

مبانی طراحی مبدل های آکوستیکی زیر آبی

بدید آورندگان:

حسن بهاری راد - فرزاد لاری - حسین گودرزی - رضا طبرزدی

علیرضا علیپور مهرکی



انتشارات توحیدمدان

عنوان و نام پدیدآور	:	مبانی طراحی مبدل‌های آکوستیکی زیر آبی / پدیدآورندگان حسن بهاری‌راد ... [و دیگران] .
مشخصات نشر	:	نیشابور: موسسه فرهنگی انتشاراتی توحیدمنش، ۱۳۹۵ .
مشخصات ظاهری	:	۲۹۵ ص.: مصور، جدول، نمودار .
شابک	:	۹۷۸۶۰۰۹۶۵۵۱-۵-۱
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
یادداشت	:	پدیدآورندگان حسن بهاری‌راد، فرزاد لالوی، حسین گودرزی، رضا طبرزدی، علیرضا علیپور شهرکی.
موضوع	:	صوت‌شناسی زیر آب
شناسه افزوده	:	بهاری‌راد، حسن، ۱۳۶۸ -
رده‌بندی کنگره	:	۱۳۹۵ ۲/۲۴۲/۲۵۳
رده‌بندی دیویی	:	۶۲۰.۲۸
شماره کتابشناسی ملی	:	۴۵۳۰۹۱۸۰

شناسنامه کتاب:

نام کتاب: مبانی طراحی مبدل‌های آکوستیکی زیر آبی
پدیدآورندگان: حسن بهاری‌راد، فرزاد لالوی، حسین گودرزی، رضا طبرزدی، علیرضا علیپور شهرکی.

صفحه آرایی: سمیرا توحیدی منش

ناشر: موسسه فرهنگی انتشاراتی توحیدمنش

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

تعداد صفحات: ۲۹۵

قطع: وزیری

نوبت چاپ: اول - پاییز ۱۳۹۵

شابک: ۹۷۸۶۰۰۹۶۵۵۱-۵-۱

انتشارات توحیدمنش: نیشابور، خیابان ۱۵ خرداد، نیش خرداد ۳

09153525305- tovhidimanesh205reza@gmail.com



انتشارات توحیدمنش

فهرست

۱۸ _____ مقدمه

۲۱ _____ بخش اول

نوسان کنند هارمونیک ساده

۲۲ _____ (۱) حرکت نوسانی

۲۲ _____ (۲) سیستم جرم - فنر

۲۲ _____ (۲-۱) قانون هوک و نوسان کنند هارمونیک ساده

۲۶ _____ (۲-۲) انرژی در سیستم جرم و فنر

۲۸ _____ (۲-۳) سیستم جرم و فنر میرا شده

۲۸ _____ (۲-۴) بررسی مجدد قانون هوک

۳۰ _____ (۳) حرکت فوق میرا شده و میرا شده بحرانی

۳۳ _____ مسائل

۳۵ _____ بخش دوم

امواج

۳۶ _____ (۱) امواج و معادله موج یک بعدی

۳۶ _____ (۱-۱) انواع موج

۴۳ _____ (۲) امواج صوتی

۴۴ _____ (۳) فشار صوتی

۴۶ _____ (۴) امواج صوتی در یک محیط - رابطه موج

۴۷ _____ (۵) قانون دوام نیوتن

۴۹ _____ (۶) معادله حالت و بقای جرم

۵۰ _____ (۷) معادله موج یک بعدی

۵۷ _____ (۸) انرژی در یک موج صوتی

۵۹ _____ (۸-۱) شدت صوت

۶۲ _____ (۹) مرور و تعاریف:

۶۴ _____ مسائل

۶۸ _____ بخش سوم

لگاریتم‌ها و ترازها

۶۹ _____ (۱) لگاریتم‌ها و ترازها

۶۹ _____ (۱-۱) تراز شدت

۷۲ _____ (۱-۲) شدت مینا

۷۳ _____ (۱-۳) تراز فشار صوت (SPL)

۷۴ _____ (۲) توضیحاتی در رابطه با دسی بل (dB)

۷۶ _____ (۳) کار با ترازهای شدت

۷۶ _____ (۳-۱) کم کردن ترازهای شدت از یکدیگر

۷۸ _____ (۳-۲) افزودن ترازهای شدت ناپیوسته

۸۰ _____ مسائل

۸۲ _____ بخش چهارم

سرعت صوت

۸۳ _____ (۱) سرعت صوت در دریا

۸۳ _____ (۱-۱) دما

۸۳ _____ (۱-۲) عمق

۸۴ _____ (۱-۳) میزان شوری آب

۸۴ _____ (۲) مدل های سرعت

۸۷ _____ (۳) اندازه گیری سرعت صوت در اقیانوس

۸۸ _____ (۴) استفاده از یک پروفایل سرعت صوت و قانون اسنل

۸۹ _____ (۴-۱) عبور پرتوهای صوت در کمان ها

۹۹ _____ مسائل

۱۰۱ _____ بخش پنجم

پرو فایل سرعت صوت

۱۰۲ _____ (۱) نواحی پرو فایل سرعت صوت

۱۰۳ _____ (۱-۱) ردایی رنو

۱۰۳ _____ (۱-۲) پرو فایل سرعت صوت، $g = 0$

۱۰۵ _____ (۲) مجرای سطحی

۱۰۶ _____ (۳) منطقه همگرایی

۱۰۹ _____ (۴) منطقه تاریک عمیق

۱۱۰ _____ (۵) مجرای صوتی عمیق

۱۱۵ _____ تعاریف

۱۱۷ _____ مسائل

۱۱۸ _____ بخش ششم

اتلاف های مرزی

۱۱۹ _____ (۱) اتلاف های مرزی

۱۲۰ _____ (۲) ضریب انعکاس

۱۲۳ _____ (۳) برخورد عمودی

۱۲۳ _____ (۴) انعکاس کلی

۱۲۴ _____ (۵) ضریب عبور

۱۲۴ _____ (۶) زاویه تو رفتگی

۱۲۷ _____ (۷) انعکاس یک سطح زیر

۱۲۸ _____ مسائل

۱۳۰ _____ بخش هفتم

تجزیه و تحلیل فوریه

۱۳۱ _____ (۱) تجزیه و تحلیل فوریه

۱۳۳ _____ (۲) ضرایب محاسباتی

۱۴۰ _____ (۳) توابع زوج یا فرد

۱۴۲ _____ مسائل

۱۴۴ _____ بخش هشتم

تراز باند

۱۴۵ _____ (۱) تراز طیف و تراز باند

۱۴۵ _____ (۱-۱) شدت، تراز شدت و تراز طیف شدت

۱۴۶ _____ (۱-۲) تراز باند

۱۵۰ _____ (۳) انواع طیف‌ها

۱۵۲ _____ (۳) پهنای باند و پهنای باند مرسوم

۱۵۳ _____ (۱-۳) پهنای باند ثابت

۱۵۳ _____ (۳-۲) پهنای باند تک‌اکتاو

۱۵۳ _____ (۳-۳) پهنای باند نیم‌اکتاو

۱۵۵ _____ مسائل:

۱۵۷ _____ بخش نه

مقدمه‌ای بر معادله سونار غیرفعال

۱۵۸ _____ (۱) مقدمه‌ای بر معادله سونار غیرفعال

۱۵۹ _____ (۲) بخش‌های مختلف معادله سونار غیرفعال

۱۵۹ _____ (۲-۱) نسبت سیگنال به نویز

۱۶۰ _____ (۲-۲) تراز سیگنال دریافتی

۱۶۱ _____ (۲-۳) معرفی تراز نویز

۱۶۲ _____ (۳) علائم قراردادی و معادله سونار غیرفعال

۱۶۴ _____ مسائل

بخش دهم _____ ۱۶۵

اتلاف ناشی از انتقال صوت

۱) اتلاف ناشی از انتقال صوت _____ ۱۶۶

۲) عوامل ایجادکننده اتلاف ناشی از انتقال صوت: _____ ۱۶۷

۱-۲) اتلاف ناشی از انتشار صوت _____ ۱۶۷

۱-۱-۲) انتشار استوانه‌ای _____ ۱۶۹

۳) محدوده انتقال _____ ۱۷۱

۴) میرایی (تضعیف) امواج _____ ۱۷۲

۱-۴) ویسکوزیته _____ ۱۷۳

۲-۴) آزادسازی یون _____ ۱۷۵

۳-۴) عامل غیر جذبی، پراکندگی _____ ۱۷۶

۵) مدل میرایی Francois-Garrison _____ ۱۷۷

۱-۵) وابستگی به عمق _____ ۱۷۷

مسائل _____ ۱۷۹

بخش یازدهم _____ ۱۸۱

نویز محیط

۱۸۲ _____ (۱) نویز محیط

۱۸۲ _____ (۱-۱) نویز پس‌زمینه دریا

۱۸۲ _____ (۲) منابع اصلی نویز پس‌زمینه در آب عمیق

۱۸۲ _____ (۲-۱) جزر و مد

۱۸۲ _____ (۲-۲) ارتعاشات زمین

۱۸۳ _____ (۲-۳) توربولانسی (تالسم)

۱۸۳ _____ (۲-۴) ترافیک دریایی

۱۸۳ _____ (۲-۵) وضعیت دریا

۱۸۳ _____ (۳) منحنی‌های Wenz

۱۸۷ _____ (۴) نویز ناپایدار (گذرا)

۱۸۹ _____ مسائل

۱۹۱ _____ بخش دوازدهم

نویز داخلی

۱۹۲ _____ (۱) نویز داخلی (self-noise)

۱۹۳ _____ (۲) مدل نویز ساطع‌شده از ناو (کشتی)

۱۹۵ _____ (۳) نویز حرارتی

۱۹۶ _____ (۴) اندازه گیری نویز

۱۹۷ _____ مسائل:

۱۹۸ _____ بخش سیزدهم

تابع الگوی پرتو در یک آرایه دوجزئی

۱۹۹ _____ (۱) تابع الگو: پرتو در یک آرایه دوجزئی (دارای دو المان)

۲۰۱ _____ (۲) الگوی باریکه دو بعدی

۲۰۳ _____ (۳) زوایای متناظر با بیشترین قدرت سیگنال (θ_{max})

۲۰۵ _____ (۴) زوایای نول (بی اثر)

۲۰۶ _____ (۵) پهنای باریکه صوتی (θ_{BW})

۲۰۶ _____ (۶) وابستگی الگوی باریکه به فرکانس

۲۰۸ _____ (۷) الگوی باریکه سه بعدی

۲۰۹ _____ مسائل

۲۱۱ _____ بخش چهارده

شاخص جهت

(۱) شاخص جهت ۲۱۲

۲۱۴ _____ (۱-۱) شاخص جهت یک آرایه دو المانی

۲۱۴	_____	آرایه n المانی
۲۱۴	_____	۲-۱) تابع الگوی باریکه
۲۱۸	_____	۲-۲) آرایه‌های خطی
۲۱۹	_____	۲-۳) گوشه‌های اضلاع و نول‌ها
۲۲۰	_____	۳) آرایه پیستونی (Piston Arrays)
۲۲۳	_____	مسائل
۲۲۵	_____	بخش پانزده
		نظریه تشخیص
۲۲۶	_____	۱) نظریه تشخیص
۲۲۶	_____	۱-۱) تنظیم آستانه
۲۲۹	_____	۱-۲) جدول دوتایی تصمیم
۲۳۱	_____	۲) تابع چگالی احتمال
۲۳۳	_____	۳) شاخص تشخیص
۲۳۵	_____	۴) منحنی‌های مشخصه عملیاتی گیرنده (ROC)
۲۳۷	_____	۵) آستانه تشخیص
۲۳۸	_____	۶) سیستم سونار فعال (اکتیو) و آشکارساز همبستگی

۲۳۹ _____ (۷) سیستم سونار غیرفعال یا آشکارساز انرژی

۲۴۰ _____ (۸) آستانه تشخیص سیستم سونار

۲۴۲ _____ مسائل

۲۴۴ _____ بخش شانزده

سطح منبع فرستنده

۲۴۵ _____ (۱) معادله سونار فعال سطح منبع فرستنده

۲۴۷ _____ (۲) سطح منبع فرستنده

۲۴۹ _____ (۳) جهت‌دار بودن عملکرد مبدأ

۲۵۰ _____ (۴) حساسیت مبدل

۲۵۱ _____ (۵) ایجاد حفره (کاویتاسیون) صوتی

۲۵۲ _____ مسائل

۲۵۳ _____ بخش هفده

سطح طنین

۲۵۴ _____ (۱) سطح پراکندگی و طنین

۲۵۴ _____ (۱-۱) طنین حجمی

۲۵۷ _____ (۱-۲) میزان طنین سطحی

۲۵۹ _____ اثرات ناشی از طنین (۲)

۲۵۹ _____ قدرت پراکندگی برگشتی حجم (۳)

۲۶۰ _____ توده (تجمع) ماهی ها (۴)

۲۶۱ _____ لایه پراکندگی عمیق (DSL) (۵)

۲۶۲ _____ مسئله

۲۶۳ _____ بخش هجده

قدرت هدف

۲۶۴ _____ (۱) قدرت هدف

۲۶۵ _____ (۲) قدرت هدف یک جسم برآمده دلخواه

۲۶۷ _____ (۳) قدرت هدف یک کره صلب ساده

۲۷۲ _____ (۴) کره سیال (شکل پذیر)

۲۷۲ _____ (۵) پراکندگی بر اثر حباب های گاز

۲۷۳ _____ (۶) قدرت هدف ماهی

۲۷۹ _____ مسائل

۲۸۰ _____ بخش نوزدهم

اثر دوپلر

۲۸۱ (۱) اثر دوپلر _____

۲۸۱ (۱-۱) حرکت نسبی گیرنده _____

۲۸۲ (۱-۲) حرکت نسبی منبع _____

۲۸۵ (۱-۳) کاربرد در سونار فعال _____

۲۸۶ _____ مسائل

www.ketab.ir

مقدمه

امواج آکوستیکی (صوتی) برخلاف امواج الکترومغناطیسی (رادییوی) که در محیط آب به شدت تضعیف می شوند، به خوبی تا مسافت های طولانی در آب منتشر می گردند. بنابراین دلیل اصلی کاربرد امواج آکوستیکی در دریا امکان انتشار صوت در این محیط می باشد. از کاربردهای امواج آکوستیکی در دریا می توان به مخابرات زیرآب، کشف اهداف و تعیین موقعیت آن ها، عمق یابی، نقشه برداری بستر دریا، صیادی، اکتشافات زمین شناسی، ناوبری و هدایت و جنگ در محیط زیرآب اشاره کرد. در کاربردهای موقعیت یابی و ناوبری سونار با به کارگیری امواج آکوستیکی در محیط آب، نقشی نظیر رادار در محیط غیرآبی را دارد.

واژه SONAR مخفف Sonar Navigation and Ranging است که به معنی فاصله یابی و ناوبری توسط صوت می باشد. مخابرات، برای کلیه تجهیزات صوتی مورد استفاده در محیط آب، می توان از واژه سونار استفاده کرد.

کاربردهای اولیه از سونار، نیازهای دفاعی و ناوبری زیر دریا بود ولی به مرور زمان کاربردهای غیر نظامی و استفاده های صنعتی، تجاری و تفریحی گسترش یافتند. برای مثال، سونارها و تجهیزات صوتی زیر دریا برای عیاد همچون ناوبری دریایی، تعیین موقعیت و مکان یابی، کنترل از راه دور، مراقبت از تجهیزات مورد استفاده در زیر دریا، شناسایی و صید صنعتی ماهی ها، مخابرات معمولی، خطراری (تلفن زیر آبی)، زمین شناسی زیر دریا (مانند اکتشاف نفت و گاز)، حفاظت محیط زیست و حتی کاربردهای تجاری و تفریحی در دریا به کار گرفته می شوند.

در زیر دریایی ها، سونارها مهم ترین و اصلی ترین وسیله ناوبری، هدایت، دفاع و مخابرات هستند. به طور معمول وظیفه اصلی یک سونار، دریافت سیگنال آکوستیکی

مطلوب و تفکیک آن از امواج آکوستیکی ناخواسته (و مزاحم) و سپس پردازش سیگنال دریافتی از هدف و استخراج اطلاعات مورد نظر است.

به طور کلی سونارها به دو نوع فعال و غیر فعال دسته بندی می شوند. سونارهای فعال، سیگنال آکوستیکی را توسط فرستنده (پرزکتور) ارسال می کنند. این موج به هدف برخورد کرده و به صورت انعکاس (بازتاب) به گیرنده (هیدروفن) باز می گردد. با پردازش سیگنال انعکاسی از هدف امکان آشکارسازی و تخمین پارامترهای مجهول به وجود می آید. عوامل محدود کننده در سونارهای فعال، شامل تلفات قدرت سیگنال در اثر انتشار در محیط، تلفات انعکاس از هدف و نوفه (نویز) جمع شونده در گیرنده است. اما مهم ترین عامل محدود کننده در سونارهای فعال، انعکاس های چندگانه و اغتشاش می باشد که از انعکاس های سیگنال ارسالی از پراکنده کننده ها از قبیل سطح و کف دریا، موجودات زنده و ... بدست می آید. یکنواختی حجم دریا یا اقیانوس به وجود می آید. در سونارهای غیر فعال، آشکارسازی و تخمین بر اساس صدا هایی است که از خود هدف منتشر می شود (یعنی نویز خود هدف تولید می گردد) مانند نویز ماشین آلات، نویز ناشی از حرکت و صدای تولیدی در سونارهای فعال هدف. محدودیت عملکرد سونارهای غیر فعال ناشی از تلفات انتشار و نویز جمع شونده در گیرنده است. مهم ترین محدودیت در سونارهای غیر فعال، ناشی از نداشتن اطلاعات کافی از مشخصات سیگنال انتشار یافته از هدف و پراکندگی زمانی و فرکانسی سیگنال هدف در محیط زیر آب می باشد. در سونار اثر داپلر (جا به جایی فرکانس سیگنال) خیلی بیش تر از رادار است زیرا نسبت سرعت حرکت هدف به سرعت انتشار موج بیش تر است. در رادار مقدار جا به جایی فرکانسی، کم تر از یک صد درصد است در صورتی که در سونار، تغییرات تا بیش از یک درصد نیز معمول است. در سونار سرعت انتشار موج، تابعی از عمق و فاصله است که وابستگی زیادی به زمان و موقعیت جغرافیایی دارد.

روش های استاندارد جهت تخمین تقریبی بازدهی و کیفیت عملکرد سیستم های سوناری وجود دارد. به صورت کلاسیک، تحلیل عملکرد سونار با حل معادلات مرسوم

مبدل های آکوستیکی زیر آبی

به معادلات سونار صورت می گیرد. معادلات سونار پایه برآورد اولیه کیفیت هستند که امکان بهبود آن ها با تحلیل های آماری وجود دارد. به طور معمول از این معادلات برای محاسبه حداکثر فاصله کارکرد (برد) تجهیزات سوناری استفاده می شود.

در کتاب حاضر، در فصل های ابتدایی سعی شده است که مفاهیم و اصول اولیه امواج صوتی، سرعت انتشار صوت در دریا، اندازه گیری و پارامترهای موثر بر آن و پروفیل انتشار امواج صوتی، به زبان ساده بیان گردد و سپس در فصل های بعدی کتاب خواننده با سیستم های صوتی زیر آبی و سونارها و همچنین پارامترهای مهم در معادلات سونار نظیر نسبت سیگنال مطلوب به توان نویز مزاحم (SNR) بر حسب دسی بل (dB) که به گونه ای می رسد، سطح توان صوتی منبع (SL) بر حسب (dB) نسبت به یک میکرو پاسکال تلفات انتقال (TL) بر حسب (dB)، قدرت هدف (TS) بر حسب (dB) که به ضریب انتقالی صوتی هدف بستگی دارد، سطح نویز در گیرنده (NL) بر حسب (dB) نسبت به یک میکرو پاسکال که مجموع نویز داخلی شناور یا نویز خودی و نویز مزاحم محیط است، قدرت پراکنندگی تصادفی و اغتشاش بازگشتی (RL) بر حسب (dB)، ضریب جهت داری (DI) بر حسب (dB)، آستانه آشکارسازی (DT) بر حسب (dB) الگوریتم، کال بر دازش سیگنال و یا آستانه شناسایی (RD) سونار و اثر داپلر، آشنا شود.