

امواج برتر

نخستین ماهنامه تخصصی مهندسی برق

سال دهم / شماره شصت / دی ماه ۱۳۹۱

قیمت ۴۰۰۰ تومان

توسعه دانستن = توسعه توانستن

Amvaj-e-Bartar

60

Amvaj-e-Bartar

شماره استاندارد بین المللی پباندھا ISSN: 1735-445



گفتگو با دکتر جلیل راشد محصل / بررسی مشکلات پیمانکاران صنعت برق
سامانه سونار / زندگی در شهرهای هوشمند / گرافن، شگفتی ساز قرن بیست و یکم!
ارزیابی عملکرد لامپ های LED جهت به کارگیری در سیستم روشنایی

دهمین سال انتشار امواج برتر

به نام دوست



نخستین ماهنامه تخصصی مهندسی برق
سال دهم • شماره شصت • دی ماه ۱۳۹۱

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:

مهندس غلامرضا یزدانی شوکاند
جانشین مدیر مسئول: ملیحه یزدانی
مشاور مدیر مسئول: جمشید افشار
زیر نظر شورای سردبیری
مدیر داخلی: مهندس سمیرا شمس
مدیر روابط عمومی: حسین ترابیان
مدیر بازرگانی: مهندس معصومه ضیائیان آقا بزرگی
همکاران: مهندس مهدی رحمتی، مهندس سید احسان
تهامی، مهندس مجید فروزانمهر
عباس قاسمیان مقدم، مهندس مرجان مهارتی

صفحه آرایی و امور گرافیک:

مهسا سالارخراسانی

لیتوگرافی: کارنگ اسکندر (۰۵۱۱-۸۴۳۸۸۸۳)

چاپ: زبرجد (۰۵۱۱-۶۰۸۰۴۲۵)

صحافی: حافظ (۰۵۱۱-۳۹۲۹۱۱۱)

نشانی:

مشهد، بلوار دانشجو، دانشجو ۲۶، شماره ۱، واحد ۵

صندوق پستی: ۱۶۸۸-۹۱۸۹۵

تلفن: ۱۲۲-۱۱۹-۸۹۴۰۱۱۹-۰۵۱۱-۸۶۵۲۷۷۱-۰۵۱۱

شماره پیامک: ۱۲۰-۵۱۱۸۹۴۰۱۲۰

www.amvaj-e-bartar.com

www.amvaj-e-bartar.ir

e-mail : info@amvaj-e-bartar.com

حرف نه: «گاه سوی وفا روی، گاه سوی جفا روی.»

آن منی کجا روی، بی تو به سر نمی‌شود.

(مولانا)

عمومی

فاز نخست: دهمین سال انتشار امواج برتر ۲

گزارش و خبر

پای صحبت استاد: گفتگو با دکتر جلیل راشد محصل ۳

بررسی مشکلات پیمانکاران صنعت برق ۳۳

نخستین کنگره اتوماسیون صنعت برق در مشهد برگزار می‌شود ۲۸

چهارمین همایش ملی ارتقای توان داخلی برگزار شد ۴۶

گونگون ۴۸

کوتاه

مدولاتور الکتروجدبی موج رونده هیبریدی با پهنای باند بزرگ ۸

گرافن، شگفتی‌ساز قرن بیست و یکم! ۴۱

مفید

سامانه سونار ۲۴

زندگی در شهرهای هوشمند (قسمت دوم) ۲۸

تخصصی

کنترل مستقیم گشتاور موتورهای PMSM براساس مدولاسیون ... ۱۱

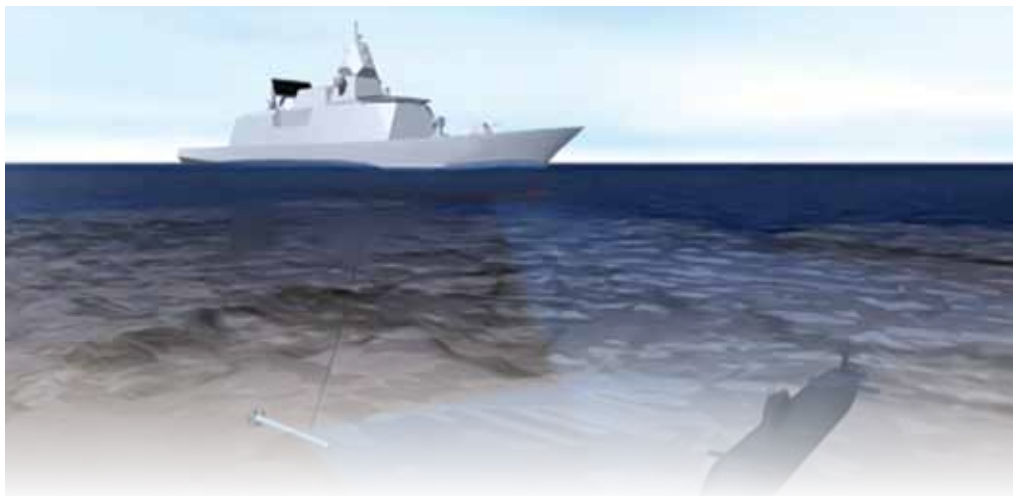
طراحی لیزر نیم‌رسانای DFB با استفاده از ساختار شبه پریودیک ۱۶

ارزیابی عملکرد لامپ‌های LED جهت به کارگیری در سیستم روشنایی ۲۰

● از مطالب و نوشته‌های شما استقبال می‌کنیم:

- امواج برتر در استفاده، ویرایش و کوتاه کردن مطالب ارسالی آزاد بوده و مطالب ارسالی شما نزد ما به یادگار می‌ماند.
- نظرات و عقاید نویسندگان مطالب لزوماً دیدگاه امواج برتر نیست.
- استفاده از مطالب امواج برتر با ذکر منبع آزاد است.
- ترتیب آثار چاپ شده بر حسب ملاحظات فنی و رعایت تناسب بوده و به معنای درجه‌بندی نیست.
- مقالات ارسالی از طریق پست الکترونیک و حتماً به صورت PDF و Word باشد.
- ترجمه‌ها همراه با نسخه اصلی ارسال شود.
- مسئولیت حقوقی آثار ارسالی بر عهده نویسندگان مقاله‌ها می‌باشد.

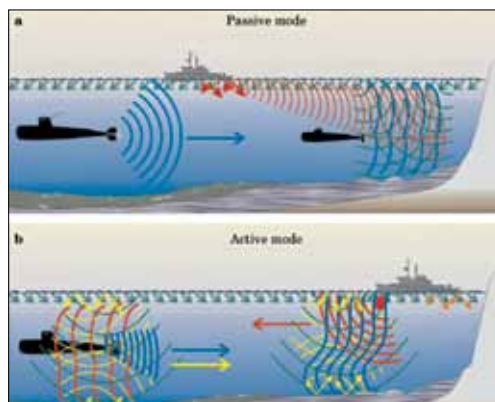
«ماهنامه امواج برتر نشریه‌ای مستقل است که با همکاری جمعی از صاحب‌نظران در سراسر کشور منتشر می‌شود و به هیچ سازمان و موسسه‌ای وابسته نیست.»



سامانه سونار SONAR System

ناصر حافظی مطلق / عضو هیات آموزشی گروه مهندسی برق
دانشگاه فردوسی مشهد / n_hafezi@um.ac.ir

و یک قسمت گیرنده که در نهایت بر اساس امواج بازتابیده، اطلاعات را بر روی صفحه نمایش سونار نمایش می‌دهد. در سامانه سونار غیرعامل انرژی صوتی توسط خود هدف تولید و منتشر می‌شود مانند امواج مکانیکی منتشره از کشتی‌ها، زیردریایی‌ها، توده ماهی‌ها و ... در این حالت سونار تنها شامل یک گیرنده امواج صوتی است. شکل (۱)، نشان‌دهنده تفاوت سامانه سونار فعال و غیرفعال است.



شکل (۱) - (a) سونار غیرفعال (b) سونار فعال

سامانه سونار (ناوبری و تشخیص فاصله توسط صوت)، فناوری است که با استفاده از انتشار امواج صوتی و فراصوتی در زیر آب قادر به شناسایی دیگر ناوها یا کشتی‌ها است. به جز کاربردهای نظامی در ناوها، کشتی‌ها و زیردریایی‌ها، مواردی مانند عمق‌سنجی آکوستیکی، تشخیص موانع زیر آب و یافتن توده ماهی‌ها را نیز می‌توان از کاربردهای سونار برشمرد. به علت انتشار مناسب امواج صوتی و فراصوتی در محیط‌های مرطوب و زیر آب، کاربرد سونار در این محیط‌ها نسبت به فناوری‌های مشابه بیشتر است. برای نیل به اهداف مذکور سامانه سونار در زیر آب مناسب‌تر از رادار که از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌کند، ارزیابی شده است. این مقاله به اختصار به معرفی سامانه سونار، تاریخچه، ساختار و کاربردهای آن می‌پردازد.

۲- تاریخچه سامانه سونار

سامانه حرکت کردن و تعیین مسیر و شکار حشرات در خفاش‌ها که قدمتی ۶۰ میلیون ساله دارد نیز مشابه سامانه سونار می‌باشد با این تفاوت که از هر سامانه ناوبری‌ای که تاکنون به وسیله فناوری سونار تولید شده برتر است. با فریاد زدن در فرکانس‌های فراصوت، خفاش‌ها می‌توانند صداهای بازتابیده از اشیاء اطرافشان را تشخیص دهند و آن‌ها را به صورت تصویر صوتی تفسیر کنند.

از جمله ابتدایی‌ترین گام‌ها در دانش «بیونیک»^(۵)، که علم الهام گرفتن از طبیعت برای ساخت مصنوعات بشری است، پیشنهادهای اولیه برخی از دانشمندان در ابتدای قرن بیستم برای ساختن وسایل ردیابی با الهام از مکانیسم مسیریابی خفاش‌ها است. البته سامانه‌های رادار و سونار در ابتدای امر صرفاً بر اساس الهام‌گیری از فرآیند مسیریابی در خفاش‌ها و سایر حیوانات با ساز و کار مشابه ساخته نشدند و اصولاً

۱- سامانه سونار^(۱) چیست؟

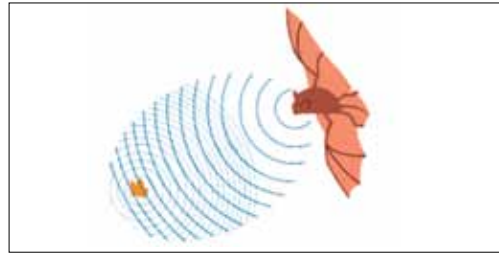
سونار به مفهوم «ناوبری و تشخیص فاصله توسط صوت»، سامانه‌ای است که از امواج مکانیکی به طور عمده صوتی و فراصوتی برای ناوبری و فاصله‌سنجی استفاده می‌کند.

با توجه به این که امواج صوتی به بهترین شکل ممکن در دریا و محیط‌های آبی منتشر می‌شوند، کاربرد عمده سامانه سونار در کشتی‌ها و زیردریایی‌ها به‌منظور ناوبری و تشخیص سایر کشتی‌ها، ناوها و زیردریایی‌ها است.

سامانه سونار به دو صورت عمده فعال^(۲) (عامل) و غیرفعال^(۳) (غیرعامل) وجود دارد.

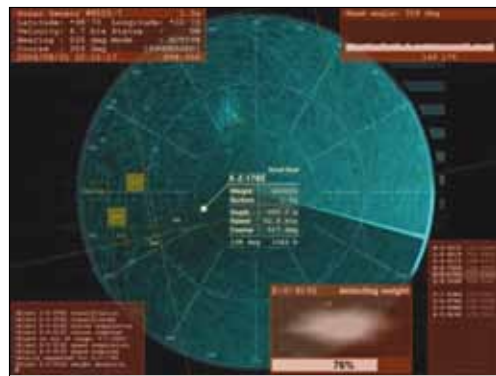
در نوع عامل، عملکرد سامانه سونار بسیار شبیه به رادار^(۴) است با این تفاوت که به جای امواج الکترومغناطیسی از امواج صوتی و فراصوتی استفاده می‌کند. اساس کار سامانه سونار عامل، تشکیل شده است از یک قسمت فرستنده امواج صوتی

زمانی که نخستین تلاش‌ها برای ساخت رادار و سونار به عمل آمد، فرآیند نوابری فراصوتی در خفاش‌ها هنوز به شکل کامل شناخته نشده بود.



شکل (۲)- ساز و کار مسیریابی و شکار با استفاده از امواج فراصوت در خفاش‌ها

نیروی دریایی انگلستان، موفق به ساخت نمونه‌ی آزمایشی نظامی سونار فعال شد. در نهایت در سال ۱۹۱۸ میلادی، انگلستان و ایالات متحده آمریکا ساخت سامانه‌های سونار فعال را آغاز کردند و در سال ۱۹۲۳ میلادی، تولید انبوه این نوع از سامانه‌ها به طور رسمی شروع شد. در خلال دهه ۱۹۳۰ میلادی، نام سونار که توسط متخصصان آمریکایی به خاطر شباهت به کلمه رادار برگزیده شده بود، به سامانه تشخیص و نوابری صوتی اطلاق گردید. عمده پیشرفت‌ها در ساختار سامانه سونار متعلق به پس از جنگ جهانی دوم است. از جمله این پیشرفت‌ها می‌توان به افزایش بُرد سونار عامل در کاربردهای نظامی و همچنین تنظیم فرکانس سونارهای غیرعامل در فرکانس‌های پایین‌تر که سبب دریافت نویز فرکانس پایین زیر دریایی‌ها می‌شود نام برد.



شکل (۴)- نمونه‌ای از نمایشگر سامانه سونار

۳- ساختار سامانه سونار

ساختار سامانه سونار در حالت کلی از ساز و کار سامانه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی پیروی می‌کند. در طراحی و ساخت سونار عامل نیاز به طبقات فرستنده و گیرنده داریم، اما سونار غیرعامل تنها نیازمند یک گیرنده است. عملکرد گیرنده سونار غیرعامل و عامل به جز در بازه فرکانسی دریافتی تفاوت چندانی ندارند. طبقه انتهایی فرستنده در سونار عامل و همچنین طبقه ابتدایی گیرنده در سونار عامل و غیرعامل عبارت است از یک مبدل^(۳۱) (تراگردان).

در سامانه‌های ابزار دقیق و اندازه‌گیری الکترونیکی، مبدل عنصری است که یک کمیت فیزیکی را در ورودی دریافت کرده و به یک کمیت فیزیکی متناظر دیگر در خروجی تبدیل می‌کند.

دو نوع از مبدل‌ها در سامانه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی اهمیت بیشتری دارند:

الف) حس‌گر^(۳۲) ها: که یک نوع کمیت فیزیکی را در ورودی دریافت کرده و در خروجی به انرژی الکتریکی متناظر تبدیل می‌کنند.

ب) عمل‌کننده^(۳۳) ها: که ورودی آن‌ها از نوع انرژی الکتریکی است و در خروجی آن را به یک کمیت فیزیکی متناظر دیگر تبدیل می‌کنند.

با توجه به این‌که سونار با امواج صوتی و فراصوتی کار می‌کند، ساختار آن نیازمند مبدل‌های صوتی است. حس‌گرهای صوتی در صورتی که در هوا از آن‌ها استفاده شود، میکروفون^(۳۴) و در صورتی که در محیط زیر آب مورد استفاده قرار گیرند، هیدروفون^(۳۵) نامیده می‌شوند.

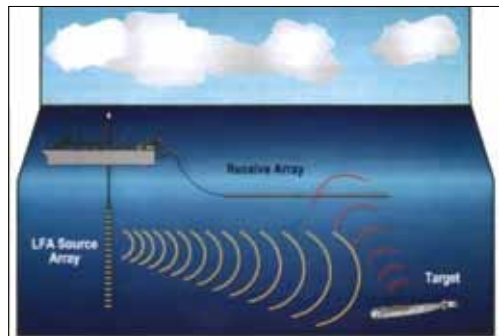
برای بررسی کامل تاریخچه سونار باید تاریخچه دانش آکوستیک^(۳۶) را مرور کرد. اما گام‌های اصلی در این عرصه پس از ارائه روشی برای ضبط صوت توسط توماس ادیسون^(۳۷) و روش انتقال سیگنال‌های الکتریکی توسط الکساندر گراهام بل^(۳۸) برداشته شد. در نهایت توسعه علم الکتروآکوستیک^(۳۹) بود که راه را برای ساختن سونارهای امروزی هموار ساخت.

در سال ۱۹۰۶ میلادی، نخستین سونار غیرفعال جهت شناسایی توده‌های یخ توسط یک مهندس آمریکایی به نام لویی نیکسون^(۴۰) اختراع گردید.

در سال ۱۹۱۲ میلادی، فیزیک‌دان انگلیسی؛ لویی ریچاردسون^(۴۱)؛ به دنبال فاجعه کشتی تایتانیک^(۴۲)، دستگاهی برای سنجش امواج صوتی در زیر آب اختراع کرد. در همان سال، رینالد فیندن^(۴۳)؛ مهندس کانادایی؛ دستگاهی با استفاده از امواج صوتی در فرکانس 500Hz جهت عمق‌سنجی و تشخیص موانع زیر آب طراحی کرد که در بندر بوستون^(۴۴) آمریکا به آزمایش گذاشته شد و به نام نوسان‌ساز فیندن^(۴۵) مشهور گشت.

در سال ۱۹۱۳ میلادی، فیزیک‌دان آلمانی؛ الکساندر بهم^(۴۶)؛ نیز سامانه‌ای مشابه دستگاه ساخته شده توسط ریچاردسون طراحی کرد. در جنگ جهانی اول به علت نیاز به شناسایی اهداف دریایی تمایل به استفاده از سونار افزایش یافت و به دنبال این نیاز در سال ۱۹۱۵ میلادی، فیزیک‌دان فرانسوی؛ پل لانجوبین^(۴۷)؛ به همراه کنستانتین چلوسکی^(۴۸) روس موفق به اختراع نخستین سونار فعال شدند.

در سال ۱۹۱۶ میلادی، رابرت ویلیام بویل^(۴۹)؛ فیزیک‌دان کانادایی؛ با تشکیل کمیته تحقیقاتی تشخیص ضدزیردریایی^(۵۰)، زیر نظر بخش تحقیقات و اختراعات



شکل (۳)- کاربرد سونار فعال در تشخیص اهداف نظامی

است یعنی اعمال تغییر طول به یک ماده فرومغناطیس می‌تواند باعث مغناطیس و مرتعش شدن آن شود. با استفاده از خاصیت مگنتواستریکشن در مبدل‌های مگنتواستریکتیو، می‌توان عمل‌کننده‌ای ساخت که تغییرات میدان الکتریکی را به ارتعاشات صوتی و فراصوتی مبدل سازد و هم‌چنین معکوس این خاصیت نیز برای ساختن حسگر صوتی و فراصوتی مناسب است. استفاده از مبدل‌های مگنتواستریکتیو نیز مانند مبدل‌های پیزوالکتریک، دارای این مزیت است که یک مبدل می‌تواند هم به‌عنوان طبقه انتهایی فرستنده و هم به عنوان طبقه ابتدایی گیرنده در سامانه سونار عامل استفاده شود.



شکل (۷) - ساختار یک مبدل مگنتواستریکتیو ساده

در مبدل‌های الکترواستریکتیو به جای مواد فرومغناطیس از مواد فروالکتریک^(۳۴) استفاده می‌شود. این مواد خاصیتی شبیه به مواد پیزوالکتریک دارند و لذا به آن‌ها شبه‌پیزوالکتریک نیز می‌گویند. در حالت کلی در یک سامانه سونار عامل، ابتدا طبقه فرستنده پالسی الکتریکی را که توسط طبقات دیجیتال تولید شده با استفاده از یک مبدل دیجیتال به آنالوگ به صورت آنالوگ درمی‌آورد و سپس به عمل‌کننده (پروژکتور) اعمال می‌کند که نتیجه آن، انتشار یک ارتعاش صوتی یا فراصوتی در آب است. بازتاب‌های این موج ارتعاشی در برخورد با موانع، از طریق هیدروفون دریافت می‌گردد و اطلاعات حاصل، پس از مراحل پردازش آنالوگ و دیجیتال، بر روی نمایشگر سامانه سونار، نمایش داده می‌شود.

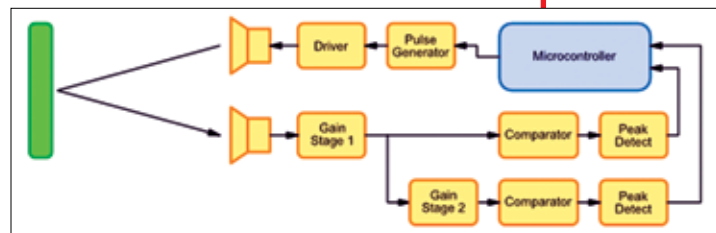
۴- کاربردهای سامانه سونار

امپدانس آکوستیکی^(۳۵) کمیتی فیزیکی است که نشان‌دهنده میزان فشار صوتی ایجاد شده توسط ارتعاش مولکول‌های یک ماده در یک فرکانس مشخص است. مقدار امپدانس آکوستیکی به‌صورت حاصل ضرب چگالی ماده در سرعت صوت در آن محاسبه می‌شود. به علت بزرگ‌تر بودن امپدانس آکوستیکی آب نسبت به هوا، امواج صوتی و فراصوتی در آب رفتار متفاوتی نسبت به هوا دارند. به‌عنوان مثال، امواج صوتی در زیر آب در اثر برخورد به سطح دوباره به داخل آب بازتاب می‌شوند. به‌علت خواص ویژه امواج صوتی و فراصوتی در محیط زیرآب، هم‌چنین به علت جذب بازه‌های فرکانسی امواج الکترومغناطیسی (ریزموج^(۳۶)) مورد استفاده در رادار در آب، بهترین و ارزان‌ترین گزینه برای کاربردهای ناوربی، مانع‌یابی، مسیریابی، عمق‌یابی و سایر موارد در محیط‌های زیرآب، سامانه سونار است. برخی از مهم‌ترین کاربردهای سامانه سونار عبارتند از:

۴-۱- عمق‌یاب

دستگاه‌های سونار عمق‌یاب^(۳۷) با استفاده از ارسال امواج صوتی در فرکانس‌های پایین و دریافت بازتاب آن‌ها از کف دریا و با

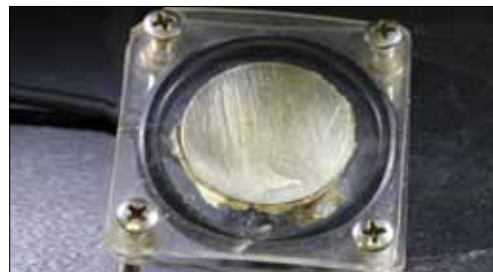
به همین ترتیب، عمل‌کننده‌های صوتی در صورتی که در هوا از آن‌ها استفاده شود، بلندگو^(۳۸) و در صورتی که در محیط زیر آب مورد استفاده قرار گیرند، پروژکتور^(۳۹) نامیده می‌شوند. مهم‌ترین مبدل‌های مورد استفاده در سامانه سونار مبدل‌های پیزوالکتریک^(۳۸)، مگنتواستریکتیو^(۳۹) و الکترواستریکتیو^(۳۷) هستند.



شکل (۵) - دیاگرام بلوکی یک سامانه سونار عامل بسیار ساده

مبدل‌های پیزوالکتریک دارای دو اثر مستقیم و معکوس هستند. در اثر مستقیم انرژی مکانیکی وارده به آن‌ها سبب جابجایی مولکول‌ها در شبکه بلوری مبدل شده و این جابجایی باعث تغییرات بار الکتریکی و تولید جریان الکتریکی می‌شود. یا توجه به این‌که صوت یک ارتعاش مکانیکی است، اثر مستقیم مبدل‌های پیزوالکتریک، برای ساختن حسگرهای صوتی و فراصوتی مناسب است. در حالت اثر معکوس، انرژی الکتریکی وارده به مبدل سبب تولید انرژی مکانیکی خواهد شد که این حالت برای ساختن عمل‌کننده‌های صوتی و فراصوتی مناسب است.

یک مثال جالب از کاربرد اثر معکوس در موادی که خاصیت پیزوالکتریکی دارند، ساخت نوسان‌سازهای کریستالی است. در مواد معدنی، اثر پیزوالکتریک در بلورهای کوارتز^(۴۰) و نمک راشل^(۴۱) و برخی دیگر از مواد مشاهده شده است. برخی از سرمایه‌های مصنوعی مانند تیتانات دوباریم نیز تولید شده‌اند که دارای خواص پیزوالکتریکی بسیار مناسبی هستند.



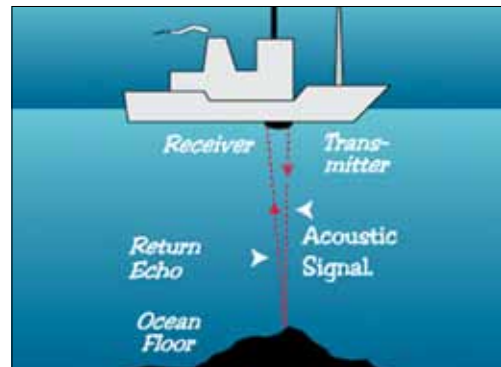
شکل (۶) - یک نمونه از هیدروفون‌های پیزوالکتریک

استفاده از مبدل‌های پیزوالکتریکی دارای این مزیت است که یک مبدل می‌تواند هم به‌عنوان طبقه انتهایی فرستنده و هم به عنوان طبقه ابتدایی گیرنده در سامانه سونار عامل استفاده شود. مبدل‌های مگنتواستریکتیو، بر اساس خاصیت مگنتواستریکشن^(۳۳) (مغناطوتنگش) ساخته می‌شوند. خاصیت مغناطوتنگش به این صورت است که وقتی مواد فرومغناطیس در یک میدان الکتریکی قرار گیرند، یک تغییر جزئی در طول آن‌ها به وجود می‌آید که بستگی به جنس ماده فرومغناطیسی و شدت میدان الکتریکی دارد. بسته به جهت میدان الکتریکی، اندازه طول ماده فرومغناطیسی ممکن است کم یا زیاد شود. معکوس این پدیده نیز ممکن

اندازه‌گیری زمان رفت و برگشت، عمق را محاسبه می‌کنند. این دستگاه‌ها به طور عمده در کف کشتی‌ها نصب می‌شوند.

۴-۲- ماهی‌یاب

دستگاه‌های ماهی‌یاب^(۳۸) مانند سامانه‌های عمق‌یاب هستند تنها با این تفاوت که محل نصب مبدل‌ها و زاویه تابش امواج در آن‌ها متفاوت است. این دستگاه‌ها برای تشخیص توده ماهی‌ها در کاربردهای ماهی‌گیری استفاده می‌شوند.



شکل (۸)- عملکرد دستگاه عمق‌یاب در کشتی‌ها

۴-۳- کاربردهای نظامی

کاربردهای نظامی سامانه سونار به طور عمده در تشخیص کشتی‌ها، زیردریایی‌ها، مین‌یابی در محیط زیر دریا و ... است. برای این منظور می‌توان هم از فناوری سونار عامل و هم غیرعامل استفاده نمود. استفاده از سونارهای فعال در عملیات نظامی دریایی دارای این عیب است که به راحتی توسط ناوها و زیردریایی‌های دیگر قابل شناسایی است. برخی از زیردریایی‌های امروزی مواد پوششی مخصوصی جهت جذب امواج یا انتشار آن‌ها در سطوح بیرونی خود دارند، که این مواد جاذب مانع از بازتاب مجدد امواج سونار و لذا مانع از شناسایی زیردریایی می‌شود.

۴-۴- سامانه سودار^(۳۹)

سودار دستگاهی است که در کاربردهای هواشناسی و به‌منظور اندازه‌گیری سرعت باد و جریان هوا به‌وسیله سنجش پراکندگی امواج صوتی در هوا، استفاده می‌شود. اساس کار سامانه سودار مانند یک سونار عامل است.



شکل (۹)- نمونه‌ای از سامانه سودار

۴-۵- مسیریابی در روبات‌ها

از سامانه سونار می‌توان به‌منظور مسیریابی و جهت‌یابی در روبات‌ها نیز استفاده کرد.

۴-۶- زمین‌شناسی

برخی از انواع سامانه سونار عامل شبیه به رادارهای کاوشگر زمین^(۴۰) برای تشخیص لایه‌های زمین در زمین‌شناسی استفاده می‌شوند. در این دستگاه‌ها با گسیل موج فراصوتی و دریافت بازتاب آن از لایه‌های مختلف زمین، یک تصویر صوتی از لایه‌های زمین تهیه می‌شود.

۴-۷- سایر کاربردها

سامانه سونار در کاربردهای دیگری از جمله باستان‌شناسی و یافتن اشیاء باستانی در عمق زمین و سامانه‌های اندازه‌گیری فراصوتی نیز کاربرد دارند. با کمی چشم‌پوشی می‌توان دستگاه‌های سونوگرافی^(۴۱) و تصویربرداری فراصوتی در پزشکی را نیز نوعی سامانه سونار فعال قلمداد کرد.

مراجع

- ۱- رستمیان، ماجد. حافظی مطلق، ناصر. ناوبری هوایی: اصول، کاربرد و تجهیزات، ماهنامه امواج برتر، شماره ۴۱، آذر ۱۳۸۸، صص ۱۶-۱۴.
- ۲- حافظی مطلق، ناصر. رادارهای زمین‌نقوذ، ماهنامه امواج برتر شماره ۴۰، شهریور ۱۳۸۸، صص ۲۱-۱۹.
- ۳- رضایی، امیرحسین ذهابی، محمدرضا اندازه‌گیری الکترونیکی، نشر دانش نگار، چاپ پنجم، تهران: ۱۳۸۶.
- ۴- اریک، روبرت. مقدمه‌ای بر سیستم سونار، ترجمه‌ی: محمدرضا سهیلی فر، نشر اتحاد، تهران: ۱۳۸۶.
- ۵- ژراردن، لوسین. بیونیک، ترجمه‌ی: محمود بهزاد و پرویز قوامی، نشر سروش، چاپ دوم، تهران: ۱۳۶۶.
- ۶- حافظی مطلق، ناصر. درس‌نامه‌های اندازه‌گیری الکترونیکی.
- ۷- www.tebyan.net
- ۸- www.irpdf.com
- ۹- www.wikipedia.org
- ۱۰- www.hupaa.com

بی‌نوشت‌ها:

- 1- SONAR: Sound Navigation and Ranging
- 2- Active
- 3- Passive
- 4- RADAR: Radio Detection and Ranging
- 5- Bionic
- 6- Acoustics
- 7- Thomas Edison
- 8- Alexander Graham Bell
- 9- Electro acoustics
- 10- Lewis Nixon
- 11- Lewis Fry Richardson
- 12- Titanic
- 13- Reginald Aubrey Fessenden
- 14- Boston
- 15- Fessenden Oscillator
- 16- Alexander Behm
- 17- Paul Langevin
- 18- Constantin Chilowski
- 19- Robert William Boyle
- 20- ASDIC: Allied Submarine Detection Investigation Committee
- 21- Transducer
- 22- Sensor
- 23- Actuator
- 24- Microphone
- 25- Hydrophone
- 26- Speaker
- 27- Projector
- 28- Piezoelectric
- 29- Magnetostrictive
- 30- Electrostrictive
- 31- Quartz
- 32- Rochelle salt
- 33- Magnetostriction
- 34- Ferroelectric
- 35- Acoustic Impedance
- 36- Microwave
- 37- Depth Detector
- 38- Fish Finder
- 39- SODAR: SONic Detection And Ranging
- 40- Ground Penetrating Radar
- 41- Sonography

منتشر شد

قابل توجه

دانشجویان و علاقمندان

مباحث این کتاب برای دانشجویان آزمایشگاه الکترونیک رشته مهندسی برق (همه گرایش‌ها)، مهندسی پزشکی و آزمایشگاه مدار الکترونیکی رشته مهندسی کامپیوتر و همچنین دانش‌آموزان رشته‌های فنی و کار و دانش و سایر علاقمندان به الکترونیک کاربردی قابل استفاده است. در این کتاب با استفاده از شرح مختصر تئوری آزمایش‌ها در ابتدای هر آزمایش، شرح کامل چگونگی انجام آزمایش به همراه بهره‌گیری از تصاویر، نمودارها، جدول‌ها، شکل مدارها، روابط ریاضی، تمرین‌های اولیه و نهایی و سایر موارد سعی شده است تا بیشترین بازدهی از نظر درک مطلب و کسب مهارت عملی توسط دانشجویان حاصل شود.



۱۵

تخصصان دانشکده تخصصی مهندسی برق



مستقل شماره
شماره ۲۰
دی ۱۳۹۱

برای خرید پستی کتاب:
با شماره ۰۵۱۱۸۹۴۰۱۲۰
تماس بگیرید یا درخواست
خود را به سامانه پیامک با
شماره ۱۰۰۰۵۱۱۸۹۴۰۱۲۰
ارسال کنید.