

مقدمه‌ای بر آنتن‌های آرایه چندگانه فرکانسی

www.ketab.ir

تألیف:

سید حسین محسنی ارمکی - علی جبار رشیدی

سرشناسه:	محسنی ارمکی، سیدحسین، ۱۳۴۷ -
عنوان و نام پدیدآور:	مقدمه‌ای بر آنتن‌های آرایه چندگانه فرکانسی / تألیف سیدحسین محسنی ارمکی، علی جبار رشیدی؛ ویراستار ادبی زهرا جاویدی.
مشخصات نشر:	تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر. انتشارات ۱۴۰۱
مشخصات ظاهری:	[۳]، ب، ۲۱۳ ص: مصور(رنگی)، جدول، نمودار(رنگی).
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۷۳۵۲-۴۹-۸
وضعیت فهرست‌نویسی:	فیا.
یادداشت:	کتابنامه: ص: ۲۰۷-۲۱۲
موضوع:	آنتن‌های آرایه فازی.
موضوع:	رادار - آنتن‌ها.
شناسه افزوده:	رشیدی، علی جبار، ۱۳۴۹ -
شناسه افزوده:	جاویدی، زهرا، ویراستار ادبی.
شناسه افزوده:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر. انتشارات ۱۴۰۱
رده‌بندی کنگره:	TK ۶۵۹۰
رده‌بندی دیویی:	۶۲۱/۳۸۲۴
کتابشناسی ملی:	۸۷۷۴۵۹



عنوان کتاب:	مقدمه‌ای بر آنتن‌های آرایه چندگانه فرکانسی
تألیف:	سیدحسین محسنی ارمکی - علی جبار رشیدی
ناشر:	انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
طرح روی جلد:	جواد جلالی‌نژاد
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	دانشگاه صنعتی مالک اشتر
صفحه‌آرایی رایانه‌ای:	مهدی ملایی
ویراستار ادبی:	زهرا جاویدی
کارشناس امور فنی و اجرایی:	فاطمه لز
شمارگان:	۱۰۰۰ جلد
نوبت چاپ:	اول، بهار ۱۴۰۱
قیمت:	۸۵۰.۰۰۰ ریال

ISBN: 978-622-7352-49-8

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.
آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، معاونت پژوهش و فناوری، مدیریت دانش،
انتشارات. تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

مقدمه	أ
فصل اول: جاروب پرتو آنتن	۳
۱-۱- هدایت مکانیکی	۳
۱-۲- هدایت بیم به صورت الکترونیکی (آرایه فازی)	۵
۱-۲-۱- کاربردها و مزایای آرایه‌های فازی	۸
۱-۲-۲- آرایه فازی به عنوان بخشی از سیستم رادار	۹
۱-۳- هدایت بیم آنتن با استفاده از آرایه چندگانگی فرکانس	۱۱
۱-۴- تاریخچه آرایه FDA	۱۳
۱-۳- تفاوت‌های عمده رادارهای آرایه با چندگانگی فرکانس با رادارهای آرایه فازی ..	۲۲
فصل دوم: تحلیل و شبیه‌سازی آرایه FDA	۲۷
۱-۲- بیان فیزیکی رفتار آرایه FDA	۳۱
۲-۲- شبیه‌سازی آرایه FDA	۳۲
۳-۲- شبیه‌سازی آرایه FDA با Δf متغیر	۴۲
۴-۲- الگوی تشعشعی نقطه‌ای در آرایه FDA	۴۸
۲-۴-۱- الگوی تشعشعی تک نقطه‌ای با استفاده از آرایه چندگانگی	۴۹
۲-۴-۲- توصیف آرایه FDA رایج	۵۰
۲-۴-۳- توصیف آرایه FDA با فرکانس جابه‌جایی غیریکنواخت مبتنی بر	۵۳
۲-۴-۴- شبیه‌سازی آرایه با الگوی تشعشعی نقطه‌ای	۵۶
۲-۵- آرایه FDA مبتنی بر تغییر فرکانس جابه‌جایی غیریکنواخت تربیعی	۶۰
۲-۵-۱- انتخاب M نقطه روی محور xها با الگوی کسینوسی	۶۶
۲-۵-۲- شبیه‌سازی آرایه با پله فرکانسی تربیعی	۶۸
۲-۶- بررسی معماری FDA در حالت ارسال و دریافت	۷۴

۷۵.....	۲-۶-۱-آرایه FDA در حالت دریافت.....
۷۸.....	۲-۶-۲-مقایسه عملکرد آرایه FDA با آرایه فازی.....
۸۱.....	۲-۷-کاربردهای آرایه با چندگانگی فرکانسی در سیستم راداری دوپایه.....
۸۱.....	۲-۷-۱-روش سامارتینو.....
۸۵.....	۲-۷-۲-روش وانگ.....
۸۷.....	۲-۸-توصیف آرایه FDA با فرکانس جابه‌جایی غیریکنواخت مبتنی بر
۹۰.....	۲-۹-توصیف آرایه FDA با فرکانس جابه‌جایی غیریکنواخت مبتنی بر
۹۳.....	مسائل.....

فصل سوم: روش‌های پیاده‌سازی آرایه FDA..... ۹۹

۱۰۲.....	۳-۱-آرایه‌های چندگانه فرکانسی مبتنی بر موج پیوسته مدولاسیون
۱۰۳.....	۳-۱-۱-تحلیل FDA مبتنی بر LFM CW.....
۱۰۶.....	۳-۱-۲-تحلیل ریاضی الگوی آرایه LFM CW.....
۱۱۱.....	۳-۱-۳-به دست آوردن پارامترهای طراحی.....
۱۱۴.....	۳-۱-۴-شبیه‌سازی آرایه FDA مبتنی بر LFM CW.....
۱۱۶.....	۳-۱-۵-مقایسه آرایه FDA مبتنی بر LFM CW با آرایه FDA
۱۱۸.....	۳-۱-۶-توضیح فیزیکی آرایه FDA مبتنی بر LFM CW.....
۱۲۰.....	۳-۱-۷-تفاوت‌های آرایه با دایورسیتی فرکانس مبتنی بر
۱۲۵.....	۳-۱-۸-تفاوت‌های عمده بین آرایه FDA با استفاده از LFM CW
۱۲۵.....	۳-۲-تحلیل آرایه FDA مبتنی بر رژیم فرکانسی مرتبه دو.....
۱۳۱.....	۳-۲-۱-نتایج شبیه‌سازی آرایه مبتنی بر رژیم فرکانسی مرتبه دو.....
۱۳۴.....	۳-۲-۲-مقایسه رفتار FDA درجه دو با FDA مبتنی بر LFM CW.....
۱۳۸.....	۳-۳-آرایه FDA پالسی.....
۱۴۳.....	۳-۳-۱-هدایت پرتو با استفاده از پالس به طول
۱۴۵.....	۳-۴-آرایه FDA مبتنی بر سیگنال چیرپ.....
۱۴۶.....	۳-۴-۱-ساختار چندگانگی فرکانسی چیرپ.....

مقدمه

تحقیقات روی سامانه‌های راداری نشان می‌دهد که بهره‌گیری از چندگانگی در فضا، فرکانس، زمان، قطبش و شکل موج باعث افزایش چابکی، انعطاف‌پذیری، قابلیت اعتماد و کارایی آن‌ها می‌شود. جاروب الکترونیکی الگوی تشعشعی، یکی از اهداف مهم آرایه آنتن‌هاست. در آرایه آنتن‌های معمولی برای دستیابی به مقصود مورد اشاره از تغییردهنده‌های فاز، در اتصال با عناصر تشعشعی استفاده می‌شود. بدین ترتیب که با کنترل و تنظیم فاز تغییردهنده‌های فاز می‌توان الگوی تشعشعی را به سمت موردنظر هدایت کرد. روش موردنظر مزایای بسیار و کاربردهای فراوان در رادارهای مبتنی بر آرایه فازی دارد. از مهم‌ترین نقایص تغییردهنده‌های فاز، افت عبوری است که برای کاهش آن باید از زیرلایه‌های گران‌قیمت استفاده کرد. با احتساب موضوع بالا، بیشترین هزینه بخش آنتن یک رادار متعلق به تغییردهنده‌های فاز است. بنابراین در سال‌های اخیر نگرش‌های جدیدی به روش‌های دیگر هدایت بیم آنتن ایجاد شده است. یکی از این روش‌ها، جاروب الکترونیکی بیم آنتن با فناوری چندگانگی فرکانس یا FDA است. آرایه آنتن با گوناگونی فرکانسی، مفهومی تازه و جدید جاروب الکترونیکی است. عناصر یک آرایه می‌توانند با شکل موج‌های مشابه یا متفاوت تحریک شوند. مهم‌ترین تفاوت FDA با سایر آرایه‌ها آن است که مقدار اندکی افزایش فرکانس نسبت به فرکانس حامل در طول عناصر آرایه به‌جای اختلاف فاز به کار می‌رود. استفاده از افزایش فرکانس در طول آرایه، الگوی تشعشعی میدان دوری تولید می‌کند که تابعی از فاصله، زمان و زاویه است. البته در تحقیقات جدید و این کتاب اختلاف فرکانسی عناصر خطی نبوده بلکه با توزیع‌های متفاوت غیرخطی هم بررسی و

هم مزایا و معایب آن تشریح شده است. وابستگی به فاصله الگوی تشعشعی بسیار مهم است زیرا می‌توان در فواصل متفاوت، دامنه الگوی تشعشعی بیشینه یا کمینه داشت. تزویج فاصله و زاویه متناسب با زمان، الگوی تشعشعی آرایه FDA خاصیتی است که تحقق‌پذیری و کاربری آن را از لحاظ فناوری دچار مشکل کرده است. تاکنون تحقیقات بسیار اندکی در زمینه اندازه‌گیری‌های تجربی آرایه FDA ارائه شده است. این کتاب با توجه به امکانات موجود، روش و ساختار اولیه‌ای را برای ارزیابی و اثبات وابستگی زمانی الگوی تشعشعی آرایه FDA ارائه می‌نماید. علاوه‌براین در این کتاب تحلیل نوع جدیدی از FDA متقارن که فرکانس جابه‌جایی غیریکنواخت آن از اصول شکل هندسی بیضی پیروی می‌کند، پیشنهاد شده که در فضای دوبعدی تنها یک ناحیه تشعشعی حداکثر تولید شود. در نهایت به‌منظور اعتبارسنجی کنکاش پیشنهادی، چند نمونه از آرایه FDA متقارن غیریکنواخت شبیه‌سازی و موردبحث قرار گرفته است.