دانشگاه صنعتی شیراز
دانشکده مهندسی برق و الکترونیک - گروه مخابرات

پایان نامه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی برق - مخابرات (میدان)

ارائه ساختار جدید برای یک آرایه retrodirective با حفظ کارکرد آن

بوسیله:
محسن کلانتری میبدی

استاد راهنما:
دکتر شاهرخ جم

استاد مشاور:
دکتر مسعود محزون

شهریور ۱۳۸۹

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

ارائه ساختار جدید برای یک آرایه retrodirective با حفظ کارکرد آن

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی

توسط:

محسن کلانتری میبدی

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه مخابرات دانشکده مهندسی برق و الکترونیک
دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران با درجه عالی

دکتر شاهرخ جم	استادیار دانشکده برق و الکترونیک (استاد راهنما)
دکتر مسعود محزون	استادیار دانشکده برق و الکترونیک (استاد مشاور)
دکتر رضا محسنی	استادیار دانشکده برق و الکترونیک (داور)

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه :

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تقدیم به

تمام کسانی که در راه سربلندی و سرافرازی ایران از جان خود گذشتند، بخصوص دایی عزیزم؛

محمد علی بابازاده

سپاسگزاری

اکنون که این رساله به پایان رسیده است برخود فرض می دانم که از استاد ارجمند دکتر جم، بابت هدایت و راهنمایی من در طول انجام این پایان نامه تشکر کنم.

چکیده

در این پایان نامه به بررسی یک آرایه Retrodirective Array (RDA) می پردازیم، و با هدف کاهش سخت افزار مورد نیاز برای طراحی، از آنتن هایی با خاصیت حذف هارمونیک استفاده می کنیم.

در بین ساختارهای مورد استفاده در کاربردهای مخابراتی، نیاز به سیستمی که پس از دریافت موج، موجی در جهت منبع ارسال موج بفرستد، احساس می شود. کارکرد مهم یک RDA، که آن را از سایر ساختارهای مخابراتی متمایز می کند، داشتن چنین ویژگی می باشد، بدین صورت که یک RDA پس از دریافت موج، موجی در جهت منبع ارسال موج منتشر می کند. به دلیل همین خاصیت، این ساختارها در سیستم های دسترسی چندگانه تقسیم فضا[1] نقش مهمی دارند.

یکی از روش های تحقق RDA، این است که در یک آرایه از آنتن ها، فاز سیگنال دریافتی از هر آنتن معکوس شده و به آنتن بازگردانده شود. برای معکوس کردن فاز در این ساختارها معمولاً از روش پیشنهادی آقای Pon مبتنی بر میکس کردن سیگنال دریافتی (RF) با سیگنال LO استفاده می کنند. با میکس شدن سیگنال RF دریافتی با سیگنال LO، دو سیگنال بوجود می آید، یکی سیگنالی است با فرکانس سیگنال RF دریافتی و فازی مخالف فاز سیگنال RF دریافتی، و دیگری سیگنالی است با فرکانس سه برابر فرکانس سیگنال RF دریافتی و فازی برابر فاز سیگنال RF دریافتی.

برای اینکه اینگونه ساختارها عملکرد صحیحی داشته باشند، باید از انتشار سیگنال با فرکانس سه برابر فرکانس سیگنال RF دریافتی، جلوگیری کرد. در اکثر طرح ها برای اینکار از LPF در مسیر بین آنتن و میکسر استفاده می کنند. هدفی که در این پایان نامه دنبال می شود، استفاده از آنتن هایی با خاصیت حذف هارمونیک برای دریافت و ارسال موج می باشد. با اینکار دیگر نیاز به استفاده از LPF نبوده و می توان آن را از ساختار حذف کرد.

[1] Space Division Multiple Access (SDMA)

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول - مقدمه ۱

۱-۱- Smart Antenna ۳

۱-۲- تاریخچه RDA و تحقق (فیزیکی) ساختار RDA ۵

۱-۲-۱- گوشه راست (قائمه) ۵

۱-۲-۲- Van Atta Array ۹

۱-۲-۳- Pon RDA (Hetrodyne RDA) ۱۱

فصل دوم - مشخصات ساختاری، پارامترها، کاربردها و عملکرد RDA ها ۱۵

۲-۱- مدولاسیون ۱۵

۲-۲-معیارهای ارزیابی عملکرد یک RDA ۱۸

۲-۲-۱- ایزولاسیون بین سیگنال RF دریافتی و سیگنال IF ارسالی ۱۹

۲-۲-۲- Bistatic & Monostatic RCS ۲۰

۲-۳- اجزاء اصلی تشکیل دهنده RDA ۲۵

۲-۴- Rectanna ۳۱

۲-۵- کاربردهای RDA ۳۴

۲-۵-۱- خط ارتباطی دوجهته ۳۴

۲-۵-۲- شبکه حسگر بی سیم (WSN) ۳۵

۲-۵-۳- Solar Power Satellite (SPS) ۴۰

۲-۵-۴- ردیابی اجسام متحرک با سرعت بالا ۴۱

۲-۶- کاهش سخت افزار در RDA ۴۱
فصل سوم- آنتن بکار رفته در RDA ۴۹
۳-۱- روش های تحریک (تغذیه) آنتن های میکرواستریپ ۵۱
۳-۲- روش های تحلیل آنتن های میکرواستریپ ۵۳
۳-۲-۱- روش های تمام موج ۵۳
۳-۲-۲- روش خط انتقالی ۵۳
۳-۲-۳- روش بسط مدی ۵۵
فصل چهارم- تحلیل ساختار کامل RDA ۷۰
۴-۱- مدارات خطی و غیرخطی ۷۰
۴-۲- پدیده های بوجود آمده ناشی از خاصیت غیرخطی عناصر ۷۲
۴-۳- روش های تحلیل مدارات غیرخطی ۷۳
۴-۴- مدل کردن عناصر غیرخطی ۷۵
۴-۴-۱- دیودشاتکی ۷۶
۴-۴-۲- مدل مداری دیود شاتکی ۷۷
۴-۵- روش HBM ۸۰
۴-۶- تحلیل سیگنال بزرگ-سیگنال کوچک ۸۵
فصل پنجم - شبیه سازی یک RDA با آنتن حذف هارمونیک ۸۹
فصل ششم - نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۰۸
منابع: ۱۰۹

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۵- ۱- مشخصات برد مورد استفاده برای طراحیRDA	۹۱
جدول ۵-۲- پارامترهای دیود SMS 7621	۹۲

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱- smart antenna ۴
شکل ۱-۲- انعکاس موج از درون یک گوشه راست ۵
شکل ۱-۳ - انعکاس موج از یک سطح فلزی ۶
شکل ۱-۴ - رفتار موج در برخورد با یک گوشه راست و تحقق یک محیط با خاصیت Retrodirectivity به کمک Transformation Optics ۶
شکل ۱-۵ -قسمت مداری RDA از دید ورودی- خروجی ۸
شکل ۱-۶- وضعیت المان های RDA و منبع ارسال موج در یک دستگاه مختصات ۸
شکل ۱-۷- المان های مزدوج در یک آرایه van atta ۱۰
شکل ۱-۸- المان های مزدوج در یک آرایه van atta دو بعدی ۱۰
شکل ۱-۹ -جریانهای ورودی و خروجی یک آرایه vanatta ۱۰
شکل ۱-۱۰- سیگنال جریان ورودی وخروجی یک Hetrodyne RDA ۱۱
شکل ۱-۱۱- RDA از نوع Hetrodyne ۱۲
شکل ۲-۱- آرایه van atta برای مدوله کردن سیگنال خروجی ۱۵
شکل ۲-۲- انحراف بیم اصلی آنتن از جهت منبع ارسال موج ۱۶
شکل ۲-۳ -روش پیشنهادی برای برقراری ارتباط full duplex ۱۷
شکل ۲-۴- مدار پیشنهادی برای ایجاد پلاریزاسیون مختلف متناسب با 1 و 0 دیجیتالی ۱۸
شکل ۲-۵- مدار پیشنهادی برای آشکارسازی پلاریزاسیون ۱۸
شکل ۲-۶ -تاثیر سیگنال RF نشتی بر BPE ۱۹
شکل ۲-۷- نمونه هایی از Hybrid Structure های مورد استفاده در RDA ۲۰
شکل ۲-۸- وضعیت آنتن های فرستنده و گیرنده برای اندازه گیری Bistatic RCS و Monostatic RCS ۲۲
شکل ۲-۹ - نمونه ای از Bistatic RCS اندازه گیری شده ۲۲
شکل ۲-۱۰- نمونه ای از Monostatic RCS اندازه گیری شده ۲۳

شکل ۲-۱۱- تغییرات BPE برای آرایه هایی با تعداد المان های مختلف ۲۳
شکل ۲-۱۲- طرح پیشنهادی برای توزیع فضایی سیگنال LO ۲۵
شکل ۲-۱۳- قسمت مداری یک RDA ۲۶
شکل ۲-۱۴- یک میکسر از نوع subharmonic مورد استفاده در RDA ۲۶
شکل ۲-۱۵- Hybrid structer استفاده شده در RDA برای افزایش ایزولاسیون RF/IF ۲۷
شکل ۲-۱۶- میکسر ساخته شده با ترانزیستور مورد استفاده در RDA ۲۸
شکل ۲-۱۷ -میکسر طراحی شده ترانزیستور که در RDA از آن استفاده شده است ۲۸
شکل ۲-۱۸- Hybrid structer استفاده شده در RDA برای افزایش ایزولاسیون RF/IF ۲۹
شکل ۲-۱۹ -اندازه گیری پارامترهای اندازه گیری شده از میکسر اشاره شده در شکل ۲-۱۸ ..... ۲۹
شکل ۲-۲۰- Hybrid structerاستفاده شده در RDA برای افزایش ایزولاسیونRF/IF ۳۰
شکل ۲-۲۱- بلوک دیاگرام یک PCLL..... ۳۱
شکل ۲-۲۲- rectannaازدید ورودی–خروجی..... ۳۲
شکل ۲-۲۳- نمونه ای از rectanna مورد استفاده در RDA ۳۳
شکل ۲-۲۴- return loss یک آنتن CSMA ۳۳
شکل ۲-۲۵- پترن یک آنتن CSMA..... ۳۳
شکل ۲-۲۶- توان DC خروجی به ازاء چگالی توان (موج RF) ارسالی برای یک rectanna .. ۳۴
شکل ۲-۲۷- خط ارتباطی دوجهتی ۳۵
شکل ۲-۲۸- مدیریت توان در المان های RDA ۳۸
شکل ۲-۲۹- دو طرح مورد استفاده در WSN ۳۸
شکل ۲-۳۰- قسمتهای تشکیل دهنده یک SPS ۴۰
شکل ۲-۳۱- مقایسه پترن آرایه هایی با ۴ و ۶ المان متساوی الفاصله با آرایه ای کم تراکم با ۴ المان ۴۲
شکل ۲-۳۲- به اشتراک گذاری زمانی میکسر ۴۳
شکل ۲-۳۳- شبکه توزیع سیگنال LO بین المان ها و شبکه مورد استفاده در طرح پیشنهادی برای برقراری ارتباط بین آنتن ها و میکسر..... ۴۳
شکل ۲-۳۴- return loss شبکه پیشنهادی در شکل ۲-۴۳ ..... ۴۴
شکل ۲-۳۵- سیگنال دریافتی در نقاط مختلف فضا برای طرح پیشنهادی ۴۴
شکل ۲-۳۶- نمونه آزمایشگاه از طرحهای پیشنهادی برای Hardware Reduction ۴۵
شکل ۲-۳۷- مدوله کردن سیگنال خروجی با تنظیم بازه زمانی سوییچ ها ۴۶
شکل ۲-۳۸ -یک المان از RDA مورد بحث ۴۷
شکل ۲-۳۹- ساختار RDA تشکیل شده از المان های شکل ۲-۳۸ ..... ۴۷

شکل ۳-۱- آنتن های میکرواستریپ مستطیلی و دایره ای ۵۰
شکل ۳-۲- اشکال مختلف آنتن میکرواستریپ ۵۱
شکل ۳-۳- روش های مختلف تحریک آنتن میکرواستریپ ۵۲
شکل ۳-۴- معادل سازی آنتن میکرواستریپ در روشTransmission Line ۵۴
شکل ۳-۵- ضریب دی الکتریک معادل در یک میکرواسستریپ ۵۴
شکل ۳-۶- میدانهای لبه ای در یک میکرواستریپ و افزایش طول الکتریکی خط انتقال ۵۴
شکل ۳-۷- مدل کردن یک آنتن میکرواستریپ با یک محفظه رزونانسی ۵۵
شکل ۳-۸- مدار معادل امپدانس ورودی آنتن میکرواستریپ ۵۷
شکل ۳-۹- جریان های معادل روی دیواره های جانبی محفظه رزونانسی ۶۲
شکل ۳-۱۰- محاسبه میدان تشعشعی یک حلقه جریان مغناطیسی در فضای آزاد ۶۲
شکل ۳-۱۱- موقعیت میدان الکتریکی در دستگاه مختصات کروی..... ۶۴
شکل ۳-۱۲- شبیه سازی پترن تشعشعی آنتن میکرواستریپ دایره ای با شبیه ساز FEKO. ۶۴
شکل ۳-۱۳- پترن تشعشعی آنتن میکرواستریپ دایره ای، شبیه ساز شده با MATLAB.... ۶۵
شکل ۳-۱۴ -پترن تشعشعی آنتن میکرواستریپ دایره ای، شبیه سازی شده باFEKO ۶۵
شکل ۳-۱۵- پترن تشعشعی آنتن میکرواستریپ دایره ای، شبیه سازی شده با MATLAB.۶۶
شکل ۳-۱۶- جایگزینی آنتن میکرواستریپ مربعی با دو آنتن میکرواستریپ مربعی مجزا..... ۶۷
شکل ۳-۱۷- تابع s_{21} یک آنتن میکرواستریپ دایره ای شبیه سازی شده با FEKO..... ۶۸
شکل ۳-۱۸- یک RDA، که در طراحی آن از آنتن CSMA استفاده شده است ۶۸
شکل ۴-۱- ساختار فیزیکی دیود شاتکی ۷۶
شکل ۴-۲- رابطه بین ولتاژ و جریان در یک دیود ۷۸
شکل ۴-۳- مدار معادل دیود شاتکی..... ۷۸
شکل ۴-۴- تقسیم مدار به دوقسمت خطی و غیرخطی ۸۱
شکل ۴-۵- روش نیوتن در یافتن صفرهای تابع *f(x)* ۸۲
شکل ۴-۶- استفاده از روش نیوتن در نزدیکی یک مینیمم نسبی ۸۳
شکل ۴-۷- الگوریتم HBM..... ۸۵
شکل ۴-۸- طیف فرکانسی $m\omega_p+\omega_0$ ۸۷
شکل ۵-۱-موقعیت فرکانس های رزونانس آنتن میکرواستریپ دایره ای و هارمونیک های اولین فرکانس رزونانسی آن..... ۹۰
شکل ۵-۲-موقعیت فرکانس های رزونانس آنتن میکرواستریپ دایره ای و هارمونیک های اولین فرکانس رزونانسی آن..... ۹۰
شکل ۵-۳- یک المان از RDA بهینه شده..... ۹۱
شکل ۵-۴-امپدانس ورودی آنتن میکرواستریپ دایره ای شبیه سازی شده با MATLAB.... ۹۲

شکل ۵-۵-شبیه سازی امپدانس ورودی آنتن میکرواستریپ دایره ای در AWR ۹۳
شکل ۵-۶- مدار مختصر شده سیگنال بزرگ ۹۳
شکل ۵-۷-مدار سیگنال بزرگ ساده شده ۹۴
شکل ۵-۸-ولتاژ دو سر دیود در مدار LO شبیه سازی شده با AWR ۹۴
شکل ۵-۹-ولتاژ دو سر دیود در مدار LO شبیه سازی شده با MATLAB ۹۵
شکل ۵-۱۰-طیف فرکانسی ولتاژ قسمت غیرخطی شبیه سازی شده با AWR ۹۵
شکل ۵-۱۱-طیف فرکانسی ولتاژ قسمت غیرخطی شبیه سازی شده با MATLAB ۹۶
شکل ۵-۱۲-ولتاژ در محل اتصال دو دیود شبیه سازی شده با MATLAB..... ۹۶
شکل ۵-۱۳-جریان عبوری از هر یک از دیودها شبیه سازی با AWR ۹۷
شکل ۵-۱۴-جریان عبوری از هر یک از دیودها شبیه سازی با MATLAB ۹۷
شکل ۵-۱۵- طیف فرکانسی جریان عبوری از هر دیود شبیه سازی شده با AWR ۹۸
شکل ۵-۱۶- طیف فرکانسی جریان عبوری از هر دیود شبیه سازی شده با MATLAB..... ۹۸
شکل ۵-۱۷- مدار سیگنال کوچک مختصر شده ۹۹
شکل ۵-۱۸- تابع g(t) برحسب زمان ۹۹
شکل ۵-۱۹- تابع c(t) برحسب زمان..... ۹۹
شکل ۵-۲۰ -خطی سازی دیود شاتکی حول نقطه کار سیگنالLO ۱۰۰
شکل ۵-۲۱- RDA بهینه شده با ۸ المان ۱۰۲
شکل ۵-۲۲- پترن موج بازگشتی از RDA برای زاویه تابش موج ۳۰-..... ۱۰۳
شکل ۵-۲۳- پترن موج بازگشتی از RDA برای زاویه تابش موج ۱۰-..... ۱۰۴
شکل ۵-۲۴- پترن موج بازگشتی از RDA برای زاویه تابش موج ۰ ..... ۱۰۴
شکل ۵-۲۵- پترن موج بازگشتی از RDA برای زاویه تابش موج ۲۰ ..... ۱۰۵
شکل ۵-۲۶- پترن موج بازگشتی از RDA برای زاویه تابش موج ۴۵ ..... ۱۰۵
شکل ۵-۲۷- پترن موج بازگشتی از RDA برای زاویه تابش موج ۶۰ ..... ۱۰۶
شکل ۵-۲۸- نمودار Bistatic RCS ۱۰۷
شکل ۵-۲۹- نمودار Monostatic RCS..... ۱۰۷

فهرست نشانه های اختصاری

AF	Array Factor
AM	Amplitude Modulation
ASK	Amplitude Shift Keying
BPE	Beam Pointing Error
BPF	Band Pass Filter
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BS	Base Station
CSMA	Circular Sector Microstrip Antenna
D	Directivity
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FM	Frequency Modulation
FSK	Frequency Shift Keying
G	Gain
HBM	Harmonic Balance Method
IF	Intermediate Frequency
IM	Intermodulation Product
L_{eff}	Effective Length
LHCP	Left Handed Circular Polarization
LO	Local Oscillator
LPF	Low Pass Filter
LS-SS	Large Signal-Small Signal
LTI	Linear Time Invarient
MU	Mobile Unit
PCLL	Phase Conjugator Lock Loop
PLL	Phase Lock Loop
PM	Phase Modulation
PSK	Phase Shift Keying
RCS	Radar Cross Section
RDA	Retrodirective Array
RF	Radio Frequency
RHCP	Right Handed Circular Polarization
RTX	Receiver-Transmitter
RX	Receiver
SDMA	Space Division Multiple Access
SLL	Side Lobe Level
SPS	Solar Power Satellite
TO	Transformation Optics
TDMA	Time Division Multiple Access
TX	Transmitter

UHF	Ultra High Frequency
VSA	Voltra Series Analysis
WSN	Wireless Sensor Networking
WMSN	Wireless Multimedia Sensor Networking
WSS	Wireless Sensor Server

فصل اول

مقدمه

در این فصل به بررسی کلی ساختارهای RDA می پردازیم. تعریف کلی این ساختارها، ویژگی های مهم RDA ها که آنها را از سایر ساختارهای مخابراتی متمایز می کند، جایگاه این ساختارها در بین سیستم های مخابراتی، سیستم هایی که کارکردی مشابه RDA ها دارند، روش های تحقق RDA و .... را بحث می کنیم.

استفاده از وسایل ارتباط جمعی به جزء جدایی ناپذیر از زندگی انسان امروزی تبدیل شده است. از رادیو و تلویزیون گرفته تا تلفن های همراه و اینترنت تنها بخشی از این وسایل ارتباطی می باشد که مورد استفاده عموم مردم است. اگر به این وسایل، ادواتی چون رادار، وسایل سنجش از دور، ماهواره ها، مایکروفر و ... را نیز اضافه کنیم، متوجه خواهید شد که سیستم های گیرنده و فرستنده ای که بر اساس معادلات ماکسول و روابط کیرشهف کار می کنند، تا چه اندازه زندگی بشر امروزی را متحول نموده و آن را سریع و راحت کرده اند.

در دهه های اخیر تولید و ارائه وسایل بی سیم با ارائه سرویس های جدیدتر، با کیفیت بهتر و قیمتی ارزانتر رشد چشمگیر و قابل ملاحظه ای داشته است. این رشد سبب افزایش تعداد مشتریان (این وسایل) شده است، که کانال ارتباطی آنها را فضای آزاد (به عنوان کانال ارتباطی بین فرستنده و گیرنده) تشکیل می دهد.

در این پایان نامه به بررسی (و بهینه سازی) یکی از این ابزارهای ارتباطی بی سیم بنام Retrodirectivie Array (RDA)، پرداخته شده است.

هرچند تا امروز معادل فارسی برای عبارت Retrodirectivie Array تعیین نکرده اند، ولی بر اساس تفکیک اجزاء عبارت Retrodirectivie و با بررسی عملکرد این ساختار می توان دلیل انتخاب این نام برای این ساختارها را دریافت.

retro یک پیشوند به معنی پس، پشت، عقب، بسوی عقب، پسرو و ... می باشد، مثل retroaction به معنی عمل معکوس، پس کنش، retroreflection برگشتی، retrograde تنزل، برگشت دهنده، انحطاط دهنده، retrogress پس رفتن و ترقی معکوس کردن، retrolingual واقع در پشت زبان و پس زبانی است. کلمه array نیز به معنای آرایه ای متشکل از چند المان می باشد..

با توجه به موارد بالا می توان این گونه بیان کرد که RDA ساختاری است آرایه ای، متشکل از چندین المان (مشابه) که عملکرد آنها برگشت دادن جهت ... می باشد.

چگونگی یا نحوه عملکرد یک RDA بدین صورت است که با ارسال (تابش) موج به آن، RDA موجی در جهت منبع ارسال موج، منتشر می کند، بدون اینکه از جهت منبع ارسال موج اطلاع خاصی داشته باشد. بنابراین شاید بتوان در فارسی از آنها به عنوان آرایه های موج برگردان، آرایه های سوگردان، جهت گردان و .... نام برد.

البته نام دیگر این ساختارها، self-steering array می باشد، این نامگذاری بعلت نوع پردازشی است که در این ساختار انجام می شود که دلیل این نامگذاری را در آینده بیشتر باز خواهیم کرد.

اگر چه نویسندگان مقالات و کتب، RDA را بطور دقیق در شاخه خاصی از مخابرات میدان تقسیم بندی نمی کنند ولی اکثریت آنها این ساختار را جزئی از شاخه آنتن ها می دانند. بطور دقیق تر، یک RDA یک گیرنده-فرستنده (RTX) بی سیم است، بطوریکه با ارسال موج به RDA، ابتدا RDA در حالت گیرندگی (RX) بوده و پس از دریافت موج توسط RDA، RDA بصورت یک فرستنده (TX) در می آید و موجی به سمت منبع ارسال موج می فرستد. ارتباط بین یک منبع ارسال موج و RDA از نوع یکطرفه[1] می باشد. گرچه همان گونه که بعداً اشاره می شود، می توان از آنها برای ارتباط دوطرفه[2] نیز استفاده کرد.

عملکرد RDA، بدین صورت است که در یک ارتباط بی سیم (متحرک یا ثابت) سیستم قادر به جهت دهی گین آنتن از سوی آنتن (بسمت منبع ارسال موج)، بصورت خودکار می باشد، این عملکرد، علاوه بر اینکه موجب کاهش توان مصرفی، کاهش تداخل بین گیرنده های مختلف و ... می شود، منجر به ایجاد یک امکان جدید در جهت افزایش ظرفیت کانال (افزایش ترافیک) برای استفاده از یک پهنای باند معین می گردد.

تا امروز تحقیقات زیادی برای استفاده از RDA ها در برقراری ارتباطات برد کوتاه[3] از فرکانس های 1 GHz تا 70 GHz انجام شده است. از لحاظ عملکرد، Smart Antenna ساختارهایی هستد که عملکردی مشابه RDA ها دارند.

---

[1] Semi Duplex (Half Duplex)
[2] Full Duplex
[3] Short Range Communication

Smart Antenna –۱–۱

یک سیستم Smart Antenna، از چند آنتن، یک پردازشگر (دیجیتالی)، تعدادی phase shifter، و تضعیف کننده[1] تشکیل شده است. طرز کار این سیستم ها بدین صورت است که با ارسال موج از یک منبع (موج) به این ساختارها، پس از دریافت موج بوسیله آنتن های smart antenna، سیگنال خروجی در پورت های آنتن، به پردازشگر منتقل می شود. با بررسی تاخیر زمانی بین سیگنال ها در پردازشگر، جهت منبع ارسال موج مشخص می شود. با توجه به الگوریتم مورد استفاده میزان تغییر فاز و تضعیف سیگنال های ارسالی بسمت آنتن های Smart Antenna، تعیین و اعمال می شود. نتیجه اعمال این تغییر فازها، شکل دهی پترن آنتن می باشد، بطوریکه بیم اصلی پترن آنتن، بسمت منبع ارسال موج (و Null های پترن در جهت سایر منابع (مشترکین)) باشد. برای تعیین میزان تغییر فازها و میزان تضعیف تضعیف کننده ها، از الگوریتم هایی مثل SBS[2]، AAS[3] و ... استفاده می کنند.

اگر به توضیحات ارائه شده در مورد کار RDA و Smart Antenna دقت شود، این ساختارها پس از دریافت موج، موجی در جهت منبع (ارسال موج)، ارسال می کنند و در سایر جهات موجی منتشر نمی کنند. حال اگر منبعی دیگر نیز موجی بسمت این ساختارها ارسال کند، این ساختارها بعد از دریافت موج از منبع دوم، موجی در جهت منبع دوم ارسال می کنند. همین روند برای برقراری ارتباط چند منبع با یک ساختار Smart Antenna یا RDA نیز وجود دارد. بعبارتی دیگر می توان گفت از یک فرکانس برای برقراری ارتباط با چند منبع استفاده می شود. این خاصیت موجود در RDA ها و Smart Antenna ها نوع دیگر از سیستم دسترسی چندگانه با عنوان دسترسی چندگانه تقسیم فضا[4] (SDMA) را معرفی می کند.

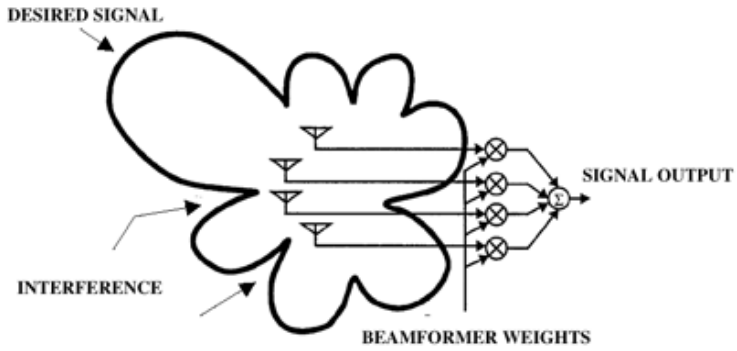
اگر در روش TDMA، زمان را بین کاربرهای مختلف تقسیم می کنند و یا در روش FDMA، فرکانس را بین کاربرهای مختلف تقسیم می کنند، در روش SDMA، فضای آزاد (کانال ارتباطی) را بین کاربرهای مختلف تقسیم می کنند، و هر قسمت از فضا برای برقراری ارتباط با یک کاربر اختصاص داده می شود.

Andrew Viterbi، پایه گذار انجمن Qualcomm عبارتی با مفهوم جمله زیر در مورد SDMA گفته است که: "spatial processing امیدوارکننده ترین پردازش در انقلاب دسترسی چندگانه می باشد، اگرچه این آخرین کرانه و مرز این شاخه نخواهد بود".

---

[1] attenuator
[2] Switched Beam System
[3] Adaptive Array System
[4] Space Division Multiple Access

با بررسی و مطالعه مقالات متوجه می شویم که SDMA بیشتر در مورد Smart Antenna مطرح می شود تا RDA، چرا که اگر همزمان چند منبع با RDA در ارتباط باشند، باید به RDA، یک پردازشگر اضافه کرد و باید توجه داشت که تفکیک و پردازشی نرم افزاری سیگنال خروجی RDA کاری بسیار سخت می باشد.



شکل ۱-۱- smart antenna

در مقام مقایسه RDA و Smart Antenna، می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- عملکرد RDA بر اساس پردازش سخت افزاری سیگنال می باشد، درحالیکه عملکرد Smart Antenna بر اساس پردازش نرم افزاری سیگنال های دریافتی (در پورت خروجی آنتن ها) می باشد. پس می توان گفت RDA ها بسیار سریعتر از سیستم های Smart Antenna عمل می کنند (پاسخ می دهند).

۲- عملکرد RDA بصورتی است که بیم اصلی پترن آنتن در جهت منبع اصلی ارسال موج می باشد، در حالیکه کارکرد Smart Antenna بگونه ای است که جهت بیم اصلی و Null های پترن آنتن بر اساس هدف (اهداف) از پیش مشخص شده، تعیین می شوند. می توان این گونه بیان کرد که علاوه بر جهت دهی بیم اصلی آنتن، شکل بیم خروجی را نیز تعیین می کنند، مثلا اگر بخواهند پس از دریافت موج از هر منبع، موجی بسمت یک گیرنده خاص (غیر از منبع ارسال موج) ارسال شود، یا برای کاهش تداخل بین منابع ارسال موج، بخواهیم در یک ارتباط Null های پترن در جهت سایر منابع ارسال موج (بجز منبع مورد نظر) قرار گیرد.

۳- حجم و وزن یک RDA، کوچکتر وسبکتر از حجم و وزن یک Smart Antenna، می باشد. RDA ها معمولا بصورت مجتمع (integrated) ساخته و مورد استفاده قرار می گیرند.

۴- معمولا طراحی و ساخت RDA ها بمراتب ساده تر از طراحی وساخت Smart Antenna می باشد. قیمت تمام شده RDA ها نیز کمتر از قیمت تمام شده یک ساختار Smart Antenna می باشد.