فصل ۳

کاربری رادارهای دریایی

مشخصات کلی کار

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

روش تدریس فصل

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

اهداف کلی

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

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

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

سؤال‌های پیشنهادی

۱ رادار چیست و نحوهٔ عملکرد آن چگونه است؟

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

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

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

۵ ضرورت به‌کارگیری نقشه‌های دریانوردی الکترونیکی چیست؟

اهداف جزئی مرحله یادگیری

ـ شایستگی‌های فنی:

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

ـ شایستگی‌های غیرفنی:

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

دانش‌افزایی

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

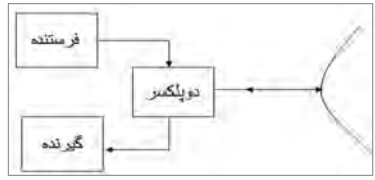
تعریف رادار

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

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

اصول کار رادار

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



بلوک دیاگرام یک رادار ابتدایی

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

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

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

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

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

تحقیق کنید

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

پاسخ:

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

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

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

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

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

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

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

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

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

دانش‌افزایی

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

پاسخ:

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

با مطالعه و دقت در جدول بالا چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ:

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

رادار چه تفاوتی با دستگاه سونار دارد؟

پاسخ:

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

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

تحقیق کنید

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

پاسخ:

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

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

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

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

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

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

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

فکر کنید

چرا از رادار S_BAND در شناورها کمتر استفاده می‌شود؟

پاسخ:

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

تحقیق کنید

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

پاسخ:

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

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

فکر کنید

پاسخ:

- حداکثر برد افقی رادار به چه عواملی بستگی دارد؟

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

- علّت استفاده از فرکانس بالا در رادار چیست؟

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

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

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

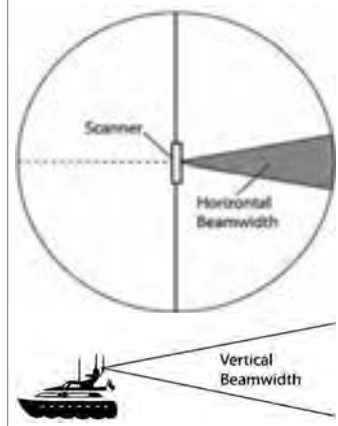
دانش‌افزایی

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

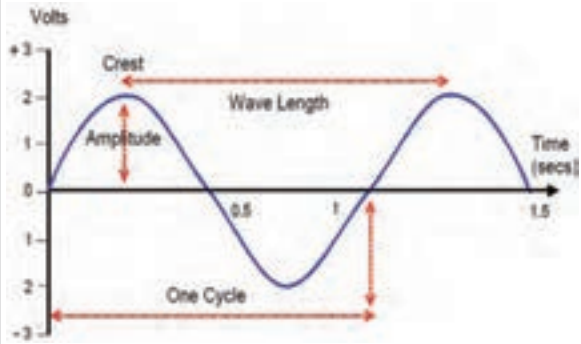
ویژگی‌های طول موج راداری

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

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



شکل ۲ــ پهنای افقی و عمودی موج



شکل ۳ــ طول‌موج و دامنه موج

پالس

پالس در لغت به معنی ضربه است و در رادار به مدت زمان ارسال داده‌های راداری؛ طول پالس اطلاق می‌گردد. پالس راداری دارای نمونه و ویژگی‌های زیر است:

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

نکته

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

کار در کلاس

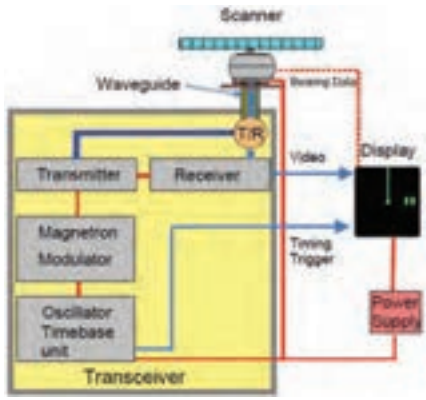
با توجه به شکل بلوک دیاگرام رادار پالسی و توضیحات هنرآموز، کاربردها را به قسمت مربوطه وصل کنید.

پاسخ:

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

دانش‌افزایی

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



بلوک دیاگرام رادار پالسی

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

دانش‌افزایی

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

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

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

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

استفاده از رادار عموماً در راستای سه هدف زیر می‌باشد:

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

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

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

فکر کنید

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

پاسخ:

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

فکر کنید

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

پاسخ:

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

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

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

کار در کلاس

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

پاسخ:

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

کار در کلاس

جای خالی را با کلمات مناسب پرکنید.

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

فعالیت کارگاهی

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

پاسخ:

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

فعالیت کارگاهی

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

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

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

انتخاب، تنظیم، فعال‌کردن و غیرفعال کردن ناحیه حفاظت‌شونده

دکمه دوجهتی برای انتخاب رنج رادار

فعال یا غیرفعال کردن خطوط سمت‌نگار EBL و حلقه‌های مسافت VRM

نمایش اطلاعات موقعیت هدف خارجی

کاهش یا حذف کلاتر دریا به‌صورت اتوماتیک

تنظیم نور صفحه نمایش در ۱۵ مرحله

کلید انتخاب حالت فرستندگی یا حالت ST_BY

کلید روشن خاموش اصلی

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

باز و بسته کردن لیست یا منو

انتخاب خطوط سمت نگار EBL و حلقه‌های مسافت VRM

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

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

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

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

فعالیت کارگاهی

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

پاسخ:

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

دانش‌افزایی

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

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

تداخل راداری

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

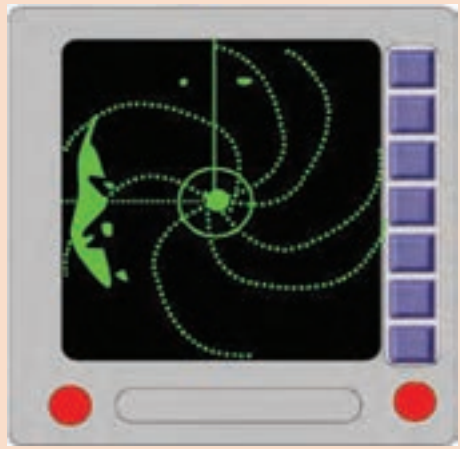
فعالیت کارگاهی

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

پاسخ:

الف) چگونگی حذف تداخل امواج:

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



حذف تداخل راداری

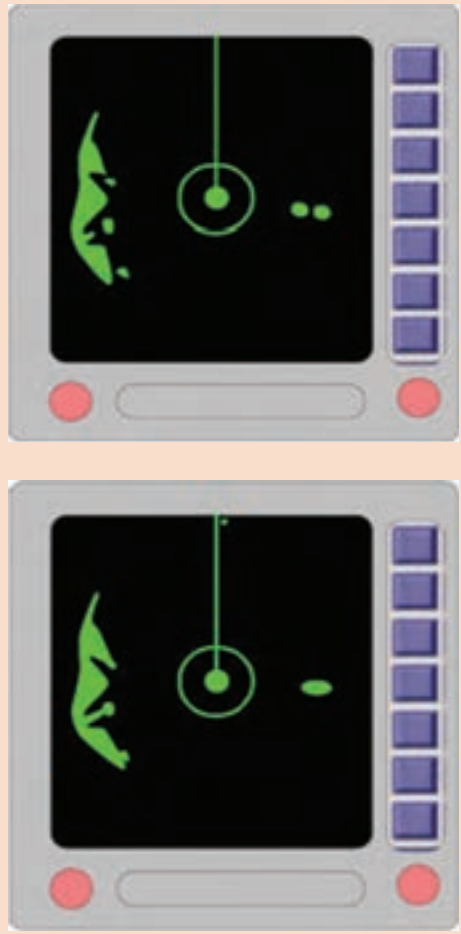
ب) چگونگی نمایش بزرگ‌تر اهداف:

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

پ) چگونگی کنترل طول پالس:

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

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



تفکیک اهداف راداری در پالس بلند و پالس کوتاه

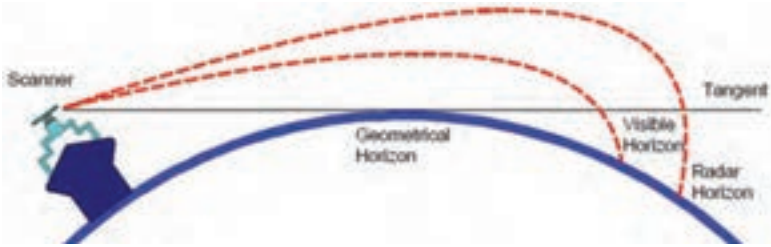
ت) چگونگی تنظیم حلقه‌های فاصله:

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

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

تأثیر شرایط جوی بر رادار

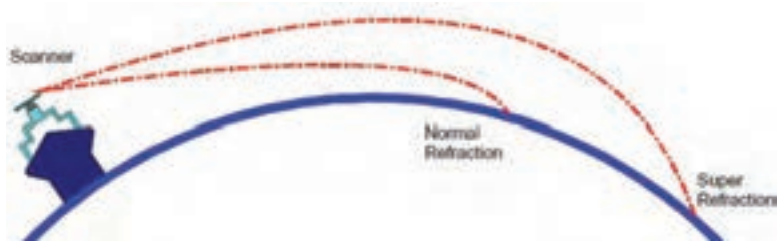
تأثیر شرایط جوی بر عملکرد رادار سبب تضعیف رادار و اکوهای ناخواسته می‌شود، شرایط اتمسفری استاندارد برای برد رادار با شرایط زیر در نظر گرفته می‌شود.
فشار= ۱۰۱۳ بار، با افزایش ارتفاع هر ۱۰۰۰ پا؛ ۳۶ بار فشار کاهش می‌یابد.
دما= ۱۵ درجه سانتی‌گراد، با افزایش ارتفاع هر ۱۰۰۰ پا؛ ۲ درجه سانتی‌گراد دما کاهش می‌یابد.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



افزایش برد امواج رادار به دلیل انکسار (refraction)

شکست بالا Super_Refraction

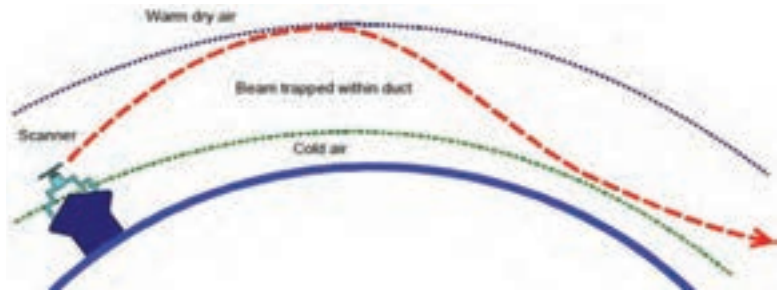
پدیده شکست بالا زمانی رخ می‌دهد یک لایه هوای گرم بالای سطح سرد دریا قرار گیرد (به‌طور مثال وارونگی دما). پرتو رادار در فاصله دورتری نسبت به شرایط جوی استاندارد شکسته می‌شود و سبب افزایش برد ۲۵٪ برد رادار شده و احتمال آشکارسازی اهداف در فاصله دورتر را فراهم می‌سازد.



پدیده Super_refraction

کانالیزه شدن Ducting

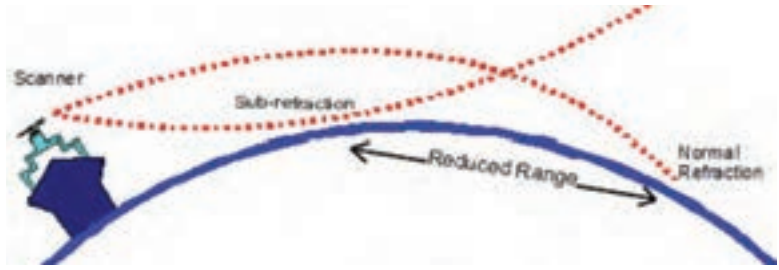
زمانی که پرتو رادار برای مدت‌زمان طولانی توسط لایه‌های هوا هدایت می‌شود درواقع حد نهایی شکست بالا انجام می‌گیرد؛ که به آن کانالیزه شدن گویند که معمولاً سبب افزایش برد آشکارسازی اهداف راداری می‌شود. در مدت زمان کانالیزه شدن دومین اثر اکو ممکن است ظاهر شود.



پدیده Ducting

شکست یا انکسار پایین Sub_refraction

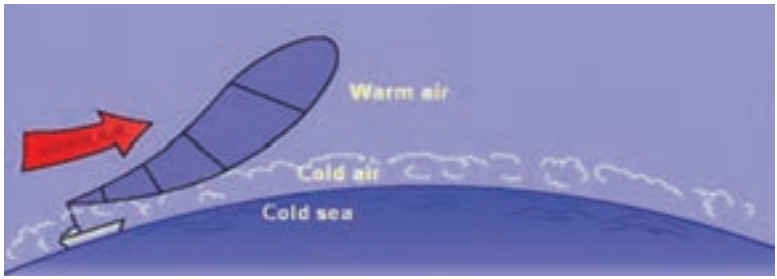
زمانی که لایه هوای سرد بالای سطح دریای گرم قرار گیرد پرتو رادار به سمت هوای گرم شکست پیدا می‌کنند و سبب کاهش برد راداری و سطح آشکارسازی اهداف نسبت به اتمسفر استاندارد می‌شود. این پدیده را refraction_Sub گویند.



پدیده Sub_refraction

کوری رادار

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



پدیده Blackout

اکوهای ناخواسته راداری

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

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

۱ کلاتر دریا

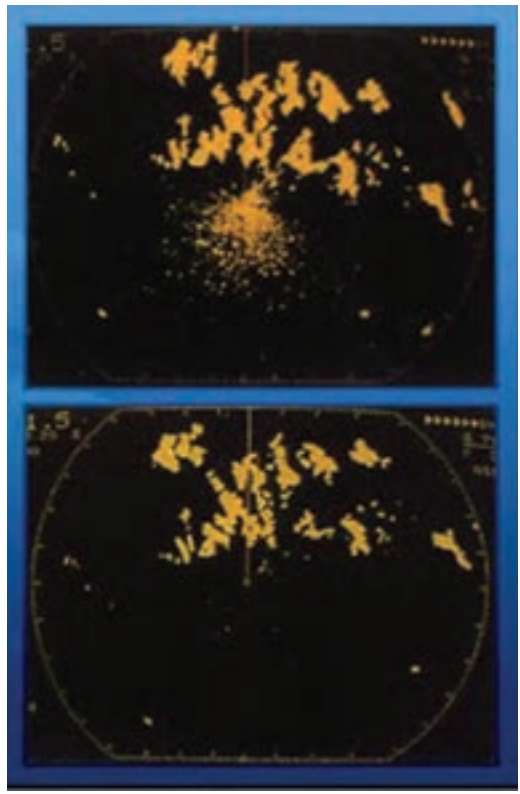
۲ کلاتر زمین

۳ کلاتر اتمسفر

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

کلاتر دریا

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



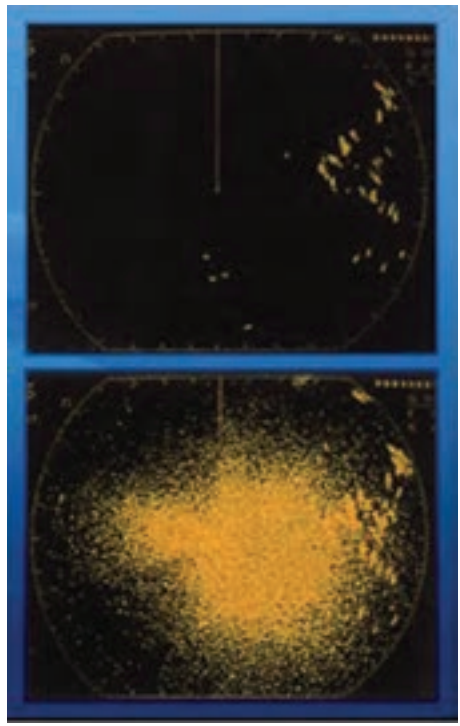
کلاترهای امواج دریا

کلاتر زمین

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

کلاتر اتمسفر

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

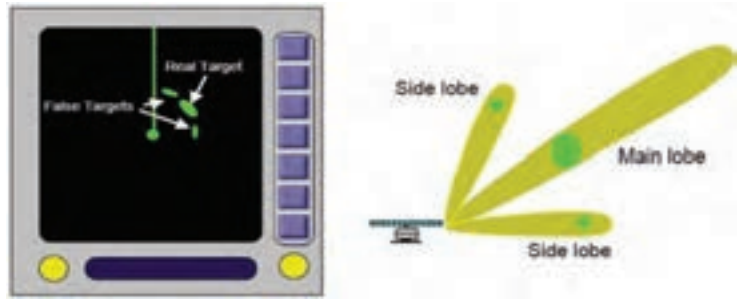


کلاترهای باران

اطلاعات کاذب راداری False Radar Information

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

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



اکوی گلبرگ‌های جانبی رادار

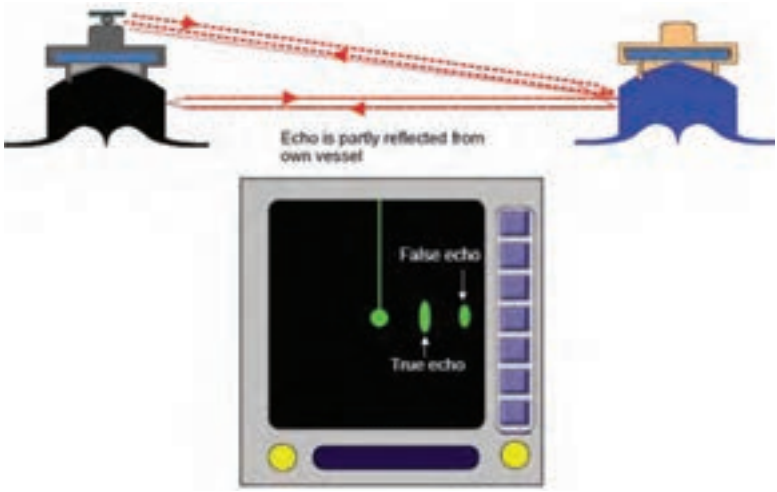
پژواک‌های باواسطه Indirect Echoes: پژواک‌های باواسطه زمانی ایجاد می‌شود که بعضی از پرتوهای راداری در هنگام انتشار به شیء نزدیک آنتن رادار مانند دودکش یا دکل شناور برخورد کند در این‌صورت ممکن است اکو به‌وسیله مسیر مشابه یا مستقیم به آنتن برگردد. رادار برخورد کرده و اکوی انعکاسی به آنتن رادار برسد. اکوهای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

پژواک‌های باواسطه راداری

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

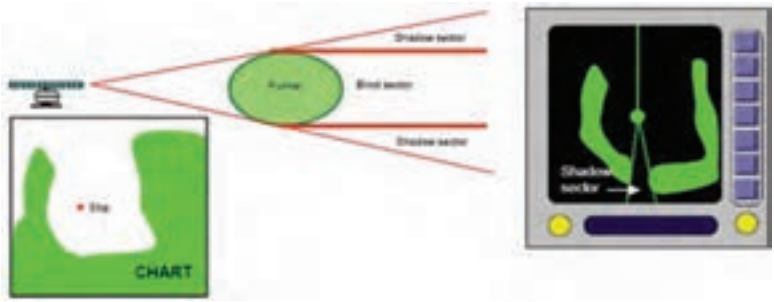
برای تعیین پژواک‌های باواسطه؛ با تغییر راه حدود ۱۰درجه، اگر سمت نسبی اکو ثابت باقی ماند پس اکوی کاذب است. راه دیگر؛ با تغییر gain می‌توان آن را کاهش داد یا اگر اکو در قطاع کور ظاهر شد می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد.

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



پژواک‌های چندگانه راداری

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



سایه و نقاط کور راداری

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

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

تفکیک اهداف

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

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

عدم تفکیک دو هدف در فاصله

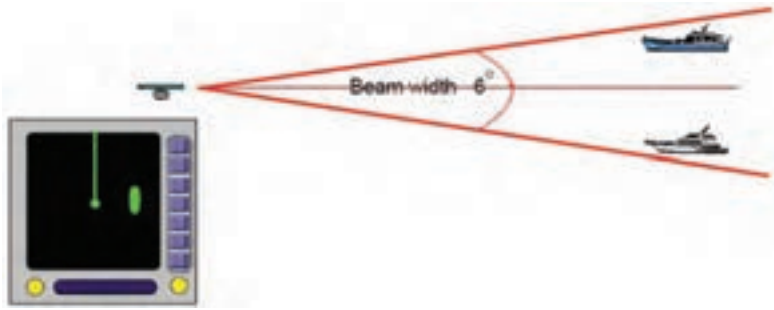
درصورتی‌که طول پالس از فاصله بین اهداف بیشتر باشد دو هدف، به شکل یک اکو مشاهده می‌شود؛ و یک پالس ۱۰۰ متری می‌تواند دو هدف را از هم تفکیک کند.

تفکیک دو هدف در فاصله

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

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

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



عدم تفکیک اهداف در سمت راداری

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

تفکیک اهداف در سمت راداری

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

فکر کنید

علائم زیر در صفحه نمایشگر رادار نشان‌دهنده چیست؟

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

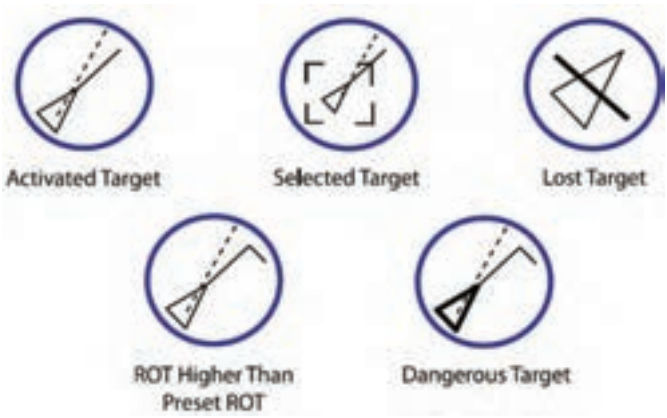
دانش‌افزایی

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

پاسخ:

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

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



علائم مورد استفاده سیستم اطلاعات حرکتی شناور

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

با استفاده از کنترل Variable Range Marker (VRM)

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

کنترل EBL (Electronic Bearing Line)

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

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

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

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

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

کلید شبیه‌ساز برای شبیه‌سازی حرکت شناور خودی با سرعت و راه مورد نظر است که براساس زمان تاخیری که برای آن مشخص شده است کار می‌کند. در این حالت رادار اهداف واقعی را نشان نمی‌دهد بنابراین هوشیاری کاربر در به‌کارگیری این ابزار را می‌طلبد.

ارزشیابی

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

ارزشیابی شایستگی کاربری رادارهای دریایی

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

۲ استاندارد عملکرد:
شناخت انواع رادارهای موجود در روی کشتی

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

۴ شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:
شرایط: کارگاه مجهز به نمونه‌ای از رادار مورد استفاده در روی کشتی، به همراه بازدید نوبه‌ای و مرتب از واحدهای شناور
ابزار و تجهیزات: دستگاه رادار

۵ معیار شایستگی:

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

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