



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات

عنوان

اصول کلی رادارها و بررسی رادارهای پسیو

استاد راهنما

دکتر قمری ادیان

نگارش

ساناز حیدری

پاییز ۹۵

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان

فهرست مطالب

چکیده	۱
اصول رادار	۲
اصول سیستم های رادار	۳
۱-۱ مقدمه	۳
۲-۱ تاریخچه رادار	۴
۳-۱ اصول رادار	۶
۴-۱ اساس کار سیستم های رادار	۶
۵-۱ معادله رنج رادار	۹
۶-۱ نویز گیرنده	۱۰
۷-۱ راه های کاهش نویز	۱۱
۸-۱ کلاتر	۱۱
۸-۱-۱ انواع کلاتر	۱۱
۹-۱ تفکیک	۱۲
۹-۱-۱ تفکیک فاصله	۱۲
۹-۱-۲ تفکیک داپلر	۱۳
۹-۱-۳ تفکیک فرکانس	۱۳
۱۰-۱ فرکانس داپلر	۱۳
۱۱-۱ ابهام داپلر	۱۴
۱۲-۱ سرعت کور	۱۴
۱۳-۱ چگونگی حذف و یا تغییر سرعت کور	۱۵
14-1 فرکانس تکرار پالس متعدد	۱۶
۱۵-۱ تلفات در رادار	۱۶
۱۵-۱-۱ تلفات سیستم	۱۶
۱۵-۱-۲ تلفات اسکن نمودن آنتن در فضا	۱۷

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق	دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق
۱۹-۱ کاربردهای رادار	۲۵	۲۵	۲۵
۲۰-۱ پدیده های صوتی اکو و داپلر	۲۶	۲۶	۲۶
۲۱-۱ کاربردهای غیرنظامی رادار	۲۷	۲۷	۲۷
۱-۲۱-۱ کنترل ترافیکی هوایی	۲۷	۲۷	۲۷
۲-۲۱-۱ فضایی	۲۷	۲۷	۲۷
۳-۲۱-۱ کنترل سرعت در بزرگراه ها	۲۸	۲۸	۲۸
۴-۲۱-۱ هواشناسی	۲۸	۲۸	۲۸
۵-۲۱-۱ کاربرد در پزشکی	۲۸	۲۸	۲۸
۶-۲۱-۱ کاربردهای پیشرفته	۲۹	۲۹	۲۹
۷-۲۱-۱ ناوبری و جلوگیری از تصادف کشتی ها	۲۹	۲۹	۲۹
۸-۲۱-۱ کشاورزی	۲۹	۲۹	۲۹
۲۲-۱ کاربردهای نظامی	۲۹	۲۹	۲۹
۱-۲۲-۱ دیده بانی، مراقبت و تعیین مشخصات هدف	۲۹	۲۹	۲۹
۲-۲۲-۱ ناوبری نظامی	۳۰	۳۰	۳۰
۳-۲۲-۱ کنترل و هدایت آنتن	۳۰	۳۰	۳۰
۴-۲۲-۱ ردیابی	۳۰	۳۰	۳۰
رادارهای پسیو	۳۱	۳۱	۳۱
سیستم های رادار پسیو	۳۲	۳۲	۳۲
۱-۲ مقدمه	۳۲	۳۲	۳۲
۲-۲ رادار بای استاتیک (دو پایه)	۳۳	۳۳	۳۳
۳-۲ رادار مونواستاتیک	۳۶	۳۶	۳۶
۴-۲ تاریخچه رادار پسیو (غیر فعال)	۳۷	۳۷	۳۷
۵-۲ معرفی رادار مولتی استاتیک پسیو	۳۹	۳۹	۳۹
۶-۲ رادار آرایه فازی پسیو	۴۰	۴۰	۴۰
۷-۲ سیگنال های رادار پسیو	۴۱	۴۱	۴۱
۸-۲ اصول اولیه کار رادار پسیو	۴۲	۴۲	۴۲

۹-۲	ورودی رادار غیر فعال	۴۶
۱۰-۲	سیستم گیرنده	۴۷
۱۱-۲	پردازش در رادارهای غیرفعال	۴۷
۱۲-۲	شکل موج دیجیتال	۴۸
۱۳-۲	سیگنال راه اندازی	۴۸
۱۴-۲	فیلتر تطبیقی	۴۸
۱۵-۲	پردازش همبستگی متقابل	۴۹
۱۶-۲	تشخیص (ردیابی) هدف	۵۰
۱۷-۲	ردیابی خط	۵۰
۱۸-۲	به هم پیوستن (همگرایی) ردیابی و تخمین حالت	۵۰
۱۹-۲	باند باریک و منابع روشنی CW	۵۱
۲۰-۲	عملکرد رادار پسیو	۵۱
۲۱-۲	موقعیت یابی رادارهای پسیو با استفاده از تخمینگر TDOA	۵۲
۲۲-۲	مقدمه ای بر سیگنال تلویزیون دیجیتال	۵۳
۲۳-۲	مزایا و معایب	۵۵
۲۴-۲	سیستم های تجاری و آکادمیک	۵۶
۲۵-۲	پژوهش های اخیر	۵۷
۵۹	نتیجه گیری	۵۹
۶۰	منابع و مراجع	۶۰

چکیده

رادار یکی از شاخه های اصلی الکترومغناطیس و از علوم جدید و روز دنیا محسوب می شود. پیدایش رادار مدیون تحقیقات جیمز ماکسول می باشد که در سال ۱۸۷۳ میلادی، معادلات بنیادی الکترومغناطیسی را بیان نمود و در سال های بعد بر اساس همین معادلات ارتباطات رادیویی پایه گذاری گردید و نتیجتاً رادار که از مهم ترین کاربردها و دستاوردهای علم الکترومغناطیس محسوب می گردد، در اثنای جنگ جهانی دوم طراحی و در زمان کوتاهی در جبهه های مختلف بکار گرفته شد. اگرچه رادارهای اولیه قادر به تشخیص برد هدف در فاصله نه چندان دور بودند، اما پیشرفت این بخش از مخابرات چنان چشمگیر بوده است که امروزه رادار نه تنها در بخش های نظامی برای شناسایی، طبقه بندی و آشکارسازی اهداف مختلف در اعماق فضا بکار گرفته می شود، بلکه استفاده از رادار در علوم فضایی، هواشناسی، سنجش از راه دور، ناوبری هوایی، ناوبری دریایی، کنترل ترافیک، اکتشاف معادن، کشاورزی، پزشکی و غیره به امری اجتناب ناپذیر تبدیل شده است. به طوریکه با پیشرفت رادارهای پسیو، انقلابی در این بخش از علم در چند سال اخیر به وقوع پیوسته است.

رادارهای پسیو نوعی از رادارها هستند که از فرستنده های موجود (نظیر فرستنده های رادیویی و تلویزیونی) استفاده می کنند و در نتیجه کم هزینه بوده و غیرقابل شناسایی توسط دشمن هستند.

فصل اول

اصول رادار

اصول سیستم های رادار

۱-۱ مقدمه

خیال پردازی در بسیاری از مواقع به حقیقت می پیوندد. جالب است بدانید که اختراع رادار^۱ هم در حقیقت همانند بسیاری از اختراعات دیگر ریشه در یک داستان علمی - تخیلی دارد. واژه رادار که امروزه در سراسر دنیا کاربرد دارد، همانند رادیو و تلویزیون یک اصطلاح بین المللی شده است. در واقع ایده اختراع رادار از یک پدیده فیزیکی و بسیار طبیعی به نام انعکاس گرفته شده است. همه ی ما بارها و بارها بازگشت صدا را در مقابل صخره های عظیم تجربه کرده ایم. نور خورشید هم با استفاده از همین پدیده است که از سوی ماه و در هنگام شب به ما می رسد.

امواج رادیویی و الکترومغناطیسی قابلیت انعکاس و بازتاب دارند و رادار بر اساس همین قابلیت ساده به وجود آمد. ساده ترین رادار ها در حقیقت از یک گیرنده و فرستنده رادیویی به وجود آمدند. در ابتدا این وسیله فقط قادر بود وجود شی را اعلان کند و توانایی تشخیص اندازه و ویژگی های دیگر آن را نداشت. بنابراین بشر در ساخت رادار نیز از طبیعت استفاده های فراوان و اساسی کرده و با تغییرات جزئی برای خود وسیله ای سودمند ساخته است.

گاه امکان بررسی اجسام از نزدیک وجود ندارد. برای مثال جهت بررسی سطح اقیانوس ها، نقشه برداری از عراضی جغرافیایی لزوم ساخت وسایلی که بتوانند از راه دور این کار را انجام دهند به چشم می خورد. با دستیابی به تکنولوژی سنجش از راه دور بسیاری از این مشکلات برطرف گردید. در واقع این روش امکان بررسی اجسام و سطوحی که نیاز به بررسی از راه دور دارند را فراهم می آورد. سنجش از راه دور را می توان به دو بخش فعال و غیر فعال تقسیم کرد. گستره طول موج امواج ماکروویو نسبت به طیف مادون قرمز و مرئی سبب گردیده تا از سنجش از راه دور به وسیله امواج از این طیف استفاده گردد.

سیستم های سنجش غیرفعال همانند سیستم های سنجش دما عمل می کنند. در این گونه سیستم ها با اندازه گیری انرژی الکترومغناطیسی که هر جسم به طور طبیعی از خود ساطع می کنند نتایج لازم کسب می گردد. هواشناسی و اقیانوس نگاری از کاربردهای این نوع سنجش می باشد.

¹Radio Detecting And Ranging

در سیستم های سنجش فعال از طیف موج ماکروویو برای روشن کردن هدف استفاده می شود. این سنسورها را می توان به دو بخش تقسیم کرد: سنسورهای تصویری و غیرتصویری (فاقد قابلیت تصویربرداری)

معمول ترین سنسور فعال که عمل تصویربرداری را انجام می دهد رادار می باشد. به طور کلی می توان عملکرد رادار را در چگونگی عملکرد سنسورهای آن خلاصه کرد. سنسورها، سیگنال های ماکروویو و یا امواج الکترومغناطیسی را به سمت اهداف مورد نظر ارسال کرده و سپس سیگنال های بازتابیده شده از سطوح مختلف را شناسایی می کند. قدرت (میزان انرژی) سیگنال های پراکنده شده جهت تفکیک اهداف مورد استفاده قرار می گیرد. با اندازه گیری فاصله زمانی بین ارسال و دریافت سیگنال ها می توان فاصله تا اهداف را مشخص کرد. از مزایای شاخص رادار می توان به عملکرد رادار در شب یا روز و همچنین قابلیت تصویربرداری در شرایط آب و هوایی مختلف اشاره کرد. امواج ماکروویو قادر به نفوذ در ابر مه، گرد و غبار و باران می باشند. از آن جایی که عملکرد رادار با طرز کار سنسورهایی که با طیف های مرئی و مادون قرمز کار می کنند متفاوت است لذا می توان با تلفیق اطلاعات بدست آمده تصاویر دقیقی را بدست آورد.

امواج رادار چیزی است که در تمام اطراف ما وجود دارد، اگرچه دیده نمی شوند. اما مرکز کنترل ترافیک فرودگاهها برای ردیابی هواپیماها چه آن ها که بر روی باند فرودگاه قرار دارند و چه آنها که در حال پرواز هستند، از رادار استفاده می کنند.

۱-۲ تاریخچه رادار

رادار یکی از مظاهر شگفت انگیز قرن بیستم است. اصول اولیه رادار قدمتی برابر با قدمت بحث الکترومغناطیس دارد. فاراده و ماکسول در سال های ۱۸۶۰-۱۸۴۵ پی بردند که جریان متغیر با زمان باعث ایجاد میدان های الکترومغناطیسی متغیر با زمان در فضای آزاد می شود. همچنین میدان های متغیر با زمان جریان الکتریکی متغیر با زمان تولید می کنند. میدان های الکترومغناطیسی به وجود آمده در فضای آزاد با سرعت نور ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$) حرکت می کنند.

در سال ۱۸۸۶ هرتز به طور تجربی نظریه ماکسول را مورد مطالعه قرار داد و نشان داد که امواج الکترومغناطیسی در برخورد با اجسام منعکس و پراکنده می شوند که این مطالعه وی منجر به وجود آمدن ایده رادار شد. آزمایش های هرتز در فرکانس های بالا (طول موج 66 cm) انجام شد ولی کارهای

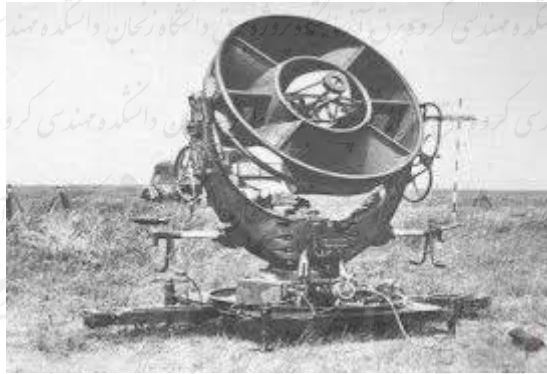
بعدی تا سال ۱۹۳۰ در فرکانس های پایین ادامه یافت تا آنکه بعداً اهمیت استفاده از فرکانس های بالا روشن شد.

به علت محدودیت در فناوری آن زمان ارسال و آشکارسازی در فواصل بیشتر از یک مایل، مطرح نبود. تا اینکه مارکونی ارتباط رادیویی بین قاره ها را مطرح نمود و عنوان کرد که "امکان به وجود آمدن دستگاهی که امواج را در جهات مختلف ارسال کند و پس از برخورد پرتو ها به یک جسم فلزی نظیر کشتی توسط یک گیرنده این پرتوها دریافت شود که در نتیجه می توان در هوای ابری وجود کشتی را آشکار نمود." اما وی در بدست آوردن بعضی از ایده هایش از جمله آشکارسازی جسم و انتشار امواج کوتاه در ورای خط دید ناموفق ماند.

در پاییز ۱۹۲۲، تیلور و یانگ از آزمایشگاه تحقیقات دریایی (NRL) با استفاده از یک موج پیوسته (CW) با فرستنده و گیرنده مجزا وجود یک کشتی چوبی را آشکار نمودند.

بدین ترتیب می توان گفت که اولین سیستم های رادار آزمایشی به صورت موج پیوسته کار می کردند و نوع آشکارسازی آن ها بستگی به تداخل ایجاد شده بین علائم مستقیم دریافت شده از فرستنده و علائم انعکاسی از هدف متحرک با تغییر فرکانس داپلر داشت. این نوع رادار ها را رادار امواج پیوسته تداخلی موجهی نیز می نامند. البته این رادار ها فقط برای آشکار سازی وجود هدف مفید بودند و استخراج اطلاعات موقعیت هدف از آن ها مقدور نبود. لازم به ذکر است نمونه های رادار CW در آزمایشگاه NRL در همان سال در فرکانس ۳۲ و ۶۰ مگاهرتز ساخته شد. از سال ۱۹۳۰ به بعد که آلمان شروع به تسلیح مجدد خود کرد کشورهای اروپایی که خود را در معرض حمله مجدد آلمان دیدند به فکر ساختن سیستمی افتادند که هواپیماهای آنان از گزند بمب افکن های آلمان در امان بمانند. از همین رو در سال ۱۹۳۵ رابرت واتسون وات با نصب ۵ ایستگاه رادیویی در مناطق مختلف امکان محافظت کشورش را در برابر حملات دشمن فراهم نمود و چند سال بعد فرانسه هم اقدام به ساخت و نصب چنین سیستمی کرد. همه ی این کشورها آزمایشگاه اولیه خود را با رادار CW شروع کردند و زمانی که محدودیت های چنین راداری را متوجه شدند هر کشوری در جهت ساخت رادار پالسی در فرکانس های بالا قدم های حیاتی را بعد از جنگ جهانی دوم برداشت بنابراین رادار به طور مستقل در چندین کشور ساخته شد و نمی توان هیچ کدام از آن ها را به عنوان مخترع رادار مشخص کرد.

به طور کلی امروزه با بهره گرفتن از محدوده فرکانسی متفاوت رادار های دیگری با قابلیت های خاص ساخته شده اند که می توان از رادارهای ماورا افق، رادارهای لیزری، رادارهای سنجش از راه دور، رادارهای پردازش گر تصویر با قدرت تفکیک بالا و ... با کاربردهای نظامی و غیرنظامی نام برد که از پیشرفت های این سیستم در طی یک سده محسوب می شود.



شکل ۱- ۱

۳-۱ اصول رادار

واژه رادار از حروف اول چند کلمه انگلیسی به معنای آشکار سازی و فاصله یابی (برد یابی) رادیویی درست شده است. که توصیف کننده کاربردهای اولیه این سیستم توسط مرکز تحقیقات NRL می باشد. پس

رادار به دستگاهی می گویند که بتواند وجود چیزی را کشف و فاصله آن را نیز تعیین نماید. البته چنین کاری باید به وسیله امواج رادیویی انجام پذیرد تا بتوان نام آن دستگاه را رادار نهاد. رادار یک سیستم الکترومغناطیسی است که برای تشخیص و تعیین موقعیت هدف به کار می رود. گرچه امروزه توسط رادار های جدید و پیشرفته اطلاعات بیشتری از هدف علاوه بر فاصله استخراج می شود ولی تعیین فاصله هدف فرستنده هنوز یکی از مهم ترین وظایف این دستگاه می باشد.

سیگنال فرستنده که با توان بالایی ارسال شده است توسط هدف منعکس و دوباره از همان راه آنتن یا آنتن گیرنده دیگر دریافت می شود. در اولین مرحله سیگنال منعکس شده آشکار شده با سیگنال ارسالی

فرستنده مقایسه می شود و پس از فیلتر شدن (جهت کاهش نویز)، تقویت و پس از پردازش سیگنال، اطلاعات خروجی و موقعیت هدف توسط نمایشگر نمایش داده می شود.

۴-۱ اساس کار سیستم های رادار

وظیفه رادار ارسال امواج الکترومغناطیسی به سمت هدف و دریافت مقدار کمی از این موج که به هدف اصابت کرده است می باشد. برای امواج ارسالی می توان شکل های سینوسی، پالسی و شکل های دیگر را

مورد استفاده قرار داد. با توجه به نوع سیگنال منتشر شده توسط فرستنده از قبیل فاصله و سرعت حرکت هدف در گیرنده استخراج می شود. یک رادار را می توان شامل قسمت های اساسی زیر دانست:

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

منابع و مراجع

- (۱) اصول سیستم های راداری _ دکتر ایاز قربانی_ انتشارات دانشگاه امیرکبیر
- (۲) اصول علمی و عملی رادار _ مسعود میرشکار و سعید داداش زاده
- (۳) اصول رادار _ محمد سلیمانی _ انتشارات دانشگاه علم و صنعت
- (۴) مقدمه ای بر سیستم های رادار محمد سلیمانی
- (5) www.sandia.gov/radar
- (6) www.armytechnology.com
- (7) www.Telecommunication.com
- (8) http://www.civilica.com/Paper-RSTCONF01-RSTCONF01_436.html
- (9) http://www.civilica.com/Paper-ICEES01-ICEES01_055.html
- (10) http://www.civilica.com/Paper-ICEES01-ICEES01_055.html
- (11) https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Passive_radar&oldid=723797947
- Categories :
- (12) W.P.Plessis, J.W.Odendal, and J.Joubert, "Extended Analysis Of Retrodirective Cross_Eye Jamming." IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS 57, 2009, PP2803 – 2806 AND PROPAGATION, vol
- (13) AN/FPS – 85 Space Track Radar, -http://www.globalsecurity.org/systems/an_fps-85.htm