



ناویری الکترونیکی

رشته الکترونیک و مخابرات دریایی

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

ایه دوازدهم دوره دوم متوسط



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



٢١٢٢٨٣ - ناویری الکترونیکی

قائم کتاب:

ندد آه، نده:

مدبوبات و نامه، بزم، درس و تأليف:

الفصل السادس

.. ۷۰۰

سازمان پژوهش و نامه‌نیزی آموزش

دفتر تألف کتاب های دسی فن و حفه ای و کار دانش

وَالْمُؤْمِنُونَ هُمُ الْأَوَّلُونَ

اداره ملی نظارت بر سر و توزیع مواد امورسی

جواد صفری (مدیر هنری) - حدیجه محمدی

فیروزاباد(رسام)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شم

تلفن: ۹۱۶۱۸۸۸۳۰۹۲۶۶، دورنگار: ۰۹۲۳۰۸۸۳

وبگاه: irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی، ایران: تهران-

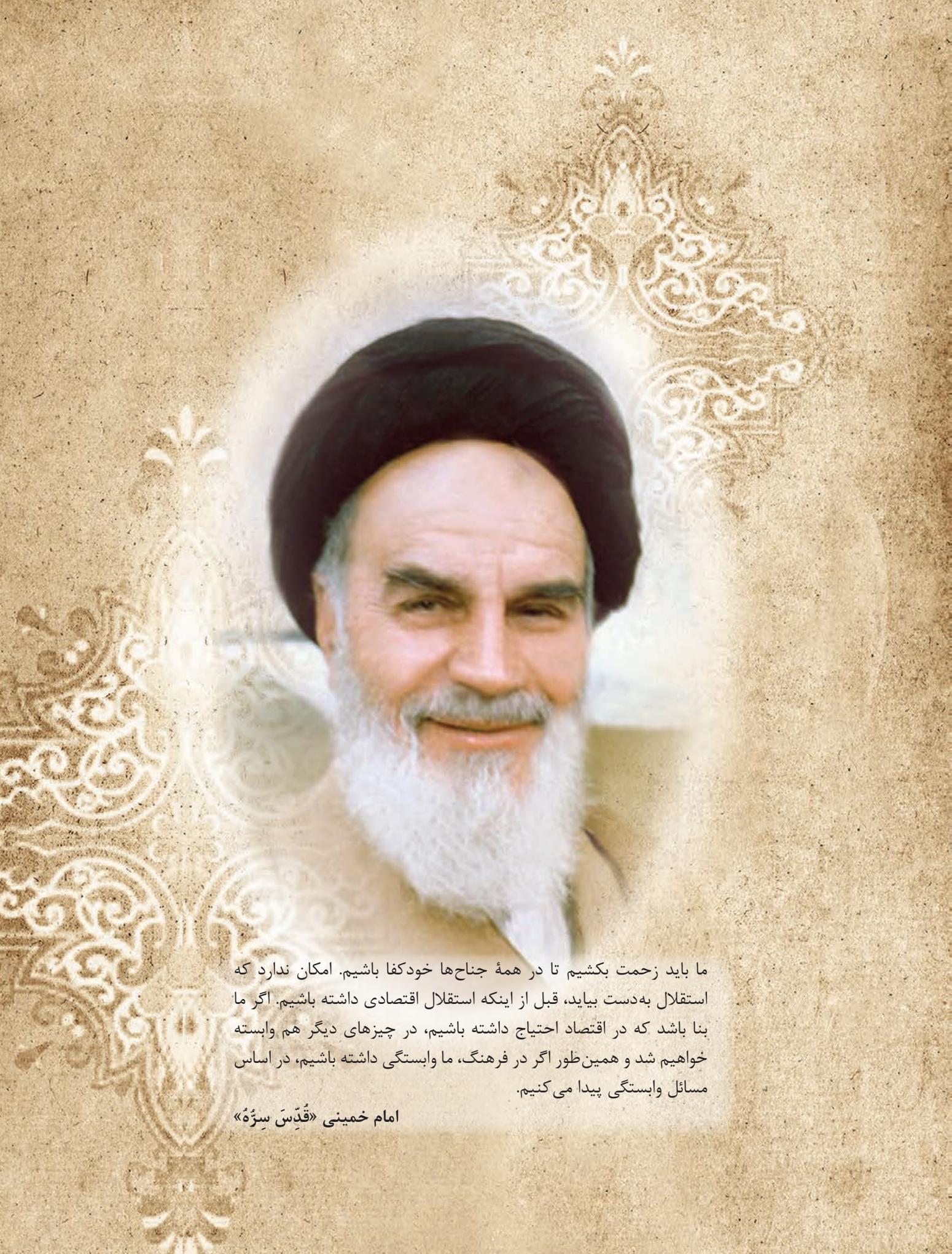
تلفن: ۰۴۴۹۸۵۱۶۱ - ۰۴۴۹۸۵۱۶۰ دو نگار:

شکت حابه‌نش کتاب‌هاء، د.س. ابان «سم

۱۳۹۹

• • • •

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 به صورت چاپی و الکترونیکی و راهه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تالیخی، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تنهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ما باید زحمت بکشیم تا در همه جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به دست بباید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین ظور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی «قدس سرہ»

فهرست

۱	پودمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری
۲	واحد یادگیری ۱: کاربری سامانه‌های سوناری
۴۶	ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه‌های سوناری
۴۷	پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته
۴۸	واحد یادگیری ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته
۸۱	ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه‌های هدایت کشته
۸۳	پودمان ۳: کاربری مدارهای دیوودی
۸۴	واحد یادگیری ۳: کاربری مدارهای دیوودی
۱۰۷	واحد یادگیری ۴: کاربری مدارهای ترانزیستوری
۱۲۴	ارزشیابی شایستگی کاربری مدارهای ترانزیستوری
۱۲۵	پودمان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال
۱۲۶	واحد یادگیری ۵: کاربری مدارهای دیجیتال
۱۶۵	ارزشیابی شایستگی کاربری مدارهای دیجیتال
۱۶۷	پودمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری
۱۶۸	واحد یادگیری ۶: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری
۱۹۷	ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری
۱۹۸	منابع

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکترونیک و مخابراتی دریایی بازطراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوش دروش شایستگی‌های فنی می‌باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر درس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می‌باشد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای - تحصیلی می‌باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان را در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوای شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی موردنیاز از متون فنی غیر فارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجو فعالی صورت می‌گیرد.

به مانند دروس هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنمای و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و سایر مراحل کلیدی براساس استاندارد عملکرد از ملزمات کسب شایستگی‌های فنی و غیرفنی می‌باشند.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: بررسی اصول مخابرات دریایی

پودمان دوم: تحلیل مدارهای الکتریکی

پودمان سوم: تحلیل مدارهای الکترونیکی

پودمان چهارم: کاربری ماشین‌های الکتریکی

پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی

سخنی با هنرجویان عزیز

شرايط در حال تغيير دنياى کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوریها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسي و محتواي کتاب‌های درسي را در ادامه تغييرات پايه‌های قبلی براساس نياز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادين آموزش و پرورش و برنامه درسي ملي جمهوری اسلامي ايران در نظام جديد آموزشی باز طراحي و تأليف کنيم. مهم‌ترین تغيير در کتاب‌ها درسي تغيير رویکرد آموزشی، آموزش و ارزش‌بالي مبتنی بر شايستگی است. شايستگی، توانايي انجام کار در محيط واقعی براساس استاندارد عملکرد تعريف شده است. توانايي شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصيلي - حرفة‌ای شما، چهار دسته شايستگی درنظر گرفته شده است:

- ۱- شايستگی‌های فني برای جذب در بازار کار مانند کار بروي دستگاه‌های مخباراتي شناورها
- ۲- شايستگی‌های غيرفني برای پيشرفت و موفقیت در آينده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوري و مصرف بهینه انرژي
- ۳- شايستگی‌های فناوري اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها
- ۴- شايستگی‌های مربوط به يادگيري مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع ديگر

براین اساس دفتر تأليف کتاب‌های درسي فني و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ريزي درسي فني و حرفه‌ای و خبرگان دنياى کار مجموعه اسناد برنامه درسي رشته‌های شاخه فني و حرفه‌اي را تدوين نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تأليف برای هر يك از کتاب‌های درسي در هر رشته است.

درس دانش فني تخصصي، از خوش دروس شايستگی‌های فني می‌باشد که ویژه رشته الکترونيک و مخبارات دریابي برای پايه ۱۲ تأليف شده است. کسب شايستگی‌های فني و غيرفني اين کتاب برای موفقیت آينده شغلی و توسعه آن براساس جدول توسعه حرفه‌اي بسیار ضروري است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شايستگی‌های آموزش داده شده در اين کتاب را کسب و در فرایند ارزش‌بالي به اثبات رسانيد.

اين کتاب نيز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند ياددهی - يادگيري هر پودمان می‌توانند شايستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان «کسب اطلاعات فني» هدف توسعه شايستگی‌های حرفه‌اي شما بعد از اتمام دوره تحصيلي در مقطع کانونی است تا بتوانيد با درک مطالب از منابع غيرفارسي در راستاي يادگيري در تمام طول عمر گام برداريد. و در دنياى متغير و متتحول کار و فناوري اطلاعات خود را به روزرسانی کنيد. هنرآموز محترم شما مانند ساير دروس اين خوش برای هر پودمان يك نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی حداقل ۱۲ می‌باشد. درصورت احراز نشدن شايستگی پس از ارزش‌بالي اول، فهرست جiran و ارزش‌بالي مجدد تا آخر سال تحصيلي وجود دارد. در کارنامه شما اين درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شايستگی تشکيل می‌شود. و چنانچه در يكى از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکرديد، لازم است همان پودمان‌ها مورد ارزش‌بالي قرار گيريد. همچنین اين درس داراي ضريب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثير می‌گذارد.

همچنین در کتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصي در رشته تحصيلي - حرفه‌اي شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوي خود را هنگام آزمون و ارزش‌بالي حتماً همراه داشته باشيد. در اين درس نيز مانند ساير دروس اجزايی ديگر از بسته آموزشی درنظر گرفته شده است و شما می‌توانيد با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.orep.ir از عنوانين آنها مطلع شويد.

فعالیت‌های يادگيري در ارتباط با شايستگی‌های غيرفني مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌اي، حفاظت از محیط‌زیست و شايستگی‌های يادگيري مادام‌العمر و فناوري اطلاعات همراه با شايستگی‌های فني طراحي و در کتاب درسي و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید اين شايستگی‌ها را در کنار شايستگی‌های فني آموزش ببینيد، تجربه کنيد و آنها را در انجام فعالیت‌های يادگيري به کار گيريد.

رعايت نکات ايمني، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصيه‌های هنرآموز محترمنان در ارتباط با رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدي بگيريد.

اميدوارم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامي، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پيشرفت اجتماعي و اقتصادي و تربیت مؤثر و شايسته جوانان برومند میهن اسلامي برداشته شود.

پودمان ۱

کاربری سامانه‌های سوناری (SONAR: sound navigation and ranging)



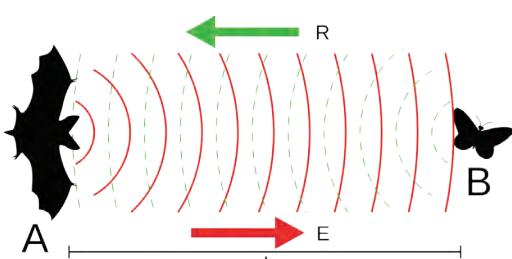
کاربری سامانه‌های سوناری

آیا تاکنون پی برده‌اید

- ۱ امواج و فرکانس‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۲ امواج سنج چگونه کار می‌کند؟
- ۳ سرعت سنج چگونه کار می‌کند؟
- ۴ آکوستیک چیست و چه تاریخچه‌ای دارد؟
- ۵ موارد استفاده از سونارها کدام اند؟
- ۶ ماہی یاب چگونه کار می‌کند؟
- ۷ سرعت سنج چگونه کار می‌کند؟
- ۸ اصول سونار و انواع آن کدام‌اند؟

استاندارد عملکرد

گردید. در این بخش با امواج صوتی و انتشار آن در آب، اصول سونار و کاربردهای متنوع آن آشنا خواهیم شد. سونار در ساده‌ترین شکل خود به سامانه آشکارسازی خواهد شد. لذا در ابتدا به شرح امواج صوتی، محیط و نحوه انتشار آن و همچنین عوامل مؤثر بر انتشار آنها پرداخته خواهد شد و سپس اصول کارکرد دستگاه‌های سوناری و موارد و نحوه استفاده از آنها در حوزه‌های دریایی و مسافت‌یابی صوتی استفاده می‌شود سونار نامیده می‌شوند. مکانیزم عملکرد سونار در دریا شبیه رادار است، با این تفاوت که در سونارها به جای استفاده از امواج الکترومغناطیسی، از امواج مادی آکوستیکی، بهمنظور ارتباطات زیرآبی، عمق سنجی، پیدا کردن اهداف زیر آب و مواردی دیگر استفاده می‌کنند. می‌توان گفت ایده سونار به حیات طبیعی برمی‌گردد. برخی از حیوانات مانند خفاش و دلفین برای بقای خود به طور غریزی از این سامانه بهره می‌برند و انسان‌ها نیز از قرن گذشته این سامانه را بر اساس مطالعه روی انتشار صوت در آب مورد استفاده قرار داده‌اند.



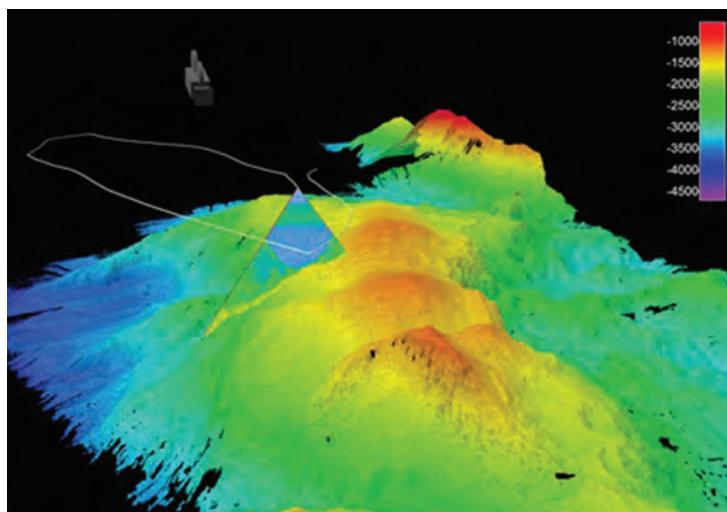
شکل ۱- استفاده خفاش از امواج صوتی و آشکارسازی

در این پومنان هنرجویان با اصول سونار و کاربری برخی از سامانه‌هایی که بر اساس این اصول کار می‌کنند، آشنا خواهند شد. لذا در ابتدا به شرح امواج صوتی، محیط و نحوه انتشار آن و همچنین عوامل مؤثر بر انتشار آنها پرداخته خواهد شد و سپس اصول کارکرد دستگاه‌های سوناری و موارد و نحوه استفاده از آنها در حوزه‌های مختلف بیان خواهد شد و در پایان کاربری سرعت سنج، عمق سنج و ماہی یاب شرح داده خواهد شد. انتشار امواج در فرکانس‌های مختلف و در محیط‌های متنوع، با توجه به انرژی و اطلاعاتی که با خود جایه‌جا می‌کند، کاربری‌های متنوعی را به دنبال دارد. همان‌طور که انتشار و دریافت امواج الکترومغناطیسی و مخابراتی در هوا و فضا توسط آنتن‌هایی بر روی سطح زمین برای شناسایی اهداف مختلف سطحی یا انتقال پیام مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای شناسایی اهداف یا انتقال پیام در زیر سطح آب نیز که محیط انتشار متفاوتی است، باید روش مناسبی اتخاذ گردد. برای این منظور از امواج صوتی و فرماحتوتی که دارای قابلیت انتشار بسیار خوبی در آب می‌باشند، استفاده می‌گردد. سونار، یک فناوری است که با استفاده از انتشار صدا در زیر آب قادر به شناسایی اهداف مختلف در زیر آب است. اولین سونار غیرفعال جهت شناسایی توده‌های یخ در سال ۱۹۰۶ اختراع

فرکانس‌ها

فرکانس‌های مختلف در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهند. همین رفتار متفاوت است که برای هر مورد کاربرد ویژه‌ای را فراهم می‌کند. بدین سبب، فرکانس‌ها را در طبقات متفاوت دسته‌بندی می‌کنند. فرکانس‌های صوتی در محدوده ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلوهرتز قرار دارند و محدوده گویش و شنوایی انسان را در برمی‌گیرد. امواج آلتراسونیک یا ماورای صوت در محدوده ۲۰ کیلوهرتز تا ۲ مگاهرتز قرار دارد و بیشتر در دستگاه‌های کنترل از راه دور استفاده می‌شوند.

امواج صوتی از میان تمام امواج شناخته شده برای بشر، به بهترین نحو در دریا منتشر می‌شوند. در آب کدر (آب باقلاء و گلی) و شور دریا، هم نور و هم امواج رادیویی درجه تضعیف‌شان نسبت به امواج صوتی بسیار بیشتر است. به دلیل راحتی انتشار صوت در زیر آب، انسان از آن برای اهداف گوناگون و اکتشاف‌ها در دریا استفاده نموده است. برای نیل به هدف‌های فوق و کاربرد صوت زیرآبی نیاز به پایه‌ریزی دانش سونار بود و سیستم‌های به کار برده شده در صوت زیرآبی از بعضی لحظه، سیستم‌های سونار نامیده می‌شوند. از این سامانه برای کشف اهداف زیرسطحی در سطوح و اندازه‌های مختلف استفاده می‌شود. برای استفاده در فواصل زیاد سامانه را باید طوری به کار برد که بتوان یک کانال صوتی در هنگام ارسال و دریافت سیگنال به وجود آید.



شکل ۲- شدت پژواک برگشتی متناسب با جنس کف دریا

علم آکوستیک

آکوستیک زیرآبی به عنوان یک شاخه ویژه از علوم و فناوری در دو جنگ جهانی اول و دوم مورد استفاده بوده است. با بررسی تاریخی متوجه این مطلب می‌شویم که این علم از دیرباز مورد توجه بشر بوده است و حتی توجه بزرگانی چون داوینچی را نیز به خود معطوف کرده است بهنحوی که یادداشتی از اوی به جامانده است که در آن چنین آورده است: «اگر کشتی خود را در دریا متوقف نموده و یک لوله بلند را در آب فروبرید و سر دیگر این لوله را در مقابل گوش خود قرار دهید، صدای کشتی‌هایی را که در فاصله دوری از شما قرار دارند

خواهید شنید.» این موضوع، اهمیت علم آکوستیک در آب و کاربردهای آن را از زمان‌های بسیار گذشته، تأیید می‌کند.

پدیده آکوستیک، علم مطالعه اصوات است که کاربردهای فراوانی در بسیاری از شاخه‌های علوم دارد. یکی از کاربردهای نوین آن که امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است، به کارگیری امواج صوتی در زیر آب است. این فناوری دارای کاربردهای بسیار متنوعی از قبیل ریدابی ماهی‌ها، عمق سنجی دریاها، زمینه‌های نظامی و بسیاری از موارد دیگر است. به همین علت ساخت تجهیزات مناسب جهت به کارگیری این فناوری همواره مورد توجه محققان بوده است. آکوستیک به معنای تولید، تراگسیل و دریافت انرژی ناشی از ارتعاش در ماده است. در واقع اگر اتم‌ها و مولکول‌ها از حالت طبیعی خود خارج شوند، این امر باعث ارتعاش‌های نوسانی و درنتیجه تراگسیل موج‌های آکوستیکی می‌شود. به طور کلی امواج صوتی، امواج مادی بوده که هم به صورت طولی و هم عرضی منتشر می‌شوند.



شکل ۳- اثر شدت صوت بر تراگسیل مولکول‌های آب

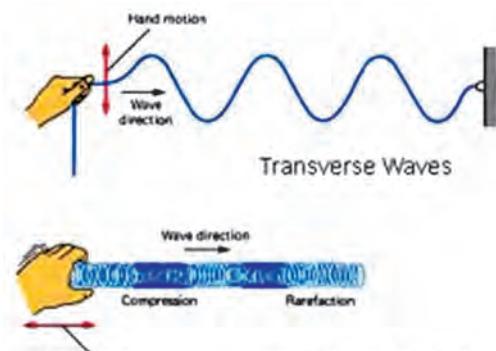
صوت و مشخصه‌های آن

اگر اتم‌ها و مولکول‌های شاره (آب و هو) یا جامد از اوضاع طبیعی خود تغییر مکان یابند، نیروی الاستیک در آنها پدیدار می‌گردد که مربوط به سختی جسم است و می‌خواهد جسم را به حالت نخست بازگرداند. این نیرو را نیروی برگرداننده می‌گویند.

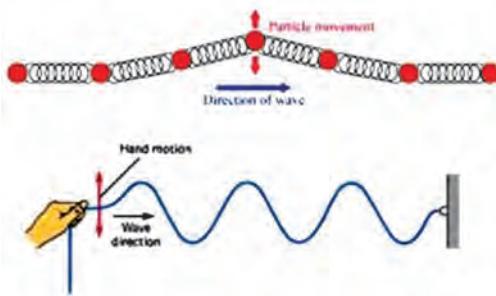
صوت از یک سری حرکات منظم مولکول‌های یک ماده الاستیکی (ارتتجاعی) تشکیل شده است. خاصیت الاستیکی ماده سبب می‌شود که حرکات و ارتعاشات تولید شده توسط منبع صوتی به ذرات جانبی منتقل شود و برهمنی اساس موج صوتی از منبع صوتی با همان سرعت صوت منتشر می‌شود. در یک مایع، حرکت ذرات به جلو و عقب و به صورت موازی با جهت انتشار یک موج انجام می‌گیرد. چون مایع قابلیت تراکم‌پذیری کمی دارد این حرکت به جلو و عقب موجب تغییر فشار در راستای انتشار موج می‌شود و در واقع آنچه توسط گیرنده امواج صوتی قابل کشف است، همین تغییرات فشار است.

در اینجا به تقسیم‌بندی امواج از لحاظ چگونگی انتشار می‌پردازیم. در این تقسیم‌بندی امواج دو دسته کلی هستند که عبارت‌اند از:

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری



شکل ۴- امواج طولی



شکل ۵- امواج عرضی

دید که تغییرات سرعت صوت در آب در اثر تغییرات درجه حرارت، فشار و چگالی آب به وجود می‌آید. می‌دانیم که صوت در اثر تغییر فشار ایجاد می‌شود و هر عاملی که باعث حرکت مولکولی شود می‌تواند تولید صوت کند. این عامل می‌تواند طبیعی یا غیرطبیعی باشد. اغتشاش طبیعی اغتشاشی است که پدیده‌های مختلف حیات عامل ایجاد آن هستند. تعدادی از عوامل تولید صدا در دریا عبارت‌اند از، صدای جریان آب، تلاطم سطح آب، صدای حباب، صدای موتورها، صدای موجودات دریایی، صدای حرارتی و صدای روحی کشتی‌ها.

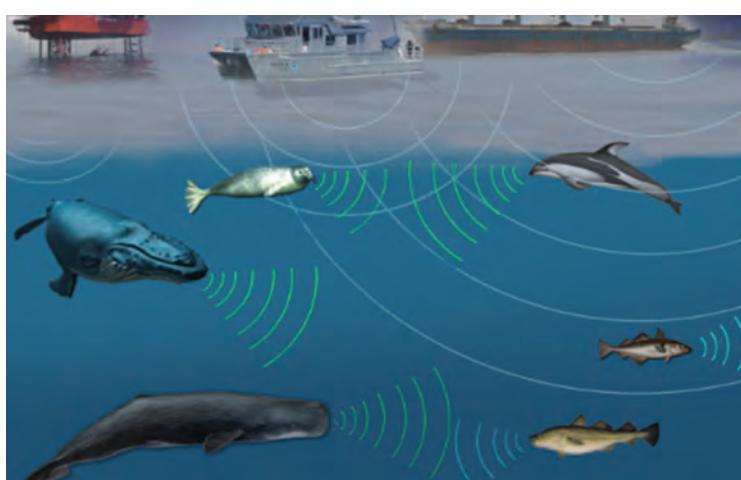
۱- امواج طولی

اموجی هستند که جهت انتشار آنها هم‌جهت با ارتعاش ذرات محیط است و ذرات در جهت حرکت امواج به جلو و عقب حرکت می‌کنند و درنتیجه تراکم و انبساط امواج پدید می‌آید. امواج صوتی از نوع امواج طولی می‌باشند.

۲- امواج عرضی

اموجی هستند که راستای انتشار آنها عمود بر ارتعاش ذرات محیط است. مانند امواج الکترومغناطیسی. همچنین امواج از لحاظ محیط انتشار به دو دسته تقسیم می‌شوند:

برخی از امواج برای انتشار خود نیازی به محیط مادی ندارند و در خلأ نیز می‌توانند منتشر شوند مانند امواج الکترومغناطیسی ولی برخی دیگر از امواج برای انتشار، نیازمند محیط مادی هستند که به آنها، امواج مکانیکی گویند مانند امواج صوتی. خاصیت ارتجاعی و درجه حرارت از عوامل تعیین‌کننده سرعت صوت در یک ماده می‌باشند. صوت همچنین در مایعات بهتر از گازها و در جامدات بهتر از مایعات منتشر می‌شود. خواهیم



شکل ۶- برخی امواج صوتی تولیدشده در زیر آب

امواج آکوستیک، امواج مکانیکی طولی‌اند که می‌توانند در جامدات، مایعات و گازها منتشر شوند. ذرات مادی منتقل کننده این امواج در راستای انتشار موج نوسان می‌کنند. وقتی مولکول‌های آب کشیده یا رانده می‌شوند، به‌طور نقطه‌ای فشار آب تغییر می‌کند و از این نظر، فشار کمیت اصلی امواج آکوستیکی است و دامنه موج نیز در حقیقت مربوط به دامنه فشار می‌شود. آکوستیک به معنای تولید، تراگسیل و دریافت انرژی به صورت ارتعاش در ماده کشسان (الاستیکی) است. به عبارت دیگر، علم مطالعه ارتعاشات و امواج در محیط‌های کشسان را آکوستیک می‌نامند.

صدا به‌طور کلی یک مؤلفه فیزیکی برای حس شنوایی است. اصوات کمتر از قدرت شنوایی را مادون شنوایی و بیشتر از آن را ماورای شنوایی گویند. برای ایجاد صدا سه جزء اساسی نیاز است:

۱- منبع صوتی

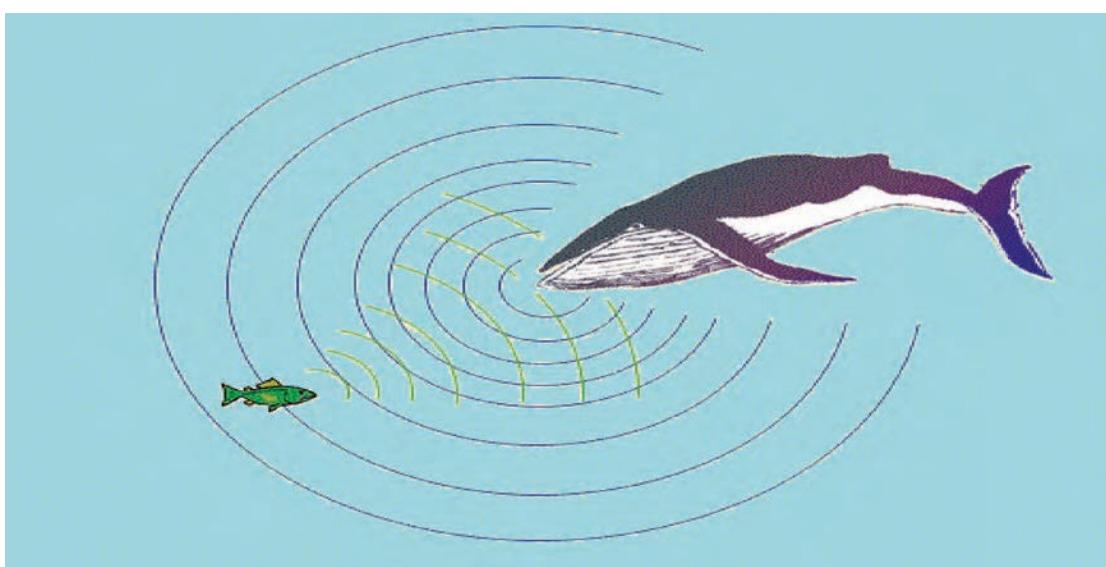
هر شیئی که به سرعت از سویی به سوی دیگر حرکت کند یا ارتعاش نماید و موجب اخلال در محیط شود، می‌تواند یک منبع برای تولید و ارسال امواج صوتی باشد.

۲- محیط

امواج صوتی توسط ذرات محیطی که در آن صدا تولید شده است به حرکت درمی‌آیند. خاصیت ارجاعی محیط، تعیین‌کننده چگونگی ارسال، برد و سرعت پالس‌های صوتی است و هرچه خاصیت ارجاعی محیط بیشتر باشد، سرعت صوت بیشتر خواهد بود. سرعت صوت در آب تقریباً ۴ برابر و در فولاد ۱۵ برابر سرعت صوت در هوای است.

۳- گیرنده

گیرنده برای دریافت امواج صوتی عمل می‌کند. چون گیرنده تمام جوانب منبع صوتی را نمی‌پوشاند بنابراین، تنها قسمتی از انرژی را دریافت می‌دارد و برای دریافت سیگنال‌های ضعیف، نیاز به تقویت آنها می‌باشد.



شکل ۷- منبع صوتی (وال برای ماهی و ماهی برای وال)، محیط انتشار (آب)، گیرنده (ماهی برای وال و وال برای ماهی)

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

گوش انسان به عنوان یک گیرنده خوب صدا عمل می‌کند و می‌تواند فرکانس‌های زیادی را دریافت کند. دو مشخصه فیزیکی بسامد و شدت صوت و عوامل دیگری که بستگی به ویژگی‌های فردی شخص دارد، تعیین‌کننده محدودیت قوه شنوایی انسان است.

فعالیت
کلاسی



با یک جسم سخت مانند سنگ یا فلز به آرامی به یک چوب (مثلاً چوب میز) ضربه بزنید و به صدای آن توجه کنید. حال گوش خود را به آن چوب بچسبانید و با همان شدت ضربه بزنید و به صدای آن گوش کنید. حال گوش خود را به ظرف حاوی آب، مانند آکواریوم بچسبانید و این عمل را تکرار کنید. در خصوص نتایج این عمل در کلاس بحث نمایید.

امواج آکوستیکی یا ارتعاش‌های صوتی بر حسب حدود فرکانس آنها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- ارتعاش‌های فراصوتی، از فرکانس‌های ۲۰ کیلوهرتز به بالا؛
- ارتعاش‌های صوتی شنوایی، فرکانس‌های بین ۲۰ هرتز الی ۲۰ کیلوهرتز؛
- ارتعاش‌های فروصوتی، از فرکانس‌های ۲۰ هرتز به پایین.

کاربرد آکوستیک در آب

به کار بردن امواج صوتی درون آب برای تراگسیل اطلاعات یکی از موارد کاربرد آکوستیک است. بعضی از این کاربردها عبارت‌اند از:

- تعیین ژرفای آب‌ها به کمک اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت صوت؛
- ایجاد ارتباط در زیرآب؛

ردیابی کشتی‌ها و زیردریایی‌ها، مسیریابی حرکت اجسام زیرآب و موارد مشابه.

برای اینکه صدا به گوش ما و جانداران دیگر برسد باید از یک کanal ارتباطی عبور کند، بنابراین اگر هیچ کanal ارتباطی وجود نداشته باشد، هرگز صدا به گوش ما نمی‌رسد. این کanal ارتباطی می‌تواند هریک از گازها، مایعات و یا جامدات باشد که بسته به کanal ارتباطی، سرعت صدا می‌تواند متغیر باشد.

اصلولاً صدا در مسیرهایی که مولکول‌های فشرده‌تری دارند، سریع‌تر حرکت می‌کند. دلیل این امر این است که مولکول‌ها بهم نزدیک هستند و امواج صوتی را زودتر به مولکول‌های مجاور خود انتقال می‌دهند، بنابراین سرعت صدا در زیرآب سریع‌تر از هوا است، به‌همین دلیل در آب نمی‌توان به سادگی جهت صدا را تشخیص داد چون سرعت صدا بیشتر است و تقریباً همزمان به دو گوش انسان می‌رسد.

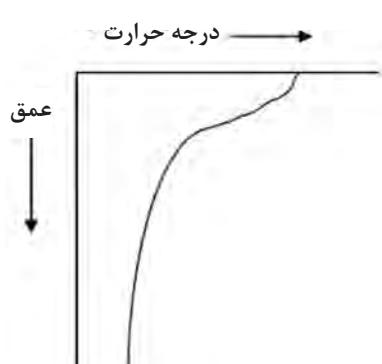
تحقیق کنید



درمورد صوت و کاربردهای متنوع آن نکات جالبی وجود دارد، در این خصوص تحقیق نمایید.

سرعت صوت در دریا

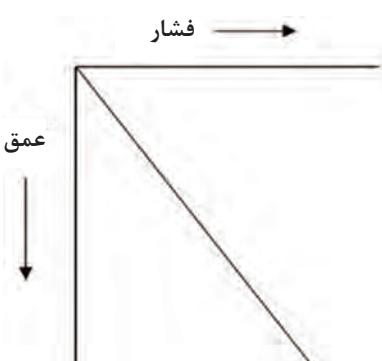
سرعت صوت در دریا یکی از عوامل مهم در محاسبات و طراحی دستگاههای سونار است. تغییرات سرعت صوت در دریا تعیین کننده ویژگی‌های مربوط به انتشار صوت در محیط مربوطه می‌باشد و این تغییرات بستگی به نواحی مختلف دریا دارد. سرعت صوت تحت تأثیر عوامل گوناگونی نظیر عمق، فصل، منطقه جغرافیایی، محیط و زمان تغییر می‌کند. به طور کلی سرعت امواج صوتی که در داخل آب حرکت می‌کنند به سه عامل درجه حرارت، فشار (ناشی از افزایش عمق)، شوری آب بستگی دارد که در ادامه به توضیح این عوامل پرداخته می‌شود.



شکل ۸- نمودار منحنی معمولی برای درجه حرارت بر حسب عمق

۱- درجه حرارت

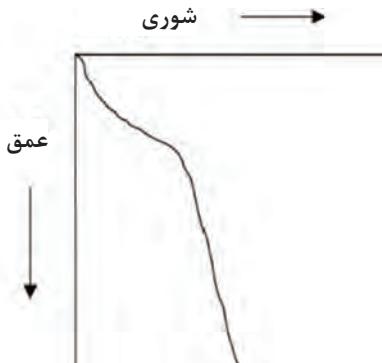
درجه حرارت آب به عنوان یک عامل مهم و بنیادی در تأثیرگذاری بر روی سرعت صوت می‌باشد. بین تغییرات سرعت و درجه حرارت رابطه مستقیم وجود دارد یعنی اگر درجه حرارت افزایش یابد سرعت صوت نیز افزایش می‌یابد و بالعکس. سرعت صوت به ازای یک درجه حرارت، بین ۴ تا ۸ فوت بر ثانیه افزایش می‌یابد.



شکل ۹- نمودار منحنی تغییرات فشار بر حسب عمق

۲- فشار (ناشی از افزایش عمق)

سرعت صوت در آب تحت فشار، سریع‌تر است. هر چه عمق آب بیشتر شود، فشار نیز بیشتر می‌شود و بنابراین هر چه امواج صوتی به عمق بیشتر بروند سرعت آنها بیشتر می‌شود. گرچه فشار در مقایسه با حرارت به مراتب کمتر است ولی از آن نمی‌توان چشم پوشی کرد. سرعت صوت به ازای هر ۱۰۰ متر عمق مقداری اضافه می‌شود.



شکل ۱۰- نمودار منحنی معمولی برای شوری بر حسب عمق

۳- شوری

آب دریا دارای مقدار زیادی املاح معدنی است. مقدار نمک موجود در آب دریا را شوری آب می‌گویند. بین شوری آب و وزن آب، رابطه مستقیمی برقرار است، یعنی هرچه شوری آب بیشتر شود، وزن آن بیشتر می‌شود. این اختلاف وزن به علت وجود نمک در آب است. به همین دلیل افزایش شوری آب باعث ازدیاد سرعت صوت در آب می‌شود.

در اقیانوس‌ها شوری معمولاً بین ۳۰ تا ۳۵ در هزار است و در نزدیکی رودخانه‌ها و دیگر منابع آب شیرین این

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

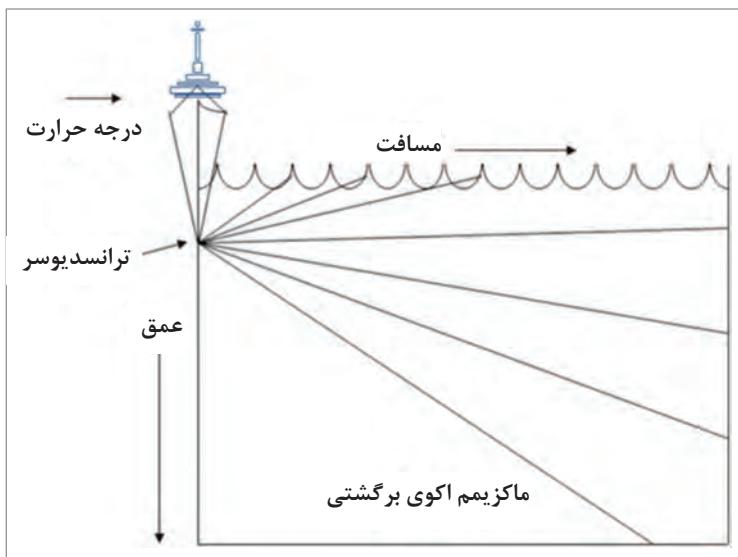
نسبت به صفر می‌رسد. به ازای هر یک‌هزارم اضافه شدن شوری آب، سرعت صوت مقداری اضافه می‌شود. اثر شوری بر روی سرعت صوت، کمتر از اثر حرارت ولی بیشتر از اثر فشار است. تلاش‌های تئوری فراوانی برای به دست آوردن رابطه‌ای برای سرعت صوت بر حسب سه عامل مذکور صورت گرفته است.

$$C = 1449 + \frac{4}{8}T - 0.055T^{8.2} + 0.0003T^{8.3} + (1/39 - 0/0) 12T \quad (S-35) + 0/0 17D$$

در این فرمول D عمق، S شوری، T درجه حرارت و C سرعت صوت در آب است. همچنین شوری بر حسب ppt، دما بر حسب درجه سانتی‌گراد و عمق بر حسب متر است.

خواص فیزیکی صوت

چنانچه در دریا درجه حرارت‌های متفاوتی وجود نداشت، امواج صوتی تقریباً به صورت مستقیم حرکت می‌کردند. چون در تمام عمق‌ها تغییرات سرعت صوت تقریباً خطی است. همان‌طوری که در شکل مربوط به فشار دیده می‌شود، امواج پخش شده، با یک نسبت ثابت ضعیف می‌شوند. اما سرعت صوت در درجه حرارت‌های متفاوت یکی نیست. به طور مثال چنانچه درجه حرارت از ۳۰ درجه فارنهایت به ۸۵ درجه فارنهایت تغییر یابد، سرعت صوت در آب از ۴۷۰۰ فوت بر ثانیه به ۵۳۰۰ فوت بر ثانیه تغییر می‌یابد.



شکل ۱۱ - نمودار حرکت صوت در آب با درجه حرارت ثابت

به علت وجود تغییرات درجه حرارت آب دریا امواج در یک خط مستقیم در داخل آب حرکت نمی‌کنند بلکه در اثر تغییر سرعت موجب خمیدگی و انشعاب صوتی می‌شوند. وقتی که یک بیم صوتی از یک محیط که در آن سرعت صوت بیشتر است (مانند آب گرم)، وارد محیطی می‌شود که سرعت در آن کمتر است (مانند آب سرد)، شکسته می‌شود و بیم صوت به طرف محیطی که درجه حرارت کمتری دارد و سرعت صوت در آن کمتر است، شکسته می‌شود. شکل فوق نشان‌دهنده شکست یک بیم صوتی است

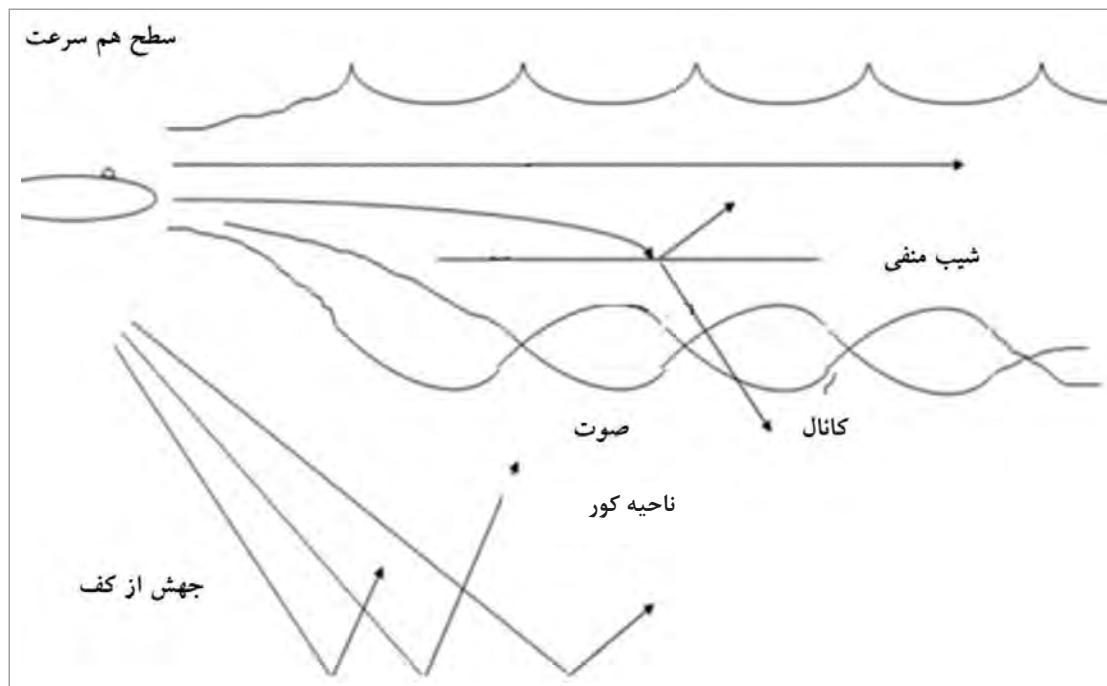


در خصوص حرکت صوت در آب‌های عمیق و لایه‌های حرارتی آن تحقیق نمایید.

کanal صوتی

انتشار صوت در دریا در فواصل طولانی و برد زیاد، زمانی میسر است که کanal صوتی ایجاد شود. هنگامی که امواج صوتی حرکت می‌نمایند، انتشار امواج در دیگر جهات محدودشده و فقط در این کanal عبور می‌نمایند. محل تقاطع آنها نقطه‌ای است که سرعت صوت در آن نقطه حداقل می‌باشد. عمقی که در آن، سرعت صوت به حداقل بر سد محور کanal خوانده می‌شود. چنانچه در این عمق، یک منبع صوتی امواج صوتی مخابره کند کلیه بیم‌های صوتی که به طرف بالا می‌روند به طرف پایین و آمها بیکاری که به طرف پایین حرکت می‌نمایند به طرف بالا خم خواهند شد. در صورت پیدایش چنین ترکیبی می‌گوییم که کanal صوتی به وجود آمده است. انواع کanal‌های صوتی که در دریا تشکیل می‌شوند شامل: لایه‌های عمیق و آب‌های کم‌عمق است. در لایه‌های مخلوط، سرعت صوت با افزایش عمق زیاد می‌شود. در اثر شکسته شدن امواج به طرف بالا، قسمتی از انرژی صوتی به نزدیکی سطح دریا هدایت می‌شود. امواج صوتی در این لایه محبوس شده و به عبارت دیگر کanalیزه می‌شوند و به کمک انعکاس‌های متعددی که از سطح آب به وجود می‌آورند مسافت‌های طولانی را طی می‌نمایند.

انتشار امواج در مسیرهایی می‌باشد که در واقع کanal صوتی هستند و در شکل ۱۲ به صورت کمان‌هایی نسبت به سطح آب مشخص شده‌اند.



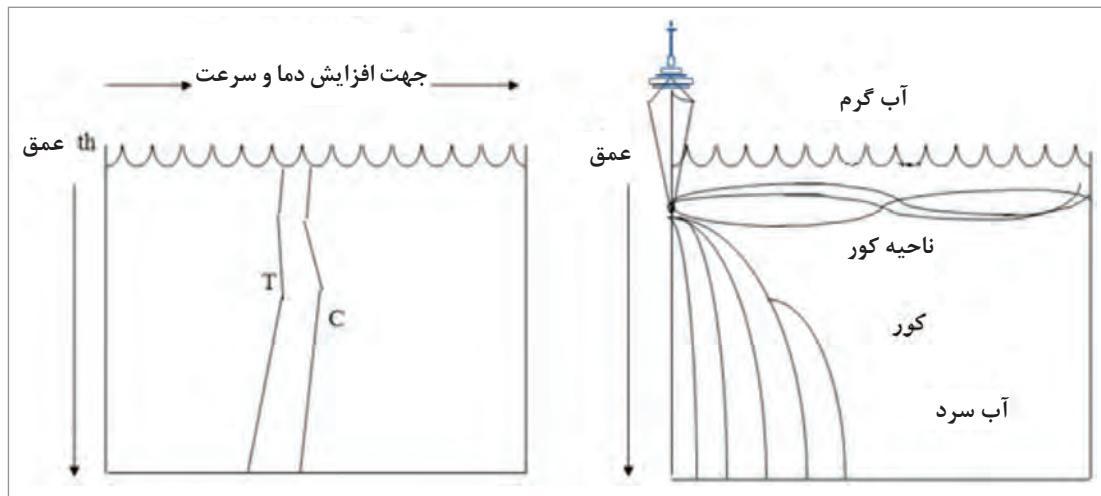
شکل ۱۲-نمودار انتشار امواج صوتی در لایه مخلوط

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

در برخی شرایط خاص، شکل امواج صوتی تحت زاویه‌ای از منبع صوتی منتشرشده و در پایین لایه به صورت افقی درمی‌آید. شعاع‌هایی که تحت زوایای کوچک‌تر منتشر می‌شوند، در لایه باقی می‌مانند و پرتوهای با زاویه بزرگ‌تر به اعمق فرستاده می‌شوند. ناحیه کور در زیر لایه و دور از برد میدان صوتی تشکیل می‌گردد. این ناحیه کاملاً کور نیست زیرا در اثر پراکندگی امواج صوتی با سطح دریا و نشت امواج از کanal، مقداری از انرژی صوتی در این ناحیه نفوذ می‌نماید. به دو دلیل فوق امواج صوتی از کanal فرار می‌کنند و میزان این فرار توسط ضریب فرار که بیانگر میزان تضعیف امواج بر حسب دسی‌بل بر کیلویارد است، بیان می‌گردد. ضریب فرار به ناهمواری سطح دریا یا ضخامت کanal و شبیه زیر لایه و فرکانس بستگی دارد. کanal‌های صوتی در آب‌های کم‌عمق (کمتر از ۱۰۰ فوت) به ندرت وجود دارند.

در آب‌های عمیق دریا همیشه کanal صوتی وجود دارند. عمق محور کanal در اقیانوس آرام در حدود ۳۵۰۰ فوت و در اقیانوس اطلس کمی بیشتر از ۵۰۰۰ فوت می‌باشد. در مناطق قطبی که آب سرد می‌باشد، محور کanal نزدیک‌تر به سطح آب قرار دارد.

حداقل تغییرات سرعت از عمق ۴۰۰۰ فوت، در عرض جغرافیایی متوسط، تا نزدیکی سطح دریا در مناطق قطبی تغییر می‌نماید. در نمودار منحنی سرعت، محدوده‌های بالا و پایین کanal صوتی طوری مشخص شده‌اند که در دو عمق متفاوت قرار گرفته‌اند به‌طوری که سرعت ماکزیمم برای هر دو محدوده، برابر است و سرعت مینیمم بین دو محدوده واقع است.



شکل ۱۳- نمودار شکل کanal صوتی در آب عمیق(مسیرهای قابل انتشار)

تعريف مبدل (سنسور یا ترانسducer)

مبدل (سنسور) المان حس کننده‌ای است که کمیت‌های فیزیکی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما و ... را به کمیت‌های الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می‌کند. این سنسورها در انواع دستگاه‌های اندازه‌گیری، دستگاه‌های کنترل آنالوگ و دیجیتال مانند PLC مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آنها به دستگاه‌های مختلف از جمله PLC باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل خودکار باشد. سنسورها اطلاعات مختلف از وضعیت اجزای متحرک

سیستم را به واحد کنترل ارسال نموده و باعث تغییر وضعیت عملکرد دستگاهها می‌شوند. در دستگاه‌های سونار اصوات از نوع انرژی مکانیکی است، لذا بنا بر دلایل مختلف از جمله سنجش و اندازه‌گیری دقیق نیاز داریم که آنها را به انرژی الکتریکی تبدیل نماییم. بنابراین مبدل‌ها (ترانسیدیوسرها) از اجزای مهم سونار می‌باشند.

دسته‌بندی کلی سنسورها بر حسب تماس و همچنین حسب اتصالات مختلف محرک‌ها

سنسورها در اتصالات مختلف محرک‌ها	سنسورها بر حسب تماس
سنسورهای تشخیص تماس	سنسورهای تماسی (CONTACT)
سنسورهای نیرو - فشار	سنسورهای همچواری یا بدون تماس (PROXIMITY)

سنسورهای همچواری یا بدون تماس: سنسورهایی هستند که با نزدیک شدن به یک قطعه، وجود آن را حس کرده و فعال می‌شوند. این عمل به نحوی است که می‌تواند باعث جذب یک رله، کنتاکتور و یا ارسال سیگنال الکتریکی به طبقه ورودی یک سامانه گردد. عموماً این سنسورها از نظر ساخت از نوع پیشین دشوارترند ولی سرعت و دقت بالاتری را در اختیار سیستم قرار می‌دهند.

تحقیق کنید



در مورد انواع دیگر سنسورها از نظر کاربرد تحقیق کنید.

سنسور آلتراسونیک (Ultrasonic sensor): سنسور آلتراسونیک یا ماورای صوت که در سونار کاربرد دارد یکی از سنسورهای غیرتماسی و همچو این تماسی است و برای کاربردهای گوناگون آشکارسازی اجسام تا اندازه‌گیری فاصله یا سطح سنجی به کار می‌رود. به طور معمول سنسورهای آلتراسونیک با ارسال یک پالس صوتی کوتاه در فرکانس فرماصوت به سمت هدفی که این پالس را منعکس می‌کند و دریافت و شناسایی این امواج، به شکل یک ترانسیدیوسر عمل کرده و در مدل‌هایی که فاصله را محاسبه می‌کنند، با اندازه‌گیری اختلاف زمان ارسال و سپس دریافت پالس می‌توانند به فاصله یاب تبدیل شوند.



شکل ۱۴ - سنسور آلتراسونیک

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

از انرژی را به گونه‌ای دیگر از انرژی تبدیل می‌کند. ترانس迪وسرهای الکترواکوستیکی انرژی الکتریکی را به انرژی صوتی و بالعکس تبدیل می‌کند. برای مثال، میکروفون، ترانسdiوسرسی است که انرژی صوتی را دریافت نموده و آن را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. برای تولید یک موج فشرده، وسیله‌ای نیاز است که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل کند. مثالی از چنین وسیله‌ای، بلندگو است. به طورکلی قسمت فرستنده‌گی ترانسdiوسرهای الکترواکوستیکی اگر در هوا کار کند بلندگو و اگر در آب کار کند پروژکتور نام دارد. قسمت گیرنده‌گی نیز اگر در هوا کار کند میکروفون و اگر در آب کار کند هیدروفون نام دارد.

سنسور آلتراسونیک را به شکل‌های گوناگون و برای کاربردهای مختلف می‌توان یافت. سنسورهایی با نحوه مختلف نصب، پیکربندی و فرکانس متفاوت. برای انتخاب سنسور آلتراسونیک مناسب جهت کاربرد مورد نظر باید به موارد زیر توجه نمود:

۱ دقت و رزولوشن سنسور؛

۲ فاصله آشکارسازی یا اندازه‌گیری سنسور؛

۳ محدوده دمای کاری سنسور؛

۴ فرکانس یا طول موج کاری سنسور؛

۵ وجود نویز یا تلاطم در هدف یا محیط اندازه‌گیری سنسور.

مبدل یا ترانسdiوسر از قسمت‌های مهم یک دستگاه سونار می‌باشد. ترانسdiوسر وسیله‌ای است که نوعی



شکل ۱۵- بلوک دیاگرام گیرنده صوت

به المان‌های تکی عبارت‌اند از:

سه فناوری رایج در ساخت ترانسdiوسرهای الکترواکوستیکی زیر آب عبارت‌اند از:

۱ حساسیت بیشتر آرایه‌ها، چرا که چند المان،

ولتاژ یا جریان بیشتری را نسبت به یک المان تولید

می‌کند.

۲ با خاصیت جهت‌یابی آرایه‌ها می‌توان صدای‌ای را

در تمام موارد کاربری از ترانسdiوسرهای به صورت

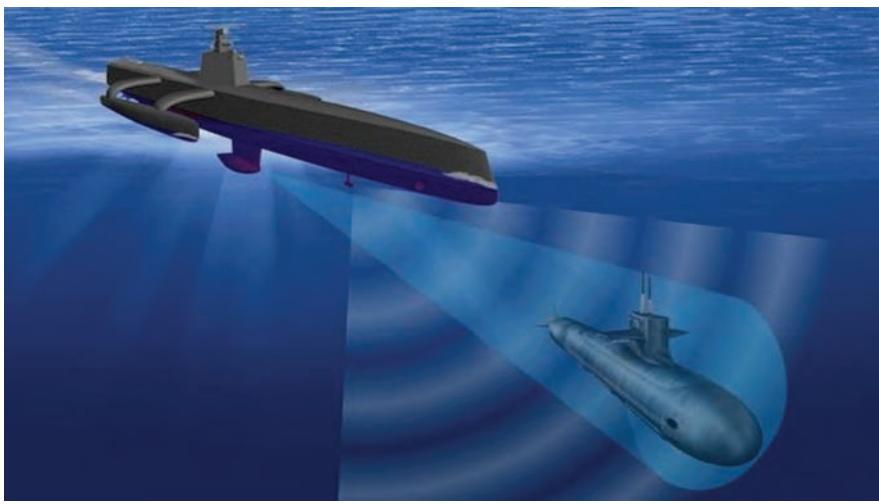
آرایه‌ای استفاده می‌شود. مزایای این نوع مدل نسبت

تاریخچه سونار

در سال ۱۹۰۶، اولین سونار غیرفعال جهت شناسایی توده‌های یخ توسط لوییس نیکسون اختراع گردید. در جنگ جهانی اول به علت نیاز به شناسایی اهداف دریایی تمایل به استفاده از سونار افزایش یافت. پاول دانکوین فرانسوی به همراه کنستانتین چلوسکی روس موفق به اختراع اولین سونار فعال در سال ۱۹۱۵ شدند. اگرچه مبدل‌های پیزوالکتریک نسبت به این سونار ترجیح داده شدند، اما در جای خود این نوع سونارها آینده روشنی را در علم رادارشناسی باز کردند.

در سال ۱۹۱۶ زیر نظر بخش تحقیقاتی و اختراعات ناوگان دریایی بریتانیا، رابت بویل (فیزیکدان کانادایی)، پروژه‌ای را بر عهده گرفت و با تشکیل کمیته تحقیقاتی تشخیص ضد زیردریایی، موفق به ساخت نمونه

آزمایشی شدند که با نام ASDIC شناخته شد. در سال ۱۹۱۸ دو کشور انگلیس و ایالات متحده موفق به ساخت دستگاه‌های مجهز به سونار فعال شدند و در سال ۱۹۲۳ تولید این نوع سامانه‌ها بهطور رسمی آغاز گشت. پس از جنگ جهانی دوم، ناوگان آمریکا اقدام به تولید کشتی‌ها و زیردریایی‌هایی نمود که دارای فناوری معروف به ماہی کوچک بودند.

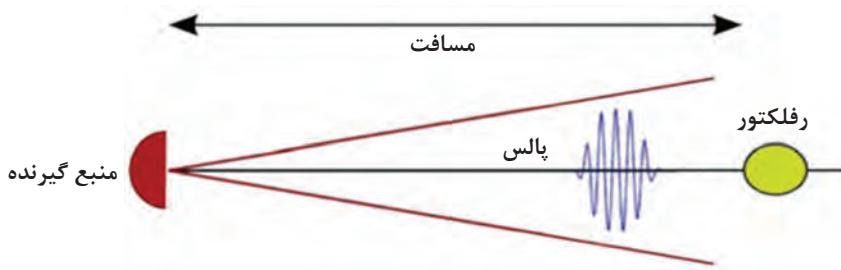


شکل ۱۶- شناسایی اهداف نظامی

معرفی تئوری ردیابی صوتی سونار

تکنولوژی سونار بر پایه امواج صوتی است. این سامانه از سونار برای موقعیت‌یابی و تعیین ساختار، حدفاصل زیر آب و ترکیب اجزای سازنده به علاوه تعیین عمق دقیق زیر مبدل استفاده می‌کند. مبدل (ترانسdiپوسر) یک سیگنال موج صوتی ارسال می‌کند و با اندازه‌گیری زمان ارسال بین مبدل و شیء مورد ردیابی، فاصله را تعیین می‌کند. آنگاه از سیگنال منعکس شده برای تفسیر موقعیت، اندازه و ترکیب شیء استفاده می‌کند.

سونار، مخفف ناوبری و تشخیص فاصله توسط صوت است؛ سونار، نوعی تکنولوژی است که با استفاده از انتشار صدا در زیر آب قادر به شناسایی دیگر ناوها و کشتی‌ها یا زیردریایی‌ها و یا اهداف دیگر زیر آب است. به عبارت دیگر سونار به سامانه‌هایی گفته می‌شود که به جای نور، از صوت جهت دیدن استفاده می‌کنند. صدا می‌تواند بسیار راحت درون آب حرکت نموده و انتقال یابد؛ بدین طریق که با ارسال امواج صوتی در زیر آب و محاسبه زمان بازگشت همان امواج، دو عامل وجود و یا عدم وجود مانع و همچنین فاصله آن را تخمین می‌زند (شکل ۱۷).



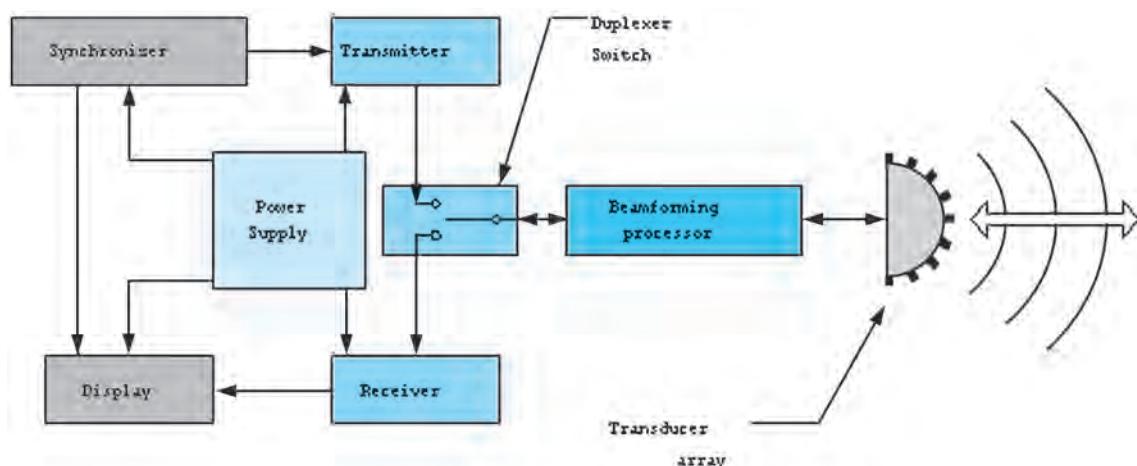
شکل ۱۷- آشکارسازی و تخمین مسافت هدف

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

سونار به دو نوع سونار فعال (Active Sonar) و سونار غیرفعال (Passive Sonar) تقسیم می‌شود.

۱- سونار فعال

این نوع سونار، با ایجاد پالس‌های صوتی، و سپس گوش دادن به پالس بازگشتی عمل می‌کند. برای تشخیص فاصله از هدف، شخص می‌تواند مدت زمان بین دریافت و ارسال پالس را اندازه‌گیری کند. برای اندازه‌گیری جهت و راستای هدف می‌توان از هیدروفونیک‌های متعدد (hydrofonic) استفاده کرده، و سپس زمان دریافت پالس توسط هر یک از این هیدروفون‌ها را اندازه‌گرفت و با مقایسه این زمان‌ها به راحتی می‌توان جهت و راستای هدف را تعیین نمود. پالس ارسالی ممکن است دارای فرکانس ثابت و یا دارای چهچههای (chirp) از تغییرات فرکانس حامل باشد. هنگامی که سیگنال موردنظر از نوع چهچههای است، مدت زمان دریافت سیگنال افزایش می‌یابد؛ درنتیجه، سیگنال دریافتی با انرژی کمتری نسبت به زمانی که سیگنال موردنظر دارای یک فرکانس بود دریافت می‌شود. در حالت کلی رابطه بین فرکانس و مسافت بدین صورت است که برای مسافت‌های طولانی از فرکانس‌های ضعیفتری استفاده می‌شود.



شکل ۱۸- بلوك دیاگرام سونار فعال

کاربردهای سونار فعال

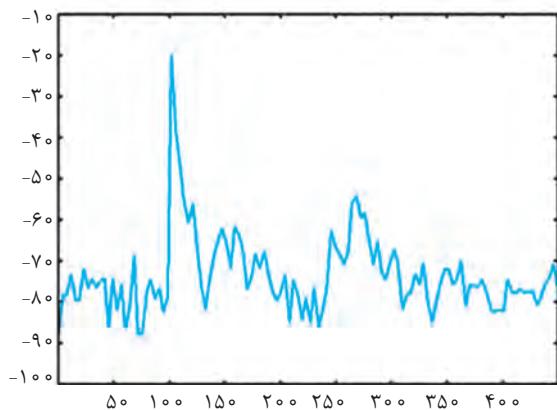
این نوع سونارها کاربردهای فراوانی دارد از جمله:

- ۱ استفاده از آن به عنوان نوعی چراغ قوه به این صورت که سنسور از یکی از نقاط زیر زیردریایی یا کشتی به درون آب فرستاده می‌شود تا فواصل خواسته شده را اندازه‌گیری کند.
- ۲ شناسایی توده‌های ماهی در درون آب.
- ۳ استفاده از آن در عملیات نظامی زیرا این سونار قادر به ایجاد یک تصویر سه بعدی با وضوح بالا از محیط اطراف خود است. با این وجود، این نوع سونار در عملیات جاسوسی مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. در ادامه کاربردهای این نوع سونار به طور دقیق‌تر مورد بررسی قرار می‌دهیم.



شکل ۱۹- نحوه کاربری سونار فعال

آنالیز داده‌های سونار فعال



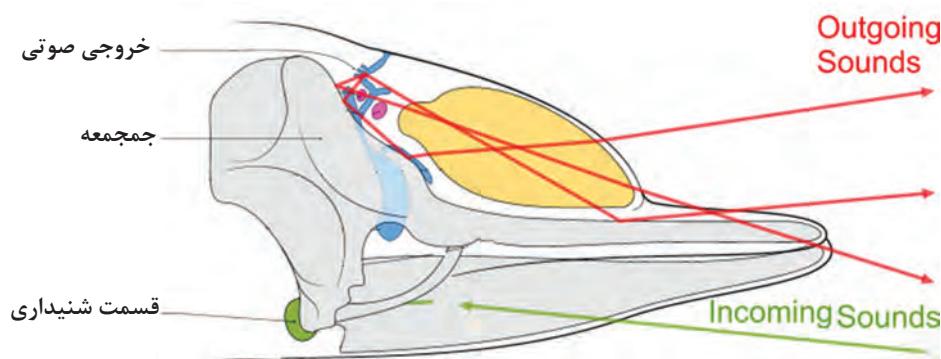
شکل ۲۰- آنالیز داده‌های سونار

در هنگام ارسال پالس به کف دریا یا اقیانوس، برخی از پالس‌های بازگشتی پس از برخورد به فصل مشترک بین آب دریا و محیط خارج از آب، مجدداً بازتاب پیدا می‌کنند و برای دومین بار از کف دریا بازتابیده می‌شوند. این امواج بازگشتی حامل اطلاعاتی هستند که بیانگر میزان خاصیت آکوستیکی آن ناحیه از کف دریاست.

بسته به میزان ناهمواری کف دریا، ما شاهد زمان‌های متفاوتی از بازگشت پالس ارسالی خواهیم بود. برای زمانی که کف دریا صاف است، اغلب موج‌های بازگشتی در یک مسیر بازتابیده می‌شوند؛ درنتیجه ما شاهد اطلاعاتی حاکی از وجود گیاهان نوک‌تیز (sharp spike) در کف دریا هستیم. برای سطوحی با ناهمواری بیشتر، موج‌های بازگشتی گستره وسیع‌تری را به خود اختصاص می‌دهند و بعضی از پالس‌های بازگشتی پس از چند بازتابش که ناشی از ناهمواری سطح کف دریا هستند، به سونار باز می‌گردند. درنتیجه کاهش میزان گیاهان نوک‌تیز در داده‌ها بیانگر سطح ناصاف کف دریاست.

سونار و حیوانات دریایی

بعضی از حیوانات دریایی نظیر وال‌ها و دلفین‌ها، از سامانه‌ای مشابه سامانه سونار جهت شناسایی دشمنان و نیز شکارهای خود استفاده می‌کنند. اما خطر اینکه فعالیت سونار سبب تداخل و اغتشاش در مسیریابی حیوانات می‌شود وجود دارد و شاید از تغذیه مناسب و جفتگیری آنها جلوگیری کند. سونارهای فعال که از ارسال پالس برای شناسایی اهداف خود استفاده می‌کنند به طور غیرمستقیم حیات حیوانات دریایی را به خطر می‌اندازند، با این وجود در صورتی که قدرت پالس‌های ارسالی کم باشد خطری حیات پستانداران دریایی را تهدید نمی‌کند.

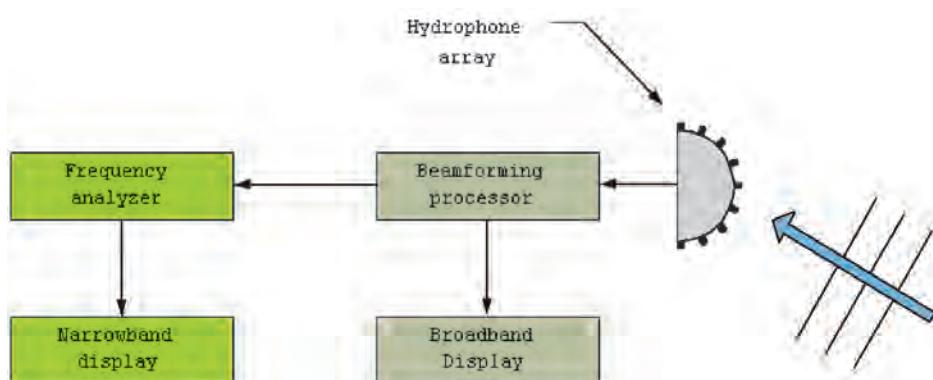


شکل ۲۱- استفاده دلفین از امواج صوتی

پودمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

۲- سونار غیرفعال

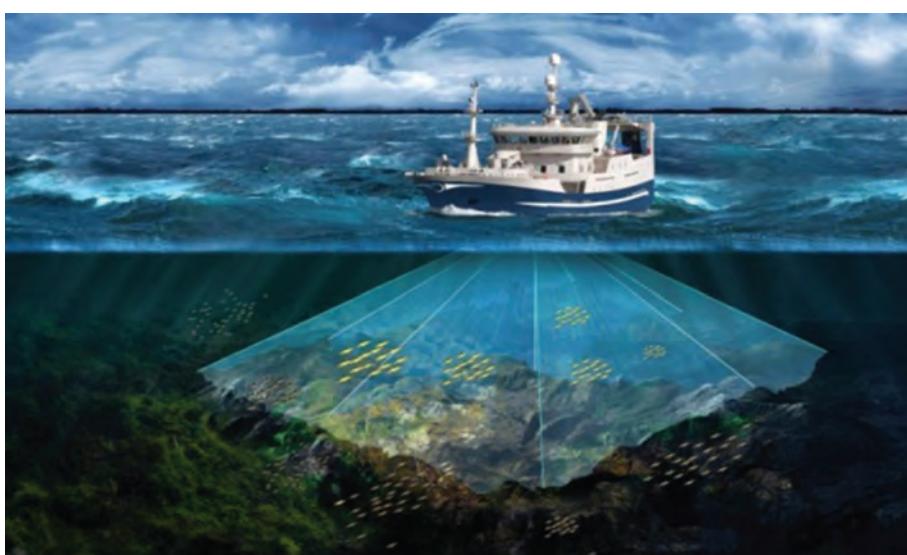
در این نوع سونارها تنها عمل گوش‌دادن (و عدم ارسال پالس) انجام می‌شود. از کاربردهای مهم این سونار می‌توان به عملیات جاسوسی اشاره کرد. سونارهای غیرفعال دارای محدوده و عملکرد گسترده‌تری نسبت به سونارهای فعال جهت شناسایی و کسب اطلاعات موردنظر از هدف هستند. این سونارها می‌توانند با دقیق بالایی کلیه حرکات مرتعش شده در آب مانند ارتعاشات بدنه کشتی‌ها، زیردریایی‌ها و حرکات ماهی‌ها و ... را آشکارسازی نمایند.



شکل ۲۲- بلوک دیاگرام سونار غیرفعال

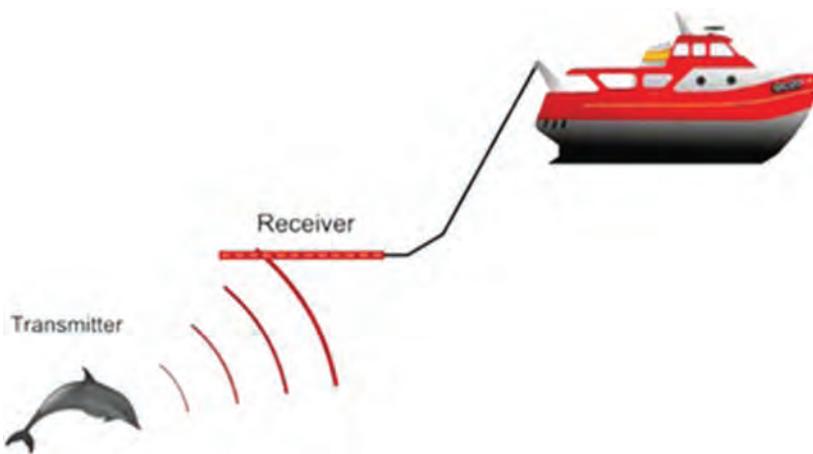
کاربرد سونارهای غیرفعال

یکی از مهم‌ترین کاربردهای این سونارها تصویربرداری و شناسایی کف آب است؛ به‌منظور بهبود وضعیت شناسایی سونارهای غیرفعال، این سونارها مجهز به یک چشمی مرکزی هستند که دارای دید ۲۷۰ درجه است و دو چشمی دیگر که در دو سمت سونار تعییه می‌شوند و هر کدام دارای دید ۱۶۰ درجه می‌باشند؛ درنتیجه سونار دارای دید کامل ۳۶۰ درجه نسبت به محیط اطراف خود می‌گردد.



شکل ۲۳- دید ۳۶۰ درجه کف دریا به‌وسیله سونار

در اینجا با دو مسئله مواجه می‌شویم؛ نخست پارازیت (نویزهایی) که خود زیردریایی یا کشتی تولید می‌کند، مانند صدای موتورها یا سایر اصواتی که شناور تولید می‌کند و دیگری سیگنال‌های هدف که به سونار رسیده است. هنگامی که یک سیگنال در یک جهت مشخص توسط سونار شناسایی می‌شود، این سیگنال با روش‌های پیچیده ریاضی توسط سونار آنالیز (تجزیه و تحلیل) می‌شود؛ سیگنال اصلی دارای فرکانس خاصی است و هر کدام از موتورها نویزهایی با فرکانس مشخص تولید می‌کنند، درنتیجه با استفاده از یک فیلتر فرکانس گزین، به راحتی سیگنال اصلی از داخل سیگنال همراه با نویز تشخیص داده می‌شود.



شکل ۲۴- نحوه کاربری سونار غیرفعال

از جمله کاربردهای سونارهای غیرفعال، مسیریابی اهداف می‌باشد. این فرایند با نام آنالیز حرکت هدف (Target Motion Analysis) شناخته می‌شود و قادر به مشخص کردن محدوده حرکت هدف، جهت، راستا و سرعت هدف می‌باشد. TMA طی فرایند خاصی و با دریافت سیگنال‌هایی با جهت‌های مشخص و در زمان‌های متفاوت انجام می‌گیرد و این سیگنال‌ها بیانگر مکانی است که هدف در آنجا قرار می‌گیرد با مقایسه این مکان‌ها، می‌توان نحوه حرکت هدف را مشخص کرد. هنگامی که آنالیز حرکت نسبی هدف انجام می‌گیرد به یک مدل هندسی حاوی اطلاعات حرکت هدف، دست می‌یابیم. یکی دیگر از کاربردهای سونار غیرفعال، انجام عملیات‌های جاسوسی است. در اینجا وجود تکنولوژی بالا از جمله فیلترهای فرکانس گزین و نیز دریافت کننده‌های حساس ضروری است. درنتیجه هزینه سامانه‌ها سنگین می‌شود و به طور کلی، این آرایش در کشتی‌های گران‌قیمت، جهت بهبود وضعیت تشخیص (شناسایی) آنها استفاده می‌شود.

زیردریایی‌های مجهر به سونارهای غیرفعال دارای این قابلیت هستند که در زیر لایه‌های حرارتی آب مخفی شده و یا اینکه با پایین رفتن در جهت عمق دریا می‌توانند سرعت خود را بهبود بخشنند. البته متعاقباً نویزهای تولیدشده نیز افزایش می‌یابد.

در خصوص شناسایی آکوستیکی (صوتی) یا نویز صوتی کشتی‌ها و زیردریایی‌ها تحقیق نمایید.

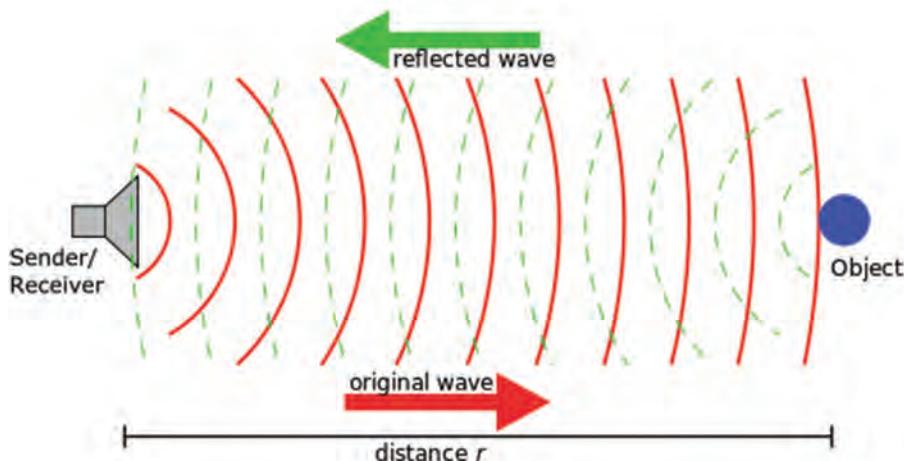
تحقیق کنید



پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

نحوه انتشار امواج مأورای صوت در سونارها

در سونارها امواج مأورای صوت به صورت امواج ناپیوسته در امتداد معین فرستاده می‌شوند و چنانچه مانعی در مسیر این امواج موجود باشد، امواج بازتابیده شده و بهوسیله گیرندها و آشکارسازها دریافت می‌گرددند. زمان بین انتشار موج و دریافت بازتابش آن را با سرعت‌های دقیق اندازه می‌گیرند و چون سرعت موج در هر محیط مشخص است، فاصله‌ای که موج در این مدت پیموده است، محاسبه می‌شود و از روی آن فاصله مانع را معلوم می‌کنند.

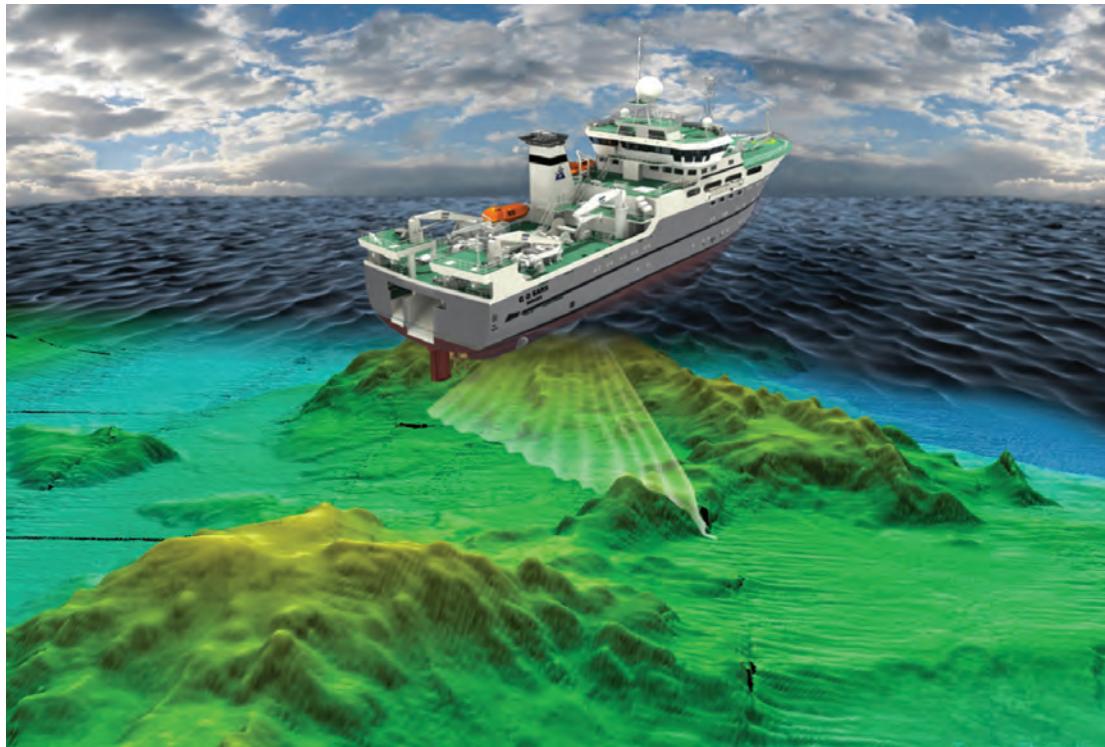


شکل ۲۵- نحوه آشکارسازی و فاصله‌یابی هدف بهوسیله امواج صوتی

کاربری عمومی سونارها

قبل‌آ کاربردهای خاص انواع سونار فعال و غیرفعال به‌طورکلی بیان شد. در این بخش به کاربری عمومی این سونارها و در ادامه کاربری چند دستگاه خاص پرداخته می‌شود. به‌طورکلی سونارها را برای تعیین عمق دریاهای، فاصله کشته‌ها، زیردریایی‌ها، سرعت آنها، تشخیص و تعقیب اهداف زیر آب، ناوپری کشته‌های سطحی و زیردریایی‌ها، برقرار کردن ارتباط میان کشته‌ها و زیردریایی‌ها، نقشه‌خوانی و بررسی نمودن کف اقیانوس‌ها و نقشه زیر آنها، استخراج نفت و مواد معدنی و بسیاری مواردی دیگر به کار می‌برند. تعیین فاصله با اندازه گیری رفت و برگشت موج انجام می‌گیرد. در صورتی که سرعت آن را با استفاده از پدیده داپلر مشخص می‌کنند. هرگاه موجی با فرکانس مشخص به مانعی متحرک بتابد، این موج با تغییر فرکانس بازمی‌گردد و تغییر فرکانس آن به سرعت متحرک بستگی دارد، به‌طوری که می‌توان با اندازه گیری تغییرات فرکانس، سرعت متحرک را مشخص کرد.

علاوه بر تعیین عمق دریاهای و فواصل کشته‌ها و زیردریایی‌ها، سونارها می‌توانند از حرکت و فاصله کوههای یخ و محل تجمع ماهی‌ها اطلاعاتی به‌دست آورند و همچنین در موقعی که ابر و مه است کشته‌ها را در نزدیک شدن به بندر راهنمایی کنند. فرکانس امواج مأورای صوت که در سونارها به کار می‌رفت ۴۰ کیلوهرتز بود ولی با ابزارهای جدید امواج بسیار بیشتر نیز به کار گرفته می‌شوند.

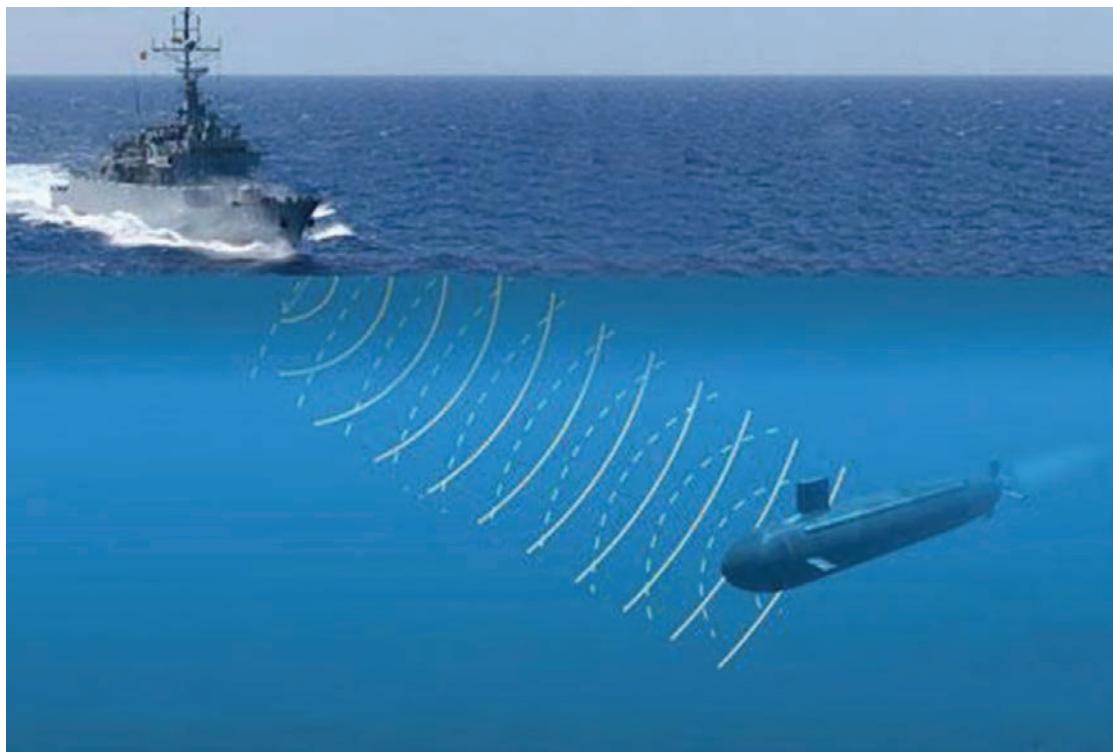


شکل -۲۶- آشکارسازی و تصویربرداری از کف دریاها و اقیانوس

سونار در شناورهای نظامی

ناوگان‌های مدرن امروزی به طور گستردگی از سونار استفاده می‌کنند. دو نوع سوناری که مطرح شد، به طور مکرر مورد استفاده قرار می‌گیرند. زمینه فعالیت‌های این سونارها بسته به نوع ناوها و زیردریایی‌ها و بسته به نوع عملکرد نظامی آنها در زمینه‌های مختلف باهم متفاوت است. سونارهای فعال زمانی که بتوانند موقعیت هدف را به خوبی تشخیص دهند، بسیار مفید هستند. عملکرد سونارهای فعال، مشابه رادار است. به این صورت که پالس صوتی ارسال می‌شود و سپس امواج صوتی در تمامی مسیرها شروع به حرکت می‌کنند. زمانی که این امواج به زمین برخورد می‌کنند امواج برخورد کننده در تمام جهات بازتابیده می‌شوند و بعضی از سیگنال‌های بازتابیده شده به سنسور سونار فعال می‌رسند. این سیگنال‌های بازتابیده شده، تکنیسین‌های سونار را قادر می‌سازد تا به شناسایی عواملی از قبیل فرکانس سیگنال، انرژی سیگنال رسیده شده، عمق، درجه حرارت آب و درنتیجه موقعیت هدف بپردازند. استفاده از سونارهای فعال در عملیات نظامی بسیار خطرناک است زیرا به راحتی توسط ناوها و زیردریایی‌های دیگر قابل شناسایی است و با استفاده از انرژی دریافتی می‌توان موقعیت رادار را شناسایی کرد. سونارهای فعال قادر به شناسایی اهداف دریک فاصله معین می‌باشند، اما مشکل این است که این سونار، توسط سونارهای دیگر در فواصل چندین برابر فاصله شناسایی این سونارها قابل شناسایی هستند. امروزه سونارها با دقت بالایی می‌توانند با تحلیل دقیق فرکانس‌های صوتی، نوع و حتی نام کشتی‌ها را مشخص کنند.

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری



شکل ۲۷- کاربرد نظامی سونار فعال

تفاوت سونار با رادار

در رادارها از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌کنند ولی در سونارها از امواج فرacoتی که دارای بسامد بسیار بالا هستند استفاده می‌شود. امواج فرacoتی هم مانند امواج صوتی و نور بازتابش می‌شوند. به کمک این امواج بازتابش شده، نقشه بستر دریاها و جای پستی و بلندی‌های آن کاملاً مشخص می‌شود. یکی از مهم‌ترین پرسش‌هایی که باید به آن پاسخ داد این است که چرا انرژی صوتی، در مقایسه با دیگر انرژی‌ها، برای تشخیص اهداف زیر آب بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

جدول ۱- مقایسه روش‌های مختلف تشخیص هدف زیرآب

کاربردها / محدودیت‌ها	انرژی
فقط روی سطح - وابسته بودن به شرایط دید و آلودگی آب	نور
فقط روی سطح - ضعیف بودن نفوذپذیری در آب	رادار
دسته‌بندی هدف - محدودیت تشخیص عمق آن	مغناطیسی
مناسب برای همه عمق‌ها - دخالت محیط	صوتی

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

فیلم

فیلم مربوط به تصویربرداری سوناری زیر آب را ببینید.



عمق‌یاب (ECHO SOUNDER)

قرن‌هاست که بشر در فکر غلبه بر فضای تاریک و پرمخاطره اعماق دریاهاست، اما قدرت بینایی چشم غیرمسلح در آب‌های آزاد کاملاً شفاف، کمتر از سه متر و در آب‌های غیر شفاف حتی کمتر از نیم متر است. برای جبران این نقص، از فاکتورهای دیگری که بتواند در آب نفوذ کرده و مشخصات محیطی آب دریا را معرفی نماید، استفاده می‌شود و این فاکتور «صوت» است. در بخش‌های قبل، مشاهده شد که در شرایط مختلف، میزان نفوذ صوت در آب، مقادیر مختلفی را نشان می‌دهد؛ اما علی‌رغم همه موانع موجود در انتشار امواج صوتی در آب، می‌توان از صوت به عنوان یکی از بهترین فاکتورهای کمک‌کننده در شناسایی محیط آب نام برد. عمق‌یاب، یک دستگاه با کارکرد ساده و بخشی از مجموعه سونار شناور است که وظیفه نمایش عمق را بر عهده دارد. این دستگاه به کمک ارسال امواج صوتی به کف دریا و دریافت پژواک بازگشته، عمق را محاسبه می‌کند. در فرمول محاسباتی دستگاه، سرعت صوت ($1/5$ کیلومتر در ثانیه) و مدت زمان رفت و برمی‌گشت آن مشخص است. لذا عمق را به راحتی می‌توان به دست آورد و در اختیار سامانه‌های ناوبری قرار داد.



شکل ۲۸- انواع نمایشگر عمق

اصول کارکرد عمق‌یاب

سیگنال‌های آکوستیکی درون آب تا کیلومترها از مسیر طی کرده و قابلیت انتقال (ارسال و دریافت) اطلاعات صوت را ممکن می‌سازند. یکی از کاربردهای این سیگنال‌ها عمق‌یابی و فاصله‌یابی در دریاست. در این روش زمان ارسال و دریافت سیگنال‌های صوتی در آب آنالیز شده و از این رهگذر فاصله هدف‌های دریایی مشخص

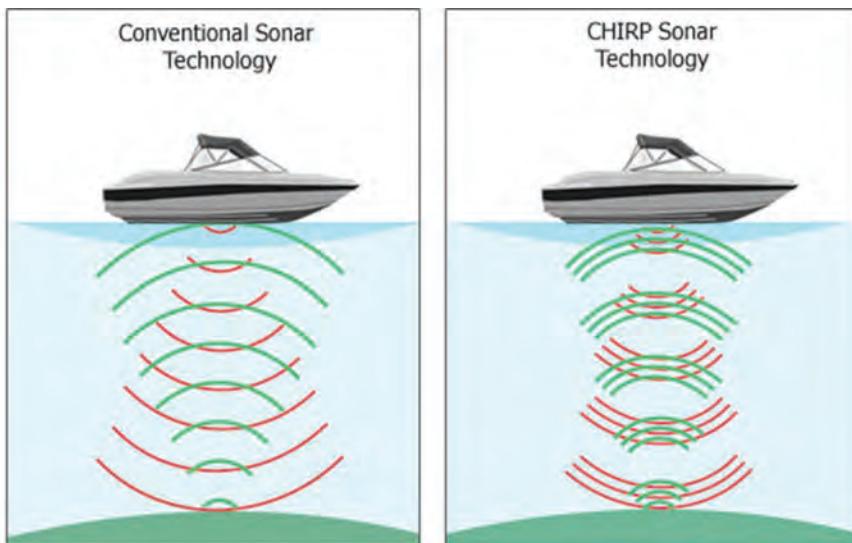
پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

می‌گردد. در این بخش، ضمن پرداخت مختصر به چگونگی ارسال و دریافت اطلاعات آکوستیکی، به برخی اختلالات آکوستیکی و رفع آنها نیز اشاره می‌شود.

عمق‌یابی توسط صوت

در یک دستگاه عمق‌یاب، بسته‌های سیگنال‌های صوتی تک فرکانس (معمولًاً اولتراسونیک) تولید و تقویت می‌شوند و سپس توسط ترانس‌دیوسر مخصوص به نام هیدروفون، در محیط آب منتشر می‌شوند. این سیگنال‌ها پس از برخورد با مانع و انعکاس صوت، به گیرنده دستگاه می‌رسند، گیرنده دستگاه پس از تقویت و جداسازی سیگنال اصلی از سیگنال مزاحم، آن را به پردازنده می‌دهد. در عملیات پردازش، ضمن محاسبه اختلافات زمان ارسال بسته مشخص سیگنال و بسته سیگنال دریافتی، فاصله عمق‌یاب تا هدف محاسبه شده و بر روی نمایشگر، نشان داده می‌شود.

برای رسیدن به نتیجه مناسب، معمولًاً تلاش می‌شود امواج به صورت عمود به کف تابانده شوند تا انکسار (شکست) رخ ندهد، در غیراین صورت از دو مبدل متصل در دو سمت شناور جهت تابش و دریافت بازتاب زاویه‌دار امواج استفاده می‌شود. یک عمق‌یاب به طور کلی شامل سه بخش منبع تغذیه، ثبت‌کننده یا نمایشگر و ترانس‌دیوسر است.



شکل ۲۹- ارسال چهچههای و یکنواخت امواج صوتی عمق‌یاب

عمق‌یاب‌های مدرن با فرکانس‌های متفاوت صوت از ۵ تا ۷۰۰ کیلوهرتز و اغلب در دو فرکانس به طور همزمان عمل می‌نمایند. امواجی که از طریق فرکانس زیاد ارسال می‌گرددند دارای انرژی کم هستند و از طریق بستر دریا که غلظت کمتری دارد، منعکس می‌شوند. امواجی که از طریق فرکانس پایین ارسال می‌شوند، از لایه‌هایی که دارای غلظت کمی هستند عبور کرده و پس از برخورد به لایه‌های سخت‌تر انعکاس می‌یابند. انتخاب فرکانس بر پایه ماهیت بستر دریا برای دقیق‌ترین ارزیابی، حائز اهمیت است. به عنوان مثال در کانال‌های ورودی به بنادر در محلی که دارای لایه‌های گلی می‌باشد، برای جلوگیری از به گل نشستن کشتی‌ها و داشتن عمق واقعی از فرکانس بیشتر استفاده می‌شود. اغلب در عمقدیاب‌ها سه نوع فرکانس مورد استفاده قرار می‌گیرد، فرکانس ۵۰ هرتز برای کارهای شناسایی، فرکانس ۱۰۰ هرتز اغلب برای هیدروگرافی عادی و فرکانس ۵۰۰ هرتز برای بررسی جزئیات.

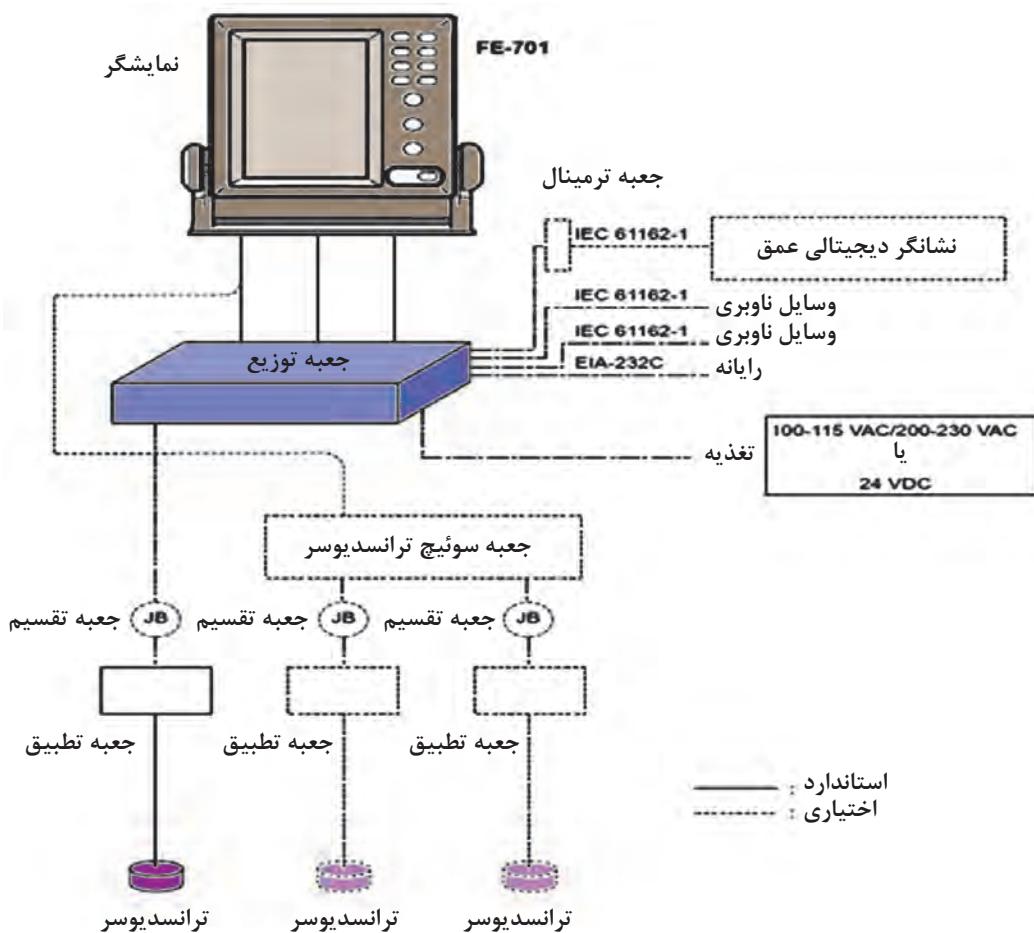


در خصوص انواع روش‌های عمق‌سنجی تحقیق نمایید.

سرعت انتشار صوت در آب دریا ثابت و برابر با 1500 متر در ثانیه است؛ بنابراین فاصله تا کف دریا (D) را می‌توان از فرمول $D = \frac{Vt}{2}$ یا $2D = Vt$ محاسبه کرد. در این فرمول V سرعت صوت در آب و t زمان طی شده از لحظه ارسال صوت تا دریافت پژواک است. به عنوان مثال، چنانچه زمان بین ارسال پاس صوتی و دریافت پژواک آن 1 ثانیه باشد، معلوم می‌شود که پالس‌ها مسافتی برابر با 1500 متر را طی کرده‌اند، از این‌رو عمق آب برابر با $\frac{1500}{2} = 750$ متر (یا 750 متر) خواهد شد. به جای نشان دادن زمان بر روی نشانگر، می‌توان عمق مربوط را بر حسب متر و یا فوت نشان داد.

اجزای سامانه عمق‌یاب

پیکربندی عمق‌یاب جهت نصب آن سامانه به صورت کلی در شکل ۳۰ آورده شده است.



شکل ۳۰ - پیکربندی نصب سامانه عمق‌یاب

پودهمان ۱ : کاربری سامانه‌های سوناری

در مجموع، سامانه عمق‌یاب از چهار قسمت اصلی به شرح زیر تشکیل شده است:

۱ نمایشگر : وظیفه این قسمت روشن و خاموش کردن، کنترل، پردازش و نمایش اطلاعات است.

۲ جعبهٔ توزیع : این جعبه به عنوان پل ارتباطی بین نمایشگر و اجزای اصلی عمق‌یاب و همچنین دستگاه‌های جانبی اعم از رایانه، دستگاه‌های کمک ناوبری و ... است که اتصال به دستگاه‌های جانبی با توجه به استانداردهای موردنظر مانند IEC ۶۱۱۶۲ و یا EIA-۲۳۲C امکان‌پذیر خواهد بود.

۳ جعبهٔ تطبیق : این جعبه محل استقرار «فرستنده» و «گیرنده» است که عملکرد هر کدام به شرح زیر است :

فرستنده : زمانی که سنسور عمق‌یاب وضعیت عبور (فرستنده) را انتخاب می‌کند، مدار بسته می‌شود. با بسته شدن مدار، مولد، یک پالس تولید می‌کند و فرستنده، این پالس را ارسال می‌کند. ارتعاشات پالس‌های تولیدشده از طریق ترانس迪وسر به طرف بستر دریا ارسال می‌شوند.

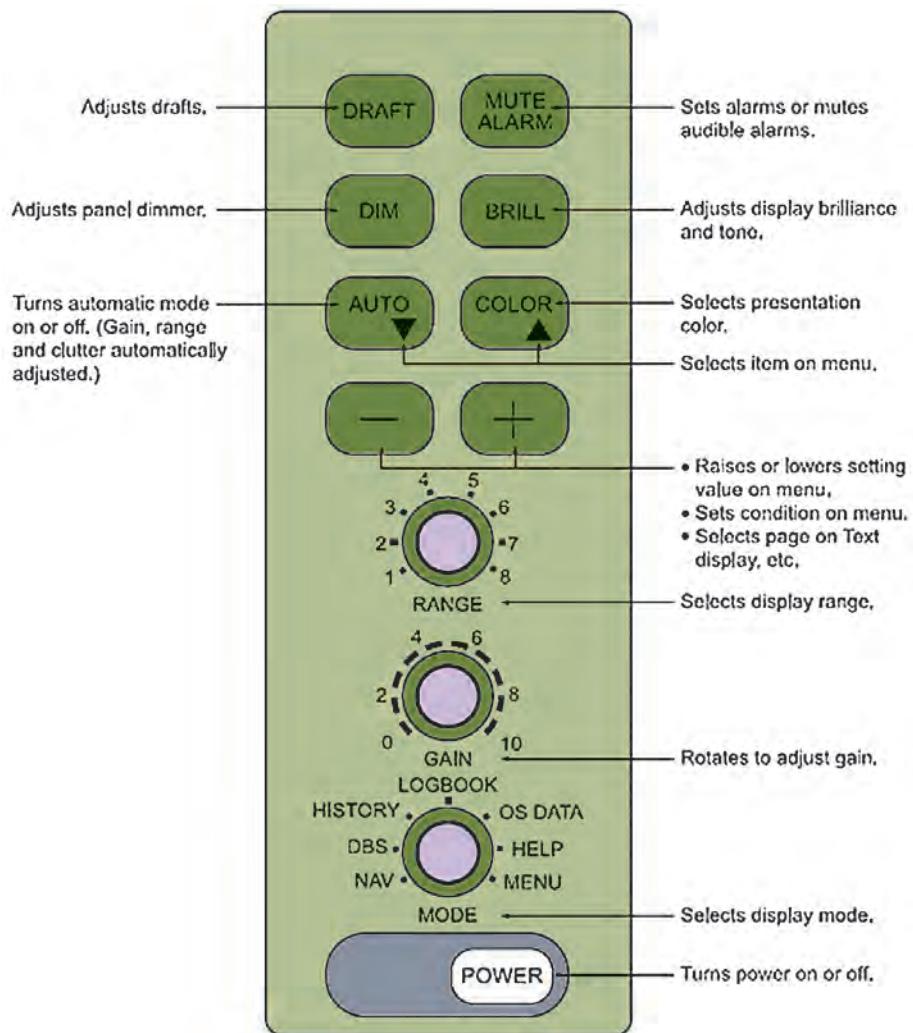
گیرنده : اکوی برگشتی به ترانسdiوسر گیرنده وارد می‌شود (برخی از آنها از طریق بدن کشته و یا از طریق مسیرهای دیگر به طور مستقیم وارد ترانسdiوسر گیرنده می‌شوند) و پس از انجام مراحل مختلف تقویت و تغییرات لازم، عمق موردنظر از طریق صفحه‌نمایشگر دستگاه به صورت مقدار بر حسب متر یا فوت قابل مشاهده خواهد بود.

۴ ترانسdiوسر : ترانسdiوسر فرستنده پس از دریافت نوسان الکتریکی شروع به ارتعاش کرده و امواج صوتی را ارسال می‌کند. نوسان‌ساز گیرنده که پس از دریافت پژواک (اکو) شروع به ارتعاش می‌کند، آنها را به نوسان الکتریکی تبدیل کرده و به گیرنده می‌فرستد. سطح ارتعاش شونده ترانسdiوسر با آب در تماس است و ابعاد آن در حدود $۲۰ \times ۲۰ \times ۱۵$ سانتی‌متر می‌باشد.

ترانسdiوسرهای استفاده شده در عمق‌یاب‌ها از دو نوع تغییرپذیر مغناطیسی یا تغییرپذیر الکتریکی هستند. برخی از کریستال‌ها بر اثر دریافت جریان الکتریسیته در دو سطح آنها، دچار انقباض یا انبساط می‌شوند که از این خاصیت (تغییرپذیری الکتریکی) می‌توان در ترانسdiوسرها برای ایجاد ارتعاشات لازم استفاده کرد. چنانچه ترانسdiوسر در داخل محفظه مخصوص در زیر کشته قرار نگرفته باشد باید در هنگام رنگ‌آمیزی بدنۀ زیرین کشته دقت شود که لایه‌های مرتعش شونده ترانسdiوسر اسکراب و رنگ‌آمیزی نشوند. بدیهی است در صورت انجام این عمل، قسمت رنگ‌شده مانع از انتقال ارتعاشات در آب خواهد شد.

کاربری سامانه عمق‌یاب فرنو با مدل FE-۷۰۰

در اینجا به شرح و کاربرد هر یک از کلیدهای روی این مدل از عمق‌یاب می‌پردازیم:



شکل ۳۱- نمای کلی کلیدهای کنترل سامانه عمق‌باب

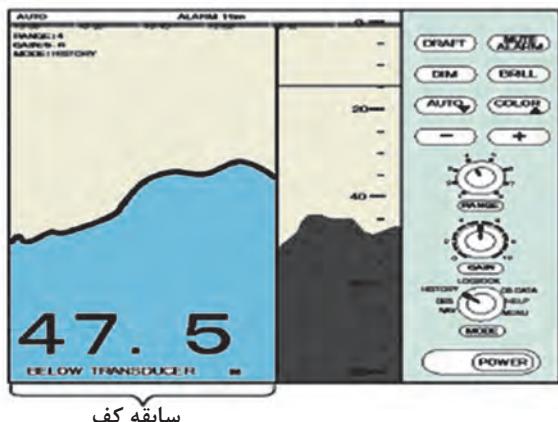
ROM : OK
DRAM : OK
SRAM : OK
BATTERY : OK

PROGRAM NO. 0252297002

۱ کلید روشن و خاموش(POWER): از این کلید جهت روشن و خاموش کردن سامانه استفاده می‌شود، به طوری که اگر سامانه خاموش باشد با فشار این کلید، سامانه روشن می‌شود و سامانه، شروع به کنترل خود می‌نماید، که در ابتدای روشن شدن سامانه متن روبرو مشاهده می‌شود.
لازم به ذکر است که برای خاموش کردن سامانه باید این کلید را به مدت پنج ثانیه نگه داشت.

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

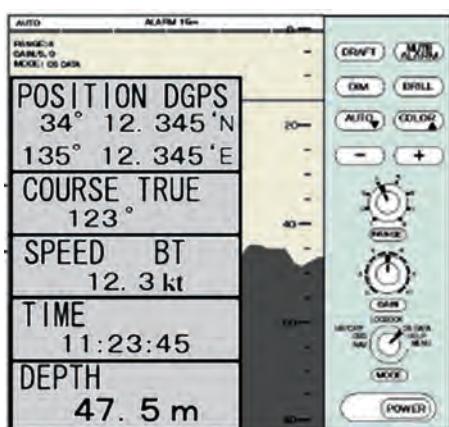
کلید MODE: با استفاده از این کلید می‌توان حالت‌های OS DATA, NAV, DBS (depth below surface) را با توجه به نیاز انتخاب نمود.



شکل ۳۲- نمایی از حالت HISTORY نمایشگر عمق‌یاب

با استفاده از حالت NAV می‌توان عمق را از ترانسندیوسر تا کف دریا محاسبه نمود و در حالت DBS عمق از سطح دریا تا کف دریا محاسبه و نشان داده خواهد شد.

در حالت HISTORY همان‌طور که در شکل ۳۲ مشاهده می‌نمایید سابقه‌ای از عمق اندازه‌گیری شده در زمان گذشته را نشان می‌دهد و در ادامه، عمق اندازه‌گیری شده در زمان حال را نشان می‌دهد.



شکل ۳۳- نمایی از نمایشگر عمق‌یاب در حالت LOGBOOK

در حالت LOGBOOK می‌توان عمق و طول و عرض جغرافیایی چندین نقطه را در زمان‌های مختلف مشاهده نمود. با انتخاب حالت OS DATA همان‌طور که در شکل ۳۳ مشاهده می‌نمایید می‌توان علاوه بر اطلاعات عمق، اطلاعات دیگری از قبیل طول و عرض جغرافیایی خودی (LAT/LON) راه (COURSE) و سرعت (SPEED) و زمان را نیز مشاهده نمود.



شکل ۳۴- نمایی از نمایشگر عمق‌یاب در حالت HELP

با انتخاب حالت HELP نیز در صورت در اختیار نداشتن جزوی کاربری سامانه، می‌توان پنجره‌ای مانند شکل ۳۴ باز نموده و با کلیک بر روی هر گزینه اطلاعات مورد درخواست را بازیابی نمود.

۳ کلید بهره (GAIN): با استفاده از این گزینه می‌توان مقدار حساسیت گیرنده را تنظیم نمود تا بهترین بهره (گین) نمایش داده شود.

۴ کلیدهای - و +: از این کلیدها جهت کاهش و افزایش محدوده (رنج) و انتخاب صفحات مختلف و ... استفاده می‌شود.

۵ کلید رنگ (COLOR): از این کلید علاوه بر استفاده در تغییر رنگ، می‌توان به عنوان کلید انتخاب گزینه بر روی MENU استفاده نمود.

۶ کلید AUTO: از این کلید علاوه بر اینکه می‌توان به صورت خودکار (اتوماتیک) برای محدوده عمق موردنظر و حذف پارازیت (نویز) بهره گرفت، به عنوان کلیدهای انتخاب گزینه بر روی MENU نیز می‌توان استفاده نمود.

۷ کلید DIM: از این کلید جهت تنظیمات روشنایی صفحه کلید می‌توان استفاده نمود.

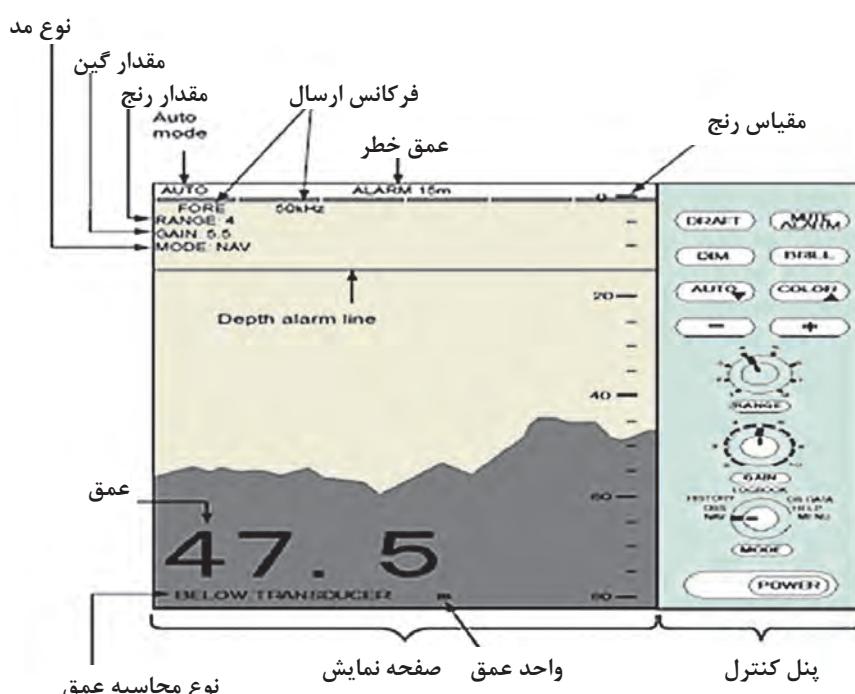
۸ کلید BRILL: از این کلید می‌توان جهت تنظیمات مقدار روشنایی و سایه‌روشن صفحه نمایش استفاده نمود.

۹ کلید DRAFT: همان‌طور که قبل اشاره شد با استفاده از کلید MODE می‌توان گزینه DBS را انتخاب نمود تا مقدار عمق از سطح دریا، نمایش داده شود؛ پس برای این کار باید مقدار DRAFT شناور را تنظیم نمود تا این مقدار در محاسبات دخالت داده شود.

۱۰ کلید MUTE ALARM: با استفاده از این کلید می‌توان با تنظیم عمق خطر، در آب‌های کم‌عمق از به گل نشستن شناور جلوگیری نمود، به طوری که با فشار این کلید و با استفاده از کلیدهای - و + می‌توان عمق خطر را انتخاب نمود تا در موقع خطر اعلام هشدار نماید.

مشخصه‌ها و نشانه‌ها

شکل ۳۵ علائم و نشانه‌های صفحه نمایشگر عمق‌یاب را نمایش داده است.



شکل ۳۵- مشخصه‌ها و نشانه‌های نمایشگر عمق‌یاب

پودمان ۱ : کاربری سامانه‌های سوناری

جدول ۲- نگهداری سامانه عمق‌یاب

نقاط مورد کنترل	موارد نگهداری
تجهیزات سامانه	<p>از ریختن مایعات بر روی سامانه خودداری شده و احتمالات بررسی گردد.</p> <p>نمایشگر را هفته‌ای یکبار با پارچه نرم و خشک تمیز نمایید.</p> <p>هوا در اطراف دستگاه جریان داشته باشد.</p> <p>با توجه به لرزش‌های سناور هرماه یکبار اتصالات، کابل‌ها و کانکتورها را بررسی و استحکام آن را کنترل نمایید.</p> <p>هر دو ماه یکبار خزه‌های اطراف ترانس迪وسر را تمیز کنید.</p>

جدول ۳- عیب‌یابی سامانه عمق‌یاب

روش رفع عیب	احتمال عیب	نوع عیب
ولتاژ ضعیف است.	ولتاژ ورودی را بررسی کنید.	تصویر نیست، اطلاعات اندازه‌گیری نمایش داده نمی‌شود.
فیوز حساس است.	فیوز را عوض کنید.	
کابل تغذیه مشکل دارد.	کابل را بررسی و در صورت نیاز تعویض کنید.	
کابل ترانسdiوسر مشکل دارد.	کابل را عوض کنید.	
اتصالات کابل ترانسdiوسر مشکل دارد.	اتصالات کابل را محکم نمایید.	پژواک نمایش داده نمی‌شود.
فرستنده کار نمی‌کند.	مطمئن شوید که بالاترین مقدار توان را انتخاب نمایید.	
حساسیت کم است.	با استفاده از کلید بهره (گین) تنظیمات را انجام دهید.	
پژواک برگشتی از کف دریا ضعیف است.	کف دریا گل‌آلود است.	نمایش غیرعادی
روی ترانسdiوسر خزه دارد.	ترانسdiوسر را تمیز نمایید.	
خارج از رنج کاربری است.	تنظیمات رنج را انجام دهید.	
مشکل از تجهیزات نیست و این یک مورد طبیعی است.	حباب هوا در اطراف ترانسdiوسر است.	کف دریا نمایش داده نمی‌شود.
اگر مشکل حل نشد ترانسdiوسر را در مکان مناسب نصب نمایید.	ترانسdiوسر در مکان مناسب نصب نشده است.	پارازیت (نویز) زیاد است.
مشکل از تجهیزات نیست.	ترانسdiوسر دیگری در مجاورت سامانه در حال کار است.	
مشکل از تجهیزات نیست.	در نزدیکی سطح، حباب و هواده‌ی وجود دارد.	پارازیت (نویز) کف دریا زیاد است.
مشکل از تجهیزات نیست.	هوا نامساعد است.	



به یک واحد شناور مراجعه نموده و ضمن شناسایی اجزای سامانه عمق‌یاب، با راهنمایی کاربر آن از دستگاه استفاده نمایید.

سرعت‌سنج (SPEED LOG)

سرعت شناور از مؤلفه‌های مهم قابل اندازه‌گیری است که حداقل فایده آن پیش‌بینی زمان رسیدن به نقطه دلخواه است. بنابراین از زمان‌های دور روش‌های مختلفی برای سنجش سرعت در شناورها استفاده می‌شده است. دستگاه سرعت‌سنج نیز همانند سایر دستگاه‌های کمک ناوبری برای یک ناوبری کارایی دارد؛ چراکه در یک ناوبری طولانی مدت برای داشتن موقعیت احتمالی لازم است اطلاعات خوب و صحیحی از راه و سرعت شناور خودی داشته باشد.

سرعت‌سنج‌های شناور

در دریا ممکن است سرعت شناور نسبت به کف دریا یا نسبت به سطح آب سنجیده شود که هردوی آنها در سیستم ناوبری امروزی جایگاه خاص خود را دارند. از آنجایی که برای اندازه‌گیری سرعت کشتی از روش‌های مختلفی استفاده شده است؛ به همین دلیل سرعت‌سنجها نیز انواع مختلفی پیدا کرده‌اند. هر چند امروزه از طریق دستگاه GPS، سرعت شناور به دقت اندازه‌گیری می‌شود ولی هنوز از سرعت‌سنج‌های مختلف نیز استفاده می‌شود.



در خصوص انواع سرعت‌سنج‌ها تحقیق نمایید.

سرعت‌سنج صوتی

این نوع سرعت‌سنج‌ها نسبت به کف دریا و یا حجم ارسال می‌کنند. بستر دریا یا توده آب، سیگنال ارسالی را فشرده شده یا گستردۀ از آب، سرعت کشتی را با یک تأخیر زمانی (T) منعکس می‌کند که این تأخیر زمانی بستگی به جنس و برجستگی کف دریا دارد. سیگنال صوتی یا به عبارت دیگر ترکیبی از خواص امواج صوتی در آب دریا و فن‌های مربوط به آن تا عمق ۲۰۰ متر می‌توانند سرعت کشتی را مشخص نمایند. اگر پژواک‌های بازگشتی از کف دریا ضعیف باشند و یا عمق آب از ۲۰۰ متر بیشتر باشد، این سیستم به طور به یکدیگر یک تأخیر زمانی دارند. با توجه به رابطه زیر از آنجایی که مقدار دقیقه‌ها مشخص است، لذا با اندازه‌گیری این تأخیر زمانی (T)، می‌توان سرعت کشتی را براساس رابطه زیر محاسبه نمود.

$$T = \frac{0.5 \times SV}{150}$$

این نوع سرعت‌سنج‌ها برای ارسال امواج صوتی به داخل آب از ترانس迪وسر استفاده می‌کنند که با دریافت‌کننده سیگنال (جزئی ترانسdiyosr) و V₀ KHz را از طریق دو پیزوسرامیک که در راستای سرعت کشتی می‌باشد.



پودمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

۱ تأخیر زمانی (T) فاصله زمانی بین دو پژواک ترانس迪وسر است نه فاصله زمانی بین ارسال و دریافت سیگنال.

۲ دما و شوری آب و نیز تغییرات سرعت صوت بر انجام محاسبات فوق تأثیری ندارند چون هرگونه تغییر در آنها تأثیری مشابه بر روی پژواک‌های دریافتی دارد.

۳ با اندازه‌گیری فاصله زمانی سیگنال ارسالی و بازگشتی می‌توان عمق آب را نیز از رابطه زیر محاسبه نمود (همانند عمق‌یاب).

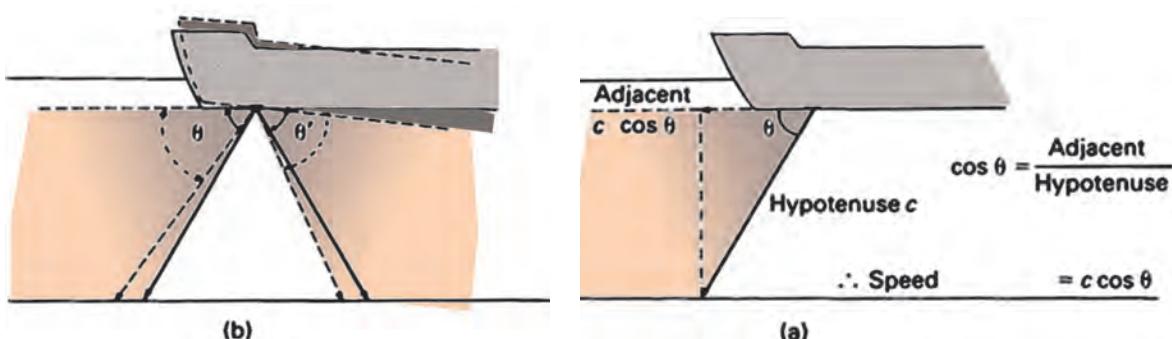
$$d = \frac{T}{2} \times C$$

$$d ; \text{ عمق آب به متر } T ; \text{ زمان رفت‌وبرگشت سیگنال } C ; \text{ سرعت صوت } 1500 \text{ m/s}$$

سرعت سنج داپلری

روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری سرعت هر شناور در آب وجود دارد، ولی متدائل ترین آنها، روش «داپلر» است که به علت کاربردی تربودن این روش، به معروفی این سامانه پرداخته می‌شود. سامانه اندازه‌گیری سرعت به روش داپلر برگرفته از همان تئوری شیفت فرکانس است که توسط کریستین داپلر در اوایل قرن ۱۹ عنوان شد و امروزه به طور گسترده در الکترونیک دریایی برای اندازه‌گیری سرعت شناورها استفاده می‌شود. در نظر بگیرید که کشتی‌ای با سرعت V به طرف یک صفحه انعکاس‌دهنده ثابت، در حال حرکت است و از دماغه خود یک پرتو از انرژی صوتی با فرکانس F را به سوی صفحه منعکس‌کننده ارسال می‌کند. در این صورت فرکانس برگشتی از انعکاس صفحه، یک شیفت فرکانسی نسبت به فرکانس ارسالی نشان می‌دهد. این شیفت فرکانس، همان جایه‌جایی داپلری است که با سرعت کشتی متناسب می‌باشد.

اگر سرعت کشتی را صفر در نظر بگیریم طول موج در نقطه انعکاس برابر است با: $\lambda = C/f$
در این رابطه: $\lambda = \text{طول موج (بر حسب متر)}$, $C = \text{سرعت امواج صوتی در آب (} 1500 \text{ متر بر ثانیه)}$ و $f = \text{فرکانس (هرتز)}$ است و با در نظر گرفتن اینکه کشتی با سرعت V به سطح انعکاس‌دهنده نزدیک می‌شود، طول موج در آب دریا برابر است با: $\lambda = (C-V)/f$ و درنتیجه در نقطه انعکاس فرکانس بالاتری داریم. در شرایط واقعی می‌دانیم که سطح انعکاسی وجود ندارد، آنچه به عنوان منعکس‌کننده باید عمل کند بستر دریاست، پس پرتوی انرژی می‌باید با زاویه مناسب به بستر دریا فرستاده شود.

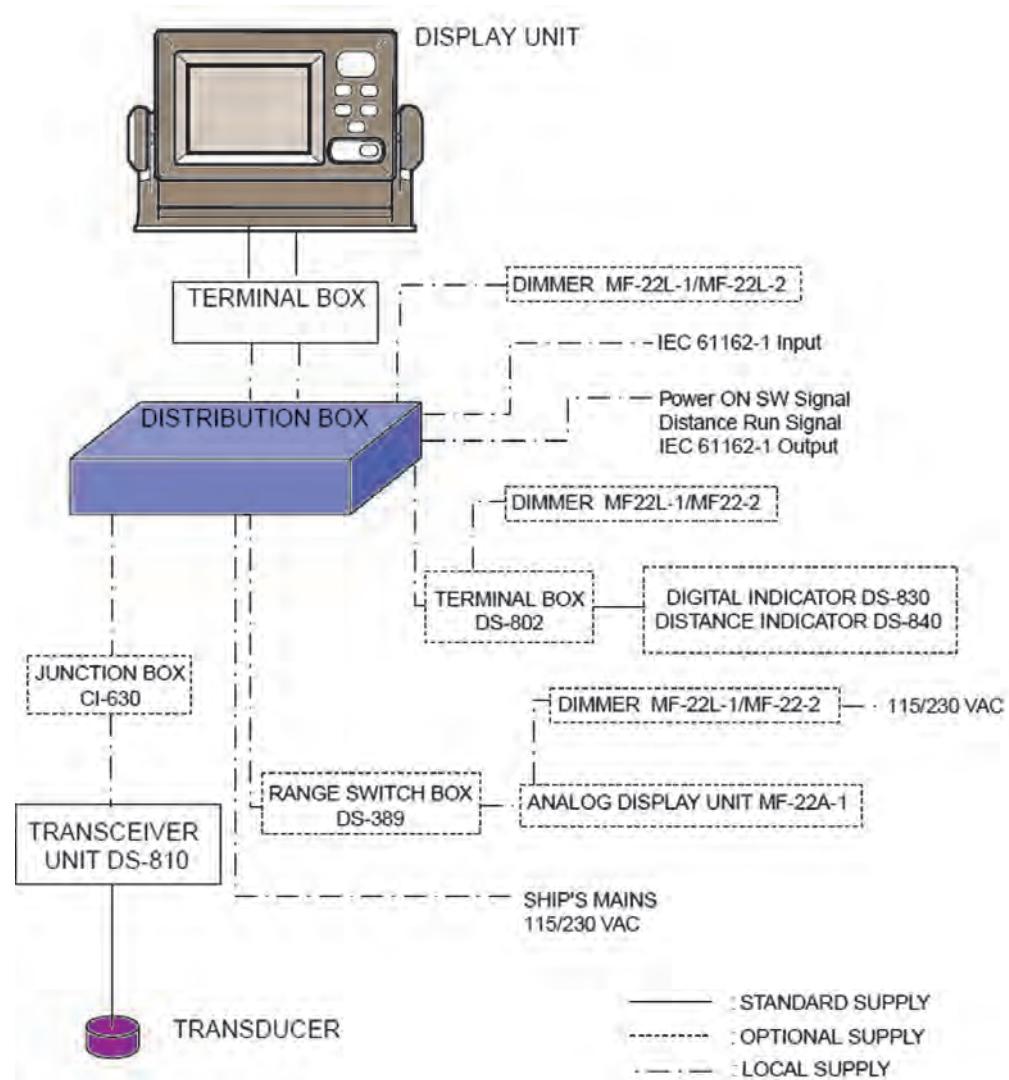


شکل ۳۶- محاسبه سرعت شناور با استفاده از عمق سنج

با توجه به شکل ۳۶؛ در زاویه θ ، سرعت V به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$f = f(1 + 2v\cos\theta/c + 2v^2\cos^2\theta/c^2 + 2v^3\cos^3\theta/c^3 + \dots \text{etc})$$

اجزای سامانه سرعت‌سنج داپلری



شکل ۳۷- پیکربندی نصب سامانه سرعت‌سنج

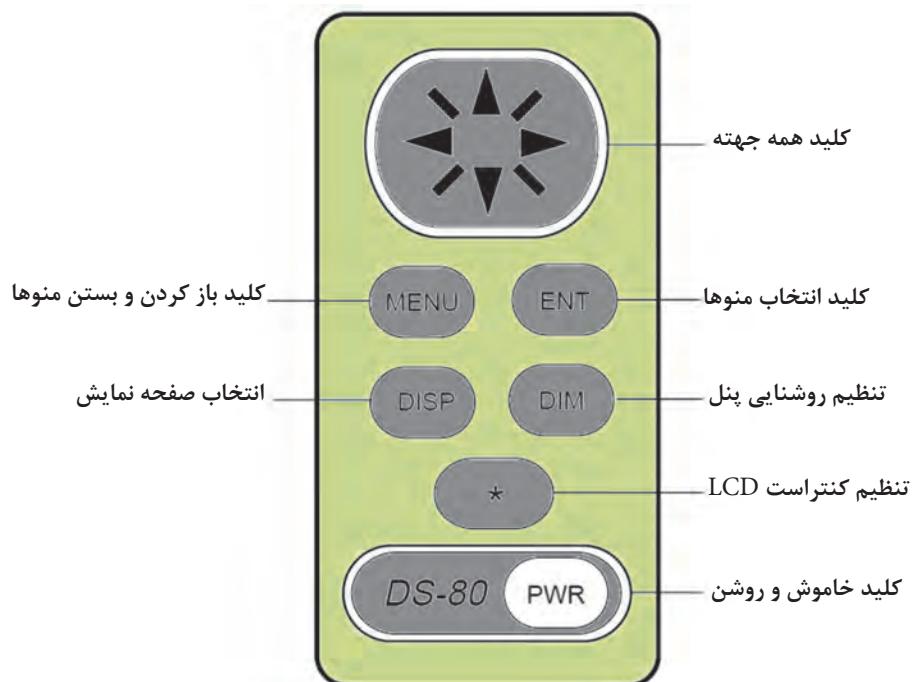
کار در منزل

اجزای شکل ۳۷ را ترجمه نمایید.



پودهمان ۱ : کاربری سامانه‌های سوناری

عملکرد سرعت : در ابتدا با کلیدهای روی پانل سرعت‌سنج و عملکرد کلی هریک از آنها آشنا خواهیم شد.



شکل -۳۸- نمای کلی کلیدهای کنترل سامانه سرعت‌سنج

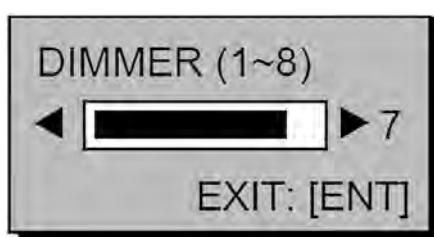


۱ برای روشن کردن، کلید (PWR)POWER را فشار می‌دهیم. سرعت‌سنج روشن می‌شود و آخرین منوی قبلی باز می‌شود. مانند منوی مقابل که در آن سرعت و فاصله را نمایش می‌دهد.

کلمه STW یعنی سرعت نسبت به آب سنجیده می‌شود.

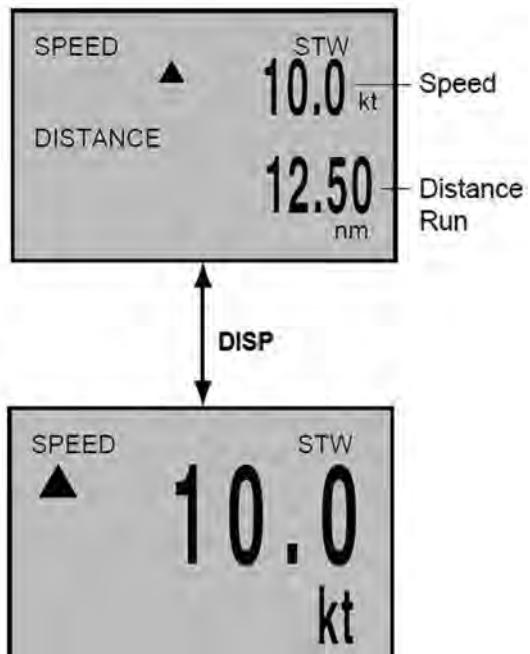
اکنون اگر کلید (PWR) را فشار دهیم دستگاه خاموش می‌شود.

۲ کلید DIMMER (1~8) برای تنظیم روشنایی صفحه‌نمایش است. با فشردن این کلید، صفحه زیر باز می‌شود و با فشردن سمت چپ و راست کلید شاسی پد، به ترتیب روشنایی صفحه‌نمایش کم و زیاد می‌شود. روشنایی این دستگاه از ۱ تا ۸ است که پس از انتخاب هر کدام از آنها با فشردن کلید ENT ثبت خواهد شد. پیش‌فرض روشنایی روی عدد ۴ است.

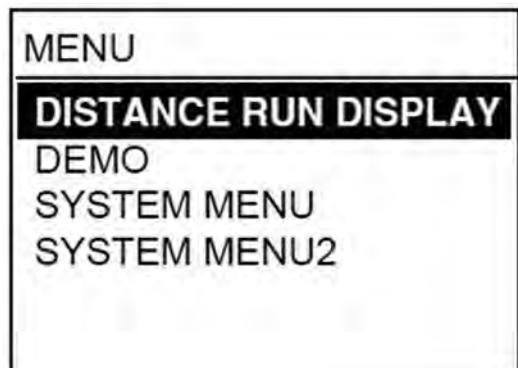




۳ کلید * برای تنظیم کنتراست یا شفافیت صفحه‌نمایش است. با فشردن این کلید صفحه مقابل نمایش داده می‌شود و با فشردن سمت چپ و راست کلید شاسی پد، شفافیت به ترتیب کم و زیاد می‌شود. کنتراست یا شفافیت این دستگاه از صفر تا ۶۳ است و با پیش‌فرض ۴۸ تنظیم شده است. پس از انتخاب شفافیت دلخواه، با کلید ENT روی عدد دلخواه ثبت خواهد شد.



۴ کلید DISPLAY (DISP) برای انتخاب هر کدام از صفحه‌های دلخواه، برای کاربر مورداستفاده قرار می‌گیرد. مانند شکل مقابل کاربر می‌تواند در یک صفحه فقط سرعت و یا در صفحه دیگر هم سرعت و هم فاصله را داشته باشد. علامت فلاش نیز جهت سرعت را به جلو یا عقب نشان می‌دهد.

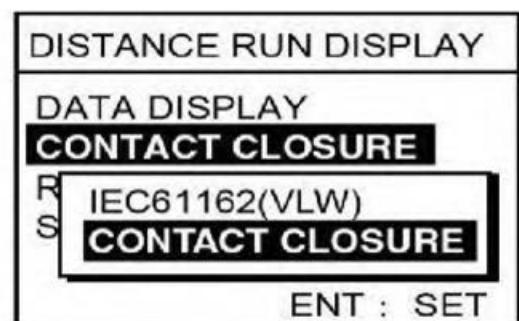


۵ کلید MENU را برای بازکردن منوهای مختلف دستگاه سرعت‌سنج و درواقع نوع عملکرد آن استفاده می‌نماییم. پس از فشردن کلید منو صفحه مقابل مشاهده می‌گردد. سپس با زدن کلید بالا و پایین شاسی پد، منوی دلخواه را انتخاب می‌نماییم.

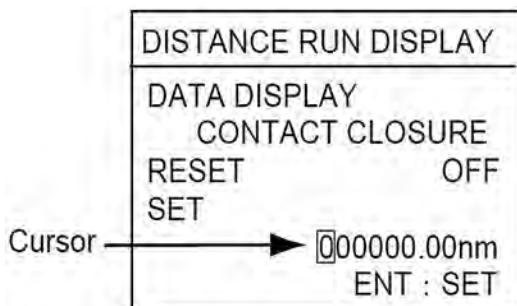
پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری



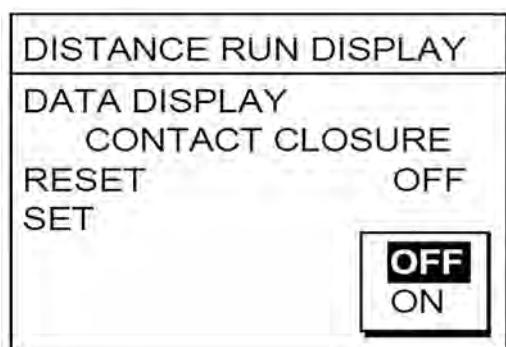
پس از رفتن روی منوی دلخواه، با زدن کلید ENT وارد منوی مربوطه می‌شویم. مثلاً وقتی گزینه DISTANCE RUN DISPLAY (مسافت پیموده شده) انتخاب شود. صفحهٔ مقابله بازخواهد شد.



در این صفحه سه زیر منو وجود دارد که برای انتخاب هرکدام، از طریق کلید همه جهته، آن را انتخاب کرده و کلید ENT را می‌زنیم و برای بستن آنها دو بار کلید MENU را می‌زنیم. اگر زیر منوی CONTACT CLOSURE را انتخاب کنیم صفحهٔ مقابله ظاهر می‌شود.



با انتخاب گزینه IEC61162(VLW) می‌توانیم هر یک از صفحه‌نمایش‌ها را انتخاب کنیم و با زدن دو بار کلید MENU، منوها بسته شده و به صفحهٔ موردنظر می‌رسیم. به منظور انتخاب یک فاصله برای دریانوردی، با انتخاب زیر منوی SET و سپس زدن کلید ENT صفحهٔ مقابله ظاهر می‌شود.



در اینجا می‌توانیم عدد دلخواه را برای دریانوردی انتخاب کنیم. با زدن کلید چپ و راست کلید همه جهته، رقم موردنظر را انتخاب می‌نماییم و با زدن بالا و پایین این کلید خود عدد را انتخاب می‌کنیم. این عدد فاصله درنهایت از ۰۰۰ تا ۹۹۹۹۹,۹۹ مایل دریایی قابل تنظیم است. پس از انتخاب عدد موردنظر، با زدن کلید ENT آن را ثبت می‌کنیم و با زدن دوبار کلید MENU به صفحهٔ اول بر می‌گردیم. در این وضعیت پس از دریانوردی و رسیدن به این فاصله، علامت هشدار دستگاه به صدا درمی‌آید.

همچنین با انتخاب زیر منوی ON و RESET نمودن آن مطابق فرایند فوق حذف خواهد شد و عدد دریانوردی به $0,0,0$ تغییر می‌یابد.

منوهای تنظیمات سامانه نیز در زیر منوی SYSTEM MENU وجود دارد که بسیار ساده است و می‌توانید به کاتالوگ دستگاه مراجعه نمایید. عملکرد کلی همه این دستگاه‌ها مشابه هم هستند.

فعالیت
کارگاهی



به یک واحد شناور مراجعه نموده و ضمن شناسایی اجزای سامانه سرعت سنج، با راهنمایی کاربر آن، از دستگاه استفاده نمایید.

ماهی‌یاب (FISH FINDER)

این دستگاه یکی از کاربردهای دستگاه‌های سونار است. عملکرد کلی آن بسیار مشابه عمق‌یاب است تا حدی که تقریباً همه ماهی‌یاب‌ها عمق را نیز اندازه گرفته و نشان می‌دهند. ماهی‌یاب‌ها امروزه اندازه دقیق ماهی، نوع ماهی و حتی جنسیت ماهی‌ها را نیز می‌توانند نشان دهند. با توجه به اثر دمای آب در پژواک‌های برگشتی، دمای آب نیز اغلب در ماهی‌یاب‌ها نمایش داده می‌شود.



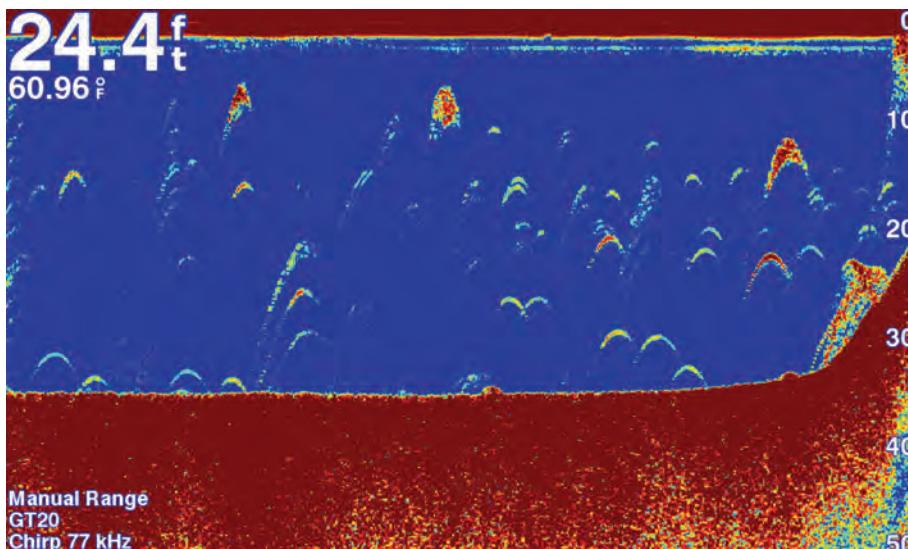
شکل ۳۹- تصویر کلی یک ماهی‌یاب (به فرکانس شناسایی در دو عمق متفاوت دقت کنید)

سوناریست‌های هدف‌یاب، (مثلًا کاربران سونارهای نظامی) با شنیدن صدای حیوانات دریایی که هر کدام فرکانس خاص خود را دارد، نوع حیوان را نمایان می‌سازند برخی از این صدای عبارت‌اند از:

- ۱ گرزاگهای دریایی صدایی مانند سوت و گاه مانند خنده با دهان بسته دارند.
- ۲ هنگام نزدیک شدن به میگوهای «باروح» که در عرض جغرافیایی 45° درجه شمالی و 45° درجه جنوبی معمولاً در آب‌های کمتر از سی فوت بسیار یافت می‌شوند، صدایی شبیه وزوز کردن به گوش می‌رسد.
- ۳ نهنگ‌ها، صدایی متنوعی مانند صدای ضربه، صدای ناله، صدای قیزقیز، صدای چکش و مانند آن دارند. این نوع آشکارسازی‌ها در واقع غیرفعال‌اند و با توجه به اینکه صدایی متنوعی خواهیم داشت، تشخیص همه

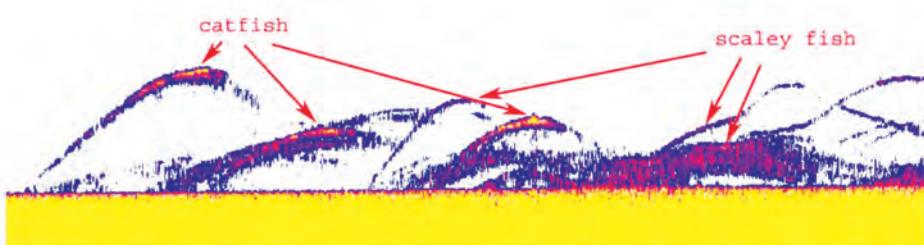
پودمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

آنها دشوار است و از طرفی در صورت عدم حرکت یا کندی حرکت ماهی‌ها، آشکارسازی ماهی با مشکلاتی همراه خواهد شد، بنابراین از سونارهای فعال برای شناسایی ماهی‌ها استفاده می‌شود. پژواک برگشتی از انواع مختلف ماهی‌ها و در اندازه‌های مختلف، هم نوع ماهی و هماندازه و تعداد آنها را به صورت تکی یا دسته ماهی مشخص خواهد نمود. در صفحه ماهی‌یاب، ماهی‌های آشکارسازی شده را به صورت زیر می‌توان مشاهده نمود.



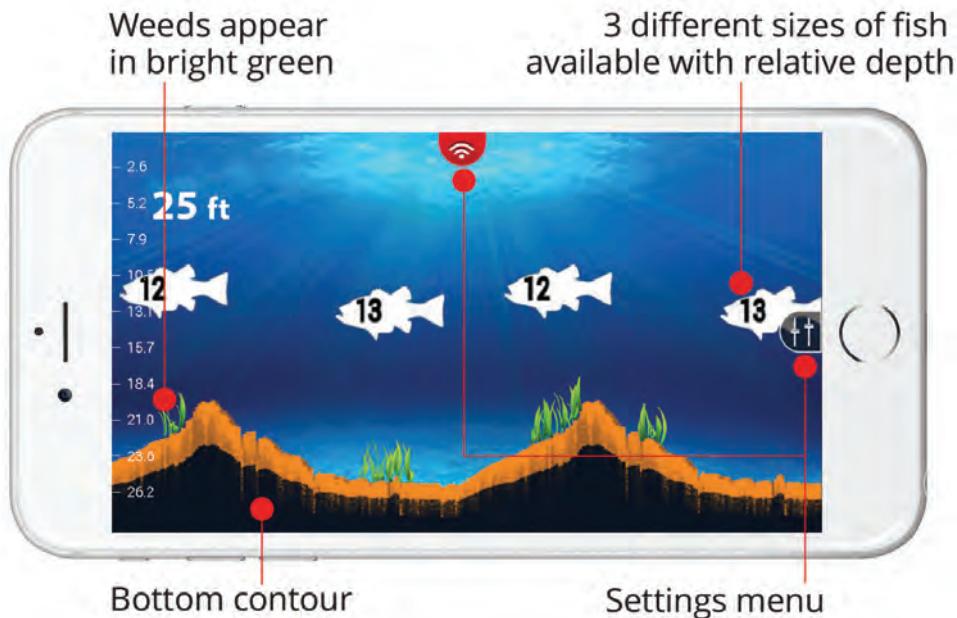
شکل ۴۰- تصویر ماهی در صفحه‌نمایش ماهی‌یاب

با توجه به شکل پژواک برگشتی نوع و اندازه ماهی‌ها مشخص می‌شود. مثلاً در شکل زیر پژواک برگشتی از یک گربه‌ماهی و یک ماهی خیلی باریک را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴۱- تصویر دو نوع ماهی با پهنهای مختلف در صفحه‌نمایش ماهی‌یاب

امروزه ماهی‌یاب‌ها به صورت یک نرم‌افزار برروی موبایل‌های هوشمند نیز قابل نصب می‌باشند و مانند یک صفحه‌نمایش ماهی‌یاب، مانند شکل ۴۲ اندازه ماهی را نیز نشان می‌دهند.



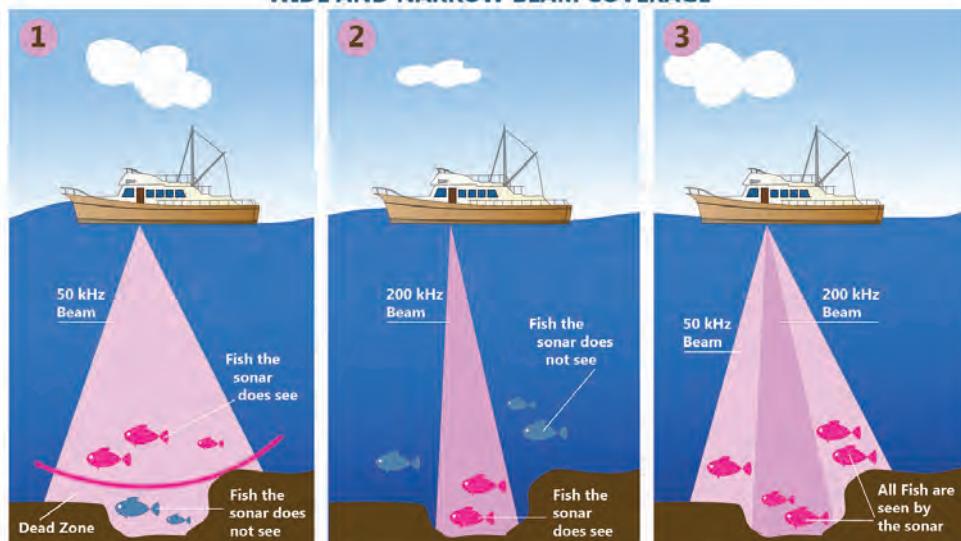
شکل ۴۲- نمایش آشکارسازی ماهی‌یاب در صفحه تلفن همراه

فعالیت
کلاسی



اجزای شکل ۴۳ را ترجمه و تحلیل نمایید.

WIDE AND NARROW BEAM COVERAGE



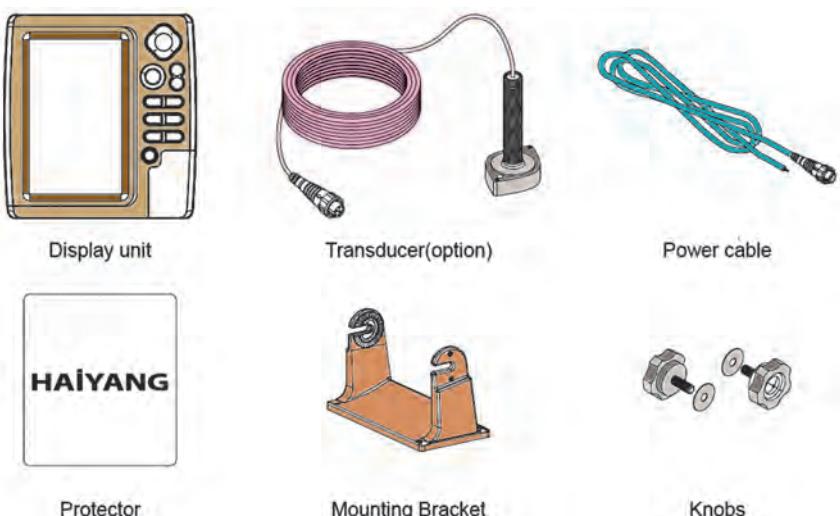
1. A wide beam transducer (50 kHz) covers a larger area but provides less bottom detail. In addition, Creating a Dead Zone below.
2. A narrow beam (200 kHz) covers less area but offers better bottom definition.
3. Using both beams provides the coverage of a wide beam and the precision of a narrow beam.

شکل ۴۳- اثر تغییر فرکانس در آشکارسازی

پودمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

اجزای ماهی‌یاب

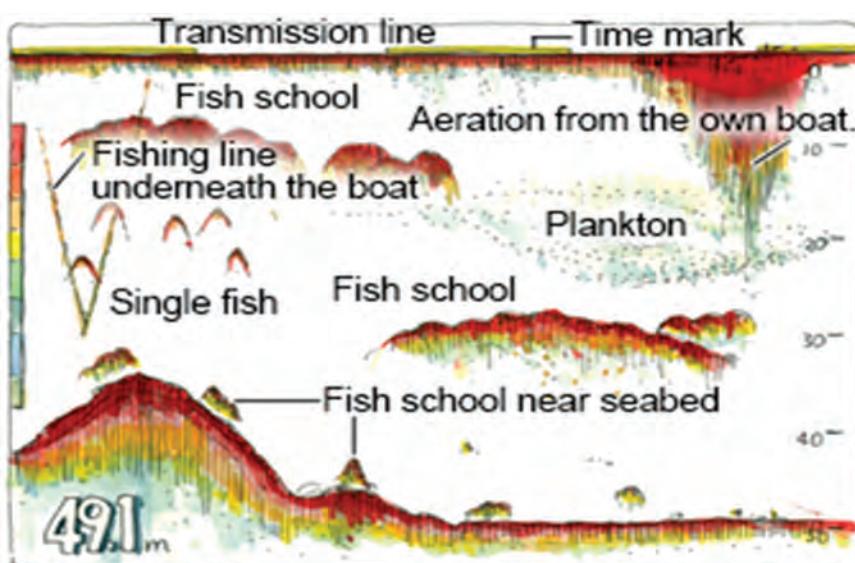
اجزای ماهی‌یاب را در شکل ۴۴ مشاهده می‌کنید.



شکل ۴۴- اجزای مختلف یک ماهی‌یاب

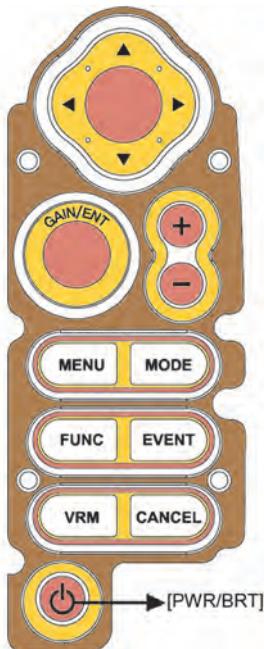
کاربری ماهی‌یاب

عملکرد ماهی‌یاب‌ها نیز بر اساس تئوری سونار است، لذا کاربری آنها نیز مشابهت بسیاری به هم دارند. در اینجا کاربری یکی از ماهی‌یاب‌های پر کاربرد در جهان را مشاهده خواهید کرد. این ماهی‌یاب شامل یک واحد فرستنده - گیرنده و یک مبدل فرکانس دوگانه است. بعد از یک اسکن از کف دریا، شکلی مانند زیر را در صفحه‌نمایش ماهی‌یاب خواهید دید که در اینجا روی هر کدام از شکل‌های نشان داده شده، آشکارسازی آن نوشته شده است.



شکل ۴۵- تصاویر و تفسیر نمایش داده شده در مانیتور یک ماهی‌یاب

در اینجا با عملکرد یک ماهی یاب آشنا خواهیم شد. ابتدا به معرفی هر یک از کلیدهای روی پانل ماهی یاب شکل ۴۶ می پردازیم و سپس عملکرد هر یک را توضیح خواهیم داد.



شکل ۴۶- نمای کلی کلیدهای ماهی یاب

جدول ۴- کاربری سریع ماهی یاب

ردیف	کلید	کاربری
۱	[PWR/BRT]	خاموش و روشن کردن دستگاه یا تغییر شدت نور صفحه
۲	[Cursor Key]	درحال منو برای انتخاب زیر منوها و درحال غیر از منوها برای انتخاب فرکانس کاری
۳	[GAIN] & [ENTER]	حالت تکمه زدن: وقتی در جداول منوها هستیم عمل اینتر را انجام می‌دهد حالت دورانی: تنظیم سطح گین (سطح نقویت کنندگی)
۴	[+] & [-]	تنظیم محدوده (رنج) عمق در حالت دستی
۵	[MENU]	با یکمرتبه کلیک: منوی سریع نمایش داده می‌شود با دو مرتبه کلیک: منوی اصلی نمایش داده می‌شود
۶	[MODE]	تنظیم حالات (مودهای) ماهی یاب
۷	[FUNC]	کلید تنظیم سریع انتخاب عملکردهای مختلف
۸	[EVENT]	انتخاب هر یک از صفحه‌های «نقطه راه»، «ناوبری» و یا «فعالیت تصویربرداری» «با توجه به کاربری
۹	[VRM]	نشان دادن نوار رنج‌های مختلف عمق سنجی
۱۰	[CANCEL]	برگشت به صفحه نمایش قبلی یا کنسل کردن منوی بازشده

پودمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری

۱ برای روشن کردن این دستگاه، کلید [PWR/BRT] را فشرده و نگه می‌داریم تا روشن شود. البته در صورت روشن بودن، به همین ترتیب نیز خاموش می‌شود. برای تغییر شدت روشنایی صفحه‌نمایش این کلید را برای لحظه‌ای فشرده و با قسمت [→][←] کلید همه جهته، شدت نور یا کنتراست صفحه را تنظیم می‌کنیم. همچنین با فشردن لحظه‌ای این کلید همه جهته، مد روز یا شب صفحه‌نمایش را انتخاب می‌کنیم.

۲ انتخاب فرکانس در حالت دوگانه (دو تصویر در صفحه‌نمایش): با فشردن کلید [↑][↓] می‌توان رنگ قرمزی را که در صفحه به صورت بالا و پایین حرکت می‌کند، مشاهده کرد. فرکانس قرمزرنگ فعال، همان فرکانس در حال کار ماهی‌یاب است.

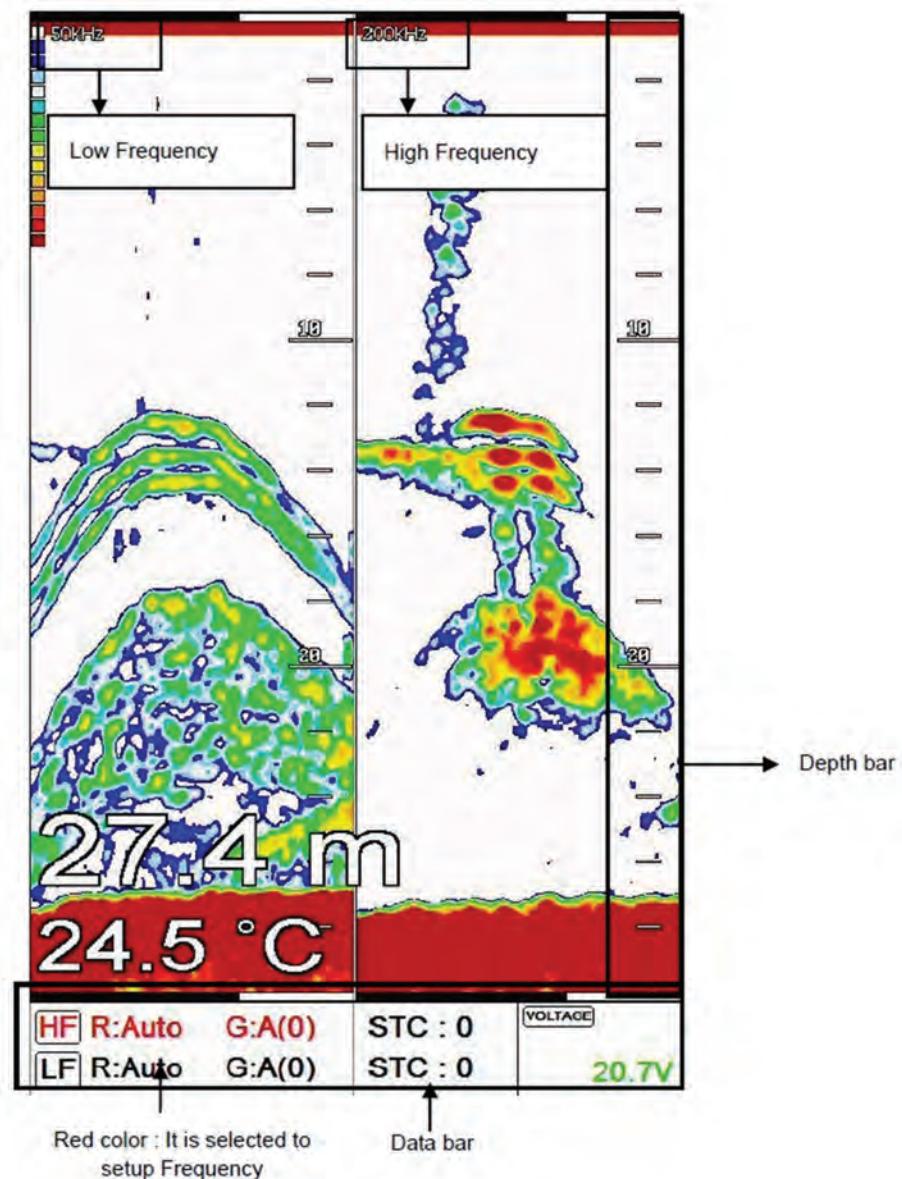
۳ انتخاب Sound Transmission Class (Gain & STC) : با فشردن کلید [→][←] می‌توان رنگ قرمزی را که در صفحه به صورت چپ و راست حرکت می‌کند، مشاهده کرد. گین قرمزرنگ فعال، همان گین در حال کار ماهی‌یاب است.

۴ حالت گین اتوماتیک یا دستی: با هر بار فشار دادن کلید [ENTER] حالت دستی یا اتوماتیک انتخاب می‌شود. در حالت دستی می‌توان گین را به صورت دستی تنظیم کرد. با زدن سمت چپ و راست کلید همه جهته، به ترتیب سطح گین کم و زیاد می‌شود.
حالتهای کاری این ماهی‌یاب در دو فرکانس ۵۰ و ۲۰ کیلوهرتز است.
این حالت‌های کاری با هر بار زدن کلید [MODE] انتخاب می‌شوند.
حالات (مودهای) مختلف ماهی‌یاب عبارت‌اند از:

Normal	200khz
Bottom Zoom	200khz
Botoom Lock	200khz
Normal	50khz
Bottom Zoom	50khz
Bottom Lock	50khz
Normal	200/50khz
Bottom Zoom	200/50khz

هر یک از این مدها برای نمایش با وضوح بیشتر در یک عمق یا دقت و بزرگنمایی آنها، مورد استفاده قرار می‌گیرد، مثلاً در حالت مد انتخابی دو فرکانسی، دو تصویر در کنار هم قرار می‌گیرد که بزرگنمایی و وضوح متفاوتی دارند.

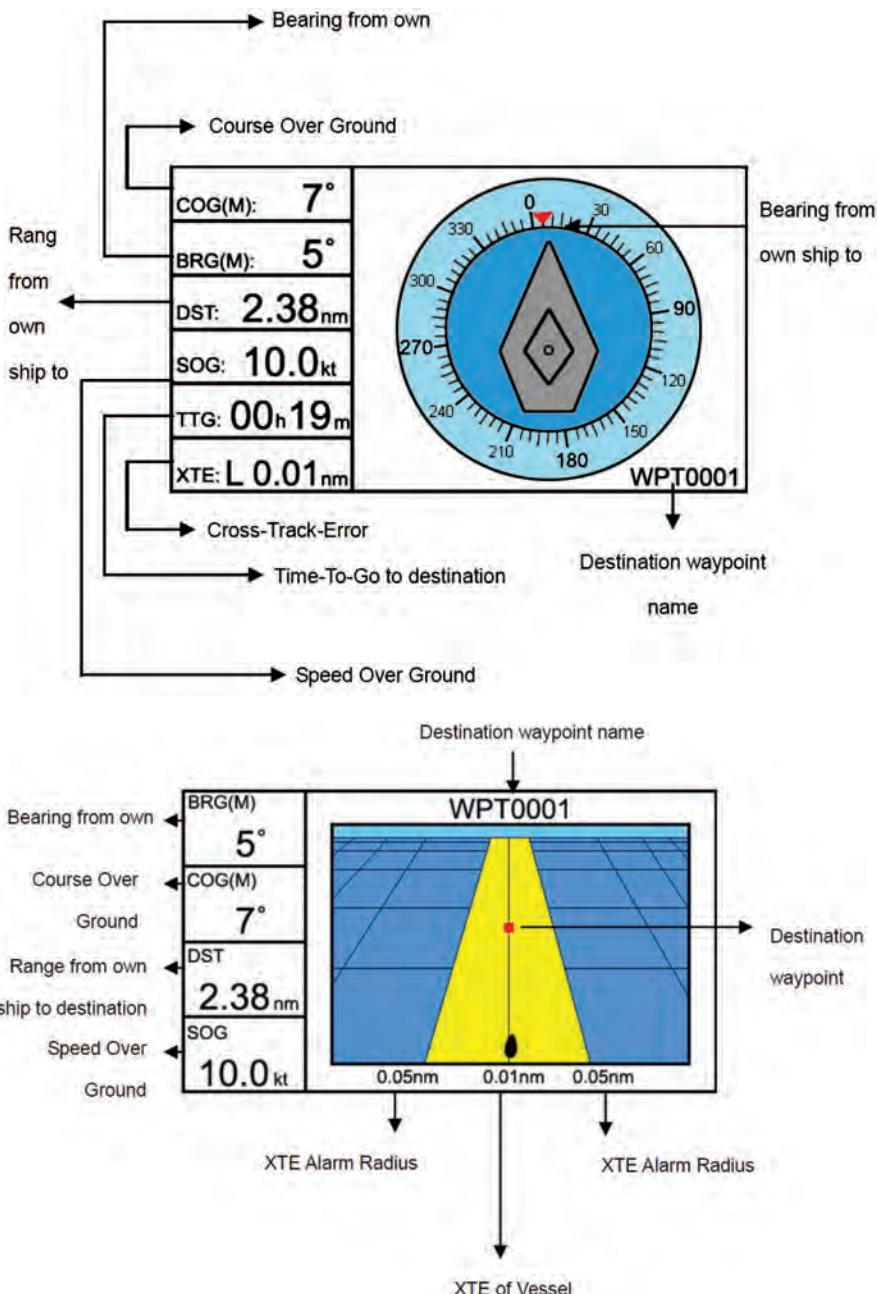
به عنوان مثال در مود نرمال ۵۰ یا ۵۰ کیلوهرتز، تصویری از سطح در بالای صفحه و تصویری از کف دریا در پایین صفحه، نمایش داده می‌شود. مقیاس و اندازه عمق و همچنین درجه حرارت آب نیز در صفحه‌نمایش نشان داده می‌شود. همچنین صفحه‌نمایش، پژواک‌های برگشتی از کف دریا و نیز پژواک‌های ماهی‌ها را نشان می‌دهد. اگر رنج آشکارسازی را از عمق دریا کمتر کنیم، تمام پژواک‌هایی که در محدوده این رنج هستند، آشکارسازی می‌شوند و ماهی‌های موجود در این فاصله نیز نمایش داده می‌شوند.



شکل ۴۷- تصویر صفحه نمایش ماهی‌یاب در مود دو فرکانسی

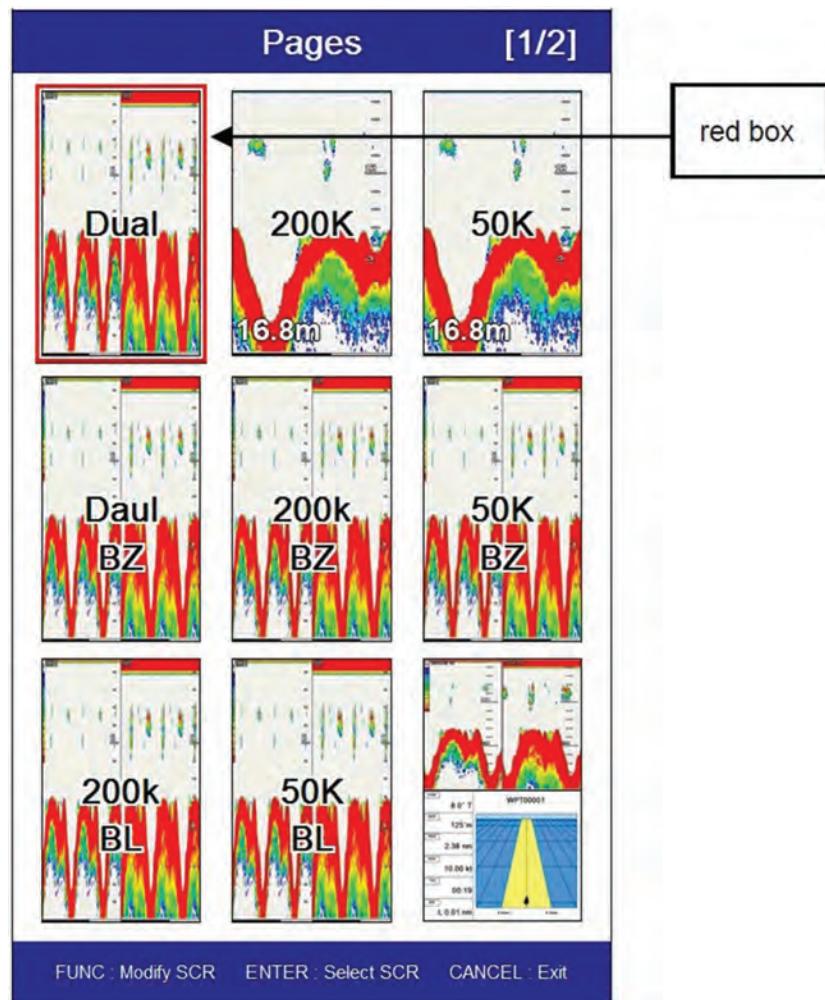
غیر از حالات فوق که برای ماهی‌یابی استفاده می‌شوند، حالت‌های (مودهای) مختلف دیگری که می‌توان از آن برای دریانوردی استفاده نمود، وجود دارند. مانند حالت Highway که تصویری سه‌بعدی از مسیر حرکت شناور خودی به سمت یک مقصد را به همراه اطلاعات مختلف مانند سمت شناور، سرعت شناور، راه شناور و سایر اطلاعات مشابه جی‌بی‌اس را نشان می‌دهد. حالت Steering نیز که اطلاعات مختلف ناوپری را به ماده‌دهد، در این دستگاه وجود دارد.

پودهمان ۱: کاربری سامانه‌های سوناری



شکل ۴۸ - حالت Highway و Steering

برای انتخاب هر کدام از این صفحات، زیر منوی pages را از menu انتخاب نموده و مطابق شکل ۴۹ هر کدام از صفحات را که بخواهیم انتخاب می‌کنیم. وقتی تصویر صفحه بعد ظاهر شد با زدن کلید همه جهته، صفحه موردنظر را انتخاب می‌کنیم. صفحه انتخاب شده دارای کادر قرمزرنگ در اطراف خود است که با زدن کلید آن را انتخاب می‌کنیم تا تمام صفحه شود.



شکل ۴۹- تصویری از زیر منوی PAGE

همچنین تنظیمات بیشتری در این ماهی یاب وجود دارد که می‌توانیم حسب نیاز از آنها استفاده نماییم. مثلاً ورود اطلاعات ناوپری به صورت دستی یا داشتن اطلاعات اضافه مانند عمق، سرعت، درجه حرارت آب دریا و یا داشتن شکل ماهی هنگام آشکارسازی و اندازه ماهی‌ها با واحد اندازه‌گیری دلخواه، انتخاب رنگ داده‌ها، امکان حذف پارازیت‌های مزاد و خطاهای سرعت‌سننجی یا ثبت ساعت و تاریخ با قالب‌های مختلف، سرعت تصویربرداری و بسیاری موارد دیگر.

در صورت امکان به یک واحد شناور مراجعه نموده و ضمن شناسایی اجزای دستگاه ماهی یاب، با راهنمایی کاربر آن، از دستگاه استفاده نمایید.

فعالیت
کارگاهی



فیلم



فیلم مربوط به نصب یک ماهی یاب را ببینید.

پودمان ۱ : کاربری سامانه‌های سوناری

عنوان پودمان (فصل)	تکالیف عملکردی (شايسٽگی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد استفاده (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۳	<p>۱ بتواند خواص امواج صوتی، موارد استفاده از امواج صوتی و آلتراسونیک را بیان نماید.</p> <p>۲ سونار فعال و غیرفعال را شرح دهد و نحوه عملکرد سونارها و موارد استفاده آنها را بیان نماید.</p> <p>۳ عملکرد سرعت‌سنجه را بداند.</p> <p>۴ عملکرد عمق سنجه را بداند.</p> <p>۵ عملکرد ماهی‌باب را بداند.</p> <p>۶ هنرجو توانایی انجام همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ بتواند خواص امواج صوتی، موارد استفاده از امواج صوتی و آلتراسونیک را بیان نماید.</p> <p>۲ سونار فعال و غیرفعال را شرح دهد و نحوه عملکرد سونارها و موارد استفاده آنها را بیان نماید.</p> <p>۳ عملکرد سرعت‌سنجه را بداند.</p> <p>۴ عملکرد عمق سنجه را بداند.</p> <p>۵ عملکرد ماهی‌باب را بداند.</p> <p>۶ هنرجو توانایی انجام سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	<p>کاربا دستگاه‌های سوناری و کاربری آنها</p> <p>بررسی کاربری سامانه‌های سوناری</p>		
۱	<p>۱ بتواند خواص امواج صوتی، موارد استفاده از امواج صوتی و آلتراسونیک را بیان نماید.</p> <p>۲ سونار فعال و غیرفعال را شرح دهد و نحوه عملکرد سونارها و موارد استفاده آنها را بیان نماید.</p> <p>۳ عملکرد سرعت‌سنجه را بداند.</p> <p>۴ عملکرد عمق سنجه را بداند.</p> <p>۵ عملکرد ماهی‌باب را بداند.</p> <p>۶ هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	<p>پایین تر از حد انتظار</p>			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه‌های سوناری

۱- شرح کار:

- امواج صوتی و آلتراسونیک؛
- مشخصه‌های امواج صوتی و فراصوتی؛
- اصول عملکرد سونارها؛
- سونار فعال و غیرفعال؛
- تئوری سونار؛
- موارد استفاده و کاربردهای سونار؛
- عمق سنج؛
- سرعت سنج؛
- ماهی‌یاب.

۲- استاندارد عملکرد:

- شناسایی امواج صوت و فراصوت، مشخصات و کاربرد، تئوری سونار و موارد استفاده و عملکرد آن.
- **شاخص‌ها:**
- توانمندی درک عملکرد دستگاه‌های سوناری و کاربری ابتدایی برخی از تجهیزات مربوطه.

۳- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

- شرایط: در اختیار داشتن دستگاه‌های معرفی شده که اغلب در شناورها امکان‌پذیر است.
- **ابزار و تجهیزات:** مجموعه دستگاه‌های سوناری که کاربری آنها ذکر شده است.

۴- معیار شایستگی:

ردیف	مورحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	عملکرد دستگاه‌های عمق سنج	۱	
۲	عملکرد دستگاه‌های سرعت سنج	۱	
۳	عملکرد دستگاه‌های ماهی‌یاب	۱	
.....			شاخص‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و ...
.....			۱- رعایت کلیه نکات ایمنی دستگاه‌ها
.....			۲- دقیق و تمرکز در اجرای کار
.....			۳- تفکر و یادگیری مستمر
.....			۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای (صدقات، احترام، پشتکار و جدیت و)
.....			میانگین نمرات
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۳ است.			

پودمان ۲

کاربری سامانه‌های هدایت کشتی



کاربری سامانه‌های هدایت کشته

آیاتا کنون پی برده اید

- چگونه می‌توان شمال حقیقی زمین را به دست آورد و تفاوت آن با شمال مغناطیسی زمین چیست؟
- انواع قطب‌نماهای مورد استفاده در شناورها کدام‌اند؟
- قطب‌نمای الکتریکی بر چه اساسی کار می‌کند و از چه بخش‌هایی تشکیل شده است؟
- جایرسکوپ چیست و نحوه عملکرد آن چگونه است؟
- انواع جایروهای مورد استفاده در روی کشتی‌ها کدام‌اند؟
- نحوه عملکرد سامانه هدایت خودکار در کشتی‌ها چگونه است؟

استاندارد عملکرد

برای تعیین موقعیت و هدایت کشتی همواره به وسایل و دستگاه‌های دقیق و مطمئنی نیازمندیم تا به کمک آنها بتوانیم در مسیری امن و بی‌خطر از یک نقطه به نقطه دیگر دریانوردی کنیم. با توجه به پیشرفت فناوری‌ها، امروزه افسران ناوی کشتی به جای استفاده از روش‌های سنتی برای طرح‌ریزی مسیر و هدایت کشتی در دریاها، تجهیزات بی‌شماری را برای هدایت کشتی‌ها در اختیار دارند. با بهره‌گیری از امکانات روز و سامانه‌های اتوماتیک، کشتی‌های امروزی مجهز به چندین سامانه ناوی بری هستند که داده‌های دقیقی را برای سفرهای دریایی فراهم آورده و در اختیار ناویان قرار می‌دهند.

پس از پایان این واحد یادگیری، هنرجویان قادر خواهند بود ضمن شناخت جایرو، بلوک دیاگرام جایرو را ترسیم نموده و قسمت‌های مختلف جایرو و انواع آن را تشریح نمایند و نکات ایمنی به هنگام کار با آنها را فرا گیرند. در این راستا توجه به شایستگی‌های غیرفنی مانند رعایت نظم و ترتیب و نظافت کاری، کارگروهی، مسئولیت‌پذیری، توجه به محیط‌زیست و اخلاق حرفه‌ای از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و در تمام مراحل باید رعایت شوند.

قطب‌نما و انواع آن

مقدمه

برای کسانی که در دریا مشغول به کار هستند بسیار اتفاق افتاده است که در وضعیتی قرار گیرند که سمت و جهت خود را گم کرده و ندانند که به چه سمتی باید بروند. این وضعیت می‌تواند بسیار تلخ و یا گاهی مرگ‌آور باشد. در چنین وضعیتی یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین وسایل کمک ناوبری، قطب‌نما می‌باشد. قطب‌نما وسیله‌ای است که علاوه بر مشخص نمودن جهت شمال کره زمین، جهت و سمت حرکت شناور را نیز نشان داده و برای ادامه راه از آن استفاده می‌شود.

تحقیق کنید



در گفت‌وگو با دریانوردان بومی منطقه خود، موارد استفاده از قطب‌نما را در روی شناورهای آنها جویا شوید و مشخص کنید با پیدایش دستگاه‌های جدید الکترونیکی و ماهواره‌ای آیا هنوز هم قطب‌نما کاربرد دارد یا خیر؟ در صورت عدم دسترسی به قطب‌نما، برای جهت‌یابی از چه دستگاه‌هایی استفاده می‌کنند؟ گزارش و نتیجه این گفت‌وگو را در کلاس ارائه دهید.

قطب‌نما به دو نوع مغناطیسی و الکتریکی (جاورو) تقسیم می‌شود. کره زمین دو شمال دارد که یک شمال، شمال مغناطیسی زمین می‌باشد و جهت آن را می‌توان با استفاده از قطب‌نماهای مغناطیسی به دست آورد. زاویه این شمال با شمال حقیقی زمین دارای اختلاف است و در طول زمان، این اختلاف تغییر می‌کند. اما برای به دست آوردن شمال حقیقی زمین به صورت دقیق، نمی‌توان از قطب‌نماهای مغناطیسی استفاده کرد بلکه باید از وسیله‌ای به نام جاورو استفاده نمود. در ادامه، این دو نوع قطب‌نما با جزئیات بیشتری معرفی می‌شوند.

(الف) قطب‌نما مغناطیسی (Magnetic Compass)

قطب‌نماهای مغناطیسی وسیله‌ای مطمئن برای هدایت و ناوبری کشتی‌هاست که با وجود پیشرفت دستگاه‌ها و وسایل کمک ناوبری هنوز هم در روی مجهزترین و مدرن‌ترین کشتی‌ها یافت می‌شود. اصول کار قطب‌نماهای مغناطیسی در درجه اول به میدان مغناطیسی زمین و در درجه دوم به مواد مغناطیسی طبیعی یا موادی که به صورت مصنوعی مغناطیس شده‌اند، بستگی دارد.



شکل ۱- چند نمونه قطب‌نماهای مغناطیسی مورد استفاده در شناورها

بیشتر
بدانید



تقریباً شش قرن پیش از میلاد مسیح لایلیا، یونانیان می‌دانستند که یک نوع سنگ آهنربای طبیعی که امروزه آن را «مگنتیت» می‌نامند، تکه‌های کوچک آهن را به خود جذب می‌کند. بعدها در قرون وسطی دریانوردان با قراردادن قطعه‌ای از سنگ آهنربای طبیعی روی تخته کوچکی، که این تخته در یک ظرف آب شناور بود، قطب‌نمای ساده‌ای ساختند.

اولین قطب‌نما توسط چینی‌ها اختراع شد. این قطب‌نما دارای یک عقربهٔ قاشقی بود که روی صفحه‌ای چهارگوش قرار می‌گرفت و دسته‌آن جهت جنوب را نشان می‌داد. این نوع قطب‌نما بیشتر در کشتی‌ها برای جهت‌یابی استفاده می‌شد.

پس از گذشت سال‌ها، قطب‌نمایان تغییر پیدا کردند و از نمونه‌های اولیه پیشرفته‌تر و دقیق‌تر شدند. عقربه‌های فلزی جای قاشق را گرفتند و صفحات زیرین به شکل دایره در آمدند که می‌شود چهار جهت جغرافیایی را در آنها تشخیص داد.



نخستین سند مربوط به قطب‌نمای مغناطیسی، در کتاب «جامع الحکایات» محمد عوفی نویسنده ایرانی یافت شده است. نخستین توصیف کامل کاربرد قطب‌نما برای مقاصد ناوبری در جهان اسلام را «بایلاک قبچاقی» در کتاب خود «کنز التجاری معرفه الاحجار» آورده است. او در این کتاب که در سال ۶۸۱ هـ-ق در مصر نوشته شده است، کاربرد قطب‌نمای شناور را در جریان سفری دریایی از طرابلس (در سوریه) به اسکندریه (در مصر) شرح داده است.

تحقیق کنید



دربارهٔ پدیدهٔ مغناطیس، میدان مغناطیسی زمین و خاصیت مغناطیسی فلزات تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

کار در منزل



با جست‌وجو در اینترنت یا سایر منابع معتبر، مشخصات و مختصات قطب شمال و جنوب مغناطیسی زمین را پیدا کنید.

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

فعالیت
کلاسی



- با توجه به نتایج تحقیق بالا و آموخته‌های خود، جای خالی را با کلمات مناسب پرکنید.
- (الف) هر فلزی که خاصیت جذب کردن فلز دیگری را داشته باشد،..... یا به اصطلاح..... گفته می‌شود.
- (ب) محدوده پیرامون یک فلز مغناطیسی را که در آنجا اثر مغناطیسی وجود دارد،..... می‌گویند.
- (پ) برخی از آلیاژهای فلزی اگر تحت اثر میدان مغناطیسی شدید قرار گیرند، خاصیت..... پیدا می‌کنند.
- (ت) خاصیت مغناطیسی به دو دسته..... و تقسیم می‌شود.
جهات اصلی و فرعی نشان داده شده بر روی صفحه قطب‌نما و حروف اختصاری مربوط به آنها را بنویسید.

فعالیت
کارگاهی



در کارگاه دریانوردی با قسمت‌های مختلف قطب‌نمای مغناطیسی موجود بر روی یک واحد شناور آشنا شوید و سپس توضیحات و کاربرد هر قسمت را با راهنمایی هنرآموز خود در جدول زیر کامل کنید.

۱	مغناطیسی
۲	صفحه مدرج قطب‌نما
۳	کاسه محافظ
۴	مایع مخصوص قطب‌نما
۵	قسمت شناور
۶	فضای زیرین
۷	شاخص نشان‌دهنده راه قطب‌نمایی
۸	وسیله تراز نگه داشتن قطب‌نما
۹	پایه قطب‌نما



شکل ۲- پایه و گویچه‌های تنظیم کننده قطب‌نمای مغناطیسی

افسر هدایت کننده کشتی باید با آگاهی کامل، نحوه محاسبه اختلاف و انحراف مغناطیسی و در نتیجه خطای قطب‌نما را بداند؛ زیرا ممکن است در هر زمان جهت تبدیل سمت‌ها به یکدیگر مورد نیاز باشد.

نکته



چند مورد از معایب و محدودیت‌های قطب‌نمای مغناطیسی را بیان کنید.

بحث کلاسی



قطب‌نمای مغناطیسی در دو قطب مغناطیسی زمین دچار چه حالتی می‌شود؟

فکر کنید



(ب) قطب‌نمای الکتریکی (Gyro Compass)

ساخت و تکمیل قطب‌نمای الکتریکی (جاپرو) در اوایل قرن بیستم به ثمر رسید. منظور از ساخت و به کارگیری چنین دستگاهی، از میان برداشتن معایب و محدودیت‌های موجود در قطب‌نمای مغناطیسی بود. جاپرو یک وسیله کمک ناوبری است که در شناورهای نسبتاً بزرگ نصب شده و برای پیدا کردن مسیر صحیح استفاده می‌شود.

جاپرو به کمک جاپروسکوپ (Gyro Scope) که داخل آن قرار دارد، اطلاعات مربوط به شمال حقیقی شناور را استخراج کرده و مسیر حرکت کشتی را نسبت به شمال حقیقی (محور چرخش زمین) بر روی نمایشگر مربوطه نشان می‌دهد. این دستگاه با وجود برخی محدودیت‌ها، از دقت عمل بالایی برخوردار است. خروجی جاپرو می‌تواند به سامانه‌های ناوبری و کمک ناوبری (رادار، AIS و...) در شناور متصل گردد.

برخلاف قطب‌نماهای مغناطیسی، میدان‌های مغناطیسی خارجی تأثیری بر عملکرد جاپرو ندارند. همچنین حالتی که در دو قطب مغناطیسی زمین برای قطب‌نمای مغناطیسی پیش می‌آید، در قطب‌نمای جاپرو دیده نمی‌شود.

نکته



پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی



شکل ۳- یک نمونه قطب نمای الکتریکی (جایرو) و متعلقات آن

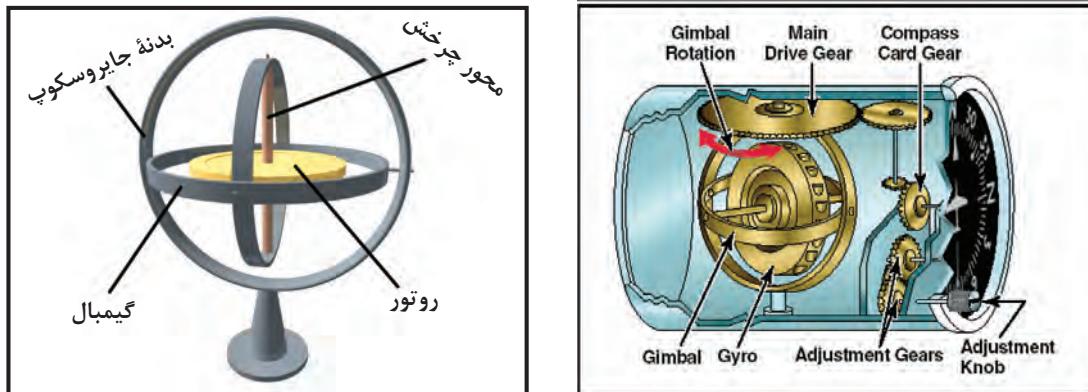
جایروسکوپ (Gyro Scope)

قطب نمای الکتریکی از وسیله‌ای به نام «جایروسکوپ» به عنوان عنصر حساس که همسو با قطب شمال حقیقی قرار می‌گیرد بهره می‌برد.

کلمه جایروسکوپ واژه‌ای یونانی است که از دو بخش Gyro به معنی دَوَران و Scope به معنای نشان دادن تشکیل شده است که معنای تحت‌اللفظی دَوَران نما می‌باشد. جایروسکوپ صفحه مدور فلزی سنگینی است که با سرعت زیاد حول محوری که از مرکز ثقل آن می‌گذرد، دَوَران می‌کند (می‌چرخد). اطراف این صفحه فلزی برای نگهداری دور بیشتر، سنگین‌تر از سایر قسمت‌های آن ساخته شده است.

صفحة جایروسکوپ را در اصطلاح «دَوَران کننده یا روتور» می‌گویند. سایر اجزای جایروسکوپ عبارت‌اند از: حلقه‌های تراز نگهدارنده (GIMBAL) داخلی و خارجی یا پایه جایروسکوپ.

جایروسکوپ عضو اصلی سیستم‌های هدایت اینرسی است که برای اندازه‌گیری مقدار دَوَران، سرعت دَوَران و ایجاد محورهای مختصات مرجع در وسایل نقلیه هوایی، فضایی و دریایی (نظیر هواپیماها، موشک‌ها، ماهواره‌ها، کشتی‌ها، زیردریایی‌ها و...) استفاده می‌شود. در تصاویر زیر جایروسکوپ به کار رفته در دستگاه جایرو را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴- جایروسکوپ و قسمت‌های آن



با راهنمایی هنرآموز خود موارد کاربرد قطب‌نمای جایرو را در جدول زیر بنویسید.

	۱
	۲
	۳

- تکرار کننده‌های جایرو: برای استفاده بهتر از خاصیت جهت‌یابی قطب‌نمای جایرو اطلاعات به دست آمده از آن را به تکرار کننده‌هایی که در قسمت‌های مختلف شناور (مانند پل فرماندهی و محل کنترل اضطراری سکان‌ها) قرار دارند، منتقل می‌کنند.

یک دستگاه جایرو بر روی کشتی می‌تواند دارای تعدادی تکرارکننده باشد. تکرارکننده از یک صفحه قطب‌نمای که درون یک کاسه قرار می‌گیرد تشکیل شده است. صفحه نمایش تکرارکننده‌ها (ریپیتر) می‌تواند به صورت عقربه‌ای و یا دیجیتال باشد.

انتقال اطلاعات جایرو به تکرارکننده‌های آن، همانند آن است که چندین قطب‌نمای جایرو را یکجا در یک شناور تهیه کرده باشیم و همگی این قطب‌نماهای الکتریکی، اطلاعات واحدی را در اختیار ما قرار می‌دهند؛ این یکی از مزایای بسیار مهم این دستگاه‌هاست.



شکل ۵ – تکرارکننده‌های جایرو



پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

در جدول زیر برخی از مزایای قطب‌نمای الکتریکی نسبت به قطب‌نمای مغناطیسی آورده شده است. با راهنمایی هنرآموز و معلومات خود جای خالی را پر کنید.

۱	قطب‌نمای الکتریکی نسبت به.....، جهت را نشان می‌دهد، در حالی که قطب‌نمای مغناطیسی نسبت به.....، جهت را اندازه‌گیری می‌نماید.
۲	نزدیک شدن به قطب مغناطیسی در کار..... تأثیری ندارد، در حالی که..... در نزدیک قطب مغناطیسی خاصیت خود را از دست می‌دهد و هیچ گونه استفاده‌ای از آن نمی‌توان کرد.
۳	قطب‌نمای الکتریکی تحت تأثیر مواد مغناطیسی قرار..... و بنابراین می‌توان آن را به خوبی..... نگهداری و محافظت نمود؛ ولی قطب‌نمای مغناطیسی نسبت به مواد مغناطیسی..... است و از آن باید در بالای پل اصلی شناور که نسبتاً حفاظت کمتری دارد، نگهداری نمود.
۴	اطلاعات حاصل از قطب‌نمای الکتریکی را می‌توان به طور الکتریکی توسط شاخص‌هایی به محل‌های دیگر منتقل نمود (.....)، ولی پیاده نمودن سیستم فوق در روی قطب‌نمای مغناطیسی به سهولت امکان‌پذیر نمی‌باشد.
۵	قطب‌نمای الکتریکی یک دستگاه پیچیده الکتریکی و مکانیکی می‌باشد و همیشه در معرض..... قرار دارد. ولی قطب‌نمای مغناطیسی از نظر مکانیکی..... است و اشکالات مکانیکی در آن خیلی کم است.
۶	قطب‌نمای الکتریکی وابسته به..... می‌باشد و در موارد مختلف اضطراری، مثل خراب شدن ژنراتور شناور و از دستدادن نیروی الکتریکی، این قطب‌نمای از کار می‌افتد؛ ولی از دستدادن نیروی برق شناور، هیچ گونه تأثیری در کار قطب‌نمای مغناطیسی نمی‌گذارد.
۷	برای نگهداری، تعمیر و سرویس قطب‌نمای الکتریکی نیاز به..... می‌باشد. در حالی که برای کار کردن و نگهداری قطب‌نمای مغناطیسی، به مهارت بسیار کمتری نیاز است.

نکات ایمنی در نگهداری دستگاه جایرو

۱	دستگاه باید از منبع تولید حرارت دور نگه داشته شود.
۲	از ریختن مایعات بر روی سامانه خودداری شود.
۳	محل نصب دستگاه به گونه‌ای باید که هوا در اطراف آن جریان داشته باشد.
۴	با توجه به محیط شرجی و مرطوب و نیز لرزش‌های شدید شناور، لازم است تمام کابل‌ها و اتصالات در بازه‌های زمانی برسی شوند.

بیشتر
بدانید



سمت یاب (Azimuth Circle) وسیله‌ای است که بر روی قطب‌نمای مغناطیسی یا تکرارکننده جایرو نصب می‌شود و برای اندازه‌گیری سمت اجسام مختلف در سطح دریا یا ساحل مورد استفاده قرار می‌گیرد.



کار در منزل



با استفاده از وسایل زیر می‌توانید در منزل یک قطب‌نمای آهنربایی ساده و کاربردی بسازید. با این قطب‌نمای ساده می‌توانید خیلی راحت جهت‌های مغناطیسی را پیدا کنید و میدان‌های مغناطیسی اطرافتان را آزمایش نمایید.

وسایل مورد نیاز:



- ۱- آهنربای نئودیمیم با قطر $\frac{9}{5}$ میلی‌متر و عرض ۳ میلی‌متر (این آهنربا بسیار قوی است و نباید آن را نزدیک کارت‌های بانکی یا هر وسیله‌ای که نوارهای آهنربایی دارد، قرار بدهید).
- ۲- حلقه لاستیکی با قطر داخلی ۶ میلی‌متر و قطر خارجی ۱۱ میلی‌متر ۳- دو پیچ سرصاف ۶ سانتی‌متری ۴- ۳۰ سانتی‌متر نخ نازک ۵- لاک ناخن قرمز و سفید برای رنگ کردن عقربه‌های قطب‌نما (می‌توانید از چسب رنگی هم استفاده کنید).

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

مراحل اجرای کار:

۱- پیچ‌ها را رنگ کنید. با لاک ناخن یا هر نوع رنگ دیگری که دارید، یکی از پیچ‌ها را قرمز و آن یکی را سفید کنید. پیچ‌ها را یک گوشه بگذارید تا خشک بشوند. برای این پیچ‌ها را رنگ می‌کنیم که بتوانیم قطب شمال و قطب جنوب را از روی رنگ‌ها تشخیص بدھیم. شما می‌توانید از هر نوع علامت دیگری استفاده کنید.

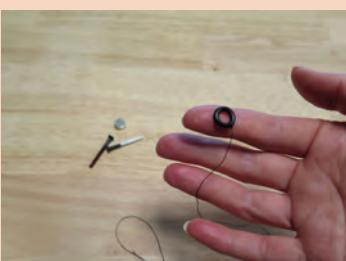
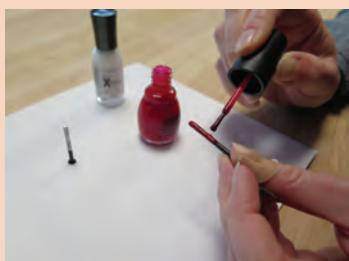
۲- نخ را دور حلقه لاستیکی بپیچید. سر نخ را دور حلقه نازک بپیچید و با یک گره آن را سفت کنید. دنباله گره را هم ببرید.

۳- آهنربا را داخل حلقه قرار بدهید. نخ را در دستتان بگیرید تا دور حلقه و آهنربا نپیچد و آهنربا را داخل حلقه جا بدهید. با دستتان آهنربا را تکان بدهید تا کاملاً صاف بشود و با حلقه تراز بشود.

۴- پیچ‌ها را وصل کنید. نخ را ثابت در دستتان نگه دارید تا آهنربا آویزان بماند. صبر کنید تا آهنربا ثابت بشود و با یکی از اشیای فلزی اطرافش تراز بشود. اگر یک آهنربا یا وسایل فلزی نزدیک آهنربا باشد، آهنربا به جای شمال و جنوب به سمت آنها متمایل می‌شود.

آهنربا را بردارید و جایی بروید که در اطرافتان اجسام فلزی نباشد. نخ را در دستتان بگیرید و صبر کنید تا ثابت بشود. حالا پیچ قرمز را یک طرف آهنربا و پیچ سفید را به طرف دیگر بچسبانید. از حالا به بعد فرض را بر این می‌گذاریم که پیچ قرمز همیشه شمال را نشان می‌دهد.

قطب‌نمای آهنربایی شما آماده است. آهنربا را روی میدان‌های مغناطیسی آزمایش کنید.



هنگام استفاده از قطب‌نمای آهنربایی این نکته را در نظر داشته باشید که شمال مغناطیسی با شمال جغرافیایی یکی نیست. بسته به شهری که در آن زندگی می‌کنید، ممکن است شمال مغناطیسی کمی به سمت شرق یا غرب متمایل باشد.

تحقیق کنید

با جستجو در اینترنت روش‌های دیگر ساخت قطب‌نمایان ساده و کاربردی را پیدا کرده و در کلاس ارائه دهید.





آیات زیر را با دقت بخوانید.

أَلَمْ تَرَ أَنَّ الْفُلَكَ تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِنِعْمَتِ اللَّهِ لَيْرِيكُمْ مِنْ آيَاتِهِ إِنَّ فِي ذَالِكَ لَآيَاتٍ لِكُلِّ صَبَارٍ شَكُورٍ
آیا ندیدی کشته‌ها به برکت نعمت خدا در دریا حرکت می‌کنند تا برخی از نشانه‌های اقدرت‌آ خود
را به شما نشان دهد؟! قطعاً در این [قدرت نمایی] نشانه‌هایی برای هر شکیبای شکرگزار است. «سوره
لقمان، آیه ۳۱»

رَبُّكُمُ الَّذِي يُرِجِي لَكُمُ الْفُلَكَ فِي الْبَحْرِ لِتَبْتَغُوا مِنْ فَضْلِهِ إِنَّهُ كَانَ يَكُونُ رَحِيمًا
پروردگاران کسی است که کشته را در دریا برای شما به حرکت در می‌آورد تا از فضل و موهبت او
بهره‌مند شوید، به یقین او نسبت به شما مهربان است.
«سوره اسراء، آیه ۶۶»
- درباره ترجمه، معنا و مفاهیمی که از آنها دریافت می‌شود و چگونگی ارتباط مفهومی آنها با موضوع
درس بیندیشید.
- آیات مشابه آن را در قرآن کریم جست‌وجو کنید و با همکلاسی‌هایتان درباره یافته‌های خود گفت‌وگو
نمایید.



با استفاده از یک قطب‌نمای مغناطیسی چهار جهت اصلی و فرعی را در یک نقطه از کارگاه بیابید.

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شايسٽگی‌ها)	استاندارد (کیفیت)	نتایج	استاندارد عملکرد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱ ویژگی‌ها و قسمت‌های قطب‌نمای مغناطیسی را بشناسد.					۳
۲ ویژگی‌ها و قسمت‌های قطب‌نمای الکتریکی را بشناسد.					
۳ خصوصیات جایروسکوپ را بداند. هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.					
۱ ویژگی‌ها و قسمت‌های قطب‌نمای مغناطیسی را بشناسد.					۲
۲ ویژگی‌ها و قسمت‌های قطب‌نمای الکتریکی را بشناسد.					
۳ خصوصیات جایروسکوپ را بداند. هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.					
۱ ویژگی‌ها و قسمت‌های قطب‌نمای مغناطیسی را بشناسد.					۱
۲ ویژگی‌ها و قسمت‌های قطب‌نمای الکتریکی را بشناسد.					
۳ خصوصیات جایروسکوپ را بداند. هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.					
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

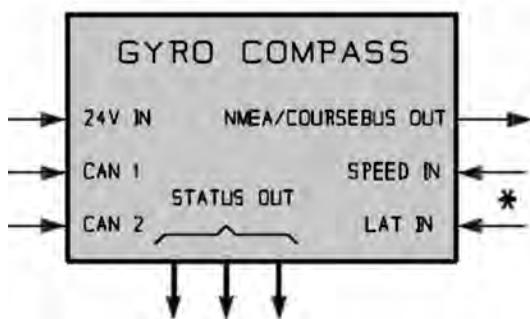
أنواع قطب نمای الكترويكى (جايرو)

در اطراف گوی در محورهای مختلف، سنسورهایی نصب شده است که این اطلاعات وارد برد مربوط به OUTERSPHERE می‌شود و تغییرات حس شده توسط این سنسورها به صورت سیگنال‌های الکتریکی ارسال و پردازش می‌شوند و در نهایت توسط صفحهٔ تکرارکننده (ریپیتر) جايرو (شکل ۸)، جهت بهره‌برداری ناوبر، نمایش داده می‌شوند.



شکل ۸- تکرارکننده جايرو Console Repeater Compass

قسمت‌های جايرو مکانیکی: در مجموع یک جايرو از پنج بخش جداگانه جهت نصب بر روی شناور تشکیل شده است که اين پنج قسمت عبارت‌اند از:
جايرو: در این قسمت اطلاعات مربوط به شمال حقیقی استخراج می‌شود. عمدّه اطلاعات مربوط به این قسمت نیز در شکل ۹ آورده شده است.



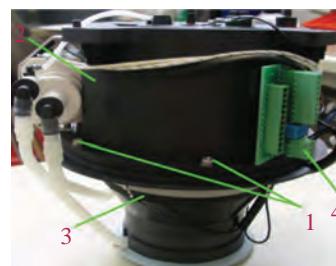
شکل ۹- ورودی و خروجی سامانه جايرو

جايروها از لحاظ مکانیزم داخلی به دو دسته جايروهای مکانیکی و جايروهای فيبر نوری (فايبر اپتيكى) تقسيم می‌شوند.

۱- جايروهای مکانیکی

بخش اصلی جايروهای مکانیکی یک دستگاه دوران کننده يا روتور است که معمولاً با سرعت بالاي (بين ۳۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ دور در دقيقه) حول محور تقارن دوران می‌کند. از عمده مشكلات اين نوع سامانه‌ها حجم زياد و دقت پايانين آنها نسبت به نوع جايروهای فيبر نوری می‌باشد. با توجه به تنوع زياد جايروها، در اينجا به بررسی يك نمونه جايرو با عنوان STD22 که ساخت كشور آلمان است، می‌پردازيم و در صورت موافقه شدن با نوع ديگري از اين سامانه می‌توان به كتابچه‌های مربوط به آن مدل مراجعه نمود.

در شکل زير يك نمونه OUTERSPHERE مربوط به جايرو مدل STD22 نشان داده شده است.



شکل ۶- جايرو مدل STD22

جهت فهميدن بهتر مطلب، شکل ۷ اجزاي OUTERSPHERE را به خوبی نشان می‌دهد.

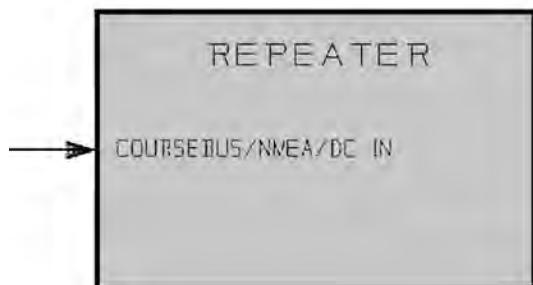


شکل ۷- اجزاي OUTERSPHERE جايرو مدل STD22

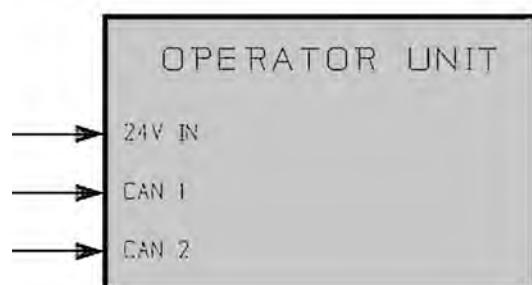
پومنان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی

تکرارکننده (ریپیتر): این واحد در هر جایی از شناور که نیاز به اطلاعات شمال حقیقی زمین است می‌تواند قرار گیرد. که عمدۀ اطلاعات مربوط به آن در شکل ۱۱ آورده شده است.

واحد اپراتور: عمدۀ کار این واحد جهت روشن و یا خاموش کردن سامانه می‌باشد و در پل فرماندهی و در دسترس فرمانده شناور قرار دارد که عمدۀ اطلاعات مربوط به آن در شکل ۱۰ آورده شده است.

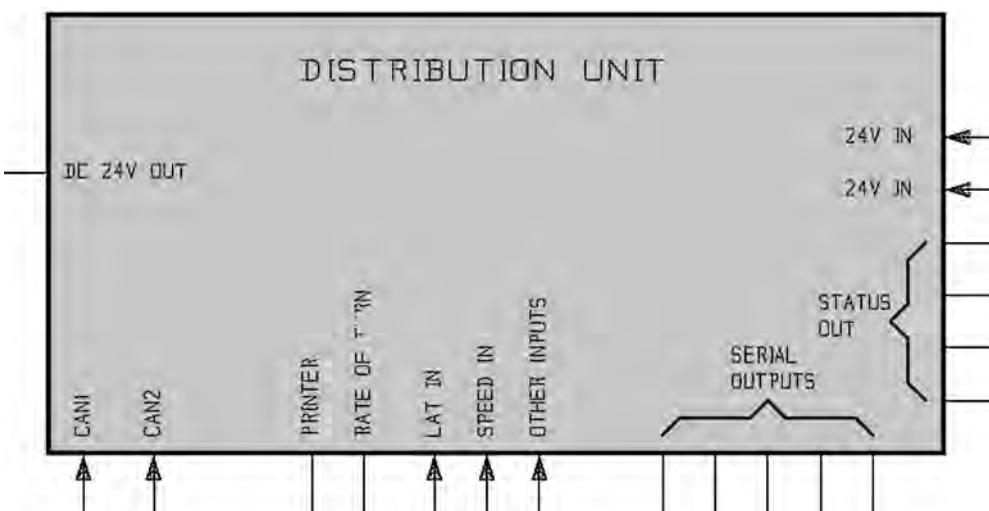


شکل ۱۱- ورودی واحد تکرارکننده جایرو

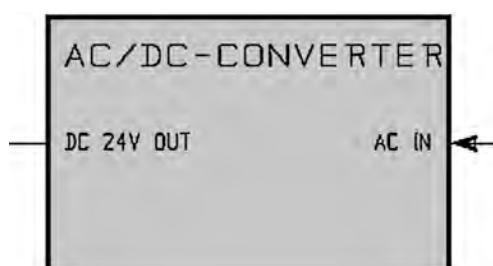


شکل ۱۰- ورودی واحد اپراتور سامانه جایرو

واحد توزیع: از این واحد جهت توزیع اطلاعات ورودی و یا خروجی استفاده می‌شود که عمدۀ اطلاعات مربوط به آن در شکل ۱۲ آورده شده است.



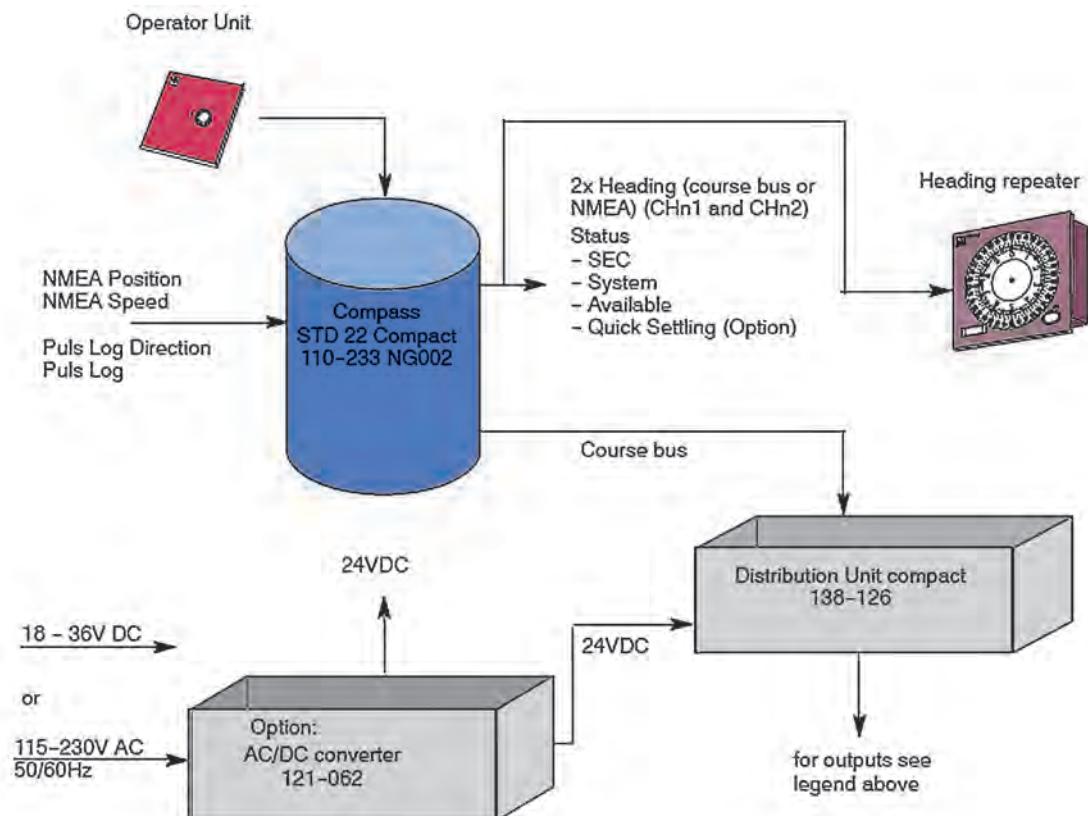
شکل ۱۲- ورودی و خروجی واحد توزیع سامانه جایرو



شکل ۱۳- تبدیل کننده (کانورتر) سامانه جایرو

واحد تغذیه: از این واحد جهت تأمین تغذیه مربوط به سامانه استفاده می‌شود که عموماً این واحد، برق ۲۲۰ ولت AC را به برق ۲۴ ولت DC تبدیل کرده و در اختیار دیگر قسمت‌ها قرار می‌دهد که عمدۀ اطلاعات مربوط به آن در شکل ۱۳ آورده شده است.

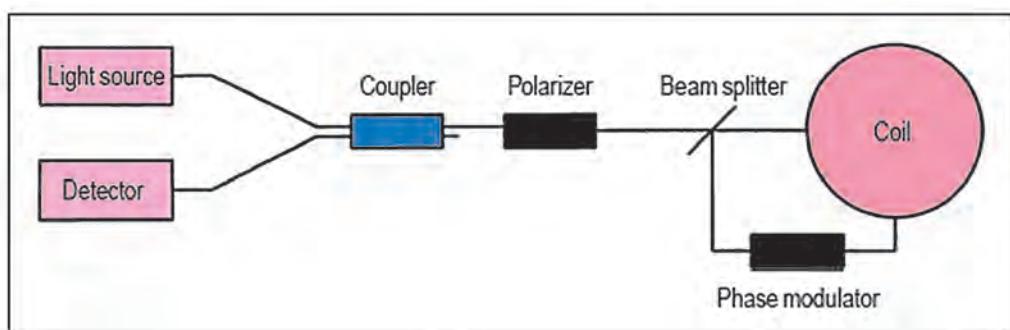
پیکربندی جایرو مکانیکی جهت نصب سامانه به صورت کلی در شکل ۱۴ آورده شده است.



شکل ۱۴- پیکربندی مکانیکی جهت نصب جایرو مکانیکی

۲- جایروهای فیبر نوری (Fiber - Optic Gyro Compass)

این نوع جایروها از جمله پیشرفته‌ترین جایروهای موجود می‌باشند. در این جایروها از اثر تداخل امواج دو اشعة نوری که در جهت مخالف همدیگر درون فیبر نوری حرکت می‌کنند استفاده می‌شود. در شکل ۱۵ بلوك دیاگرام جایرو فیبر نوری نشان داده شده است.



شکل ۱۵- بلوك دیاگرام جایرو فیبر نوری

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

طول این فیبر نوری می‌تواند به ۵ کیلومتر برسد. در واقع در این سامانه‌ها از اثر ساگناک برای تشخیص میزان هم جهت بودن چرخش استفاده می‌شود. با چرخش فیبر نوری حول خودش، یکی از اشعه‌های نوری درون فیبر، طول راه بیشتری را نسبت به دیگری احساس کرده و منجر به ایجاد اختلاف فاز و نهایتاً شیفت طرح تداخلی که به روش‌های فوتومتریکی قابل اندازه‌گیری است، خواهد شد.

مهمازین مزیت این نوع جایرو نداشتند حساسیت نسبت به شوک و ارتعاش می‌باشد. همچنین دقت بسیار بیشتر این جایرو نسبت به نوع مکانیکی باعث استفاده از آن در هدایت پرنده‌های غول پیکر مانند شاتل‌ها و هواپیماهای مسافربری می‌شود.

در تصاویر زیر (شکل ۱۶) چند نمونه از جایروهای فیبر نوری را مشاهده می‌کنید.

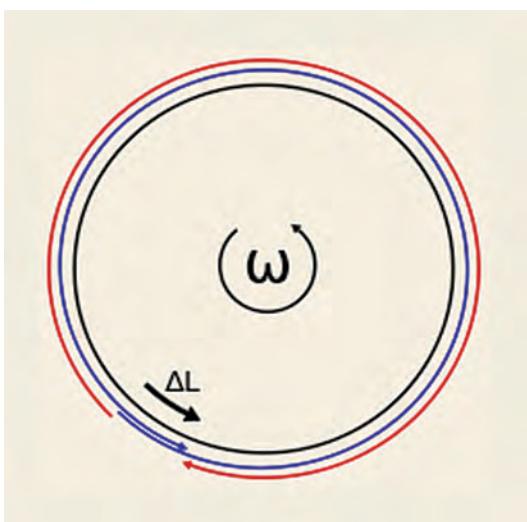


شکل ۱۶- چند نمونه از جایروهای فیبر نوری

دقت نوعی این جایروها یک درجه بر ساعت تا یک هزارم درجه بر ساعت خواهد بود. چرخش زمین حول خودش با نرخ ۱۵ درجه بر ساعت انجام می‌شود.

عملکرد جایروهای تداخلی فیبر نوری به روش حلقة بسته (FE_FOG)، مانند ژیروسکوپ فیبرنوری رزنانس R_FOG می‌باشد که در آن به طور متعدد از خاصیت حلقة ساگناک استفاده می‌شود و در FE_FOG از منبع نوری با طول پیوستگی کم استفاده شده تا از اثرات نوربرگشتی جلوگیری کند.

همان‌گونه که در شکل ۱۷ می‌بینید فرکانس مدولاسیون مدولاتور فاز، که در حلقة ساگناک واقع شده به نحوی انتخاب می‌شود که تأخیر زمانی کل حلقة نوری را شامل شود.



شکل ۱۷- حلقة ساگناک در جایرو فیبر نوری

خروجی جایرو به صورت پالسی می‌باشد و هنگامی که چرخشی در سامانه رخ می‌دهد، موقعیت پیک پالس خروجی در اثر پدیده ساگناک شیفت پیدا می‌کند.

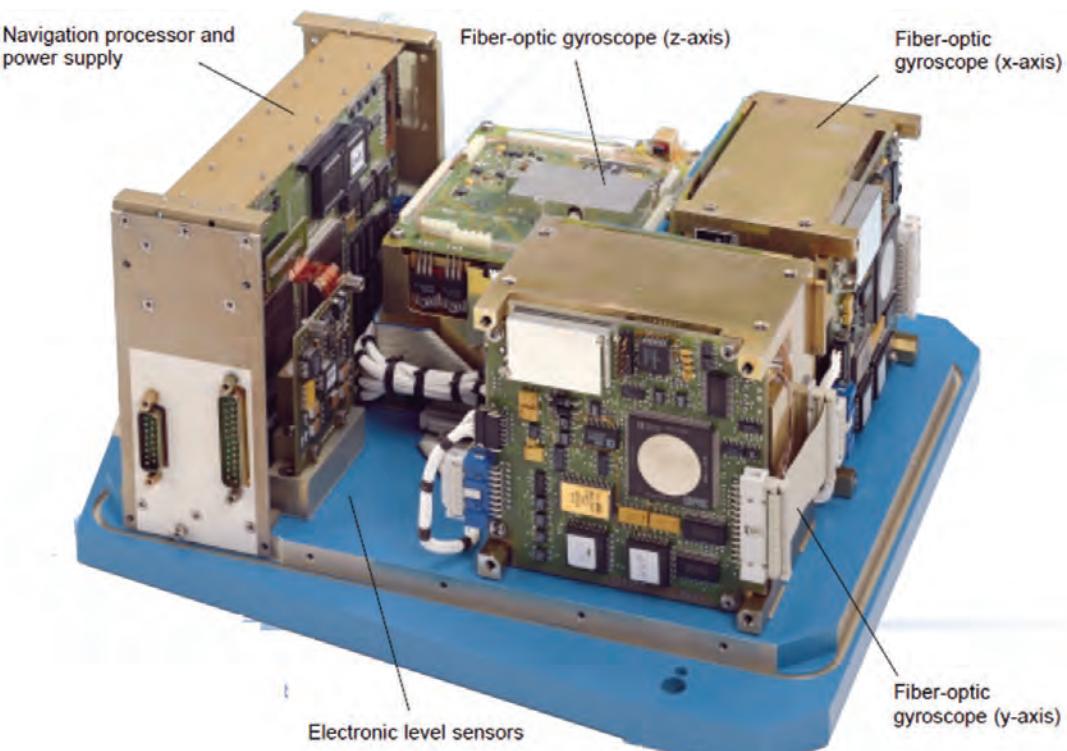
با اندازه‌گیری میزان شیفت پالس خرد می‌توان میزان چرخش را به دست آورد، به همین دلیل دقت اندازه‌گیری نرخ چرخش به تیزی پالس‌های خروجی بستگی دارد.

تکیک‌های حلقة باز و حلقة بسته با جزئیات و همچنین برتری جایروی مورد نظر نسبت به جایروی تداخلی معمولی LFOG می‌باشد.

- قسمت‌های جایرو فیبر نوری: با توجه به تنوع زیاد جایروهای فیبر نوری، در اینجا به بررسی یک نمونه جایرو با عنوان NAVIGAT ۲۱۰۰ می‌پردازیم و در صورت مواجه شدن با نوع دیگری از این سامانه، می‌توان به کتابچه‌های مربوط به آن مدل مراجعه نمود.

در مجموع، یک جایرو از نوع فیبر نوری جهت نصب بر روی شناور از چهار قسمت جداگانه تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

۱ واحد سنسور (Sensor Unit): این واحد، خود متشکل از سه عدد جایروسکوپ در محورهای X، Y و Z یک پردازشگر جهت پردازش اطلاعات دریافتی از ژیروسکوپ‌ها، یک منبع تغذیه و یک برد مربوط به سطح سنسورها می‌باشد.



شکل ۱۸- واحد سنسور جایرو فیبر نوری

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی

۲ واحد مشترک اینترفیس و تغذیه (Interface and Power Supply Unit): این واحد علاوه بر تأمین تغذیه تکرارکننده‌ها، خروجی‌های متعدد جهت تکرار و سامانه‌های ناوبری و کمک ناوبری را با فرمات خاص ارسال می‌نماید (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- واحد مشترک اینترفیس و تغذیه جایرو فیبر نوری



۳ واحد کنترل و نمایش (Control and Display Unit): از این واحد جهت روشن و خاموش کردن سامانه، تنظیمات، تعریف پارامترهای خروجی و... استفاده می‌شود.

شکل ۲۰- واحد کنترل و نمایش جایرو فیبر نوری

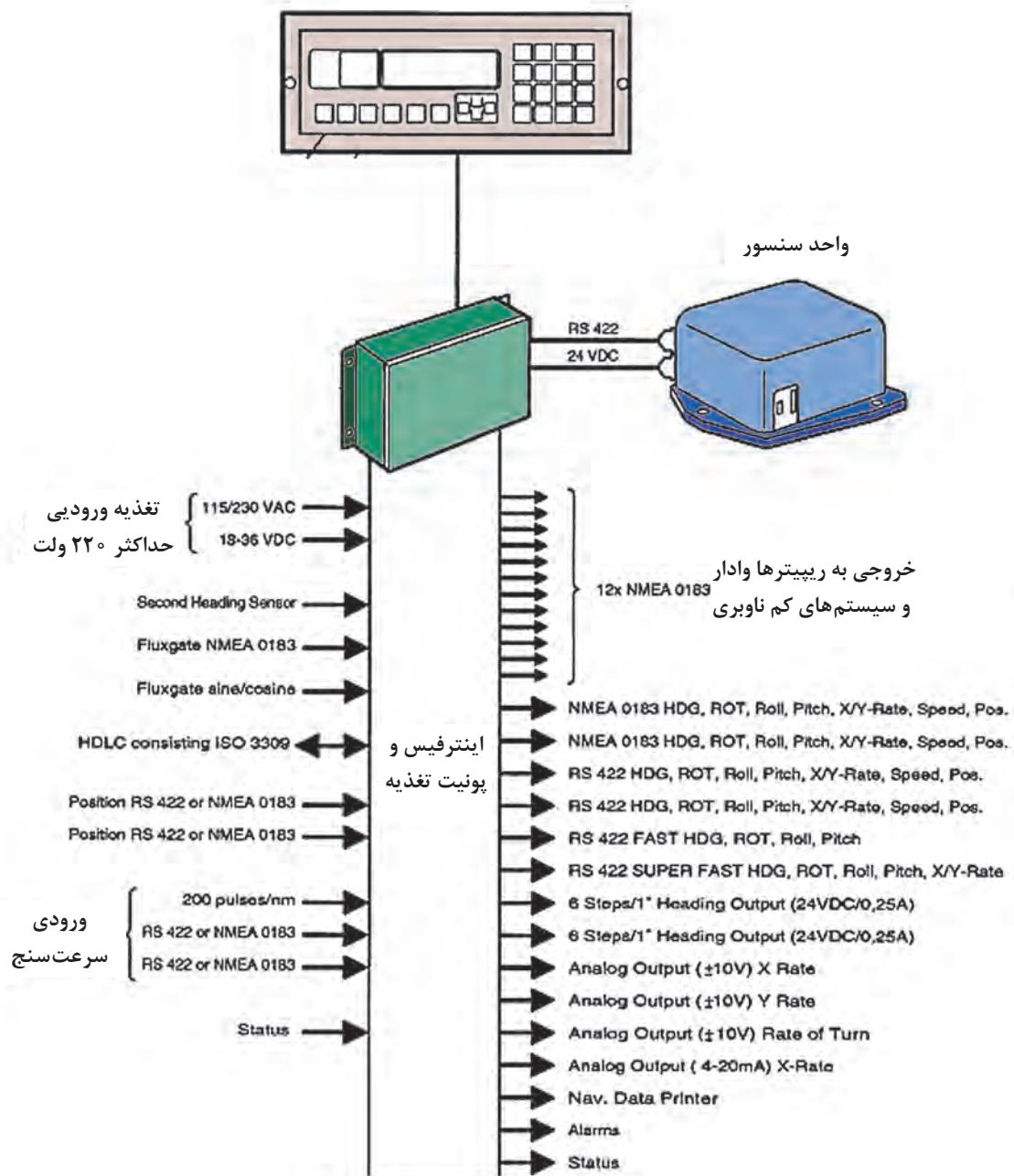
۴ صفحه‌های نمایش تکرار کننده (Console Repeater Compass) و تجهیزات جانبی: این واحدها جهت نمایش شمال حقیقی در هر جایی از شناور که نیاز است می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تکرارکننده‌ها می‌توانند به صورت عقربه‌ای و یا دیجیتال باشند. همچنین چاپگر (پرینتر) نیز می‌تواند جهت نمایش اطلاعات در پیکربندی سامانه نصب گردد.



شکل ۲۱- انواع صفحه‌های نمایش تکرارکننده در جایرو

همان‌طور که در شکل ۲۲ می‌بینید واحد سنسور به قسمت اینترفیس و منبع تغذیه از طریق تغذیه ۲۴ ولت و کابلی که تبادل اطلاعات (RS۴۲۲) بین این دو واحد را انجام می‌دهد، متصل شده است.

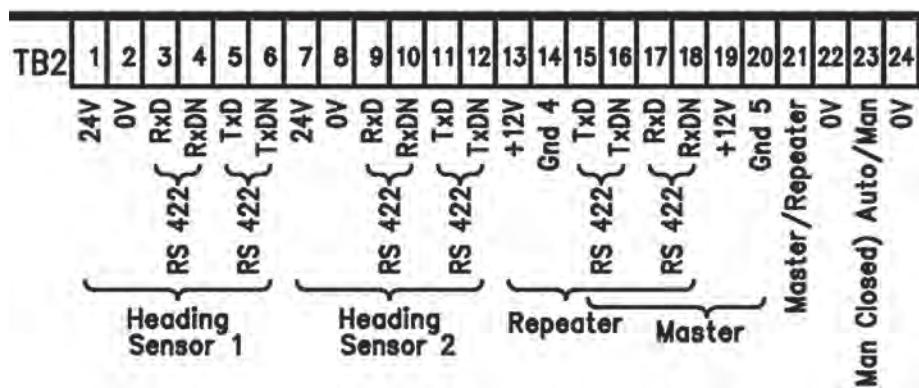
صفحه نمایش و کنترل



شکل ۲۲-نمایی کلی از سامانه جایرو ۰۱۰ SR

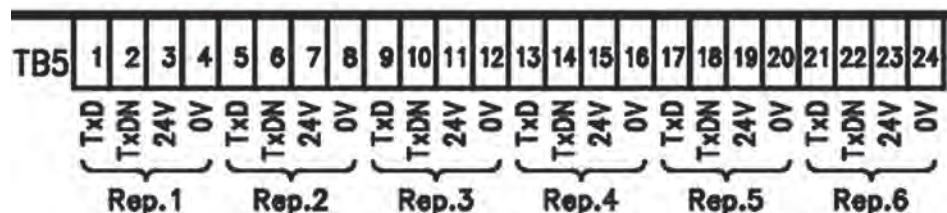
جهت اتصال کابل‌های واحد سنسور به قسمت اینترفیس و منبع تغذیه، به ترمینال TB2 و از شماره ۱ تا ۶ و جهت اتصال واحد نمایشگر و کنترل از همین ترمینال و از پایه‌های ۱۵ تا ۲۰ همان‌طور که در شکل ۲۳ می‌بینید، استفاده می‌کنیم.

پودهمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی



شکل ۲۳- ترمینال TB2 سامانه جایرو ° SR2100

جهت اتصال تکرارکننده‌ها (ریپیترها) نیز می‌توان از ترمینال شماره ۵ (TB5) و طبق شکل ۲۴ استفاده نمود. لازم به یادآوری است با توجه به اینکه «تکرارکننده» یک نمایشگر و گیرنده است، فقط جهت راهاندازی به ورودی تغذیه و اطلاعات نیاز دارد.



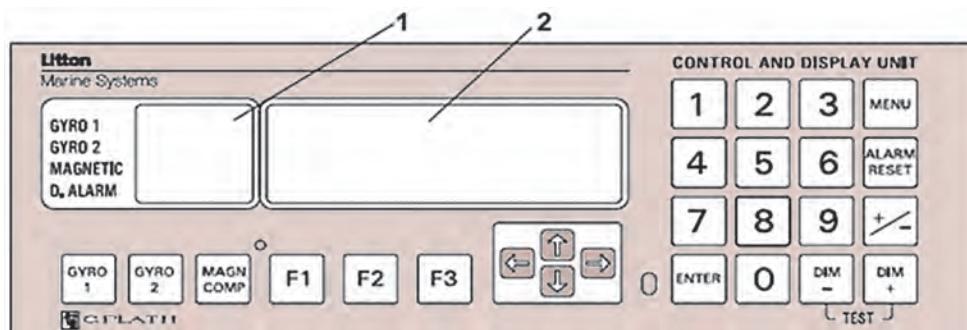
شکل ۲۴- ترمینال TB5 سامانه جایرو ° SR2100

جهت اتصالات سامانه‌های دیگر کمک ناوبنی نیز می‌توان از کتابچه‌های مربوط به این سامانه استفاده نمود.

نکته



۵ کاربری سامانه جایرو ° SR2100 آورده شده است که در شکل ۲۵ نمایی کلی از CONTROL PANEL: به اختصار به شرح کلیدهای آن می‌پردازیم:



شکل ۲۵- نمایی کلی از CONTROL PANEL سامانه جایرو ° SR2100

۱	نمایشگر هدینگ	این نمایشگر اطلاعات هدینگ مربوط به سنسور جایروی ۱ و ۲ و قطب‌نمای مغناطیسی و شماره هشدارهای ۱ تا ۳۵ را نشان می‌دهد.
۲	نمایشگر اصلی	اطلاعات مربوط به منوی سامانه، سرعت‌سنج طول، عرض جغرافیایی و... در این نمایشگر، نمایش داده می‌شود.
۳	کلید GYRO1	با استفاده از این کلید، منبع اطلاعات هدینگ از جایرو ۱ انتخاب می‌شود.
۴	کلید GYRO2	با استفاده از این کلید، منبع اطلاعات هدینگ از جایرو ۲ انتخاب می‌شود.
۵	کلید MAGNCOMP	با استفاده از این کلید، منبع اطلاعات هدینگ از قطب‌نمای مغناطیسی انتخاب می‌شود.
۶	کلیدهای F1 و F2 و f۳	از این کلیدها جهت انتخاب زیر منوها استفاده می‌شود.
۷	کلیدهای جهتی	از این کلیدها جهت رفتن به جهات مختلف (چپ، راست، بالا و پایین) در نمایشگر استفاده می‌شود.
۸	کلید enter	از این کلید جهت ذخیره، انتخاب و ورود استفاده می‌شود.
۹	کلید dim+ ، dim-	از این کلیدها جهت تنظیم نور نمایشگر و صفحه کلید استفاده می‌شود.
۱۰	کلید alarmreset	از این کلید جهت قطع صدای هشدار استفاده می‌شود.
۱۱	کلید menu	از این کلید جهت وارد شدن به menu یا خارج شدن از آن استفاده می‌شود.
۱۲	کلید +/ -	از این کلید جهت تعویض از شرق به غرب و نیز از شمال به جنوب و... استفاده می‌شود.

نکته

در صورت نیاز به اپراتور و تنظیمات دیگر می‌توان از کتابچه راهنمای سامانه استفاده نمود.



۶ تعمیرات سامانه جایرو: در جدول زیر دو نوع عیب متدالول در سامانه جایرو آورده شده است.

نوع عیب	روش رفع عیب
۱	سامانه روشن نمی‌شود
۲	خطا در نمایش راه

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

فعالیت
کلاسی



قسمت مربوط به روش رفع این دو عیب سامانه جایرو را با راهنمایی هنرآموز خود کامل کنید.

جهت سهولت در تعمیر این سامانه، نشانگرهای LED بر روی برد اینترفیس تعییه شده است که هر کدام از آنها معرف اطلاعات خاصی است که در زمان خرابی سامانه می‌تواند به ما کمک کند.
این اطلاعات در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- اطلاعات نشانگرهای LED بر روی برد اینترفیس

LED شماره	رنگ	اطلاعات مربوطه	LED شماره	رنگ	اطلاعات مربوطه
1	green	DC input 1 present.	36	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 3.
2	green	DC input 2 present.	37	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 4.
3	red	overload /short circuit FOG 1 24 VDC output.	38	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 5.
4	red	overload /short circuit FOG 2 24 VDC output.	39	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 6.
5	red	overload /short circuit CDU master.	40	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 7.
6	red	overload /short circuit CDU repeater.	41	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 8.
7	red	receive Gyro1, data present.	42	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 9.
8	red	transmit Gyro 1, data present.	43	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 10.
9	red	receive Gyro 2, data present.	44	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 11.
10	red	transmit Gyro 2, data present.	45	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 12.
11	red	receive LOG 1, data present.	46	red	overload / short circuit in 6 step/°
12	red	receive LOG 2, data present.			
13	red	receive Position 1, data present.			
14	red	receive Position 2, data present.			
15	red	receive master / repeater, data present.			
16	red	transmit master / repeater, data present.			
17	red	transmit NMEA FAST, data present.			

جدول ۲- ادامه اطلاعات نشانگرهای LED بر روی برد اینترفیس

LED شماره	رنگ	اطلاعات مربوطه	LED شماره	رنگ	اطلاعات مربوطه
18	red	receive flux-gate, data present.	47	red	output TB 7.1-1.
19	red	spare input port, active.	48	red	overload / short circuit in 6 step/ ^o
20	red	transmit repeaters 1 thru 6, data present.	49	red	output TB 7.8-14 overload / short circuit in +12 VDC of flux-gate or feedback unit.
21	red	transmit repeaters 7 thru 12 data, present.	50	red	overload / short circuit in -12 VDC of flux-gate or feedback unit.
22	red	transmit NEMA TB 4. 1 - 4, data present.	51	red	phase 1 of 6 step/ ^o output active TB7.3
23	red	receive HDLC (RXD), data present.	52	red	phase 2 of 6 step/ ^o output active TB7.4.
24	red	receive HDLC (RXC), data present.	53	red	phase 3 of 6 step/ ^o output active TB7.5.
25	red	transmit HDLC (TXD), data present.	54	red	phase 1 of 6 step/ ^o output active TB7.10.
26	red	transmit HDLC (TXL), data present.	55	red	phase 2 of 6 step/ ^o output active TB7.11.
27	red	receive NMEA SUPER FAST, data present.			phase 3 of 6 step/ ^o output active TB7.12.
28	red	transmit NMEA SUPER FAST, data present.			
29	red	transmit voyage data printer, data present.			
30	red	status master / repeater, repeater selected.			
31	red	status LOG (200 p/nm), active.			
32	red	flashes once for each pulse from LOG.			
33	red	status AUTO / MAN, MAN selected.			
34	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 1.			
35	red	overload / short circuit in 24 VDC supply to repeater 2.			

در جدول ۳ جهت LED هایی که بر حسب شماره مشخص نیستند، به صورت جداگانه آورده شده‌اند:

جدول ۳- اطلاعات نشانگرهای LED های بدون شماره مشخص بر روی برد اینترفیس

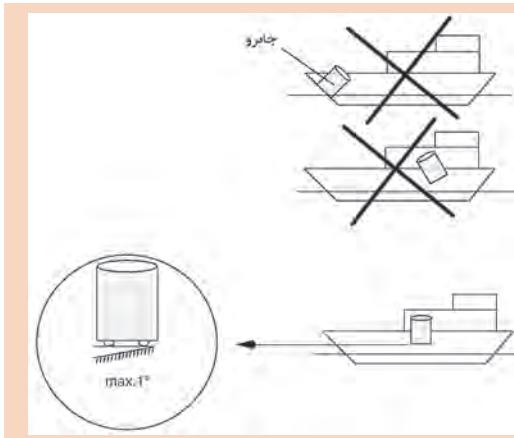
LED علامت	رنگ	اطلاعات مربوطه
VAC	green	AC voltage present.
12 VDC	green	12 VDC present
5 VDC	green	5 VDC present.
-12 VDC	green	-12 VDC present.
K1	green	relay K1 energized.
K2	green	relay K2 energized.
K3	green	relay K3 energized.
K4	green	relay K4 energized.
K5	green	relay K5 energized
K6	green	relay K6 energized.. supply to repeater 3.

پومن ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

بحث‌کلاسی



با توجه به تصویر بگویید محل نصب صحیح جایرو در کدام قسمت شناور است؟



تحقیق‌کنید



در بازدیدهایی که از شناورها خواهید داشت موارد زیر را مشخص کرده و گزارش آن را در کلاس ارائه دهید.
۱- محل قرار گرفتن جایروی مادر و تکرارکننده‌های آن. ۲- نحوه به دست آوردن خطای جایرو چگونه است؟

فیلم



ضمن مشاهده فیلم آموزشی، با نحوه کار و استفاده از قطب‌نما در شناورها آشنا خواهید شد.

فعالیت
کارگاهی



پس از آشنایی با نحوه کار و قسمت‌های مختلف جایرو در کارگاه دریانوردی (و یا بازدید از شناورها)، کاربرد هر قسمت را در جدول زیر مشخص کنید.

.....	
.....	
.....	

تحقیق کنید



در مورد انواع جایروهای موجود بر روی یک شناور تحقیق کرده و نتیجه را به صورت پردنگار در کلاس نمایش دهید.

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شاپیستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد اسناد	نموده استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)
نمره	نمره	نمره	نمره	نمره	نمره
۳	کاربری سامانه هدایت کشتی				<p>۱ شناخت انواع قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>۲ توانایی کار با قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>۳ توانایی نصب و رفع عیوب قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>
۲	بررسی قطب‌نماهای الکتریکی	کار با انواع قطب‌نماهای الکتریکی	در حد انتظار		<p>۱ شناخت انواع قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>۲ توانایی کار با قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>۳ توانایی نصب و رفع عیوب قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>
۱			پایین‌تر از حد انتظار		<p>۱ شناخت انواع قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>۲ توانایی کار با قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>۳ توانایی نصب و رفع عیوب قطب‌نماهای الکتریکی (جایرو).</p> <p>هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>
					نمره مستمر از ۵
					نمره شاپیستگی پودمان از ۳
					نمره پودمان از ۲۰

سامانه هدایت خودکار کشتی (AUTO PILOT)



شکل ۲۶- سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) در کشتی‌ها

هر یک از سامانه‌های کمک ناوبری نصب شده در شناور، به فرمانده جهت هدایت صحیح شناور و جلوگیری از ایجاد خطر کمک می‌کند. فرمانده جهت هدایت شناور از نقطه‌ای به نقطه دیگر، از هر یک از سامانه‌های کمک ناوبری اطلاعات خاص را در زمان‌های مختلف دریافت و تضمیم گیری می‌نماید. در مسیرهای طولانی ممکن است هدایت به این طریق، بسیار خسته‌کننده باشد و در نتیجه امکان خطأ و ایجاد خطرات غیرقابل جبران بسیار زیاد خواهد شد. در چنین موقعی می‌توان از یک سامانه هوشمند که بتواند در بعضی از مسیرها شناور را به‌طور خودکار و هوشمند به طرف مقصد هدایت نماید، استفاده نمود که این سامانه را سامانه هدایت خودکار کشتی (اتوپایلوت) می‌نامند.

امروزه با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژی در زمینه حمل و نقل دریایی و کشتی‌های مدرن تجاری در راستای ارتقای مالی شرکت‌های کشتیرانی و صنعت دریانوردی، از سامانه‌های هدایت خودکار کشتی‌ها استفاده می‌شود تا با هدف کاهش سوانح دریایی، کشتی‌ها سالم به مقصد رسیده و کمترین آسیب به کشتی و بار آنها وارد شود. در این راستا یکی از سامانه‌های حیاتی جهت کنترل و هدایت کشتی، سامانه هدایت خودکار کشتی یا اتوپایلوت می‌باشد.

این سامانه مجموعه‌ای از سامانه‌های هیدرولیکی، مکانیکی و الکتریکی بوده که برای کنترل اتوماتیک سکانه‌ای کشتی (هدایت اتوماتیک کشتی) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سامانه اتوپایلوت ابتدا توسط فرمانده شناور برای مسیری که شناور باید طی کند تنظیم می‌شود. سپس سایر اطلاعات را از سامانه‌های کمک ناوبری (مانند جایرو، GPS، سرعت‌سنج و...) دریافت می‌کند در نهایت فرمان‌های را به شیرهای سلونوئید یا موتورهای الکتریکی (ACTUATOR) که به سکان‌ها متصل هستند، ارسال نموده و فیدبک دریافت می‌نماید؛ به این طریق شناور را در مسیر تعیین شده توسط فرمانده، هدایت می‌نماید. به بیان ساده، اتوپایلوت با مقایسه اطلاعات دریافتی از سکانی (فرد سکان دار)، راه حقیقی را (که از تکرار کننده‌های قطب‌نمای الکتریکی (gyro) یا قطب‌نمای مغناطیسی دریافت می‌کند)، به سامانه سکان ارسال می‌کند تا کشتی بر روی یک مسیر ثابت با کمترین انحراف ممکن قرار گیرد.

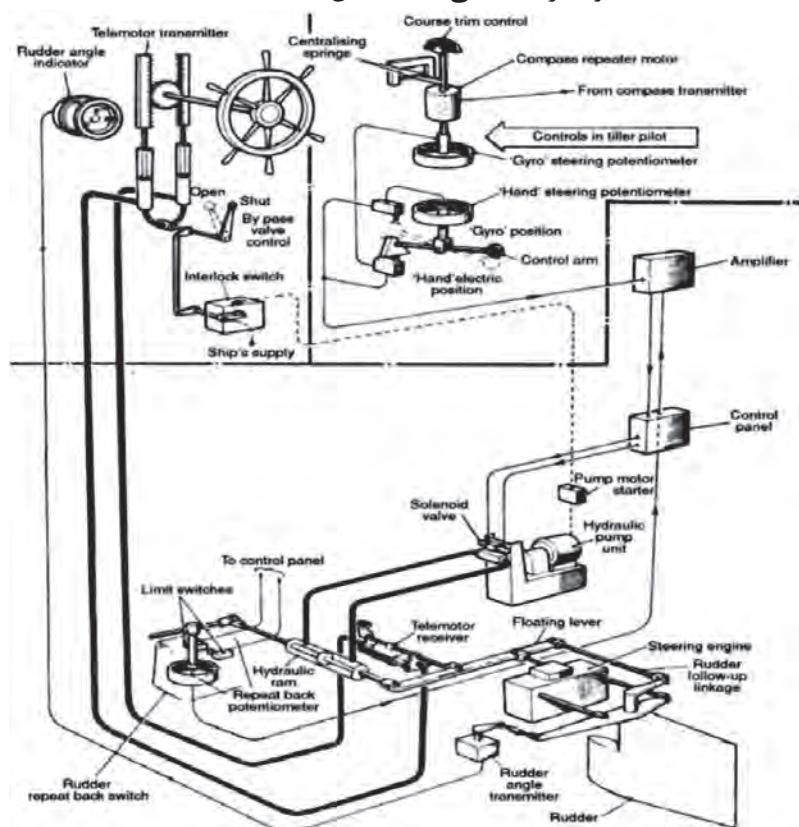
نکته‌ایمنی



از اتوپایلوت در جاهایی که سرعت باد یا جریان آب خیلی زیاد باشد، نباید استفاده نمود. یک سامانه هدایت خودکار (AUTO PILOT) خوب که اغلب Autohelm نیز نامیده می‌شود، باید بتواند دو اصل مهم را ارتقا دهد. این دو اصل عبارت‌اند از: ۱- کاهش پرسنل کشتی جهت هدایت هدایت ۲؛ ۲- اصل کاهش میزان مصرف سوخت با قرار دادن کشتی بر روی یک مسیر ثابت که کمترین انحراف از مسیر را داشته باشد.

شناخت قسمت‌های سامانه هدایت خودکار کشتی (Auto pilot)

در شکل ۲۷ سامانه هدایت خودکار به شکلی ساده نشان داده شده است.



شکل ۲۷- سامانه هدایت خودکار

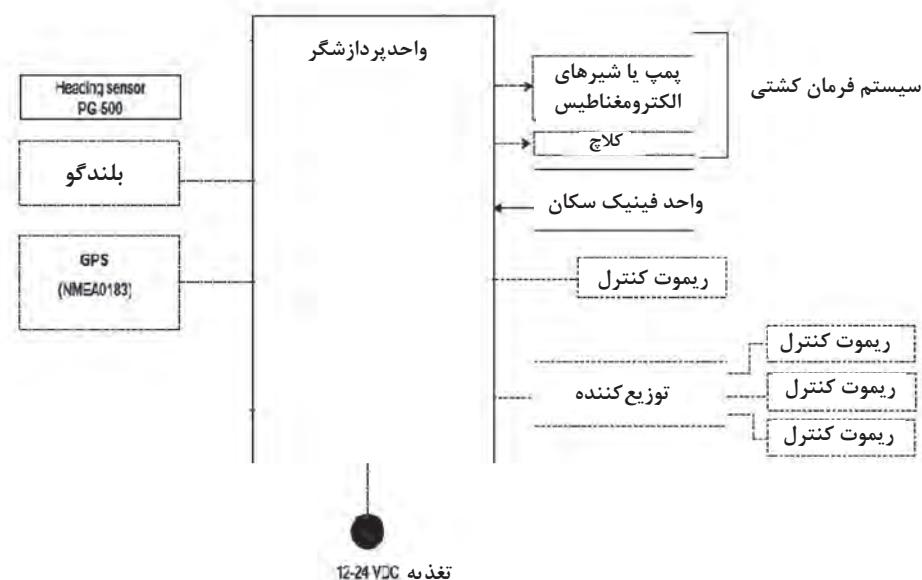
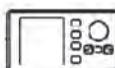
پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی

سامانه هدایت خودکار (Auto pilot) در کشتی‌ها از چهار بخش عمده تشکیل شده است که عبارت‌اند از:

واحد نمایشگر و کنترل	۲	واحد پردازشگر (در بعضی از مدل‌های دیگر به نام C-DRIVER معروف است.)	۱
ریموت کنترل	۴	واحد فیدبک سکان Rudder Feedback Unit	۳

در تصویر زیر نمای دیگری از اتصالات کلی سامانه هدایت خودکار (آتوپایلوت) به همراه دیگر سامانه‌های کمک ناوبری قابل نصب به این سامانه آورده شده است:

واحد نمایشگر و کنترل



شکل ۲۸- اتصالات کلی سامانه هدایت خودکار از نوع (AP50°) با سامانه‌های کمک ناوبری

نکته



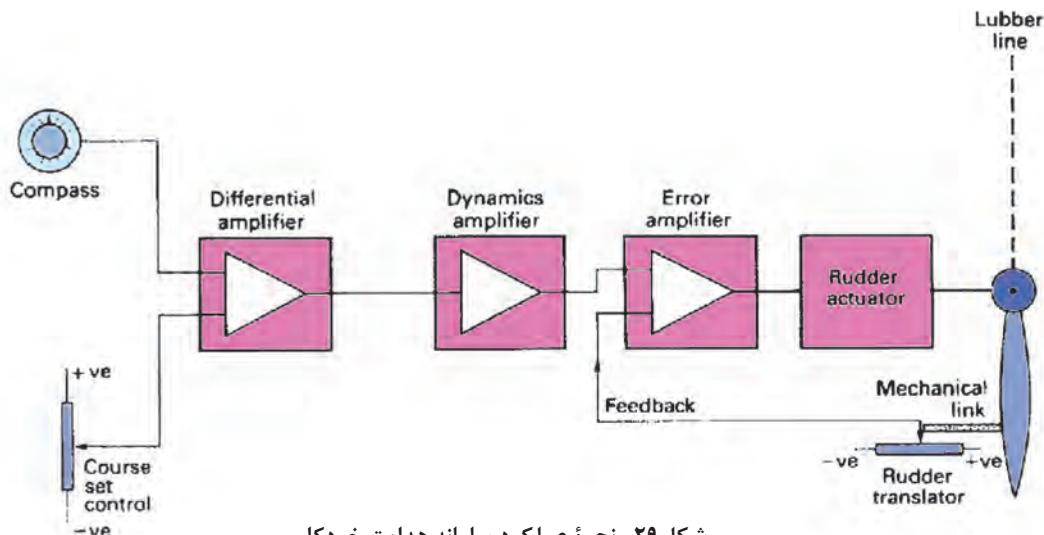
- با توجه به تنوع زیاد این نوع سامانه‌ها، جهت اطلاعات بیشتر در زمینه اپراتوری و کابل‌بندی می‌توان از کتابچه‌های راهنمای برای هر سامانه استفاده نمود.
- هنگام نصب سامانه تغذیه، نسبت به نصب کابل‌های مثبت و منفی دقیق شود و همچنین کابل‌ها از مسیرها به طوری عبور داده شوند که در لرزش‌های شناور باعث ساییدگی و قطعی کابل‌ها خصوصاً در قسمت تغذیه نشود.

نحوه عملکرد سامانه هدایت خودکار (Auto pilot)

در شکل زیر عملکردی ساده برای سامانه هدایت خودکار (auto pilot) نشان داده شده است. یک خروجی از تکرارکننده‌های جایرو یا قطب‌نمای مغناطیسی همراه با سیگنالی از هدایت‌کننده دستی (سکانی) به differential amplifier ارسال می‌شود. اگر اختلافی بین اطلاعات ارسالی وجود نداشته باشد هیچ سیگنال خروج از تقویت‌کننده (amplifier) ارسال نشده و مقابله نباید در موضعیت تغذیه سکانی رخ نماید.

زمانی که بین منابع ارسال کننده اطلاعات تفاوت وجود داشته باشد، یک سیگنال که حاوی مقدار خطا بین اطلاعات است، ارسال می‌گردد و error amplifier این سیگنال را به دستگاه فعال کننده تیغه سکان ارسال می‌کند تا تیغه سکان را با توجه به مقدار ولتاژ محرک به حرکت در آورد. این عملکرد هدایت خودکار باعث می‌شود کشتی از مسیر خود منحرف نشود یعنی تا زمانی که اطلاعات قطب‌نما (الکتریکی یا مغناطیسی) با اطلاعاتی که از طریق کاربر به سامانه هدایت خودکار (auto pilot) داده شده است مغایرت نداشته باشد، هیچ سیگنالی برای تغییر در جهت حرکت به تیغه سکان ارسال نخواهد شد؛ اما اگر کشتی بر اثر جریان آب یا عوامل دیگر مثل باد منحرف شود مغایرتی در اطلاعات بوجود می‌آید که باعث می‌شود سامانه هدایت خودکار وارد عمل شده و کشتی را به راه و مسیری که از طریق افسر ناوی بر ریافت نموده است، پرگرداند.

این سامانه باید حساسیت بالایی داشته باشد و کوچک ترین مغایرت‌ها را با ارسال سیگنال به تیغه سکان تصحیح کند به گونه‌ای که کشتنی تا حد ممکن از مسیر خود منحرف نشده و در زمان تعیین شده به مقصد برسد.



شکل ۲۹- نحوه عملکرد سامانه هدایت خودکار

Non_follow_up mode (NFU)

در صورتی که به هر دلیل فنی، سامانه هدایت خودکار (auto pilot) از کار بیفتاد، سامانه سکان از یک اهرم کوچک که می‌توان به سمت stbd/port آن را حرکت داد، دستور می‌گیرد. این اهرم به صورت مستقیم نیرو را به بخش هیدرولیک سکان ارسال می‌کند. در این حالت سامانه auto pilot از حالت کنترل تیغه سکان خارج شده و سامانه سکان در حالت کنترل open loop قرار می‌گیرد و تیغه سکان عکس العملی برای برگشت به حالت قبلی خود ندارد؛ در نتیجه، سکانه (فرد سکان دار) با استفاده مناسب از NFU کنtra، تیغه سکان را هدایت می‌کند.

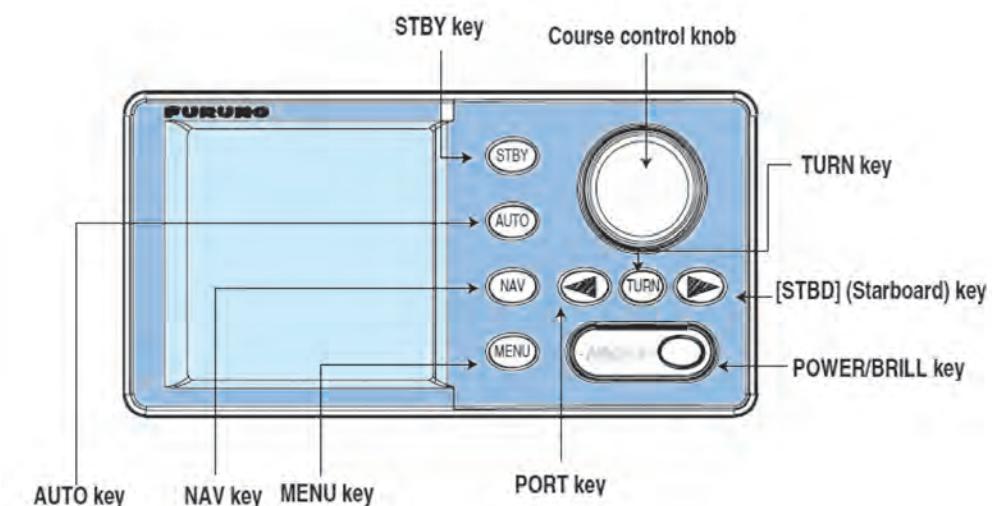
پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشتی

Follow-up mode (FU)

در این حالت، تیغه سکان نسبت به سیگنال‌های دریافتی فرمان‌پذیری کاملی دارد. نیرویی که به error amplifier ارسال می‌شود عکس العمل تیغه سکان را به همراه دارد. پس از حرکت تیغه سکان به stbd/port بارها کردن اهرم، تیغه سکان به موقعیت قبلی خود بر می‌گردد.

کاربری سامانه هدایت خودکار (Auto pilot)

نمایی کلی از CONTROL PANEL مربوط به سامانه هدایت خودکار (مدل AP500) در شکل ۳۰ آورده شده است.



شکل ۳۰- نمایی از CONTROLPANEL سامانه هدایت خودکار (مدل AP500)

شرح کاربری سامانه هدایت خودکار (مدل AP500) در کتاب همراه هنرجو آورده شده است.



در بازدیدهایی که از شناورها خواهید داشت، با نحوه کاربری سامانه هدایت خودکار در کشتی‌ها آشنا خواهید شد. پس از این آشنایی موارد خواسته شده از جدول زیر را توضیح دهید.

۱	نحوه روشن و خاموش کردن سامانه
۲	تنظیم روشنایی و کانترسٹ
۳	انتخاب مد نمایشگر
۴	انتخاب اطلاعات نشان داده شده بر روی صفحه نمایش و اطلاعات گرافیکی
۵	مدهای فرمان
۶	مد کنترل از راه دور

نکات ایمنی در نگهداری سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت)

جدول ۴—موارد نگهداری سامانه اتوپایلوت

نقاط مورد کنترل	مواد نگهداری
واحد اپراتوری و واحد C-DRIVER	<p>۱ از ریختن مایعات بر روی سامانه خودداری شده و احتمالات گوناگون بررسی شوند.</p> <p>۲ سامانه از منبع تولید حرارت دور نگه داشته شود.</p> <p>۳ هوا در اطراف آن جریان داشته باشد (موانع برطرف شود).</p> <p>۴ با توجه به محیط شرجی، هر دو ماه یک بار تمام اتصالات کابل‌ها از هر جهت بررسی شوند.</p> <p>۵ در شناورهای کوچک با توجه به لرزش شدید شناورها هر یک ماه یک بار تمام کابل‌ها، کانکتورها و اتصالات بررسی شده و از محکم بودن آنها اطمینان حاصل شود.</p>
واحد فیدبک سکان	<p>۱ هر ماه یکبار اتصالات آن به سکان بررسی و محکم شوند.</p> <p>۲ تنظیمات OFFSET هر ماه یکبار انجام شود.</p> <p>۳ در شناورهای کوچک به علت قرارگرفتن سامانه در محیط سر باز، لازم است هفت‌های یکبار آن را تمیز کرده و همچنین نسبت به احتمالات ضربه بررسی نمود.</p>

با توجه به آموزش‌های عملی خود در کارگاه و نیز بازدیدهایی که در طی سال تحصیلی از شناورها داشته‌اید، درباره نحوه کار با سامانه هدایت خودکار در روی کشتی گزارشی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



«قهرمان علم و جهاد»



شهید دکتر مصطفی چمران یکی از دانشمندان و قهرمانان بزرگ کشورمان است. او که در همه دوران تحصیل شاگرد اول بود، در دانشگاه تهران تحصیلات خود را در رشته الکترومکانیک به پایان برد و با بورس شاگرد اولی در این دانشگاه برای ادامه تحصیل به آمریکا رفت. درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق را از دانشگاه تگزاس گرفت و در جمع معروف‌ترین دانشمندان جهان در دانشگاه برکلی امریکا با درجه علمی ممتاز، موفق به اخذ دکترای الکترونیک و فیزیک پلاسما گردید.

این فیزیکدان، با پیروزی شکوهمند انقلاب

اسلامی ایران به وطن بازگشت و همه تجربیات انقلابی و علمی خود را در خدمت انقلاب گذاشت. شهید چمران با شروع جنگ، به اهواز رفت و به همراه حضرت آیت الله خامنه‌ای ستاد جنگ‌های نامنظم را بنیان‌گذاری کرد. طراحی اولین خودرو شنیداری، موشک پرتالی، زیردریایی و پل چریکی نمونه‌های از ابتکارات و اختراعات این دانشمند بسیجی در زمان جنگ است.

این شهید بزرگوار در کنار خصوصیات بارز علمی و انقلابی، دارای شخصیتی عارفانه بود. آثار هنری زیادی از جمله تابلوهای نقاشی، مجسمه‌ها و عکس‌های هنری از او به جا مانده است.

«مقام معظم رهبری» دوست و هم‌زم خود را این گونه توصیف می‌کند:

«شهید چمران دانشمندی تمام عیار بود. از اول انقلاب در عرصه‌های حساس حضور داشت. برای او مقام دنیا و جلوه‌های زندگی ارزش نداشت....

...دانشمند فیزیک پلاسما، در کنار شخصیت یک گروهبان تعلیم‌دهنده عملیات نظامی، با احساساتی رقیق، ایمانی قوی و با آن سرسختی چه ترکیبی می‌شود. دانشمند بسیجی و استاد بسیجی یک چنین نمونه‌ای است.

چمران حقاً یک نمونه و مظہری از آن چیزی است که انسان دوست دارد تربیت جوانان ما و دانشگاهیان ما به آن سمت حرکت کند... در دانشگاه پرورش انسان در تراز شهید چمران لازم است.»

این قهرمان ملی سرانجام در ۳۱ خرداد ۱۳۶۰ در مسیر دهلاویه به سو سنگرد بر اثر اصابت ترکش خمپاره به شهادت رسید.

در کتاب‌های (مردی برای تمام فصول)، (مرد رویاهای)، (نیمه پنهان ماه) به برخی از ابعاد زندگی این مرد بزرگ پرداخته شده است.

ارزشیابی مرحله‌ای

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شاپیستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۳	<p>۱ قسمت‌های مختلف سامانه هدایت خودکار کشتی را بشناسد.</p> <p>۲ نحوه عملکرد سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) را بداند.</p> <p>۳ نکات ایمنی در نگهداری سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) را بداند.</p> <p>■ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ قسمت‌های سامانه هدایت خودکار کشتی را بشناسد.</p> <p>۲ نحوه عملکرد سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) را بداند.</p> <p>۳ نکات ایمنی در نگهداری سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) را بداند.</p> <p>■ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	نگهداری و کار با سامانه هدایت خودکار کشتی	بررسی سامانه هدایت خودکار کشتی	کاربری سامانه هدایت کشتی
۱	<p>۱ قسمت‌های سامانه هدایت خودکار کشتی را بشناسد.</p> <p>۲ نحوه عملکرد سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) را بداند.</p> <p>۳ نکات ایمنی در نگهداری سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت) را بداند.</p> <p>■ هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد</p>	پایین‌تر از انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

پودمان ۲: کاربری سامانه‌های هدایت کشته

ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه‌های هدایت کشته

۱- شرح کار:

- شناخت انواع قطب‌نماهای مورد استفاده در شناورها و ضرورت به کارگیری هر کدام از آنها.
- توانایی کار با انواع قطب‌نماهای موجود در روی کشتی.
- شناخت انواع جایروهای رایج موجود و توانایی کار با آنها.
- توانایی رفع برخی از عیوب قطب‌نمای الکتریکی.

۲- استاندارد عملکرد:

- شناخت انواع قطب‌نماهای الکتریکی موجود در روی کشتی.
- شاخص‌ها:
- توانایی کار با انواع قطب‌نماهای موجود در روی کشتی.

۳- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

- شرایط: کارگاه ناوپری مجهرز به انواع قطب‌نماهای موجود در روی کشتی، به همراه بازدید دورهای و مرتب از واحدهای شناور.
- ابزار و تجهیزات: انواع قطب‌نمای مغناطیسی و الکتریکی.

۴- معیار شایستگی:

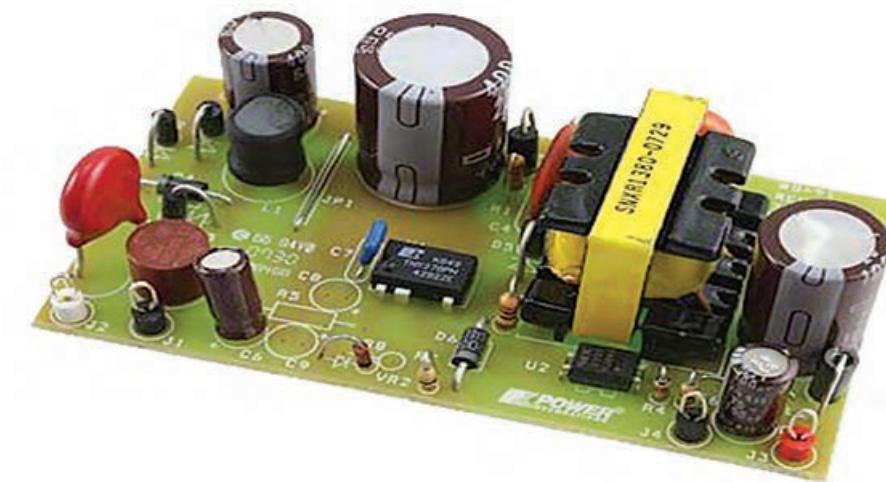
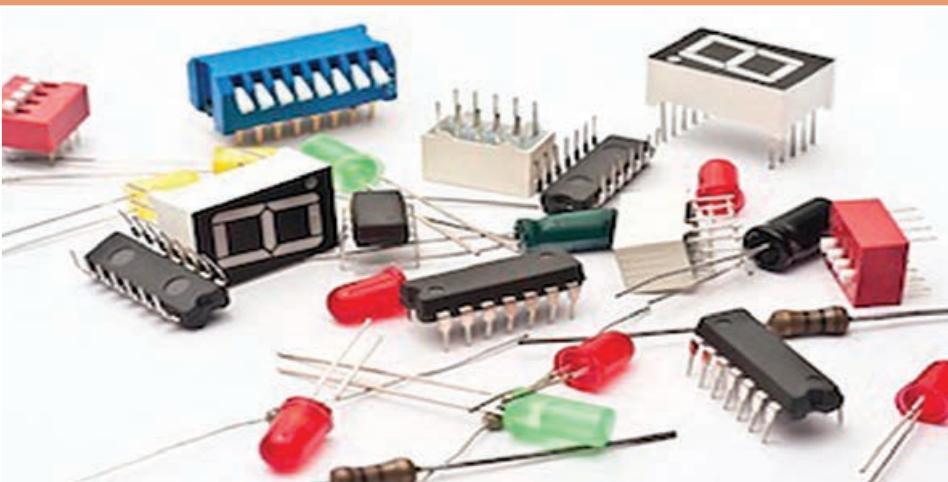
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	انواع قطب‌نما	۱	
۲	قطب‌نمای الکتریکی	۲	
۳	سامانه هدایت خودکار (اتوپایلوت)	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و...			۲
<ul style="list-style-type: none">۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛۲- دقق و تمرکز در اجرای کار؛۳- رعایت اصول و ایمنی اخلاق حرفه‌ای؛۴- استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات ناوپری.			*
میانگین نمرات			

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



پودمان ۳

کاربری مدارهای دیودی



کاربری مدارهای دیودی

آیا تاکنون پی برد هاید

- سالم و معیوب بودن دیود با مولتی متر چگونه مشخص می شود؟
- نام‌گذاری دیودها به چه صورت انجام می شود؟
- تجربه عملی بر روی عملکرد مدارهای یکسوساز و صافی چگونه است؟
- تجربه عملی بر روی عملکرد مدارهای چند برابر کننده چگونه است؟
- نحوه کار با مدارهای برش دهنده چگونه است؟
- نحوه کار با مدارهای مهار کننده چگونه است؟

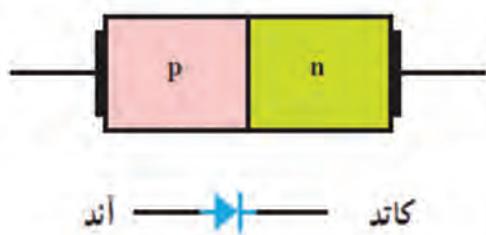
استاندار عملکرد

در پایان این پوادمان هنرجو به بررسی و تجزیه و تحلیل کاربری مدارهای الکترونیکی دیودی می پردازد.

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

دیود

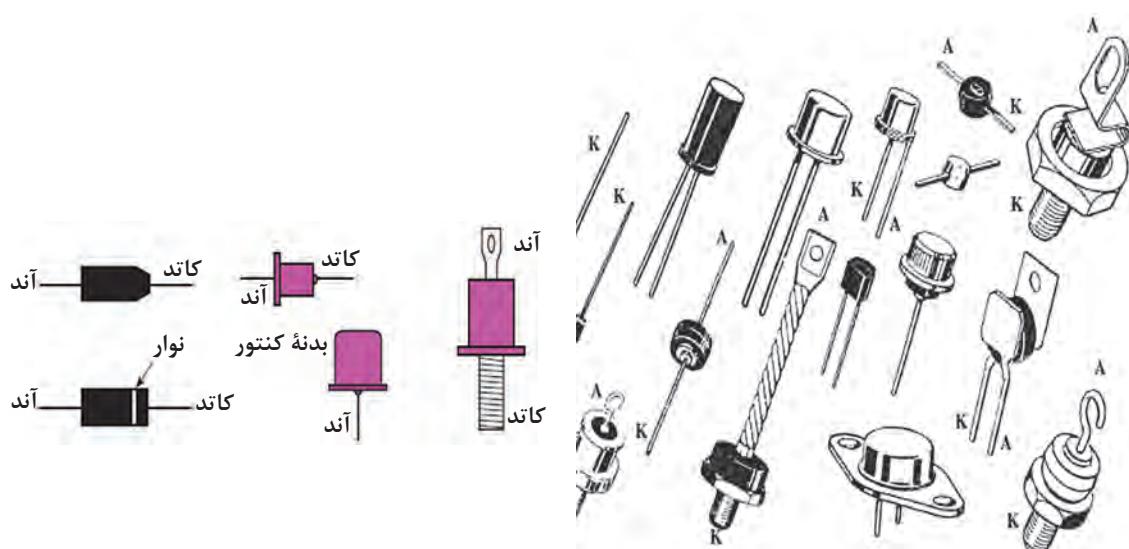
همان طور که در پودمان مدارهای الکتریکی اشاره شد از اتصال دو قطعه نیمه‌هادی نوع N و P یک پیوند PN شکل می‌گیرد. نیمه‌هادی نوع P (قطب مثبت یا آند) و نیمه‌هادی نوع N (قطب منفی یا کاتد) نامیده می‌شود.



شکل ۱- ساختمان دیود

پس از پیوند دو نیمه‌هادی به یکدیگر، در محل اتصال، پتانسیل سد به وجود می‌آید. اندازه ولتاژ پتانسیل سد برای دیودهای ژرمانیومی در حدود $50/3$ تا $50/6$ ولت و برای دیودهای سیلیکونی در حدود $50/7$ تا $50/10$ ولت است. در شکل (۱) ساختمان دیود نیمه‌هادی و نماد فنی آن نشان داده شده است.

این دیودها در آشکال و ابعاد مختلف ساخته می‌شوند و معمولاً سازندگان دیود از علائمی برای مشخص کردن پایه‌های دیود استفاده می‌کنند؛ برای مثال شکل دیود را روی بدنه آن می‌کشنند یا اگر دیود به صورت استوانه‌ای باشد در یک طرف آن یک یا چند نوار رنگی قرار می‌دهند که نشان‌دهنده کاتد آن است. در شکل ۲ شکل ظاهری چند نمونه دیود را مشاهده می‌کنید. در این شکل پایه‌های آند و کاتد برخی از دیودها روی شکل ظاهری آنها نشان داده شده است.



شکل ۲- شکل ظاهری چند نمونه دیود

برای مشاهده انواع روش‌های تشخیص پایه‌های دیود می‌توانید به سایتهاي اینترنتی مرتبط مراجعه کرده و اطلاعات مورد نیاز را به دست آورید.

نکته مهم



نام‌گذاری دیود

برای نام‌گذاری دیودها از سه استاندارد آمریکایی، اروپایی و ژاپنی استفاده می‌شود. در استاندارد آمریکایی، دیودها با علامت N1 مشخص می‌شوند که بعد از N1 شماره دیود را می‌نویسند مانند N1 ۹۱۴، N1 ۵۴۰۴ و N1 ۱۴۷۲۲ که گاهی نیز به جای نوشتن شماره‌ها بر روی دیود، از نوارهای رنگی استفاده می‌کنند.



شکل ۳- دیود با نوارهای رنگی

در این گونه دیودها، عدد حاصل از خواندن این نوارهای رنگی، شماره دیود را مشخص می‌کند. در ضمن، نوار اول کمی پهن‌تر از دیگر نوارهای است که مشخص کننده کاتد دیود نیز هست. در شکل ۳ دیود N1 ۹۱۴ با نوارهای رنگی مشخص شده است.

در استاندارد اروپایی قبلًا دیودها را با OA نشان می‌دادند، اما در استاندارد جدید از دو حرف و سه شماره استفاده می‌کنند. BY ۱۲۷ و BA ۱۳۵ و AA ۱۳۷ در استاندارد ژاپنی دیودها را با S1 نشان می‌دهند مانند S11۸۳۴ و S11۵۵۵.

چند نمونه دیود را تحويل گرفته و از روی شکل ظاهری‌شان، چگونگی نام‌گذاری آنها را مشخص کنید.

فعالیت
کارگاهی



فعالیت
کارگاهی



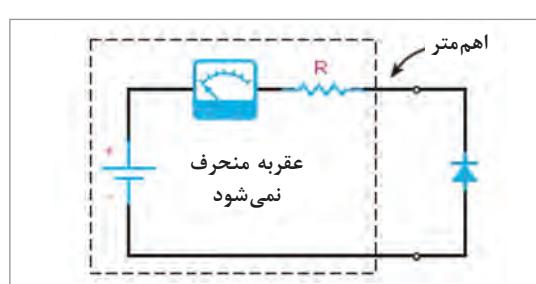
آزمایش دیود با مولتی‌متر عقربه‌ای



شکل ۴- دیود با باتری اهم‌متر در بایاس موافق است.

معمولًا در اکثر مولتی‌مترهای عقربه‌ای، قطب منفی مولتی‌متر به سر مثبت باتری داخلی آن و قطب مثبت مولتی‌متر، به سر منفی این باتری متصل است، پس اگر مولتی‌متر را روی درجه‌بندی اهم (ترجیح‌اً ۱ R*) قرار دهیم و دو سر آن را مطابق شکل ۴ به دو سر دیود وصل کنیم، دیود در جهت مستقیم بایاس می‌شود و مولتی‌متر، اهم کمی را نشان می‌دهد؛ بنابراین، سری که به منفی مولتی‌متر متصل است (آن) و دیگری (کاتد) است.

چنانچه دیود مطابق شکل ۵ وصل شده باشد، در جهت معکوس بایاس می‌شود و مقاومت زیادی را نشان می‌دهد.



شکل ۵- دیود با باتری اهم‌متر در بایاس مخالف است.

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیوودی

با توجه به شکل اول، آن پایه از دیوود که به منفی مولتی متر متصل شده است (کاتد) و سر دیگری (آند) است. یادآور می‌شود که هنگام تشخیص پایه‌های آند و کاتد با مولتی متر عقربه‌ای، باید قطب‌های مثبت و منفی خروجی مولتی را در حالت اهم متر شناسایی کنید. برای این شناسایی باید از یک مولتی متر دیگر استفاده نمایید یا با یک دیوود مشخص شده قطب‌های خروجی مولتی متر را تشخیص دهید. برای این کار ابتدا باید قطب‌های خروجی مولتی متر عقربه‌ای را مشخص کرده و سپس آند و کاتد دیوودهای ژرمانیومی و سیلیکونی را تعیین کنید.

فعالیت
کارگاهی



تعیین پایه‌ها و جنس دیوود با استفاده از مولتی متر دیجیتالی



در مولتی مترهای دیجیتالی قطب مثبت مولتی متر به قطب مثبت باتری داخلی و قطب منفی آن نیز به قطب منفی این باتری وصل است. در مولتی مترهای دیجیتالی قسمتی به نام تست دیوود وجود دارد که هنگام استفاده از آن برای دیوودهای ژرمانیومی ولتاژ 200 mV تا 30 mV ولت و برای دیوودهای سیلیکونی 60 mV تا 70 mV ولت را نشان می‌دهد. این ولتاژ همان ولتاژ بایاس موافق دو سر دیوود است. در شکل (۶) آزمایش دیوود با مولتی متر دیجیتالی در یک حالت نشان داده شده است.

شکل ۶- تعیین پایه‌ها و جنس دیوود
با استفاده از مولتی متر دیجیتالی

فعالیت
کارگاهی



با استفاده از یک مولتی متر دیجیتالی جنس دیوودها و پایه‌های آن را مشخص کنید.

دیوودها، وقتی می‌سوزند که کاملاً اتصال کوتاه می‌شوند و یا از داخل قطع می‌گردند، دیوود در حالتی که اتصال کوتاه شده باشد، در هر دو جهت، مقاومت کمی را نشان می‌دهد ولی در حالتی که قطع شده باشد، در هر دو جهت مقاومت بسیار زیادی را نشان می‌دهد و این علائم، نشان‌دهنده خرابی دیوود است. به طور کلی دیوود سالم در یک جهت دارای مقاومت کم و در جهت دیگر دارای مقاومت زیاد است. به عبارت دیگر، یک دیوود سالم، دیوودی است که بین آند و کاتد آن در یک جهت راه دهد و در جهت دیگر راه ندهد.

(الف) چهار دیوود سالم و چهار دیوود معیوب را در یک جعبه بربیزید. سپس با استفاده از مولتی متر عقربه‌ای و دیجیتالی آنها را آزمایش کنید و دیوودهای معیوب را از دیوودهای سالم جدا نمایید. درباره مراحل اجرای این تجربه به طور کامل توضیح دهید.

(ب) چگونگی تشخیص پایه‌های دیوود، جنس دیوود و سالم بودن آن را به طور کامل و مرحله‌به‌مرحله با مولتی متر دیجیتالی توضیح دهید.



منحنی تغییرات جریان دیود بر حسب ولتاژ دو سر آن در گرایش مستقیم و معکوس، به منحنی مشخصه استاتیکی یا منحنی ولت آمپر دیود معروف است. در مورد چگونگی به دست آوردن آن به کمک اسیلوسکوپ تحقیق کنید.

یکسوسازی

یکی از کاربردهای متداول دیود استفاده از آن در یکسوسازی است. یکسوساز، مداری است که ولتاژ متناوب را به ولتاژ ضربان دار DC تبدیل می‌کند. ولتاژ ضربان دار DC را می‌توان با استفاده از خازن، صاف و به ولتاژ DC قابل استفاده برای دستگاه‌های الکترونیکی تبدیل کرد.

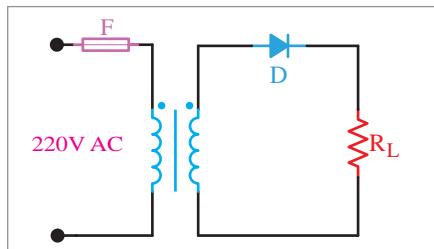
یکسوسازها به سه حالت زیر شکل می‌گیرند:

■ یکسوساز نیم موج (Half Wave Rectifier)

■ یکسوساز تمام موج با دو دیود (Full Wave Rectifier With Two Diode)

■ یکسوساز پل (Bridge Rectifier)

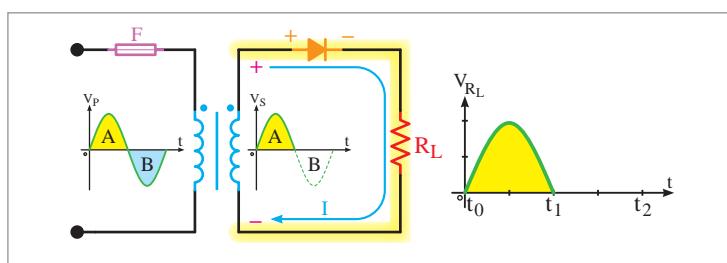
(Half Wave Rectifier)



شکل ۷- یکسوساز نیم موج (دیود ایده‌آل)

شکل رو به رو مدار یکسوکننده نیم موج را نشان می‌دهد. در این مدار یکسوکننده و مدارهای دیگر، فرض می‌شود که دیودهای به کار برده شده ایده‌آل هستند؛ یعنی هیچ‌گونه افت ولتاژی در دو سر آنها به وجود نخواهد آمد گرچه در عمل حدود 70° تا $1/5$ ولت (بسته به جریان عبوری از دیود) دو سر دیود افت می‌کند.

در مدار شکل (۸) در مدت نیم سیکل مثبت، دیود در بایاس مستقیم قرار می‌گیرد و هادی است. لذا، جریان در نیم سیکل مثبت از دیود و مقاومت بار عبور می‌کند و مسیر خود را می‌بندد. بنابراین، تمام ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور در نیم سیکل مثبت دو سر بار ظاهر خواهد شد.



شکل ۸- در نیم سیکل مثبت دیود وصل است.

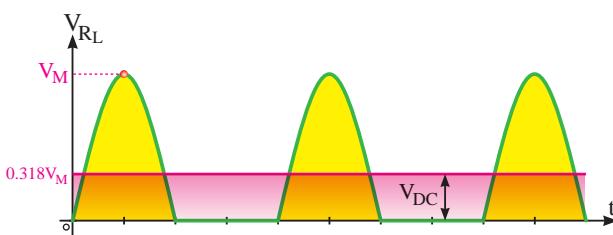
در مدت نیم سیکل منفی، دیود در بایاس معکوس قرار دارد و قطع است. لذا جریان از مدار عبور نمی‌کند. بنابراین، ولتاژ دو سر بار در نیم سیکل منفی، صفر است.

پومن ۳: کاربری مدارهای دیودی

متوسط ولتاژ دو سر بار: اگر ولت‌متر جریان مستقیم (dc) را در دو سر بار قرار دهیم، ولت‌متر چه ولتاژی را نشان می‌دهد؟ همان‌طور که می‌دانیم، ولت‌متر جریان مستقیم، مقدار ولتاژ متوسط و ولت‌متر جریان متناوب، مقدار ولتاژ مؤثر را نشان می‌دهد. چون در این مدار، نوع ولتاژ، مستقیم (یک طرفه) است بنابراین در این حالت، ولت‌متر مقدار ولتاژ متوسط سیکل‌های یکسوز شده را نشان خواهد داد. مقدار متوسط این ولتاژ یک طرفه، برابر است با:

$$V_{dc} = V_M \cdot \frac{0.318}{\pi}$$

مقدار ولتاژ متوسط (dc) بر روی شکل (۹) نشان داده شده است.



شکل ۹- ولتاژ متوسط یکسوساز نیم موج

مثال: با فرض اینکه ولتاژ مؤثر ثانویه ترانسفورماتور ۱۶ ولت و دیود نیز ایده‌آل باشد، مقدار ولتاژ dc شکل روبرو چه مقدار است؟

$$V_{dc} = 0.318 \times V_M$$

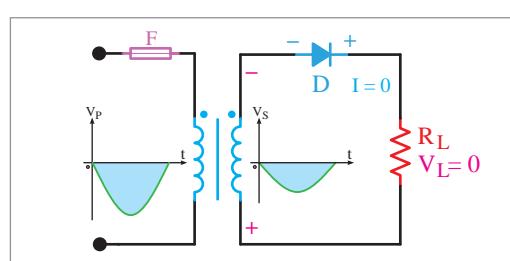
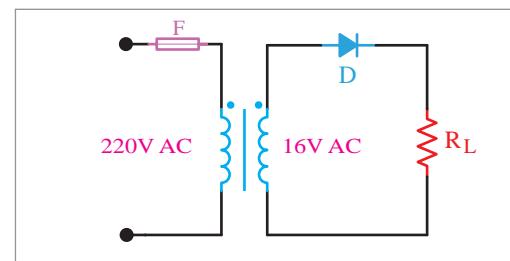
$$V_M = \sqrt{2} \times V_e = 1 / 41 \times 16 = 22 / 56$$

$$V_{dc} = 0.318 \times V_M = 0.318 \times 22 / 56 = 7.17 \text{ V}$$

مقادیر حد در دیودها

حداکثر ولتاژ معکوس دوسر دیود ($PIV = Peak$) **Inverse Voltage**: همان‌طور که می‌دانیم، یکی از پارامترهای مهم مشخصات الکتریکی دیود، تحمل حداکثر ولتاژی است که در بایاس معکوس دوسر دیود قرار می‌گیرد. باید دید در یکسوزنده نیم موج، حداکثر ولتاژی که دوسر دیود در بایاس معکوس قرار می‌گیرد تا دیود نسوزد، چقدر است؟

باتوجه به شکل (۱۰) هنگامی که دیود در بایاس معکوس قرار دارد (در مدت نیم سیکل منفی)، جریان در مدار صفر و افت ولتاژ دوسر بار نیز صفر است. لذا تمام ولتاژ نیم سیکل منفی، در دو سر دیود قرار می‌گیرد.

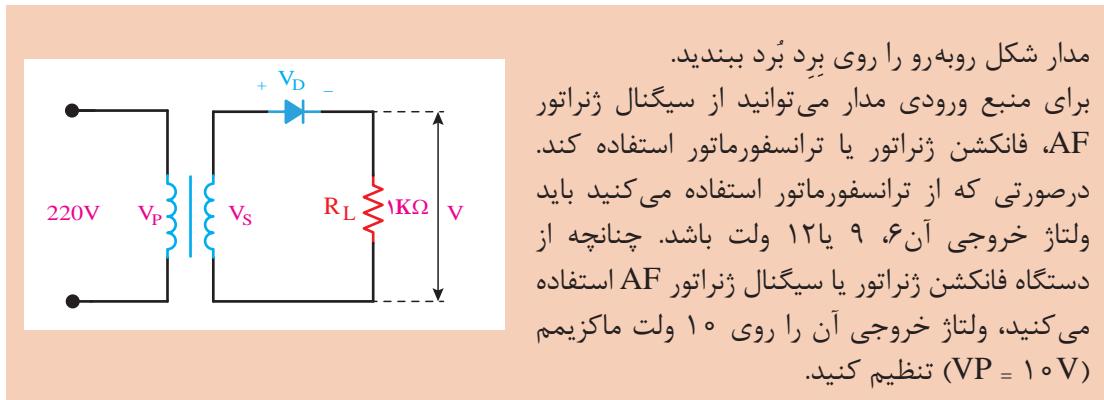


شکل ۱۰- ولتاژ دیود در بایاس معکوس

$$\text{PIV} = V_{\max}$$

PIV = Peak Inverse Voltage

حداکثر این ولتاژ برابر حداکثر دامنه (V_m) است. ولتاژ معکوسی که دو سر دیود قرار می‌گیرد با حروف PIV و به صورت رابطه زیر برای یکسوساز نیم موج نشان داده شده است.



مدار شکل روبرو را روی برد بیندید.
برای منبع ورودی مدار می‌توانید از سیگنال ژنراتور AF، فانکشن ژنراتور یا ترانسفورماتور استفاده کند.
در صورتی که از ترانسفورماتور استفاده می‌کنید باید ولتاژ خروجی آن، ۹ یا ۱۲ ولت باشد. چنانچه از دستگاه فانکشن ژنراتور یا سیگنال ژنراتور AF استفاده می‌کنید، ولتاژ خروجی آن را روی ۱۰ ولت ماقزیمم می‌کنید، ولتاژ خروجی آن را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید. ($VP = 10V$)

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

- ۱ اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم‌های زیر را روی آن انجام دهید.
- ۲ با ولوهای INTEN و FOCUS اشعه را نازک و با نور کافی تنظیم کنید.
- ۳ کلید سلکتور MODE را در حالت CH1 بگذارید.
- ۴ کلید سلکتور SOURCE را در حالت Line بگذارید.
- ۵ کلید سلکتور Volts/Div کانال ۱ را روی ۵ ولت بگذارید.
- ۶ کلید سلکتور Time/Div را روی ۲ms بگذارید.
- ۷ کلید DC - GND را در حالت GND بگذارید.
- ۸ به کمک ولوهای V/Position خط اشعه را در وسط صفحه تنظیم کنید.
- ۹ سیگنال ژنراتور AF را روشن کنید. چنانچه از ترانسفورماتور استفاده کرده‌اید، ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط کامل به برق ۲۲۰ ولت وصل کنید.
- ۱۰ با استفاده از مولتی‌متر، ولتاژ DC خروجی را اندازه بگیرید. مولتی‌متر باید روی حوزه کار DC قرار گیرد.
- ۱۱ با توجه به حداکثر دامنه خروجی سیگنال ژنراتور، می‌توانید ولتاژ خروجی را تغییر دهید.
- ۱۲ شکل موج خروجی را روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده کنید و در صورت نیاز، تنظیم‌ها را دوباره انجام دهید و سپس مراحل زیر را اجرا نمایید.
- ۱۳ کلید DC - GND را در حالت GND بگذارید و اشعه را در مرکز صفحه حساس تنظیم کنید.
- ۱۴ کلید DC - GND را در حالت AC بگذارید و شکل موج را مشاهده کنید.
- ۱۵ کلید DC - AC را به حالت DC تغییر دهید و میزان جابه‌جایی شکل موج را اندازه بگیرید.

پومن ۳: کاربری مدارهای دیودی

نکته مهم



در شکل موج یکسو شده نیم موج، در واقع سیگنال ضربان دار یکسو شده، با ولتاژ DC جمع شده است. با توجه به مقدار V_p ، مقدار متوسط ولتاژ $V_{ave} = V_{DC}$ را محاسبه کنید. زمان تناوب و فرکانس خروجی مدار یکسوساز نیم موج را اندازه بگیرید و مقدار آن را بنویسید.

فرکانس سیگنال ژنراتور را روی KHz ۱۰۰ تنظیم کنید. شکل موج خروجی را روی اسیلوسکوپ ببینید. به چه دلیل سیگنال خروجی یکسو شده نیست؟

آیا می توانیم بگوییم در سیگنال یکسو شده نیم موج، یک سیگنال ضربان دار، سوار یک ولتاژ DC شده است؟ پاسخ خود را شرح دهید.

تحقیق کنید



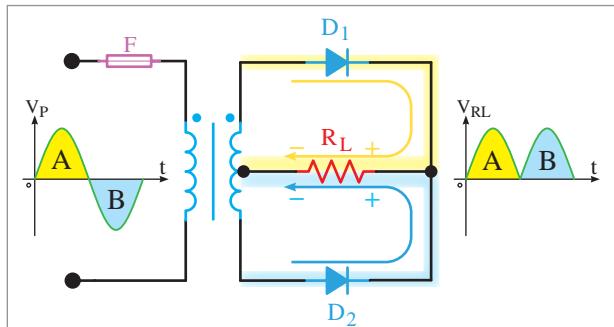
یک نمونه یکسوكننده نیم موج را شبیه سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده نگار نمایش دهید.

کار در منزل

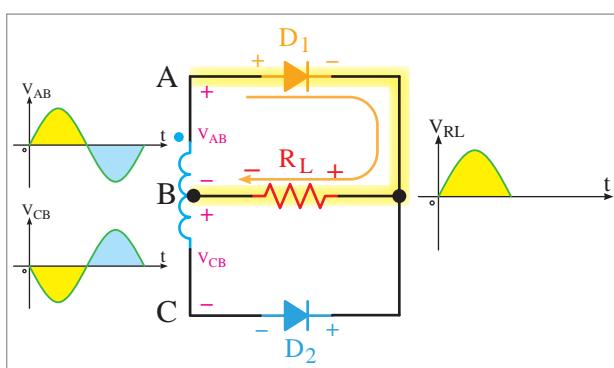


یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط

عیب یکسوكننده نیم موج، در کم بودن مقدار ولتاژ متوسط است و مقدار آن از $\frac{1}{3}V_M$ بیشتر نمی شود. ضمناً، در این یکسوكننده از ولتاژ نیم سیکل منفی نیز استفاده ای نمی شود. گرچه در تعدادی از کاربردها از یکسوكننده نیم موج استفاده می شود. در یکسوكننده تمام موج، از دو دیود استفاده می شود و در ضمن در این مدار به یک ترانسفورماتور با دو سیم پیچ ثانویه با ولتاژهای مساوی نیاز است (شکل ۱۱).

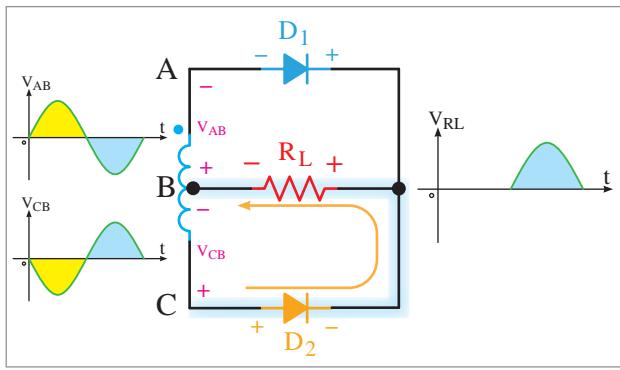


شکل ۱۱- یکسوكننده تمام موج



شکل ۱۲- نمایش عملکرد D_1 و D_2 در مقابل سیگنال های ورودی و ولتاژ دو سر بار

در مدت نیم سیکل مثبت، دیود D_1 در بایاس مستقیم و دیود D_2 در بایاس معکوس قرار دارد. بنابراین، فقط دیود D_1 هدایت می کند. لذا، تمام ولتاژ نیم سیکل مثبت V_{AB} در دو سر بار ظاهر می گردد (شکل ۱۲).



شکل ۱۳- نمایش عملکرد D_1 و D_2 در مقابل سیگنال‌های ورودی و ولتاژ دو سر بار

در مدت نیم سیکل منفی، همان‌طور که از شکل ۱۳ مشاهده می‌شود، دیود D_2 در بایاس مستقیم و هادی و دیود D_1 در بایاس معکوس قرار گرفته است. در این حالت، تمام ولتاژ V_{CB} دو سریبار، ظاهر می‌گردد. معدل ولتاژ دو سر بار: مقدار ولتاژ متوسط خروجی، در یکسوکننده تمام موج، دو برابر ولتاژ یکسو شده نیم موج است، یعنی:

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{0 / 318 V_m}{\pi} = 0 / 636 V_m$$

حداکثر ولتاژ معکوس دو سر دیود: حداکثر ولتاژی که در بایاس معکوس، در دو سر هر یک از دیودها قرار می‌گیرد، برابر $2V_m$ است.

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

مدار شکل زیر را روی برد بندید. این مدار، یکسوساز تمام موج با دو دیود است.

۱ به جای ترانسفورماتور می‌توانید مدار یکسوساز نیم موج از دستگاه فانکشن ژنراتور استفاده کنید.

۲ تنظیم‌های اسیلوسکوپ را مشابه مدار یکسوساز نیم موج انجام دهید.

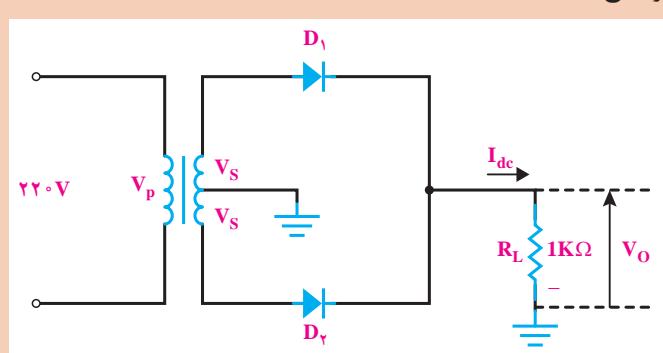
۳ با استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی، ولتاژ DC دو سر بار را اندازه بگیرید.
۴ شکل موج خروجی را با مقیاس مناسب رسم کنید.

۵ مقدار ولتاژ DC سیگنال یکسو شده تمام موج را اندازه بگیرید.

۶ دامنه ماکریم موج یکسو شده تمام موج $V_m = V_p$ را اندازه بگیرید. سپس با استفاده از رابطه $V_{DC} = \frac{2V_m}{\pi}$ مقدار ولتاژ DC را محاسبه کنید.

۷ با توجه به مقادیر بدست آمده، آیا مقدار متوسط DC یکسوساز تمام موج، تقریباً دو برابر مقدار متوسط DC یکسوساز نیم موج است؟ توضیح دهید.

۸ مقدار زمان تناوب و فرکانس سیگنال خروجی یکسوساز تمام موج را اندازه گیری کنید.



پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

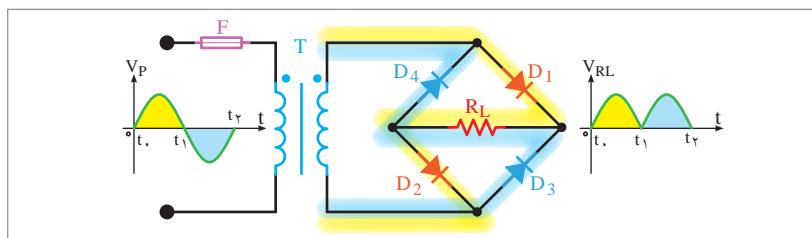
کار در منزل



یک نمونه یکسو کننده تمام موج را شبیه سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده نگار نمایش دهید.

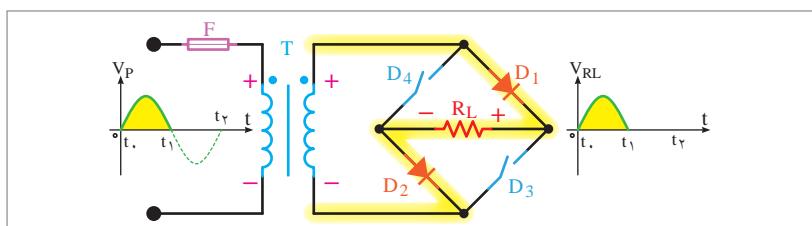
یکسو ساز پل

نوع دیگری از یکسو کننده تمام موج، یکسو کننده پل است. شکل ۱۴، یک مدار یکسو کننده پل را، همراه با شکل موج یکسو شده نشان می‌دهد.



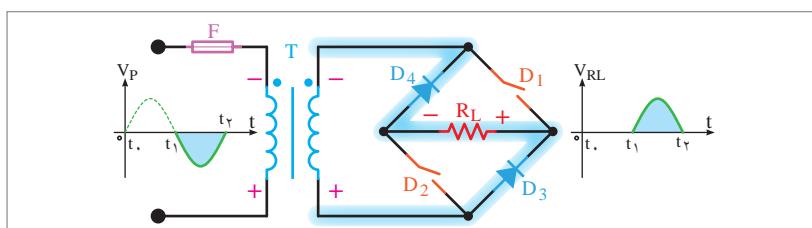
شکل ۱۴- یکسو ساز تمام موج پل

همان طوری که از شکل ۱۴ پیداست، در این مدار یکسو کننده، از چهار دیود و یک سیم پیچ برای ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور استفاده شده است. با توجه به شکل ۱۵، در مدت نیم سیکل مثبت، دیودهای D_1 و D_2 در بایاس مستقیم و دیودهای D_4 و D_3 در بایاس معکوس قرار دارند. بنابراین، جریان از دیود D_1 و بار R_L و دیود D_2 مسیر خود را می‌بندد. با توجه به اینکه دیودها ایده‌آل فرض شده‌اند، لذا تمام ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور در دو سر بار ظاهر می‌گردد.

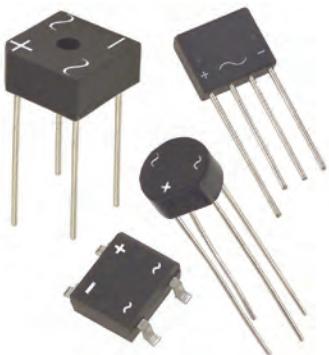


شکل ۱۵- نحوه عملکرد یکسو ساز پل دیود در نیم سیکل مثبت

در مدت نیم سیکل منفی، با توجه به شکل ۱۶، دیودهای D_4 و D_2 در بایاس موافق و دیودهای D_1 و D_3 در بایاس معکوس قرار دارند. بنابراین، جریان از طریق دیودهای D_4 و D_3 و بار R_L و بار V_{RL} مسیر خود را می‌بندد. این حالت نیز تمام ولتاژ در دو سر بار ظاهر می‌گردد.



شکل ۱۶- نحوه عملکرد یکسو ساز پل دیود در نیم سیکل منفی



شکل ۱۷- نمونه‌های پُل دیود

علامت (\sim) مشخص می‌کنند (ولتاژ متناوب به این دو پایه وصل می‌شود). دو پایه دیگر پُل، ولتاژ خروجی و یکسوزده را به ما می‌دهد که قطب مثبت با علامت (+) و قطب منفی با علامت (-) مشخص می‌شود.

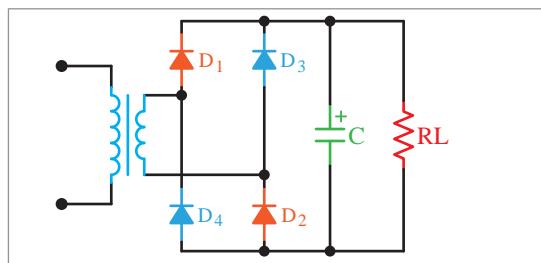
مقدار ولتاژ متوسط یکسوساز پُل نیز برابر با یکسوزنده تمام موج با ترانس سر وسط است. یعنی:

$$V_{dc} = \frac{V_m}{\pi} = 2(0 / 318 V_m) = 0 / 636 V_m$$

در مدار یکسوزنده پُل، حداکثر ولتاژی که در بایاس معکوس دو سر هر دیود قرار می‌گیرد، برابر با V_M است. معمولاً چهار عدد دیودی که به صورت پُل بسته می‌شوند، به صورت قطعه‌یک پارچه ساخته می‌شوند. شکل ۱۷ نمونه‌ای از این نوع پُل دیود را نشان می‌دهد. این قطعه دارای چهار پایه است، دو پایه آن را با

شکل ۲۰ الف و ب منحنی دشارژ خازن را برای دو نوع خازن با ظرفیت کم و زیاد در یک بار مساوی نشان می‌دهد همان‌طور که مشاهده می‌شود، ظرفیت خازن با ولتاژ ضربان (ریپل) نسبت عکس دارد.

زمانی که خازن به صورت صافی به کار می‌رود، به طور موازی با بار قرار می‌گیرد (شکل ۱۸).

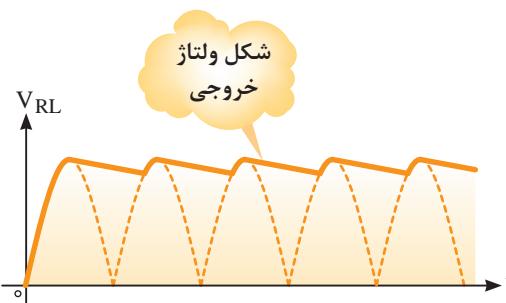


شکل ۱۸- مدار یکسوساز پُل با صافی خازنی

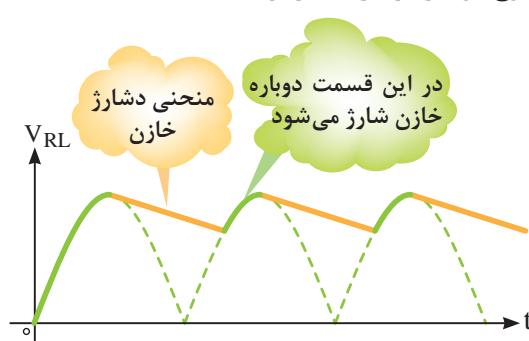
شکل ۱۹، منحنی شارژ و دشارژ در دو سر خازن را در بار را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شکل موج دو سر باری ضربان است.



شکل ۲۰ (الف) ظرفیت خازن کم



شکل ۲۰ (ب) ظرفیت خازن زیاد



شکل ۱۹- منحنی شارژ و دشارژ خازن در بار

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

محاسبه ظرفیت خازن صافی

ظرفیت تقریبی خازن را با توجه به میزان ولتاژ ضربان (ریپل) قابل قبول می‌توان از رابطه زیر به دست آورد.

$$C = \frac{\text{جريان خروجی}}{V_{r,pp} \times \text{فرکانس موج یکسوشده}} \quad (\text{فاراد})$$

$$C = \frac{I_{out}}{50 \times V_{r,pp}} \quad (\text{فاراد})$$

$$C = \frac{I_{out}}{100 \times V_{r,pp}} \quad (\text{فاراد})$$

$$I_{OUT} = \frac{V_{DC}}{R_L} \quad (\text{جريان خروجی})$$

فعالیت
کارگاهی



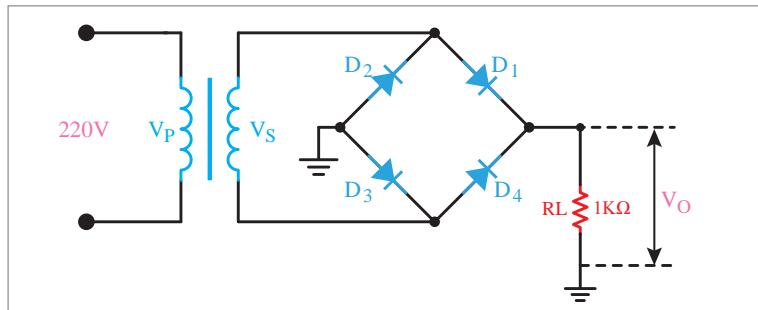
مراحل اجرای کار:

مدار شکل زیر را که مدار یکسوساز پل است بر روی برد بیندید و تنظیم‌های زیر را روی اسیلوسکوپ انجام دهید. مشابه یکسوساز نیم موج می‌توانید از سیگنال ژنراتور AF یا فانکشن ژنراتور به جای ترانسفورماتور استفاده کنید.

نکته مهم



به جای چهار دیود می‌توانید از مجموعه دیود پل که در یک بسته‌بندی قرار دارد استفاده کنید.



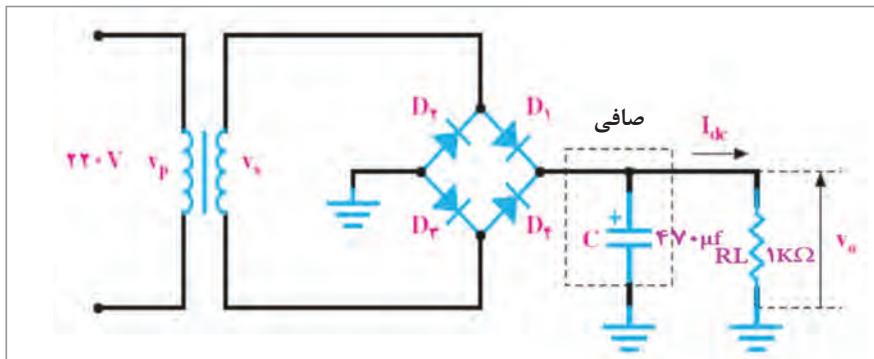
- ۱ فانکشن ژنراتور را روشن کنید و خروجی آن را روی 50Hz یا 100Hz تنظیم کنید.
- ۲ در صورتی که از ترانسفورماتور استفاده می‌کنید، ورودی ترانسفورماتور را با احتیاط به برق 220 ولت متصل کنید.
- ۳ شکل موج نشان داده شده روی صفحه اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب رسم کنید.
- ۴ ولتاژ DC خروجی یکسوساز تمام موج را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرید.
- ۵ مقدار ولتاژ DC خروجی یکسوساز تمام موج را به وسیله مولتی‌متر دیجیتالی اندازه بگیرید.

۶ مقدار ولتاژ ماقزیم (Vm = Vp) را اندازه بگیرید و مقدار ولتاژ DC خروجی را از رابطه $V_{DC} = \frac{2V_m}{\pi}$ محاسبه کنید.

۷ مقدار V_{DC} محاسبه شده را با مقادیر V_{DC} اندازه گیری شده مقایسه کنید. آیا مقادیر تقریباً با هم برابرند؟ پاسخ خود را توضیح دهید. مقدار زمان تناب و فرکانس موج خروجی را اندازه گرفته و محاسبه کنید.

۸ فرکانس و زمان تناب یکسوسازهای نیم موج، تمام موج با دو دیود و یکسوساز پل را با هم مقایسه کنید. آیا مقادیر آنها با هم برابر است؟ توضیح دهید.

۹ زمان تناب و فرکانس شکل موج ورودی را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و محاسبه کنید.
۱۰ به مدار شکل زیر خازن F_m = ۴۷۰ را اضافه کنید. دقت کنید که قطب‌ها به طور صحیح به مدار وصل شود.



۱۱ شکل موج خروجی را با مقیاس مناسب رسم کنید. این مدار، یکسوساز پل با خازن صافی است.
۱۲ ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۱۳ کلید AC - GND - DC را در وضعیت AC بگذارید.

۱۴ مقدار Volt/Div را کاهش دهید مثلاً اگر روی ۲ ولت قرار دارد آن را روی ۰.۲ میلی ولت بگذارید.

۱۵ شکل موج خروجی را مشاهده کنید. توضیح دهید که آیا آثاری از ضربان (ripple) در خروجی مشاهده می‌کنید؟

۱۶ یک مقاومت ۲۲۰ Ω را به عنوان مقاومت بار در خروجی موازی با خازن C قرار دهید.

۱۷ در این حالت، شکل موج خروجی را مشاهده کنید. ضربان باید در خروجی ظاهر شود. شکل موج خروجی را با مقیاس مناسب رسم کنید.

۱۸ فرکانس ضربان را اندازه بگیرید. آیا فرکانس ضربان دو برابر فرکانس ورودی است؟ پاسخ را توضیح دهید.

۱۹ مقدار مقاومت بار را تغییر دهید (کاهش و افزایش) و اثر آن را روی دامنه ضربان مشاهده و بررسی کنید. درباره این تجربه توضیح دهید.

۲۰ خازن‌های ۱ μF و ۰.۰۷ μF را با مقاومت بار، موازی نموده و شکل موج خروجی را با مقیاس مناسب رسم کنید.

هنگامی که می‌خواهید در مدار تغییری ایجاد کنید یا قطعه‌ای را به مدار اضافه کنید، حتماً ولتاژ تغذیه مدار را قطع کنید و سایر دستگاه‌ها را خاموش نمایید.

نکته‌ایمنی



پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

تحقیق کنید



مقدار زمان تناوب و فرکانس موج ورودی را با زمان تناوب و فرکانس خروجی یکسوسازهای نیم موج، تمام موج با استفاده از دو دیود و پل مقایسه کنید و درباره نتایج به دست آمده توضیح دهید.

کار در منزل



یک نمونه یکسوکننده پل دیودی را شبیه‌سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده‌نگار نمایش دهید.

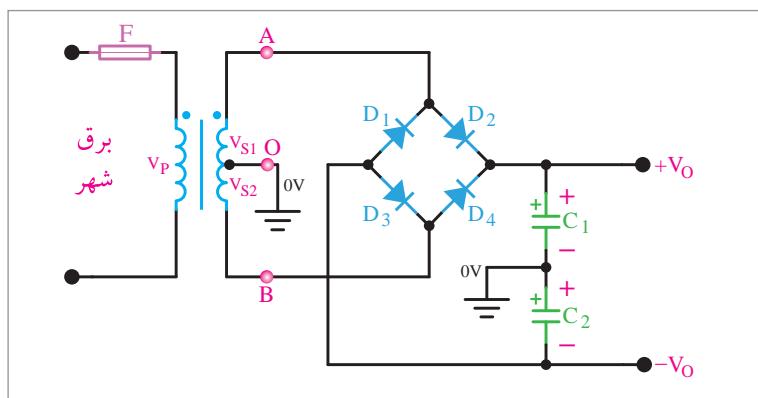
تحقیق کنید



تفاوت‌های یکسوکننده تمام موج با ترانس سر وسط و تمام موج پل را بررسی کنید.

منبع تغذیه متقارن

از مدارهای یکسوساز با صافی، اغلب در منابع تغذیه استفاده می‌کنند. گاهی در مدارهای الکترونیکی نیاز به ولتاژهای قرینه است که در این صورت باید از منابع تغذیه سه سر (دوبل یا متقارن) استفاده نمود. در شکل ۲۱، مدار یکسوساز با صافی‌های خازنی به صورت منبع تغذیه متقارن نشان داده شده است.



شکل ۲۱- منبع تغذیه دوبل

در مدار شکل (۲۱)، V_{S1} و V_{S2} دو سیگنال سینوسی با 180° درجه اختلاف فاز و دامنه یکسان هستند. اگر پتانسیل نقطه A نسبت به نقطه O مثبت و پتانسیل نقطه B نسبت به نقطه O منفی باشد، دیودهای D_2 و D_4 هادی و D_1 و D_3 قطع هستند. با توجه به مسیر جریان در این حالت، دو خازن، C_1 و C_2 هر یک به اندازه دامنه ماقزیم ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور شارژ می‌شوند. اگر نقطه A نسبت به نقطه O منفی و نقطه B نسبت به نقطه O مثبت باشد، دیودهای D_1 و D_2 هادی و D_3 و D_4 قطع می‌شوند. اگر دیودها ایده‌آل فرض شوند، ولتاژ دو سر خازن C_1 هم دامنه و قرینه ولتاژ دو سرخازن C_2 خواهد شد.

اگر مقاومت بار RL به صورت موازی با خازن‌ها قرار گیرد، در ولتاژ خروجی، ضربان (ریپل) ظاهر می‌شود و ولتاژ DC خروجی را کاهش می‌دهد.



مراحل اجرای کار:

مدار شکل زیر را روی برد بیندید.

۱ به وسیله مولتی متر، مقادیر مؤثر ولتاژهای V_{S1} و V_{S2} را اندازه بگیرید.

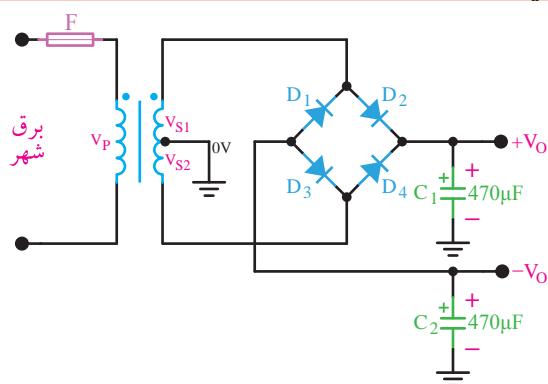
۲ به وسیله مولتی متر، مقادیر DC ولتاژ دو سر خازن های C_1 و C_2 را نسبت به شاسی اندازه بگیرید.

۳ مقاومت $\Omega = 470$ را با خازن C_1 موازی کنید.

۴ به وسیله اسیلوسکوپ، شکل موج ولتاژ دوسر R_L رارسم کنید و مقادیر ولتاژ پیک توپیک و DC را روی آن بنویسید.

۵ مقاومت $\Omega = 470$ را از دو سر خازن C_1 قطع و با خازن C_2 موازی کنید.

۶ به وسیله اسیلوسکوپ، شکل موج ولتاژ دو سر خازن C_2 رارسم کنید و مقادیر ولتاژ پیک توپیک و DC را روی آن بنویسید.



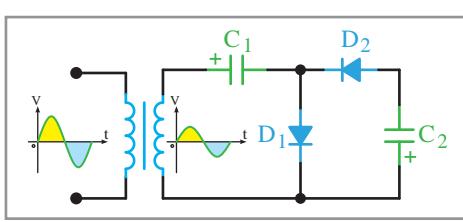
یک نمونه منبع تغذیه متقارن را شبیه سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده نگار نمایش دهید.

چند برابر کننده های ولتاژ

با استفاده از دیود و خازن می توان، ضمن یکسو کردن ولتاژ متناوب، آن را چند برابر نیز نمود. کاربرد چند برابر کننده ها، در مواردی است که جریان زیاد مورد نیاز نباشد (حدود چند صد میکروآمپر). چند برابر کننده ها معمولاً در ولتاژهای بسیار بالا (حدود کیلوولت) به کار می روند. مواردی مانند قسمت ولتاژ زیاد (high voltage) تلویزیون ها و مانیتورهای قدیمی دستگاه های پیشکشی و خودرو از مواردی هستند که نیاز به ولتاژ زیاد دارند. در این دستگاه ها ولتاژی در حدود ۲۵ کیلوولت مورد نیاز است. ابتدا ولتاژی حدود ۵ کیلو ولت را توسط ترانسفورماتور ایجاد می کنند، سپس آن را توسط یک مدار ۵ برابر کننده به مقدار حدود ۲۵ کیلو ولت می رسانند. از جمله مزایای این عمل، صرفه جویی در حجم و قیمت ترانسفورماتور افزاینده ولتاژ است. زیرا عایق کاری ترانسفورماتور ۲۵ کیلو ولت مشکل است، ضمن اینکه میدان های مغناطیسی زیادی را در اطراف خود تولید می نماید. همچنین ولتاژ معکوس دیودهای یکسو کننده در چند برابر کننده ها، نسبت به یکسو کننده ولتاژ زیاد ترانسفورماتور، کاهش می یابد. اینک مدارهای دو، سه، چهار برابر کننده، مورد بررسی قرار می گیرند.

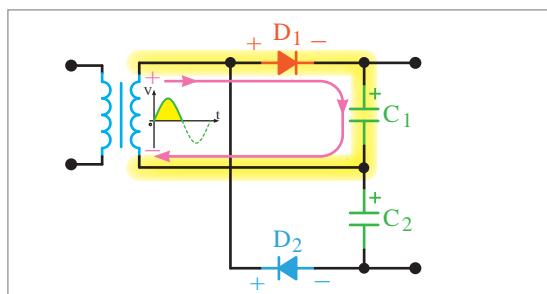
(الف) دو برابر کننده های ولتاژ: شکل ۲۲ یک مدار دو برابر کننده ولتاژ نیم موج را نشان می دهد.

در این مدار، بعد از چند سیکل، خازن (C_1) تا ماکزیمم ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور (V_m) و خازن (C_2) تا ($2V_m$) می شود. در اینجا از توضیح چگونگی شارژ خازن ها صرف نظر می شود.



شکل ۲۲- مدار دو برابر کننده ولتاژ

پومن ۳: کاربری مدارهای دیودی



شکل ۲۳- نوع دیگری از مدار دوبرابر کننده ولتاژ

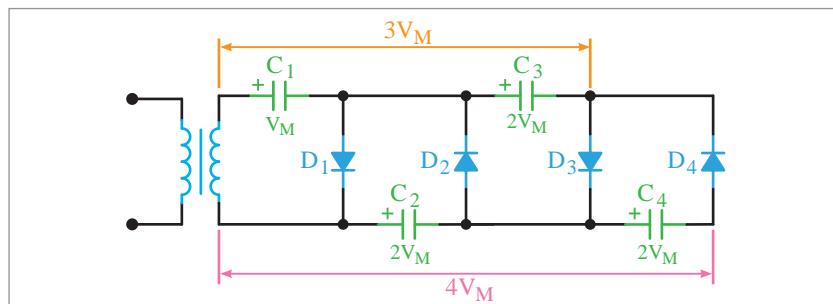
نوع دیگری از مدار دوبرابر کننده ولتاژ، در شکل ۲۳ رسم شده است. این مدار، دوبرابر کننده ولتاژ تمام موج نام دارد.

تحقیق کنید



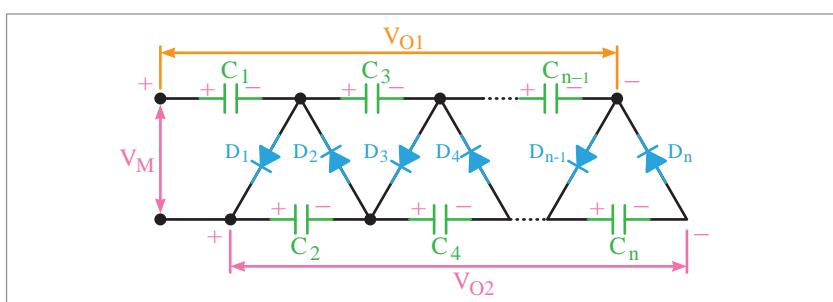
عملکرد مدار شکل ۲۳ را از طریق بارش فکری تجزیه و تحلیل کنید.

ب) مدارهای سه و چهار برابر کننده ولتاژ: در شکل ۲۴ یک مدار سه و چهار برابر کننده ولتاژ نشان داده شده است. در حقیقت این مدار، یک مدار دوبرابر کننده ولتاژ است که در صفحات پیش مورد بررسی قرار گرفت. با این تفاوت که به ازای هر یک برابر افزایش ولتاژ، یک خازن و یک دیود به آن اضافه شده است. این مدار می‌تواند با اضافه شدن متوالی دیودها و خازن‌ها، به عنوان یک مدارهای پنج و شش برابر کننده به کار آید.



شکل ۲۴- مدار سه و چهار برابر کننده ولتاژ

شکل ۲۵، یک مدار n برابر کننده را نشان می‌دهد. خازن‌های ردیف بالا، نمایشگر اعداد فرد مقدار شارژ، نسبت به ابتدای مدار و خازن‌های ردیف پایین، نمایشگر اعداد زوج مقدار شارژ، نسبت به ابتدای مدار است. امروزه اغلب مدارهای چند برابر کننده را به صورت یکپارچه (modular) می‌سازند.



شکل ۲۵- مدار n برابر کننده ولتاژ



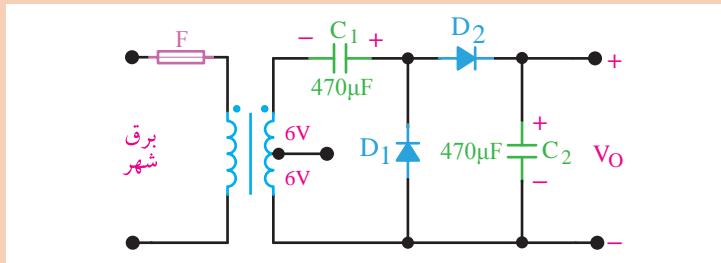
مراحل اجرای کار:

مدار شکل زیر را روی برد بیندید.

۱ به وسیله ولتمتر DC ولتاژهای V_{Out} , V_C2 و V_C1 را اندازه بگیرید.

۲ یک مقاومت 470Ω را با خازن C_2 به صورت موازی اتصال دهید.

۳ شکل موج ولتاژ خروجی را به وسیله اسیلوسکوپ مشاهده کنید.



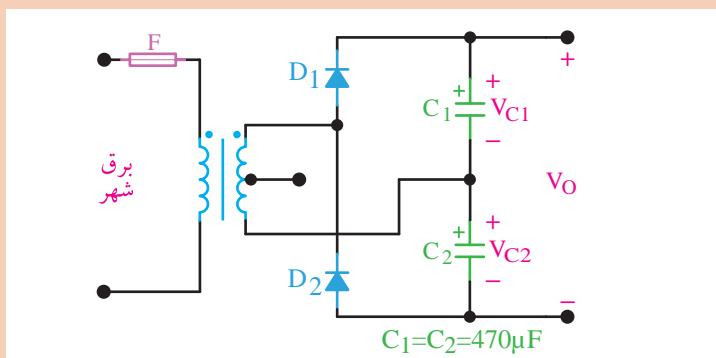
مراحل اجرای کار:

۱ مدار شکل زیر را روی برد برد بیندید.

۲ به وسیله ولتمتر DC ولتاژهای V_{Out} , V_C2 و V_C1 را اندازه بگیرید.

۳ یک مقاومت 470Ω را با خروجی موازی کنید.

۴ شکل موج ولتاژ خروجی را به وسیله اسیلوسکوپ مشاهده و رسم کنید. مقادیر ولتاژ DC و ولتاژ پیک توپیک را اندازه گرفته و بنویسید.



آیا از مدار دو برابر کننده ولتاژ مورد آزمایش می توان برای جریان های زیاد استفاده کرد؟ چرا؟



یک نمونه مدار دو برابر کننده ولتاژ را شبیه سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده نگار نمایش دهید.

پومنان ۳: کاربری مدارهای دیودی

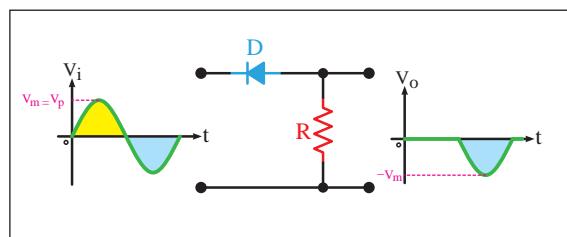
فیلم

فیلم مدارهای بُرش دهنده‌ها و قیچی‌کننده‌ها را ببینید.



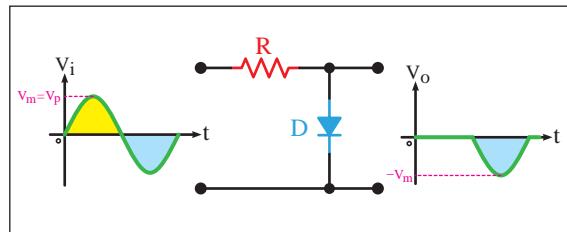
برش دهنده‌ها (Clipper)، مدارهای برش دهنده را برای محدود کردن دامنه ولتاژ، از بالا یا پایین و یا هر دو طرف به کار می‌برند. در این مدارها برای برش سیگنال از دیود و مقاومت استفاده می‌کنند. ممکن است دیود، بایاس شده یا بایاس نشده باشد. مقاومت مورد استفاده در مدارهای برش دهنده در مقایسه با مقاومت دیود در گرایش مستقیم، بسیار بیشتر است. مدارهای برش دهنده می‌توانند مدارهای محدود کننده مثبت یا منفی باشند. محدود کننده مثبت، قسمت بالای موج را از

حد معینی می‌برد. در حالی که محدود کننده منفی، دامنه منفی موج را از سطح معینی حذف می‌کند. مدارهای محدود کننده را به دو صورت سری یا موازی اتصال می‌دهند. در محدود کننده سری، دیود مطابق شکل ۲۶ به صورت سری بین ورودی و خروجی قرار می‌گیرد. در شکل ۲۶ نقشه فنی مدار را ملاحظه می‌کنید.



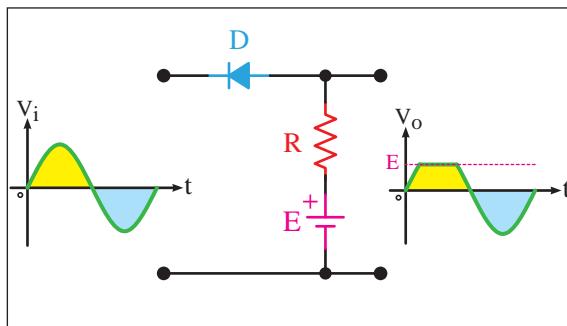
شکل ۲۶ – نقشه مدار محدود کننده سری

محدود کننده موازی می‌تواند مانند محدود کننده سری در سیگنال ورودی برش ایجاد نماید. یعنی قسمتی از نیم سیکل یا تمام نیم سیکل را برش دهد. در این محدود کننده، دیود به صورت موازی با خروجی بسته می‌شود.



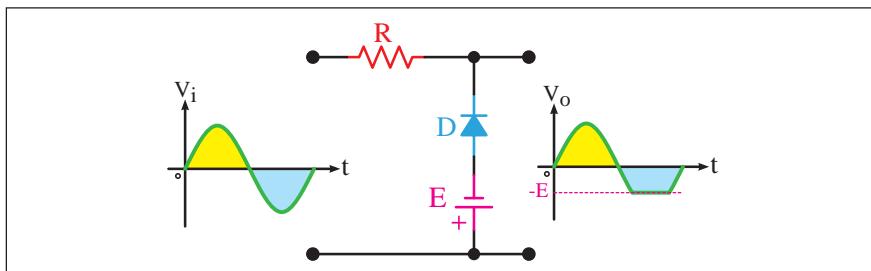
شکل ۲۷ – محدود کننده موازی

همان‌طور که ملاحظه می‌شود نیم سیکل‌های مثبت موج ورودی، بُرش خورده است و فقط نیم سیکل منفی در خروجی ظاهر شده است. در محدود کننده‌های سری و موازی ممکن است دیود را به وسیله باتری بایاس کنند. در این صورت با توجه به قطب‌های باتری و نحوه اتصال دیود، مدارهای محدود کننده متفاوتی شکل می‌گیرد. در شکل ۲۸ یک نمونه مدار محدود کننده سری با دیود بایاس شده را ملاحظه می‌کنید.



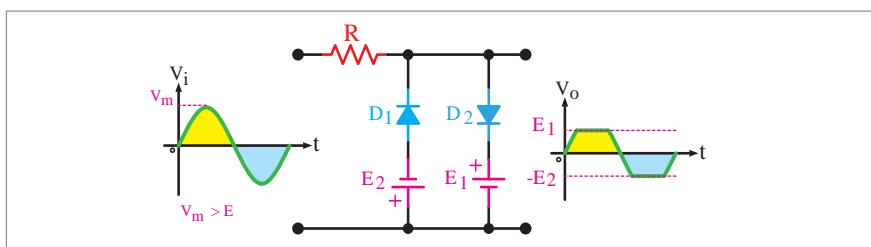
شکل ۲۸ – مدار محدود کننده سری با دیود بایاس شده

توجه داشته باشید که میزان برش ایجاد شده در شکل موج خروجی بستگی به مقدار ولتاژ باتری و دامنه سیگنال ورودی دارد. در شکل ۲۹ یک نمونه مدار محدودکننده موازی با دیود بایاس شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۹- مدار محدودکننده موازی با دیود بایاس شده

با ترکیب محدودکننده‌های مثبت و منفی، محدودکننده دو طرفه شکل می‌گیرد. در شکل زیر یک مدار محدودکننده دوطرفه موازی را ملاحظه می‌کنید که سیگنال خروجی بین دو ولتاژ \$E_1\$ و \$E_2\$ محدود شده است.



شکل ۳۰- محدودکننده دوطرفه

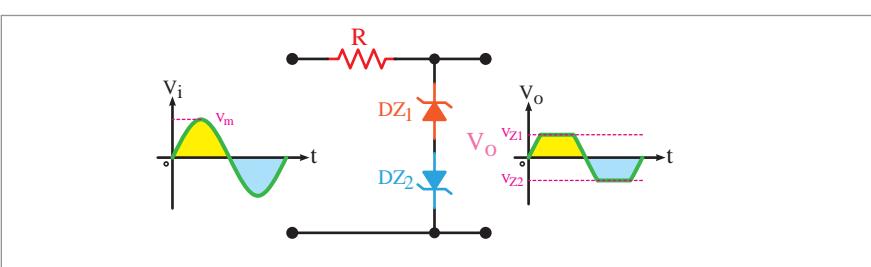
در صورتی که در شکل ۳۰ دامنه منابع ولتاژ DC باتری‌های \$E_1\$ و \$E_2\$ با مقدار ماکزیمم سیگنال ورودی برابر باشد، شکل موج خروجی چگونه خواهد بود؟ توضیح دهید.

تحقیق کنید



در مدار شکل زیر ولتاژهای دو سر دیود زنر و ولتاژ پیک ورودی را تعیین کنید و عملکرد مدار را به بحث بگذارید.

تحقیق کنید



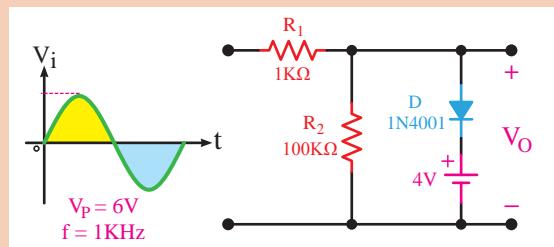
شکل ۳۱- برش دهنده با استفاده از دیود زنر

پومن ۳: کاربری مدارهای دیودی

فعالیت
کارگاهی



- ۱ مدار شکل زیر را که یک مدار محدودکننده موازی است روی برد بیندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.
- ۲ بهوسیله اسیلوسکوپ، شکل موج ولتاژ خروجی را با مقیاس مناسب رسم کنید. فرکانس و ولتاژ پیک توپیک ورودی و خروجی را اندازه بگیرید.
- ۳ میزان دامنه ولتاژ برش خورده شده در سیگنال خروجی چند ولت است؟ این ولتاژ را با V_{cut} نشان می دهیم.

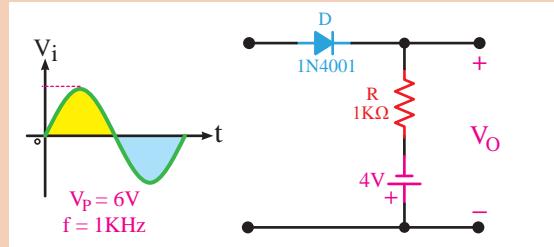


- ۴ در شکل بالا دیود را در جهت معکوس قرار دهید و شکل موج ولتاژ خروجی را با مقیاس مناسب رسم کنید.

- ۵ ولتاژ برش، ولتاژ پیک توپیک ورودی و خروجی و فرکانس را اندازه بگیرید.

مراحل اجرای کار:

- ۱ مدار شکل زیر را که یک محدودکننده سری است روی برد بیندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.



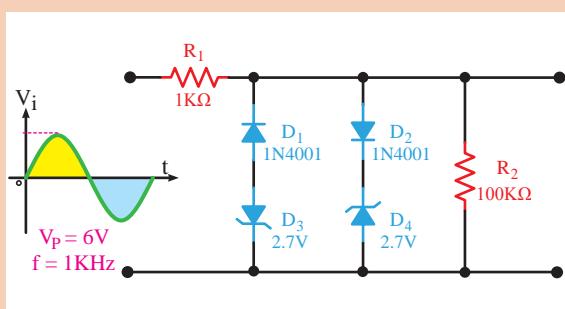
- ۲ شکل موج ولتاژ خروجی را بهوسیله اسیلوسکوپ مشاهده و با مقیاس مناسب رسم کنید. ولتاژ برش، فرکانس و ولتاژ پیک توپیک ورودی و خروجی را اندازه بگیرید.

- ۳ مقدار ولتاژ منبع تغذیه DC را تغییر دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی بررسی نمایید. نتیجه را توضیح دهید.

فعالیت
کارگاهی



- ۱ مدار شکل زیر را که یک محدودکننده دو طرفه با استفاده از دیود زنراست روی برد بیندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.



- ۲ شکل موج خروجی را بهوسیله اسیلوسکوپ مشاهده کرده و با مقیاس مناسب رسم کنید. مقدار فرکانس، ولتاژ پیک تا پیک ورودی و ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید.

فعالیت
کارگاهی

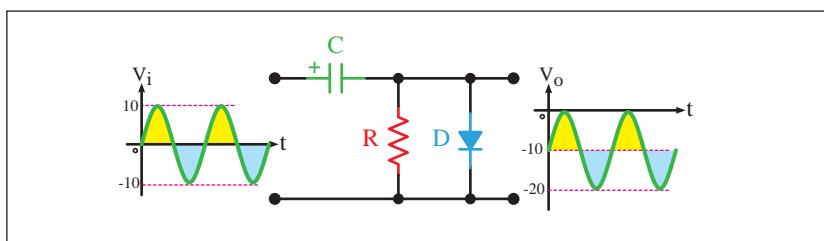




یک نمونه محدود کننده دو طرفه را شبیه سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده نگار نمایش دهید.

مدارهای جهش دهنده سیگنال یا مهار کننده

مدارهای مهار کننده می توانند سیگنال ورودی را به سمت بالا یا پایین جابه جا کنند و موج را روی هر تراز دلخواه مهار نمایند. در شکل ۳۲، مدار یک مهار کننده نشان داده شده است. در این مدار، دامنه پیک توپیک سیگنال سینوسی ورودی 20~V_{DC} آن صفر ولت است. همان طور که مشاهده می شود شکل موج خروجی، سینوسی است و دامنه پیک توپیک آن نیز 20~V ولت است؛ اما دارای یک مؤلفه ولتاژ DC برابر با 10~V ولت می باشد. به عبارت دیگر سیگنال ورودی به اندازه 10~V ولت (در جهت منفی) جابه جا شده است. در مدارهای مهار کننده مانند مدارهای برش دهنده می توان از باتری برای بایاس کردن دیودها نیز استفاده کرد.

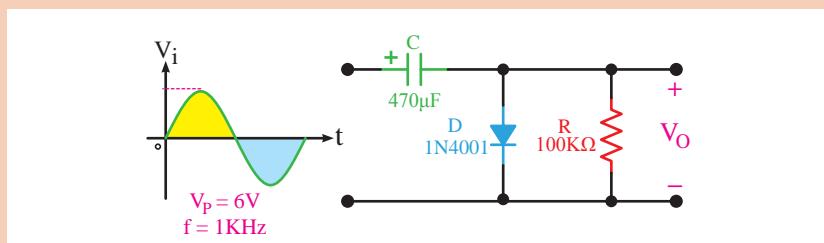


شکل ۳۲- مدار مهار کننده سیگنال سینوسی



مراحل اجرای کار:

- ۱ مدار شکل زیر را که یک جهش دهنده است روی برد بیندید و سیگنال ژنراتور صوتی را به ورودی آن متصل کنید.
- ۲ به وسیله اسیلوسکوپ، شکل موج خروجی را مشاهده نموده و با مقیاس مناسب رسم کنید.
- ۳ ولتاژ پیک توپیک و DC خروجی را اندازه بگیرید.



انتخاب ابزار کار مناسب و استفاده صحیح از آنها چه تغییری در رفتار فرد ایجاد می کند؟

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیوودی

ارزشیابی

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شاپیستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱	بررسی عملی، و آزمایش و نام‌گذاری انواع دیوودها. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای یکسوکننده. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای محدود کننده. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای چند برابر کننده و مهار کننده. هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.	بالاتر از حد انتظار			
۲	بررسی عملی، و آزمایش و نام‌گذاری انواع دیوودها. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای یکسوکننده. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای محدود کننده. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای چند برابر کننده و مهار کننده. هنرجو توانایی بررسی سه مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	در حد انتظار	بررسی مدارهای کاربردی دیوود و بستن آنها به صورت عملی	بررسی و چگونگی ساخت انواع دیوود	کاربری مدارهای الکترونیکی
۱	بررسی عملی، و آزمایش و نام‌گذاری انواع دیوودها. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای یکسوکننده. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای محدود کننده. بررسی عملی و نحوه عملکرد مدارهای چند برابر کننده و مهار کننده. هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	پایین‌تر از حد انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شاپیستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری مدارهای دیودی

۱- شرح کار:

- بررسی، تجزیه و تحلیل و نام‌گذاری دیودها؛
- بررسی، تجزیه و تحلیل و کار با مدارهای یکسوساز دیودی؛
- بررسی، تجزیه و تحلیل و کار با مدارهای محدود‌کننده دیودی؛
- بررسی، تجزیه و تحلیل و کار با مدارهای چند برابر‌کننده‌های دیودی؛
- بررسی، تجزیه و تحلیل و کار با مدارهای مهار‌کننده دیودی.

۲- استاندارد عملکرد:

- بررسی، آزمایش و کار با مدارهای کاربردی دیودی.

شاخص‌ها:

- شناخت کامل از تجهیزات الکترونیکی

۳- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

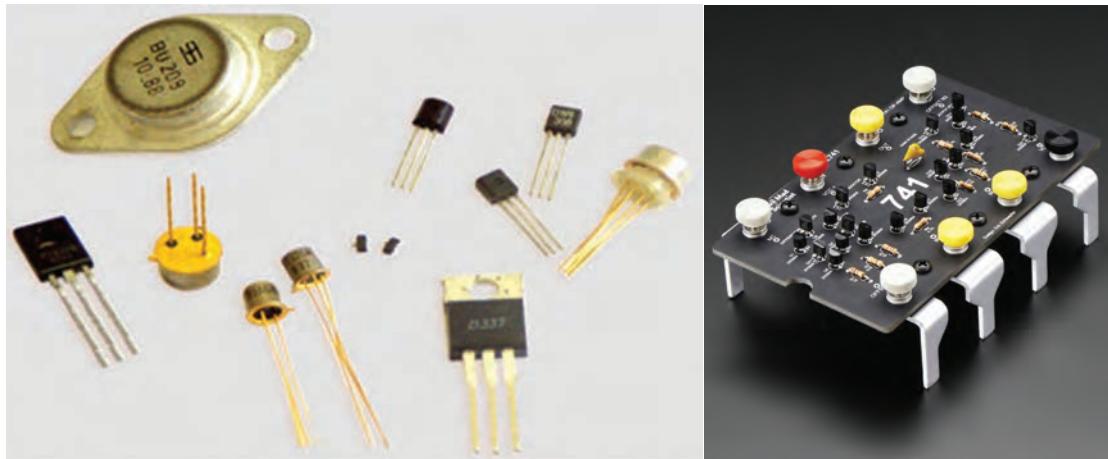
شرط: کارگاه، مجهز به لوازم ایمنی باشد.

ابزار و تجهیزات: کلیه دستگاه‌های الکترونیکی و قطعات الکترونیکی.

۴- معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی و نام‌گذاری دیود	۲	
۲	بستن سخت‌افزاری مدارهای یکسوساز دیودی	۱	
۳	بستن سخت‌افزاری مدارهای محدود‌کننده دیودی	۱	
۴	بستن سخت‌افزاری مدارهای چند برابر‌کننده‌های دیودی	۱	
۵	بستن سخت‌افزاری مدارهای مهار‌کننده دیودی	۱	
شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست‌محیطی و ...			
۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛			
۲- دقیق و تمرکز در اجرای کار؛			
۳- شایستگی تفکر و یادگیری مدام‌العمر؛			
۴- رعایت اصول و قواعد اخلاق حرفه‌ای.			
میانگین نمرات			
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.			

کاربری مدارهای ترانزیستوری



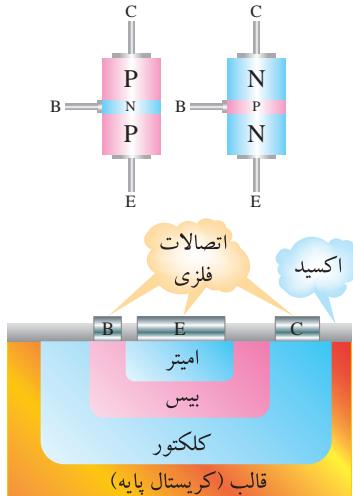
آیاتاکنون پی برد هاید

- تشخیص پایه های ترانزیستور چگونه صورت می گیرد؟
- منحنی مشخصه ترانزیستور چگونه به دست می آید؟
- نقطه کار ترانزیستور چگونه اندازه گیری می شود؟
- با یاسینگ ترانزیستور به چند صورت انجام می شود؟
- تقویت کننده های ترانزیستوری از نظر نوع آرایش به چند دسته تقسیم می شوند؟

استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری هنرجو کار با مدارهای ترانزیستوری را بررسی کرده و به صورت عملی آنها را اجرا می نماید.

ترانزیستور



شکل ۳۴- ساختمان ترانزیستور

با شناخت خواص نیمه‌هادی‌ها، در سال ۱۹۴۸ ترانزیستور ساخته شد. این اختراع جدید به سرعت در صنعت الکترونیک راه یافت و تحولی بزرگ در این امر به وجود آورد.

امروزه ترانزیستورها با تلفات قدرت کمتر، حجم و وزن کمتر و عمر بیشتر جایگزین لامپ‌های خلاً شده‌اند. ساختمان ترانزیستور شامل سه کریستال است که یک کریستال در وسط و دو کریستال از نوع مخالف در دو طرف آن قرار گرفته است (شکل ۳۳). ترانزیستورها در دو نوع NPN و PNP ساخته می‌شوند.

ترانزیستور دارای سه پایه است که عبارت‌اند از:

(الف) امیتر یا پخش‌کننده (Emitter)

وظیفه امیتر پخش کردن الکترون‌ها (در NPN) یا حفره‌ها (در PNP) در لایه بیس است.

(ب) کلکتور یا جمع‌کننده (Collector)

کار کلکتور جمع کردن الکترون‌ها یا حفره‌های پخش شده به وسیله امیتر از طریق لایه بیس است.

(ج) بیس (Base)

وظیفه بیس کنترل میزان الکترون‌ها یا حفره‌های پخش شده از امیتر است.



شکل ۳۴- تصویر ظاهری از چند نمونه ترانزیستور

چون عمل کلکتور جمع کردن الکترون‌ها یا حفره‌ها از طریق لایه بیس است؛ از این رو، سطح اتصال بیس کلکتور بزرگ‌تر از سطح اتصال بیس امیتر است.

به طور کلی ترانزیستور از سه کریستال تشکیل شده است که در محل پیوند هر کریستال یک اتصال وجود دارد. هر اتصال شامل پیوند یک کریستال N به کریستال P است که مانند یک اتصال دیود عمل می‌کند. از این ویژگی برای تشخیص پایه‌های ترانزیستور استفاده می‌کنند. در شکل ۳۴ شکل ظاهری چند نمونه ترانزیستور را مشاهده می‌کنید.

با مشاهده چند ترانزیستور از روی بدنه ترانزیستورها آنها را نام‌گذاری و جنس و نوع آنها را مشخص کنید.

فعالیت
کارگاهی



پومنان ۳: کاربری مدارهای دیودی

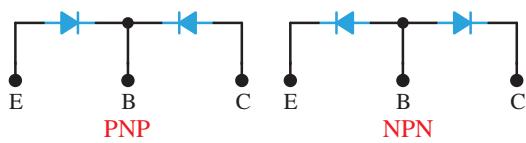
فعالیت
کارگاهی



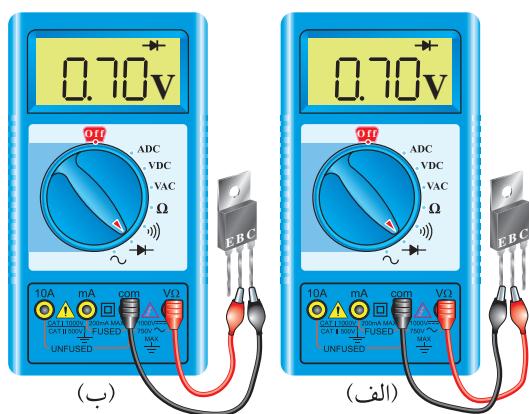
آزمایش ترانزیستور

- ۱ با مشاهده شکل ظاهری یک عدد ترانزیستور NPN و یک عدد ترانزیستور PNP، شکل ظاهری آنها را در جدول زیر رسم کنید و پایه‌های آنها را به دلخواه شماره گذاری کنید.

ردیف	شماره ترانزیستور	شکل ظاهری
۱		
۲		



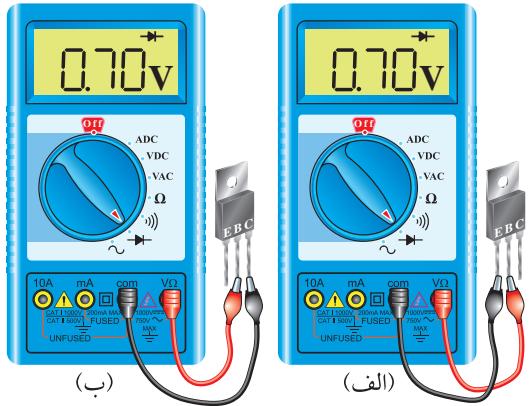
- ۲ می‌دانیم ترانزیستور از سه لایه کریستال تشکیل شده است که مدار معادل دیودی آن مشابه شکل زیر می‌شود. با استفاده از مولتی‌متر می‌توان نوع ترانزیستور PNP یا NPN را مشخص کرد.



- ۳ از خاصیت دیودی ترانزیستور می‌توان برای تشخیص پایه‌های ترانزیستور و نوع ترانزیستور از نظر NPN یا PNP بودن آن استفاده کرد. برای تعیین پایه بیس ترانزیستور، مولتی‌متر دیجیتال را روی حالت آزمایش دیود قرار می‌دهیم؛ سپس با اتصال پروب مولتی‌متر به پایه‌ها، پایه‌ای را پیدا می‌کنیم که نسبت به پایه‌های دیگر در ولتاژ موافق قرار گرفته باشد. یعنی مولتی‌متر عدد ۷/۰ یا ۶/۰ ولت را نشان دهد. در صورتی که ترانزیستور سالم باشد، این پایه، پایه بیس است. در شکل روبرو این حالت را مشاهده می‌کنید. طبق شکل، پایه‌ای که با B مشخص شده است پایه بیس است. همان‌طور که در شکل‌های زیر مشاهده می‌شود، پایه وسطی ترانزیستور در یک حالت مشخص نسبت به دو پایه دیگر در ولتاژ موافق قرار دارد و پایه بیس است.

- ۴ با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال که در اختیار دارید، پایه بیس ترانزیستورها را مشخص کنید. شکل ظاهری ترانزیستور را رسم کنید.

- ۵ با استفاده از آزمایش (۴) می‌توانید نوع ترانزیستور را نیز مشخص کنید. در صورتی که در حالت ولتاژ موافق دیودهای بیس امیتر و بیس کلکتور، ترمینال مثبت مولتی‌متر به بیس متصل باشد، ترانزیستور



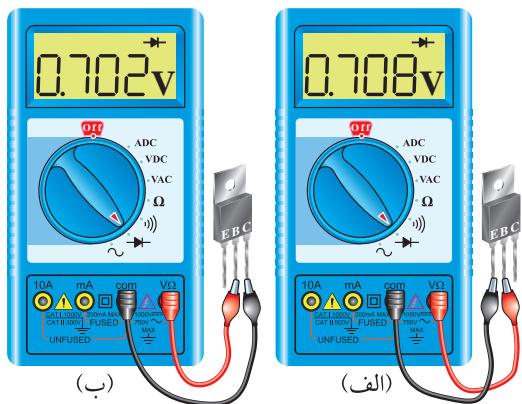
NPN و اگر ترمینال منفی مولتی‌متر دیجیتال به پایه
بیس متصل باشد، ترانزیستور از نوع PNP می‌باشد. در
شکل زیر ترانزیستور از نوع NPN است؛ زیرا پایه مثبت
مولتی‌متر به بیس اتصال دارد. نوع ترانزیستورهای مورد
آزمایش را مشخص کنید.

۶ تشخیص پایه‌های امیتر و کلکتور ترانزیستور نیز با
استفاده از مولتی‌متر دیجیتال امکان‌پذیر است.

نکته مهم



در برخی از موارد با توجه به نوع ترانزیستور و نوع دستگاه مولتی‌متر، تشخیص پایه‌های کلکتور و امیتر ترانزیستور با مولتی‌متر دیجیتال یا عقربه‌ای امکان‌پذیر نیست. در این حالت باید به Data Sheet یا کتاب اطلاعات ترانزیستور مراجعه کنید. همچنین می‌توانید از قسمت hfe متر دستگاه مولتی‌متر استفاده کنید.
در این حالت چنانچه پایه‌ها به‌طور صحیح وصل شده باشند، مقدار hfe نشان داده می‌شود.

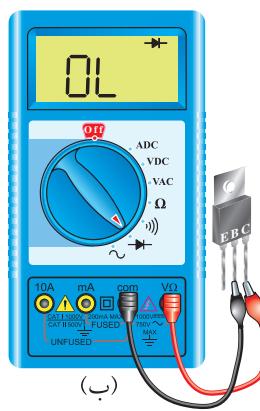


می‌دانیم سطح تماس کلکتور به بیس از سطح تماس
امیتر بیس بیشتر است. یعنی اتصال کلکتور بیس در
حالت موافق، مقاومت کمتری دارد و هنگامی که در ولتاژ
موافق قرار می‌گیرد افت ولتاژ دو سر آن از افت ولتاژ دو
سر اتصال بیس امیتر کمتر می‌شود. بنابراین، پایه‌ای که
ولتاژ کمتری دارد کلکتور و پایه‌ای که ولتاژ بیشتری دارد
امیتر است. توجه داشته باشید که تفاوت ولتاژها بسیار
کم و در حدود هزارم ولت است؛ بنابراین برای دیدن
آن در صورتی که حوزه کار (رنج مولتی‌متر) قابل تنظیم
است باید آن را تغییر دهید تا قابل خواندن باشد.

به این ترتیب پایه‌ای که ولتاژ موافق کمتری دارد، مقاومت نیز کمتر خواهد بود و آن پایه کلکتور است.
همچنین پایه‌ای که ولتاژ موافق بیشتری دارد، مقاومت بیشتری هم خواهد داشت و آن پایه امیتر است.
۷ با استفاده از مولتی‌متر دیجیتال، پایه‌های امیتر و کلکتور ترانزیستورها را مشخص کرده و در جدول زیر بنویسید.

ردیف	شماره ترانزیستور	شکل ظاهری پایه‌ها
۱		
۲		

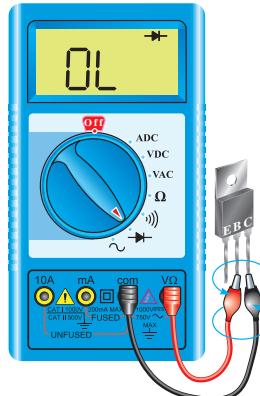
پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی



(ب)



(الف)



ب) دیود کلکتور بیس
قطع شده است.



الف) دیود کلکتور بیس
اتصال کوتاه است.

۸ ترانزیستور زمانی سالم است که بین بیس و امیتر و بیس و کلکتور در یک جهت ولتاژ موافق و در جهت دیگر تقریباً حالت اتصال باز را نشان دهد. در شکل رو به رو، دیودهای بیس امیتر و بیس کلکتور ترانزیستورهای شکل های قبل در بایاس مخالف قرار دارد و حالت OL یعنی Open Load را نشان می دهد. پس این ترانزیستور سالم است.

۹ ترانزیستورهای مورد آزمایش را با استفاده از مولتی متر دیجیتالی، مورد آزمایش قرار دهید و حالت های ولتاژ موافق و مخالف دیود «بیس امیتر» و دیود «بیس کلکتور» را عملأً مورد بررسی قرار داده و نتایج را ثبت کنید.

۱۰ در صورتی که دیودهای «بیس امیتر» و «بیس کلکتور» در یکی از حالت های موافق و مخالف، مقادیر یکسانی را نشان دهند یا کاملاً اتصال کوتاه یا کاملاً باز باشند، در این حالت ترانزیستور معیوب است. در شکل رو به رو دیود بیس کلکتور در حالت موافق و مخالف مقدار صفر را نشان می دهد، پس اتصال کوتاه است.

در شکل بالا دیود «بیس کلکتور» در هر دو حالت موافق و مخالف، حالت اتصال باز را نشان می دهد. این شرایط برای دیود «بیس امیتر» نیز ممکن است اتفاق بیفتد.

۱۱ در ترانزیستورهای معمولی عumoأ«کلکتور امیتر» مقاومت زیادی دارد و هنگام آزمایش با مولتی متر دیجیتال، مقدار زیادی را نشان می دهد. از این طریق می توان به سالم بودن اتصال «کلکتور امیتر» پی برد.

۱۲ دو عدد ترانزیستور معیوب را در اختیار گرفته و نوع عیب آنها را مشخص کنید و با ذکر دلایل توضیح دهید.

۱۳ در صورتی که مولتی متر عقربه ای در اختیار دارید، با استفاده از آن دو عدد ترانزیستور را آزمایش کنید و پایه ها و نوع آنها را تشخیص دهید و نتایج را به طور خلاصه بنویسید.

تحقیق کنید



نکته مهم



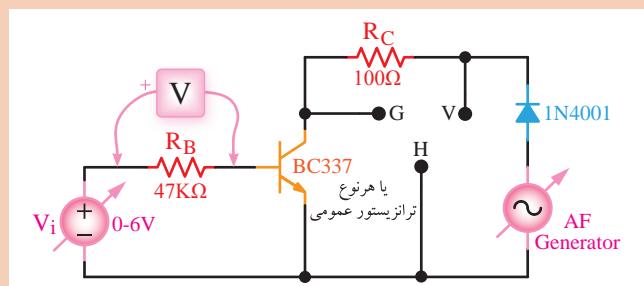
در صورتی که با استفاده از مولتی متر نتوانیم پایه های کلکتور و امیتر ترانزیستور را پیدا کنیم، با چه روش های دیگری می توانیم آنها را مشخص کنیم؟ شرح دهید.

توجه داشته باشید که هرگز نباید ترانزیستور در شرایط ماکزیمم مجاز قرار گیرد زیرا آسیب می بیند. با توجه به شرایط ترانزیستور، عumoأ مشخصه های الکتریکی آن در جدول جداگانه ای تعریف می شود. در شرایط عادی برای طراحی تا حداقل ۷۵ درصد مقادیر ماکزیمم مجاز پیشنهاد می شود.



مراحل اجرای کار:

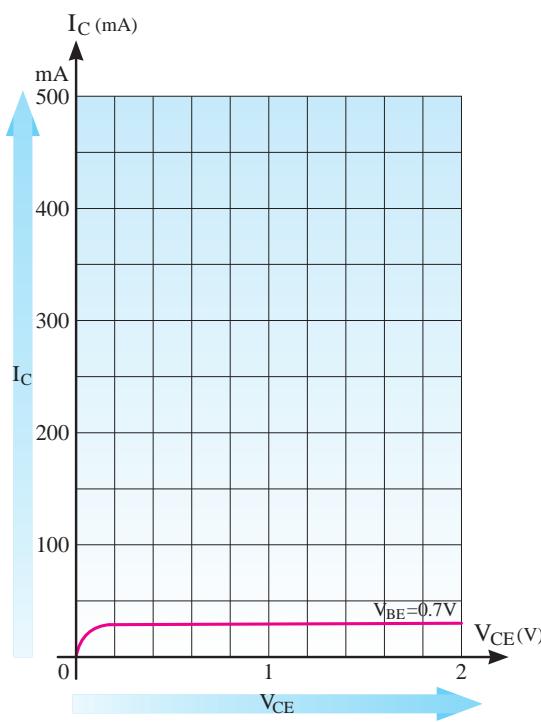
۱ مدار شکل زیر را روی برد بیندید. این مدار مربوط به رسم مشخصه ترانزیستور با استفاده از اسیلوسکوپ است. در این مدار برای تغییر ولتاژ کلکتور امیتر از یک سیگنال سینوسی نیم موج استفاده



شده است. دیود D عمل یکسوسازی را انجام می‌دهد. تغییر جریان I_B نیز با استفاده از یک منبع تغذیه DC صورت می‌گیرد. نقاط G, V و H محل اتصال ورودی عمودی، خط شاسی و افقی اسیلوسکوپ به مدار است.

نکته مهم

دسته‌ای از ترانزیستورها را که مصارف عمومی دارند ترانزیستور برای مصارف عمومی یا Universal می‌نامند و بهطور خلاصه نوع TUP NPN و TUN PNP را نام‌گذاری می‌کنند. در بسیاری از موارد این ترانزیستور را GP یا General Purpose می‌نامند.



۲ برای اجرای آزمایش، ترانزیستور خاصی مورد نظر نیست. هر نوع ترانزیستوری را می‌توانید انتخاب کنید. فقط ترانزیستور از نوع عمومی یا TU باشد.

۳ نقطه G را به بدنه اسیلوسکوپ، نقطه V را به ورودی عمودی و نقطه H را به ورودی افقی اسیلوسکوپ وصل کنید.

۴ سلکتور Volt /Div عمودی اسیلوسکوپ را روی $2 \text{ Volt}/\text{cm}$ و سلکتور Volt /Div افقی آن را روی $2 \text{ Volt}/\text{cm}$ قرار دهید. توجه داشته باشید که با توجه به نوع اسیلوسکوپ و تجهیزات، ممکن است این مقادیر تغییر کند.

۵ سیگنال ژنراتور AF را روی فرکانس 500 هرتز DC دامنه ماکزیمم 6 ولت قرار دهید و منبع تغذیه DC ورودی را روی حدود یک ولت بگذارید.

۶ روی صفحه اسیلوسکوپ باید شکلی مشابه شکل رویه رو ظاهر شود. با توجه به شرایط تنظیم شده، مقادیر با اعداد نشان داده شده روی شکل متفاوت خواهد بود.

پومنان ۳: کاربری مدارهای دیودی

۷ اگر به شکل قبل توجه کنید محور افقی اسیلوسکوپ مقدار V_{CE} و محور قائم اسیلوسکوپ مقدار I_C و ولت‌متر ولتاژ دوسر R_B را نشان می‌دهد. با توجه به مقادیر R_C و R_B و ولتاژهای نشان داده شده می‌توانید مقادیر I_C و I_B را به دست آورید:

$$I_C = \frac{V_{RC}}{R_C}, \quad I_B = \frac{V_{RB}}{R_B}$$

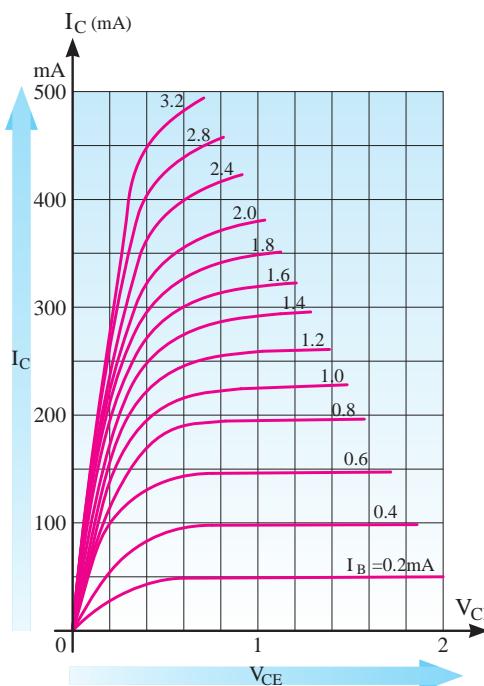
۸ شکل موج نشان داده شده روی صفحه اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب ترسیم کنید. در صورت نیاز برای پوشش تمام صفحه سلکتور V/DIV افقی و عمودی و مقادار دامنه ولتاژ سیگنال ژنراتور AF را تنظیم کنید.

۹ با استفاده از مقادیر V_{RC} و V_{RB} مقدار جریان I_C و I_B را محاسبه کنید. توجه داشته باشید این جریان‌ها

بیشترین جریان‌هایی هستند که در شرایط اجرای آزمایش از مدار می‌گذرند. پس از محاسبه جریان‌ها، منحنی مشخصه خروجی ترسیم شده را برای مقادیر I_B و I_C با مقیاس مناسب و دقیق درجه‌بندی کنید.

۱۰ مقدار ولتاژ خروجی سیگنال ژنراتور AF را تغییر دهید. در این حالت باید مقدار V_{CE} روی منحنی خروجی تغییر کرده و جا به جا شود. در مورد نتایج به دست آمده توضیح دهید.

۱۱ مقدار V_{CE} را در حدی تنظیم کنید که تمام صفحه را در جهت افقی بپوشاند. حال مقدار ولتاژ تغذیه بیس را افزایش دهید. با این افزایش منحنی باید به سمت بالا جابه‌جا شود. هر قدر منحنی به سمت بالاتر جابه‌جا می‌شود، مقدار V_{CE} کمتر می‌شود (شکل روبرو).



توجه داشته باشید که با تغییرات V_{BE} ، مقدار I_B افزایش می‌یابد. با افزایش I_B ، مقدار I_C افزایش می‌یابد و با افزایش I_C ، مقدار ولتاژ دوسر R_C زیاد و ولتاژ V_{CE} کم می‌شود.

۱۲ با توجه به اجرای مرحله ۱۱ با تغییر مقدار ولتاژ DC تغذیه بیس، حداقل تعداد چهار منحنی را با مقادیر مختلف I_B ترسیم کنید و مقادیر جریان I_B و V_{CE} را روی آنها مشخص نمایید.

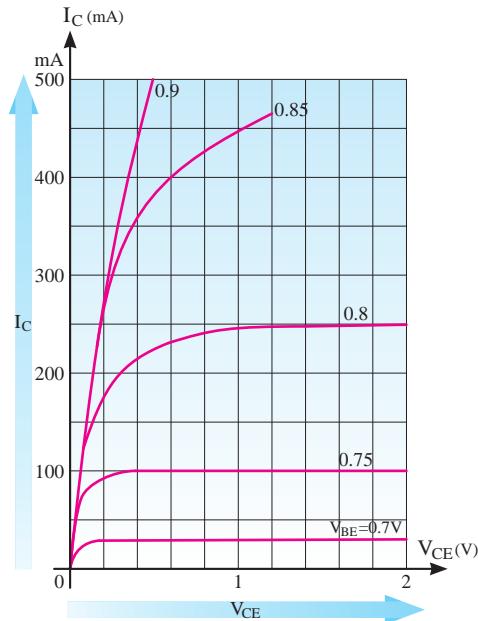
۱۳ همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش مقدار I_B ، مقدار V_{CE} کاهش می‌یابد. در صورتی که نقاط مختلف منحنی‌های خانواده $I_C - V_{CE}$ را در شرایط مختلف I_B به هم وصل کنیم، خط بار DC ترسیم می‌شود. خط بار DC را روی منحنی خروجی مرحله ۱۲ ترسیم کنید.

۱۴ مقدار R_C را به $1\text{ K}\Omega$ تغییر دهید و اثر آن را روی منحنی خروجی ترانزیستور بررسی کنید. خط بار جدید را روی نمودار مرحله ۱۲ ترسیم کنید و مختصات سه نقطه کار دخواه را روی منحنی جدید به دست آورید (Q1، Q2، Q3).

تحقیق کنید



منحنی مشخصه خروجی ترانزیستور BC ۳۳۷ را که در شکل رو به رو آمده است مورد بررسی قرار دهید.

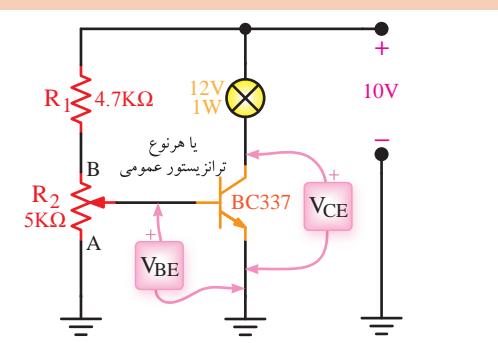


فعالیت
کارگاهی



هدایت ترانزیستور مراحل اجرای کار:

- ۱ در شکل رو به رو مدار آزمایش مربوط به هدایت ترانزیستور نشان داده شده است. در این مدار با استفاده از پتانسیومتر، ولتاژ بیس امیتر و جریان کلکتور ترانزیستور تغییر می کند و هرچه سر آزاد پتانسیومتر از B به A نزدیک تر شود هدایت ترانزیستور افزایش می باید و نور لامپ بیشتر می شود. در نقطه A، ترانزیستور قطع و لامپ خاموش می شود.



توجه کنید



در صورتی که لامپ ۱۲ ولت ۱ وات در اختیار ندارید، می توانید از لامپ ۳ ولت ۰/۵ وات یا LED استفاده کنید. در این حالت باید ولتاژ تغذیه را کاهش دهید.

- ۲ مدار شکل قبل را روی برد بندید. سر وسط پتانسیومتر را در نقطه A قرار دهید. در این حالت، ولتاژ «بیس امیتر» ترانزیستور و «کلکتور امیتر» ترانزیستور چند ولت است؟ لامپ خاموش است یا روشن؟ ترانزیستور در چه ناحیه‌ای قرار دارد؟ چرا؟ پاسخ خود را شرح دهید.

- ۳ سر وسط پتانسیومتر را از نقطه A آهسته به نقطه B نزدیک کنید. در نور لامپ چه تغییری به وجود

پومن ۳: کاربری مدارهای دیودی

- می‌آید؟ ولتاژ بیس امیتر چه تغییری می‌کند؟ پاسخ خود را شرح دهید.
- ۴ سر وسط پتانسیومتر را در نقطه B قرار دهید. ترانزیستور در چه ناحیه‌ای قرار می‌گیرد؟ هدایت ترانزیستور را چگونه می‌توان تغییر داد؟ پاسخ خود را شرح دهید.

تحقیق کنید



حالات قطع، فعال و اشباع ترانزیستور چه کاربردهایی دارد؟ پاسخ خود را شرح دهید.

انواع تقویت کننده‌ها از نظر تقویت سیگنال

یکی از کاربردهای ترانزیستور، استفاده از آن در مدارهای تقویت کننده است. تقویت کننده‌های ترانزیستوری قادر به تقویت ولتاژ، جریان و توان سیگنال مورد نظر هستند. با توجه به میزان تقویت کنندگی، تقویت کننده‌ها را به دو دستهٔ عمدۀ زیر تقسیم می‌کنند.

۱ تقویت کننده‌های سیگنال کوچک؛

۲ تقویت کننده‌های سیگنال بزرگ.

تحقیق کنید

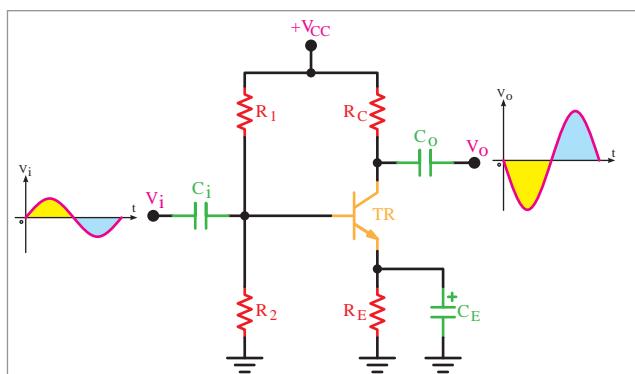


با مراجعه به اینترنت در مورد تقویت کننده‌های سیگنال کوچک و تقویت کننده‌های سیگنال بزرگ تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

انواع تقویت کننده‌های ترانزیستوری از نظر آرایش

تقویت کننده‌های سیگنال کوچک در سه نوع امیتر مشترک (CE)، کلکتور مشترک (CC) و بیس مشترک (CB) ساخته می‌شوند.

در صورتی که پایه امیتر از نظر سیگنال AC بین ورودی و خروجی مدار مشترک باشد، مدار را امیتر مشترک یا (CE) می‌نامند. چنانچه پایه کلکتور از نظر AC بین ورودی و خروجی مشترک باشد، مدار کلکتور مشترک یا (CC) است. در صورتی که پایه بیس بین ورودی و خروجی از نظر AC مشترک باشد، مدار را بیس مشترک (CB) می‌نامند.



تقویت کننده امیتر مشترک: در این تقویت کننده سیگنال ورودی به امیتر اعمال می‌شود و خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می‌شود. شکل ۳۶ یک نمونه تقویت کننده امیتر مشترک را نشان می‌دهد.

منبع تغذیه V_{CC} به وسیله دو مقاومت تقسیم کننده ولتاژ R₁ و R₂، ولتاژ بیس ترانزیستور R_E تأمین می‌کند. مقاومت‌های R_C و مقاومت‌های بایاس کلکتور و امیتر ترانزیستور

هستند. برای آنکه ولتاژ متناوب روی R_E افت نکند، دو سر مقاومت R_E را به وسیله خازن C_E که خازن «بای پاس» نام دارد، برای ولتاژ متناوب، اتصال کوتاه می‌کنیم. C_i و C_0 نیز خازن‌های کوپل‌اژ هستند.

تحقیق کنید

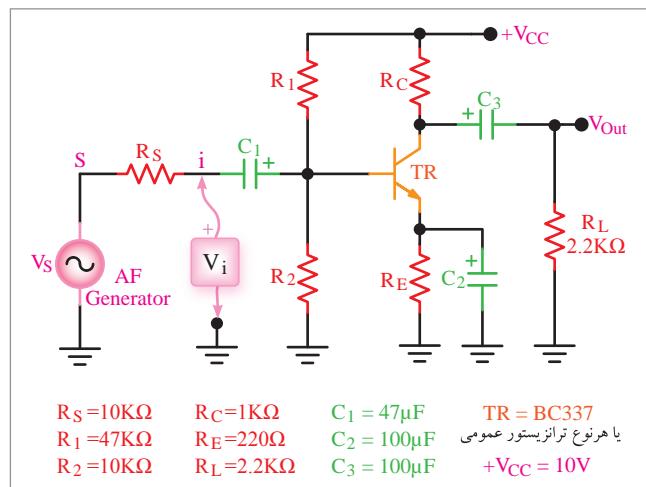


در مورد انواع کلاس کار ترانزیستورها تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس ارائه دهید.

فعالیت
کارگاهی



در این تقویت‌کننده، هدف از آزمایش اندازه‌گیری بهره ولتاژ، بهره جریان، امپدانس ورودی، امپدانس خروجی و اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و ولتاژ خروجی است.



در صورتی که تقویت‌کننده شما در کلاس A قرار ندارد با تغییر مقاومت‌های R_1 و R_2 نقطه کار را اصلاح کنید.

توجه کنید



- ۴** سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کرده و به مدار وصل کنید.
- ۵** کanal «یک» اسیلوسکوپ را به خروجی مدار متصل کنید. در این حالت مقاومت بار یعنی R_L در مدار قرار ندارد.
- ۶** دامنه سیگنال ژنراتور را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگنال خروجی روی V_{PP} ۵ تنظیم شود.
- ۷** بار دیگر توسط مولتی‌متر مشخصات نقطه کار مدار (V_{CE} , I_C , V_{BE}) را اندازه بگیرید و مقادیر آن را یادداشت کنید.

مقادیر به دست آمده را با مقادیر مرحله (۳) مقایسه کرده و نتایج را یادداشت کنید.

- ۸** با استفاده از کanal «یک»، اسیلوسکوپ دامنه پیک توپیک سیگنال ورودی (V_{iPP}) را اندازه بگیرید.
- ۹** با استفاده از رابطه $A_{V1} = \frac{V_{OPP1}}{V_{iPP}}$ ، مقدار بهره ولتاژ مدار را در حالت بی‌باری محاسبه کنید. V_{OPP1} را ولتاژ

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

خروجی بدون بار یا (No Load) V_{ONL} می‌نامند.

۱۰ مقاومت بار R_L را به مدار متصل کنید و بهره ولتاژ مدار را در حالت بارداری از رابطه $A_{Vr} = \frac{V_{OPP2}}{V_{iPP1}}$ محاسبه کنید. در این مرحله V_{iPP1} و V_{iPP2} مجدداً باید با اسیلوسکوپ اندازه گیری شوند. مقادیر V_{iPP1} را ولتاژ خروجی در حالت بارداری می‌نامند. آن را با V_{OFL} (Full Load) نشان می‌دهند. در ضمن قراردادن بار در مدار تأثیر چندانی در V_{iPP} ندارد.

۱۱ مقادیر بهره‌های ولتاژ اندازه گیری شده در حالت بارداری و بی‌باری را با هم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۱۲ با اندازه گیری ولتاژ دو سر بار به وسیله اسیلوسکوپ، I_L را از رابطه $I_L = \frac{V_{RL}}{R_L}$ محاسبه کنید.

۱۳ ولتاژ دو سر R_S را با اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و مقادیر I_i را از رابطه زیر محاسبه کنید:

$$I_i = \frac{V_{RS}}{R_S} = \frac{V_S - V_i}{R_S}$$

۱۴ بهره جریان مدار را با استفاده از رابطه $A_i = \frac{I_L}{I_i}$ محاسبه کنید.

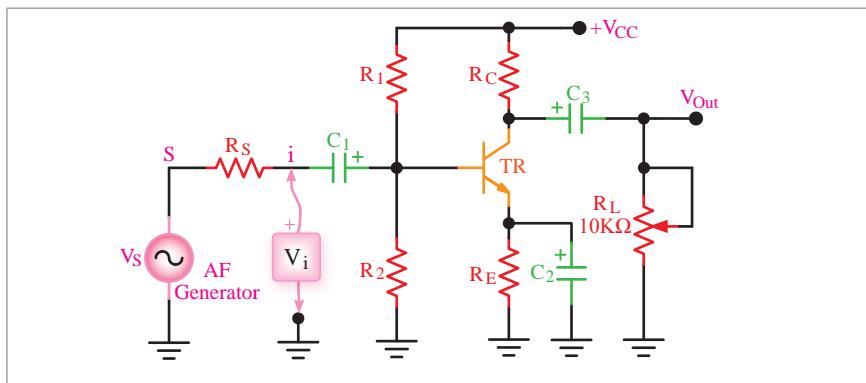
۱۵ با اندازه گیری مقادیر V_i و I_i مقاومت ورودی تقویت‌کننده را با استفاده از رابطه $\frac{V_i}{I_i} = R_i$ اندازه بگیرید.

۱۶ با اندازه گیری ولتاژ خروجی بدون بار (V_{ONL}) و نیز ولتاژ خروجی با بار (V_{OFL}) و با استفاده از فرمول زیر مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

$$R_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$$

۱۷ به جای مقاومت R_L طبق شکل زیر یک پتانسیومتر $10\text{ K}\Omega$ قرار دهید.

۱۸ مقادیر پتانسیومتر را تغییر دهید تا ولتاژ خروجی به اندازه نصف ولتاژ در حالت بی‌باری یعنی $\frac{V_{ONL}}{2}$ شود.



۱۹ مقاومت پتانسیومتر را بدون اینکه تغییر دهید، اندازه بگیرید. این مقاومت برابر با مقاومت خروجی تقویت‌کننده است. به نظر شما علت چیست؟ پاسخ خود را شرح دهید.

۱۰ مقدار مقاومت خروجی به دست آمده در مرحله ۱۹ را با مقدار مقاومت خروجی به دست آمده در مرحله ۱۶ مقایسه کنید و درباره آن توضیح دهید.

۱۱ اسیلوسکوپ را روی حالت دو کاناله قرار دهید و CH1 را به ورودی و CH2 را به خروجی متصل کنید. در این حالت، R_L در مدار قرار دارد.

۱۲ اسیلوسکوپ را به گونه‌ای تنظیم کنید که حدوداً دو سیکل کامل روی صفحه ظاهر شود.

۱۳ شکل موج خروجی و ورودی را با مقیاس مناسب و با در نظر گرفتن اختلاف فاز ترسیم کنید.

نکته مهم

هنگام مشاهده شکل موج خروجی و ورودی دقیق کنید تا اسیلوسکوپ روی CH Invert نباشد؛ زیرا اگر روی این تنظیم قرار گیرد اختلاف فاز را نشان نمی‌دهد.



تحقیق کنید

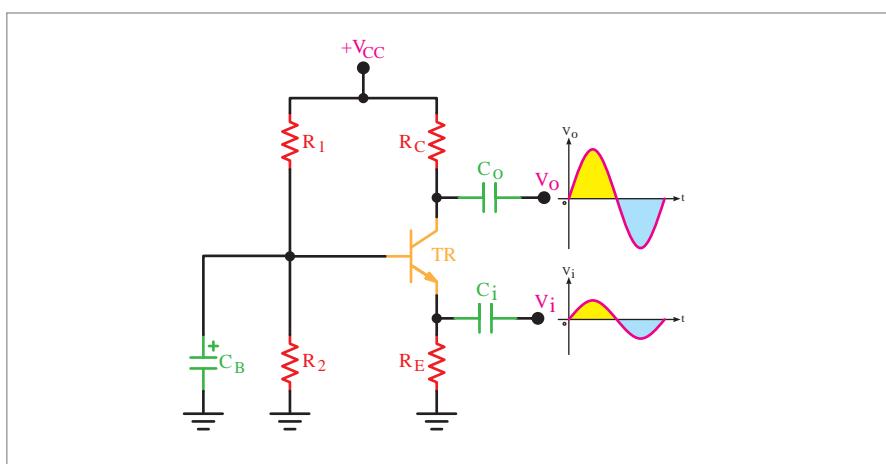


کار در منزل



یک نمونه تقویت‌کننده امیتر مشترک را شبیه‌سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده‌نگار نمایش دهید.

تقویت‌کننده بیس مشترک: در تقویت‌کننده شکل زیر سیگنال ورودی را به امیتر می‌دهیم و سیگنال تقویت شده را از کلکتور ترانزیستور دریافت می‌کنیم.



پایه بیس از نظر سیگنال AC به زمین وصل و بین ورودی و خروجی مشترک است. C_1 و C_o خازن‌های کوپلر و C_B خازن بای پاس است. این آرایش، سیگنال ورودی را فقط از نظر دامنه ولتاژ تقویت می‌کند.

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

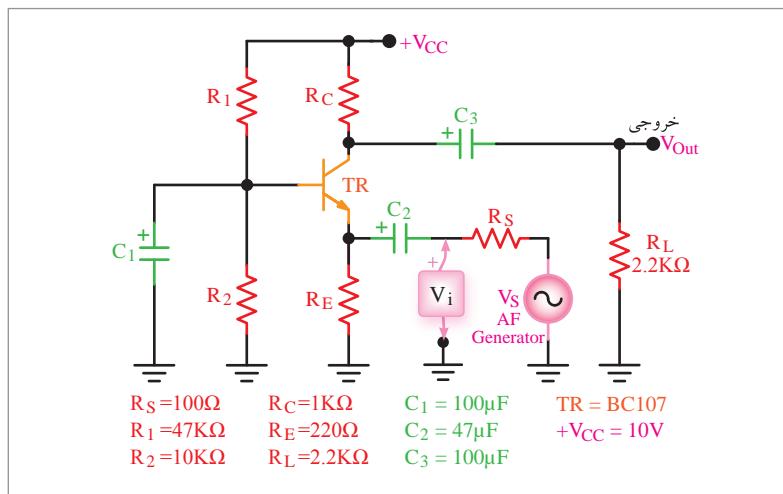
فعالیت
کارگاهی



در این تقویت‌کننده، هدف از آزمایش، اندازه‌گیری بهره ولتاژ، بهره جریان، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی و اختلاف فاز در تقویت‌کننده بیس مشترک است.

مراحل اجرای کار:

- مدار شکل زیر را روی پرده بندید و نقطه کار DC آن را اندازه بگیرید.



- سیگнал ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم نمایید.
- اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه سیگнал ورودی را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگнал خروجی روی V_{PP} ۵ تنظیم شود.
- دامنه سیگнал ورودی و خروجی (V_{OPP} و $V_{i_{PP}}$) را اندازه گرفته و یادداشت کنید.
- با استفاده از رابطه $A_{Vi} = \frac{V_{OPP}}{V_{i_{PP}}}$ مقدار بهره ولتاژ را محاسبه کنید.
- مقاومت بار $R_L = 2.2K\Omega$ را به خروجی مدار وصل کنید.
- با اندازه گیری مقدار ولتاژ خروجی در حالت بارداری (V_{OFL}) مقدار بهره ولتاژ را محاسبه کنید.
- ولتاژ دو سر بار R_L را اندازه بگیرید و مقدار جریان عبوری از R_L را محاسبه کنید.
- ولتاژ دو سر V_S و V_{RS} را اندازه بگیرید و مقدار ولتاژ دو سر R_S را از رابطه $V_{RS} = V_S - V_i$ محاسبه کنید.
- با استفاده از مقادیر V_{RS} و R_S ، مقدار جریان ورودی (I_i) را از رابطه $I_i = \frac{V_{RS}}{R_S}$ محاسبه کنید.
- با استفاده از رابطه $A_I = \frac{I_L}{I_i}$ ، مقدار بهره جریان را محاسبه کنید.
- با استفاده از مقادیر اندازه گیری شده V_i و I_i ، مقدار مقاومت ورودی تقویت کننده بیس مشترک را محاسبه کنید.

۱۳ با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی در حالت بدون بار و ولتاژ خروجی در حالت با بار و با استفاده از فرمول زیر، مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

$$R_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$$

۱۴ به جای مقاومت $2/2$ کیلو اهمی، یک پتانسیومتر 10 کیلواهمی قرار دهید (پایه وسط پتانسیومتر و یکی دیگر از پایه‌ها به مدار وصل می‌شود).

۱۵ پتانسیومتر را به گونه‌ای تنظیم کنید که ولتاژ دو سر آن برابر با $\frac{V_{ONL}}{2}$ شود.

۱۶ پتانسیومتر را از مدار جدا کنید و بدون آنکه آن را تغییر دهید، مقاومت متصل شده به جای بار را اندازه بگیرید. این مقاومت همان مقاومت خروجی تقویت‌کننده است. درباره آن توضیح دهید.

۱۷ به وسیله اسیلوسکوپ، شکل موج خروجی و ورودی را با مقیاس مناسب رسم کنید؛ سپس اختلاف فاز بین موج خروجی و ورودی را اندازه بگیرید (در این حالت، مقاومت بار در مدار قرار دارد).

تحقیق کنید



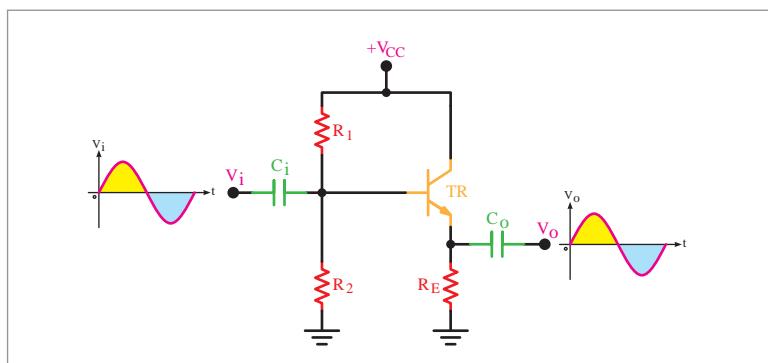
کاربرد تقویت کننده بیس مشترک را شرح دهید

کار در منزل



یک نمونه تقویت کننده بیس مشترک را شبیه‌سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده‌نگار نمایش دهید.

تقویت کننده کلکتور مشترک: در شکل زیر مدار یک تقویت کننده کلکتور مشترک نشان داده شده است. در این تقویت کننده، سیگنال ورودی به دیود بیس کلکتور اعمال می‌گردد و سیگنال خروجی از امیتر کلکتور دریافت می‌شود؛ یعنی، پایه کلکتور بین ورودی و خروجی مشترک است. از این رو به این تقویت کننده «کلکتور مشترک» می‌گویند.



منبع تغذیه DC از نظر ولتاژ متناوب، اتصال کوتاه است در نتیجه، کلکتور از نظر ولتاژ متناوب به زمین وصل می‌شود. مقاومت‌های R_1 و R_2 تقسیم کننده ولتاژ هستند و ولتاژ بیس را تأمین می‌کنند.

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

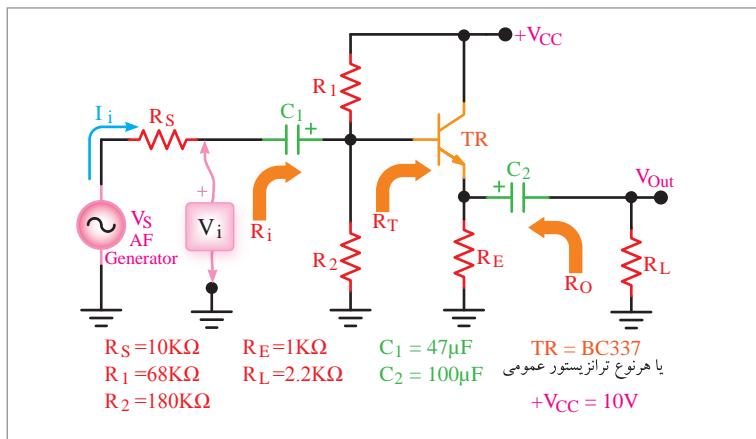
فعالیت
کارگاهی



در این تقویت‌کننده، هدف از آزمایش، اندازه‌گیری بهره ولتاژ، بهره جریان، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی و اختلاف فاز تقویت‌کننده کلکتور مشترک است.

مراحل اجرای کار:

۱ مدار شکل زیر را روی بردبرد ببندید و نقطه کار آن را اندازه بگیرید.



۲ سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم نمایید.

۳ اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه سیگنال

ورودی را آن قدر تغییر دهید تا دامنه سیگنال خروجی روی $5V_{PP}$ تنظیم شود.

۴ دامنه سیگنال ورودی تقویت‌کننده (V_{iPP}) را اندازه بگیرید و بهره ولتاژ مدار را از رابطه $A_v = \frac{V_{opp}}{V_{ipp}}$ محاسبه کنید.

۵ مقاومت بار $R_L = 2/2K\Omega$ را به خروجی مدار وصل نمایید.

۶ با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر بار، مقدار I_L را از رابطه $I_L = \frac{V_{RL}}{R_L}$ محاسبه کنید.

۷ ولتاژ دو سر R_S را اندازه بگیرید و سپس مقدار I_i را از رابطه $I_i = \frac{V_{RS}}{R_S}$ محاسبه کنید.

۸ با استفاده از رابطه $A_I = \frac{I_L}{I_i}$ و مقادیر اندازه‌گیری شده I_L و I_i مقدار بهره جریان را اندازه بگیرید.

۹ با اندازه‌گیری V_i و جریان ورودی I_i مقاومت ورودی تقویت‌کننده را از رابطه $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ محاسبه کنید.

۱۰ با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی بدون بار و نیز ولتاژ خروجی با بار و با استفاده از فرمول زیر، مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید:

$$R_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$$

۱۱ به وسیله اسیلوسکوپ، شکل موج ورودی و خروجی را رسم کنید و سپس اختلاف فاز بین موج خروجی و ورودی (φ) را اندازه بگیرید. در این حالت، مقاومت بار در مدار قرار دارد.

۱۲ درباره مقدار اختلاف فاز ایجاد شده بحث کنید.

تحقیق کنید



کاربرد تقویت کننده امیتر مشترک را شرح دهید.

تحقیق کنید



مقادیر کمیت‌های AV , Ai , Ri , ϕ را برای تقویت‌کننده‌های امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک بررسی کنید و آنها را با هم مقایسه نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده‌نگار نمایش دهید.

کار در منزل



یک نمونه تقویت‌کننده کلکتور مشترک را شبیه سازی نموده و نتیجه را در کلاس روی پرده‌نگار نمایش دهید.

پودمان ۳: کاربری مدارهای دیودی

ارزشیابی

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شاپرکی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
کاربری مدارهای ترانزیستوری الکترونیکی	بررسی مدارهای ترانزیستوری با معرفی و بررسی منحنی های مشخصه خروجی آن.	بالاتر از حد انتظار	۱ بروزی عملی، آزمایش و نامگذاری انواع ترانزیستور .BJT ۲ نحوه هدایت ترانزیستور BJT و بررسی منحنی های مشخصه خروجی آن. ۳ اجرای عملی مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری. ۴ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص های فوق را داشته باشد.	۳	
کاربری مدارهای ترانزیستوری الکترونیکی	چگونگی ساخت و عملکرد و بایاس ترانزیستورهارا به صورت عملی انجام دهد..	در حد انتظار	۱ بروزی عملی و آزمایش و نامگذاری انواع ترانزیستور .BJT ۲ نحوه هدایت ترانزیستور BJT و بررسی منحنی های مشخصه خروجی آن. ۳ اجرای عملی مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری. ۴ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص های فوق را داشته باشد.	۲	
نمره مستمر از ۵	نمره شاپرکی پودمان از ۳	نمره پودمان از ۲۰			

ارزشیابی شایستگی کاربری مدارهای ترانزیستوری

۱- شرح کار:

- بررسی، تجزیه و تحلیل و نام‌گذاری ترانزیستورهای BJT.
- چگونگی هدایت ترانزیستور BJT و بررسی منحنی‌های مشخصه خروجی آن.
- اجرای عملی مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری امیتر مشترک.
- اجرای عملی مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری بیس مشترک.
- اجرای عملی مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری کلکتور مشترک.

۲- استاندارد عملکرد:

- بررسی، آزمایش و کار با مدارهای کاربردی ترانزیستوری.

شاخص‌ها:

- تشریح کامل تجهیزات، از قطعات و دستگاه‌های الکترونیکی.

۳- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: مکان دارای کف عالی یا آنتنی استاتیک و مناسب برای انجام کار و کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.

ابزار و تجهیزات: کلیه دستگاه‌های الکترونیکی و قطعات الکترونیکی و میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد.

۴- معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	بررسی و نام‌گذاری ترانزیستورهای BJT	۲	
۲	بررسی و چگونگی هدایت ترانزیستور BJT و بررسی منحنی‌های مشخصه خروجی آن.	۱	
۳	بستن سخت افزاری مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری امیتر مشترک.	۱	
۴	بستن سخت افزاری مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری بیس مشترک.	۱	
۵	بستن سخت افزاری مدارهای تقویت کننده ترانزیستوری کلکتور مشترک.	۱	
شاخص‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و...			
۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲- دقیق و تمرکز در اجرای کار؛ ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام العمر؛ ۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای			
میانگین نمرات			

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

پودمان ۴

کاربری مدارهای دیجیتال



کاربری مدارهای دیجیتال

آیا قابه حال پی بوده‌اید

- در سامانه‌های دیجیتال، اطلاعات چگونه پردازش و نمایش داده می‌شوند؟
- کدام سامانه‌ای اعداد در مدارهای دیجیتال بیشتر استفاده می‌شود؟
- سطوح منطقی صفر و یک برای بیان متغیرها چگونه تولید می‌شوند؟
- چه قطعاتی برای ساخت دروازه‌های منطقی به کار می‌روند؟
- توابع منطقی اصلی در مدارهای دیجیتال چگونه نوشته می‌شوند؟
- گیت‌های ترکیبی چگونه ساخته می‌شوند؟
- مدارهای ترکیبی چگونه مدارهایی هستند؟
- مدارهای ترتیبی چگونه مدارهایی هستند؟

استاندارد عملکرد

بستن مدارهای کاربردی دیجیتالی با رعایت استانداردهای حاکم بر آن.

مدارهای منطقی یا دیجیتال

یک ماشین حساب، گویاترین نمونه سامانه دیجیتال است. نمونه‌های متعدد دیگری از جمله ساعت‌های دیجیتال، نمایشگر چراغ‌های راهنمایی و رانندگی، دستگاه‌های صوتی و تصویری و نوع پیشرفته دیگری مانند رایانه نیز وجود دارند که با یک منطق خاص کار می‌کنند. این منطق معمولاً طبق منطق بولی است که به‌طور مشترک در تمام مدارهای دیجیتالی یافت می‌شود. در سامانه‌های دیجیتال، یک یا چند دروازه منطقی (Logical gate) روی یک یا دو ورودی، عملیات منطقی انجام می‌دهند و در نهایت یک خروجی منطقی را تولید می‌کنند. دروازه‌ها یا گیت‌های منطقی از مبنای دودویی یا همان اعداد باینری پیروی می‌کنند. در منطق الکترونیک، هر سطح منطقی نماینده ولتاژ معینی است که این ولتاژ به نوع منطقی که استفاده می‌شود بستگی دارد. توابع منطقی از ترکیب گیت‌های منطقی ساخته می‌شوند که به آنها مدارهای منطقی یا دیجیتالی می‌گویند.

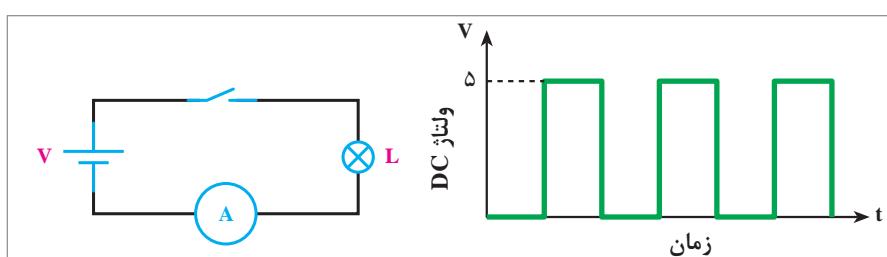
سامانه‌های آنالوگ و دیجیتال

به‌طور کلی همه وسایل الکتریکی و الکترونیکی در قالب سامانه‌های آنالوگ و دیجیتال یا تلفیقی از آنها ساخته می‌شوند.

سامانه آنالوگ: سامانه آنالوگ به سامانه‌ای گفته می‌شود که در آن، تغییرات سیگنال به صورت پیوسته است، یعنی اطلاعات در تمامی لحظات وجود دارد. موج‌های سینوسی شکل، DC و مثلثی از انواع سیگنال‌های آنالوگ هستند.

سامانه دیجیتال: گروه دیگری از سیگنال‌ها وجود دارند که دارای تغییرات پله‌ای و مجزا هستند. به عبارت دیگر ولتاژ آنها بین دو مقدار حداقل و حداکثر تغییر می‌کند. به سامانه‌هایی که با چنین ولتاژ‌هایی کار می‌کنند «سامانه‌های دیجیتال» می‌گویند. از جمله دستگاه‌هایی که با این سامانه دیجیتالی کار می‌کنند، می‌توان مرکز تلفن، ماشین حساب و رایانه را نام برد. در شکل ۱ یک نمونه سیگنال دیجیتالی نشان داده شده است.

به کمک مدار داده شده در شکل ۱ و قطع و وصل پی‌درپی کلید و مشاهده نور لامپ یا اندازه‌گیری جریان آن، یک سیگنال دیجیتالی به وجود می‌آید، زیرا هنگام قطع و وصل کلید، لامپ دو حالت روشن و خاموش به خود می‌گیرد.



شکل ۱

در منزل، هنرستان و یا محیط کار دستگاه‌هایی را بیابید که فقط دارای سامانه آنالوگ، فقط دارای سامانه دیجیتال یا دارای سامانه تلفیقی آنالوگ و دیجیتال هستند. نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



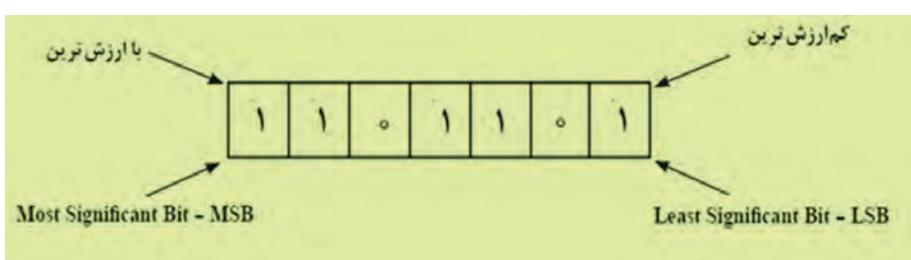
سامانه های اعداد: سامانه اعداد ددهی یا اعشاری که در زندگی روزمره با آن سروکار داریم، برای ماشین های محاسبه گر الکترونیکی سامانه مناسبی نیست، زیرا در این مدارها تفکیک ده حالت از یکدیگر میسر نیست و میزان اشتباه و خطأ را افزایش می دهد. عناصر نیمه هادی مانند دیود و ترانزیستور اجزایی دو حالتی هستند، یعنی می توانند دو حالت هدایت جریان (بستن کلید) یا قطع جریان (باز کردن کلید) را داشته باشند. اگر هر وضعیت این اجزا را معادل یک علامت در نظر بگیریم، تنها سامانه اعداد مناسب برای این ماشین ها، سامانه اعداد دودویی یا باینری (Binary) است.

سامانه دودویی (Binary): در سامانه اعداد دودویی، از دو نشانه یا رقم (۰) و (۱) استفاده می شود. به این سامانه اعداد، سامانه اعداد در پایه (۲) نیز گفته می شود. شمارش در پایه ۲ نیز مشابه شمارش در پایه ۱۰ است؛ یعنی، هر رقم ارزش مکانی متناسب با خود را دارد. به هر یک از ارقام باینری «بیت» گفته می شود.

۶	۵	۴	۳	۲	۱	۰
۶۴	۳۲	۱۶	۸	۴	۲	۱
۱	۱	۰	۱	۱	۰	۱

شکل ۲

برای مثال، در عدد دودویی ۱۱۰۱۱۰۱، رقم سمت راست کمترین ارزش مکانی و رقم سمت چپ دارای بیشترین ارزش مکانی است. در این مثال، کم ارزش ترین بیت دارای ارزشی برابر $1 \times 2^0 = 1$ است و با ارزش ترین بیت دارای ارزشی برابر $1 \times 2^6 = 64$ است. ارزش مکانی سایر ارقام این عدد نیز در شکل مشخص شده است.



شکل ۳

برای به دست آوردن معادل ددهی هر عدد باینری، کافی است ارزش مکانی ارقام (۱) آن عدد را با هم جمع کنیم. به این ترتیب، معادل اعشاری عدد باینری ۱۱۰۱۱۰۱ برابر است با:
 $1101101_2 = (1 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (1 \times 2^0) = 64 + 32 + 8 + 4 + 1 = 109_{10}$.

معادل اعشاری عدد باینری $(11001)_2$ را به دست آورید.
 $(11001)_2 = 1 \times 2^0 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^4 = 1 + 0 + 0 + 8 + 16 = (25)_{10}$.

مثال



پودمان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

مثال



معادل اعشاری عدد باینری $(100010)_2$ را به دست آورید.

$$(100010)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 32 + 2 = (34)_{10}.$$

کار در کلاس



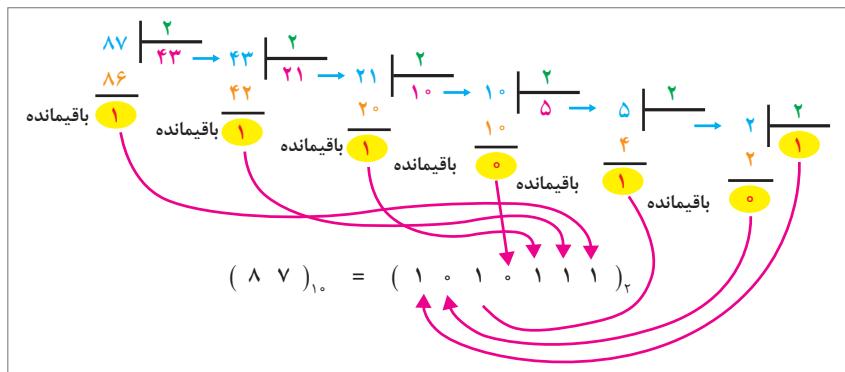
به مبنای خواسته شده تبدیل کنید.

$$(1111001)_2 = (\quad)_{10}$$

$$(15/361)_{10} = (\quad)_2$$

$$(101110001)_2 = (\quad)_{10}$$

تبدیل اعداد ددهی به اعداد دودویی معادل آن: برای تبدیل اعداد ددهی به اعداد دودویی، از تقسیم‌های متوالی عدد ددهی بر ۲ استفاده می‌کنیم. به مثال شکل ۴ توجه کنید.



شکل ۴- تبدیل اعداد با مبنای ۱۰ به مبنای ۲ با روش تقسیم‌های متوالی

نکته



همان طور که قبلاً گفته شد به هریک از ارقام باینری، بیت گفته می‌شود. هر ۸ بیت یک بایت (byte) است. هر کلمه یا واژه (Word) از یک یا چند بایت تشییک می‌شود.

کار در کلاس



به مبنای خواسته شده تبدیل کنید.

$$(25)_{10} = (\quad)_2$$

$$(121)_{10} = (\quad)_2$$

$$(369)_{10} = (\quad)_2$$

$$(1110/01)_2 = (\quad)_{10}$$

$$(10111001/0101)_2 = (\quad)_{10}$$

$$(12/25)_{10} = (\quad)_2$$

$(100011111101101)_2$ دارای بیت و بایت است.

کار در کلاس



مبنای ۸ (اکتال) و مبنای ۱۶ (هگزادسیمال): برای مختصرنویسی اعداد باینری معمولاً آنها را در مبنای هشت یا شانزده می‌نویسند. این کار را به دو دلیل انجام می‌دهند: نخست آنکه در نوشتن، خواندن یا انتقال زنجیره (۰) و (۱) اعداد باینری احتمال خطأ زیاد است؛ لذا بیان اعداد در مبنای دیگر (با ارقام بیشتر) یک ضرورت است. دلیل دوم این است که باید مبنای عددی را طوری انتخاب کنیم تا تبدیل اعداد باینری به این مبنا و برعکس، خیلی سریع انجام شود. مبنای هشت و شانزده هر دو دارای این ویژگی هستند. برای نوشتن اعداد در مبنای هشت، از هشت نشانه یا رقم ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ و برای نوشتن اعداد در مبنای شانزده، از شانزده نشانه ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، A، B، C، D، E و F استفاده می‌کنیم. هر یک از حروف به ترتیب در مبنای ۱۶ به ترتیب معادل ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ است. در جدول ارقام یا نشانه‌های مربوط به هریک از مبنایها آورده شده است.

کار در کلاس



- با توجه به جداول زیر:
- (الف) عدد ددهی ۱۵۳ را در مبنای ۲ و مبنای ۸ بنویسید و عدد ۱۰۱۰۱۰ را در مبنای ۱۶ بنویسید.
- (ب) تبدیل اعداد ددهی به اکتال (مبنای ۸ به مبنای ۱۰) را به دست آورید.
- (پ) تبدیل اعداد ددهی به هگزا (مبنای ۱۰ به مبنای ۱۶) را به دست آورید.

Numbering System

شانزده‌دیگر	دو دویی	هشت‌ستی	شانزده‌شانزده
۰	۰۰۰۰	۰	۰
۱	۰۰۰۱	۱	۱
۲	۰۰۱۰	۲	۲
۳	۰۰۱۱	۳	۳
۴	۰۱۰۰	۴	۴
۵	۰۱۰۱	۵	۵
۶	۰۱۱۰	۶	۶
۷	۰۱۱۱	۷	۷
۸	۱۰۰۰	۱۰	۸
۹	۱۰۰۱	۱۱	۹
۱۰	۱۰۱۰	۱۲	A
۱۱	۱۰۱۱	۱۳	B
۱۲	۱۱۰۰	۱۴	C
۱۳	۱۱۰۱	۱۵	D
۱۴	۱۱۱۰	۱۶	E
۱۵	۱۱۱۱	۱۷	F

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

تبدیل اعداد در سامانه های مختلف: برای تبدیل اعداد در مبنای غیر از ۱۰ مانند تبدیل (۲ به ۸) (۲ به ۱۶) و (۸ به ۱۶) یا برعکس (۸ به ۲)، (۱۶ به ۲) و (۱۶ به ۸) ابتدا باید عدد مورد نظر را به مبنای ده ببریم، سپس با تقسیم های متوالی بر مبنای عدد خواسته شده، نتیجه را بدست آوریم.

تبدیل مبنای ۸ به ۲: برای تبدیل یک عدد اکتال به عدد باینری معادل آن، باید به جای هر رقم عدد اکتال، معادل سه بیتی معادل باینری آن را بنویسیم.

عدد ۴۷۵۳ در مبنای ۸ را به عدد باینری تبدیل کنید.

کار در کلاس



نکته مهم



تحقیق کنید



بزرگترین عدد به کار رفته در سیستم اکتال عدد ۷ است که در سامانه دودویی به صورت ۱۱۱ در می آید.

در تبدیل عدد باینری به اکتال از چه روشی استفاده می شود؟ درباره موضوع بحث کرده و مطالب را در کلاس جمع بندی کنید.

تبدیل مبنای ۱۶ به ۲: برای تبدیل یک عدد هگزا به عدد باینری معادل آن، باید به جای هر رقم هگزا، معادل چهار بیت باینری آن را بنویسیم.

برای تبدیل یک عدد باینری به عدد هگزا ای معادل آن، باید عدد باینری مورد نظر را از سمت راست به گروه های چهارتایی تقسیم کنید، سپس معادل هگزا هر گروه را جایگزین نمایید.

عدد ۱۱۰۱۱۱۰۰۱۱۰۱۰۱۰ در مبنای ۲ را به عدد هگزا تبدیل کنید.

تبدیل را براساس دسته بندی انجام شده انجام می دهیم.

۱۰۱۰	۱۱۱۰	۰۱۱۱	۰۰۱۱	
↓	↓	↓	↓	= (AE73) _{HEX}
A	E	۷	۳	

مثال



عدد در مبنای ۱۶ BE را به عدد باینری تبدیل کنید.

کار در کلاس



عدد ۹۲۷ در مبنای ۱۰ را به عدد اکتال تبدیل کنید.

کار در کلاس



$$\begin{aligned}(927)_{10} &= (\quad)_8 \\(954)_{10} &= (\quad)_{16} \\(A)_{16} &= (\quad)_7 \\(3BA)_{16} &= (\quad)_{10} \\(25/34)_8 &= (\quad)_2\end{aligned}$$

تحقیق کنید



$$\begin{aligned}
 (5)_8 &= ()_2 \\
 (55)_8 &= ()_2 \\
 (55/67)_8 &= ()_2 \\
 (A36)_{16} &= ()_8 \\
 (136)_{16} &= ()_{10} \\
 (136/24)_8 &= ()_{10}
 \end{aligned}$$

با مراجعه به رسانه‌های مختلف، حداقل دو نمونه مبدل را بباید و با آن تمرین کنید. نتیجه را در قالب گزارش ارائه دهید.

کد BCD: بعضی از ماشین‌های محاسبه‌گر الکترونیکی، عملیات ریاضی را در کد (Binary Coded Decimal) BCD انجام می‌دهند.

در کد BCD هر رقم ددهی را با چهار بیت باینری معادل آن نشان می‌دهند. به مثال‌های زیر توجه کنید:

$$(3)_{10} \rightarrow (11)_7 \rightarrow (0011)_{BCD}$$

$$(9)_{10} \rightarrow (1001)_7 \rightarrow (1001)_{BCD}$$

$$(5)_{10} \rightarrow (0110)_7 \rightarrow (0110)_{BCD}$$

تبديل اعداد ددهی به معادل BCD آنها، از تبدیل اعداد ددهی به معادل باینری آنها به مراتب ساده‌تر است، زیرا برای این تبدیل، دانستن معادل باینری ارقام صفر تا ۹ کفایت می‌کند.

توجه داشته باشید که در این روش نمایش اعداد، باید هر رقم ددهی را با چهار بیت باینری نمایش دهیم.

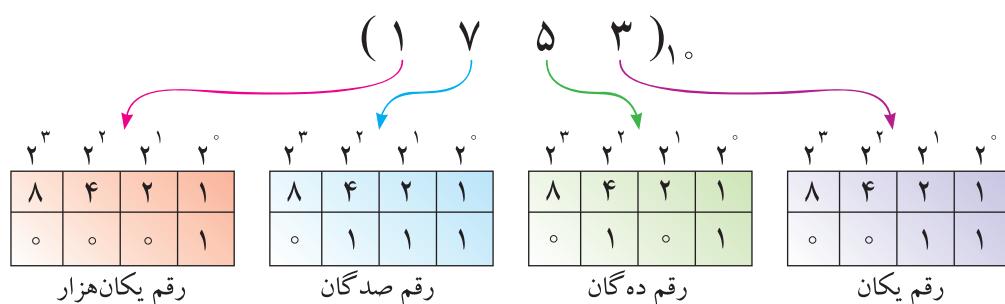
در جدول (۱) تفاوت نمایش ارقام ددهی صفر تا ۹ به صورت باینری و BCD نشان داده شده است.

جدول ۱- معادل باینری و BCD اعداد یک رقمی

عدد ددهی	عدد باینری	BCD
۰	۰	۰۰۰۰
۱	۱	۰۰۰۱
۲	۱۰	۰۰۱۰
۳	۱۱	۰۰۱۱
۴	۱۰۰	۰۱۰۰
۵	۱۰۱	۰۱۰۱
۶	۱۱۰	۰۱۱۰
۷	۱۱۱	۰۱۱۱
۸	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۹	۱۰۰۱	۱۰۰۱

پومن ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

بر اساس جدول، معادل BCD عدد ددهی ۱۷۵۳ در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵ - معادل BCD عدد ددهی ۱۷۵۳

نرم افزار BC (Binary Converter) مبدل سامانه های اعداد است. این نرم افزار رایگان بوده و قابل بارگیری از اینترنت است. قابلیت های دیگر این نرم افزار را مشخص کنید و نتایج را به طور خلاصه بنویسید.

تحقیق کنید



کار در کلاس



اعداد زیر را به صورت نمایش کد BCD بنویسید.

ددهی	BCD
۵۷	
۷۸۶	
۹۴۳	
۲۹۱	

سطوح منطقی صفر و یک: در مدارهای دیجیتالی دو حالت وجود دارد. این حالتها را با اصطلاحات مختلفی بیان می کنند. مثلاً برای نشان دادن حالت روشن و یا خاموش لامپ، از اصطلاحات مختلفی استفاده می شود که در جدول زیر نشان داده شده است.

لامپ خاموش	کلید قطع	OFF	LOW	وجود نداشت	صفر
لامپ روشن	کلید وصل	ON	High	وجود داشتن	یک

کار با دروازه‌های منطقی: مدارهای دیجیتال، ترکیبی از یک سری مدارهای الکترونیکی هستند که بین دو حد تعریف شده منطقی کار می‌کنند. این مدارها مانند همه «صفر و یک»‌های سیستم‌های منطقی،تابع قوانین جبر بول هستند.



دروازه‌های منطقی پایه (Basic logic Gates):
دروازه‌های منطقی مطابق شکل ۶، عملگرهایی با یک یا چند ورودی و یک خروجی هستند.

شکل ۶-بلوک کلی یک دروازه منطقی

برای ترسیم دروازه‌های منطقی از علامت‌های اختصاری استفاده می‌کنیم. هر دروازه بر اساس منطق خاصی که برای وضعیت‌های ورودی و خروجی آن تعریف شده است، ساخته می‌شود.

دروازه AND (و): عملگر AND یا دروازه منطقی AND، به دروازه‌ای گفته می‌شود که در صورتی خروجی آن وجود خواهد داشت (یک می‌شود) که همه ورودی‌های آن وجود داشته باشند (یک باشد). جدول صحت دروازه AND به صورت زیر است.

A	B	Y
◦	◦	◦
◦	۱	◦
۱	◦	◦
۱	۱	۱

در نقشه‌های دیجیتالی این دروازه را با علائم اختصاری نشان می‌دهند.



الف) استاندارد آمریکایی ب) استاندارد انگلیسی

شکل ۷-علایم اختصاری دروازه AND

برای بیان رابطه منطقی دروازه AND از علامت (.) در بین متغیرهای ورودی استفاده می‌شود. برای این دروازه‌ها می‌توان نوشت:

$$Y = A \cdot B$$

$$Y = AB$$

معمولًاً به منظور خلاصه‌نویسی (.) حذف می‌شود.

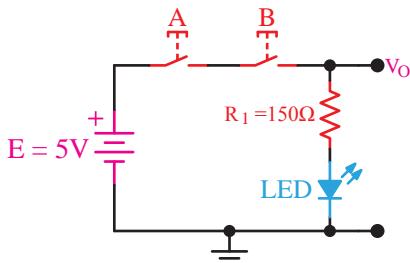
پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

فعالیت
کارگاهی

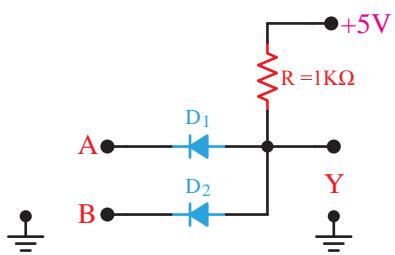


مراحل اجرای کار

(الف) مدار شکل AND را روی برد برد و بیندید. جدول صحت آن رارسم کنید و در مورد آن توضیح دهید.



(ب) مدار شکل AND را روی برد برد و بیندید.



با اعمال ولتاژ به ورودی‌های B و A در حالات مختلف و براساس جدول صحت، ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و در جدول صحت بنویسید. نحوه عملکرد این دروازه (گیت) را توضیح دهید.

وضعیت ورودی‌ها		حالات خروجی
B = SW _۲	A = SW _۱	F = L _۱
قطع	قطع	خاموش
قطع	وصل	
وصل	قطع	
وصل	وصل	

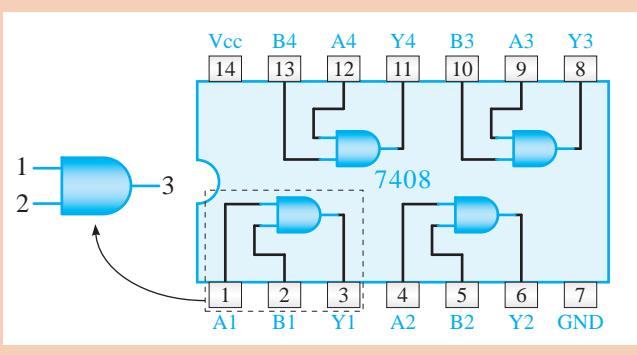
۰ = کلید قطع

۱ = کلید وصل

۰ = لامپ خاموش

۱ = لامپ روشن

(ج) تراشه ۷۴۰۸ یک آی‌سی ۱۴ پایه است که دارای چهار دروازه AND با دو ورودی است.



کلیدهای A، B و C را به طور جداگانه یا با هم تغییر وضعیت دهید و به حالت روشن و خاموش بودن LED توجه کنید. نتایج حاصل را در جدول بنویسید. جدول را بررسی کرده و در مورد عملکرد شکل توضیح دهید.

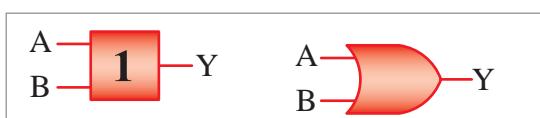
دروازه OR «یا»

عملگر OR یا دروازه منطقی OR، به دروازهای گفته می‌شود که خروجی آن در صورتی وجود خواهد داشت یک می‌شود که حداقل یکی از ورودی‌های آن وجود داشته باشد (یک باشد).

جدول صحت دروازه OR به صورت زیر است:

A	B	Y
۰	۰	۰
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۱

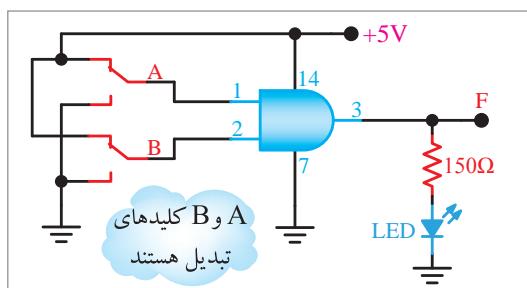
علایم اختصاری دروازه OR به صورت زیر نشان داده شده است:



الف) استاندارد آمریکا
ب) استاندارد انگلیسی
شکل ۸- علایم اختصاری دروازه OR

برای بیان رابطه منطقی دروازه OR از علامت (+) در بین متغیرهای ورودی استفاده می‌شود.
 $Y = A + B$ بر همین اساس می‌توان چنین نوشت:

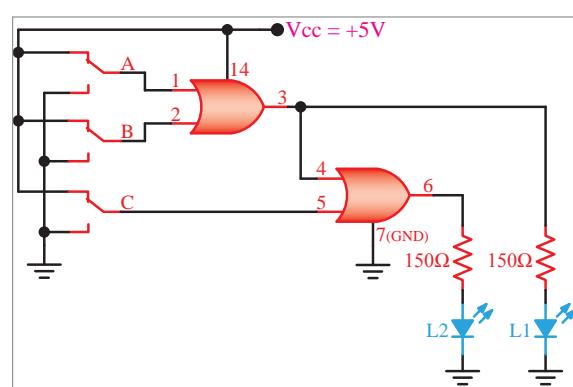
با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۸ مدار شکل زیر را روی برد بیندید. در صورتی که جریان مورد نیاز بیشتر از جریان خروجی آی‌سی است از مدار بافر استفاده کنید.



کلیدهای A و B را به صورت جداگانه یا با هم تغییر وضعیت دهید و به وضعیت روشن شدن LED توجه کنید. نتایج حاصل را در جدول بنویسید و با استفاده از آن، جدول صحت را کامل کرده و در مورد عملکرد مدار توضیح دهید.

ورودی‌ها		خروجی
B	A	F
۰	۰	۰
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۱

با استفاده از آی‌سی ۷۴۰۸ شکل آی‌سی را روی برد بیندید.



پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

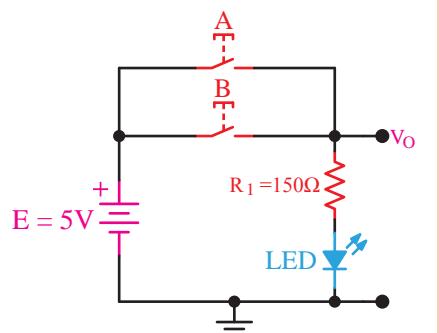
فعالیت
کارگاهی



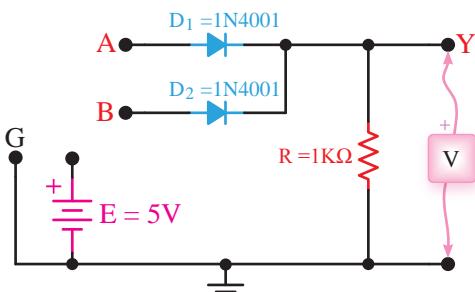
مراحل اجرای کار

الف) مدار شکل OR را روی برد بیندید، سپس جدول صحت آن را رسم کرده و در مورد آن توضیح دهید.

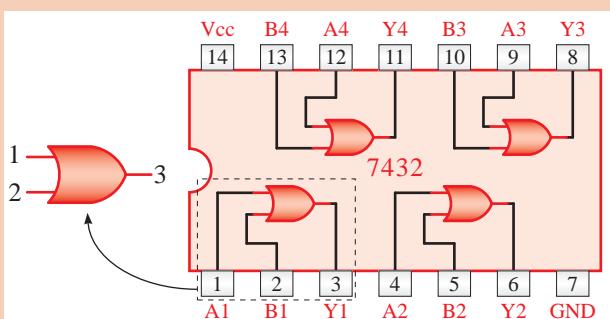
حالت	A	B	ولتاژ خروجی	تراز Y
۱	۰	۰		
۲	۰	۱		
۳	۱	۰		
۴	۱	۱		



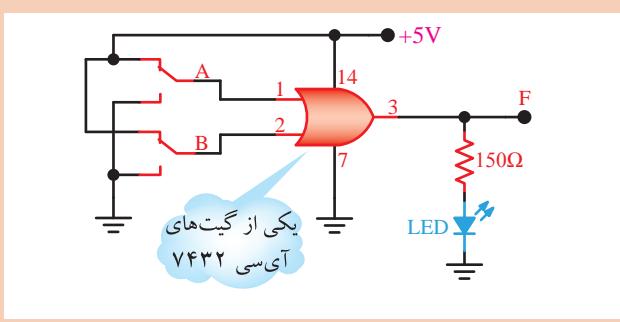
ب) مدار شکل روبرو را روی برد بیندید.



- با اعمال ولتاژ به ورودی‌های دیودهای D₁ و D₂ به صورت جداگانه و با هم، ولتاژ دو سر مقاومت R را اندازه بگیرید و در جدول صحت بنویسید. توجه داشته باشید که ولتاژ حدود ۴ ولت سطح High و ولتاژ سطح صفر Low در منطق مثبت است.
- در مورد نحوه عملکرد مدار شکل توضیح دهید. آیا عملکرد این مدار، مشابه عملکرد دروازه (گیت OR) است؟



ج) تراشه ۷۴۳۲ (مطابق شکل) یک آی‌سی ۱۴ پایه است با دو ورودی OR که در آن چهار دروازه جای دارد.



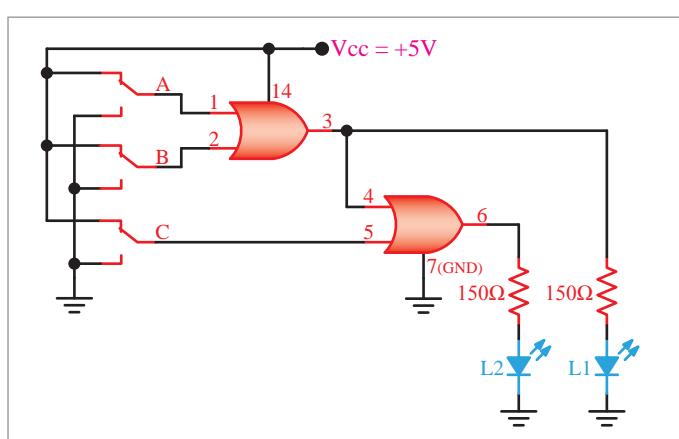
د) آی‌سی را مطابق شکل روبرو روی برد بیندید و به کمک یکی از دروازه‌های آن مدار روبرو را بیندید.

کلیدهای تبدیل A و B را به طور جداگانه و با هم، تغییر حالت دهید و نتایج حاصل را در جدول بنویسید.

جدول صحت دروازه (گیت) OR را رسم کرده و آن را توضیح دهید.

با استفاده از دروازه‌های OR می‌توانید دروازه‌های ترکیبی OR را با سه یا چند ورودی بسازید.

مدار شکل زیر را روی برد بربرد بیندید.



با تغییر کلیدهای A، B و C به صورت انفرادی و با هم، وضعیت روشن شدن LED را مشاهده کنید و در جدولی بنویسید؛ سپس جدول را بررسی کرده و در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

دوازه NOT «نفی»: عملگر NOT یا «دوازه منطقی NOT» به دروازه‌ای گفته می‌شود که خروجی آن همیشه معکوس (نفی) است یعنی زمانی خروجی وجود خواهد داشت (یک است) که متغیر ورودی وجود نداشته باشد (صفر باشد).

جدول صحت دروازه NOT به صورت زیر است:

A	Y
۰	۱
۱	۰

در شکل زیر علایم اختصاری دروازه NOT نشان داده شده است.

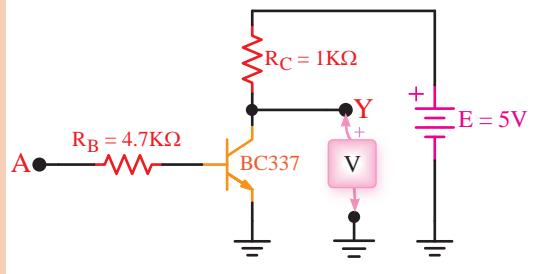


شکل ۹- علایم اختصاری دروازه NOT

وضعیت خروجی نسبت به ورودی دروازه NOT را به صورت این رابطه منطقی بیان می‌کنند: $Y = \bar{A}$

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

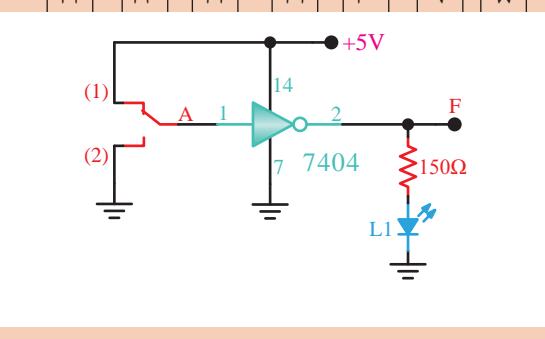
فعالیت
کارگاهی



A	F
◦	
1	

Vcc A₆ Y₆ A₅ Y₅ A₄ Y₄

14 13 12 11 10 9 8



جدول صحت دروازه NOR به صورت زیر است.

A	B	Y
◦	◦	1
◦	1	◦
1	◦	◦
1	1	◦

الف) مدار شکل روبه رو را روی برد بربدید.
■ ورودی A را به زمین وصل کنید و مقدار ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و سطح تراز ولتاژ خروجی را تعیین کنید.

■ نقطه A را به VCC+ وصل کنید، یعنی تراز ولتاژ ورودی را به یک تغییر دهید. در این شرایط ولتاژ خروجی و سطح تراز خروجی را تعیین کنید.
■ جدول صحت دروازه (گیت) مورد آزمایش را تکمیل کنید.

ب) آی سی ۷۴۰۴ مطابق شکل روبه رو یک آی سی ۱۴ پایه شامل ۶ دروازه NOT زیر است. با استفاده از تراشه ۷۴۰۴ مدار شکل روبه رو را روی برد بربدید.

کلید A را تغییر وضعیت دهید و به حالت روشن و خاموش شدن L1 توجه کنید و نتایج مشاهدات خود را در جدول صحت دروازه (گیت) Not بنویسید و در مورد عملکرد آن توضیح دهید.

دوازه منطقی NOR: عملگر یا دروازه منطقی NOR به دروازهای گفته می شود که خروجی آن زمانی وجود دارد که همه ورودی ها وجود نداشته باشند. به عبارت دیگر دروازه NOR از ترکیب دو دروازه OR و NOT به وجود می آید. در واقع در دروازه NOR ابتدا متغیرها با یکدیگر OR شده و سپس NOT می شوند.



شكل ۱۰

در نقشه‌های دیجیتالی این دروازه را با علایم اختصاری نشان می‌دهند.



الف) استاندارد انگلیسی ب) استاندارد آمریکایی

شکل ۱۱- علایم اختصاری دروازه NOR

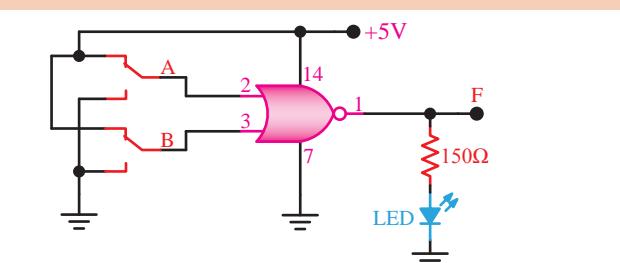
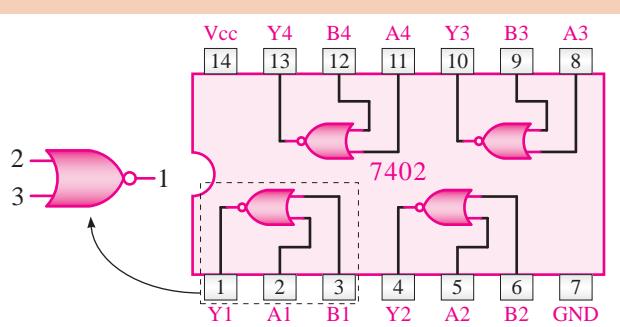
رابطه منطقی دروازه NOR به صورت $Y = \overline{A + B}$ است.

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

آی‌سی ۷۴۰۲، مطابق شکل رو به رو یک آی‌سی ۱۴ پایه است که داخل آن چهار دروازه NOR با دو ورودی جای گرفته است.



آی‌سی را روی برد برد نصب کنید و به کمک یکی از دروازه‌های داخل آن، مدار شکل رو به رو را بیندید.

کلیدهای B و A را به طور جداگانه و به طور همزمان در وضعیت‌های مختلف قرار دهید و به حالت روشن و خاموش بودن LED توجه نمایید. با استفاده از نتایج مشاهده شده جدول صحت را رسم کنید.

وضعیت ورودی‌ها	حالت خروجی
A = SW ₁	LED = F
B = SW ₂	

= کلید قطع

= کلید وصل

LED = ۰ خاموش

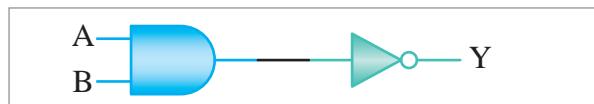
LED = ۱ روشن

نتایج به دست آمده در جدول صحت را تجزیه و تحلیل کنید و در مورد عملکرد دروازه (گیت) توضیح دهید.



با استفاده از دروازه‌های AND، OR و NOT می‌توان هر تابع منطقی را اجرا کرد؛ اما به دلیل افزایش تعداد دروازه‌ها، حجم مدار، بسیار بزرگ و هزینه آن نیز گران می‌شود. برای غلبه بر این موضوع می‌توان از دروازه‌های NAND و NOR استفاده کرد. به عبارت دیگر هر یک از این دروازه‌ها، عمل دو دروازه را انجام می‌دهد.

دوازه منطقی – NAND «نفی»: عملگر یا دروازه منطقی NAND به دروازه‌ای گفته می‌شود که خروجی آن زمانی وجود ندارد که همه ورودی وجود داشته باشد. به عبارت دیگر دروازه NAND از ترکیب دو دروازه منطقی AND و NOT به وجود می‌آید. در واقع در دروازه NAND ابتدا متغیرها مشابه شکل زیر با یکدیگر AND شده و سپس NOT می‌شوند.



شکل ۱۲

جدول صحت مدار دروازه منطقی NAND مطابق جدول زیر است:

A	B	Y
۰	۰	۱
۰	۱	۱
۱	۰	۱
۱	۱	۰

در نقشه دیجیتالی این دروازه را با علایم اختصاری شکل زیر نشان می‌دهند.



ب) استاندارد آمریکایی

الف) استاندارد انگلیسی

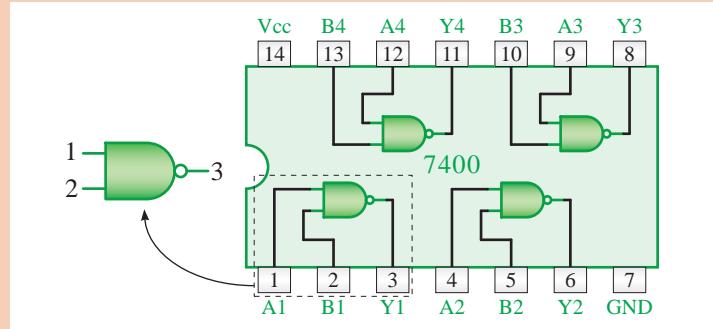
شکل ۱۳- علایم اختصاری دروازه NAND

رابطه منطقی دروازه NAND به صورت $Y = \overline{A \cdot B}$ است.

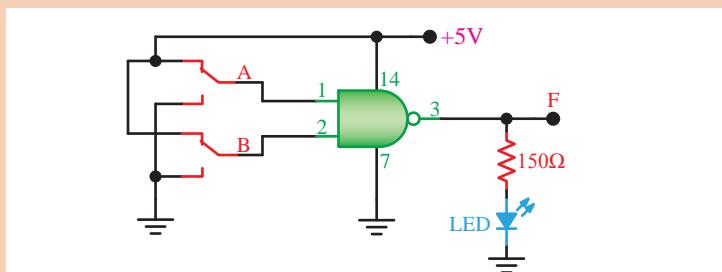


مراحل اجرای کار

تراشه ۷۴۰۰ آی سی ۱۴ پایه با چهار دروازه NAND با دو ورودی مطابق شکل زیر است.



آی سی را روی برد بُرد نصب کنید و به کمک یکی از دروازه های داخل آن مدار شکل زیر را بیندید.



کلیدهای B و A را به طور جداگانه و به طور هم زمان تغییر حالت دهید و با مشاهده وضعیت جدول صحت، آن را رسم کنید.

وضعیت ورودی ها		حالت خروجی
A = SW ₁	B = SW ₂	LED = F
		کلید قطع = ۰
		کلید وصل = ۱
		LED خاموش = ۰
		LED روشن = ۱

جدول را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار دهید و با استفاده از نتایج به دست آمده عملکرد دروازه NAND را تشریح کنید.

دروازه منطقی – OR انحصاری (Exclusive OR – XOR): این عملگر یا دروازه منطقی فقط دارای دو ورودی و یک خروجی است. خروجی این دروازه منطقی زمانی وجود دارد (در وضعیت یک قرار می‌گیرد) که دو ورودی آن با هم برابر نباشند یا به عبارتی دیگر دو ورودی در سطح منطقی مشابه نباشند. (دو ورودی مخالف باشند)

A	B	Y
◦	◦	◦
◦	۱	۱
۱	◦	۱
۱	۱	◦

در نقشه‌ها و مدارهای منطقی دروازه XOR را با علایم اختصاری زیر نشان می‌دهند.



ب) استاندارد آمریکایی

الف) استاندارد انگلیسی

شکل ۱۴- علایم اختصاری دروازه XOR

با توجه به جدول صحت این دروازه، تابع منطقی آن را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$Y = \overline{AB} + \overline{A}\overline{B}$$

کار در کلاس



مدار کلیدی XOR را رسم کنید.

دروازه منطقی NOR انحصاری (EXCLUSIVE NOR-XNOR): این دروازه منطقی نیز مشابه دروازه

A	B	Y
◦	◦	۱
◦	۱	◦
۱	◦	◦
۱	۱	۱

XOR فقط دارای دو ورودی و یک خروجی است. خروجی آن هنگامی وجود دارد (در وضعیت یک قرار می‌گیرد) که هر دو ورودی یکسان باشند یا به عبارتی دیگر هر دو ورودی در سطح منطقی مشابه باشند (دو ورودی برابر باشند). جدول صحت دروازه منطقی NOR انحصاری (XNOR) به صورت رو به رو است.

در نقشه‌ها و مدارهای منطقی دروازه XNOR را با علایم اختصاری زیر نشان می‌دهند.



ب) استاندارد آمریکایی

الف) استاندارد انگلیسی

شکل ۱۵- علایم اختصاری دروازه XNOR

بر اساس جدول صحت این دروازه تابع منطقی آن را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$Y = \overline{AB} + AB$$

این تابع را به اختصار به صورت $Y = A \Theta B$ نیز نشان می‌دهند.

کار در کلاس



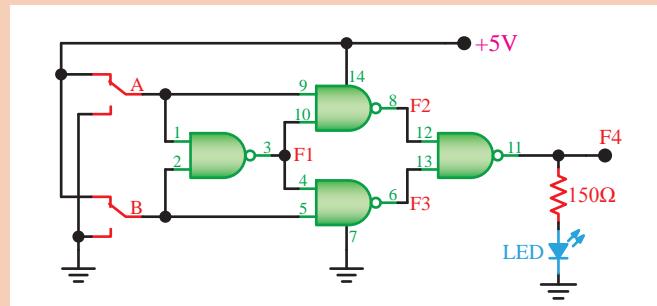
مدار کلیدی XNOR را رسم کنید.

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

تابع XOR را با استفاده از چهار تابع موجود دروازه NAND در آی‌سی ۷۴۰۰ طبق شکل روی برد بُرد ببنید.



با تغییر کلیدهای A و B به طور جداگانه و همزمان، وضعیت روشن و خاموش بودن LED را مشاهده کنید و جدول صحت را رسم نمایید.

در صورتی که در خروجی XOR یک NOT قرار دهید، گیت XNOR شکل می‌گیرد.

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

کار در کلاس



جدول را از طریق کار در کلاس مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید و نتیجه را در قالب یک گزارش تنظیم کنید.

نام دروازه	نماد (سمبل گرافیکی)	تابع منطقی	جدول درستی															
AND		$Y = AB$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>◦</td><td>1</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	◦	◦	◦	◦	1	◦	1	◦	◦	1	1	1
A	B	Y																
◦	◦	◦																
◦	1	◦																
1	◦	◦																
1	1	1																
OR		$Y = A + B$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>◦</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	◦	◦	◦	◦	1	1	1	◦	1	1	1	1
A	B	Y																
◦	◦	◦																
◦	1	1																
1	◦	1																
1	1	1																
NOT		$Y = \overline{A}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td></tr> </tbody> </table>	A	Y	◦	1	1	◦									
A	Y																	
◦	1																	
1	◦																	
NAND		$Y = \overline{AB} = (AB)'$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>◦</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>◦</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	◦	◦	1	◦	1	1	1	◦	1	1	1	◦
A	B	Y																
◦	◦	1																
◦	1	1																
1	◦	1																
1	1	◦																
NOR		$Y = \overline{A+B} = (A+B)'$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>◦</td><td>1</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>◦</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	◦	◦	1	◦	1	◦	1	◦	◦	1	1	◦
A	B	Y																
◦	◦	1																
◦	1	◦																
1	◦	◦																
1	1	◦																
XOR		$Y = A \oplus B = \overline{AB} + A\overline{B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>◦</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>◦</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	◦	◦	◦	◦	1	1	1	◦	1	1	1	◦
A	B	Y																
◦	◦	◦																
◦	1	1																
1	◦	1																
1	1	◦																
XNOR		$Y = \overline{A \oplus B} = \overline{A}\overline{B} + A\overline{B}$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>B</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td><td>1</td></tr> <tr><td>◦</td><td>1</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	B	Y	◦	◦	1	◦	1	◦	1	◦	◦	1	1	1
A	B	Y																
◦	◦	1																
◦	1	◦																
1	◦	◦																
1	1	1																
Buffer		$Y = A$	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th><th>Y</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>◦</td><td>◦</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	A	Y	◦	◦	1	1									
A	Y																	
◦	◦																	
1	1																	

بررسی مدارهای منطقی: هدف از آشنایی با دروازه‌های منطقی آن است که از آنها در ساخت مدارهای منطقی استفاده شود.

آی‌سی‌های دیجیتال در سری TTL و CMOS ساخته می‌شوند. در مورد شماره سریال، ولتاژ تغذیه و سایر موارد این نوع آی‌سی‌ها تحقیق کنید و نتایج را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

تحقیق کنید



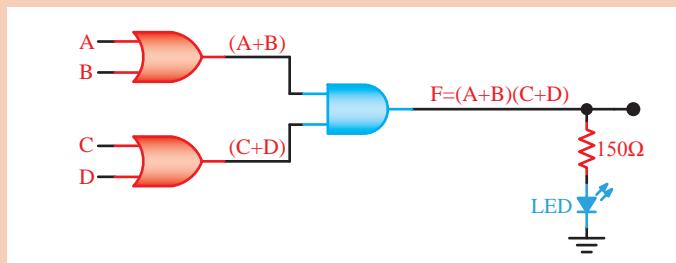
توابع ترکیبی

با استفاده از دروازه‌های OR و AND می‌توان بسیاری از عبارات منطقی را در شکل روابط بول بیان کرد.
 $F = (A + B) \cdot (C + D)$

مراحل اجرای کار

با استفاده از تراشه‌های ۷۴۰۸ و ۷۴۳۲ مدار رابطه بالا را روی برد بیندید.
 وضعیت کلیدهای A، B، C و D را به طور جداگانه و هم زمان تغییر دهید و حالت روشن و خاموش بودن LED را مشاهده کنید.

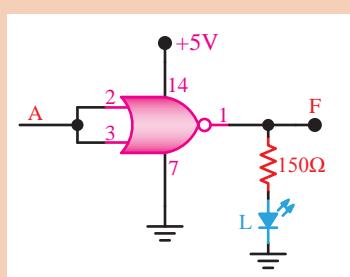
فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

مدار شکل را روی برد بیندید، جدول صحت را کامل کنید و در مورد آن توضیح دهید.

فعالیت
کارگاهی



ورودی	خروجی
A	F

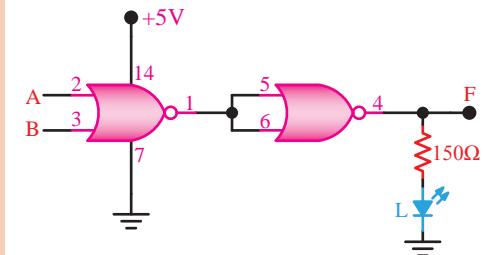
پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

مدار شکل را روی بردبرد بیندید. جدول صحت آن را رسم کرده و در مورد آن توضیح دهید.



وضعیت ورودی‌ها		حالت خروجی
A = SW _۱	B = SW _۲	LED = F
		کلید قطع = ۰
		کلید وصل = ۱
		LED خاموش = ۰
		LED روشن = ۱

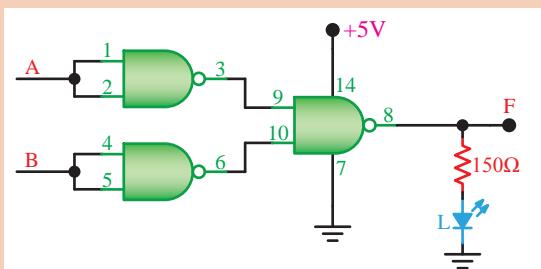
فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

مدار شکل را روی بردبرد بیندید، در این مدار از سه دروازه NAND استفاده شده است.

با توجه به مدار شکل، جدول صحت را رسم کرده و در مورد آن توضیح دهید.

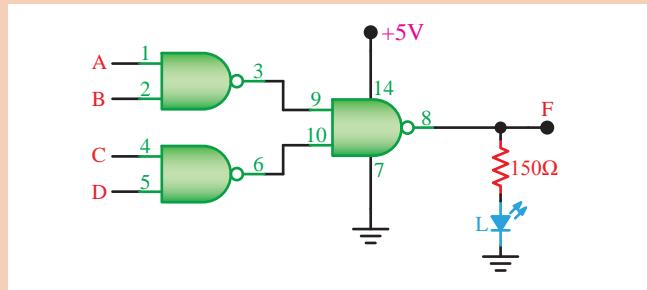


وضعیت ورودی‌ها		حالت خروجی
A = SW _۱	B = SW _۲	LED = F
		کلید قطع = ۰
		کلید وصل = ۱
		LED خاموش = ۰
		LED روشن = ۱

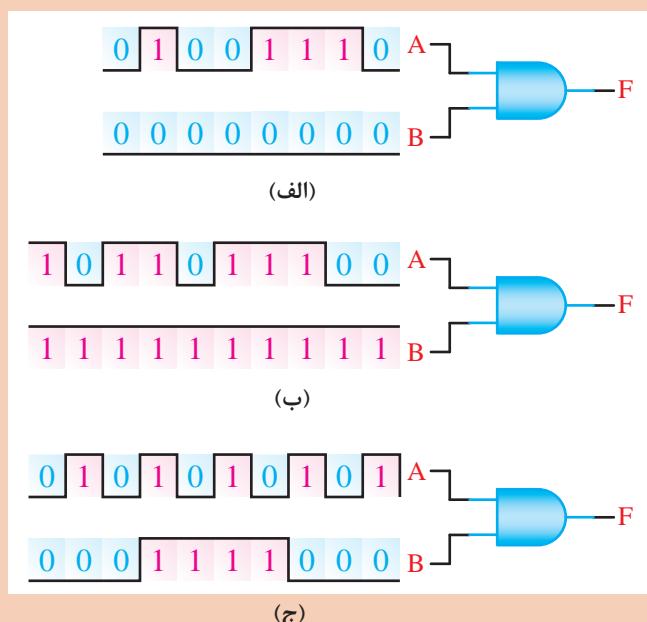


مراحل اجرای کار

مدار شکل را روی بردبرد بیندید و جدول صحت را رسم کرده و در مورد آن توضیح دهید.



شکل موج خروجی دروازه AND (شکل الف، ب و ج) را در هر یک از حالات ورودی رسم کنید.



در یک هوایپما ۴ سیستم اعلام خطر که عملیات آنها مستقل از یکدیگر است، کار گذاشته شده است.

اعلام خطر با روشن شدن یک لامپ صورت می‌گیرد. چهار حالت خطرناک به شرح زیر است:

الف) سیستم‌های B و A از کار بیفتند.

ب) سیستم‌های C، A و D از کار بیفتند.

ج) سیستم‌های C، B و D از کار بیفتند.

د) سیستم‌های A و D از کار بیفتند.

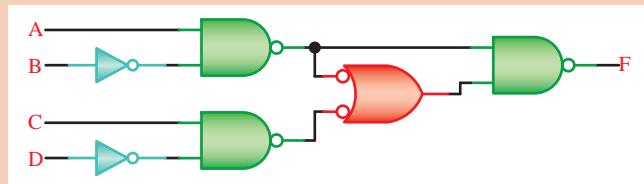
تابع اعلام خطر F را بر حسب متغیرهای A، B، C، D بنویسید و در مورد آن توضیح دهید.

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

کار در کلاس

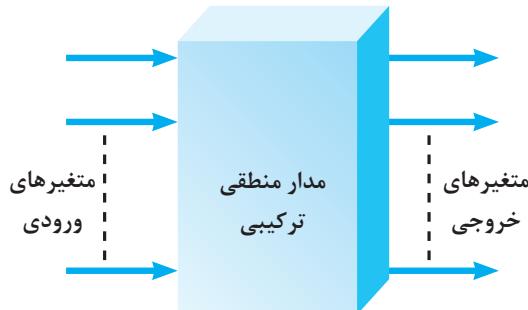


تابع منطقی مدار شکل زیر را به دست آورید.



مدارهای ترکیبی

در بحث دیجیتال، مدارهایی وجود دارد که از تعدادی دروازه‌های منطقی تشکیل شده‌اند و در هر لحظه از زمان خروجی آنها به‌طور مستقیم به ورودی‌های آن در همان لحظه بستگی دارد و وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌های قبلی هیچ تأثیری در وضعیت فعلی مدار ندارد. شکل ۱۶ بلوک دیاگرام مدار ترکیبی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶- بلوک دیاگرام مدار ترکیبی

برای درک عملکرد مدارهای کاربردی نیاز به تحلیل مدارهایی مانند مدارهای ترکیبی و ترتیبی است. در این مدارها، تابع یا تابع‌های خروجی بر حسب متغیرهای ورودی و از روی مدار منطقی داده شده به دست می‌آید. در طراحی هر نوع مدار منطقی، خروجی‌ها به‌طور هم‌زمان وابسته به تغییرات متغیرهای ورودی هستند و از اصول طراحی مدارهای ترکیبی پیروی می‌کنند. در قسمت بعد به تشریح این‌گونه مدارها پرداخته شده و چند نمونه مدار کاربردی را عمل‌آجرا می‌کنیم. مدار محاسبه‌گر (عملیات ریاضی)، مدار مبدل ارقام بر روی نمایشگر (رمزنگار) و مبدل صفحه کلید به ارقام باینری (رمزنگار) از مدارهای ترکیبی خاص به شمار می‌آیند.

اصول طراحی مدارهای ترکیبی: برای طراحی مدارهای منطقی ترکیبی، مراحل زیر به ترتیب انجام می‌شود.

- تحلیل مسئله تعریف شده و تعیین تعداد ورودی و خروجی مورد نیاز و در نهایت رسم نمودن بلوک دیاگرام.
- تشکیل جدول صحت و نوشتن تابع منطقی مدار و ساده‌سازی آن.
- رسم مدار منطقی با حداقل گیت یا با گیت‌های خواسته شده.

کار در کلاس



مداری با سه ورودی A، B و C طراحی کنید که اگر ورودی B یک باشد خروجی نیز یک شود.

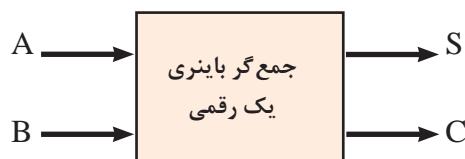
مدارهای جمع کننده: واحد محاسبه‌گر قسمت اصلی در یک دستگاه رایانه به حساب می‌آید. در این واحد، دو عمل جمع و تفریق انجام می‌شود.

جمع و تفریق اعداد باینری از همان اصول جمع و تفریق در اعداد ددهی پیروی می‌کند؛ اما چون در سیستم

باینری فقط دو رقم صفر و یک داریم، هنگامی که مجموع به ستون «۱» دو رقم از یک بیشتر می‌شود، یک رقم نقلی بعدی انتقال می‌یابد. این عمل مشابه عملی است که در سیستم ددهی انجام می‌شود. در سیستم ددهی هنگامی که مجموع دو رقم بیشتر از ۹ شود، یک عدد ۱ که نماد ده است به ستون بعدی انتقال می‌یابد.

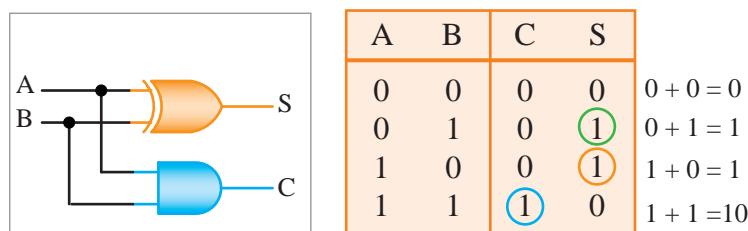
در سیستم باینری، برای اجرای عمل جمع باید n طبقه جمع گر یک رقمی را به گونه‌ای پشت سر هم ببنديم که رقم نقلی خروجی هر طبقه، به ورودی رقم نقلی طبقه بعدی منتقل شود.

جمع کننده ناقص (Half Adder H.A): جمع دو عدد تک بیتی باینری را می‌توان با مداری به نام جمع کننده ناقص یا به اختصار H.A انجام داد، شکل زیر بلوک دیاگرام جمع کننده ناقص را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷- بلوک دیاگرام مدار جمع کننده ناقص

این مدار دو ورودی (A و B) و دو خروجی (S و C) دارد، خروجی‌ها مجموع ارقام ورودی‌ها هستند. خروجی رقم اول حاصل جمع را با (Sum) S و رقم نقلی را با (Carry) C مشخص می‌کنند.
در شکل ۱۸ مدار جمع کننده ناقص با ورودی‌های دیجیتالی رسم شده است. جدول صحت جمع دو بیت A و B را در جدول مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۸- مدار و جدول درستی جمع کننده ناقص باینری یک رقمی

هدف از رقم نقلی چیست؟ با مراجعه به اسناد مختلف مفهوم آن را بیابید و نتیجه را در قالب یک گزارش ارائه نمایید.

بحث کنید



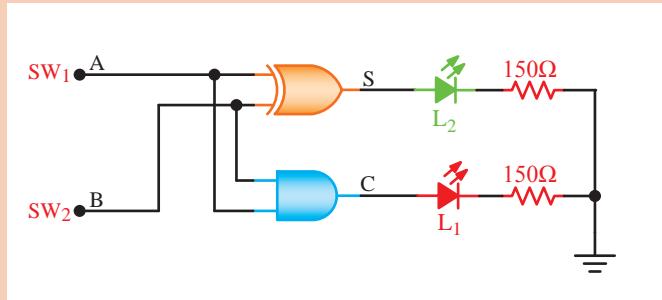
پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

با استفاده از دو آی سی ۷۴۰۰ و ۷۴۰۴، مدار جمع کننده ناقص شکل زیر را روی برد بیندید.



A	B	C _o	S
۰	۰		
۰	۱		
۱	۰		
۱	۱		

وضعیت ورودی‌ها		حالت خروجی	
A = SW _۱	B = SW _۲	S = L _۲	C = L _۱

شرایط کلیدها و خروجی‌ها

۰ = کلید قطع

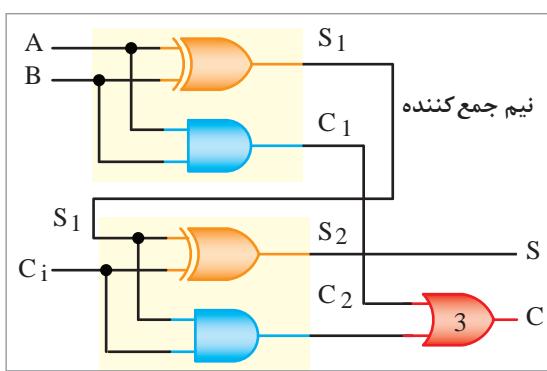
۱ = کلید وصل

LED = ۰ خاموش

LED = ۱ روشن

الف) با تغییر وضعیت کلیدهای SW_۱ و SW_۲، وضعیت روشنایی LEDهای L_۱ و L_۲ را مشاهده کنید و نتایج مشاهدات خود را در جدول بنویسید.

ب) با توجه به نتایج بدست آمده در مراحل قبل، رفتار و عملکرد مدار نیم جمع گر را توضیح دهید.



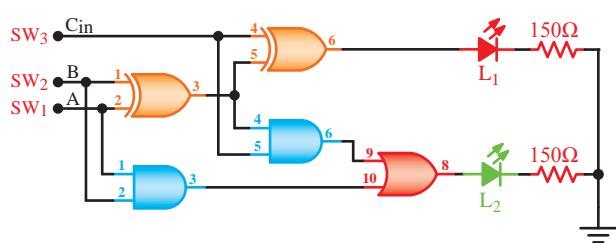
جمع کننده کامل (Full Adder (F.A)): برای انجام عملیات جمع اعداد دودویی نیاز به مداری داریم که بتواند ۳ رقم یک بیتی باینری را با هم جمع کند. چنین مداری را جمع کننده کامل می‌گویند و با F.A نشان می‌دهند. به کمک دونیم جمع کننده می‌توان یک تمام جمع گر یا یک جمع گر یک بیتی کامل مطابق شکل ۱۹ ساخت.

شکل ۱۹- مدار تمام جمع گر یک بیتی



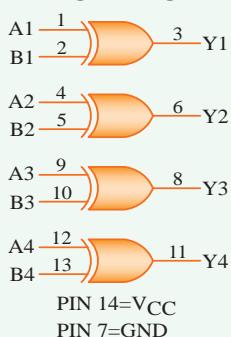
مراحل اجرای کار

با استفاده از تراشه‌های ۷۴۸۶ و ۷۴۳۲، مدار شکل روبه‌رو را که یک مدار تمام جمع‌گر یک رقمی است روی برد پُرد ببینید.



SL74LS86 ***Quad 2-Input Exclusive OR Gate***

- *Logic Diagram*



Ordering Information

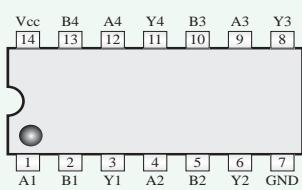
SL74LS86N Plastic
SL74LS86D SOIC

آئی سے، روبہ، وہ اتحذیہ و تحلیل نماید.



کار در کلاس

- *Pin Assignment*



- *Function Table*

Inputs		Output
A	B	Y
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	I

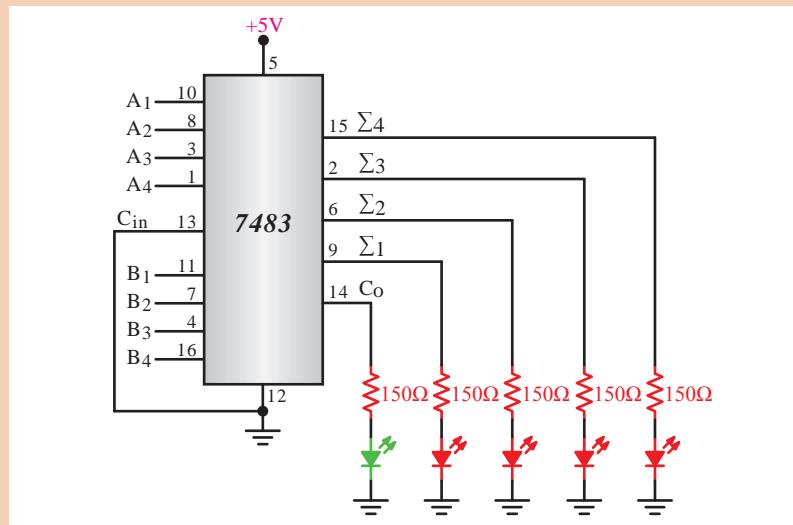
H = High Logic Level
L = Low Logic Level

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

بیشتر
بدانیم

جمع کننده چهار بیتی

برای جمع کردن دو عدد چهار بیتی ($A_1 A_2 A_3 A_4$ و $B_1 B_2 B_3 B_4$) می‌توانید از تراشه ۷۴۸۳ که یک جمع گر چهار بیتی است استفاده کنید. شکل ۲۰ این تراشه را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰- مدار یک جمع کننده ۴ بیتی با آی سی ۷۴۸۳ است.

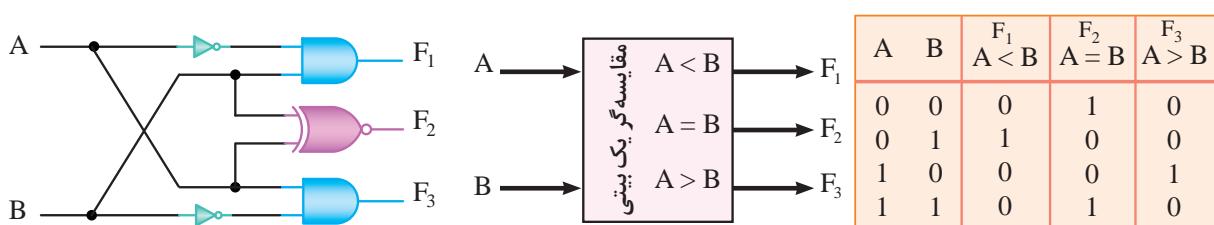
مقایسه کننده تک بیتی

فیلم



فیلم مربوط به مدارهای مقایسه کننده را ببینید.

مدار مقایسه‌گر ترکیبی با اینری، در ورودی، دو عدد یک رقمی با اینری (A و B) را دریافت می‌کند و در خروجی، حاصل مقایسه را به صورت $A < B$ یا $A = B$ یا $A > B$ مشخص می‌کند. در شکل ۱۹ بلوک دیاگرام مقایسه کننده ترکیبی نشان داده شده است. در جدول درستی مقایسه‌گر دو عدد یک رقمی با اینری رسم شده است. مدار مقایسه‌گر با گیت‌های دیجیتالی را در شکل ۲۱ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۱- مدار مقایسه‌گر یک بیتی

فعالیت



با توجه به جدول صفحه قبل تابع منطقی F_1 , F_2 و F_3 را بنویسید.

$F_1 = \dots$

$F_2 = \dots$

$F_3 = \dots$

تحقیق کنید



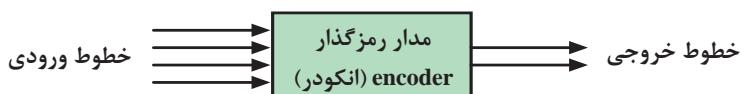
با مراجعه به رسانه‌های مختلف، شماره آی‌اسی مقایسه کننده ۴ بیتی را شناسایی کنید. جدول صحت و نحوه بستن مدار آن را در قالب یک گزارش ارائه دهید.

فیلم



فیلم مربوط به مدارهای رمزگشا و رمزکننده را ببینید.

مدارهای رمزکننده (انکودر – encoder): انکودرها مدارهایی هستند که به منظور کدگذاری اطلاعات ورودی در داخل سیستم‌های دیجیتالی استفاده می‌شوند. در واقع یک سیگنال، ورودی فعال را به کدهای صفر و یک در خروجی اش تبدیل می‌کند. در یک مدار رمزگذار اگر n متغیر موجود باشد، در این صورت 2^n خط ورودی و n خط خروجی در اختیار خواهد بود. نمونه کاربردی این مدارها را می‌توان به ماشین حساب‌ها، صفحه کلید کامپیوتر یا سیستم‌های مخابراتی (تلفن) نام برد. در شکل ۲۲ بلوک کلی به همراه علامت اختصاری این مدار را می‌توان مشاهده نمود.

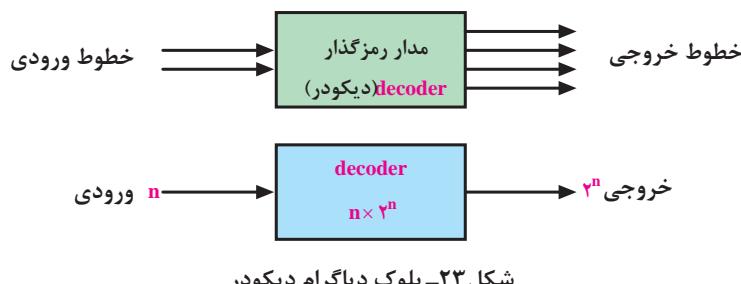


شکل ۲۲-بلوک دیاگرام انکودر

مدارهای رمزگشا (دیکودر-decoder): چنان‌که اشاره شد در وسایل دیجیتالی، مانند ماشین حساب یا کامپیوتر اطلاعات ورودی توسط مدارهایی رمزگذار به صورت کد «۰۰» و «۱۱» تبدیل می‌شوند. بیان مقادیر و پارامترها به صورت کدهای «۰۰» و «۱۱» در کارهای روزمره برای ما قابل فهم نیست، از این‌رو در وسایل دیجیتالی از مدارهای دیگری تحت عنوان مدارهای «رمزگشا» با «دیکودر» نیز استفاده می‌شود. در واقع مدارهای رمزگشا عمل تبدیل کدهای «۰۰» و «۱۱» به سیستم کاری ما (آنالوگ) را انجام می‌دهند. دیکودرها می‌توانند تا n متغیر ورودی داشته باشند و در خروجی حداکثر آنها را تا 2^n خط متفاوت تبدیل

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

کنند. در خروجی مدارهای دیکودر نیاز به نشان دهندهایی مانند قطعات هفت قسمتی (Seven Segment) است که بتوان خروجی این مدارها را مشاهده کرد. عملکرد مدارهای دیکودر را می‌توان عکس عمل مدارهای انکودر دانست. در شکل ۲۳ بلوک کلی به همراه علامت اختصاری این مدار را می‌توان مشاهده نمود.



شکل ۲۳- بلوک دیاگرام دیکودر

یک نمونه کاربردی که در آن از مدارهای رمزگذار و رمزگشا استفاده شده ماشین حساب وقتی بهوسیله صفحه کلید عددی داده می‌شود، این عدد در داخل ماشین حساب توسط مدارهای انکودر (رمزگذار) به کدهای صفر و یک تبدیل می‌شود یا وقتی که ماشین حساب حاصل عبارت را نشان می‌دهد در واقع عمل تبدیل در داخل آن صورت گرفته که وظیفه مدارهای دیکودر (رمزگشا) است. مجموعه این فرایندها در شکل ۲۴ نشان داده شده است.



تحقیق کنید



با مراجعه به منابع معتبر، آی سی با عملکرد رمزگشای ۳ به ۸ را بیابید. شماره فنی آی سی، مشخصات پایه‌ها و جدول صحت آن را به صورت گزارش به کارگاه ارائه دهید.

فیلم



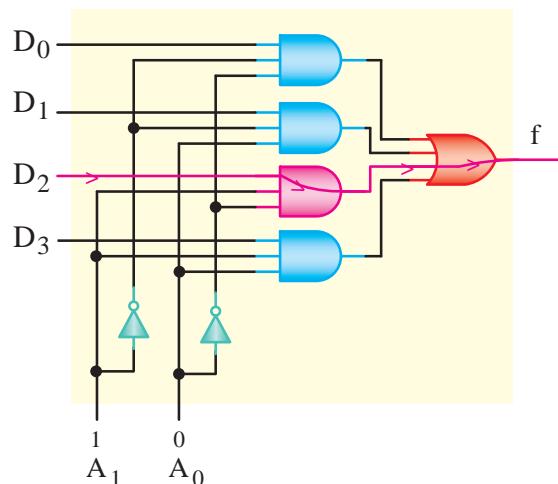
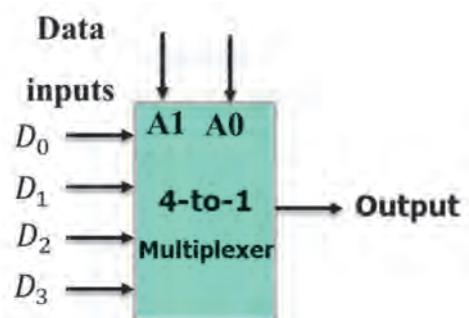
مدارهای مالتی پلکسرا (Multiplexer)

فیلم مربوط به مدارهای مالتی پلکسرا را ببینید.

مالتی پلکسرا (Data Selector Logic) یا مدارهایی هستند که به وسیله خطوط آدرس، اطلاعات خطوط ورودی را به یک خط خروجی انتقال می‌دهند. هر مالتی پلکسرا با m خط ورودی و یک خط خروجی به N خط آدرس نیاز دارد به طوری که رابطه $m = n^N$ برقرار است.

در شکل ۲۳ بلوک دیاگرام و جدول صحت یک مالتی پلکسرا $\rightarrow 1$ را مشاهده می‌کنید. برای چهار خط ورودی به دو خط آدرس (A و B) نیاز داریم. در شکل ۲۴ مدار یک مالتی پلکسرا $\rightarrow 1$ با ورودی‌های منطقی رسم شده است. در این مدار مثلاً اگر کد خط آدرس (A₁A₀) باشد ورودی سوم D₂ و اگر (A₁A₀) باشد، مطابق شکل ۲۵ ورودی دوم D₁ را به خروجی وصل می‌کند. در این شکل با آدرس A₁A₀ = 10 خط D₂ به خروجی منتقل می‌شود.

Control input		Out put
A	B	Y
0	0	D ₀
0	1	D ₁
1	0	D ₂
1	1	D ₃



شکل ۲۵- بلوک دیاگرام و جدول صحت یک مالتی پلکسرا ۱ به ۴

تحقیق کنید



با مراجعه به رسانه‌های مختلف، نمونه‌های دیگری از آی‌سی مالتی پلکسر بیابید و عملکرد آنها را با استفاده از برگه اطلاعات تجزیه و تحلیل کنید. نتیجه را در قالب یک گزارش به کارگاه ارائه دهید.

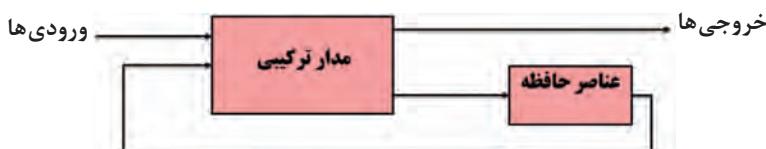
مدارهای ترتیبی

فیلم



فیلم مربوط به مدارهای ترتیبی را ببینید.

همان‌طور که در بلوک دیاگرام شکل ۲۶ مشاهده می‌کنید، خروجی مدارهای منطقی ترکیبی در هر لحظه تابع معینی از ورودی‌های آنها در همان لحظه است. به عبارت دیگر با تغییر هم‌زمان ورودی‌های مدار، خروجی‌های آن نیز متناسب با ورودی‌ها تغییر می‌کند. مدارهای ترکیبی توانایی نگهداری و به خاطرسپاری حالت‌های ورودی را ندارند. مدارهای ترتیبی، مدارهایی منطقی هستند که خروجی آنها تابع وضعیت زمان حال و گذشته متغیرهای ورودی مدار است. در این مدارها از عناصر حافظه (فلیپ فلاب) استفاده می‌شود. مدارهایی مانند حافظه‌ها، ثبات‌ها (رجیسترها)، شمارندها و ساعت دیجیتالی، مدارهای ترتیبی هستند.



شکل ۲۶-بلوک دیاگرام مدار ترتیبی

ماشین‌های حسابگر و سیستم‌های کنترل دیجیتالی، برای نگهداری اطلاعات و استفاده مکرر از آنها نیاز به حافظه دارند. مدارهای حافظه دار را مدارهای ترتیبی می‌نامند. این مدارها قابلیت به خاطرسپاری (درحافظه نگهداشت) ترتیب پیامدها را دارند. ممکن است یک مدار ترتیبی بیش از یک ورودی یا خروجی داشته باشد. در اغلب مدارهای ترتیبی، زمان تغییر وضعیت یا پذیرش اطلاعات جدید را به کمک یک سیگنال کنترل خاص، که پالس ساعت (Clock Pulse) نامیده می‌شود، تعیین می‌کنند.

واحد حافظه (memory): حافظه‌های نمونه‌ای از مدارهای مهم در دیجیتال هستند. این مدارها دارای ویژگی‌هایی زیر هستند.

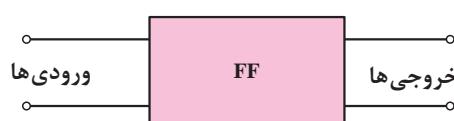
الف) قابلیت ثبت و ذخیره‌سازی اطلاعات ورودی را دارند.

ب) قابلیت انتقال اطلاعات ثبت شده را دارند.

ج) قابلیت تغییر اطلاعات ثبت شده در آن وجود دارد.

این گونه مدارها اطلاعات «۰» و «۱» را به صورت ترتیبی دریافت کرده و ثبت می‌کنند.

از جمله ویژگی‌های این مدارها آن است که نه تنها به وضعیت ورودی‌های مدار (صفر و یک بودن آنها) وابسته است، بلکه به وضعیت‌های قبلی (صفر و یک‌های موجود در مدار) نیز وابسته هستند و مقادیر آنها در تعیین وضعیت خروجی نقش دارند. حافظه‌های منطقی «فلیپ فلاب» (F.F) نام دارند. بلوک (وضعیت نموداری) فلیپ فلاب در شکل ۲۷ رسم شده است.

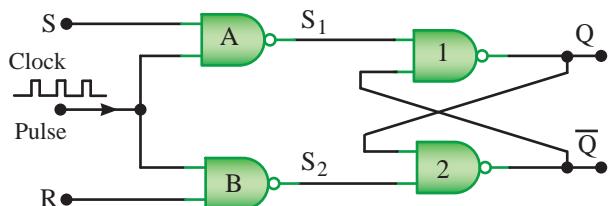


شکل ۲۷-نمودار فلیپ فلاب

فلیپ فلاب ها (Flip – Flops): فلیپ فلاب ها ساده ترین مدارهای ترتیبی هستند که از آنها به منظور سلول حافظه برای ذخیره و نگهداری اطلاعات استفاده می کنیم. با چند فلیپ فلاب می توانیم یک رجیستر یا یک شمارنده ساخت. علاوه بر این، برای تقسیم فرکانس، آشکار سازی فاز و نظایر آن باید از فلیپ فلاب ها استفاده کرد.

فلیپ فلاب ها را در چهار دسته RS، JK و T تقسیم بندی می کنند.

فلیپ فلاب (Reset Set Flip – Flop) RS: شکل ۲۶ مدار فلیپ فلاب SR را در شکل (۲۸) مشاهده می کنید. در این مدار، پالس ساعت (Clock Pulse) به عنوان یک سیگنال فعال ساز عمل می کند.



شکل ۲۸ – مدار فلیپ فلاب SR

حرف اول کلمه Set به معنی تنظیم کردن، پر کردن و R حرف اول کلمه Reset به معنی بازگشت به حالت اولیه یا پاک کردن است.

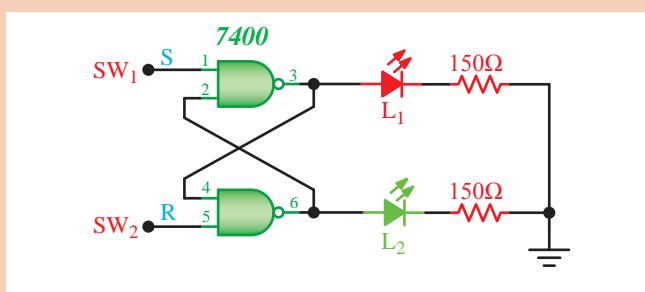
فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

فلیپ فلاب RS: با استفاده از آی اسی ۷۴۰۰، یک مدار بردبرد بیندید.
الف) پس از راه اندازی مدار، وضعیت کلیدهای ورودی را بر اساس جدول صحت تغییر دهید و حالت های خروجی را با توجه به روشن و خاموش شدن LED ها مشخص کنید.

توجه داشته باشید که هدف، مقایسه خروجی ها پس از تغییر وضعیت کلیدهای است. جدول صحت را دقیقاً بررسی کنید. آیا مدار مورد آزمایش کاملاً مشابه فلیپ فلاب RS عمل می کند؟ در مورد آن توضیح دهید. حالت غیر مجاز در کدام وضعیت ورودی ایجاد شده است؟ پاسخ خود را شرح دهید.



وضعیت ورودی ها		وضعیت قبلي خروجی ها		حالات خروجی ها بعد از تغییر وضعیت	
R = SW ₁	S = SW ₂	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

فعالیت
کارگاهی



مراحل اجرای کار

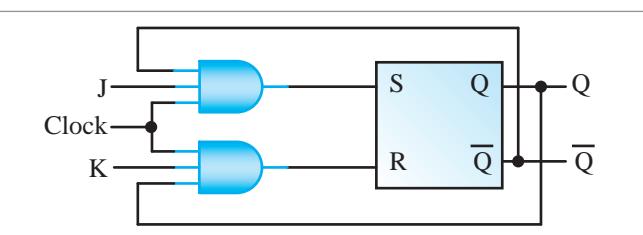
فلیپ فلاب RS ساعتی: مدار RS_FF را مطابق شکل مدار زیر تغییر دهید و نقشه مدار را دوباره ترسیم نمایید. توجه داشته باشید که در آی‌سی ۷۴۰۰، ورودی‌های NAND وجود دارد. به این مدار فلیپ فلاب RS ساعتی می‌گویند. عملکرد مدار را به‌طور خلاصه تشریح کنید.

براساس جدول صحت، ورودی‌ها را تغییر داده و جدول را کامل کنید.

دو مدار فلیپ فلاب RS و RS ساعتی و جداول صحت آنها را با هم مقایسه کنید و به پرسش‌های زیر با ذکر دلیل پاسخ دهید.

■ آیا حالت غیرمجاز در شکل برطرف شده است؟

■ مدار فلیپ فلاب RS چه برتری‌هایی نسبت به مدار RS ساعتی دارد؟



شکل ۲۹- فلیپ فلاب JK

فلیپ فلاب JK: یکی از معایب فلیپ فلاب RS مربوط به حالت تعريف نشده آن یعنی وضعیت $S=R=1$ است. زیرا در این حالت وضعیت غیرمجاز پیش می‌آید. برای اصلاح این حالت از فلیپ فلاب JK استفاده می‌شود (شکل ۲۹).

فعالیت
کارگاهی



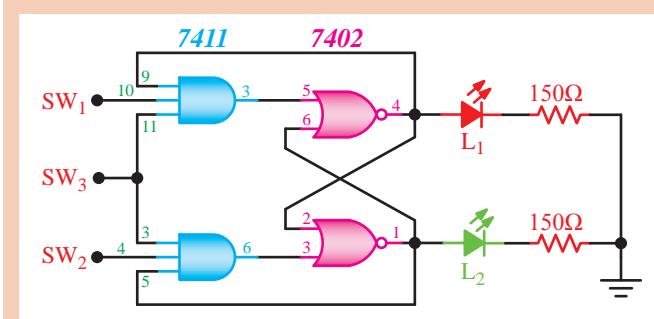
مراحل اجرای کار

مدار فلیپ فلاب JK_FF شکل زیر را روی برد بیندید.

با تغییر وضعیت کلیدها، وضعیت روشنایی LED‌های L₁ و L₂ را مشاهده کرده و نتایج را در جدول بنویسید. وضعیت روشنایی لامپ‌های L₁ و L₂ را در حالتی که هر سه کلید SW₁، SW₂ و SW₃ در وضعیت منطقی «۱» باشند، به دقت مشاهده کنید.

آیا در شدت نور لامپ‌ها نسبت به حالت‌هایی که حداقل یکی از کلیدها در وضعیت ۰ منطقی باشد، تغییری مشاهده می‌کنید؟ علت آن چیست؟ پاسخ خود را شرح دهید.

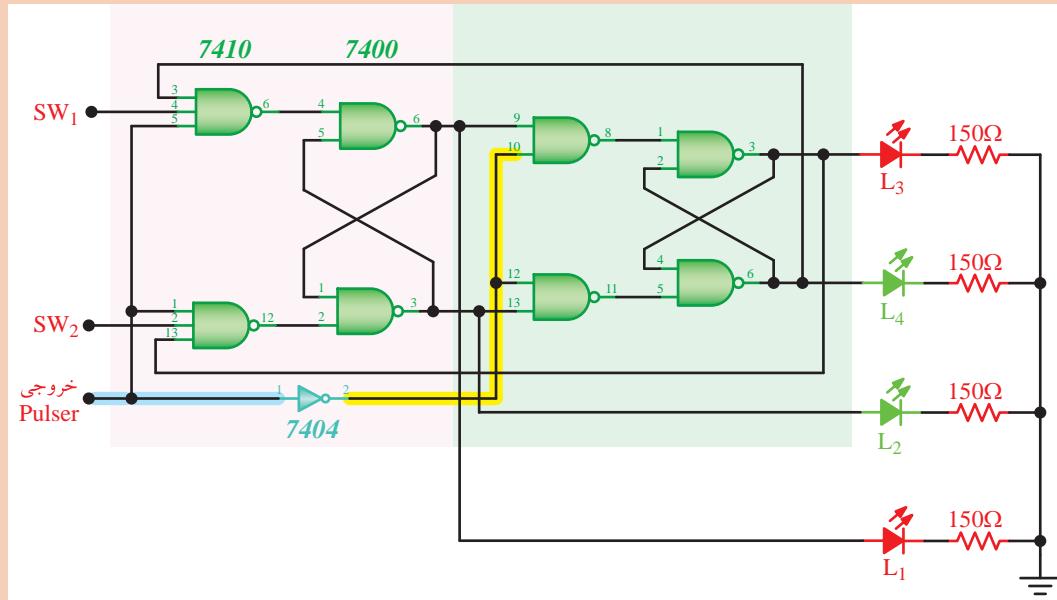
در مورد نحوه عملکرد مدار به‌طور خلاصه شرح دهید.





مراحل اجرای کار

مدار فلیپ‌فلاب JK-MS شکل زیر را با استفاده از آی‌سی‌های ۷۴۱۰، ۷۴۰۰، ۷۴۰۴ و ۷۴۰۶ روی بردبرد بیندید.

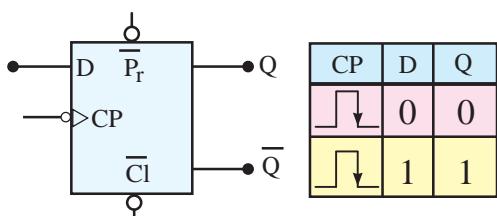


کلیدهای SW₁ و SW₂ را در یک حالت اولیه بگذارید و وضعیت روشن شدن LED‌ها در ستون «وضعیت اولیه خروجی‌های جدول» ثبت کنید. سپس کلید پالسر را تغییر حالت داده و به حالت اولیه برگردانید و وضعیت روشنایی LED‌ها در ستون «وضعیت خروجی‌ها بعد از پالس ساعت» بنویسید. این تغییرات را برای کلیه حالت‌های مربوط به کلیدهای SW₂ و SW₁ اجرا کنید. وضعیت روشن را با (ON) و وضعیت خاموش را با (OFF) مشخص نمایید.

چگونگی انتقال وضعیت L₁ و L₂ را به L₃ در اثر فرمان پالسر به دقت دنبال کنید و نتیجه مشاهدات خود را بنویسید.



در مورد فلیپ‌فلاب SR ساعتی و جدول درستی و عیب آن پژوهش کنید و نتیجه را در کارگاه ارائه دهید.



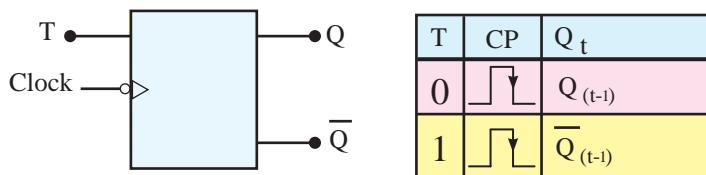
فلیپ‌فلاب نوع D (تأخیری یا Delay): این فلیپ‌فلاب تنها دارای یک ورودی است که ورودی D نام دارد. از این فلیپ‌فلاب به عنوان یک سلول ثبات (ثبت‌کننده) استفاده می‌کنند.

در شکل ۳۰ جدول درستی و بلوك دیاگرام فلیپ‌فلاب نوع D رسم شده است.

شکل ۳۰- جدول درستی و بلوك دیاگرام فلیپ‌فلاب نوع D

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

فلیپ‌فلاپ نوع T (کلیدی یا **Toggle**): این فلیپ‌فلاپ تنها دارای یک ورودی است که ورودی T نام دارد. ضمناً اگر دو ورودی فلیپ‌فلاپ JK را به هم وصل کنیم و اتصال مشترک را T بنامیم فلیپ‌فلاپ جدیدی ساخته می‌شود که به آن فلیپ‌فلاپ نوع T یا کلیدی می‌گوییم. از فلیپ‌فلاپ T اغلب به عنوان تقسیم‌کننده فرکانس در ساختمان مدارهای ساعت یا شمارنده استفاده می‌شود. در شکل ۳۱ جدول درستی و بلوک دیاگرام فلیپ‌فلاپ نوع T نشان داده است.



شکل ۳۱- جدول درستی و بلوک دیاگرام فلیپ‌فلاپ نوع T

در مورد ساختمان فلیپ‌فلاپ RS، JK، D و T و جدول درستی و کاربرد آنها تحقیق کرده و نتیجه را به صورت یک گزارش در کارگاه ارائه دهید.

تحقیق کنید

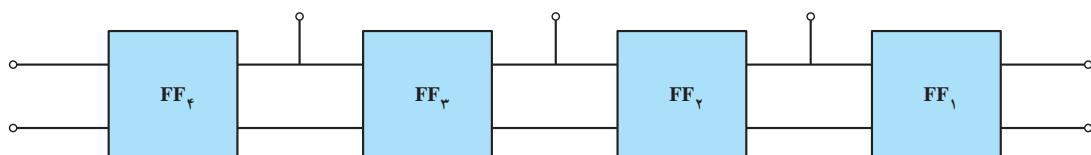


فلیپ‌فلاپ با کدام حالت پالس ورودی تحریک می‌شود؟ در مورد چگونگی عملکرد فلیپ‌فلاپ‌ها بر اساس پالس ساعت تحقیق کنید. نتایج تحقیق را در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



ثبت کننده (رجیستر: **Register**): در مدارهای دیجیتالی چون با رقم‌های صفر و یک سروکار داریم برای نوشتن (ثبت) آنها در فضای حافظه لازم است تا جای خای در حافظه پیش‌بینی شده باشد. به‌طور کلی هر مدار فلیپ‌فلاپ می‌تواند محل ذخیره‌سازی یک رقم (صفر یا یک) باشد. مدارهای دیجیتالی خاصی که برای این منظور استفاده می‌شود به مدارها (ثبت کننده) یا (رجیستر) معروف هستند. به منظور ذخیره‌کردن چند صفر و یک در مدارهای دیجیتالی مدارهای رجیستری که از چند فلیپ‌فلاپ تشکیل شده‌اند به کار می‌روند. مدارهای رجیستر یک نمونه از شکل‌های کاربردی مدارهای فلیپ‌فلاپ هستند. بلوک کلی از نحوه اتصال چند فلیپ‌فلاپ در شکل ۳۲ نشان داده شده است.



شکل ۳۲- بلوک دیاگرام کلی

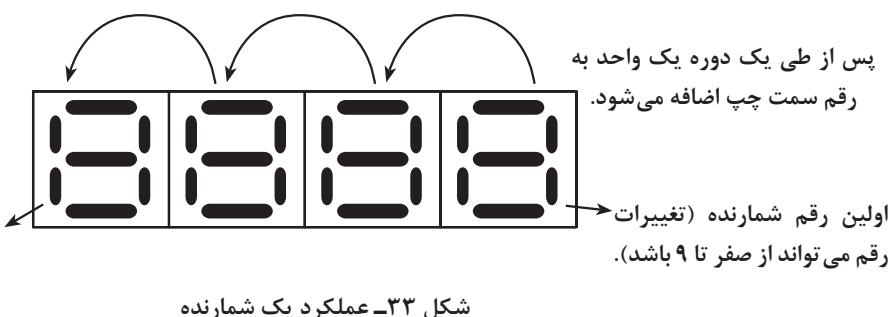
فلیپ‌فلاپ‌ها باید به گونه‌ای به هم متصل شوند که اعداد صفر و یک قادر به ورود یا خروج رجیسترها باشند؛ پس به‌طور خلاصه مجموعه‌ای از فلیپ‌فلاپ‌های متصل به هم که قادر به ثبت و انتقال اطلاعات هستند «شیفت رجیستر» نام دارند.



شیفت رجیسترها (Shift Registers): شیفت رجیسترها برای ثبت و حفظ اطلاعات باینری به صورت موقتی به کار می‌روند. علاوه بر این، می‌توان از آنها برای انتقال اطلاعات نیز استفاده کرد. شیفت رجیسترها به علت کاربرد وسیعی که در سیستم‌های دیجیتالی دارند با قابلیت‌های متفاوت و تنوع زیاد در بازار یافته می‌شوند.

در مورد انواع شیفت رجیسترها و کاربرد آنها تحقیق کرده و نتیجه را به صورت پرده‌نگار نمایش دهید.

شمارنده (Counter): قادر است با دریافت فرمان از صفر تا عددی خاص تا صفر را شمارش نماید شمارنده یا کانتر نام دارد. مانند: کورنومتر یا ساعت دیجیتالی. به عبارت دیگر، شمارنده در واقع ثبات یا رجیستری است که به محض دریافت یک سیگنال ورودی عمل شمارش را شروع می‌کند؛ سپس با رسیدن سیگنال بعدی تغییر کرده و یک واحد بیشتر را می‌شمارد. این عمل را تا رسیدن به سیگنال آخر ادامه می‌دهد در شمارنده دو یا چند رقمی، بعد از پایان شمارش رقم اول تا ۹ یک واحد به رقم سمت چپ اضافه شده و عمل شمارش مجدد تکرار می‌شود (شکل ۳۳).



در شکل ۳۴ چند نمونه از وسایل شمارنده را مشاهده می‌کنیم.



شکل ۳۴- چند نمونه از وسایل شمارنده

پومنان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

مدارهای شمارنده در شکل کاربردی به دو صورت «صعودی» «نزولی» وجود دارند.
«شمارنده صعودی»، شمارندهای است که اعداد را از کم به زیاد می‌شمارد.
«شمارنده نزولی»، شمارندهای است که اعداد را از زیاد به کم می‌شمارد.

تحقیق کنید



شمارندها در ساعتهای دیجیتالی، کرونومترها، زمان‌سنج‌ها (تایم‌رها)، نمایشگر چراغ راهنمایی و رانندگی و کنترل برق دیجیتالی و موارد متعدد دیگر کاربرد دارند. درباره این شمارندها تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

بیشتر
بدانید



FPGA: یک تراشه (IC) است که می‌توانیمتابع منطقی مورد نیاز طراحی شده را در آن برنامه‌ریزی کنیم و روابط منطقی بین پایه‌های ورودی و خروجی را تغییر دهیم. از این‌رو به این تراشه‌ها آی‌سی‌های قابل برنامه‌ریزی نیز می‌گویند. یکی از ویژگی‌های این تراشه‌ها این است که به آسانی می‌توانیم مدارهای دیجیتالی پیچیده را در آنها پیاده‌سازی کنیم. برای این منظور، بلوک‌های مختلف مورد نیاز مدارهای منطقی ترکیبی را در داخل FPGA پیاده‌سازی می‌کنند. در نهایت آی‌سی با توجه به برنامه، قابل استفاده است. این نوع تراشه‌ها دارای چند هزار تا چند میلیون ورودی در داخل خود دارند و از آنها در پیاده‌سازی تابع نسبتاً پیچیده دیجیتالی که نیاز به سرعت پردازش بالایی دارند، استفاده می‌شود. که این امر سبب کاهش تعداد سخت‌افزار مورد نیاز می‌شود. برنامه‌نویسی ساده و استاندارد از دیگر مزایای این نوع تراشه‌هاست. امروزه کاربردهای FPGA بسیار رایج شده و در بسیاری از موارد به عنوان پردازندرگ در مدارهای مختلف استفاده می‌شود. شکل (۳۲) یک نمونه از این نوع آی‌سی‌ها را که در موارد پیشرفته کاربرد دارد، نشان می‌دهد. سرعت بالای FPGA‌ها سبب شده است که بتوانیم آنها را برای کارهای پردازشی سنگین مثل پردازش تصویر و صدا استفاده کنیم. FPGA اغلب برای ساخت دستگاه‌هایی مانند دستگاه‌های مخابراتی پسرعت، دستگاه‌های صنعتی و تجاری خیلی حساس و دستگاه‌های نظامی به کار می‌رود.



شکل ۳۵- یک نمونه تراشه FPGA

عنوان پودمان (فصل)	تکالیف عملکردی (شاپیستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۳			بالاتر از حد انتظار	۱ تبدیل اعداد از یک مبنای به مبنای دیگر. ۲ بررسی دروازه‌های منطقی و بستن سخت‌افزاری دروازه‌های منطقی با آی‌سی. ۳ بررسی و بستن کلی مدارهای ترکیبی و ترتیبی. ۴ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.	
۲	تبدیل مبنای اعداد به یکدیگر و بررسی گیت‌های منطقی به صورت کاربردی در مدارهای ترکیبی و ترتیبی	بستن انواع گیت‌های منطقی به صورت کاربردی در مدارهای ترکیبی و ترتیبی	در حد انتظار	۱ تبدیل اعداد از یک مبنای به مبنای دیگر. ۲ بررسی دروازه‌های منطقی و بستن سخت‌افزاری دروازه‌های منطقی با آی‌سی. ۳ بررسی و بستن کلی مدارهای ترکیبی و ترتیبی. ۴ هنرجو توانایی بررسی دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	
۱			پایین‌تر از انتظار	۱ تبدیل اعداد از یک مبنای به مبنای دیگر. ۲ بررسی دروازه‌های منطقی و بستن سخت‌افزاری دروازه‌های منطقی با آی‌سی. ۳ بررسی و بستن کلی مدارهای ترکیبی و ترتیبی. ۴ هنرجو توانایی بررسی یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.	
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

پودهمان ۴: کاربری مدارهای دیجیتال

ارزشیابی شایستگی کاربری مدارهای دیجیتال

۱- شرح کار

- تشریح سامانه اعداد؛
- تشریح عملکرد دروازه‌های پایه و ترکیبی؛
- ساده‌سازی توابع مدارهای منطقی؛
- شرح کلی مدارهای ترکیبی؛
- شرح کلی مدارهای ترتیبی.

۲- استاندارد عملکرد

کار با دروازه‌های منطقی و مدارهای ترکیبی دیجیتالی و بستن مدارهای کاربردی دیجیتالی با رعایت استانداردهای حاکم بر آنها.
شاخص‌ها

- تشریح کامل تجهیزات، قطعات و دستگاه‌های الکترونیکی.

۳- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات

شرایط: مکان دارای کف عایق یا آئی استاتیک و مناسب برای انجام کار و کارگاه مجهز به لوازم ایمنی باشد.
ابزار و تجهیزات: کلیه دستگاه‌های الکترونیکی و قطعات الکترونیکی و میز آزمایشگاهی الکترونیک با تجهیزات استاندارد.

۴- معیار شایستگی

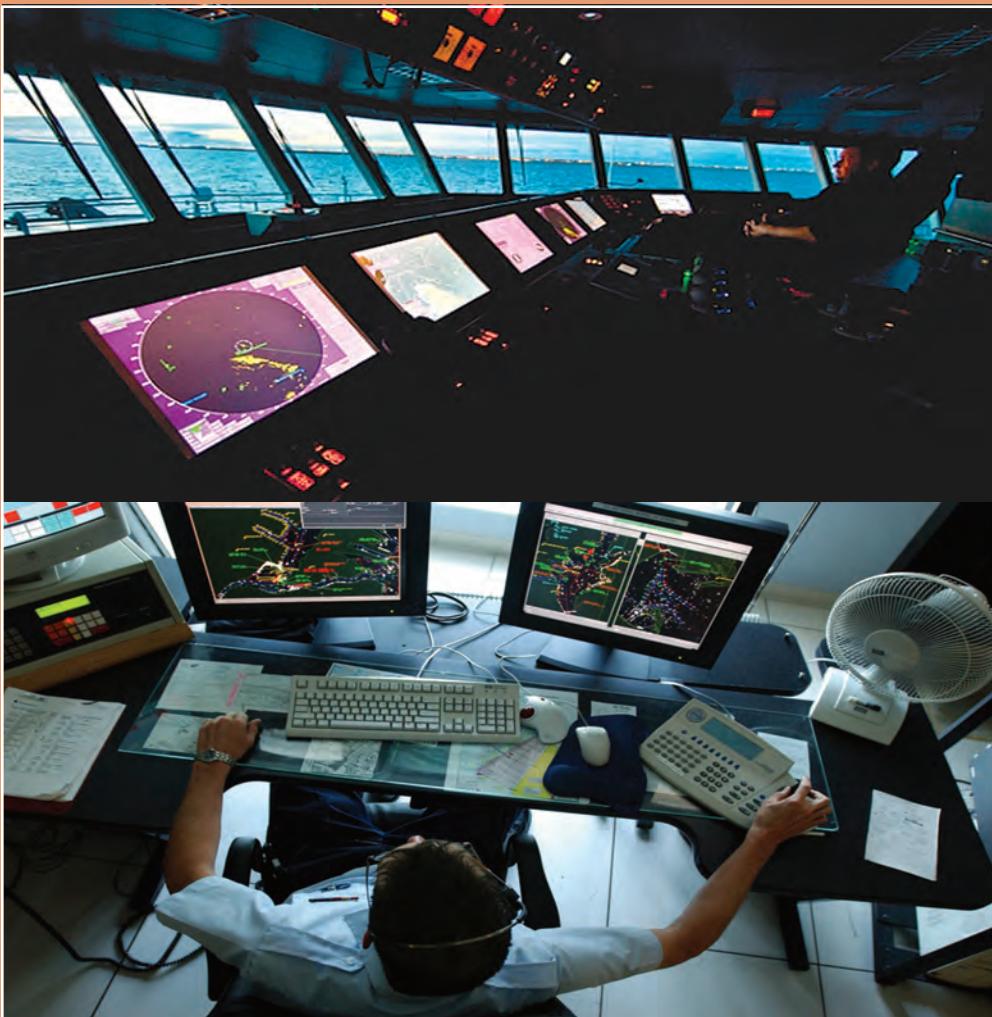
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تبديل اعداد از یک مبنای دیگر	۱	
۲	تشریح دروازه‌های منطقی	۲	
۳	بستن سخت‌افزاری مدار دروازه‌های منطقی با آی‌سی	۱	
۴	تشریح کلی عملکرد مدارهای ترکیبی	۱	
۵	بستن سخت‌افزاری مدارهای ترکیبی	۱	
۶	تشریح کلی عملکرد مدارهای ترتیبی	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیستمحیطی و...		۲	
۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها؛ ۲- دقیق و تمرکز در اجرای کار؛ ۳- شایستگی تفکر و یادگیری مادام‌العمر؛ ۴- رعایت اصول و مبانی اخلاق حرفه‌ای.		۲	
میانگین نمرات			*

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



پودمان ۵

کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری



کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری

آیا تاکنون پی برد هاید

- ۱ AIS بر چه اساسی و در چه بستری کار می کند؟
- ۲ اجزا و مؤلفه‌های AIS کدام‌اند؟
- ۳ انواع اطلاعات ارسالی و نحوه ارسال آنها چگونه می باشد و چه شناورهایی ملزم به داشتن AIS هستند؟
- ۴ نحوه عملکرد سیستم AIS چگونه است؟
- ۵ LRIT چگونه و بر چه اساسی کار می کند و اجزا و مؤلفه‌های آن کدام‌اند؟
- ۶ کاربران مجاز سیستم LRIT چه کسانی هستند و به چه اطلاعاتی دست می یابند؟
- ۷ VDR چیست و چه کاربردی در شناورها دارد؟
- ۸ اجزا و مؤلفه‌های یک VDR کدام‌اند؟
- ۹ VDR در شناورها چه اطلاعاتی را و با چه هدفی ذخیره می کند؟

استاندارد عملکرد

سیستم‌های کمک ناوبری در واقع مغز یک کشتی محسوب می‌شوند و همواره در همه مراحل ابزار دست ناوبرها، مراکز کنترل و بنادر، تجسس‌های دریایی و صاحبان کشتی‌ها می‌باشند. در این میان، سیستم‌هایی که به ذخیره و ارسال اطلاعات مختلف و هدف‌دار در شناور می‌پردازند، اغلب اهداف کنترلی و نظارتی و گاه درازمدت دارند و در یک کلام، بسیار پراهمیت هستند. در این قسمت، فرآگیران با سه نمونه از این سیستم‌ها که در واقع بخشی از ناوبری الکترونیک می‌باشند، آشنا خواهند شد.

سیستم‌های کمک ناوبری به دلیل اهمیت بسیار بالایی که در اینمی دریانوردی دارند، همواره از به روزترین سیستم‌ها هستند که در معاهدات بین‌المللی دریایی نظیر IEC و IMO نیز مورد توجه بوده‌اند. در حوزه‌های علمی و فنی نیز هر روزه هم به لحاظ تنوع و تعداد و هم به لحاظ بهینه‌سازی، این نوع سیستم‌ها، در حال پیشرفت می‌باشند. این سامانه‌ها با هدف ارتقای سطح اینمی افراد و تجهیزات و مسائل زیست‌محیطی در حین دریانوردی به کار می‌روند. در این بخش به سه نوع از این سامانه‌ها که در واقع به نوعی انتقال دهنده اطلاعات ناوبری می‌باشند پرداخته می‌شود.

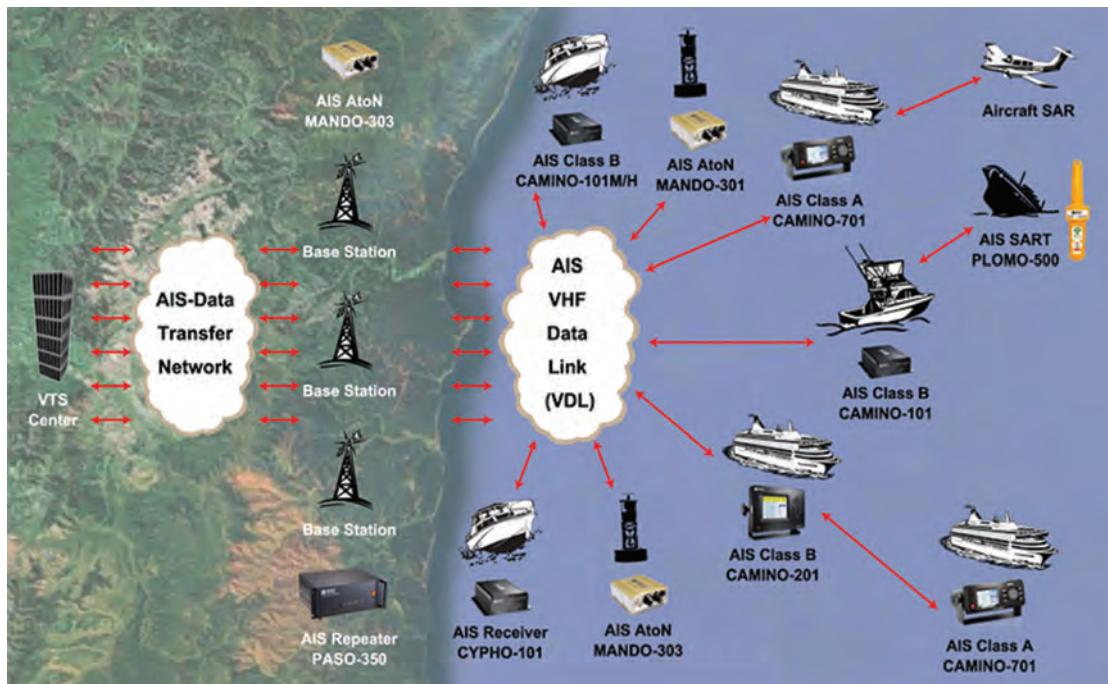
با مراجعه به اینترنت و کتب مرجع در خصوص IMO تحقیق نمایید.

تحقیق کنید



۱- کاربری سامانه‌شناسایی خودکار (AIS)

سامانه‌شناسایی خودکار AIS، سیستمی است بر مبنای دریایی که اطلاعات مختلف و مفیدی از شناورها را تحت استانداردهای معین شده که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت، به سایر شناورها و یا ایستگاه‌های مشخص شده، در بستر VHF ارسال می‌کند. این سامانه به طور متناوب اطلاعات مشخص شده شناورها را به وسیله دو کanal VHF که به این منظور اختصاص یافته اند، ارسال می‌کند و سایر کشتی‌ها، وسایل و اماکنی که به سامانه‌های AIS مجهز هستند، آنها را دریافت می‌کنند.



شکل ۱- سیستم AIS

در سال ۱۹۷۷ میلادی، سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO)، سیستم شناسایی خودکار (AIS)، را به صورت گسترده تعریف و توصیه نمود که بر اساس آن، این سیستم باید بستری برای ایجاد بخشی از ایمنی در دریا برای جلوگیری از انواع حوادث دریایی و همچنین ابزاری برای به دست آوردن اطلاعات شناورها و محمولة آنها برای ایستگاه‌های ساحلی و سایر شناورها و نیز برای سیستم کنترل ترافیک دریایی (VTS) و مدیریت ترافیک دریایی ایجاد نماید. در سال ۱۹۸۸ بر اساس توصیه این سازمان، اغلب منابع تحقیقاتی و توسعه‌ای جهان، تحقیقات بین‌المللی را برای دستیابی به تکنولوژی AIS با توجه به کنوانسیون‌های ایمنی جان افراد در دریا (SOLAS)، جلوگیری از تصادم دریایی (COLREG) و تجسس و نجات دریایی (SAR) تحت استانداردهای دریایی آغاز نمودند.

در سال ۲۰۰۰ میلادی، الحاقیه پیمان SOLAS توصیه نمود که AIS باید به صورت خودکار اطلاعات مربوط به شناورها و هواپیماها را برای ایستگاه‌های ساحلی تأمین نماید. از سوی دیگر سیستم توصیه شده باید

بتواند این اطلاعات را به صورت خودکار از شناورهای مجهز به این سیستم دریافت، نمایش و رديابی نموده و اطلاعات را به وسیله امکانات ارتباطی به ایستگاههای ساحلی مورد نظر نیز منتقل نماید. بر اساس فصل پنجم کنوانسیون SOLAS برای ایمنی دریانوردی، الزام نصب این سامانه برای انواع مختلف کشتی‌ها متناسب با کلاس آنها، متفاوت است. از سال ۲۰۰۲ تمامی کشتی‌هایی که ساخته می‌شدند و از سال ۲۰۰۸ کلیه شناورهای با تناز بالای ۵۰۰ تن و نیز کلیه شناورهای بالای ۳۰۰ تن که در آب‌های بین‌المللی دریانوردی می‌کنند، باید به این سامانه مجهز باشند. در مورد سایر شناورها به کارگیری این سامانه داوطلبانه است. در ادامه به این موضوع بیشتر خواهیم پرداخت.

تحقیق کنید



با مراجعه به اینترنت و کتب مرجع در خصوص کلیات کنوانسیون SOLAS بیشتر تحقیق نمایید.

اجزای کلی در سامانه شناسایی خودکار

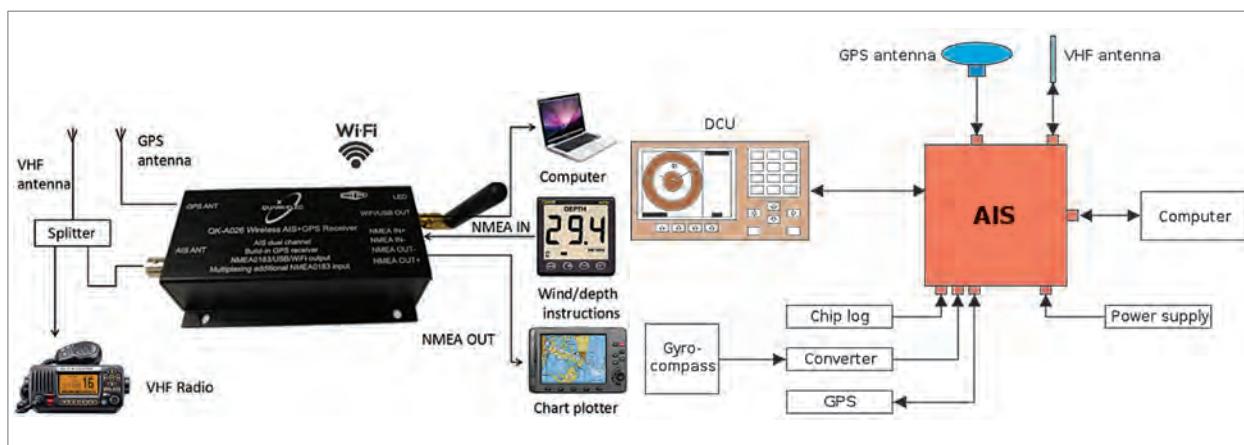
این دستگاه به طور کلی دارای اجزای زیر است:

۱- سیستم‌های موقعیت‌یابی مثل GPS (Global Navigation Satellite System)

۲- میکروپروسسور؛

۳- فرستنده و گیرنده VHF و FM؛

سایر اجزا مانند آنتن‌های VHF و GPS و منبع تغذیه و نمایشگرهای جانبی و دیتاها و ورودی و خروجی و موارد دیگر در شکل دیده می‌شوند.



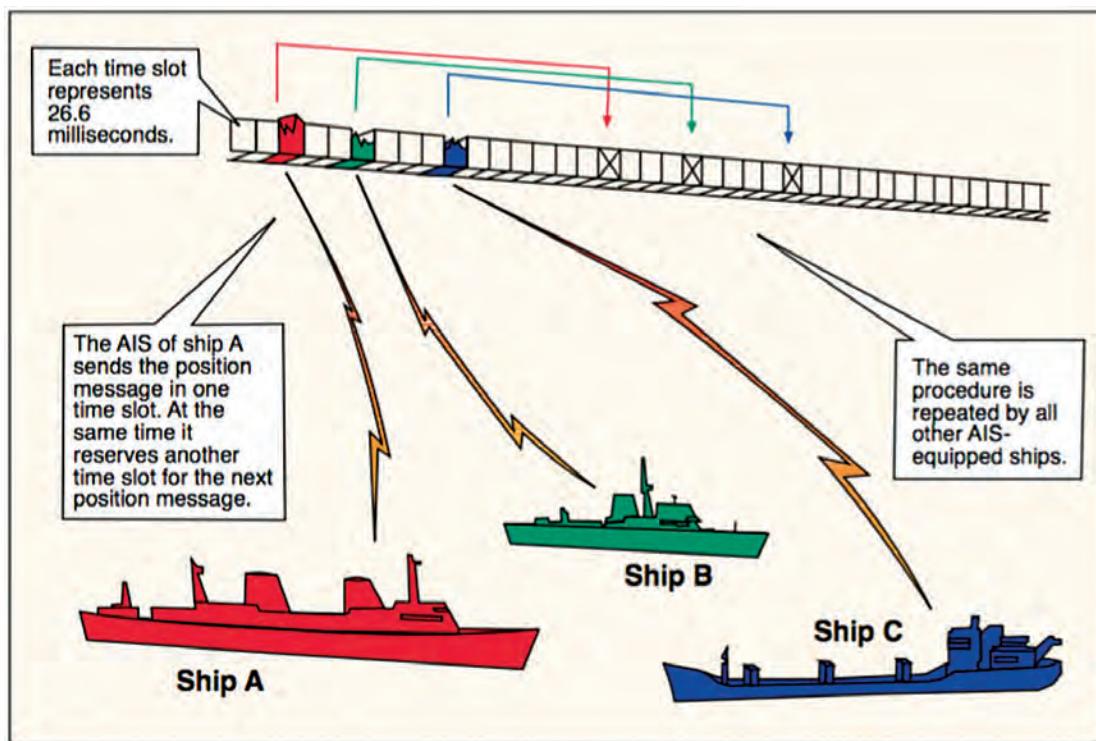
شکل ۲- دو تصویر از اجزای یک سیستم AIS

میکروپروسسور، اطلاعات را از سنسورهای شناور دریافت و آنها را به سیگنال‌های دیجیتال تبدیل نموده و به صورت خودکار پخش می‌نماید.

هر سیستم AIS، برنامه زمان‌بندی ارسال اطلاعات خود را تعیین و در صورت وجود چند ایستگاه در حال

پومن ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری

ارسال، به نحوی برنامه‌ریزی می‌کند که ایستگاه‌ها به صورت هم‌زمان اطلاعات خود را ارسال ننمایند. انتشار اطلاعات بر روی دو کanal VHF که به حدود ۲۲۵۰ قسمت زمانی تقسیم شده‌اند، صورت می‌پذیرد.



شکل ۳- زمان‌بندی ارسال و دریافت اطلاعات

همان‌طور که گفته شد، یک سری اطلاعات ثابت و متغیر کشته به وسیله دستگاه AIS، نصب شده بر روی آن به صورت دائمی به سایر شناورها و ایستگاه‌های رادیویی ارسال می‌شوند و در مقابل، اطلاعات ارسالی از سایر شناورها نیز توسط این دستگاه دریافت می‌شوند. اطلاعات دریافتی می‌توانند بر روی رایانه‌های شخصی، و یا رادار نمایش داده شوند. بر اساس قوانین ایمنی دریانوردی، کلیه کشتی‌های مسافربری و نفتکش‌ها و سایر کشتی‌ها باید تا تاریخ یکم جولای ۲۰۰۷ میلادی به این سیستم مجهز می‌شوند. بر اساس همین قوانین، کلیه شناورهای ترددکننده در آب‌های داخلی نیز باید تا جولای ۲۰۰۸ به این سیستم مجهز شده باشند.

تقسیم‌بندی سیستم‌های AIS

سیستم‌های AIS به چهار گروه (کلاس) تقسیم می‌شوند:

۱ کلاس A : کشتی‌هایی که شامل کنوانسیون SOLAS می‌شوند.

اطلاعات AIS در کلاس A شامل اطلاعات استاتیکی، دینامیکی و اطلاعات مربوط به سفر دریایی می‌گردد که در جدول (۱) به آنها اشاره شده است.

جدول ۱- اطلاعات مختلف شناور در کلاس A

استاتیک	دینامیک	سفر
شماره IMO	موقعیت شناور	آبخور شناور
CALL SIGN & NAME	زمان UTC	محمولة خطرناک
طول و عرض شناور	مسیر بر روی زمین (COG)	مقصد و ETA
نوع شناور	سرعت نسبت به زمین (SOG)	-
محل و موقعیت آتن ثابت	سمت حرکت (HEADING)	-
-	وضعیت دریانوردی	-
-	نوع چرخش (ROT)	-

تحقیق کنید



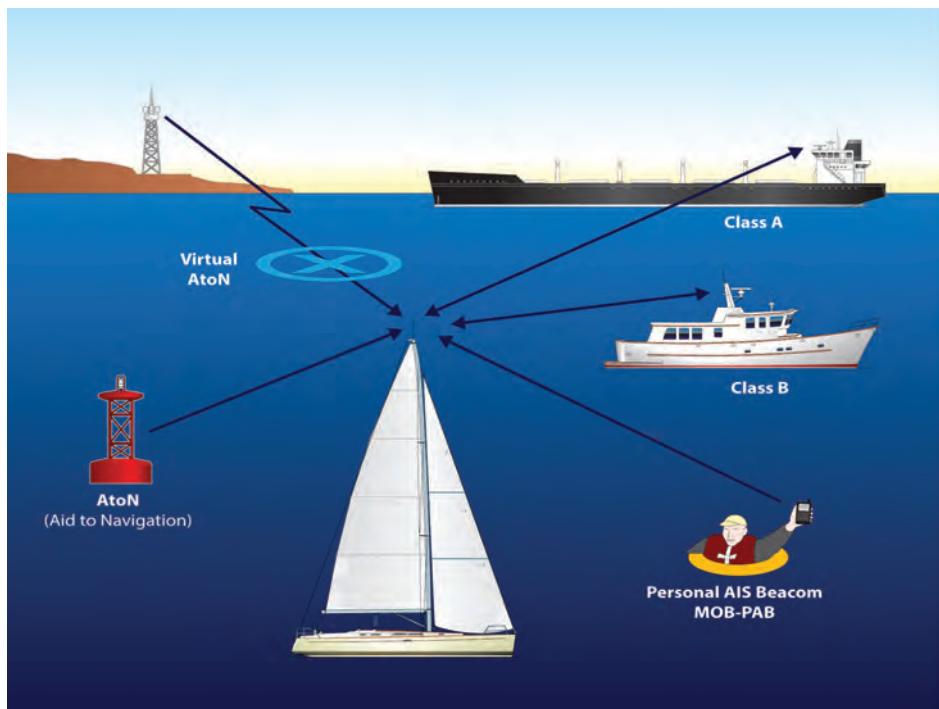
با مراجعه به اینترنت و کتب مرجع بررسی نمایید که تقسیم‌بندی شناورها در این گروه چگونه می‌باشد.

۱ کلاس B: برای شناورهایی که عضو SOLAS نیستند و قواعد گروه A را رعایت نمی‌کنند، باید از استاندارد بین‌المللی IEC (۶۲۲۸۷) که در سال ۲۰۰۳ ابلاغ شده است، پیروی نمایند. فرق کلاس B با بقیه در این است که برخی از اطلاعات را مانند نوع چرخش ROT، آبخور، وضعیت دریانوردی، مقصد و ETA ارسال نمی‌کنند.

۲ کلاس C (کلاس جست‌وجو و نجات دریایی): این کلاس AIS برای استفاده در جست‌وجو و نجات دریایی (SAR) به عنوان یک وسیله کمک ناوبری تعریف شده است و در آن قیدشده است که هواپیماها و بالگرد های جست‌وجو و نجات دریایی نیز می‌توانند به این سیستم مجهز شوند.

۳ کلاس D: این کلاس AIS شامل ایستگاه‌های ساحلی نظیر مراکز کنترل ترافیک دریایی (VTS) می‌شود که نقشی اساسی در مدیریت کنترل تردد شناورها دارند. این کلاس می‌تواند نقش اولیه را در تشکیل کانال‌های رادیویی ایستگاه AIS به عنوان یک تکرار کننده، انتشار دهد و دوباره اطلاعات دریایی را از دیگر ایستگاه‌ها دریافت نماید.

همان‌گونه که ذکر شد نصب تجهیزات AIS برای برخی از شناورها ضروری نیست و حتی اگر به AIS مجهز هستند، در بعضی شرایط باید آن را خاموش نگه‌دارند؛ چون گاهی تبادل حجم وسیع اطلاعات تحت برخی شرایط، خود می‌تواند موجب بروز اختلالات رادیویی گردد.



شکل ۴- برخی کلاس‌های تقسیم‌بندی شده

اهداف، مزایا و اطلاعات قابل دسترسی سیستم AIS

وظیفه اصلی این سیستم، تبادل اطلاعات مشخص شده میان یگان‌های شناور با یکدیگر و یا شناورها با ایستگاه ساحلی است.

از مزایای این سیستم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

سهولت بیشتر در شناسایی شناورها؛

سهولت در رهگیری شناورهای سطحی؛

مبادله اطلاعات ضروری میان کشتی‌ها به صورت خودکار؛

کاهش ترافیک بر روی باندهای VHF؛

افزایش اطلاعات فرمانده و افسران نگهبان پل فرماندهی از وضعیت پیرامونی خود.

اطلاعات ارسالی این سیستم به سه دسته تقسیم می‌شوند:

(الف) اطلاعات ثابت یا استاتیک: این اطلاعات پس از نصب دستگاه، در آن ثبت شده و تنها در صورت ایجاد تغییرات در ساختار کشتی و یا نحوه ثبت آن در IMO باید اصلاح گردد. این اطلاعات عبارت‌اند از:

- کد (MARITIME MOBILE SERVICE IDENTITY) MMSI؛

- نام و علامت‌های خطاب (نام شناور) (CALL SIGN)؛

- شماره (INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION) IMO؛

- طول و عرض شناور؛

- محل نصب آنتن GPS بر روی کشتی.

ب) اطلاعات متغیر یا دینامیکی: اطلاعاتی که به بويه، محدودیت به دلیل آبخور...);

به طور مداوم و در خلال روش بودن دستگاه، تغییر و سرعت یا نواخت گردش شناور.

ج) اطلاعات مرتبط با برنامه حرکت کشته: تصحیح می‌شوند. این اطلاعات عبارت‌اند از:

این اطلاعات عبارت‌اند از:

- موقعیت شناور؛

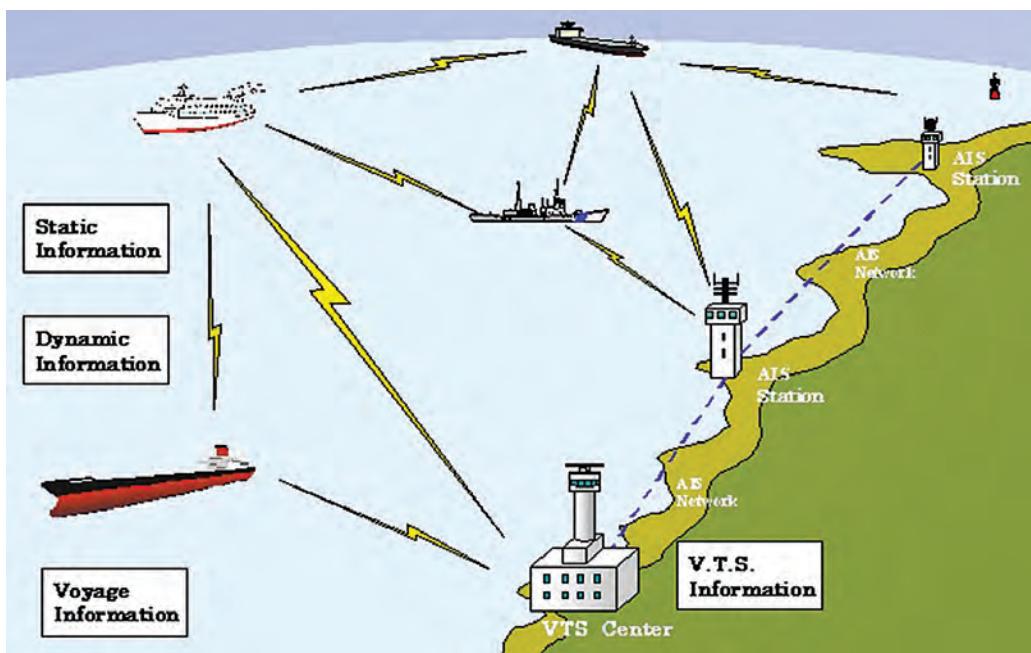
- زمان جهانی UTC؛

- مسیر حرکت نسبت به کف دریا؛

- سرعت حرکت نسبت به کف دریا؛

- هدینگ (راه جایرو).

- وضعیت شناور نسبت به قوانین راه (در حال حرکت، - پیام‌های ایمنی (مربوط به بويه‌ها، کوه‌های در لنگر، خارج از کنترل، محدودیت در منور، متصل یخ و مانند آن).



شکل ۵- نحوه ارتباط و تبادل انواع اطلاعات

نحوه عملکرد

این سیستم دارای یک فرستنده VHF، دو گیرنده VHF TDMA (Access Time Division Multiple)، سیستم‌های استاندارد ارتباطات مخابرات الکترونیکی دریایی و سانسورهای مربوطه (جهت جمع‌آوری برخی اطلاعات) می‌باشد. موقعیت و اطلاعات زمانی اغلب توسط یک گیرنده سیستم کمک ناوبری ماهواره‌ای نظیر GPS به سیستم اعمال می‌گردد. دیگر اطلاعاتی که توسط سیستم AIS پخش می‌گرددند، به صورت الکترونیکی از دیگر تجهیزات موجود در روی کشتی و از طریق سیستم‌های ارتباطی استاندارد موجود دریافت می‌شوند. اطلاعات هدینگ، مسیر و سرعت نسبت به کف دریا در تمام کشتی‌های مجهز به سیستم AIS وجود دارد. اطلاعات دیگری نظیر زوایای رول، پیچ و یاو، سرعت چرخش، مقصد و

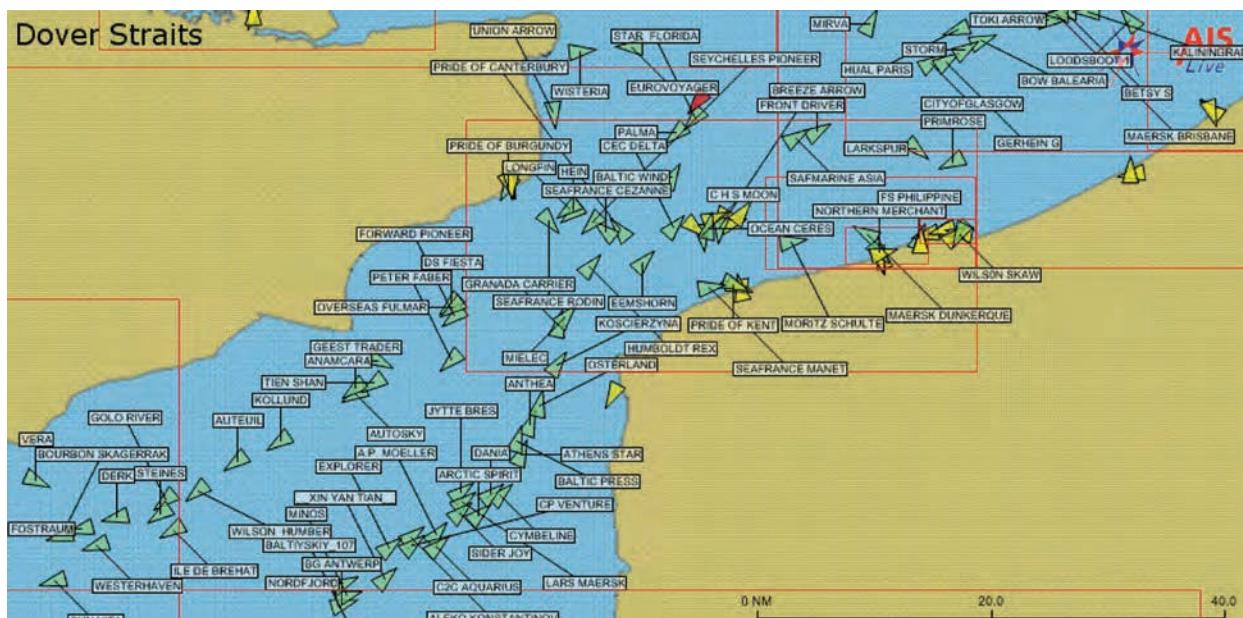
پیوسمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناویگی

نیز باید به سیستم اضافه گردند.

فرستنده صوتی AIS صرف نظر از اینکه کشتی در آب های ساحلی، سرزمینی و یا آب های آزاد باشد، به صورت داخلی و به طور مداوم کار می کند. فرستنده از مدولاسیون GMSK FM ۹/۶ kb روی کانال های ۲۵ و یا ۱۲/۵ کیلوهرتز استفاده می کند. هر چند تنها یک کanal رادیویی برای این منظور مورد نیاز می باشد، ولی هر ایستگاه روی دو کanal رادیویی اقدام به ارسال و دریافت پیام می نماید. این امر به منظور جلوگیری از مشکلات ناشی از تداخل و همچنین

جهت امکان پذیر شدن انتقال پیام بین کانال ها جهت جلوگیری از قطع ارتباط با دیگر کشته هاست. بُرد این سیستم مشابه دیگر تجهیزات است که در باند فرکانسی VHF کار می کنند و بستگی به ارتفاع آن تن دارد. بنابراین، برد این دستگاه حدوداً بین 20 الی 30 مایل است که با بهره گیری از ایستگاه های تکرار کننده می توان این برد را افزایش داد.

اطلاعات دریافتی این سیستم را می‌توان یا به صورت گرافیکی و یا شبیه به یک صفحه رادار مشاهده نمود.



شکا، ۶- نماش، فرم گ افیکے، AIS



شکا ۷- نماش، فرم، اداری، AIS

پایگاه اطلاع رسانی Marine Traffic در حال حاضر وضعیت ترافیک دریایی را در مناطق مختلف دریایی جهان به صورت مستقیم (online) از طریق ماهواره ها تحت پوشش قرار داده است. همچنین این پایگاه اطلاعات مختلف AIS Marine Network را به طور زنده از کشورهایی که در این زمینه اعلام همکاری نموده اند، دریافت نموده و بر روی شبکه قرار می دهد.

فعالیت
کلاسی

به پایگاه اینترنتی Marine Traffic مراجعه کنید و اطلاعات چند شناور در خلیج فارس را پیدا کرده و در کلاس ارائه نمایید.



اطلاعاتی که در این پایگاه قابل دسترسی هستند عبارت اند از :

SHIP NAME	:	.....
VESSEL TYPE	:	.....
SPPED	:	.....
COURSE	:	.....
DESTINATION	:	.....
ETA (UTC)	:	.....
CURRENT PORT	:	.....
CURRENT AREA	:	.....
POSITION RECEVIED (UTC)	.	.....

کار در کلاس

ترجمه مفاهیم فوق را در مقابل آنها بنویسید.



AIS DEBEG ۳۴۰۰

روشن و خاموش کردن دستگاه: برای روشن و خاموش کردن واحد کنترل و نمایش یا DCU فشردن کلید ON/OFF الزامی است. لازم به ذکر است که پس از خاموش کردن دستگاه، نباید بلا فاصله اقدام به روشن نمودن مجدد آن نمود بلکه باید چند ثانیه برای این کار صبر کرد زیرا روشن کردن بلا فاصله دستگاه موجب صدمه دیدن آن می شود.

نمایش دهنده وضعیت و نمایش دهنده اطلاعات هدف: کمی پس از روشن شدن واحد DCU، نمایش دهنده عملیاتی آن روشن شده و نمایش دهنده به دو قسمت نمایش دهنده وضعیت (SITUATION DISPLAY) و نمایش دهنده اطلاعات هدف (TARGET DATA DISPLAY) تقسیم می شود. در نمایش دهنده وضعیت، نماد شناور خودی و نمادهای اهداف دیگر در موقعیت صحیح خودشان، به صورت NORTH UP نمایش داده می شود. نمادهای هدف، به صورت مثلث هایی هستند که رأسشان مشخص کننده جهت حرکت آنهاست.

پودهمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری



شکل ۸- نمایش اهداف در سامانه شناسایی خودکار

پس از روشن شدن دستگاه در قسمت نمایش اطلاعات هدف، در ابتداء اطلاعات شناور خودی به نمایش درمی‌آید سپس با انتخاب هر هدف، اطلاعات مربوط به آن هدف نمایش داده می‌شود. برد (range) نمایش دهنده وضعیت را می‌توان بین ۰/۷۵ تا ۹۶ مایل دریایی تنظیم نمود. به این منظور برای افزایش برد باید کلید UP (اولین کلید با علامت Δ از سمت چپ) و برای کاهش برد باید کلید DOWN (سومین کلید با علامت Δ از سمت چپ) را فشار داد.



شکل ۹- سامانه شناسایی خودکار جهانی مدل UAIS ۳۴۰۰ DEBEG

صفحه کلید: صفحه کلید دستگاه شامل نواحی زیر است:

- صفحه کلید الفبا/رقمی که در این ناحیه علاوه بر ENTER کلید حرفی/عددی، کلید C و کلید ENTER نیز قرار دارند. لازم به ذکر است که کلید Δ علاوه بر کاربرد ویرایشی، کاربرد دیگری نیز دارد که عبارت است از تنظیم روشنایی صفحه نمایش دستگاه.
- کلیدهای پیکانی که در جهت بالا، پایین، چپ و راست دارای چهار کلید با علامت های \blacktriangleleft , \triangleright , \blacktriangledown , \blacktriangleright می‌باشد.
- کلیدهای SOFTKEYS که عبارت اند از چهار کلید با علامت Δ و بسته به موقعیت‌های مختلف، دارای

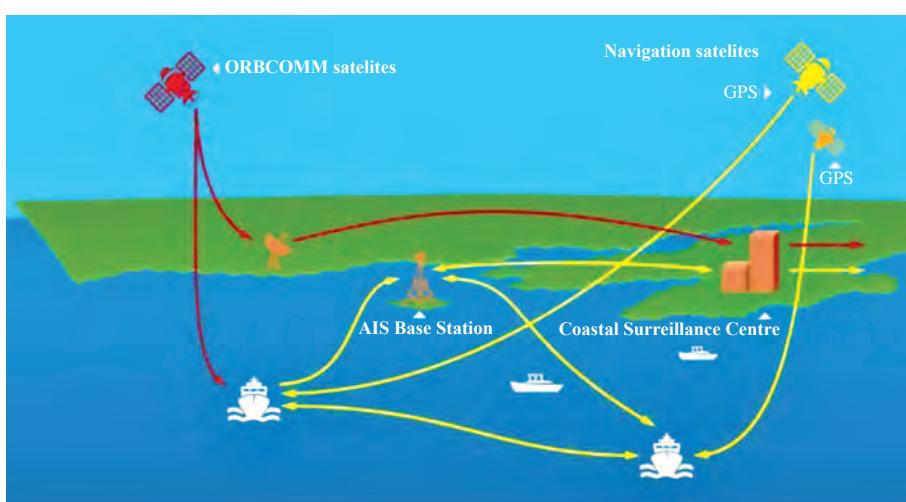
کاربری خاص خود هستند.

- کلید MENU که کاتالوگ مربوط به عملکردهای مختلف دستگاه توسط آن به نمایش درمی‌آید.
- کلید منو و توابع آن: در کاتالوگ مربوط به کلید MENU، موارد عملیاتی زیر وجود دارد که با استفاده از کلیدهای پیکانی و کلید ENTER می‌توان به شرح عملکرد مربوط به هر تابع وارد شد:
 - فهرست هدف TARGET LIST
 - فهرست هشدار ALARM LIST
 - خواندن پیام ایمنی READ SAFETY MESSAGE
 - ارسال پیام ایمنی SEND SAFETY MESSAGE
 - بازپرسی از راه دور LONG RANGE INTRROGATION
 - اطلاعات سفر VOYAGE DATA
 - مدیریت کanal CHANNEL MANAGEMENT
 - وضعیت AIS
 - تنظیمات SETTINGS
- پیکربندی CONFIGURATION

با استفاده از کلیدهای پیکانی، با قرارگیری روی هر یک از دیالوگ‌های فوق می‌توان وارد عملکرد مربوط به آن شد و تنظیمات مورد نظر را انجام داد.

بازپرسی از راه دور

همان طور که می‌دانید، سامانه AIS می‌تواند اطلاعات مربوط به شناور خود را با استفاده از مخابرات ماهواره‌ای SatCom به سایر سامانه‌ها ارسال کند. از آنجایی که انجام این تبادل اطلاعات از فاصله‌ای بیشتر از برد VHF انجام می‌شود، به آن بازپرسی از راه دور می‌گویند. در قسمت نمایش دهنده اغلب گیرنده‌ها، تنها ۳۰ هدف قابل نمایش است؛ لذا در مکان‌هایی که بیش از ۳۰ هدف وجود دارد، دستگاه به طور خودکار تنها ۳۰ هدفی را که از همه به ما نزدیک‌ترند، نمایش خواهد داد.



شکل ۱۰ - ارتباط تجهیزات کمک ناوبری

پودهمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری

سامانه AIS به عنوان یک وسیله کمک ناوبری اطلاعات خود را به RADAR/ARPA و سامانه نقشه الکترونیکی نیز ارسال می‌کند.



شکل ۱۱- نمایش اطلاعات سامانه شناسایی خودکار در نقشه الکترونیکی

فهرست پیام‌های هشدار

علاوه بر دریافت پیام‌های هشدار از سایر شناورها که موجب به صدا درآمدن هشدار صوتی دستگاه می‌شود، در صورت بروز هر یک از شرایط زیر دستگاه هشدار خواهد داد:

- تغییر مدیریت کanal؛
- بازپرسی از راه دور؛
- پیام ایمنی جدید؛
- عدم موفقیت در ارسال پیام ایمنی؛
- نیازمندی به تنظیم جایرو؛
- افزایش حجم اطلاعات هدف؛
- افزایش تعداد هدف؛
- عدم ارسال اطلاعات توسط دستگاه.

شرکت‌های جهانی سازنده این نوع دستگاه‌ها، هم‌زمان با پیشرفت علوم و فناوری، کسب تجربه، نظرات کاربران و موارد مختلف دیگر، را در راستای رفع کمبودها روی این سیستم و البته سایر سیستم‌های کمک ناوبری، تغییرات بهینه اعمال خواهند نمود.

فعالیت
کارگاهی



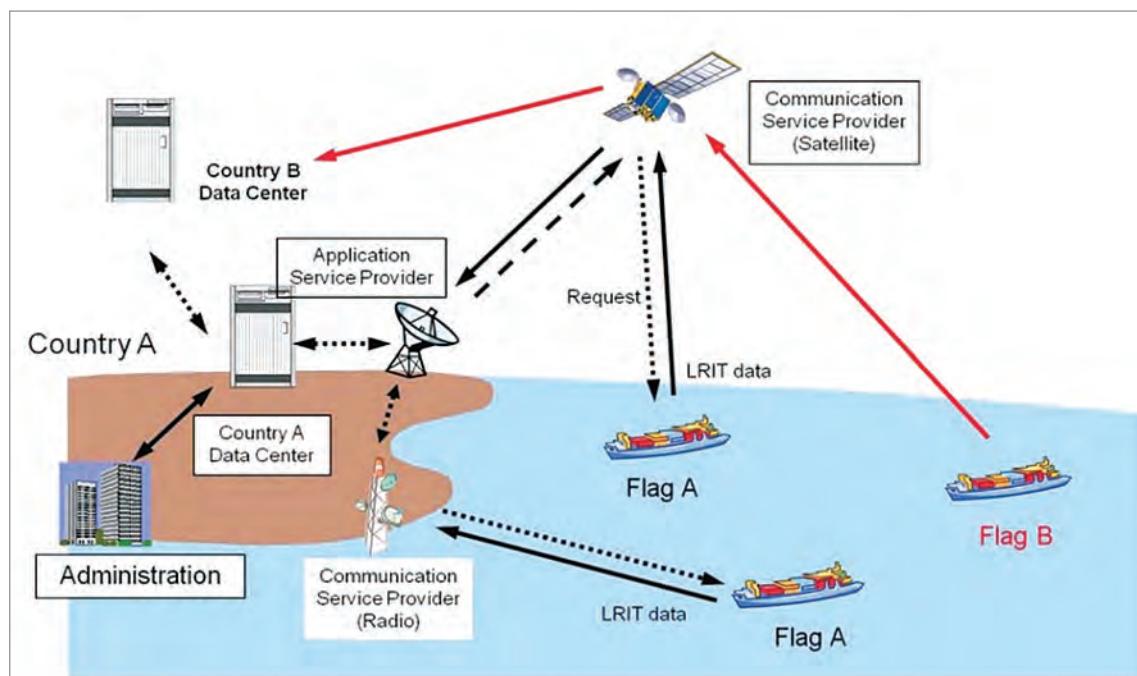
به یک واحد شناوری مراجعه نموده و ضمن شناسایی اجزای سیستم AIS، با راهنمایی کاربر آن، از دستگاه استفاده نمایید.

ارزشیابی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تكلیف عملکردی (شاخص‌گی‌ها)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ شناسایی و تشخیص اجزای AIS و نحوه اتصال آنها.</p> <p>۲ شناسایی شناورهای هدف، اطلاعات ارسالی، کاربران دارای دسترسی به اطلاعات.</p> <p>۳ کار عملی با یک نمونه سامانه AIS و دیدن و خواندن اطلاعات.</p> <p>۴ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ شناسایی و تشخیص اجزای AIS و نحوه اتصال آنها.</p> <p>۲ شناسایی شناورهای هدف، اطلاعات ارسالی، کاربران دارای دسترسی به اطلاعات.</p> <p>۳ کار عملی با یک نمونه سامانه AIS و دیدن و خواندن اطلاعات.</p> <p>۴ هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	بررسی سامانه شناسایی خودکار	کاربری سامانه شناسایی خودکار	کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات
۱	<p>۱ شناسایی و تشخیص اجزای AIS و نحوه اتصال آنها.</p> <p>۲ شناسایی شناورهای هدف، اطلاعات ارسالی، کاربران دارای دسترسی به اطلاعات.</p> <p>۳ کار عملی با یک نمونه سامانه AIS و دیدن و خواندن اطلاعات.</p> <p>۴ هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از حد انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

۲- کاربری سامانه‌شناسایی و ردیابی برد بلند کشته LRIT (Long Range Identification and Tracking)

سامانه LRIT برای شناسایی و رهگیری کشتی‌ها با هدف اینمنی دریانوردی در سطح جهان عرضه شده است. در واقع سامانه LRIT این امکان را برای صاحبان کشتی‌ها، دولت‌های صاحب پرچم و بنادر تجاري دنیا فراهم می‌کند تا به طور دائم از آخرین موقعیت وضعیت اینمنی کشتی موردنظر خود و همچنین از تأخیر یا تعجیل کشتی در رسیدن به بنادر مقصد آگاهی یابند. بدین ترتیب آنها می‌توانند سازمان تخلیه و بارگیری منظم‌تری را در خطوط کشتیرانی به وجود آورند. همچنین در صورت به خطر افتادن اینمنی کشتی، در اسرع وقت از نوع و چگونگی خطر آگاهی یافته و اقدامات لازم را در این خصوص انجام دهند.



شکل ۱۲- ارتباطات و فعالیت‌های LRIT

این سامانه بنا به تشخیص ناوبر، در صورت به خطر افتادن اینمنی و امنیت کشتی و پس از آگاه‌سازی دولت صاحب پرچم، می‌تواند خاموش شود. در ابتدای این بحث لازم است جدول (۲) را مطالعه کنید.

جدول ۲- برخی عبارات مخفف پر کاربرد دریایی

acronym	definitions	ترجمه
APR	Automatic Position Report	
ASP	Application Service Provider	
CDC	Cooperative Data Centre	
CSP	Communications Service Provider	
CTR	Conformance Test Report	
DC	Data Centre	
DDP	Data Distribution Plan	
IDC	International Data Centre	
DSC	Digital Selective Calling	
GISIS	Global Integrated Shipping Information System	
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System	
IDE	International Data Exchange	
IMO	International Maritime Organization	
IEC	International Electrotechnical Commission	
IMSO	International Mobile Satellite Organization	
LRIT	Long-Range Identification and Tracking	
MDA	Maritime Domain Awareness	
MSC	Maritime Safety Committee (of the IMO)	
NDC	National Data Centre	
PSC	Port State Control	
RCC	Rescue Coordination Centre	
RDC	Regional Data Centre	
SAR	Search And Rescue	
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea	

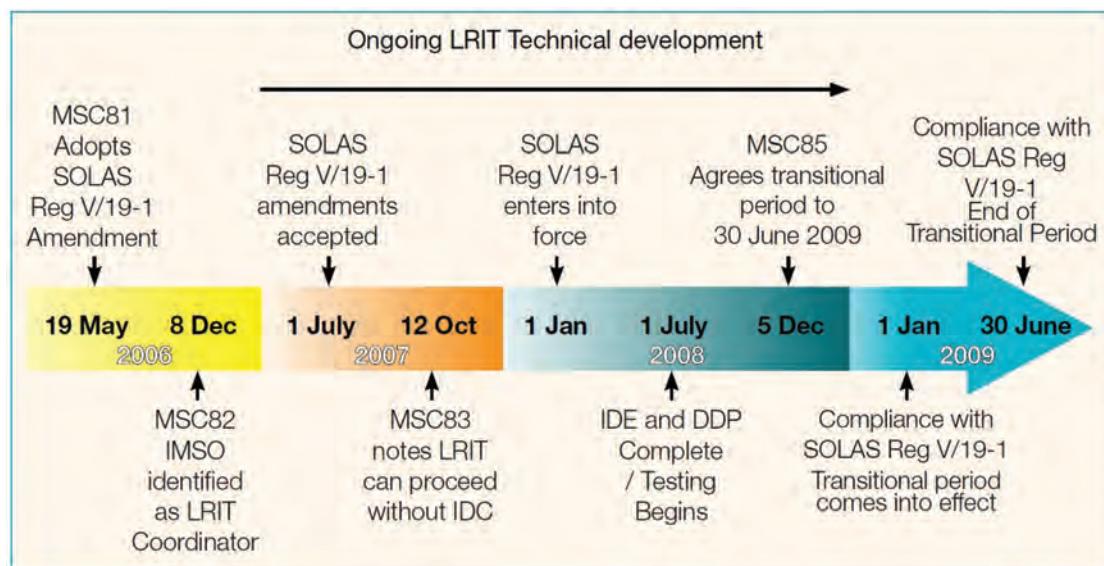
پودهمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوگردی

فعالیت
کلاسی



ترجمهٔ فارسی اصطلاحات انگلیسی را در ستون مربوط بنویسید.

سیستم LRIT در نوزدهم می ۲۰۰۶ میلادی مورد قبول IMO قرار گرفت و در اول جولای ۲۰۰۸ در هشتاد و یکمین اجلاس کمیته ایمنی دریانوردی به عنوان اصلاحیه‌ای به فصل پنجم کنوانسیون ایمنی جان اشخاص در دریا (SOALS) باهدف ارتقای ایمنی دریانوردی و حفاظت از محیط زیست دریایی به تصویب رسید.



شکل ۱۳- روند تاریخی توسعه LRIT

در جدول (۳) شناورهایی که ملزم به ارسال اطلاعات خود به صورت خودکار در سیستم LRIT هستند، معرفی شده‌اند. ترجمهٔ هر کدام را در ستون مربوط بنویسید.

جدول ۳- شناورهایی که ملزم به ارسال اطلاعات خود به صورت خودکار در سیستم LRIT هستند

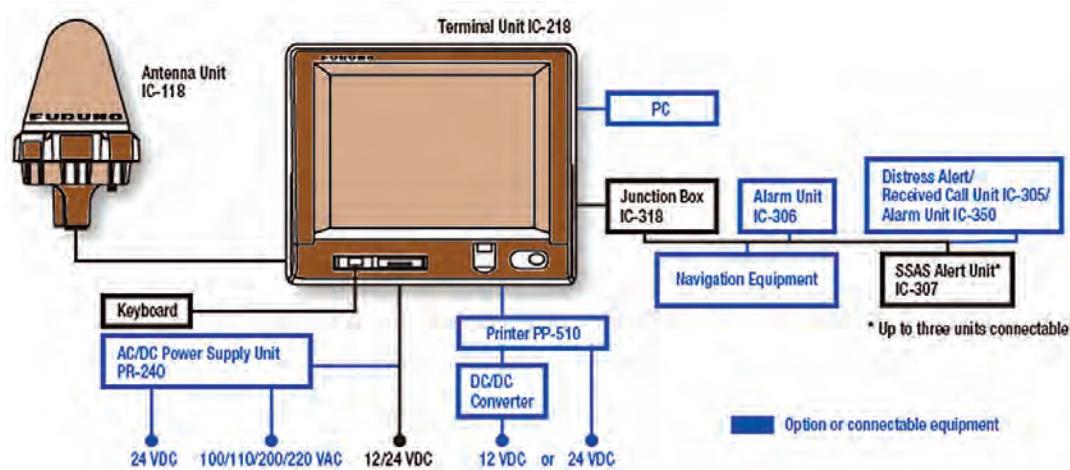
عبارت انگلیسی	ترجمهٔ فارسی
cargo ships over 300 tons
passenger ships
mobile offshore drilling units (MODU)

در جدول (۴) اطلاعاتی که باید در سیستم LRIT ارسال گردد آورده شده‌اند. معادل انگلیسی آن را در ستون مربوط بنویسید.

جدول ۴- اطلاعاتی که باید در سیستم LRIT ارسال گردد

عبارت انگلیسی	ترجمه فارسی
.....	شماره شناسایی شناور
.....	موقعیت جغرافیایی
.....	ساعت و روز ارسال موقعیت جغرافیایی

این کشتی‌ها باید حداقل روزی ۴ بار (هر ۶ ساعت یکبار) و در صورت درخواست بیشتر (مثلاً هر ۱۵ دقیقه یکبار) موقعیت خود را به کشور صاحب پرچم گزارش نمایند. بیشتر شناورها سامانه ارتباطات ماهواره‌ای موجود خود را جهت ارسال خودکار این گزارش‌ها تنظیم کرده‌اند. همچنین می‌توان به وسیله یک کنترل از راه دور، زمان بین ارسال پیام‌ها را از ساحل تغییر داد. همه دولت‌های عضو معاهدہ، تحت این مقررات قانونی، می‌توانند اطلاعات کشتی‌هایشان را داشته باشند.



شکل ۱۴- اجزای یک ارسال کننده اطلاعات LRIT (INMARSAT) از شناور به ماهواره‌ها

- تجهیزات LRIT درون کشتی توانایی‌های زیر را نیز باید داشته باشند:
- امکان تنظیم فواصل زمانی ارسال اطلاعات از راه دور (از ساحل)؛
- ارسال اطلاعات LRIT طبق یک درخواست مشخص از ساحل؛
- امکان ارتباط با یک ماهواره موقعیت‌یابی یا ناوبری خارجی (خارج از خود LRIT) یا داشتن توانمندی موقعیت‌یابی داخلی.

پودهمان ۵ : کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوگردی

مطابق قوانین و مقررات، چهار گروه از بھرہ برداران می توانند اطلاعات سیستم LRIT را به صورت خودکار دریافت کنند:

- ۱ کشور صاحب پرچم: مجاز به دریافت اطلاعات شناورهایی است که با پرچم آن کشور دریانوردی می کنند.
- ۲ کشور صاحب بندر: مجاز به دریافت اطلاعات شناورهایی است که قصد ورود به بندر آن کشور را دارند.
- ۳ کشور ساحلی: مجاز به دریافت اطلاعات شناورهایی است که در فاصله ۱۰۰۰ مایل دریایی از سواحل آن کشور تردید می کنند.

۴ بھرہ بردار ایمنی: از جمله نهادهای جست وجو و نجات دریایی (SAR).

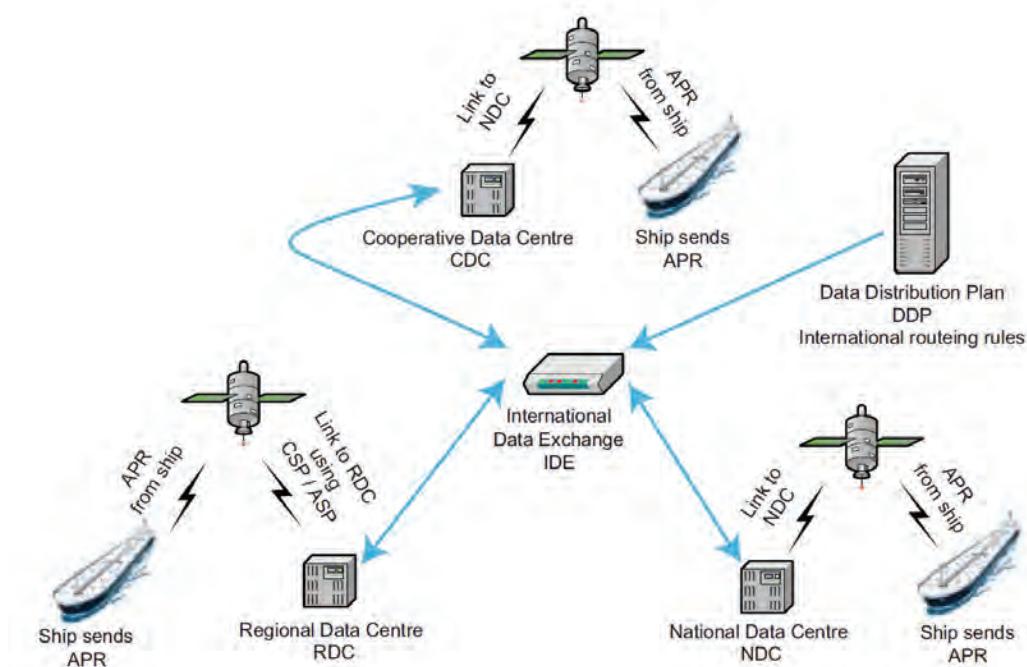
ناگفته نماند که سیستم AIS در واقع می تواند مکمل سیستم LRIT در برد VHF باشد. کشورهای زیادی برای قسمتی از فعالیت‌های اقیانوس‌پیمایی، دارای شرکت‌های مجاز برای سیستم رهگیری شناورها هستند. تعدادی از کشورهایی که در ابتدا این کار را آغاز نمودند عبارت‌اند از:
- پاناما که تعداد زیادی از شناورها تحت پرچم آن کشور ثبت شده‌اند (حدود ۸۰۰ کشتی)؛
- اتحادیه اروپا که در سال ۲۰۰۷ سیستم رهگیری شناورها را پذیرفت؛
- کانادا که در سال ۲۰۰۹ به دنبال امریکا به این معاهدہ وارد شد؛
- تعدادی از کشورهای امریکای جنوبی مانند برزیل، شیلی، ونزوئلا و بولیوی.

یک سیستم LRIT شامل اجزای زیر است:

جدول ۵- اجزای یک سیستم LRIT

عبارت انگلیسی	ترجمه فارسی
Shipborne LRIT information transmitting equipment	تجهیزات ماهواره‌ای کشتی
Communication Service Provider(s)	مهمی‌اکننده سرویس ارتباطی
Application Service Provider(s)	مهمی‌اکننده خدمات کاربردی
LRIT Data Centre(s), including any related Vessel Monitoring System(s)	مرکز داده LRIT
LRIT Data Distribution Plan	طرح توزیع اطلاعات LRIT
International LRIT Data Exchange	تبادل اطلاعات بین‌المللی LRIT

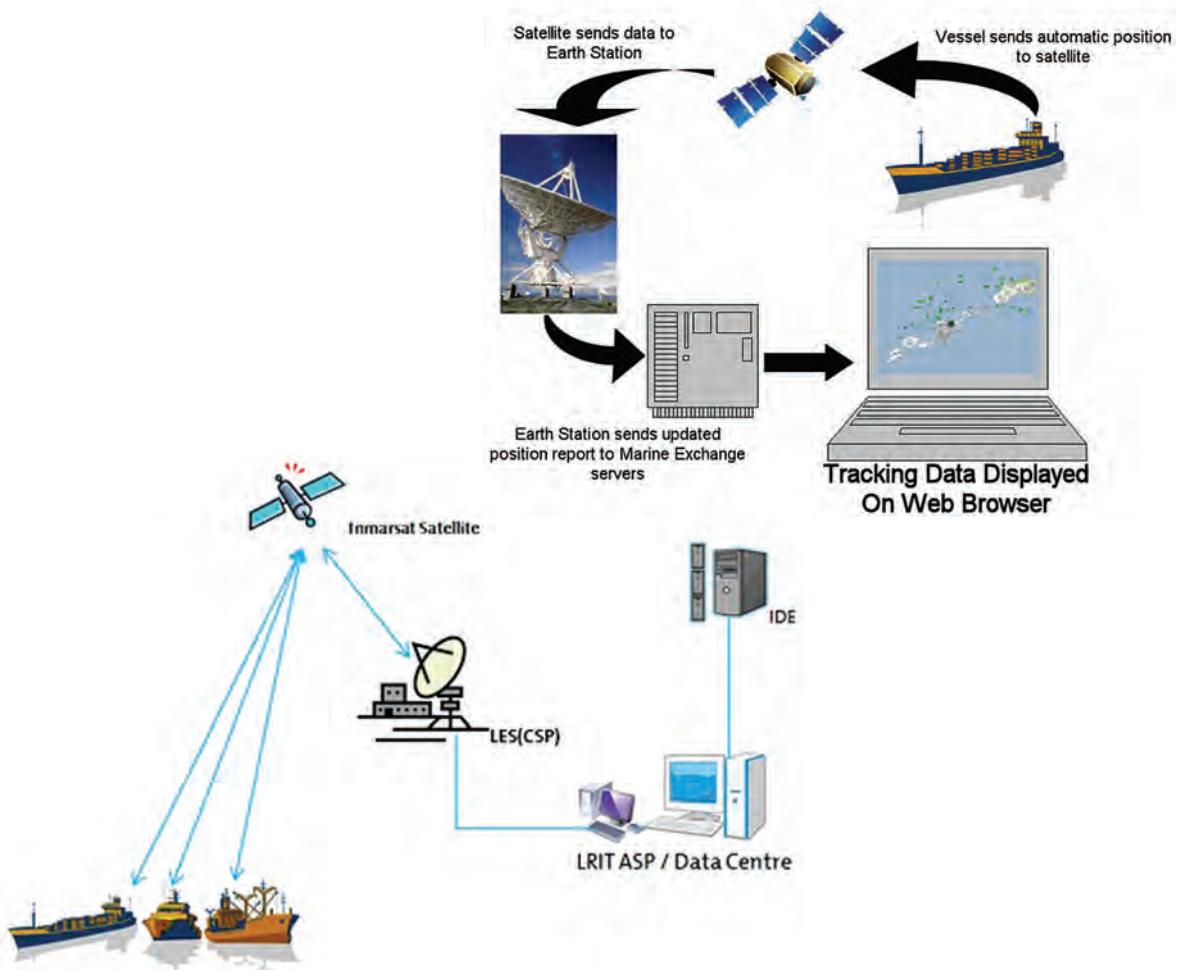
در شکل ۱۵ یک نمای ساده از جریان گردش اطلاعات دیده می‌شود. این شکل، فرایند ارتباطی بین مراکز اطلاعات و کشورهای عضو معاهدہ را مطابق با یک سیستم تبادل اطلاعات به نام IDE نشان می‌دهد. سازمان بین‌المللی دریانوردی (IMO)، سازمان بین‌المللی ارتباطات سیار (IMSO) را به عنوان ناظر و هماهنگ‌کننده سیستم LRIT متعهد کرده است که عهده‌دار نظارت و خطاهاى عملکردی فعالیت‌های سیستم LRIT باشد.



شکل ۱۵- اجزای یک سیستم ساده LRIT

LRIT در واقع یک سیستم پرسش و پاسخ است. این سیستم، شامل یک فرایند درخواست و پاسخ است و برای این منظور دارای چندین بخش مختلف است. این سیستم باید توانمندی ارسال خودکار اطلاعات APR را داشته باشد. APR شامل نام، موقعیت، زمان و تاریخ ارسال اطلاعات شناور می‌باشد. به علاوه این سیستم باید بتواند به حداقل درخواست‌های گزارش موقعیت پاسخ بدهد و فوراً نسبت به اصلاح اطلاعات APR در فواصل زمانی حداقل هر ۱۵ ثانیه اقدام نماید.

پویمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری



شکل ۱۶- دو شکل از فرایند انتقال اطلاعات در سیستم LRIT

صاحبان کشتی‌ها همواره باید از اطلاعات سیستم ASP کشوری که تحت پرچم آن هستند یا سازمان‌هایی که مجاز به آزمایش‌های این سیستم هستند، آگاه باشند.

تحقيق کنید



فعالیت
کارگاهی



فعالیت
کارگاهی

به یک واحد شناوری مراجعه نموده و ضمن شناسایی اجزای سیستم LRIT، با راهنمایی کاربر آن با دستگاه کار کنید.

به یک واحد LRIT ساحلی یا مرکز VTS مراجعه نموده و با کمک کاربر دستگاه، اجزای آن را شناسایی کنید و از نزدیک با نحوه فعالیت آنها آشنا شوید.

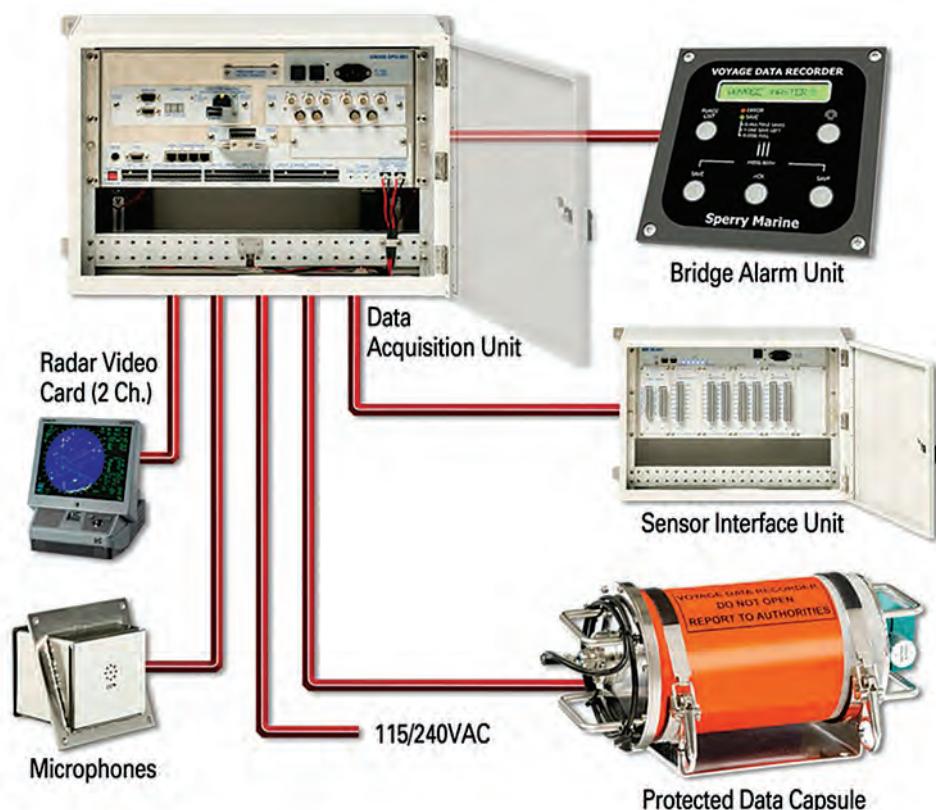
ارزشیابی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (شاپیستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نمره
نمره مستمر از ۵					
نمره شاپیستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

۳- کاربری سامانه ثبت اطلاعات سفرهای دریایی (VDR (Voyage Data Recorder)

VDR چیزی مانند جعبه سیاه در هواپیماست که روی کشتی نصب می‌شود تا اطلاعات متنوع شناورها را ثبت نماید. این اطلاعات برای بازبینی جزئیات فعالیت‌های کشتی هنگام تحقیقات در خصوص حوادث دریایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. IMO، این سامانه را به عنوان یک سیستم کامل مشتمل بر واحدهای مورد نیاز برای ارتباط با منابع سیگنال‌های ورودی، پردازش و شناسایی سیگنال‌ها، وسیله ثبت نهایی، وسیله بازخوانی، منبع تغذیه و منبع تغذیه اضطراری تعریف می‌کند.

به بیان دیگر، VDR یک وسیله ایمنی بر روی کشتی است که همواره اطلاعات ضروری مربوط به عملیات کشتی را ثبت می‌کند. این سیستم توانایی ضبط صدا برای مدت حداقل ۱۲ ساعت (تا ۴۸ ساعت) را دارد تا با بازخوانی آن بتوان به بررسی اتفاقات در لحظه وقوع تصادم یا دیگر حوادث در کشتی‌ها پرداخت. جعبه سیاه یک کشتی از جهاتی برتر و متفاوت از جعبه سیاه یک هواپیماست، هم از نظر کثرت اطلاعات ثبت شده و هم از نظر مدت زمان، یعنی اینکه اطلاعات ضبط شده هرگز نباید از یک دوره ۱۲ ساعته کمتر باشد. این بدان معناست که اطلاعات ثبت شده در ۱۲ ساعت گذشته، به طور پیوسته و خودکار، به وسیله آخرین اطلاعات وارد شده جایگزین می‌شوند.



شکل ۱۷- شکل کلی ساختار یک سیستم VDR

اطلاعات ذخیره شده در VDR

اطلاعات ذخیره شده در این سیستم علاوه بر استفاده در یک تحقیق و تجسس در خصوص تصادم یا سایر حوادث دریایی، می‌تواند برای موارد مختلف دیگری از قبیل انجام تعمررات پیشگیرانه(PM)، سنجش میزان کارایی و بازده سیستم‌ها، تحلیل آسیب‌های شرایط ناگوار جوی، اجتناب از تصادم و اهداف آموزشی به منظور بهبود ایمنی و کاهش هزینه‌های جاری مورد استفاده قرار گیرد.

اطلاعاتی که VDR باید ذخیره نماید در جدول ۶ بیان شده‌اند، ترجمه آنها را در ستون مربوط بنویسید.

جدول ۶- اطلاعاتی که AVR باید ذخیره نماید

اطلاعات	ترجمه انگلیسی
Date and time (SVDR)
Ship's position (SVDR)
Speed and heading (SVDR)
Bridge audio (SVDR)
Communication audio (radio) (SVDR)
Radar data (SVDR)
ECDIS data (SVDR)
Echo sounder
Main alarms
Rudder order and response
Hull opening (doors) status
Watertight and fire door status
Speed and acceleration
Hull stresses
Wind speed and direction

اجزای سیستم VDR

اجزای اصلی سیستم VDR به همراه شرح وظایف هر کدام عبارتند از:

- ۱ واحد جمع‌آوری اطلاعات (DCU) که در پل فرماندهی نصب می‌شود، تا اطلاعات را از همه منابع گردآوری کند.

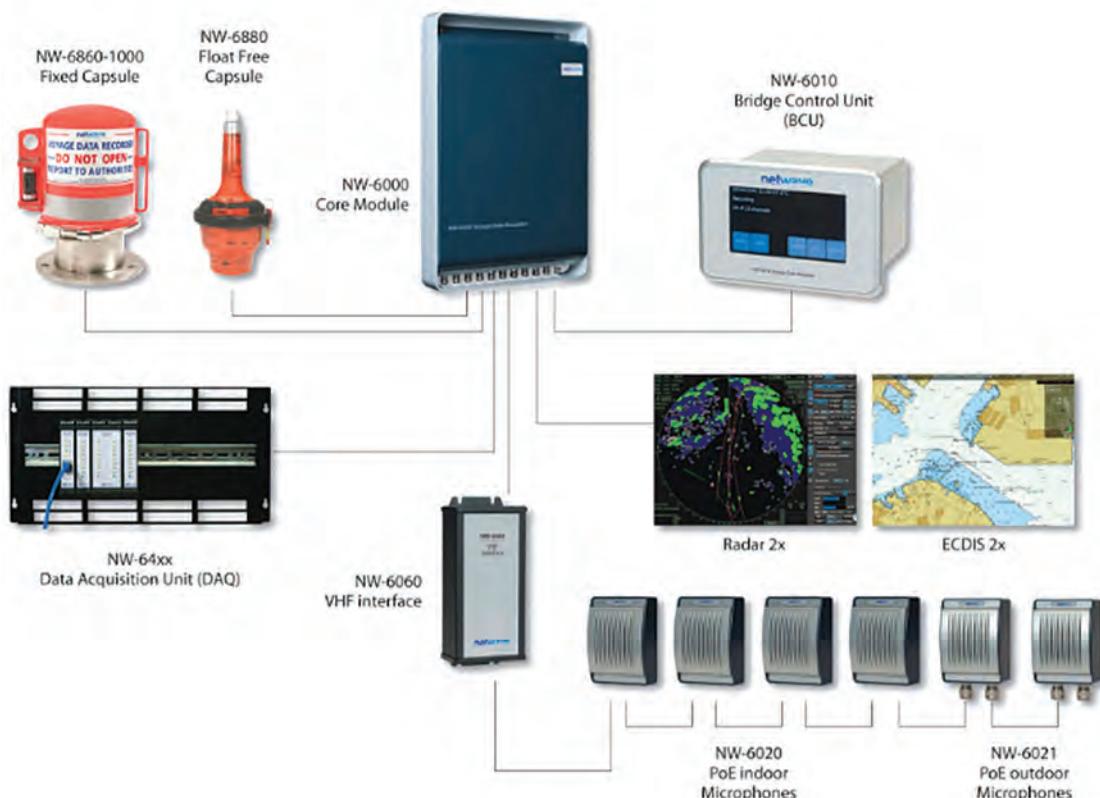
واحد DCU دارای بخش‌های پردازش اطلاعات (DPU)، مازول‌های اینترفیس (نوعی مدار واسطه) و باتری تغذیه پشتیبان می‌باشد. این واحد اطلاعات را از سنسورهای معین شده در استانداردهای IMO و IEC گردآوری می‌کند. باتری DCU باید بتواند در صورت بروز اشکال در تغذیه اصلی شناور، تا دو ساعت عملکرد ذخیره صدایی پل فرماندهی را پشتیبانی کند.

- ۲ واحد ثبت اطلاعات (DRU) که تقریباً در بالاترین عرشه کشتی نصب می‌شود تا هم کلیه اطلاعات ثبت شده موجود در بخش‌های پل فرماندهی را ذخیره کند و هم دسترسی به آن در هنگام بروز حادثه راحت‌تر باشد.



شکل ۱۸- کپسول‌های حاوی DRU نصب شده در عرشه آزاد

فلش مموری در DRU اطلاعات دریافت شده از DCU را ذخیره می‌کند. این اطلاعات می‌تواند به منظور تحقیق و جستجو بعد از یک حادثه، مورد بازخوانی واقع شود. مؤلفه‌های DRU در یک کپسول مستحکم قرار می‌گیرند. این کپسول متنضم نگه‌داری اطلاعات در برابر حوادثی مانند انفجار، آتش‌سوزی، ضربه، فشار... و همچنین بازیابی اطلاعات در صورت وقوع حادثه می‌باشد. **۳ میکروفون‌هایی برای ضبط صدای پل فرماندهی.**



شکل ۱۹- اجزای یک سیستم VDR

در سیستم VDR همچنین یک کلید فشاری در پل فرماندهی برای ثبت اطلاعات، نصب شده است که در موقع بروز حوادثی مانند تصادم یا به گل زدن کشتی، کاپیتان کشتی آن را فشار می‌دهد که پس از این عمل، آخرین اطلاعات موجود در بازه زمانی ذکر شده (حداقل ۱۲ ساعت)، ثبت و ذخیره می‌گردد.

پودهمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری



شکل ۲۰- چند نمونه پانل کنترل VDR در پل فرماندهی



شکل ۲۱- کپسول حاوی اطلاعات

کپسول محافظ، یک قسمت بسیار محکم از سیستم VDR است، با توانایی مقاومت در برابر حرارت، ضربه و فشارهای زیاد و متوالی در حوادث دریایی (تصادم، به گل زدن، شرایط سخت آب و هوایی و مانند آن). این کپسول پس از وقوع حادثه برای کشته، در آب شناور می‌شود که در این صورت به یک EPIRB مجهز است تا راحت‌تر و سریع‌تر پیدا شود.

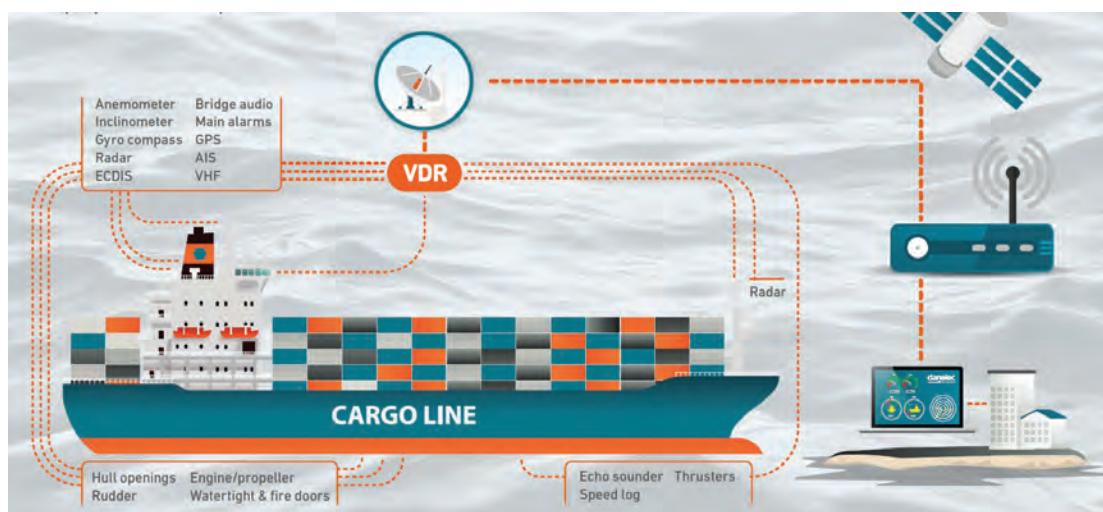
با مراجعه به اینترنت و کتب مرجع در خصوص EPIRB به طور خلاصه تحقیق کنید.

تحقیق کنید



شرایط کارکرد عمومی

این سیستم باید به طور پیوسته فرایند ضبط کردن دائمی اطلاعات از پیش تعیین شده قسمت های مرتبط با وضعیت کشتی و اطلاعات خروجی تجهیزات کشتی و همچنین فرمان ها و اعمال کنترلی کشتی را که در جدول (۶) فهرست شده اند، پشتیبانی کند. همچنین در یک VDR، به منظور تحلیل و بررسی آتی عوامل پیرامونی یا علل یک تصادم، روش ثبت اطلاعات باید به گونه ای باشد که تضمین کند تا اطلاعات قسمت های گوناگون در هنگام بازخوانی در تجهیزات مربوطه، تناسب زمانی (ساعت و تاریخ) داشته باشند.



شکل ۲۲- فرایند گردآوری اطلاعات از حسگرهای (سنسورها) و اماکن مختلف و نیز ارتباط با ماهواره در سیستم VDR

همچنین این سیستم باید امکان انجام عملکردهای دیگری که برخی از آنها قبل‌گفته شد، از جمله، انجام دادن آزمون میزان بازدهی سیستم در هر زمان مثلاً سالانه، فعالیت های تعمیر و نگهداری سیستم ها و یا دریافت هر پیام از منابع اطلاعات به VDR را نیز در خود داشته باشد. این آزمون باید متوجه تجهیزات بازخوانی اطلاعات باشد و اطمینان دهد که همه انواع اطلاعات مورد نیاز و مشخص شده به درستی ثبت می شوند.

به یک واحد شناور مراجعه نموده و با کمک کاربر، اجزای VDR را شناسایی کرده و در صورت امکان عملکرد آن را بررسی نمایید.

فعالیت
کارگاهی



پودهمان ۵: کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری

شناورهای مورد هدف این سیستم

همانند همه تجهیزات کمک ناوبری در شناورها، VDR نیز تحت فصل پنجم معاهده SOLAS می‌باشد که الزام نصب VDR در شناورها در جدول(۷) بیان شده است.

فعالیت
کلاسی



با توجه به دانسته‌های خود، ترجمه فارسی این موارد را در ستون مربوط بنویسید.

جدول ۷-الزام نصب VDR و SVDR در شناورها

انگلیسی	فارسی
Passenger ships constructed on or after 1 July 2002(VDR)
Ro-ro passenger ships constructed before 1 July 2002(VDR)
Passenger ships other than ro-ro constructed before 1 July 2002(VDR)
Ships other than passenger ships of 3000 GT and upwards constructed on or after 1 July 2002(VDR)
Cargo ships of 20000 GT1 and upwards constructed before 1 July 2002(S&VDR)
Cargo ships of 3000 GT and up to 20000 GT constructed before 1 July 2002(S&VDR)
Cargo ships built before 1 July 2002 may be exempted from requirements to carry (S&VDR)

S-VDR در واقع یک VDR ساده‌شده است که اطلاعاتش کمتر و خلاصه‌ترند، یعنی فقط اطلاعات کاملاً ضروری را ثبت می‌کند؛ اما از نظر ضوابط و قوانین ذخیره اطلاعات، همانند VDR است. هفت مورد اول از جدول (۶)، اطلاعات ارائه شده S-VDR می‌باشند و فقط سه نوع شناور آخر از جدول (۷) می‌توانند از S-VDR به جای VDR استفاده نمایند.

ارزشیابی مرحله‌ای کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناویری

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکردی (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شاخص‌گاه)	عنوان پودمان
۳	<p>۱ شرح VDR و شناسایی همه اجزا و قطعات آن؛</p> <p>۲ شناسایی وظایف هر واحد در سیستم VDR و جانمایی آنها؛</p> <p>۳ دانستن اطلاعات ذخیره شده در VDR و شناورهای ملزم به داشتن آن.</p> <p>۴ هنرجو توانایی بررسی همه شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	بالاتر از حد انتظار			
۲	<p>۱ شرح VDR و شناسایی همه اجزا و قطعات آن؛</p> <p>۲ شناسایی وظایف هر واحد در سیستم VDR و جانمایی آنها؛</p> <p>۳ دانستن اطلاعات ذخیره شده در VDR و شناورهای ملزم به داشتن آن.</p> <p>۴ هنرجو توانایی انجام دو مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	در حد انتظار	بررسی سامانه ثبت اطلاعات سفرهای دریایی	کاربری سامانه ثبت اطلاعات سفرهای دریایی	کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناویری
۱	<p>۱ شرح VDR و شناسایی همه اجزا و قطعات آن؛</p> <p>۲ شناسایی وظایف هر واحد در سیستم VDR و جانمایی آنها؛</p> <p>۳ دانستن اطلاعات ذخیره شده در VDR و شناورهای ملزم به داشتن آن.</p> <p>۴ هنرجو توانایی انجام یک مورد از شاخص‌ها را داشته باشد.</p>	پایین‌تر از انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

ارزشیابی شایستگی کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری

۱- شرح کار:

- شناخت عملکرد AIS و تشخیص اجزا و مؤلفه‌های آن؛
- شناخت سیستم LRIT و تشخیص اجزا و مؤلفه‌های آن؛
- شناخت سیستم VDR به زبان اصلی و ترجمه فارسی؛
- کاربری یک نمونه از سیستم AIS موجود در شناورها،
- شناخت سیستم LRIT و تشخیص اجزا و مؤلفه‌های آن؛
- شناخت سیستم AIS و توان خواندن اطلاعات مورد تبادل در سیستم LRIT،
- خواندن و تشخیص عبارت‌ها و مخفف‌های انگلیسی مطرح شده در این فصل،
- شناخت سیستم VDR، اجزا و مؤلفه‌های آن و وظایف هر یک؛
- شناخت سیستم DR به زبان اصلی و ترجمه فارسی؛

۲- استاندارد عملکرد:

- برسی، تشخیص، شناخت و کار با تجهیزات کمک ناوبری معرفی شده در این فصل.

۳- شاخص‌ها:

- تشریح کامل سیستم‌های کمک ناوبری انتقال اطلاعات در این فصل

۴- شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

- شرایط: مکان مناسب انجام کار و حتی امکان استفاده در شناور یا شبیه‌ساز و مکان کارگاهی نیز مجهز به لوازم ایمنی باشد.
- ابزار و تجهیزات: کلیه دستگاه‌های نام برده شده و در صورت نیاز، بازدید از مراکز در دسترس و دارای تجهیزات استاندارد.

۵- معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	کاربری سامانه شناسایی خودکار	۱	
۲	کاربری سامانه شناسایی و ردیابی برد بلند کشته	۲	
۳	کاربری سامانه ثبت اطلاعات سفرهای دریایی	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشتی، توجهات زیست محیطی و...	۲	
	۱- رعایت نکات ایمنی دستگاه‌ها، ۲- دقیق و تمرکز در اجرای کار، ۳- رعایت اصول و ایمنی اخلاق حرفه‌ای، ۴- استفاده صحیح و مناسب از ابزار و تجهیزات ناوبری.	*	
	میانگین نمرات		*

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

منابع

- ۱ جی. یوریک، «اصول صوت زیرآبی برای مهندسین»؛ انتشارات مک گروهیل (ترجمه گل محمد بهاری دانشکده جوادالاًئمہ علیہ السلام ندسا)
 - ۲ لارنس، کینزلر و آستین آز فرای، «مبانی اکوستیک»؛ ترجمه دکتر ضیاءالدین اسماعیل بیگی و مهدی برکشکی؛ انتشارات امیرکبیر.
 - ۳ «کارگاه و آزمایشگاه الکترونیک عمومی» (جلد اول) مؤلفان: یدالله رضازاده، غلامحسین نصری، سید محمود صموتوی، شهرام نصیری سوادکوهی؛ تهران، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
 - ۴ «جزوه سونار»، محمود رضا عباسی؛ انتشارات دانشکده جوادالاًئمہ علیہ السلام ندسا.
 - ۵ م.م. نشاطی، «معرفی سیستم موقعیت یاب جهانی GPS»، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۳۸۳.
 - ۶ ف. نصری و م. فراتست، «ناوبری الکترونیکی»، نوشهر: دانشگاه علوم دریایی امام خمینی، ۱۳۸۷.
 - ۷ برنامه درسی رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۳)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
 - ۸ استاندارد شایستگی حرفه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
 - ۹ استاندارد ارزشیابی حرفه رشته الکترونیک و مخابرات دریایی (۱۳۹۲)؛ سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
 - ۱۰ شیوه‌نامه نحوه ارزشیابی دروس شایستگی‌های فنی و غیرفنی شاخه‌های فنی و حرفه‌ای.
 - ۱۱ برنامه درسی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۱.
- ۱۲ P.C. litter, "Underwater Acoustic Modeling, Principles, Techniques and Applications", E & FN Span, Chapman and Hall, 1996.
- ۱۳ W.S. Burdic,"Underwater Acoustic System Analysis". 2nd ed., Peninsula Pub., 2003.
- ۱۴ X.Lurton,"An Introduction to Underwater Acoustic: principles and applications", Springer, 2002.
- ۱۵ H.Sato, and M.C.Fehler. "Seismic Wave Propagation and Scattering in the Heterogenous Earth", American Institute of Physics, 1997.
- ۱۶ R.F.W. Coats."Underwater Acoustic System", Macmillan. 1990.
- [ii].W.C. Knight , R. G. Pridham and S.M. Kay, "Digital signal processing for sonar", Proceeding of the IEEE , vol. 69, no.11, Nov. 1981.
- ۱۷ P.Wille,"Sound Images of the Ocean: in Research and Monitoring", Springer, 2005.
- ۱۸ R.E.Miller and H. Schmidt, "Observation and inversion of seismoacoustic waves in a complex arctic ice environment, "Journal of Acoustical Society of America, vol. 89, pp. 1668- 1685,1991.

پودهمان ۵ : کاربری سامانه‌های انتقال اطلاعات ناوبری

- ۱۹ S. Stergiopoulos. "Advanced Signal Processing Handbook", CRC Press, 2000.
- ۲۰ H. Schmidt, and A. B. Bagheroer, "Environmentally tolerant beamforming for high-resolution matched Field Processing: Detuning mismatch", Journal of Acoustical Society of America, vol. 88, pp. 1851-1862, 1990.
- ۲۱ J.R. Daugherty and J.F. Lynch, "Surface wave, internal wave and source motion effects on matched Field processing in a shallow water waveguide", Journal of Acoustical Society of America, vol. 87, pp. 2503-2526, 1990.
- ۲۲ N.R. Chapman, R.M. Dizaji, and R.L. Kirlin, "Advanced Signal Processing Handbook", CRC Press, 2000.

ارگان‌ها و مؤسسه‌تی که در فرایند اعتبار سنجی 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.

