



سازمان جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

سیستم های رادیومتری میکروویوی "تحلیل و طراحی"

نیلز اسکو، دیوید لوین

مترجم:

سید عبدالرضا ترابی

استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

۱۳۹۷

اسکو، نیلس، ۱۹۴۷-م.

Skou, Niels

سیستم‌های رادیومتری مایکروویوی "تحلیل و طراحی" / نیلز اسکو، دیوید لوین؛ مترجم سید عبدالرضا ترابی.

تهران: جهاد دانشگاهی، واحد صنعتی شریف، ۱۳۹۷.

۲۷۸ ص؛ مصور. شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۴۵-۴۱-۳

ISBN: 978-964-6445-41-3

فهرست‌نویسی براساس اطلاعات فیبا

عنوان اصلی: Microwave radiometer systems: design and analysis, 2nd ed., 2006

پرتویس‌ها- طرح و ساختمان. Radiometers- Design and Construction. آشکارسازهای مایکروویو.

Microwave detectors لی واین، دی. ام. Le Vine, D. M. ترابی، سیدعبدالرضا، ۱۳۶۴، مترجم. جهاد

دانشگاهی، واحد صنعتی شریف.

۶۲۱/۳۸۱۳

۱۳۹۷ س ۵ الف ۷۸۷۶ T۱

کتابخانه ملی ۸۳۴۱۲۳۹



سازمان جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

عنوان کتاب: سیستم‌های رادیومتر مایکروویوی "تحلیل و طراحی"

مترجم: سید عبدالرضا ترابی

ناشر: جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

طراح جلد: سید حسن کمالی

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: پاییز ۱۳۹۷

تیراژ: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۰۰۰۰۰ ریال

کلیه حقوق، برای جهاد دانشگاهی صنعتی شریف محفوظ است.

ISBN: 978-964-6445-41-3

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۶۴۴۵-۴۱-۳

نشانی: تهران، خیابان آزادی، شمال دانشگاه صنعتی شریف، خیابان شهید قاسمی، پلاک ۷۱

تلفن: ۶۶۰۷۵۰۱۱، نمابر: ۶۶۰۷۵۲۵۰ پست الکترونیک: journal@jdsharif.ac.ir

پیش گفتار مترجم

بشر از دیرباز درگیر با علم رادیومتری بوده است. مثال بارز این امر را می‌توان اخترشناسی دانست. با گذر زمان بحث سنجش از دور اقیانوس‌ها، دریاها، خاک‌ها، دشت‌ها و ... برای دریافت نادانسته‌ها هر روز گسترش یافته است. از میان دو شکل متداول رادیومتری یعنی کاربرد راداری و سنجش از دور، کاربرد سنجش از دور رادیومتری در علوم و متون دانشگاهی کشور ما تقریباً مورد غفلت قرار گرفته است. لذا ترجمه‌ی این کتاب در راستای برآورده کردن این نیاز انجام گرفته است. یکی از ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب این است که به نحوی نوشته شده که می‌تواند همزمان مورد استفاده دانشجویان و اساتید علوم مختلف از مهندسی برق گرفته تا رشته‌های فیزیک و زمین‌شناسی باشد.

تلاش بر این بوده است که تا حد ممکن در ترجمه‌ی متن اصلی کتاب دخل و تصرفی صورت نگیرد. با این حال سعی شده است تا ترجمه تحت تأثیر تجربه‌های ۱۰ سال اخیر اینجانب در انجام پروژه‌های مرتبط با بحث رادیومتری و عکس‌برداری تراسر در ایران باشد تا حتی الامکان خواننده در دریافت مفاهیم مشکل و ابهامی نداشته باشد. در عین حال از تمام دانش‌پژوهان و کارشناسان جهت ارائه نظرات و پیشنهادات جهت بهبود کار از طریق آدرس الکترونیکی ab.reza.torabi@ut.ac.ir یاری می‌طلبم.

در پایان لازم می‌دانم که از مرکز پژوهشی رادیومتری مرکز پایش پایین دانشگاه تهران بخاطر حمایت‌هایش برای انجام موثر این کار و همچنین از زحمات تمام دوستان گران‌قدر بالاخص مهندس سید مجتبی برزین و تیم متخصص ایشان در مرکز پایش جهت جداد دانشگاهی صنعتی شریف که در آماده‌سازی این کتاب اینجانب را یاری نمودند سپاس‌گزاران کده و آرزوی سلامتی و موفقیت را برای این عزیزان از درگاه ایزد منان خواستارم.

سید عبدالرضا ترابی

استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

پیش گفتار و سخن مولفان

دو سنسور مهم برای کاربردهای سنجش از دور مایکروویوی، رادیومترها و رادارها هستند. کتاب‌های زیادی در مورد رادارها نوشته شده در حالیکه تعداد مراجع مرتبط با موضوع رادیومتری، بخصوص در حوزه‌ی طراحی و ساخت سیستمی اندک است. این کتاب که دومین ویرایش نسخه‌ی اصلی (سال ۱۹۸۹) است تلاش می‌کند که این خلأ را پر کند. پشتوانه‌ی این کتاب، سال‌ها تجربه‌ی کاری با سیستم‌های رادیومتری است که در بر گیرنده‌ی طراحی و ساخت سیستم‌های رادیومتر تصویربرداری هوایی، آزمایش‌های میدانی هوایی و طراحی‌های مرتبط با تصویربردارهای فضایی نسل بعدی می‌باشد. نگارش این کتاب قطعاً بدون حمایت‌ها و کمک‌های به‌کاران متعدد امکان پذیر نمی‌بود. سورن نورانگ مدسئون کسی است که در حوزه‌ی سیستم‌های رادار، روزه مصنوعی کار می‌کند و قبل از او فین ساندراگارد نیز در این زمینه فعالیت داشته که هر دو با بحث‌های مفید متعدد و با آزمایشات هوایی مشترک مشارکت عمده‌ای در غنی‌تر شدن این کتاب داشته‌اند. کمک‌های زیادی از طرف پروفیسور گودمنسون بخصوص در فازهای اولیه‌ی کتاب انجام گرفته است. ارزش تعامل سازنده با دانشجویان دکترا مانند برایان لورسون و استن ساجرگ را نمی‌توان توصیف کرد. در انتها دوستی با گالوین سوئیفت و چندین تن از دانش‌جویانش در پیاده‌سازی رادیومترهای روزنه مصنوعی استار، نکاتی را بوجود آورد که نگارش نامتزلزل کتاب را ممکن ساخت.

فهرست مطالب

فصل ۱- مقدمه	۱
فصل ۲- خلاصه کتاب	۵
فصل ۳- گیرنده‌ی رادیومتری: حساسیت و دقت	۱۱
۱-۳- گیرنده‌ی رادیومتر چیست؟	۱۱
۲-۳- حساسیت رادیومتر	۱۲
۳-۳- دقت مطلق و پایداری	۱۴
فصل ۴- اصول رادیومتری	۱۷
۱-۴- رادیومتر توان کل (TPR)	۱۷
۲-۴- رادیومتر دیک (DR)	۱۸
۳-۴- رادیومتر نويز-تزريقي (NIR)	۲۱
۴-۴- رادیومتر همبستگی (CORRAD)	۲۳
۵-۴- رادیومتر هیبرید	۲۵
۶-۴- انواع دیگر رادیومترها	۲۷
فصل ۵- گیرنده‌های رادیومتر در سطح بلوک دیاگرام	۲۹
۱-۵- اصول گیرنده	۳۰
۱-۵-۱- مستقیم یا سوپرهتروداین	۳۰
۱-۵-۲- DSB یا SSB با و بدون پیش تقویت RF	۳۱
۲-۵- رادیومتر دیک	۳۲
۱-۲-۵- بخش مایکروویو	۳۳
۲-۲-۵- عدد نويز و حساسیت رادیومتر	۳۵

۳۶	۳-۲-۵- مدار بخش IF و آشکارساز
۳۹	۴-۲-۵- محدوده‌های پایین و بالای سطوح سیگنال‌ها
۳۹	۵-۲-۵- مداربندی فرکانس پایین
۴۲	۶-۲-۵- مبدل آنالوگ به دیجیتال
۴۵	۷-۲-۵- نمونه‌برداری رادیومتر: پدیده‌ی اختلاط
۴۷	۳-۵- رادیومتر نويز-تزریقی
۵۰	۴-۵- رادیومتر توان کل
۵۰	۱-۵- گیرنده‌ی DSB بدون پیش تقویت‌کننده‌ی RF
۵۲	۴-۵- گیرنده‌ی SSB با پیش تقویت‌کننده‌ی RF
۵۴	۵-۵- محاسبات ریسک پایداری

فصل ۶- مثالی از داده‌ی تزریقی DTU

۶۵	۷- رادیومترهای قطبش‌سنج
۶۵	۱-۷- پارامترهای استوکس و قطبش‌سنجی
۶۷	۲-۷- الگوهای رادیومتری اقیانوس
۶۸	۳-۷- پیکربندی (آرایش)
۶۸	۱-۳-۷- رادیومتر قطبش ترکیبی
۷۱	۲-۳-۷- رادیومترهای همبستگی
۷۴	۴-۷- حساسیت‌ها
۷۶	۵-۷- بحث و بررسی ساختارها
۷۷	۶-۷- سیستم قطبش‌سنج DTU

فصل ۸- اصول رادیومتر روزنه مصنوعی

۸۳	۱-۸- مقدمه
۸۷	۲-۸- ملاحظات عملی
۸۷	۱-۲-۸- پردازش RF
۸۹	۲-۲-۸- روابط پایه‌ای
۹۱	۳-۲-۸- پردازش تصویر

- ۹۲..... حساسیت ۴-۲-۸
- ۹۳..... مثال‌ها ۳-۸

فصل ۹- کالیبراسیون و خطی بودن ۹۷

- ۹۷..... چرا کالیبره می‌کنیم؟ ۱-۹
- ۹۸..... منابع کالیبراسیون ۲-۹
- ۱۰۴..... کالیبراسیون یک رادیومتر 5GHz ۳-۹
- ۱۰۵..... چک کردن خطی بودن با روش‌های ساده ۴-۹
- ۱۰۶..... زمینه ۱-۴-۹
- ۱۰۷..... کالیبراسیون ساده ۲-۴-۹
- ۱۱۰..... چک کردن خطی بودن با اندازه‌گیری‌های شیب ۳-۴-۹
- ۱۱۲..... اندازه‌گیری‌ها ۴-۴-۹
- ۱۱۶..... کالیبراسیون رادیومترهای قابل‌بش‌سنج ۵-۹

فصل ۱۰- حساسیت و پایداری: گیرنده‌های ادومتر متداول ۱۱۹

- ۱۱۹..... زمینه ۱-۱۰
- ۱۲۱..... رادیومترهای بررسی شده در آزمایشات ۲-۱۰
- ۱۲۱..... چیدمان آزمایش ۳-۱۰
- ۱۲۲..... اندازه‌گیری‌های حساسیت 5GHz ۴-۱۰
- ۱۲۴..... اندازه‌گیری‌های پایداری ۵-۱۰
- ۱۲۴..... ۱-۵-۱۰ بحث و بررسی نتایج DR در 5GHz
- ۱۲۷..... DR-۲-۵-۱۰ در 5GHz با الگوریتم تصحیح
- ۱۳۰..... ۳-۵-۱۰ نتایج 17GHz NIR
- ۱۳۳..... ۴-۵-۱۰ بحث روی نتایج TPR
- ۱۳۵..... ۵-۵-۱۰ پایداری مرحله‌ای انتهایی
- ۱۳۶..... ۶-۱۰ نتیجه‌گیری‌ها

فصل ۱۱- آنتن‌های رادیومتر و بررسی تصویربرداری با روزنه حقیقی ۱۳۹

- ۱۳۹..... ۱-۱۱ کارایی بیم و تلفات

- ۱۱-۲- انواع آنتن ۱۴۱
- ۱۱-۳- ملاحظات تصویربرداری ۱۴۵
- ۱۱-۴- زمان سکون در هر ردپا بر حسب زمان نمونه‌برداری در رادیومتر ۱۵۰
- ۱۱-۵- ملاحظات گیرنده برای تصویربردار ۱۵۶

فصل ۱۲- روابط بین عرض نوار، ردپا، زمان انتگرال‌گیری، حساسیت، فرکانس و دیگر

پارامترهای مربوط به ماهواره و سیستم تصویربرداری روزنه واقعی ۱۵۷

- ۱۲-۱- اسکن مکانیکی ۱۵۸
- ۱۲-۲- سیستم‌های جارویی ۱۶۳
- ۱۲-۳- خلاصه مباحث و بحث و بررسی ۱۶۴
- ۱۲-۴- مثال‌ها ۱۶۷
- ۱۲-۴-۱- مأموریت عمومی و محدود فرکانسی ۱۶۷
- ۱۲-۴-۲- سنسور شوری و حل ۱۶۷
- ۱۲-۴-۳- سنسور شوری واقعی ۱۶۹

فصل ۱۳- اولین مثال از تصویربردار فضایی: یک اسکنر مکانیکی چند منظوره .. ۱۷۱

- ۱۳-۱- زمینه ۱۷۱
- ۱۳-۲- ملاحظات سیستمی ۱۷۴
- ۱۳-۲-۱- مشخصات رادیومتریک و مشخصات هندسی عمومی ۱۷۴
- ۱۳-۲-۲- انواع سیستم‌ها ۱۷۷
- ۱۳-۲-۳- مشخصات پایه‌ای ادوات ۱۸۳
- ۱۳-۲-۳-۱- جانمایی ادوات و نوع گیرنده ۱۸۳
- ۱۳-۳- طراحی گیرنده ۱۸۵
- ۱۳-۳-۱- گیرنده‌های مستقیم ۱۸۶
- ۱۳-۳-۲- گیرنده‌های 89GHz DSB ۱۸۶
- ۱۳-۳-۳- گیرنده‌های مجتمع: وزن و توان ۱۸۸
- ۱۳-۳-۳-۱- عملکرد گیرنده‌ها ۱۸۹
- ۱۳-۳-۳-۲- مشخصه‌های مهم طراحی ۱۹۱
- ۱۳-۴- طراحی آنتن ۱۹۳

۱۹۶.....	۵-۱۳- کالیبراسیون و خطی بودن
۱۹۶.....	۱-۵-۱۳- کالیبراسیون رادیومتریک قبل از پرتاب
۱۹۷.....	۲-۵-۱۳- کالیبراسیون روی سیستم
۱۹۹.....	۶-۱۳- موارد مربوط به سیستم
۱۹۹.....	۱-۶-۱۳- وزن و توان مصرفی سیستم
۲۰۰.....	۱-۶-۱۳- نرخ داده
۲۰۱.....	۷-۱۳- خلاصه

فصل ۱۴- مثال دوم از تصویربرداری فضایی: رادیومتر جارویی شوری آب دریا/رطوبت

۲۰۳.....	خاک
۲۰۳.....	۱-۱۴- زمینه
۲۰۴.....	۲-۱۴- دمای روشنایی دریا
۲۰۸.....	۳-۱۴- دمای روشنایی خاک مرطوب
۲۱۱.....	۴-۱۴- نیازهای کاربر برای تفکیک زمانی و مکانی
۲۱۱.....	۱-۴-۱۴- اندازه‌گیری شوری
۲۱۱.....	۲-۴-۱۴- اندازه‌گیریهای رطوبت خاک
۲۱۲.....	۵-۱۴- یک سیستم رادیومتری جارویی 1.4GHz
۲۱۲.....	۱-۵-۱۴- حساسیت
۲۱۳.....	۲-۵-۱۴- گیرنده‌ی رادیومتر نويز-تزریقی 1.4GHz
۲۱۶.....	۳-۵-۱۴- بررسی‌های آنتن
۲۱۷.....	۴-۵-۱۴- آرایش سیستم
۲۱۹.....	۶-۱۴- کالیبراسیون
۲۲۲.....	۷-۱۴- یک فاکتور مختل‌کننده: چرخش فارادی
۲۲۳.....	۱-۷-۱۴- چرخش فارادی
۲۲۵.....	۲-۷-۱۴- تصحیح بر اساس آگاهی از زاویه‌ی چرخش
۲۲۵.....	۳-۷-۱۴- تصحیح بر اساس نسبت قطبش
۲۲۸.....	۴-۷-۱۴- نتیجه‌گیری طراحی سیستم
۲۲۸.....	۵-۷-۱۴- دور زدن مشکل با استفاده از پارامتر اول استوکس
۲۲۹.....	۸-۱۴- دیگر فاکتورهای مختل‌کننده: فضا و اتمسفر

- ۲۲۹..... ۱۴-۸-۱- تشعشع فضا
- ۲۳۰..... ۱۴-۸-۲- اثرات اتمسفر
- ۲۳۱..... ۱۴-۹- خلاصه

فصل ۱۵- مثال‌هایی از رادیومترهای روزنه مصنوعی..... ۲۳۳

- ۲۳۳..... ۱۵-۱- مقدمه
- ۲۳۴..... ۱۵-۲- پیاده‌سازی روش مصنوعی
- ۲۳۶..... ۱۵-۳- مثال هوایی: استار
- ۲۳۶..... ۱۵-۱- سخت‌افزار
- ۲۴۰..... ۱۵-۳-۲- پیاده‌سازی تقریر
- ۲۴۲..... ۱۵-۳-۳- الیاسیون
- ۲۴۴..... ۱۵-۳-۴- بحث
- ۲۴۷..... ۱۵-۳-۵- مثالی از تقریر
- ۲۵۰..... ۱۵-۴- مثال‌های فضایی
- ۲۵۰..... ۱۵-۴-۱- هیدروستار
- ۲۵۳..... ۱۵-۴-۲- اسموس