

به نام خدا

مقدمه‌ای بر سیستم

رادار (ویرایش سوم)

مؤلف

Merrill . Skolnik

مترجمین

مهندس محمدرضا سهیلی‌فر

دکتر مجید آقابابایی

سرشناسه	اسکولینک، مرل ایوان، ۱۹۳۷ - م. Skolink, Merrill Ivan
عنوان و نام پدیدآور	مقدمه‌ای بر سیستم رادار / مرل اسکولینک؛ مترجمین محمدرضا سهیلی‌فر، مجید آقابابایی.
مشخصات نشر	تهران: ادبستان؛ دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	۵۲۸ ص.: مصور.
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۱۹۶-۰۰۳-۱
وضعیت فهرست نویسی	فبا
پادداشت	عنوان اصلی: systems. Introduction to radar
پادداشت	کتاب حاضر در سال ۱۳۸۸ تحت عنوان "شناخت سامانه‌های راداری" توسط انتشارات صنایع هوا فضا فبا گرفته است.
موضوع	رادار
شناسه افزوده	سهیلی‌فر، محمدرضا، ۱۳۳۸ -، مترجم
شناسه افزوده	آقابابایی، مجید، ۱۳۲۹ -، مترجم
رده بندی کنگره	۱۳۸۹ / ۶۵۷۶TK / الف
رده بندی دیویی	۶۲۱/۳۲۸۸
شماره کتابشناسی ملی	۸۶۶۳۳۳۲

نام کتاب	مقدمه‌ای بر سیستم رادار (ویرایش ۳)
مؤلف	Merrill Skolink
مترجمین	مهندس محمدرضا سهیلی‌فر - دکتر مجید آقابابایی
ناشر	ادبستان - دانشگاه علوم دریایی امام خمینی (ره)
حروف‌نگاری	گروه هنری رُز ۶۶۴۹۶۲۸۵
لیتوگرافی	طیف‌نگار
چاپ	طیف‌نگار
نوبت چاپ	اول ۱۳۹۰
تیراژ	۱۰۰۰
قیمت	۱۵۰۰۰۰ ریال

کتاب آیلار

- انقلاب - خیابان شهید منیری جاوید (اردیبهشت) - خیابان شهدای ژاندارمری - شماره ۱۴۶
(ساختمان آیلار) تلفن ۶۶۴۰۱۲۵۵ دورنگار ۶۶۴۹۴۴۳۱
- فروشگاه شماره ۱ (کتاب آیلار)
انقلاب - روبروی دبیرخانه دانشگاه تهران - بازارچه کتاب، تلفن ۶۶۴۱۱۸۶۵
- فروشگاه شماره ۲ (کتاب آیلار)
کریمخان زند - مابین ایرانشهر و خردمند جنوبی - شماره ۱۳۲، تلفن: ۱ - ۸۸۳۱۹۷۴۰
- فروشگاه شماره ۳ (کتاب آیلار)
انقلاب - روبروی دانشگاه تهران - پاساژ فروزنده - شماره ۳۲۱، تلفن: ۹۷-۶۶۹۶۳۵۹۶

فهرست

پیش‌گفتار مؤلف.....	۶
پیش‌گفتار مترجمین.....	۹
فصل اول - مقدمه‌ای بر رادار.....	
۱-۱ رادار مقدماتی.....	۱۱
۱-۲ شکل ساده معادله رادار.....	۱۶
۱-۳ بلوک دیاگرام رادار.....	۱۸
۱-۴ فرکانس‌های رادار.....	۲۴
۱-۵ کاربردهای رادار.....	۲۶
۱-۶ تاریخچه رادار / ۹ و ۸ و ۷.....	۲۸
مراجع.....	۴۳
مسائل.....	۴۴
فصل دوم - معادله رادار.....	
۲-۱ مقدمه.....	۴۷
۲-۲ آشکارسازی سیگنال‌ها در حضور نویز.....	۴۹
۲-۳ نویز گیرنده و نسبت سیگنال به نویز.....	۵۱
۲-۴ توابع چگالی احتمالی.....	۵۳
۲-۵ احتمالات آشکارسازی و هشدار نادرست.....	۵۸
۲-۶ انتگرال‌گیری پالس‌های رادار.....	۶۵
۲-۷ سطح مقطع راداری اهداف.....	۷۱
۲-۸-نوسانات سطح مقطع راداری.....	۹۱
۲-۹ توان فرستنده.....	۱۰۲

۱۰۳.....	۲-۱۰ فرکانس تکرار پالس.....
۱۰۶.....	۲-۱۱ پارامترهای آنتن.....
۱۱۱.....	۲-۱۲ تلفات سیستم.....
۱۲۱.....	۲-۱۳ برخی نکات دیگر در مورد معادله رادار.....
۱۲۹.....	مراجع.....
۱۳۳.....	مسائل.....
۱۴۱.....	فصل سوم - رادار <i>MTI</i> و رادار پالسی داپلر.....
۱۴۱.....	۳-۱ مقدمه‌ای بر داپلر و رادار <i>MTI</i>
۱۵۲.....	۳-۲ حذف کننده‌های خط تاخیر.....
۱۶۷.....	۳-۳ فرکانس‌های تکرار پالس یک در میان.....
۱۷۴.....	۳-۴ بانک‌های فیلتر داپلر.....
۱۸۱.....	۳-۵ پردازش دیجیتال <i>MTI</i>
۱۸۸.....	۳-۶ آشکارساز هدف متحرک.....
۱۹۸.....	۳-۷ محدودیت‌های عملکرد <i>MTI</i>
۲۱۴.....	۳-۸ <i>MTI</i> از یک سکوی متحرک (<i>AMTI</i>).....
۲۲۶.....	۳-۹ رادار داپلر پالسی.....
۲۴۱.....	۳-۱۰ عناوین دیگر در مورد رادار داپلر.....
۲۶۱.....	مراجع.....
۲۶۹.....	مسائل فصل سوم.....
۲۷۵.....	فصل چهارم - رادار ردگیری.....
۲۷۵.....	۴-۱ ردگیری با رادار.....
۲۷۹.....	۴-۲ ردگیری تک پالس [۲ و ۱].....
۲۹۲.....	۴-۳ پویش مخروطی و گلبزرگ گذاری ترتیبی.....
۲۹۸.....	۴-۴ محدودیت‌های موجود در دقت ردگیری.....
۳۱۰.....	۴-۵ ردگیری زاویه کوچک.....
۳۲۰.....	۴-۶ ردگیری در فاصله [۷۶] و [۷۷].....
۳۲۳.....	۴-۷ مسائل دیگر در مورد رادار ردگیری.....
۳۳۲.....	۴-۸ مقایسه ردگیرها.....
۳۳۴.....	۴-۹ ردگیری اتوماتیک با رادارهای مراقبت پرواز.....

۳۴۸.....	مراجع
۳۵۶.....	مسائل
۳۶۱.....	فصل پنجم - آشکارسازی سیگنال‌ها در نویز
۳۶۱.....	۱-۵ مقدمه
۳۶۱.....	۵-۲ گیرنده فیلتر تطبیق یافته [۱] و [۲]
۳۷۰.....	۵-۳ ملاک آشکارسازی
۳۷۴.....	۵-۴ آشکارسازها
۳۷۷.....	۵-۵ آشکارساز اتوماتیک
۳۷۹.....	۵-۶ انتگرال‌گیرها
۳۸۴.....	۵-۷ گیرنده با نرخ هشدار نادرست ثابت (CFAR)
۳۹۲.....	۵-۸ اپراتور رادار
۳۹۳.....	۵-۹ مدیریت سیگنال
۳۹۷.....	مراجع
۴۰۱.....	مسائل
۴۰۷.....	فصل ششم - اطلاعات بدست آمده از سیگنال‌های رادار
۴۰۷.....	۶-۱ مقدمه
۴۰۷.....	۶-۲ اندازه‌گیریهای اصلی رادار
۴۱۲.....	۶-۳ دقت و صحت اندازه‌گیریهای رادار از نقطه تنوری
۴۲۹.....	۶-۴ دیاگرام ابهام
۴۳۹.....	۶-۵ فشرده‌سازی پالس
۴۷۹.....	۶-۶ تشخیص هدف
۵۰۴.....	مراجع
۵۱۲.....	مسائل
۵۲۰.....	واژه نامه

پیش‌گفتار مؤلف

فناوری و کاربردهای رادار نسبت به نسخه قبلی این کتاب که در سال ۱۹۸۰ چاپ شد به پیشرفت و رشد خود ادامه داده است. از بین بسیاری از سیستم‌های راداری که از آن موقع تا به حال بوجود آمده‌اند موارد زیر را می‌توان نام برد:

- رادارهای تقویت شده هواشناسی (نکسراد، رادار آب و هوایی داپلر پایانه‌ای، تهیه کننده الگوی باد، رادار آب و هوایی ماهواره‌ای *TRMM*، و رادار آشکارسازی سرعت وزش باد هوایی)
- اکتشاف سیاره‌ای (مگنار برای سیاره زهره؛ کاسینی برای تایتان که یکی از اقمار سیاره زحل می‌باشد)

• *SAR* اندازه‌گیر تداخل، برای تصاویر سه بعدی یک صحنه و برای آشکارسازی اهداف سطحی متحرک با سرعت کم

- رادار نفوذ کننده در سطح زمین
- تولید انبوه رادارهای آرایه فازی (پاتریوت، آگیس، پیوپلوز، و بمب افکن *B-1b*)
- آرایه‌های فازی با روزنه فعال
- رادارهای دفاع موشکی بالستیک (*GBR* و کمان)
- رادارهای *HF* ماوراء افق (*ROTHR* و جیندالی)
- مراقبت و نظارت صحنه نبرد (*JSTARS*)
- رادارهایی برای حس کردن و سنجش از راه دور محیط
- رادارهای تقویت شده کنترل ترافیک هوایی
- رادارهای جنگنده نظامی هوایی جدید چند کاره با پردازش پیچیده داپلر

به‌علاوه پیشرفت‌های فزاینده‌ای در استفاده از فناوری دیجیتال برای پردازش سیگنال، پردازش اطلاعات، و کنترل رادار بوجود آمده است؛ همچنین پیشرفت‌های قابل ملاحظه در استفاده از داپلر برای آشکارسازی اهداف متحرک کوچک در حضور موانع طبیعی بزرگ و حجیم داشته‌ایم؛ درک و فهم بهتری از مشخصات بازگشتی‌های رادار از زمین و دریا بوجود آمده است؛ اتوماسیون تصمیم‌گیری در مورد آشکارسازی و استخراج اطلاعات انجام شده است؛ تشخیص هدف صورت می‌پذیرد؛ پیشرفت فزاینده ترانزیستورهای حالت جامد در کنار لامپ‌های خلاء توان الکترونی انجام گرفته است؛ و توسعه

سیستم‌های راداری تک و تنها با قابلیت اعتماد بالا صورت پذیرفته است. به علاوه، نیاز به پیشرفت‌های کافی و مهم در رادار نظامی به طور فزاینده‌ای رو به گسترش است چرا که پیشرفت‌های مهمی در پنهان‌سازی اهداف (اهداف با سطح مقطع کم)، مهاجمین با سرعت بالا در ارتفاع بسیار کم یا بسیار بالا، و قابلیت افزایش یافته تکنیک‌های جنگ الکترونیکی به دست آمده است.

ویرایش سوم کتاب مقدمه‌ای بر سیستم‌های راداری، مانند دو ویرایش قبلی، مبتنی بر یک درس یک ساله دوره کارشناسی ارشد طراحی شده است که در آن مفاهیم پایه رادار و جنبه‌های سیستمی رادار ارائه می‌گردد. همچنین این کتاب می‌تواند برای مطالعه شخصی نیز بکار رود و مرجع مناسبی برای مهندسين و مدیرانی است که در مورد توسعه، تهیه و خرید، ساخت و کاربرد رادار و سیستم‌های مرتبط با آن فعالیت می‌کنند.

یک بررسی در مورد کاتالوگ‌های اغلب دانشکده‌های مهندسی بیانگر آن است که دروس بسیار کمی در مورد سیستم‌هایی وجود دارد که علت واقعی ایجاد مهندسی برق می‌باشند. قلب مهندسی سیستمی است که برای انجام برخی از کارهای مفید طراحی شده است. رادار یک مثال کلاسیک از یک سیستم مهندسی الکترونیک است که از بسیاری المان‌های تخصصی شده فناوری که توسط مهندسين برق ارائه گردیده است استفاده می‌نماید. این المان‌ها عبارتند از پردازش سیگنال، پردازش اطلاعات، طراحی شکل موج، پراکندگی الکترومغناطیسی، آشکارسازی، تخمین پارامتر، استخراج اطلاعات، آنتن‌ها، انتشار، فرستنده‌ها و گیرنده‌ها. این عناوین همان‌طور که بر روی سیستم‌های راداری تأثیر می‌گذارند، بخشی از بحث رادار در این کتاب می‌باشند.

این ویرایش سوم درست مانند ویرایش دوم به طور وسیعی مورد بازبینی قرار گرفته است. تقریباً هر پاراگراف دارای تغییراتی بوده یا کلاً عوض شده است. برخی از عناوین ویرایش دوم کتاب در ویرایش سوم به طور مفصلی مورد بحث قرار گرفته‌اند چرا که از زمان ویرایش دوم تا سوم منابع بیشتری در اختیار مؤلف قرار گرفته و اهمیت این عناوین نیز بیشتر شده است.

همان‌طور که می‌دانیم سیستم واحدهای mks در دروس دانشگاهی و در اغلب نقاط دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در این ویرایش استفاده از واحدهای مختلط ادامه یافته است چرا که به نظر می‌رسد واحدهای غیر از mks هنوز در مهندسی مورد استفاده قرار می‌گیرد، مخصوصاً در ایالات متحده آمریکا. به طور مثال در سیستم‌های بین‌المللی کنترل ترافیک هوایی هنوز فاصله بر حسب مایل دریایی و ارتفاع بر حسب فوت داده می‌شود. همچنین در این کتاب هنگامی که مقدار یک کمیت از یک مقاله چاپ شده داده شده است، از واحدهای موجود در همان مقاله استفاده شده و به واحدهای mks تبدیل نشده است. بالاخره روزی تمامی واحدها mks خواهند شد اما تا آن موقع یک مهندس می‌بایست با واحدهای مختلط نیز آشنا باشد چرا که هنوز این واحدها در عمل بکار می‌روند.

دسی‌بل یا dB در مهندسی رادار مورد استفاده قرار گرفته است و در این کتاب نیز به طور وسیعی به کار رفته است. به نظر می‌رسد برخی دانشجویان در بکار بردن دسی‌بل دچار مشکلاتی می‌شوند.

به عنوان یادآوری، dB به صورت ده برابر لگاریتم یک نسبت توان یا یک پارامتر مربوط به واحد توان تعریف می‌شود (مانند بهره آنتن). اگر یک نسبت دو توان را جهت در نظر گرفتن dB همواره مد نظر قرار دهیم، دیگر هیچ اشتباهی در ضرب نمودن مقدار ثابت ۱۰ یا ۲۰ پیش نخواهد آمد و این مقدار ثابت همواره ۱۰ خواهد بود.

این ویرایش شامل مسائل و سؤال‌هایی در انتهای هر فصل برای استفاده خوانندگان (همچنین اساتید) که از این کتاب به عنوان مرجع یک درس رادار پس از دوره کارشناسی بهره‌برداری می‌نمایند می‌باشد. همچنین این مسائل و سؤال‌ها به مهندسين در حال کار که از این کتاب به عنوان مطالعه شخصی استفاده می‌کنند نیز بهره زیادی می‌رساند. در برخی از مسائل یا سؤال‌ها، روش‌ها یا معادلات منجر به پاسخ‌های مسئله یا سؤال را می‌توان در حد کتاب پیدا نمود که این مسئله به تقویت درک و فهم مطالب کتاب کمک خواهد کرد. اما مسائل دیگر سعی می‌کنند تا موارد مطروحه در کتاب را گسترش دهند و خواننده را وادار خواهند ساخت تا با دقت و جستجو و تفکر عمیق به دنبال یک پاسخ مناسب باشند.

کتابی با این خصوصیت که بسیاری از عناوین مختلف و جنبه‌های گوناگون رادار را مورد بررسی قرار داده است، بستگی به انتشارات فنی در مجلات و کتاب‌های با دسترسی آزاد دارد که توسط مهندسين رادار تهیه شده است. من در آماده‌سازی این کتاب به چنین انتشاراتی تکیه کرده‌ام، ولی بایست در اینجا از زحمات و کمک‌های تمام این مهندسين که تجربیات خود را در قالب مقاله‌ها و انتشار کتاب‌ها منتشر نموده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

میریل، آی. اسکولنیک

پیش‌گفتار مترجمین

امروزه کاربردهای مهندسی برق در جای‌جای زندگی انسان نقش مهم و منحصر بفردی را اشفال نموده است. یکی از مهمترین این کاربردها سیستم‌های راداری می‌باشد که نقش پررنگی را در بخش‌های مختلف به خود اختصاص داده است. کاربردهای رادار امروزه منحصر به مسائل نظامی نیست بلکه در بسیاری از سیستم‌های غیر نظامی، رادار نقش فعالی را ایفاء می‌کند. به‌عنوان مثال در سیستم‌های مراقبت پرواز هوایی، سیستم‌های تصویربرداری راداری توسط هواپیماها و ماهواره‌ها، سیستم‌های اکتشاف ذخایر و معادن، سیستم‌های هواشناسی و غیره، رادارها کاربرد وسیعی را پیدا کرده‌اند. لذا وجود کتابی به زبان فارسی که از آخرین ویرایش‌های علمی جهان باشد در زمینه رادار بیش از پیش احساس می‌گردد مخصوصاً با توجه به این مسئله که سیستم‌های راداری روز به روز در حال توسعه و پیشرفت هستند و یادگیری مبانی کاری آنها در سال‌های فعلی نیازمند کتب جدیدتر و به روزتر می‌باشد. هدف مترجمین این کتاب رفع این نیاز بوده است.

آقای اسکولنیک از چهره‌های برجسته و شناخته شده در زمینه سیستم‌های راداری در جهان می‌باشد. بنا به اظهار نظر اکثر اسانید این رشته در داخل کشورمان کتاب مقدمه‌ای بر سیستم‌های راداری (ویرایش سوم) تألیف آقای اسکولنیک از بهترین و کامل‌ترین مراجع دانشگاهی در این زمینه است. امروزه در تمام دانشگاه‌های فنی و مهندسی کشورمان کتب مرجع درس سیستم‌های راداری، همین کتاب می‌باشد. متن این کتاب به گونه‌ای فصیح و روان تنظیم گشته و پیش نیاز آن تئوری الکترومغناطیس و مهندسی مایکروویو و اصول سیستم‌های پردازش سیگنال و اطلاعات می‌باشد. مترجمین این کتاب، سعی نموده‌اند ترجمه‌ای شایسته از این کتاب را ارائه دهند. ۶ فصل کتاب در جلد اول ترجمه شده و ۵ فصل باقیمانده ان‌شاء... در جلد دوم ترجمه خواهد شد.

مترجمین این کتاب بر خود لازم می‌بینند که از تمامی عزیزانی که به هر نحوی در ترجمه این کتاب آنها را یاری داده‌اند تشکر و قدردانی نمایند.

در انتها از کلیه عزیزانی که این کتاب را مطالعه می‌نمایند درخواست می‌گردد نظرات اصلاحی و انتقادی خود در مورد نحوه ترجمه و یا اشکالات احتمالی موجود را به اطلاع مترجمین یا ناشر کتاب برسانند. امید است که این کتاب که در دسترس علاقمندان قرار می‌گیرد بتواند بخشی از نیازهای فنی و مهندسی کشور عزیزمان ایران را تأمین نموده و گامی در جهت تحقق نهضت نرم‌افزارهای باشد.

آقابابایی - سهیلی فر

www.ketab.ir