فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۲۰-۱۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

عنوان مقاله: بررسی عملکرد رادارهای ردیاب و مقایسه آنها بانگاهی برپارامترهای موثر درردیابی
دوره ۶/ شماره ۲ / تابستان ۱۴۰۰/ ص ۲۰- ۱۶

بررسی عملکرد رادارهای ردیاب و مقایسه آنها بانگاهی برپارامترهای موثر درردیابی

ابوذرغازی کهخاژاله۱ و محمدعلی منصوری بیرجندی۲
۱-کارشناس ارشد مهندسی برق گرایش الکترونیک و مدرس دانشگاه آزادواحدزاهدان
۲-دکتری مهندسی برق گرایش الکترونیک و استادتمام دانشگاه سیستان وبلوچستان

چکیده

رادار(Radio Detection and Ranging): یک سیستم الکترومغناطیسی که برای سنجش ،کشف و ردیابی اشیا موجود درمحیط ازآن استفاده می کندبرای اولین باردرسال ۱۹۴۰نیروی دریایی آمریکا نام رادار را مطرح نمود این سیستم باانتقال امواج الکترومغناطیسی ازطریق آنتن وتقویت موج بازتابیده ازاجسام ، پردازش وآشکارسازی این امواج محل، موقعیت،اندازه ومختصات اجسام رامشخص می نمایداما مهم ترین مزیت رادار توانایی آن در محاسبه مسافت می باشد از مهمترین کاربردهای رادار می توان به استفاده آن درزمینه های نظامی ازجمله: ردیابی اهداف هوایی، دریایی وزمینی، نظارت برترافیک هوایی ، کاربرد علمی آن در شناسایی سیارات فضایی ازحیث ویزگیهای زیست محیطی ، تخمین فاصله آنها اززمین وشناسایی موجودات واشیا ساکن در آنها رامی توان نام برد.

واژگان کلیدی: رادار، امواج الکترومغناطیسی،آنتن، آشکارسازی،ردیابی وتخمین فاصله

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۲۰-۱۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

مقدمه

یک سیستم رادار ردیاب با اندازه گیری مختصات ، فاصله ، زاویه سمت ، زاویه ارتفاع و تغییر فرکانس هدف اطلاعاتی را فراهم می آورد که به وسیله ی این اطلاعات می توان مسیر و موقعیت بعدی هدف را پیش بینی کرد. ا نواع بسیار زیادی از رادارهای ردیاب وجود دارند که بعضی از آن ها عمل جست و جو (search) و ردیابی را به طور هم زمان انجام می دهند و نوعی از رادارهای ردیاب هستند که دارای بیم مدادی (pencil beam) بوده و بر روی یک سکوی چرخنده قرار دارد و برای تعقیب هدف زاویه سمت و زاویه ارتفاع آن را تغییر می دهند. این نوع ازرادارها با تشخیص زاویه ی دریافت (Echo) هدف وتصحیح موقعیت آنتن و قرار دادن هدف در مرکز بیم خطا های جهتی را تعیین ومحل وموقعیت هدف راتشخیص خواهندداد .

ازکاربردهای اساسی این نوع ازرادارها می توان کنترل اسلحه وتنظیم بردموشک رانام برد. رادار ردیاب قبل از عمل ردیابی باید هدف خود را پیدا کند بعضی از رادارها عمل جست و جو را برای پیدا کردن هدف قبل از عمل ردیابی انجام می دهند.اگر یک رادار هر دو عمل (جست و جو و ردیابی) را انجام دهد دارای محدودیت هایی خواهد بود زیرا اگر در وضعیت ردیابی باشد اطلاعاتی از دیگر هدف های بالقوه نخواهد داشت.

چگونگی دستیابی به مختصات هدف و عمل پردازش :

یک رادار جست و جو گر با بیم باد زنی (Fan Beam) (باریکه رادیویی باسطح بیضوی شکل با نسبت محور اصلی به فرعی ۱به ۳که درصفحه قایم پهن ودرصفحه افقی باریک می باشد).عمل اسکن را روی هدف به منظوردستیابی به مختصاتش انجام می دهد.دراین روش اگر تغییرات مختصات هدف از یک اسکن به اسکن دیگر زیاد نباشد و همچنین تعداد هدف ها کم باشند عمل پردازش توسط اپراتور با علامت گذاری روی Bleap (سمت)هدف بر روی PPI (صفحه نمایش) امکان پذیر می باشد.در غیر این صورت عمل پردازش و دست یابی به اطلاعات ردیابی توسط کامپیوتر به صورت اتوماتیک انجام می گیرد.

عمل ردیابی توسط رادار در کاربردهای مختلف به دوگروه اصلی طبقه بندی می گردد

۱. ردیابی یک هدف منفردSTT /(Single Target Tracking) : عمل ردیابی یک هدف یا گروهی ازاهداف با اختلاف زاویه کم که درکنترل آتش ضدهوایی،رادارهای هدایت وماهواره مورداستفاده قرارمی گیرند.

۲. ردیابی چند هدف MTT /(Multiple Target Tracking) : این نوع عمل ردیابی برای چند هدف (Multiple Target) وبه دوصورت مورداستفاده قرارمی گیرد:

۲-۱. ردیابی حین اسکن Track while scan(TWS) :ردیابی حین اسکن یک هدف با استفاده از موقعیتهای (مختصات) اندازه گیری شده در هر اسکن توسط رادار مراقبت امکان پذیر می باشد و کیفیت آن : بستگی زمان بین مشاهدات (هرچه کمتر باشد بهتر است)، دقت در تغییر موقعیت هدف و تعداد هدف های غیر واقعی که ممکن است در مجاورت هدف در حال ردیابی ظاهر گردد. بستگی دارد.

2-2. اسکن الکترونیکی آنتن Phase arrey tracking(PAT) :

چرخش آنتن یا پرتو (Beam) را در فضا برای جست و جو یا ردیابی هدف عمل اسکن نامیده مدت زمانی طول می کشد که آنتن رادار (پرتو یا بیم آنتن) یک سیکل کامل چرخش انجام دهد را زمان اسکن می نامند.

در اسکن الکترونیکی رادار قادر است بیم آنتن خود را در هر نقطه از فضا با سرعت زیاد منتقل وچندهدف راهمزمان تعقیب نماید.باتوجه به کاربرد این نوع ردیابی درسامانه های هدایت موشک توصیه می شود درطراحی آنها مواردذیل مدنظر قراربگیرد :

- حداکثر ارتفاعی که یک موشک می تواند بزند 1/3 بردش می باشد.
- رادار سرچ حداکثر بردش باید ۳ برابر بر موشک باشد.
- رادار تعقیب هدف باید ۲ برابر برد موشک باشد.

انواع اسکن مورداستفاده درراردارهای ردیاب عبارتند از : دورانی ، قطاعی، مخروطی، مارپیچی ، حلزونی ، خطی، پالمر، حین ردیابی، لوپ سوئیچ

فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۲۰-۱۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

ازمقایسه دوروش ردیابی TWS ,STT به این نتیجه می رسیم که: برتری TWS نسبت به STT آن است که در این ردیابی چندین هدف به طور هم زمان ردیابی می گردند.و برتری STT نسبت به TWS آن است که در این نوع ردیابی دستیابی به دقت بسیار بالا به طور دائم امکان پذیر است.

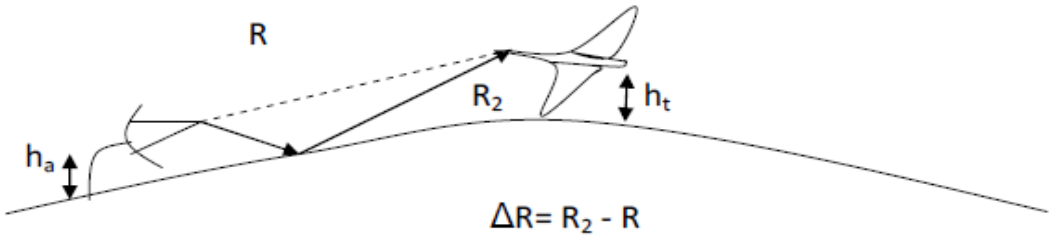
پارامترهای اساسی درراداراهای ردیاب:

ازجمله پارامترهای اساسی درراداراهای ردیاب عبارتنداز: زاویه ی دید، ردیابی در سطح پایین (زاویه ی کم)، تخمین فاصله و اسکن فرکانس می باشند.

۱- زاویه دید: زاویه ی دید عبارت است از محور الکتریکی آنتن یا موقعیت زاویه ای منبع سیگنال در بیم آنتن که در آن خروجی های آشکارساز دارای خطای زاویه ای صفر میباشد.

۲-ردیابی در سطح پایین (زاویه ی کم): Low angle trackin

راداری که هدف را در ارتفاع کم (low elevation angle) یا نزدیک به سطح زمین ردیابی می کند دو سیگنال برگشتی از هدف را دریافت خواهد کرد.



سیگنال های دریافتی مستقیم و منعکس شده از سطح زمین در رادار ترکیب شده و باعث اندازه گیری خطای زاویه ای می شود با اندازه گیری سیگنال حقیقی یک هدف در غیاب سیگنال انعکاس یافته از سطح زمین ردیابی انجام می گیرد سیگنال انعکاس یافته از سطح زمین مسیر طولانی تری را نسبت به سیگنال مستقیم طی می نماید بنابراین در بعضی از مواقع آن ها را در حوزه ی زمانی یا از نظر فاصله از هم جدا کرد.لذا عملا بااستفاده ازهردو سیگنال درتخمین فاصله هدف تارادارتفاوت وجوددارد که این تفاوت این دو فاصله از رابطه زیر محاسبه می شود که در آن h_a ارتفاع آنتن رادار از سطح زمین و h_t ارتفاع هدف از سطح زمین است:

$$\Delta R=2.h_a.h_t/R$$

مثال/ اگر $R = 10\ km$, $h_t = 100\ m$, $h_a = 30m$ باشد $\Delta R=0.6\ m$

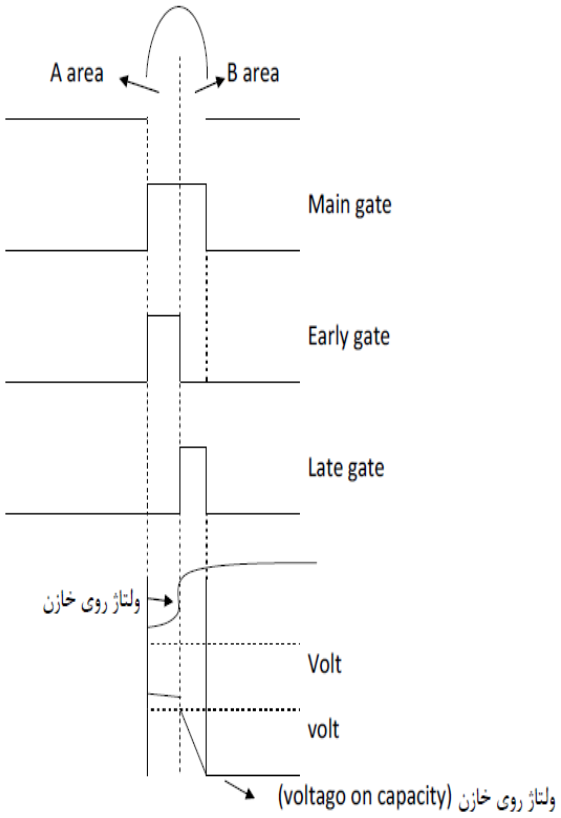
فصلنامه علمی تخصصی ایده های نو در علوم، مهندسی و فناوری ، دوره ۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۲۰-۱۶
ISSN: 2588-3984
http://www.Tajournals.com

۳-ردیابی در فاصله:Tracking in Rang : خطای ردیابی فاصله از چندین راه مشخص می گردد که متداول ترین آن استفاده از گیت مقدم و موخر می باشد (early & late gates) این گیت ها طوری زمان بندی شده اند که گیت مقدم از شروع گیت فاصله ی اصلی باز و در مرکز آن بسته می شود و گیت موخر از مرکز گیت فاصله ی اصلی باز و در انتهای آن بسته می شود. نتیجتاً گیت های مقدم و موخر باعث شارژ شدن خازن هایی توسط سیگنال ویدیویی برگشتی از هدف در طول زمانی که گیت ها باز هستند می شود. (شکل۲)

۴-اسکن فرکانس :

در گروه اسکن کننده های بدون حرکت مکانیکی آنتن یکی از تکنیک های اساسی که در کاربردهای حرکت بیم (جهت ارتفاع یابی و کاوش در سمت) اسکن فرکانس می باشد این نوع اسکن کننده ها با بکارگیری تغییر فاز (frequency phase shifting) در یک خط انتقال طولانی یا موجبرهایی که به صورت مارپیچ خمیده شودن و با عناصر دیگر در آنتن شکل یک آرایه ی خطی به وجود می آمدند که یک روش دقیق برای تغییر موقعیت بیم تولید شده از تغییر فرکانس استفاده می نماید.

شکل۲



انواع رادارهای ردیاب :

ازانواع رادارهای ردیاب می توان به:

رادارهای آرایه فازی (بر دو نوعLinear&Planer Array هستند)، رادار ردیاب تک پالس(که بردونوع مقایسه گر فاز ودامنه تقسیم بندی می شود) ، راداراسکن خطی ورادار اسکن مخروطی رامی توان نام برد.

از ۴ نوع تکنیک ردیابی مداوم عنوان شده باتوجه به آنکه اسکن مخروطی و تک پالس مقایسه گر دامنه بیشتر از دو نوع دیگر کاربرد دارند به همین دلیل این دو نوع را با یکدیگر مقایسه می کنیم:

۱- وقت هدف تحت ردیابی است نسبت سیگنال به نویز (SNR) موجود در رادار تک پالس بیشتر از رادار با اسکن مخروطی است.

۲- رادار تک پالس مقایسه گر دامنه هدف را در پیک پرتوی مجموع (Sum Paterns) می بیند در حالی که رادار با اسکن مخروطی هدف را در زاویه ی خارج از بیم آنتن مشاهده می کند.

۳- اختلاف سیگنال به نویز این دو نوع رادار ممکن است بین 4-2 دسی بل باشد.

۴- اگر آنتن های دو رادار دارای یک اندازه ی مشابه باشند پهنای رادار با اسکن مخروطی کمی بیشتر از پهنای بیم رادار تک پالس خواهد بود.که علت آن انحراف (offset) این نوع ازاسکن باکانون فیدهورن رادار درروشن اسکن مخروطی می باشد.

۵- دقت ردیابی رادار تک پالس بهتر از اسکن مخروطی است چون تغییرات دامنه به صورت قطار پالس در آن بی اثر است.

۶- رادار تک پالس از نظر ساختاری پیچیده تر از اسکن مخروطی است.

۷- به کانال گیرنده در رادار تک پالس برای استخراج اطلاعات نیاز است در حالی که در رادار اسکن مخروطی دارای یک گیرنده است.

مراجع:

[۱]Merrill I. Skolnik, "Introduction to Radar Systems", McGraw Hill Publication, 3rd Edition, 1001

[2] George Stimson, "Introduction to Airborne radar",SciTech. Publications, 1991

3)، تهران، ایران، ۱st NCAS)، اولین کنفرانس ملی اویونیک » رادارهای هوایی، تکنولوژی، چالشها، قابلیتها و کاربردها «] یاسر رحیمی، 1390

[4] Shanna N. Zhuang, Qingyuan Fang, Bin Ren, "Extended target detection for OFDM cognitive radar", Electronics Letters, Vol. 51, Issue 19, doi:1011049/el.101211312, 15 September 1012 [

[5] Xianxiang Yu, Guolong Cui, Marco Piezzo, Salvatore Iommelli, Lingjiang Kong, "Robust constrained waveform design for MIMO radar with uncertain steering vectors", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing (1012), doi: 1011112/s13234-012-0432-9, 1012

[6] Zhe Wang, Wen-Qin Wang, Jie Xiong, "Cognitive target tracking using FDA radar for increased SINR performance", IEEE Radar Conference, May 1012.

[7] J. R. Guerci, "Cognitive Radar, The Knowledge Aided Fully Adaptive Approach", Artech House, 1010

[8] Y. Zhang and K. C. Ho, "Multistatic Localization in the Absence of Transmitter Position," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 67, no. 18,2019.