination Center_MRCC: Maritime Rescue Co) یکی از اصلی‌ترین تسهیلات و امکانات کشورهایی به‌شمار می‌رود که توسط کارکنان نظارت و سرپرستی سازمان‌دهی و برای هماهنگی و کنترل عملیات جست‌وجو و نجات تجهیز شده‌اند. مراکز MRCC مسئولیت جست‌وجو و نجات را در نواحی جغرافیایی دریایی برعهده دارند. این نواحی توسط سازمان جهانی دریانوردی IMO تعیین‌شده‌اند. مراکز MRCC در اغلب کشورهای توسط کارکنان یک نیروی نظامی مانند نیروی دریایی یا یک نیروی غیر نظامی مانند پاسگاه ساحلی اداره می‌شود.

شکل ۳۴ـ مرکز کنترل MRCC

آزمایش روزانه تجهیزات GMDSS یا Daily Test

عملکرد صحیح تمامی تجهیزاتی که از سیستم DSC بهره می‌برند، بایستی به‌صورت روزانه توسط امکانات تستی که در داخل آن تجهیزات تعبیه‌شده است، مورد آزمایش قرار گیرند. این آزمون بدون انتشار سیگنال انجام می‌گیرد. آزمون روزانه این تجهیزات، مواردی مانند: ارتباط داخلی تجهیزات، فرستندگی و توان دستگاه را مورد آزمایش قرار می‌دهد. فرایند آزمون این تجهیزات بسته به کارخانه تولیدکنندهٔ آن می‌تواند متفاوت باشد ولی اصول عملکرد به یک شکل است.

آزمایش هفتگی تجهیزات GMDSS یا Weekly Test

آزمایش هفتگی صحت عملکرد تجهیزاتی که مبتنی بر DSC کار می‌کنند، بر روی حداقل یکی از شش بسامد اضطراری و ایمنی ضروری است. این آزمایش بایستی در فاصله مخابراتی از ایستگاه ساحلی که بر روی سیستم DSC ست شده است، انجام گیرد. تماس با ایستگاه ساحلی می‌تواند به روش‌های زیر انجام شود:

آزمایش ماهیانه تجهیزات GMDSS یا Monthly Test:

فعالیت کارگاهی

آزمایش ماهیانه دستگاه EPIRB

تجهیزات EPIRB یا مشخص‌کننده اضطراری موقعیت، باید در دوره‌های زمانی یک‌ماهه بدون استفاده از سیستم ماهواره با انجام Self_Test مورد آزمایش قرار گیرد. در خلال انجام Self_Test موارد زیر مورد آزمایش قرار می‌گیرد:

۱ میزان ولتاژ باتری و توان بسامدی دستگاه.
۲ چک ظاهری دستگاه EPIRB به‌منظور بررسی آسیب‌های فیزیکی احتمالی.
۳ تاریخ انقضای باتری یادداشت شود.
۴ قفل هیدرو استاتیک دستگاه که در داخل محفظه EPIRB تعبیه‌شده است.
۵ چفت ایمنی چک شود که به‌درستی در جایگاه خود قرارگرفته باشد.

شکل ۳۵ـ Self_Test

برای انجام Self_Test مراحل زیر را انجام دهید:

۱ ابتدا EPIRB را از جایگاه خود خارج کنید. (شکل ۳۶)

شکل ۳۶

۲ کلیدی که در بالای دستگاه EPIRB به‌منظور انجام تعبیه‌شده است را در حالت Test قرار دهید. (شکل ۳۷)

۳ تعدادی لامپ LED به رنگ قرمز به‌صورت مستمر شروع به چشمک زدن خواهند کرد. نتیجه آزمون زمانی موفق است که پس از حدود پانزده ثانیه یک LED سبزرنگ در داخل دستگاه EPIRB روشن شود.

شکل ۳۷ـ قراردادن دستگاه EPIRB در حالت تست

پس از پایان موفق آزمون، کلید آزمون را به حالت اولیه برگردانید و دستگاه EPIRB را در جایگاه خود قرار دهید.

فعالیت کارگاهی

آزمایش ماهیانه دستگاه SART

دستگاه SART یا فرستنده جست‌وجو و نجات نیز به‌منظور آزمایش صحت عملکرد آن، به Self_Test مجهز است. آزمون دستگاه SART نیازمند رادار باند X کشتی می‌باشد. انجام Self_Test بایستی در فضای باز دریا انجام گیرد تا تداخلی در نمایشگر رادار صورت نپذیرد.

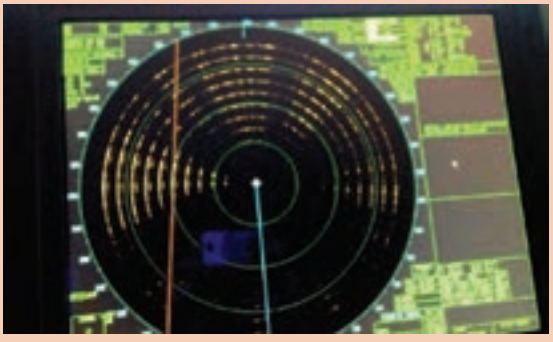
برای انجام Self_Test مراحل زیر را انجام دهید:

۱ دستگاه SART را از جایگاه خود خارج کنید.

۲ دستگاه SART باید به‌گونه‌ای در دست نگه‌داشته شود که در دید اسکنر رادار کشتی باشد. این کار معمولاً در دِک پل فرماندهی انجام می‌گیرد. با چرخاندن SART به‌طرف چپ، آن را در وضعیت Test Prevue قرار دهید. چراغ تعبیه‌شده در دستگاه روشن شده و صدای بیپ شنیده خواهد شد. این نشان‌دهنده فعال شدن دستگاه SART است. (شکل ۳۸)

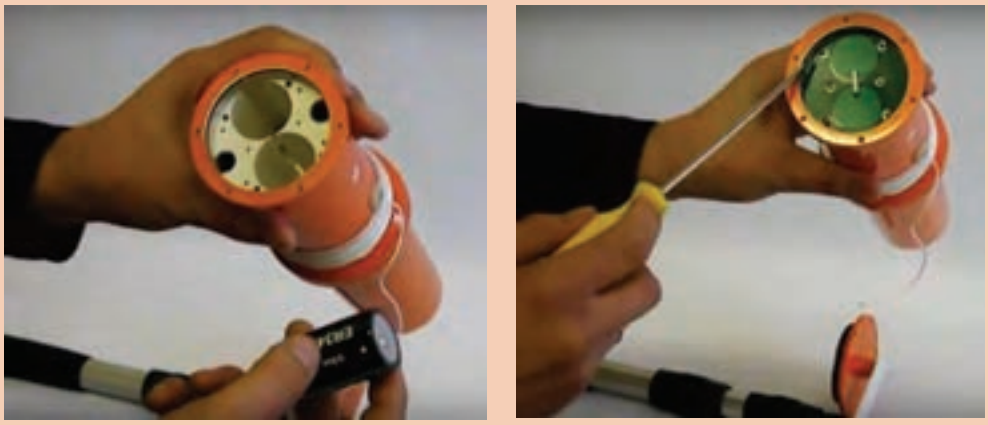
شکل ۳۸ـ تست دستگاه SART

۳ برای تأیید صحت عملکرد SART باید یک نفر ناظر صفحه نمایشگر رادار باشد. اگر رنج رادار بر روی ۱۲ مایل دریایی تنظیم‌شده باشد، تعداد ۱۱ دایره هم‌مرکز در صفحه رادار دیده خواهد که فاصله دوایر از همدیگر ۰/۶۴ مایل دریایی است. (شکل ۳۹)



شکل ۳۹

۴ چک ظاهری دستگاه SART به‌منظور بررسی آسیب‌های فیزیکی احتمالی.
۵ تاریخ انقضای باتری باید یادداشت شود.
۶ کلیپ ایمنی دستگاه در جای خود به‌درستی قرارگرفته باشد.



شکل ۴۰ـ تعویض باتری دستگاه SART

آزمایش ماهیانه دستگاه NAVTEX

فعالیت کارگاهی

دستگاه NAVTEX از مهم‌ترین دستگاه‌های سیستم GMDSS بوده و منبع اطلاعات ایمنی دریایی است. این دستگاه مجهز به سیستم آزمون می‌باشد که قادر است باتری، صفحه‌کلید، LCD، ROM و RAM دستگاه را مورد آزمایش قرار دهد. انجام آزمایش ماهیانه NAVTEX تمرین خوبی برای کشف اشکالات احتمالی دستگاه است.

مراحل انجام آزمون یک نوع از دستگاه‌های NAVTEX به شرح زیر است:

۱ کلید [MENU/ESC] را فشار دهید تا وارد پنجره اصلی منو شوید.

۲ با کلیدهای پیمایش [↓ ↑] قسمت SERVICE را انتخاب و کلید [ENT] را فشار دهید. گزینه TEST در زیر منوی SERVICE قرارگرفته است. (شکل ۴۱)

I. گزینه TEST را انتخاب و کلید [ENT] را فشار دهید.

II. گزینه YES را انتخاب و دوباره [ENT] را فشار دهید.

روند آزمون شروع و پس از چند ثانیه نتیجه آن در صفحه دستگاه نمایش داده خواهد شد.

شکل ۴۱

اگر آزمون با موفقیت انجام شده باشد، نتیجه به‌صورت OK نمایش داده می‌شود در غیر این صورت عبارت NG (Not Good)به معنی عدم‌رضایت در صفحه‌نمایش داده خواهد شد. (شکل ۴۲)

شکل ۴۲

همچنین در روند آزمون تمامی کلیدها مورد آزمایش قرار خواهند گرفت. (شکل ۴۳)

شکل ۴۳ـ آزمایش کلیدهای دستگاه NAVTEX

صفحه آزمون RX دستگاه نیز به‌صورت شکل ۴۴ می‌باشد.

شکل ۴۴ـ آزمون دریافت کنندگی (RX) دستگاه NAVTEX

نتیجه آزمون را می‌توان توسط چاپگر، چاپ و در سوابق GMDSS کشتی بایگانی گرد.

آزمایش ماهیانه دستگاه INMARSAT

فعالیت کارگاهی

دستگاه INMARSAT به‌منظور اطمینان از صحت عملکرد، مجهز به آزمون تشخیص عیب است. مراحل انجام آزمون عیب‌یابی یکی از انواع دستگاه‌های INMARSAT که در کشتی‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد به شرح زیر است:

۱ در صفحه‌کلید، کلید F7 را فشار دهید تا منوی گزینه‌ها نمایش داده شود.

۲ با کلید پیمایش گر، به‌طرف پایین حرکت کنید و گزینه TEST را انتخاب نمایید. سپس از منوی بازشده گزینه DIAGNOSTIC TEST را انتخاب و پس‌ازآن برای شروع آزمون، گزینه YES را بزنید. (شکل ۴۵ـ ۴۶)

شکل ۴۵

شکل ۴۶

پس از اتمام مراحل آزمون، نتیجه به‌صورت شکل ۴۷ در صفحه‌نمایش، نشان داده خواهد شد.

شکل ۴۷

آزمون بررسی عملکرد (PV: Performance Verification) را می‌توان به‌صورت ماهیانه انجام داد. آزمون بررسی عملکرد شامل موارد زیر است: (شکل ۴۸)

- ارسال پیام به ایستگاه زمینی (LES: Local Earth Station)
- دریافت پیام از ایستگاه زمینی
- ارسال پیام اضطراری

آزمون PV یکی از گزینه‌های منوی آزمون می‌باشد که می‌توان به روش زیر آن را انجام داد.

شکل ۴۸

در طول مراحل آزمون، وضعیت TASTING در صفحه‌نمایش، نشان داده خواهد شد. (شکل ۴۹)

شکل ۴۹

پس از پایان آزمون وضعیت به حالت IDLE در خواهد آمد. (شکل ۵۰)

شکل ۵۰

نتیجه نهایی آزمون را می‌توان از منوی TEST و با انتخاب گزینه PV Test Result مشاهده کرد. نتیجه آزمون را می‌توان توسط چاپگر، چاپ و در سوابق GMDSS بایگانی کرد. عبارت Pass نشان‌دهنده ارزیابی مثبت از نتایج آزمون است. (شکل ۵۱)

شکل ۵۱

جدول ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی	آگاهی از عملکرد سامانه GMDSS روش کار با تجهیزات GMDSS و آزمایش و نگهداری سامانه.	چگونگی کارباتجهیزات GMDSS	بالاتر از حد انتظار	۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS. ۲ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS. ۳ به‌کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری. ۴ انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS. ۵ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS. ■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS. ۲ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS. ۳ به‌کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری. ۴ انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS. ۵ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS. ■ هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۲
			پایین‌تر از حدانتظار	۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS. ۲ تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS. ۳ به‌کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری. ۴ انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS. ۵ نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS. ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۱
نمرهٔ مستمر از ۵					
نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳					
نمرهٔ پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی (GMDSS)

۱ـ شرح کار:

- تشریح عملکرد سامانه GMDSS.
- تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.
- به‌کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.
- انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS.
- نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.

۲ـ استاندارد عملکرد:

توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی موسوم به GMDSS، کار با سامانه، سرویس، نگهداری و آماده‌به‌کار نگه‌داشتن تجهیزات و دستگاه‌های متعلق به این سیستم

۳ـ شاخص‌ها:

تشریح کامل عملکرد، آزمایش و نگهداری سامانه GMDSS .

۴ـ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان مناسب انجام کار و کارگاه مجهز به تجهیزات سامانه GMDSS.

ابزار و تجهیزات: تمامی تجهیزات سامانه GMDSS شامل:

- رادیوهای VHF ـ MF/HF و VHF دستی
- دستگاه‌های EPIRB ـ SART ـ NAVEX

۵ـ معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشریح عملکرد سامانه GMDSS.	۲	
۲	تشریح عملکرد هریک از تجهیزات سامانه GMDSS.	۱	
۳	به‌کارگیری صحیح هر یک از تجهیزات سامانه GMDSS در شرایط اضطراری.	۱	
۴	انجام آزمایش‌های دوره‌ای تجهیزات سامانه GMDSS.	۱	
۵	نگهداری تجهیزات سامانه GMDSS.	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: ۱ـ رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲ـ دقت و تمرکز در اجرای کار؛ ۳ـ شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر؛ ۴ـ رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه ای	۲	

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.

منابع

۱ برنامهٔ درسی رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۲ استاندارد شایستگی حرفه رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۳ استاندارد ارزشیابی حرفه رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۴ نحوی، هوشنگ و فرشچیان، پرویز. مبانی رادار و وسایل کمک‌ناوبری. کد ۳۵۸/۴۳. تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. (۱۳۹۲)

۵ نسل پاک، میر حمید و دیانی، محمّدرضا. آشنایی با درس‌های کمک‌ناوبری. کد ۴۷۰/۵. تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، (۱۳۹۲)

۶ «کارگاه و آزمایشگاه مبانی مخابرات رادیو» (جلد اول) مؤلفان: یدالله رضازاده، محمود شبانی، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سوادکوهی؛ تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران ۱۳۹۰.

۷ م.م. نشاطی، «معرفی سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS»، دانشگاه سیستان‌وبلوچستان، ۱۳۸۳.

۸ ف. نصری و م.فراست، «ناوبری الکترونیکی»، نوشهر: دانشگاه علوم دریایی امام خمینی، ۱۳۸۷.

۹ شیوه‌نامهٔ نحوهٔ ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای.