بسم الله الرحمن الرحیم

راهنمای هنرآموز

نگهداری و تعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک‌ناوبری

رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی

گروه برق و رایانه

شاخهٔ فنی‌وحرفه‌ای

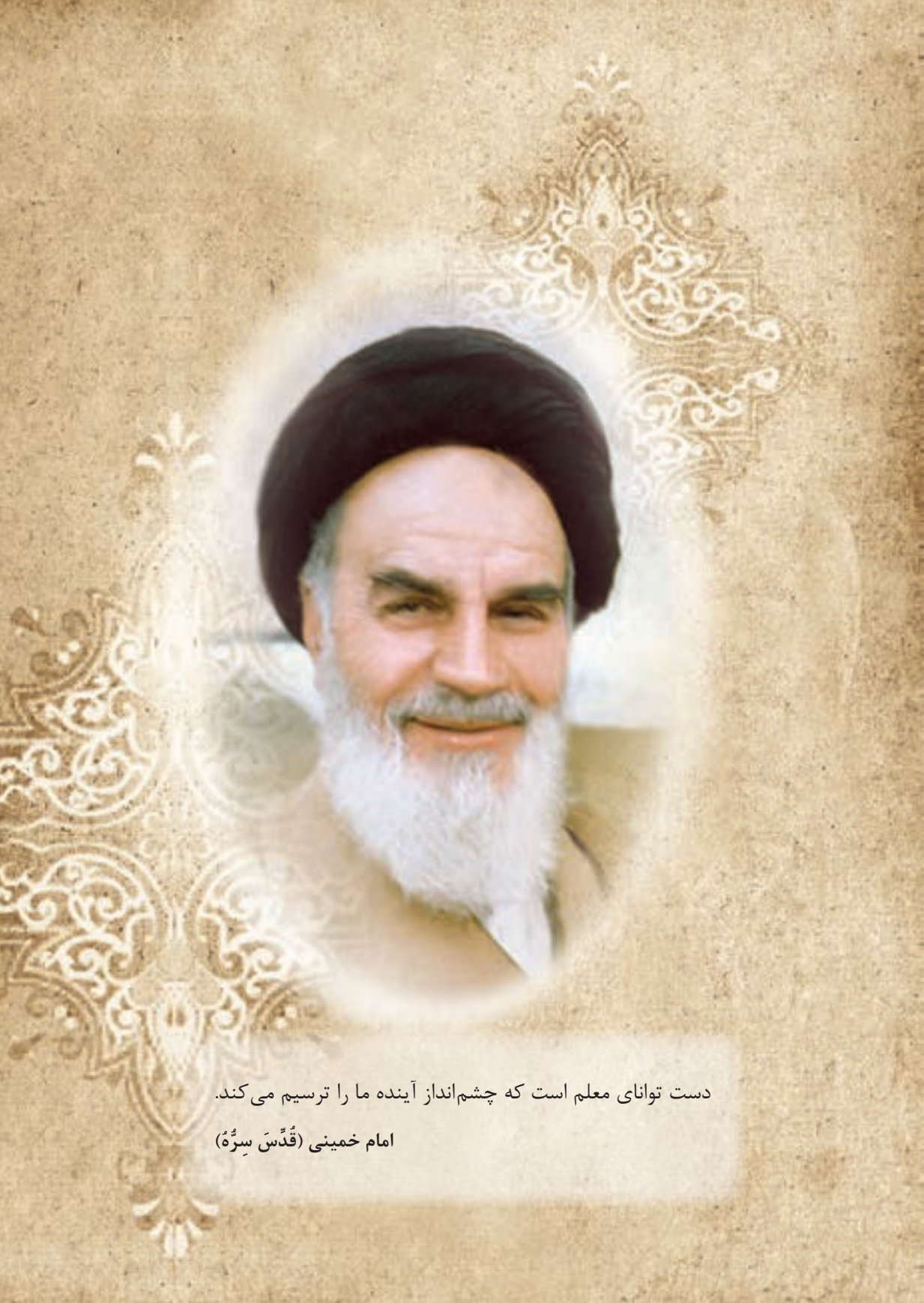
پایهٔ دوازدهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: راهنمای هنرآموز نگهداری و تعمیر وسایل و دستگاه‌های کمک‌ناوبری ـ ۲۱۲۹۸۱
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمدرضا پالوج، مصطفی ربیعی، علی سلیمان‌اوغلی، غلامرضا ناطقیان (اعضای شورای برنامه‌ریزی و گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ مهلا مرتضوی (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: 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: ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/ صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۷

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 ۶-۳۳۶۶ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3366–6**



دست توانای معلم است که چشم‌انداز آینده ما را ترسیم می‌کند.

امام خمینی (قُدِّسَ سِرُّهُ)

فهرست

فصل ۱: کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری ۱

ارزشیابی شایستگی ۲۰

فصل ۲: کاربری دستگاه‌های مخابراتی ۲۱

ارزشیابی شایستگی ۶۱

فصل ۳: کاربری رادارهای دریایی ۶۳

ارزشیابی شایستگی ۱۰۱

فصل ۴: کاربری تکنیک‌های مخابراتی ۱۰۳

ارزشیابی شایستگی ۱۶۲

فصل ۵: کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی ۱۶۳

ارزشیابی شایستگی ۲۱۳

منابع ۲۱۴

مقدمه

از الزامات اجرای برنامه درسی، وجود محتوای آموزشی جهت تحقق نیازهای فردی و اجتماعی و اهداف نظام تعلیم و تربیت می‌باشد. با توجه به تغییرات نظام آموزشی که حول محور سند تحول بنیادین آموزش و پرورش انجام شد چرخش‌های جدیدی از وضع موجود به مطلوب صورت پذیرفت. از جمله به نقش معلم از آموزش‌دهنده صرف، به مربی، اسوه و تسهیل‌کننده یادگیری و نقش دانش‌آموز از یادگیرنده منفعل به فراگیرنده فعال، تربیت‌جو و مشارکت‌پذیر و نقش محتوا از کتاب درسی به‌عنوان تنها رسانه آموزشی به برنامه محوری و بسته یادگیری (آموزشی) نام برد. بسته یادگیری شامل رسانه‌های متنوعی از جمله کتاب درسی دانش‌آموز، کتاب همراه هنرجو/ هنرجو، کتاب راهنمای تدریس معلم/ هنرآموز، نرم‌افزارهای آموزشی، فیلم آموزشی و پوستر و... می‌باشد که با هم در تحقق اهداف یادگیری نقش ایفا می‌کنند. کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی برای هر کتاب درسی طراحی و تدوین شده است.

در این رسانه سعی شده روش تدریس کلی و جلسه به جلسه به‌همراه تجهیزات، ابزارها و مواد مصرفی مورد نیاز هر جلسه، نکات مربوط به ایمنی و بهداشت فردی و محیطی آورده شود. همچنین نمونه طرح درس، تبیین پیچیدگی‌های یادگیری هنرجویان، هدایت و مدیریت کارگاه و کلاس در هنرستان، راهنمایی و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها، بیان شاخص‌هایی اصلی جهت ارزشیابی شایستگی و ارائه بازخورد، اشاره به اشتباهات و مشکلات رایج در یادگیری هنرجویان و روش سنجش و نمره‌دهی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت و ارگونومی، منابع مطالعاتی، نکات مهم در فرایند اجرا و آموزش در محیط یادگیری، بودجه‌بندی زمانی و صلاحیت‌های حرفه‌ای و تخصصی هنرآموزان و دیگر موارد آورده شده است. امید است شما هنرآموزان گرامی با دقت و سعه‌صدر در راستای تحقق اهداف بسته آموزشی که با کوشش و تلاش مؤلفین گرانقدر تدوین و تألیف شده موفق باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

فصل ۱

کاربری دستگاه‌های موقعیت‌یاب و چراغ‌های ناوبری

مشخصات کلی کار

نوع درس: نظری ـ عملی
کل ساعت: ۶۰ ساعت
ساعت نظری: ۲۰ ساعت
ساعت عملی: ۴۰ ساعت

روش تدریس فصل

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

۲ سعی شود تمامی نکات فنی و ایمنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت کرده تا بتوانند این نکات را به خوبی فرا گرفته و برای همیشه به خاطر بسپارند.

۳ توصیه می‌گردد برای تدریس بهتر این فصل هنرآموز از روش تدریس کلاس معکوس استفاده کند. یعنی از هنرجویان بخواهد مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با دستگاه‌های کمک ناوبری، مطالعه و یاد گرفته و در کلاس وکارگاه با هدایت هنرآموز تمرینات را پاسخ دهد.

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

۵ توصیه می‌گردد با هدف تقویت مهارت‌های خوانداری و نوشتاری هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به‌صورت دست‌نویس در روی کاغذ نوشته و ارائه دهند و تا جای ممکن از کپی کردن مطالب اینترنت به‌صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.

۶ فعالیت‌های از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید» و... برای فعال کردن هنرجویان و به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.

۷ از هنرجویان خواسته شود تمامی فعالیت‌های کارگاهی را انجام دهد.

سؤال‌های پیشنهادی

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

اهداف کلی

هدف از اجرای آموزش‌های این فصل، توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS و چراغ‌های ناوبری به‌کار رفته در شناورها می‌باشد. شرط لازم و کافی برای انجام تعیین موقعیت تعیین یک سیستم مختصات شناخته شده است. برای تعیین سیستم مختصات کافی است مبدأ آن، یکی از محورها و میزان چرخش آن مشخص باشد.

دانش‌افزایی

مراحل تعیین موقعیت و نمایش آن

۱ انجام مشاهدات لازم یا جمع‌آوری اطلاعات
۲ انتخاب سطح مبنا و سیستم مختصات اصلی برای تعیین موقعیت.
۳ انتخاب مدل‌های ریاضی خاص که در روی سطح مبنای انتخاب شدهٔ بالا معتبر می‌باشد و انجام محاسبات لازم برای رسیدن به مختصات.
۴ انتخاب روش‌های مناسب برای نمایش اطلاعات و نمایش موقعیت‌ها به‌صورت شماتیک؛ در ضمن تعیین موقعیت منحصر به موارد مذکور نیست. ملاصدرا فیلسوف بزرگ ایرانی ثابت کرد که زمان بعد چهارم نقاط مادی است و به‌طور کلی مختصات به‌صورت $P(X,Y,Z,T)$ نشان داده می‌شود.

تعیین موقعیت نقاط ثابت: اگر وضعیت نقطه‌ای ثابت بوده و نسبت به زمان، تغییرات خیلی ناچیزی داشته باشد از تعیین موقعیت ثابت استفاده می‌شود. همانند نقاط بویه‌ها، چراغ های دریایی، اسکله‌ها و نقاط واقع بر روی ساحل.

تعیین موقعیت نقاط متحرک: در برخی مواقع ما نیاز به تعیین موقعیت اجسام در حال حرکت داریم. تعیین موقعیت چنین نقاطی را تعیین موقعیت متحرک می‌گویند. همانند تعیین موقعیت انواع شناورها در دریا و هواپیمای در حال پرواز و مشخص کردن موقعیت آن در روی نقشه‌های مربوطه. همچنین روش دیگر تعیین

موقعیت نقاط در زیر آب‌ها و استخراج توپوگرافی بستر دریاها می‌باشد که توسط عمق‌یاب‌های صوتی صورت می‌گیرد.

تعیین موقعیت در دریا با استفاده از اجرام آسمانی

اصطلاحات نجوم: کشور عزیزمان ایران، با توجه به سابقه ارزشمند در رشته نجوم از صاحب‌نظران اصلی این رشته در دنیا می‌باشد. برای هماهنگی در انجام تعاریف مربوط به علم ستاره شناسی از تعاریف صورت گرفته در اتحادیه بین‌المللی نجوم (International Astronomical Union; IAU) بهره گرفته شده است.

الف) ستاره: در نقشه برداری برای تعیین موقعیت یک نقطه می‌توان از وضعیت ستارگان و دیگر اجرام سماوی نیز استفاده نمود که این موضع از دیر باز سابقه داشته است، ستارگان مجموعه‌ای از اجرام سماوی هستند که آنها را در منظومهٔ شمسی به‌صورت جرم سماوی ثابت می‌شناسیم، آنها را نقاط ثابت مختصات‌دار درنظر می‌گیریم، هر چند که ستارگان نیز به همراه منظومهٔ شمسی درحال حرکت هستند. فواصل ستارگان از کرهٔ زمین را با واحدی به نام سال نوری می‌سنجند.

یک‌سال نوری مسافتی است که نور در یک سال می‌پیماید و با توجه به اینکه سرعت نور تقریباً ۳۰۰۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه است، پس یک سال نوری برابر خواهد بود با:

کیلومتر ۳۶۵×۲۴×۶۰×۶۰×۳۰۰۰۰۰ = ۹,۴۶۰,۸۰۰,۰۰۰,۰۰۰

ب) نجوم: به علمی که با آن ماهیت ستارگان را بررسی می‌کنند علم «نجوم محض» می گویند. حال، اگر این بررسی‌ها دربارهٔ موضع و موقعیت ستارگان باشد به آن «نجوم موضعی» گویند. در نقشه‌برداری با موقعیت ستارگان کار داریم؛ به این صورت که از موقعیت آنها برای به‌دست آوردن موقعیت نقاط زمینی استفاده می‌کنیم.

ج) سیاره: یکی دیگر از اجرام سماوی «سیارات» هستند. سیارات، مجموعه‌ای از اجرام سماوی هستند که به دور خورشید در حال دوران هستند. زمین نیز یکی از سیارات است. حرکت سیارات به دور خورشید براساس قوانین کپلر بوده که به دلیل اهمیت آن، قوانین حرکت را در ژئودزی می‌آموزیم.

د) قمر: یکی دیگر از جرم‌های سماوی اقمار طبیعی هستند که نمونهٔ مشخص آنها کرهٔ ماه است. اقمار طبیعی اجرام سماوی هستند که دور سیارات حرکت می‌کنند. بررسی حرکات اینها مشکل‌تر از بقیه است، زیرا اقمار، علاوه‌بر گردش بر دور سیارات خود به دور خورشید هم دوران می‌کنند. زمین فقط دارای یک قمر بوده در حالی که سیارهٔ مشتری دارای سیزده قمر شناخته شده است!

نوع دیگر از اجرام سماوی اقمار مصنوعی یا همان ماهواره‌ها هستند.

هـ) سیارک‌ها (Asteroid): به گروهی از اجرام کوچک نامنظمی که در فضای بین مریخ و مشتری به صورت کمربند به دور خورشید می‌گردند سیارک گفته می‌شود. ادعا می‌شود این سیارک‌ها حاصل تکه‌های خرد شده یک سیاره بزرگ بوده که

طی مدتی طولانی شکسته شده است.

و) شهاب سنگ (Meteorite): به بقایای سیارک‌هایی که وارد جو زمین می‌شوند و در اثر اصطکاک با اتمسفر می‌سوزند شهاب سنگ گفته می‌شود. بیشتر شهاب‌سنگ‌ها به اندازه‌ای کوچک‌اند که نمی‌توانند به سطح زمین برسند. بزرگ‌ترین شهاب سنگی که به سطح زمین رسیده، شهاب‌سنگ هوبا بوده که در جنوب غربی آفریقا سقوط کرد. وزن آن در حدود ۵۴۰۰۰ کیلوگرم بود. باید از بابت وجود اتمسفر خدا را شکر کنیم چون اگر مثل یک چتر بالای سر زمین نبود، شهاب‌سنگ‌ها مثل موشک بالستیک همه جای زمین را تهدید می‌کرد.

ز) سیاره کوتوله (Dwarf Planet): سیاره‌های کوتوله به لحاظ جثه از سیارک‌ها بزرگ‌تر و از سیاره‌ها کوچک‌تراند. طبق تعریف IAU جرمی فضایی است که به دور خورشید می‌گردد و جرمش به اندازه‌ای هست که بتواند در نتیجه جاذبه‌اش شکل کروی‌اش را حفظ کند. در ضمن قمر سیاره دیگری نیست.

ح) دنباله‌دار (Comets): جرمی با قطر ۱۰ الی ۲۰ کیلومتری است متشکل از گازهای منجمد، سنگ و گرد و غبار. شکل دنباله‌دارها از سه بخش هسته، گیسو و دم تشکیل شده که با حرکت به سمت خورشید و تبخیر قسمت یخ زده، ابری در پشت آن دیده می‌شود. سال ۲۰۱۴ میلادی یک کاوشگر به نام روزتا که توسط آژانس فضایی اروپا هدایت می‌شد برای اولین بار یک دنباله‌دار را از نزدیک مورد مطالعه قرار داد و روی آن فرود آمد.

ط) فرق ستاره و سیاره: فرق بین سیارات و ستارگان، به‌طور خلاصه بدین قرار است:

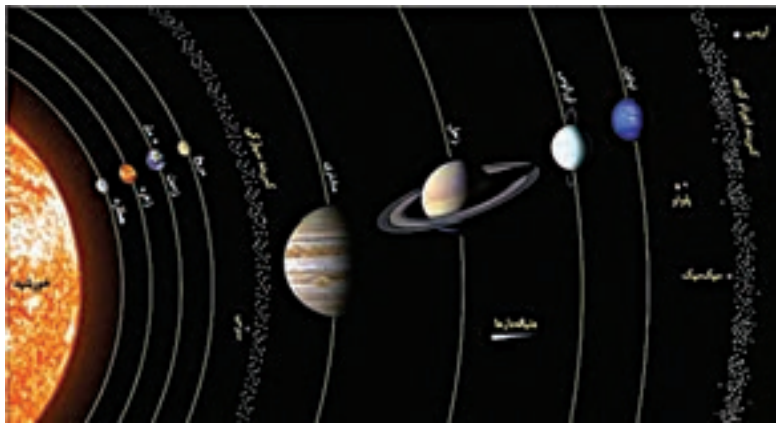
۱ وضعیت سیارات نسبت به هم و نسبت به ستارگان لحظه به لحظه در حال تغییر بوده، در حالی که وضعیت ستارگان نسبت به هم ثابت است.

۲ سیارات در حال دوران به دور خورشید هستند در حالی که ستارگان جرم‌های سماوی ثابت‌اند.

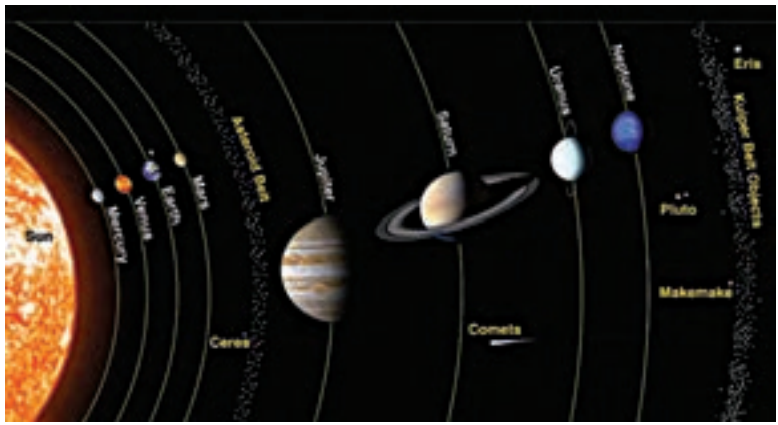
۳ سیارات بزرگ و نزدیک به کرهٔ زمین در تلسکوپ به صورت یک قرص به چشم می‌آیند؛ درحالی که ستارگان فقط به صورت یک نقطهٔ نورانی در تلسکوپ دیده می‌شوند.

ی) منظومه شمسی (Solar System): مجموعهٔ اجرام آسمانی از قبیل سیاره، سیارک و سیاره کوتوله در مداری به دور ستاره‌ای به نام خورشید می‌گردند. خورشید بیشتر از ۹۹درصد از جرم منظومه شمسی را به خودش اختصاص داده و می‌شود گفت مهم‌ترین عضو این خانواده است، چون با جرمی که دارد و به تبع آن جاذبه‌ای که ایجاد می‌کند مثل مادری باعث جمع شدن و هم بستگی اعضای خانواده می‌شود. عمر باقی ماندهٔ خورشید را بیشتر از ۶میلیارد سال پیش‌بینی می‌کنند، به این معنا که با مردن یا متلاشی شدن خورشید دیگر منظومهٔ شمسی و البته زمینی وجود نخواهد داشت.

تیر (یا عطارد)، ناهید، زمین، مریخ، مشتری، زحل، اورانوس، نپتون ۸ سیاره‌ای است که در منظومه شمسی به دور خورشید می‌چرخند. ستاره‌شناس‌ها سیاره‌های منظومه شمسی را به دو قسمت تقسیم می‌کنند: سیارات درونی و سیارات بیرونی.

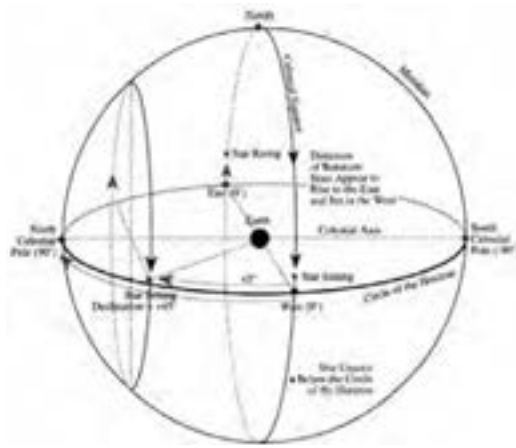


سیارات درونی مثل تیر، ناهید، زمین و مریخ اولاً در مدارهای نزدیک‌تری نسبت به خورشید قرار دارند. ثانیاً بخش عمدهٔ جنس این سیاره‌ها سنگ هست و به نسبت سیاره‌های بیرونی کوچک‌تر و چگالتراند. ثالثاً این سیاره‌ها تعداد کمتری قمر دارند و به آنها به علت شباهتی که با زمین دارند، سیارات زمین‌سان هم گفته می‌شود.



بخش عمدهٔ جنس سیارات بیرونی را گازهای مختلف تشکیل داده شده است. بنابراین می‌شود فهمید چرا چگالی کمتری نسبت به سیارات درونی دارند. سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس، نپتون تو این دسته قرار می‌گیرند. این غول‌های گازی که به نسبت سیارات درونی دورتر از خورشید قرار دارند با سرعت بیشتری به

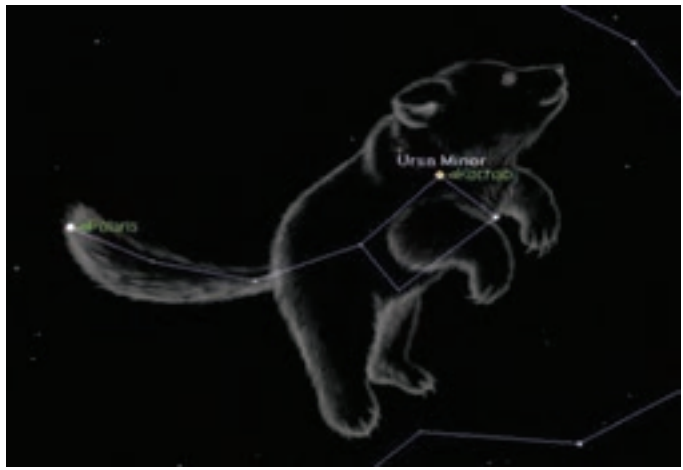
دور خودشان می‌چرخند و قمرهای بیشتری دارند.
بین مدارهای حرکتی این دو دسته سیاره (بیرونی و درونی) فاصله‌ای وجود دارد که با کمربند سیارک‌ها پر شده‌اند. بزرگ‌ترین سیارک موجود در این کمربند که در دسته سیاره‌های کوتوله قرار می‌گیرند، سِرِس (Ceres) نام دارد. وجود همچنین مجموعه‌ای از سیارک‌ها به قدری برای دانشمندان جالب بوده که تا حالا ۱۲مأموریت فضایی برای بررسی آن انجام شده است.
نکتهٔ جالبی که در مورد اعضای منظومه شمسی وجود دارد این است که تا قبل از سال ۲۰۰۶ تعداد سیاره‌های این منظومه ۹تا بود و با تعریف جدیدی که اتحادیه بین‌المللی ستاره شناسی IAU از سیاره ارائه داد، پلوتو که تا قبل عضو این خانواده بود، در دستهٔ سیاره‌های کوتوله قرار گرفت.
قوانین کپلر: قانون اول کپلر: مدار حرکت تمامی سیارات دایره نیست، بلکه بیضی است که خورشید در یکی از کانون‌های آن واقع است.
قانون دوم کپلر: سیارات در مسیر حرکت خود به دور خورشید مساحت‌های مساوی را در زمان‌های مساوی جاروب می‌کنند.
قانون سوم کپلر: نسبت توان دوم پریود حرکت سیارات برای دو سیاره متفاوت برابر نسبت توان سوم قطر اول (اطول) بیضی مسیر حرکتشان است.
کرهٔ سماوی: اگر در یک شب صاف به آسمان توجه کرده باشید، میلیون‌ها ستاره را در آسمان با فاصله‌های مختلف از خودتان می‌بینید. چون در نجوم امتداد ستارگان را مشاهده می‌کنیم بهتر است آنها را بدون توجه به فواصل آنها از ما بر روی یک کرهٔ فرضی، در راستای شعاع تصویر کنیم. به این کره فرضی که مرکز آن، مرکز جرم زمین بوده و اجرام سماوی روی آن در راستای شعاع تصویر می‌گردند «کرهٔ سماوی» گویند.
سمت‌الرأس و سمت‌القدم: نقطه‌ای که درست بالای سر ما بر روی کرهٔ سماوی قرار دارد در اصطلاح سمت‌الرأس یا «زنیت» و نقطهٔ پایین را سمت‌القدم یا «نادیر» می‌گویند.



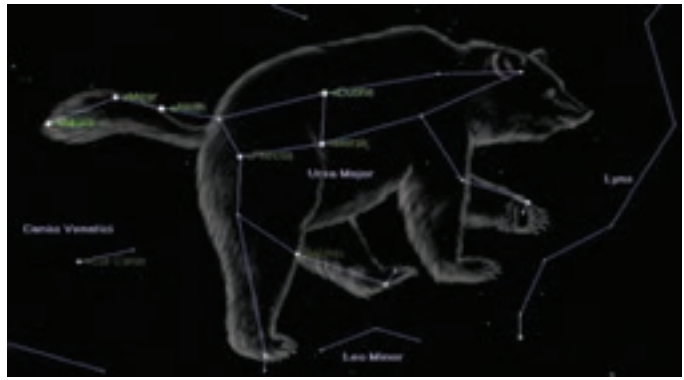
در نجوم با کمک زوایای سمت (Azimuth) و ارتفاع (Altitude) اجرام می‌توان موقعیت یک جرم را بر کره سماوی تعیین و بیان کرد. در ستاره‌شناسی سمت یک جرم سماوی از نقطهٔ شمال (سمت صفر درجه) و در جهت حرکت عقربه‌های ساعت (به طرف شرق) اندازه‌گیری می‌شود؛ مثلاً ستاره‌ای که بر نقطهٔ شرق قرار دارد دارای سمت ۹۰درجه است و اگر در جنوب باشد سمت ۱۸۰درجه، در غرب ۲۷۰درجه و در نهایت در نقطهٔ شمال ۳۶۰ یا صفردرجه است.

همچنین ارتفاع ستاره زاویه‌ای است که امتداد ستاره با صفحهٔ افق سماوی یک محل را تشکیل می‌دهد.

ستارهٔ قطبی ستاره‌ای است که امروزه به‌طور تقریبی در امتداد محور دورانی زمین است. امروزه ستارهٔ قطبی ماکزیمم حدود ۱درجه از امتداد محور دورانی زمین منحرف است. نحوهٔ تشخیص ستارهٔ قطبی در آسمان با استفاده از دب اصغر و دب اکبر و ذات الکرسی که هر کدام در آسمان شب قابل رؤیت بوده که معروف‌ترین آنها دب اصغر و دب اکبر که در آسمان به شکل ملاقه‌ای هست یا به عباراتی کامل‌تر اگر ابتدای این ملاقه آسمانی را بگیریم و پنج ستاره بشماریم به تک ستاره قطبی می‌رسیم و جهت شمال پیدا می‌شود. شما در هر جای کرهٔ زمین که باشید ستارهٔ جدی یا پولاریس که در صورت فلکی دب اصغر یا خرس کوچک (Ursa minor) قراردارد نشان‌دهندهٔ جهت شمال است. برای یافتن این ستاره که به آن ستارهٔ قطبی نیز می‌گویند باید به سوی افق شمال قرار بگیرید. توجه داشته باشید قدر ظاهری آن ۲+ و به رنگ زرد مایل به سفید است.



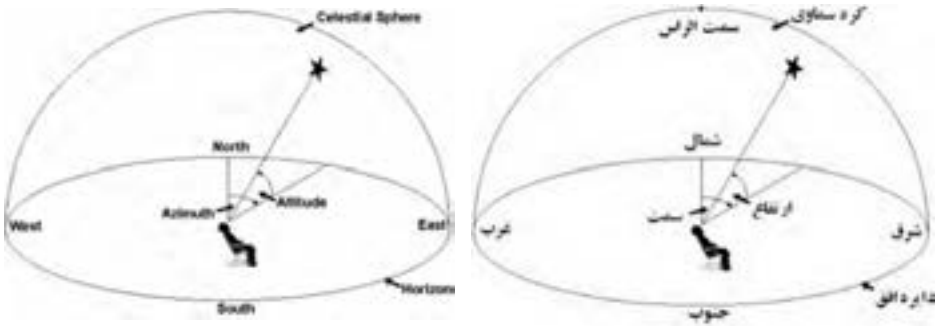
سپس شب هنگام با کمک نقشهٔ آسمان نیمکرهٔ شمالی در جست‌وجوی صورت فلکی دب اکبر یا ذات الکرسی باشید.

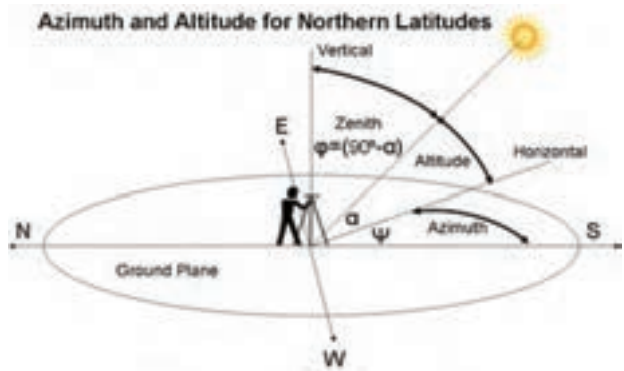


سپس طبق شکل از دو ستاره این صورت فلکی به نام‌های دبّه و مراق کمک بگیرید. دبه یا آلفا ـ دب اکبر دارای قدر ظاهری ۱.۸+ و به رنگ زرد مایل به نارنجی و ستارهٔ مراق یا بتا ـ دب اکبر با قدر ظاهری ۲.۳+ به رنگ سفید است. این دو ستاره حدود ۵ درجه از یکدیگر جدایی زاویه‌ای دارند. اگر این دو ستاره را با خطی فرضی به یکدیگر متصل کرده و در جهت مخالف کف ماهی تابه به میزان ۶برابر فاصله آن دو ستاره امتداد دهید به ستارهٔ قطبی خواهید رسید. ستارهٔ قطبی نیز ستاره‌ای نسبتاً پرنور به رنگ سفید مایل به زرد از قدر ظاهری (روشنایی) ۲+ است. شما می‌توانید با استفاده از جدول زیر صورت فلکی دب اکبر یا خرس بزرگ را در ماه‌های مختلف سال در موقعیت‌های متفاوتی از افقتان ببینید. توجّه داشته باشید ارتفاع صورت فلکی در شمال کمی بیشتر از جنوب کشورمان است.

کرهٔ سماوی: اگر در یک شب صاف به آسمان توجه کرده باشید، میلیون‌ها ستاره را در آسمان با فاصله‌های مختلف از خودتان می‌بینید. چون در نجوم امتداد ستارگان را مشاهده می‌کنیم بهتر است آنها را بدون توجه به فواصل آنها از ما بر روی یک کرهٔ فرضی، در راستای شعاع تصویر کنیم. به این کره فرضی که مرکز آن، مرکز جرم زمین بوده و اجرام سماوی روی آن در راستای شعاع تصویر می‌گردند «کرهٔ سماوی» گویند.

ارتفاع یک جرم سماوی به فاصلهٔ زاویه‌ای قائم یک جرم سماوی از افق سماوی گفته می‌شود یا نزدیک‌ترین فاصله‌ای که جرم سماوی از افق دارد. ارتفاع برحسب درجه از ۰ تا ۹۰ اندازه‌گیری می‌شود. اگر جسم بر افق باشد ارتفاع آن ۰ و در سمت‌الرأس (سر سو) ۹۰+ درجه خواهد بود. همچنین جسم در زیر افق ارتفاع منفی دارد.



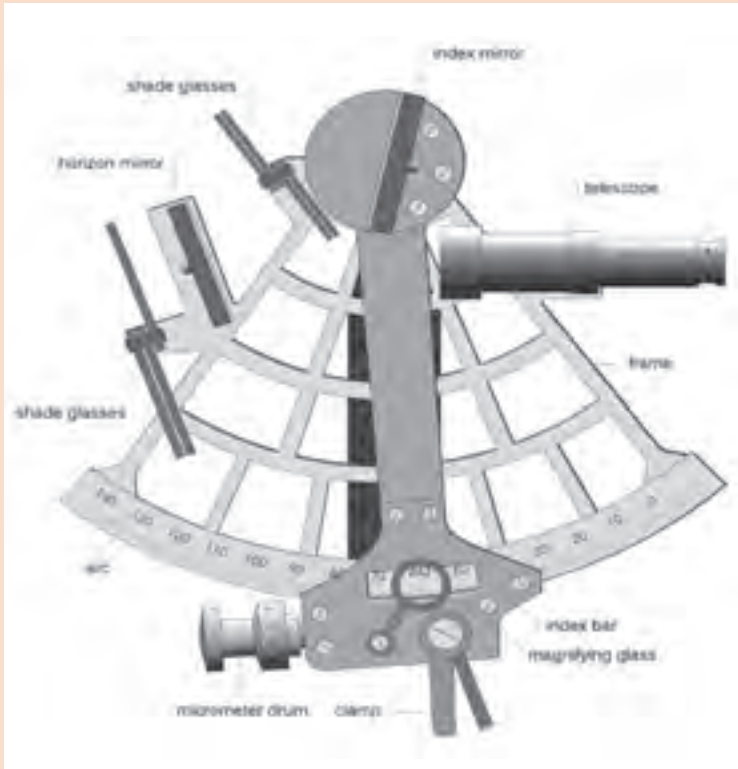


فعالیت کارگاهی

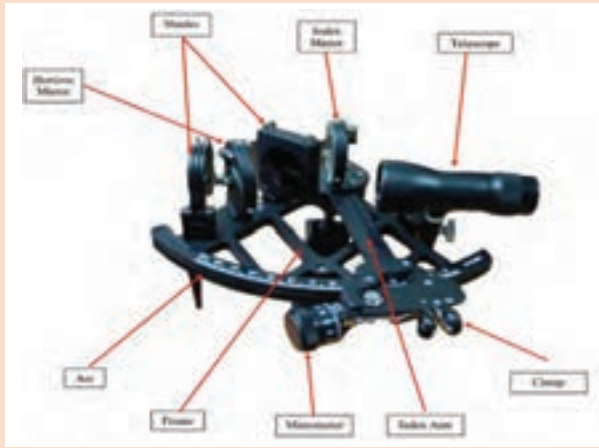
طریقه کار با سکستانت (Sextant)

پاسخ:

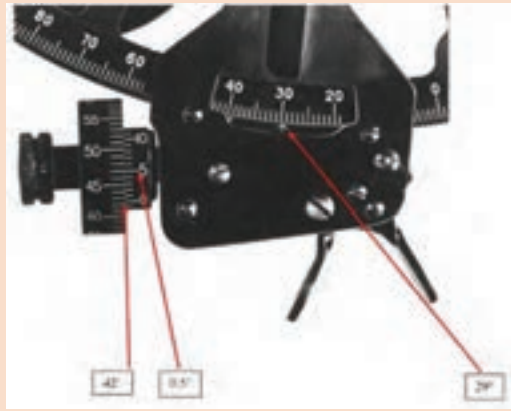
سکستانت وسیله‌ای است که جهت اندازه‌گیری زاویه استفاده می‌شود. در دریانوردی معمولاً برای اندازه‌گیری زاویهٔ بالا آمدن یک جرم آسمانی در بالای خط افق به‌کار می‌رود. از آنجا که کمان سکستانت یک‌ششم از یک دایره کامل (۶۰درجه) است، این وسیله را sextant نام‌گذاری کرده‌اند. این ابزار را می‌توان برای دیدن و هدف‌گیری اجرام آسمانی، یا اندازه‌گیری ارتفاع آنها به‌کار برد. زاویه و زمانی که اندازه‌گیری می‌شود برای محاسبهٔ خط موقعیت روی یک نقشهٔ دریانوردی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.



اصول کارکرد سکستانت بر بازتاب دوبل استوار می‌باشد، از این‌رو دستگاه قادر است تا زاویه ۱۲۰درجه را اندازه‌گیری نماید. عملاً کمان سکستانت کمی بیشتر از ۶۰درجه است. به همین علت قادر به اندازه‌گیری حدود ۱۳۰درجه می‌باشد.

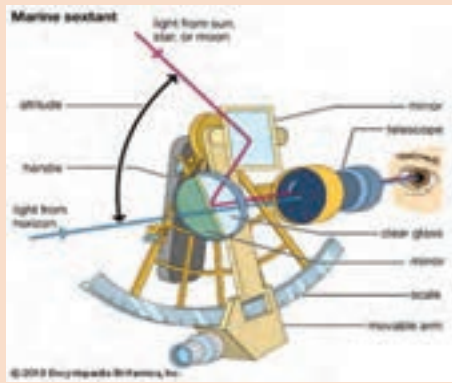


درجه‌بندی نرمال کمان سکستانت در سمت چپ صفر بوده و تا ۱۳۰درجه مدرج شده است که به آن ON Sextant می‌گویند. مقداری از کمان نیز در سمت راست صفر، مدرج شده که به آن Off Sextant گفته می‌شود. بایستی دقت داشت که در حالت Off Sextant، میکرومتر دستگاه در جهت عکس خوانده می‌شود.



اصولاً سکستانت از یک تلسکوپ، یک آینه افقی که نصف آن آینه و نصف دیگر شفاف است و یک آینه Index که بر روی بازوی متحرک دستگاه، ثابت شده است. عملکرد به این‌گونه است که اشعه تابیده شده از جرم آسمانی مانند خورشید به آینه Index برخورد کرده و بازتاب آن به آینه افقی می‌رسد. این اشعه پس از یک بازتاب دیگر به تلسکوپ دستگاه تابیده شده و در آن قابل رؤیت می‌شود.

نصف آینه افقی شفاف است و می‌توان از آن روبه‌رو (افق) را دید.



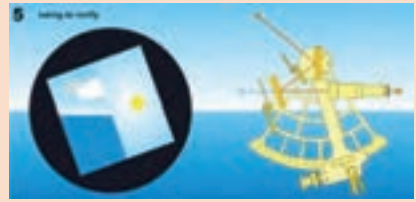
روش کار:

۱ سکستانت را در دست نگه‌داشته و از آینه افقی به سمت افق نشانه روی کنید. به‌گونه‌ای که خط افقی فرضی رسم شده در آینه افقی بر خط افق منطبق گردد.

۲ درحالی‌که سکستانت به‌صورت ثابت نگه داشته شده است (به‌گونه‌ای که خط افق از دید خارج نشود) قفل بازوی متحرک را آزاد و حرکت دهید تا جرم آسمانی (مانند خورشید) که می‌خواهید زاویه آن را بسنجد، در آینه افقی نمایان شود.

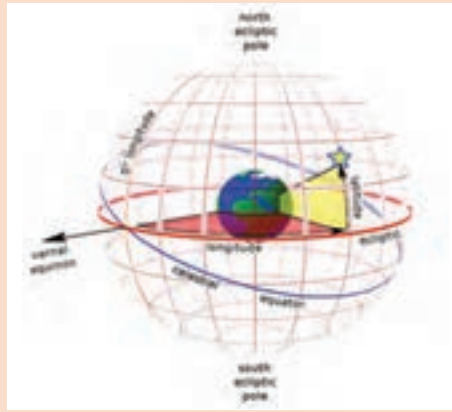
۳ با حرکت بازو و تنظیم دقیق میکرومتر، لبه پایین جسم را بر خط افق منطبق کنید.

۴ امکان دارد سکستانت را دقیقاً به‌صورت عمود نگرفته باشید، در این حالت وضعیت‌های زیر به‌وجود خواهند آمد. آنها را تصحیح دهید.

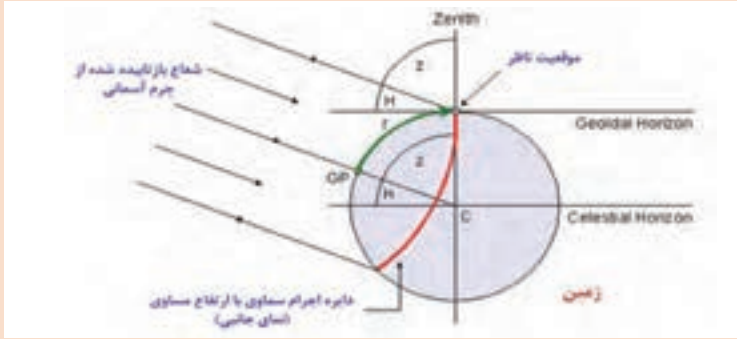


۵ هنگامی که تصویر مشاهده شده در تلسکوپ به‌صورت زیر بود، بازو را قفل و درجه را بخوانید.

زاویه به‌دست آمده از طریق سکستانت را بر جداول ناوبری منطبق و پس از انجام محاسبات، عرض جغرافیایی یا Latitude را به‌دست می‌آورند.

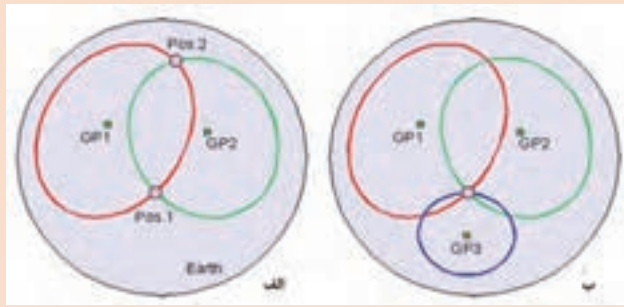


اشعهٔ نوری که از شیء آسمانی به زمین می‌رسد، یک خط باریک نبوده و به‌صورت خطوط موازی که در شکل زیر دیده می‌شود، به زمین می‌رسد.



اشعه نور شیء آسمانی که در قالب طیف موازی به زمین می‌رسد.

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



خطای محاسبه زاویه شیء آسمانی

تحقیق کنید

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

پاسخ:

زمانی که موقعیت ناظر با موقعیت (زاویه) جرم آسمان در یک راستا باشند حالت زیر رخ خواهد داد:

$H=۹۰^\circ \quad , \quad Z=۰^\circ$

زمانی که جرم آسمانی دقیقاً در راستای افق قرار گیرد، حالت زیر رخ خواهد داد:

$H=۰^\circ \quad , \quad Z=۹۰^\circ$

شعاع دایره‌ای که ناظران می‌توانند در روی آن قرار گیرند (دایره قرمز) از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$r[nm]=۶۰\times Z[^\circ]$

$$r[Km] = \frac{\text{شعاع زمین}\,[Km]}{۳۶۰^\circ} \times Z[^\circ]$$

۱مایل = ۱,۸۵۲ کیلومتر

شعاع زمین = ۴۰۰۳۱,۶ کیلومتر

تحقیق کنید

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

پاسخ:

تعداد ۲۴عدد ماهواره جی‌پی‌اس در مدارهایی به فاصله ۲۴۰۰۰هزار مایل از سطح دریا گردش می‌کنند. هر ماهواره دقیقاً طی ۱۲ساعت یک دور کامل به دور زمین می‌گردد. سرعت هر یک ۷۰۰۰مایل بر ساعت است.

فعالیت در منزل

انرژی مصرفی هر کدام از ماهواره‌های GPS چقدر است؟

ماهواره‌های GPS این انرژی را از چه منبعی تأمین می‌کنند؟

پاسخ:

ماهواره‌ها نیروی خود را از خورشید تأمین می‌کنند. همچنین باتری‌هایی نیز برای زمان‌های خورشید گرفتگی و یا مواقعی که در سایه زمین حرکت می‌کنند به‌همراه دارند. راکت‌های کوچکی نیز ماهواره‌ها را در مسیر صحیح نگاه می‌دارد. به این ماهواره‌ها NAVSTAR نیز گفته می‌شود.

در اینجا به برخی مشخصه‌های جالب این سیستم اشاره می‌کنیم:

- اولین ماهواره جی‌پی‌اس در سال۱۹۷۸ یعنی حدود ۳۵سال پیش در مدار زمین قرار گرفت.
- در سال ۱۹۹۴ شبکه ۲۴عددی NAVSTAR تکمیل گردید.
- عمر هر ماهواره حدود ۱۰سال است که پس از آن جایگزین می‌گردد.
- هر ماهواره حدود ۱۰۰۰کیلوگرم وزن دارد و طول باتری‌های خورشیدی آن ۵.۵ متر است.
- انرژی مصرفی هر ماهواره، کمتر از ۵۰وات است.

پانل کنترل چراغ‌های ناوبری

هنگامی‌که کاربر با استفاده از سوئیچ‌ها در صفحه پانل، بر روی چراغ‌های ناوبری سوئیچ می‌کند، توان لازم به ماژول نظارت و لامپ‌های ناوبری اعمال می‌شود. ماژول نظارت تعبیه شده در پانل، میزان جریان مصرف شده توسط لامپ را تعیین می‌کند تا مشخص شود که آیا رشته لامپ سالم است یا سوخته. اگر لامپ به درستی کار کند، LED مربوط به آن لامپ در پانل روشن می‌شود. در غیر این صورت، LED مربوطه شروع به چشمک زدن می‌کند و صدای زنگ برای نشان دادن خطا، به‌صدا در می‌آید. کاربر می‌تواند دکمه سکوت زنگ را برای تصدیق خطا فشار داده و صدای زنگ را قطع کند تا عیب بعدی شناسایی شود. LED روی پانل، تا زمانی که لامپ معیوب جایگزین نشده باشد، خطا را نشان می‌دهد.

ارزشیابی

عنوان فصل	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 برروی شناور ۳ آگاهی از روش نگهداری و تعمیر چراغ‌های ناوبری در دریا و ساحل ■ هنرجو توانایی بررسی همهٔ شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
			در حد انتظار	۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری ۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری برروی 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 حد انتظار	۱ تشریح عملکرد چراغ‌های ناوبری ۲ تشریح محل‌های نصب چراغ‌های ناوبری برروی 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

۱ 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 براساس 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

۲ استاندارد عملکرد:

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

۳ شاخص‌ها:

تشریح کامل تجهیزات و دستگاه‌های ناوبری نجومی، ناوبری الکترونیکی.

۴ 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 ـ تجهیزات ناوبری الکترونیکی ـ چراغ‌های راه

۵ 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 مکان‌یابی.	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، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و... 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	
میانگین نمرات			*

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

فصل ۲

کاربری دستگاه‌های مخابراتی

مشخصات کلی کار

نوع درس: نظری ـ عملی
کل ساعت: ۶۰ ساعت
ساعت نظری: ۲۰ ساعت
ساعت عملی: ۴۰ ساعت

روش تدریس فصل

۱ در جلسه اول، به مقدماتی که در محتوای فصل ارائه شده پرداخته می‌شود تا هنرآموز با موضوعات درسی آشنا شود.

۲ نکات ایمنی و فنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت نمایند. این امر موجب می‌شود تا بتوانند نکات را به‌خوبی فرا گرفته و برای همیشه به‌خاطر بسپارند.

۳ برای تدریس بهتر این فصل هنرآموز از روش تدریس کلاس معکوس استفاده کند. یعنی از هنرجویان بخواهید مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با سامانه مخابرات دریایی، مطالعه و یادگرفته و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز به پرسش‌ها و تمرینات پاسخ دهد.

۴ پیشنهاد می‌گردد هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب فصل، موارد ذکر شده در بخش‌های دانش افزایی را مورد توجه قرار داده و هنگام آموزش آنها را به‌کار گیرد.

۵ با هدف تقویت مهارت‌های پژوهشی هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به‌صورت دست‌نویس در روی کاغذ نوشته و ارائه دهند و تا جای ممکن از کپی کردن مطالب اینترنت به‌صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.

۶ فعالیت‌هایی از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید» و... به‌منظور ترغیب هنرجویان در به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.

۷ از هنرجویان خواسته شود تمامی فعالیت‌های کارگاهی را انجام دهد.

سؤال‌های پیشنهادی

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؟
۴ چه نوع دستگاه‌های رادیویی و مخابراتی بر روی کشتی نصب و مورد استفاده قرار می‌گیرند؟
۵ محدوده فرکانسی رادیوهای مورد استفاده در مخابرات دریایی چیست؟
۶ روش ارسال و دریافت پیام‌های رادیویی در زمان‌های عادی و در موقعیت اضطراری چگونه است؟

دانش‌افزایی

بدون شک، در نظر اکثر دریانوردان، ارتباطات دریایی قابل اعتماد با ایمنی معادل است. داشتن توانایی برقراری ارتباط با افرادی که می‌توانند کمک شما را فراهم کنند، ارزش بسیار بیشتری از هزینه‌های گران قیمت ولی با کیفیت بالای رادیو دریایی دارد. قوانین حاکم برقراری و اجرای عملیات در یک ایستگاه رادیویی دریایی در تمام کشتی‌ها شامل قایق‌ها و قایق‌ها واقعاً پیچیده نیستند. مشکل این است که بدانید کدام یک از سازمان‌های مختلف کشوری و بین‌المللی و در چه شرایطی مسئول اداره امور هستند.

در حالی‌که تمام سازمان‌ها و مؤسسات کشتی‌رانی باید قواعد وضعیت کشور خود را بدانند و درک کنند، واقعیت این است که دریانوردی به‌طور متوسط و به‌طور کلی تنها به ۲مرجع قانونی پایبند هستند:

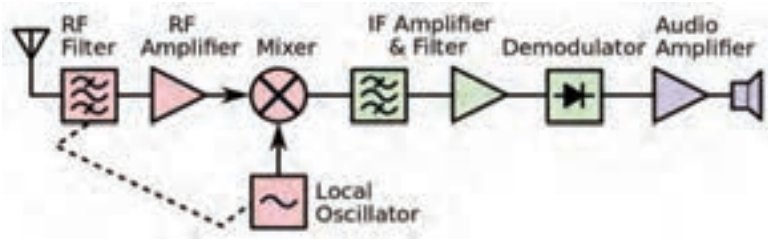
ITU: International Telecommunications Union، اتحادیه بین‌المللی مخابرات
IMO: International Maritime Organization، سازمان بین‌المللی دریانوردی

اتحادیه ITU، یک سازمان بین‌المللی است که استفاده از طیف رادیویی را در بین کشورهای عضو هماهنگ می‌کند.

سازمان IMO تجهیزات و عملیات اکثر کشتی‌های درگیر در سفرهای بین‌المللی به غیر از کشتی‌های جنگی را تنظیم می‌کند.

علاوه‌بر این، هر کشور دارای ادارات دولتی خاص خود است که این سازمان‌های بین‌المللی را حمایت و کمک می‌کنند.

یک نمونه بارز از این سازمان‌های پشتیبانی کننده در برخی کشورها گارد ساحلی آن کشور باشد (تمامی خدمات فروش، بازاریابی، مشخصات فنی و استفاده از رادیو در شناورهای تفریحی، تجاری، دولتی و دولت محلی، و کشتی‌های خارجی در آب‌های منطقه‌ای در این کشورها توسط گارد ساحلی تنظیم می‌شود).



رادیوهای VHF

فرکانس بسیار بالا (VHF) به امواج الکترومغناطیسی فرکانس رادیویی از ۳۰ تا ۳۰۰مگاهرتز با طول موج‌های ۱متر تا ۱۰متر اشاره دارد. VHF به‌طور گسترده‌ای برای پخش رادیو FM، پخش تلویزیونی، انتقال رادیوهای ماهواره‌ای و نظامی محلی، ارتباطات طولانی کنترل ترافیک، رادارها، مودم‌های رادیویی و همچنین در سیستم‌های دریایی و ناوبری هوایی استفاده می‌شود.

VHF برای ارتباطات کوتاه مدت از راه دور در زمین، برای فواصل زیر چند صد مایل مناسب است. VHF کمی تحت تأثیر تداخل تجهیزات الکتریکی و نویز جو قرار دارد. با توجه به این واقعیت که امواج VHF توسط تپه‌ها و کوه‌ها مسدود می‌شوند، بنابراین از تقویت‌کننده سیگنال، برای پخش در چنین مناطقی استفاده می‌شود. فرکانس‌های کمتر از ۷۰MHz توسط لایه یونوسفر جو زمین تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

VHF: مبنای ارتباطات دریایی و ایمنی

فرکانس‌های VHF دریایی زیر توسط ITU برای اهداف اضطراری، ایمنی و تماس‌های عادی کنار گذاشته شده است. این فرکانس‌ها توسط اکثر کشورها به‌طور جهانی پذیرفته شده و در همه رادیوهای دریایی VHF بدون در نظر گرفتن کاربر و محل کاربری آنها، تولید و به‌کار گرفته می‌شوند.

کانال ۱۶ (۱۵۶/۸۰۰مگاهرتز) فرکانس اضطراری، ایمنی و فراخوانی بین‌المللی.

کانال ۷۰ (۱۵۶/۵۲۵مگاهرتز) فرکانس انتخابی دیجیتال یا DSC.

کانال ۱۳ (۱۵۶/۶۵۰مگاهرتز) فرکانس ناوبری پل به پل.

کانال ۰۶ (۱۵۶/۳۰۰مگاهرتز)، کانال ۱۰ (۱۵۶,۵۰۰مگاهرتز)، کانال ۶۷ (۱۵۶,۳۷۵مگاهرتز) و کانال ۷۳ (۱۵۶/۶۷۵مگاهرتز) برای عملیات جست‌وجو و نجات هماهنگ شده‌اند.

در زیر، جدول‌های استفاده از فرکانس VHF دریایی را برای نمونه از سراسر جهان ذکر کرده‌ایم.

جدول فرکانس VHF و کاربرد آن در نیوزیلند: سرویس دریایی، دریای نیوزیلند (MRS) مسئول حفظ سرویس‌های رادیویی VHF و HF برای آب‌های ساحلی نیوزیلند و

بسیاری از اقیانوس آرام جنوبی و دریای Tasman است. خدمات ارائه شده شامل نظارت بر فرکانس رادیویی برای پیام‌های اضطراری است. «گروه مدیریت رادیو طیفی» (RSM: Radio Spectrum Management Group) تمام تخصیص فرکانس در نیوزیلند را مدیریت می‌کند.

نیوزیلند از برنامه فرکانس بین‌المللی استفاده می‌کند. در حدود ۵۵ کانال VHF در دسترس است به‌علاوه ۲ کانال اضافی اختصاص داده شده به خدمات سیستم شناسایی خودکار (AIS: Automatic Identification System).

تحقیق کنید

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

پاسخ:

فرکانس‌های باند VHF دریایی							
		Transmitting Frequencies (MHz)			Port Ops and Ship Movement		
Channel	Notes	Ship Stations	Coast Stations	Intership Simplex	Simplex	Duplex	Public Correspondence
۰۱	m	۱۵۶/۰۵۰	۱۶۰/۶۵۰		X	X	X
۱۰۰۱		۱۵۶/۰۵۰	۱۵۶/۰۵۰		X		
۰۲	m	۱۵۶/۱۰۰	۱۶۰/۷۰۰		X	X	X
۰۳	m	۱۵۶/۱۵۰	۱۶۰/۷۵۰		X	X	X
۰۴	m	۱۵۶/۲۰۰	۱۶۰/۸۰۰		X	X	X
۰۵	m	۱۵۶/۲۵۰	۱۶۰/۸۵۰		X	X	X
۱۰۰۵		۱۵۶/۲۵۰	۱۵۶/۲۵۰		X		
۰۶	f	۱۵۶/۳۰۰	۱۵۶/۳۰۰	X			
۲۰۰۶	r	۱۶۰/۹۰۰	۱۶۰/۹۰۰				
۰۷	m	۱۵۶/۳۵۰	۱۶۰/۹۵۰		X	X	X
۱۰۰۷		۱۵۶/۳۵۰	۱۵۶/۳۵۰		X		
۰۸		۱۵۶/۴۰۰		X			X
۰۹	i	۱۵۶/۴۵۰	۱۵۶/۴۵۰	X	X		
۱۰	h, q	۱۵۶/۵۰۰	۱۵۶/۵۰۰	X	X		
۱۱	q	۱۵۶/۵۵۰	۱۵۶/۵۵۰		X		
۱۲		۱۵۶/۶۰۰	۱۵۶/۶۰۰		X		
۱۳	k	۱۵۶/۶۵۰	۱۵۶/۶۵۰	X	X	Bridge to Bridge Navigation	
۱۴		۱۵۶/۷۰۰	۱۵۶/۷۰۰		X		
۱۵	g	۱۵۶/۷۵۰	۱۵۶/۷۵۰	X	X		
۱۶	f	۱۵۶/۸۰۰	۱۵۶/۸۰۰	DISTRESS, SAFETY, and CALLING			
۱۷	g	۱۵۶/۸۵۰	۱۵۶/۸۵۰	X	X		

فرکانس‌های باند VHF دریایی							
		Transmitting Frequencies (MHz)			Port Ops and Ship Movement		
Channel	Notes	Ship Stations	Coast Stations	Intership Simplex	Simplex	Duplex	Public Correspondence
۱۸	m	۱۵۶/۹۰۰	۱۶۱/۵۰۰		X	X	X
۱۰۱۸		۱۵۶/۹۰۰	۱۵۶/۹۰۰		X		
۱۹	m	۱۵۶/۹۵۰	۱۶۱/۵۵۰		X	X	X
۱۰۱۹		۱۵۶/۹۵۰	۱۵۶/۹۵۰		X		
۲۰۱۹	mm	۱۶۱/۵۵۰	۱۶۱/۵۵۰		X		
۲۰	m	۱۵۷/۰۰۰	۱۶۱/۶۰۰		X	X	X
۱۰۲۰		۱۵۷/۰۰۰	۱۵۷/۰۰۰		X		
۲۰۲۰	mm	۱۶۱/۶۰۰	۱۶۱/۶۰۰		X		
۲۱	y, wa	۱۵۷/۰۵۰	۱۶۱/۶۵۰		X	X	X
۱۰۲۱		۱۵۷/۰۵۰	۱۵۷/۰۵۰		X		
۲۲	y, wa	۱۵۷/۱۰۰	۱۶۱/۷۰۰		X	X	X
۱۰۲۲		۱۵۷/۱۰۰	۱۵۷/۱۰۰		X		
۲۳	x, y, wa	۱۵۷/۱۵۰	۱۶۱/۷۵۰		X	X	X
۱۰۲۳		۱۵۷/۱۵۰	۱۵۷/۱۵۰		X		
۲۴	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۰۰	۱۶۱/۸۰۰		X	X	X
۱۰۲۴	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۰۰					
۲۰۲۴	w,wx,x,xx	۱۶۱/۸۰۰	۱۶۱/۸۰۰	X (Digital Only)			
۲۵	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۵۰	۱۶۱/۸۵۰		X	X	X
۱۰۲۵	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۵۰		X (Digital Only)			
۲۰۲۵	w,wx,x,xx	۱۶۱/۸۵۰	۱۶۱/۸۵۰				
۲۶	w,ww,x	۱۵۷/۳۰۰	۱۶۱/۹۰۰		X	X	X
۱۰۲۶	w,ww,x	۱۵۷/۳۰۰					
۲۰۲۶	w,ww,x		۱۶۱/۹۰۰				
۲۷	z,zx	۱۵۷/۳۵۰	۱۶۱/۹۵۰			X	X
۱۰۲۷	z,zz	۱۵۷/۳۵۰	۱۵۷/۳۵۰				

فرکانس‌های باند VHF دریایی							
		Transmitting Frequencies (MHz)			Port Ops and Ship Movement		
Channel	Notes	Ship Stations	Coast Stations	Intership Simplex	Simplex	Duplex	Public Correspondence
ASM ۲ (۲۰۲۷)	z	۱۶۱/۹۵۰	۱۶۱/۹۵۰				
۲۸	z,zx	۱۵۷/۴۰۰	۱۶۲/۰۰۰			X	X
۱۰۲۸	z,zz	۱۵۷/۴۰۰	۱۵۷/۴۰۰		X		
ASM ۲ (۲۰۲۸)	z	۱۶۲/۰۰۰	۱۶۲/۰۰۰				
۶۰	m	۱۵۶/۰۲۵	۱۶۰/۶۲۵		X	X	X
۶۱	m	۱۵۶/۰۷۵	۱۶۰/۶۷۵		X	X	X
۶۲	m	۱۵۶/۱۲۵	۱۶۰/۷۲۵		X	X	X
۶۳	m	۱۵۶/۱۷۵	۱۶۰/۷۷۵		X	X	X
۱۰۶۳		۱۵۶/۱۷۵	۱۵۶/۱۷۵		X		
۶۴	m	۱۵۶/۲۲۵	۱۶۰/۸۲۵		X	X	X
۶۵	m	۱۵۶/۲۷۵	۱۶۰/۸۷۵		X	X	X
۱۰۶۵		۱۵۶/۲۷۵	۱۵۶/۲۷۵		X		
۶۶	m	۱۵۶/۳۲۵	۱۶۰/۹۲۵		X	X	X
۱۰۶۶		۱۵۶/۳۲۵	۱۵۶/۳۲۵		X		
۶۷	h	۱۵۶/۳۷۵	۱۵۶/۳۷۵	X	X		
۶۸		۱۵۶/۴۲۵	۱۵۶/۴۲۵		X		
۶۹		۱۵۶/۴۷۵	۱۵۶/۴۷۵	X	X		
۷۰	f, j	۱۵۶/۵۲۵	۱۵۶/۵۲۵	DSC DISTRESS, SAFETY, and CALLING			
۷۱		۱۵۶/۵۷۵	۱۵۶/۵۷۵		X		
۷۲	i	۱۵۶/۶۲۵		X			
۷۳	h, i	۱۵۶/۶۷۵	۱۵۶/۶۷۵	X	X		
۷۴		۱۵۶/۷۲۵	۱۵۶/۷۲۵		X		
۷۵	n, s	۱۵۶/۷۷۵	۱۵۶/۷۷۵		X		
۷۶	n, s	۱۵۶/۸۲۵	۱۵۶/۸۲۵		X		

فرکانس‌های باند VHF دریایی							
		Transmitting Frequencies (MHz)			Port Ops and Ship Movement		
Channel	Notes	Ship Stations	Coast Stations	Intership Simplex	Simplex	Duplex	Public Correspondence
۷۷		۱۵۶/۸۷۵		X			
۷۸	m	۱۵۶/۹۲۵	۱۶۱/۵۲۵		X	X	X
۱۰۷۸		۱۵۶/۹۲۵	۱۵۶/۹۲۵		X		
۲۰۷۸	mm	۱۶۱/۵۲۵	۱۶۱/۵۲۵		X		
۷۹	m	۱۵۶/۹۷۵	۱۶۱/۵۷۵		X	X	X
۱۰۷۹		۱۵۶/۹۷۵	۱۵۶/۹۷۵		X		
۲۰۷۹	mm	۱۶۱/۵۷۵	۱۶۱/۵۷۵		X		
۸۰		۱۵۷/۰۲۵	۱۶۱/۶۲۵		X	X	X
۱۰۸۰		۱۵۷/۰۲۵	۱۵۷/۰۲۵		X		
۸۱	y,wa	۱۵۷/۰۷۵	۱۶۱/۶۷۵		X	X	X
۱۰۸۱		۱۵۷/۰۷۵	۱۵۷/۰۷۵		X		
۸۲	x,y,wa	۱۵۷/۱۲۵	۱۶۱/۷۲۵		X	X	X
۱۰۸۲		۱۵۷/۱۲۵	۱۵۷/۱۲۵		X		
۸۳	x,y,wa	۱۵۷/۱۷۵	۱۶۱/۷۷۵		X	X	X
۱۰۸۳		۱۵۷/۱۷۵	۱۵۷/۱۷۵		X		
۸۴	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۲۵	۱۶۱/۸۲۵		X	X	X
۱۰۸۴	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۲۵		X (Digital (Only			
۲۰۸۴	w,wx,x,xx	۱۶۱/۸۲۵	۱۶۱/۸۲۵				
۸۵	w,wx,x,xx	۱۵۷/۲۷۵	۱۶۱/۸۷۵		X	X	X
۱۰۸۵	w,wx,x,xx						
۲۰۸۵	w,wx,x,xx						
۸۶	w,ww,x	۱۵۷/۳۲۵	۱۶۱/۹۲۵		X	X	X
۱۰۸۶	w,ww,x						
۲۰۸۶	w,ww,x						
۸۷	z,zz	۱۵۷/۳۷۵	۱۵۷/۳۷۵		X		

فرکانس‌های باند VHF دریایی							
		Transmitting Frequencies (MHz)			Port Ops and Ship Movement		
Channel	Notes	Ship Stations	Coast Stations	Intership Simplex	Simplex	Duplex	Public Correspondence
۸۸	z,zz	۱۵۷/۴۲۵	۱۵۷/۴۲۵		X		
AIS ۱	f, l, p	۱۶۱/۹۷۵	۱۶۱/۹۷۵				
AIS ۲	f, l, p	۱۶۲/۰۲۵	۱۶۲/۰۲۵				

دانش‌افزایی

بسامد (فرکانس‌های) VHF نشان داده شده در جدول زیر، توسط ITU تعیین شده‌اند که از اول ژانویه ۲۰۱۷، تعداد ۹۸ کانال VHF که توسط توافقنامه بین‌المللی به کار گرفته شده است. بسیاری از کانال‌های duplex قبلی برای افزایش قابلیت دسترسی کانال تقسیم شده‌اند. اکثر کشورهای عضو، از تمام این کانال‌ها استفاده کامل نمی‌کنند، زیرا بعضی از فرکانس‌های نشان داده شده در مالکیت برخی کشورها بوده و به‌صورت خصوصی فروخته می‌شوند و بعضی از آنها فقط برای استفاده‌های تجربی یا خاص استفاده می‌شوند.

تحقیق کنید

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

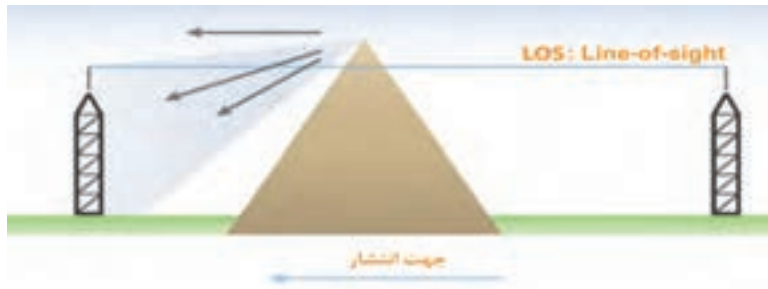
پاسخ:

انتشار خطی از ویژگی‌های تابش الکترومغناطیسی یا انتشار موج آکوستیک است. به این معنی است که امواج در مسیر مستقیم از منبع به گیرنده حرکت می‌کنند. انتقال الکترومغناطیسی مانند انتشار نور است که در یک خط مستقیم حرکت می‌کند. اشعه یا امواج ممکن است پراکنده، شکسته، منعکس شده یا جذب جَو، موانع یا مواد شوند. به‌طور کلی نمی‌توانند در افق یا پشت موانع حرکت کنند.

دانش‌افزایی

سیگنال‌های رادیویی و امواج نور، تابش الکترومغناطیسی (EM) می‌باشند که به طور عمده در فرکانس متفاوت هستند. برای انتقال رادیویی، انرژی EM توسط یک آنتن منتشر می‌شود و از طریق فضا به عنوان دنباله‌ای از موج فرکانس‌های کروی همیشه در حال گسترش است. اگرچه انرژی تقریبا در تمام جهات تابش می‌شود، برخی از قسمت‌های EM wavefront از کوتاه ترین و مستقیم ترین مسیر بین آنتن‌ها ارسال و دریافت می‌شوند. این مسیر مستقیم است که اغلب به عنوان مسیر خط دید (LOS) خوانده می‌شود.

مانع‌هایی که خط مستقیم خط دید را مسدود می‌کنند:



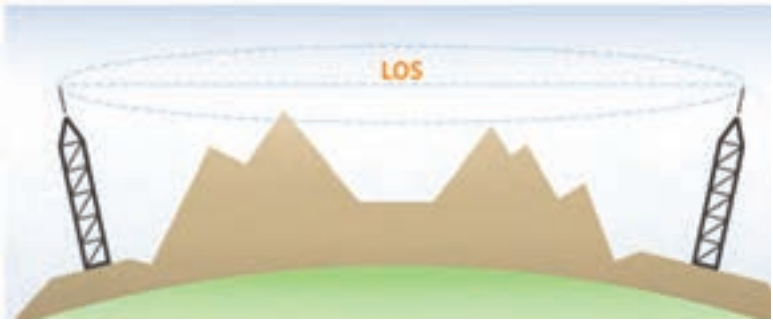
هنگامی‌که مسیر مستقیم LOS به‌طور کامل با مانع، سد می‌شود، پراش و خم شدن موج موج‌های EM در اطراف یک مانع تبدیل به مکانیزم انتشار غالب برای امواج رادیویی خواهد شد. از دست دادن امواج و سیگنال‌ها، نسبت به مسیر مستقیم، قابل توجه است. هر سیگنال در رسیدن به یک آنتن دریافت‌کننده که در سایه مانع قرار دارد، به شدت تحت تأثیر شکل مانع و هندسه مسیر قرار می‌گیرد.

- برای موانع با سطوح صاف و گرد، مانند بالای تپه چمن، سیگنال می‌تواند کاملاً از بین رفته باشد.
- اگر این مانع تیز، مانند ساختمان‌ها و برخی از کوه‌ها، جنگل یا سنگی باشد، قسمت بیشتری از یک موج پخش شده در اطراف موانع پراکنده خواهند شد.

مسیر عاری از مانع برای انتشار LOS چیست؟

برای اینکه یک مسیر LOS بدون تردید در نظر گرفته شود، حداقل حجم فضای عادی در مسیر مستقیم LOS باید بدون مانع نگه داشته شود. این منطقه مورد نیاز را از طریق مفهوم مناطق Fresnel تعریف می‌کنند.

ناحیه Fresnel را می‌توان به عنوان منطقه‌ای از یک دایره متمرکز و عمود بر نقطه مشخص شده در مسیر مستقیم LOS تصور کرد. شعاع دایره مربوط به موقعیت نقطه در طول مسیر LOS است، به‌طوری‌که حداکثر آن در نقطه میانی است و حداقل آن در نقطه انتهایی است. بنابراین، ناحیه توصیف شده توسط شعاع منطقه Fresnel در نقاط پی در پی مسیر LOS حجم بیضوی است.



تحقیق کنید

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

پاسخ:

همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده است، همیشه لزوماً آنتن کاملاً عمودی قرار نمی‌گیرد. آنتن‌های با بهره بزرگ‌تر باعث کاهش فاصله ارتباطات افقی و افزایش عمودی خواهد شد.

فعالیت در منزل

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

MF/HF Frequency	مسافت	
	روز	شب
۲ MHz*	۲۰۰	۴۰۰
۴ MHz	۴۰۰	۶۰۰
۶ MHz	۶۰۰	۱۲۰۰
۸ MHz	۸۰۰	۱۶۰۰
۱۲ MHz	۱۲۰۰	۲۴۰۰
۱۶ MHz	۱۶۰۰	۳۲۰۰
۲۲ MHz	۲۲۰۰	+۴۰۰۰
۲۶ MHz	اغلب غیرقابل پیش بینی می‌باشند	

* ۲ MHz فقط برای پوشش زمینی.

تحقیق کنید

علت‌های بروز تداخل در مکالمات رادیویی دریایی چیست؟

پاسخ:

مهم است که تمام ایستگاه‌ها با کمترین تداخل با ایستگاه‌های دیگر فعالیت کنند. کاربرها باید استفاده از فرکانس / کانال رادیویی را به حداقل مطلق محدود کنند. مکالمه غیر ضروری نه تنها با نیازهای واقعی دیگر کاربران تداخل ایجاد می‌کند، بلکه ممکن است یک تماس اضطراری را نیز مختل کند. اگر می‌خواهید چت کنید، از یک تلفن‌همراه، رادیو Citizen Band یا تلفن ماهواره‌ای استفاده کنید. یکی دیگر از علل تداخل، سوئیچ (PTT) گوشی است که به‌طور تصادفی فعال شده است. مراقب باشید که پس از استفاده، گوشی را به‌طور صحیح جایگزین کنید.

دانش‌افزایی

Digital Selective Calling یا تماس انتخابی دیجیتال (DSC)

«تماس انتخابی دیجیتال» یا «DSC» بخشی از سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی (GMDSS) است. طبق قانون، در همه رادیوهای جدید VHF تولید شده بایستی قابلیت DSC وجود داشته باشد.

تماس انتخابی دیجیتال (DSC) تکنیکی است که اجازه می‌دهد تا دو یا چند ایستگاه رادیویی را در یک کانال ارتباطی مشترک به‌صورت خودکار ارتباط برقرار کنند. ارتباط بین گروه‌هایی که می‌خواهند با یکدیگر تماس برقرار کنند، توسط سیگنال‌های دیجیتالی در یک کانال اختصاصی بدون استفاده از کانال‌های اضطراری و سنتی MF در ۲۱۸۲ کیلوهرتز یا VHF / Ch ۱۶ ۱۵۶/۸۰MHz ایجاد می‌شود. تماس انتخابی دیجیتال توسط یک کمیته بین‌المللی در اوایل دهه ۱۹۷۰ به تصویب رسید. هدف از آن تسهیل ترافیک در خدمات دریایی را با تسهیل تماس‌های کارآمدتر و ارائه سیستم خودکار و در نتیجه قابل اعتمادتر بوده است. به‌طور خاص، DSC باید به منظور رفع برخی از تراکم‌های مربوط به آشفتگی‌های سنتی و تماس‌های کانال۱۶ در رادیو VHF بوده و به عنوان یک کانال اختصاصی (به‌عنوان مثال Ch۷۰ در VHF) برای مراحل فراخوانی کمک می‌کند.

تماس‌های DSC را می‌توان به ایستگاه‌های فردی، گروه ایستگاه‌ها یا «تمام ایستگاه‌ها» در دسترس قرار داد. هشدارهای DSC، که شامل یک پیام اضطراری از پیش تعریف شده، برای برقراری ارتباطات اضطراری با کشتی‌ها و مراکز هماهنگی نجات استفاده می‌شود.

از سال ۱۹۹۲، IMO تماس‌های انتخابی دیجیتال را با استفاده از رادیوهای دریایی

MF، HF و VHF به عنوان بخشی از سیستم GMDSS معرفی کرد. از سال ۱۹۹۹، مقررات GMDSS که شامل تجهیزات رادیویی DSC هستند، برای تمام کشتی‌های تجاری بیش از ۳۰۰ تن، کشتی‌های ثبت شده ماهی‌گیری و کشتی‌های مسافربری با ظرفیت حمل بالای ۱۲ نفر مسافر اجباری اعلام نموده است.
در نتیجه معرفی تجهیزات رادیویی DSC، مراقبت(واچ) بر روی کانال‌های اضطراری، ایمنی و تماس (VHF ۱۶ Ch و ۲۱۸۲ KHzMF) توسط ایستگاه‌های ساحلی و کشتی‌های تجاری قطع شده است. این پیامدها برای قایق‌های تفریحی نیز وجود دارد که مجبور به رعایت مقررات GMDSS نیستند. به منظور استفاده از تمام ویژگی‌های سامانه جهانی اضطرار و ایمنی، «شناورهای غیر اجباری» نیز باید با رادیو DSC تجهیز شوند.

مفهوم سیستم DSC

سیستم DSC یک تکنیک انتقال کدهای دیجیتالی است که به ایستگاه‌هایی که به‌طور مناسب به این سیستم تجهیز شده‌اند، اجازه می‌دهد:

۱. هشدارهای اضطراری را ارسال و دریافت نمایند.
۲. تأییدیه‌های هشدار اضطراری ارسال و دریافت نمایند.
۳. هشدارهای اضطراری رله کنند.
۴. تماس اضطراری و ایمنی را اعلام کنند.
۵. تماس‌های اولویت عادی را شروع کرده و کانال‌های کاری برای ارتباطات عمومی در دریافت و ارسال یا تلکس را راه‌اندازی نمایند.

فراخوانی انتخابی دیجیتال از مزایای بسیار بالایی برخوردار است. مهم‌ترین کاربرد آن، این است که ایمنی را افزایش می‌دهد، زیرا هشدارهای اضطراری در صورت نیاز، به‌صورت خودکار شروع به ارسال می‌شوند. DSC اجازه می‌دهد تا هشدارهای اضطراری خودکار از پیش تعیین شده، به‌صورت الکترونیکی ارسال شود. پس از فعال شدن DSC رادیوها همچنان به ارسال این هشدار اضطراری ادامه خواهند داد تا اینکه تصدیق شده یا هشدار را به‌طور دستی حذف کنید.

قالب پیام DSC

تمام تماس‌های DSC به‌صورت خودکار شامل سیگنال‌های مرحله‌ای، سیگنال‌های بررسی خطا و هویت (شماره MMSI) ایستگاه فراخوانی می‌شود. پروتکل شامل یک الگوی اولیه برای هشدار گیرنده‌های اسکن‌کننده استفاده می‌شود. اطلاعات دیگر می‌تواند به‌صورت دستی یا به‌صورت خودکار اضافه شود. اطلاعات واقعی اضافه شده به هدف از تماس بستگی دارد.
تماسDSC با وارد کردن اطلاعات، با استفاده از منوی فرمان در رادیویVHF

کنترل کننده DSC که به فرستنده منتقل شده یا به آن متصل است، تنظیم می‌شود. فرکانس‌های زیر برای تماس‌های انتخابی دیجیتال اضطراری، فوری و هشدارهای ایمنی استفاده می‌شود:

فرکانس‌های اضطرای، فوری و هشدارهای ایمنی DSC	
DSC Distress, Urgency, & Safety Frequency	Associated Voice Frequency
VHF	
Channel 70 (156.525 MHz)	Channel 16 (156.800 MHz)
MF/HF-SSB	
2187.5 kHz	2182.0 kHz
4207.5 kHz	4125.0 kHz
6312.0 kHz	6215.0 kHz
8414.5 kHz	8291.0 kHz
12577.0 kHz	12290.0 kHz
16804.5 kHz	16420.0 kHz

تماس انتخابی دیجیتال برای استفاده در ارتباطات روزمره نیز ترغیب شده است. این تماس‌ها مانند هشدارهای فوری و ایمنی، هشدارهای ترافیکی معمولی منحصربه‌فرد هستند و از پانل جلو ارسال می‌شوند. برای استفاده از VHF، کانال ۷۰ برای همه هشدارهای DSC از جمله آنهایی که برای ترافیک معمول هستند، به‌کار برده می‌شود. جدول زیر برای MF / HF، فرکانس‌های فراخوانی موجود برای ایستگاه‌های مجاز کشتی و سواحل را برای هشدارهای ترافیکی معمول توصیف می‌کند. سه سری فرکانس‌های زوج وجود دارد. یک سری برای استفاده‌های جهانی یا بین‌المللی است؛ دو سری دیگر برای استفاده منطقه‌ای هستند.

ایستگاه‌ها باید هشدارهای ترافیکی معمولی را براساس فرکانس مناسب منطقه‌ای بنا به موقعیت «ایستگاه نامیده شده» و شرایط پخش ایجاد کنند. تصدیق پیام‌های دریافتی بر روی فرکانس زوج ساخته شده است.

از آنجا که فرکانس‌های نشان داده شده در جدول زیر دوبلکس هستند، استفاده از آنها برای کشتی به ساحل یا ساحل کشتی پیام DSC معمولی است. تنها فرکانس مشخص شده برای تماس بین‌المللی برای کشتی ارسال پیام معمولی روی فرکانس، ۲۱۷۷/۰ kHz Simplex، مورد تایید است. این بدان معنا نیست که این تنها فرکانس در دسترس شما برای تماس‌های معمول DSC است.

فرکانس‌های عادی، معمولی DSC					
[1]2177.0 kHz is also available to ship stations as a simplex frequency for intership calling and acknowledgement of such calls only.					
International		Atlantic Ocean / Gulf of Mexico / Caribbean Sea		All Other Areas	
Ship TX	Ship RX	Ship TX	Ship RX	Ship TX	Ship RX
458.5 kHz	455.5 kHz	*********	*********	*********	*********
2189.5 kHz	2177.0[1] kHz	*********	*********	*********	*********
4208.0 kHz	4219.5 kHz	4208.5 kHz	4220.0 kHz	4209.0 kHz	4220.5 kHz
6312.5 kHz	6331.0 kHz	6313.0 kHz	6331.5 kHz	6313.5 kHz	6332.0 kHz
8415.0 kHz	8436.5 kHz	8415.5 kHz	8437.0 kHz	8416.0 kHz	8437.5 kHz
12577.5 kHz	12657.0 kHz	12578.0 kHz	12657.5 kHz	12578.5 kHz	12658.0 kHz
16805.0 kHz	16903.0 kHz	16805.5 kHz	16903.5 kHz	16806.0 kHz	16904.0 kHz
18898.5 kHz	19703.5 kHz	18899.0 kHz	19704.0 kHz	18899.5 kHz	19704.5 kHz
22374.5 kHz	22444.0 kHz	22375.0 kHz	22444.5 kHz	22375.5 kHz	22445.0 kHz
25208.5 kHz	26121.0 kHz	25209.0 kHz	26121.5 kHz	25209.5 kHz	26122.0 kHz
156.525 MHz	156.525 MHz	*********	*********	*********	*********

شماره شناسه سرویس موبایل دریایی یا MMSI: Maritime Mobile Service Identity

هر کشتی دارای شماره شناسایی سرویس موبایل دریایی (MMSI) ۹رقم منحصر به‌فرد است که به‌طور خودکار در هر تماس‌های DSC گنجانده شده است. شماره MMSI شامل شماره شناسایی دریایی (MID) است که شناسایی کشور صادرکننده مجوز/کنترل ایستگاه می‌باشد. شناسه (MMSI) یک سری از ۹رقم است که به‌صورت دیجیتال بیش از یک کانال فرکانس رادیویی فرستاده می‌شود تا کشتی‌ها، ایستگاه‌های ساحلی و تماس‌های گروهی را شناسایی کند. این هویت‌ها به‌گونه‌ای شکل می‌گیرند که هویت یا بخشی از آن می‌تواند توسط مشترکین و تلکس متصل به شبکه عمومی ارتباط رادیویی به‌صورت خودکار در تماس‌های کشتی مورد استفاده قرار گیرد.

چهار نوع شماره MMSI به‌طور مشترک برای شناسایی کشتی‌های شخصی، گروه‌ها و ایستگاه‌های ساحلی استفاده می‌شود:

- ایستگاه‌های کشتی ـ ۲۳۲۰۰۱۰۲۱
- گروه کشتی‌ها ـ ۰۲۳۲۰۱۱۴۳ (شروع با ۱ صفر)

- ایستگاه ساحلی ـ ۰۰۲۳۲۰۰۱۸ (شروع با ۲صفر)
- هویت گروه ایستگاه‌های ساحلی

رقم اولیه MMSI هویت را طبقه‌بندی می‌کند:

- عددصفر: گروه کشتی، ایستگاه ساحلی یا گروهی از ایستگاه‌های ساحلی
- عدد۱: مورد استفاده قرار نمی‌گیرد (هویت هفت‌رقمی با «۱» توسط Inmarsat A استفاده می‌شود)
- اعداد ۲ تا ۷: توسط کشتی‌های منحصر به‌فرد استفاده می‌شود
  - ۲: اروپا
  - ۳: شمال و مرکزی امریکا و کارائیب
  - ۴: آسیا
  - ۵: اقیانوسیه
  - ۶: آفریقا
  - ۷: آمریکای جنوبی
- عدد۸: اختصاص داده شده برای استفاده منطقه‌ای
- عدد۹: اختصاص داده شده برای استفاده ملی

رقم شناسایی دریایی MID: Maritime identification digits

یک شناسه MID شامل ۳رقم است، که همیشه با رقم ۲ تا ۷ (به‌صورت منطقه‌ای) شروع می‌شود. یک MID منحصربه‌فرد اختصاص داده شده به هر کشوری است.

هویت شناسه کشتی

کد ۹رقمی که هویت ایستگاه کشتی را تشکیل می‌دهد، به‌صورت زیر است:

MIDxxxxxx

جایی که MID نماد شناسایی دریایی است و X هر شکل از ۰ تا ۹ می‌باشد. اگر کشتی با ایستگاه زمینی کشتی Inmarsat B، C یا M نصب شده باشد یا انتظار می‌رود که در آینده قابل پیش بینی باشد، شناسه باید سه صفر در انتها داشته باشد:

MIDxxx۰۰۰

اگر کشتی با ایستگاه زمینی کشتی Inmarsat C نصب شده باشد یا انتظار می‌رود که در آینده قابل پیش‌بینی باشد، شناسه می‌تواند یک صفر در انتها داشته باشد:

MIDxxxxx۰

اگر کشتی با یک ایستگاه زمینی کشتی Inmarsat A نصب شده یا دارای تجهیزات ماهواره‌ای غیر از Inmarsat باشد، هویت نیاز به صفر در انتها ندارد.

دانش‌افزایی

رادیوی VHF دریایی ثابت

امروزه رادیوها می‌توانند با Chartplotterهای، نمایشگرهای GPS، شیپورهای اعلان خطر، فرستنده‌های از راه دور، میکروفون‌های راه دور، یکپارچه شود. رنگ‌های مختلف و دارای ویژگی‌های پیشرفته بسیاری که تقریباً غیرممکن است انتخاب شوند. بنابراین نصب هیچ رادیویی بدون دارا بودن حداقل چند مورد از این همه ویژگی‌ها بی‌معنی خواهد بود.

ویژگی‌های اساسی

توان خروجی: تقریباً تمام رادیوهای VHF ثابت نصب شده در ۲۵وات، با قابلیت تغییر به ۱وات را دارا می‌باشند. بعضی از کانال‌های دریایی VHF محدود به عملیات ۱وات است و وقتی این کانال‌ها از آن استفاده می‌شود، رادیو به‌طور خودکار به حالت کم قدرت تبدیل می‌شود.

وات، واحد اندازه‌گیری توان است. یک رادیو قدرتمند احتمالاً ارتباطات طولانی‌تر را فراهم خواهد کرد ـ البته این امر به مکان نیز بستگی دارد. یک رادیو VHF یک رادیو LOS است به این معنی که فاصله توسط انحنای زمین محدود می‌شود. بنابراین باید متوجه شد که ارتفاع آنتن نقش مهمی در انتقال فاصله دارد.

حساسیت گیرنده: معمولاً به‌عنوان میکروولت (μV) در SINAD (Signal to Noise And Distortion) (میزان سیگنال به نویز و اعوجاج) مشخص می‌شود و مشخص می‌کند که ضعف سیگنال چگونه می‌تواند گرفته شود. خوشبختانه، کاربران اصلی رادیوهای خود را با استفاده از ۱۲dB(دسی‌بل) SINAD سرعت می‌دهند. این یک مرجع فنی است که سیگنالی را نشان می‌دهد که به طور واضح در بالای سروصدای پس زمینه شنیده می‌شود. سیگنال پر سروصدا خواهد بود، اما شنیده خواهد شد. در بعضی موارد، شما حتی ممکن است مشخصه ۲۰dB میزان SINAD را پیدا کنید که به این معنی است که سیگنال بسیار قوی‌تر از سروصدای پس زمینه است، به‌طوری که آن را «خستگی کامل» درنظر گرفته است. (FYI: (basics of signal power level میزان توان ۱۲dB به این معنی است که سیگنال ۲۰برابر بلندتر از صدای پس زمینه است، در حالی‌که ۲۰dB به این معنی است که سیگنال ۱۰۰برابر بلندتر است.

به‌عنوان مثال، مشخصه حساسیت سیگنال ۰/۲۵ میکرو ولت و ۱۲dB این‌گونه تفسیر می‌شود؛ گیرنده می‌تواند یک سیگنال بسیار ضعیف به میزان ۰/۲۵ میکروولت (۰/۰۰۰۰۰۰۲۵یک ولت)، که امکان شنیدن آن بسیار دشوار است، از سر و صدای پس زمینه تمایز دهد.

هنگام مقایسه گیرنده‌ها، رتبه پایین تر بهتر است. بنابراین، یک گیرنده با حساسیت ۰/۲۲µV و SINAD ۱۲dB کمی بهتر از یک گیرنده ۰/۲۵µV و SINAD ۱۲dB است. اگر شما دو گیرنده با این مشخصات را مقایسه می‌کنید، واقعیت این است که در حالی‌که تفاوت‌ها ممکن است در آزمایشگاه قابل اندازه‌گیری باشد، ولی احتمالاً هیچ تفاوتی قابل ملاحظه‌ای باهم ندارند.

شما ممکن است یک گیرنده با حساسیت بدون بخش SINAD یا یک SINAD متفاوت ببینید. به‌عنوان مثال، حساسیت ممکن است به سادگی: ۰/۲۵µV باشد. بدون یک SINAD، شما نمی‌توانید دو گیرنده را با دقت مقایسه کنید.

خروجی صوتی: معمولاً به‌صورت وات توان صوتی بیان می‌شود. در یک قایق معمولی، نویز موتور یا نویز پروانه می‌تواند میزان قابل توجهی از سر و صدای پس زمینه را تولید کند، و اگر بخش صوتی به‌کار گرفته نشده باشد، ممکن است شنیدن آن مشکل باشد یا غیرممکن باشد. در این بین اندازه و محل نصب بلندگوها بسیار مهم است.

Squelch: یکی از ویژگی‌های همه رادیوها این است که هر زمان مکالمه‌ای وجود نداشته باشد، کانال را خاموش می‌کند. این امر باعث می‌شود گوش دادن به صدای پس زمینه مزاحم را کاهش دهد. بعضی از کنترل‌های Squelch با استفاده از یک دکمه چرخان تنظیم می‌شوند در حالی‌که دیگران با دکمه‌های بالا و پایین تنظیم می‌شوند.

نصب رادیوی VHF دریایی ثابت

محل نصب: قبل از انتخاب یک مکان دائمی برای رادیو، به یاد داشته باشید که بلندگو گیرنده باید به سمت کاربر باشد. به دلایل ذکر شده در بالا، بسیاری از قایق‌ها دارای سر و صدای زیادی هستند و کاربر ممکن است در غیر این صورت مشکل شنیدن مکالمات را داشته باشد. علاوه بر این، نیاز است در بعضی از رادیوها حداقل فاصله ۱متری بین رادیو و آنتن رعایت شود.
رادیو می‌تواند بسته به محل، به دو صورت Gimbal یا داشبورد نصب شود.

رادیو با قابلیت نصب به‌صورت Gimbal

رادیو با قابلیت نصب به‌صورت پنل داشبورد

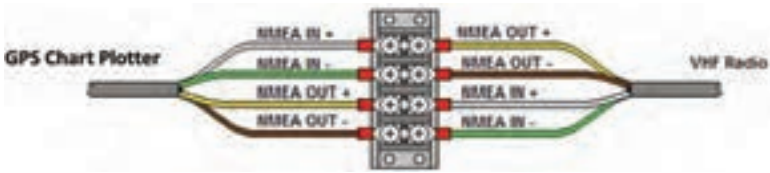
استند جیمبال

شکاف پنل

هنگام نصب رادیو، شما باید از یک سازنده مجزا از یک کیت آماده نصب استفاده کنید. در حالی‌که اکثر مدل‌های رادیویی دارای این قابلیت هستند، برخی از آنها این قابلیت را ندارند. همچنین به خاطر داشته باشید که اتصالات و سیم کشی از پشت رادیو خارج می‌شوند، بنابراین مطمئن شوید که فضای اضافی را مجاز می‌دانید. علاوه بر این، بسیاری از رادیوها دارای یک سینک حرارتی (Heat Sink) برای بخش فرستنده هستند تا حرارت را از آمپلی‌فایر RF دفع کنند. همچنین باید اجازه دهید هوای خنک در اطراف رادیو جریان پیدا کند. برای تعیین اینکه آیا الزامات دیگری برای نصب وجود دارد یا نه، بایستی با دستورالعمل نصب آشنا شوید.
اگر در نظر است رادیو مجهز به سامانه DSC نصب کنید، باید آن را به یک منبع سیگنال GPS وصل کنید. سیگنال GPS می‌تواند از یک گیرنده GPS جداگانه

مانند، GPS Chart Plotter یا صفحه نمایش چندمنظوره باشد. صرف نظر از منبع سیگنال، GPS باید یک خروجی NMEA ۰۱۸۳ (National Marine Electronics Association) داشته باشد. بایستی مطمئن باشید، رادیو VHF و GPS ورودی و خروجی NMEA ۰۱۸۳ داشته باشد.

هنگام اتصال کابل‌ها، ترجیحاً از یک ترمینال به‌جای سیم‌کشی سخت (لحیم‌کاری، اتصالات فشاری) کابل استفاده می‌شود. این کار اجازه می‌دهد که در آینده بتوان هرگونه تغییرات را به راحتی در سیستم کابل‌کشی اعمل کرد. برای اتصال متقابل GPS Chart Plotter به رادیوی VHF، ورودی NMEA دستگاه GPS باید به خروجی NMEA رادیویی VHF متصل شود و بالعکس.



توجه: NMEA ورودی به NMEA خروجی وصل می‌شود.

ترمینال اتصال کابل‌های VHF به GPS

اتصالات باقی‌مانده شامل اتصال منبع تغذیه ۱۲V DC و اتصال Ground کشتی و اتصال آنتن و همچنین انتخاب محل مناسب جهت نصب بلندگو و بوق یا شیپورهای هشداردهنده می‌باشد.

برای اتصال آنتن، از اتصالات بدون لحیم (Solderless) استفاده شود. به این اتصلات، کانکتورهای CenterPin گفته می‌شود.

اتصالات CenterPin کابل‌های کواکسیال

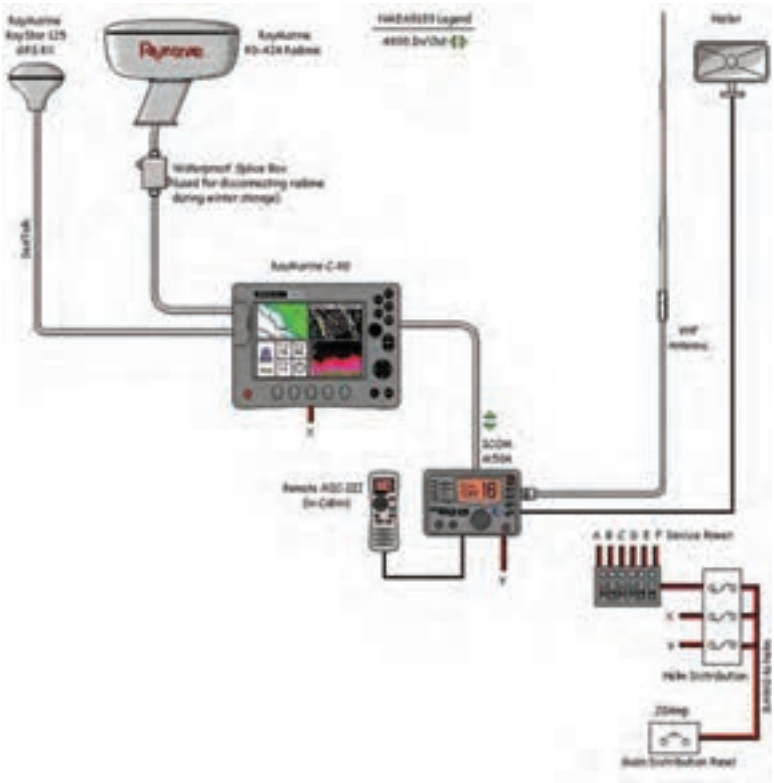
هنگامی که منبع تغذیه به سیستم اعمال می‌شود و رادیو VHF روشن می‌شود، اطمینان حاصل کنید که می‌توانید مختصات GPS را در صفحه نمایش رادیویی VHF مشاهده کنید. اگر یک شناور با رادیو VHF مجهز به DSC در نزدیکی شما در حال فعالیت باشد، می‌توانید از ویژگی «Buddy List» رادیو خود امتحان کنید.

تجهیزات انتخابی دیگری که می‌توان به رادیو VHF اضافه کرد عبارت‌اند از:

- Hailer، اسپیکر یا بلندگوی اکسترنال (خارجی): برای اعلان‌های عمومی.
- Foghorn، بوق یا شیپور هشداردهنده.
- ریموت کنترل MIC III: برای دسترسی به رادیو و کنترل آن در محلی به‌غیر از مکان نصب رادیو.

این یک صفحه نمایش چند منظوره است که شامل سنسورهای رادار و GPS و رادیوی VHF می‌باشد.

نحوه نصب آنتن VHF



موقعیت آنتن: همان‌طور که قبلاً ذکر شد، آنتن باید تا حد امکان در محل مرتفع نصب شود. همچنین اطمینان حاصل کنید که عنصر تابش‌دهنده آنتن (قسمت فایبرگلس) به هیچ یک از اشیای فلزی نزدیک نباشد. اشیای فلزی در واقع می‌توانند عملکرد آنتن را بهبود ببخشند، اما همین اشیای فلزی که به‌صورت عمودی در امتداد مسیر عنصر تابشی قرار می‌گیرند، می‌توانند ویژگی‌های آنتن و یا الگوی تابش را تغییر دهند.

ایمنی: نگرانی ایمنی حداقل از دیدگاه مالکان کشتی‌ها ـ در مورد تابش الکترومغناطیسی از آنتن وجود دارد. بیشتر سازندگان رادیو یک تا سه متر فاصله بین کاربرن و آنتن را توصیه می‌کنند. رعایت این الزام ممکن است در قایق کوچک، بسیار دشوار به‌نظر برسد. درحالی‌که شما می‌توانید این مشکل را با استفاده از آنتن کمتری برای کاهش ERP به حداقل برسانید. هیچ اطمینان وجود ندارد که شما از تابش

الکترومغناطیسی بیش از حد محافظت کند. تنها راه امن در این خصوص، خواندن و توجه به دستورالعمل‌های ایمنی تولیدکننده رادیوی VHF است.

سیستم Ground آنتن: اگر سازنده آنتن، یک Ground ویژه برای نصب آنتن را توصیه می‌کند، در این‌صورت کشتی شما بایستی یک سیستم باندینگ خوب داشته باشد. از این‌رو گراند (زمین) رادیوی VHF و یا پایه آنتن را به سیستم زمین کشتی یا هر نوع شناور دیگر اضافه کنید. زمین یک «مرجع» برای آنتن فراهم می‌کند تا کار کند. البته آنتن‌هایی که به یک صفحه زمین نیاز ندارند در واقع دارای یک عنصر هستند که زمین را به‌صورت مجازی به آنتن نشان می‌دهد. از آنجایی که بسیاری از کشتی‌ها دارای یک سیستم باندینگ کافی برای استفاده به عنوان زمین نیستند، انتخاب نوع آنتن بسته به ماهیت زمین (Ground) کشتی تعیین می‌شود.

تأمین‌کنندگان تجهیزات دریایی و شرکت‌های کشتی‌سازی، اغلب از نوارهای مس یا دیگر تجهیزات باندینگ را در کشتی قرار می‌دهند تا یک صفحه زمین مناسب برای تجهیزات برقی و مخابراتی تأمین کنند.

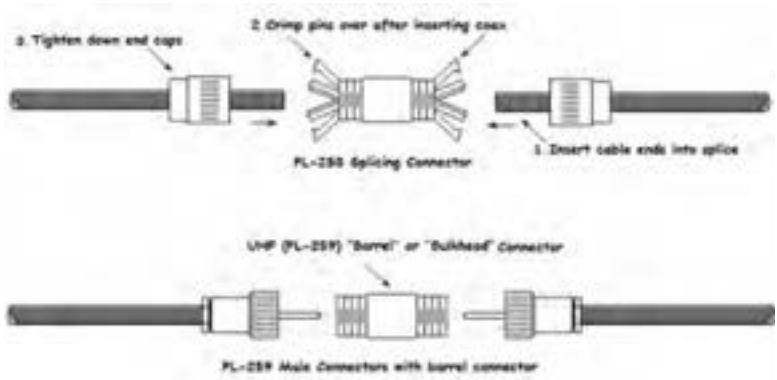
جانمایی کابل‌های کواکسیال: نصب مناسب آنتن، مسیری دقیق برای کابل کواکسیال را تعیین می‌کند، به‌طوری که از آسیب دیدگی، تغییر شکل و ضخمی شدن کابل محافظت شود. بایستی سعی شود از کشش بیش از حد کابل جلوگیری شود و ایجاد خمش‌های تیز در کابل نیز به حداقل برسد.

طول کابل کواکسیال: طول کابل اگر بیش از حد طولانی باشد، مجاز است که سیم‌کشی را قطع کنید، اما باید اطمینان حاصل کنید که آنتن حداقل ۳فوت یا حدود ۹۰سانتی‌متر از رادیو فاصله داشته باشد. به هر حال، شما احتمالا نمی‌خواهید آنتن درحال تشعشع در نزدیکی شما قرار داشته باشد. اگر نخواهید کابل کواکسیال مازاد را قطع کنید، می‌توانید اضافه کابل را به‌صورت آزادانه دور یک کویل بزرگ بپیچید. کابل کواکسیال موجب تضعیف سیگنال می‌شود و میزان این تضعیف با افزایش طول کابل، بیشتر می‌شود. میزان تضعیف به نوع کابل کواکسیالی که استفاده می‌کنید نیز دارد بستگی دارد، اما یک قاعده خوب برای کابل RG ـ۵۸، وجود دارد که معمولاً توسط تولیدکنندگان آنتن استفاده می‌شود، مین مقدار حدود ۳dB- تضعیف برای هر ۵۰ft (۱۵ متر و ۲۴ سانتی‌متر) است.

خطای ۳dB- به این معنی است که نیمی از توان سیگنال تضعیف یم‌شود. بنابراین، یک کابل کواکسیال به طول ۵۰ft تقریباً نیمی از سیگنال را تضعیف می‌کند و اگر به یک آنتن با بهره ۳dB+ متصل شود ـ (ERP (Effective radiated power سیگنال را دو برابر خواهد کرد و در نتیجه بهره یا گین ۰dB یا gain unity خواهد بود. با این حال، از دست دادن ۳dB- در امتداد کابل کواکسیال، کاهش واقعی در توان سیگنال است، در حالی که افزایش ۳dB+ تنها افزایش در ERP است. بنابراین، شما باید نحوه اتصالات بین آنتن و رادیو توجه داشته باشید. بعضی از آنتن‌ها با

کابل‌هایی، مانند RG_8X، به کار می‌روند که میزان تضعیف آنها بسیار پایین است. بنابراین اگر شما کابل‌کشی طولانی تا دکل کشتی داشته باشد، بایستی یک کابل با قابلیت تضعیف پایین به‌کار ببرید.

کانکتور یا اتصال‌دهنده: به‌منظور اتصال آنتن رادیو VHF دریایی، معمولاً از یک کانکتور به نام PL_259 یا UHF استفاده می‌کنند. آنتن‌ها به‌طور معمول بدون اتصال نصب می‌شوند، به‌طوری‌که کابل می‌تواند به راحتی در داخل کشتی به جهات مختلف بچرخد. هنگام نصب کانکتور، دو نظر وجود دارد. بعضی از افراد معتقدند اتصال هماهنگ باید همیشه جوش داده شود و برخی اعتقاد دارند بایستی به‌صورت فیش‌های چاقویی باید متصل گردند.



سعی کنید هرگز به این‌صورت اتصال انجام ندهید

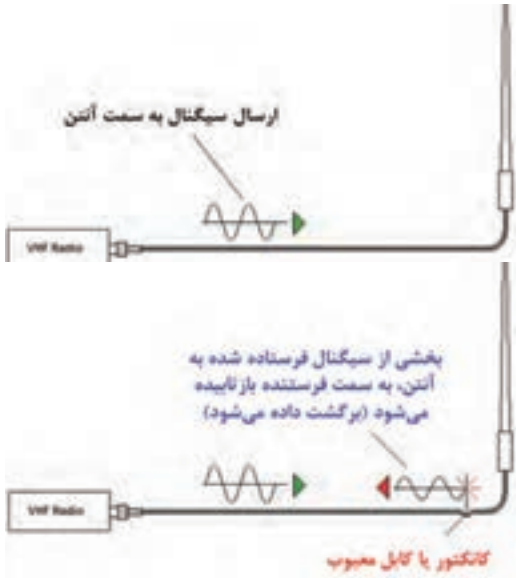
اگر قصد دارید یک کابل کواکسیال بخرید، از یک کانکتور اسپلینگ که برای این منظور ساخته شده است، استفاده کنید. اگر قصد دارید یک کابل کواکسیل را به هم متصل کنید، از اتصالات خاصی مانند PL_258_CP_G شکسپیر یا دو اتصال‌دهنده نری PL_259 استاندارد و یک اتصال مادگی استفاده کنید.

تست آنتن رادیو

تست ساده: این تست یک آزمایش ساده است که با اندازه‌گیری مقاومت DC بین پین مرکزی کانکتور و شیلد بیرونی صورت می‌گیرد (به‌طور واضح، برای انجام این کار رادیو باید از آنتن قطع شود). شما می‌توانید باز (مقاومت بالا) یا اتصال کوتاه (مقاومت کم) را اندازه‌گیری کنید. این مشخصه به طراحی آنتن بستگی دارد و متأسفانه هیچ راهی برای دانستن نشانه درست نیست. با این حال، برخی از تولیدکنندگان آنتن نشان می‌دهند که آیا آنتن‌های آنها باز یا اتصال کوتاه اندازه‌گیری می‌شود، همان‌طورکه در مشخصات نمونه بالا (DC Continuity) نشان داده شده است.

تست VSWR: میزان SWR یک مفهوم که دانستن آن مفید است دانستن است، یا به‌طور دقیق نسبت ولتاژ دائمی موج، (VSWR: Voltage Standing Wave Ratio). رادیوهای VHF دریایی مجهز به کابل‌های کواکسیال با اتصال به آنتن‌های خود به عنوان یک خط انتقال شناخته می‌شود که توان را از رادیو به آنتن را انتقال می‌دهد. برای اطمینان از صحت عملکرد خط انتقال، باید با هر رادیو و آنتن با یکدیگر سازگار باشد. کار کابل این است که «رادیو» را به آنتن متصل کند، در حالی‌که حداقل تلفات را کاهش می‌دهد. مانند بسیاری از چیزهای دیگر در الکترونیک، SWR نسبت است. نسبت ۱:۱ از لحاظ تئوری کامل است و به این معنی است که ۱۰۰٪ انرژی از فرستنده به آنتن وصل شده است. با این حال، در حقیقت، حتی اگر یک آنتن بی‌نظیر VHF دریایی را از جعبه بیرون بیاورید و آن را به درستی وصل کنید (بیشتر آنتن‌ها با اتصال یکپارچه شده)، و همه چیز کامل کامل باشد، در مورد بهترین حالت که می‌توانید برای آن امیدوار باشید، میزان انتقال توان، یک نسبت یک و نیم به یک است. چندین مسئله وجود دارد که باعث می‌شود شما یک نسبت کامل ۱:۱ نداشته باشید:

- تأثیر واریانس یا ناسازگاری‌های تولید شده در آنتن، که می‌تواند نسبت VSWR را کاهش دهد. در مشخصات بالا آنتن نمونه شما می‌توانید ببینید که نسبت VSWR ۱/۵:۱در بهترین حالت است.
- اگر به بحث در مورد طول موج بپردازید، می‌دانید که طول موج با فرکانس نسبت عکس دارد. بنابراین، با تغییر کانال رادیویی VHF دریایی (تغییر فرکانس)، میزان برق مورد نیاز برای حداکثر عملکرد آنتن نیز تغییر می‌کند. این امر برای هر کانال رادیویی که می‌خواهید در آن فعال باشید، نیاز به یک آنتنِ طولی متفاوت دارد. این امر، عملی نیست، بنابراین تولیدکنندگان آنتن معمولاً آنتن‌های خود را به اندازه مناسب در فرکانس مورد علاقه، و تنها آن در فرکانس‌هایی که بهترین نتیجه را می‌گیرند تنظیم می‌کنند. تمام فرکانس‌های دیگر که از آنتن استفاده می‌کنند، دارای خطا بوده و به نسبت VSWR بالاتر می‌رسند. بررسی مشخصات آنتن‌های تولیدکنندگان مختلف نشان می‌دهد که در سراسر گروه رادیویی VHF، میزان VSWR می‌تواند با توجه به فرکانس‌های متفاوت، حتی به نسبت ۲ به ۱ برسد.



در طول نصب، اگر کابل کواکسیال تغییر شکل داده شود، خراب شود یا به‌صورت نادرست مورد استفاده قرار گیرد، یا به‌صورت نامناسب متصل شود، می‌تواند موجب اختلاف امپدانس شده و نسبت SWR را افزایش دهد.

در یک انتقال طبیعی، سیگنال فرستاده شده به سمت آنتن، جایی که به اتمسفر تابش می‌شود، حرکت می‌کند. در بهترین حالت، تمام انرژی در سیگنال، انتشار پیدا می‌کند. این نشان‌دهنده VSWR ۱:۱ است.

با این حال، اگر هر گونه نقص در آنتن، اتصالات، و یا هر گونه اختلال در مسیر سیگنال وجود داشته باشد، بخشی از سیگنال به سمت فرستنده بازگشت داده خواهد شد.

در این حالت اصطلاح «موج ایستا» مطرح می‌شود. به‌گونه‌ای که موج ارسال شده به جای حرکت به طرف آنتن کند، به نظر می‌رسد هنوز ایستاده است. نسبت VSWR مقدار سیگنال است که به فرستنده بازتاب می‌شود. اگر این مقدار بسیار ناچیز باشد، این ناسازگاری مشکلی ایجاد نخواهد کرد.

اندازه‌گیری VSWR کاملاً آسان است. مطمئن شوید که VSWR میتر برای فرکانس VHF Marine طراحی شده است. در بازار VSWR ارزان‌قیمت یافت می‌شود اما اغلب آنها در فرکانس‌های VHF کار نمی‌کنند. حتی برخی از سنجنده‌های آماتور VSWR که برای فرکانس‌های VHF مناسب هستند، ممکن است برای استفاده در ۱۴۴مگاهرتز کالیبره شوند و ممکن است خواندن دقیق در گروه VHF Marine را ارائه ندهند.

برای اتصال VSWR متر به رادیو، یک کابل کوتاه نیاز دارید. سپس VSWR متر را به مودم آنتن وصل کنید و از جهت سنجش VSWR را دنبال کنید. به‌طور معمول شما نیز باید یک روش ساده را برای کالیبراسیون سنجنده برای به‌دست آوردن دقت، انجام دهید. خواندن VSWR هنگام ارسال (Transmit) انجام می‌شود، بنابراین مطمئن شوید که این آزمایش را در Channel۱۶ یا دیگر کانال‌های محدود شده انجام نمی‌دهید. کانال ۷۲ (۱۵۶/۶۲۵Mhz) نزدیک‌ترین کانال قایق‌رانی تفریحی / عمومی به مرکز گروه دریایی VHF است.

در طول فرایند تولید، آنتن‌ها معمولاً برای یک فرکانس یکسان تنظیم می‌شوند. امیدواریم این نزدیکی مرکز محدوده فرکانس (۱۵۶/۷۲۵ مگاهرتز) باشد، به‌طوری که خطا معرفی شده توسط تغییر در کانال در هر انتهای محدوده فرکانس به حداقل می‌رسد. بنابراین، برخی از کانال‌ها به فرکانس تنظیم آنتن نزدیک‌تر می‌شوند. به همین دلیل، VSWR ثابت نیست، اما با کانال مورد استفاده متفاوت است. تولیدکنندگان آنتن بعضی اوقات حداقل و حداکثر VSWR را برای محصول خود مشخص می‌کند. محدوده ۱٫۵:۱ تا ۲٫۰:۱ برای یک آنتن VHF غیرمعمول نیست. اگر مقدار خوانده‌شده ۱/۵:۱ یا کمتر باشد، آن را بسیار خوش‌شانسی در نظر بگیرید، زیرا اکثر آنتن‌ها می‌توانند یک VSWR تا ۲/۰:۱ از خود نشان می‌دهند. شما همچنین می‌توانید سعی کنید کانال ارسال را تغییر دهید (مطمئن شوید که در یک کانال انتقال قانونی قرار دارید) تا ببینید آیا می‌توانید میزان VSWR پایین‌تر دریافت کنید. به‌طور کلی هر چیزی کمتر از ۲/۵:۱ تا ۳:۱ قابل قبول است، اما چیزی بیش از آن دیده شود، در این‌صورت سیستم دارای نقص است. اگر SWR بالا دارید، کابل کواکسیال و کانکتور را چک کنید. اگر کابل بیش از حد کشیده شده باشد، خرد یا خم شده باشد، VSWR می‌تواند بالا برود. همچنین یک کانکتور پوسیده با اتصالات سرد لحیم‌کاری نیز به خواندن ضعیف VSWR کمک خواهد کرد.

مکالمات اضطراری پزشکی (Medevac) Medical evacuation

هنگام اعلام هشدار Medevac از این چک‌لیست استفاده کنید:

- نام و نام کاربری کشتی همراه با مشخصات اورژانس پزشکی؛
- نوع و کشتی (توضیحات)؛
- موقعیت در طول و عرض جغرافیایی در درجه و دقیقه، و یا محمل و فاصله از یک بویه در نقشه؛
- تاریخ و زمان موقعیت؛
- راه و سرعت کشتی؛
- نام بیمار، ملیت، سن، جنس؛
- علائم بیمار؛
- دارویی که اخیراً داده شده است؛
- داروی موجود در کشتی؛
- فرکانس‌های رادیویی در حال استفاده یا نظارت؛
- آدرس، شماره تلفن یا فکس، وب‌سایت یا آدرس ایمیل جهت برقراری تماس؛
- آخرین بندر تماس، بندر مقصد، تخمین زمان ورود؛
- آب‌وهوای صحنه (قدرت باد و جهت، دید) و شرایط دریا؛
- ماهیت و نوع کمکی که مورد نیاز است؛
- سایر اطلاعات مربوطه مانند شماره موبایل یا تلفن همراه.

چک‌لیست بالا می‌تواند بنا به موقعیت و نوع نیاز پزشکی تغییر کند.

نجات دریایی توسط بالگرد

هنگامی که یک بالگرد به مأموریت نجات اعزام می‌شود، زمان لازم برای قرار گرفتن یک کشتی در حالت اضطرار و تأثیر عملیات نجات توسط بالگرد، بستگی زیادی به همکاری کشتی درگیر دارد.

شما باید به ایستگاه رادیویی اطلاعات مربوط زیر را مخابره کنید:

- موقعیت خود را با حداکثر دقت (طول و عرض جغرافیایی در درجه و دقیقه یا با تحمل و فاصله از یک نشانه‌گذاری شده)
- توصیف کشتی.
- نوع و ماهیت حالت اضطراری.
- قابلیت‌های ارتباطی شما (مانند VHF، SSB، EPIRB، شماره تلفن همراه یا ماهواره، در صورت لزوم).

از هوا و به خصوص اگر در این منطقه کشتی‌های زیادی وجود داشته باشند،

شناسایی کشتی مورد نظر می‌تواند برای خدمه بالگرد، مشکل باشد، مگر اینکه کشتی از یک سیگنال متمایز استفاده کند که به وضوح قابل شناسایی باشد.

- خدمه را به آنچه انتظار می‌رود آگاه کنید.
- دستگاه EPIRB خود را فعال کنید.
- در روز، از دودزاهای شناور پرتقالی رنگ، مکعب‌های پرتقالی رنگ (بعضی از آنها با یک V سیاه رنگ مشخص شده)، چراغ سیگنال یا هلیوگراف استفاده کنید.

- در شب، از یک مشعل یا یک فلر قرمز دستی استفاده کنید (وقتی که هلیکوپتر نزدیک است، از راکت فلرهایی که به چتر مجهز هستند استفاده نکنید)

- در صورت امکان، شماره تلفن همراه یا ماهواره‌ای را به سازمان هماهنگ‌کننده بدهید.

کار با بالگرد

- دقیقاً همانگونه که خلبان بالگرد می‌گوید عمل کنید. خلبان هرگز خدمه و بالگرد را در هیچ‌گونه شرایط خطرناک غیرضروری قرار نمی‌دهد.
- توجه داشته باشید که معمولاً به علت بالا بودن نویز در زمانی بالگرد در بالای سر کشتی قرارداد، برقراری ارتباط از طریق رادیو (و یا حتی صحبت فرد به فرد) امکان‌پذیر نیست.

سؤال‌های پیشنهادی

به منظور آمادگی و آشنایی هرچه بیشتر هنرجویان از چگونگی ماهیت دوره‌های آموزشی که به‌منظور اخذ مدارک تخصصی برگذار می‌گردد، نمونه‌هایی از سؤالات مرتبط با مباحث پودمان ارائه می‌شود. پیشنهاد می‌شود، سؤلات در کلاس مورد بحث و بررسی قرار گرفته و یا در قالب فعالیت‌های تحقیقی از هنرجویان خواسته شود.

KEY TOPIC #007: RADIO SPECTRUM:

007A - What is the frequency range for Medium Frequency?

a) 30300- kHz

b) 3003,000- kHz

c) 1,00010,000- kHz

d) 1030- MHz

007B- What is the frequency range for High Frequency?

a) 330- MHz

b) 3003,000- kHz

c) 30300- MHz

d) 1030- MHz

007C- What is the frequency range for Very High Frequency?

a) 330- MHz

b) 3003,000- kHz

c) 30300- MHz

d) 1030- MHz

007D- What is the frequency range for Ultra High Frequency?

a) 330- MHz

b) 3003,000- MHz

c) 30300- MHz

d) 1030- MHz

007E- What is the frequency range for Super High Frequency?

a) 30300- GHz

b) 3003,000- MHz

c) 30300- MHz

d) 330- GHz

007F- What is the primary frequency range for long distance skywave communications?
a) 330- MHz
b) 3003,000- kHz
c) 30300- MHz
d) 1030- MHz

Key Topic #007 Answer Key: A: b) B: a) C: c) D: b) E: d) F: a).

Key Topic #008: Frequency Bands:

008A- Which of the following systems is most likely to be subject to fading or static interference?
a) HF SITOR
b) Inmarsat
c) Digital Selective Calling on channel 70.
d) VHF ARQ

008B- Which system is most likely to be affected by atmospheric disturbances?
a) MF/HF radiotelephony
b) VHF DSC
c) Inmarsat
d) SafetyNETTM

008C- Which of the following systems is least likely to be subject to fading or static interference?
a) HF SITOR
b) Inmarsat
c) MF-HF DSC Controller
d) VHF ARQ

008D- Which system is least likely to be affected by atmospheric disturbances?
a) NAVTEX
b) Inmarsat
c) MF NBDP
d) HF NBDP

008E- Which of the following frequency bands would most likely provide reliable communications between two stations that are 100 miles (160 km) apart?
a) The Low Frequency (LF) band.
b) The Medium Frequency (MF) band.
c) The High Frequency (HF) band.
d) The Very High Frequency (VHF) band.

008F- Which system has the least effective radius of operation?
a) HF SITOR
b) MF NBDP
c) VHF DSC
d) NAVTEX

Key Topic #008 Answer Key: A: a) B: a) C: b) D: b) E: b) F: c).

Key Topic#009: Modulation - Demodulation, AM & FM:

009A- What statement best describes modulation?
a) Imposing intelligence onto a radio carrier signal.
b) Changing mark-space to 1 and 0.
c) Adjusting the frequency to the optimum band for long distance communications.
d) Converting the carrier from a low frequency to a higher frequency.

009B- What statement best describes demodulation?
a) Detuning the receiver to remove interfering signals.
b) Removing atmospheric noise from the signal.
c) Removing the information signal from the carrier.
d) Separating the TELEX signals from the voice signals.

009C- Which statement best describes amplitude modulation?
a) The character data from the terminal is changed to audio tones.
b) The frequency is varied in synchronization with the modulating signal.
c) The information signal changes the amplitude but does not change the carrier frequency.

d) The amplitude of the carrier is changed but there is still only a single frequency being transmitted.

009D - What is the emission designation for MF-HF voice signals?
a) F1B
b) J3E
c) J2B
d) F3E

009E- Which statement best describes frequency modulation?
a) Both the amplitude and frequency are changed by the modulating signal.
b) The frequency is changed by the information signal and the amplitude remains unchanged.
c) Frequency modulation is subject to interference by atmospheric noise.
d) High level mixing of the final amplifier signal and the information signal.

009F- What is the emission designation for VHF-FM?
a) F3C
b) J2B
c) F3E
d) AME

Key Topic #009 Answer Key: A: a) B: c) C: c) D: b) E: b) F: c).

Key Topic #010:Carrier & Sidebands:

010A- Which of the following statements describes the carrier?
a) The carrier consists of at least 3 separate but closely spaced frequencies.
b) The carrier is a Radio Frequency (RF) signal that is modified to carry intelligence.
c) The carrier is used to modulate the information signal.
d) There are always sidebands on either side of the carrier.

010B- How many sidebands are present in a standard A.M. signal?
a) One
b) Four
c) Two
d) Three

010C- How many sidebands are present in the J3E mode?
a) Two sidebands and a carrier.
b) One upper sideband.
c) One lower sideband.
d) Two carriers and one sideband.

010D- What is the signal transmitted in H3E mode?
a) Two sidebands, upper and lower.
b) A reduced carrier and the lower sideband.
c) A full carrier and the upper sideband.
d) A full carrier and both upper and lower sidebands.

010E- What is the signal transmitted in J2B mode?
a) A full carrier and one sideband.
b) A full carrier and two sidebands.
c) An upper sideband of 2 alternating tones.
d) An upper sideband of a single tone switched on and off.

010F- Which of the following statements is true?
a) An RF carrier is always required to carry the information.
b) There is only a single tone used in J2B mode.
c) Both of the above
d) None of the above

Key Topic #010 Answer Key: A: b) B: c) C: b) D: c) E: c) F: d).

Key Topic #011: Channel Spacing:

011A- What is the channel spacing for MF-HF voice frequencies?
a) 2.8 kHz
b) 500 Hz
c) 3.5 kHz
d) 3 kHz

011B - What is the channel spacing for SITOR frequencies?
a) 500 Hz
b) 170 Hz
c) 300 Hz
d) 3 kHz

011C- You look up a frequency table and all the listings end in either.0 or.5 kHz. What kind of emission is used with these frequencies?
a) NBDP/SITOR
b) SSB Voice
c) Both of the above
d) None of the above

011D- How many SITOR signals can occupy the space of one voice signal?
a) 2
b) 4
c) 6
d) 10

011E- Which emission mode occupies the most bandwidth?
a) J2B
b) J3E
c) F1B
d) F3E

011F- Which mode occupies the least bandwidth?
a) H3E
b) J2B
c) AME
d) F3E

Key Topic #011 Answer Key: A: d) B: a) C: a) D: c) E: d) F: b).

Key Topic #012: Antennas:

012A- A vertical (whip) antenna has a radiation pattern best described by?
a) A figure eight
b) A cardioid

c) A circle
d) An ellipse

012B- Which of the following statements about a VHF vertical antenna is true?
a) The longer a VHF antenna the greater the signal gain.
b) The radiation pattern is a cardioid.
c) Maximum radiation is directly overhead.
d) The radiation pattern is a figure eight.

012C- A vertical quarter wave antenna with a good ground connection will:
a) Radiate omni-directionally
b) Not function due to being grounded.
c) Only be used in Satellite communications.
d) None of these

012D- What is the most common type of antenna for GMDSS MF-HF?
a) Horizontally polarized whip antenna
b) Long wire antenna
c) Vertical whip
d) None of the above

012E- What is the most common type of antenna for GMDSS VHF?
a) Horizontally polarized circular antenna
b) Long wire antenna
c) Both of the above
d) None of the above

012F- What advantage does a vertical whip have over a long wire?
a) It radiates more signal fore and aft.
b) It radiates equally well in all directions.
c) It radiates a strong signal vertically.
d) None of the above

Key Topic #012 Answer Key: A: c) B: a) C: a) D: c) E: d) F: b).

ارزشیابی

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	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 به‌کارگیری 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 MF-HF ۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها ۴ به‌کارگیری 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 حد انتظار	۱ تشریح عملکرد رادیو VHF ۲ تشریح عملکرد رادیو MF-HF ۳ تشریح روش صحیح ارسال پیام در مخابرات دریایی و الزامات و بایدها و نبایدها ۴ به‌کارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری ۵ انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی ■ هنرجو توانایی بررسی دو مورداز شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۱
	نمرهٔ مستمر از ۵				
	نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳				
	نمرهٔ پودمان از ۲۰				

ارزشیابی شایستگی کاربری دستگاه‌های مخابراتی

۱ شرح کار:

- تشریح علت نیاز به رادیوهای 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.
- به‌کارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.
- انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی

۲ استاندارد عملکرد:

توانمندسازی هنرجویان در تحلیل عملکرد رادیوهای دریایی، کار با انواع رادیوهای VHF و MF-HF، سرویس، نگهداری و آماده به کار نگه داشتن این رادیوها به‌منظور استفاده در شرایط اضطراری.

۳ شاخص‌ها:

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

۴ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

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

ابزار و تجهیزات: رادیوهای VHF-MF/HF و VHF دستی

۵ 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 رادیو HF-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	به‌کارگیری صحیح رادیوهای دریایی در شرایط عادی و اضطراری.	۲	
۷	انجام آزمایش‌های دوره‌ای رادیوهای دریایی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و... 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	
	میانگین نمرات		*

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

فصل ۳

کاربری رادارهای دریایی

مشخصات کلی کار

نوع درس: نظری ـ عملی
کل ساعت: ۶۰ ساعت
ساعت نظری: ۲۰ ساعت
ساعت عملی: ۴۰ ساعت

روش تدریس فصل

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

۲ بهتراست هنرآموز قبل از ارائه مفاهیم جدید در این فصل، از آموخته‌های قبلی هنرجویان در کتاب‌های سال یازدهم استفاده نماید و با طرح سؤالات شفاهی به ارزیابی ابتدایی هنرجویان پرداخته و فصل را شروع نماید ونکات ایمنی و مباحث عملی را که مربوط به بخش دستگاه‌های ناوبری است مرور کند.

۳ سعی شود تمامی‌نکات فنی و ایمنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی‌شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت کرده تا ضمن درگیر شدن در فرآیند یادگیری، بتوانند این نکات را به‌خوبی فرا گرفته و برای همیشه به خاطر بسپارند. توجه داشته باشید نحوه تدریس به صورتی باشد که ارتباط تعاملی و دو طرفه بین هنرآموز و هنرجو برقرار شده و از نظرات هنرجویان نیز در کلاس و کارگاه استفاده شود و هنرآموز متکلم وحده و سخنران نباشد.

۴ توصیه می‌گردد برای تدریس بهتر این پودمان هنرآموز از روش تدریس **کلاس معکوس** استفاده کند. یعنی از هنرجویان بخواهد مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با دریانوردی، مطالعه و یاد گرفته و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز تمرینات را پاسخ دهد.

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

۶ برای یادگیری کامل مطالب این فصل، لازم است هنرجویان پس از آشنایی با مفاهیم اولیه مطالب این فصل، در دو یا سه نوبت با **بازدید از روی شناورها،** ضمن آشنایی با وسایل کمک ناوبری موجود در پل فرماندهی شناورها، توسط فرمانده و افسران کشتی ضرورت و اهمیت به‌کارگیری این وسایل و همچنین نکات ایمنی و سایر توضیحات تکمیلی مرتبط با فصل به هنرجویان بیان گردد. مسئولان مربوطه باید در این زمینه هماهنگی و همکاری لازم را به عمل آورند.

۷ جهت برقراری ارتباط بهتر هنرجویان با کتاب، می‌توانید علاوه بر بازدیدهای صورت گرفته از افسران و فرماندهان نیروی دریایی ارتش، سازمان بنادر و دریانوردی یا کشتیرانی جمهوری اسلامی‌ایران و سایر مؤسسات مرتبط دریایی و یا فارغ‌التحصیلان سال‌های گذشته که موفق به ورود به عرصه کار بر روی شناورها شده‌اند، دعوت کنید تا به‌صورت موردی تجربیات خود را در اختیار هنرجویان قرار دهند.

۸ توصیه می‌گردد با هدف **تقویت مهارت‌های خوان‌داری و نوشتاری هنرجویان** و نیز درک **بهتر مطالب**، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به‌صورت

دست‌نویس درروی کاغذ نوشته و ارائه دهند و تاجای ممکن از کپی‌کردن مطالب اینترنت به‌صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.

۹ فعالیت‌هایی از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید» و... برای فعال‌کردن هنرجویان و به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. برای این فعالیت‌ها اهمیت فراوانی قایل شده و سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود. برای انجام این تکالیف راهنمایی‌های لازم را در اختیار هنرجویان قرار داده و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.

اهداف کلی

۱ ضرورت به‌کارگیری سامانه‌های رادار، آرپا، هدایت خودکار کشتی و نقشه‌های دریانوردی الکترونیکی را بداند.

۲ با انجام تمرینات عملی و کارگاهی توانایی و مهارت لازم در استفاده صحیح از این وسایل را کسب کند.

۳ ضمن فراگیری نحوهٔ صحیح کار با این سامانه‌ها، نکات ایمنی مربوطه را بیاموزد.

سؤال‌های پیشنهادی

۱ رادار چیست و نحوهٔ عملکرد آن چگونه است؟

۲ انواع رادارهای مورد استفاده کدام‌اند و هر کدام چه کاربردی دارند؟

۳ سامانهٔ آرپا (ARPA)چه کاربردی بر روی کشتی‌ها دارد؟

۴ نحوهٔ کار سامانهٔ هدایت خودکار کشتی (Auto Pilot) به چه صورت است؟

۵ ضرورت به‌کارگیری نقشه‌های دریانوردی الکترونیکی چیست؟

اهداف جزئی مرحله یادگیری

ـ شایستگی‌های فنی:

۱ با نقش و ضرورت به‌کارگیری دستگاه رادار در کشتی‌ها آشنا شود.
۲ انواع مختلف دستگاه‌های رادار را بشناسد و کاربرد آنها را بداند.
۳ توانایی به‌کارگیری و استفادهٔ صحیح و ایمن از دستگاه رادار را داشته باشد.

ـ شایستگی‌های غیرفنی:

۱ در محیط کارگاه و کلاس، رعایت نظم و ترتیب و نظافت‌کاری، کار گروهی، مسؤلیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای را یاد بگیرد.
۲ با استفاده از روش فناورانه و توسط اینترنت این واحد را یاد گیرد.
۳ حل مسئله را به‌صورت تحقیق و با استفاده از فناوری انجام دهد.
۴ فعالیت‌ها را با کار گروهی و مباحثه حل کند.

دانش‌افزایی

پیشنهاد می‌گردد در هنگام تدریس این قسمت توضیحات تکمیلی زیر توسط هنرآموز بیان شود و قبل از ورود به مباحث کلاسی، مطالب و توضیحات زیر توسط هنرآموز مطالعه و هنگام تدریس در کلاس بیان گردد.

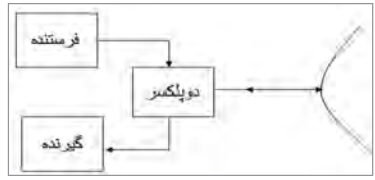
تعریف رادار

واژهٔ رادار RADAR که اولین بار در سال ۱۹۴۱ به‌وسیله نیروی دریایی آمریکا مورد استفاده قرار گرفت، از اولین حروف (ACRONYM) کلمات Radio Detection And Ranging به معنی آشکارسازی (کشف)، تعیین موقعیت و مسافت براساس اندازه‌گیری زمان انرژی منتشر شده از رادار و انعکاس (بازتاب) آن پس از برخورد به هدف است.

در یک سیستم رادار، یک آنتن که به سرعت می‌چرخد پرتوی از امواج الکترومغناطیسی را شامل پالس‌هایی کوتاه از انرژی زیاد امواج رادیویی، به خارج از خود (فضای آزاد) منتشر می‌کند. موانعی 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 به عنوان آنتن گیرنده عمل می‌کند، می‌رسد. پژواک به‌دست آمده از هدف‌ها که پس از پروسه‌کردن سیگنال‌های برگشتی و بارتاب شده که بسیار ضعیف هم هستند پدید می‌آید، برای بهره‌برداری بر روی صفحات نشان‌دهنده رادار به نمایش در می‌آید.

اصول کار رادار

اصلی که رادار بر مبنای آن کار می‌کند، در عمل شبیه به اصل انعکاس صدا است. پدیده انعکاس امواج صوتی یک پدیده شناخته شده است. برای مثال، هرگاه شخصی در یک روز مه آلود در رودخانه یا دریاچه مشغول قایق‌سواری باشد و بداند که در مقابل خود ارتفاعات و مانعی وجود دارند، می‌تواند برای تعیین موقعیت این موانع که به لحاظ شرایط جوی موجود قابل رؤیت نیستند، دست‌های خود را به‌طور بوقی شکل در جلوی دهان گرفته با صدای بلند فریاد بزند و شروع به شمردن ثانیه‌ها (زمان) کند تا انعکاس صدای خود را بشنود. پس از مشخص شدن زمان رفت و برگشت صوت (صدای فریاد) و با استفاده از سرعت صوت که در حدود ۳۴۰ متر بر ثانیه (۱۱۰۰ پا در ثانیه) است، شخص می‌تواند محاسبه کند که امواج صوتی او چه فاصله‌ای را طی کرده است (مسیر رفت و برگشت). نصف رقم به‌دست آمده، فاصله قایق تا مانع خواهد بود.



بلوک دیاگرام یک رادار ابتدایی

در شکل بالا بلوک دیاگرام یک رادار ابتدایی نشان داده شده است. وقتی فرستنده به وسیله سیگنالی که مشخص‌کننده شروع زمان است تریگر(Trigger) شود، تولید پالس‌های خیلی کوتاه امواج رادیویی می‌کند و این امواج از طریق آنتن به‌صورت پرتو باریکی انتشار می‌یابد. دوپلکسر(Duplexer) به مشابه یک کلیدی است که به موقع آنتن را بنا بر مورد به فرستنده یا گیرنده وصل می‌کند، بنابراین زمانی که فرستنده تولید پالس می‌کند، آنتن به فرستنده وصل است. آنتن که به‌صورت از پیش تعیین شده‌ای (از نظر سرعت و نحوه چرخش) می‌چرخد و معمولاً از نوع جهت است، پالس تولید شده را در سمتی که در هر لحظه به خود می‌گیرد منتشر می‌سازد. سرعت چرخش آنتن هر قدر که زیاد باشد، در مقایسه با زمانی که طول می‌کشد پالس‌ها از هدف یا هدف‌ها به آنتن برگردند خیلی کم است. وقتی پالس‌های ارسال شده با یک شیء مثلاً یک کشتی دیگر برخورد کند و قسمتی از انرژی امواج رادیویی ارسالی به وسیله سطح کشتی که در کلیه جهات از جمله به طرف خود کشتی ارسال‌کننده امواج منعکس شود و به آنتن سیستم رادار که در این شرایط به گیرنده وصل شده است برسد، آنتن هنوز در همان جهتی است که امواج را ارسال کرده بود، از این رو بازتاب امواج به راحتی به وسیله آنتن دریافت خواهند شد و جهت آنتن نشانگر جهتی است که مانع یا هدف وجود داشته است.

نحوه انتشار امواج رادیویی و بازتاب آن پس از برخورد با یک هدف، در عمل بلافاصله پس از این که پالس تولید شده از آنتن فرستنده منتشر شد، دوپلکسر فرستنده را از آنتن قطع کرده، گیرنده را به آنتن وصل می‌کند تا امکان دریافت سیگنال‌های بازتاب شده از موانع و هدف‌های موجود در محیط به وسیله آنتن فراهم شود.

بازتاب پالس ارسال شده پس از دریافت به وسیله آنتن وارد گیرنده رادار شده، پس از پروسه شدن به‌صورت یک پژواک یا اکو (Echo) بر روی دستگاه نشان‌دهنده به تصویر در می‌آید. در مراحل مختلف تولید پژواک، فاصله زمانی بین انتشار پالس و دریافت بازتاب آن به‌دقت اندازه‌گیری می‌شود. چون سرعت انتشار رادیویی مشخص و ثابت است، می‌توان به راحتی فاصله مانع یا هدفی را که موجود بوده و باعث شده است بخشی از امواج منتشر شده منعکس شوند، محاسبه کرد. علاوه بر محاسبه فاصله، از آنجا که سمت و جهتی که آنتن در هنگام دریافت بازتاب امواج قرار داشته همان جهت مانع یا هدف است، با به‌کارگیری سیستم رادار توانسته‌ایم سمت و فاصله یک مانع یا هدف را به‌طور دقیق مشخص کنیم.

آنتن گیرنده تنها مقدار خیلی کمی‌از انرژی انتشار یافته را دریافت می‌کند، بنابراین فرستنده باید پالس‌های بسیار قوی تولید کند تا آنچه که بازتاب می‌شود قابل بهره‌برداری باشد. با توجه به این که آنتن با سرعت ثابتی می‌چرخد و پرتوهای امواج رادیویی را به‌صورت پالس در فواصل مساوی خیلی کوتاه منتشر می‌کند، مشاهده می‌شود که سیستم رادار تمام افق را تحت کاوش خود قرار داده، موانع و هدف‌های موجود را در اطراف کشتی مشخص کرده، وجود آنها را با تعیین سمت و فاصله به تصویر خواهد کشانید.

کار در کلاس

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

پاسخ:

- برقراری امنیت تردد؛
- اطلاع‌دادن از وجود شناورها، هواپیماها، زمین و کلیه اشیاء دیگری که خارج از سطح آب قرار داشته باشند و داخل در افق دید دستگاه رادار باشند؛
- مشخص‌کردن فاصله و سمت آنها با دقت مورد نیاز؛
- تعیین راه و سرعت هدف‌های مختلف برای اجتناب از تصادم در دریاهای آزاد و دور از ساحل
- تعیین محل کشتی نسبت به خطوط ساحل یا نقاط مشخص در دریا با تعیین سمت و فاصله کشتی از آنها؛
- برای مواردی که کشتی به ساحل نزدیک می‌شود یا در نزدیکی ساحل و یا در آب‌های کم عرض (کانال‌ها) دریانوردی می‌کند.

تحقیق کنید

تاریخچه‌ای از نحوه اختراع رادار و دانشمندانی که در تکمیل این سیستم نقش داشته‌اند را تهیه کنید.

پاسخ:

رادار یک سیستم الکترومغناطیسی است که کاربردهای مختلف می‌تواند داشته باشد اما اصول اولیه آشکارسازی؛ قدمتی برابر با قدمت بحث الکترومغناطیسی دارد فاراد و ماکسول در سال‌های ۱۸۶۰ـ۱۸۴۵ درخصوص امواج الکترومغناطیسی و میدان‌های الکترومغناطیسی به وجود آمده در فضای آزاد که با سرعت نور یعنی $۳\times۱۰^{۸}\left(\frac{m}{s}\right)$ حرکت می‌کند تحقیقات گسترده‌ای را انجام دادند.

در سال ۱۸۸۶ هرتز به‌طور تجربی نظریه‌های ماکسول را مورد مطالعه قرار داد و نشان داد که امواج الکترومغناطیسی در برخورد با اجسام منعکس و پراکنده می‌شوند که این مطالعه وی منجر به، به وجود آمدن ایده رادار شد جالب است بدانید آزمایش‌های هرتز در فرکانس‌های بالا طول موج ۶۶ سانتی‌متر انجام شد ولی کارهای بعدی تا سال ۱۹۳۰ در فرکانس‌های پائین ادامه یافت تا آنکه بعداً اهمیت استفاده از فرکانس‌های بالا روشن شد.

به علت محدودیت در فناوری آن زمان، آشکارسازی در فواصل بیش از یک مایل تا سال ۱۹۲۲ مطرح نبود تا اینکه در سال ۱۹۲۲ «مارکونی» ارتباط رادیویی بین قاره‌ها را مطرح نمود و عنوان کرد که امکان به وجود آمدن دستگاهی است که امواج را در جهات مختلف ارسال کند و پس از برخورد پرتوها به یک جسم فلزی نظیر کشتی توسط یک گیرنده این پرتوها دریافت شوند و در نتیجه می‌توان در هوای ابری وجود کشتی را آشکار نمود اما وی در به‌دست آوردن بعضی از ایده‌هایش از جمله آشکارسازی جسم و انتشار امواج کوتاه در ورای خط دید ناموفق ماند.

در پاییز ۱۹۲۲ تیلور یانگ از آزمایشگاه تحقیقات دریایی با استفاده از یک رادار موج پیوسته با فرستنده و گیرنده مجزا وجود یک کشتی چوبی را آشکار نمودند بدین ترتیب می‌توان گفت که اولین سیستم راداری آزمایشی به‌صورت موج پیوسته کار می‌کردند و نوع آشکارسازی آنها بستگی به تداخل ایجاد شده بین علائم ارسالی و دریافت شده از هدف داشت.

با توجه به محدودیت‌های استخراج اطلاعات کافی از رادارهای موج پیوسته پژوهشگران اولین تجربه را به سال ۱۹۳۴ با رادار پالسی در فرکانس ۶ مگاهرتز به‌دست آوردند و با انجام آزمایش‌های متعدد دریافتند که فرکانس‌های راداری بالا برای این کار مطلوب است و با ساخت لامپ‌های پرقدرت باعث تکامل طراحی رادار پالسی در فرکانس ۲۰۰ مگاهرتزی شدند.

پیشرفت‌های اولیه رادار پالسی در رابطه با کاربردهای نظامی بود و در بریتانیا

توسعه رادار بعد از آمریکا شروع شد اما به خاطر اینکه پیشرفت فناوری رادار مصادف با جنگ جهانی دوم بود و بریتانیا نزدیک‌تر به جبهه جنگ بود این کشور کوشش‌های فراوان و بیشتری را صرف توسعه رادار نمود. توجه بریتانیا به رادار از سال ۱۹۳۵ شروع شد و تا اوایل ۱۹۴۰ توسعه رادار در بریتانیا و آمریکا مستقل انجام می‌شد. علاوه بر این دو رادار در آلمان، فرانسه، روسیه و ایتالیا و ژاپن نیز به‌طور مستقل در خلال ۳۰ سال بعد مورد تحقیق و توسعه قرار گرفت لیکن حدود توسعه و کاربردهای نظامی آنها متفاوت بود.

یک فرانسوی به نام «موریس پونت» در سال ۱۹۳۰ موفق به اختراع دستگاهی جالب به نام مگنترون شد که امواج بسیار کوتاه رادیویی را به وجود می‌آورد و به همین دلیل رادارهایی که به کمک این وسیله تکمیل شدند توانستند تا ده‌ها کیلومتر بیش از رادار قبلی امواج را ارسال کنند. دستگاه اختراعی پونت در سال ۱۹۳۵ ابتدا در کشتی معروفی به نام نرماندی نصب شد و توانست آن را از خطر برخورد با کوه‌های عظیم یخی شناور در اقیانوس محافظت کند و بدین ترتیب رادار علاوه بر استفاده وسیع در هوا، سطح دریاها را هم به تسخیر خود درآورد.

کار در کلاس

با ذکر مثال‌هایی ساده از طبیعت و محیط اطراف (مانند چگونگی یا نور خورشید که هنگام شب با انعکاس از سطح ماه به زمین می‌رسد.) دربارهٔ اساس کار رادارها بحث و گفت‌وگو کنید.

پاسخ:

اختراع رادار از یک پدیده فیزیکی و بسیار طبیعی به نام انعکاس گرفته شده است. رادار طبیعی بیشترین استفاده را برای خفاش دارد. چراکه 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. همین پژواک صداهای ابرصوتی است که به‌وسیله آن 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 که در مورد بازتاب‌های صوتی زیرسطحی به آن سونار گفته می‌شود.

دانش‌افزایی

در جدول زیر روش‌های مختلف تشخیص هدف بیان و مقایسه شده است. جدول را کامل کنید.

پاسخ:

انرژی	کاربردها	محدودیت‌ها
نور	فقط روی سطح	وابسته به شرایط دید و آلودگی آب است
رادار	فقط روی سطح	نفوذپذیری در آب ضعیف است
مغناطیس	دسته‌بندی هدف	تشخیص عمق آن محدود است
صوتی	مناسب برای همه عمق‌ها	دخالت محیط

با مطالعه و دقت در جدول بالا چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ:

از جدول بالا می‌توان نتیجه گرفت، در میان همه امواج انتشاری، امواج صوتی به بهترین صورت ممکن در دریا منتشر می‌گردند. در نواحی گل و لای و رسوبات دریا امواج رادیویی خیلی ضعیف می‌شوند و انرژی امواج رادیویی و نوری در نواحی دریا در مقایسه با صوتی خیلی تضعیف می‌شوند ولی تلفات امواج صوتی در دریا بسیار ناچیز است.

رادار چه تفاوتی با دستگاه سونار دارد؟

پاسخ:

در دستگاه‌های رادار از امواج الکترومغناطیسی و در دستگاه‌های سونار از امواج فراصوتی(که مانند امواج صوتی، ولی دارای بسامد(فرکانس) بسیار بالا هستند) استفاده می‌شود.

امواج فراصوتی هم مانند امواج صوتی و نور بازتابش می‌شوند. به کمک این امواج بازتابش شده، نقشهٔ سطح زیر دریاها و جای پستی و بلندی‌ها کاملاً مشخص می‌شود.

تحقیق کنید

دربارهٔ ویژگی امواج الکترومغناطیسی و نحوهٔ استفاده از آنها در دستگاه‌های رادار تحقیق کنید.

پاسخ:

با ورود دستگاه‌های الکترونیکی و به‌کارگیری این تجهیزات در دریا و دریانوردی، نوعی از ناوبری با استفاده از دستگاه‌های الکترونیکی رونق گرفت که با استفاده از آن به تعیین موقعیت در دریا و مشاهده اطراف و محیط دریا در شب و شرایط مختلف جوی و غیره می‌پردازند. این تجهیزات الکترونیکی از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌کنند. امواج الکترومغناطیسی نوعی موج عرضی پیش‌رونده هستند که از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ساخته شده‌اند؛ که از چپ به راست می‌رود، میدان الکتریکی در صفحهٔ عمودی و میدان مغناطیسی در صفحهٔ افقی هستند.

تابش الکترومغناطیسی یا انرژی الکترومغناطیسی براساس تئوری موجی، پدیده‌ای موجی شکل است که در فضا انتشار می‌یابد و از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ساخته شده است. این میدان‌ها در حال انتشار بر یکدیگر و بر جهت پیشروی موج عمود هستند.

گاهی به تابش الکترومغناطیسی نور می‌گویند، ولی باید توجه داشت که نور مرئی فقط بخشی از گسترهٔ امواج الکترومغناطیسی است. امواج الکترومغناطیسی برحسب بسامدشان به نام‌های گوناگونی خوانده می‌شوند: امواج رادیویی، ریزموج، فروسرخ (مادون‌قرمز)، نور مرئی، فرابنفش، پرتو ایکس و پرتوگاما. این نام‌ها به ترتیب افزایش بسامد مرتب‌شده‌اند.

امواج الکترومغناطیسی را نخستین بار ماکسول پیش‌بینی کرد و سپس هاینریش هرتز آن را با آزمایش به اثبات رساند. ماکسول پس از تکمیل نظریهٔ الکترومغناطیس، از معادلات این نظریه شکلی از معادلهٔ موج را به دست آورد و بنابراین نشان داد که میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی هم می‌توانند رفتاری موج‌گونه داشته باشند. سرعت انتشار امواج الکترومغناطیسی از معادلات ماکسول درست برابر با سرعت نور به‌دست می‌آمد و ماکسول نتیجه گرفت که نور هم باید نوعی موج الکترومغناطیسی باشد.

طبق معادلات ماکسول، میدان الکتریکی متغیر با زمان باعث ایجاد میدان مغناطیسی می‌شود و برعکس؛ بنابراین اگر یک میدان الکتریکی متغیر میدان مغناطیسی بسازد، میدان مغناطیسی نیز میدان الکتریکی متغیر می‌سازد و این‌گونه موج الکترومغناطیسی ساخته می‌شود و پیش می‌رود.

همان‌طور که امواج دریا و امواج صوتی پس از رسیدن به مانعی منعکس می‌شوند، امواج الکترومغناطیسی وقتی به مانعی برخورد کردند برمی‌گردند و ما را از وجود آن آگاه می‌سازند. به کمک امواج الکترومغناطیسی نه‌تنها از

وجود اجسام در فاصله دور باخبر می‌شویم، بلکه به‌طور دقیق تعیین می‌کنیم که آیا ساکن هستند یا از ما دور و یا به ما نزدیک می‌شوند. حتی سرعت جسم نیز به‌خوبی قابل محاسبه است. وقتی امواج منتشر شده از رادار، به یک جسم دور برخورد می‌کنند، به طرف نقطه حرکت برمی‌گردند. امواج برگشتی توسط دستگاه‌های خاص در مبدأ تقویت می‌شوند و از روی مدت رفت‌وبرگشت این امواج، فاصله بین جسم و رادار اندازه‌گیری می‌شود.

فکر کنید

چرا از رادار S_BAND در شناورها کمتر استفاده می‌شود؟

پاسخ:

به این علت که رادارهای X_BAND با طول موج ۳سانتی‌متر (که کوچک‌تر از طول موج ۱۰سانتی‌متر است) برای مشاهده جزئیات اهداف و تفکیک‌پذیری بهتر و مناسب‌تر هستند.

تحقیق کنید

در کنوانسیون سولاس چه الزاماتی برای استفاده شناورها از رادار باند X بیان شده است؟

پاسخ:

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

کار در کلاس

با راهنمایی هنرآموز خود، نقش و تأثیر هر مورد در عملکرد رادار را بنویسید.

پاسخ:

۱	فرکانس: هرچه فرکانس پایین‌تر باشد برد رادار افزایش می‌یابد و شراط اتمسفریک نیز تأثیر کمتری روی آن دارند.
۲	پهنای پالس: هرچه پهنای پالس بیشتر باشد برد رادار افزایش می‌یابد.
۳	پهنای اشعه: هرچه اشعه ارسالی باریک‌تر باشد برد رادار بیشتر می‌شود زیرا چگالی انرژی در واحد سطح افزایش می‌یابد.
۴	سرعت چرخش آنتن: هرچه آنتن آهسته‌تر بچرخد برد رادار بیشتر می‌شود.
۵	وضعیت هدف: هدف‌های بزرگ‌تر نسبت به هدف‌های کوچک‌تر در فواصل دورتری کشف می‌شوند.
۶	شکل هدف: شکل هدف در میزان انرژی انعکاسی رادار تأثیرگذار است.
۷	جنس هدف: ماهیت و جنس هدف در میزان باز تابش راداری تأثیر گذار است.
۸	حساسیت گیرنده: هرچه حساسیت گیرنده بیشتر باشد امکان کشف هدف‌های دور، بیشتر خواهد بود.

فکر کنید

پاسخ:

- حداکثر برد افقی رادار به چه عواملی بستگی دارد؟

حداکثر برد رادار متناسب با قدرت امواج ارسالی رادار است و هرچه قدرت امواج بیشتر باشد، پرتوهای ارسالی فاصله دورتری را طی خواهند کرد.
حداکثر برد افقی رادار به عوامل مختلفی مانند طول‌موج، فرکانس تکرار پالس (PRF)، قدرت خروجی، عرض پرتو رادار، حساسیت گیرنده و ارتفاع آنتن رادار وابسته است.

- علّت استفاده از فرکانس بالا در رادار چیست؟

رادار از پالس‌های بسیار کوتاه (در حد ۱ میکرو ثانیه) با فرکانس خیلی بالا (معمولاً از ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰مگاسیل بر ثانیه) استفاده می‌کند.

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

اجسامی که سطوح بزرگی دارند (مانند کوه و صخره) دارای برگشت‌های خیلی قوی هستند. این امر باعث می‌شود که توانایی رادار برای آشکارسازی اهداف کوچک که انعکاس‌های ضعیفی دارند در حضور اجسام بزرگ کم شود.

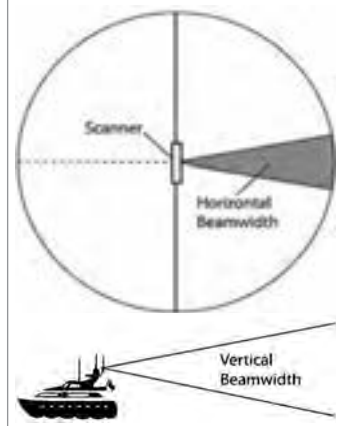
دانش‌افزایی

پیشنهاد می‌گردد در هنگام تدریس این قسمت توضیحات تکمیلی زیر توسط هنرآموز بیان شود.

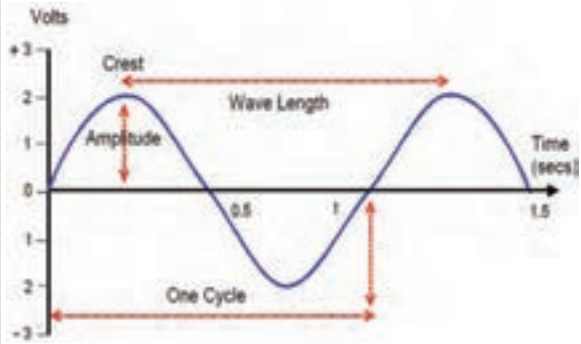
ویژگی‌های طول موج راداری

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

۱	ارتباط مستقیمی بین طول موج راداری و پهنای بیم افقی رادار وجود دارد. باریک شدن پهنای بیم افقی رادار سبب تفکیک‌پذیری بهتر اهداف و دقت در اکوهای جزئیات اهداف می‌گردد.(شکل ۲و۳)
۲	طول آنتن (اسکنر) رادار با طول موج ایجاد شده ارتباط مستقیمی دارد بنابراین برای افزایش طول موج راداری نیازمند اسکنری با ابعاد بزرگ‌تر می‌باشد.



شکل ۲ــ پهنای افقی و عمودی موج



شکل ۳ــ طول‌موج و دامنه موج

پالس

پالس در لغت به معنی ضربه است و در رادار به مدت زمان ارسال داده‌های راداری؛ طول پالس اطلاق می‌گردد. پالس راداری دارای نمونه و 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 تفکیک پذیری بالایی است.
۳	رادار از پالس‌های بسیار کوتاه (در حد ۱ میکرو ثانیه) با فرکانس خیلی بالا (معمولاً از ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰مگاسیل برثانیه) استفاده می‌کند.
۴	برای استفاده از راداری با طول موج ثابت، انتخاب اندازه پالس مناسب؛ کمک مؤثری در استفاده از رادار است.

کار در کلاس

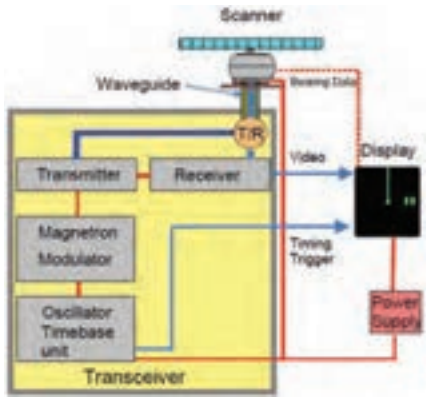
با توجه به شکل بلوک دیاگرام رادار پالسی و توضیحات هنرآموز، کاربردها را به قسمت مربوطه وصل کنید.

پاسخ:

الف	تایمر **Timer/ Master Clock** یک کلید موج بر است که فرستنده و گیرنده را به آنتن مرتبط می‌کند.
ب	فرستنده **Transmitter** این قسمت پس از دریافت سیگنال‌های بازتابی، آنها را تقویت کرده، و جهت تصویرسازی به نشان‌دهنده ارسال می‌دارد.
پ	مدولاتور **Modulator** کار این قسمت مشخص‌کردن اطلاعات سمت هدف با انتشار امواج راداری و در نهایت کشف و دریافت امواج برگشتی و هدایت آن به سمت گیرنده است.
ت	سیستم آنتن **Antenna/Scanner** این قسمت پالس‌های پرقدرتی حاوی انرژی امواج راداری تولید می‌کند.
ث	گیرنده **Receiver** با تولید یک پالس ولتاژقوی و تغذیه آن به فرستنده سبب می‌شود تا پالس‌های فرستنده شکل بگیرد.
ج	دوپلکسر **Duplexer** کار این قسمت هم‌زمان کردن فرستنده و مبنای زمان در نشان‌دهنده رادار است.

دانش‌افزایی

پیشنهاد می‌گردد در هنگام تدریس این قسمت توضیحات تکمیلی زیر توسط هنرآموز بیان شود.
ساختار یک رادار شامل قسمت‌های مختلف می‌باشد که در شکل زیر اجزاء یک رادار پالسی به نمایش در آمده است:



بلوک دیاگرام رادار پالسی

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.

پاسخ:

۱	عنصر تشعشع‌کننده: امواج را در فضا منتشر می‌کند.
۲	منعکس‌کننده: امواج منتشر شده را با توجه به شکل، اندازه و ابعاد خود شکل و فرم داده و در جهت مورد نظر و به‌صورت منسجم ارسال می‌کند.
۳	سیستم چرخانندهٔ آنتن: این سیستم از یک موتور الکتریکی با جعبه دنده مربوطه تشکیل شده و وظیفه چرخش آنتن را به عهده دارد. چرخش آنتن معمولاً با سرعت مشخص و به‌صورت ۳۶۰درجه است و پوشش کامل از نظر سمت را دارد.
۴	سیستم سینکروسمت: برای انتقال سمت آنتن به نشان‌دهنده رادار به‌کار می‌رود و به وسیله آن می‌توان فهمید که در هر لحظه آنتن در چه سمتی قرار دارد.
۵	کنتاکت مخصوص نشان‌دهنده سمت سینه کشتی: زمانی که آنتن رادار در چرخش خود به وضعیتی می‌رسد که به سمت سینه کشتی است، این کلید عمل کرده و در نتیجه یک خط روشن و مشخص برروی صفحه نشان دهنده رادار (و در جهتی که همان سمت راه کشتی است و سینه کشتی درآن جهت است) نمایان می‌شود.

دانش‌افزایی

پیشنهاد می‌گردد قبل از تدریس این قسمت، و به عنوان مقدمه‌ای برای ورود به این مبحث، توضیحات تکمیلی زیر توسط هنرآموز بیان شود.

رادار یک سیستم الکترومغناطیسی است که برای تشخیص و تعیین موقعیت هدف به‌کار می‌رود. با رادار می‌توان درون محیطی را که برای چشم، غیر قابل نفوذ است دید مانند تاریکی، باران، مه، برف، غبار و غیره. اما مهم‌ترین مزیت رادار توانایی آن در تعیین فاصله یا حدود هدف می‌باشد. کاربرد رادارها در اهداف زمینی، هوایی، دریایی، فضایی و هواشناسی می‌باشد.

امواج رادار چیزی است که در تمام اطراف ما وجود دارد، اگر چه دیده نمی‌شود. اما مرکز کنترل ترافیک فرودگاه‌ها برای ردیابی هواپیماها چه آنها که بر روی باند فرودگاه قرار دارند و چه آنها که در حال پرواز هستند، از رادار استفاده می‌کنند. در برخی از کشورها پلیس از رادار برای شناسایی خودروهای با سرعت غیر مجاز استفاده می‌کند. ناسا از رادار برای شناسایی موقعیت کرهٔ زمین و دیگر سیارات استفاده می‌کند، همین‌طور برای دنبال کردن مسیر ماهواره‌ها و فضاپیماها و برای کمک به کشتی‌ها در دریا و مانورهای رزمی از آن استفاده می‌شود. مراکز نظامی نیز برای شناسایی دشمن و یا هدایت جنگ افزارهایشان از آن استفاده می‌کنند.

هواشناسان برای شناسایی طوفان‌ها، تندبادهای دریایی و گردبادها از آن استفاده می‌برند. شما حتی نوعی خاص از رادار را در مدخل ورودی فروشگاه‌ها می‌بینید که در هنگام قرار گرفتن اشخاص در مقابلشان، درب را باز می‌کنند. به‌طور واضح می‌بینید که رادار وسیله‌ای بسیار کاربردی می‌باشد.

استفاده از رادار عموماً در راستای سه هدف زیر می‌باشد:

شناسایی حضور یا عدم حضور یک جسم در فاصله‌های مشخص: عمدتاً آنچه که شناسایی می‌شود متحرک است مانند هواپیما، اما رادار قادر به شناسایی حضور اجسامی که مثلاً در زیرزمین نیز مدفون شده‌اند، نیز می‌باشد. در بعضی از موارد حتی رادار می‌تواند ماهیت آنچه را که می‌یابد مشخص کند، مثلاً نوع هواپیمایی که شناسایی می‌کند.

شناسایی سرعت آن جسم ـ دقیقاً همان هدفی که پلیس در بزرگراه‌ها برای کنترل سرعت خودروها از آن استفاده می‌کند.

جابه‌جایی اجسام ـ شاتل‌های فضایی و ماهواره‌های دوار بر دور کرهٔ زمین از چیزی به عنوان رادار برای شناسایی حفره‌های مجازی، تهیه نقشه جزئیات زمین، نقشه‌های عوارض جغرافیایی سطح ماه و دیگر سیارات استفاده می‌کنند.

فکر کنید

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

پاسخ:

طول آنتن(اسکنر) رادار با طول موج ایجاد شده ارتباط مستقیمی دارد بنابراین برای افزایش طول موج راداری نیازمند اسکنری با ابعاد بزرگ‌تر می‌باشد.

فکر کنید

چنانچه از این خاصّیت استفاده نمی‌شد، اکوها چگونه بر روی صفحهٔ تصویر ظاهر می‌شدند؟

پاسخ:

چنانچه از این خاصّیت استفاده نمی‌شد، هر اکو پس از ظاهر شدن بر روی صفحهٔ تصویر به سرعت محو و از بین می‌رفت و دوباره پس از یک گردش دیگر آنتن بر روی صفحه ظاهر می‌شد.

خاصّیت پس‌تابشی صفحهٔ تصویر باید به اندازه‌ای باشد که حداقل پس از یک دور گردش کامل آنتن رادار، اکوی مزبور همچنان تابش خود را حفظ کند.

کار در کلاس

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

پاسخ:

ردیف	توضیحات
۱	مراقبت و تعیین مشخصات هدف که با توجه به نوع کاربرد، باند فرکانسی این رادارها و مشخصات آنها متفاوت است و برد آنها تا حدود ۴۰۰ کیلومتر قابل افزایش است.
۲	هدایت هواپیما در حین پرواز و هنگام فرود و صعود و تعیین ارتفاع و سرعت هواپیماهای نظامی.
۳	کنترل و هدایت آتش که بنا به چگونگی بهره‌برداری (هوا به هوا ـ زمین به هوا ـ زمین به دریا و هوا به زیردریا) متفاوت است. (در این مورد از رادارهای تک پالسی استفاده می‌شود)
۴	مشخص‌کردن مسیر و مقصد اهداف متحرک مانند هواپیما یا موشک‌های بالستیک. (برد رادارهای فوق بسیار بیشتر از رادارهای کنترل و هدایت آتش است ولی از نظر اصول کار شبیه یکدیگرند).

کار در کلاس

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

پاسخ:

ردیف	توضیحات
۱	کنترل ترافیک و اعلام وضعیت هوایی در اطراف فرودگاه‌ها و در برخی از هواپیماهای پیشرفته در یاری‌رساندن به خلبان هنگام فرود در وضعیت بد آب‌وهوایی که دید کافی ندارد.
۲	جهت نشان دادن موقعیت، سرعت، مسافت طی شده و مسیریابی در هر لحظه.
۳	استفاده از یک رادار کوچک با برد محدود در جلوی کشتی جهت شناسایی موانع مقابل کشتی.
۴	سنجش از دور و شناسایی اجرام و کرات آسمانی و ردیابی ماهواره‌ها.
۵	کنترل سرعت خودروها در بزرگراه‌ها توسط پلیس
۶	کنترل خط تولید و سرعت بهره‌برداری از خطوط
۷	پیش‌بینی وضعیت آب‌وهوای مناطق مختلف با استفاده از جهت وزش باد و سایر عوامل مؤثر
۸	بررسی و شناسایی وضعیت اقیانوس‌ها، دریاها، منابع زیرزمینی، معادن و آتش‌فشان‌ها
۹	محاسبه میزان اراضی زیر کشت و برآورد محصولات مختلف کشاورزی (با توجه به آنکه محصولات مختلف کشاورزی دارای خواص الکترومغناطیسی (انعکاس امواج) متفاوتی است).
۱۰	مانند رادارهای روزنه مصنوعی

کار در کلاس

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

پاسخ:

ردیف	کاربرد
۱	این نوع رادار بر روی انواع شناورها برای دفاع سطحی، هوایی و همچنین ناوبری کاربرد دارد. استفاده به منظورناوبری در کشتی‌های تجاری از کاربردهای وسیع این رادارها است. کاربرد اصلی این رادارها، کشف هدف است.
۲	این رادارها برای کشف و شناسایی هواپیماها یا موشک‌های پرتاب شده دشمن در فواصل دور به‌کار می‌رود. این نوع رادارها از مهم‌ترین و ضروری‌ترین سیستم‌های یک نیروی دریایی به شمار می‌رود. یک نمونه از این رادارها، رادارهای کنترل ترافیک هوایی است که کاربرد وسیعی در فرودگاه‌ها، اعم از نظامی و غیرنظامی دارد.
۳	کاربرد این نوع رادارها همان‌طور که از اسم آنها پیداست، ردیابی یا به‌کارگیری دریک سیستم سلاح به منظور هدایت سیستم توپخانه یا موشکی است. رادار ردگیری عمل جست‌وجو را انجام نمی‌دهد بلکه برروی هدف قفل شده و به‌طور دائم آن را ردگیری می‌کند. یکی دیگر از کاربردهای این نوع رادارها، ردگیری اجسام آسمانی مانند ماهواره‌ها یا سفینه‌های فضایی است.
۴	این نوع رادار با استفاده از روابط مثلثاتی ارتفاع هواپیما و فاصله آن را محاسبه می‌کند.

کار در کلاس

جای خالی را با کلمات مناسب پرکنید.

۱	رادارهای جست‌وجوگر
۲	رادار ردگیری
۳	رادارهای مسیریابی
۴	سیستم مراقبت راداری
۵	رادارهای سطحی

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.

پاسخ:

ردیف	کاربرد
۱	کلید اصلی روشن و خاموش‌کردن سیستم رادار (POWER SWETCH): این کلید سه وضعیتی بوده و برای روشن و خاموش‌کردن دستگاه رادار به‌کار می‌رود. برای روشن‌کردن رادار کلید را در حالت **radar on** قرار می‌دهیم تا رادار روشن شود. پس از آن لامپ مگنترون در حال گرم شدن است بنابراین سیستم رادار در حالت آماده به‌کار **(Stand_by)** است در حالت آماده به‌کار سیستم رادار فعال است ولی ارسال امواج انجام نمی‌گیرد. پس از آن با تغییر کلید در حالت **Transmit** و یا کلید در حالت چرخش آنتن **(aerial rotating)** سیستم شروع به ارسال و دریافت امواج می‌کند و اکوهای اهداف در نمایشگر رادار نمایان می‌گردد.
۲	سوئیچ تنظیم‌کننده Focus: با این سوئیچ می‌توان تمرکز کانونی الکترون‌ها را تنظیم نمود. تا تصویر حاصل برروی نشان‌دهنده رادار از وضوح خوبی برخوردار باشد.
۳	سوئیچ تنظیم‌کننده Brillianc: درخشندگی صفحه نشان‌دهنده را می‌توان با این کلید تنظیم کرده و به حد مطلوب رساند.
۴	سوئیچ تنظیم‌کننده Receiver Gain: با این کلید می‌توان میزان تقویت‌کنندگی گیرنده رادار را به نحوی تنظیم نمود که تصویر مطلوبی داشته باشیم.
۵	سوئیچ انتخاب عرض پالس (پهنای پالس): با این کلید می‌توان عرض پالس مورد نظر را انتخاب کرد.
۶	سوئیچ انتخاب فاصله (Range Switch): یکی از کلیدهای مهم در کنسول رادار بوده که به وسیله آن می‌توان شعاع ناحیه تحت پوشش صفحه رادار را تغییر داد. این کلید می‌تواند در بردهای ثابت ۶،۱۲،۲۴،۴۸مایل و... قرار گیرد.
۷	سوئیچ مربوط به دوایر تعیین فاصله (Range Rings): دوایر فاصله، دایره‌های متحدالمرکزی هستند که با فاصله یکسان برروی صفحه رادار تشکیل می‌شوند و هر کدام نشان‌دهنده فاصله معینی بر روی صفحه رادار هستند.
۸	سوئیچ مربوط به دایره متغیّر تعیین فاصله (Variable Range Marker): دوایر فاصله‌ای که برروی صفحه رادار تشکیل می‌شود و با این کلید قابل کنترل است. از این دایره‌ها برای اندازه‌گیری فاصله هدف یا هر مانع دیگری استفاده می‌شود.
۹	صفحهٔ نشانگر سمت (Cursor): با چرخش صفحهٔ نشانگر سمت (Cursor) و قرار دادن خط شعاعی مبنا برروی هدف، سمت اکوهای موجود بر روی صفحه رادار قابل تعیین است.
۱۰	تیون Tune: کلید تیون برای تنظیمات دقیق فرکانس راداری است؛ و با تنظیم آن می‌توان کیفیت اکوهای دریافتی را افزایش داد.

فعالیت کارگاهی

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

کلید چهارحالته برای جابه‌جا کردن کرسور EBL و VRM روی صفحه نمایش

در حالت کلی کلید تأیید و در زمان فعال بودن آرپا تأییدکننده هدف انتخاب شده توسط کرسور می‌باشد.

انتخاب، تنظیم، فعال‌کردن و غیرفعال کردن ناحیه حفاظت‌شونده

دکمه دوجهتی برای انتخاب رنج رادار

فعال یا غیرفعال کردن خطوط سمت‌نگار EBL و حلقه‌های مسافت VRM

نمایش اطلاعات موقعیت هدف خارجی

کاهش یا حذف کلاتر دریا به‌صورت اتوماتیک

تنظیم نور صفحه نمایش در ۱۵ مرحله

کلید انتخاب حالت فرستندگی یا حالت ST_BY

کلید روشن خاموش اصلی

در زمان فعال‌بودن آرپا فشار کم نمایش اطلاعات ناوبری هدف انتخاب شده توسط کرسور و فشار ممتد پایان یا حذف هدف انتخاب شده توسط کرسور

باز و بسته کردن لیست یا منو

انتخاب خطوط سمت نگار EBL و حلقه‌های مسافت VRM

به‌صورت ولوم کنترل و تنظیم حساسیت گیرندگی و به‌صورت کلید فشاری خط هدینگ را به صورت لحظه‌ای پاک می‌کند.

به‌صورت ولوم کاهش یا حذف کلاتر دریا و به‌صورت کلید فشاری عملیاتی یا میانبر F1 می‌باشد.

به‌صورت ولوم کاهش یا حذف کلاتر باران و به‌صورت کلید فشاری کلید عملیاتی یا میانبر F2 می‌باشد.

دیود نشان‌دهنده روشن بودن را در حالت فرستندگی یا در حالت اکونومی

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.

پاسخ:

۱	نشان‌دهنده مقدار زمان لازم جهت گرم شدن رادار (۱/۳۰) دقیقه.	۸	فاصله نقطه راه
۲	دمای هوا برحسب درجه سانتی‌گراد	۹	سمت نقطه راه
۳	راه شناور	۱۰	اطلاعات نقطه راه
۴	اطلاعات شناور خودی	۱۱	مقدار عددی خط هدینگ (مقدار زاویه‌ای که سینه شناور نسبت به شمال دارد).
۵	علامت XTE و مقدار عددی انحراف آن از مسیر	۱۲	سمت نقطه راه
۶	عرض جغرافیایی شناور خود	۱۳	عمق آب
۷	طول جغرافیایی شناور خود	۱۴	سرعت شناور

دانش‌افزایی

چه عواملی در میزان انعکاس امواج از سطح دریا مؤثرند.
عوامل متعددی در میزان انعکاس امواج از سطح دریا مؤثرند مانند:
سرعت باد، طول مدت زمانی و جهت وزش باد، جهت امواج نسبت به پرتو اصلی رادار، طغیان آب، وجود آلودگی در سطح آب، فرکانس کار رادار، نوع پلاریزاسیون موج ارسالی، زاویه تابیدن امواج رادار به سطح دریا نسبت به افق و اندازه سطح قابل رؤیت رادار.

دلیل به وجود آمدن اکوی تداخل راداری چیست؟
رادار دو شناور در یک محل که از یک فرکانس مشابه استفاده می‌کنند در هنگام برگشت پرتو راداری؛ تداخل در گیرنده رادار ایجاد می‌کند و اکوهای ناخواسته‌ای مشابه شکل زیر در رادار ایجاد می‌گردد که به آن interference گویند و برای خروج از این حالت با استفاده از سوئیچ IR یا تغییر Tune رادار آن را حذف نمود.

تداخل راداری

جای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.
الف) اکوی ..... روشنایی مستمری بر روی صفحهٔ رادار ندارند و به‌صورت نقاط یا لکّه‌های کوچکی در تمام سطح صفحهٔ رادار به‌طور موقّتی نمودار می‌شوند.
ب) تأثیر شرایط جوی بر عملکرد رادار سبب تضعیف رادار و ..... می‌شود.

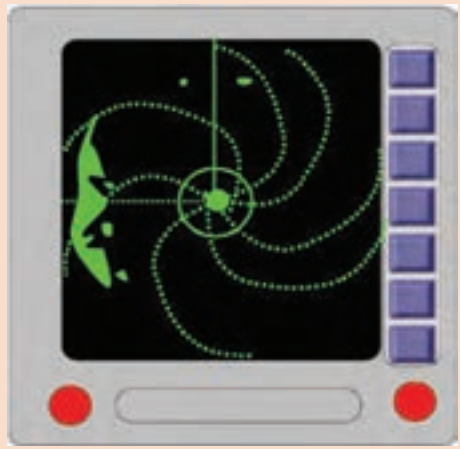
فعالیت کارگاهی

در بازدید از پل فرماندهی شناورها با کاربرد کلیدهای تنظیم رادار آشنا شده و موارد زیر را مشخص کنید.

پاسخ:

الف) چگونگی حذف تداخل امواج:

برای حذف تداخل امواج راداری ناشی از امواج رادار دیگر که در یک محل قرار دارند و در یک فرکانس مشابه با رادار موجود کار می‌کنند و اغتشاشاتی را بر روی صفحه‌نمایش راداری ایجاد می‌کنند می‌توان با کلید **IR** که برای رادار تعریف شده است این اغتشاش ناخواسته را حذف نمود و یا با تنظیم **TUNE** و تغییر فرکانس مقدار این تداخل را کاهش داد. هیچ نمادی را **IMO** برای این ابزار تعریف ننموده است.



حذف تداخل راداری

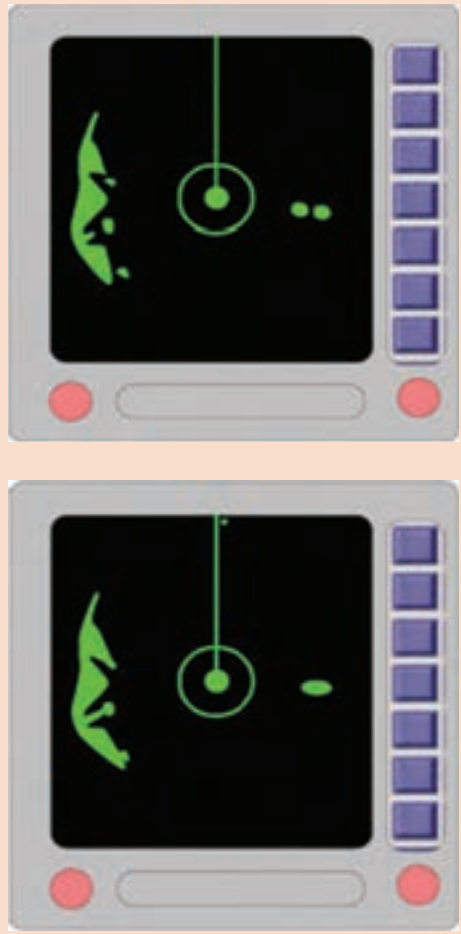
ب) چگونگی نمایش بزرگ‌تر اهداف:

در رادارهای مدرن برای بزرگ نمودن اکوی اهداف از کلید بزرگ‌نمایی استفاده می‌شود و بایستی دقت شود این ابزار فقط برای نمایش بزرگ‌تر اهداف استفاده می‌شود و در شرایط عادی این ابزار بایستی غیرفعال باشد.

پ) چگونگی کنترل طول پالس:

زمانی که شما مقیاس برد رادار را انتخاب کنید طول پالس به‌طور معمول به‌صورت خودکار انتخاب می‌شود. با این‌حال در بعضی از رنج‌های راداری امکان انتخاب طول پالس برای کاربر امکان‌پذیر است و از کلید کنترل طول پالس

استفاده می‌شود که اثر قابل توجهی بر عملکرد رادار دارد. طول پالس کوتاه‌تر سبب تفکیک اهدافی می‌شود که در نزدیکی همدیگر قرار دارند.



تفکیک اهداف راداری در پالس بلند و پالس کوتاه

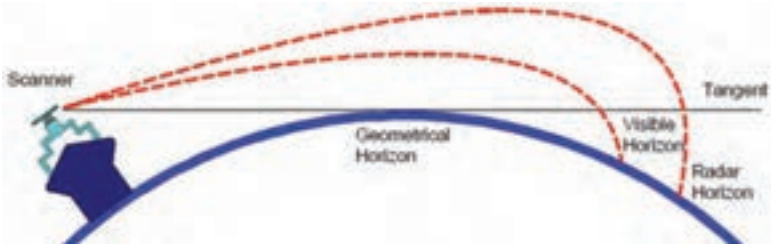
ت) چگونگی تنظیم حلقه‌های فاصله:

حلقه‌های فاصله بر روی نمایشگر رادار به‌منظور اندازه‌گیری فواصل اهداف بر روی رادار تعریف شده است و برای بهبود مشاهده رادار می‌توان این حلقه‌ها را حذف نمود و در زمان موردنیاز از آن استفاده نمود.

پیشنهاد می‌گردد قبل از تدریس این قسمت، و به عنوان مقدمه‌ای برای ورود به‌این مبحث، توضیحات تکمیلی زیر توسط هنرآموز بیان شود.

تأثیر شرایط جوی بر رادار

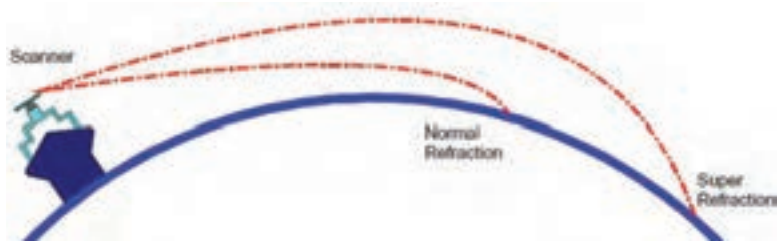
تأثیر شرایط جوی بر عملکرد رادار سبب تضعیف رادار و اکوهای ناخواسته می‌شود، شرایط اتمسفری استاندارد برای برد رادار با شرایط زیر در نظر گرفته می‌شود.
فشار= ۱۰۱۳ بار، با افزایش ارتفاع هر ۱۰۰۰ پا؛ ۳۶ بار فشار کاهش می‌یابد.
دما= ۱۵ درجه سانتی‌گراد، با افزایش ارتفاع هر ۱۰۰۰ پا؛ ۲ درجه سانتی‌گراد دما کاهش می‌یابد.
رطوبت نسبی=۶۰٪ و مقدار ثابت با ارتفاع
در اتمسفر استاندارد دما و مقدار رطوبت به نسبت ارتفاع کاهش می‌یابد و برد رادار نرمال است ولی در اتمسفر غیراستاندارد برد رادار تغییر می‌کند. در اتمسفر استاندارد امواج الکترومغناطیسی به‌طور مستقیم حرکت می‌کنند و برد رادار فقط به توان خروجی رادار و ارتفاع آنتن وابسته است در نتیجه برد افقی رادار شبیه انحنای زمین برای ارتفاع آنتن رادار است. هر چند نور و امواج الکترومغناطیسی رادار به سمت زمین شکسته می‌شوند و از اتمسفر عبور می‌کنند اما مقدار شکست امواج الکترومغناطیسی در فاصله طولانی‌تر است. این انکسار (شکست) امواج را refraction گویند. این پدیده در شرایط جوی اتمسفر استاندارد سبب ۶٪ تا ۱۰٪ افزایش برد امواج الکترومغناطیسی به نسبت دید بصری شده است.



افزایش برد امواج رادار به دلیل انکسار (refraction)

شکست بالا Super_Refraction

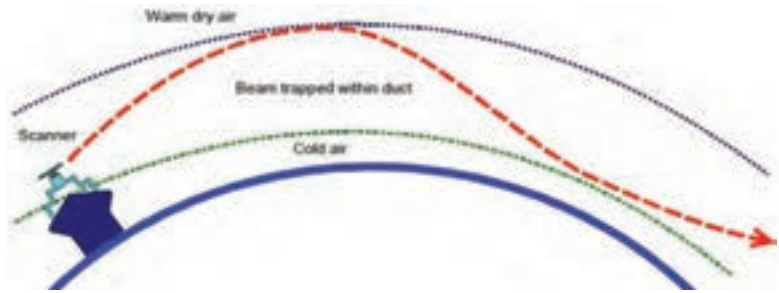
پدیده شکست بالا زمانی رخ می‌دهد یک لایه هوای گرم بالای سطح سرد دریا قرار گیرد (به‌طور مثال وارونگی دما). پرتو رادار در فاصله دورتری نسبت به شرایط جوی استاندارد شکسته می‌شود و سبب افزایش برد ۲۵٪ برد رادار شده و احتمال آشکارسازی اهداف در فاصله دورتر را فراهم می‌سازد.



پدیده Super_refraction

کانالیزه شدن Ducting

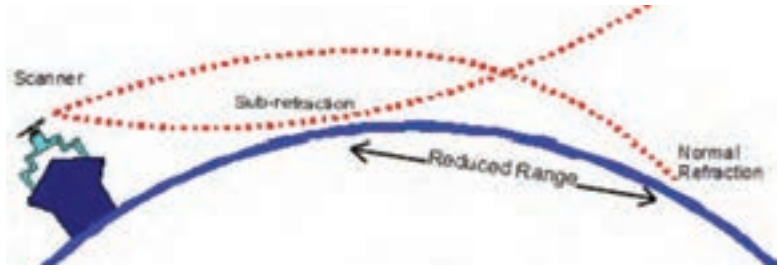
زمانی که پرتو رادار برای مدت‌زمان طولانی توسط لایه‌های هوا هدایت می‌شود درواقع حد نهایی شکست بالا انجام می‌گیرد؛ که به آن کانالیزه شدن گویند که معمولاً سبب افزایش برد آشکارسازی اهداف راداری می‌شود. در مدت زمان کانالیزه شدن دومین اثر اکو ممکن است ظاهر شود.



پدیده Ducting

شکست یا انکسار پایین Sub_refraction

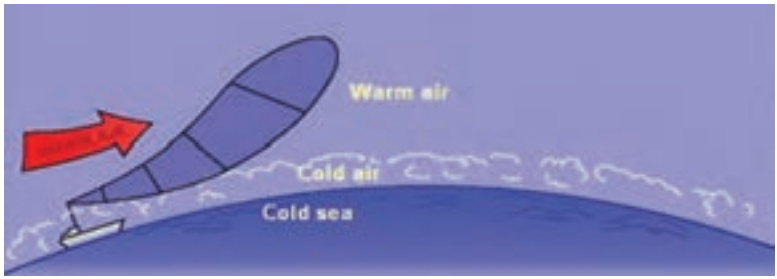
زمانی که لایه هوای سرد بالای سطح دریای گرم قرار گیرد پرتو رادار به سمت هوای گرم شکست پیدا می‌کنند و سبب کاهش برد راداری و سطح آشکارسازی اهداف نسبت به اتمسفر استاندارد می‌شود. این پدیده را refraction_Sub گویند.



پدیده Sub_refraction

کوری رادار

زمانی که سطح دریا را مه فرا گیرد و یک لایه هوای سرد بر روی سطح سرد دریا قرار گیرد و لایه هوای گرم بالای هوای سرد قرار گیرد، پرتوهای راداری به سمت هوای گرم خمیده می‌شوند و سبب کاهش برد راداری می‌شود این پدیده را Blackout گویند.



پدیده Blackout

اکوهای ناخواسته راداری

در رادارها فرض بر این است که امواج راداری در فضای آزاد به سمت هدف حرکت می‌کنند و بعد از برخورد به هدف بدون تداخل به گیرنده باز می‌گردند. ولی در محل انعکاس‌های ناخواسته یا کلاتر (radar clutter) باعث محدود شدن کارایی و بازده رادار می‌شود. کلاتر در رادار، برگشت ناخواسته امواج از کلیه اجسام غیر از هدف را شامل می‌شود. این انعکاس‌ها باعث کاهش کارایی رادار و از بین رفتن سیگنال هدف و ایجاد اهداف دروغین در رادار می‌شود.

به‌طور کلی اجسامی که سطوح بزرگی دارند (مانند کوه و صخره) دارای برگشت‌های خیلی قوی هستند. این امر باعث می‌شود که توانایی رادار برای آشکارسازی اهداف کوچک که انعکاس‌های ضعیفی دارند در حضور اجسام بزرگ کم شود. در یک تقسیم‌بندی کلی کلاتر را می‌توان به سه نوع متفاوت تقسیم کرد:

۱ کلاتر دریا

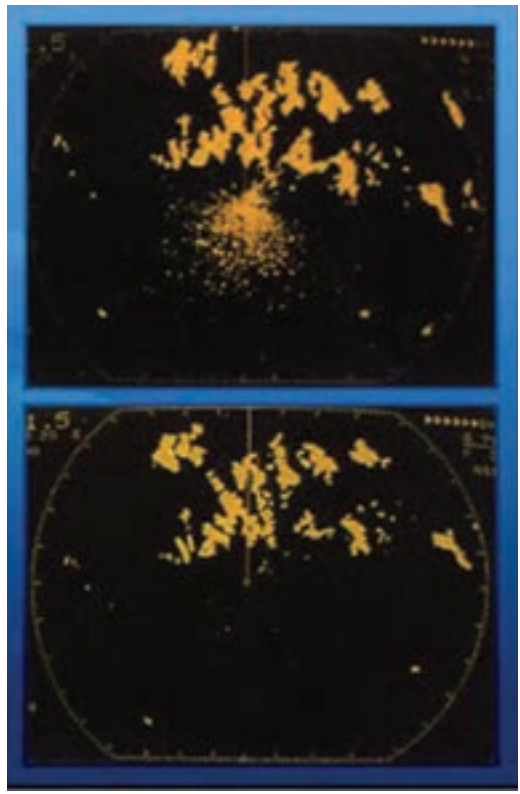
۲ کلاتر زمین

۳ کلاتر اتمسفر

البته انعکاس امواج از اجسام نیز مانند برج‌ها و دکل‌ها و یا پرندگان در حال حرکت نیز در قالب نوعی کلاتر نقطه‌ای شناسایی می‌شود. اکنون به‌طور اجمالی به هر یک از کلاترها می‌پردازیم.

کلاتر دریا

انعکاس امواج رادار از سطوح صاف و گسترده دریاها و اقیانوس‌ها خود منبع نویزی است که بر روی نسبت سیگنال به نویز رادارهایی که بر روی سطح دریا عمل می‌کنند اثر نامطلوب می‌گذارد چنانچه میزان انعکاس امواج از سطوح دریا نسبت به برگشت‌های امواج از هدف بیشتر باشد آشکارسازی هدف بسیار مشکل خواهد بود. عوامل متعددی در میزان انعکاس امواج از سطح دریا مؤثرند مانند:
سرعت باد، طول مدت زمان و جهت وزش باد، جهت امواج نسبت به پرتو اصلی رادار، طغیان آب، وجود آلودگی در سطح آب، فرکانس کار رادار، نوع پلاریزاسیون موج ارسالی، زاویه تابیدن امواج رادار به سطح دریا نسبت به افق و اندازه سطح قابل رؤیت رادار.



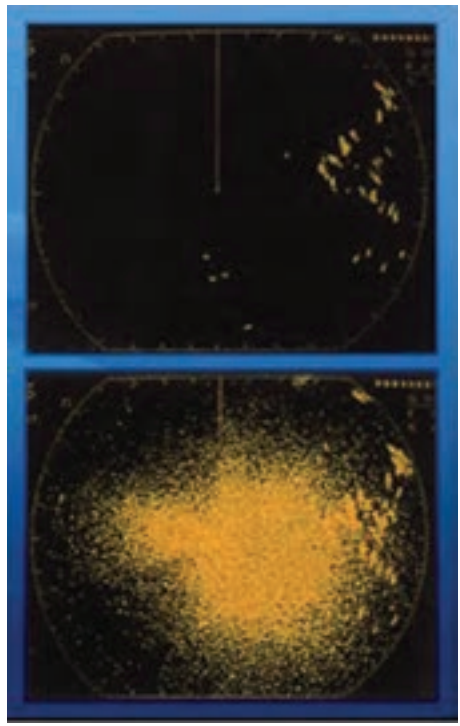
کلاترهای امواج دریا

کلاتر زمین

کلاتر زمین هم در تئوری و هم در عمل معمولاً مهم‌تر و مشکل‌تر از کلاتر دریاست. حتی در مورد رادارهایی که در دریا مصرف می‌شود جز در نواحی تابش عمودی در سایر نقاط میزان کلاتر زمین به مراتب از کلاتر دریا بیشتر است.
انعکاس رادار از سطح زمین بستگی به نوع زمین و خواص دی‌الکتریک آن و میزان رطوبت سطح زمین و پوشش برفی و گیاهی منطقه و عوامل جزئی دیگر دارد.

کلاتر اتمسفر

این نوع کلاتر ناشی از ذرات موجود در هوا نظیر گردوخاک و برف و مه و باران و تگرگ است. رادارهای OHT که در فرکانس‌های پایین کار می‌کنند هیچ‌گونه تأثیری از ذرات جوی نمی‌پذیرند؛ اما در رادارهای فرکانس بالا (رادارهای میلی‌متری) انعکاس‌های جوی مشکل بسیار بزرگی برای کارایی رادار است. تأثیر برف و یخ بر رادار معمولاً کمتر از باران است. یکی از دلایل این امر میزان ریزش کم برف نسبت به باران است.

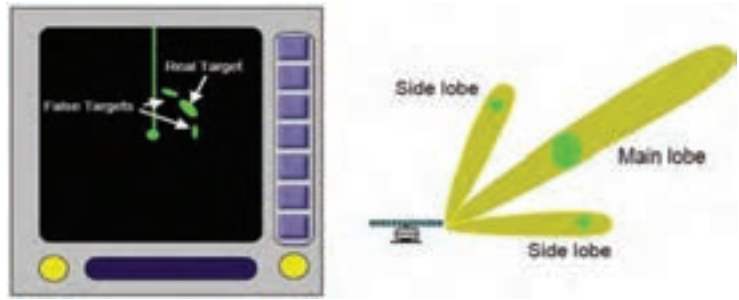


کلاترهای باران

اطلاعات کاذب راداری False Radar Information

در این قسمت به دلایل ایجاد اطلاعات کاذب راداری پرداخته می‌شود و چگونگی نمایش اهداف کاذب راداری بیان می‌شود.

پژواک‌های جانبی Side Echoes: پژواک‌های جانبی ناشی از گلبرگ‌های جانبی پرتو راداری است و شبیه اکوهای اصلی ظاهر می‌شود زمانی که بازتاباننده هدف مناسب بوده و در دامنه دید گلبرگ‌های جانبی رادار قرار گیرد. هدف حقیقی معمولاً اکوی بزرگ‌تر در مرکز اکو است. پژواک‌های جانبی با کاهش gain یا استفاده از sea clutter control حذف می‌شود.



اکوی گلبرگ‌های جانبی رادار

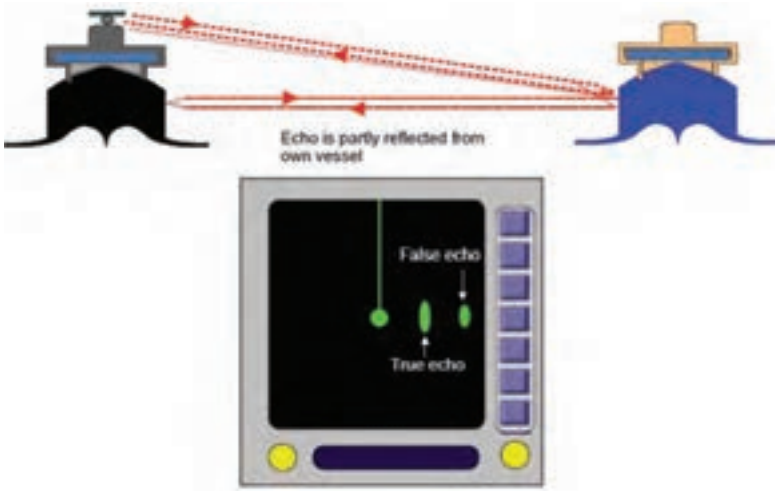
پژواک‌های باواسطه Indirect Echoes: پژواک‌های باواسطه زمانی ایجاد می‌شود که بعضی از پرتوهای راداری در هنگام انتشار به شیء نزدیک آنتن رادار مانند دودکش یا دکل شناور برخورد کند در این‌صورت ممکن است اکو به‌وسیله مسیر مشابه یا مستقیم به آنتن برگردد. رادار برخورد کرده و اکوی انعکاسی به آنتن رادار برسد. اکوهای کاذب معمولاً به‌نوبت بر روی نمایشگر در فاصله صحیح ظاهر می‌شوند زیرا فاصله اضافی بین آنتن و شیء قابل‌اغماض است، اما در سمت خطا ایجاد می‌شود.

پژواک‌های باواسطه راداری

پژواک‌های با واسطه معمولاً در قطاع سایه ظاهر می‌شود و با دودکش شناور و دیگر اشیاء بزرگ نزدیک آنتن رادار شناور یکی می‌شوند. هرچند سمت حقیقی هدف ممکن است تغییر کند، سمت انحراف هدف ثابت باقی می‌ماند و ممکن است فاصله کاهش یابد و در راه تصادم ظاهر شود.

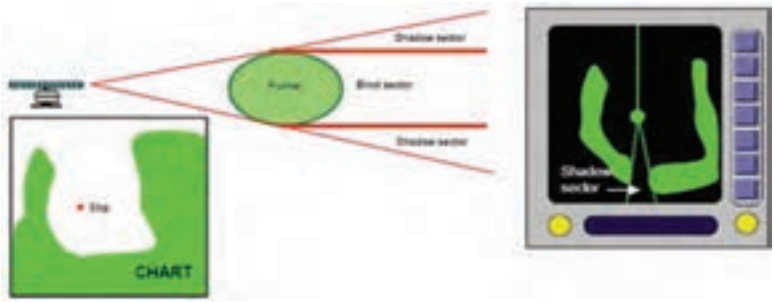
برای تعیین پژواک‌های باواسطه؛ با تغییر راه حدود ۱۰درجه، اگر سمت نسبی اکو ثابت باقی ماند پس اکوی کاذب است. راه دیگر؛ با تغییر gain می‌توان آن را کاهش داد یا اگر اکو در قطاع کور ظاهر شد می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد.

پژواک‌های چندگانه Multiple Echoes: پژواک‌های چندگانه زمانی ایجاد می‌گردد که یک اکوی قوی به شناور خودی برگردد و جهش نماید و به‌طور مؤثری سیگنال دوباره دریافت شود. برای این رخداد اهداف بایستی بزرگ و نزدیک باشند و هر دو هدف که ممکن است یک پل فرماندهی یا دماغه خشکی یا دیگر شناور باشد و شناور خودی بایستی بازتابنده خوبی باشد. اکوی کاذب که می‌تواند هر تعداد باشد به‌صورت پژواک‌های چندگانه در سمت و فاصله حقیقی ظاهر شوند. پژواک‌های چندگانه می‌تواند به‌وسیله gain حذف شوند.



پژواک‌های چندگانه راداری

سایه و قطاع‌های کور Shadow And Blind Sectors: موانعی مانند؛ دودکش، دکل، جرثقیل و بار در مسیر آنتن رادار می‌توانند سبب سایه یا قطاع کور راداری روی نمایشگر رادار شوند. آنتن رادار بایستی در مکانی نصب گردد که کمترین سایه و نقطه کور داشته باشد. برای مشاهده اهداف در نقطه کور راداری با تغییر راه می‌توان اهداف در قطاع کور را مشاهده نمود.



سایه و نقاط کور راداری

دریافت اکوهای مجدد Second Trace Echoes: دریافت اکوهای مجدد هدف در پدیده‌های super_refraction و ducting اتفاق می‌افتد. اهداف خیلی دور در فاصله غیرواقعی و سمت درست ظاهر می‌شوند. نوع دیگر آن؛ یک اکو ممکن است از یک فاصله دوباره برگردد.

دیگر اکوهای غیرواقعی: در فواصل نزدیک مانند؛ در رودخانه و کانل و لنگرگاه اگر پرتو راداری با توان بالا از زوایایی عمودی به سمت آنتن رادار برگردد؛ اکوهای کوچک روی نمایشگر آنتن رادار مشاهده می‌شود که سبب عدم دقت رادار می‌شود.

تفکیک اهداف

یک از ویژگی‌های رادارها؛ تفکیک اهداف نزدیک همدیگر است. اهداف به‌صورت عمودی یا افقی نسبت به رادار قرار می‌گیرند بنابراین در صورت قرارگیری اهداف در یک سمت و فاصله نزدیک به هم تفکیک فاصله‌ای رادار می‌تواند این اهداف را از هم تفکیک کند و در صورت قرارگیری اهداف در یک فاصله و سمت نزدیک هم با روش‌های تفکیک در سمت می‌توان اهداف را از هم تفکیک نمود.

تفکیک در فاصله: تفکیک در برد رادار نکتهٔ مهمی است و می‌تواند در برد مفید عملیاتی رادار تأثیر داشته باشد. یک پالس بلند با توان بالا ارسال می‌شود و یک هدف را در برد بلند آشکارسازی می‌کند. در شکل زیر یک پالس بلند به طول ۳۰۰ متر ارسال‌شده و دو شناور نزدیک هم به فاصله ۱۵۰ متر به شکل یک اکوی پیوسته دریافت می‌شود.

عدم تفکیک دو هدف در فاصله

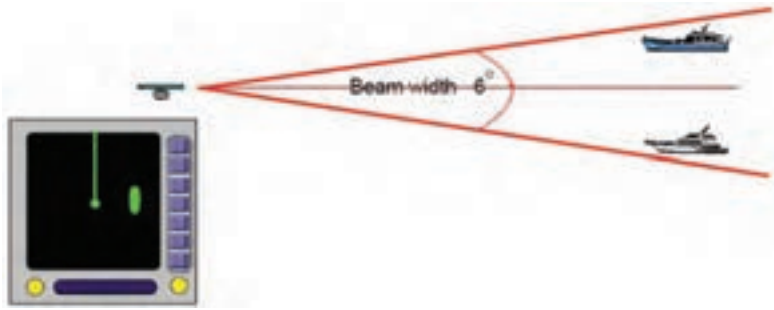
درصورتی‌که طول پالس از فاصله بین اهداف بیشتر باشد دو هدف، به شکل یک اکو مشاهده می‌شود؛ و یک پالس ۱۰۰ متری می‌تواند دو هدف را از هم تفکیک کند.

تفکیک دو هدف در فاصله

پالس کوتاه در فواصل نزدیک؛ توان تفکیک مناسب را برای اهداف فراهم می‌کند و پالس بلند برای فواصل دور استفاده می‌شود و امکان آشکارسازی اهداف در فاصله نزدیک به هم ضعیف می‌شود. بیشتر رادارها قابلیت تغییر پالس در بردهای میانی را دارند.

تفکیک در سمت: تفکیک در سمت مشابه، تفکیک در فاصله است و آن نزدیک بودن دو هدف در یک سمت و تفکیک دو هدف توسط رادار است. زمانی که دو هدف در یک سمت قرار گرفته باشند هر دوی آنها می‌توانند توسط یک پرتو راداری پوشش داده شوند بنابراین دو هدف به شکل یک اکو نمایش داده می‌شوند.

تفکیک در سمت به عرض افقی پرتو راداری وابسته است و پرتو باریک‌تر؛ تفکیک در سمت بهتر نسبت به پرتو پهن‌تر دارد.



عدم تفکیک اهداف در سمت راداری

عرض پرتو راداری پهن از هر دو هدف در یک سمت یک پرتو منعکس می‌کند بنابراین هر دو هدف به شکل یک هدف در نمایشگر راداری نمایش داده می‌شود

تفکیک اهداف در سمت راداری

عرض پرتو راداری باریک از میان اهداف عبور می‌کند بنابراین اکوهای تفکیک‌شده را نمایش می‌دهد. عرض پرتو راداری به اندازه آنتن رادار وابسته است، یک آنتن ۲فوتی عرض پرتو حدود ۷درجه تولید می‌کند و آنتن ۶ فوتی آرایه‌ای عرض پرتو راداری ۲درجه تولید می‌کند. همچنین تغییرات در تفکیک در سمت با کاهش گین رادار نیز امکان‌پذیر است.

فکر کنید

علائم زیر در صفحه نمایشگر رادار نشان‌دهنده چیست؟

پاسخ:
دستگاه پاسخ‌گر راداری Search and Rescue Transponer (SART)

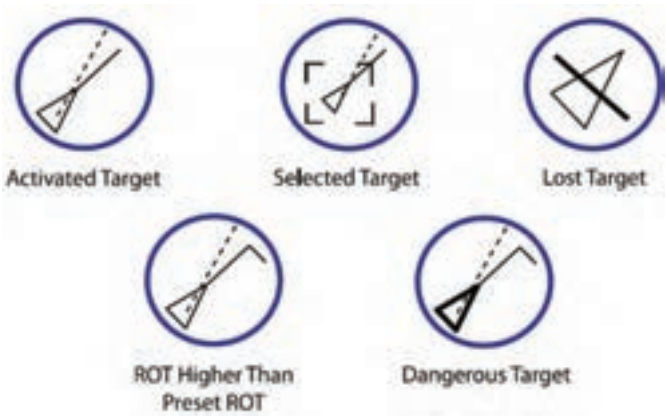
دانش‌افزایی

در بازدید از شناورها با نحوه کارکرد سامانه ARPA آشنا شوید و موارد زیر را مشخص کنید:

پاسخ:

الف) در این سامانه اطلاعات حرکتی اهداف را چگونه می‌توان استخراج نمود؟

با استفاده از برد الکترونیکی متصل به رادار و سیستم‌های موردنیاز آن



علائم مورد استفاده سیستم اطلاعات حرکتی شناور

ب) برای اندازه‌گیری فاصله اهداف تا شناور (محل آنتن رادار) از کدام کلید استفاده می‌شود؟

با استفاده از کنترل Variable Range Marker (VRM)

پ) کدام کلید کنترلی برای تعیین سمت اهداف مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

کنترل EBL (Electronic Bearing Line)

ت) با استفاده از کدام کلید می‌توان حلقه‌های متحدالمرکزی را در نمایشگر رادار ایجاد نمود و فاصله اهداف را تعیین نمود؟

با استفاده از کنترل **Range Ring:** می‌توان حلقه‌های متحدالمرکزی را در نمایشگر رادار ایجاد نمود و با استفاده از فاصله اهداف را تعیین نمود. در رادارهای نوین با استفاده از کرسر نیز می‌توان فاصله اهداف راداری را تعیین نمود.

ث) برای نمایش دنباله اهداف در صفحه رادار از چه کلیدی استفاده می‌شود؟

از کلید Trail استفاده می‌شود که براساس زمان تنظیم می‌گردد گاهاً برای پاک کردن و نمایش بهتر صفحه رادار از ابزارReset استفاده می‌شود.

ح) برای شبیه‌سازی حرکت شناور خودی با سرعت و راه مورد نظر از چه کلیدی استفاده می‌شود؟

کلید شبیه‌ساز برای شبیه‌سازی حرکت شناور خودی با سرعت و راه مورد نظر است که براساس زمان تاخیری 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.

ارزشیابی

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری رادارهای دریایی	بررسی اجزای یک سیستم راداری	چگونگی 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 نام برده، 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.	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 نام برده، 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.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	۱ بلوک دیاگرام یک سیستم رادار را کشیده، قسمت‌های مختلف آن را بررسی نماید. ۲ قسمت‌های مختلف یک فرستندهٔ رادار را نام برده، 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
	نمرهٔ مستمر از ۵				
	نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳				
	نمرهٔ پودمان از ۲۰				

ارزشیابی شایستگی کاربری رادارهای دریایی

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

۲ استاندارد عملکرد:
شناخت انواع رادارهای موجود در روی کشتی

۳ شاخص‌ها:
توانایی کار با انواع رادارهای موجود در روی کشتی

۴ 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

۵ 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، بهداشتی، 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.

فصل ۴

کاربری تکنیک‌های مخابراتی

مشخصات کلی کار

نوع درس: نظری ـ عملی
کل ساعت: ۶۰ ساعت
ساعت نظری: ۲۰ ساعت
ساعت عملی: ۴۰ ساعت

روش تدریس فصل

۱ در جلسه اول، به مقدماتی که در محتوای پودمان ارائه شده پرداخته می‌شود تا هنرآموز با موضوعات درسی آشنا شود.
۲ نکات ایمنی و فنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت نمایند. این امر موجب می‌شود تا بتوانند نکات را به خوبی فرا گرفته و برای همیشه به خاطر بسپارند.
۳ برای تدریس بهتر این پودمان هنرآموز از روش تدریس کلاس معکوس استفاده کند. یعنی از هنرجویان بخواهید مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با مبانی مخابرات رادیو، مطالعه و یاد گرفته و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز به پرسش‌ها و تمرینات پاسخ دهد.
۴ پیشنهاد می‌گردد هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب پودمان، موارد ذکر شده در بخش‌های دانش افزایی را مورد توجه قرار داده و هنگام آموزش آنها را به‌کار گیرد.
۵ با هدف تقویت مهارت‌های پژوهشی هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به‌صورت دست‌نویس درروی کاغذ نوشته و ارائه دهند و تا جای ممکن از کپی کردن مطالب اینترنت به‌صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.
۶ فعالیت‌هایی از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید» و... به‌منظور ترغیب هنرجویان در به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.
۷ از هنرجویان خواسته شود تمامی فعالیت‌های کارگاهی را انجام دهد

سؤال‌های پیشنهادی

۱ سیگنال ژنراتور فرکانس رادیویی چه کاربردی در آزمایشگاه‌های الکترونیک دارند؟
۲ فیلترها از نظر پاسخ فرکانسی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
۳ فیلتر مکانیکی را با فیلتر الکترونیکی مقایسه کنید.
۴ فیلتر ایده‌آل و فیلتر واقعی را تعریف کنید و منحنی پاسخ فرکانسی آنها را با هم مقایسه کنید.
۵ فرکانس قطع فیلتر را تعریف کنید و نحوه محاسبه آن را بنویسید.
۶ فیلترهای پایین گذر و با لاگذر RC و RL را شرح دهید و نحوهٔ محاسبه فرکانس قطع آنها را بنویسید.

۷ دو نمونه فیلتر میان‌گذر سری رسم کنید و طرز کار آن را بنویسید.
۸ اسیلاتور چیست؟ شرح دهید.
۹ نیازهای اولیه برای نوسان‌سازی را نام ببرید. تشریح کنید.
۱۰ شرط تولید موج مربعی را در نوسان‌ساز شرح دهید.
۱۱ انواع نوسان‌سازها را از نظر شبکه تعیین‌کننده فرکانس نام ببرید.
۱۲ انواع نوسان‌سازهارا از نظر نوع فیدبک نام ببرید.
۱۳ کاربرد کریستال کوارتز را بنویسید.
۱۴ مزیّت استفاده از کریستال کوارتز را بنویسید.

دانش‌افزایی

در شکل‌های زیر شمای فنّی (علائم اختصاری) و شکل ظاهری تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی را، که در گیرنده رادیویی مورد استفاده قرار می‌گیرد، ملاحظه می‌کنید.

شمای فنی و شکل ظاهری تعداد دیگری از قطعات الکترونیکی

فعالیت کارگاهی

انواع فیلترها

محدودهٔ فرکانسی فیلتر

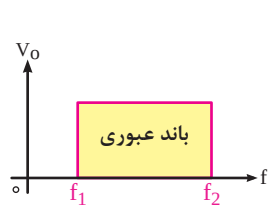
محدودهٔ فرکانسی فیلتر عبارت از مجموعه فرکانس‌هایی است که فیلتر می‌تواند از خود عبور دهد. این محدوده فرکانسی را پهنای باند یا پاسخ فرکانسی فیلتر می‌نامند.

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

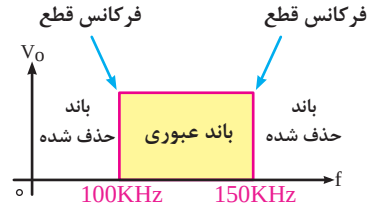
فیلتر واقعی (Real filter): به علت استفاده از مقاومت، سلف و خازن در فیلترها نمی‌توانیم پاسخ فرکانسی ایده‌آل داشته باشیم.چرا که این عناصر نمی‌توانند مانند یک کلید عمل کنند و از عبور فرکانس‌های ناخواسته جلوگیری به عمل آورند. در این حالت دامنه فرکانس‌های ناخواسته به‌تدریج کم می‌شود تا به صفر می‌رسد. در شکل ج منحنی پاسخ فرکانسی فیلتر واقعی، ترسیم شده است.

فرکانس قطع فیلتر: حد فرکانس قابل قبول در خروجی فیلتر را فرکانس قطع فیلتر می‌نامند. فیلترها با توجه به کاربرد و ساختمان می‌توانند دارای یک، دو یا چند فرکانس قطع باشند. در فیلترهای ایده‌آل فرکانس قطع دقیقاً روی فرکانس مورد نظر قرار می‌گیرد. در شکل الف فرکانس‌های قطع فیلتر ایده‌آل برابر با F_1 و F_2 است.

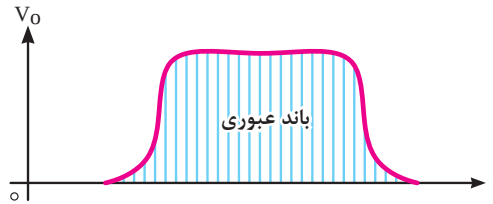
در فیلترهای واقعی ولتاژ خروجی به‌تدریج به حداکثر ولتاژ ورودی، یا صفر می‌رسد، از این رو نقاط متعددی وجود دارد که می‌تواند به‌عنوان فرکانس قطع فیلتر انتخاب شود. طبق تعریف در فیلترهای واقعی، فرکانس قطع فیلتر عبارت از فرکانسی است که در آن فرکانس، تطابق توان صورت می‌گیرد و نیمی از توان ورودی به خروجی منتقل 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 ۱/۲ توان ورودی می‌شود مقدار توان به اندازه ۳ دسی بل کاهش می‌یابد. در شکل صفحهٔ بعد محور عمودی سمت راست برحسب درصد و محور عمودی سمت چپ برحسب db است.



محدوده فرکانسی فیلتر



فیلتر ایده‌آل



باند عبوری

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

$$A_V(dB) = ۲۰\log\frac{V_\circ}{V_{in}} \ , \ A_P(dB) = ۲۰\log\frac{P_\circ}{P_{in}}$$

انواع فیلترها از نظر کاربرد

فیلترها از نظر کاربرد به چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

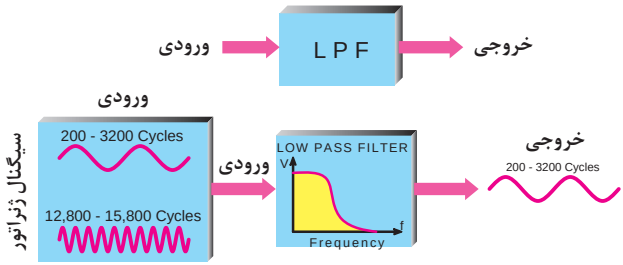
الف) فیلتر پایین‌گذر LPF (Low Pass Filter): فیلتر پایین‌گذر فیلتری است که اجازه می‌دهد فرکانس‌هایی را از حد صفر تا مقدار معینی، که به عنوان فرکانس قطع مطرح می‌شود، از خود عبور دهد. در شکل زیر الف پاسخ فرکانسی این فیلتر را مشاهده می‌کنید. در شکل زیر ب و ج دو نوع مدار فیلتر پایین‌گذر RC و RL ترسیم شده است. در مدار شکل زیر ب در حالتی که فرکانس ورودی صفر است، سیم پیچ اتصال کوتاه می‌باشد. با افزایش فرکانس، مقدار X_L نسبت به R افزایش می‌یابد. بدین ترتیب مقدار امپدانس کل مدار افزایش می‌یابد و جریان مدار کم می‌شود. با کم‌شدن جریان، ولتاژ دو سر مقاومت R که ولتاژ خروجی است کاهش می‌یابد. با افزایش تدریجی فرکانس، به نقطه‌ای می‌رسیم که مقدار X_L آن قدر زیاد می‌شود که تقریباً تمام ولتاژ ورودی در دو سر X_L افت می‌کند و ولتاژی به خروجی مدار نمی‌رسد. فرکانسی را که در آن فرکانس مقدار X_L=R می‌شود فرکانس قطع فیلتر پایین‌گذر می‌نامند و آن را با Fc نشان می‌دهند. فرکانس قطع از رابطه زیر قابل محاسبه است:

فرمول محاسبه فرکانس قطع فیلتر $\quad X_L = R \Rightarrow L\omega = R \Rightarrow \omega = \frac{R}{L}$

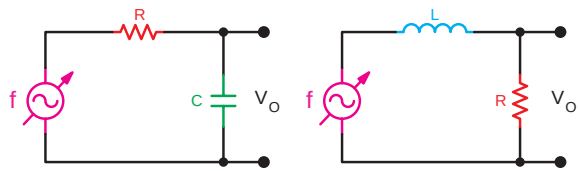
$$F_C = \frac{R}{2\pi L} \quad (L .P .F)$$ پایین‌گذر

مقدار فرکانس قطع فیلتر پایین‌گذر RC از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$F_C = \frac{R}{2\pi RC} \quad (L .P .F)RC$$ فرمول محاسبه فرکانس قطع فیلتر

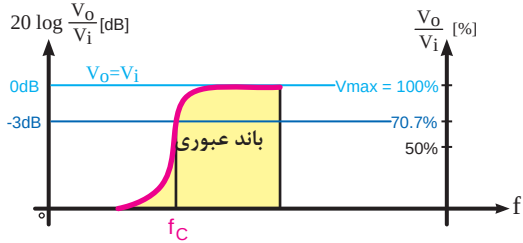


پاسخ فرکانسی فیلتر پایین‌گذر

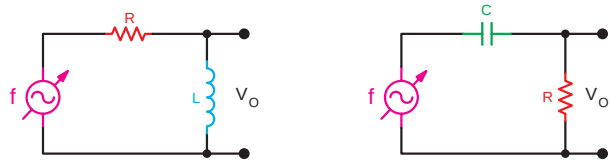


فیلتر پایین‌گذر RC فیلتر پایین‌گذر RL

ب) فیلتر بالاگذر HPF(High Pass Filter): این فیلترها از فرکانس معینی به بالا را از خود عبور می‌دهند. اصول کار و ساختمان فیلترهای بالاگذر مشابه فیلترهای پایین‌گذر است. با این تفاوت که خروجی‌های مدار جابه‌جا شده است. در شکل ب فیلتر R_L بالا گذر را ملاحظه می‌کنید. خروجی این مدار دو سر X_L (دو سر سلف) دریافت شده است. مدار از دو سر R_C ترسیم شده است. در شکل ج فیلتر بالاگذر خروجی این مدار برخلاف فیلتر پایین گذر از دو سر مقاومت R دریافت شده است. برای درک بهتر مطلب، مدارهای شکل زیر را با مدارهای شکل بعد مقایسه کنید. فرکانس قطع فیلتر بالاگذر مشابه فیلترهای پایین‌گذر است.



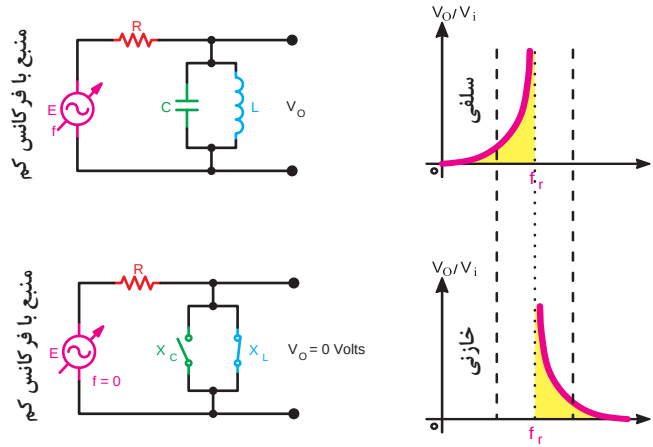
پاسخ فرکانسی فیلتر بالاگذر



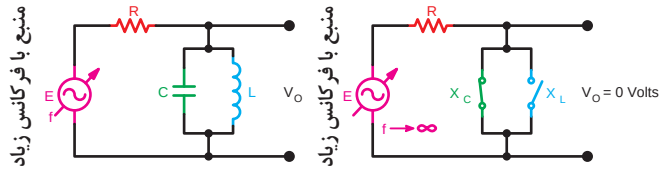
فیلتر بالاگذر RL　　فیلتر بالاگذر RC

ج) فیلترهای میان‌گذر BPF (Band Pass Filters): فیلترهای میان‌گذر، فیلترهایی هستند که اجازه عبور باند فرکانسی معینی را می‌دهند. این فیلترها را فیلترهای عبور باند نیز می‌نامند. در فیلترهای میان‌گذر از مدارهای رزونانس سری و موازی استفاده می‌شود.

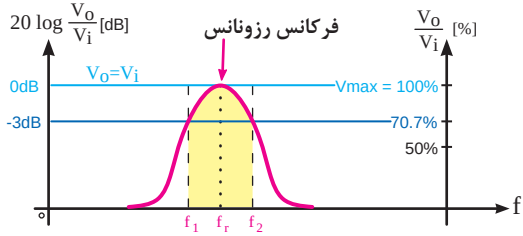
همان‌طور که در شکل زیر ملاحظه می‌شود ولتاژ خروجی از دو سر مدار رزونانس موازی دریافت می‌شود. در فرکانس‌های پایین سیم پیچ به‌صورت اتصال کوتاه و خازن به‌صورت اتصال باز عمل می‌کند و ولتاژ خروجی صفر می‌شود. در فرکانس‌های بالا، خازن به صورت اتصال کوتاه و سیم پیچ به صورت اتصال باز عمل می‌کند و ولتاژ خروجی صفر می‌شود. با توجه به اینکه امپدانس مدار رزونانس موازی در حالت رزونانس (تشدید) ماکزیمم است بیشترین ولتاژ را در خروجی خواهیم داشت. به عبارت دیگر در حالت رزونانس، ولتاژ خروجی تقریباً برابر با ولتاژ ورودی خواهد بود. زیرا سلف و خازن از مدار قطع شده اند و مانند مدار باز عمل می‌کنند و ولتاژ دو سر آنها با ولتاژ منبع ورودی برابر می‌شود.



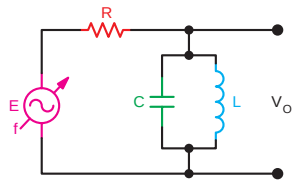
رفتار مدار در فرکانس‌های کم‌سلف مانند کلید بسته عمل می‌کند و باعث کاهش ولتاژ خروجی می‌شود.



رفتار مدار در فرکانس‌های زیاد خازن مانند کلید بسته عمل می‌کند و باعث کاهش ولتاژ خروجی می‌شود.



پاسخ فرکانسی



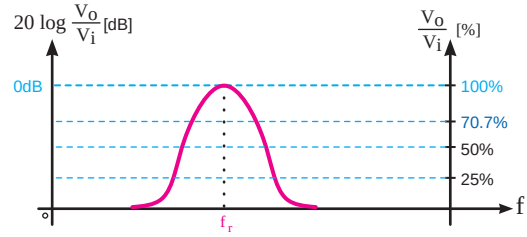
فیلتر میان‌گذر

در فرکانس تشدید(رزونانس) مدار دارای خاصیت اهمی است و ولتاژ خروجی ماکزیمم است.

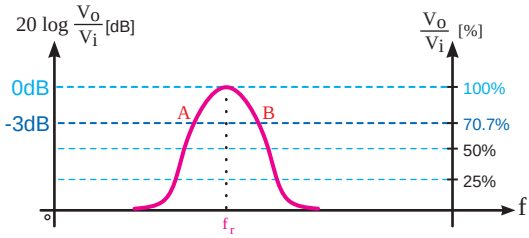
در مدار رزونانس موازی(فیلتر میان‌گذر) درفرکانس رزونانس مقاومت خازنی (cX) و مقاومت سلفی(X_L) با هم برابر است (XL=XC) و مقاومت ظاهری معادل LC موازی خیلی بزرگ (کلید باز) است و به سمت بی‌نهایت میل می‌کند.

طرز تعیین فرکانس‌های قطع فیلتر میان‌گذر: برای به‌دست آوردن فرکانس قطع فیلتر میان‌گذر ابتدا با در دست داشتن منحنی پاسخ فرکانسی، فرکانس حداکثر خروجی را که در FR به‌دست می‌آید، مشخص می‌کنیم (شکل صفحهٔ بعد) الف سپس حد ۳dB ـ، که همان ۷۰/۷درصد ولتاژ ورودی یا ۵۰درصد حد توان ورودی است را تعیین می‌کنیم شکل صفحهٔ بعد ب و خطی موازی محور فرکانس‌ها می‌کشیم (شکل صفحهٔ بعد ج)، این خط در دو نقطه B و A منحنی پاسخ فرکانسی را قطع می‌کند. فرکانس $F_۱$ فرکانس قطع پایین و فرکانس $F_۲$ فرکانس

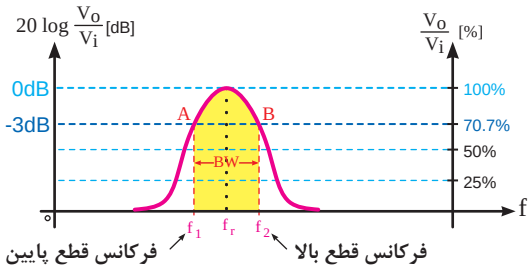
قطع بالای فیلتر میان‌گذر است. فاصله F_1 و F_2 پهنای باند فیلتر را تشکیل می‌دهد. فرکانس F_1 را با F_L (کم ـ LOW) و فرکانس F_2 را با F_H (زیاد ـ HIG) نیز نشان می‌دهند.



نقطه حداکثر را به‌دست می‌آوریم.



نقاط ۳db- را تعیین می‌کنیم.

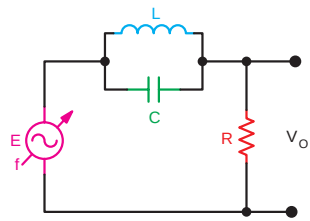


از نقاط A و B به محور افقی عمود می‌کنیم و پهنای باند را به‌دست می‌آوریم.

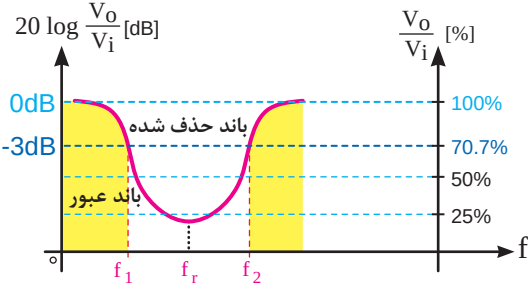
نحوهٔ به‌دست آوردن فرکانس قطع در فیلترهای میان‌گذر

فیلتر حذف باند

BRF (Band Reject Filter Notch filter): فیلترهای حذف باند فیلترهایی هستند که باند معینی از فرکانس را حذف می‌کنند. این فیلترها از نظر نحوه کار، مشابه فیلترهای میان گذرند. تنها تفاوت بین آنها نحوه دریافت خروجی است. در شکل زیر الف یک نمونه فیلتر حذف باند و در شکل زیر ب پاسخ فرکانسی آن ترسیم شده است.



فیلتر حذف باند



پاسخ فرکانسی

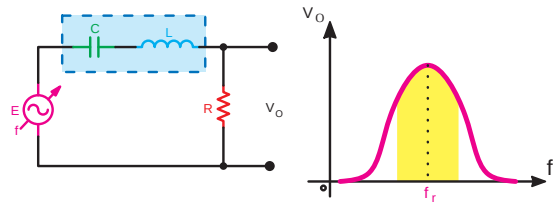
همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در فرکانس Fr مدار رزونانس Lc موازی به‌صورت یک امپدانس زیاد عمل می‌کند و جریان مدار را آن قدر محدود می‌کند که در خروجی ولتاژ بسیار کمی ظاهر می‌شود که می‌توانیم عملاً آن را صفر در نظر بگیریم. در فرکانس‌های خیلی پایین، سیم‌پیچ به‌صورت اتصال کوتاه و خازن به‌صورت اتصال باز عمل می‌کند، در این حالت تمام ولتاژ ورودی در خروجی ظاهر می‌شود. در فرکانس‌های بالا، خازن اتصال کوتاه می‌شود و سلف به‌صورت اتصال کوتاه عمل می‌کند، در این حالت تمام ولتاژ ورودی به خروجی می‌رسد.

انواع فیلترهای میان‌گذر و حذف باند:

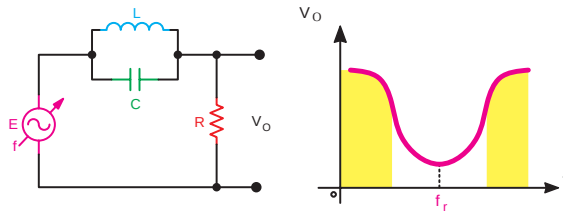
فیلترهای میان‌گذر و حذف باند را از نظر نحوه بستن مدار به دو دستهٔ سری و موازی تقسیم می‌کنند.

الف) فیلترهای سری: درصورتی‌که مدار هماهنگی به‌صورت سری با خروجی قرار

گیرد، نوع فیلتر را سری می‌گویند. فیلترهای سری، خود بر دو نوع فیلتر سری با مدار رزونانس سری (میان‌گذر) و فیلتر سری با مدار رزونانس موازی (حذف باند) تقسیم می‌شود. در شکل الف فیلتر میان‌گذر سری با مدار رزونانس سری و در شکل زیر ب فیلتر حذف باند سری با مدار رزونانس موازی ترسیم شده است.

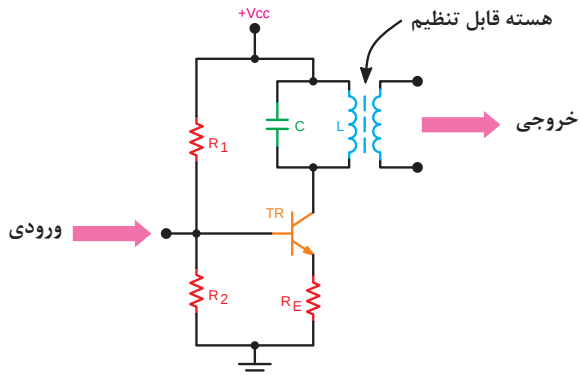


فیلتر میان‌گذرسری با مدار رزونانس سری



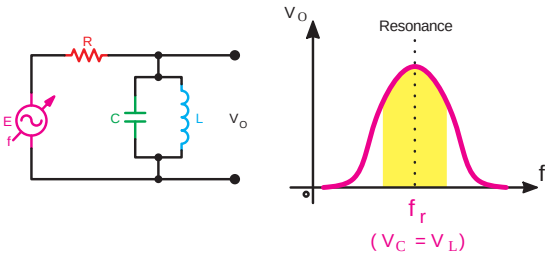
فیلتر حذف باند سری با مدار رزونانس موازی

در مدارهای گیرنده رادیو، اغلب از فیلترهای میان‌گذر با مدار رزونانس موازی استفاده می‌شود. این فیلترها به‌منظور انتخاب باند فرکانس معینی در طبقات مختلف گیرنده به‌کار می‌رود. در شکل زیر یک نمونه مدار عملی فیلتر میان‌گذر را که در گیرنده رادیو استفاده می‌شود ملاحظه می‌کنید. خازن و سیم پیچ در این فیلتر ثابت و هسته سیم‌پیچ قابل تغییر است. با تنظیم هسته سیم پیچ می‌توان فرکانس رزونانس فیلتر را روی مقدار معیّنی تنظیم کرد.

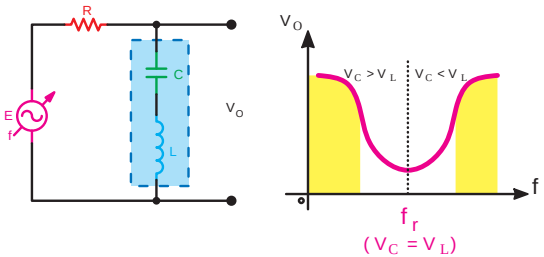


یک نمونه فیلتر عملی قابل استفاده در مدار رادیو

ب) فیلترهای موازی: اگر مدار رزونانس به‌صورت موازی با خروجی قرار گیرد فیلتر موازی شکل می‌گیرد. فیلترهای موازی در دو نوع فیلتر میان‌گذر با مدار رزونانس موازی شکل زیر الف و فیلتر حذف باند با مدار رزونانس سری شکل زیر ب تقسیم می‌شود. اساس کار فیلترهای موازی مشابه فیلترهای سری است.



فیلتر میان گذر موازی با رزونانس موازی



فیلتر حذف باند موازی با مدار رزونانس موازی

مشخصه‌های فیلتر میان‌گذر

به‌طور کلی برای فیلترهای میان گذر سه مشخصه به شرح زیر تعریف می‌شود:

الف) فرکانس رزونانس Fr

ب) پهنای باند Bw

ج) ضریب کیفیت Q

الف) فرکانس رزونانس (Resonance Frequency): فرکانس رزونانس فیلترهای میان‌گذر از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ب) پهنای باند فیلتر میان‌گذر (Band Width): پهنای باند فاصله بین فرکانس‌های قطع بالا و قطع پایین است.

$BW = F_2 - F_1$

BW = پهنای باند , $F_L = F_1$ = فرکانس قطع پایین

$F_H = F_2$ = فرکانس قطع بالا

مثال:

در یک فیلتر میان‌گذر درصورتی‌که فرکانس قطع بالا برابر با ۶۱۰کیلوهرتز و فرکانس قطع پایین برابر با ۵۸۰کیلوهرتز باشد، پهنای باند را به‌دست آورید.

$$BW = F_2 - F_1 \Rightarrow BW = ۶۱۰ - ۵۸۰ \Rightarrow BW = ۳۰KHZ$$

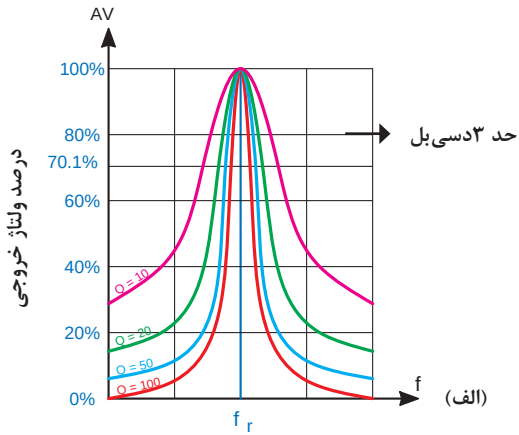
ج) ضریب کیفیت (Quality Factor): این ضریب میزان تیزی منحنی مشخصه و پهنای باند را تعیین می‌کند. بین مقدار پهنای باند Q و Fr رابطه زیر برقرار است:

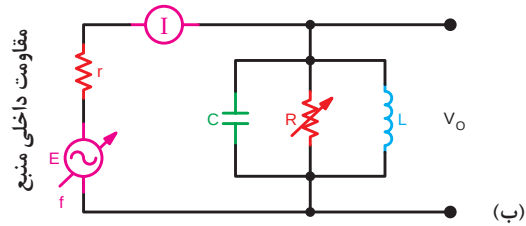
$$Q = \frac{F_r}{BW}$$

Q = ضریب کیفیت ، Fr = فرکانس رزونانس

BW = پهنای باند

هر قدر ضریب Q کمتر شود پهنای باند بیشتر می‌شود. در شکل زیر منحنی یک مدار رزونانس موازی با یک فرکانس رزونانس و مقادیر مدار متفاوت رسم شده است. مقدار Q مدار رزونانس بستگی به مقدار مقاومت اهمی مدار دارد. در این شکل محور افقی برحسب فرکانس و محور قائم بر حسب درصد بهره ولتاژ درجه‌بندی شده است.





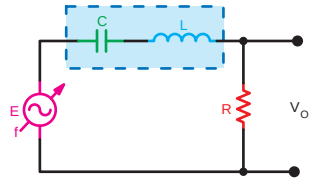
پاسخ فرکانس مدار رزونانس موازی با Qهای متفاوت

مقدار Q در مدار رزونانس سری: در مدار شکل زیر یک مدار رزونانس سری رسم شده است. مقدار Q این مدار بستگی به مقاومت سری آن دارد و از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$Q=\frac{X_L}{R}$$

Q = ضریب کیفیت

X_L = راکتانس سلفی , R = مقاومت اهمی سری با سیم‌پیچ



مدار رزونانس سری

مثال

در صورتی که در مدار شکل بالا مقدار $X_L = ۱۰K\Omega$ را به‌دست آورید و مقدار $R=۱۰۰\Omega$ باشد. مقدار Q را به‌دست آورید.

پاسخ:

$$Q=\frac{X_L}{R}$$

$$Q=\frac{۱۰۰۰۰}{۱۰۰}\Rightarrow Q=۱۰۰$$

اگر در رابطه $BW=\frac{F_r}{X_L/R}$ به جای Q مقدار آن را در رابطه زیر قرار دهیم داریم:

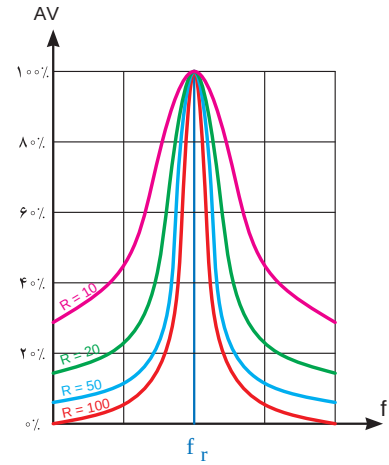
$$Q=\frac{X_L}{R}\ ،BW=\frac{F_r}{Q}\ ،BW=\frac{F_r}{X_L/R}$$

$$BW=\frac{F_r.R}{X_L}$$

$$R\uparrow\rightarrow BW\uparrow\rightarrow Q\downarrow$$

اگر رابطه بالا را مورد توجه قرار دهیم می‌بینیم که زیاد شدن مقاومت اهمی سیم پیچ، مقدار Q کم و مقدار پهنای باند زیاد می‌شود.

شکل زیرمقدار Q را در مدار رزونانس سری با مقادیر متفاوت R نشان می‌دهد.

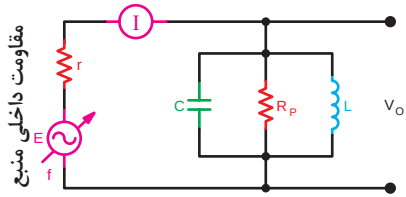


اثر مقاومت R روی Q در مدار رزونانس سری

مقدار Q در مدار رزونانس موازی: مقدار Q در مدار رزونانس موازی بستگی به مقاومت موازی مدار دارد. مقدار Q در مدار شکل زیر از رابطه زیرقابل محاسبه است.

$$Q_P = \frac{R_P}{X_r}$$

$$R\uparrow \rightarrow BW\downarrow Q\uparrow$$



مدار رزونانس موازی

اگر در رابطه پهنای باند مقدار Q_P را قرار دهیم خواهیم داشت:

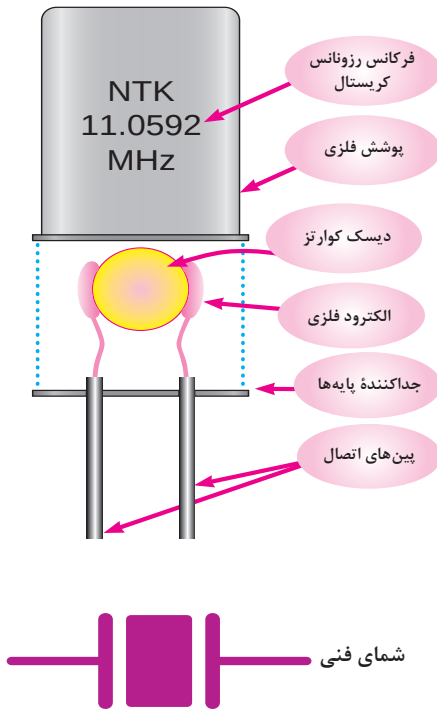
$$BW = \frac{F_r}{Q_P} \quad ،QP = \frac{R_P}{X_L}$$

$$BW = \frac{F_r}{R_P / X_L} \quad ،BW = \frac{F_r . X_L}{R_P}$$

از مقاومت اهمی سری سلف صرف نظر شده است اگر بخواهیم این مقاومت را در نظر بگیریم سلف به مدار RL سری تبدیل می‌شود که باید RL سری

را به RL موازی تبدیل نمود و R_P معادل موازی را محاسبه می‌کرد. بنابراین به علت پیچیدگی از این طرح این محاسبات خودداری شد.
با بررسی هر رابطه در می‌یابیم که در مدار رزونانس موازی با افزایش مقدار R_P مقدار Q_P زیاد و پهنای باند مدار کم می‌شود. در مدارهای رادیو برای افزایش پهنای باند مقدار R_P را کاهش می‌دهند.

فیلترهای کریستالی (Crystal filters): روش دیگری برای کنترل فرکانس در مدارهای رزونانسی استفاده از کریستال (quartz crystal) کوارتز است. کوارتز، یک است، که هرگاه (Piezoelectric effect) ماده با اثر پیزوالکتریک انرژی الکتریکی دریافت کند آن را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند و بالعکس انرژی مکانیکی را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. کریستال کوارتز تمایل دارد که در فرکانس تشدید خود نوسان کند، که مقدار فرکانس رزونانس از مشخصات فیزیکی آن تعیین می‌شود. به همین منظور ضخامت کریستال تعیین کننده اصلی نقطه رزونانس است. در شکل زیر ساختمان داخلی و شمای فنی آن نشان داده شده است.
به اثر ناشی از فشار برای تولید بارهای الکتریکی، اثر پیزوالکتریک می‌گویند.



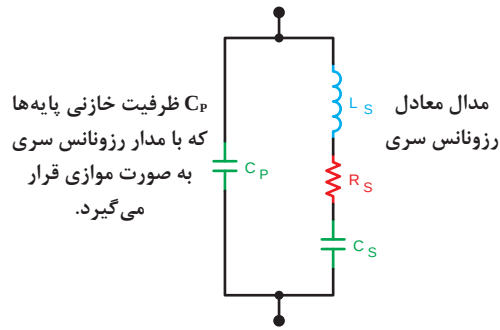
ساختمان داخلی و شمای فنی کریستال

شکل ظاهری چند نمونه کریستال

صفحه دایره‌ای شکل (دیسک) کوارتز برای کار در فرکانس‌های بالا نازک است. در هر طرف صفحه (دیسک) یک به دو سر ac الکترود فلزی تماس دارد. هرگاه یک ولتاژ متناوب الکترود اعمال شود کریستال به ارتعاش درمی‌آید. این ارتعاش در فرکانس رزونانس کریستال انجام می‌شود و در این حالت کریستال سیگنالی تولید می‌کند که فرکانس آن با فرکانس تشدید برابر است.

کریستال می‌تواند در مدارهای فرکانس بالا به راحتی کار کند و جایگزین مدارهای رزونانس سری و موازی RLC شود و حسن آن پایداری فرکانس و ضریب کیفیت بالای آن است.

مدار معادل کریستال کوارتز را می‌توان با یک ترکیب سری و موازی RLC مطابق شکل زیر نشان داد.



مدار معادل کریستال کوارتز

راهنمایی:

برای کسب اطلاعات بیشتر می‌توانید به برگه اطلاعات انواع کریستال‌ها از جمله کریستال‌های سه پایه (Data Sheet) مراجعه کنید و سایر مشخصات کریستال را استخراج نمایید. از سایت AllDatasheet.com کمک بگیرید.

فعالیت کارگاهی

کار با سیگنال ژنراتور رادیویی RF

تحقیق کنید

- حوزه فرکانس کار هر یک از باندهای A,B,C,D,E,F رابنویسید.

پاسخ:

باند A ـ ۱۰۰ کیلوهرتز تا ۳۰۰ کیلوهرتز
باند B ـ ۳۰۰کیلوهرتز تا ۱۰۰۰ کیلو
باند C ـ ۱ تا ۳/۵ مگاهرتز
باند D ـ ۳ تا ۱۱ مگاهرتز
باند E ـ ۱۰ تا ۳۵ مگاهرتز
باند F ـ ۳۲ تا ۱۵۰ مگاهرتز

- درصورتی‌که در باند F از هارمونیک‌ها استفاده شود چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

پاسخ:

فرکانس خروجی از ۹۶ مگاهرتز تا ۴۵۰ مگاهرتز قابل تغییر است.

- EXT- MOD را توضیح دهید.

پاسخ:

به معنی مدولاسیون خارجی است و در این حالت می‌توان سیگنال پیام را به‌وسیله دستگاه دیگری به مولّد اعمال کرد.

- INT ـMOD را توضیح دهید.

پاسخ:

به معنی مدولاسیون داخلی است. با قرار دادن کلید در این حالت سیگنال مدوله شده AM با فرکانس پیام یک کیلوهرتز تولید می‌شود

■ X TAL OSC را توضیح دهید.

پاسخ:

در شرایطی که کریستال به دستگاه اتصال دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

توجه

این ترمینال‌ها در دو وضعیّت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱ اگر کلید در حالت INT_MOD باشد، از این ترمینال می‌توان سیگنال مدوله‌کننده (پیام) با فرکانس یک کیلوهرتز دریافت نمود.

۲ اگر کلید دستگاه روی حالت EXT_MOD قرار گیرد، از این ترمینال می‌توان برای اعمال سیگنال مدوله‌کننده (پیام) استفاده کرد.

یک نمونه دیگر مولد سیگنال RF

تزریق سیگنال: یکی دیگر از روش‌های متداول در تعیین بلوک معیوب، تزریق یک سیگنال مدوله شدهٔ AM به مدار است. برای تزریق سیگنال نیاز به یک مولد سیگنال RF با تن صوتی مدوله شده نیاز داریم. در این روش مولد RF می‌توان به‌عنوان فرستنده اسیلاتور محلی یا مولد سیگنال IF عمل کند. اغلب سیگنال‌های ژنراتورهای RF دارای خروجی تن صوتی نیز هستند که توسط آن می‌توانند طبقهٔ تقویت‌کننده صوت را مورد آزمایش قرار داد. در شکل زیر یک نمونه سیگنال ژنراتور RF را مشاهده می‌کنید. کنترل‌های این دستگاه از نوع دیجیتالی است.

یک نمونه مولدسیگنال RF

مدولاسیون

در مدولاسیون FM دامنهٔ حامل ثابت است و فرکانس حامل، متناسب با دامنهٔ پیام، تغییر می‌کند. سرعت تغییرات فرکانس حامل به فرکانس پیام بستگی دارد. شکل زیر یک نمونه موج مدوله شده FM را به‌صورت نرم‌افزاری نشان می‌دهد.

برای تولید موج مدوله شده FM می‌توانید از فانکشن ژنراتور استفاده کنید.

در فانکشن ژنراتور نوسان‌سازی وجود دارد که فرکانس آن با ولتاژ تغییر می‌کند. این نوع

نوسان‌سازها را نوسان‌ساز کنترل شده با ولتاژ یا vco(voltage Control Oscillator) می‌نامند. در دستگاه فانکشن ژنراتور ترمینالی به نام vcom یا vco یا با علامت دیگری وجود دارد که می‌توانیم با استفاده از یک منبع خارجی به این ترمینال ولتاژهای مختلف AC و DC را اعمال کنیم و فرکانس نوسان‌ساز را تغییر دهیم. معمولاً این ترمینال در پشت دستگاه فانکشن ژنراتور قرار دارد. درصورتی که به ترمینال مورد نظر ولتاژ DC وصل کنیم با تغییر ولتاژ DC فرکانس نوسان‌ساز VCO تغییر می‌کند ومی توانیم تغییرات آن را ببینیم. به عبارت دیگر تغییرات ولتاژ را به تغییرات فرکانس تبدیل کرده ایم. چنانچه ورودی VCO، سیگنال AC اعمال کنیم متناسب با دامنهٔ سیگنال AC فرکانس موج فانکشن ژنراتور تغییر می‌کند و موج مدوله شده FM ایجاد می‌شود. همچنین دکمه‌ای به نام دکمه سوئیپ در فانکشن ژنراتور وجود دارد که با فعال کردن آن در خروجی فانکشن ژنراتور موج مدوله شدهٔ FM قابل دریافت است. تغییرات فرکانس موج مدوله شدهٔ FM به دامنهٔ انتخابی پیام (width) و سرعت تغییرات (Rate) به فرکانس موج مدوله کننده بستگی دارد. تنظیم مقدار دامنه و فرکانس پیام معمولاً توسط ولوم‌های Width و Rate نام‌های دیگر صورت می‌گیرد. در شکل زیر نمای رو و پشت یک نمونه از این نوع فانکشن ژنراتور را ملاحظه می‌کنید.

دانش‌افزایی

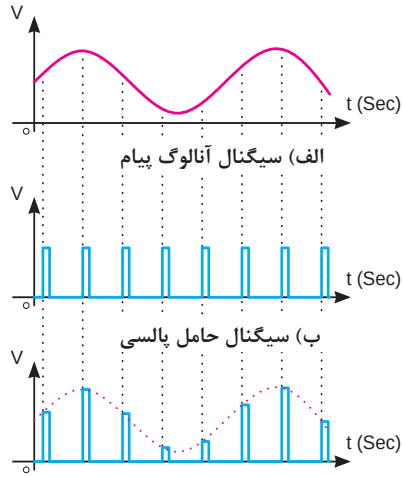
سیگنال آنالوگ (پیوسته) Analog

اگر صدای انسان را که بیانگر نوسانات فشار هوا در موقع سخن گفتن است به سیگنال الکتریکی تبدیل کنیم موجی شبیه شکل زیر ایجاد می‌شود این سیگنال یک موج پیوسته یا آنالوگ است: نمونه‌ای دیگری از شکل آنالوک در شکل زیر نشان داده می‌شود.

سیگنال منفصل(گسسته ـ Discrete)

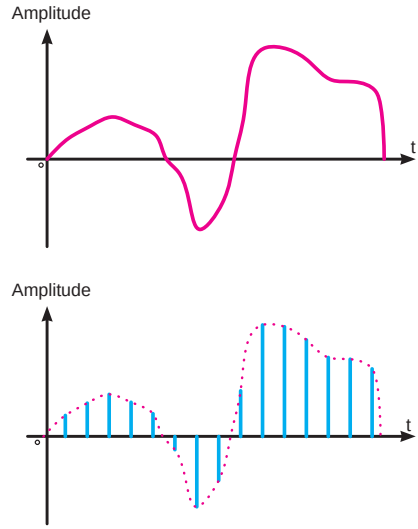
اگر از سیگنال آنالوگ به‌صورت پالسی نمونه‌برداری (Sampling) کنیم، سیگنال منفصل به‌دست می‌آید. این نمونه برداری در فاصل زمانی معین (Sampling Period) که زمان تناوب نمونه‌برداری نامیده می‌شود، صورت می‌گیرد. عمل نمونه‌برداری به‌وسیله پالس‌های سیگنال حامل صورت می‌گیرد. در این حالت دامنه سیگنال حامل (Ac)

تحت تأثیر سیگنال پیام قرار می‌گیرد و متناسب با آن تغییر می‌کند. سیگنال منفصل حاصل شده را سیگنال مدوله شده دامنه پالس (Pulse Amplitude Modulation) یا PAM می‌نامند. در شکل زیریک نمونه سیگنال آنالوگ پیام، حامل پالسی و سیگنال مدوله شده PAM را ملاحظه می‌کنید.



سیگنال پیام ،حامل و سیگنال مدول شده PAM

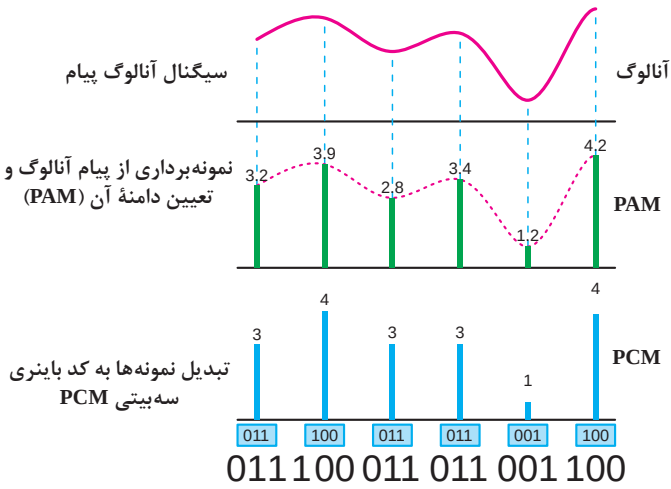
در شکل زیر نوع دیگری از پیام را ملاحظه می‌کنید که به‌صورت PAM درآمده است. در این شکل پهنای پالس‌های حامل بسیار کم است که به آن پالس‌های سوزنی (Impulse) می‌گویند.



نمونه دیگری از پیام و سیگنال PAM

مدولاسیون پالسی کد شده PCM

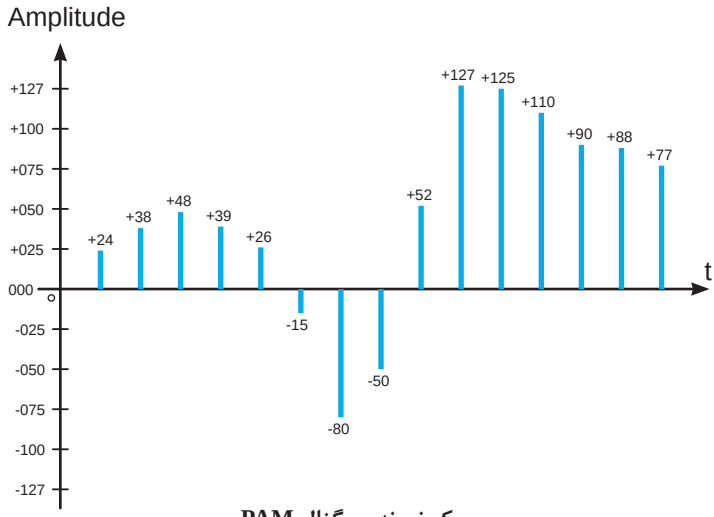
اگر سیگنال منفصل PAM را با یک درجه‌بندی مشخص و تعریف‌شده به کدهای باینری تبدیل کنیم مدولاسیون PCM شکل می‌گیرد. این روش را کوآنتیزه‌کردن (Quantization) می‌نامند. در شکل زیر سیگنال آنالوگ را مشاهده می‌کنید که ابتدا به سیگنال PAM تبدیل شده است. در مرحله بعد سیگنال PAM را درجه‌بندی کرده‌ایم و کد معادل آن را به‌دست آورده‌ایم. در این مرحله سیگنال PAM به PCM تبدیل شده است. کد استفاده شده در این تبدیل سه‌بیتی است.



سیگنال آنالوگ و سیگنال PAM و PCM حاصل از آنها

یک کد سه‌بیتی ۸=$۲^{۳}$ حالت را نشان می‌دهد. به‌عبارت دیگر دامنه انتخاب‌شده در ۸سطح مختلف تقسیم‌بندی می‌شود. برای دقت بیشتر در مدرج‌کردن، باید به نمونه برداشته شده، مقادیر صحیح بیشتری اختصاص داد. لذا تعداد بیت‌های کوآنتینر، افزایش می‌یابد؛ مثلاً با استفاده از کد ۷ بیتی ۱۲۸=$۲^{۷}$ حالت را می‌توان نشان داد. در واقع ۱۲۸ سطح ولتاژ مختلف را می‌توان انتخاب نمود. در شکل زیر یک سیگنال PAM را مشاهده می‌کنید که به نمونه‌های برداشته شده سطوح بیشتری اختصاص داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود در ۱۵نمونه برداشته شده از پیام، سطوح ولتاژ بین حداقل |۱۵| و حداکثر |۱۲۷| وجود دارد. به عبارت دیگر بالاترین سطح ولتاژ اختصاص داده شده در شکل، ۱۲۷ است که لزوماً باید یک کد باینری ۷بیتی باشد.

توجه داشته باشید که عدد ۱۲۷ از نظر کمیت معادل۱۲۷ ولت نیست، بلکه معادل بیشترین دامنه‌ای است که سیگنال آنالوگ دارد.



یک نمونه سیگنال PAM

مقادیر صحیح اختصاص داده شده به کد معادل باینری بیتی تبدیل می‌شود؛ چون مقادیر نمونه‌برداری شده ممکن است مثبت یا منفی باشند، برای مقادیر مثبت و منفی علامتی در نظر می‌گیرند. برای این منظور بیت هشتمی را در سمت چپ کد ۷ بیتی قرار می‌دهند تا در این حالت مثبت یا منفی بودن دامنه نمونه‌برداری شده را تعیین کنند. اگر مقادیر نمونه‌برداری شده مثبت باشند از بیت (۰) و اگر منفی باشند از بیت (۱) در سمت چپ استفاده می‌شود. مثلاً ۲۴+ در تبدیل به کد باینری به صورت ۰۰۱۱۰۰۰ که ۷ بیتی است نشان داده می‌شود.

در تبدیل عدد ۲۴+ به کد باینری، نتیجه به‌صورت ۱۱۰۰۰ در می‌آید که ۵بیتی است. برای تبدیل آن به کد ۷ بیتی تعداد دو بیت «۰» در سمت چپ قرار داده‌ایم.

با این توضیح که چون ۲۴ علامت مثبت دارد، یک صفر در سمت چپ بیت‌ها قرار می‌گیرد و به این ترتیب ۲۴+ با کد ۸بیتی به‌صورت ۰۰۰۱۱۰۰۰ نشان داده می‌شود.

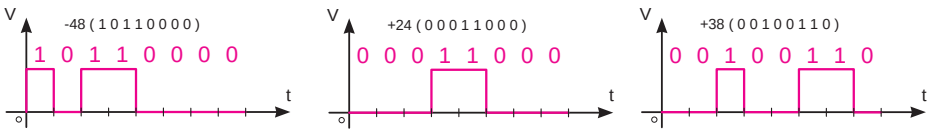
در جدول زیر مقادیر سیگنال کوآنتیزه را که به‌صورت کد ۷بیتی همراه با بیت علامت است، مشاهده می‌کنید.

+024	0	0	0	1	1	0	0	0	-015	1	0	0	0	1	1	1	1	+125	0	1	1	1	1	1	0	1
+038	0	0	1	0	0	1	1	0	-080	1	1	0	1	0	0	0	0	+110	0	1	1	0	1	1	1	0
+048	0	0	1	1	0	0	0	0	-050	1	0	1	1	0	0	1	0	+090	0	1	0	1	1	0	1	0
+039	0	0	1	0	0	1	1	1	+052	0	0	1	1	0	1	0	0	+088	0	1	0	1	1	0	0	0
+026	0	0	0	1	1	0	1	0	+127	0	1	1	1	1	1	1	1	+077	0	1	0	0	1	1	0	1

بیت علامت
۱ = منفی
۰ = مثبت

بیت علامت
۱ـ منفی
۰ـ مثبت

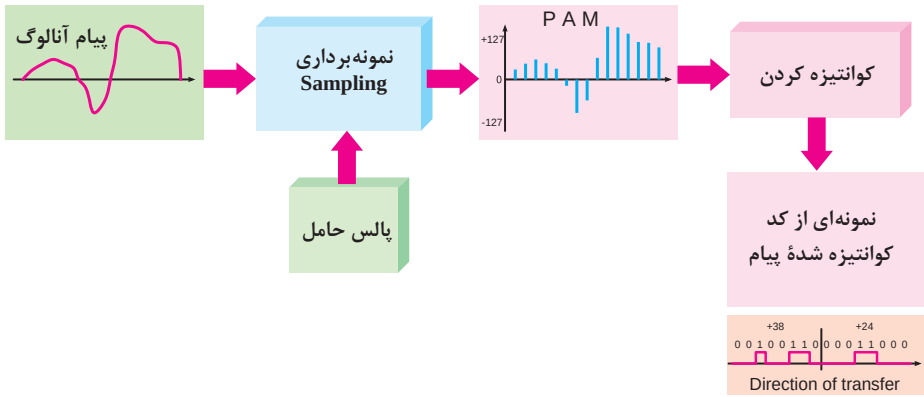
بعد از عمل کدبندی باینری، سیگنال دیجیتال به‌دست می‌آید، که در شکل زیر سه‌نمونه سیگنال دیجیتال برای اعداد ۲۴+ ، ۳۸+ و ۴۸ـ داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌کنید، سیگنال خروجی PCM به دست آمده، سیگنال دیجیتال معادل تعدادی از نمونه‌های برداشته شده از پیام است.



سیگنال دیجیتال برای عدد ۴۸ـ | سیگنال دیجیتال برای عدد ۲۴+ | سیگنال دیجیتال برای عدد ۳۸+

کدبندی دیجیتال

در شکل زیر چهار فرایند PCM که شامل PAM کوآنتیزه کردن، کدبندی باینری و کدبندی دیجیتال به دیجیتال است، نشان داده شده است.



چهار مرحله فرایند PCM

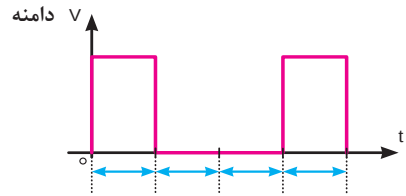
دو پارامتر در یک دستگاه مبدل آنالوگ به دیجیتال مهم است:

۱ سرعت نمونه‌برداری = تعداد نمونه‌های برداشته شده در یک ثانیه

۲ دقت نمونه‌برداری = تعداد مقادیر(درجات) مختلفی که می‌توان به مقدار نمونه برداشته‌شده اختصاص داد.

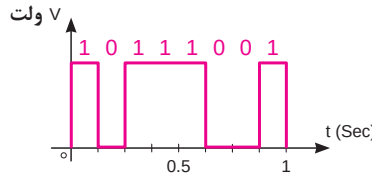
فاصله زمانی بیت Bit Interval: فاصله زمانی بیت، زمان لازم برای ارسال یک بیت است.

شکل صفحهٔ بعد یک نمونه سیگنال دیجیتالی و فاصله زمانی یک بیت را نشان می‌دهد.



فاصله زمانی یک بیت

نرخ بیت Bit Rate: سرعت انتشار بیت‌ها را نرخ بیت می‌نامند. نرخ بیت برحسب بیت در ثانیه Bit Per Second (BPS) می‌باشد.
در شکل زیر یک سیگنال دیجیتالی با BPS برابر ۸ رسم شده است.



یک نمونه سیگنال دیجیتال با BPS برابر ۸

شکل بالا نشان می‌دهد در یک ثانیه ۸بیت وجود دارد:

مثال
نرخ بیت یک سیگنال دیجیتالی برابر ۲۰۰۰BPS است. فاصله زمانی هر بیت چقدر است؟
پاسخ:

$$\text{فاصله زمانی بیت} = \frac{۱}{\text{نرخ بیت}} = \frac{۱}{۲۰۰۰} = ۰/۰۰۰۵\text{sec} = ۵ \times ۱۰^{-۴}\ \text{sec}$$

فاصلهٔ زمانی بیت =۵۰۰ µsec

مثال
فاصله زمانی هر بیت یک سیگنال دیجیتالی ۱۰ میکروثانیه است نرخ بیت چه قدر است؟

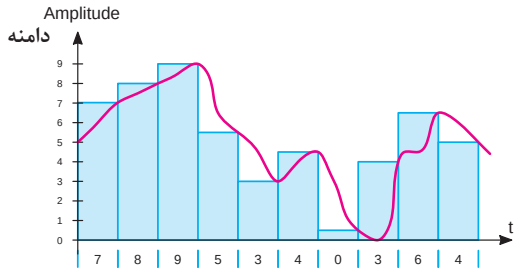
$$\text{نرخ بیت} = \frac{۱}{\text{فاصله زمانی بیت}} = \frac{۱}{۱۰\times۱۰^{-۶}} = ۱۰^{۵}$$

نرخ بیت =۱۰۰,۰۰۰ BPS

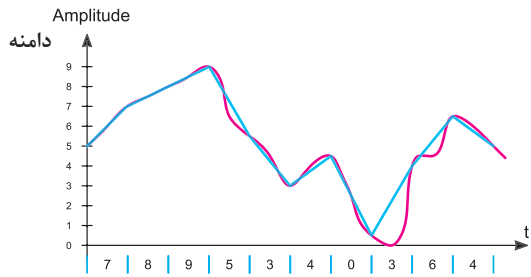
فرکانس نمونه‌برداری Sampling Frequency

(نرخ نمونه‌برداری ـ Sampling Rate): سرعت نمونه‌برداری عبارت از تعداد نمونه‌هایی است که در یک ثانیه از پیام برداشته می‌شود. هر قدر تعداد نمونه‌ها در ثانیه بیشتر شود، هنگام تبدیل و بازسازی نمونه‌ها (سیگنال منفصل یا PAM) به سیگنال آنالوگ با تغییر شکل موج کمتری روبه رو می‌شویم. در صورتی که بخواهیم میزان تغییر شکل موج پیام بازسازی شده را به صفر برسانیم باید تعداد نمونه‌هایی را که از پیام بر می‌داریم، بی‌نهایت باشد، که در عمل امکان‌پذیر نیست.

بنابراین ما تعداد نمونه‌های قابل قبول سیگنال پیام را به‌طور تقریبی بازسازی می‌کنیم. یادآور می‌شود که تعداد نمونه‌ها باید در حدی باشد که تغییر شکل اساسی اعوجاج (Distortion) در سیگنال بازسازی شده ایجاد نشود، در شکل زیر الف نمونه‌برداری از یک نمونه پیام را ملاحظه می‌کنید. در این نمونه‌برداری تعداد پالس‌های حامل کم است و طبق شکل زیر ب تغییر اساسی در شکل موج پیام ایجاد شده است.

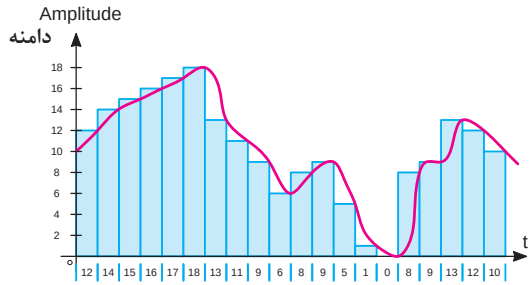


الف) نمونه‌برداری از سیگنال آنالوگ



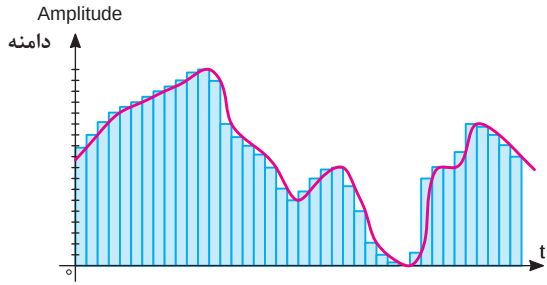
ب) موج بازسازی شده

در شکل زیر تعداد نمونه‌ها (فرکانس حامل) بیشترشده است. در این حالت، شکل موج بازسازی شده دارای تغییر شکل کمتری در مقایسه با شکل زیر است.



سرعت و دقت نمونه‌برداری دو برابر شده

در شکل زیر، فرکانس حامل (تعداد نمونه‌ها = فرکانس) بسیار زیاد شده است (۴برابر) در این حالت سیگنال بازسازی شده شباهت نسبتاً کاملی با پیام اصلی دارد.



سرعت و نمونه‌برداری چهار برابر شده

همان‌طور که مشاهده می‌شود هرقدر سرعت و دقت نمونه‌برداری افزایش یابد سیگنال تبدیل‌شده از دیجیتال به آنالوگ، به سیگنال اصلی آنالوگ شبیه‌تر می‌شود:

اثبات شده است به‌منظور صحت تولید مجدد سیگنال فرکانس نمونه‌برداری باید حداقل، PAM آنالوگ با استفاده از دو برابر بالاترین فرکانس سیگنال آنالوگ باشد.

مثلاً اگر بخواهیم صدای تلفنی را با حداکثر فرکانس ۴۰۰۰HZ نمونه‌برداری کنیم باید فرکانس نمونه‌برداری ۸۰۰۰نمونه در ثانیه باشد. به عبارت دیگر در هر $\frac{۱}{۸۰۰۰}$ ثانیه باید یک نمونه سیگنال برداشته شود.

مثال

اگر سیگنالی دارای فرکانس ۱۰۰۰ هرتز، تا ۱۱۰۰۰ هرتز باشد نرخ نمونه‌برداری چه قدر است؟

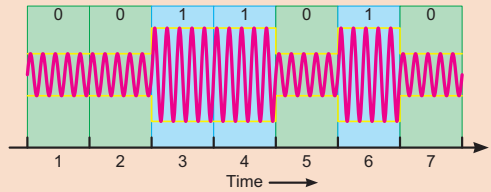
پاسخ:
نرخ نمونه‌برداری برابر دو برابر بالاترین فرکانس موج در سیگنال است.
۲×۱۱۰۰۰=۲۲۰۰۰= نرخ نمونه برداری
لذا ۲۲۰۰۰نمونه در ثانیه لازم است.

تعداد بیت در هر نمونه:
بعد از تعیین نرخ نمونه‌برداری باید تعداد بیت ارسالی را به ازای هر نمونه تعیین کنیم این کار بستگی به‌سطح دقت موردنیاز دارد. تعداد بیت طوری انتخاب می‌شود تا دامنه سیگنال اصلی با دقت مطلوب مجدداً بازسازی شود. مثلاً هر نمونه تلفنی را باید برابر ۸بیت کوآنتیزه کرد.
محاسبه نرخ بیت (Bit rate): بعد از پیدا کردن تعداد بیت‌ها در هر نمونه می‌توان نرخ بیت را با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد.
تعداد بیت در هر نمونه × نرخ نمونه‌برداری = نرخ بیت

مثال
اگر صدای انسان دارای فرکانس ۳۰هرتز تا ۴۰۰۰هرتز باشد نرخ نمونه‌برداری و نرخ بیت را محاسبه کنید. برای هر نمونه هشت بیت در نظر بگیرید.
نمونه در ثانیه ۸۰۰۰ = ۲×۴۰۰۰ نرخ نمونه برداری
۸× ۸۰۰ = تعداد بیت درهر نمونه× نرخ نمونه برداری=نرخ بیت
۶۴۰۰۰ bit/Sec = ۶۴ kbPS

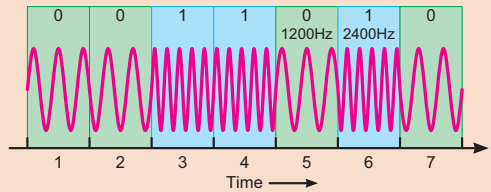
تحقیق کنید

در مورد انواع مدولاسیون‌ها تحقیق کنید:
پاسخ:
مدولاسیون‌های دیجیتال: برای ارسال علائم صفر و یک منطقی (PCM) بهتر است به منظور کاهش پهنای باند از سیگنال سینوسی استفاده کنیم. در ادامه به شرح این نوع مدولاسیون‌ها ASK ، PSK و FSK می‌پردازیم. سیگنال مورد استفاده در این نوع مدولاسیون‌ها را سیگنال حامل اولیه می‌نامند.
مدولاسیون ASK (Amplitude Shift Keying): در مدولاسیون ASK برای نمایش ۰ یا ۱ باینری دامنه سیگنال حامل تغییر می‌کند و فرکانس و فاز حامل ثابت می‌ماند. مقدار دامنه کاریر در مقادیر صفر و یک باینری به عهده طراحان سیستم است:
شکل یک نمونه سیگنال مدوله‌شده ASK را نشان می‌دهد. ASK بسیار نویزپذیر است زیرا نویز می‌تواند روی دامنه قرار گیرد و ۰ را به ۱ و ۱ را به ۰ تبدیل کند.



یک نمونه سیگنال مدوله شده ASK

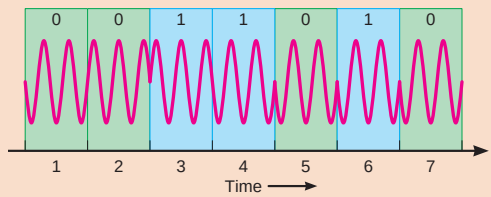
مدولاسیون FSK (Frequency Shift Keying): در مدولاسیون FSK برای نمایش ۰ یا ۱ باینری، فرکانس سیگنال حامل تغییر داده می‌شود و دامنه و فاز حامل ثابت باقی می‌ماند. فرکانس حامل در فاصله زمانی هر بیت مقدار ثابتی است. شکل زیر مدولاسیون FSK را نشان می‌دهد. FSK نسبت به نویز مقاوم‌تر از ASK است.



مدولاسیون FSK

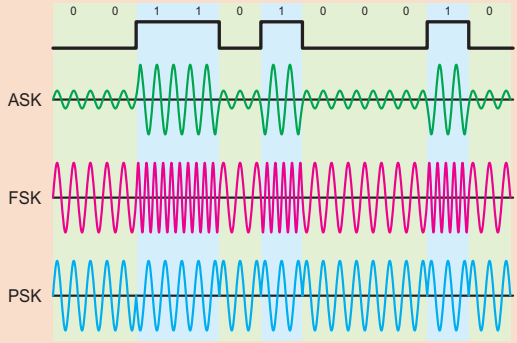
مدولاسیون PSK (Phase Shift Keying): در مدولاسیون PSK فاز تغییر می‌دهند (۰) و (۱) سیگنال سینوسی را برای نمایش باینری در این حالت دامنه و فرکانس حامل ثابت است. به عنوان مثال اگر برای نمایش عدد باینری (۱) سیگنال حامل با فاز صفردرجه شروع شود، می‌توان فاز سیگنال حامل را ۱۸۰ درجه تغییر داد تا عدد باینری (۰) را ارسال نمود. فاز سیگنال حامل در طول هربیت باینری ثابت است.
در شکل زیر مدولاسیون PSK برای یک نمونه سیگنال دیجیتالی رسم شده است.

بیت	اختلاف فاز
۱	۰°
۰	۱۸۰°



مدولاسیون PSK

در شکل زیر یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون ASK، FSK و PSK حاصل از آن را مشاهده می‌کنید.



یک نمونه سیگنال دیجیتالی و سه نوع مدولاسیون ASK، FSK، PSK

مفهوم A/D و D/A: مجموعه عملیات نمونه‌برداری، تبدیل سیگنال آنالوگ به PAM و PAM به PCM را تبدیل سیگنال آنالوگ به دیجیتال می‌نامند. این تبدیل در مدارهایی به نام مبدل آنالوگ به دیجیتال یا Analog to digital Convertor یا ADC انجام می‌شود. این مدارها را مدار A/D (اِ تو دی) می‌نامند. برای تبدیل سیگنال PCM به سیگنال پیام آنالوگ، باید عملیات برعکس اتفاق بیفتد، مدارهایی که این عملیات را انجام می‌دهند، مدارهای مبدل دیجیتال به آنالوگ Digital to Analog Convertor نام دارد که آن را به اختصار به‌صورت D/A (دی تو اِ) نشان می‌دهند.

انواع دیگر مدولاسیون پالس: مدولاسیون‌های منفصل دیگری نیز وجود دارند. اگر بخواهیم این نوع مدولاسیون‌ها را با مدولاسیون آنالوگ (AM، FM و PM) مقایسه کنیم، از نظر شباهت عملکرد، می‌توانیم مدولاسیون PAM را با مدولاسیون AM مقایسه کنیم، چنانچه پهنای پالس‌های حامل متناسب با دامنه پیام تغییر کند، مدولاسیون پهنای پالس یا PWM (Pulse width Modulation) شکل می‌گیرد. این نوع مدولاسیون را PDM (Pulse Duration Modulation) نیز می‌نامند. از نظر شباهت عملکرد می‌توان PWM را با مدولاسیون FM مقایسه کرد. چنانچه موقعیت مکانی پالس حامل متناسب با دامنه پیام تغییر کند، مدولاسیون PPM ((Pulse Position Modulation شکل می‌گیرد. این نوع مدولاسیون را از نظر عملکرد می‌توان با مدولاسیون فاز (PM) مقایسه کرد.

دانش‌افزایی

نوسان‌سازها

نوسان‌سازها مدارهای ویژه‌ای هستند که کاربرد نسبتاً گسترده‌ای در مدارات مخابراتی دارند. بدون نوسان‌سازها ارسال و دریافت پیام‌های رادیویی امکان‌پذیر نیست. نوسان‌سازها یا مولدهای شکل موج در دستگاه‌های نظیر مولتی مترهای دیجیتالی اسیلوسکوپ و گیرنده و فرستنده‌های رادیویی و رایانه‌ها و وسایل دیجیتالی نظیر شمارنده‌ها و تایمرها و ماشین حساب‌ها و دستگاه‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند لذا می‌توان گفت نوسان‌ساز یکی از دستگاه‌های الکترونیکی است.

اصول نوسان‌سازی: نوسان‌ساز چیست؟ نوسان‌ساز مداری است که بدون اعمال سیگنال متناوب به ورودی آن در خروجی سیگنال متناوب تولید کند.
نقشه بلوکی(بلوک دیاگرام) زیر نوسان‌ساز سینوسی را نشان می‌دهد:

نقشه بلوکی یک نوسان‌ساز سینوسی

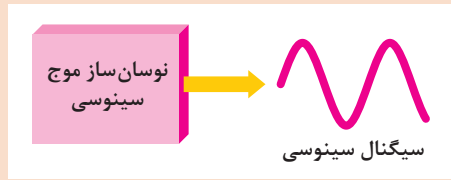
همان‌طور که مشاهده می‌شود به مدار الکترونیکی نوسان‌ساز ولتاژ DC داده شده است و مدار ولتاژ DC را به ولتاژ متناوب سینوسی تبدیل نموده است.
به نوسان‌ساز اسیلاتور(oscillator)نیز می‌گویند.

کار در کلاس

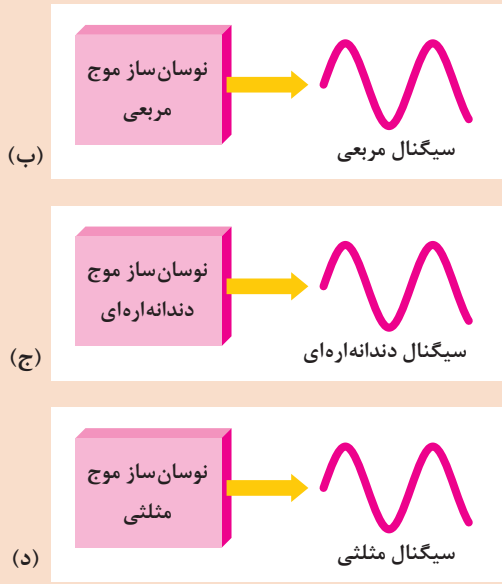
انواع نوسان‌ساز از نظر شکل موج تولیدی به چند دسته تقسیم می‌شوند.

پاسخ:

نوسان‌سازها می‌توانند انواع شکل موج را به‌وجود آورند.در شکل زیر چهار نمونه نوسان‌ساز به‌صورت بلوک دیاگرام با توجه به شکل موج آن ترسیم شده است.این نوسان‌سازها شامل نوسان‌ساز موج سینوسی، نوسان‌ساز موج مربعی، نوسان‌ساز موج دندان اره‌ای و نوسان‌ساز موج مثلثی است.



(الف)

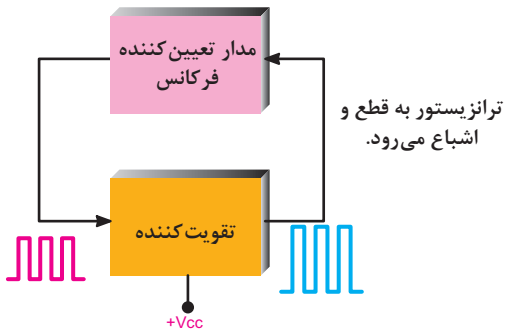


انواع نوسان‌سازها با توجه به شکل موج تولیدی

دانش‌افزایی

تولید نوسان مربعی

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

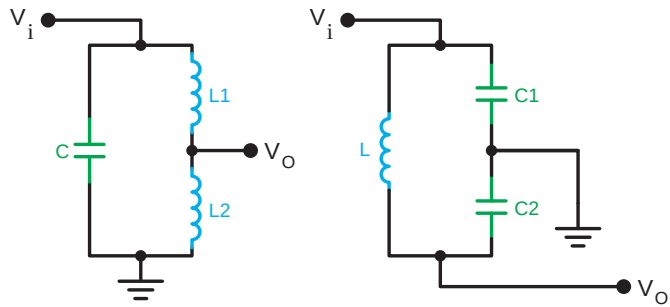


ترانزیستور به قطع و اشباع می‌رود و نوسان‌ها تداوم می‌یابد.

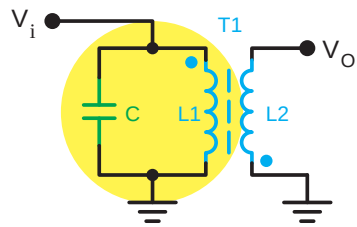
انواع نوسان‌سازهای سینوسی

در زمان‌های قدیم از لامپ‌های خلأ به‌عنوان تقویت‌کننده در نوسان‌سازها استفاده می‌کردند. امروزه استفاده از ترانزیستورهای BJT و FET تقویت‌کننده‌های عملیاتی مدارهای منطقی و سایر ای سی‌ها در مدارهای نوسان‌ساز بسیار متداول است. مدارهای نوسان‌ساز را از نظر نوع مدار تعیین کننده فرکانس و نحوه انجام فیدبک تقسیم‌بندی می‌کنند.

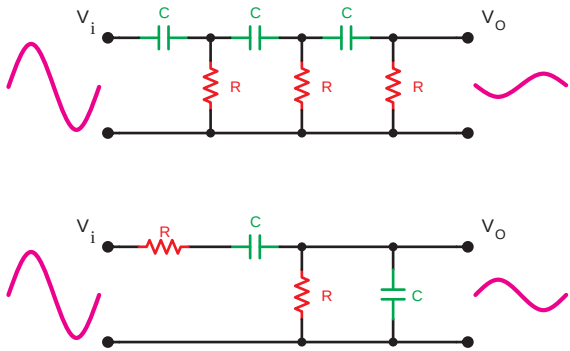
انواع نوسان‌سازها از نظر مدار تعیین کننده فرکانس: نوسان‌سازها را از نظر نوع مدار تعیین‌کننده فرکانس به دو دسته RC و LC تقسیم می‌کنند. در مدارهای LC مدار تعیین‌کننده فرکانس یک مدار هماهنگی موازی LC است. این مدار انرژی را در خود ذخیره می‌کند لذا مدار تانک نامیده می‌شود. در مدارهای RC مدار تعیین‌کننده فرکانس یک مدار ترکیبی RC است. به‌علت کاربرد مدارهای نوسان‌ساز LC در فرستنده‌ها و گیرنده‌های رادیویی در این فصل به تشریح نوسان‌ساز با شبکه تولید فرکانس LC می‌پردازیم و سپس یک یا چند مدار نوسان‌ساز RC را تشریح می‌نماییم.شکل‌های زیرانواع شبکه‌های تعیین فرکانس LC و RC را نشان می‌دهند.



چند نمونه مدار تعیین کننده فرکانس LC



مدار تعیین فرکانس LC

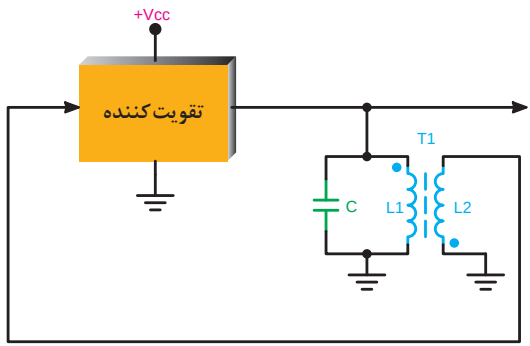


چند نمونه مدار تعیین فرکانس RC

انواع نوسان‌سازهای LC از نظر شبکه فیدبک

نوسان‌سازها را با توجه به مدار فیدبک به سه دسته به شرح زیر تقسیم می‌کنند:

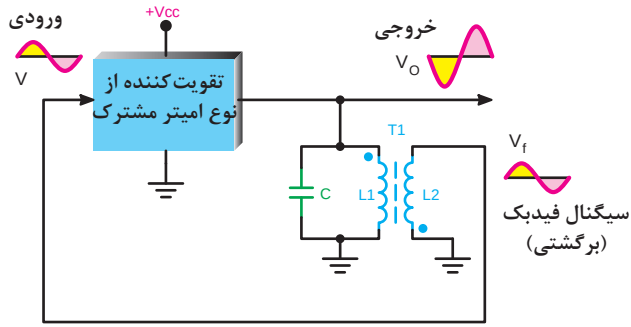
نوسان‌ساز با شبکه فیدبک ترانسفورماتوری: در این مدار عمل فیدبک از طریق یک ترانس صورت می‌گیرد.این نوع مدارها را مدار آرمسترانگ می‌نامند. در شکل زیر مدار کلی نوسان‌ساز آرمسترانگ را که شبکه فیدبک آن ترسیم شده است مشاهده می‌کنید. اگر در تقویت‌کننده بین سیگنال ورودی و خروجی ۱۸۰ درجه اختلاف فاز ایجاد شود مدار تعیین فرکانس نیز باید بین سیگنال ورودی و خروجی خود ۱۸۰درجه اختلاف فاز ایجاد نماید تا فیدبک از نوع مثبت شود.



مدار کلی نوسان‌ساز آرمسترانگ

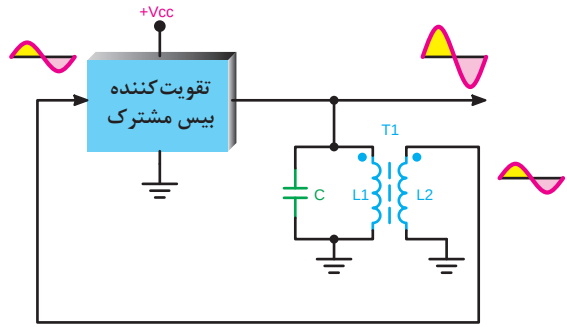
در ترانسفورماتورها محل‌های نقطه گذاری شده(.)نشانه هم فاز بودن سیگنال‌ها است.همان‌طور که مشاهده می‌شود شبکه برگشتی به سیگنال ورودی خود ۱۸۰درجه اختلاف فاز می‌دهد تا نوع فیدبک مثبت شود.اگر بهره ولتاژ تقویت‌کننده An باشد ترانسفورماتور که کاهنده است دامنه سیگنال ورودی را کاهش می‌دهد.

به این ترتیب اصل بارک‌هازون ($A_V \times B_V = 1$) برقرار می‌شود و مدار نوسان پایدار ایجاد می‌نماید.



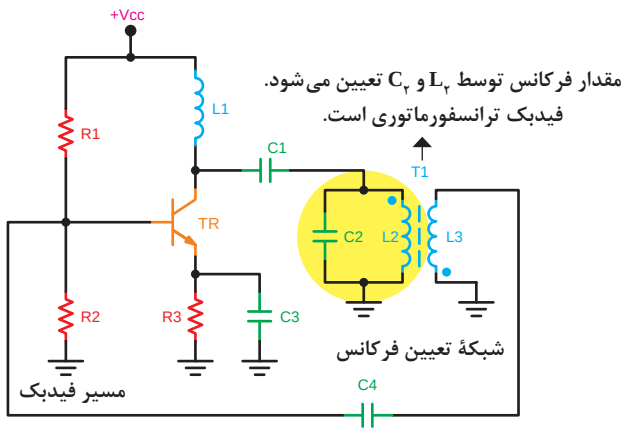
اختلاف فاز بین ورودی و خروجی ۱۸۰درجه است.

اگر تقویت‌کننده از نوع بیس مشترک باشد چون بین ولتاژ ورودی و خروجی تقویت‌کننده اختلاف فازی وجود ندارد شبکه برگشتی نباید بین سیگنال ورودی و خروجی خود اختلاف فاز ایجاد نماید.شکل زیرشبکه برگشتی را برای تقویت‌کننده بیس مشترک نشان می‌دهد.



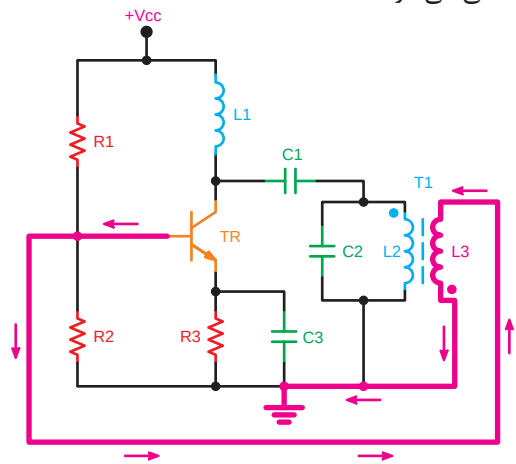
شبکه برگشتی برای تقویت‌کننده بیس مشترک

در شکل زیر یک نمونه مدار آرمسترانگ ترسیم شده است. مدار تقویت‌کننده در این نوسان‌ساز از نوع امیتر مشترک است. مقاومت‌های R_1 , R_2 بایاسینگ DC مدار را تأمین می‌کنند. مقاومت R_3 مقاومت تثبیت حرارتی است. خازن C_3 مقاومت امیتر را از نظر AC به شاسی بای پاس می‌کند.



مدار نوسان‌ساز آرمسترانگ

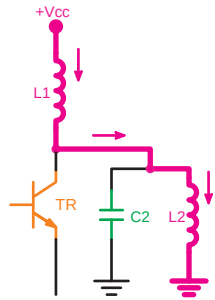
خازن C_4 به‌منظور کوپلاژ سیگنال خروجی از بوبین L_3 به بیس ترانزیستور به‌کار رفته است. ضمن اینکه این خازن مانع اتصال کوتاه شدن DC بیس ترانزیستور از طریق L_3 به شاسی می‌شود.



اتصال کوتاه شدن بیس به زمین در اثر نبودن خازن C_4

بار کلکتور ترانزیستور شامل سیم L_1 مجموعه مدار تانک (تشدید) موازی C_2 و L_2 است. سیم‌پیچ L_1 را سیم‌پیچ RFC نیز می‌نامند. این سیم‌پیچ در فرکانس‌های کار مدار مانع ورود سیگنال AC به خط تغذیه می‌شود.

اگر خازن کوپلاژ C_1 در مدار نباشد کلکتور از طریق مسیر مشخص شده در شکل زیر به زمین اتصال کوتاه می‌شود و عملاً قطب مثبت منبع تغذیه را به قطب منفی آن از طریق سیم‌پیچ متصل می‌کند.



اتصال کوتاه شدن کلکتور در اثر نبود خازن C1

سیم‌پیچ L_3 که به با سیم‌پیچ L_2 به‌صورت ترانسفورماتور بسته شده است شبکه فیدبک را تشکیل می‌دهد. یک سر این سیم‌پیچ به شاسی متصل است و سر دیگر آن از طریق خازن C_4 به ورودی تقویت‌کننده (بیس مشترک) بر می‌گردد. به‌عبارت دیگر سیگنال دو سر این سیم‌پیچ به ورودی تقویت‌کننده اعمال می‌شود. از طرف دیگر سیم‌پیچ L_2 و خازن C_2 بار خروجی مدار را تشکیل می‌دهند. بنابراین قسمتی از سیگنال خروجی به ورودی برگشت داده می‌شود. در صورتی‌که اصل بارک‌هازون برقرار باشد نوسان‌های مدار تداوم خواهد یافت.این نوع سیم‌پیچ فیدبک را گاهی تیکلر کویل (سیم‌پیچ تحریک) نیز می‌نامند.

نحوه نوسان‌سازی در اسیلاتور آرمسترانگ: با زدن کلید واعمال ولتاژ DC به منبع تغذیه مدار ولتاژ بیس ترانزیستور شروع به رشد می‌کند. این رشد ولتاژ پس از تقویت با ۱۸۰درجه اختلاف فاز روی کلکتور ظاهر می‌شود و از طریق خازن کوپلاژ C_1 به مدار L_2C_2 تانک می‌رسد. درست مانند این است که مدار تانک توسط پالسDC تحریک شده باشد.توسط مدار تانک یکی از هارمونیک‌های تشکیل‌دهنده پالس که فرکانس آن برابر فرکانس رزونانس مدار تانک است انتخاب می‌شود و به صورت میرا شروع به نوسان می‌کند. نوسان‌های میراشونده از طریق کوپلاژ ترانسفورماتوری با اختلاف فاز۱۸۰درجه در سیم‌پیچ L_3 القا می‌شود و از طریق خازن کوپلاژ C_4 به بیس ترانزیستور می‌رسد. چون در مجموع ۳۶۰ درجه اختلاف فاز به‌وجود می‌آید (۱۸۰درجه در اثر مدار امیتر مشترک و ۱۸۰ درجه در اثر ترانس T_1) فیدبک مثبت است. درصورتی‌که اصل بارک هازون برقرار باشد نوسان‌های مدار تداوم می‌یابد.

مقدار فرکانس رزونانس مدار با تقریب قابل قبول از رابطه زیربه دست می‌آید.

فرکانس نوسان اسیلاتور برحسب هرتز= Fr

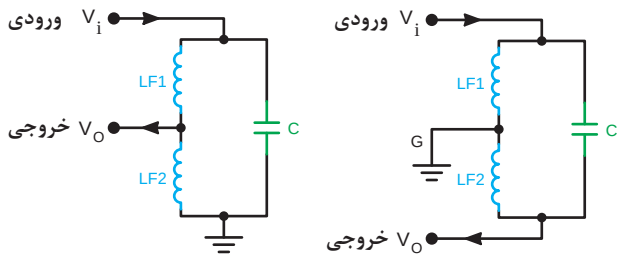
ضریب خود القا برحسب‌هانری = $L_۲$

مقدار ظرفیت خازن برحسب فاراد = $C_۲$

$$Fr = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{L_۲C_۲}}$$

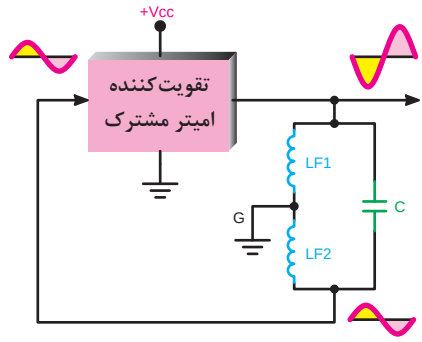
نوسان‌ساز با شبکه فیدبک از طریق تقسیم ولتاژ سلفی: درصورتی‌که ولتاژ فیدبک از طریق تقسیم ولتاژ روی سلف صورت گیرد نوسان‌ساز را هارتلی می‌نامند. این نوسان‌ساز در فرکانس‌های بالا بهتر عمل می‌کند. در شکل‌ها دو نمونه شبکه فیدبک مدار نوسان‌ساز هارتلی ترسیم شده است.

اگر تقویت‌کننده در مدار نوسان‌ساز دارای آرایش امیتر مشترک باشد بین سیگنال ورودی و خروجی آن ۱۸۰درجه اختلاف فاز وجود دارد.



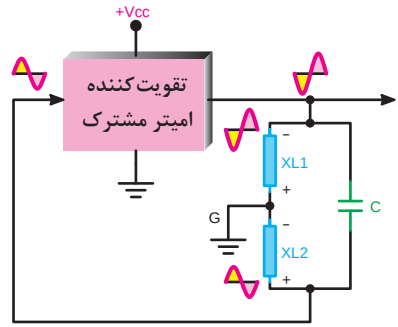
دو نمونه مدار تعیین فرکانس در نوسان‌ساز هارتلی

تقویت‌کننده را به‌صورت بلوکی و شبکه برگشتی نوسان‌ساز هارتلی را نشان می‌دهد. لازم است شبکه برگشتی نیز به سیگنال خروجی تقویت‌کننده ۱۸۰درجه اختلاف فاز بدهد تا نوع فیدبک را مثبت کند و تضعیف لازم را ایجاد نماید در نهایت برای پایداری نوسان باید اصل بارک‌هازون برقرار شود.



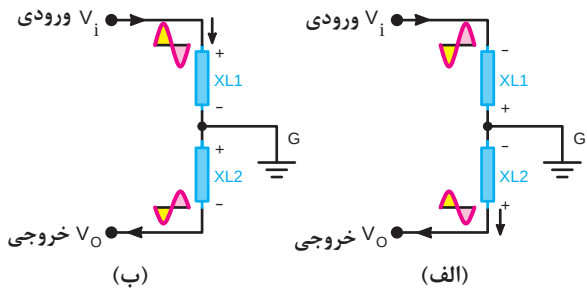
تقویت‌کننده و شبکه برگشتی در نوسان هارتلی

این دو شرط توسط LF_1 و LF_2 صورت می‌گیرد. چنانچه در فرکانس کار دو سیم‌پیچ معادل XL_1 و XL_2 در نظر بگیریم سیگنال ورودی شبکه برگشتی نسبت به زمین سیگنال دو سر XL_1 و سیگنال خروجی نسبت به زمین سیگنال دو سر XL_2 است که این دو سیگنال در فاز مخالف هم قرار دارند.



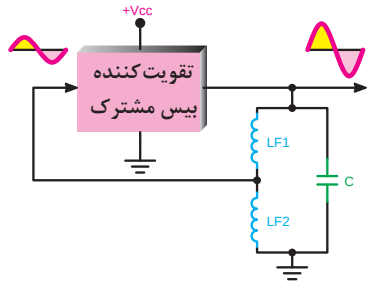
شبکه فیدبک در مدار امیتر مشترک

درصورتی‌که سیگنال‌های ورودی و خروجی شبکه فیدبک مدار امیتر مشترک شکل زیر در دو حالت ورودی و خروجی به‌طور جداگانه بررسی کنید و شکل‌های زیر الف و ب به‌وجود می‌آید. این شکل‌ها سیگنال‌های ورودی و خروجی دو سر سیم‌پیچ LF_1 و LF_2 را در دو نیم سیکل منفی و مثبت نشان می‌دهد که نسبت به نقطه G در فاز مخالف هم قرار دارند. سیگنال دوسر XL_2 که تضعیف شده سیگنال خروجی است و به ورودی تقویت‌کننده برگشت داده می‌شود.



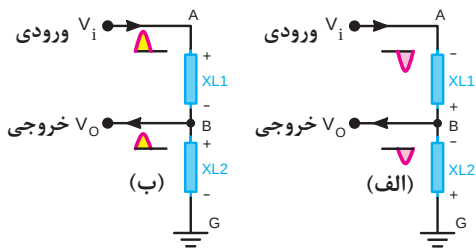
سیگنال‌های ورودی و خروجی برای دو حالت مدار امیتر مشترک

اگر تقویت‌کننده دارای آرایش بیس مشترک باشد در این‌صورت بین سیگنال ورودی و خروجی آن اختلاف فازی وجود ندارد در اینصورت شبکه برگشتی هم نباید اختلاف فازی بین سیگنال ورودی و خروجی ایجاد نماید. شکل تقویت‌کننده را به‌صورت بلوکی و مدار تعیین فرکانس را برای آرایش بیس مشترک نشان می‌دهد.



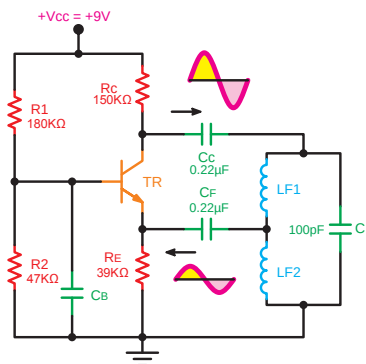
تقویت‌کننده بیس مشترک و شبکه برگشتی

درصورتی‌که سیگنال‌های ورودی و خروجی شبکه فیدبک مدار بیس مشترک را در دو حالت ورودی و خروجی به‌طور جداگانه بررسی کنیم شکل الف و ب به وجود می‌آید. در این شکل‌ها LF_1 و LF_2 در فرکانس کار معادل راکتانس XL_1 و XL_2 در نظر گرفته شده‌اند. مشاهده می‌شود همواره پتانسیل A نسبت به G با پتانسیل B نسبت به G هم فاز است.



شکل پتانسیل نقاط A و B نسبت به G برای دو حالت مدار بیس مشترک

در شکل مقابل یک نوسان‌ساز هارتلی ترسیم شده است. مدار تعیین کننده فرکانس در نوسان‌ساز هارتلی پیچیدگی خاصی دارد. در شکل سیم‌پیچ‌های LF_1 و LF_2 دارای تأثیر متقابل روی یکدیگر هستند چرا که روی یک هسته پیچیده شده‌اند.



شکل مدار نوسان‌ساز هارتلی

تشریح عملکرد مدار: مدار تقویت‌کننده این نوسان‌ساز به‌صورت بیس مشترک بسته شده است. خازن‌های C_C و $C_{F۲}$های کوپلاژند که مانع تداخل ولتاژ DC بین ورودی و خروجی می‌شوند. قسمتی از سیگنال خروجی توسط شبکه تقسیم ولتاژ $LF_۱$ و $LF_۲$ انتخاب و به ورودی اعمال می‌شود. در این مدار یک سر پیچ $LF_۲$ دقیقاً به شاسی متصل شده است و سر دیگر آن به ورودی بر می‌گردد. یک سرسیم‌پیچ $LF_۱$ نیز با $LF_۲$ مشترک می‌شود و سر دیگر آن از طریق خازن کوپلاژ C_C به خروجی وصل می‌شود. بدین ترتیب قسمتی از سیگنال خروجی به ورودی فیدبک می‌شود.چون مدار به صورت بیس مشترک است از این رو اختلاف فازی بین ورودی و خروجی به وجود نمی‌آید و دریافت سیگنال به‌طور مستقیم از مدار تانک موجب فیدبک مثبت می‌شود و مدار به نوسان در می‌آید. خازن C_B پایه بیس را از نظر AC به زمین وصل می‌کند.

فرکانس تولید شده توسط نوسان‌ساز از رابطه $Fr = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{LeqC}}$ به‌دست می‌آید.

L_{eq} سیم‌پیچ معادل مدار است.

ضریب خود القایی = L_{eq}

ضریب القای متقابل = L_{in}

ضریب خود القای هر سیم‌پیچ بر حسب‌هانری است. $LF_۱$ و $LF_۲$

مقدار L_{in} از رابطه زیر محاسبه است.

$$L_{in} = K\sqrt{LF_۱LF_۲}$$

ضریب القای متقابل برحسب هانری = L_{in}

ضریب کوپلاژ بین دو سیم‌پیچ = K

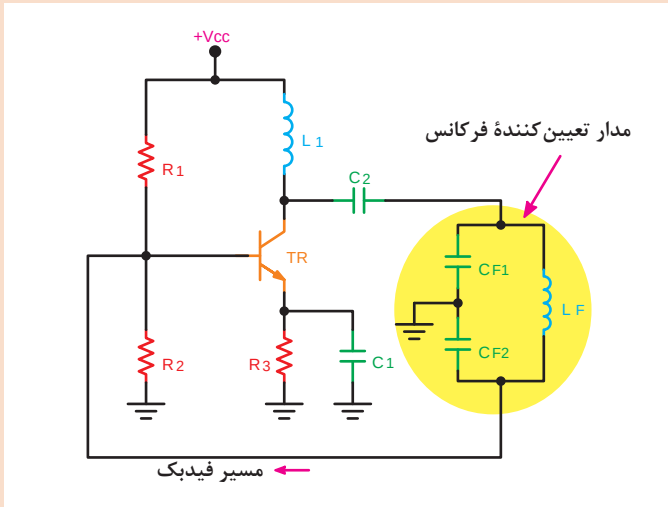
$$K = \frac{\varphi ۲}{\varphi ۱}$$

فعالیت کارگاهی

آزمایش نوسان‌ساز کول پیتس

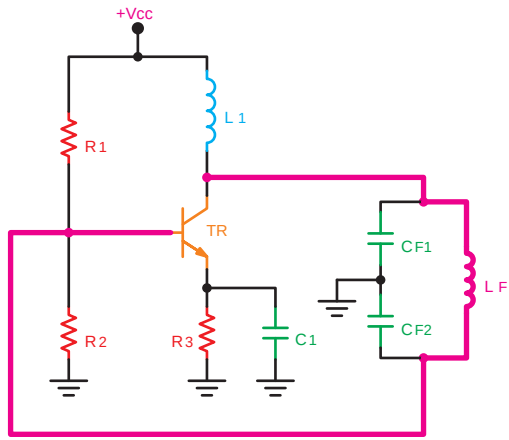
پاسخ:

نوسان‌ساز با فیدبک از طریق تقسیم ولتاژ خازنی: در صورتی که فیدبک مدار از طریق تقسیم ولتاژ توسط خازن صورت گیرد مدار و نوسان‌ساز را کول پیتس می‌نامند. در شکل یک نمونه مدار نوسان‌ساز کول پیتس ترسیم شده است. مدار تقویت‌کننده این نوسان‌ساز از نوع امیتر مشترک است و مشابه مدار آرمسترانگ و هارتلی است. مدار تعیین‌کننده فرکانس مجموعه خازن‌های $C_{F۲}$، $C_{F۱}$ و سیم‌پیچ L_F ست. محل اتصال $C_{F۲}$، $C_{F۱}$ به شاسی متصل شده است تا اختلاف به‌وجود آمده از مدار امیتر مشترک را جبران کند. قسمتی از سیگنال خروجی که در دو سر $C_{F۲}$، قراردارد به ورودی برگشت داده شده است و یک سر خازن $C_{F۲}$، به ورودی اتصال دارد.



مدار نوسان‌ساز کول پیتس

خازن کوپلاژ C_2 مانع عبور DC می‌شود اگر خازن C_2 در مدار وجود نداشته باشد کلکتور ترانزیستور از طریق مسیر مشخص شده در شکل به بیس اتصال می‌یابد و مدار تقویت‌کننده از نظر DC به درستی بایاس نمی‌شود.



وجود نداشتن خازن کوپلاژ C_2 کلکتور را به بیس اتصال می‌دهد.

فرکانس نوسان‌ساز کول‌پیتس: مقدار فرکانس نوسان‌ساز از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$Fr = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{L_F Ceq}}$$

$$\frac{۱}{Ceq} = \frac{۱}{C_{F۱}} + \frac{۱}{C_{F۲}} \Rightarrow Ceq = \frac{C_{F۱}C_{F۲}}{C_{F۱} + C_{F۲}}$$

Fr = فرکانس نوسان‌ساز بر حسب هرتز

L_F = مقدار اندوکتانس بر حسب‌هانری

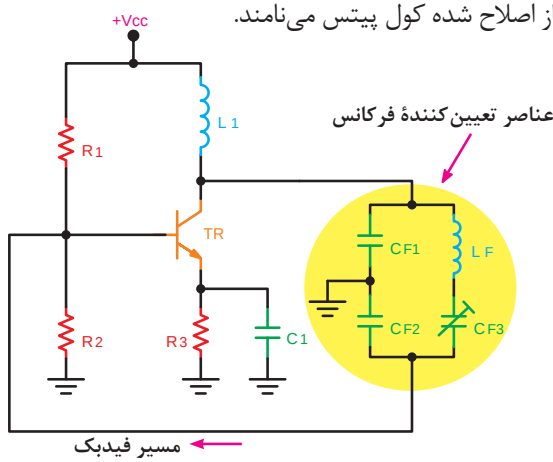
ceq = مقدار ظرفیت معادل برحسب فاراد

$$Ceq = \frac{C_{F۱}C_{F۲}}{C_{F۱} + C_{F۲}}$$

$$Fr = \frac{۱}{۲\pi\sqrt{L_F Ceq}}$$

دانش‌افزایی

نوسان‌ساز کلاپ: با تغییر کوچکی در نوسان‌ساز کول پیتس نوسان‌ساز جدیدی به‌وجود می‌آید که آن را نوسان‌ساز کلاپ می‌نامند. در شکل زیر مدار نوسان‌ساز کلاپ ملاحظه می‌کنید. در این مدار خازن $C_{F۳}$ به‌صورت سری با L_F قرار دارد. این خازن دارای ظرفیت کم است و با سلف L_F به‌صورت سری قرار می‌گیرند. اصطلاحاً این خازن را تریمر می‌نامند. خازن تریمر را با نماد نشان می‌دهند و برای تنظیم فرکانس تولید شده توسط نوسان‌ساز به‌کار می‌رود. به علت وجود خازن $C_{F۳}$ نیازی به خازن کوپلاژ در مسیر کلکتور به شبکه برگشتی (مدار تعیین فرکانس) نیست. این نوع نوسان‌ساز را نوسان‌ساز اصلاح شده کول پیتس می‌نامند.



نوسان‌ساز کلاپ

فرکانس نوسان‌ساز کلاپ: مقدار فرکانس رزونانس این نوسان‌ساز تابع هر سه خازن C_{F1} و C_{F2} و C_{F3} می‌شود. مقدار فرکانس این نوسان‌ساز از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_F Ceq}}$$

Fr = فرکانس رزونانس برحسب هرتز

L_F = ضریب خود القایی مدار تانک بر حسب‌هانری

ceq = ظرفیت خازنی معادل برحسب فاراد

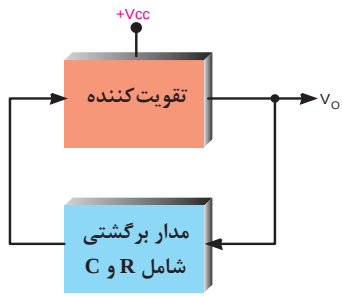
$$Ceq = \frac{C_{F1}C_{F2}}{C_{F1} + C_{F2}}$$

در جدول زیر مشخصات انواع نوسان‌سازهای LC به اختصار آمده است.

جدول مشخصات انواع نوسان‌سازهای LC

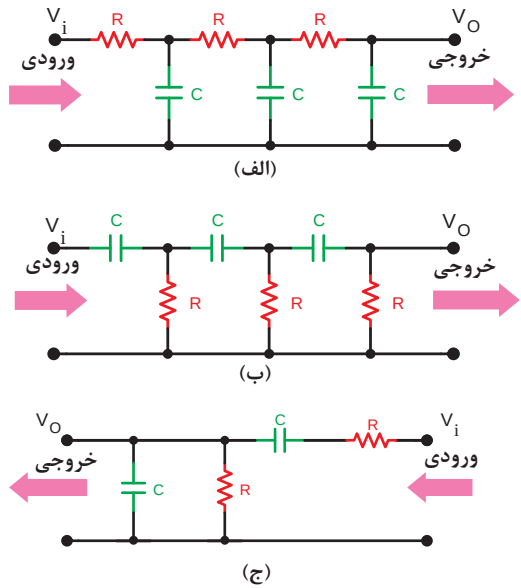
نوسان‌ساز	مشخصهٔ ویژه	مقدار فرکانس
آرمسترانگ Armstrong	فیدبک خروجی به ورودی از طریق ترانسفورماتور صورت می‌گیرد سیم‌پیچ ثانویه را تیکلر کویل نیز می‌نامند.	$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}$
هارتلی Hartly	استفاده از تقسیم‌کننده ولتاژ سلفی در مدار فیدبک	$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq} C}}$
کول پیتس Colpitts	استفاده از تقسیم‌کننده ولتاژ خازنی در مدار فیدبک	$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_F C_{eq}}}$
کلاپ Clapp	نوع اصلاح شدهٔ نوسان‌ساز کول‌پیتس، اضافه شدن یک خازن به‌صورت سری با سیم‌پیچ مدار تانک	$F_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_F C_{eq}}}$

نوسان‌ساز RC: در این نوسان‌سازها دو قسمت تقویت‌کننده و مدار برگشتی وجود دارد. مدار برگشتی معمولاً از R و C تشکیل می‌شود.



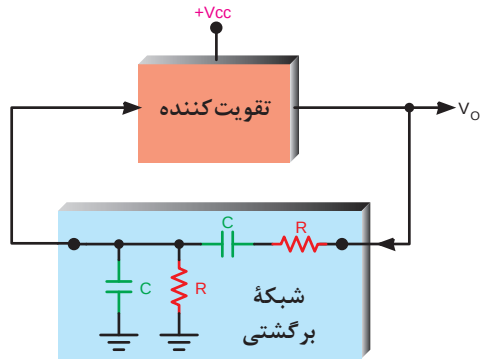
مدار بلوکی نوسان‌ساز RC

مانند سایر نوسان‌سازها لازم است دو شرط اصلی ایجاد نوسان یعنی اصل بارک‌هازون و فیدبک مثبت برقرار شود تا نوسان پایداری را ایجاد کند.
شکل زیر الف و ب و ج آرایش‌های مختلف شبکه RC را نشان می‌دهد.
این نوسان‌سازها برای تولید فرکانس‌های تا حدود ۱۰۰ KHZ مناسب هستند.



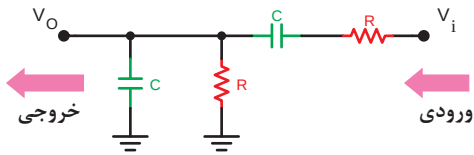
شبکه RC

نوسان‌ساز پل‌وین: نوسان‌ساز پل‌وین یک مولد سیگنال سینوسی با اعوجاج کم است. مدار این نوسان‌ساز از یک تقویت‌کننده و شبکه برگشتی RC تشکیل می‌شود.
شکل نماد بلوکی تقویت‌کننده و شبکه برگشتی نوسان‌ساز را نشان می‌دهد.



نماد بلوکی و شبکه برگشتی نوسان‌ساز پل وین

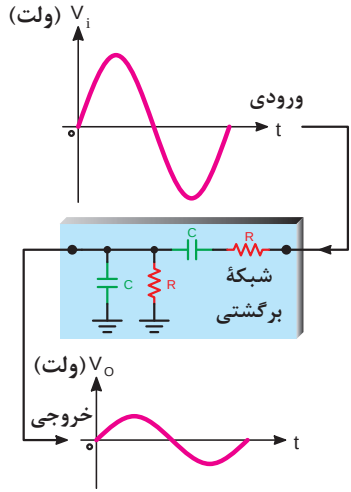
شبکه برگشتی شامل یک مدار R و C سری و یک مدار R و C موازی مطابق شکل زیر است.



شبکه برگشتی نوسان‌ساز

این مدار دامنه سیگنال ورودی خود را در فرکانس خاص نوسان‌ساز به اندازه $\frac{۱}{۳}$ تضعیف می‌کند در این مدار بین سیگنال‌های ورودی و خروجی هیچ اختلاف فازی به وجود نمی‌آید.

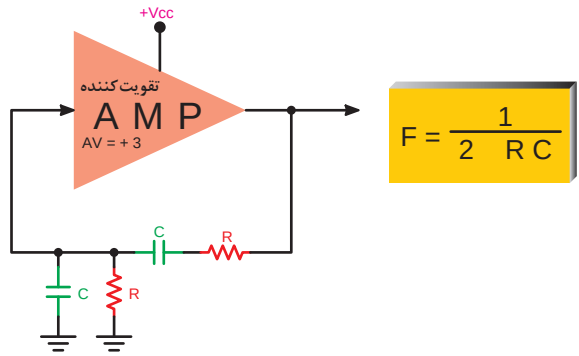
یعنی اگر به‌عنوان مثال دامنه سیگنال ورودی برگشتی ۳ولت باشد سیگنال خروجی دارای دامنه ۱ ولت است و بین سیگنال ورودی و خروجی هیچ اختلاف فازی وجود ندارد. شکل زیر این مطلب را نشان می‌دهد.



موج ورودی و خروجی شبکه RC

برای برقرای اصل بارک‌هازون($A_V.B_V=۱$) باید تقویت‌کننده مدار دارای بهره ولتاژ ۳+ باشد تا مدار نوسان کند.شکل زیرمدار کلی نوسان‌ساز پل وین را نشان می‌دهد.

فرکانس نوسان‌ساز پل وین از رابطه $F=\frac{۱}{۲\pi RC}$ به‌دست می‌آید.



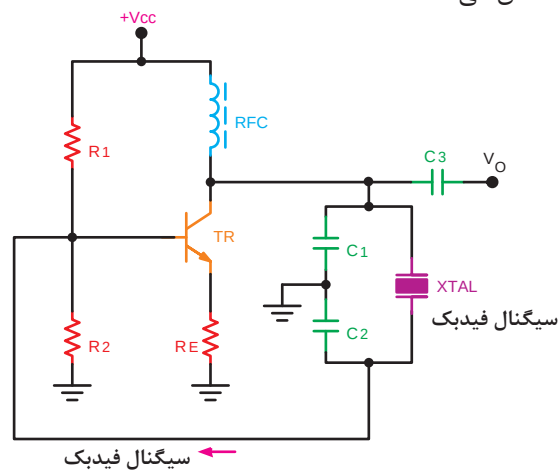
مدار کلی نوسان‌ساز پل وین

نوسان‌ساز کریستالی: عواملی نظیر درجه حرارت تغییرات ولتاژ و سایر کمیت‌ها می‌تواند فرکانس نوسان را در یک نوسان‌ساز تغییر دهد. برای پایداری فرکانس از نوسان‌ساز کریستالی استفاده می‌کنند.

هر قطعه کریستال با توجه به برش و شکل مکانیکی آن می‌تواند در یک فرکانس کاملاً ثابت به ارتعاش در آید.

در نوسان‌ساز کریستالی، کریستال در مدار تعیین فرکانس یا در مسیر فیدبک قرار می‌گیرد و فقط به فرکانس رزونانس خود اجازه عبور می‌دهد.

شکل زیر یک نوسان‌ساز کریستالی را که کریستال در مدار تعیین فرکانس قرار گرفته است نشان می‌دهد.



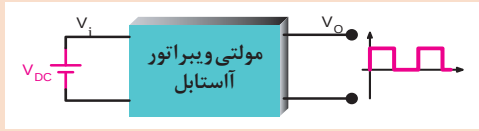
یک نمونه نوسان‌ساز کریستالی

فعالیت کارگاهی

نوسان‌ساز موج مربعی (مولتی‌ویبراتور)

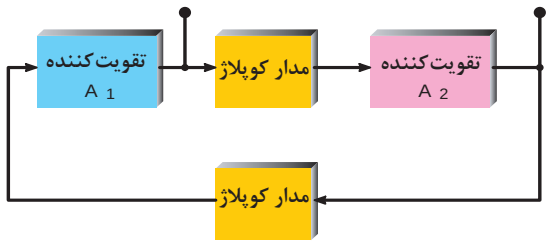
پاسخ:

یکی از اجزای اصلی مدارهایی که با پالس سروکار دارند و عمل کلیدزنی در آنها انجام می‌شود مولتی‌ویبراتور است.مولتی ویبراتورها بسته به نوعشان کارهای مختلفی از قبیل تولید موج مربعی و ایجاد پالس‌هایی با عرض معین و غیره انجام می‌دهند. شکل زیر یک نوع مولتی ویبراتور را به‌صورت بلوکی و شکل موج خروجی آن نشان می‌دهد. به مولتی ویبراتور چند ارتعاشگر نیز می‌گویند. مولتی ویبراتورها انواع مختلفی دارند که یک نوع آن مولتی ویبراتور بی‌ثبات یاآاستابل نام دارد که به تشریح مدار آن می‌پردازیم:



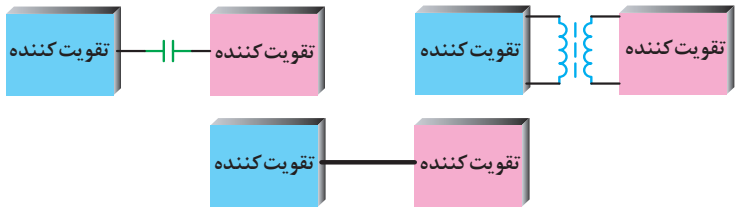
بلوک دیاگرام مولتی ویبراتور آاستابل و موج خروجی آن

بلوک دیاگرام کلی مولتی‌ویبراتورها: در شکل زیر بلوک دیاگرام کلی مولتی‌ویبراتورها ترسیم شده است هر مولتی‌ویبراتور از دو تقویت‌کننده و دو مدار کوپلاژ تشکیل شده است.



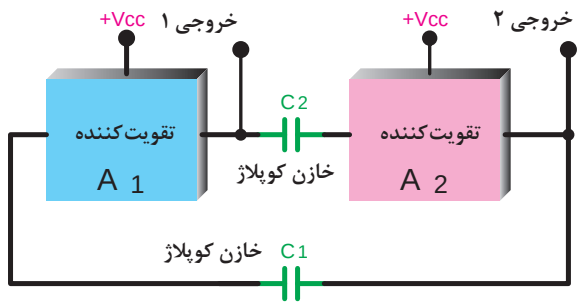
بلوک دیاگرام کلی مولتی ویبراتور

نوع کوپلاژ می‌تواند خازنی و سلفی یا مستقیم باشد. شکل‌های زیر انواع کوپلاژ را بین دو طبقه تقویت‌کننده نشان می‌دهد.



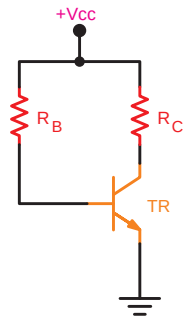
کوپلاژ مستقیم

بلوک دیاگرام مولتی‌ویبراتور آاستابل: در مولتی‌ویبراتور آاستابل معمولاً کوپلاژ دو طبقه تقویت‌کننده از نوع خازنی است. شکل زیر تقویت‌کننده را به‌صورت بلوکی خازن کوپلاژ بین دو طبقه تقویت‌کننده را نشان می‌دهد. سیگنال خروجی هر تقویت‌کننده به وسیلهٔ خازن کوپلاژ به ورودی تقویت‌کننده دیگر اتصال می‌یابد.



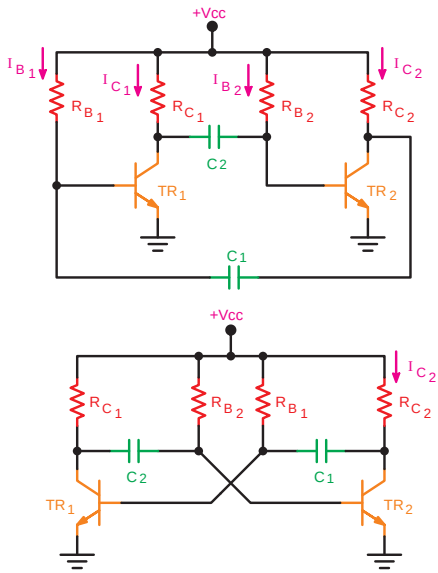
مولتی ویبراتور و خازن کوپلاژ بین دو طبقه

مدار تقویت‌کننده در مولتی‌ویبراتور آاستابل: تقویت‌کننده مولتی ویبراتور آاستابل معمولاً یک تقویت‌کننده بایاس بیس با یک منبع ولتاژ مطابق شکل زیر است. نقطه کار این تقویت‌کننده در منطقه فعال و نزدیک به اشباع در نظر گرفته می‌شود.

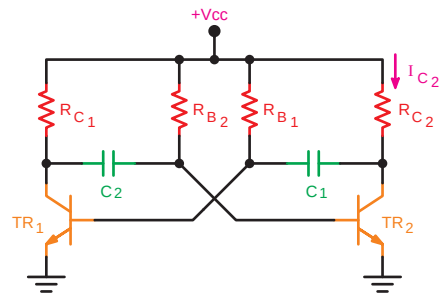


تقویت‌کننده در مولتی ویبراتور

مدار مولتی‌ویبراتور آاستابل: مدار مولتی‌ویبراتور آاستابل به‌صورت شکل زیر است.



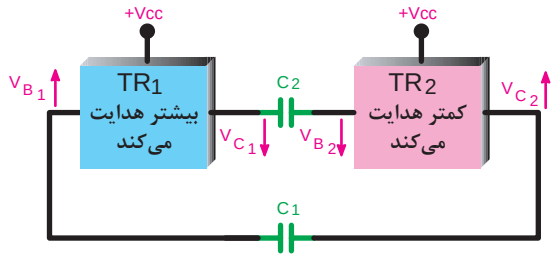
طرز کار مدار: بعد از وصل منبع تغذیه هر دو ترانزیستور می‌توانند به‌طور یکسان در ناحیه هدایت کار کنند. اگر کلیه شرایط و مشخصات در مدار تقویت‌کننده یکسان باشد مدار بدون نوسان باقی می‌ماند.



هر دو تقویت‌کننده از منبع تغذیه جریان می‌کشند.

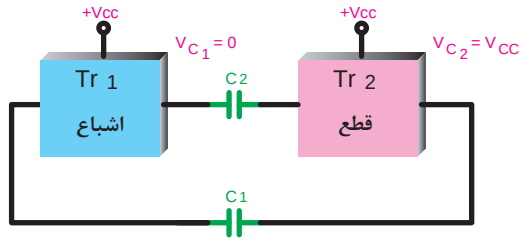
اما در عمل چنین پدیده‌ای امکان‌پذیر نیست زیرا عواملی نظیر خطای مقاومت‌ها یا یکسان نبودن β ترانزیستورها سبب می‌گردد یک ترانزیستور بیش از ترانزیستور دیگر هدایت کند و از کلکتور آن جریان بیشتری عبور نماید. مثلاً ترانزیستور TR_1 هادی‌تر از ترانزیستور TR_2 باشد در این‌صورت ولتاژ کلکتور TR_1 (VC_1) کم می‌شود و از طریق خازن C_2 ولتاژ بیس TR_2 را کاهش می‌دهد و هدایت TR_2 را کم می‌کند با کم شدن هدایت TR_2 ولتاژ کلکتور آن یعنی VC_2 افزایش می‌یابد.

در شکل زیر افزایش و کاهش ولتاژها با فلش نشان داده شده است:



TR_1 هدایت بیشتر دارد و TR_2 کمتر هدایت می‌کند.

(↑معرف افزایش ولتاژ ↓ معرف کاهش ولتاژ) افزایش ولتاژ کلکتور TR_2 از طریق خازن C_1 پتانسیل بیس TR_2 را زیاد می‌کند و TR_1 هادی‌تر می‌گردد تا سرانجام TR_1 به اشباع می‌رود و TR_2 قطع می‌گردد.



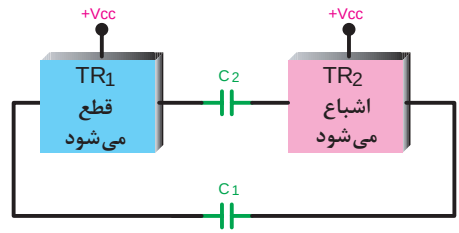
TR_1 اشباع و TR_2 قطع است.

در زمان اشباع‌بودن TR_1 و قطع بودن TR_2 مقدار ولتاژ کلکتورامیتر (V_{CE}) ترانزیستورها به‌صورت زیر است:

$$VCE_{Tr1} \simeq 0 \qquad VCE_{Tr2} \simeq V_{CC}$$

قطع و اشباع بودن ترانزیستورها پایدار نمی ماند و از طریق شارژ و دشارژ خازن‌های مدار ترانزیستوری که در حالت قطع قرار دارد به اشباع می‌رود و ترانزیستوری که به‌صورت اشباع است به حالت قطع بر می‌گردد.

در شکل زیر تغییر وضعیت ترانزیستور در بلوک مدار تقویت‌کننده نشان داده شده است.



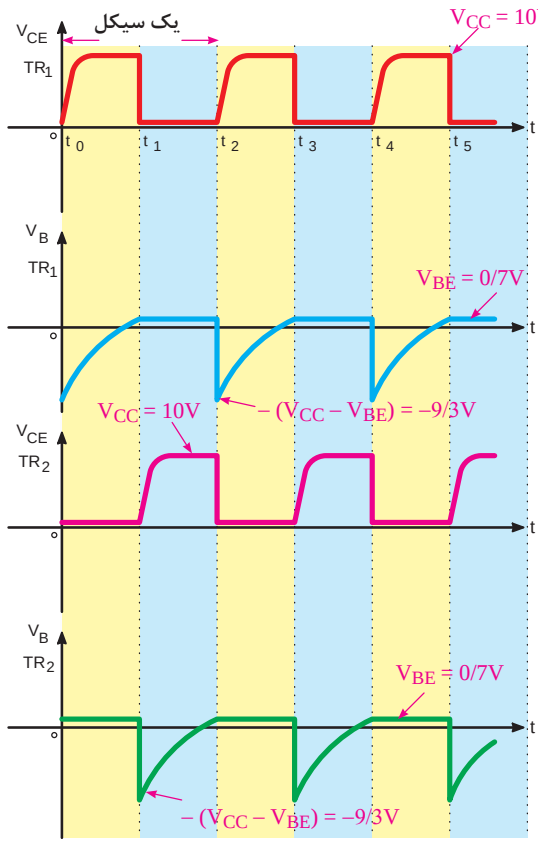
TR_1 قطع و TR_2 اشباع شده است.

در این حالت ولتاژ کلکتور ترانزستورها به‌صورت زیر است.

$V_{CE}TR_1 = V_{CC}V_{CE}TR_2 \cong 0$

این سیکل به‌طور نامحدود تکرار می‌شود. به‌دلیل پیچیدگی موضوع از تشریح بیشتر مدار و وضعیت پتانسیل بیس ترانزیستورها در حالت‌های مختلف صرف نظر نموده‌ایم.

شکل موج ترانزیستورها در مولتی‌ویبراتور: چون ولتاژ کلکتور ترانزیستور قطع برابر V_{CC} و ولتاژ کلکتور ترانزیستور اشباع تقریباً صفر است لذا از کلکتور ترانزیستورها می‌توان موجی مربعی مطابق شکل زیر دریافت نمود. در این شکل ولتاژ بیس ترانزیستورها رسم شده است.



شکل موج ولتاژ نقاط مختلف مولتی ویبراتور

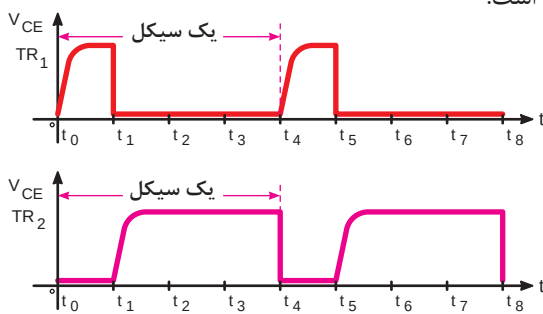
نکته

ولتاژ قطع منفی بیس ترانزیستور از طریق ولتاژ شارژ خازن‌ها به‌دست می‌آید.

فرکانس مولتی‌ویبراتور بی‌ثبات: پریود نوسان‌های ایجاد شده توسط مولتی‌ویبراتور از رابطه $T = ۰/۷(R_{B۱}C_{۱} + R_{B۲}C_{۲})$ به‌دست می‌آید. لذا فرکانس نوسان‌ها از رابطه $F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۰/۷(R_{B۱}C_{۱} + R_{B۲}C_{۲})}$ محاسبه می‌گردد.

اگر $R_{B۱} = R_{B۲} = R_B$ و $C_{۱} = C_{۲} = C$ موج مربعی ایجاد شده کاملاً متقارن است: در این صورت می‌توان فرکانس موج را از رابطهٔ $F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{۱/۴R_BC}$ به‌دست آورد.

چنانچه $R_{B۱}$ با $R_{B۲}$ یا $C_{۱}$ با $C_{۲}$ برابر نباشد موج مربعی نامتقارن و به‌صورت شکل‌های زیر است.



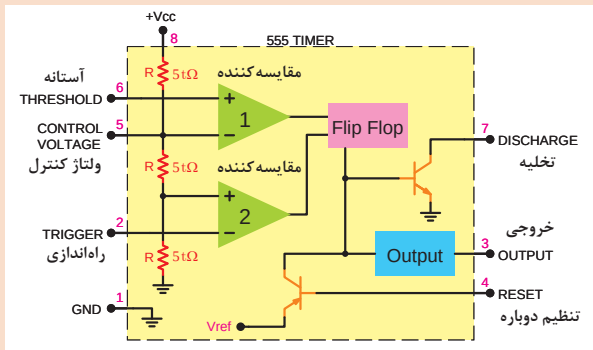
شکل موج کلکتور ـ امیتر ترانزیستور

تحقیق کنید

در مورد نوسان‌ساز موج مربعی با آی‌سی ۵۵۵ تحقیق کنید:

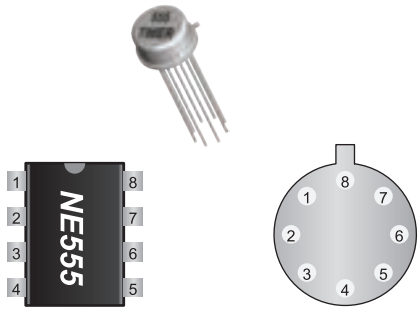
پاسخ:

یکی از آی‌سی‌های نسبتاً مشهور که مولد موج مربعی است و در صنعت الکترونیک کاربرد زیادی دارد آی‌سی ۵۵۵ است. از این آی‌سی می‌توان در مدار نوسان‌ساز مربعی در تایمرها در مدارهای آژیر و غیره استفاده نمود. مدار داخلی آی‌سی به‌صورت بلوکی شکل زیر است.



بلوک دیاگرام مدار داخلی آی‌سی ۵۵۵

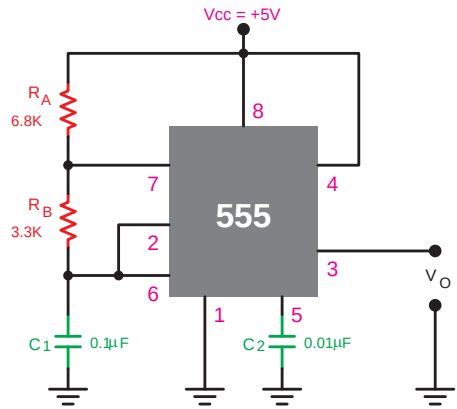
محفظه آی‌سی: آی‌سی ۵۵۵ به دو صورت DIP,TO_۹۹ ساخته می‌شود. در شکل زیر نوع محفظه‌ها و شماره پایه‌های آی‌سی مشخص شده است. شماره و نام پایه‌ها و شرح مختصر عملکرد پایه‌ها در آی‌سی ۵۵۵ در جدول زیر آمده است.



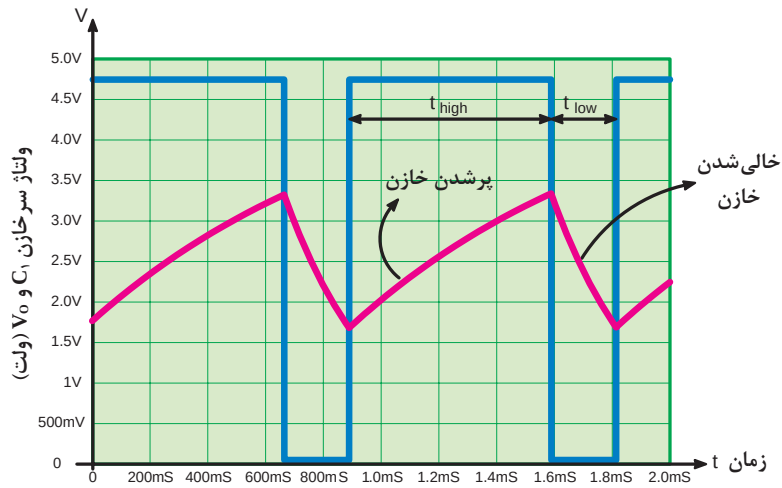
نوع محفظه‌ها و شماره آی‌سی ۵۵۵

شمارهٔ پایه	نام پایه	معادل انگلیسی پایه	عملکرد پایه به اختصار
۱	مشترک یا زمین	GND	پایهٔ زمین یا پایهٔ مشترک آی‌سی است.
۲	راه‌انداز	Trigger	ولتاژ این پایه سطح خروجی آی‌سی را در پایین یا بالا تعیین می‌کند.
۳	خروجی	output	از این پایه سیگنال خروجی آی‌سی دریافت می‌شود.
۴	تنظیم دوباره	Reset	از طریق ولتاژ این پایه می‌توان اثر فرمان داده شده از پایه ۲ را خنثی نمود. اگر از این پایه استفاده نشود پایه باید به VCC+ وصل شود.
۵	ولتاژ کنترل	control voltage	از این پایه می‌توان سطح ولتاژ راه‌انداز و آستانه را تغییر داد.
۶	آستانه	threshold	از طریق این پایه می‌توان میزان شارژ خازن C_1 را کنترل نمود.
۷	تخلیه	Discharge	تخلیه خازن C_1 از طریق این پایه انجام می‌گیرد.
۸	تغذیهٔ مثبت یا VCC+	+VCC	محل اتصال تغذیهٔ (VCC+) مقدار VCC بین ۵ تا ۱۸ ولت است.

در شکل زیر مدار یک مولتی ویبراتور آاستابل توسط آی‌سی ۵۵۵ ترسیم شده است. عملکرد قطعات این IC تا حدودی مشابه عملکرد مولتی ویبراتورها است. شکل موج ولتاژ خازن C_1 و V_O به‌صورت شکل زیر است.

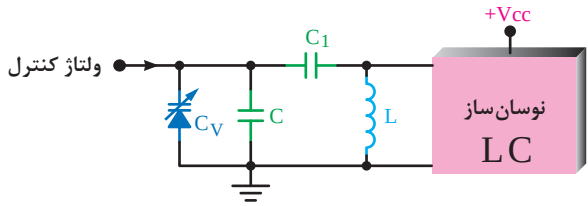


مدار یک نوسان‌ساز موج مربعی با آی‌سی ۵۵۵



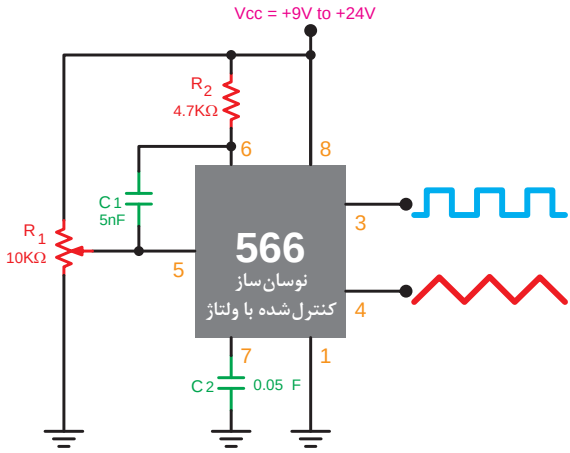
نوسان‌ساز VCO (Voltage controlled oscillator)

اسیلاتور VCO یک نوع نوسان‌ساز الکترونیکی است که فرکانس آن توسط ولتاژ DC ورودی تغییر می‌یابد. در فرکانس‌های بالا عنصر کنترل شونده با ولتاژ معمولاً دیود و رکتور است. این دیود به مدار تانک اسیلاتور LC متصل است. در شکل زیر نوسان‌ساز LC به‌صورت بلوکی و مدار رزونانس آن همراه با دیود خازنی رسم شده است. با تغییر ولتاژ کنترل ظرفیت دیود خازنی تغییر می‌کند و خازن معادل مدار تانک را تغییر می‌دهد و فرکانس نوسان‌ساز تغییر می‌کند.



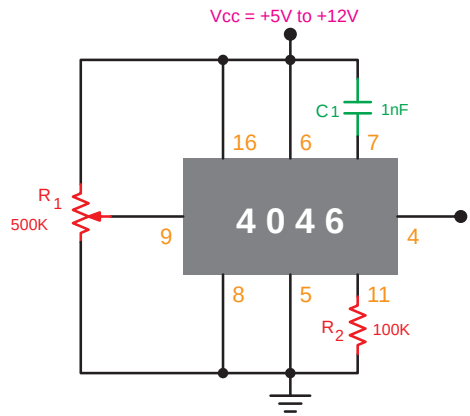
نوسان‌ساز با دیود خازنی

شکل زیر یک نوسان‌ساز VCO را که توسط آی‌سی ۵۶۶ دو نوع مربعی و مثلثی را تولید نموده است نشان می‌دهد. ولتاژ کنترل از طریق پتانسیومتر R_1 به پایه ۵ آی‌سی اعمال می‌شود.



نوسان‌ساز کنترل شده با ولتاژ (VCO)

مدار یک نمونه دیگر نوسان‌ساز VCO با استفاده از آی‌سی ۴۰۴۶ در شکل زیر رسم شده است. فرکانس سیگنال خروجی در محدوده شنوایی و حدود ۱کیلوهرتز تا ۱۸کیلوهرتز است. با تغییر پتانسیومتر می‌توان فرکانس موج خروجی را تغییر داد. برای شنیدن سیگنال صوتی خروجی مدار را باید به آمپلی‌فایر وصل نمود.



یک نمونه نوسان‌ساز VCO با آی‌سی۴۰۴۶

نحوه تنظیم گزارش

گزارش کار پروژه از مستنداتی است که می‌تواند در آینده برای هنرجویان مورد استفاده قرار گیرد و پلی برای ارتباط با دنیای کار باشد. در زیر مشخصات گزارش پروژه بیان می‌شود. ضمناً زمانی پروژه قابل ارائه خواهد بود که گزارش آن بر مبنای دستورالعمل زیر تنظیم شده باشد.

- روی جلد پروژه باید نام پروژه، نام هنرجو، نام استاد پروژه نام هنرستان و سال تحصیلی مربوطه قید شود.

هنرستان

پروژه مخابرات رادیو

فیلترها

استاد پروژه: استاد...

تنظیم روی جلد پروژه

- در صفحه اول پروژه «بسم الله الرحمن الرحیم» با فونت مناسب آورده شود.
- در صفحهٔ دوم پروژه طرح روی جلد تکرار شود.

- صفحات سوم و چهارم به فهرست پروژه اختصاص داده شود.

فهرست

عنوان	صفحه
۱. ...	
۲. ...	

فهرست پروژه

- در صفحهٔ پنجم عنوان پروژه با فونت درشت حروف‌نگاری شود.
- در صفحهٔ ششم مقدمه‌ای راجع به‌پروژه و سبب انتخاب موضوع، کاربرد و مشکلات مرتبط با آن آورده شود. در این مقدمه می‌توانید از کسانی که با آنان همکاری کرده‌اید تشکر نمایید و حتی می‌توانید آن را به اعضا یا فرد مورد علاقهٔ خود تقدیم کنید، مثلاً بنویسید:

این پروژه را به پدرم و مادرم تقدیم می‌کنم تا شاید توانسته باشم جزئی از زحمات آنان را قدردان شوم.

- بعد از مقدمه تشریح نقشهٔ پروژه می‌آید که باید نقشهٔ پروژه نیز در آن ترسیم شود.
- مراحل ساخت پروژه به‌طور دقیق بیان می‌شود. لازم است در فرایند نوشتن گزارش پروژه مسئله صفحه‌بندی و رعایت فونت‌ها و تیترها رعایت شود. به عنوان الگو می‌توانید از روش فهرست‌بندی و تیتربندی کتاب‌های درسی استفاده کنید.
- مشکلات ناشی از فرایند ساخت پروژه در عنوانی مستقل می‌آید و باید به‌طور دقیق تشریح شود.
- طراحی مدار چاپی و نحوهٔ ساخت آن نیز عنوان بعدی خواهد بود. تصاویری از مراحل ساخت مدار چاپی، همچنین تصویر مدار چاپی نهایی ساخته شده را در این قسمت درج نمایید.
- به مراحل مونتاژ و آماده کردن مجموعه نیز عنوان جداگانه‌ای اختصاص دهید و ضمن تشریح و مراحل مونتاژ تصویری را از برد مونتاژ شده بیاورید.
- راه‌اندازی و عیب یابی نیز از عناوینی است که درگزارش پروژه به‌صورت مستقل می‌آید و کلیهٔ فرایندها در آن بیان می‌شود.
- در عنوان پایانی موارد و کاربرد آن به‌طور دقیق بحث می‌شود.
- در صفحهٔ آخر گزارش پروژه منابع و مآخذ استفاده شده با ذکر نام مؤلف و ناشر و سال چاپ به‌طور دقیق می‌آید.

ارزشیابی

عنوان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کاربری تکنیک‌های مخابراتی	بررسی وسایل و قطعات مخابراتی	بستن مدارهای مخابراتی و تجزیه و تحلیل آنها	بالاتر از حد 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 همه شاخص‌های فوق را داشته باشد.	۳
	عملکرد مدارهای مخابراتی		در حد 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 حد 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 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

۱ شرح کار:
- اجزای مخابراتی را بررسی نماید.
- انواع فیلترها را بررسی نماید.
- انواع مدولاسیون را بررسی نماید.
- انواع نوسان‌سازها را بررسی نماید.

۲ استاندارد عملکرد:
بررسی و تجزیه و تحلیل کردن مدارهای کاربردی مخابرات.

۳ شاخص‌ها:
بررسی کامل از مدارهای مخابراتی کاربرد آنها

۴ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:
شرایط: کلاس مناسب همراه با پرده‌نگار باشد.
ابزار و تجهیزات:

۵ 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	کار با انواع مدولاسیون‌ها و کاربرد آنها	۱	
۴	کار با انواع نوسان‌سازها و کاربرد آنها		
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و... 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.

فصل ۵

کاربری سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی

مشخصات کلی کار

نوع درس: نظری ـ عملی
کل ساعت: ۶۰ ساعت
ساعت نظری: ۲۰ ساعت
ساعت عملی: ۴۰ ساعت

روش تدریس فصل

۱ در جلسه اول، به مقدماتی که در محتوای پودمان ارائه شده پرداخته می‌شود تا هنرآموز با موضوعات درسی آشنا شود.
۲ نکات ایمنی و فنی، همراه با دلایل آن در کارگاه بررسی شده و از هنرجویان خواسته شود در مباحث کلاسی و تمرینات کارگاهی شرکت نمایند. این امر موجب می‌شود تا بتوانند نکات را به خوبی فراگرفته و برای همیشه به‌خاطر بسپارند.
۳ برای تدریس بهتر این پودمان هنرآموز از روش تدریس کلاس معکوس استفاده کند؛ یعنی از هنرجویان بخواهید مطالب را در منزل از طریق اینترنت یا کتاب‌های مرتبط با سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی، مطالعه و یاد گرفته و در کلاس و کارگاه با هدایت هنرآموز به پرسش‌ها و تمرینات پاسخ دهد.
۴ پیشنهاد می‌گردد هنرآموز برای توضیحات تکمیلی مطالب پودمان، موارد ذکر شده در بخش‌های دانش‌افزایی را مورد توجه قرار داده و هنگام آموزش آنها را به‌کار گیرد.
۵ با هدف تقویت مهارت‌های پژوهشی هنرجویان و نیز درک بهتر مطالب، از آنان خواسته شود تحقیق و گزارشات خود را به‌صورت دست‌نویس روی کاغذ نوشته و ارائه دهند و تا جای ممکن از کپی‌کردن مطالب اینترنت به‌صورت تایپ شده، آماده و خام خودداری شود.
۶ فعالیت‌هایی از قبیل «فکر کنید»، «بحث کنید» و... به‌منظور ترغیب هنرجویان در به‌کارگیری اطلاعات، دانسته‌ها و تجربیات آنان است. سعی کنید این فعالیت‌ها به دقت اجرا شود و در پایان هر فعالیت، یک بحث کوتاه تکمیلی داشته باشید.
۷ از هنرجویان خواسته شود تمامی فعالیت‌های کارگاهی را انجام دهند.

سؤال‌های پیشنهادی

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

دانش‌افزایی

ایستگاه‌های زمینی سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی

سامانه GMDSS به‌منظور ایجاد حداکثر پوشش ارتباطی در تمام نقاط دنیا و بالا بردن ضریب ایمنی دریایی، از سامانه‌های ارتباطی متعددی که در سطح جهان فعالیت می‌کنند سرویس گرفته و از امکانت آنها بهره‌برداری می‌کند. از جمله این سامانه‌ها می‌توان به ماهواره‌های Inmarsat و Cospass Sarsat اشاره کرد.

Land Earth Station (LES): این ایستگاه متعلق به بخش زمینی سامانه ارتباطی Inmarsat می‌باشد. اینمارست یک شرکت ارتباطات ماهواره‌ای بریتانیایی است که خدمات تلفن همراه جهانی را ارائه می‌دهد. این سرویس تلفن و داده را به کاربران سراسر جهان از طریق پایانه‌های قابل حمل یا تلفن همراه که با ایستگاه‌های زمینی از طریق ماهواره‌های مخابراتی ۱۳ماهه ارتباط برقرار می‌کند، فراهم می‌کند. شبکه Inmarsat خدمات ارتباطات را به طیف وسیعی از دولت‌ها، سازمان‌های کمک، رسانه‌ها و کسب و کار (به‌خصوص در حمل و نقل دریایی، شرکت‌های هواپیمایی و صنایع معدنی) که نیاز به ارتباط در مناطق دورافتاده یا جایی که هیچ شبکه قابل‌اعتماد زمینی وجود ندارد، ارائه می‌دهد.

Local User Terminal (LUT): این ایستگاه متعلق به بخش زمینی سامانه Cospass Sarsat می‌باشد. برنامه بین‌المللی کاسپاس ـ سارسات ابتکار عمل جست‌وجو و نجات ماهواره‌ای است. این سازمان به‌عنوان یک سازمان مشارکتی غیردولتی، غیرانتفاعی، بین‌دولتی، بشردوستانه از ۴۴ کشور و سازمان (سازمان دیده‌بان حقوق‌بشر) سازمان یافته است. این سیستم به‌منظور کشف و تعیین موقعیت مکانی سامانه‌های رادیویی فعال‌شده توسط افراد، هواپیماها و یا کشتی‌های گرفتارشده در حالت اضطراری اختصاص داده شده است. این سامانه قادر است اطلاعات هشدار را به مراجع مربوطه ارسال نماید.

این سیستم از یک شبکه ماهواره‌ای استفاده می‌کند که پوشش را در هر نقطه از زمین فراهم می‌کند. هشدارهای اضطراری شناسایی شده و بدون اینکه هزینه‌ای دریافت شود، به بیش از ۲۰۰ کشور و سرزمین فرستاده می‌شود. Cospas_Sarsat توسط کانادا، فرانسه، ایالات‌متحده و اتحاد جماهیر شوروی سابق در سال ۱۹۷۹ تصریح و آغاز به‌کار کرد. اولین نجات با استفاده از تکنولوژی Cospas_Sarsat در سپتامبر ۱۹۸۲ رخ داد.

Mission Control Center (MCC): در حالت پوشش جهانی، داده‌های رادیویی که روی ماهواره پردازش شده است ذخیره می‌شود و زمانی که در نظر گرفته می‌شود به‌طور مداوم به LUT ارسال می‌شود. بنابراین، هر چراغ نشان‌دهنده تمام LUTها است که موجب کاهش در زمان پردازش می‌شود. برای جلوگیری از انتقال غیرضروری

داده‌های یکسان از تعدادی از LUTها، داده‌های گسترده در شبکه MCC مرتب شده و به RCC مناسب ارسال می‌شوند.
ایستگاه MCC یک ایستگاه کنترل برای یک یا چند LUT در یک کشور است. نه‌تنها فرایند MCC و داده‌های Beacon منطقی را از LUT دریافت می‌کند، ایستگاه به‌عنوان ارتباط با MCC در سایر کشورها عمل می‌کند. MCC واقع در ایالات متحده آمریکا، نقطه کانونی برای هماهنگی عملیات فضاپیمای SARSAT است. این توزیع داده‌های فصلی، پردازش داده‌ها کالیبراسیون زمان را انجام می‌دهد و این نتایج را به دیگر MCCها منتقل می‌کند. در حال حاضر تعداد ۹ ایستگاه MCC در حال انجام وظیفه هستند، چهار نفر دیگر تحت آزمایش قرار می‌گیرند و ۴ نفر دیگر برنامه‌ریزی شده‌اند. در نهایت این تعداد ۱۷ ایستگاه MCC در ۱۷ کشور فعال خواهند بود. در ۹ کشور نیز ۱۷ ایستگاه LUT وجود دارد، شش آزمایش در پنج کشور انجام می‌شود و هفت نفر دیگر برنامه‌ریزی شده‌اند. بدیهی است که سیستم در حال گسترش است و همچنان این کار را ادامه خواهد داد.

Maritime Rescue Coordination Center (MRCC): مرکز هماهنگی نجات دریایی (MRCC) یک مرکز جست‌وجو و نجات در یک کشور است که توسط پرسنل نظارتی اداره می‌شود و مجهز به هماهنگی و کنترل عملیات جست‌وجو و نجات می‌باشد. MRCC مسئولیت یک منطقه جغرافیایی، شناخته شده به‌عنوان «منطقه جست‌وجو و نجات مسئولیت» (SRR) را به عهده دارد. SRRs توسط سازمان دریایی بین‌المللی (IMO) و سازمان بین‌المللی هوانوردی بین‌المللی (ICAO) تعیین می‌شود. RCCها به‌صورت یک جانبه توسط پرسنل یک سرویس نظامی واحد (به‌عنوان مثال نیروی هوایی یا نیروی دریایی) یا یک سرویس غیرنظامی واحد (به‌عنوان مثال نیروی پلیس ملی یا یک گارد ساحلی) عمل می‌کنند.

Marine Safety Information: سامانه اطلاع‌رسانی ایمنی دریایی (MSI) یک شبکه بین‌المللی برای هماهنگی پخش اطلاعات ایمنی دریایی است. این اطلاعات شامل این موارد است:

- هشدارهای ناوبری؛
- اطلاعات متروولوژیکی (پیش‌بینی‌ها و هشدارها)؛
- هشدارهای اضطراری.

سامانه MSI بخشی از سیستم GMDSS است. هر کشتی، درحالی که در دریا مشغول دریانوردی می‌باشد، باید قادر به انتقال و دریافت اطلاعات ایمنی دریایی باشد. دریافت MSI برای تمام کشتی‌ها رایگان است.
سامانه MSI از طیف وسیعی از وسایل ارتباطی زمینی و ماهواره‌ای استفاده می‌کند. GMDSS از دو سیستم مستقل برای پخش اطلاعات ایمنی دریایی (MSI) پشتیبانی می‌کند:

NAVTEX: رادیو زمینی موج متوسط MF برای پوشش بسیاری از مناطق ساحلی.

Safety Net: با استفاده از Inmarsat_C تماس گروهی پیشرفته (EGC)، مناطق اقیانوس Inmarsat را و از جمله مناطق ساحلی را، پوشش می‌دهد.

برای اطمینان از دریافت اطلاعات ایمنی دریایی توسط تمامی کشتی‌ها در یک منطقه خاص دریایی و موضوع خاص، بسیاری از سامانه‌های اطلاع‌رسانی MSI، تحت هماهنگی IMO، برای یک زمان خاص، در ایستگاه زمین و منطقه اقیانوس برنامه‌ریزی شده‌اند.

تمام هشدارهای ناوبری و پیش‌بینی‌های هواشناسی اعلان‌های پخش‌شده با اولویت ایمنی است که باعث اعلام خطر یا هشدار در گیرنده نمی‌شود. هشدارهای هواشناسی و هشدارهای اضطراری ساحلی به کشتی، اعلان‌های برنامه‌ریزی نشده با اولویت فوری یا اضطراری (پخش در هنگام دریافت) است که باعث اخلال در گیرنده می‌شود.

انتقال اطلاعات ایمنی دریایی از کشتی به ساحل نیز امکان‌پذیر است. این اطلاعات ممکن است با استفاده از هرگونه وسیله مخابراتی موجود در کشتی انجام شود. به‌طور معمول، تماس انتخابی دیجیتال یا DSC با MF / HF یا VHF یا یکی از خدمات Inmarsat انجام می‌شود. سامانه Inmarsat دارای کد مخصوص ۲رقمی است که برای این منظور تعریف شده است.

Coast Radio Station (VHF): یک ایستگاه رادیویی ساحلی (یا به اختصار ایستگاه ساحلی) ایستگاه رادیویی دریایی ساحلی است که ممکن است فرکانس‌های رادیویی اضطراری را مانیتور کرده و ارتباطات کشتی به کشتی و کشتی به زمین را کنترل کند.

ایستگاه ساحلی (ایستگاه رادیویی ساحلی) طبق ماده ۱/۷۵ مقررات رادیویی اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) به‌عنوان «ایستگاه زمینی در سرویس تلفن همراه دریایی» تعریف شده است.

ایستگاه رادیو ساحلی

تحقیق کنید

دستگاه RADAR SART درچه محدوده بسامدی کار می‌کند؟

پاسخ:

فرکانس استفاده شده توسط SART بین ۹/۲ تا ۹/۵ گیگاهرتز بوده و به نام SHF یا Super High Frequency شناخته شده است. عملکرد فرستنده جست‌وجو و نجات Line of Side بوده و بسیار شبیه رادیو VHF است. آنتن‌ها باید بتوانند یکدیگر را ببینند تا به‌طور مؤثر عمل کنند. این به آن معنی است که در هنگام استفاده، هرچه دستگاه SART در ارتفاع بالاتر قرار داشته باشد، به همان مقدار محدوده مؤثر آن افزایش خواهد یافت.

تحقیق کنید

کاربردهای سامانه اینمارسَت سری A و B چه بوده است؟

پاسخ:

سیستم Inmarsat_A: سیستم Inmarsat_A به‌صورت آنالوگ از ماه فوریه سال ۱۹۸۲ شروع به ارائه ارتباطات ماهواره‌ای برای کاربر دریایی می‌کرد. قبل از آن، سرویس مشابهی توسط سازمان COM SAT ارائه شد و به‌عنوان ماریسات شناخته شد. تعداد ارتباطات ایستگاه کشتی ـ زمینی از سال ۱۹۷۶ به میزان زیادی افزایش یافته است. تقاضا برای کانال‌های ماهواره‌ای به این ترتیب افزایش یافته است که منجر به راه‌اندازی ماهواره‌های جدیدتر و قدرتمند با ظرفیت کانال افزایش یافته است. تجهیزات عرشه بالایی (ADE) شامل رادیو SES در اندازه و وزن بیش از دهه گذشته به حدود یک سوم از حجم اصلی آن. با توجه به حجم فروش بالا و تکنیک‌های تولید انبوه، هزینه SES ۱۹۹۴ نیز به کسری از آنچه که ده سال پیش بود کاهش یافته است، در حالی‌که امکانات آن به‌طور قابل‌توجهی بهبود یافته است. یک دهه توسعه در زمینه طراحی الکترونیکی با چندین دهه در برخی رشته‌های دیگر معادل است. مشخصات Inmarsat برای سه کلاس Inmarsat_A SES به شرح زیر ارائه می‌شود:

کلاس ۱:

- تلگراف دوبلکس (تلکس)؛
- تلگراف یک طرفه ساحل به کشتی؛
- تلفن دوطرفه با و بدون محاسبه‌کننده؛
- تلفن همراه یک طرفه یا بدون محاسبه‌کننده‌ها.

کلاس ۲:

- تلفن دوطرفه با یا بدون محاسبه‌کننده؛
- تلفن همراه یک‌طرفه به همراه یا بدون محاسبه‌کننده؛

- تلگراف یک طرفه ساحل به کشتی.

کلاس ۳:

- تلگراف دوبلکس (تلکس)؛
- تلگراف یک طرفه ساحل به کشتی.

سیستم Inmarsat_B: سیستم Inmarsat_B طراحی شده است تا جانشین نهایی سیستم قدیمی Inmarsat_A برای ارائه خدمات حرفه‌ای تلفن همراه حرفه‌ای در قرن بعدی شود. فناوری سیستم Inmarsat_A اکنون سیستم پیری دارد. سیستم به محدودیت مؤثر فناوری آنالوگ گسترش یافته است. تعداد کاربران Inmarsat_A به‌طور چشمگیری افزایش یافته است و نیازهای آنها نیز افزوده شده است. Inmarsat_A از ترافیک بسیار بیشتر پشتیبانی می‌کند تا در طراحی اولیه طراحی شده و در نتیجه تغییر در فناوری دیجیتال جدید، همان‌طور که در سیستم Inmarsat_B استفاده می‌شود، ضروری است. توسعه سیستم مستمر توسط تقاضای مصرف‌کننده هدایت می‌شود؛ برای مثال دسترسی به سیستم بهتر، کیفیت بهتر و خدمات پیچیده‌تر در میان سایر موارد. با تمام این عوامل به هیچ‌وجه از قابلیت‌های سیستم Inmarsat_A که نزدیک به دو دهه از ماهواره‌های ارتباطی ماهواره ای برخوردار بوده است، کاسته نمی‌شود. در واقع، Inmarsat_A همچنان به ارائه خدمات ارتباطی به موازات Inmarsat_B ادامه خواهد داد تا زمانی که کاملاً با سیستم جدید جایگزین شود. سیستم جدید و کاملاً دیجیتال Inmarsat_B در اواخر سال ۱۹۹۳ برای ارائه ارتباطات ماهواره‌ای اصلی بین ایستگاه‌های ثابت (LES) و پایانه‌های تلفن همراه (MES) عملیاتی شد.

عبارت‌های مخفف و اختصار که در سامانه GMDSS به‌کار برده می‌شوند:

AC&I	Acquisition, Construction & Improvement
ADS	Automatic Dependent Surveillance
AMVER	Automated Mutual-assistance Vessel Rescue system
AOR	Atlantic Ocean Region
ARQ	Acknowledge Request (SITOR handshaking mode)
ASP	Acquisition & Support Plan
CAMSLANT	Communications Area Master Station Atlantic
CAMSPAC	Communications Area Master Station Pacific
CC	Command Center (same as Operations Center)
CCIR	International Radio Consultative Committee(Standards Committee of the ITU, renamed ITU Sector for Radio communications _ ITU_R)
CFR	Code of Federal Regulations

CFR	USCG navigation regulations
CFR	FCC regulations
CFR	USCG vessel regulations
CGDN	Coast Guard Data Net
CMC	COMSAT Mobile Corporation, a subsidiary of COMSAT
COMMSTAs	Coast Guard Communication Stations
COMSAT	Communications Satellite Corporation Signatory to the INMARSAT Convention
COSPAS	Space System for Search of Distress Vessels (a Russian acronym)
CW	Continuous Wave (i.e. Morse Code)
DSC	Digital Selective Calling
DMA	Defense Mapping Agency
DMAHTC	Defense Mapping Agency Hydrographic Topographic Center
DT	Coast Guard District T Staff (see T)
EECEN	Coast Guard Electronics Engineering Center, Wildwood NJ
EGC	Enhanced Group Call (see SafetyNET)
EPIRB	Emergency Position Indicating Radiobeacon
FCC	Federal Communications Commission
FCMP	Fleet Composite Broadcast (Honolulu)
FEC	Forward Error Correcting (SITOR broadcast mode)
FOB FCC	Field Operations Bureau
F/V	Fishing Vessel
GDOC r	Geographical Display Operations Compute
GCMP	Guam Composite Broadcast (no longer in operation)
GMDSS	Global Maritime Distress & Safety System
HF	High Frequency (3_30 MHz)
HYDROLANT	U.S. broadcasts of Atlantic and Mediterranean Ocean navigational warnings
HYDROPAC	U.S. broadcasts of Pacific and Indian Ocean navigational warnings
IHO	International Hydrographic Organization
IMO	International Maritime Organization (a U.N.)
INMARSAT	International Maritime Satellite Organization
INMARSAT-B	Inmarsat mobile voice/data satellite terminal, replaces Inmarsat-A
INMARSAT _C	Inmarsat mobile data-only satellite terminal, also used to receive SafetyNET broadcasts

INMARSAT_E	Inmarsat EPIRB
INMARSAT_M	GMDSS_compliant
INMARSAT_F	Inmarsat mobile voice/data satellite terminal
IOR	Indian Ocean Region
ITU	International Telecommunications Union (a U.N. Organization)
ITU-R	International Telecommunications Union Sector for Radiocommunications (old CCIR)
ITU_T	International Telecommunications Union Sector for Telecommunications (old CCITT)
JOTS	Joint Operability Targeting System
LANTAREA	Coast Guard Atlantic Area, New York NY
LCMP	Atlantic Composite Broadcast
MAYDAY	Distress signal
MEDICAL	Medical Transports, when preceded by urgency signal. Pronounced MAY_DEE_CAL.
MEDICO	Emergency Medical Communications
MET	Meteorological
METAREA	Meteorological Area (Defined by WMO) (same as NAVAREA)
MID	Maritime Identification Digits (3 digit country identifier preceding an MMSI)
MF	Medium Frequency (0.3_3 MHz)
MMSI	Maritime Mobile Service Identity (9_digit DSC identity)
MLB	Motor Lifeboat
MLC	Coast Guard Maintenance and Logistic Command
MSI	Maritime Safety Information
M/V	Motor Vessel
NAVAREA	Navigational Area (defined by IMO & IHO)
NAVCEN	Coast Guard Navigation Center, Alexandria VA
NAVTEX	Navigational Text (broadcast on 518 kHz)
NBDP	Narrow band direct printing (ITU name for SITOR)
NMA	COMMSTA Miami call sign (now keyed from CAMSLANT)
NMC	CAMSPAC Point Reyes call sign
NMEA	National Marine Electronics Association
NMF	COMMSTA Boston call sign

NMG	COMMSTA New Orleans call sign
NMN	CAMSLANT Portsmouth call sign
NMO	COMMSTA Honolulu call sign
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration(under Dept of Commerce)
NOI	Notice of Inquiry
NOJ	COMMSTA Kodiak call sign
NPRM	Notice of Proposed Rulemaking
NRV	COMMSTA Guam call sign (now keyed from CAMSPAC)
NTM	Notice to Mariners
NWS	National Weather Service (under NOAA)
NVIC	Navigation and Vessel Inspection Circular
OBS	Meteorological observation reports
OE	Operating Expense
OSC	Coast Guard Operations Systems Center, Martinsburg WV
OPCEN,OPC	Coast Guard Operations Center (same as Command Center)
PACAREA	Coast Guard Pacific Area, Alameda CA
PAN PAN	Urgency signal
PIW	Persons In the Water
POB	Persons Onboard
POR	Pacific Ocean Region
RATT,RTT	Radioteletype
RCC	Rescue Coordination Center (same as OPCEN)
RCP	Resource Change Proposal
RR	ITU Radio Regulations
RT	Radiotelephone
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime Services(a non-profit organization) SafetyNET Considered a name, not an acronym (INMARSAT's enhanced group calling system for maritime safety broadcasts)
SAR	Search & Rescue
SARNET	NOAA SARSAT Network
SARSAT	Search & Rescue Satellite-Aided Tracking
SCN	Ship Coordination Net (Coast Guard HF Radiotelephone distress and safety system) SECURITE Safety signal (pronounced SECURITAY)

SELCAL	Selective Call (sequential single frequency code)
SILENCE MAYDAY	Imposed silence on distress channel (pronounced'SEELONCE MAYDAY')
SITOR	Simplex teletype over radio (also radiotelex or NBDP)
SOLAS	Safety of Life at Sea Convention (treaty)
SSB	Single Sideband
T or G_T	Coast Guard Office of Command, Control and Communications, Washington DC
TISCOM	Coast Guard Telecommunication and Information Systems Command, Alexandria VA
USC	United States Code (statute)
UNCLAS	Unclassified
UTB	Utility Boat
UTC	Coordinated Universal Time
VESREPS	Commercial fishing vessel reports
VHF	Very High Frequency (30_300 MHz)
WAGB	Icebreaker
WHEC	High Endurance Cutter
WMEC	Medium Endurance Cutter
WPB	Patrol Boat
WLB	Bouy Tender navigational warnings
IHO	International Hydr

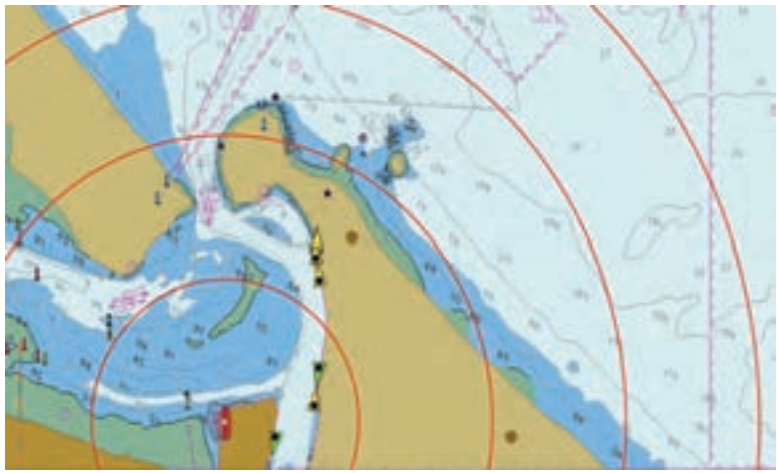
دانش‌افزایی

سیستم شناسایی خودکار کشتی (AIS)

سیستم AIS در کنوانسیون SOLAS گنجانده شده است و کشتی‌های بزرگ از ماه جولای ۲۰۰۲ شروع به نصب AIS کردند. AIS به‌طور خودکار و در فواصل زمانی مشخص، اطلاعات پویا مربوط به راه، سرعت و هدینگ کشتی را می‌دهد. اطلاعات استاتیک مربوط به نام کشتی، طول، عرض و جزئیات مربوط به سفر مانند اطلاعات بارگیری و وضعیت ناوبری (به‌عنوان مثال در حال انجام یا در لنگر) می‌باشد.

سیستم شناسایی خودکار (AIS) یک سیستم پخش رادیویی فرکانس (VHF) است که انتقال بسته داده‌ها را از طریق VHFرا فراهم می‌کند و کشتی‌های مجهز به AIS و ایستگاه‌های ساحلی را قادر به ارسال و دریافت کد شناسایی می‌کند. اطلاعاتی که

می‌تواند بر روی یک کامپیوتر یا نمودار پلاتر نمایش داده شود.
به‌ویژه هنگامی که با نمایشگرهای گرافیکی مناسب استفاده می‌شود، این اطلاعات می‌توانند در آگاهی موقعیتی کمک‌کنند و ابزارهایی برای کمک به جلوگیری از برخورد ایجاد کنند. فرستنده‌های AIS می‌توانند به رادارها متصل شوند و ECDIS (صفحه نمایش الکترونیکی و سیستم اطلاعاتی) نمایش داده می‌شود. هنگامی که به یک رادار متصل می‌شود، AIS می‌تواند منبع اطلاعات هدف باشد، علاوه بر ARPA معمولی AIS .(Automatic Radar Plotting Aid) به کمک‌های واقعی (فیزیکی) برای ناوبری مانند شناورهای شناور و چراغ‌ها نصب شده است. ایستگاه‌های پایه AIS می‌توانند یک AISN AISN "Synthetic" AIS را در محل AtoN واقعی (فیزیکی) AIS در یک سیستم نمایشگر فعال شده با AIS (مانند ECDIS ،AIS یا رادار) نمایش دهند. ایستگاه‌های پایه AIS همچنین می‌توانند AtoN AIS AISN غیرمجازی را در یک مکان خاص پخش کنند، درحالی‌که هیچ AtoN واقعی (فیزیکی) وجود ندارد.



اگرچه AIS بخشی از GMDSS نیست، ولی به دلیل ظهور AIS_SART (AIS Search and Rescue Transmitter) می‌تواند به‌جای یک فرستنده رادار (SART) جست‌وجو و نجات استفاده شود، از ۰۱ژانویه ۲۰۱۰. فرستنده‌های AIS در کشتی‌ها همچنین دارای قابلیت ارتباط متنی ساده به نام پیام کوتاه ایمنی (SSRM) هستند، اما یک سیستم هشداردهنده را ایجاد نمی‌کند و از گروه تلفن همراه دریایی VHF استفاده می‌کند.

شرح سیستم AIS

هر ایستگاه AIS شامل یک فرستنده VHF، دو گیرنده VHF (AIS۱ and AIS۲)، یک گیرنده VHF DSC در کانال ۷۰ (CH.۷۰)، یک لینک استاندارد ارتباطی و سیستم‌های سنسور دریایی است. اطلاعات موقتی و موقعیتی از گیرنده GNSS دریافت می‌شود.

انواع و کلاس‌های AIS

دو کلاس A و B برای سیستم AIS کشتی وجود دارد. ولی در مجموع این سیستم به سه نوع مختلف تقسیم می‌شود:

- سیستم AIS برای ایستگاه‌های ساحلی، (AIS Base Station)
- سیستم AIS کمک به ناوبری، (AIS Aids To Navigation: AIS AtoN)
- سیستم AIS در هواپیماهای جست‌وجو و نجات و فرستنده جست‌وجو و نجات، (AIS SART)

AIS کلاس A: کلاس A توسط سازمان دریایی بین‌المللی (IMO) برای:

- کشتی‌های ۳۰۰ تن و به بالا درگیر سفرهای بین‌المللی باشند.
- کشتی‌های باربری با ظرفیت ۵۰۰ تن و بدون در نظر گرفتن سفرهای بین‌المللی.
- کشتی‌های مسافری بیش از ۱۲ مسافر، صرف‌نظر از اندازه.

AIS کلاس B: کلاس B دارای قابلیت محدود است و برای کشتی‌های غیر SOLAS طراحی شده است. این سازمان، سازمان بین‌المللی دریایی (IMO) مجاز نیست و برای کشتی‌هایی مانند یدک‌کش‌ها و کشتی‌های تفریحی ایجاد شده است.

ایستگاه ساحلی پایه AIS: ایستگاه‌های ساحلی توسط کمک‌های ناوبری برای تأمین اطلاعات انتقال کشتی به دریا/ دریایی به کشتی ارائه می‌شود. ایستگاه‌های ساحلی AIS شبکه می‌تواند در ارائه اطلاعات عمومی دامنه دریایی کمک کند.

AIS کمک به ناوبری: (AIS AtoN) فرصتی برای انتقال وضعیت و موقعیت شناورها و چراغ‌ها و بویه‌ها را از طریق VHF Data Link یا همان VDL فراهم می‌کند که می‌تواند بر روی نمودار الکترونیکی یا صفحه نمایش کامپیوتر نمایش داده شود.

AIS_SART: فرستنده‌های جست‌وجو و نجات با استفاده از AIS می‌توانند برای کمک به تعیین محل نهایی یک کشتی یا قایق نجات به‌عنوان بخشی از سیستم ایمنی دریایی (GMDSS) مورد استفاده قرار گیرد.

AIS در جست‌وجو و نجات (SAR) هواپیما: جست‌وجو و نجات هواپیما می‌تواند از AIS برای کمک به عملیات خود استفاده کند.

Type of AIS station	MMSI format *
AIS Class A/B vessels	MIDXXXXXX or MIDXXX000 00MIDXX00
AIS Base Station	00MIDXXXX
Physical AIS aids to navigation (AtoN)	99MID1XXX
Virtual AIS aids to navigation (AtoN)	99MID6XXX
AIS on craft assoc. with parent ship	98MIDXXXX
AIS-SART	970XXYYYY
AIS Man Overboard (Devices)	972XXYYYY
EPIRB-AIS (EPIRBs fitted with AIS)	974XXYYYY
AIS on SAR aircraft	111MIDXXX
* based on Rec. ITU-R M.585-6	

سیستم AIS چگونه کار می‌کند: AIS در حالت مستقل و مداوم کار می‌کند، مهم نیست که کشتی در کجا قرار دارد ـ دریاهای آزاد، آب‌های ساحلی یا آبراه‌های داخلی. AIS با استفاده از یک برنامه دسترسی چندگانه (TDMA) برای به اشتراک گذاشتن فرکانس VHF، همچنین به‌عنوان VHF Data Link (VDL) شناخته می‌شود.
دو فرکانس اختصاصی برای AIS وجود دارد:

- AIS ۱: (۱۶۱٫۹۷۵مگاهرتز، قبلاً به‌عنوان کانال B۸۷ شناخته شده).
- AIS ۲: (۱۶۲٫۰۲۵مگاهرتز، قبلاً به‌عنوان کانال B۸۸ شناخته شده است).

هر فرکانس VDL به ۲۲۵۰ اسلات زمانی تقسیم می‌شود که هر ۶۰ ثانیه تکرار می‌شوند و واحدهای AIS بسته‌های اطلاعاتی ارسال می‌کنند که در این اسلات‌ها منتقل می‌شوند. در عین حال، هر کشتی توسط AIS در محدوده گوش‌دادن به زمان‌بندی‌ها است و می‌تواند اطلاعات را دریافت کند.
به‌عنوان مثال، سیستم موجود در کشتی، موقعیت جغرافیایی خود را با یک دستگاه تثبیت موقعیت الکترونیکی که به AIS (یا در صورت AIS B کلاس، انتگرال واحد AIS) تغذیه می‌کند. ایستگاه AIS سپس این موقعیت را همراه با هویت کشتی و سایر اطلاعات کشتی از طریق لینک رادیویی VHF به دیگر کشتی‌های مجهز به AIS و ایستگاه‌های پایه AIS که در محدوده رادیویی هستند، انتقال می‌دهد. به‌طور مشابه، کشتی زمانی که درحالت ارسال قرار ندارد، اطلاعات مربوطه را از تمام کشتی‌ها و ایستگاه‌های پایه که در محدوده رادیویی هستند دریافت می‌کند.

محتوای آنچه که منتقل می‌شود، براساس نوع پیام تعیین می‌شود. در حال حاضر ۲۵ نوع شناسه AIS شناسایی شده است.

در این اسلات‌ها، وسایل ارسال‌کننده فنی مختلفی وجود دارد. AIS کلاس A از یک روش سازمان‌یافته منحصر به فرد (STDMA یا SOTDMA) استفاده می‌کند در حالی که واحدهای AIS کلاس B می‌توانند از یک رویکرد حساس حامل (CSTDMA) و همچنین SOTDMA استفاده کنند. ایستگاه‌های پایه از اسلات‌های ثابت (به نام FATDMA) استفاده می‌کنند، در حالی که AIS Aids برای ناوبری یک گزینه برای استفاده از FATDMA یا یک فرایند دسترسی تصادفی به نام RATDMA، بسته به نوع واحد است.

پیام‌ها در اسلات‌هایی هستند که دقیقاً با استفاده از اطلاعات زمان‌بندی GNSS هماهنگ شده‌اند. هر ایستگاه برنامه ارسال (شکاف) خود را براساس تاریخچه ترافیک پیوند داده و اطلاعات مورد نیاز اقدامات آتی سایر ایستگاه‌ها را تعیین می‌کند. گزارش موقعیت از یک ایستگاه AIS متناسب با یکی از ۲۲۵۰ اسلات زمانی که هر ۶۰ ثانیه ایجاد شده است.

قابلیت و توانمندی‌ها

استاندارد عملکرد IMO برای AIS مستلزم آن است که سیستم باید قادر به کارکرد باشد:

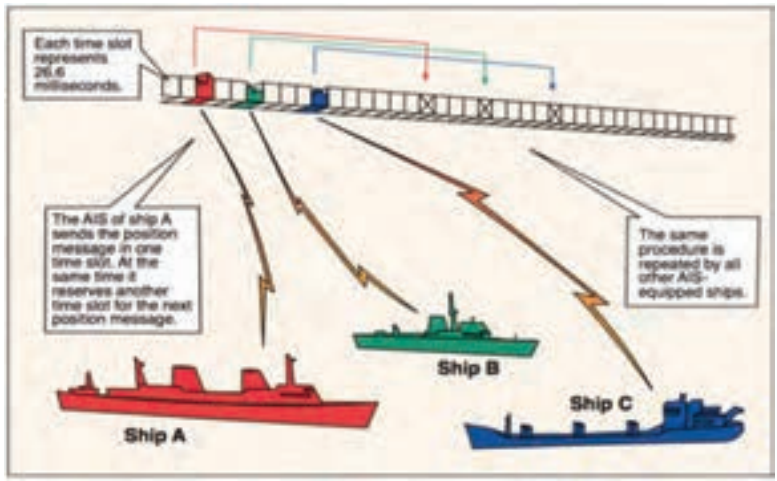
- در حالت کشتی به کشتی، برای کمک به جلوگیری از برخورد؛
- به‌عنوان وسیله‌ای برای دولت‌های ساحلی برای به‌دست آوردن اطلاعات در مورد یک کشتی و محموله آن؛
- به‌عنوان یک ابزار VTS، i.e. کشتی به ساحل (مدیریت ترافیک).

این توانمندی در استاندارد عملکرد پیشرفته‌تر شده است تا قابلیت ارائه موارد زیر را داشته باشد:

- در حالت‌های مختلف عمل کند:
  - یک حالت «مستقل و پیوسته» برای عملیات در همه مناطق. این حالت باید توسط یک مقام صلاحیت‌دار امکان‌پذیر باشد تا از یکی از حالت‌های متناوب زیر تغییر یابد:
    1. یک حالت «اختصاص یافته» برای عملیات در یک ناحیه تحت عنوان یک مقام صلاحیت مسئول نظارت بر تراکنش، به‌طوری که فاصله و / یا فاصله زمانی انتقال داده‌ها ممکن است از راه دور توسط این مقام تنظیم شود؛
    2. یک «نظرسنجی» یا حالت کنترل شده که در آن انتقال داده‌ها در پاسخ به بازجویی از کشتی یا مقامات ذیصلاح صورت می‌گیرد.

- ارائه اطلاعات به‌طور خودکار و به‌طور مداوم به یک مقامات صلاحیت‌دار و دیگر کشتی‌ها، بدون دخالت کارکنان کشتی؛
- دریافت و پردازش اطلاعات از منابع دیگر، از جمله از مقامات صلاحیت‌دار و از کشتی‌های دیگر؛
- پاسخگویی به تماس‌های با اولویت بالا و ایمنی با حداقل تأخیر؛
- ارائه اطلاعات موقعیتی و مانور با سرعت داده‌ای مناسب برای ردیابی دقیق توسط یک مقام صلاحیت‌دار و سایر کشتی‌ها.

اجزای اصلی یک ایستگاه AIS کلاس A



گیرنده GNSS: گیرنده GNSS زمان مراجعه به ایستگاه AIS را تأمین می‌کند تا اطمینان حاصل شود که تمام انتقال‌ها هماهنگ شده اند.

فرستنده/گیرنده VHF: یک فرستنده VHF و دو گیرنده VHF برای عملیات TDMA وجود دارد. VHF سیگنال‌های رادیویی را فرستاده و دریافت می‌کند که پیوندهای داده‌ای را ایجاد می‌کنند که ایستگاه AIS را به یکدیگر متصل می‌کنند. داده‌ها توسط رادیو VHF در اسلات‌های کوتاه‌مدت (۲۶٫۷۶ ms) ارسال و دریافت می‌شوند.

گیرنده DSC VHF: گیرنده DSC بر روی کانال ۷۰ ست شده است تا دستورالعمل‌های مدیریت کانال برای تعیین منطقه را دریافت کند. گیرنده DSC همچنین می‌تواند برای نمونه‌برداری DSC محدود استفاده شود. هنگام پاسخ دادن به نمونه‌برداری DSC، از فرستنده معمولی VHF استفاده می‌شود.

AIS VHF Antenna: یک آنتن با پلاریزاسیون عمودی و قابلیت تشعشع همه‌جهته (omni_directional) است و موقعیت نصب آن برای موفقیت بسیار مهم است. آنتن

باید از منابع تداخل انرژی بالا مانند رادار و دیگر آنتن‌ها نصب شود و باید به‌گونه‌ای تنظیم شود که خواص متفاوتی از آن نباشند. به همین ترتیب، کابل اتصال باید حداقل ممکن باشد تا تضعیف سیگنال به حداقل برسد.

کنترل کننده: واحد کنترل مرکز اطلاعات ایستگاه AIS است. این واحد، فرایندهای زیر را مدیریت می‌کند:

- زمان انتخاب اسلات مناسب؛
- بهره‌برداری از فرستنده‌ها و گیرنده‌ها؛
- پردازش سیگنال‌های ورودی مختلف و توزیع تمام سیگنال‌های خروجی و ورودی به سوکت‌های مختلف رابط و سوئیچ‌ها؛
- پردازش و ارسال پیام آنها به بسته‌های مناسب.

واحد تست یکپارچگی BIIT: تست **built in Integrity** به‌طور مداوم یکپارچگی و عملکرد واحد را کنترل می‌کند. این فرایند به‌طور مداوم اجرا می‌شود و اگر هرگونه خرابی شناسایی شود که به‌طور قابل توجهی یکپارچگی را کاهش دهد یا عملیات AIS را متوقف کند، هشدار شروع می‌شود. در این مورد زنگ هشدار بر روی صفحه کلید مختصر و صفحه نمایش (MKD) نمایش داده می‌شود و رله هشدار فعال شده است. رله‌های هشداردهنده پس از تأیید در داخل با صفحه کلید و یا خارج از طریق یک جمله تصدیق مربوطه، غیرفعال می‌شوند.

اتصالات رابط سیگنال: به‌منظور توانایی انتقال تمام اطلاعات موجود در گزارش موقعیت، ایستگاه AIS باید اطلاعات را از سنسورهای مختلف کشتی جمع‌آوری کند. همچنین رابط‌های اتصال به سیستم‌های نمایشگر خارجی نیز پیش‌بینی شده است.

صفحه کلید مختصر و صفحه نمایش (MKD): واحد MKD در ایستگاه‌های موبایل کلاس A اجباری است: MKD دارای توابع زیر است:

- اطلاعات استاتیک ورودی مانند:
  - MMSI number
  - IMO number
  - Ship’s callsign, name, length and beam
- نمایش پیام‌های مربوط به ایمنی
- ورودی پیام‌های مربوط به ایمنی

پیام‌ها و نوع فرمت‌ها

AIS اصل استفاده از سرعت و وضعیت مانور کشتی را به‌عنوان وسیله‌ای برای کنترل نرخ به‌روزرسانی اطلاعات و اطمینان از سطوح مناسب دقت موقعیتی برای ردیابی کشتی، به‌کار می‌گیرد. این در جدول بالا نشان داده شده است. یک فرایند مشابه برای محتوای پیام‌های اطلاعات کشتی اعمال می‌شود تا اطمینان حاصل

شود که داده‌های منتقل شده با اطلاعات استثنایی یا اولویت کم محتمل نیست. انواع مختلف اطلاعاتی که «ایستا»، «پویا» یا «مرتبط با سفر» نامیده می‌شوند برای دوره‌های زمانی متفاوت معتبر هستند و به همین دلیل نیاز به نرخ به‌روزرسانی متفاوت دارند.

اطلاعات در انواع پیام‌های مختلف عبارت‌اند از:

- اطلاعات استاتیک: هر ۶ دقیقه و براساس درخواست:
  - MMSI؛
  - شماره IMO (در صورت موجود بودن)؛
  - نام و نام تماس؛
  - طول کشتی؛
  - نوع کشتی؛
  - محل آنتن ثابت موقعیت بر روی کشتی (پشت چپ/ بندر و یا سمت راست مرکز خط).

- اطلاعات پویا (دینامیک): وابسته به تغییر سرعت و راه:
  - موقعیت کشتی با نشانگر دقت و وضعیت یکپارچه؛
  - زمان (در UTC)؛
  - راه (COG: Course over ground)؛

- سرعت (SOG: Speed over ground)؛
- هدینگ؛
- وضعیت ناوبری (به‌عنوان مثال در لنگر، در حال اجرا، در اطراف، و غیره ـ این ورودی به‌صورت دستی است)؛
- نرخ چرخش (در صورت موجود بودن).

- اطلاعات مرتبط با سفر:
  - هر ۶ دقیقه، زمانی که داده‌ها اصلاح می‌شود، یا براساس درخواست؛
  - پیش‌نویس کشتی؛
  - محموله خطرناک (نوع)؛
  - مقصد و ETA (در اختیار استاد)؛ و ـ نقشه مسیر (ایستگاه‌های بین راه).
- پیام کوتاه مربوط به ایمنی؛
- متن پیام متنی با فرمت یا قلب آزاد ـ ارسال در صورت نیاز؛

الزامات نمایشگر: اگر تجهیزات ناوبری قادر به پردازش و نمایش اطلاعات AIS مانند ECDIS، رادار یا سیستم یکپارچه باشد، سیستم AIS Class A ممکن است از طریق (AIS Presentation Interface) به این سیستم متصل شود. PI (ورودی/ خروجی) نیاز به مطابقت با الزامات استانداردهای مربوط به IEC (آخرین نسخه IEC ۶۱۱۶۲) دارد. در حال حاضر تعدادی از واحدهای AIS وجود دارند که از صفحه نمایش کوچک (MKD) استفاده می‌کند که عناصر نمایشگر متن یا پایه گرافیکی را فراهم می‌کند.

استانداردهای عملکرد راداری اصلاح شده

IMO (قطعنامه ۲۰۰۴ (۷۹) IMO Resolution MSC.۱۹۲) بیان می‌دارد که تمام رادارهای جدیدی که به کشتی‌ها پس از ژوئیه ۲۰۰۸ نصب شده‌اند باید قادر به نمایش اهداف AIS باشند. به‌عنوان AIS بر روی رادار نمایش داده می‌شود و همچنین ممکن است در صفحه نمایش داده‌های الکترونیکی و سیستم‌های اطلاعاتی (ECDIS) نمایش داده شود بعید است که MKD تکامل یابد و احتمال بیشتری وجود دارد که رادار و ECDIS برای نمایش داده‌های AIS استفاده شوند.

مزایا و خطاهای AIS

AIS دارای مزایای فراوانی است که می‌تواند در ارتقای آگاهی موقعیتی و حمایت از ایمنی ناوبری و حفاظت از محیط زیست هم در ساحل و هم در جو مؤثر باشد. این موارد شامل:

محدوده و توانایی «دیدن» در اطراف گوشه ـ AIS از گروه VHF استفاده می‌کند که محدود به عملیات line of sight نیست؛

اطلاعات مربوط به راه و مقصد کشتی‌های دیگر که AIS استفاده می‌کنند را نشان

می‌دهد. این اطلاعات ممکن است برای ارزیابی توسط رادار یا سایر وسائل مورد استفاده قرار گیرد و همچنین می‌تواند نشانگر سریع در تغییر هدینگ یا راه باشد. زمینه‌های اطلاعاتی گسترده ـ داده‌های مرتبط با استاتیک و سفر می‌تواند در رسیدن به اهداف کارساز باشد، اگرچه اگر اطلاعات به روز نباشد، ممکن است گمراه‌کننده باشد.

شناسایی کشتی‌ها ـ AIS یک اسم/ علامت تماس/ MMSI را برای شناسایی مثبت از کشتی دیگر فراهم می‌کند؛

اصلاح DGPS ـ این ممکن است از یک ایستگاه پایه AIS بر روی VDL منتقل شود؛

پیام‌های ایمنی کوتاه (SSRM) ـ قابلیت ارسال و دریافت پیام‌های متن کوتاه مربوط به مسائل ایمنی، از جمله ارتباطات پل به پل یا پیام‌های ساحلی به کشتی (اما نه یک مکانیسم هشدار شرایط اضطراری). SSRMها را می‌توان به یک ایستگاه جداگانه یا به تمام کشتی‌ها خطاب کرد. محتوای این پیام‌ها در ارتباط با ایمنی ناوبری است (به‌عنوان مثال مشاهده یک کوه یخی یا یک بویه خارج از ایستگاه). حداکثر طول یک پیام تنها ۱۶۲ کاراکتر است، اما برای کاهش بار در VDL، باید آنها را تا حد ممکن کوتاه نگه داشت. باید مراقب باشید تا زمانی که موقعیت مکانی چهارگانه در حال توسعه است، از تکیه بر چنین پیام‌هایی جلوگیری شود، زیرا هیچ تضمینی وجود ندارد که کشتی‌های دریافت‌کننده بتوانند چنین پیام‌هایی را نمایش دهند.

پیام‌های خاص برنامه (قبلاً به‌عنوان پیام‌های باینری شناخته می‌شوند) ـ این مکانیسم ارتباطی داده‌ها برای سیستم‌های کامپیوتری است که به فرستنده AIS روی کشتی (مانند ECDIS) یا از AIS کمک ناوبری یا از پایه AIS ایستگاه مناسب است. درخواست AIS ـ پیام‌های خاص می‌توانند مورد آدرس‌دهی شده و یا پخش شود.

از سال ۲۰۰۴، به مدت چهارسال (به‌عنوان SN /circ.۲۳۶ شرح داده شده)، هفت نوع پیام برای استفاده بین‌المللی ارائه شد که عبارت بودند از: داده‌های هواشناسی و هیدروگرافی، محموله‌های خطرناک، آتش‌سوزی، جزر و مد، وضعیت کشتی‌ها و داده‌های مربوط به سفر، تعداد افراد کشتی و هدف AIS (مجازی).

در سال ۲۰۱۰، IMO تصمیم گرفت تا از ۱ ژانویه ۲۰۱۳ سند SN /circ.۲۳۶ لغو و Circ.۲۸۹/ SN.۱ را جایگزین آن نماید. این سند دارای ۱۴ پیام به شرح زیر است: داده‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی، محموله‌های خطرناک، جزر و مد، داده‌های گسترش یافته مربوط به کشتی‌های ایستا و در حال دریانوردی، تعداد افراد موجود در کشتی، اهداف تولید شده /VTS/ مصنوعی، زمان ترخیص برای ورود به بندر، سیگنال ترافیک دریایی، اطلاعات بندر، مشاهدات آب و هوایی از کشتی، اطلاع‌رسانی منطقه، محیط‌زیست، اطلاعات مسیر و توضیحات متن. در هر یک از این پیام‌ها مقدار زیادی از داده‌ها می‌تواند رمزگذاری شود.

همچنین تعدادی از خطاها و اشکالات رایج AIS وجود دارد:
ورود داده‌های نادرست در بعضی از زمینه‌های داده‌های AIS که به‌صورت دستی توسط کشتی وارد شده‌اند یا نادرست در نصب و یا در حین تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده، شایع است. این زمینه‌ها، زمینه‌های مربوط به سفر و ایستا هستند؛
AIS بر روی کشتی‌ها با استفاده از منبع دقیق (یا حداقل معمول) اطلاعات موقعیتی تکیه می‌کنند که اگر سیستم موقعیت‌یابی، معیوب باشد، سیستم AIS نیز با اشکال روبه‌رو خواهد شد؛ (به‌عنوان مثال GNSS؛ datum)
سیستم‌های نمایشگر، تنها با استفاده از MKD کاملاً محدود هستند و AIS از تمام قابلیت‌های آنها استفاده نمی‌کند. همچنین مهم است که به یاد داشته باشید که تمام کشتی‌ها از سامانه AIS بهره نمی‌برند، مخصوصاً کشتی‌های خارج از قطعنامه SOLAS یا کشتی‌های تفریحی و کشتی‌های جنگی سیستم AIS حمل نمی‌کنند. همچنین، همان‌طور که در قطعنامه IMO آمده است، فرمانده یا کاپیتان یک کشتی درصورتی که برای ایمنی کشتی ضروری بداند، AIS را تغییر داده باشد.

مشارکت AIS

ایستگاه AIS، با توانایی مبادله بلوک‌های بزرگی از اطلاعات با سرعت بالای داده‌ها، یک ابزار جدید برای افزایش ایمنی ناوبری و کارایی مدیریت ترافیک حمل و نقل را ارائه می‌دهد. در حالت کشتی به کشتی، سامانه AIS برای کمک به آگاهی موقعیت و به‌عنوان ابزار دیگری برای جلوگیری از برخورد استفاده می‌شود.
سیستم‌های گزارش ساحلی، VTS و لنگرگاه‌ها از این ثروت‌های اطلاعات آنی کشتی‌ها بهره‌مند می‌شوند، زیرا بسیاری از کشورها از پوشش پایه ایستگاه AIS به‌صورت یکپارچه برای ردیابی کشتی‌ها استفاده می‌کنند. انتقال داده‌های AIS همچنین وسیله‌ای برای طیف گسترده‌ای از تنظیمات دریایی، نظارت بر ترافیک، فعالیت‌های مدیریتی و مدیریت تدارکاتی است که می‌تواند به نفع صنعت دریایی مورد استفاده قرار گیرد. در دستورالعمل‌های IMO چگونگی استفاده عملیاتی از AIS، طی قطعنامه A۲۲ /Res.۹۱۷ مجمع IMO ذکر شده است.

سؤال‌های پیشنهادی

به‌منظور آمادگی و آشنایی هرچه بیشتر هنرجویان از چگونگی ماهیت دوره‌های آموزشی که به‌منظور اخذ مدارک تخصصی برگزار می‌گردد، نمونه‌هایی از سؤالات مرتبط با مباحث پودمان ارائه می‌شود. پیشنهاد می‌شود، سؤالات در کلاس مورد بحث و بررسی قرار گرفته و یا در قالب فعالیت‌های تحقیقی از هنرجویان خواسته شود.

KEY TOPIC-#001: FUNDAMENTAL CONCEPTS:

001A - What is the fundamental concept of the GMDSS?

a) It is intended to automate and improve emergency communications in the maritime industry.

b) It is intended to automate and improve existing digital selective calling procedures and techniques.

c) It is intended to provide more effective but lower cost commercial communications.

d) It is intended to provide compulsory vessels with a collision avoidance system when they are operating in waters that are also occupied by non-compulsory vessels.

001B- The primary purpose of the GMDSS is?

a) Allow more effective control of SAR situations by vessels.

b) Provide additional shipboard systems for more effective company communications.

c) Automate and improve emergency communications for the world's shipping industry.

d) Effective and inexpensive communications.

001C- What is the basic concept of GMDSS?

a) Search and rescue authorities ashore can be alerted to a Distress situation.

b) Shipping in the immediate vicinity of a ship in Distress will be rapidly alerted.

c) Shoreside authorities and vessels can assist in a coordinated SAR operation with minimum delay.

d) All of these

001D- GMDSS is primarily a system based on?

a) Ship -to - ship Distress communications using MF or HF radiotelephony.

b) VHF digital selective calling from ship to shore.

c) Distress, Urgency and safety communications carried out by the use of narrow-band direct printing telegraphy.
d) The linking of search and rescue authorities ashore with shipping in the immediate vicinity of a ship in Distress or in need of assistance.
001E- What is the responsibility of vessels under GMDSS?
a) Vessels over 300 gross tons may be required to render assistance if such assistance does not adversely affect their port schedule.
b) Only that vessel, regardless of size, closest to a vessel in Distress, is required to render assistance.
c) Every ship is able to perform those communications functions that are essential for the safety of the ship itself and of other ships.
d) Vessels operating under GMDSS, outside of areas effectively serviced by shoreside authorities, operating in sea areas A2, and A4 may be required to render assistance in Distress situations.
001F- GMDSS is required for which of the following?
a) All vessels capable of international voyages.
b) Vessels operating outside of the range of VHF coastal radio stations.
c) SOLAS Convention ships of 300 gross tonnage or more.
d) Coastal vessels of less than 300 gross tons.
Key Topic #001 Answer Key:
A: a)
B: c)
C: d)
D: d)
E: c)
F: c).
KEY TOPIC-#002: EQUIPMENT SYSTEMS:
002A- What equipment is associated with the land or terrestrial systems?
a) EPIRB
b) VHF-MF-HF
c) Inmarsat-C
d) GPS
002B- What equipment is associated with the space systems?
a) VHF-MF-HF
b) Inmarsat-C

c) NAVTEX
d) SART
002C- What equipment is used in or near the survival craft?
a) NAVTEX
b) Fathometer
c) COSPAS-SARSAT
d) EPIRB
002D- What equipment is programmed to initiate transmission of Distress alerts and calls to individual stations?
a) NAVTEX
b) GPS
c) DSC controller
d) Scanning Watch Receiver
002E- What system provides accurate vessel position information to the GMDSS equipment?
a) GPS
b) COSPAS-SARSAT
c) EPIRB
d) Inmarsat-B
002F- What is the primary equipment for receiving MSI?
a) SART
b) EPIRB
c) NAVTEX
d) Inmarsat-B
Key Topic #002 Answer Key:
A: b)
B: b)
C: d)
D: c)
E: a)
F: c).
KEY TOPIC-#003: SEA AREAS:
003A- Which of the following region lies outside Sea Areas A1, A2, and A3?
a) Sea Areas only apply to Inmarsat footprint areas.
b) Sea Area A3-I (Inmarsat coverage) and Sea Area A3-S (HF SITOR coverage).

c) There are no additional Sea Areas.
d) Sea Area A4

003B- What sea area is defined as being within range of a shore-based MF station that provides for continuous DSC alerting?
a) Sea area A2
b) Coastal waters
c) Sea area A3
d) Sea area A1

003C- If a vessel is engaged in local trade and at no point in its voyage travels outside of the range of a VHF shore station with continuous DSC alerting then the vessel is operating in what area?
a) Coastal and international zones
b) Inland and coastal waters
c) Sea areas A1 and A2
d) Sea area A1

003D- What is defined as an area, excluding sea areas A1 and A2, within the coverage of an Inmarsat geostationary satellite in which continuous alerting is available?
a) Ocean Area Regions AOR-E, AOR-W, POR or IOR
b) Sea Area A4
c) Sea Area A3
d) Coastal and Inland Waters

003E- SITOR equipment is a full, partial or alternate carriage requirement under GMDSS for vessels operating in which sea area(s)?
a) A1
b) A1 and A2
c) A3 and A4
d) A1, A2, A3 and A4

003F- What is defined as the area within the radiotelephone coverage area of at least one VHF coast station in which continuous DSC alerting is available as defined by the IMO regulation for GMDSS?
a) Sea Area A1
b) Ocean Area Regions AOR-E, AOR-W, POR or IOR
c) Sea Area A2
d) Coastal and Inland Waters

Key Topic #003 Answer Key:
A: d)
B: a)
C: d)
D: c)
E: c)
F: a).

KEY TOPIC-#004: FUNCTIONAL REQUIREMENTS:

004A- Which of the following is a functional or carriage requirement for compulsory vessels?

a) A compulsory vessel must carry at least two (2) FCC licensed GMDSS Radio Operators.

b) A compulsory vessel must satisfy certain equipment carriage requirements that are determined by where the vessel sails.

c) A compulsory vessel must be able to transmit and respond to Distress alerts.

d) All of the above

004B- Which communications functions must all vessels be capable of performing under GMDSS as defined
by the International Maritime Organization?

a) Radio Direction Finding.

b) Distress alerting to and from vessels, search and rescue coordination, on-scene communications, signals for locating, Maritime Safety Information, general and bridge-to-bridge communications.

c) Communications in each of the operational ocean areas.

d) All communications possible within the International Safety-Net service.

004C- GMDSS-equipped ships will be required to perform which of the following communications functions?

a) Distress alerting and Maritime Safety Information.

b) Search and Rescue coordination and on-scene communications.

c) Bridge-to-bridge and general radio communications.

d) All of these

004D- What equipment can be used to receive Maritime Safety Information?

a) NAVTEX

b) EGC receiver

c) HF NBDP
d) All of the above
004E- Which of the following is a required GMDSS function?
a) Bridge-to-Bridge communications.
b) Reception of weather map facsimile broadcasts.
c) Both of the above
d) None of the above
004F- Which of the following is a required GMDSS function?
a) Transmit and receive locating signals.
b) Transmit and receive general communications.
c) Both of the above
d) None of the above
Key Topic #004 Answer Key:
A: d)
B: b)
C: d)
D: d)
E: a)
F: c).
KEY TOPIC-#005: EQUIPMENT CARRIAGE REQUIREMENTS:
005A- Which statement is true regarding a vessel equipped with GMDSS equipment that will remain in Sea Area A1 at all times?
a) The vessel must be provided with a radio installation capable of initiating the transmission of ship-to-shore Distress alerting from the position from which the ship is normally navigated.
b) VHF DSC alerting may be the sole means of Distress alerting.
c) HF or MF DSC may satisfy the equipment requirement.
d) HF SSB with 2182 kHz automatic alarm generator may satisfy the equipment requirement.
005B- What statement is true regarding the additional equipment carriage requirement imposed for the survival craft of vessels over 500 gross tons?
a) Additional carriage of two radio equipped lifeboats aft.
b) A second radar transponder is required.
c) Four additional portable VHF radios are required.
d) The ability to communicate in all modes with any shore station.

005C- Vessels operating in which sea area(s) are required to carry either Inmarsat or HF equipment or a combination thereof under GMDSS?
a) All sea areas
b) A3
c) A4
d) A1
005D- Within a single sea area, what is the primary reason GMDSS imposes carriage requirements for different radio subsystems?
a) Redundancy in duplicating all operational functions in the event of a system failure.
b) Each subsystem has a specific purpose and capabilities that generally cannot be duplicated by other subsystems.
c) Different radio systems may be used by the various authorities.
d) The ability to communicate in all modes with any of the shore stations.
005E- If operating within Ocean Area A1, and outside of NAVTEX coverage, a GMDSS-equipped vessel must carry?
a) An Inmarsat-B terminal
b) A GPS receiver
c) Equipment capable of maintaining a continuous DSC watch on 2187.5 kHz.
d) Equipment capable of reception of Maritime Safety Information by the Inmarsat enhanced group call system, or HF NBDP.
005F- What is the equipment carriage requirement for survival craft under GMDSS?
a) At least three approved two-way VHF radiotelephones on every passenger ship and cargo ships of 500 gross tons and upwards.
b) At least two approved two-way VHF radiotelephones on every cargo ship between 300-500 gross tons.
c) At least one radar transponder must be carried on every cargo ship of 300-500 gross tons and two transponders (one for each side) of every passenger ship and every cargo ship of 500 gross tons and upward.
d) All of these
Key Topic #005 Answer Key:
A: a)

B: b)
C: b)
D: b)
E: d)
F: d).

KEY TOPIC-#006: MAINTENANCE OPTIONS:

006A- Which of the following statements concerning maintenance requirements is false?

a) Compulsory vessels sailing in Sea Areas A1 and A2 must provide any one of the three maintenance options which are duplication of equipment, shore-based, or at-sea maintenance capability.

b) Compulsory vessels sailing in Sea Areas A3 and A4 must provide any two of the three maintenance options which are duplication of equipment, shore-based, or at-sea maintenance capability.

c) If shore-based maintenance is used, maintenance services do not have to be completed or performance verified unless the vessel will be sailing to a non-US port.

d) Equipment warranties do not satisfy GMDSS maintenance requirements.

006B- Which of the following statements concerning maintenance requirements is true?

a) The options are duplication of equipment, at-sea maintenance, and shore-based maintenance.

b) Compulsory vessels between 300-500 gross tons are required only to provide one maintenance option, while compulsory vessels larger than 500 gross tons and all passenger vessels are required to provide any two of the three maintenance options.

c) The "at-sea" maintenance may be waived if the compulsory vessel carries at least three licensed GMDSS Radio Operators.

d) Compulsory vessels operating in Sea Area A4 are required to carry at least one licensed GMDSS Radio Maintainer.

006C- Which of the following is a requirement, under GMDSS, for all vessels over 300 gross tons operating within range of a MF-DSC equipped shore station?

a) Ship's Master or radio officer must be on duty at all times.

b) At least 2nd class Telegraphy license or GMDSS Element 9 is required for the radio officer.

c) Spare parts and maintenance kit for repairs.
d) Only one of the three maintenance options is required.
006D- What statement is generally correct regarding the maintenance requirements for ships under GMDSS?
a) Redundancy of functions of certain equipment will partially meet this requirement.
b) On-board maintenance provided by a person holding a GMDSS Maintainer's license will partially meet the requirements.
c) Shoreside maintenance and scheduled tests and inspections will partially meet this requirement.
d) All of the above
006E- A ship operating in sea area A-3 must have the following provisions for maintenance:
a) Duplication of Equipment
b) Shore Maintenance
c) At Sea Maintenance
d) Any two of the above
006F- A ship operating in sea area A-1 must have the following provisions for maintenance:
a) Shore maintenance
b) Duplication of equipment
c) At Sea Maintenance
d) Any one of the above
Key Topic #006 Answer Key:
A: c)
B: a)
C: d)
D: d)
E: d)
F: d).
KEY TOPIC #015: MAINTENANCE:
007A- Which of the following maintenance functions is not the responsibility of the GMDSS Radio Operator?
a) Visual inspection of equipment, including the antenna and associated components.
b) Perform on-the-air verification checks.
c) Perform scheduled testing of the battery's charged condition.

d) Aligning the power output stage for maximum power.

007B- When may a compulsory vessel not be allowed to leave port?

a) When the vessel is in an over-carriage condition.

b) When the vessel has arranged for both duplication of equipment AND shore-based maintenance.

c) When the vessel has replaced a required piece of GMDSS-related equipment but its performance has not been verified or logged.

d) When the vessel is carrying only two licensed GMDSS Radio Operators and is capable of performing all required functions.

007C- Which statement is false regarding the maintenance of GMDSS equipment at sea?

a) The GMDSS maintainer may not be the person designated to have primary responsibility for radio-communications during Distress incidents even if licensed as an operator.

b) Ships must carry at least one person who qualifies as a GMDSS maintainer for the maintenance and repair of equipment if the at-sea maintenance option is selected.

c) All at-sea maintenance and repairs must be performed by, or under the supervision of a person holding a GMDSS Maintainer license.

d) The GMDSS maintainer may be the person responsible for ensuring that the watches are properly maintained and that the proper guard channels and the vessel's position are entered into the DSC equipment.

007D- Which of the following service or maintenance functions may NOT be performed by the holder of a GMDSS Radio Operator License?

a) Reset tripped circuit breakers or replace defective fuses.

b) Routine battery maintenance if used as part of the GMDSS station.

c) Any adjustments or maintenance that may affect the proper operation of the station.

d) Replacement of consumable items such as paper, ribbons, etc.

007E- What are the conditions, under GMDSS, whereby a ship is NOT allowed to depart from any port?

a) The vessel is not capable of performing all required Distress and Safety functions.

b) The vessel is carrying more than the required number of qualified GMDSS radio operators.
c) The vessel has a temporary waiver of its radio license and Safety Certificate.
d) The vessel is not carrying a GMDSS radio maintainer, but has provided for shoreside maintenance plus duplication of equipment if required.
007F- What determines the spares and maintenance materials requirements for the SITOR equipment under GMDSS?
a) The recommendations of the manufacturer.
b) 47 CFR Part 80
c) IMO Circular "Equipment Spares".
d) The GMDSS Maintainer's requirements.
Key Topic #007 Answer Key:
A: d)
B: c)
C: a)
D: c)
E: a)
F: a).
KEY TOPIC #018: EQUIPMENT TESTING:
008A- Under GMDSS, a compulsory VHF-DSC radiotelephone installation must be tested at what minimum intervals at sea?
a) Daily
b) Annually, by a representative of the FCC.
c) At the annual SOLAS inspection.
d) Monthly
008B- Testing of a compulsory radiotelephone station should be done?
a) Into an artificial antenna.
b) May be accomplished by using the radiotelephone for normal business.
c) On 2182 kHz and must be heard clearly under normal conditions at a range of 150 nautical miles.
d) Either a) or b)
018C- While underway, how frequently is the DSC controller required to be tested?

a) Once a day
b) Once a week
c) Twice a week
d) Once a month
008D- At sea, all required equipment (other than Survival Craft Equipment) must be proven operational by?
a) Daily testing
b) By either a) or c)
c) Operational use of the equipment.
d) Testing at least every 48 hours.
008E- The best way to test the MF-HF NBDP system is?
a) Make a radiotelephone call to a coast station.
b) Initiate an ARQ call to demonstrate that the transmitter and antenna are working.
c) Initiate an FEC call to demonstrate that the transmitter and antenna are working.
d) Initiate an ARQ call to a Coast Station and wait for the automatic exchange of answerbacks.
008F- The best way to test the Inmarsat-C terminal is?
a) Send a message to a shore terminal and wait for confirmation.
b) Compose and send a brief message to your own Inmarsat-C terminal.
c) Send a message to another ship terminal.
d) If the "Send" light flashes, proper operation has been confirmed.
Key Topic #008 Answer Key:
A: a)
B: d)
C: a)
D: b)
E: d)
F: b).
KEY TOPIC #20: LOGKEEPING:
009A-Which of the following statements are true?
a) GMDSS Radio Logs are required to contain entries pertaining to all incidents connected with the radio-communications service that appear to be of importance to the safety of life at sea.
b) All Distress communications must be entered in the GMDSS

radio log.
c) Both of the above
d) None of the above
009B-Which of the following statements are true?
a) Key letters or abbreviations may not be used in GMDSS Radio Logbooks under any circumstances.
b) Urgency communications do not need to be entered in the GMDSS radio log.
c) Both of the above
d) None of the above
009C- Where should the GMDSS radio log be kept on board ship?
a) Captain's office
b) Sea cabin
c) At the GMDSS operating position.
d) Anywhere on board the vessel.
009D- How long must the radio log be retained on board before sending it to the shoreside licensee?
a) At least one year after the last entry.
b) At least two years after the last entry.
c) At least 90 days after the last entry.
d) At least 30 days after the last entry.
009E- How long must the radio log be archived by the licensee?
a) Two years if there is no Distress or Urgency entries.
b) Three years if there are any Distress or Urgency entries.
c) Both of the above
d) None of the above
009F- Which of the following logkeeping statements is true?
a) Entries relating to pre-voyage, pre-departure and daily tests are required.
b) Both a) and c)
c) A summary of all Distress communications heard and Urgency communications affecting the station’s own ship. Also, all Safety communications (other than VHF) affecting the station’s own ship must be logged.
d) Routine daily MF-HF and Inmarsat-C transmissions do not have to be logged.

Key Topic #009 Answer Key:
A: c)
B: d)
C: c)
D: d)
E: c)
F: b).

KEY TOPIC #010: INMARSAT-C POWER UP, SELF-TEST, CONTROLS AND INDICATOR LAMPS:

010A- Which of the following actions should be taken once the vessel is berthed and will not leave port again for several weeks?
a) The GMDSS Radio Operator must notify the NCS that the vessel will be off-line, and wait for the NCS to acknowledge with a confirmation number that must be logged.
b) The Inmarsat-C system can be powered down without taking additional steps once the GMDSS Radio Operator has ensured that all incoming SafetyNETTM messages have been received and stored.
c) The GMDSS Radio Operator must log out of the Inmarsat-C system.
d) The GMDSS Radio Operator must transmit an all-ships alert, to notify vessels within the satellite's footprint that the vessel will be off-line.

010B- What action should be taken on arrival at every port?
a) An Inmarsat-C system must be powered down.
b) Send a message to the NCS advising arrival in port.
c) Both of the above
d) None of the above

010C- With most Inmarsat-C systems what should the indicator lamps do when powering up?
a) The power on lamp should light and the others stay off until a message is received.
b) All lamps should illuminate in a particular sequence, as per the operator’s manual.
c) All lamps should light and stay on.
d) All lamps should light except the RED light.

010D- Upon power-up, what controls are adjusted on an Inmarsat-C terminal?
a) The antenna Azimuth and Elevation controls.
b) The receiver gain is adjusted for maximum signal.
c) Both of the above
d) None of the above
010E- On an Inmarsat-C system, soon after power up, what might a blinking lamp indicate?
a) The system is not yet locked on to the NCS signal.
b) An EGC message is being received.
c) There is mail being received.
d) All of the above
010F- On an Inmarsat-C system an alarm sounds:
a) When first powered on.
b) When receiving Distress traffic.
c) Both of the above
d) None of the above
Key Topic #010 Answer Key:
A: c)
B: d)
C: b)
D: d)
E: d)
F: b).
KEY TOPIC #010: SELECTING AN INMARSAT OCEAN REGION:
011A- Which satellite(s) would most likely be selected for use when the vessel is operating off the eastern shore of the United States?
a) AOR-W
b) IOR
c) POR
d) Either AOR-W or IOR will work.
011B- Which satellite would be chosen when operating in the Eastern Gulf of Mexico?
a) AOR-W
b) IOR
c) POR

d) Any one of these

011C- Which longitude corresponds to the AOR-W satellite for Inmarsat-B/C communications?

a) 64.5E

b) 178E

c) 15.5W

d) 54W

011D- Which longitude corresponds to the AOR-E satellite for Inmarsat-B/C communications?

a) 64.5E

b) 178E

c) 15.5W

d) 54W

011E- Which longitude corresponds to the POR's satellite location for Inmarsat-B/C communications?

a) 64.5E

b) 178E

c) 15.5W

d) 54W

011F- Which longitude corresponds to the IOR's satellite location for Inmarsat-B/C communications?

a) 64.5E

b) 178E

c) 15.5W

d) 54W

Key Topic #011 Answer Key:

A: a)

B: a)

C: d)

D: c)

E: b)

F: a)

KEY TOPIC #012A: INMARSAT: LOG-IN & LOG-OUT:

012A- Which action must be taken to ensure that incoming message traffic of all priority levels will be received through Inmarsat-C?

a) The system needs only to be commissioned and turned on.

b) No additional action is necessary after turning on the receiver

and aiming the antenna at the desired satellite.
c) The GMDSS Radio Operator must log-in to the desired satellite.
d) The GMDSS Radio Operator must log-in to the desired satellite and receive the message reference number (MRN) from the CES.
012B- When logging into the Inmarsat system using Inmarsat-C, it is necessary to:
a) Enter your IMN.
b) Enter the CES answer back.
c) Select the Ocean Region.
d) Call the CES and inform them that you are now operating in the appropriate ocean region.
012C- What action should be taken on changing from one ocean region to another?
a) Power the system down and turn the power back on again.
b) Manually realign the antenna.
c) Log out of the current satellite and log in to the correct satellite.
d) Both a) and c) are correct
012D- The process of logging out involves the following:
a) Selecting the proper command from the correct menu.
b) Obtaining confirmation of log out from the NCS.
c) Both of the above
d) None of the above
012E- How do you determine that your Inmarsat-C terminal has accomplished a successful login?
a) The red panel lamp lights.
b) The green synch lamp starts flashing.
c) The green synch lamp turns on steady.
d) None of the above
012F- On many Inmarsat-C terminals, which of the following indicates a successful log-in?
a) A message is displayed on the screen indicating a successful log-in.
b) The printer may also print out a notice of a successful log-in.
c) Both of the above
d) None of the above
Key Topic #012 Answer Key:

A: c)
B: c)
C: c)
D: c)
E: d)
F: c).

KEY TOPIC #062: INMARSAT: GENERAL SYSTEM OPERATIONS:

013A- What is the primary function of an NCS?

a) To monitor and control communications through the Inmarsat satellite for which it is responsible.

b) To provide direct communications between the Inmarsat station placing a call and the station receiving the call.

c) To provide multi-mode communications between the Inmarsat station placing a call and the coast radio station that will deliver it.

d) To determine which satellite is best suited to provide communications between the Inmarsat station placing a call and the station receiving the call.

013B- What is the primary function of a CES?

a) To monitor and control communications through the Inmarsat satellite for which it is responsible.

b) To provide direct communications between the Inmarsat station placing a call and the station receiving the call.

c) To provide multi-mode communications between the Inmarsat station placing a call and the coast radio station that will deliver it.

d) To determine which satellite is best suited to provide communications between the Inmarsat station placing a call and the station receiving the call.

013C- Messages are transmitted by the CES according to what criteria?

a) First In, First Out

b) Last In, First Out

c) Priority, e.g. Distress, Urgency, Safety and Routine.

d) Serial Number

013D- How is maximum coverage provided by satellites in the maritime satellite service?

a) Four satellites in polar orbit.

b) Four satellites in geo-stationary orbit approximately 22,184 miles above the equator.
c) Four satellites in geo-stationary orbit for each Inmarsat Service (A, B, C and M).
d) Through coordinated use of COSPAS-SARSAT satellites.
013E- What is meant by the characters GA+ on an Inmarsat terminal?
a) General Address (to all stations)
b) Go ahead
c) The instruction to "give address"
d) None of these
013F- What is the purpose of a CODEC?
a) Noise and echo-canceling used in TELEX operation.
b) To digitize voice signals for transmission and convert digital signals to voice signals for reception.
c) To enable Distress communications.
d) To enable data communications.
Key Topic #013 Answer Key:
A: a)
B: b)
C: c)
D: b)
E: b)
F: b).
KEY TOPIC #014: INMARSAT: GENERAL SYSTEM OPERATIONS:
014A- What is an MRN?
a) Mobile Registration Number, provided by the FCC.
b) Message Reference Number, provided by the CES.
c) Mobile Registration Number, provided by IMO.
d) Vessel's call sign
014B- To keep the Inmarsat-B antenna pointing at the desired satellite, regardless of the ship's position and course, it has an input from the vessel's:
a) Operational radar
b) Automated Radar Plotting Aid (ARPA) equipped radar
c) Steering control system
d) Gyrocompass

014C- The Inmarsat telephone and TELEX communications channel usage scheme is:
a) Many ships on the same TELEX analog channel frequency and many ships on the same TDM telephone channel.
b) One ship per telephone channel and many ships per TELEX channel.
c) One ship per analog telephone channel and one ship per TELEX analog channel frequency.
d) One ship per channel whether telephone or TELEX.
014D- What is an Inmarsat "Subscriber Number"?
a) This identifies the vessel's selective calling (SELCALL) number.
b) This is the Inmarsat number that is assigned to a unit for incoming calls.
c) This is the vessel's Inmarsat registration number for accounting authority purposes.
d) This number is used for receiving news and other optional services in FleetNETTM.
014E- Which of the following statements concerning Inmarsat geostationary satellites is true?
a) They are in a polar orbit, in order to provide true global coverage.
b) They are in an equatorial orbit, in order to provide true global coverage.
c) They provide coverage to vessels in nearly all of the world's navigable waters.
d) Vessels sailing in equatorial waters are able to use only one satellite, whereas other vessels are able to choose between at least two satellites.
014F- What is meant by "CES"?
a) Coast Earth Satellite
b) Coast Earth Station
c) Central Equatorial Station
d) Coastal Equivalent Station
Key Topic #014 Answer Key:
A: b)
B: d)
C: b)
D: b)

E: c)
F: b).
KEY TOPIC #064: INMARSAT-B EQUIPMENT AND OPERATIONS:
015A- How is a signal radiated from an Inmarsat-B system's antenna?
a) It is a highly focused directional signal that must be beamed at the desired satellite.
b) It is usually radiated in an omni-directional pattern, but an optional feature allows it to be directional for use when the vessel is on the fringe of the satellite's footprint.
c) It is radiated in an omni-directional pattern.
d) It is radiated in an omni-directional pattern that can be reversed by the Operator to attain directional beaming to an alternate satellite.
015B- Which mode of Inmarsat-B communications may be possible with a lower received signal strength?
a) Fax
b) TELEX
c) Voice Communications
d) Binary computer file transfers
015C- What is the purpose of the second I.D. in an Inmarsat-B SES?
a) To provide an additional number which may be dedicated to computers, fax, etc.
b) To provide an alternate number which may be called if a busy signal is received by the calling party.
c) To provide an additional speech path, which may be used to communicate while the first channel is engaged in active communications.
d) To provide for an emergency working frequency.
015D- What is the effect of having five periods (e.g.-meanwhile.....) in the text of a TELEX transmission on an Inmarsat-A SES?
a) Only the first period will be routed to the receiving party.
b) Only the first two periods will be routed to the receiving party.
c) The transmission will automatically terminate after those characters are transmitted.
d) This will automatically trigger the reversal of charges to the receiving party.

015E- Why is the automatic answerback request (WRU) first used by the CES after an Inmarsat-B TELEX call has been placed from a ship?
a) Identify the SES making the request.
b) Let the CES operator know the printer is functioning correctly.
c) Get the identity of the ship station and start the channel assignment process.
d) Verify that there is a good connection with no transmission errors.
015F- When engaging in voice communications via an Inmarsat-B terminal, what procedures are used?
a) Noise-blanking must be selected by the operator.
b) CODECs are used to digitize the voice signal.
c) The voice signal must be compressed to fit into the allowed bandwidth.
d) The voice signal will be expanded at the receiving terminal.
Key Topic #015 Answer Key:
A: a)
B: b)
C: a)
D: c)
E: a)
F: b).
KEY TOPIC #016: INMARSAT-C EQUIPMENT AND OPERATIONS:
016A- Which mode of communications is NOT possible through an Inmarsat-C SES?
a) Data
b) TELEX
c) Emergency Activation
d) Shore-to-ship Facsimile
016B- What is the average length of time required for a TELEX sent by Inmarsat-C to be delivered to the addressee?
a) All Inmarsat-C communications are made with real-time connectivity so there is no delay in message delivery.
b) The average delivery time for a message sent by Inmarsat-C is about 10 minutes.
c) Date/time notification of delivery is possible only through

Inmarsat-B.
d) The average delivery time for a TELEX sent by Inmarsat-C is about 10 minutes, but fax and data messages sent by Inmarsat-C require about 30 minutes for delivery.
016C- How is a signal radiated from an Inmarsat-C system's antenna?
a) It is a highly focused directional signal that must be beamed at the desired satellite.
b) It is usually radiated in an omni-directional pattern, but an optional feature allows it to be directional for use when the vessel is on the fringe of the satellite's footprint.
c) It is radiated in an omni-directional pattern.
d) It is radiated in an omni-directional pattern that can be reversed by the Operator to attain directional beaming to an alternate satellite.
016D- What statement is true regarding Inmarsat-C?
a) There is a propagation delay, but a direct connection is made between the ship and shore users.
b) There are delays in establishing communications. Then a direct real-time connection is maintained with the other party.
c) This is a store and forward network, with an intermediate step that means there is no direct connection between ship and shore users.
d) The TELEX message is stored until the mailbox is accessed by the station desiring to retrieve their message.
016E- With an Inmarsat-C CES, how are messages routed to receiving stations?
a) Direct connections are made to the receiving stations via gateways.
b) All messages are forwarded via a store and forward network.
c) Intermediary stations are used to connect the sending station with the receiving station in a real-time mode.
d) Messages are stored until the network is polled by the receiving station.
016F- What are the directional characteristics of the Inmarsat-C SES antenna?
a) Highly directional parabolic antenna requiring stabilization.
b) Omni-directional.
c) Wide beam width in a cardioid pattern off the front of the antenna.
d) Very narrow beam width straight-up from the top of the antenna.

Key Topic #016 Answer Key:
A: d)
B: b)
C: c)
D: c)
E: b)
F: b).

KEY TOPIC #017: INMARSAT-C: EQUIPMENT & OPERATIONS:

017A- Which of the following best describes Inmarsat-C operation?
a) Is an analog-based system.
b) Requires a stabilized directional antenna.
c) Provides for voice, TELEX, high- and low-speed data and compressed video communications.
d) Is a digital store-and-forward system that also provides Enhanced Group Call, data reporting, polling and Distress alerting capabilities.

017B- Which of the following best describes a shipboard Inmarsat-C system?
a) A satellite communications system that provides real-time connectivity.
b) A small, lightweight terminal capable of providing satellite store-and-forward message communications.
c) A small, lightweight terminal used to transmit messages over high frequency (HF) bands to communicate through a satellite.
d) A satellite communications system that also provides continuous Digital Selective Calling coverage for all ocean regions.

017C- Which of the following modes of communications are available when using Inmarsat-C?
a) TELEX and e-mail
b) Fax
c) 14400 BPS Data
d) Voice

017D- Which mode of communication is possible through an Inmarsat-C SES?
a) SITOR
b) TELEX and e-mail
c) Radiotelephone
d) DSC

017E- It is possible to transmit all of the following via Inmarsat-C

from a vessel except?
a) TELEX
b) Text for delivery by fax.
c) Voice
d) Comtex mail and x.400 data services
017F- Which of the following best describes the full range of services provided by the Inmarsat-C Satellite system?
a) Polling, enhanced group call, and one-way position and data reporting via satellite.
b) FM voice communications via satellite.
c) Two-way messaging and data communications on a store-and-forward basis.
d) Polling, enhanced group call, one-way position and data reporting via satellite, two-way messaging and data communications on a store -and-forward basis.
Key Topic #017 Answer Key:
A: d)
B: b)
C: a)
D: b)
E: c)
F: d).
KEY TOPIC #018: COMPARE & DIFFERENTIATE "B" & "C" TERMINALS:
018A- Which statement concerning Inmarsat-B and Inmarsat-C terminals is correct?
a) Both Inmarsat-B and Inmarsat-C units are capable of fax and voice communications.
b) Both Inmarsat-B and Inmarsat-C units can send data as well as send messages to fax machines.
c) Inmarsat-B units are not capable of data communications, but Inmarsat-C units are capable of data communications.
d) None of the above
018B- When Inmarsat-B and Inmarsat-C terminals are compared:
a) Inmarsat-B antennas are bulkier, but omni-directional, while Inmarsat-C antennas are smaller and parabolic, for aiming at the satellite.
b) Inmarsat-B antennas are parabolic and smaller for higher gain,

while Inmarsat-C antennas are larger but omni-directional.
c) Inmarsat-C antennas are smaller, but omni-directional, while Inmarsat-B antennas are parabolic for lower gain.
d) None of the above
018C- Which statement concerning Inmarsat-B and Inmarsat-C terminals is correct?
a) Inmarsat-B terminals require gyro and GPS input, in order to enable automatic satellite tracking.
b) Inmarsat-C terminals require only GPS input, in order to enable automatic satellite tracking.
c) Inmarsat-B terminals require AZ/EL setup and gyro input, in order to enable automatic satellite tracking.
d) Inmarsat-C terminals require AZ/EL setup and GPS input, in order to enable automatic satellite tracking.
018D- When Inmarsat-B and Inmarsat-C terminals are compared:
a) Inmarsat-C antennas are smaller, with active parabolic antennas but no rewind capability.
b) Inmarsat-B antennas are larger, with passive non-parabolic antennas that require rewind capability.
c) Inmarsat-C antennas are smaller, with passive non-parabolic antennas but no rewind capability.
d) Inmarsat-B antennas are larger, with stationary parabolic antennas but no rewind capability.
018E- Which statement concerning Inmarsat-B and Inmarsat-C terminals is correct?
a) Both Inmarsat-B and Inmarsat-C units are subject to shadowing effects due to their omni-directional antennas.
b) Both Inmarsat-B and Inmarsat-C units are subject to shadowing effects, but Inmarsat-B units have directional antennas.
c) Both Inmarsat-B and Inmarsat-C units are subject to shadowing effects, but Inmarsat-C units have directional antennas.
d) Both Inmarsat-B and Inmarsat-C units are subject to shadowing effects, due to their directional antennas.
018F- When Inmarsat-B and Inmarsat-C terminals are compared:
a) Inmarsat-B units provide greater communications capabilities, with the benefits of greater size, weight, installation expense and initial cost.

b) Inmarsat-C provides lesser communications capabilities, with the trade-offs of greater size, weight, installation expense and initial cost.
c) Inmarsat-B units provide greater communications capabilities, with the trade-offs of greater size, weight, installation expense and initial cost.
d) Inmarsat-C units are of smaller size/weight, installation expense and initial cost and provide greater communications capabilities due to modern technology.
Key Topic #018 Answer Key:
A: b)
B: d)
C: c)
D: c)
E: b)
F: c).
KEY TOPIC #019: SAR/MCC/RCC: SYSTEMS & PROCEDURES:
019A- Which action should the GMDSS radio operator take in a Distress situation when embarking in survival craft?
a) Switch on EPIRB and SART immediately and leave on.
b) EPIRB and SART switched on manually prior to embarking; remain aboard vessel in Distress.
c) Notify RCC (Rescue Coordination Center) through VHF DSC in portable equipment.
d) Communicate via Inmarsat-C from the survival craft.
019B- Which is the key part of the search and rescue system under GMDSS?
a) COSPAS/SARSAT satellites
b) AMSAT satellites
c) NASA satellites
d) U.S. Space Agency satellites
019C- Which statement is true regarding the COSPAS-SARSAT system?
a) EPIRBs are satellite beacons used aboard vessels as alerting devices.
b) Signals received by low altitude, near-polar orbiting satellites are relayed to a ground receiving station, called a Local User Terminal.

c) Doppler shift is used to locate the beacons.
d) All of these
019D- Which statement is NOT true regarding the COSPAS-SARSAT system?
a) EPIRBs are satellite beacons used as alerting/locating devices.
b) Locates Distress beacons transmitting on 406 MHz.
c) Doppler shift is used to locate the beacons.
d) May be used to transmit public correspondence.
019E- What information is transmitted by a 406 MHz EPIRB alert?
a) Vessel position and nature of Distress.
b) A unique Hexadecimal I.D. number.
c) Vessel name and identification.
d) None of the above
019F- Which statement is true regarding the COSPAS-SARSAT system and EPIRB operations?
a) The EPIRB's position is calculated by the system and passed to the RCC.
b) The EPIRB transmits a unique Hex I.D. and vessel position that is passed to the RCC.
c) The EPIRB transmits a unique Hex I.D. that is passed to the RCC.
d) Both a) and c) are true

ارزشیابی

عنوان فصل	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 کار با تجهیزات GMDSS	بالاتر از حد انتظار	۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS ۲ تشریح عملکرد هر یک 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 هر یک 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.	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	۱ تشریح عملکرد سامانه GMDSS ۲ تشریح عملکرد هر یک 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.	۱
	نمرهٔ مستمر از ۵				
	نمرهٔ شایستگی پودمان از ۳				
	نمرهٔ پودمان از ۲۰				

ارزشیابی شایستگی فصل سامانه جهانی اضطرار و ایمنی دریایی (GMDSS)

۱ 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.

۲ 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

۳ شاخص‌ها:
تشریح کامل عملکرد، آزمایش و نگهداری سامانه GMDSS .

۴ 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 MF/HF ـ VHF و VHF دستی
دستگاه‌های SART ـ EPIRB ـ NAVEX

۵ 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، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و... 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	
	میانگین نمرات		*

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

منابع

۱ نحوی، هوشنگ و فرشچیان، پرویز؛ مبانی رادار و وسایل کمک ناوبری، کد ۳۵۸/۴۳. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، (۱۳۹۲).

۲ نسل پاک، میرحمید و دیانی، محمّدرضا؛ آشنایی با دستگاه‌های کمک ناوبری، کد ۴۷۰/۵. تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی، (۱۳۹۲).

۳ کارگاه و آزمایشگاه مبانی مخابرات رادیو، (جلد اول) مؤلفان: یدالله رضازاده، محمود شبانی، سید محمود صموتی، شهرام نصیری سواد کوهی؛ تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی، (۱۳۹۰).

۴ م.م. نشاطی، معرفی سیستم موقعیت‌یاب جهانی GPS، دانشگاه سیستان و بلوچستان، (۱۳۸۳).

۵ ف. نصری و م. فراست، ناوبری الکترونیکی، نوشهر: دانشگاه علوم دریایی امام خمینی، (۱۳۸۷).

۶ برنامهٔ درسی رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی، (۱۳۹۳)، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۷ استاندارد شایستگی حرفه رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۸ استاندارد ارزشیابی حرفه رشتهٔ الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.

۹ شیوه‌نامهٔ نحوهٔ ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای.

۱۰ برنامهٔ درسی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱.

ارگان‌ها و مؤسساتی که در فرایند اعتبارسنجی این کتاب مشارکت داشته‌اند:

۱ اداره کل امور دریایی و سازمان‌های تخصصی بین‌المللی سازمان بنادر و دریانوردی

۲ مؤسسه آموزشی کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران

۳ نیروی دریایی راهبردی ارتش جمهوری اسلامی ایران

۴ نیروی دریایی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی ایران

۵ مرزبانی نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران

۶ دبیرخانه کشوری هنرستان‌های علوم و فنون دریایی