

## طراحی و ساخت هشدار دهنده موقعیت هواپیما

روزبه عباسی

### چکیده

یکی از مهم ترین مسائل در پرنده ها، ارتباط مخابراتی هوا به هوا و هوا به زمین با برج های مراقبت و پرنده های دیگر است که تمام پرنده ها برای ارتباط هوایی با یکدیگر و یا ارتباط با زمین جهت ارسال و دریافت اطلاعات از برج های مراقبت در هنگام فرود یا بلند شدن از باند فرودگاه به آن نیاز دارند. این ارتباط از طریق سیستم رادیویی هر پرنده امکان پذیر است. سیستم رادیویی پرنده متشکل از چندین دستگاه است که ارتباطات بین آن ها از طریق شبکه سیم کشی داخل پرنده برقرار می گردد. این سیستم برای پرنده های مختلف متفاوت است و برای تحلیل کلی آن باید به نشریات هر پرنده رجوع کرد. سیستمی که طراحی و ساخت آن انجام شده است سیستم هشداردهنده موقعیت هواپیما می باشد که برای تعیین موقعیت پرنده در مواقع اضطراری مورد استفاده قرار می گیرد. این سیستم، هم به صورت دستی و هم به صورت اتوماتیک می تواند فعال گردد. زمانی که این سیستم فعال می گردد فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز که صدایی شبیه آژیر آمبولانس دارد، روی آن به صورت مدولاسیون AM قرار می گیرد و توسط آنتن منتشر می شود. هارمونیک دوم این فرکانس، یعنی ۲۴۳ مگاهرتز نیز تشعشع می کند و در رادیویی پرنده ها قابل آشکارسازی است. این فرکانس، در تمام دنیا برای این کار اختصاص یافته و دریافت چنین پیامی، نشان از حادثه دارد و در اسرع وقت بایستی با استفاده از سیستم موقعیت یاب، مکان انتشار سیگنال را جستجو کرد. در این مقاله به بررسی سیستم های ارتباطی پرنده ها می پردازیم که شامل رادیوها و انواع خطوط انتقال می باشد که در آن از تقویت کننده های کلاس های مختلف و میکروکنترلر استفاده می شود.

**واژه های کلیدی:** پرنده، خطوط انتقال، تقویت کننده، میکروکنترلر، هشدار دهنده

## ۱. مقدمه

بر اساس قوانین بین المللی ارتباطات رادیویی، فرکانس های ۱۲۱/۵ مگاهرتز و ۲۴۳ مگاهرتز در باند فرکانسی VHF جهت ارسال پیام های اضطراری هواپیماها اختصاص داده شده است. به منظور پی بردن به محل دقیق هواپیما در صورت بروز حادثه و یا سانحه هوایی، هواپیماهای تجاری دستگاه فرستنده مکان یاب اضطراری موسوم به هشداردهنده موقعیت هواپیما را با خود حمل می کنند که در محلی مناسب و قابل دسترس آسان برای خلبان، در راستای محور طولی هواپیما نصب می شود [۱].

دستگاه فرستنده دارای یک سوئیچ ضربه ای یا شتابی است که در اثر هر گونه ضربه یا شتاب آنی در راستای طولی هواپیما به آن، به طور اتوماتیک فعال شده و سیگنال های صوتی و آژیر ماندنی روی فرکانس های اضطراری یاد شده را در محیط اطراف خود انتشار می دهد. گروه های تجسس و نجات با دریافت و ردیابی این سیگنال ها به محل و موقعیت دستگاه و هواپیما پی خواهند برد.

فعال سازی دستگاه فرستنده توسط خلبان به صورت اختیاری و دستی نیز به کمک یک کلید در داخل کابین هواپیما و یا کلید دیگری که بر روی خود دستگاه فرستنده مکان یاب قرار گذاشته شده، میسر است. این دستگاه ها دارای منبع تغذیه و آنتن مستقل خود هستند که در داخل دستگاه قرار دارند و خلبان به راحتی قادر است که دستگاه فرستنده را از محل نصب آن جدا کرده و به بیرون از هواپیما حمل و منتقل نماید.

هنگامی که دستگاه بیکن به واسطه ضربه یا سقوط و یا عامل انسانی به کار می افتد، شروع به ارسال سیگنال اضطراری می نماید، در این هنگام ماهواره های کنترل کننده بیکن، این سیگنال ها را دریافت کرده و آن را برای مراکز کنترل زمینی ارسال می کنند، سیگنالی که از ماهواره برای مراکز زمینی ارسال می گردد، شامل موقعیت مکانی و علائم شناسایی بیکن است.

## ۲- پیشینه تحقیق

هشداردهنده های موقعیت هواپیما؛ اولین بیکن هایی بودند که به منظور اعلام موقعیت اضطراری برای هواپیماها ساخته شده اند. این سیستم جهت فعالیت بر روی فرکانس ۱۲۱/۵ و ۲۴۳/۰ مگاهرتز طراحی شده است تا موقعیت اضطراری هواپیمایی را که دچار سانحه شده است به هواپیماهای عبوری از فراز هواپیمای سانحه دیده اعلام نماید. بزرگ ترین محدودیت سیستم این است که هواپیمای عبوری باید در داخل محدوده برد فرستنده قرار گیرد تا سیگنال اضطراری را دریافت نماید [۲].

یکی از اهداف ابداع سیستم ماهواره ای برطرف نمودن این نقص می باشد؛ دیگر قابلیت سیستم ارایه داده هایی در مورد موقعیت جغرافیایی هواپیمای سانحه دیده می باشد. یکی از اشکالات این سیستم این است که در اکثر مواقع این سیستم یا به طور صحیح عمل نمی کرده و یا اشتباهات فعال می شده است و فقط در ۱۲ درصد مواقع به طور صحیح عمل نموده است [۱]. با توجه به همین دلایل از اول فوریه ۲۰۰۹ سیستم شنود روی فرکانس ۱۲۱/۵ و ۲۴۳/۰ مگاهرتز از سیستم ماهواره ای حذف گردیده و به جای آن هشدار دهنده های موقعیت، نسل جدید بر روی فرکانس ۴۰۶ مگاهرتز ابداع شده اند. از قابلیت های سیستم جدید ارایه موقعیت های جغرافیایی هواپیمای سانحه دیده و کاهش زمان نجات تا ۶ ساعت می باشد. تنها عیب سیستم های جدید هشدار دهنده موقعیت هواپیما قیمت بالای این سیستم تا حدود ۳ برابر نسبت به انواع قدیمی تر آن است.

هشداردهنده موقعیت هواپیما در واقع یک فرستنده نصب شده در هواپیما است و این سیستم به گونه ای طراحی شده است که در صورت سقوط هواپیما، کمک مؤثری در شناسایی موقعیت لاشه هواپیما می کند. وجود این دستگاه در همه هواپیماهای کوچک نیاز است، اما وجود آنها در جت های باربری و هواپیماهای بیجت ضرورتی ندارد. این هشداردهنده موقعیت با نیروی باتری کار می کند و به طور اتوماتیک بر اثر ضربه سقوط هواپیما، فعال می گردد. این فرستنده یک فرکانس مخصوص را به مدت ۴۸ ساعت روی دو فرکانس اضطراری مختلف ارسال می دارد. این دو فرکانس عبارتند از ۱۲۱/۵ و ۲۴۳ مگاهرتز که فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز، فرکانس اضطراری غیر نظامی است و فرکانس ۲۴۳ مگاهرتز، فرکانس اضطراری نظامی است [۱].

از گذشته تا به حال با توجه به عملکردی که این سیستم داشته، ثابت شده است که این سیستم هشداردهنده موقعیت باید تا جایی که ممکن است در انتهای هواپیما نصب گردد و در عین حال در جلوی سطح باله عمودی آن قرار گیرد، زیرا با توجه به

مطالعات دانشمندان و تجربه این قسمت از هواپیما در زمان سقوط دست نخورده باقی می ماند. این فرستنده توسط یک سوئیچ حساس در مقابل شتاب فعال می شود. هنگامی که شتابی در راستای محور افقی به هواپیما وارد می شود، این فرستنده فعال می گردد [۲].

باتری های این سیستم هشداردهنده موقعیت باید در فواصل زمانی خاص تعویض یا شارژ مجدد شود. در گذشته های نه چندان دور، در تست این دستگاه ها اشتباهاتی صورت می گرفت که به مرور گذشت زمان و تغییر آن از حالت الکترومکانیکال به دیجیتال را بر طرف شده است. در صورت امکان این سیستم هشداردهنده را باید در حالی که اتصال آنتن آن قطع است، مورد بررسی و تست قرار داد و یا باید به نحوی روی آنتن آن را بپوشانیم و مانع از ارسال سیگنال اضطراری شویم.

سامانه های مختلفی از بیکن ها در حال حاضر، برحسب هزینه، روش و نوع ماهواره ها در حال استفاده می باشند. در یک نوع از این سامانه، بیکن ۴۰۶ مگاهرتزی با پوشش جهانی است که عمل مکان یابی با دقتی در حدود شعاع ۲ کیلومتر انجام خواهد گرفت (تیم نجات می بایست برای یافتن محل حادثه مساحتی به شعاع ۱۲/۵ کیلومتر مربع را جستجو نمایند). همچنین آگاهی دادن به خویشاوندان و شروع عملیات جستجو در این سامانه حداکثر ۲ ساعت به طول می انجامد (به طور متوسط ۴۵ دقیقه). توان این مدل از هشداردهنده در حدود ۲۵ میلی وات است؛ اما مدل های اولیه قدیمی و ارزان تر شامل بیکن هایی هستند که سیگنال های نا شناس (بدون امکان ارسال شماره شناسایی) را بر روی فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز ارسال می کنند. این تجهیزات قدیمی تنها در ۶۰ درصد مساحت کره زمین قابل استفاده هستند و از زمان اعلان تا شروع به جستجو ۶ ساعت زمان لازم دارند، همچنین دقت آن ها در حدود شعاع ۲۰ کیلومتری از محل ارسال است (تیم نجات برای یافتن منبع ارسال سیگنال و محل حادثه می بایست مساحتی در حدود ۱۲۱۴ کیلومتر مربع را جستجو نماید). پوشش این سامانه در نواحی قطبی و نیم کره شمالی زمین مناسب نیست و فرکانس مورد استفاده آن نیز فرکانس استاندارد اضطراری هوانوردی است که متاسفانه تداخل بر روی آن به وسیله دیگر تجهیزات الکترونیکی، ایجاد می گردد. چنانچه باعث به وجود آمدن در خواست های اضطراری کذب و یا خطا در مکان یابی خواهد شد، توان خروجی آن ها نیز چیزی در حدود ۷۵ الی ۱۰۰ میلی وات است [۳].

سه نوع تجهیزات رادیو بیکن، جهت انتشار و ارسال سیگنال های اضطراری بر حسب نوع کاربرد به کار می روند که به شرح زیر است [۲]:

- برای کاربران دریایی و شناورها
- برای کاربرد های هوانوردی
- برای کاربرد های شخصی و زمینی

سیستم هشداردهنده موقعیت هواپیمایی که مد نظر برای ساخت قرار گرفته، از تجهیزات دوم نامبرده فوق در رادیو بیکن ها می باشد که برای کاربردهای هوانوردی جهت انتشار و ارسال سیگنال های اضطراری مورد استفاده قرار می گیرد [۱].

این سامانه یک فرستنده فرکانس رادیویی است که سیگنال هایی را جهت کمک به عملیات جستجو و نجات تولید می کند، برای مثال در هنگام سقوط یک هواپیما، این سامانه زمانی که تحت شرایط خاصی همچون ضربه ی شدید، فشار شدید و ناشی از انفجار و حتی به طور دستی توسط اشخاص بر جای مانده از حادثه به طور خودکار شروع به کار می نماید. در چنین حالتی هواپیماها و یا ایستگاه های زمینی کنترل، بعد از دریافت سیگنال اضطراری از چنین سامانه ای که بر روی فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز منتشر می شود، شروع به عملیات جستجو برای یافتن محل حادثه می نمایند.

سیستمی که ساخت آن پیش گرفته شد در مقایسه با سیستم های خارجی و آمریکایی آن مزیت هایی دارد که این هشداردهنده را در بین رادیو بیکن ها برجسته می کند. موضوع مهم مورد بحث در زمینه ساخت این قطعه تحریم هایی است که به کشور عزیزمان اعم از نظامی و غیر نظامی تحمیل شده است و ما را برای خرید قطعات مورد نیاز با مشکلات زیادی

مواجه می کند. با توجه به اینکه در زمان تحریم ها قیمت خرید دستگاه ها چند برابر می شود، در ابتدای کار مزیت این سیستم برای ساخت، صرفه جویی در هزینه خرید می باشد.

در گام دوم مزیت این سیستم هشداردهنده که به ساخت آن اقدام شده استفاده از قطعات با جریان کشی کمتر نسبت به نمونه خارجی آن است که مهمترین مزیت در مصرف باتری را دارد. چون با این طراحی، مصرف توان پایین آمده و سیستم می تواند باتری بیشتری برای اعلام هشدار در زمان حادثه داشته باشد. از طرفی دیگر با توجه به طراحی مدار تغذیه توانستیم مصرف توان این قطعه را کمتر کنیم که به نوبه خود باز هم در نگهداری باتری کمک بسزایی می کند. از جانب دیگر مزیت آن وزن کمتر نسبت به نمونه های الکترومکانیکال است که از جنس فلز بوده و با چرخ دنده، عمل فرستندگی برای هشدار را انجام می دادند.

دیگر مزیت این سیستم هشدار دهنده با توجه به طراحی جدید، پایین آمدن فاز نویز می باشد که وقتی آن را در تستر اسپکتروم باز می کنیم در اسپن های بسیار ریز فاز نویز ثابت است و این خود در کیفیت سیستم تاثیر بسزایی دارد و خطا در فرستندگی را کاهش می دهد.

از خصوصیت بارز این سیستم هشدار دهنده که اقدام به طراحی و ساخت آن شده این است که می توان با تغییراتی در برنامه پروگرام شده کارایی سیستم را تغییر داد و در فرکانس های دیگری از استفاده نمود.

در ضمن ناگفته نماند که توان این هشداردهنده در حدود ۱۵۰ میلی وات می باشد که برد بیشتری برای هشدار، انتشار می دهد که خود از اهمیت بالایی در کار اصلی این سیستم هشداردهنده دارد که می توان از برجستگی های مهم نسبت به نمونه های خارجی آن دانست.

### ۳- بلوک دیاگرام

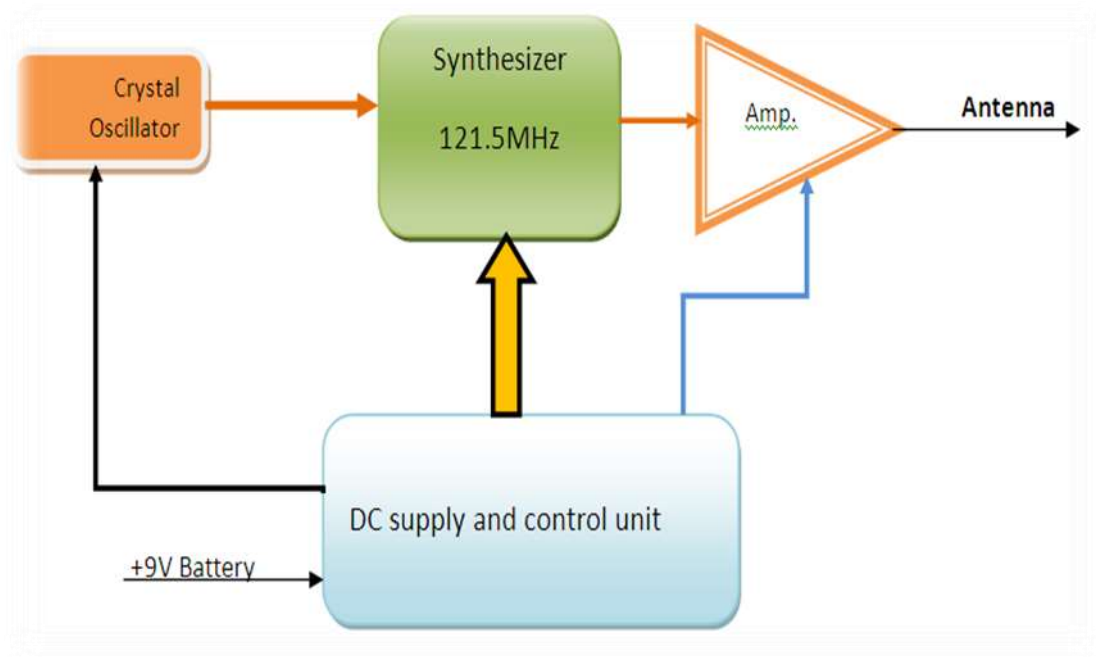
پس از فعال سازی هشدار دهنده موقعیت هواپیما در این بلوک دیاگرام (شکل ۱)، ولتاژ مثبت ۹ ولت توسط باتری تامین می شود. مدارهای موجود در این ماژول وظیفه ساخت سیگنال توصیف شده را بر عهده دارند. این بلوک دیاگرام از چهار بخش اصلی تشکیل شده است:

۱- بخش کنترل و منبع تغذیه

۲- بخش سینتی سائزر

۳- بخش کریستال اسپلاتور

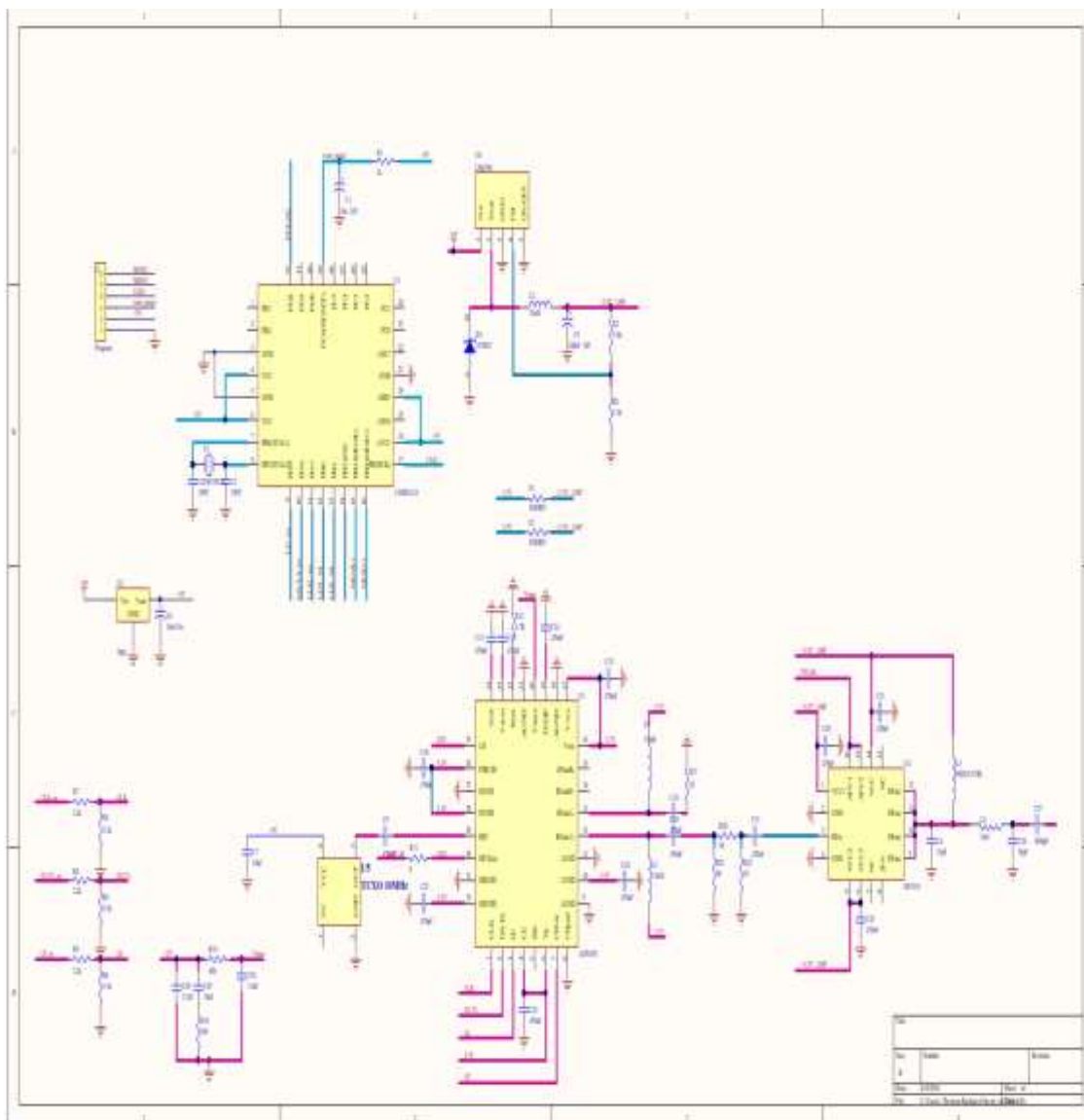
۴- آمپلی فایر



شکل ۱- بلوک دیاگرام سیستم هشدار دهنده موقعیت هواپیما [۱]

#### ۴- شرح مختصر هر بلوک

شکل ۲ و شکل ۳ به ترتیب شماتیک مداری سیستم هشدار دهنده موقعیت هواپیما و نقشه PCB مدار را نشان می دهند.



### شکل ۲- شماتیک دستگاه

#### ۴-۱- بخش کنترل و منبع تغذیه

این بخش وظیفه تامین ولتاژ تغذیه مورد نیاز بخش های مختلف و همچنین کنترل فرکانس سینتی سایزر و پالس اعمالی به آمپلی فایر خروجی را دارد. در قسمت، ولتاژ تغذیه مثبت ۹ ولت ورودی توسط رگولاتور به دو ولتاژ مثبت ۵ ولت و مثبت ۳/۳ ولت تبدیل می شود تا افت ولتاژ باطری، تاثیری روی عملکرد آن نداشته باشد. این ولتاژها برای مازول های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. ولتاژ تغذیه مثبت ۵ ولت برای کریستال اسیلاتور، میکروکنترلر و تقویت کننده خروجی، استفاده می شود و ولتاژ تغذیه مثبت ۳/۳ ولت برای سینتی سایزر به کار می رود. میکروکنترلر بعد از برنامه ریزی شدن، فرمان مناسبی را توسط رابط سه سیم SPI به سینتی سایزر ارسال می کند تا سینتی سایزر روی فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز قفل کند. برای کوچک بودن اندازه میکروکنترلر، از ATmega8-SMD که از خانواده AVR است، استفاده می شود. این قطعه در بازه دمایی ۵۵- الی ۱۲۵+ درجه سانتی گراد کار می کند [۴].

## ۴-۲- بخش سینتی سایزر

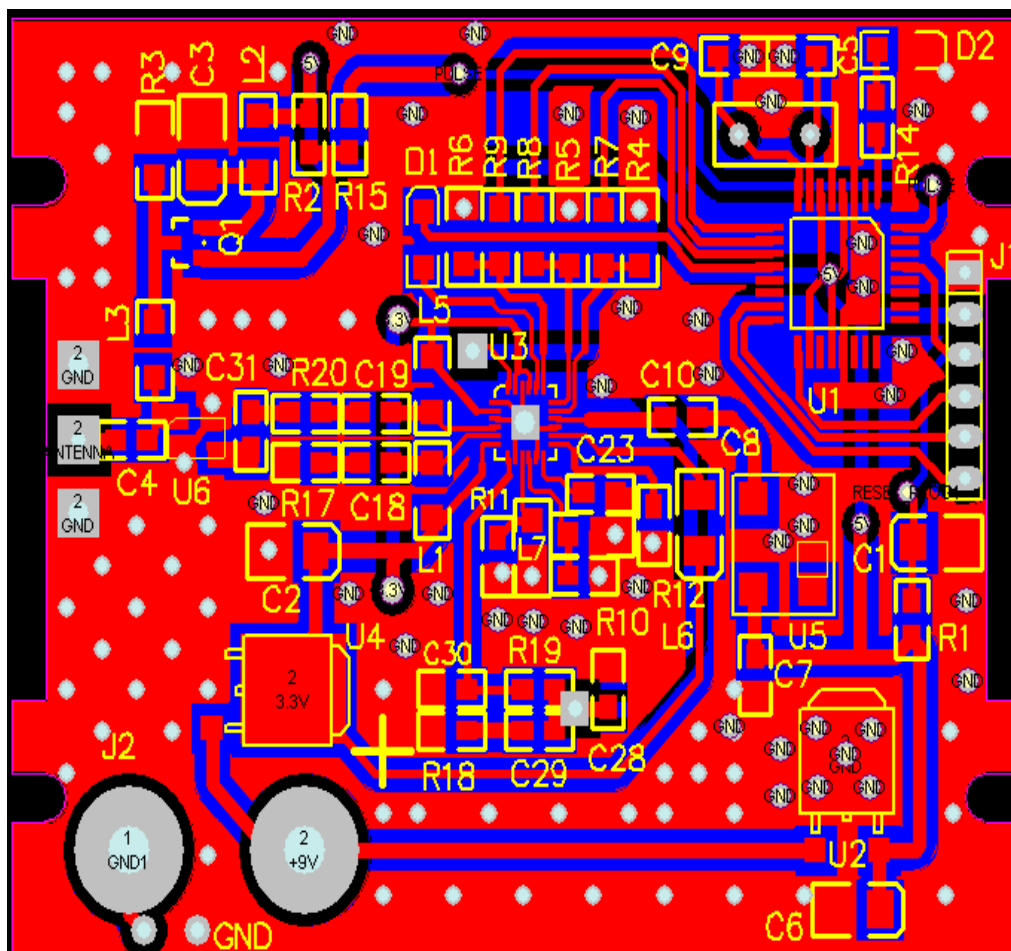
این بخش وظیفه قفل کردن روی فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز را بر عهده دارد. فرمان تنظیم فرکانس توسط واحد کنترل صادر می شود. از ADF۴۳۶۰-۸ به عنوان سینتی سایزر استفاده شده است. این آی سی ساخت شرکت AnalogDevice می باشد. ولتاژ تغذیه آن ۳/۳ ولت است و با قراردادن سلف های  $L_6$  و  $L_7$  برابر  $150\text{nH}$  در فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز می تواند نوسان کند. رجیسترهای داخلی این آی سی به صورت رابط سریال سه سیم SPI برنامه ریزی می شوند. با پروگرام کردن سه رجیستر N و R function عملکرد آن را می توان تعیین کرد. برای پروگرام کردن از میکروکنترلر ATmega<sup>۸</sup> استفاده شده است. این IC اسیلاتور کنترل شونده با ولتاژ (VCO) دارد. آشکارساز فاز/فرکانس دو سیگنال مرجع و خروجی VCO را با هم مقایسه می کند و خروجی آن که از پایه CP (شارژ پمپ) ابتدا فیلتر می شود و وارد ولتاژ تنظیم VCO می شود. فیلتر به کار رفته برای این مدار، یک فیلتر پسیو است [۵].

## ۴-۳- بخش کریستال اسیلاتور

این قسمت در واقع یک TCXO در فرکانس ۱۰ مگاهرتز است که با اعمال ولتاژ مثبت ۵ ولت خروجی آن سیگنال ۱۰ مگاهرتز مورد نیاز سینتی سایزر را با دامنه ولتاژ پیک تو پیک ۰/۶ ولت تولید می کند [۴].

## ۴-۴- بخش آمپلی فایر

این بخش به عنوان تقویت کننده، سیگنال خروجی سینتی سایزر را تقویت کرده و به آنتن ارسال می کند. توان سیگنال ۱۲۱/۵ مگاهرتز خروجی سینتی سایزر حدود صفر dBm می باشد. برای اینکه توان خروجی به ۱۰۰mW برسد، باید از تقویت کننده استفاده کرد. تقویت کننده مورد استفاده، ۴۳-۵۰۴۳-PSA+ است که ساخت شرکت minicircuits است. تغذیه مورد نیاز آن مثبت ۵ ولت است [۴].



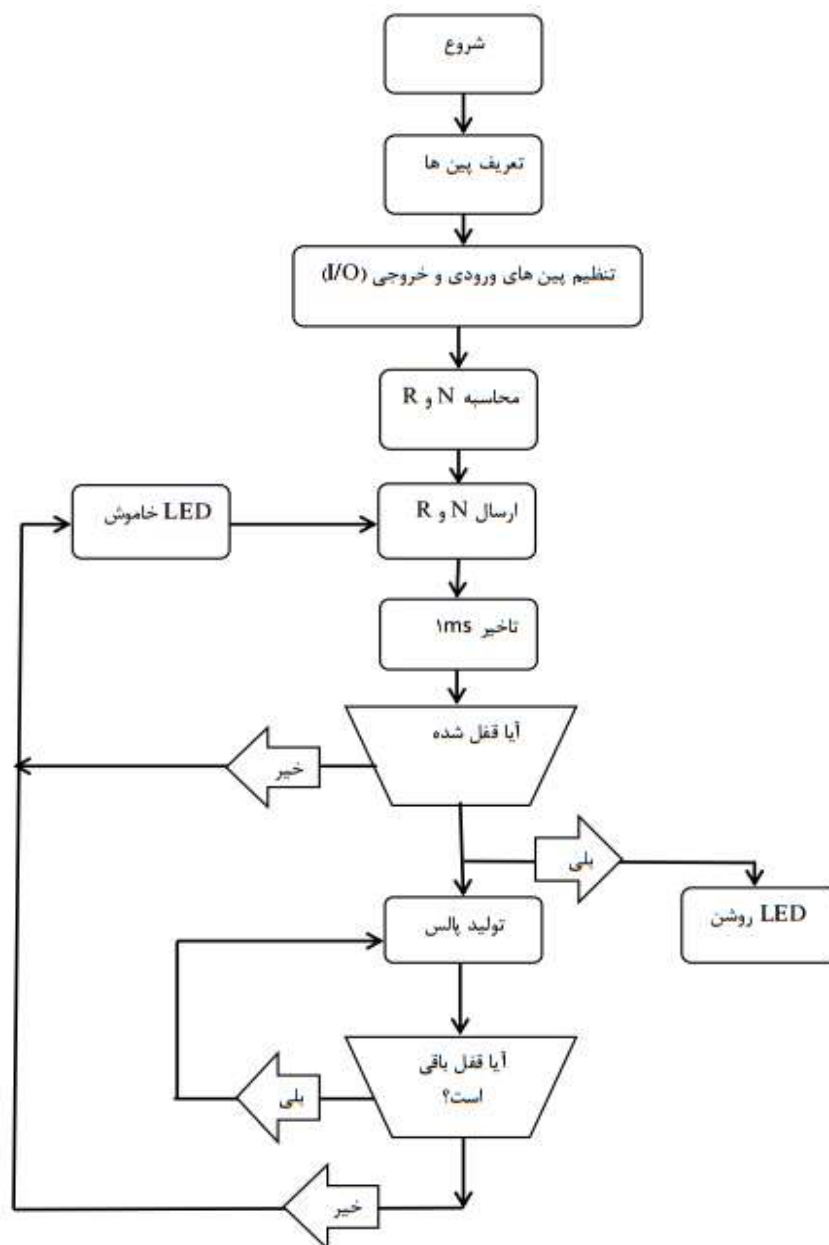
شکل ۳- نقشه مدار PCB

## ۵- روش کار

همانطور که می دانید امروزه با پیشرفت علم و تکنولوژی استفاده از میکروکنترلرهای AVR بسیار گسترش یافته و در اکثر قطعات الکترونیکی از آن ها استفاده می شود. از دلایل استفاده از میکروکنترلرها می توان به کاهش حجم مدارات، مصرف بسیار پایین این IC ها و مزایای دیگر اشاره کرد. میکروکنترلرها، آی سی های قابل برنامه ریزی از طریق کامپیوتر می باشند که می توان برنامه های دلخواه را توسط محیط های نرم افزاری خاص برای این آی سی ها نوشت و از طریق دستگاهی به نام پروگرامر به حافظه این آی سی ها منتقل کرد. ما در این سیستم از کامپایلر Codevision برای کامپایل کردن برنامه نوشته شده استفاده کردیم. در واقع این نرم افزار یک کامپایلر برای زبان برنامه نویسی C می باشد که برای برنامه نویسی میکروکنترلرهای AVR از آن استفاده می شود. این برنامه، محیط برنامه نویسی و کامپایل کردن برنامه نوشته شده برای برنامه ریزی میکروکنترلر را فراهم می کند [۷].



## ۶- شرح فلوچارت سیستم



شکل ۴- فلوچارت سیستم

فلوچارت در واقع نقشه ای است که برنامه نویسان رایانه قبل از نوشتن برنامه به زبان برنامه نویسی اصلی آن را ترسیم می کنند. با مروری بر فلوچارت روند اجرای عملیات (شکل ۴)، مراحل و جزئیات برنامه و ورودی و خروجی هر مرحله از برنامه مشخص می شود. استفاده از فلوچارت جهت حل هر مسئله ای مفید است و بدون در نظر گرفتن زبان برنامه نویسی، نوشتن برنامه را سهولت می بخشد. علاوه بر این فلوچارت جزئی با ارزش از مستندات هر برنامه می باشد که با کمک آن تفسیر برنامه، عیب یابی و استفاده توسط شخصی به جز برنامه نویس را آسان می کند. برای رسم فلوچارت آگاهی و تسلط بر مراحل مورد

نیاز و ترتیب آنها جهت به دست آوردن نتیجه مورد نظر با استفاده از داده های ورودی به الگوریتمی که فلوچارت برای آن کشیده می شود، لازم است.

برای توضیح فلوچارت در ابتدا باید پورت را تعریف کنیم. پورت را در فارسی درگاه ترجمه می کنند، به این معنی که محل ورود و خروج و ارتباط با بیرون است. معنی درستی است، چون پورت ها در سیستم های میکروپروسسوری نیز محل دادن و یا گرفتن داده از بیرون هستند. برای به کارگیری پورت ها جهت استفاده به عنوان ورودی و خروجی باید آن ها را برنامه ریزی نمود. بلوک ورودی و خروجی به منظور ایجاد ارتباط بین پایه های تراشه و بخش های درونی و همچنین ایجاد ولتاژ و جریان مناسب در پایه های خروجی تراشه مورد استفاده قرار می گیرد [۸].

هر پورت شامل سه بخش است [۷]:

رجیستر تعیین جهت پایه های پورت (DDR) از آنجا که در AVR می توان هر کدام از پایه ها را ورودی یا خروجی تعریف کرد، وظیفه این رجیستر، تعیین ورودی یا خروجی بودن پایه هاست. اگر در بیت متناظر هر پایه ۱ بنویسیم آن پایه خروجی و اگر ۰ بنویسیم ورودی تعریف می شود.

رجیستر نگهدارنده مقدار پورت (PORT) وقتی ما می خواهیم مقداری را به خروجی بدهیم و یا به بیان دیگر روی پایه هایی که خروجی تعریف کرده ایم مقدار بگذاریم. باید این مقدار را در رجیستر PORT بنویسیم.

رجیستر مقدار پایه های پورت (PIN) اگر بخواهیم آنچه روی پایه های AVR است را بخوانیم، باید رجیستر PIN را بخوانیم. در میکروکنترلرهای AVR پورت های زیادی برای انجام عملیات ورودی/خروجی وجود دارند. بسته به اینکه تراشه ی مورد نظر کدام عضو از خانواده ی AVR باشد، تعداد پورت ها، تعداد پایه های هر پورت و کاربرد پورت ها متفاوت خواهد بود. نامگذاری پورت ها با حروف بزرگ انگلیسی و با شروع از حرف A انجام می شود. مثلاً اگر تراشه ای ۴ پورت داشته باشد، داریم: PORTA، PORTB، PORTC و PORTD.

در قسمتی از فلوچارت سیستم، از محاسبه N و R استفاده شده که N می تواند عددی کسری یا صحیح باشد و در R که عددی ثابت است ضرب می شود و در نتیجه روی یک فرکانس قفل می شود که در این صورت باید با یک تاخیری در حد ۱ میلی ثانیه به ادامه روند برو و در صورتی که قفل انجام نگیرد دوباره این عدد کسری یا صحیح به صورت رندوم انتخاب شده و با عدد ثابت ضرب می شود تا قفل صورت گیرد. گاهی موقع لازم است برنامه برای مدت زمانی اجرا نشود، برای این کار از دستورات تاخیر استفاده می شود. زمانی که این قفل انجام گرفت LED روشن می شود تا نشانی از قفل شدن درست را به ما دهد و در صورت قفل نشدن همچنان خاموش باقی می ماند.

در قسمتی از سیستم به تولید پالس با استفاده از تکنیک پالس پرداختیم که در این بخش از فلوچارت دیده می شود. بعد از قفل شدن بر روی فرکانس مورد نظر و روشن شدن LED و تولید پالس باید چک شود که قفل همچنان باقی است یا نه که در صورت قفل بودن LED روشن باقی می ماند و در غیر این صورت روند به ادامه خود یعنی ارسال N و R می رود.

## ۷- محیط نرم افزار

در این سیستم از کامپایلر C برای ترجمه برنامه های AVR استفاده می کنیم. نام این کامپایلر CodeVision است. محیط نرم افزار C.V یک محیط گرافیکی یک پارچه می باشد که توسط شرکت ATMEL تولید شده است. این کامپایلر دارای یک ISP Programmer است که امکان انتقال کدهای برنامه به avr را بعد از انجام ترجمه به زبان ماشین فراهم می کند. این نرم افزار دارای قسمتی به نام CodeWizard است که به ما امکان می دهد قسمت های مختلف avr را بدون نیاز به نوشتن برنامه به صورت گرافیکی تنظیم کنیم. برای مثال تنظیم مربوط به پورت ها، تنظیماتی برای مبدل آنالوگ به دیجیتال، تایمرها و ... . این نرم افزار به حروف بزرگ و کوچک حساس است. حدکثر طول هر دستورالعمل ۲۵۵ کاراکتر است. از #define برای تعریف مقادیر ثابت در کل برنامه استفاده می کنیم. در این نرم افزار از دستورالعمل های مختلفی استفاده می شود که دستورالعمل

حلقه از جمله ی آن ها می باشد. While یکی از دستورالعمل های حلقه می باشد که مورد استفاده قرار گرفته است که یک دستورالعمل بی نهایت محسوب می شود.

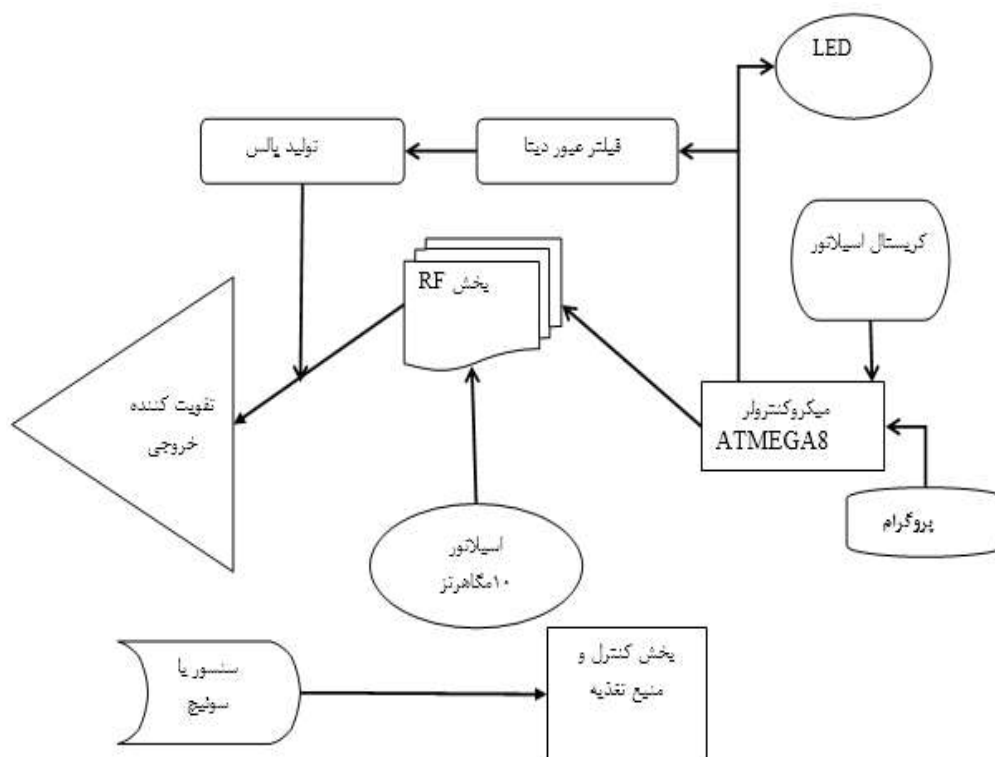
رجیستر TCCR<sub>X</sub> وظیفه کنترل کلیه تنظیمات واحد تایمر/کانتر را بر عهده دارد. این تنظیمات در کدویزارد نیز انجام می شود. رجیستر TCNT<sub>X</sub>، رجیستر ۸ بیتی است که مقدار شمارنده در هر لحظه را به صورت اتوماتیک در خود ذخیره می کند. این رجیستر امکان دسترسی مستقیم برای خواندن و نوشتن در شمارنده را فراهم می کند. به طوری که این رجیستر هنگام خواندن مقدار شمارش شده را برمیگرداند و به هنگام نوشتن مقدار جدید را به شمارنده انتقال می دهد. سپس نرم افزار نوشته شده را توسط پروگرامر به میکرو انتقال می دهیم و سیستم را راه اندازی می کنیم.

## ۸- عملکرد دستگاه

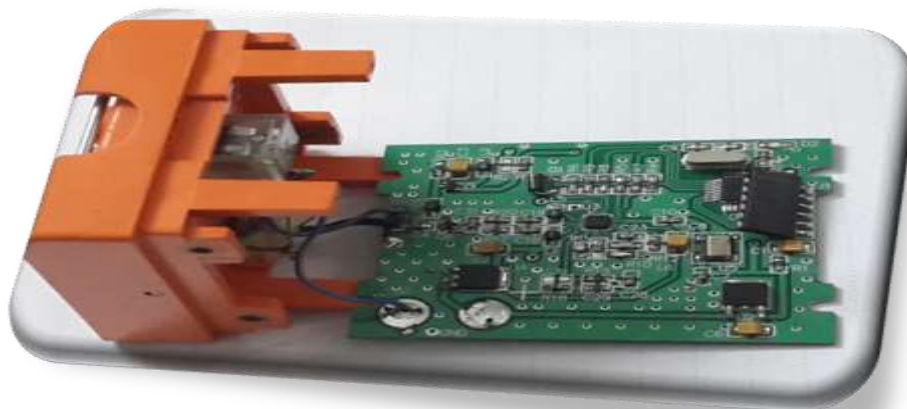
سیستمی که طراحی و ساخت آن انجام شده است سیستم هشداردهنده موقعیت هواپیما می باشد که برای تعیین موقعیت پرنده در مواقع اضطراری مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۵ و ۶). این سیستم، هم به صورت دستی و هم به صورت اتوماتیک می تواند فعال گردد. زمانی که این سیستم فعال می گردد فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز که صدایی شبیه آژیر آمبولانس دارد، روی آن به صورت مدولاسیون AM قرار می گیرد و توسط آنتن منتشر می شود. هارمونیک دوم این فرکانس، یعنی ۲۴۳ مگاهرتز نیز تشعشع می کند و در رادیوی پرنده ها قابل آشکارسازی است. این فرکانس، در تمام دنیا برای این کار اختصاص یافته و دریافت چنین پیامی، نشان از حادثه دارد و در اسرع وقت بایستی با استفاده از سیستم موقعیت یاب، مکان انتشار سیگنال را جستجو کرد.

این سیستم پس از اعمال شتاب ناگهانی یا فشردن سوئیچ، ولتاژ ۹ ولت باتری را به رگولاتورها و سپس به بخش RF و میکروکنترلر اعمال می کند. بخش RF خود از چندین قسمت تشکیل شده است که شامل سینی سائز، فیلتر حلقه، فیلتر هارمونیک پایین گذر می باشد. پس از اینکه میکروکنترلر توسط پورت پروگرامر با پروگرامر برنامه ریزی شد و توسط ولتاژ ۵+ ولت از رگولاتور بایاس شد دستور را به بخش RF می فرستد و بخش سینی سائز در یک حلقه ی قفل شده (PLL) عددی صحیح یا کسری را در عدد ثابت خود ضرب کرده و با ترکیب در اسیلاتور TCXO فرکانس هارمونیک مورد نظر را می سازد. این فرکانس دارای هارمونیک های اول و دوم و سوم و ... می باشد که هارمونیک اول و هارمونیک دوم مد نظر برای این سیستم است. به همین سبب در این بخش از فیلتر پایین گذر استفاده می شود تا فرکانس های بالای ۲۴۳ مگاهرتز (فرکانس مورد نظر ما) را حذف کنیم.

با توجه به برنامه نوشته شده در میکروکنترلر، از دستوری برای تولید پالس با استفاده از تکنیک پالس استفاده شده است که با توجه به گذر قطع و وصل، باید به صورت آژیر آمبولانس باشد. به همین خاطر از فیلتری برای عبور دیتای خود از میکروکنترلر بهره بردیم تا از بروز و ورود نویز جلوگیری به عمل بیاید. با توجه به اینکه عبور جریان به طور مستقیم نیز ممکن است ایجاد نویز کند و یا حتی به قطعات آسیب برساند، در این مسیر از دیودی برای محافظت استفاده کردیم. در این سیستم بخش کنترل و منبع تغذیه به تنهایی نقش مهمی را ایفا می کند، چون نگه داری و مصرف کم باتری امری حیاتی در اهداف این سیستم طراحی شده می باشد. به همین علت از قطعاتی استفاده کردیم که کمترین مصرف توان را داشته باشند و بتوانیم مصرف باتری را بهینه کنیم.



شکل ۵- نمایی از عملکرد دستگاه



شکل ۶- سیستم هشداردهنده موقعیت هواپیما

## ۹- روش تست

این دستگاه از چندین بخش تشکیل شده است [۱] بنابراین برای عیب یابی باید خروجی و ورودی هر بخش گرفته شود و مقادیر طبق توضیحات فوق باشد.

۱- ولتاژ باتری ها گرفته شود، حداقل باید ۷ ولت باشد.

۲- ولتاژ رگولاتور های بخشهای مختلف طبق نشریه باشد.

۳- موارد زیر چک شود:

۳-۱ سنسور ضربه عمل می کند؟

۳-۲ کلید سالم است؟

۳-۳ اتصال ها سالم و وصل می باشد؟

۴- بخش های اسیلاتور و سینتی سایزر و امپلی فایر با اسپکتروم آنالایزر چک شود.

۴-۱ باید فرکانس و توان طبق نشریه باشد.

۵- خروجی بخش تولید پالس بر روی ترانزیستور Q<sub>1</sub> با استفاده از یک اسیلوسکوپ قابل دیدن می باشد باید پالس های شارپ و در حال حرکت باشد. در صورت ایراد پالس یا صدای غیر استاندارد ترانزیستور Q<sub>1</sub> و در مرحله ی بعد آی سی U<sub>1</sub> تعویض گردد.

#### ۱۰- نتیجه گیری

در این تحقیق توانستیم با توجه به مطالعات انجام شده به طراحی و ساخت هشداردهنده موقعیت هواپیما بپردازیم که امید است در آینده از آن در ناوگان هوایی کشور استفاده کنیم تا موجب پیشبرد اهداف جمهوری اسلامی ایران گردد. از بررسی های انجام شده نتیجه گرفتیم که برای خرید قطعات باید به نکاتی توجه کنیم که بخشی از آن را در زیر آورده ایم:

۱- تطبیق انرژی مورد نیاز مصرف کننده بنا به مقدار خروجی تقویت کننده

۲- محدودیت و یا عدم محدودیت وزن دستگاه تقویت کننده

۳- بازده واقعی تقویت کننده

۴- محدودیت های گرمایی

۵- محدودیت فضا

۶- قیمت قطعه و دستگاه

۷- مقایسه با مورد های مشابه، ساخته شده توسط دیگر شرکت های سازنده

۸- خواندن مقالات انتقادی در مورد تقویت کننده ی انتخابی ما

که در نتیجه بررسی ها و تلاش های انجام شده سیستمی که طراحی و ساخت آن انجام شده است سیستم هشداردهنده موقعیت هواپیما می باشد که برای تعیین موقعیت پرنده در مواقع اضطراری مورد استفاده قرار می گیرد. این سیستم، هم به صورت دستی و هم به صورت اتوماتیک می تواند فعال گردد. زمانی که این سیستم فعال می گردد فرکانس ۱۲۱/۵ مگاهرتز که صدایی شبیه آژیر آنبولانس دارد، روی آن به صورت مدولاسیون AM قرار می گیرد و توسط آنتن منتشر می شود. هارمونیک دوم این فرکانس، یعنی ۲۴۳ مگاهرتز نیز تشعشع می کند و در رادیوی پرنده ها قابل آشکارسازی است. این فرکانس، در تمام دنیا برای این کار اختصاص یافته و دریافت چنین پیامی، نشان از حادثه دارد و در اسرع وقت بایستی با استفاده از سیستم موقعیت یاب، مکان انتشار سیگنال را جستجو کرد.

۱۱- مراجع

- [۱] نشریه های فنی (TECHNICAL ORDER) هواپیمایها، موجود در سازمان های نظامی (نیروی هوایی ارتش ج ۱۱)
- [۲] سایت پایگاه هوایی تبریز (<http://www.Tabriz-atc.com>)
- [۳] انجمن تخصصی ماهواره (<http://www.mahvareh.asia.ir>)
- [۴] R.Ludwig\_P.Bretchko, RF Circuits Design - Theory and Applications
- [۵] DAVID M.POZAR, Microwave Engineering, ۳<sup>rd</sup> edition, John Wiley and Sons, ۲۰۰۵
- [۶] یوسف زاده، ح. نیل کار، م. (۱۳۸۹) مرجع کامل میکروکنترلر، تبریز: آشینا: فن آذر
- [۷] فارغی، ک. (۱۳۸۹) آشنایی با تراشه های FPGA و زبان VHDL، کانون نشر علوم