جلد ۱

راهنمای عملکرد فرستنده رادیویی ده کیلووات موج متوسط

مدل: TK10MW-A

INSTRUCTION MANUAL

FOR

10KW MW BROADCAST TRANSMITTER

مقدمه:

امروزه طراحان و سازندگان سیستم های الکترونیکی از جمله فرستنده های رادیویی، اصولی را در اجراء عملکرد خود بعنوان یک راهکار عملی منطبق بر استانداردهای تعریف شده در ساختار ITU در نظر می گیرند تا به مشخصه های قابل قبول در ساخت این سیستم ها دست یابند.

از جملهٔ این اصول می توان به مواردی همچون بهره گیری از تکنولوژی پیشرفته، عیب یابی و تعمیرات آسان، قابل دسترس بودن بخش های مختلف، ماژولار بودن بردها، امکان بررسی مستمر پارامترهایی مانند جریان، ولتاژ و دمای بخش های مختلف بمنظور زمینه های پیش گیری از بروز عیب، قابلیت تبدیل به DRM، اجتناب از بکار گیری قطعات متنوع، بکار گیری کلیهٔ اصول ایمنی در فرستنده و نهایتا" فراهم نمودن امکان کنترل از راه دوررا مدنظر قرار می دهند.

تمامی این موارد در جهت نگهداری آسان همراه با رسیدن به مشخصه های فنی تعریف شده برای دستگاه بکار بسته می شود.

اینک در این راستا، تلاشمان براین بوده تا تمامی موارد فوق را در ساخت فرستنده مورد نظر بکار گیریم تا آنچه که حاصل می شود با استانداردهای ITU مطابقت داشته باشد و سیستم از یک پایداری مناسب در هنگام کارکرد برخوردار باشد.

فهرست:

صفحه

فصل اول ۱۱

اصول ایمنی ۱۲

فصل دوم ۲۸

۲-اطلاعات عمومی ۲۹

۲-۱-ساختار فرستنده ۲۹

۲-۲- مشخصات فنی فرستنده ۳۱

۲-۳- اطلاعات فنی فرستنده ۳۲

۲-۴-منابع تغذیه فرستنده ۳۳

۲-۴-۱- منبع تغذیه ولتاژ کم قدرت (L.V.) ۳۳

۲-۴-۲- منبع تغذیه ولتاژ پر قدرت (H.V.) ۳۴

۲-۵-مسیر PDM و RF ۳۶

۲-۵-۱- مسیر PDM ۳۶

۲-۵-۲- مسیر RF ۳۶

۲-۶- مسیرهای کنترل فرستنده ۳۸

۲-۷- مزایای فرستنده نسبت به فرستنده های مشابه ۴۴

۲-۷-۱- مانیتورینگ کامل سینی های قدرت ۴۴

۲-۷-۲- کنترل ولتاژ ۴۵

۲-۷-۳- کنترل سطح RF ۴۵

۲-۷-۴- ساختار فیزیکی ماژول ها ۴۶

۲-۷-۵- استفاده از سنسور اثر هال ۴۸

۲-۷-۶- مانیتورینگ مرکزی ۵۰

۲-۷-۷- سیستم کنترل از راه دور ۵۰

۲-۷-۸- سیستم آلارم ۵۲

۲-۷-۹- منبع تغذیه L.V. ۵۲

۲-۷-۱۰-مدار کنترل عدم تطبیق امپدانس ۵۳

۲-۷-۱۱- مزایای مکانیکی ۵۳

فصل سوم ۵۶

۳-شرح مدارات اکسایتر (Exciter) ۵۷

۳-۱- خلاصه شرح مدار بلوک دیاگرام ۵۷

۳-۲- واحدهای قدرت: (Power Units) ۵۹

۳-۳- بخش اکسایتر (Exciter) ۵۹

PDM ۶۲

۳-۳-۱- مدارPDM : (Pulse Duration Modulation) ۶۳

۳-۳-۱-۱- کانکتور مدارهای مولد و درایور PDM ۶۳

۳-۳-۱-۲- توزیع ولتاژهای تغذیهٔ کم‌قدرت به مدارهای PDM ۶۴

۳-۳-۱-۳- راه‌انداز مدولاسیون عرض پالس (PDM Driver) ۶۴
۳-۳-۱-۴- تقویت‌کننده بالانس به آن‌بالانس ۶۵
۳-۳-۱-۵- آشکارساز عبور از صفر ۶۷
۳-۳-۱-۶- مدار تشخیص Over Modulation ۶۹
۳-۳-۱-۷- آشکارساز سطح مدولاسیون ۶۹
۳-۳-۱-۸- مدارهای برش دهندهٔ صدا و فیلتر ۷۱
۳-۳-۱-۹- کنترلر سطح کریر ۷۳
۳-۳-۱-۱۰- مولد مدولاسیون عرض پالس (PDM Generator) ۷۵
۳-۳-۱-۱۱- مولد فرکانس صد کیلو هرتز ۷۵
۳-۳-۱-۱۲- مولد موج مثلثی ۷۶
۳-۳-۱-۱۳- مبدل موج مثلثی به ولتاژ ثابت ۷۷
۳-۳-۱-۱۴- تامین سیگنال‌های ورودی مولد PDM ۷۸
۳-۳-۱-۱۵- مدارتولید مدولاسیون عرض پالس (PDM) ۸۰
۳-۳-۱-۱۶- مدار کنترل کننده ۸۲
۳-۳-۱-۱۷- ارتباط مدارهای درایور و مولد PDM ۸۳
لیست قطعات برد PDM ۸۶
DDS ۸۹
۳-۳-۲- مدار DDS (Direct Digital Synthesiz) ۹۰

۳-۳-۲-۱- تشریح عملکرد مدارDDS: ۹۱
۳-۳-۲-۲-عملکرد کلیدهای کنترلی ۹۳
۳-۳-۲-۳- کانکتور مدار DDS: ۹۴
لیست قطعات برد DDS ۹۷
Exciter Interface ۹۸
۳-۳-۳- مدار رابط اکسایتر (Exciter Interface) ۹۹
۲-۳-۳-۱- کانکتورهای برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) ۹۹
۲-۳-۳-۲- تبدیل ولتاژهای تغذیهٔ کم‌قدرت ۱۰۲
۲-۳-۳-۳- تشخیص خطا در دامنهٔ PDM و Power Control: ۱۰۳
۲-۳-۳-۴- مدار کنترل آزاد سازی پالس PDM: ۱۰۶
۲-۳-۳-۵- تقویت سیگنال RF: ۱۰۸
۲-۳-۳-۵-۱ تقویت سیگنال DDS: ۱۰۹
۲-۳-۳-۵-۲ تقویت سیگنال RF-EXT: ۱۰۹
۲-۳-۳-۶- مدار اعلام OVER MOD: ۱۱۰
۲-۳-۷ کنترل عرض پالس PDM: ۱۱۰
لیست قطعات برد رابط اکسایتر ۱۱۳
Central Interface ۱۱۵
۳-۳-۴- مدار رابط مرکزی (Central Interface): ۱۱۶
۳-۳-۴-۱- کانکتورهای برد رابط مرکزی ۱۱۶
۳-۳-۴-۲- مدارتغذیه رابط مرکزی ۱۲۱

۳-۳-۴-۳- کنترل مدار رابط مرکزی ۱۲۲
۳-۳-۴-۳-۱-کنترل Internal، External، Air، و Arc: ۱۲۳
۳-۳-۴-۳-۲-کنترل RF Pre Amp.Fault: ۱۲۵
۳-۳-۴-۳-۳-کنترلPDM Erorr ۱۲۵
۳-۳-۴-۳-۴-کنترلPDM Fault ۱۲۵
۳-۳-۴-۳-۵-کنترل Power Good: ۱۲۶
۳-۳-۴-۳-۶-کنترل Power ON: ۱۲۶
۳-۳-۴-۳-۷-کنترلL.V.Reg. ۱۲۶
۳-۳-۴-۳-۸-کنترل Generator ۱۲۷
۳-۳-۴-۳-۸-کنترل VSWR ۱۲۸
۳-۳-۴-۳-۹-کنترل Meter(Pf) ۱۲۹
۳-۳-۴-۳-۱۰-کنترل Meter(Pr): ۱۲۹
۳-۳-۴-۳-۱۱-پورت های سریالTX و RX ۱۳۰
۳-۳-۴-۴- دستورات و یا فرمان ها ۱۳۳
۳-۳-۴-۴- ۱- فرمان ریست ۱۳۳
۳-۳-۴-۴- ۲- فرمان Standby ۱۳۵
۳-۳-۴-۴- ۳- فرمان Power ON: ۱۳۵
۳-۳-۴-۴- ۴- فرمان های Low، Medium و High: ۱۳۵
۳-۳-۴-۴- ۵- مدار فرمان معادل صفحهٔ LCD مرکزی: ۱۳۷
لیست قطعات برد رابط مرکزی (Central Interface) ۱۴۱

۵-۳-۳- برد رله Relay Board: ۱۴۲
لیست قطعات برد رله Relay Board ۱۴۳
فصل چهارم ۱۴۴
۴- مدارات توزیع کننده Divider Circuits: ۱۴۵
۴-۱-مدار پیش تقویت کنندهٔ RF (RF Pre Amplifier): ۱۴۵
۴-۱-۱- کانکتورهای برد مدار پیش تقویت کنندهٔ RF ۱۴۵
۴-۱-۲-مدار تغذیه برد پیش تقویت کنندهٔ RF ۱۴۶
۴-۱-۳-مدار تقویت کنندهٔ دامنه RF ۱۴۶
۴-۱-۴-مدار کنترل دامنهٔ RF (RF Control PreAmplifir): ۱۴۸
لیست قطعات برد پیش تقویت کنندهٔ RF (RF Pre Amplifier) ۱۵۱
۴-۲- مدار تقسیم کننده (Distributor) ۱۵۲
۴-۲-۱- کانکتورهای مدار تقسیم‌کننده ۱۵۲
۴-۲-۲- مدار ولتاژ 15 V+: ۱۵۵
۴-۲-۳- مدار تولید سیگنال RF ON: ۱۵۶
۴-۲-۴- مدار تقسیم پالس های PDM به سینی های قدرت (Power Units): ۱۵۶
لیست قطعات تقسیم کننده (Distributor) ۱۵۹
فصل پنجم ۱۶۰
Central LCD ۱۶۰
۵ - مونیتورینگ مرکزی فرستنده (Central LCD) ۱۶۱
۵-۱- بلوک دیاگرام فرستنده: ۱۶۱

۵-۱-۱- خطای PDM ۱۶۳
۵-۱-۱-۱- خطای عدم وجود پالس PDM (خطای PDM Fault) ۱۶۳
۵-۱-۱-۲- خطای عدم وجود پالس PDM (خطای PDM) ۱۶۷
۵-۱-۲-خطای DDS ۱۶۸
۵-۱-۳-خطای .L.V.Reg ۱۶۹
۵-۱-۴-خطای سیگنال RF در مدار پیش تقویت کنندهٔ اولیه .RF Pre Amp ۱۷۰
۵-۱-۵-خطای سینی های قدرت (Power Units) ۱۷۲
۵-۱-۶- خطای جرقه Arc ۱۷۲
۵-۱-۷- خطای VSWR ۱۷۳
۵-۱-۸- خطای فن ها Air Flow ۱۷۳
۵-۱-۹- خطای درب های فرستنده Int.Lock ۱۷۴
۵-۱-۱۰- خطای درب های خارج از فرستنده Ext.Lock ۱۷۴
۵-۱-۱۱- خطای منبع تغذیه ولتاژ کم قدرت .Power Supply L.V ۱۷۴
۵-۱-۱۲- خطای منبع تغذیه ولتاژ پر قدرت .Power Supply H.V ۱۷۵
۵-۲- نمایشگرهای رقمی ۱۷۵
۵-۲-۱- نمایشگرقدرت رفت و برگشت ۱۷۶
۵-۲-۳- نمایشگرولتاژ پرقدرت .H.V ۱۷۶
۵-۲-۴- نمایشگرولتاژ کم قدرت .L.V ۱۷۶
۵-۲-۵- نمایشگرفرکانس های RF و PDM و شمارنده تعداد خطاهای VSWR ۱۷۷
۵-۳- کلیدهای فرمان ۱۷۷

۱-۳-۵- کلید فرمان OFF ۱۷۷

۲-۳-۵- کلید فرمان Standby ۱۷۷

۳-۳-۵- کلید فرمان Low ۱۷۸

۴-۳-۵- کلید فرمان Medium ۱۷۸

۵-۳-۵- کلید فرمان High ۱۷۸

۶-۳-۵- کلید فرمان Increase ۱۷۸

۷-۳-۵- کلید فرمان Decrease ۱۷۸

۸-۳-۵- کلید فرمان Auto ۱۷۸

۹-۳-۵- کلید فرمان Service ۱۷۹

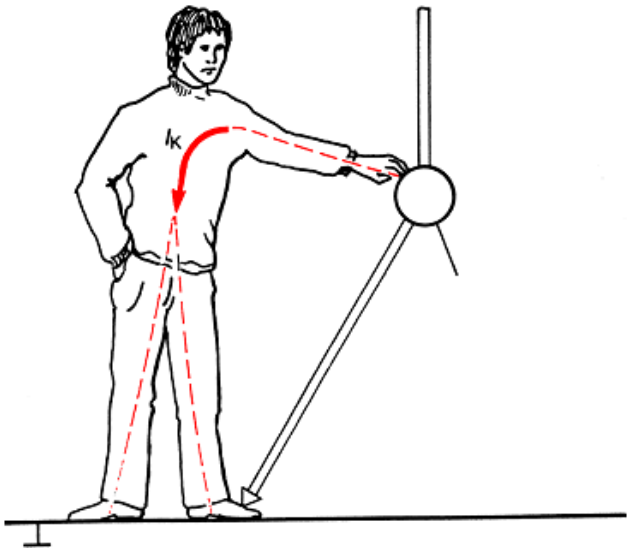
۱۰-۳-۵- دکمه قفل Lock ۱۷۹

۱۱-۳-۵- دکمه کمکی Help ۱۷۹

فصل اول

خطرات و اثرات برق گرفتگی در بدن انسان

و طریقه جلوگیری از آن



فصل اول

اصول ایمنی:

بدلیل اهمیت رعایت اصول ایمنی، که در واقع برای حفظ جان افراد بسیار مهم است، این بخش در ابتدای مباحث مربوط به فرستنده آمده است که کارکنان قبل از اقدام به هر گونه استفاده از تجهیزات برقی از جمله فرستنده، تمهیدات لازم را بکار گیرند به امید این که از بروزحادثه جانی جلوگیری بعمل آید.

ایمنی برق عمومی

در استفاده از سیستم های برقی از جمله فرستنده ها، اگر اصول ایمنی رعایت نشود ، خطر برق گرفتگی حتمی است. بنابراین قبل از دست زدن به سیم یا ادوات برقی جهت تعمیر و یا هر گونه بازرسی بایستی حتماً جریان برق در مدار قطع بوده و مطمئن باشید که جریان برق وجود ندارد و آزمایش وجود یا عدم وجود جریان برق توسط فازمتر صورت میگیرد.

بویژه در فرستنده ها از دشارژ بودن خازن های ولتاژ بالا مخصوصا" خازن های الکترولیتی مطمئن باشیم و پیوسته از سالم بودن عصاها و رله های زمین کن در این دستگاه ها اطمینان داشته باشیم.

جریان برق :

جریان برق را با واحد امپر نشان می‌دهند که بر سه نوع می‌باشد:

۱. جریان مستقیم(DC) : جریان برق حاصل از ژنراتورها و باطری ها از این نوع می‌باشد.

۲. جریان متناوب (AC):جریان برق شبکه شهری از این نوع می‌باشد.

۳. جریان فرکانس (RF): جریان خروجی فرستنده های رادیویی و تلویزیونی از این نوع می باشند.

ولتاژ برق :

اندازه گیری فشار الکتریکی رابا ولت نشان می‌دهند که در صنعت به سه دسته زیر تقسیم می شود:

۱. ولتاژ بالا که از ۶۵۰ ولت به بالا می‌باشد.

۲. ولتاژ متوسط که بین ۲۵۰ تا ۶۵۰ ولت می‌باشد.

۳. ولتاژ پائین که از ۲۵۰ ولت کمتر است.

توضیح : ولتاژ پائین از نظر ایمنی ولتاژ زیر ۴۰ ولت می‌باشد.

مقاومت الکتریکی :

مقاومت در برابر جریان الکتریسیته را مقاومت الکتریکی گویند و واحد اندازه گیری آن اهم می‌باشد.جدول زیر مقاومت بدن انسان را در مقابل جریان الکتریسیته نشان می‌دهد.

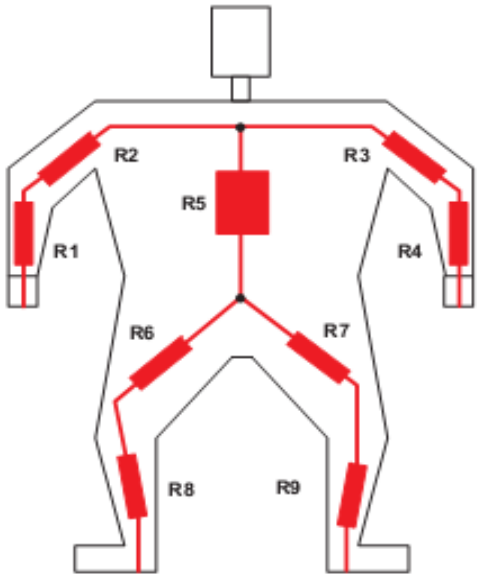
مقاومت بر حسب اهم	اجزای بدن
۱۰۰۰۰۰ تا ۶۰۰۰۰۰	پوست خشک
۱۰۰۰	پوست خیس
۴۰۰ تا ۶۰۰	دست و یا اندام داخلی
۱۰۰	گوش تا گوش

بارها اتفاق افتاده است که در اثر یک اشتباه و عدم دقت و رعایت نکردن اصول ایمنی، در حین کار با سیستم های برقی خسارات جانی ناگواری حتی برای مهندسین و افراد با تجربه پیش آمده که متاسفانه توام با مرگ بوده است.

ساختمان بدن انسان و هر جانور زنده در مقابل جریان برق از مقاومت های زیادی تشکیل شده است که بطور ساده می توان بشکل (۱-۱) نشان داد.

در این شکل ، همان گونه که مشاهده می شود هر قسمت از بدن یک مقاومتی دارد که کل مقاومت بدن انسان (Rm) از مجموعهٔ آن ها تشکیل می شود.

$$Rm=R1+R2+R3+R4+R5+R6+R7+R8+R9$$



شکل (۱-۱)

کم ترین مقاومت در عضلات و ماهیچه ها و آئورت می باشد و حساس ترین و ظریف ترین بخش مقاومت در بدن انسان مربوط به دریچه های قلب، کبد، ریه، غده و تیروئید می باشد.

بزرگ تری مقاومت هم در پوست و مویرگ هاست که در برابر جریان برق به سوختگی سوزناک و ناگوار منجر می شود

سیستم ارت وسایل برقی :

ازآنجائی که مقاومت سیم در برابر جریان برق از مقاومت بدن انسان کمتر است چنانچه دستگاه برقی ما بوسیله یک سیم به زمین وصل شود ، جریان برق از طریق این سیم به زمین منتقل خواهد شد.دستگاههای برقی سیار بوسیله سیمی که در دو شاخه آن تعبیه شده به پریز مخصوص متصل می گردد. برای دستگاهها و سازه های بزرگ باید تمامی کابلها به یک نقطه به نام چاه ارت EARTH PEAT متصل گردند.

فیوز :

وسیله ای است برای قطع جریان برق ، در حقیقت فیوز شیر اطمینان برق است. زمانیکه بار الکتریکی مدار بیش از مقدار مجاز باشد قبل از اینکه این امر باعث سوختن و یا جرقه الکتریکی در دستگاه بشود ،فیوز می‌سوزد.

انواع فیوزها :

۱. فیوز خط هوایی یا حلقه ای

۲. فیوز دو شاخه ای

۳. فیوز فشنگی

۴. فیوز اتوماتیک

۵. فیوز استوانه ای

باید توجه داشت که هر یک از این فیوزها برای جریان خاصی طراحی شده‌اند و استفاده نامناسب از آنها می تواند موجب آسیب رسیدن به شخص یا دستگاه گردد.

پاره‌ای از اصول اولیه ایمنی برق :

۱. قبل از شروع تعمیر وسایل برقی حتماً مجوز لازم را اخذ نمائید.

۲. قبل از شروع به کار (تعمیر) کلید اصلی برق شبکه را قطع نموده و درب جعبه تقسیم را قفل نمائید.

۳. چنانچه امکان قفل کردن جعبه وجود نداشته باشد، با در آوردن فیوز جریان را قطع نمائید.

۴. در صورت امکان برچسب تعمیرات نیز زده شود.

۵. فقط برقکاران و متخصصین اجازه کار بر روی دستگاه ها را دارند.

۶. تمامی دستگاه های برقی از جمله فرستنده ها و دستگاه های اندازه گیری باید دارای سیم ارت باشند.

۷. تمامی کابل های معیوب باید تعویض شوند.

۸. از هر کابل فقط یک انشعاب گرفته شود.

۹. تمامی دستگاهها باید دو شاخه داشته باشند.

۱۰. برای تعمیر یک وسیله برقی حتماً باید دو شاخه آنرا در آورید. و یا مطمئن شویم که کلید مسیر آن قطع است.

۱۱. در کارهای برقی هیچگاه شانسی عمل نکنید.

۱۲. هیچگاه دو شاخه را با کشیدن کابل از پریز جدا نکنید.

۱۳. هرگز یک سیم برق لخت را لمس نکنید.

۱۴. در زمان حفاری اگر به کابل برقی برخورد نمودید قبل از هر کاری به مسئولین اطلاع دهید.

۱۵. توجه داشته باشید که کار در زمین های مرطوب با وسایل برقی می تواند منجر به برق گرفتگی شود.

۱۶. فقط دستگاههایی که ولتاژ آنها کمتر از ۴۰ ولت باشد ، خطر برق گرفتگی در آنها کاهش یافته است.

۱۷. کابلهای برق که در مسیر عبور و مرور وسائط نقلیه هستند را حتماً باید از درون یک لوله یا چیزی شبیه آن عبور داد.

۱۸. برای هر دستگاه فیوز مناسب را استفاده نموده و فیوزهای سوخته را برای استفاده مجدد سیم پیچی نکنید.

۱۹. هیچگاه کابل دستگاهی که گیر کرده است را با فشار نکشید بلکه به آرامی آنرا رها کنید.

۲۰. توجه داشته باشید که آتش سوزی ناشی از برق را فقط باید با گاز یا پودر خاموش نمود ، استفاده از آب خطرناک است.

۲۱. در صورتی که قبل از شروع تعمیرات ، محیط ایمن سازی می‌شود باید پس از اتمام عملیات و برقرار کردن مدار ، علائم هشدار دهنده و بطور کلی تجهیزات ایمنی سازی محیط برداشته شود .

اقداماتی که برای نجات شخص برق گرفته می توان انجام داد عبارتست از :

۱- قطع مدار برق

۲- رها کردن شخص برق گرفته از مدار

۳- تنفس مصنوعی

۴- رساندن به پزشک

مرگ در اثر برق گرفتگی معمولاً نتیجه مستقیم دو چیز است :

ý بهم ریختن کار منظم قلب

ý متوقف شدن دستگاه تنفس

یک تماس جزئی با سیم یا وسایل برقی انسان را به سرعت نابود میکند و چنانچه مسیر برق گرفتگی از سمت چپ بدن یا از سمت سر باشد خطرناک تر است.

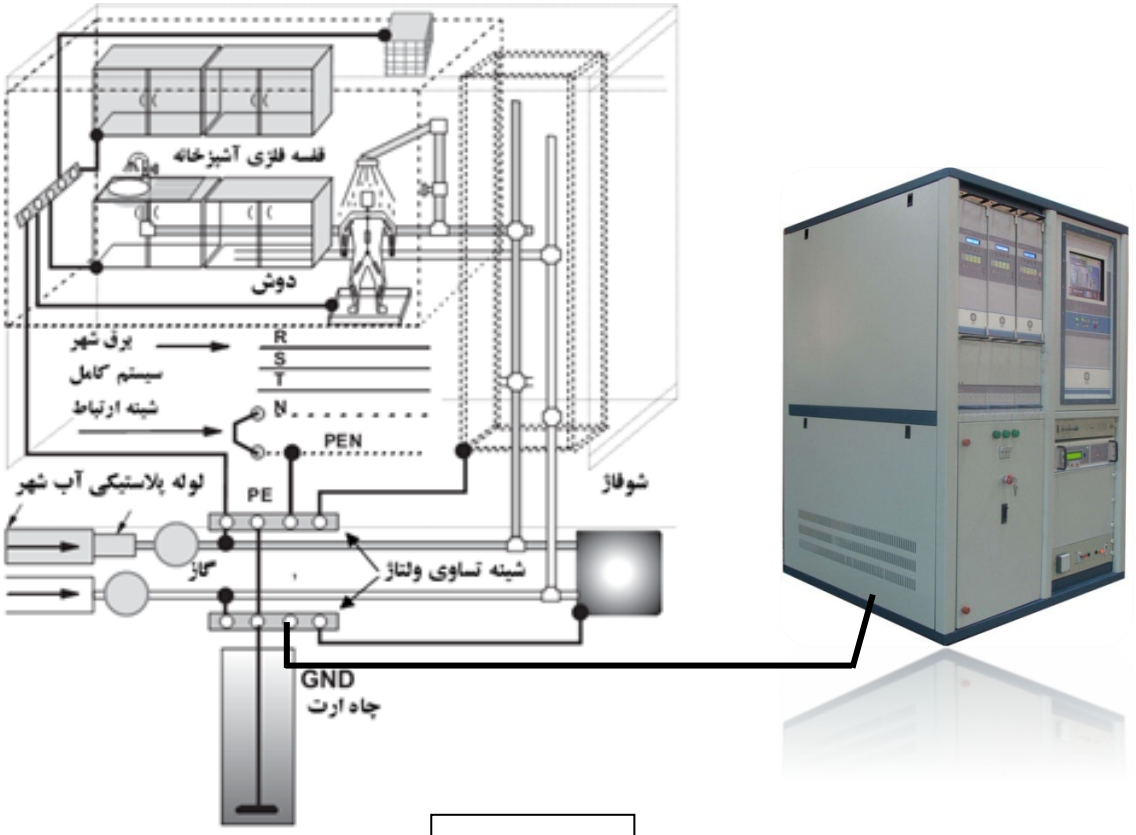
مسئله مهم در برق گرفتگی تنفس مصنوعی می باشد که باید در کمتر از ۳ دقیقه پس از برق گرفتگی با انجام این کار جریان تنفس را به حالت عادی بازگردانیم.

مصدوم را به پشت بخوابانید و بلوز کار یا کت خود را تا کنید و با قرار دادن آن زیر شانه ، بطوری که سر به عقب کشیده شود ، پهلوی سر مصدوم قرار گیرید و تنفس مصنوعی و ماساژ قلبی انجام دهید.

حداکثر ولتاژ ایمن به ولتاژ اسمی گفته می شود که در بین هادیها از ۴۲ ولت و در بین سیمهای فاز و نول مدارها از ۲۴ ولت تجاوز نکند . در مورد مدارهائی که زیر بار نیستنداین مقادیر به ترتیب نباید از ۵۰ و ۲۹ ولت تجاوز نماید (موثرترین نتیجه فرکانس ۶۰-۵۰ هرتز خواهد بود .)

ولتاژ تماسی ، بخشی از ولتاژ نشتی یا ولتاژ تخلیه شده به زمین می باشد که ممکن است در معرض تماس افراد قرار گیرد .

اتصال زمین یا سیستم ارت عبارت است از متصل کردن بدنه تجهیزات به نحوی که اطمینان حاصل شود درصورت هر گونه نقص الکتریکی ، ولتاژ فورا و بدون هیچگونه خطری به زمین تخلیه خواهدشد .



شکل (۱-۲)

در شکل فوق ارت کشی یک ایستگاه رادیویی را نشان می دهد که کلیهٔ تجهیزات مصرفی داخل ساختمان شیفت و همچنین دستگاه فرستنده از طریق سیم و تسمه به شینه های مسی وصل است و نهایتا" به چاه ارت وصل می گردد.

اگر به شکل (۱-۲) توجه شود، ملاحظه می گردد که هر دستگاه برقی سیم ویا تسمه مسی مجزا به شینه ها وصل گردیده است تا هدایت بخوبی صورت گیرد.

۲- مسئولیتها :

۴-۱- مسئولیت نگهداری صحیح و بازرسی قبل از شروع کار در خصوص کابلهای نرم (انعطاف پذیر) وسائل برقی قابل حمل و نقل بعهده کارگر و سرکارگر مربوطه است .

۴-۲- مسئولیت بازو بسته نمودن در تابلوهای برق و یا هرگونه تعمیر و یا تغییری در سیستم تابلوها و یا راه اندازی و برقراری مجدد جریان برق بعهده افراد ذیصلاح مجرب برقکار باید صورت گیرد.

۴-۳- مسئولیت علامتگذاری و تعیین مشخصات کلیه انواع قطع کننده های مدارهای برقی بایستی توسط کارشناسان مجرب انجام گیرد

۴-۴- مسئولیت بازرسی دوره ای و هرگونه تست و آزمایشی بر روی تجهیزات برقی از قبیل کابلها ، قطع کننده های مدار ، فیوزها ، کلیدها و ... و در نهایت رد یا قبول نمودن انها بعهده کارشناسان واحد برق است .

۳- روش اجرائی :

۵-۱- دستورالعمل ایمنی کار با تاسیسات و وسایل برقی :

۵-۱-۱- کلیه دستگاه ها و قطعات الکتریکی و الکترونیکی باید از نظر ایمنی مطابق با استانداردهای بین المللی باشند .

۵-۱-۲- کلیه قطعات الکتریکی و الکترونیکی باید در اندازه های مناسب و منطبق با کاری باشند که برای آنها درنظر گرفته شده و بویژه دارای خصوصیات زیر باشند :

الف) تحمل و استقامت مکانیکی کافی در شرایط کار را دارا باشند .

ب) در برابر عواملی چون آب ، گردو غبار ، گرمای الکتریکی و واکنشهای شیمیائی مقاوم بوده و آسیب پذیر نباشند .

۵-۱-۳- کلیه قسمتهای برقی باید طوری ساخته ، نصب و نگهداری شوند که از هر گونه خطر آتش سوزی و انفجار بدور باشند .

۵-۱-۴- کلیه دستگاه ها و قطعات الکتریکی و الکترونیکی باید طوری ساخته ، نصب و نگهداری شوند که از هر گونه خطر شوک الکتریکی مصون باشند .

۵-۱-۵- تجهیزات ایمنی فردی نظیر کفشها و دستکشهای لاستیکی نباید بعنوان عاملی مناسب برای تامین ایمنی در برابر خطر برق گرفتگی محسوب شوند .

۵-۱-۶- کاربرد و ولتاژ کلیه ادوات و انشعابات الکتریکی باید دقیقا مشخص و توسط علائم واضحی نشان داده شود .

۵-۱-۷- مدارها و ادوات الکتریکی یک واحد که ولتاژهای مختلفی دارند باید با مشخصه ها و علامات واضحی مانند رنگهای مختلف علامتگذاری شوند .

۵-۱-۸- وقتی نتوان کروکی تاسیسات را به وضوح تعیین و مشخص نمود مدارها و ادوات الکتریکی باید توسط برچسبها یا دیگر روشهای مقتضی و موثر مشخص و متمایز گردند.

۵-۱-۹- کلیه کسانیکه با تجهیزات برقی (الکتریکی) کار می کنند باید بطور کامل با خطرات ناشی از الکتریسیته آشنا شده و آموزش های لازم را گذرانده باشند .

۵-۱-۱۰- شبکه خطوط ارتباطی و مخابراتی نباید از مسیر خطوط الکتریکی ولتاژ متوسط یا ولتاژ قوی عبور داده شوند .

۵-۱-۱۱- برای محافظت تاسیسات الکتریکی در مقابل دریافت ولتاژهای بالا از دیگر تاسیسات باید تدابیر ایمنی کافی بعمل آید .

۵-۱-۱۲- در صورت لزوم و برای پیشگیری از خطر رعد و برق باید تدابیر لازم جهت حفاظت از دستگاه ها و قطعات الکتریکی و الکترونیکی بعمل آورده شود .

۵-۱-۱۳- آویزان نمودن لباس و یا دیگر وسایل از تابلوها و تجهیزات برقی ممنوع می باشد .

۵-۲- حفاظت در برابر تماس مستقیم و غیر مستقیم :

۵-۲-۱-در کلیه انواع تاسیسات الکتریکی باید برای حفاظت افراد در برابر تماس مستقیم یا غیرمستقیم با ولتاژهای بالا تدابیر ایمنی ویژه ای از قبیل اخذ مجوز کار ، شناسائی خطرات توسط کارشناسان واحد برق و ... بعمل آورده شود .

۵-۲-۲- باید بنا به نیازهای خاص شرایط مختلف کاری (نظیر محلهای مرطوب یا خیس ، کاردر داخل لوله ها ، تانکها و ... یک یا چند روش از انواع روشهای ذکر شده زیر اعمال گردد :

i. کشیدن حصار

ii. عایق کاری کامل (عایق دوبله – عایق تقویت شده)

iii. حداکثر ولتاژ ایمن

iv. ایزولاسیون ایمن (مانند ترانسهای ایزوله شده ایمن)

v. اتصال زمین سیم نول

vi. نول ایزوله شده

vii. اتصال زمین قسمتهای فاقد برق

viii. رله یا سوئیچی که در صورت هرگونه نشتی ولتاژ به زمین جریان را قطع کند (از انواع با حساسیت بالا)

ix. وسائل کنترل عایقها

x. کلیدهای قطع مدار به هنگام اتصال به بدنه یا زمین

xi. در صورت امکان استفاده از ولتاژ پائین DC

xii. استفاده از کابلهای سالم و بدون عیب

۵-۲-۳ – از هیچگونه سیم یا تجهیزات الکتریکی لخت و بدون روپوش نباید استفاده شود .

۵-۳- حصارها و پوششها :

۵-۳-۱- پوششها ، توریهای حفاظتی و حصارها باید از مواد غیر آتشگیر ساخته شده و دارای مقاومت مکانیکی کافی بوده و بطور محکم و مطمئن نصب شوند .

۵-۳-۲- جهت نصب پوشش و حصار بایستی اطمینان حاصل گردد که برقدار نخواهند شد .

۵-۳-۳- برداشتن و جابجائی حصارهای اطراف قسمتهای حامل جریان برق نباید بدون استفاده از ابزارهای خاص امکان پذیر باشد .

۵-۴- وسائل قطع کننده جریان :

۵-۴-۱- برای قطع جریان در کلیه هادیهای الکتریکی فعال در مواقع ضروری ، یک وسیله قطع کننده مرکزی باید پیش بینی گردد .

۵-۴-۲- به منظور قطع سریع جریان برق در کلیه هادیهای الکتریکی باید یک وسیله قطع کننده که دسترسی فوری به آن امکان پذیر باشد د رمدار کلیه ادوات الکتریکی تعبیه گردد .

۵-۴-۳- تاسیسات الکتریکی حتی الامکان باید به یک قطع کننده اتوماتیک جریان مجهز شوند تا در مواقع بروز نقص در تاسیسات جریان را قطع نماید .

۵-۵- لامپها :

۴-۵-۱- ارتفاع لامپهای روشنائی و اتصالات آنها از سطح زمین یا کف حتی الامکان باید کم تر از ۲ متر نباشد.

۵-۶- تجهیزات ضد اشتعال :

۵-۶-۱- در محلهائی که دارای مواد یا جو آتشزا بوده یا مستعد آتشزائی و انفجار می باشند فقط باید از کلیدها ، اتصالات ، روشنائی و تجهیزات الکتریکی ضد تولید جرقه(Intrinsic safe) مخصوص چنین محل هائی استفاده گردد .

۵-۷- هشدارها :

۵-۷-۱- برای جلب توجه عمومی بایستی اطلاعیه یا اطلاعیه هائی با مضمون های زیر در محلهای مناسب نصب کرد :

a) ورود افراد غیر مجاز و متفرقه به محلهای تاسیسات الکتریکی ممنوع

b) هرگونه تعمیر و یا دستکاری تاسیسات الکتریکی توسط افراد غیر مجاز ممنوع

c) روشهای مقابله با آتش سوزی در هنگام بروز حریق

d) روشهای نجات افراد برق گرفته و کمکهای اولیه به افرادی که دچار برق گرفتگی شده اند

e) مشخص نمودن افراد معینی برای مقابله با خطرات الکتریکی احتمالی و اعلام نحوه ارتباط با آنها

f) شماره تلفنهای اضطراری سوانح

۵-۸- سیمهای برق :

۵-۸-۱- کلیه سیمهای برق باید دارای روپوش عایق بوده و از پیچیده شدن آنها بدوراشیاء تیز و برنده اکیدا جلوگیری شود .

۵-۸-۲- سیمهای نول ، حفاظت کننده و جبران کننده باید به وضوح از سایر سیمها متمایز شوند .

۵-۸-۳- سیمهای هوائی باید دارای نگهدارنده های مقاوم بوده و در ارتفاعی قرار داشته باشند که با افراد و اشیائی که در زیرجابجا می شوند برخورد ننمایند .

۵-۸-۴- تیرهای هدایت کننده سیمهای برق یا تجهیزات الکتریکی باید بطور مطمئن به زمین یا هر پایه محکم دیگری متصل شده باشند .

۵-۸-۵- هنگام پائین آوردن سیم ازروی تیرها ، تیرها بایدطوری مهار شوند که دراثر تکانهای وارده منحرف نشوند.

۵-۸-۶- سوئیچها ، فیوزها ، سرپیچها و پریزهای سیم کشی هائی که در فضای آزاد انجام شده اند باید کاملا ایزوله شده و تماس با آنها غیر ممکن باشد .

۵-۸-۷- سیم کشی های هوائی برق ۴۴۰ ولت و بیشتر باید در محلهای تقاطع با جاده ها و مسیرهای حمل و نقل دارای ارتفاع کافی از سطح زمین باشند .

۵-۸-۸- سیم کشیهائی که در ارتفاع کمتر از ۲/۵ متر (۸ فوت) از سطح زمین یا کف کارگاه واقع شده اند باید حصارکشی شده یا در داخل لوله هائی از جنس فولاد یا هر ماده دیگر که در برابر ضربه و صدمات ناشی از آن استحکام کافی داشته باشند ، قرار داده شوند .

۵-۸-۹- سیم کشیهای موقت حتی الامکان نباید مسیر خطوط برق ، تلفن یا آنتن فرستنده را قطع نمایند .

۵-۸-۱۰- سیمهائی که از درون زمین عبور داده میشوند فقط باید از جنس سیمهای محکم و بادوام بوده و بایستی در برابر ضربات ناشی از وسائل نقلیه ، تجهیزات مکانیکی ، خاک برداری و غیره محافظت شوند . جهت عملیات خاک برداری د رمناطقی که سیم برق قبلا درون زمین قرار گرفته شده اخذ مجوز کار الزامی است .

۵-۸-۱۱- کابلهای فشار قوی هرگز نباید با دست های لخت لمس شوند و برای گرفتن آنها باید از دستکش های مخصوص عایق برق استفاده گردد .

۵-۸-۱۲- ریل هائی که بعنوان نیروی محرکه برقی برای حرکت جراثقالها و غیره بکار می روند باید دارای قابلیت قطع جریان برق باشند .

۵-۸-۱۳- اگر تعدادی از ماشین آلات از یک ریل مشترک تغذیه می کنند ، هر ماشین باید بطور مستقل قابلیت قطع ارتباط از تمامی فازها را داشته باشد .

۵-۹- کابلهای نرم (انعطاف پذیر) :

۵-۹-۱- اگر برای اتصال به خطوط اصلی نیاز به اتصالات دوشاخه و پریز باشد این اتصالات باید :

الف) بطور صحیح جفت شوند

ب) بطور صحیح طراحی شده باشند

۵-۹-۲- کابلهای نرم وسائل برقی قابل حمل و نقل

الف) درصورت وجود سیستم اتصال به زمین در شبکه سیم کشی ، کابلهای انعطاف پذیر باید دارای سیستم ارت باشند

ب) با استفاده از فنر فولادی ، لوله لاستیکی یا سایر وسائل مناسب باید از گره خوردن یا تاب برداشتن سیم در ناحیه ورودی سیم به دستگاه جلوگیری شود .

۵-۹-۳- در وسائل دستی و در صورت امکان در وسایل قابل حمل و نقل برقی باید از کابلهای انعطاف پذیر ساده استفاده شود .

۵-۹-۴- کلیه کالهای نرم باید بخوبی مراقبت شده و اتصال آنها به یکدیگر نباید بدون استفاده از دو شاخه و پریز انجام شود .

۵-۹-۵- برای بلند کردن ابزارهای پرتابل (قابل حمل) از روی زمین نباید سیم آنها را کشید .

۵-۹-۶ – کابلهای نرم را نباید در روی سطوح چرب یا آغشته به مایعات خورنده قرار داد .

۵-۱۰- تجهیزات الکتریکی :

۵-۱۰-۱- وسائل کنترل کننده نظیر کلیدها ، فیوزها و قطع کننده های مدار نباید در محلهائی که مایعات قابل اشتعال و مواد قابل انفجار یا گازهای قابل اشتعال وجود دارد نصب گردند ، مگر آنکه برای چنین منظورهائی ساخته شده باشند

۵-۱۰-۲- موتورها ، تجهیزات توزیع برق و کلیدها باید در برابر چکیدن و پاشیدن آب محافظت شوند .

۵-۱۰-۳- افراد غیر مجاز نباید دراتاقهائی که تجهیزات الکتریکی قرار دارند تردد نمایند .

۵-۱۱- ترانسفورماتورها :

۵-۱۱-۱- ترانسفورماتورهای روغنی که در فضای آزاد و روی زمین قرار داده می شوند باید :

الف) در محلی عاری از مواد قابل اشتعال نصب شوند .

ب) پائین تر از سطح زمین قرارداده شده و یا دورآنها به نحوی محصور شود که روغن ریخته شده از آنها در سطح زمین پخش نگردد .

۵-۱۱-۲- ترانسفورماتورهای نصب شده در روی دکلها باید حداقل ۴/۵ متر (۱۵ فوت) بالاتر از سطح زمین نصب شوند .

۵-۱۱-۳- ترانسفورماتورهای نصب شده بر روی دکلها که کمتر از ۴/۵ متر (۱۵ فوت) از سطح زمین فاصله دارند باید بطور مناسبی توسط حصار یا سایر وسائل موثر محصور شوند .

۵-۱۲- شبکه اتصالات (صفحه کلیدها) :

۵-۱۲-۱- شبکه اتصالات حتی المقدور باید بوسیله فلز ، پلاستیک یا سایر مواد مناسب محصور شود . در صورت استفاده از فلز بایستی آنرا به سیستم ارت وصل نمود .

۵-۱۲-۲- اگر از شبکه های نوع روباز استفاده می شود :

a) کلیه قسمتهای برقدار باید بطور مناسب در برابر تماس تصادفی توسط حفاظ یا نصب در ارتفاع محافظت شوند

b) در اطراف قسمتهای برقدار باید فضای کافی برای کار منظور گردد .

c) شبکه اتصالات ومجموعه ترانسفورماتورها و سایر دستگاهها باید بطور مناسب محصور شوند .

۵-۱۲-۳- تنها افراد ذیصلاح برقکار مجاز به باز نمودن در تابلوهای برق می باشند .

۵-۱۳- قطع کننده های مدار :

۵-۱۳-۱- قطع کننده های مدار باید عمل قطع و وصل را بطور کامل و دقیق انجام دهند .

۵-۱۳-۲- مشخصات اصلی این قطع کننده ها باید بطور واضح در روی آنها علامت گذاری شود .

۵-۱۳-۳- جز در مدارهای با ولتاژ بسیار پائین ، کلیه قطبهای برقدار باید بطور مناسب عایق کاری شوند .

۵-۱۳-۴- قطع کننده های مدار نباید بطور تصادفی توسط نیروی جاذبه یا ضربه مکانیکی با یا بسته شوند .

۵-۱۴- فیوزها :

۵-۱۴-۱- اطلاعات مربوط به میزان عبور جریان از فیوز ، نوع فیوز از نظر قطع کنندگی سریع یا با تاخیر و قدرت قطع کنندگی باید بر روی فیوزها مشخص شده باشد .

۵-۱۴-۲- برای جلوگیری از آسیب افراد در هنگام بیرون آوردن یا نصب فیوزها بخصوص عدم تماس آنها با قسمت های برقدار مجاور باید اقدامات حفاظتی موثر بعمل آید .

۵-۱۵- کلیدهای قطع و وصل :

۵-۱۵-۱- کلیه کلیدها باید بطور ایمن محصورشده باشند .

۵-۱۵-۲- کلیدها باید طوری نصب و اتصال زمین شوند که هنگام کار خطری ایجاد نکنند .

۵-۱۵-۳- اگر امکان بسته شدن کلیدها توسط نیروی جاذبه وجود داشته باشد در این صورت باید به قفلی مجهز شوند که آنها را بازنگهدارد .

تذکر :درخصوص قطع کننده ها ، فیوزها و کلیدهای قطع و وصل می بایستی بازرسی دوره ای توسط کارشناسان واحد برق بطور مرتب انجام پذیرد .

۵-۱۶- موتورها :

۵-۱۶-۱- کلید موتورها باید به کلید قطع و وصل مجهز شوند .

۵-۱۶-۲- اگر موتوری در بیش از یک محل کلید قطع و وصل داشته باشد ، در این صورت حتی الامکان باید یک کلید قطع کننده د رنزدیکترین نقطه مجاور موتور نصب گردد .

۵-۱۶-۳- موتورها باید طوری نصب شوند که در حین کار به اندازه کافی خنک شوند .

۵-۱۶-۴- موتورها باید به نحوی موثر در برابر جریانهای اضافی محافظت شوند .

۵-۱۷- اتصالات :

۵-۱۷-۱- نقاط اتصال یا انشعاب هادی ها و نیز محل ورود هادیها به داخل دستگاه ها باید :

الف) بطور مکانیکی محافظت شوند .

ب) به روش صحیح و مقاوم عایق کاری شوند .

۵-۱۷-۲- اتصال ، انشعاب یا ورودیها به داخل دستگاهها باید با استفاده از جعبه های تقسیم ، رابطها ، بوشها ، بستها یا دیگر وسایل اتصال دهنده مشابه انجام شود .

۵-۱۷-۳- برای اتصال کابل ها به یکدیگر حتی الامکان باید از جعبه تقسیم یا اتصال دو شاخه و پریز استفاده نمود .

۵-۱۷-۴- برای اتصال قسمت هائی از یک سیم به یکدیگر یا یک سیم به سیم دیگر و یا به دستگاه باید ازروش هائی چون پیچ کردن ، گیره زدن ، لحیم کاری ، پرچ کاری ، جوش برنج ، کنگره دادن و یا دیگر روشهای مشابه استفاده نمود .

۵-۱۷-۵- جعبه های تقسیم و هادی ها حتی الامکان باید در برابر صدمات ناشی از حمل و نقل و عبور و مرور ، افتادن بر روی زمین ، آب و دیگر منابع خطر آفرین محافظت شوند .

۵-۱۷-۶- هنگام اتصال کابل های حفاظت شده به یکدیگر ، جعبه تقسیم باید طوری کابلها را به هم متصل نماید که روکش حفاظتی کابل ها توسط قیدهای هدایت کننده مناسبی بهم وصل گردد .

۵-۱۸- تجهیزات برقی قابل حمل و نقل (توسط دست یا چرخ) :

۵-۱۸-۱- بطور معمول ولتاژ برق مصرفی وسائل الکتریکی دستی نسبت به زمین نباید بیش از ۲۵۰ ولت باشد .

۵-۱۸-۲- تجهیزات قابل حمل و نقل (بادست یا چرخ) باید مجهز به کلید قطع و وصل توکار شوند .

۵-۱۸-۳- در اتمسفرهای قابل اشتعال و انفجار نباید از ابزارهای برقی قابل حمل و نقل استفاده نمود مگر آنکه سیستم آنها برای استفاده در چنین مکانهائی مناسب باشد .

۵-۱۸-۴- حباب چراغهای سیار دستی باید توسط پوشش مناسب در برابر خطر شکستن و تماس افراد با آن محافظت شود .

۵-۱۸-۵- سرپیچ لامپهای سیار باید دارای مشخصات زیر باشند :

الف) کلیه قسمتهائی که جریان برق از آن عبور می کند بسته و محصور باشد .

ب) دارای دستگیره عایق برق باشد .

۵-۱۹- بازرسی ، تعمیر و نگهداری :

۵-۱۹-۱- برای اطمینان از مناسب بودن وسائل الکتریکی جهت انجام کار مورد نظر ، تمامی آنها باید قبل ازاستفاده بازرسی شوند .

۵-۱۹-۲- فردی که از وسائل الکتریکی استفاده می کند باید در آغاز هر شیفت تجهیزات و سیمها خصوصا کابلهای قابل انعطاف را بصورت ظاهری آزمایش نماید .

۵-۱۹-۳- هادی ها و تجهیرات الکتریکی فقط باید توسط متخصصین برقکار تعمیر شوند .

۵-۱۹-۴- حتی الامکان نباید هیچگونه عملیاتی بر روی تجهیزات و سیمهای برقدار انجام شود .

۵-۱۹-۵- قبل از انجام هرگونه عملیات برروی هادیها و تجهیزاتی که نیازی به برقدار بودن آنها در حین انجام عملیات نیست اقدامات زیر به اجرا گذاشته شود :

a) جریان برق قطع گردد .

b) احتیاط های لازم بعمل آید تا از برقراری مجدد جریان برق جلوگیری شود .

c) هادی ها و تجهیزات از نظر بدون برق بودن آزمایش شوند .

d) تجهیزات و هادی ها را اتصال به زمین کرده و بصورت اتصال کوتاه درآورد .

e) برای جلوگیری از برخورد تصادفی ، قسمت های برقدار مجاور بطور مناسب محافظت شوند .

۵-۱۹-۶- بعد از اتمام کار برروی هادی ها و تجهیزات ، برقراری مجدد جریان برق فقط باید با دستور فردی ذیصلاح انجام شود .

۵-۱۹-۷- برقکاران باید مجهز به ابزار مناسب و کافی و وسائل حفاظت فردی نظیر دستکش و زیر پائی لاستیکی شده و ولتاژ مورد نیاز برای کارشان بطور صحیح تامین گردد .

۵-۱۹-۸- کلیه هادی ها و تجهیزات را باید برقدار فرض نمود مگر آنکه خلاف آن به اثبات برسد .

۵-۱۹-۹- هرگونه تعمیر بر روی تجهیزات و وسائل برقی بایستی با نظارت و اجرای افراد مجرب برقکار انجام گیرد.

۵-۲۰- کار در مجاورت تاسیسات الکتریکی :

۵-۲۰-۱- قبل از شروع کا ردرمجاورت هادی ها یا تاسیسات الکتریکی ، کارفرما باید ولتاژ عبوری را تعیین نماید تا افراد و تجهیزات در فاصله ای ایمن از هادیها یا تاسیسات قرار گرفته و کار کنند .

۵-۲۰-۲- هیچگونه عملیاتی نباید در محدوده خطرناک هادیها و تاسیسات برقی انجام شود مگر آنکه برق آنها قطع شده باشد .

۵-۲۰-۳- قبل از شروع کارمسئولین برق باید تائید نمایند که برق هادی ها و تاسیسات قطع شده است .

۵-۲۰-۴- قبل از برقراری مجدد جریان برق سرپرست کارباید مطمئن شود که کلیه کارگران محل کار را ترک نموده اند.

۵-۲۰-۵- اگر قطع جریان برق در هادی ها و تاسیسات مجاور عملیات امکان پذیر نباشد در این صورت باید برای جلوگیری از خطر ، تدابیر لازم اتخاد و به کارگران دستورالعملهای خاص داده شود .

۵-۲۰-۶- اگر در مجاورت هادی ها و تاسیساتی که امکان قطع برق انها وجود ندارد از تجهیزات متحرک استفاده می شود، حرکت این تجهیزات باید طوری کنترل شود که فاصله ایمن از هادیها و تاسیسات حفظ گردد .

فصل دوم

اطلاعات عمومی فرستنده

۲–اطلاعات عمومی

۲–۱–ساختار فرستنده:

این فرستنده از بخش های زیر تشکیل شده است:

۲-۱-۱-منابع تغذیه (شامل: کم قدرت و پرقدرت)

۲-۱-۲- اکسایتر {شامل بردهای: DDS (مولد سیگنال RF)، PDM (مولد سیگنال عرض پالس) ، رابط اکسایتر (Exciter Interface) و رابط کنترل مرکزی(Central Interface) }

۲-۱-۳-مسیر RF

۲-۱-۴-مسیر PDM

۲-۱-۵-سینی های قدرت (Power Unit)

۲-۱-۶-خروجی فرستنده (شامل: کمباینر، فیلتر و نونه گیرهای RF)

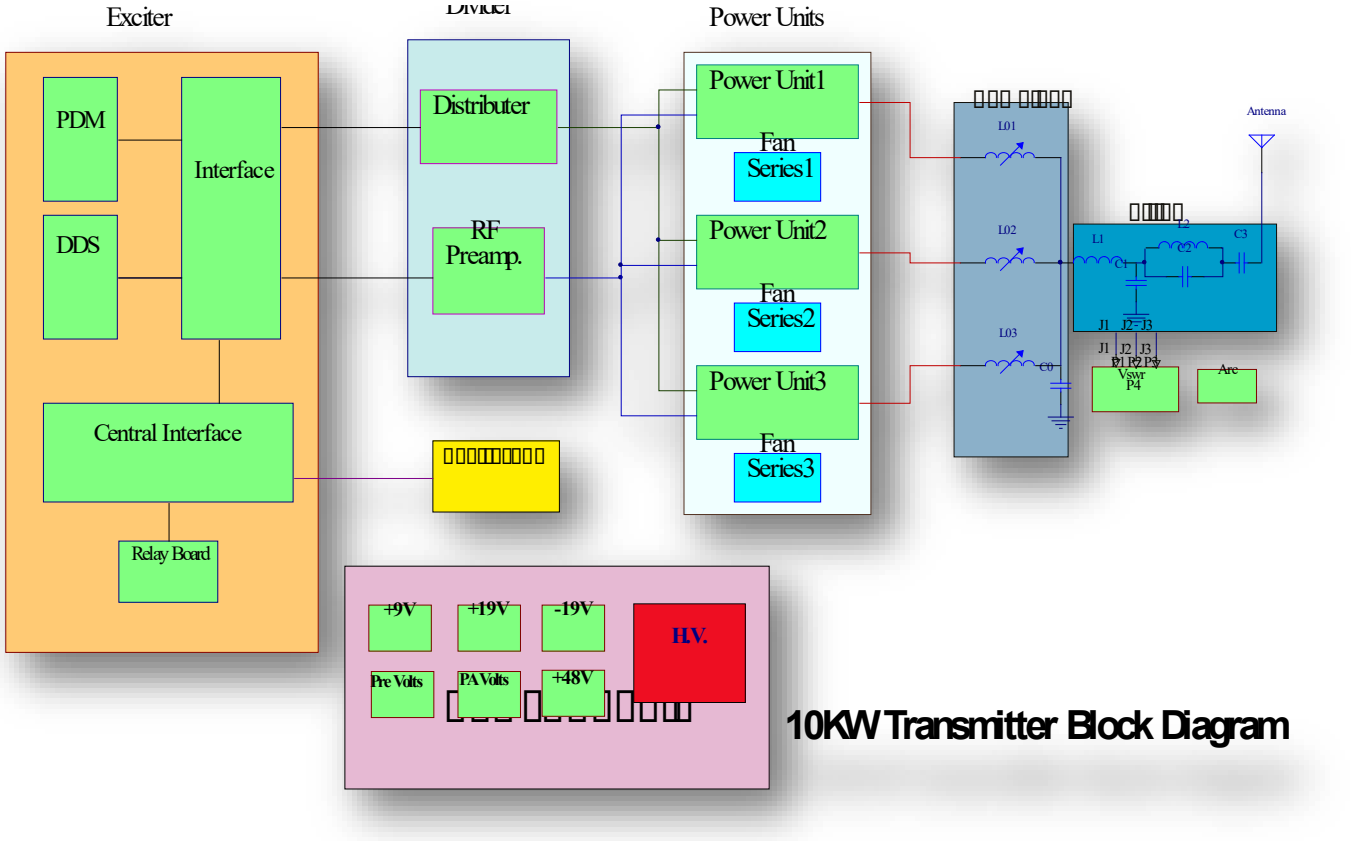
۲-۱-۷-سیستم کنترل و مونیتورینگ (شامل: کنترل های آنالوگ و دیجیتال و LCD)

۲-۱-۸-سیستم خنک کنندگی (شامل: فن های کم صدای ۴۸ ولت)

۲-۱-۹-سیستم آلارم قطع صدا و RF

۲-۱-۱۰-مدار کنترل عدم تطبیق امپدانس در خروجی فرستنده

شکل زیر بلوک دیاگرام کلی یک فرستنده را نشان می دهد.



شکل (۲-۱) بلوک دیاگرام کلی فرستنده

۲-۲- مشخصات فنی فرستنده:

- توان فرستنده : ۱۰ کیلووات
- قدرت خروجی : در سه سطح ، قابلیت انتخاب بر روی فرستنده می باشد :

  قدرت کم - متوسط - بالا

- قابلیت تنظیم قدرت از ۱۰۰ وات تا ۱۰ کیلووات
- ترانزیستوری
- مدولاسیون عرض پالس PDM
- قابلیت تبدیل به DRM
- نگهداری وتعمیرات راحت و آسان و عیب یابی سریع
- قابلیت برنامه ریزی و تغییرات در مدارها
- راندمان بالا در کل سیستم
- دارای کیفیت و پایداری بالا
- تغییر فرکانس سریع و آسان
- شروع به کارفن ها در وضعیت standby و خاموش شدن آنها پس از سه دقیقه بعد ازخاموش شدن فرستنده
- دسترسی آسان به کلیه بردها
- مطابق با مشخصات استاندارد فرستنده ها

۲-۳- اطلاعات فنی فرستنده:

- باند فرکانس : ۵۳۱ تا۱۶۲۰ کیلو هرتز
- امپدانس خروجی : ۵۰ اهم غیر بالانس
- امپدانس ورودی صدا : ۶۰۰ اهم بالانس
- میزان صدای ورودی : ۱۰dBm+ نرمال (قابلیت تنظیم از dBm ۰ تا dBm ۱۲+)
- پاسخ فرکانسی صدا : dBm ۰.۵ ± (از ۶۰ تا ۱۰۰۰۰ هرتزدر ۱۰۰۰ هرتز به عنوان مرجع)
- دیستورشن فرکانس صدا : بهتر از ۱٪ در ۹۰٪ مدولاسیون
- قابلیت پذیرش مدولاسیون : ۱۲۵٪ مدولاسیون در پیک مثبت
- پایداری فرکانس کریر : ۱± هرتز
- انحراف ازفرکانس کریر : بهتر از۱٪
- نسبت سیگنال به نویز : بهتر از dB ۶۰ در ۱۰۰٪ مدولاسیون در فرکانس۱۰۰۰ هرتز
- راندمان : بهتر از ۸۵ ٪ درکل فرستنده

  بهتر از ۹۳ ٪ در طبقه آخر

- دمای محیط : از۱۰ - تا ۵۵+ درجه سانتیگراد

۴-۲-منابع تغذیه فرستنده:

در این فرستنده دو منبع تغذیه وجود دارد:

۱- منبع تغذیه ولتاژ کم قدرت (.L.V)

۲- منبع تغذیه ولتاژ پر قدرت (.H.V)

۲-۴-۱- منبع تغذیه ولتاژ کم قدرت (.L.V):

همانگونه که در شکل (۲-۲) ملاحظه می گردد، مسیرهای تغذیه .L.V و همچنین .H.V در فرستنده 10KW مشخص شده است.

کلیهٔ منابع تغذیه ولتاژ کم قدرت (.L.V) که شامل: ۹+ ولت، ۱۹+ ولت، ۱۹- ولت، Pre Volts ، PA Volts و ۴۸+ ولت می باشند، بردهای مولد ولتاژ و کنترل های مربوطه در داخل یک جعبه کشویی نصب گردیده اند که به آسانی قابل دسترسی می باشند.

ولتاژهای ۹+ ولت، ۱۹+ ولت و ۱۹- ولت، جهت تغذیه به رابط اکسایتر (Exciter Interface) اعمال می شود.

این ولتاژها در برد رابط اکسایتر به ولتاژهای ۵+ ولت، ۱۵+ ولت و ۱۵- تبدیل می شوند و مدارات مربوط به بردهای DDS و PDM را تغذیه می نماید.

همچنین نمونه ای از ولتاژهای ۹+ ولت و ۱۹+ ولت نیز به برد Central Interface اعمال می شود تا مدارات این برد را تغذیه نماید ضمن اینکه نمونه ای از ولتاژ ۱۹+ ولت از طریق همین برد به مدارات V_{SWR} اعمال می شود.

از سوی دیگر ولتاژهای ۹+ ولت، ۱۹+ ولت و ۱۹- ولت، Pre Volts و PA Volts جهت تغذیه به برد تقسیم کننده (Distributer) ارسال می شود.

از طریق این برد ولتاژهای ۹+ ولت، ۱۹+ ولت و ۱۹- ولت و PA Volts که بین ۶۰ تا ۹۰ ولت قابل تنظیم است، به سینی های قدرت (Power Unit) اعمال می شود تا مدارات این بخش را تغذیه نماید که در این مورد در بخش های بعدی توضیح خواهیم داد.

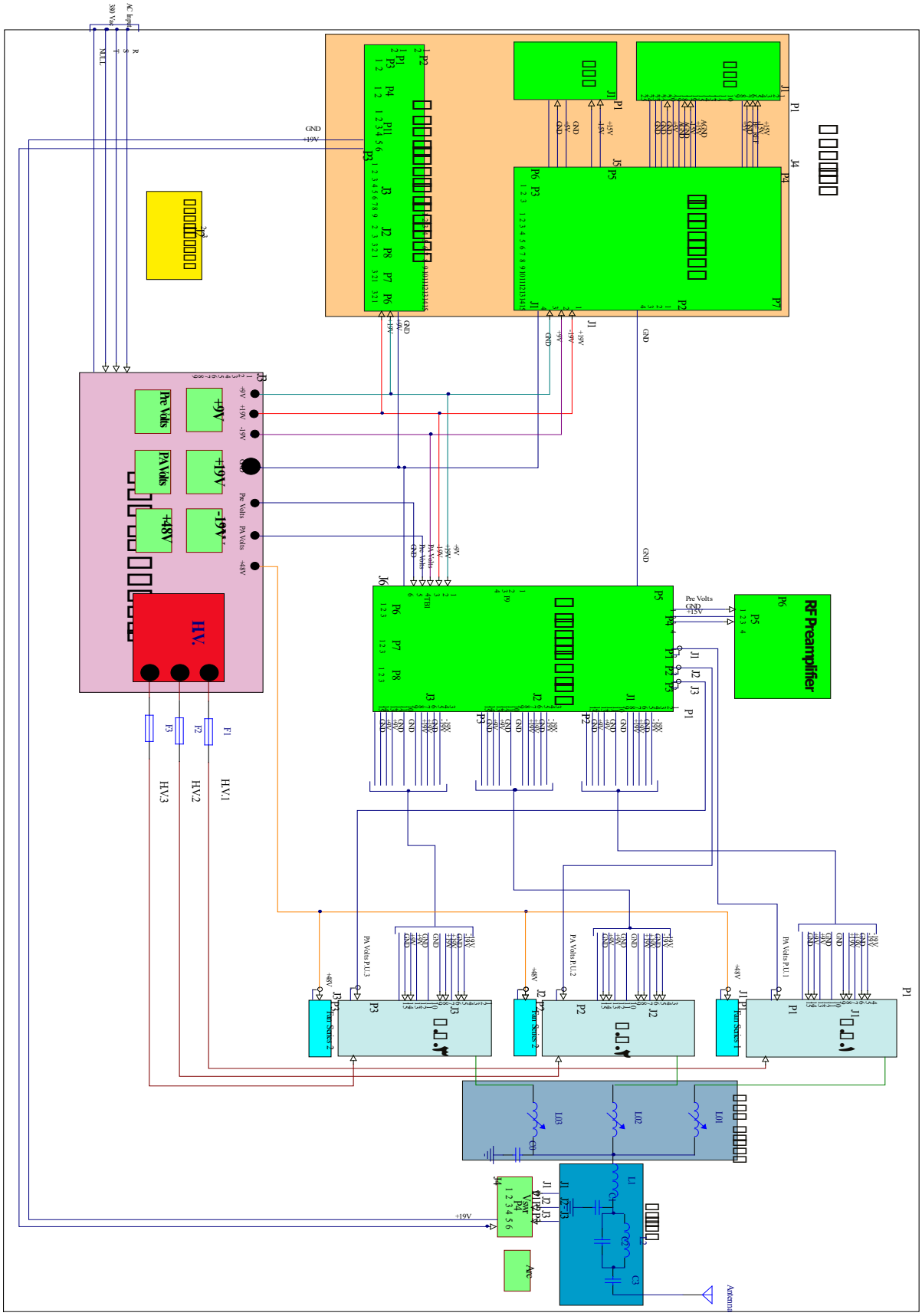
همچنین Pre Volts که بین ۲۰ تا ۳۰ ولت قابل تنظیم است، از طریق برد تقسیم کننده (Distributer) به برد تقویت کننده اولیه RF (RF Preamplifier) ارسال می گردد. ضمن اینکه نمونه ای از ولتاژ ۱۵+ ولت ساخته شده در برد تقسیم کننده(Distributer) به برد RF Preamplifier ارسال می گردد.

ولتاژ ۴۸+ ولت که در بخش ولتاژ کم قدرت (L.V.) ساخته می شود جهت استفاده فن ها بکار می رود که در وضعیت Standby فرستنده برقرار می شود.

۲-۴-۲- منبع تغذیه ولتاژ پر قدرت (H.V.):

ولتاژ پر قدرت (H.V.) در وضعیت Standby فرستنده برقرار می شود و از طریق سه فیوز ۳۲ آمپری به سینی های قدرت (Power Unit) اعمال می گردد.

شکل (۲-۲) مسیرهای تغذیه L.V. و H.V. در فرستنده 10KW را نشان می دهد.


RF Preamplifier
H.V.
Pre Volts
PA Volts
+9V
+19V
-19V
+48V
H.V.1
H.V.2
H.V.3
Antenna

شکل (۲-۲)

۵-۲-مسیر PDM و RF:

شکل (۲-۳) مسیرهای صدا (PDM) و RF در فرستنده 10KW را نشان می دهد که در اینجا به اختصار به آن اشاره می شود.

۱-۵-۲- مسیر PDM:

صدای ورودی بصورت بالانس وارد برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) می شود و از طریق این برد مستقیما" وارد برد PDM می گردد.

صدا در این برد بر روی پالس PDM با فرکانس 100KHZ سوار می شود و در خروجی برد، دو پالس PDM با دامنه 0-15v وجود دارد که نسبت بهم 180° اختلاف‌فاز دارند.

این پالس ها از طریق برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) به برد تقسیم کننده(Distributer) اعمال می شود.

پالس های PDM در این برد ضمن تقویت به سه انشعاب تقسیم می شوند و سپس به سینی های قدرت (Power Unit) اعمال ارسال می شوند.

۲-۵-۲- مسیر RF:

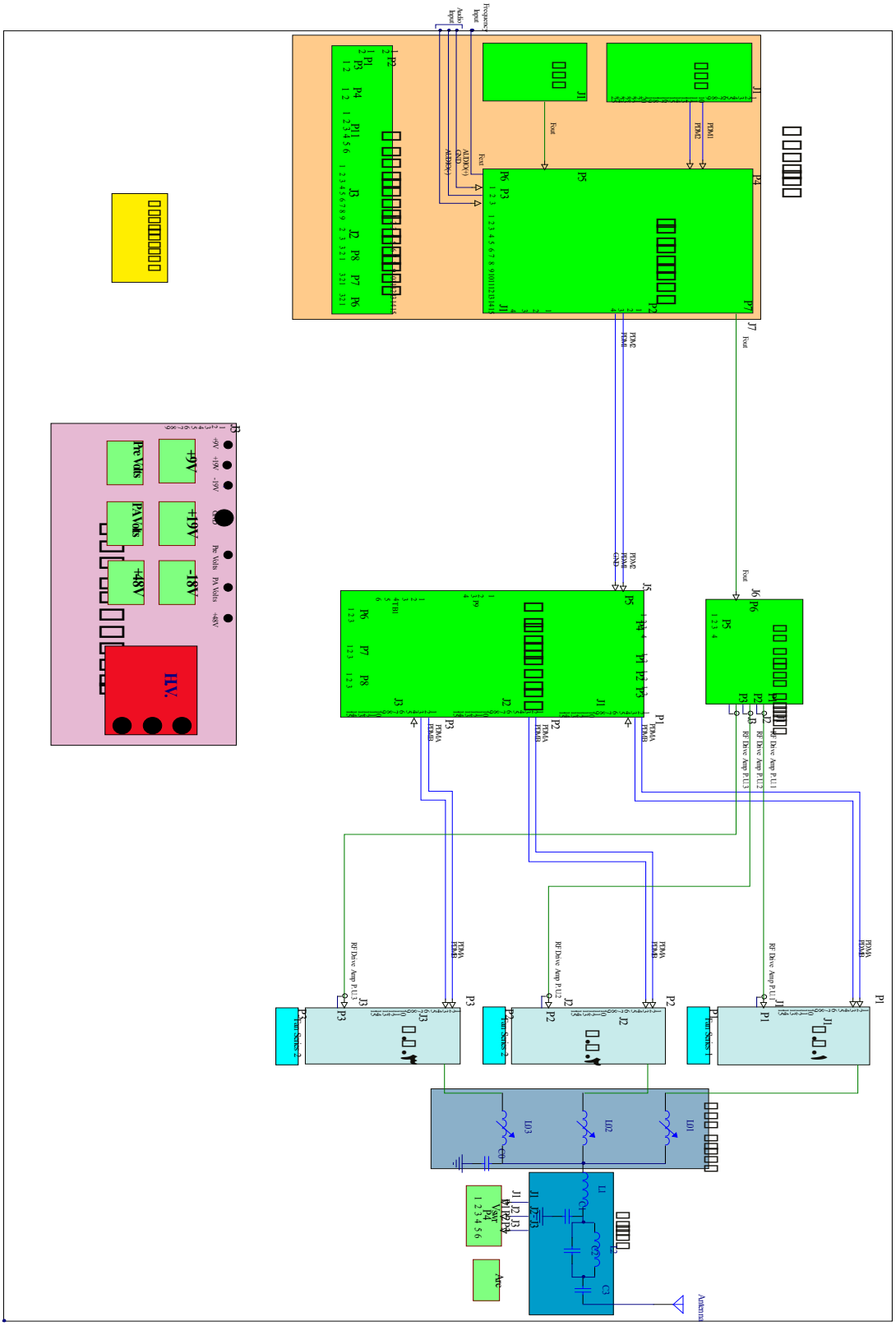
سیگنال RF در برد DDS ساخته می شود و از طریق برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) به برد تقسیم کننده(Distributer) اعمال می گردد.

این سیگنال سپس بطور مستقیم به برد RF Preamplifier می رسد و در این برد پس از تقویت به سه انشعاب تقسیم و به سینی های قدرت (Power Unit) ارسال می گردند.

در ضمن در صورت عدم استفاده از سیگنال RF در برد DDS می توان این سیگنال را خارج از فرستنده(Fext.) به برد رابط اکسایتر اعمال نمود و طی مسیری که گفته شد به سینی های قدرت ارسال نمود.

سیگنال های PDM و RF در سینی های قدرت پس از تقویت و کنترل های لازم به ماژول های قدرت جهت عمل مدولاسیون اعمال می شوند. (در این مورد در بخش های آینده توضیحات لازم داده خواهد شد.)

شکل (۲-۳) درپیوست مسیرهای صدا (PDM) و RF فرستنده 10KW



شکل (۲-۳)

Design of MAGBINI

۲-۶- مسیرهای کنترل فرستنده:

شکل (۲-۴) بلوک دیاگرام مسیرهای کنترل فرستنده 10KW را نشان می دهد.

مدارات کنترل ، جریان، ولتاژ، دما و همچنین وجود یا عدم وجود یک سیگنال را در بخش های مختلف یک فرستنده بررسی می کند و پس از پردازش فرمان لازم را در جهت تعیین وضعیت فرستنده مشخص می نماید.

معمولا" خطا ها به چهار دسته تقسیم می شوند:

۱-خطا هایی که بصورت هشدار می باشند. بدین معنی که این خطا یک بار و یا لحظه ای بروز می کند و فرستنده برای آن لحظه قطع می شود و مجددا" در مدار قرار می گیرد.

۲- خطا هایی که باعث کاهش قدرت فرستنده می گردند تا حدی که فرستنده بتواند پایدار بماند.

۳- خطا هایی که باعث قطع پالس PDM می شوند و در نتیجه قدرت فرستنده قطع می گردد(فرستنده در وضعیت Standby قرار می گیرد) که با ریست کردن، مجددا" قدرت فرستنده برقرار می شود. این خطا ها در مواقع زیر رخ می دهند:

- ❖ خطا هایی که بصورت هشدار باشند و چندین بار تکرار شده باشند.
- ❖ خطاهایی که در صورت بودن قدرت بر روی فرستنده، باعث وارد شدن صدمه گردد. لذا همان بار اول پالس PDM قطع می گردد.

۴- خطا هایی که باعث قطع .H.V می شوند و فرستنده در وضعیت OFF قرار می گیرد.

اینک در اینجا به مسیر و وظیفه هر یک از کنترل ها اشاره می شود و در بخش مونیتورینگ عملکرد آن بررسی می شود.

۲-۶-۱- Power Control : در حقیقت این گزینه کنترل کننده خطایی نیست بلکه کنترل کننده قدرت فرستنده است زیرا میزان ولتاژ آن از ۰ تا حدود ۹ ولت است و هر چه مقدار این ولتاژ بیشتر باشد عرض پالس PDM بیشتر می شود و درنتیجه قدرت فرستنده بیشتر خواهد شد.

در سه وضعیت فرستنده: Low، Medium و High مقدار ولتاژ Power Control بترتیب ۳، ۶ و ۹ ولت می باشد.

۲-۶-۲-.B+ Ref : نمونه ولتاژی است که از منبع تغذیه .H.V می آید تا عمل جبران سازی را در برابر عمل مدولاسیون انجام دهد.

۲-۶-۳-PDM Error : این خطا وقتی بروز می کند که در خروجی برد بدلایلی عرض پالس PDM بیش از اندازه باشد که در این صورت پالس PDM قطع می شود.

۲-۶-۴- Power ON : چنانچه H.V. در منبع تغذیه کاملا" برقرار شد فرمانی از مدار بخش Power Supply به برد رابط مرکزی(Central Interface) ارسال می کند تا آزاد سازی پالس PDM منجر شود.

۲-۶-۵-// Power ON : فرمانی است که از برد رابط مرکزی(Central Interface) به برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) اعمال می شود تا باعث آزادسازی پالس PDM گردد.

۲-۶-۶-PDM ON : چنانچه ۴ شرط وجود داشته باشد این کنترل اجازه می دهد پالس PDM آزاد گردد و فرستنده قدرت داشته باشد. این ۴ شرط عبارتند از:

- سیگنال RF در کل مسیر، از برد DDS تا مازول های قدرت مشکلی نداشته باشد. این مسیرها عبارتند از: RF Drive Amp. Fault هر سه سینی های قدرت (Power Unit) و RF Pre Amp. Fault مربوط به برد RF Preamplifier به برد تقسیم کننده (Distributer) ارسال می شود و سپس در این برد یک سیگنال کنترل تحت نام RF ON ساخته می شود و این سیگنال جهت کنترل به رابط اکسایتر (Exciter Interface) ارسال می گردد.
- مقادیر ولتاژهای L.V. در منبع تغذیه صحیح باشند یا بعبارتی خطای Power Good وجود نداشته باشد.
- منبع تغذیه H.V. کاملا" برقرار شده باشد بدین معنی که کنترل Power ON خطایی نداشته باشد.
- چنانچه ولتاژهای ساخته شده ۵+، ۱۵+ و ۱۵- ولت در رابط اکسایتر (Exciter Interface) صحیح باشند یا بعبارتی L.V.Reg. خطایی نداشته باشد.

۲-۶-۷-F_{pdm}: نمونه ای از پالس PDM از طریق رابط اکسایتر (Exciter Interface) به برد DDS ارسال می شود تا در این برد از طریق برنامه ریزی بر روی آی سی AVR و از طریق پورت سریال به صفحه مونیتورینگ مرکزی (LCD مرکزی) جهت نمایش فرکانس پالس PDM ارسال گردد.

۲-۶-۸- Over Mod.: چنانچه هنگام پخش صدا مدلاسیون بیش از ۱۲۵٪ باشد نمونه ای از این مدلاسیون بالا (Over Mod.) جهت نمایش بر روی LCD مرکزی ارسال می گردد.

۲-۶-۹- Reset : از ریست جهت پاک کردن اطلاعات ذخیره شده در آی سی های مربوطه استفاده می گردد.

۲-۶-۱۰- H.V. ON: در صورتی که شرایط آماده باشد فرمان H.V. ON با زدن دکمه Standby بر قرار می شود.

۲-۶-۱۱- Air : این خطا مربوط به کنترل عملکرد فن های خنک کننده ماژولها است که در صورت بروز مشکل در آنها ، توسط میکروسوئیچهای نصب شده در سیستم ، خطا به برد رله و سپس برد رابط مرکزی (Central Interface)ارسال می گردد.

۲-۶-۱۲- External: این خطا مواقعی پیش می آید که درب اتاق آنتن، حفاظت سوئیچ ماتریس، دامی لود و کلاً مربوط به امکانات خارج از فرستنده می باشد که در حین استفاده از آن ها نیاز است که قدرت از روی فرستنده برداشته شود.

لذا چنانچه بعنوان مثال درب اتاق آنتن باز شود میکروسوئیچ پشت درب عمل کرده و خطایی را به سیستم کنترل ارسال می نماید و باعث قطع قدرت فرستنده می گردد.

۲-۶-۱۳- Internal: این خطا مربوط به مواقعی است که یکی از درب های فرستنده بازگردد که در چنین حالتی قدرت فرستنده قطع می شود.

۲-۶-۱۴- Counter: این گزینه خطاهای VSWR را که پیش می آید به برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می کند و سپس مدار این برد، تعداد این خطاها را شمارش می کند و فرستنده را در وضعیت هایی قرار می دهد که در مورد بعدی مربوط به خطای VSWR بدان اشاره شده است.

۲-۶-۱۵- VSWR: این خطا موقعی پیش می آید که قدرت برگشتی به دلایلی از حد معمول بیشتر شود.

خطای VSWR در سه حالت پیش می آید:

۱- برگشتی ناشی از عدم تطبیق امپدانس
۲- برگشتی ناشی از رعد و برق
۳- برگشتی ناشی از سوختن المانی در مدار مچینگ

در این حالت اگر برگشتی ناش از موارد ۱ و ۳ باشد قدرت فرستنده بلافاصله قطع می شود. اما اگر برگشتی ناشی از رعد و برق لحظه ای باشد در چنین حالتی بعد از ۱۰ بار شمارش خطای VSWR توسط Counter اگر فرستنده در وضعیت High باشد به وضعیت Medium می رود وبعد از ۳ دقیقه به وضعیت High بر می گردد و چنانچه عیب بر طرف شده باشد در همین وضعیت می ماند در غیر این صورت مجددا" به وضعیت Medium بر می گردد و چنانچه این مورد سه بار تکرار شود فرستنده در وضعیت Medium باقی خواهد ماند.

حال چنانچه بعد از اینکه فرستنده به وضعیت Medium آمد و باز هم در فاصله سه دقیقه عیب بر طرف نشد، فرستنده در وضعیت Low قرار خواهد گرفت و همان مراحلی که در وضعیت High به Medium گفته شد در اینجا هم صورت خواهد گرفت.

همچنین اگر باز هم عیب در وضعیت Low وجود داشت فرستنده OFF خواهد شد.

۲-۶-۱۶-Pf: نمونه ولتاژ رفت است که از برد VSWR جهت خواندن قدرت رفت بر روی LCD مرکزی به برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می شود.

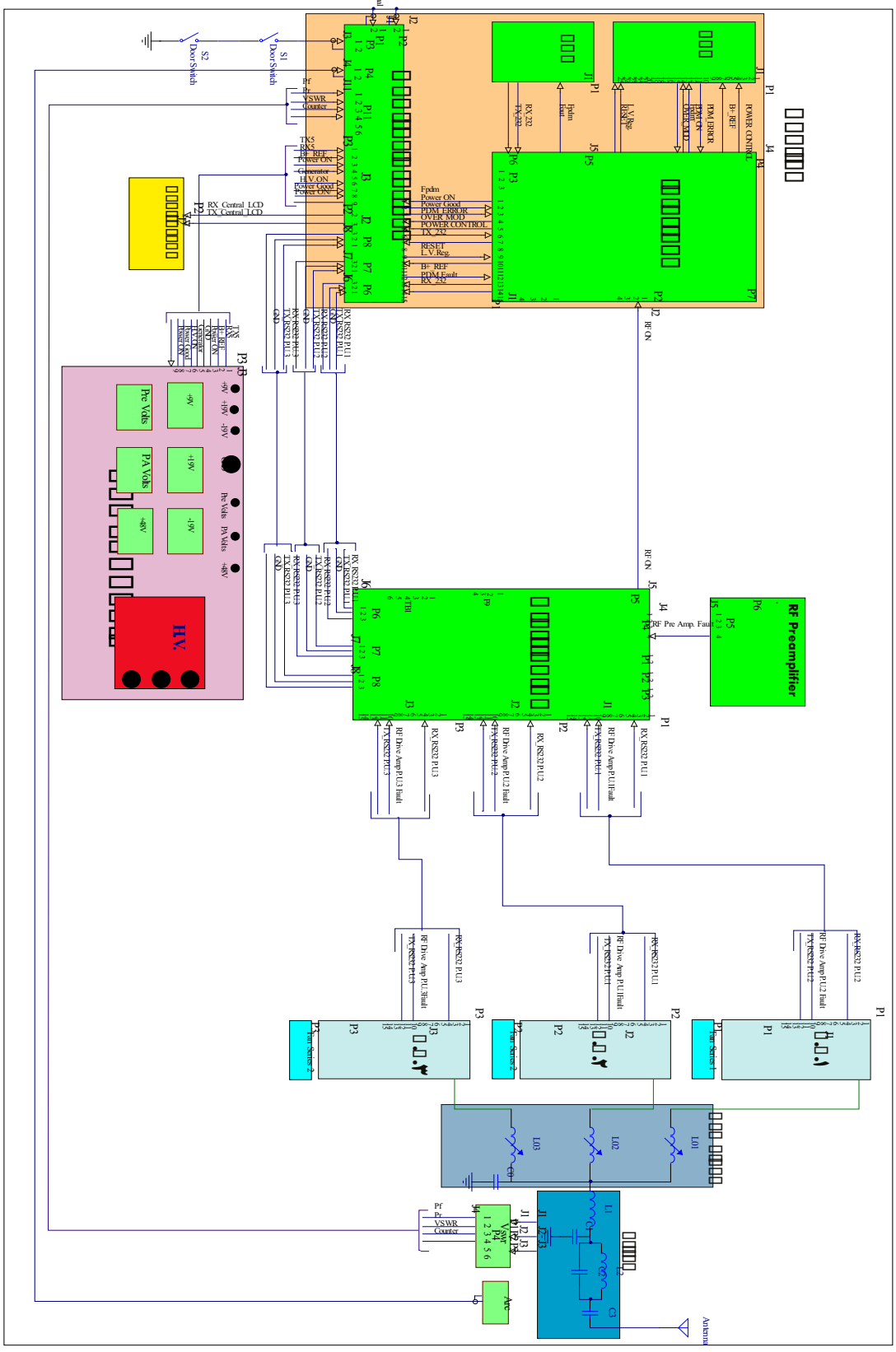
۲-۶-۱۷-Pr: نمونه ولتاژ برگشتی است که از برد VSWR جهت خواندن قدرت برگشتی بر روی LCD مرکزی به برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می شود.

۲-۶-۱۸- Generator: در مواقعی که برق شهر قطع می شود و از ژنراتور استفاده می شود یک فیدبک از اتاق ژنراتور (یا تاسیسات) به برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می شود تا بر روی صفحهٔ LCD مرکزی مشخص باشد که در حال استفاده از زنراتور می باشیم.

۲-۶-۱۹- RX232-TX232: این ارتباطات، پورت های سریال هستند که کلیهٔ اطلاعات مربوط به هر بخش را به رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می کنند تا بر روی صفحهٔ LCD مرکزی نمایش داده شود.

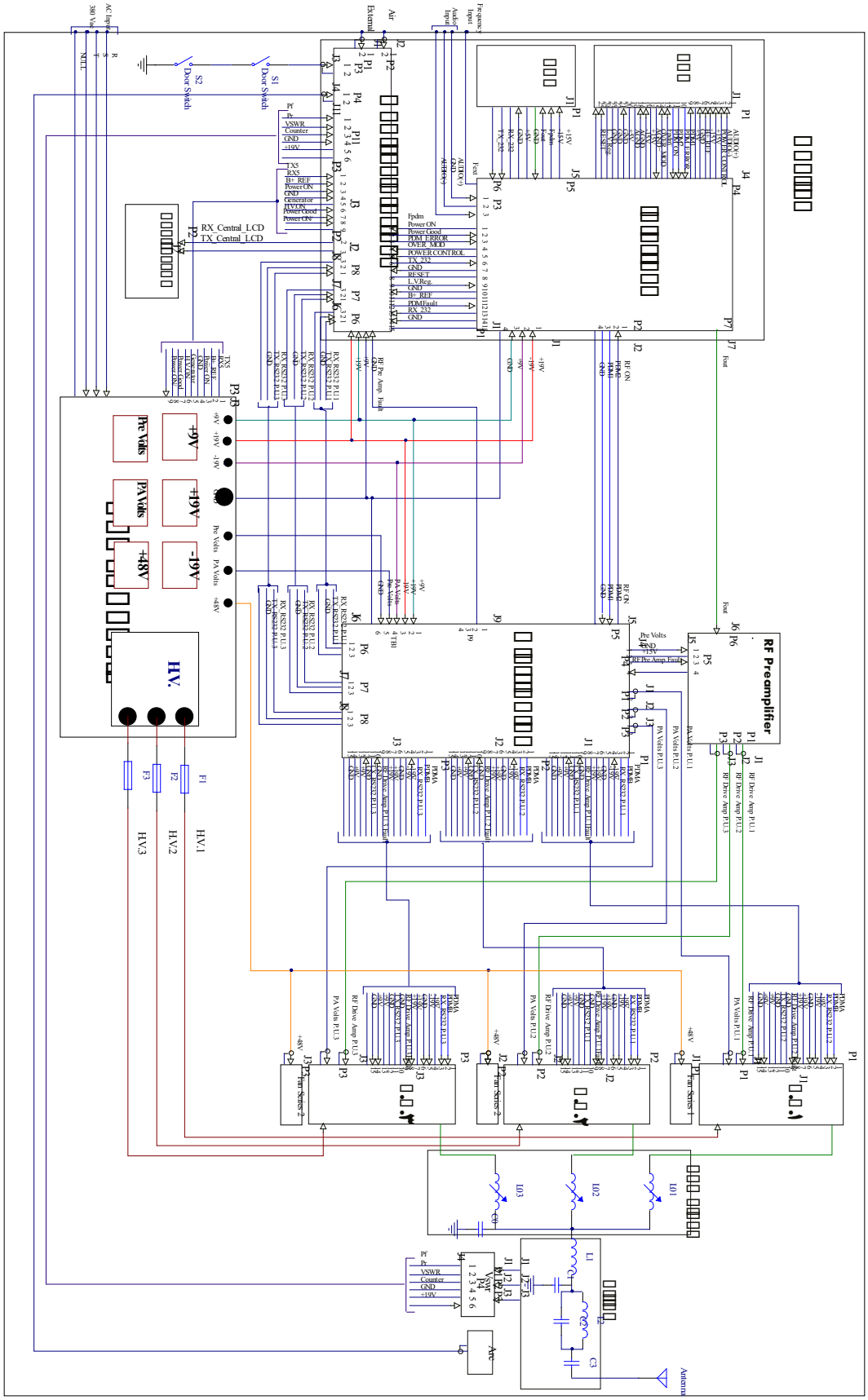
در این مورد در بخش مونیتورینگ بطور کامل توضیح داده خواهد شد.

شکل (۲-۴) در پیوست مسیرهای کنترل فرستنده 10KW را نشان می دهد.



شکل (۲-۴)

شکل (۲-۵) در پیوست بلوک دیاگرام کامل فرستنده 10KW را نشان می دهد.


RF Preamplifier
H.V.
RX_Central_LCD
TX_Central_LCD
Pre Volts
PA Volts
+9V
+19V
-19V
+48V
H.V.1
H.V.2
H.V.3
Antenna
Design of MMDHN

شکل (۲-۵)

۲-۷- مزایای فرستنده نسبت به فرستنده های مشابه:

۲-۷-۱- مانیتورینگ کامل سینی های قدرت:

- **مانیتورینگ با LCD :**

برروی هر سینی یک LCD قرار گفته و در هر لحظه مقادیر **جریان، ولتاژ و دمای** هر چهار ماژول داخل سینی قابل قرائت است . برای اینکار ۴ کلید برروی پانل هر سینی قرار گرفته و با زدن هر کلید اطلاعات مربوط به همان ماژول نمایش داده می شود . بنابراین اپراتور می تواند دائماً وضعیت داخل سینی و ماژول ها را کنترل نماید. **شکل (۲-۶)**

شکل (۲-۶)

- **مانیتورینگ با LED :**

بر روی هر سینی علاوه بر LCD یک پنل LED نیز قرار دارد . حسن پانل LED این است که تمام اطلاعات مربوط به ۴ ماژول را یکجا و همزمان نمایش می دهد و در صورت بروز خطا به راحتی و به سرعت اپراتور را از خطای رخ داده آگاه می کند .

برای راحتی اپراتور از LED سه رنگ (سبز ، زرد ، قرمز) برای اطلاع رسانی وضعیت ماژول ها استفاده شده است . هر رنگ دارای یک مفهوم خاص برای اپراتور می باشد که به آن اشاره می شود.

رنگ سبز: وضعیت نرمال

یعنی هیچ مشکلی برای ماژول بوجود نیامده و ماژول در وضعیت سالم و نرمال کار می کند.

رنگ زرد: وضعیت هشدار

یعنی خطا بوجود آمده و پس از مدتی برطرف شده و ماژول اتوماتیک وارد مدار شده است.

رنگ قرمز: وضعیت خطا

یعنی خطا رخ داده ولی برطرف نشده است و امکان خرابی در ماژول وجود دارد .

۲-۷-۲- کنترل ولتاژ:

جهت حفاظت بیشتر سینی های قدرت، برای اولین بار برروی این نوع فرستنده ها علاوه بر کنترل دما و جریان، ولتاژ برروی ماسفت های تقویت کننده طبقه آخر نیز قابل خواندن و کنترل می باشد تا ازصدمه دیدن ماسفت ها ناشی از افزایش ولتاژ جلوگیری شود. **شکل (۲-۷)**

مقادیرجریان، ولتاژ و دما توسط دو مدار آنالوگ و دیجیتال کنترل می شوند.

شکل (۲-۷)

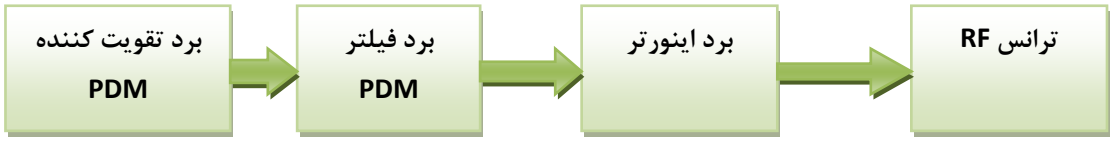
۲-۷-۳- کنترل سطح RF :

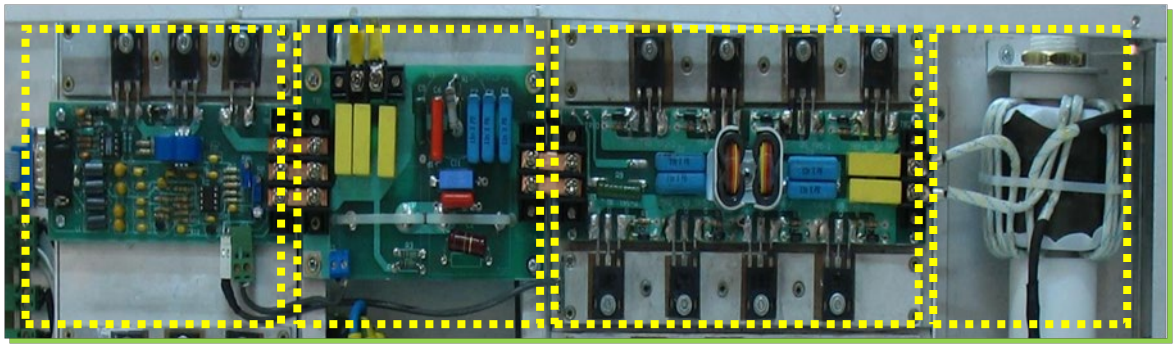
برای اولین بار برروی این نوع فرستنده ها، سطحRF برروی ماسفت ها در سینی های قدرت درسه حالت کنترل می شود.

- ✓ قطع شدن RF که باعث انفجار ماسفت ها می شود.
- ✓ کاهش دامنه RF در کمتر از ۲۰ ولت پیک تو پیک که ایجاد کاریر شیفت در فرستنده می کند.
- ✓ افزایش دامنه RF در بیشتر از ۴۰ ولت پیک تو پیک که باعث صدمه دیدن دیودهای کروبار(BTS) و ماسفت ها می شود.

۲-۷-۴- ساختار فیزیکی ماژول ها:

جهت سهولت در تعمیرات و کاهش هزینه ها در تعمیر ماژول های قدرت از سه برد کوچک وجداگانه به صورت شکل (۲-۸)در زیر استفاده شده است





شکل (۲-۸)

این نوع ساختار دارای مزایای فراوانی می باشد که در ذیل بدان اشاره می شود .

- **سهولت تعمیر ماسفت ها :**

به خاطر هم تراز قرار گرفتن ماسفت و هیت سینک ماسفت ها به راحتی قابل تعویض می باشند و با باز کردن تنها یک پیچ می توان ماسفت را تعویض کرد . حسن دیگر این کار این است که نیازی به خم کردن و یا کوتاه کردن پایه ماسفت نیست و به راحتی ماسفت معیوب تعویض می شود .

- **صرفه اقتصادی بالا :**

در صورت خرابی در ماژول نیازی به تعویض کل ماژول نمی باشد و تنها همان قسمت معیوب را باید تعویض کرد . به عنوان مثال اگر برد اینورتر ماژول صدمه ببیند و به خاطر شدت صدمه نتوان از فیبر مدار چاپی برد اینورتر استفاده کرد و نیاز به تعویض ماژول باشد در این حالت می توان فقط برد اینورتر تعویض کرد و نیازی به تعویض کل ماژول نمی باشد . این امر باعث صرفه جویی فراوان در وقت و هزینه تعمیر و نگهداری فرستنده می شود .

- **سهولت تعمیر و نگهداری ماژول :**

به خاطر سه تکه شدن برد ماژول کار مونتاژ قطعات بسیار ساده می باشد . مزیت این امر موقعی ملموس تر است که بدانیم نیازی به ارائه تعداد زیادی ماژول رزرو از طرف سازنده نمی باشد چون به خاطر ساده بودن مدار و سه تکه بودن برد تکنسین های شاغل در ایستگاه رادیویی خود نیز می توانند پس از طی یک دوره

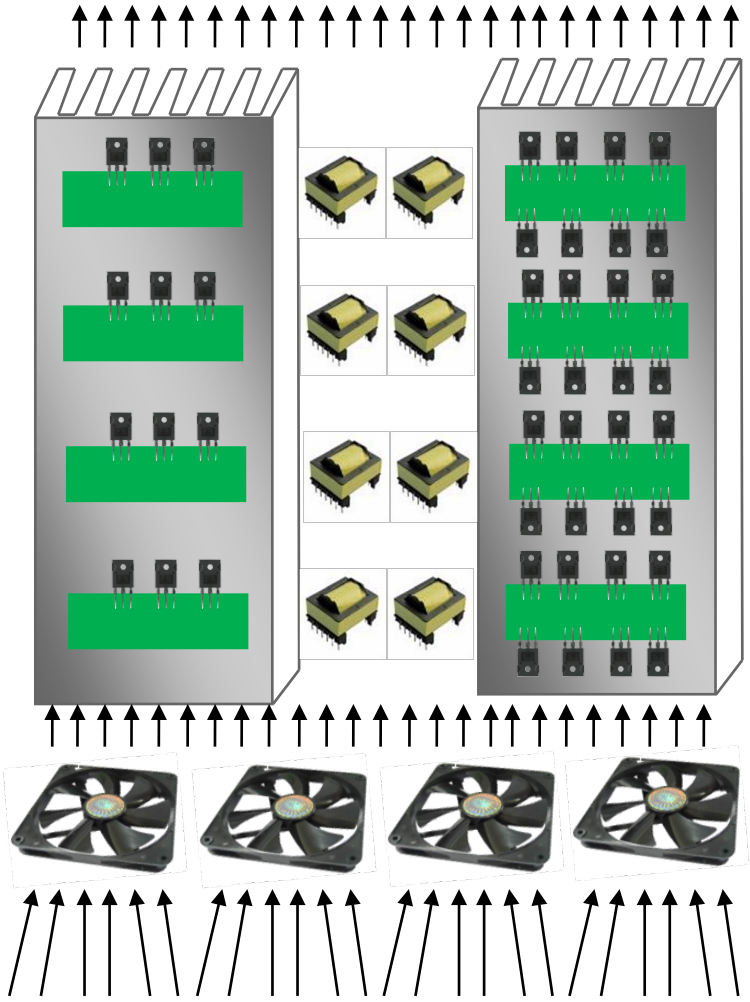
آموزش کوتاه به تنهایی برد را مونتاژ کنند . همچنین در موقع مونتاژ از تمام قطعات سالم برد های معیوب مانند کانکتورها خازن ها و دیگر المان های بردهای آسیب دیده و اسقاطی نیز استفاده کرد. در حقیقت ماژول قدرت آسیب دیده ، قطعه دور ریز و غیر قابل استفاده ندارد و از تمام قطعات سالم آن می توان برای مونتاژ ماژول جدید با برد نو استفاده کرد .

خنک سازی ساده و راحت :

از محاسن این چیدمان ماژول خنک سازی آسان آن است . برای خنک کردن تمام المان های نیمه هادی هر چهار ماژول داخل سینی فقط از دو هیت سینک یکپارچه استفاده شده و دارای مزایای زیر می باشد

- ✓ باعث کانالیزه شدن مسیر باد توسط شیارهای هیت سینک می شود .این مزیت باعث می شود تا دفع حرارت آسان تر شده و با حجم کمی از باد بتوان المان های نیمه هادی را بیشترین حرارت را تولید می کنند خنک کرد .
- ✓ هیت سینک ها برروی سینی ثابت شده اند و در موقع تعویض ماژول های صدمه دیده نیازی به تعویض هیت سینک ها نمی باشد .این مزیت باعث پایین آمده هزینه تعمیر و نگهداری می شود .به عبارت دیگر ماژول های قدرت هیچوقت نیاز به تعویض هیت سینک ندارند .
- ✓ باعث کانالیزه شدن فضای بین دو هیت سینک می شود . از این مزیت استفاده شده و سلف های طبقه فیلتر در این مسیر قرار داده شده است .به همین خاطر سلف ها به راحتی در مسیر باد قرار می گیرند و به سهولت خنک می شوند .
- ✓ مطابق **شکل (۲-۹)** در زیر تنها از چهار فن کم صدا برای خنک کردن سینی استفاده شده است

مسیر خروج هوای گرم از داخل سینی



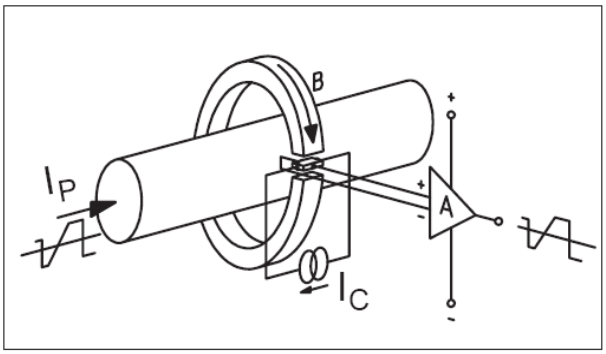
مسیر ورود هوای خنک به داخل سینی

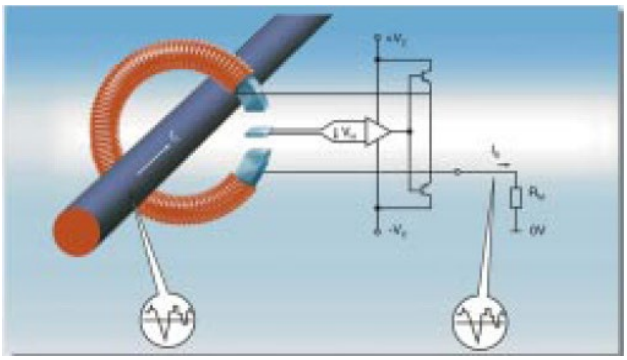
شکل (۲-۹)

۵-۷-۲- استفاده از سنسور اثر هال :

در این فرستنده به جای مقاومت از سنسور اثر هال برای نمونه گیری از جریان استفاده شده است . حسن این امر این است که در صورت سوختن ماسفت هیچ ضربه به نمونه گیر جریان وارد نمی شود چون از مقاومت برای سنس جریان استفاده نشده است . با توجه به شکل شکل (۲-۱۰) در زیر در این سنسورها از خاصیت مغناطیسی

جریان برای نمونه گیری جریان استفاده شده است .





شکل (۲-۱۰)

به خاطر ایزولاسیون مدار قدرت و همچنین کیفیت بالای این سنسورها از طول عمر بسیار بالایی برخوردارند و در صورت صدمه دیدن مدار قدرت آسیبی متوجه سنسور نمی شود . به خاطر این مزایا عملکرد صحیح سنسور از طرف شرکت سازنده تا ۵ سال ضمانت شده است .

شکل (۲-۱۱)

در نمونه گیری جریان ماژول با مقاومت مشکلات زیر وجود دارد

- **مقدار مقاومت وابسته به حرارت می باشد در نتیجه دقت اندازه گیری پایین است .**
- **در صورت سوختن ماسفت ها در اثر عبور جریان زیاد به مقاومت ها ضربه وارد می شود و علاوه بر تعویض ماسفت باید مقاومت های سنسور جریان را نیز تعویض کرد .**

سنسور اثر هال هیچکدام از این معایب را ندارد و به خاطر ماهیت نمونه گیری جریان احتمال خرابی آن بسیار کم و نادر است .

۶-۷-۲- مانیتورینگ مرکزی:

مانیتورینگ یا LCD مرکزی فرستنده از یک کامپیوتر صنعتی استفاده شده که می تواند در محیط نویزی بدون مشکل کار کند این کامپیوتر در پانل جلوی فرستنده نصب شده است .

بر روی کامپیوتر یک برنامه مانیتورینگ قوی نصب شده است و در موقع روشن شدن فرستنده به طور اتوماتیک اجرا می شود . در صفحه اصلی، برنامه کل فرستنده به صورت بلوک دیاگرام نمایش داده شده است. **شکل (a)** در صورت پیش آمدن خطا در هر قسمت از فرستنده ،بلوک مربوط به آن قسمت بر روی صفحه کامپیوتر قرمز شده و اپراتور را از محل دقیق بروز خطا آگاه می سازد. **شکل (a)**

(a) **(b)**

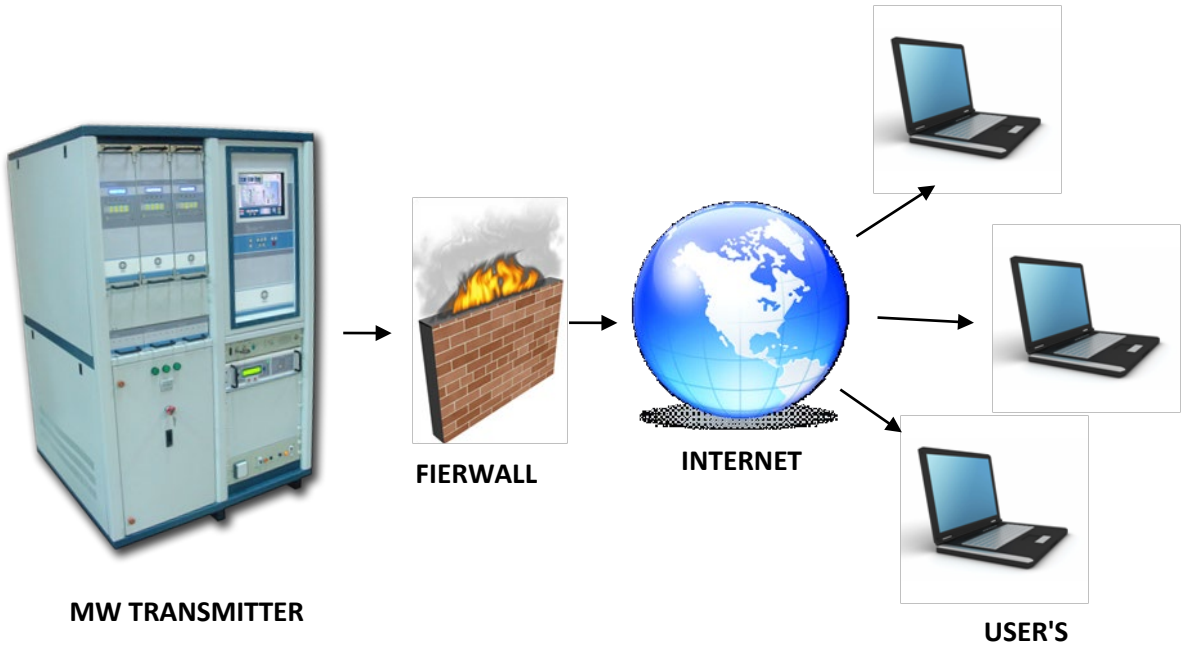
شکل (۲-۱۲)

اپراتور با دیدن صفحه قرمز دقیقا متوجه محل خطا شده و اگر اطلاعات لازم برای رفع عیب را نداشته باشد می تواند از طریق برنامه مانیتورینگ و با کلیک کردن روی بخشی که قرمز شده است از کامپیوتر برای رفع عیب کمک بخواهد . در صورت درخواست کمک صفحه جدیدی بر روی LCD کامپیوتر باز شده و چگونگی رفع عیب و جاهایی که باید بررسی شوند را به اپراتور آموزش می دهد .همچنین اپراتور می تواند نقشه تمام برد هایی که باید برای رفع عیب سیگنال گیری شوند را نیز بر روی LCD ملاحظه کند .

۲-۷-۷- سیستم کنترل از راه دور:

سیستم مانیتورینگ از راه دور برای اولین بار بر روی این فرستنده ها نصب شده و در محیط نویزیRF با موفقیت تست و راه اندازی شده است . با انجام این کار از این پس می توان با اتصال ایستگاه رادیویی به اینترنت به صورت ON LINE و لحظه به لحظه از وضعیت فرستنده و در هرکجا از جهان آگاه شده .همچنین این قابلیت نیز وجود دارد که علاوه بر مانیتورینگ فرستنده از راه دور می توان از فرامین روشن و خاموش شدن و تمام فرامین

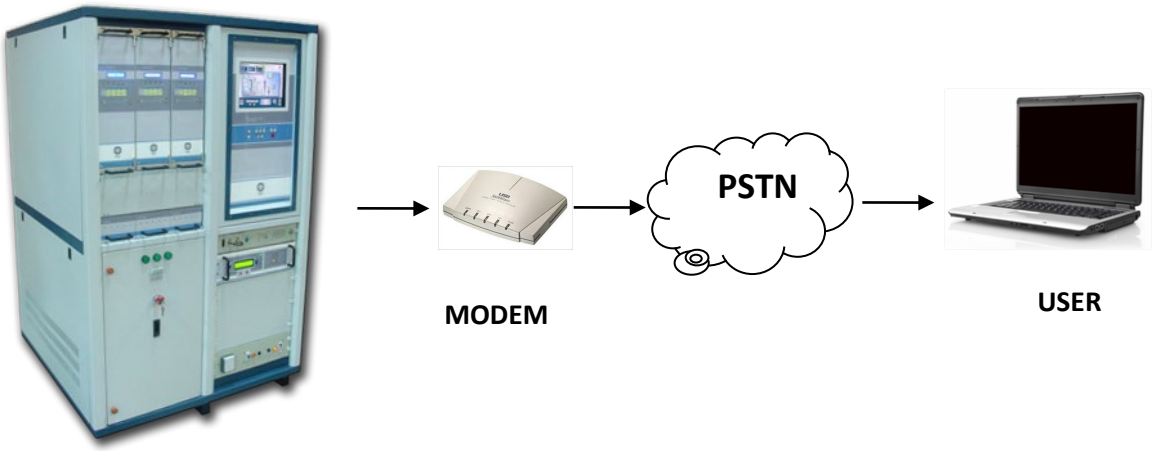
کنترلی که به فرستنده اعمال می شود را از راه دور نیز اعمال کرد .با اتصال فرستنده به اینترنت هیچ محدودیتی در تعداد کاربران وجود ندارد و هر تعداد کاربر که مورد نیاز باشد می توانند از راه دور به فرستنده دسترسی داشته باشند . برای امنیت بالای سیستم در برابر نفوذ هکرها و یا حملات سایبری از نرم افزارهای امنیتی و فایروال برای اتصال کامپیوتر به اینترنت استفاده می شود .همچنین تنها افرادی که IP و رمز ورود کامپیوتر فرستنده را داشته باشند می توانند از طریق اینترنت به کامپیوتر فرستنده متصل شده و از راه دور اطلاعات فرستنده را مانیتور کنند . در شکل زیر چگونگی اتصال کامپیوترها به کامپیوتر فرستنده در **شکل (۲-۱۳)** نمایش داده شده است .



INTERNET REMOTE MONITORING CONECTION BLOCK DIAGRAM

شکل (۲-۱۳)

مطابق شکل **(۲-۱۴)** درزیر در مورد ایستگاه هایی که به اینترنت دسترسی ندارند می توان از طریق خط تلفن و مودم به کامپیوتر فرستنده متصل شده و اطلاعات فرستنده را مانیتور کرد . البته در این حالت سرعت انتقال اطلاعات کند بوده و فقط یک کامپیوتر می تواند به فرستنده متصل شود .



PSTN NETWORK CONNECTION BLOCK DIAGRAM

شکل (۲-۱۴)

۲-۷-۸- سیستم آلارم:

بر روی فرستنده سیستم آلارم نصب گردیده تا چنانچه **صدا** ویا **RF** قطع شد اپراتور را از بروز اشکال در فرستنده آگاه سازد. شکل (۲-۱۵)

شکل (۲-۱۵)

۲-۷-۹- منبع تغذیه .L.V:

مجموعۀ بردهای .L.V در داخل یک جعبه کشوئی 2U نصب گردیده که بردهای تغذیه دو تایی می باشد و چنانچه بردی بسوزد بطور خودکار برد رزرو در مدار قرار می گیرد.

شکل (۲-۱۶)

۲-۷-۱۰-مدار کنترل عدم تطبیق امپدانس

این مدار که در برد **VSWR** قرار دارد، با استفاده از آن، می توان فرستنده را بعد از تنظیم سرد با دستگاه اندازه گیری، در حالت گرم دقیق تنظیم نمود تا تطبیق امپدانس کاملا" انجام گیرد.

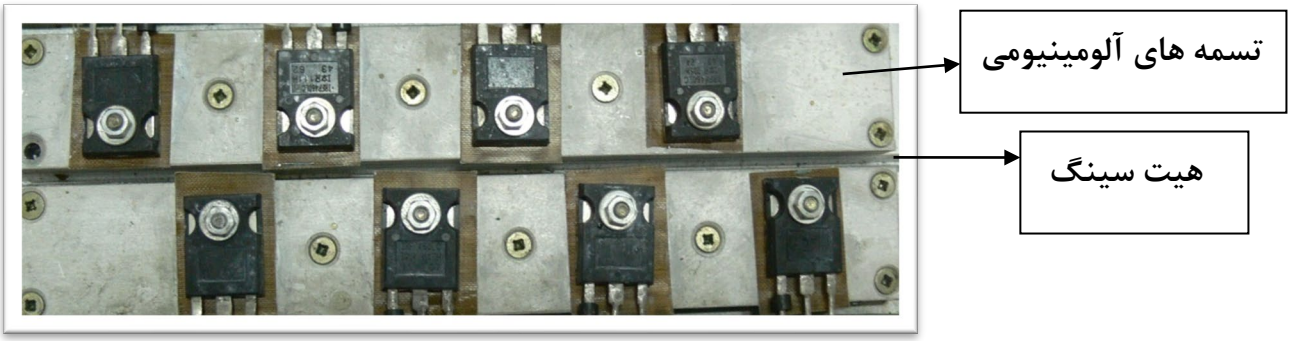
۲-۷-۱۱- مزایای مکانیکی

در طراحی این فرستنده سعی شده است تا حد امکان از ساختار مکانیکی مناسب در طراحی استفاده شود . چون قسمت مکانیکی یکی از مهمترین ارکان نگهداری فرستنده در طول چندین سال می باشد . در طراحی قسمت مکانیکی به موارد زیر توجه شده است

- ✓ بر روی سینی بلبرینگ نصب شده تا سینی ها به راحتی در ریل و حتی بر روی کف سالن فرستنده حرکت کند
- ✓ تمام کانکتورهای پشت سینی به صورت نری و ماده گی بوده و با جا زدن سینی برروی ریل به صورت و با فشار سینی کانکتورها وصل می شوند .
- ✓ از پیچ و مهره های استیل استفاده شده است .
- ✓ از رنگ کوره ای با کیفیت بالا استفاده شده است .
- ✓ تا حد امکان از قطعات آهنی استفاده نشده است .
- ✓ درب ها و سینی ها تا حد امکان به هم چسبیده و کیپ شده اند تا گرد و خاک وارد فرستنده نشود.
- ✓ جا برای نصب فیلتر هوا در ورودی منافذ هوا در نظر گرفته شده است .

مورد مهم دیگر در بخش مکانیکی استفاده از تسمه های آلومینیومی با ضخامت ۸ میلیمتردر زیر ماسفت های سینی های قدرت است که جدا از هیت سینگ ها می باشد، زیرا چنانچه اگر جای پیچ یکی از ماسفت ها خراب شود فقط تسمهٔ آلومینیومی تعویض خواهد شد. شکل (۲-۱۷)

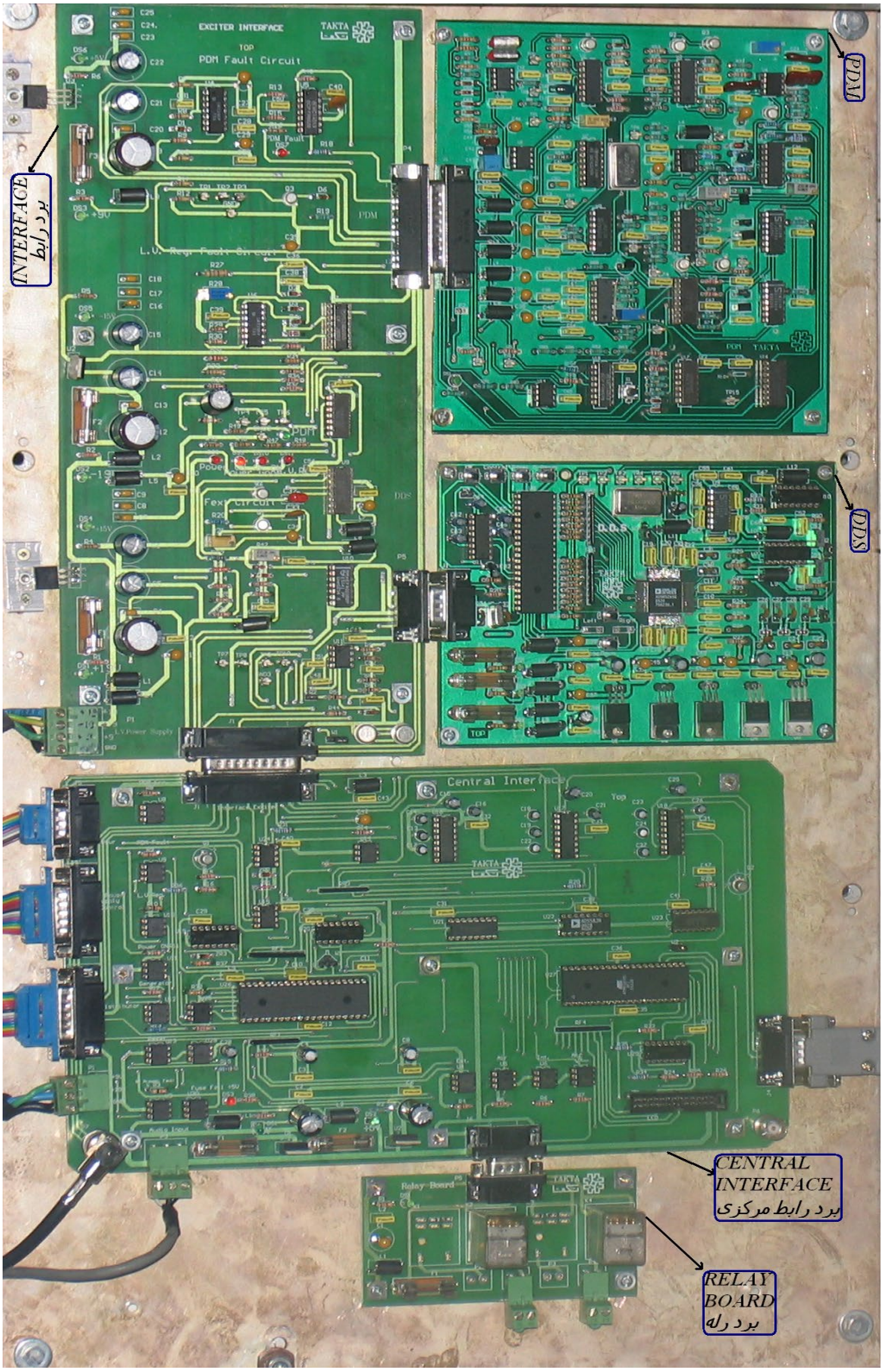
این در حالی است که اگر ماسفت ها روی هیت سینگ پیچ می شوند در صورت خرابی جای پیچ می بایستی هیت سینگ تعویض می شد.



شکل (۲-۱۷)

۳-۷-۱۲- در این فرستنده سعی گردیده که کوتاه ترین مسیر برای سیم کشی انتخاب شود تا نویزپذیری در مسیر به حداقل برسد. بدین منظور بردها به گونه ای چیدمان شده اند که ضمن در دسترس بودن کلیهٔ بردها و المان ها، براحتی می توان مسیرهای تغذیه، RF، PDM و کنترل را تعقیب و بررسی نمود.

شکل (۲-۱۸)نمونه ای از چیدمان و سیم کشی در فرستنده را نشان می دهد.

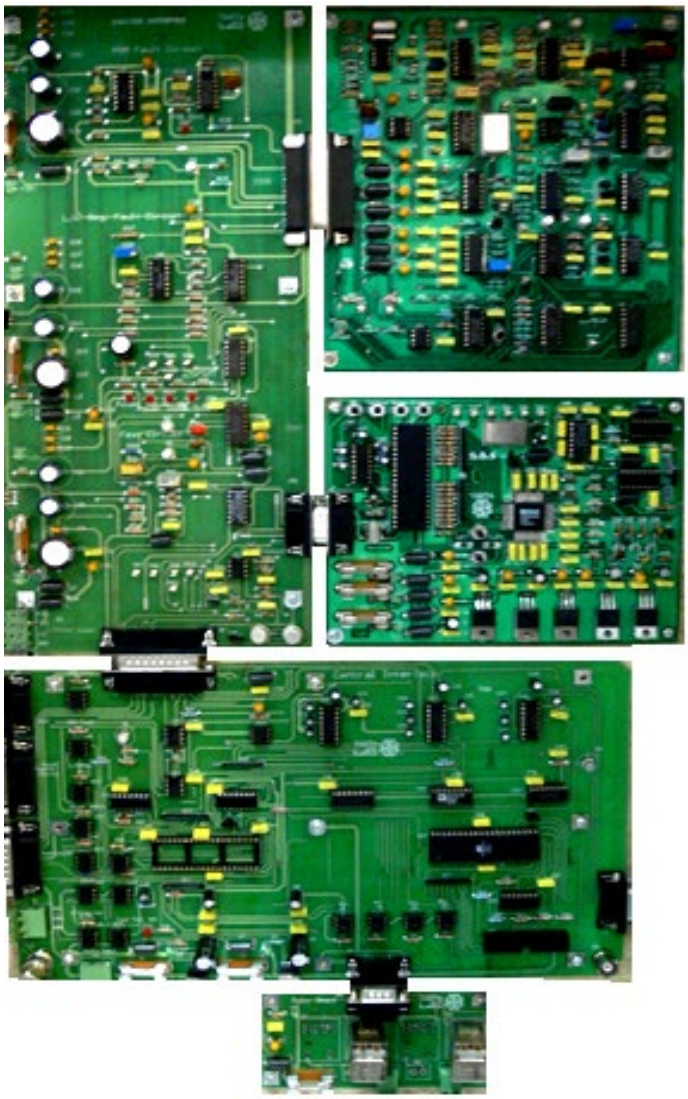

INTERFACE
برد رابط
PDM
DDS
CENTRAL
INTERFACE
برد رابط مرکزی
RELAY
BOARD
برد رله

شکل (۲-۱۷)

فصل سوم

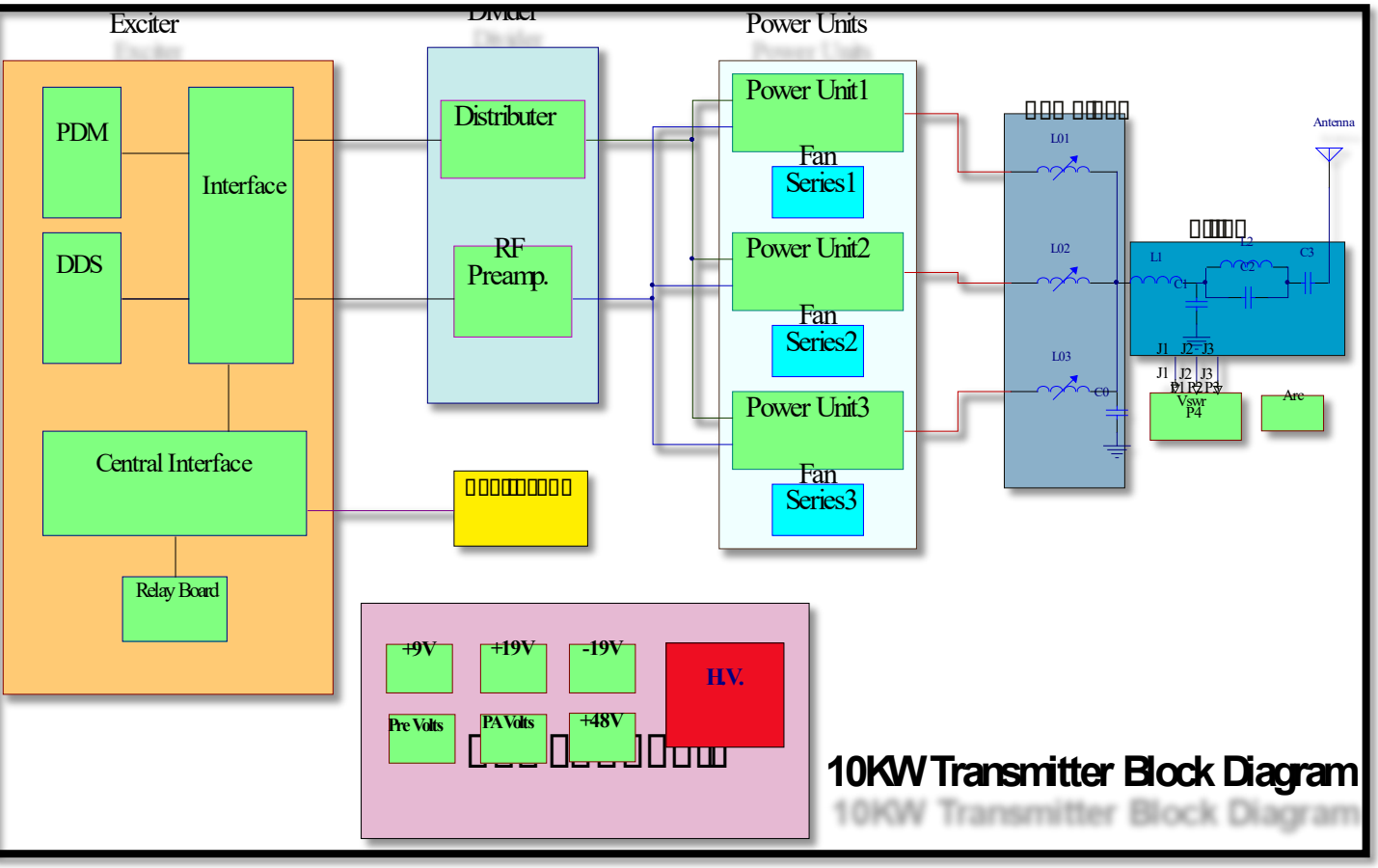
مدارات اکسایتر

(Exciter)



۳–شرح مدارات اکسایتر (Exciter)

شکل زیر بلوک دیاگرام فرستنده فرستنده 10KW را نشان می دهد



شکل (۳–۱)**بلوک دیاگرام فرستنده**

۳–۱- خلاصه شرح مدار بلوک دیاگرام

همان گونه که در بلوک دیاگرام شکل (۳–۱)ملاحظه می شود، دو سیگنال RF و PDM در بخش اکسایتر (Exciter) ساخته می شوند واز طریق رابط اکسایتر(Interface) به ترتیب به بردهای تقویت کننده اولیهٔ RF Preamplifier (RF)و تقسیم کننده(Distributor) ارسال واز آنجا به واحدهای قدرت (Power Unit) جهت عمل مدولاسیون اعمال می شوند.

از سوی دیگر، ولتاژهای ۹+ولت، ۱۹+ ولت ، ۱۹-ولت، Pre Volts و PA Volts به بردهای مربوطه جهت تغذیه اعمال می شوند.

حال با قرار دادن فرستنده در حالت Standby از طریق دکمه فینگرتاچ برروی LCD مرکزی .H.V از طریق منبع تغذیه به واحدهای قدرت اعمال می شود.

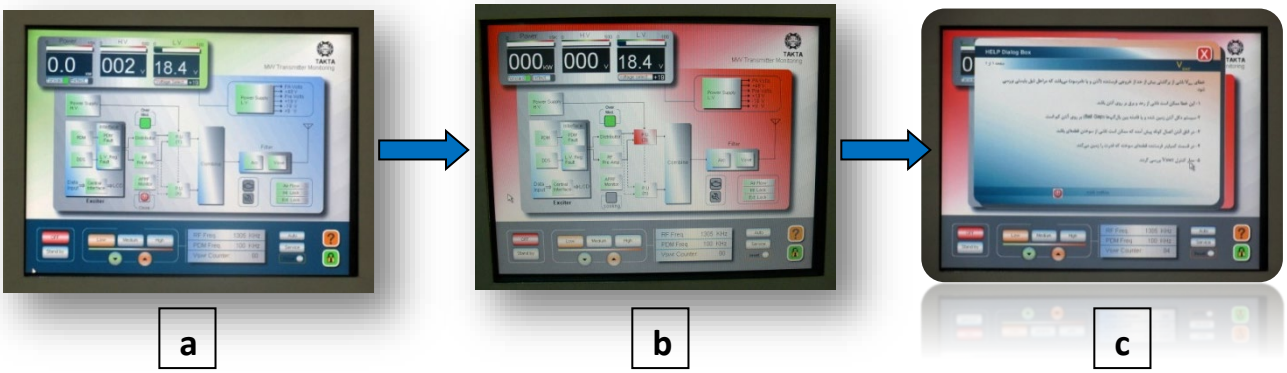
شکل (۳-۲)

همچنین در این وضعیت ولتاژ ۴۸ ولت جهت فن ها بر قرار میشود و شروع بکار می کنند این در حالی است که اگر فرستنده در وضعیت OFF قرار گیرد، فن ها سه دقیقه بعد خاموش می شوند.

تمام فرمان ها از طریق صفحه LCD مرکزی بصورت فینگرتاچ صورت می گیرد برای فرمان خاموش شدن، Standbyو تعیین قدرت پایین، متوسط و بالا در فرستنده از طریق LCD به صورت Finger touch استفاده می‌شود.

ضمن اینکه به موازات این دکمه ها یک صفحه کلید یدکی دیگر در زیرLCD قرار گرفته که در صورت از کار افتادن کامپیوتر فرستنده، از آن ها جهت دادن فرمان به فرستنده استفاده خواهد شد. شکل (۳-۲)

در این فرستنده کلیهٔ خطا ها بر روی صفحه LCD مرکزی مونیتور می شود و چنانچه خطایی بروز کند مداری که در آن خطا ایجاد شده از رنگ سبز به رنگ قرمز تغیر وضعیت می دهد(b) که چنانچه بر روی آن با دست کلیک کنیم صفحه ای باز می شود که در مورد نحوهٔ رفع عیب راهنمایی می کند.(c)



شکل (۳-۳)

۳-۲- واحدهای قدرت: (Power Units)

این فرستنده دارای سه سینی قدرت(Power Unit) می باشد که قدرت آن ها در خروجی با هم جمع می شوند و سپس توسط مدار فیلتر به ۵۰ اهم تبدیل می گردد تا جهت تطبیق (Match) با آنتن بکار رود.

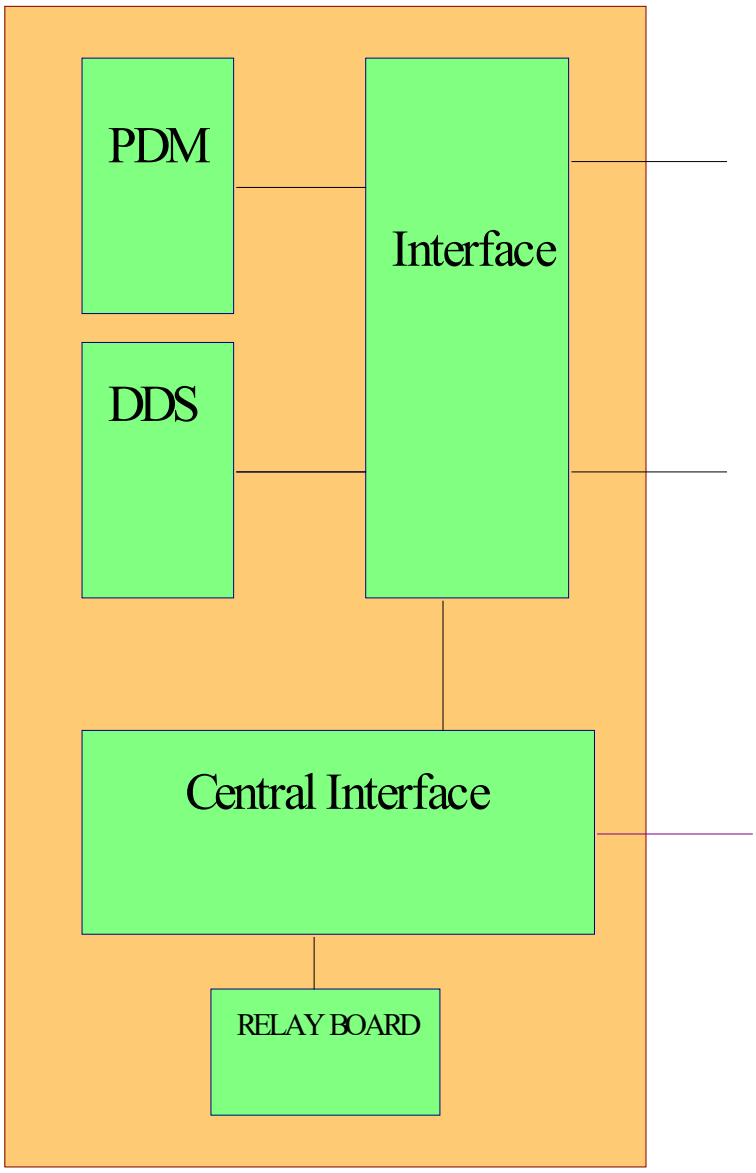
- هر واحد قدرت تشکیل شده است از :
  ۱RF-چهار ماژول قدرت، ۲. مدارات کنترل، ۳. درایور RF، ۴. تقسیم‌کننده و مونیتورینگ
- هر ماژول قدرت از سه بخش مدولاتور، فیلتر PDM و تقویت‌کننده RF تشکیل می‌شود.
- هر ماژول 1200Watt قدرت تحویل می‌دهد.
- مدارات کنترل برای حفاظت ماژولهای قدرت استفاده گردیده که ولتاژ، جریان، دما و دامنه RF را در هر ماژول قدرت کنترل می‌کند.
- مانیتور ماژولها، مقادیر ولتاژ، جریان و دما را در هر ماژول قدرت نشان می‌دهد. شکل (**۳-۴**)

شکل (**۳-۴**)

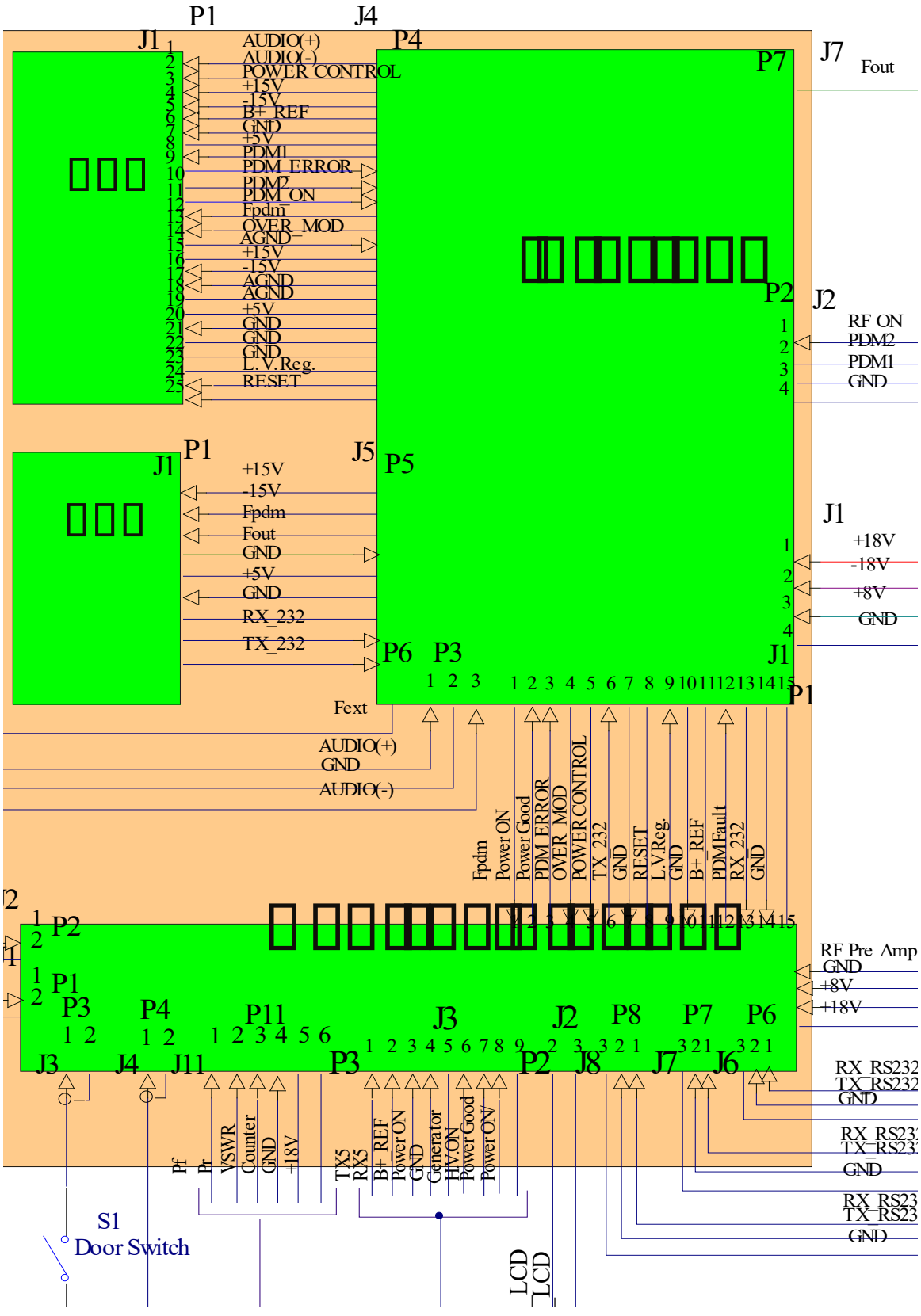
۳-۳- بخش اکسایتر (Exciter)

اشکال زیر (**۳-۵**) بلوک دیاگرام بخش اکسایتر را نشان می دهد شکل(**۳-۵**) بلوک دیاگرام کلی و شکل (**۳-۶**) بلوک دیاگرام همراه با اتصالات ورودی و خروجی بردهای اکسایتر را نشان می دهد.

همان گونه که گفته شد این بخش از چهار برد اصلی PDM، DDS، Interface، Exciter ، Central Interface و Relay Boardتشکیل شده است، که در ادامه شرح و چگونگی عملکرد هر یک بیان خواهد گردید.



شکل (۳-۵)

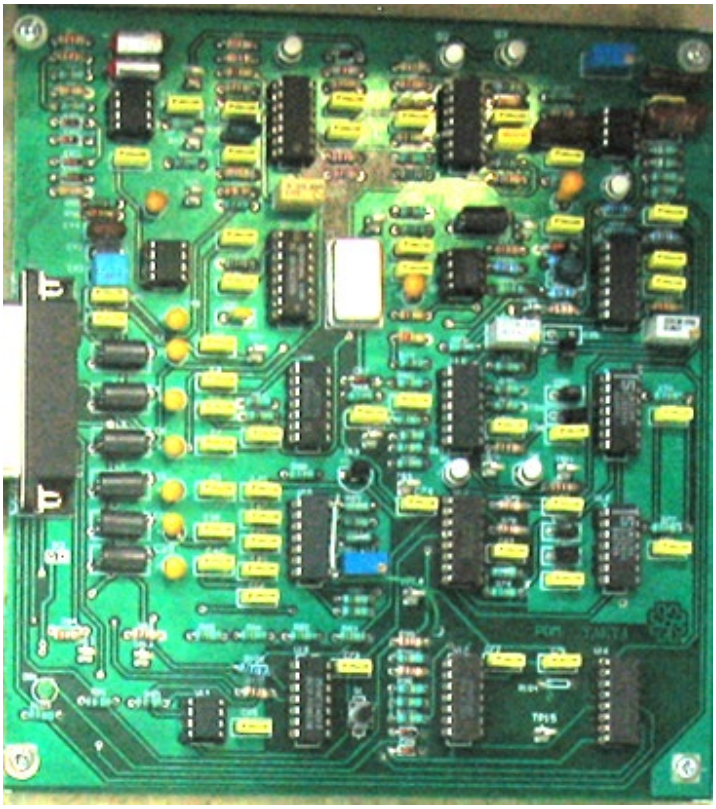

P1
J4
J1
AUDIO(+)
AUDIO(-)
POWER CONTROL
+15V
-15V
B+ REF
GND
+5V
PDM1
PDM ERROR
PDM2
PDM ON
Fpdm
OVER MOD
AGND
+15V
-15V
AGND
AGND
+5V
GND
GND
GND
L.V.Reg.
RESET
P4
P7
J7
Fout
P2
J2
RF ON
PDM2
PDM1
GND
P1
J1
+15V
-15V
Fpdm
Fout
GND
+5V
GND
RX_232
TX_232
J5
P5
J1
+18V
-18V
+8V
GND
P6
P3
J1
P1
Fext
AUDIO(+)
GND
AUDIO(-)
Fpdm
Power ON
Power Good
PDM ERROR
OVER MOD
POWER CONTROL
TX 232
GND
RESET
L.V.Reg.
GND
B+ REF
PDMFault
RX 232
GND
P2
P1
P3
P4
P11
J3
J2
P8
P7
P6
J3
J4
J11
P3
P2
J8
J7
J6
RF Pre Amp
GND
+8V
+18V
RX_RS232
TX_RS232
GND
RX_RS23
TX_RS23
GND
RX_RS23
TX_RS23
GND
Pf
Pr
VSWR
Counter
GND
+18V
TX5
RX5
B+ REF
Power ON
GND
Generator
HV ON
Power Good
Power ON
S1
Door Switch
LCD
LCD

شکل (۳-۶)

PDM

مدلاسیون عرض پالس

(Pulse Duration Modulation)



۱-۳-۳- مدار PDM : (Pulse Duration Modulation)

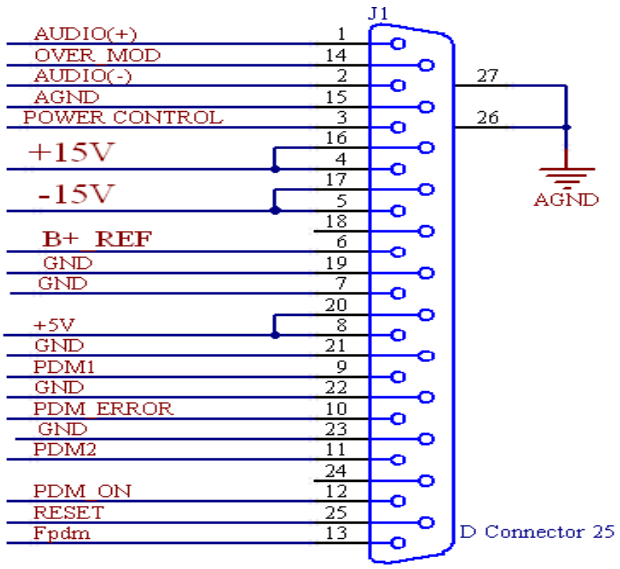
این مدار از دو بخش اصلی مدار مولد و راه‌انداز و کنترلر پالس PDM تشکیل شده است.

شماتیک هر دو قسمت مذکور در پیوست های همین بخش نشان داده شده است. این مدارات به ترتیب نقش تولید مدولاسیون عرض پالس و کنترل صحت عملکرد، تعیین درصد مدولاسیون و در صورت لزوم تشخیص اورمدولاسیون را برعهده دارند.

اینک به شرح مدارات PDM می پردازیم:

۳-۳-۱-۱- کانکتور مدارهای مولد و درایور PDM

در ابتداء ورودی ها و خروجی های برد PDM را در شکل (۳-۷) بررسی می کنیم.



شکل (۳-۷)

۱) پایه‌های یک و دو، جهت ورودی صوت از مدار رابط اکسایتر به مدار PDM استفاده گردیده است.
۲) پایه‌های چهار و شانزده، ولتاژ 15v+را از مدار رابط اکسایتر به مدارات برد PDM می رساند.
۳) پایه‌های پنج و هفده، ولتاژ 15v- را از مدار رابط اکسایتر به مدارات برد PDM می رساند.
۴) پایه‌های هشت و بیست ورودی ولتاژ 5v+ از مدار رابط اکسایتر به مدارات برد PDM می رساند..
۵) پایه سه ورودی ولتاژ Power Control از مدار رابط اکسایتر به مدار درایورمی باشد.
۶) پایه شش ورودی سمپل 9v ولتاژ تغذیهٔ پرقدرت (B+)از مدار رابط اکسایتر به مدار درایور می‌باشد.
۷) پایه‌های نه و یازده خروجی PDM تولید شده توسط مدار مولد به رابط اکسایتر می باشند.
۸) پایه ده خروجی سیگنال PDM Error از مدار مولد به مدار رابط اکسایتر می‌باشد.
۹) پایه دوازده ورودی سیگنال کنترل PDM از مدار رابط اکسایتر به مدار مولد می‌باشد.
۱۰) پایه سیزده خروجی فرکانس صد کیلوهرتز تولید شده توسط کریستال به رابط اکسایتر است.

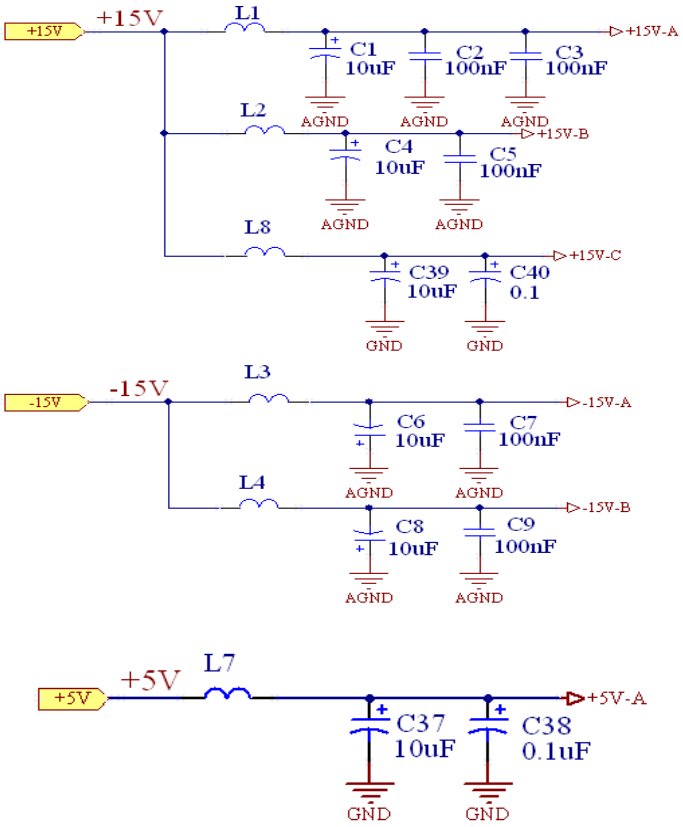
۱۱) پایه چهارده جهت تشخیص و اندازه‌گیری میزان Over Mod در مدولاسیون عرض پالس در مدار درایور در نظر گرفته شده است. و به عنوان خروجی به رابط اکسایتر به کار می‌رود.

۱۲) پایه بیست و پنج ورودی سیگنال RESET از رابط اکسایتر به مدار کنترلPDM می‌باشد.

۱۳) پایه‌های هفت، پانزده، نوزده، بیست و یک، بیست و دو، بیست و سه، بیست و شش و بیست و هفت به زمین متصل می‌باشند.

۳-۳-۱-۲- توزیع ولتاژهای تغذیهٔ کم‌قدرت به مدارهای PDM

ولتاژهای 15v، 15v- و 5v+ که در مدار رابط اکسایتر تهیه می گردند با عبور از فیلتر DC پایین‌گذر -شامل کویل های ۲/۵ دور و خازن های تانتالیوم 10uF و سرامیکی 100nF مدارات بردPDM را تغذیه می نمایند.



شکل (۳-۸)

۳-۳-۱-۳- راه‌انداز مدولاسیون عرض پالس (PDM Driver)

در این مدار، سطح صدای ورودی به مدار، جهت تولید PDM مورد بررسی قرار گرفته، در صد مدولاسیون عرض پالس تولید شده در مدار مولد اندازه‌گیری شده و در صورت وجود، اورمدولاسیون تشخیص و به مدار مقایسه کننده اعلام می‌گردد. همچنین یک بخش کنترل و جبرانساز برای سطح کریر مورد استفاده در مدولاسیون دامنه، در نظر گرفته شده تا سطح کریر از تغییرات تغذیه .H.V مصون نگاه داشته شود.

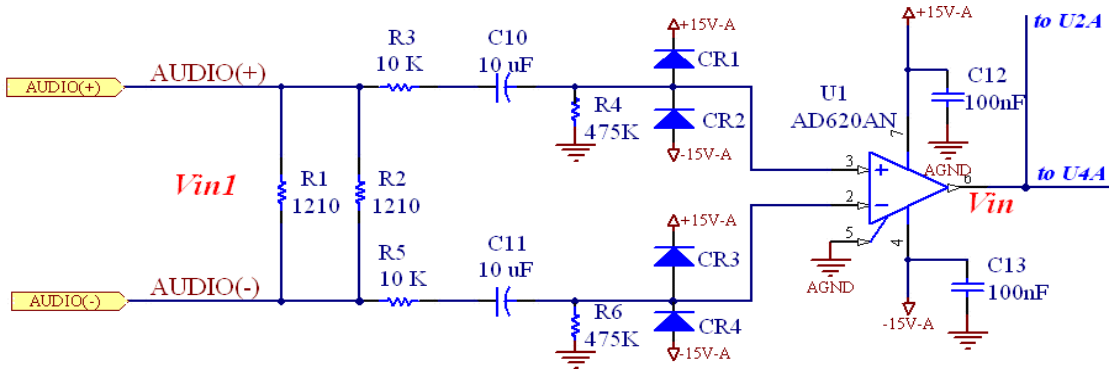
۳-۳-۱-۴- تقویت‌کننده بالانس به آن‌بالانس

در ورودی این مدار شکل (۳-۸)، صوت با دامنهٔ 1v و فرکانس 1KHz به صورت بالانس به مقاومت 600Ω اعمال شده است. دیودهای CR1-CR4 دامنهٔ صدا را بین 15v- تا 15v+ ثابت نگاه می‌دارند.

دو مقاومت موازی R1 و R2 بعنوان مقاومت بار جهت صدای ورودی بالانس با مقاومت ورودی 600Ω استفاده گردیده است .

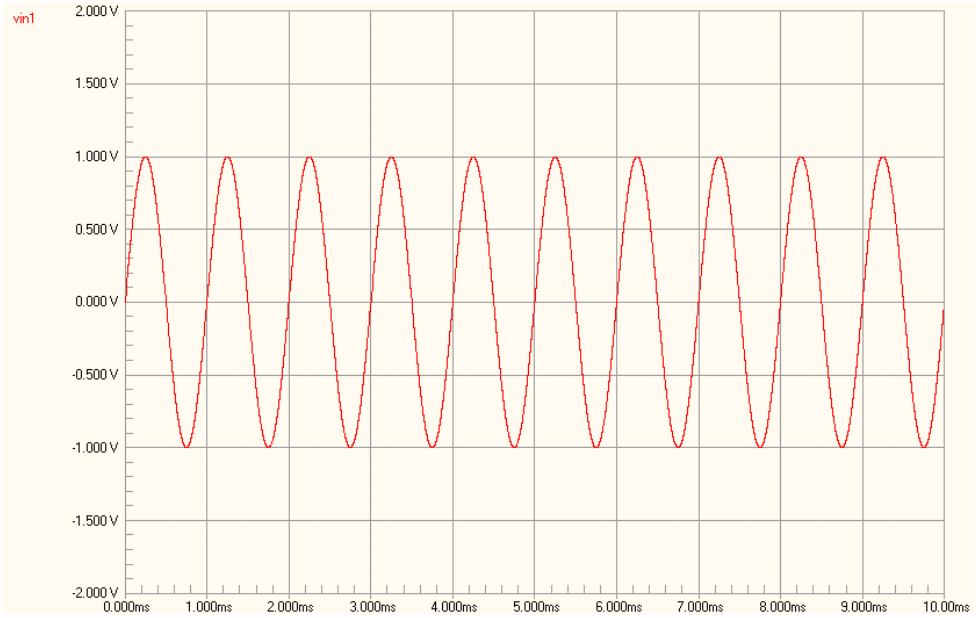
خازن های C10 و C11 سد کننده ولتاژ dc احتمالی در صدای ورودی می باشد و مقاومت های R4 و R5 جهت تثبیت ولتاژهای ورودی U1 استفاده می گردند.

بعبارت دیگر مجموعه المان های C10،R6،R5،R4،R3 و C11 یک مدار فیلتر را در برابر ولتاژ dc و فرکانس های کمتر از 40HZ و همچنین نویزهای همراه سیگنال صدا را تشکیل می دهند.



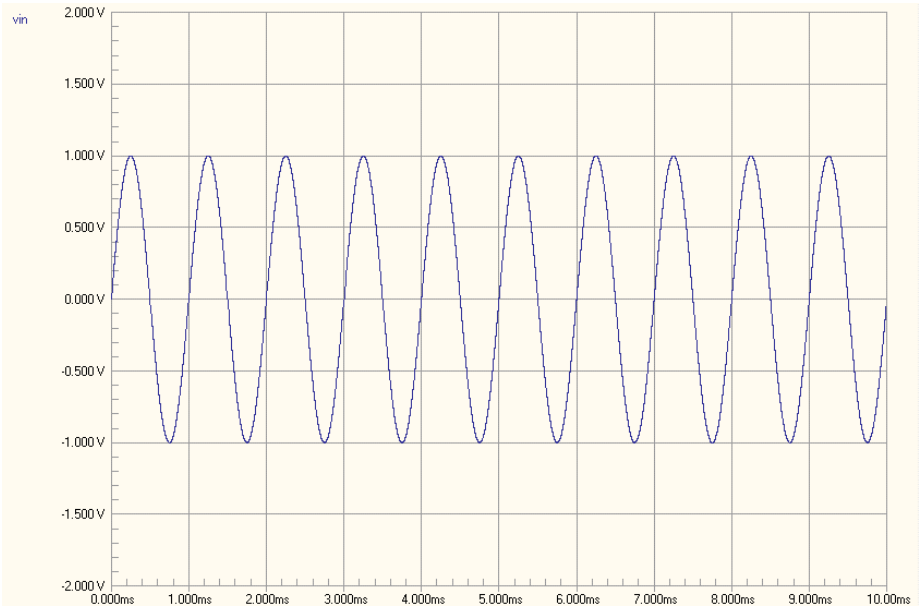
شکل (۳-۸)

اینک برای درک بیشتر مدار را با یک صدای ورودی با دامنهٔ 1v و فرکانس 1KHz به صورت بالانس شبیه سازی می کنیم. که نتیجه شکل شکل (۳-۹) **حاصل می شود.که** نمونهٔ شبیه‌سازی شدهٔ صوت ورودی را در مدت زمان 10ms نشان می‌دهد.



شکل (۳-۹)

آی‌سی **U1**، تقویت‌کنندهٔ تفاضلی جهت تبدیل صدای ورودی از حالت بالانس به آن‌بالانس می‌باشد. خروجی این تقویت‌کننده که شامل صدای 1KHz می‌باشد در شکل (۳-۱۰) نمایش داده شده است.

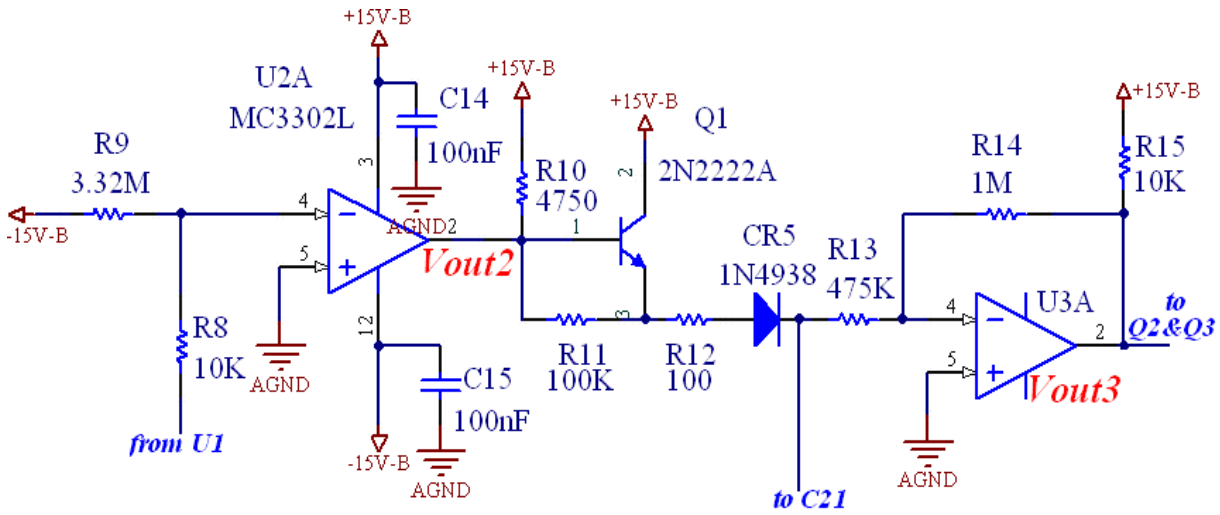


شکل (۳-۱۰)

سیگنال مذکور به مدار برش‌دهندهٔ صدا مورد استفاده جهت جبرانسازی سطح صدا و مقدار قدرت، و نیز به مدار آشکارساز سطح مدولاسیون فرستاده می‌شود.

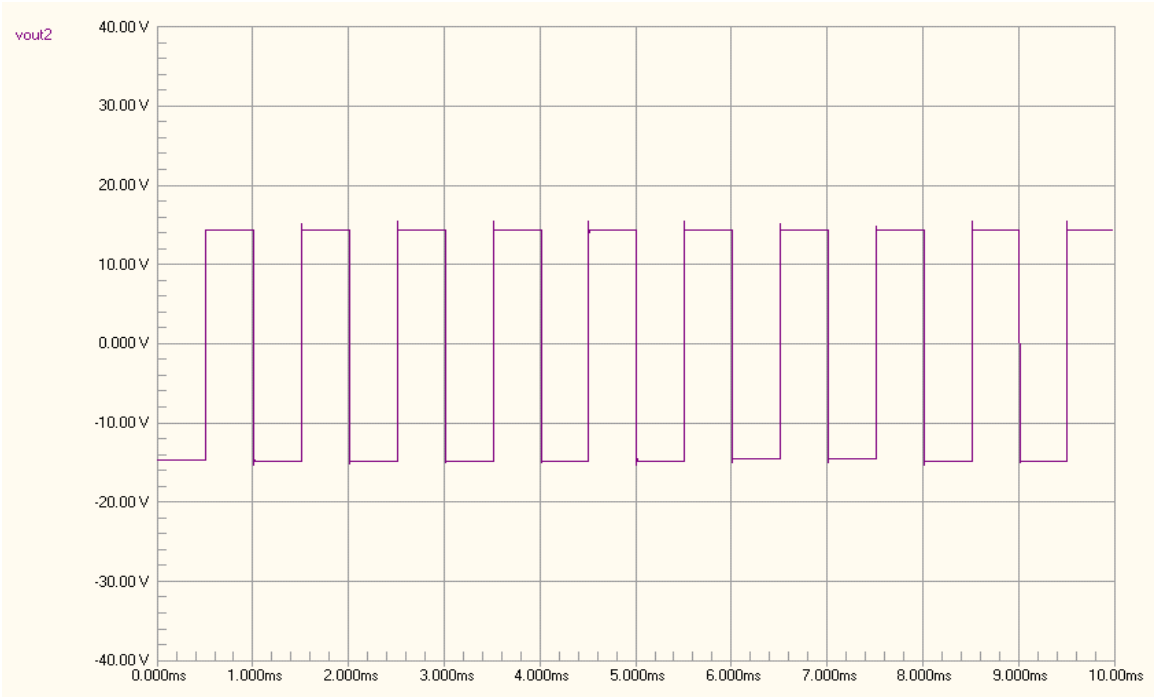
۳-۳-۱-۵- آشکارساز عبور از صفر

در این مرحله، سیگنال صدا به پایهٔ منفی(4) آی‌سی U2Aدر شکل (۳-۱۱) که یک مقایسه‌گر با نام MC3302L می‌باشد، اعمال می‌شود. در صورتی که دامنهٔ صدا منفی باشد، به دلیل اینکه پایهٔ مثبت (5) آی‌سی U2A به زمین اتصال دارد، U2A به اشباع مثبت می‌رود. اما چون این مقایسه‌کننده در ولتاژ high، مدار باز می‌باشد، در حالت اشباع مثبت خروجی وجود نخواهد داشت؛ در نتیجه ولتاژ 15v+، از طریق مقاومت R10 به خروجی اتصال داده می شود. این ولتاژ که به بیس ترانزیستور Q1 (2N2222A) اعمال شده باعث روشن شدن آن و در نتیجه بایاس مستقیم دیود CR5 می‌گردد. در این حالت، ولتاژ اشباع به پایهٔ4 آی سی U3A که مقایسه کننده دیگری از نوع MC3302L می‌باشد، و نیز به خازن C21 اعمال می‌شود. پس از دریافت ولتاژ توسط U3A این مقایسه‌کننده به اشباع مثبت رفته و در اثر بایاس مقاومت R15، ولتاژ 15v+ روی پایهٔ دو U3A قرار می‌گیرد.



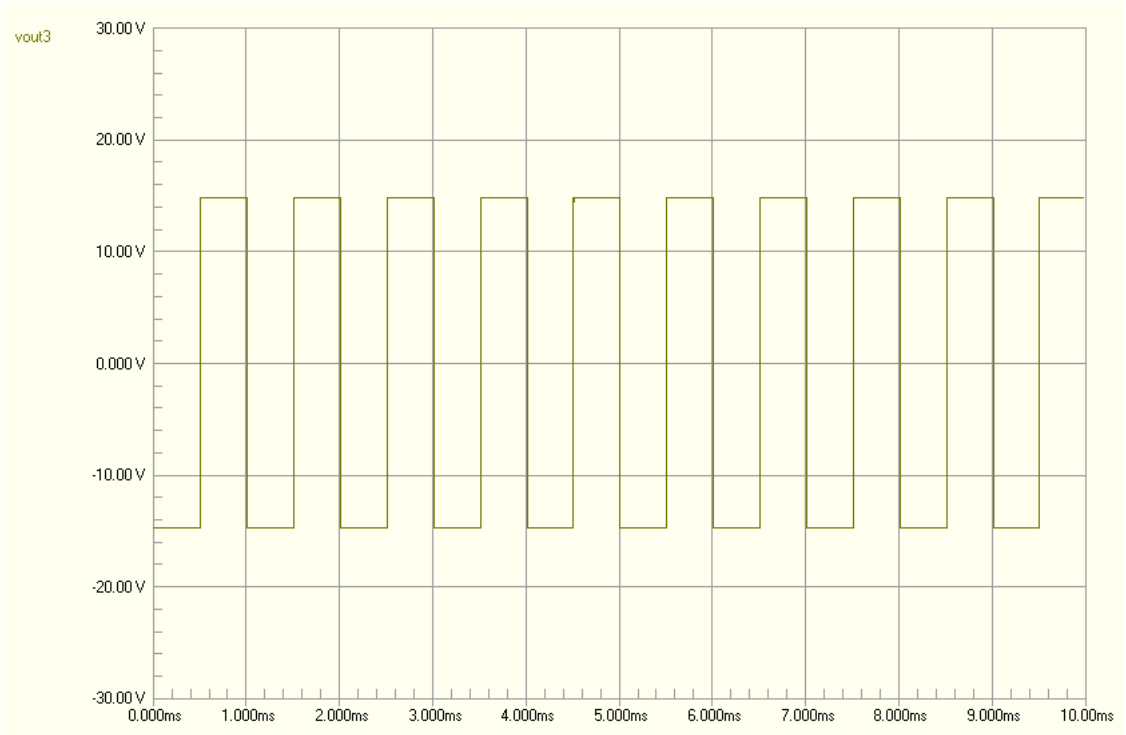
شکل (۳-۱۱)

اینک برای درک بیشتر مدار را با همان صدای ورودی با دامنهٔ 1v و فرکانس 1KHz به صورت بالانس شبیه سازی می کنیم. که نتیجه شکل (۳-۱۲) **حاصل می شود.که** نمونهٔ شبیه‌سازی شدهٔ صوت ورودی در خروجی آی سی U2A پایه2 نشان می دهد.***(VOUT2)***



شکل (۳-۱۲)

همچنین نمونهٔ شبیه‌سازی شدهٔ صوت ورودی در خروجی آی سی U3A پایه 2در شکل (۳-۱۳) نشان می دهد.***(VOUT3)***



شکل (۳-۱۲)

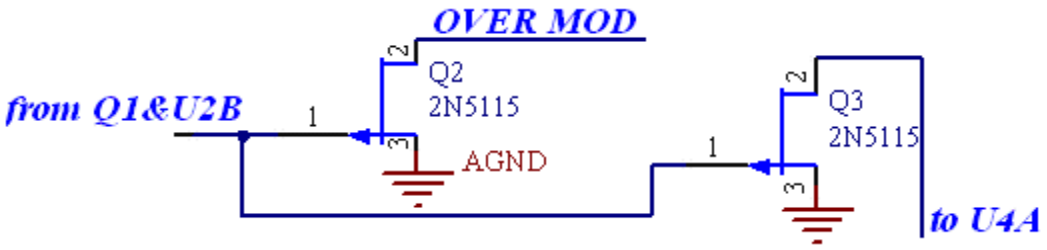
حال چنانچه دامنهٔ صوت ورودی مثبت باشد، مقایسه کنندهU2A به اشباع منفی رفته و در خروجی آن، ولتاژ -15v به دست خواهد آمد. این ولتاژ روی بیس ترانزیستور Q1 قرار داشته و باعث خاموش شدن آن و به تبع دیود

CR5 گردیده و از این مسیر سیگنالی به پایهٔ مثبت U3A و خازن C21 اعمال نخواهد شد. در نتیجه چون این ورودی U3A -به صورتی که در ادامه بیان خواهد شد- دارای ولتاژی منفی است، این آی‌سی به اشباع منفی خواهد رفت.

در این حالت شکل‌های (۳-۱۱) و (۳-۱۲) شبیه‌سازی شده، با صوت ورودی صد و هشتاد درجه اختلاف فاز خواهند داشت.

۳-۳-۱-۶- مدار تشخیص Over Modulation

با توجه به شکل (۳-۱۳)، در حالتی که ولتاژ خروجی U3A که به گیت ترانزیستورهای Q2 و Q3 (از نوع PFET) متصل است، مثبت باشد -یعنی صوت ورودی منفی باشد- این ترانزیستورها خاموش بوده و در نتیجه در خروجی OVER MOD سیگنالی قابل مشاهده نخواهد بود. اما اگر ولتاژ گیت منفی باشد، ترانزیستورها روشن شده و درین و سورس آن‌ها در حالت اتصال کوتاه قرار می‌گیرد

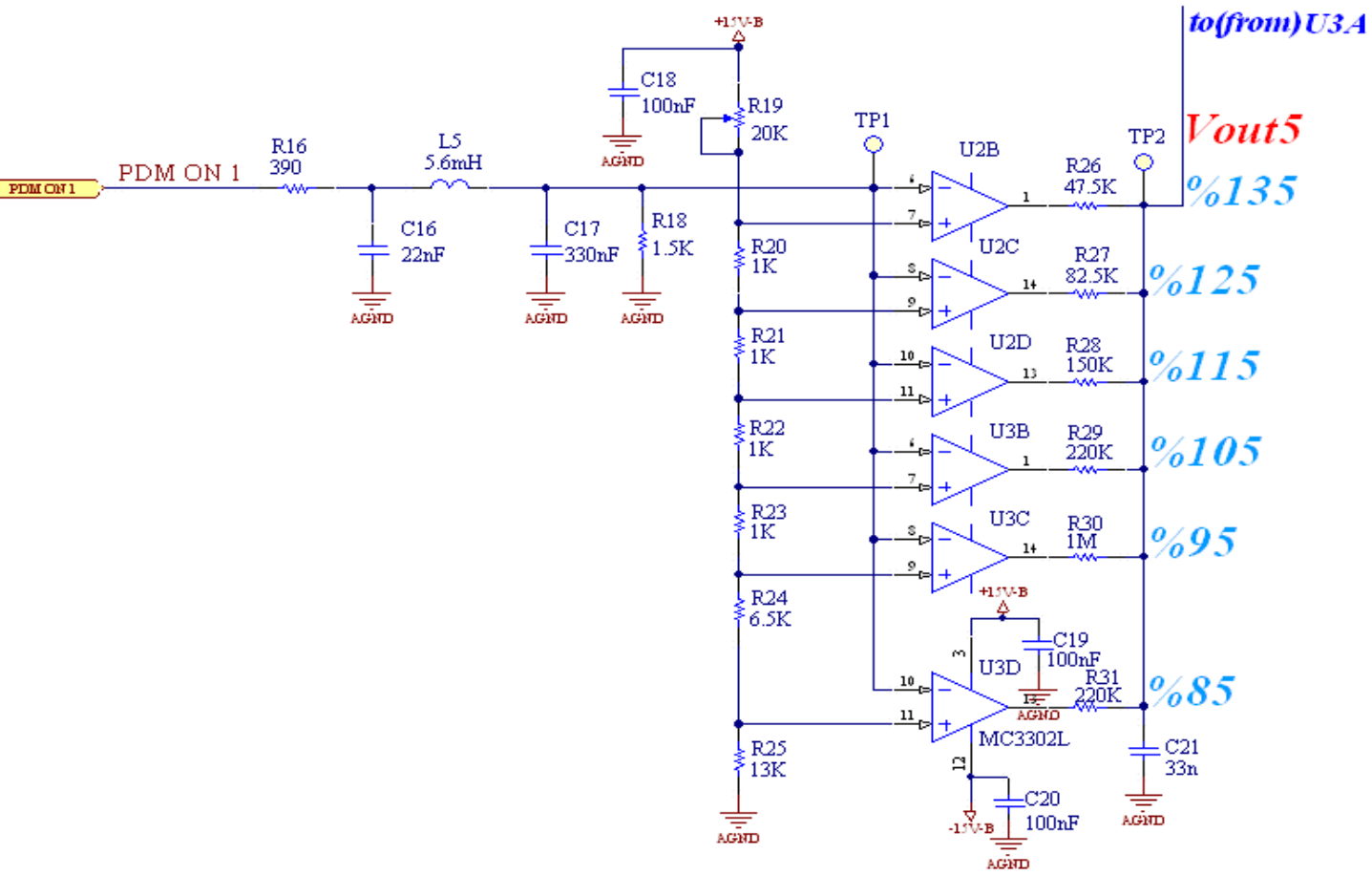


شکل (۳-۱۳)

با توجه به شکل (۳-۱۱) و به صورتی که بیان خواهد گردید در دامنهٔ منفی صوت، ورودی U3A دارای ولتاژ 15v+ و در دامنهٔ مثبت نیز دارای ولتاژ 15v- خواهد بود. در نتیجه در خروجی این مقایسه کننده، موج مربعی با دامنهٔ به ترتیب 15v+ و 15v- به دست می‌آید.

۳-۳-۱-۷- آشکارساز سطح مدولاسیون

ورودی این مدار(شکل ۳-۱۴) سیگنال PDM است که در مدار مولد ساخته و از خروجی مدار به این بخش ارسال می‌شود. این سیگنال پس از عبور از دو فیلتر پایین‌گذر C16,R16 و C17,L5 در دو مرحله، انتگرالگیری شده و سپس به صورت یک سیگنال سینوسی با فرکانس صوت به پایه‌های منفی مقایسه کننده های U2B-D و U3B-D اعمال می‌گردد. هر یک از پایه‌های مثبت آی‌سی‌های فوق توسط یک مقاومت به یکدیگر و در نهایت به تغذیهٔ 15v+ اتصال دارند. درنتیجه این ولتاژ پس از هر تقسیم ولتاژ به یکی از نقاط مذکور اعمال شده و ولتاژ آن پایه را می‌سازد ولتاژ نقاط به ترتیب از بالا به پایین کاهش می‌یابند.



شکل (۳-۱۴)

همان طور که در شکل (۳-۱۱) گفته شد در صورتی که دامنهٔ صوت ورودی منفی باشد، ولتاژی مثبت از دیود CR5 به خازن C21 اعمال می‌شود، در نتیجه این خازن تا حد +15v شارژ خواهد شد. از سوی دیگر سیگنال سینوسی قرار گرفته روی پایه‌های منفی آی‌سی‌های U2B-D و U3B-D به دلیل عدم اختلاف‌فاز با صدای ورودی در نیمهٔ منفی دوره‌تناوب خود قرار دارند؛ در نتیجه کلیهٔ مقایسه‌کننده‌های فوق در اشباع مثبت (که در این نوع مدار باز تعریف شده) قرار می‌گیرند.

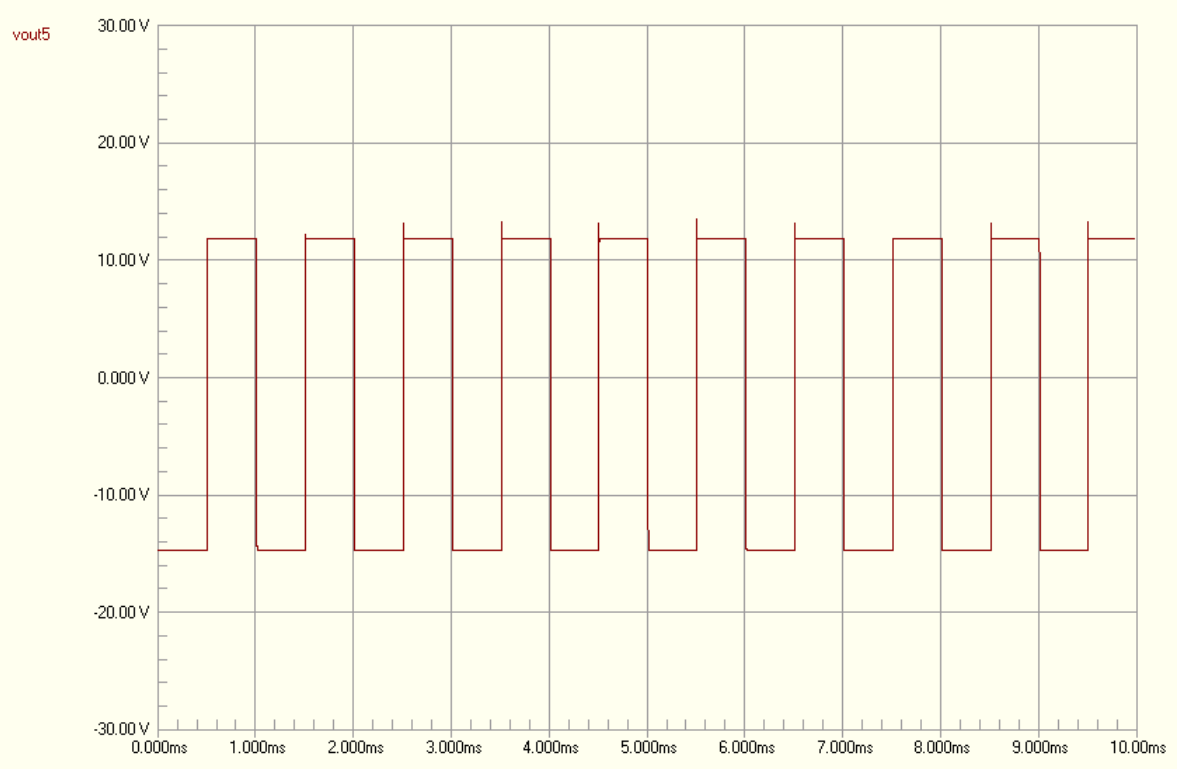
چنانچه دامنهٔ صوت مثبت باشد از U2A سیگنالی به خازن C21 اعمال نخواهد شد؛ اما چون ولتاژ قرار گرفته روی پایهٔ منفی مقایسه‌کننده‌های شکل (۳-۱۴) مثبت می‌باشند، در صورتی که در هر یک از مقایسه کننده ها، ولتاژ پایه های منفی از ولتاژ پایهٔ مثبت آن بزرگتر باشد، به اشباع منفی رفته و خروجی آن در وضعیت ولتاژ -15v قرار می‌گیرد. بدیهی است هر چه دوره روشنی در دوره‌تناوب موج PDM بزرگتر باشد، ولتاژ پایه‌های منفی بزرگتر بوده؛ و تعداد بیشتری از مقایسه کننده ها، از پایین به بالا به اشباع منفی خواهند رفت. با قرار گرفتن هر یک از مقایسه‌کننده‌های فوق در مدار، مقاومت سری شده با خروجی آن با خازن C21 به صورت موازی قرار گرفته و باعث دشارژ شدن و رسیدن ولتاژ آن به -15v+ می‌گردند. اگر دامنهٔ صدا مناسب باشد، باید در هنگام عبور از صفر ولتاژ خازن کاملا صفر شود.

هر چه دوره‌روشنی در مدولاسیون عرض پالس طولانی‌تر باشد، ولتاژ منتج روی پایه‌های منفی بزرگتر می‌گردد و این نشان‌دهندهٔ درصد مدولاسیون بالاتر می‌باشد؛ که تعیین این درصد مدولاسیون با توجه به مقایسه‌کننده‌های فعال شده در شکل (۳-۱۴) نمایش داده شده است.

قابل توجه است اگر به جای سیگنال PDM، قطار پالس با عرض مشخص به عنوان ورودی قرار بگیرد، عرض پالس‌های ON و OFF آن کاملا ثابت بوده و همواره تعداد ثابتی مقایسه‌کننده‌ها به اشباع منفی رفته و در مدار قرار می‌گیرند.

با شروع دوره بعدی تناوب، به گونه‌ای که شرح داده شد، خازن C21 دوباره شارژ و دشارژ می‌گردد.

شکل (۳-۱۵) شبیه‌سازی این مدار یعنی شکل موج قرار گرفته روی خازن C21 را نمایش می‌دهد. همان طور که در تشریح عملکرد این مدار ذکر شد شکل موج خازن نیز با صوت ورودی دارای صد و هشتاد درجه اختلاف‌فاز است.

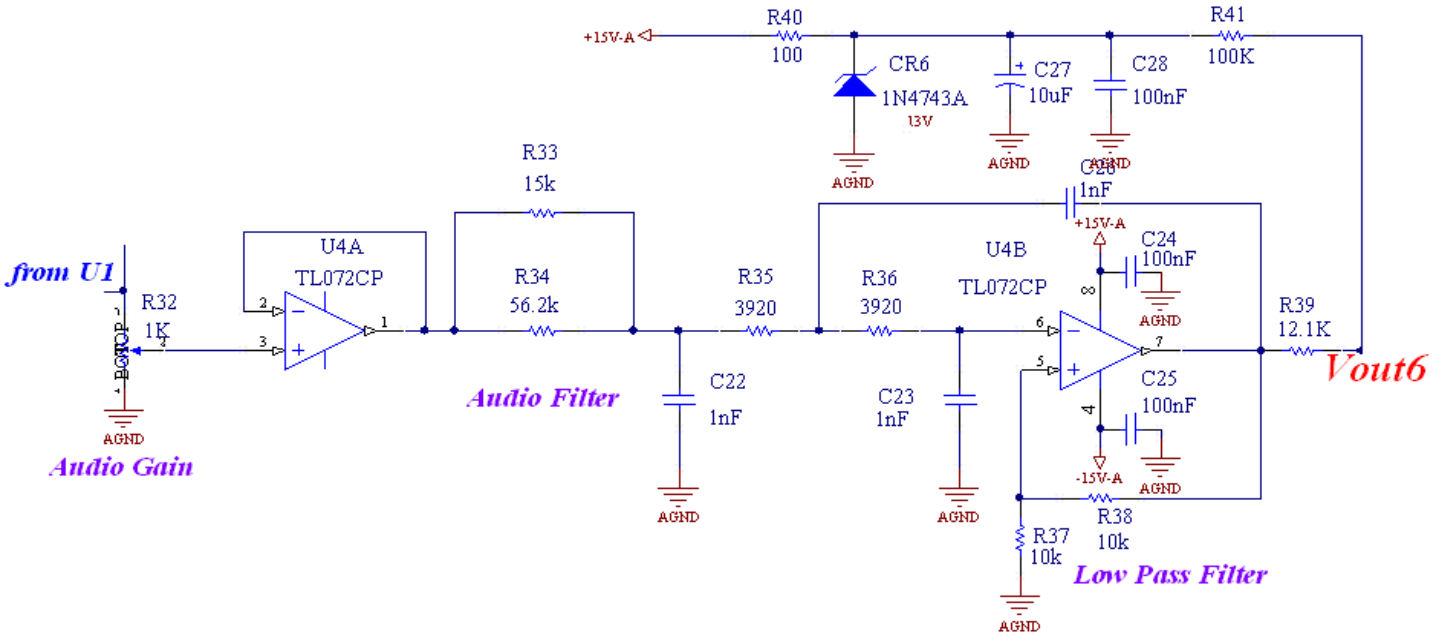


شکل (۳-۱۵)

۳-۳-۱-۸- مدارهای برش دهندهٔ صدا و فیلتر

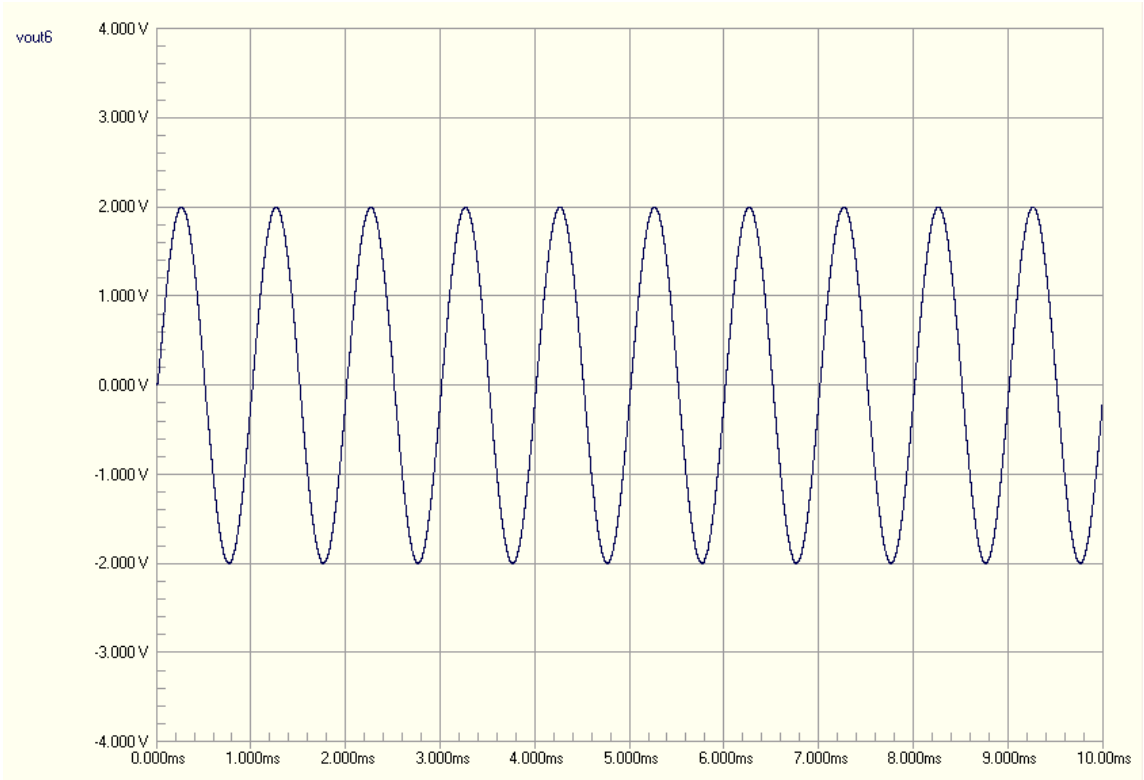
صدای ورودی پس از تبدیل به آن‌بالانس از طریق پتانسیومتر R32 وارد یک مدار بافر 1:1 (U4A)می شود. R32جهت تغییر گین صدا استفاده می گردد.

پس از آن صدا، وارد یک فیلتر پایین‌گذر می شود که باند فرکانسی را بین 40-10KHz محدود می‌کند. پهنای باند فرکانس توسط مقاومت های R33 و R34 تعیین می شود. در این مدار آی سی U4B و قطعات متعلق به آن عمل فیلترینگ را برای باند فرکانسی صدا انجام می دهند. شکل (۳-۱۶)



شکل (۳-۱۶)

برای درک بیشتر مدار را با صدای ورودی با فرکانس 1KHzو دامنهٔ 1v شبیه سازی می کنیم که نتیجه شکل (۳-۱۷) می شود که ملاحظه می گردد.



شکل (۳-۱۷)

۳-۳-۱-۹- کنترلر سطح کریر:

مدار (شکل ۳-۱۸) که به نوعی کنترل‌کننده سطح کریر می‌باشد، از یک آی‌سی ضرب‌کننده جریان (U6) تشکیل شده است. ورودی‌های این آی‌سی با نام جریان‌های I_1، I_2 و I_4 و خروجی آن با نام I_3 مشخص شده است. رابطه بین ورودی و خروجی‌های این مالتی‌پلیر (U6) به صورت زیر تعریف شده است:

$$I_3=\frac{I_1\times I_2}{I_4}$$

هر یک از ورودی‌های مربوطه عبارتند از:

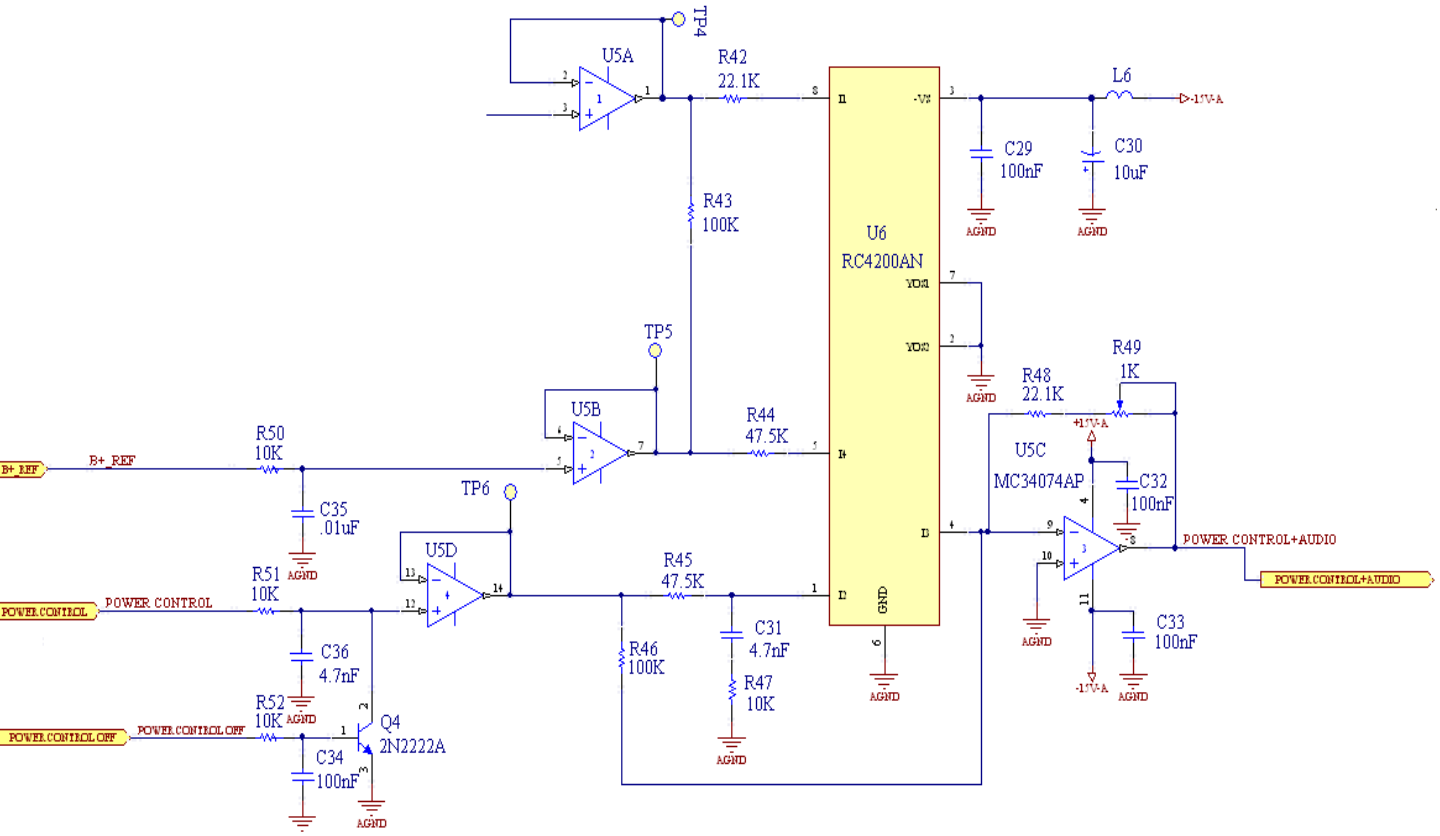
I_1: خروجی آی‌سی U5A یعنی صدای همراه با تغییر سطح

I_2: جریان مربوط به Power Control است که با ولتاژهای مختلف عرض پالسPDM تغییر خواهد کرد و در نتیجه باعث تغیرقدرت خروجی فرستنده می شود. این نمونه ولتاژ که با انتخاب هر یک از حالت‌های Low، Medium و High بر روی فرستنده حاصل می شود دارای ولتاژی برابر با سه، شش و یا نه ولت خواهد بود. که از طریق یک بافر وارد پایه یک آی‌سی U6 می‌گردد.

I_4 : جریان مربوط به نمونه تغذیه پرقدرت (B+) است که دارای ولتاژی برابر با 9v+ بوده و به پایه پنج آی‌سی ضرب‌کننده وارد می‌شود.

بین ورودی‌های I_1 و I_4 مقاومت R43 برابر با 100KΩ قرار گرفته تا بیت دو پایه به دلیل اختلاف سطح ولتاژ، تداخلی صورت نگیرد.

تغذیه این آی‌سی ولتاژ 15v- ورودی پایه سه بوده و سایر پایه‌ها به زمین متصل‌اند.



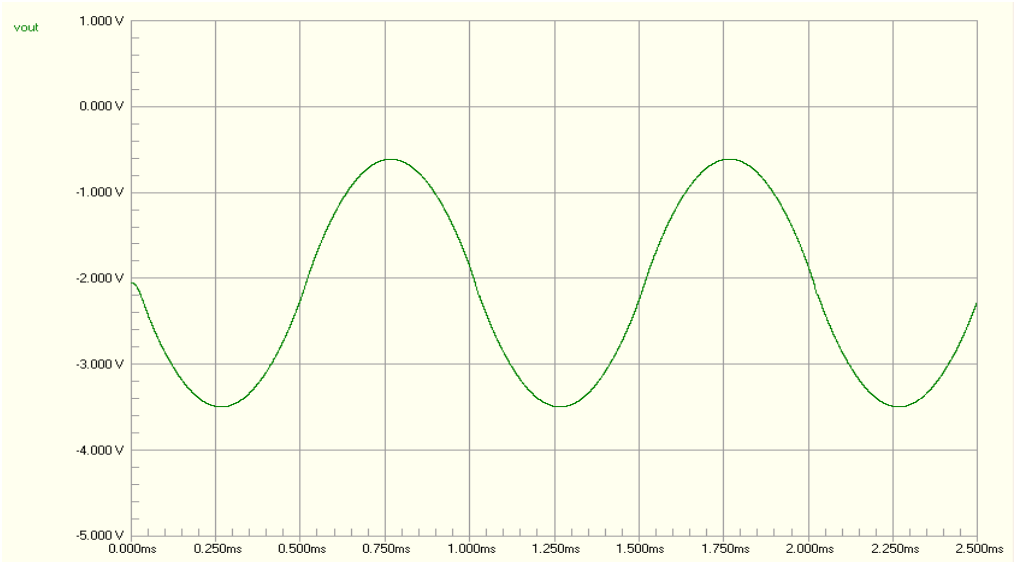
شکل (۳-۱۸)

در حالت قدرت کامل که Power Control روی مقدار حدود9v+ قرار دارد، می‌بایست سطح خروجی مالتی‌پلیر (آی‌سی U6) مساوی با سطح سیگنال صدای ورودی آن باشد. بدیهی است چنانچه سطح تغذیه پرقدرت از مقدار تنظیم شده برای آن بیشتر یا کمتر گردد، به دلیل ثابت ماندن درصد عرض پالس، پاورکنترل نیز زیاد یا کم شده بنابراین خروجی همچنان ثابت می‌ماند. به این ترتیب کنترلری برای تغییرات سطح کریر در نظر گرفته شده تا همواره لول صدا ثابت بماند و با کم و زیاد شدن پاورکنترل، دچار تغییر نگردد.

خروجی این ضرب‌کننده به یک تقویت‌کننده (U5C) متصل شده است. همچنین برای جلوگیری از تداخل ولتاژ بین پایه‌های یک و چهار U6، مقاومت R46 برابر با 100KΩ بین آن‌ها در نظر گرفته شده است. توسط این تقویت‌کننده، سطح صدا که دارای دامنه دو ولتی بود به اندازه 2v- شیفت پیدا می‌کند (Power Control + Audio).

از سوی دیگر پاورکنترل ورودی تغذیه ترانزیستور Q4 را تشکیل می‌دهد. بیس Q4 به ورودی Power Control OFF که از مدار مولد به این مدار تغذیه می‌گردد، متصل است. چنانچه مقدار این ولتاژ به حدی برسد که (یک منطقی باشد) باعث روشن شدن ترانزیستور شود، Q4 به اشباع رفته و کلکتور آن زمین می‌گردد. به این ترتیب پاورکنترل را می‌خواباند و در خروجی سیگنالی حاصل نخواهد شد. در غیر این صورت Q4 خاموش بوده و مدار عملکرد نرمال خود را دارا می‌باشد.

شبیه‌سازی این بخش از مدار ، در مدت زمان 2.5ms در شکل (۳-۱۸) نمایش داده شده است.



شکل (۳-۱۸)

۳-۳-۱-۱۰- مولد مدولاسیون عرض پالس (PDM Generator)

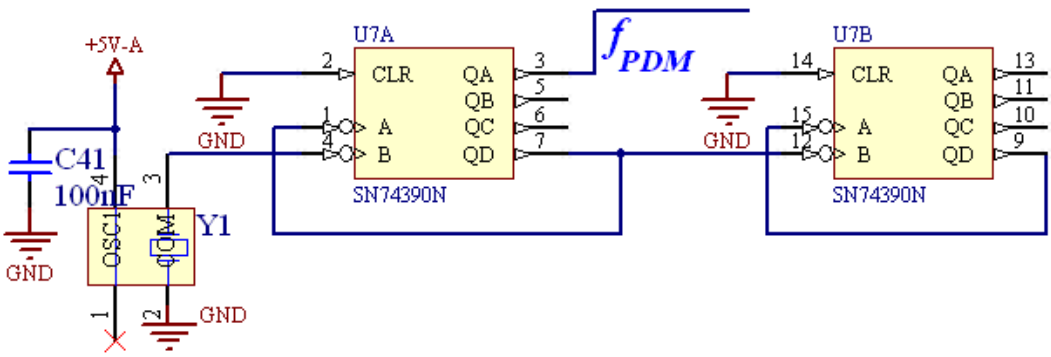
این مدار(شکل۳-۶) تولیدکنندهٔ سیگنال PDM با دامنهٔ 0-15v و فرکانس 100KHz مورد استفاده در مدار ماژول های قدرت برای عمل مدولاسیون AM مورد استفاده قرار می گیرد .

شرح کاربرد این سیگنال در POWER STAGES MANUAL به طور مشروح بیان شده است.

۳-۳-۱-۱۱- مولد فرکانس صد کیلو هرتز

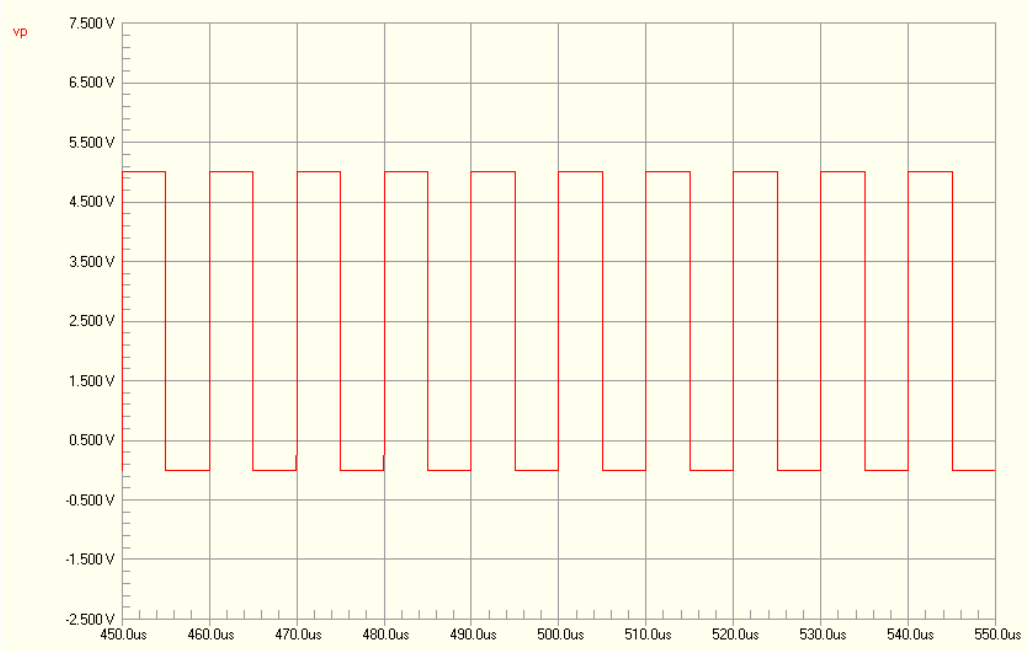
کریستال Y1 مولد فرکانس 1MHz با تغذیهٔ +5v می‌باشد. این فرکانس توسط آی سی دیوایدرU7A و U7B (SN74390N) تقسیم بر ده شده و به موج مربعی با دامنهٔ 0-5Vp-p و فرکانس 100KHz که فرکانس مورد نظر برای سیگنال PDM است تبدیل می‌شود. این سیگنال جهت تبدیل به شکل موج مثلثی -به منظور تولید مدولاسیون عرض پالس دولبه- به یک مدار انتگرالگیر اعمال می‌گردد.

در شکل (۳-۱۹) نحوهٔ تولید فرکانس 100KHz نشان داده شده است.



شکل (۳-۱۹)

شکل (۳-۲۰) شبیه‌سازی مدار مولد فرکانس صد کیلوهرتز را نشان می دهد.

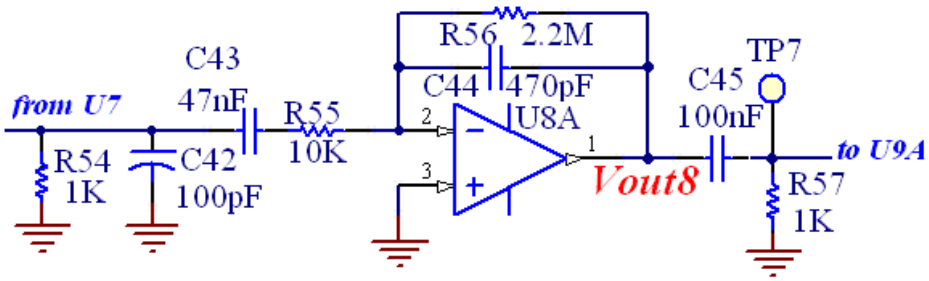


شکل (۳-۲۰)

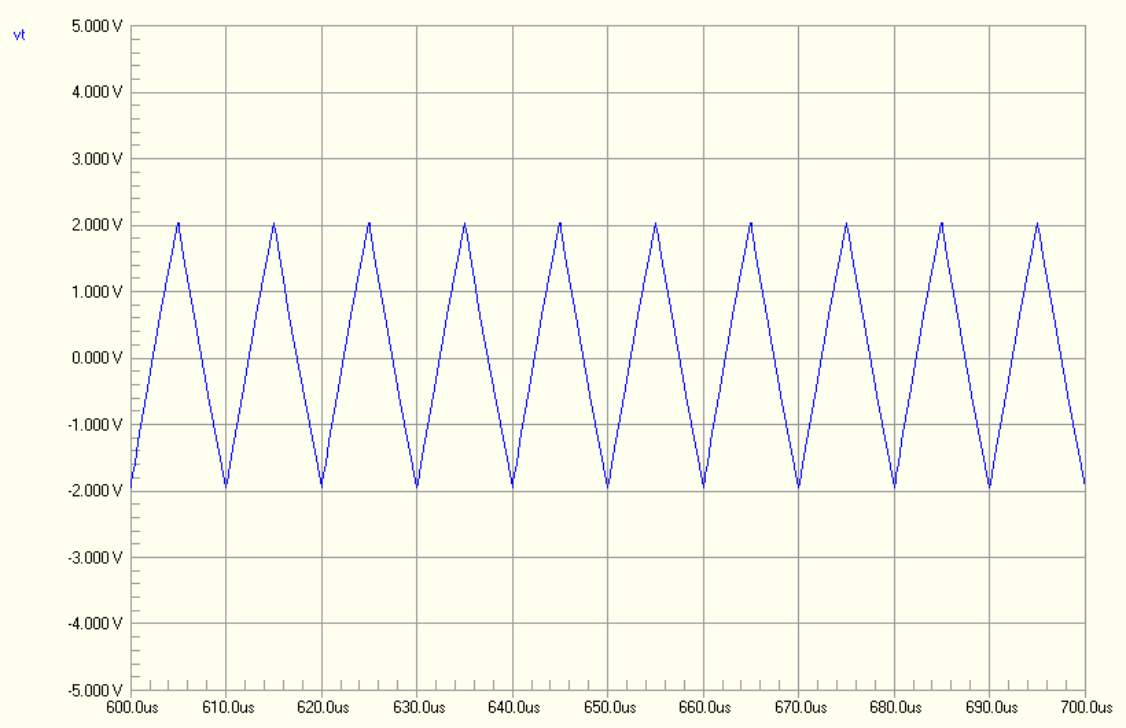
۳-۳-۱-۱۲- مولد موج مثلثی

موج مربعی با دامنهٔ 0-5Vp-p و فرکانس 100KHz از پایه 3 آی سی U7A در شکل (۳-۱۹) از طریق خازن C43 و مقاومت R55 به پایه 2 آی سی U8A در شکل (۳-۲۱) اعمال می شود.

این موج مربعی در این مدار ضمن تقویت، توسط مدار، انتگرال گرفته می شود و در خروجی آی سی U8A شکل موجی مانند شکل (۳-۲۲) نمایان می شود.



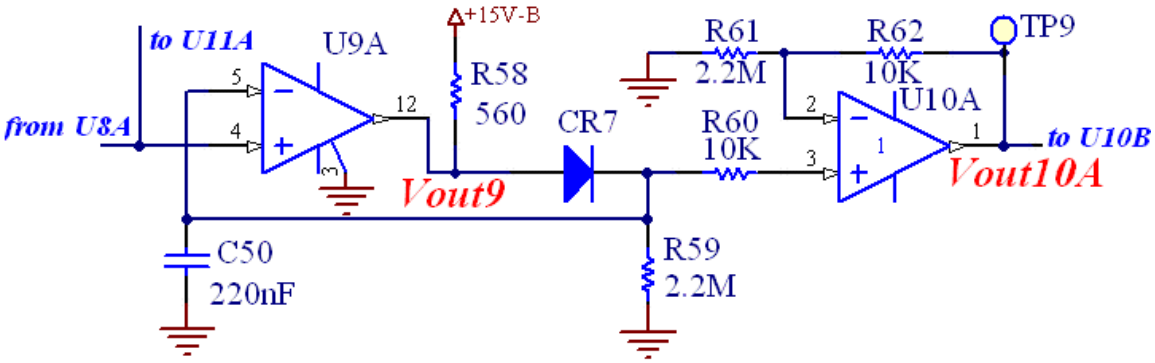
شکل (۳-۲۱)



شکل (۳-۲۲)

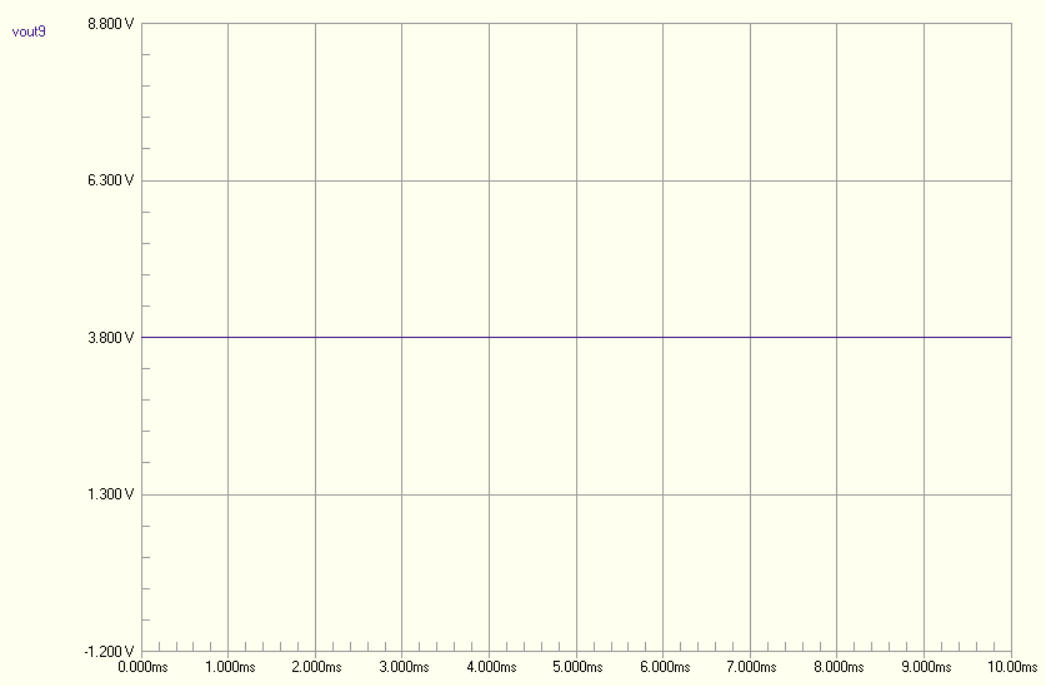
۳-۳-۱-۱۳- مبدل موج مثلثی به ولتاژ ثابت

در این مرحله موج مثلثی در مدار شکل (۳-۲۳) توسط مقایسه‌کنندهٔ U9A به یک ولتاژ ثابت در حد پیک ولتاژ مثلثی تبدیل می‌شود. آن‌گاه از طریق آمپلی‌فایر U10A تضعیف می‌گردد تا به ولتاژ DC مطلوب برای تولید مدولاسیون عرض پالس تبدیل شود.

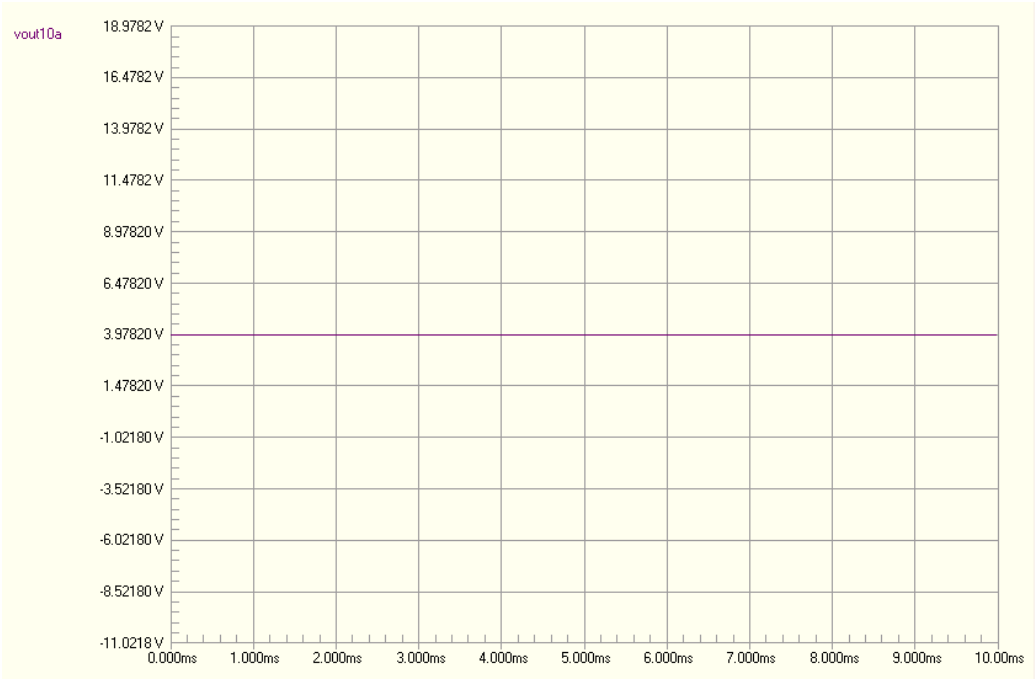


شکل (۳-۲۳)

شکل‌های (۳-۲۴) و(۳-۲۵) مقادیر این ولتاژها را که از طریق شبیه‌سازی محاسبه شده‌اند، به نمایش می‌گذارد.



(شکل ۳-۲۴- شبیه‌سازی مدار مبدل موج مثلثی به سطح DC)



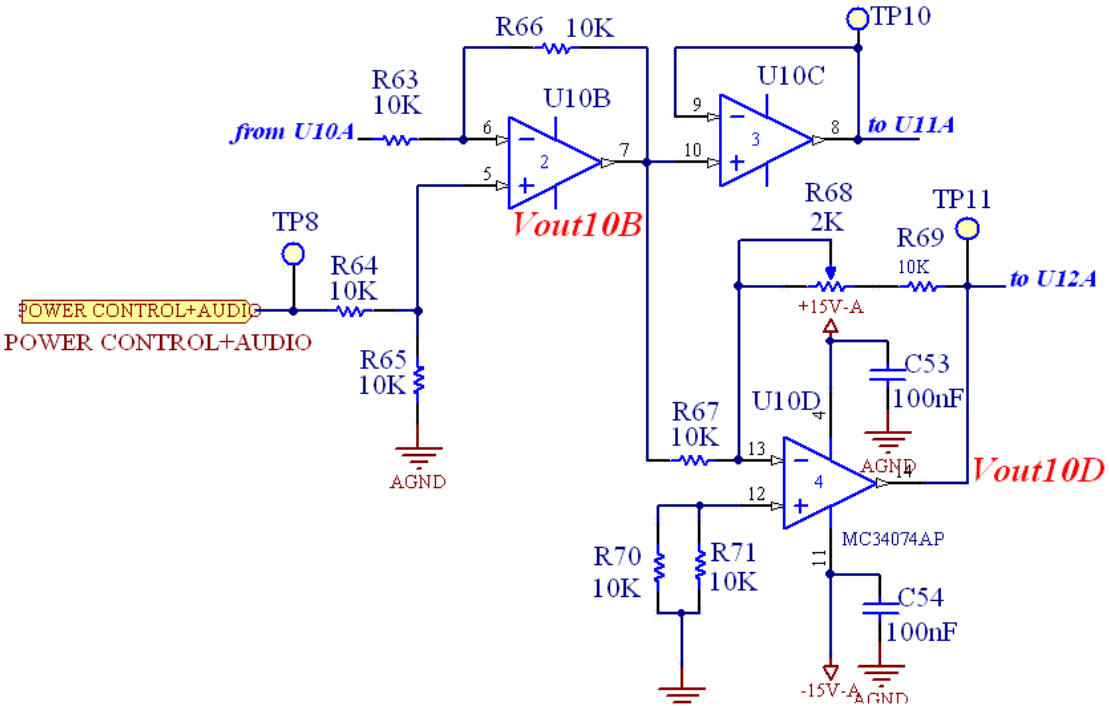
(شکل ۳-۲۵- شبیه‌سازی مدار تضعیف‌کننده ولتاژ DC)

۳-۳-۱-۱۴- تامین سیگنال‌های ورودی مولد PDM:

دو ولتاژ Power Control+Audio و ولتاژ DC تهیه شده از مدار قبلی (خروجی آی سی U10A) به ورودی های آی سی تقویت کنندهٔ تفاضلی U10B در شکل زیر(۳-۲۶) می رسد.

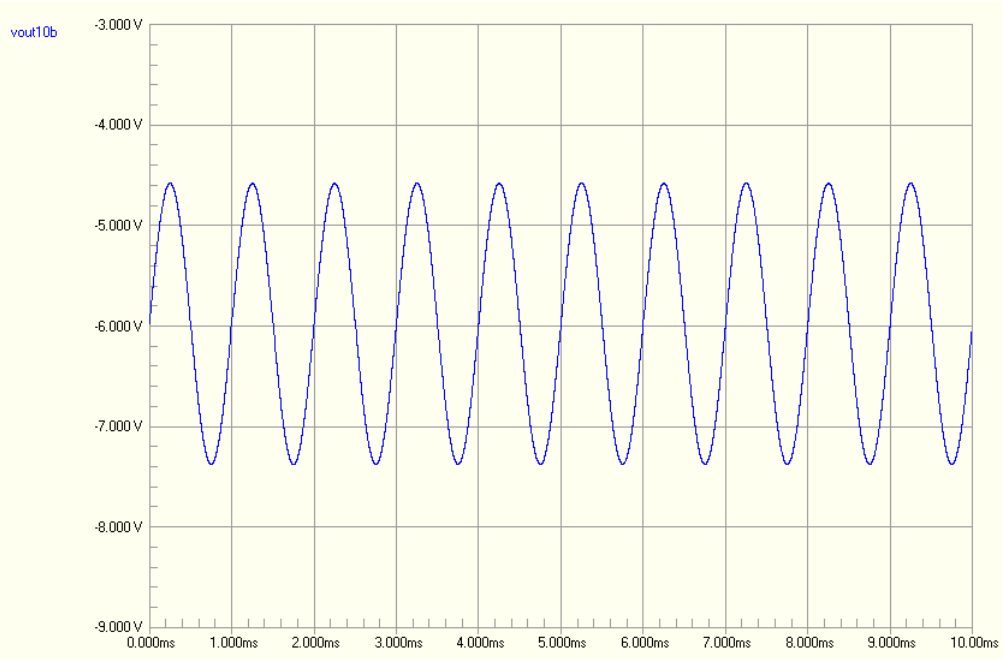
خروجی U10B به دو بخش تقسیم می شود و پایه 10 مثبت آی سی U10C و همچنین پایه 13 منفی U10D اعمال می گردد.

بنابراین در محل تست پوینت های TP10 و TP11 بترتیب دو ولتاژ مثبت و منفی داریم که با دامنه صدا تغیر می کنند.

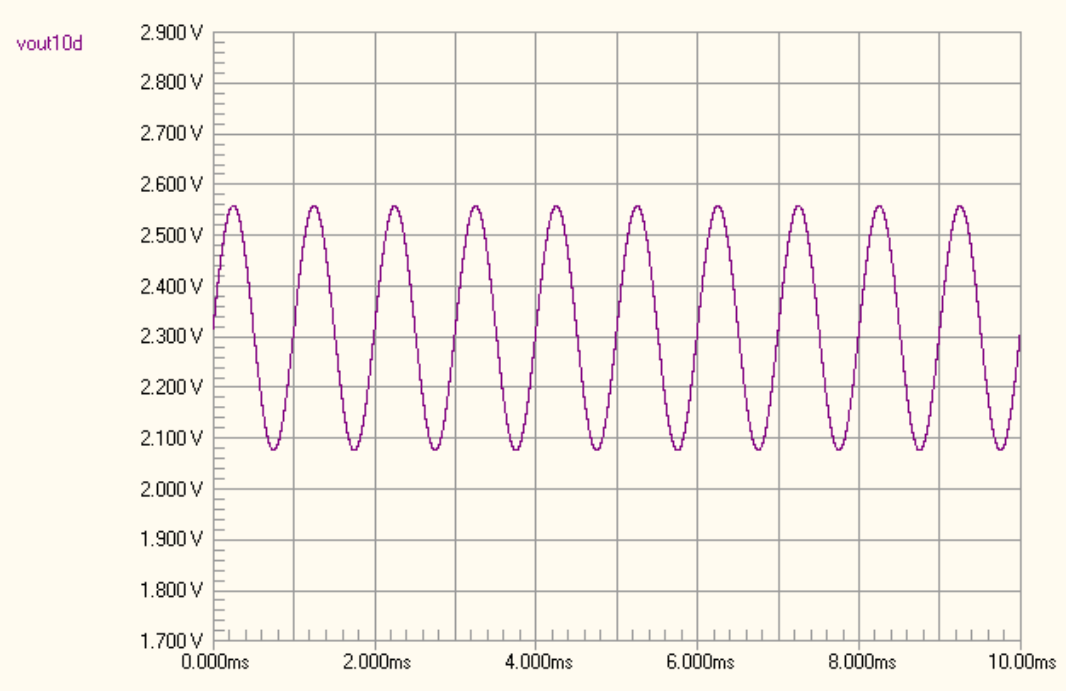


شکل (۳-۲۶)

شکل های (۳-۲۷) و (۳-۲۸) بترتیب خروجی های آی سی U10B و U10D را نشان می دهد.



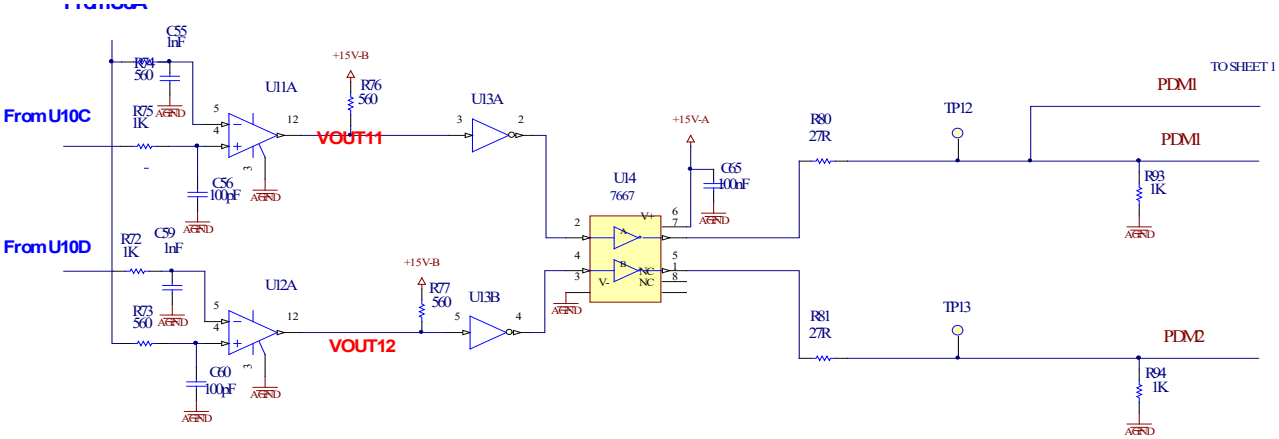
شکل (۳-۲۷)



شکل (۳-۲۸)

۳-۳-۱-۱۵- مدارتولید مدولاسیون عرض پالس (PDM)

موج مثلثی تولید شده در مدار شکل (۳-۲۲)، پایه 5 منفی U11A و پایه 5 مثبت U12A را تغذیه می‌کند. همچنین ولتاژهای مثبت و منفی همراه با صدای خروجی آی سی های U10C و U10D از مدار شکل (۳-۲۶) به پایه 4 مثبت U11A و پایه 4 منفی U12A اعمال می شوند. خروجی‌های مقایسه‌کننده‌های U11A و U12A سیگنال PDM با فرکانس 100KHz و دامنه 0-15v است که با یکدیگر دارای 180˚ اختلاف‌فاز می‌باشند. شکل (۳-۲۹) مدار تولید سیگنال PDM را نشان می دهد.



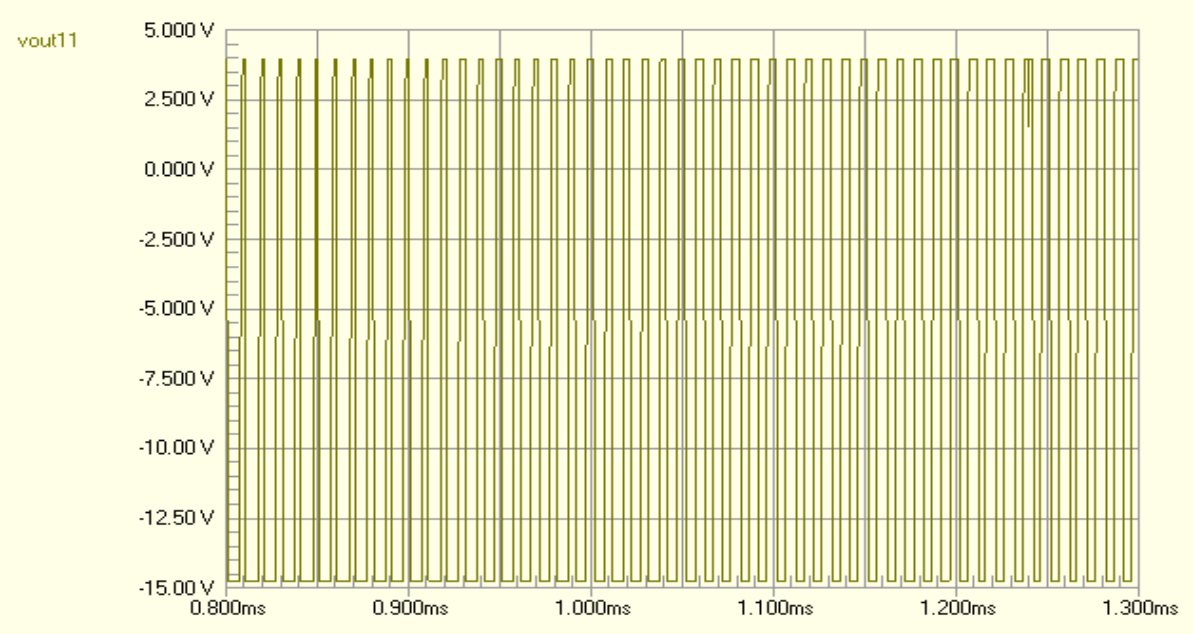
شکل (۳-۲۹)

سیگنال های PDM تولید شده پس از عبور از گیت‌های منطقی not، U13A,B معکوس گردیده آن‌گاه توسط آی‌سی تقویت جریان ICL7667 (که خود شامل دو not در پک خود می‌باشد) تقویت شده و با نام‌های PDM1 و

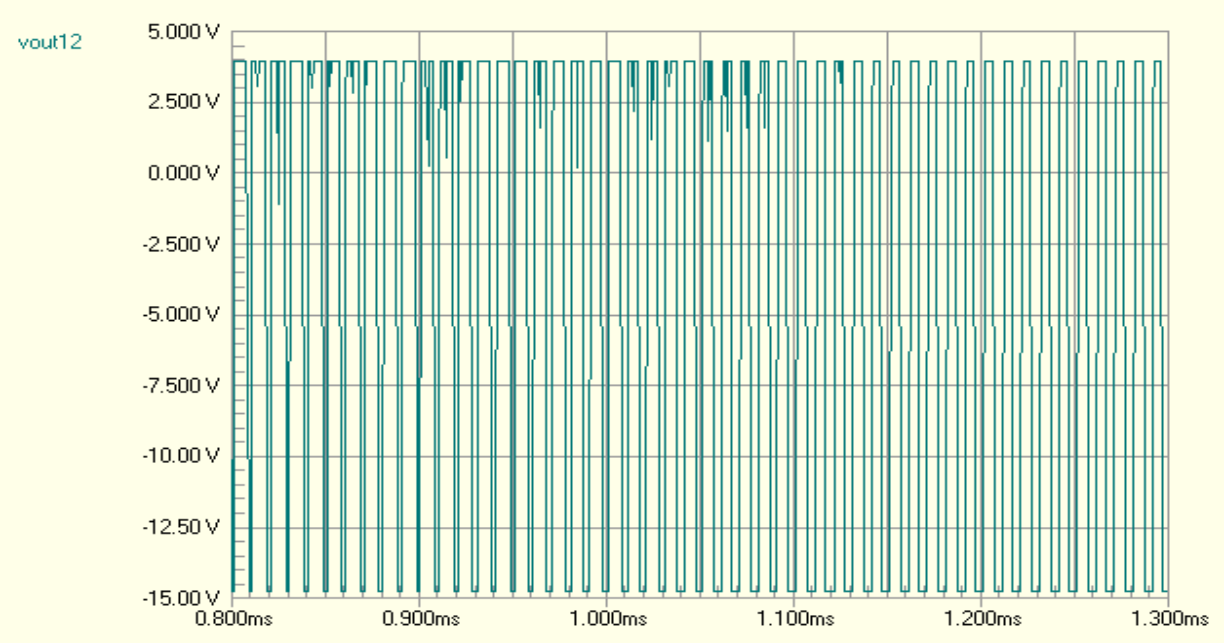
PDM2 به برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) و سپس به برد تقسیم کننده (Distributer) ارسال می شود تا به ماژول های قدرت اعمال گردد.

نمونه ای از سیگنال PDM1 هم جهت تعیین درصد مدولاسیون به مدار شکل (**۳-۵**) ارسال می شود

شبیه‌سازی این مدار نیز در شکل‌های (۳-۳۰) و (۳-۳۱) نمایش داده شده است. اختلاف‌فاز موجود بین دو پالس PDM در این دو شکل نیزلا" مشهود می‌باشد.



شکل (۳-۳۰)

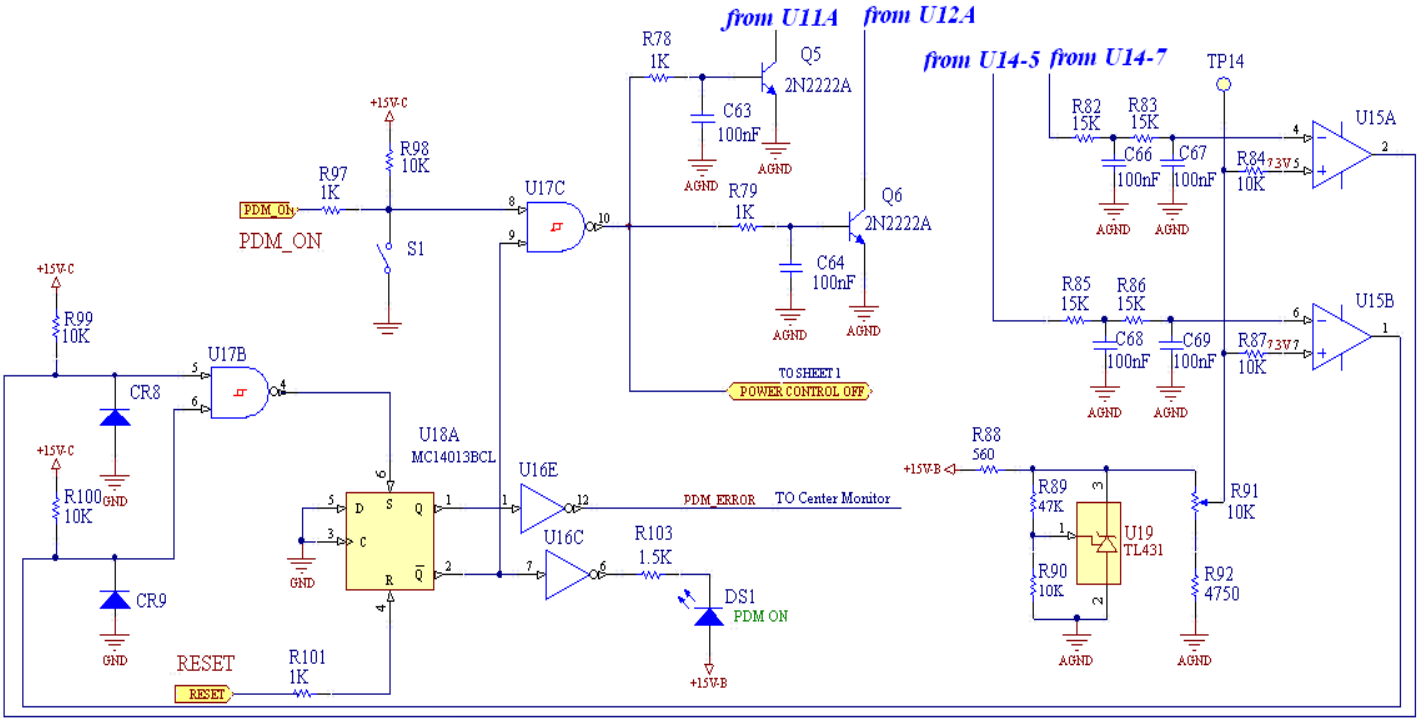


شکل (۳-۳۱)

۳-۳-۱-۱۶- مدار کنترل کننده

سیگنال‌های PDM1 و PDM2 به دست آمده در خروجی‌های درایور ICL7667 به پایه‌های منفی مقایسه‌کننده‌های U15A و U15B اعمال می‌گردد. پایه‌های مثبت این دو مقایسه کننده که به نمونه ای از ولتاژ +15v-B که توسط آی‌سی U19 و پتانسیومتر R91 برابر با 7.3v به دست آمده، متصل است. شکل (۳-۳۲)

مادامی که دامنه PDM تولید شده از مقدار 7.3v بیشتر نگردد، مقایسه‌کننده‌ها اشباع مثبت بوده و خروجی‌های آن‌ها که ورودی‌های گیت منطقی NAND، U17B را تشکیل می‌دهند، برابر با +15v خواهد بود. درنتیجه خروجی U17B مقدار صفر منطقی به دست آمده و وارد پایه Set دی فلیپ فلاپ U18A می‌شود. خروجی‌های پایه یک و دو این فلیپ فلاپ مقدارهای به ترتیب صفر و یک را تولید می‌کنند. سپس این دو از دو گیت منطقی not، U16E و U16C عبور کرده و معکوس می‌گردند. اولین خروجی مربوط به سیگنال PDM Error می‌باشد که چون در این حالت یک منطقی است پس خطایی را اعلام نمی‌کند. خروجی بعدی جهت تست به کاتد LED به نام DS1 اعمال می‌شود و چون در این حالت پایه 6 خروجی U16C صفر منطقی است بنابراین باعث روشن شدن LED می شود. پس تا زمانی که این دیود به رنگ سبز روشن باشد نشان‌دهنده عملکرد صحیح PDM است.



شکل (۳-۳۲)

از طرفی خروجی پایه دو فلیپ فلاپ به ورودی NAND، U17C وصل شده است. و ورودی دیگر آن را هم سیگنال PDM ON ورودی از مدار رابط اکسایتر (Exciter Interface) می‌باشد. تا زمانی که دی فلیپ فلاپ خطایی اعلام نکرده و مقدار این سیگنال (not Q) را برابر با یک باشد، (همچنین تا موقعی که برد رابط اکسایتر که

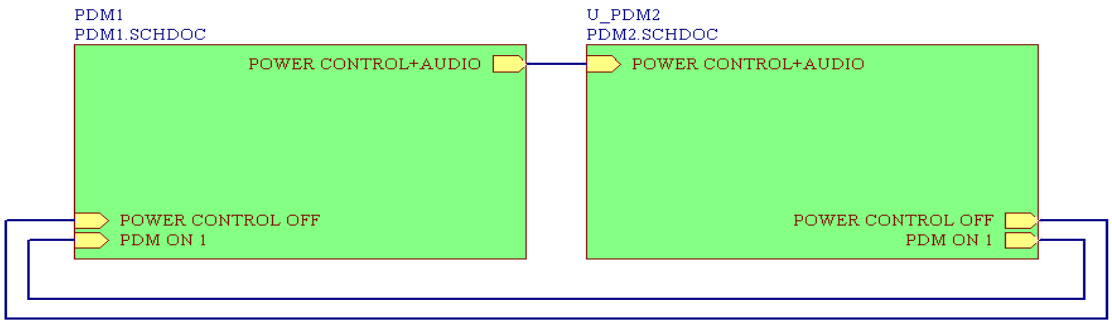
توضیح آن در بخش ۲-۳ داده می شود PDM ON را یک اعلام کند) خروجی U17C صفر خواهد بود و در نتیجه سیگنال Power Control OFF صفر و ترانزیستورهای Q5 و Q6 در حالت OFF خواهند بود. بنابراین سیگنال‌های PDM تولید شده در خروجی مقایسه‌کننده‌های U11A و U12A نیز آزاد خواهد بود.

حال در صورتی که دامنه PDM1,2 بیشتر از 7.3v باشد، مقایسه‌کننده‌های U15A و U15B اشباع منفی می‌شوند. دیودهای CR8 و CR9 سر راه آن‌ها، این دو ورودی U17B را زمین و مساوی با صفر نموده؛ در نتیجه خروجی U17B برابر با یک می‌شود. اگر هر دو یا یکی از U15A و U15B اشباع منفی باشد کافی است تا ورودی Set دی فلیپ فلاپ یک شود. پس PDM Error صفر بوده و اعلام خطا می‌کند. خروجی دومی فلیپ فلاپ (not Q) هم صفر بوده و در نتیجه کاتد DS1، یک شده و دیود PDM ON خاموش می‌شود. در این حالت PDM ON ورودی از رابط اکسایتر چه یک و چه صفر باشد چون یکی از ورودی‌های U17C، صفر است، Power Control OFF و بیس ترانزیستورهای Q5 و Q6 در حالت HIGH بوده و روشن می‌شوند، و چون سر راه PDM تولید شده از U11A و U12A قرار دارد، آن را زمین و صفر می‌کند. و عملا" در خروجی برد PDM سیگنالی نخواهیم داشت.

کلید S1 در این مدار به منظور تست ورودی PDM ON در نظر گرفته شده است تا در زمانی که فلیپ فلاپ خطا اعلام نمی‌کند، اگر ورودی PDM ON از مدار رابط اکسایتر قطع شود، خروجی U17C یک شده و ترانزیستورهای Q5 و Q6 را روشن و PDM را قطع کند.

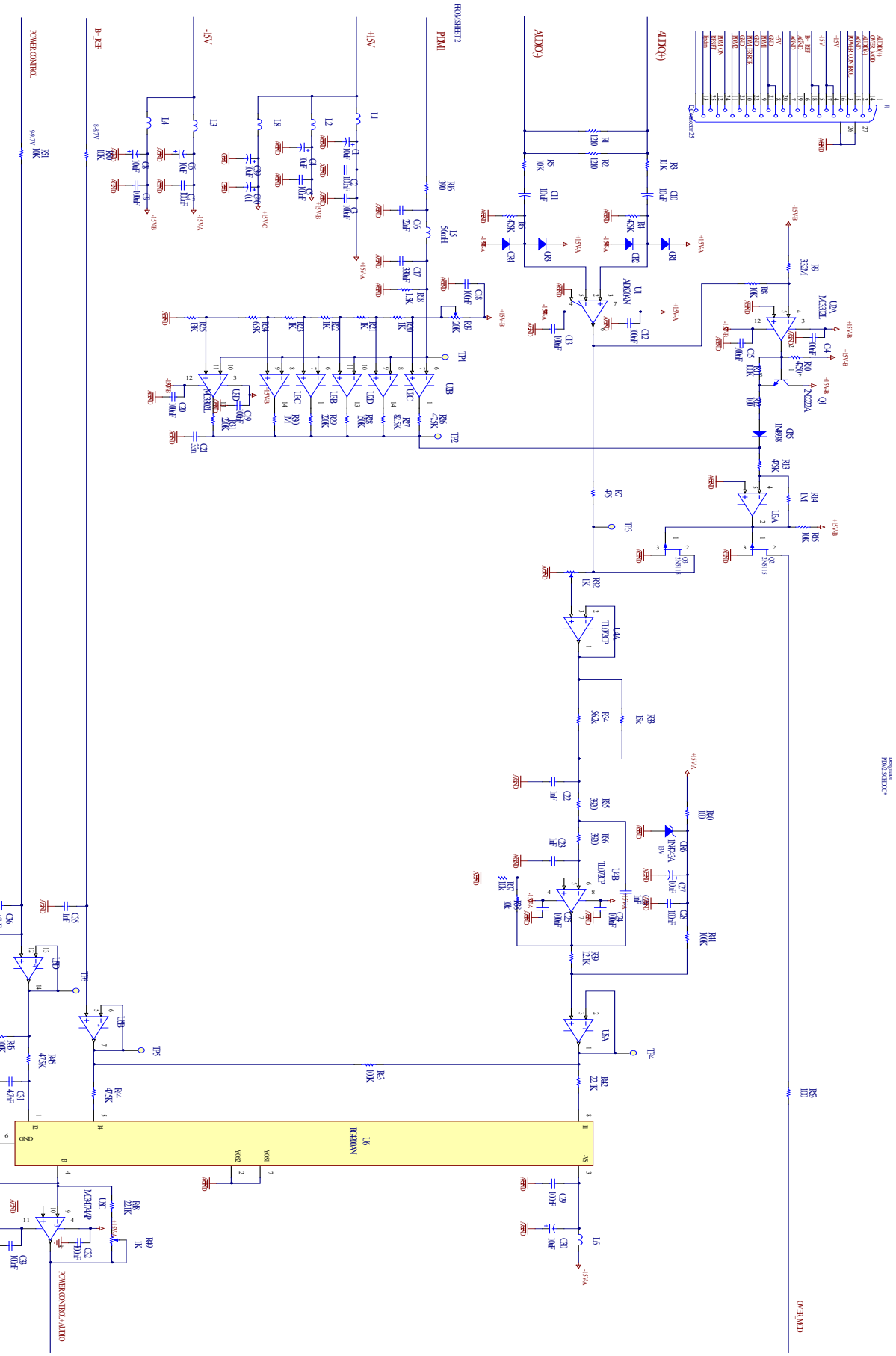
۳-۳-۱-۱۷- ارتباط مدارهای درایور و مولد PDM

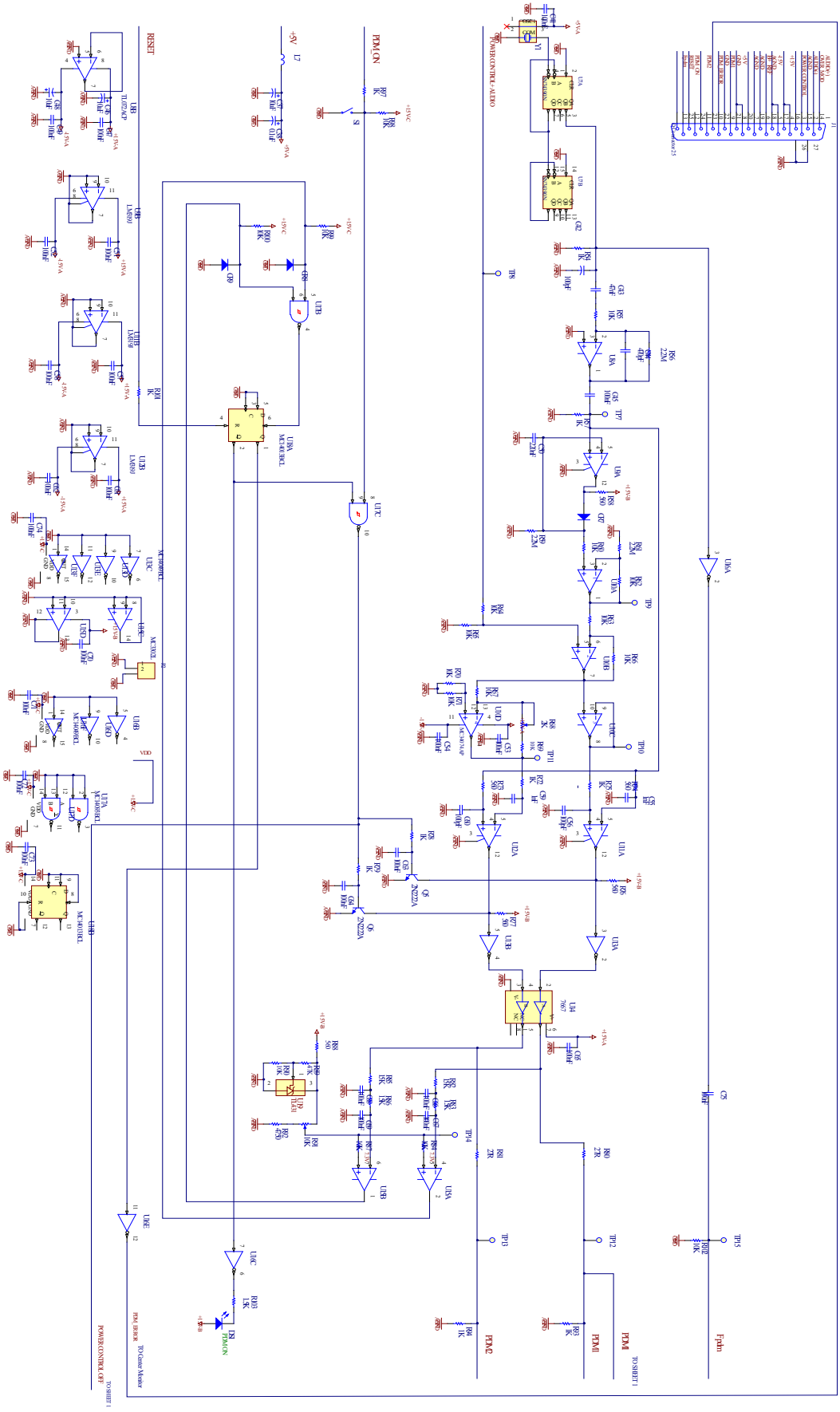
بلوک‌دیاگرام شکل (۳-۳۳) ارتباط کلی مدارهای مولد و راه‌انداز سیگنال PDM را نمایش می‌دهد. سیگنال صدا همراه با آفست *(Power Control + Audio)* تولید شده در PDM1.SCH وارد مدار مولد گردیده و توسط مقایسه‌گرهای موجود در این مدار مدولاسیون عرض پالس را می‌سازد. آن‌گاه *PDM ON1* و سیگنال کنترلی *Power Control OFF* تولید شده در PDM2.SCH جهت تشخیص درصد مدولاسیون و کنترل ارسال یا قطع PDM به مدار درایور فرستاده می‌شوند.



شکل (۳-۳۳)

در پیوست نقشه مدارات PDM ملاحظه می گردد.





PDM1

ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE
C1,4,6,8,27,30,39	CAPACITOR	Cap. Tantal. 10uF 35V %10	7	CTR810 0K035D
C2,3,5,7,9, C12 -C15, C18,19,20,24,25, 28,29,32,33,34	CAPACITOR	" Cer. 100nF 100V "	19	CCE610 0K100D
C10,11	CAPACITOR	" Paper 10uF 25V "	2	CPA810 0K025D
C16	CAPACITOR	" Cer. 22nF 100V "	1	CCE522 0K100D
C17	CAPACITOR	" " 330nF " "	1	CCE633 0K100D
C21	CAPACITOR	" " 33n " "	1	CCE533 0K100D
C22,23,26,35	CAPACITOR	" " 1nF " "	4	CCE410 0K100D
C31,36	CAPACITOR	" " 4.7nF " "	2	CCE447 0K100D
C40	CAPACITOR	" " 100nF " "	1	CCE510 0K100D
D1-D5	DIODE	Diode 1N4148	5	EDE1N4148
ZD1	DIODE	Zener Diode 13V 1N4743A	1	EZD1N4743A
J1	CONNECTOR	Conn. D 25 Pins	1	KMBK2P25MDRA
L1-L4	INDUCTOR	Inductor Choke 2.5 Turns	4	BCT008X060C5
L5	INDUCTOR	" 5.6 mH 1/4W 5%	1	BIS456 0J250M
L6,8	INDUCTOR	" Choke 2.5 Turns	2	BCT008X060C5
Q1,4	TRANSISTOR	Transistor 2N2222A	2	ETR2N2222A
Q2,3	TRANSISTOR	JFET 2N5116	2	ETR2N5116
R1,2	RESISTOR	Res. 1210 R 1/4 W %5	2	ZR412 1J002
R3,5,8,15,37,38,47, R50-R52	RESISTOR	" 10 K " "	10	ZR510 0J002
R4,6,13	RESISTOR	" 475K " "	3	ZR647 5J002
R7	RESISTOR	" 475R " "	1	ZR347 5J002
R9	RESISTOR	" 3.32M " "	1	ZR733 2J002
R10	RESISTOR	" 4750 R " "	1	ZR447 5J002
R11,41,43,46	RESISTOR	" 100K " "	4	ZR610 0J002
R12,40,53	RESISTOR	Res. 100R 1/4W %5	3	ZR310 0J002
R14,30	RESISTOR	" 1M " "	2	ZR710 0J002

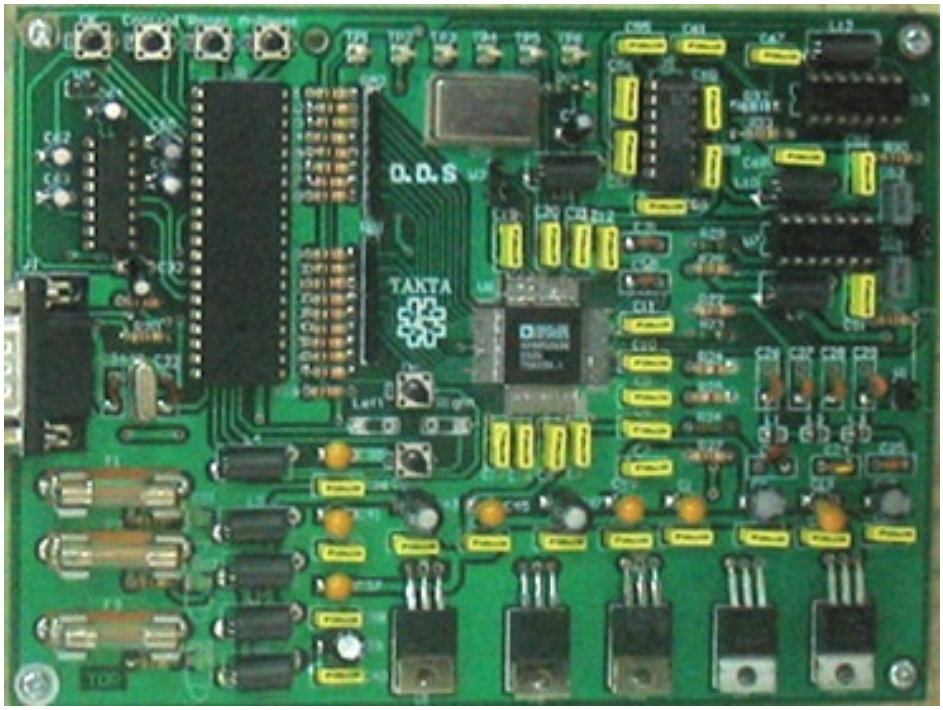
R16	RESISTOR	" 390R " "	1	Z	R	3	3	9	0	J	0	0	2			
R18	RESISTOR	" 1.5K " "	1	Z	R	4	1	5	0	J	0	0	2			
R19	POT.	POT. 20K 64W	1	Z	P	5	2	0	0	N	1	0	R	I	T	
R20-R23	RESISTOR	Res. 1K " "	4	Z	R	4	1	0	0	J	0	0	2			
R24	RESISTOR	" 6.5K " "	1	Z	R	4	6	5	0	J	0	0	2			
R25	RESISTOR	" 13K " "	1	Z	R	5	1	3	0	J	0	0	2			
R26,44,45	RESISTOR	" 47.5K " "	3	Z	R	5	4	7	5	J	0	0	2			
R27	RESISTOR	" 82.5K " "	1	Z	R	5	8	2	5	J	0	0	2			
R28	RESISTOR	" 150K " "	1	Z	R	6	1	5	0	J	0	0	2			
R29,31	RESISTOR	" 220K " "	2	Z	R	6	2	2	0	J	0	0	2			
R32,49	POT.	POT. 1K 64W	2	Z	R	4	1	0	0	N	1	0	R	I	T	
R33	RESISTOR	Res. 15K 1/4W %5	1	Z	R	5	1	5	0	J	0	0	2			
R34	RESISTOR	" 56.2K " "	1	Z	R	5	5	6	2	J	0	0	2			
R35,36	RESISTOR	" 3920R " "	2	Z	R	4	3	9	2	J	0	0	2			
R39	RESISTOR	" 12.1K " "	1	Z	R	5	1	2	1	J	0	0	2			
R42,48	RESISTOR	" 22.1K " "	2	Z	R	5	2	2	1	J	0	0	2			
TP1-TP6	TEST POINT	TEST POINT	6	5	M	E	.	4	9	9	.	.	2	3	8	
U1	IC	IC. AD 620	1	E	I	C	A	D	6	2	0					
U2,3	IC	" MC330L	2	E	I	C	M	C	3	3	0	L				
U4	IC	" TL072	1	E	I	C	T	L	0	7	2					
U5	IC	" MC34074	1	E	I	C	M	C	3	4	0	7	4			
U6	IC	" RC 4200AN	1	E	I	C	R	C	4	2	0	0	A	N		

PDM2

ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE												
C37,46,48	Capacitor	Cap. Tantal. 10uF 35V 10%	3	C	T	R	8	1	0	0	K	0	3	5	D	
C38,41,43,45 ,47,49, C51-C54 ,57,58,61, 62, C65-C75	Capacitor	Cap. Cer. 100nF 100V "	25	C	C	E	6	1	0	0	K	1	0	0	D	
C44	Capacitor	" " 470pF " "	1	C	C	E	3	4	7	0	K	1	0	0	D	
C50	Capacitor	" " 220nF " "	1	C	C	E	6	2	2	0	K	1	0	0	D	
C55,59	Capacitor	" " 1nF " "	2	C	C	E	4	1	0	0	K	1	0	0	D	
C56,60,42	Capacitor	" " 100pF " "	3	C	C	E	6	1	0	0	K	1	0	0	D	
C63,64	Capacitor	" " 1pF " "	2	C	C	E	1	1	0	0	K	1	0	0	D	
D6-D8	Diode	Diode 1N4148	3	E	D	E	1	N	4	1	4	8				
DS1	Diode	Green LED 3 mm	3	E	L	D	0	3	0	D	I	A	G	R	N	
J1	Connector	Conn. D 25pins	1	K	M	B	K	2	P	2	5	M	D	R	A	
L7	Inductor	Inductor choke 2.5 Turns	1	B	C	T	0	0	8	X	0	6	0	C	5	
P2	---	Not used	1													
Q5,Q6	Transistor	Transistor 2N2222A	2	E	T	R	2	N	2	2	2	2	A			
R54,57,72,75 ,78,79,93 ,94,97,101	Resistor	Res. 1K 1/4 W 5%	10	Z	R	4	1	0	0	J	0	0	2			
R55,60, R62-R67 ,70,71,84,87, 90, R98-R100, 102	Resistor	" 10K " "	17	Z	R	5	1	0	0	J	0	0	2			
R56,59,61	Resistor	" 2.2M " "	3	Z	R	7	2	2	0	J	0	0	2			
R58,73,74,76, 77,88	Resistor	" 560 R 1/2 W "	6	Z	R	3	5	6	0	J	0	0	2			
R80,81	Resistor	" 27R " "	2	Z	R	2	2	7	0	J	0	0	2			
R82,83,85,86	Resistor	" 15K " "	4	Z	R	5	1	5	0	J	0	0	2			
R89	Resistor	" 47K " "	1	Z	R	5	4	7	0	J	0	0	2			
R91	POT.	Pot. 10 K	1	Z	P	5	1	0	0	N						
R92	Resistor	Res. 4.75K 1/4 W 5%	1	Z	R	4	4	7	5	J	0	0	2			
R103	Resistor	Res. 1.5K " "	1	Z	R	4	1	5	0	J	0	0	2			
R68	POT.	Pot. 2K	1	Z	P	4	2	0	0	N						
S1	Switch	Push Botton key	1	S	P	B	0	0	2	5	0	B	L	K		
TP7-TP15	Test point	Test point	8	5	M	E	.	4	9	9	.	.	2	3	8	
U7	IC	IC. SN74390N	1	E	I	C	S	N	7	4	3	9	0	N		
U9,11,12	IC	IC. TL072	3	E	I	C	T	L	0	7	2					
U10	IC	IC. LM319	1	E	I	C	L	M	3	1	9					
U13,16	IC	IC. MC34074	2	E	I	C	M	C	3	4	0	7	4			
U14	IC	IC. ICL7667	1	E	I	C	I	C	L	7	6	6	7			
U15	IC	IC. MC3302	1	E	I	C	M	C	3	3	0	2				
U17	IC	IC. CD4093	1	E	I	C	C	D	4	0	9	3				
U18	IC	IC. CD4013	1	E	I	C	C	D	4	0	1	3				
U19	IC	IC. TL431	1	E	I	C	T	L	4	3	1					
Y1	CRYSTAL	XTAL. 1 MHZ	1	E	X	L	0	0	1	0	0	0	0	0	0	T

DDS

(Direct Digital Synthesiz)



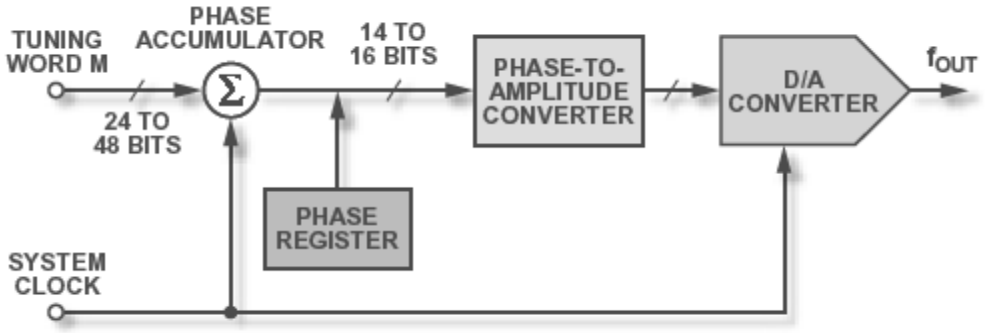
۲-۳-۳- مدار DDS (Direct Digital Synthesiz)

شماتیک این مدار در نقشه‌های پیوست (۵) و (۶) مشاهده می‌گردد.

مدار DDS مربوطه، سینتی‌سایزری است که برای نوسان در باند ۵۲۰-۱۶۲۰KHz تعریف شده است.

هدف استفاده از تکنیک DDS یا همان Direct Digital Synthesiz می‌باشد. تکنولوژی DDS سیگنال خروجی را ابتدا به صورت دیجیتال تولید کرده و در نهایت با استفاده از D/A آنرا به سیگنال آنالوگ تبدیل می‌کند. به همین دلیل با استفاده از این روش می‌توان به دقتی در حد میکروهرتز (۱μHz) دست یافت.

در واقع چون عملکرد اولیه DDS به صورت دیجیتالی می‌باشد، می‌توان از سرعت بالا، دقت زیاد و طیف گسترده بهره جست. چگونگی تولید سیگنال توسط DDS با توجه به بلوک‌دیاگرام نشان داده شده در شکل (۳-۳۴)قابل توضیح می‌باشد.



شکل (۳-۳۴)

DDS با توجه به فرکانس ورودی و بر اساس Tuning Word داده شده به آن به تولید سیگنال خروجی می‌پردازد و در اصل فرکانس خروجی به دو عامل وابسته است:

۱) فرکانس Clock مرجع

۲) عدد باینری برنامه‌ریزی شده داخل رجیستر فرکانس (Tuning word). این عدد باینری، ورودی اصلی به Phase Accumulator محسوب می‌شود.

Phase/Amplitude Converter بر اساس جدولی، فاز خروجی را تولید کرده که همان مقدار دیجیتالی دامنه می‌باشد. DAC نیز این عدد را به معادل آنالوگ ولتاژ یا جریان آن تبدیل می‌کند.

نحوه کار Phase Accumulator نیز بدین طریق می‌باشد که اگر دایره فازی از ۰ تا ۲π را در نظر بگیریم, مقدار Tuning word، اندازه یا سایز پرشها را مشخص می‌کند و Phase Accumulator به مانند شمارنده

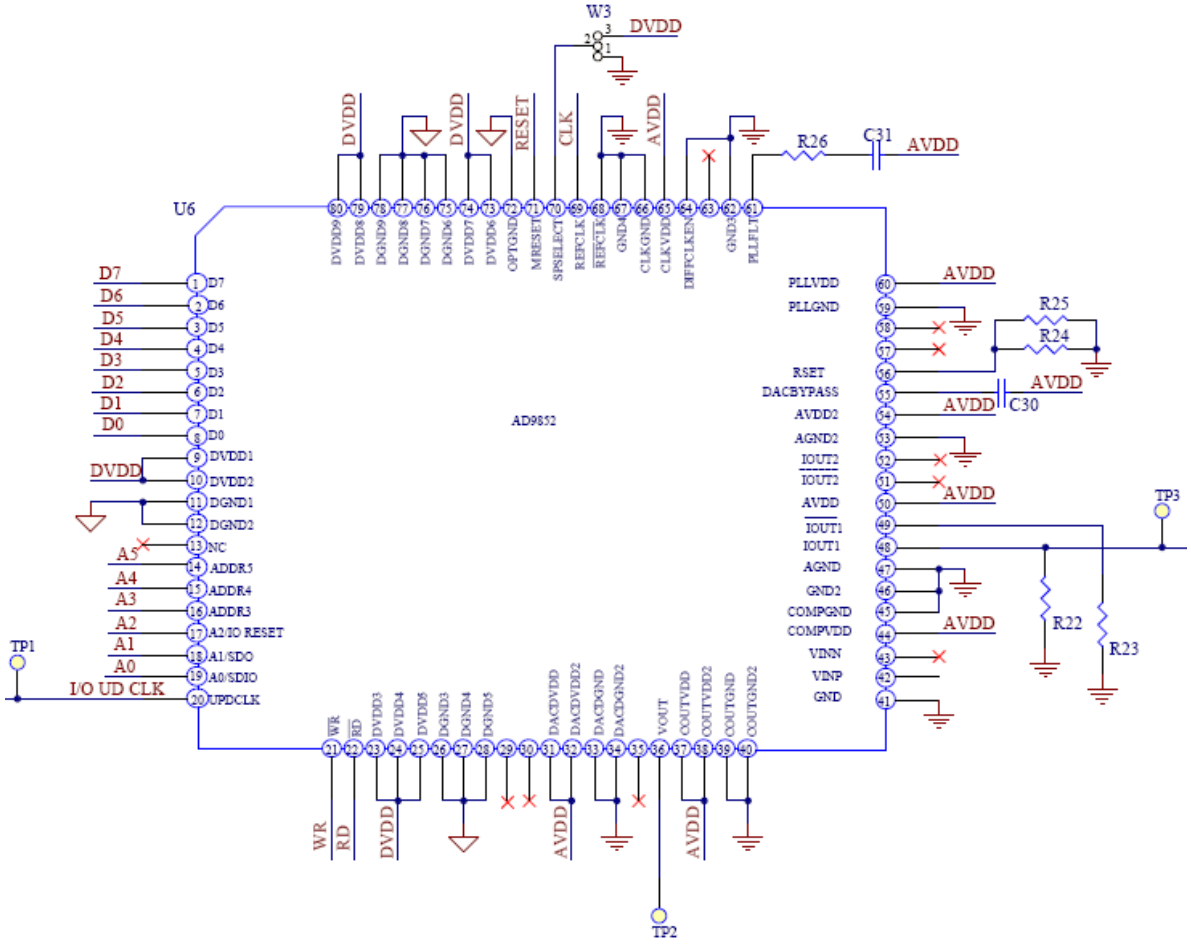
Mای عمل می‌کند که با دریافت هر پالس Clock مقدار ذخیره شده در آن افزایش می‌یابد و اندازه این افزایش نیز توسط مقدار باینری M مشخص می‌شود.

توضیحات فوق را می‌توان توسط رابطه زیر نشان داد که در آن M مقدار باینری (Tuning word)، f_c فرکانس Clock مرجع و n طول Phase Accumulator (bits) می‌باشند:

$$f_{out} = (M \times f_c) / 2^n$$

۳-۳-۲-۱- تشریح عملکرد مدار DDS:

در این طرح از آی‌سی AD9852 که آی‌سی DDS می‌باشد به عنوان اسیلاتور مرجع استفاده شده است. آی‌سی AD9852 با عنوان CMOS 300 MSPS Complete-DDS با کلاک ۳۰۰MHz کار می‌کند و دارای یک multiplier قابل برنامه‌ریزی با ضریب چهار الی بیست است که در نتیجه آن می‌توان از Clock مرجع در حد ۱۵MHz با ضریب بیست ضرب‌کننده استفاده کرده و به کلاک ۳۰۰MHz رسید. شکل (۳-۳۵) تنظیم پایه‌های آی‌سی DDS را در مدار نمایش می‌دهد.



شکل (۳-۳۵)

از آنجائی که DDS قابلیت تولید فرکانس تا نصف فرکانس مرجع خود را دارد، لذا توسط این آی‌سی می‌توان به سیگنال خروجی تا حد ۱۵۰MHz که نصف فرکانس Clock کار IC می‌باشد، رسید.

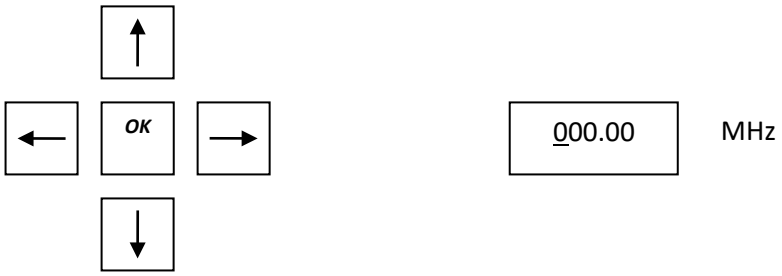
آی‌سی DDS قابلیت برنامه‌ریزی شدن توسط پورت Serial و همچنین Parallel را دارد که به راحتی با اتصال آن به کامپیوتر و استفاده از نرم‌افزار مربوطه که از طریق سایت Analog Device در دسترس می باشد، می‌توان آن را Program کرده و خروجی مورد نظر را حاصل کرد.

مدار مورد نظر می‌بایست قابلیت آن را داشته باشد که به صورت یک کشوئی یا Unit در فرستنده قرار گرفته و در هر جائی بدون نیاز به اتصال به کامپیوتر قابل استفاده باشد، در نتیجه به دنبال پیدا کردن راهی برای نیل به این مقصود، تصمیم بر آن شد که از یک میکروکنترلر برای Run کردن آن استفاده شود.

دلیل استفاده از میکروکنترلر نیز داشتن حافظه داخلی بوده که بعد از برنامه‌ریزی آن، قادر است بدون نیاز به اتصال به کامپیوتر، مطابق برنامه داده شده به آن عمل کرده و هدف مورد نظر را برآورده می‌کند.

با بررسی میکروکنترلرهای مختلف، نتیجه به دست آمده حاکی از آن بود که میکروکنترلرهای AVR و یا PIC برای این منظور مناسب‌تر بوده و علاوه بر داشتن توانائی‌های بسیار، کار با آنها ساده‌تر و برنامه‌ریزی آنها نیز قابل فهم‌تر می‌باشد.

طرح نهائی به صورت استفاده از یک سری Array Key و یک LCD جهت تعیین فرکانس ورودی به صورت شکل (۳-۳۶) آماده شد:



شکل (۳-۳۶)

با استفاده از دو کلید راست و چپ که به صورت فشاری هستند می‌توان Cursor را روی رقم مورد نظر حرکت داد و با استفاده از کلیدهای بالا و پائین، مقدار آن را افزایش یا کاهش داده و درنهایت با فشار کلید OK اطلاعات وارد میکروکنترلر می‌شود.

میکروکنترلر با دریافت مقدار فرکانس ورودی، باید با محاسبه پارامتر M، آی‌سی AD9852 را کنترل کند. AD9852 برای عملکرد خود تنها نیاز به دریافت Tuning word دارد که از طریق پورت serial یا parallel

وارد IC شده و IC با استفاده از این عدد، فرکانس خروجی را تولید می‌کند. این پارامتر باید در برنامه‌نویسی میکروکنترلر منظور شود تا بتوان به نتیجه مطلوب رسید.

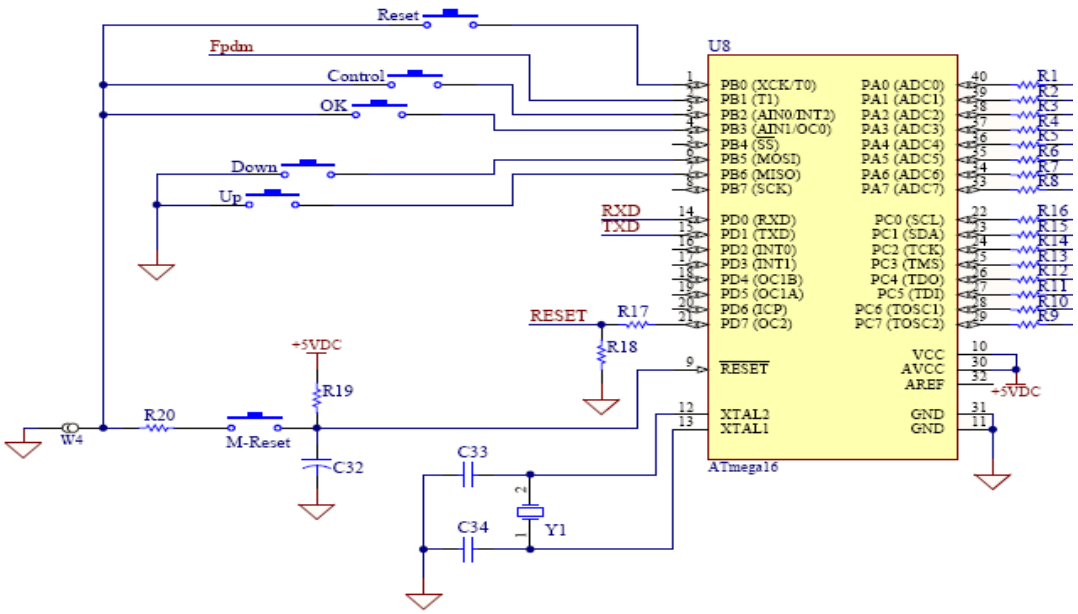
همچنین نیاز به یک فیلتر در خروجی DDS وجود دارد که حاصل آن یک سیگنال تمیز در فرکانس خواسته شده باشد، که البته این فیلتر پائین‌گذر (LPF) بوده و پهنای باند آن باید در حدی باشد که طیف فرکانس خروجی DDS را پوشش دهد.

از بین انواع فیلترهای مختلف، فیلتر Elliptic بهترین گزینه برای این کاربرد به حساب می‌آید و باید متذکر شد که نتایج به دست آمده در کار با شبیه‌ساز DDS (Simulator)، نیز حاکی از همین امر می‌باشد. این فیلتر باند گذر سریعی داشته و قادر است با ریپل بسیار کم در باند میانی طراحی شود.

از آنجائی که در این کاربرد، تنها سیگنال‌های سینوسی مورد استفاده قرار می‌گیرند و هدف تولید سیگنال‌های دلخواه نیست، در نتیجه انتخاب نهایی را بر روی 7-pole Elliptic Low pass filter قرار داده و بنا به پهنای باند مطلوب پارامترهای آن طراحی گردیده‌اند.

به دلیل آنکه سطح ولتاژ خروجی این آی‌سی کم بوده و توسط مدار بعدی قابل استفاده نیست، لذا از یک تقویت‌کننده در خروجی این قسمت استفاده شده است.

۳-۳-۲-۲-عملکرد کلیدهای کنترلی:



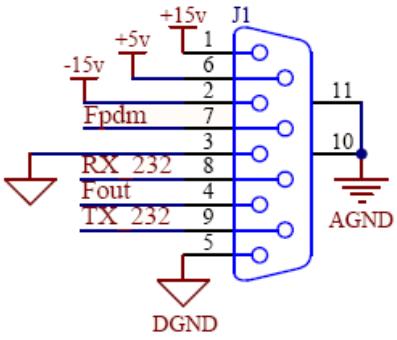
شکل (۳-۳۷)

در صورت ایجاد خطا در عملکرد برد DDS، ابتدا باید با استفاده از کلید M-Reset مشخص شده در شکل (۳-۳۷) میکروکنترلر را ریست کرده و برنامه آن را مجددا اجرا نمود؛ اگر خطا همچنان ادامه داشت، با استفاده از کلید Reset آی‌سی DDS ریست شده و سپس با استفاده از کلید Control، ارسال اطلاعات به DDS از طریق TP1

بررسی می‌گردد. درنهایت توسط کلید Ok اطلاعات فرکانس به DDS فرستاده شده و سیگنال سینوسی با دامنهٔ 1Vp-p و فرکانس مشخص شده بر روی TP3 مشاهده می‌شود.

۳-۳-۲-۳- کانکتور مدار DDS:

شکل (۳-۳۸) کانکتور مدار DDS را نشان می دهد که در اینجا به شرح پایه های آن می پردازیم:



شکل (۳-۳۸)

۱) پایه‌های یک، دو و شش ورودی ولتاژهای های ±15v و +5v از برد رابط اکسایتر به برد DDS است.

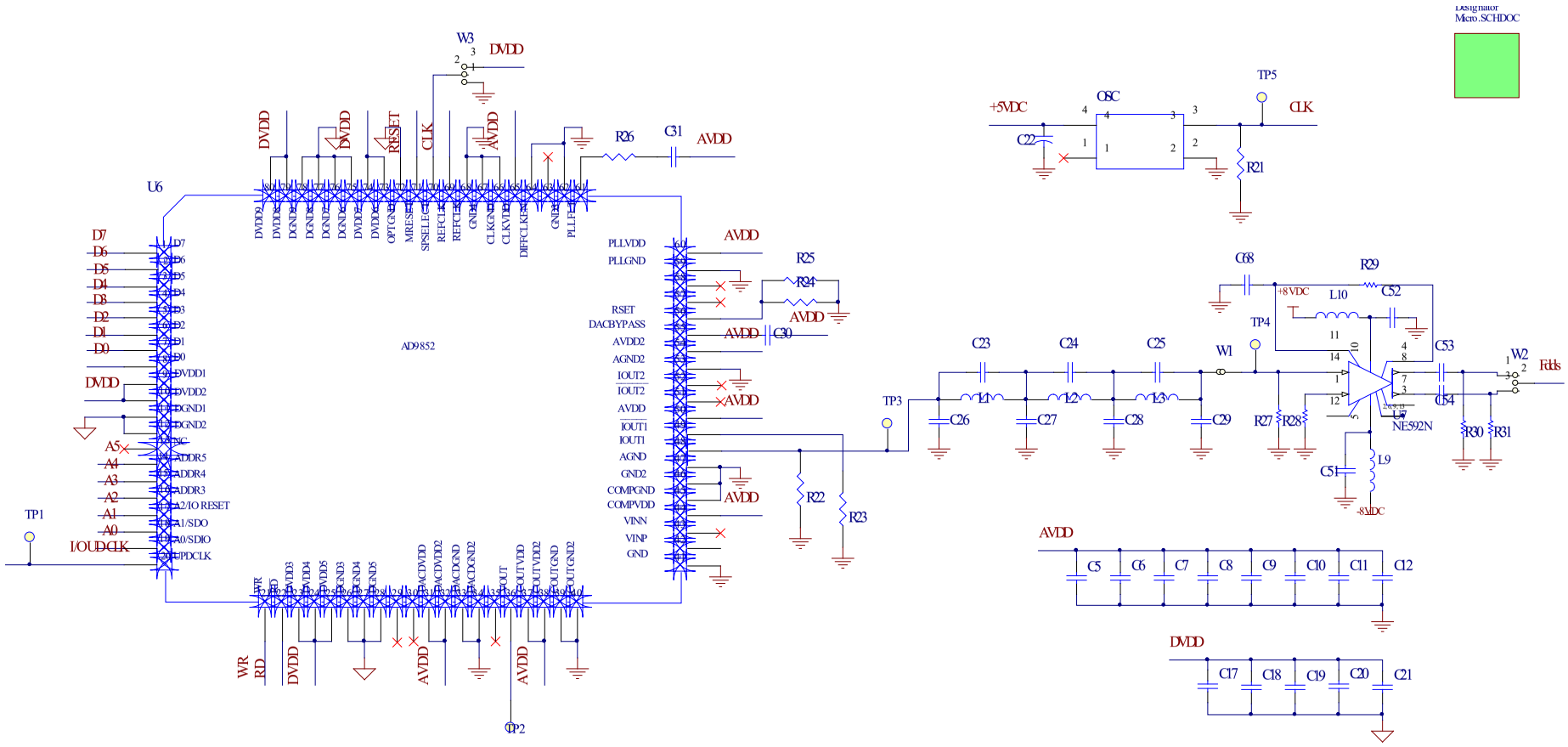
۲) پایه چهار خروجی F_{DDS} برد رابط اکسایتر می‌باشد.

۳) پایه هفت ورودی F_{PDM} از برد رابط اکسایتر می‌باشد.

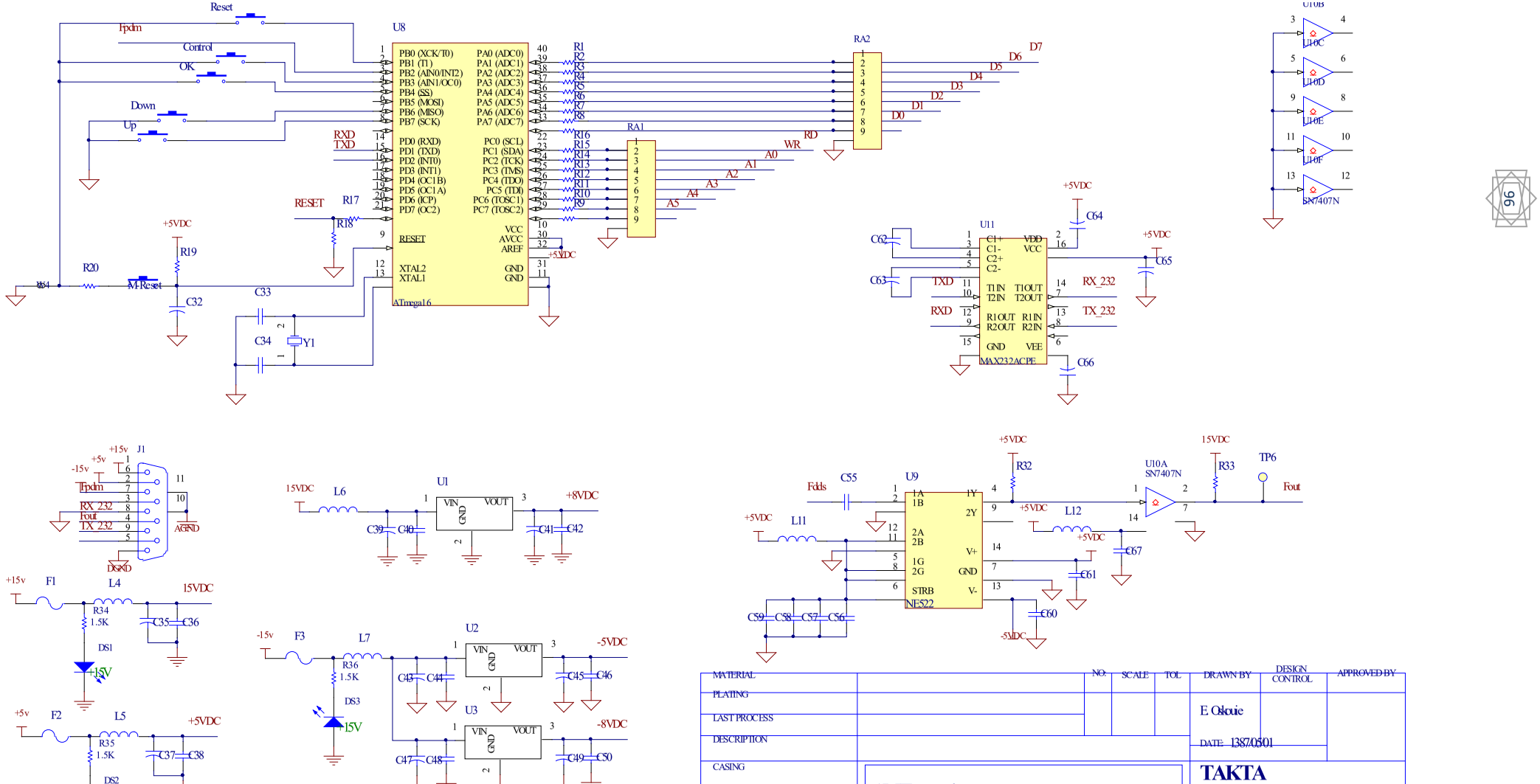
۴) پایه‌های هشت و نه خروجی سیگنال‌های RX-232 و TX-232 به برد رابط اکسایتر است.

۵) پایه‌های سه، پنج، ده و یازده به زمین متصل‌اند.

در پیوست نقشه مدارات DDS ملاحظه می گردد



MATERIAL		NO.	SCALE	TOL	DRAWN BY	DESIGN CONTROL
PLATING					E.Oslouie	
LAST PROCESS					DATE 1387/05/01	
DESCRIPTION						
CASING	AMTransmitter				TAKTA	
FOR						



MATERIAL		NO.	SCALE	TOL	DRAWN BY	DESIGN CONTROL	APPROVED BY
PLATING							
LAST PROCESS							
DESCRIPTION					E Okouie		
CASING					DATE 1387/05/01		

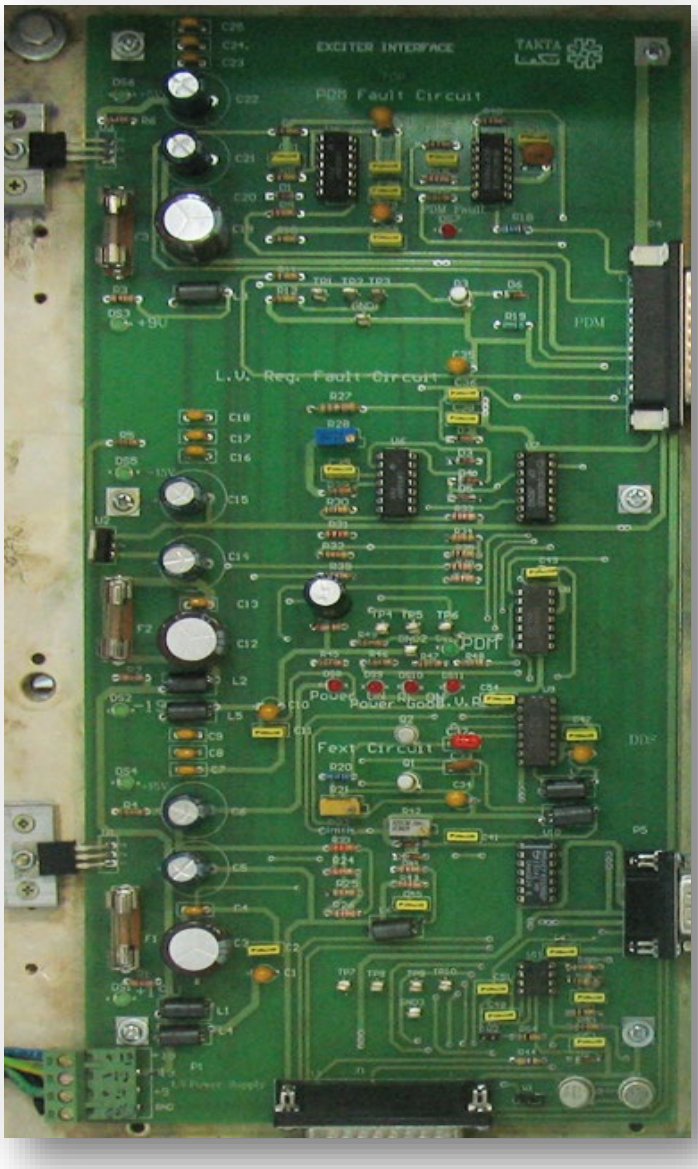
TAKTA

DDS

ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE
C 1,2,3,11,12,13,20	CAPACITOR	CAP CHIP. 10uF 35V %10	7	CTS810 0K035D
C 4,5,6,7,8,9,10,14, 15,16,17,18,19	CAPACITOR	" " 100nF 100V "	13	CCH6100K100D
C 21,28	CAPACITOR	" " 2.2pF " "	2	CCH122 0K100D
C 22,29	CAPACITOR	" " 12 pF " "	2	CCH212 0K100D
C 23,30	CAPACITOR	" " 8.2 pF " "	2	CCH182 0K100D
C 24,31	CAPACITOR	" " 27 pF " "	2	CCH227 0K100D
C 25,32	CAPACITOR	" " 47 pF " "	2	CCH247 0K100D
C 26,33	CAPACITOR	" " 39 pF " "	2	CCH239 0K100D
C 27,34	CAPACITOR	" " 22 pF " "	2	CCH222 0K100D
C 35,36	CAPACITOR	" " 0.01uF " "	2	CCH510 0K100D
IC1	IC	IC. AD9852 SMD	1	EICAD985 2-SMD
J 1,2,3,4,5,6	CONNECTOR	CONN. MALE KMC12	6	KENDSCPM S50M
J7	CONNECTOR	CONN. IDC 20PIN MALE 2×10 (بدون قفل)	1	KMBK2X10 MEST
L 1,2,4,5	Inductor	Inductor CHIP 68nH	4	BIS568 0K-SMD
L 3,6	Inductor	" " 82nH	2	BIS582 0K-SMD
R 1,4,6	RESISTOR	RES. " 50OHM 1/4W %5	3	ZR250 0J002CH
R 2,3	RESISTOR	" " 100OHM " "	2	ZR310 0J002CH
R5	RESISTOR	" " 25 OHM " "	1	ZR225 0J002CH
R 7,8	RESISTOR	" " 3.9K " "	2	ZR439 0J002CH
R9	RESISTOR	" " 1.3K " "	1	ZR413 0J002CH
SW1	SWITCH	DIP-SWITCH	1	SSL01X DPST
REG 1,2	IC	IC. CS52015-3 3.3V	2	EICCS52 015-3
W 1,2,5,6,8,9	CONNECTOR	CONN. WRAPPING 3	6	KMSP000 3MDST
W 3,4,7	CONNECTOR	" " 2	3	KMSP000 2MDST
OSC	OSC.	TCXO 20MHZ	1	EOL02 0000 0000
JUMPER (W 1,….,9)	JUMPER	JUMPER	9	KJUMP ER502PO
C37	CAPACITOR	CAP.RADIAL ELEC. 10uF 25V %10	1	CER810 0K025D
C 38, C39	CAPACITOR	" CER. 27pF 63V "	2	CCE227 0K063D
J8	CONNECTOR	CONN. MALE KMC12	1	KENDSCPM S50M
J9	CONNECTOR	" IDC 20PIN MALE 2×10(بدون قفل)	1	KMBK2X10 MEST
J10	CONNECTOR	" PINHEADER16	1	KMSP001 6FDRA
LCD	LCD	LCD TEXT 1×16 WITH BACKLIGHT	1	TEL-LCD-1X16
P1	CONNECTOR	CONN. WRAPPING 2	1	KMSP002 MDST
R10- R42 ,R44 –R49	RESISTOR	RES. 10K 1/4W 5%	39	ZR510 0J002
R 43	RESISTOR	RES. 100 R " "	1	ZR310 0J002
SW2 - SW9	SWITCH	PUSHBUTTON KEY	8	SPB00 250B LK
IC2	IC	IC. ATMEGA16	1	EICAT MEGA16

رابط اکسایتر

Exciter Interface



۳-۳-۳- مدار رابط اکسایتر (Exciter Interface) :

شماتیک این مدار در نقشه پیوست (۷) نمایش داده شده است.

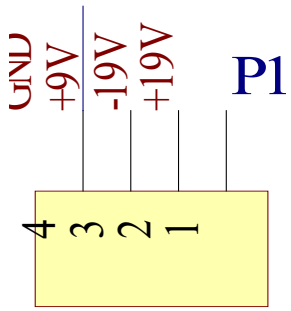
برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) وظیفه برقراری ارتباط بین بردهای PDM و DDS و (Central Interface) را بر عهده دارد. تا فرمان ها، سیگنال های RF و PDM و همچنین کنترل های لازم را برای بخش های دیگر فرستنده آماده نماید که در این باره در فصل دوم بطور توضیح داده شده است.

اینک در این بخش ابتداء به عملکرد کانکتورهای برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) اشاره می کنیم و سپس به شرح مدارات آن می پردازیم.

۲-۳-۳-۱- کانکتورهای برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) :

کانکتور P1:

ولتاژهای کم‌قدرت ±19v و +9v جهت برد از طریق همین کانکتور وارد می گردد. شکل (۳-۳۹)



شکل (۳-۳۹)

کانکتور ۲۵ پین P4: شکل (۳-۴۰)

این کانکتور ارتباط سیگنال های ورودی و خروجی برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) را با برد PDM بر قرار می کند

۱) **پین های یک و دو :** ورودی صدای بالانس به برد PDM است.
۲) **پین سه:** ورودی ولتاژ POWER CONTROL به برد PDM است..
۳) **پین های چهار و شانزده:** جهت ارسال ولتاژ 15V+ساخته شده در رابط اکسایتر به برد PDM می‌باشد.
۴) **پین های پنج و هفده**: جهت ارسال ولتاژ 15V- ساخته شده در رابط اکسایتر به برد PDM می‌باشد.
۵) **پین های هشت و بیست:** جهت ارسال ولتاژ 5V+ساخته شده در رابط اکسایتر به برد PDM می‌باشد.

۶) **پین شش:** جهت ارسال نمونه تغذیهٔ پرقدرت (B+) از طریق برد رابط اکسایتر به مدار PDM استفاده می گردد.

۷) **پایه‌های نه و یازده:** جهت ارسال سیگنال‌های PDM از طریق برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی (Central Interface) و سپس به برد تقسیم کننده (Distributer) استفاده گردیده است.

۸) **پین ده:** ورودی سیگنال PDM Error از برد PDM به رابط مرکزی (Central Interface)می باشد.

۹) **پین دوازده:** ورودی سیگنال PDM ON جهت برد PDM می باشد.

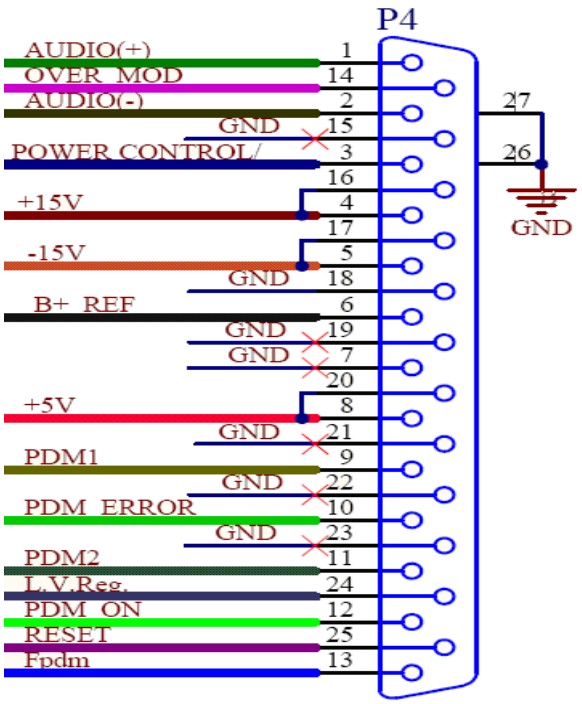
۱۰) **پین سیزده:** جهت ارسال نمونه فرکانس F_{pdm} از برد PDM به برد DDS استفاده گردیده است.

۱۱) **پین چهارده:** ارسال سیگنال OVER MOD را از برد PDM به برد رابط اکسایتر بعهده دارد.

۱۲) **پین بیست و چهار:** ورودی سیگنال .L.V.Reg از برد رابط اکسایتر به برد PDM می‌باشد.

۱۳) **پین بیست و پنج:** بعنوان ارسال سیگنال RESET استفاده گردیده است.

۱۴) **پین های هفت، پانزده، نوزده، بیست و یک، بیست و دو، بیست و سه، بیست و شش و بیست و هفت** به زمین متصل هستند.



شکل (۳-۴۰)

کانکتور 9 پین P5: شکل (۳-۴۱)

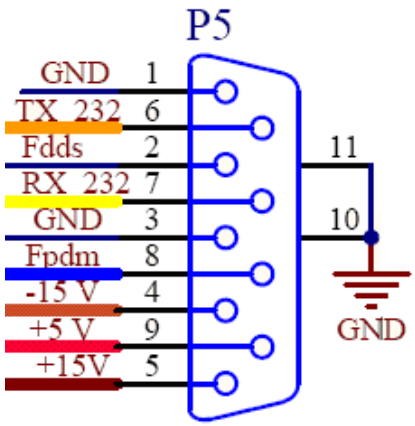
۱) **پین های چهار، پنج و نه:** ورودی ولتاژهای 15v-، 15v+ و 5v+ تولید شده در برد رابط اکسایتر به برد DDS هستند.

۲) **پین های یک، سه، ده و یازده:** به زمین متصل‌اند.

۳) **پین دو:** خروجی فرکانس RF از مدار DDS است.

۴) **پین های شش و هفت:** پورت های RX-RS232 و TX-RS232 مربوط به مدارات DDS می‌باشند.

۵) **پین هشت:** ورودی فرکانس PDM (F_{pdm}) به DDS می باشد.



شکل (۳-۴۱)

کانکتور ۲۵ پین J1 :شکل (۳-۴۲)

۱) **پین یک:** جهت ارسال فرکانس RF از برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی استفاده گردیده است.

۲) **پین سه:** جهت ورود سیگنال POWER ON از برد رابط مرکزی به برد رابط اکسایتر بکار رفته است.

۳) **پین چهار:** ورودی سیگنال POWER GOOD از برد رابط مرکزی به برد رابط اکسایتر می باشد.

۴) **پین پنج:** خروجی سیگنال PDM Error از این برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی می‌باشد.

۵) **پین شش:** خروجی سیگنال OVER MOD از برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی می‌باشد.

۶) **پین هفت:** ورودی POWEWR CONTROL از برد رابط مرکزی به برد رابط اکسایتر می باشد.

۷) **پایه‌های هشت و بیست:** پورت های سریال RX-RS232 و TX-RS232 می باشند که اطلاعات مربوط به مدارات DDS به برد رابط مرکزی میرسانند.

۸) **پین ده:** ورودی RF ON از برد رابط مرکزی به برد رابط اکسایتر می باشد.

۹) **پین های یازده ودوازده:** ورودی PDM1,2 از برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی می‌باشد.

۱۰) **پین سیزده:** خروجی فرکانس DDS از برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی می‌باشد.

۱۱) **پین پانزده:** ورودی سیگنال RESET برد رابط اکسایتر می باشد.

۱۲) **پین شانزده:** خروجی سیگنال .L.V.Reg از برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی می‌باشد.

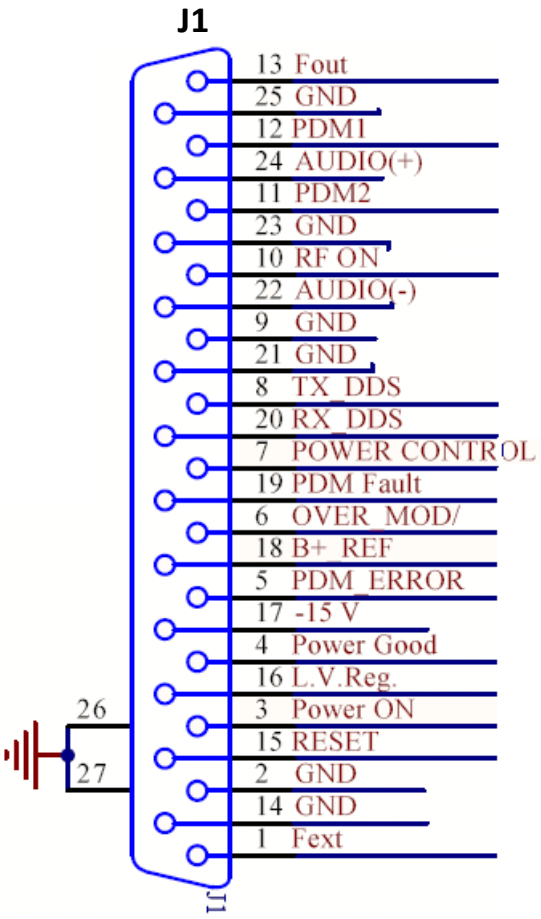
۱۳) **پین هفده:** خروجی ولتاژ 15v- تولید شده در رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی است.

۱۴) **پین هجده:** جهت ارسال نمونه تغذیهٔ پرقدرت (B+) از طریق برد رابط مرکزی به برد رابط اکسایتر استفاده می گردد..

۱۵) **پین نوزده:** خروجی PDM Fault از برد رابط اکسایتر به برد رابط مرکزی می‌باشد.

۱۶) **پین های بیست و دو و بیست و چهار:** ورودی صدا به رابط مرکزی هستند.

۱۷) **پین های دو، نه، چهارده، بیست و یک، بیست و سه، بیست و پنج، بیست و شش و بیست و هفت:** به زمین متصل می‌باشد.

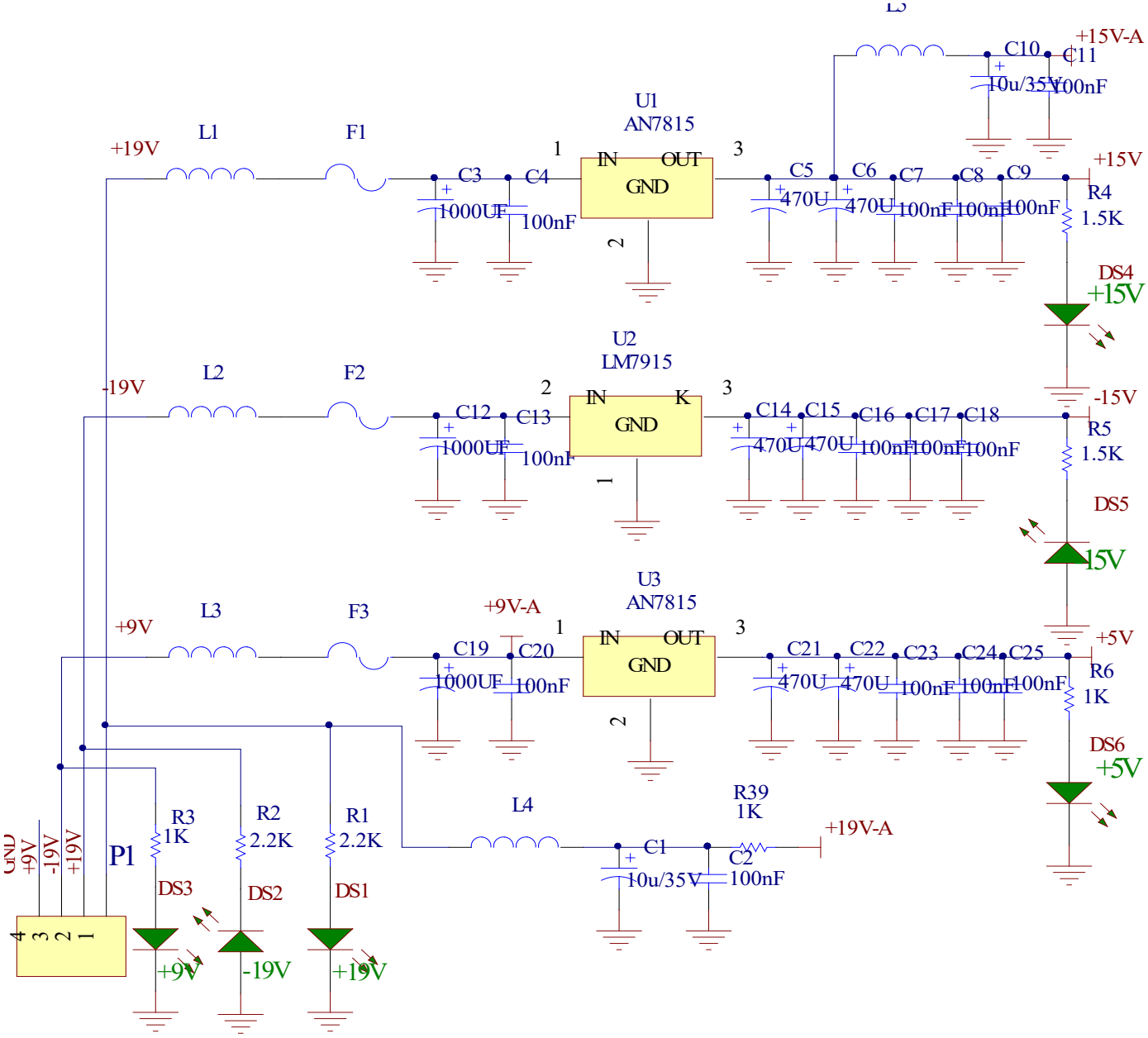


شکل (۳-۴۲)

۲-۳-۳-۲- تبدیل ولتاژهای تغذیهٔ کم‌قدرت:

ولتاژهای ورودی کانکتور P1 توسط رگولاتورهای U1، U2 وU3 به ولتاژهای 15V+، 15V- و 5V+ تبدیل می‌شوند تا تغذیهٔ مدارات رابط اکسایتر و رابط مرکزی را تامین نمایند.

همانگونه که در شکل (۳-۴۳) ملاحظه می گردد، المان های سلف و خازن در نظر گرفته شده در مسیر رگولاتورها به منظور حذف نویز به کار می‌روند تا ولتاژ کاملا" یکسو شده را برای مدارات داشته باشیم.



شکل (۳-۴۳)

دیودهای نورانی DS1-3 جهت اطمینان از برقراری ولتاژهای ورودی و DS4-6 جهت اطمینان از وجود ولتاژهای تبدیل شده در خروجی آی سی های رگولاتور در نظر گرفته شده است.

۲-۳-۳-۳- تشخیص خطا در دامنهٔ PDM و Power Control:

سیگنال‌های PDM تولید شده در مدار مولد پس از تقسیم ولتاژهای مقاومتی و تبدیل به دامنهٔ سه ولت به مقایسه‌گرهای U4 (MC3302L) فرستاده می‌شود. این سیگنال‌ها که 180° با یکدیگر اختلاف‌فاز دارند، از طریق TP1 و TP3 قابل اندازه‌گیری می‌باشند. سیگنال POWER CONTROL با مقدار 9V+ نیز پس از تقسیم ولتاژ به مقداری در حد دو ولت تبدیل گشته و آن‌گاه به مقایسه‌گر مذکور وارد می‌گردد.

مقایسه‌گر U4A دارای ورودی پایهٔ مثبت 5.1V+ و پایهٔ منفی نمونه PDM1 می‌باشد. مادامی که دامنهٔ PDM از مقدار 5.1V+ کوچکتر باشد این مقایسه‌گر اشباع مثبت بوده و در نتیجه ولتاژ 15v+ روی پایهٔ 2 این آی‌سی قرار می‌گیرد. اما در صورتی که دامنه از حد مطلوب بیشتر گردد، U4A اشباع منفی شده و ولتاژ 15V- روی این پایه قرار می‌گیرد.

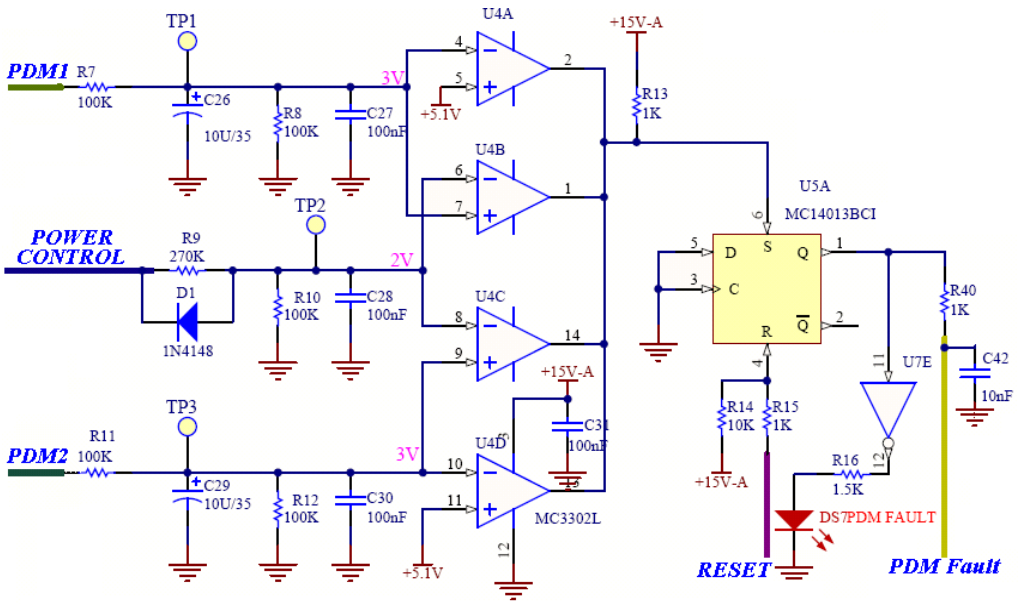
مقایسه‌گر U4B دارای ورودی‌های مثبت نمونه PDM1 و منفی نمونه POWER CONTROL می‌باشد. زمانی این مقایسه‌گر در اشباع مثبت قرار می گیرد که دامنهٔ نمونه PDM1 بزرگتر از نمونه 2V باشد. در نتیجهٔ عملکرد دو مقایسه‌گر فوق دامنهٔ PDM1 بین 2V+ و 5.1V+ محدود می‌گردد.

مقایسه‌گر U4C دارای ورودی‌های مثبت نمونه PDM2 و منفی نمونه POWER CONTROL است. تا زمانی که دامنهٔ نمونه PDM2 بزرگتر از 2V+ باشد خروجی این مقایسه‌گر در اشباع مثبت و در غیر این صورت در اشباع منفی قرار دارد. به این ترتیب با عملکرد مقایسه‌گر های U4B و U4C دامنهٔ نمونه POWER CONTROL هیچ‌گاه بیشتر از 3V+ نخواهد بود.

مقایسه‌گر U4D دارای ورودی مثبت ولتاژ 5.1V+ و ورودی منفی نمونه PDM2 با مقداری برابر سه ولت است. خروجی این مقایسه‌گر تا وقتی که نمونه PDM2 کوچکتر از 5.1V+ باشد، در اشباع مثبت و در غیر این صورت در اشباع منفی قرار می‌گیرد. در نتیجهٔ عملکرد مقایسه‌گر های U4C و U4D دامنهٔ نمونه PDM2 بین 3V+ و 5.1V+ محدود می‌شود.

خروجی کلیهٔ مقایسه‌گر های فوق به پایهٔ شش (ورودی SET) آی‌سی U5A (D-flipflop) متصل شده است.

شکل (۳-۴۴) تشخیص خطا در دامنه PDM و POWER CONTROL را نشان می دهد.



شکل (۳-۴۴)

در مدارات الکترونیک و کامپیوتر، فلیپ فلاپ (Flip Flop) یک نوع آی‌سی یا مدار مجتمع دیجیتال است که می تواند به عنوان یک بیت حافظه عمل کند. یک فلیپ فلاپ می تواند شامل دو سیگنال ورودی، صفر یا یک در پایه یا پایه های ورودی باشد. ضمنا یک فلیپ فلاپ دارای یک پایه زمانی (clock) و یک خروجی (output) و دو پایه set و reset می‌باشد. فلیپ فلاپ‌ها معمولا دارای یک خروجی معکوس خروجی اصلی هم هستند. یعنی از نظر منطقی خروجی معکوس یا متمم، برعکس خروجی اصلی است و اگر خروجی اصلی مثلا دارای سطح منطقی یک باشد خروجی متمم (مکمل هم می‌گویند) به صورت معکوس خروجی اصلی (صفر منطقی) خواهد بود. بعضی از فلیپ فلاپ ها شامل یک پایه clear می‌باشند که خروجی را دوباره راه اندازی (reset) می‌کنند. در واقع فیلیپ فلاپ ها یکی از انواع مدارات مجتمع هستند که برای کار به اتصالات تغذیه وزمین نیاز دارند. تغییرات پالسهای ورودی که منظور همان صفر و یک دیجیتال می‌باشند، به همراه پایه clock سبب تغییرات در خروجی می‌شوند. عملا هر تغییری در وضعیت خروجی، به طور همزمان وابسته به تغییرات پالس در پایه clock است. (پایه کلاک را به صورت CLK یا CP به معنی کلاک پالسCLOCK PULS هم نشان می دهند.) مشخصات آی‌سی‌های فلیپ فلاپ‌ها مثلا پایه‌های ورودی، خروجی و بقیه پایه‌ها توسط کارخانه‌های سازنده در دفترچه‌هایی تحت عنوان Datasheet قرار می‌گیرند. فلیپ فلاپ‌ها انواع متفاوتی دارند که این انواع مختلف عبارتند از:

۱) فلیپ فلاپ SR یا RS ۲) فلیپ فلاپ JK ۳) فلیپ فلاپ T ۴) فلیپ فلاپ D

فلیپ فلاپ D به عنوان ذخیره کننده یک بیت دیتا، کاربرد بسیاری دارد و از نظر تاخیر نیز شبیه به یک عنصر تاخیر دهنده ساعت عمل می‌کند به این ترتیب که هر ورودی به آن داده می‌شود در یک فاصله زمانی مشخصی که به اندازه یک کلاک پالس (پالس ساعت) است همان ورودی در خروجی دریافت می‌گردد. یعنی خروجی تابعی از ورودی است که یک پالس زودتر ظاهر می‌شود. از این رو این فلیپ فلاپ را فلیپ فلاپ تاخیر (Delay) می‌نامند.

جدول (۳-۱) در زیر نحوهٔ عملکرد یک D-flipflop نشان داده شده است.

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
$\overline{PRE}$	$\overline{CLR}$	CLK	D	Q	$\overline{Q}$
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H†	H†
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	$\overline{Q}_0$

جدول (۳-۱)

ورودی PRESET همان SET می‌باشد. همان گونه که در جدول مشاهده می‌شود، چنانچه PRE مقدار high (یا not PRE مقدار low) داشته باشد، خروجی این فلیپ فلاپ روی مقدار high قرار دارد. و در صورتی با not PRESET=high، خروجی high خواهد بود که گزینه‌های دیگر نیز high باشند. در اینجا اگر خروجی تمامی مقایسه گرها یعنی خروجی نهایی مقایسه‌کنندهٔ U4 مقدار 15v+ داشته باشد، ورودی PRESET این دی فلیپ فلاپ یک منطقی بوده و سایر ورودی‌ها در هر شرایطی باشند، خروجی آن یک منطقی خواهد بود. اما اگر یکی از کامپریتورها اشباع منفی شود ورودی U5 صفر می‌شود و در صورتی که RESET زده نشده باشد، ورودی آن در حکم high بوده و چون ورودی C و D زمین شده‌اند، خروجی صفر منطقی خواهد شد. و در زمانی که RESET زده شود چون در آن لحظه سیگنال صفر را به دی فلیپ فلاپ می‌فرستد، خروجی آن low خواهد گشت. به دلیل اینکه در صورت وجود خطا، دی فلیپ فلاپ روی مقدار صفر منطقی Latch می‌کند پس از رفع خطا باید RESET زده شود تا از حالت قبلی خارج شود.

خروجی این مدار که PDM Fault نام دارد به مدار رابط مرکزی می‌رود. این خروجی توسط یک گیت not به یک LED متصل است تا در صورتی که خروجی صفر بود، آن دیود به رنگ روشن شده و نشان‌دهندهٔ خطای به وجود آمده باشد.

۲-۳-۳-۴- مدار کنترل آزاد سازی پالس PDM:

این مدار از یک گیت منطقی AND تشکیل شده است. بدیهی است خروجی آن در صورتی در حالت high قرار دارد که کلیهٔ ورودی‌های آن از لحاظ منطقی در سطح یک باشند. ورودی‌های این مدار را چهار سیگنال کنترلی تشکیل می‌دهند که عبارتند از:

۱) **L.V.:** که مدار مربوطه ولتاژ کم‌قدرت ورودی به این مدار و ولتاژهای تبدیل یافتهٔ آن را از لحاظ صحت سطح دامنه مورد بررسی قرار می‌دهد.

پایه‌های مثبت U6A و منفی U6B توسط یک مقسم ولتاژ به ولتاژهای 15V± و 5V+ متصل می‌باشند. به عنوان مثال با توجه به مقادیر مشخص شده روی شکل (۳-۴۵) وقتی ولتاژ 5V+ در مدار مقسم ولتاژ قرار گیرد، ولتاژ پایه‌های نامبرده دارای مقداری در حدود 1.9V+ خواهد بود. همچنین دیگر پایه‌های این مقایسه‌کننده‌ها با مدار تقسیم ولتاژ دیگری به Low Voltage ورودی متصل است. چنانچه پایه‌های منفی این مقایسه گرها دارای ولتاژ بالاتری از پایه‌های مثبت باشند (یعنی نمونه ولتاژهای تبدیل یافته بین 1.76V تا 2.22V باشد)، چون سطح ولتاژ در حد مطلوبی قرار دارد، می‌بایست ورودی گیت AND مربوطه ازنظر منطقی high باشد. بنابراین در این حالت این دو مقایسه‌کننده اشباع منفی شده و دارای خروجی low می‌باشند. پس دیودهای D4 و D5 خاموش بوده و ورودی گیت معکوس گر U7A مدار باز می‌باشد. و چون برای مدار باز، مقاومت بینهایت تعریف شده در نتیجه دارای ولتاژ ورودی صفر بوده و خروجی آن یک منطقی خواهد بود. به تبع ورودی پایه پنج U9A یک می‌باشد. اگر دامنه ولتاژهای تبدیل 15V± و5V+ بیش از ۱۰٪ تغیر کرده باشند، مقایسه گر مربوطه اشباع مثبت شده(ولتاژ 8V+ برای بایاس اشباع مثبت در خروجی در نظر گرفته شده

است) و دیودهای D4 یا D5 روشن روشن می‌شوند؛ آن‌گاه ورودی معکوس گر U7A دارای ولتاژ بالا بوده و خروجی آن که ورودی گیت AND را تشکیل می‌دهد، در سطح صفر قرار خواهد داشت.

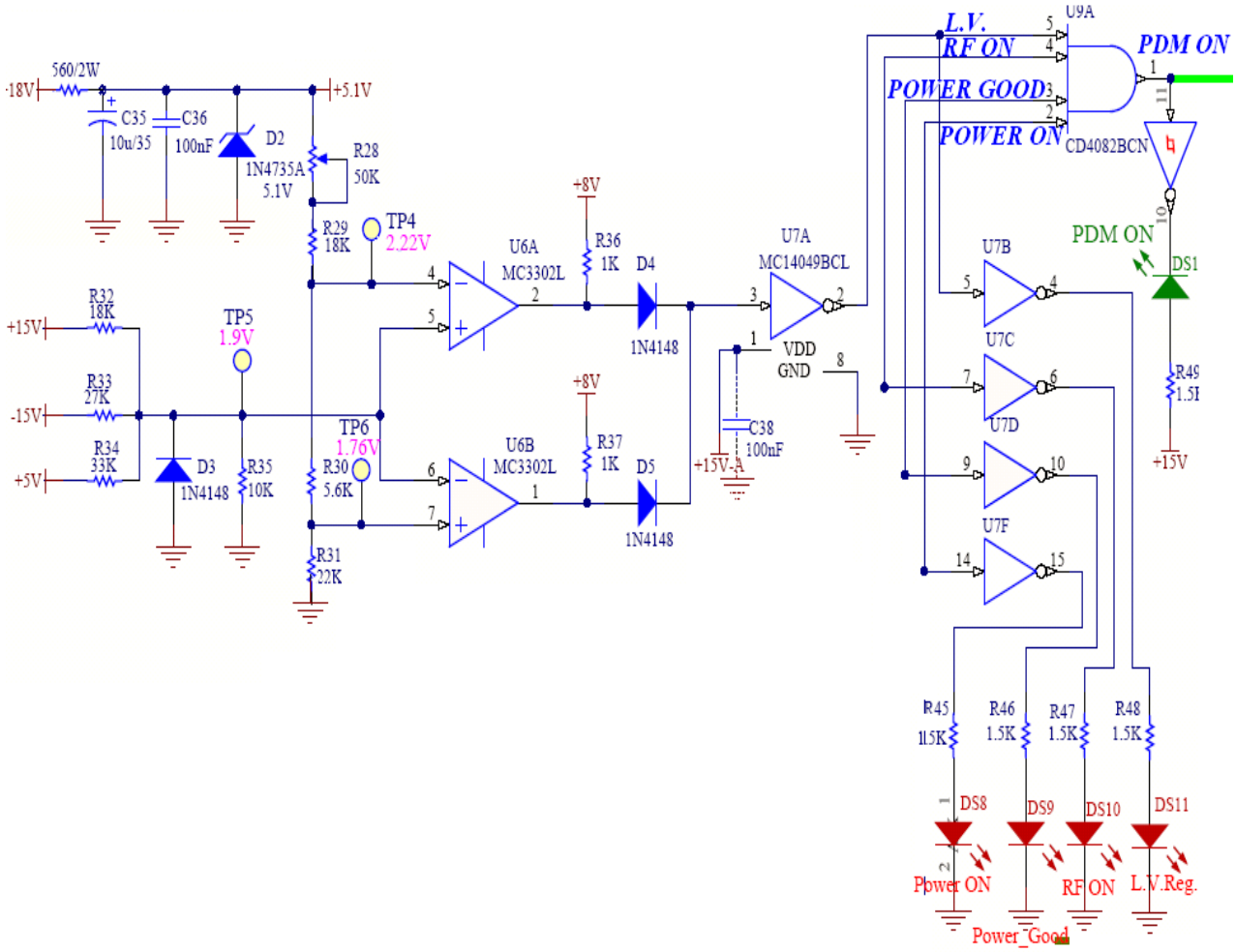
۲) **RF ON** این سیگنال از برد DISTRIBUTOR به برد رابط مرکزی وسپس برد رابط اکسایتر اعمال می‌شود. چنانچه سطح RF در مدار پیش‌تقویت‌کننده و سینی های قدرت (Power Unit) مطلوب باشد این سیگنال یک منطقی خواهد بود و در غیر این صورت صفر بوده که نشان‌دهنده عدم اعمال RF به سینی های قدرت است.

۳) **POWER GOOD**: این سیگنال نشان‌دهنده برقراری ولتاژهای کم‌قدرت در منبع تغذیه مربوطه می‌باشد و از POWER SUPPLY به بردرابط مرکزی و از آنجا به برد رابط اکسایتر اعمال می‌شود. بدیهی است در صورت صحیح بودن کلیهٔ ولتاژهای کم قدرت منبع تغذیه، نمونه سیگنال .L.V یک منطقی و در غیر این صورت صفر خواهد بود.

۴) **POWER ON**: این سیگنال نیز مانند مورد قبل از POWER SUPPLY به رابط مرکزی وسپس برد رابط اکسایتر ارسال می‌شود و نشان‌دهنده برقراری ولتاژ بالا به عنوان تغذیه در ماژول‌های سینی های قدرت است. زمانی که .H.V برقرار می‌شود یک رله، مقاومتی را سر راه آن قرار می‌دهد تا ولتاژ بالا بلافاصله روی ماسفت‌ها نیفتاده و باعث آسیب آن‌ها نگردد. پس از اینکه این ولتاژ وصل شد و در مدار قرار گرفت، رله دیگری موازی با مقاومت فعال می‌شود تا آن را از مسیر خارج کرده و ولتاژ 380v مستقیما به ماسفت‌ها اعمال شود. پس از برقراری این ولتاژ، POWER SUPPLY سیگنال RF ON=1 را به رابط اکسایتر می‌فرستد. تا قبل از آزاد شدن کامل ولتاژ بالا این سیگنال صفر خواهد بود.

اگر کلیه سیگنال‌های مورد بحث یک باشند خروجی گیت AND یک می‌باشد که اجازه آزاد ساختن PDM را به برد PDM می‌دهد. اما تا زمانی که هر یک از ورودی‌های U9A فعال نباشند خروجی پالس PDM صفر خواهد بود.

شکل (۳-۴۵) در زیر مدار کنترل آزاد سازی PDM را نشان می دهد.



شکل (۳-۴۵)

سر راه خروجی U9A یک not قرار گرفته که سیگنال PDM ON را معکوس کرده و به کاتد دیود DS1 ارسال می‌کند. تا زمانی که خطایی وجود ندارد ولتاژ کاتد DS1 صفر بوده و این LED -به رنگ سبز- روشن می‌شود که نشان‌دهنده آزاد بودن ارسال سیگنال PDM در مدار است. اما موقعی که به دلیل هر یک از موارد ذکر شده خطایی وجود داشته باشد این دیود خاموش می‌شود. همچنین هر یک از سیگنال‌های ورودی U9A توسط یک not به دیودهای نورانی DS8-DS11 وصل هستند تا در صورت بروز خطا در هر کدام، خروجی not مربوطه یک شده و LED سر راه آن -به رنگ قرمز- روشن شود.

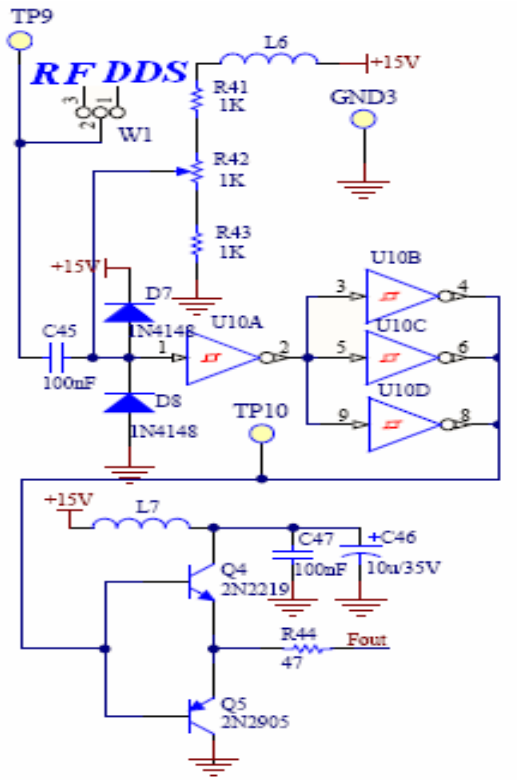
۲-۳-۳-۵- تقویت سیگنال RF:

در این مرحله، سیگنال RF توسط مدار پوش پول تقویت شده و به مدار پیش تقویت‌کننده RF (RF PreAmplifier) فرستاده می‌شود.

۲-۳-۳-۵-۱ تقویت سیگنال DDS:

سیگنال کریر مذکور، سیگنال تولید شده در مدار DDS می‌باشد (Fext) که توسط جامپر ω1 (با انتخاب پایه‌های یک و دو) به بافرهای U8 جهت تقویت جریان اعمال می‌شود. آن‌گاه توسط تقویت‌کننده کلاس B تقویت و به مداررابط مرکزی و از آنجا به مدار پیش‌تقویت‌کننده کریر وارد می‌گردد.

شکل (۳-۴۶) تقویت سیگنال RF را نشان می دهد.

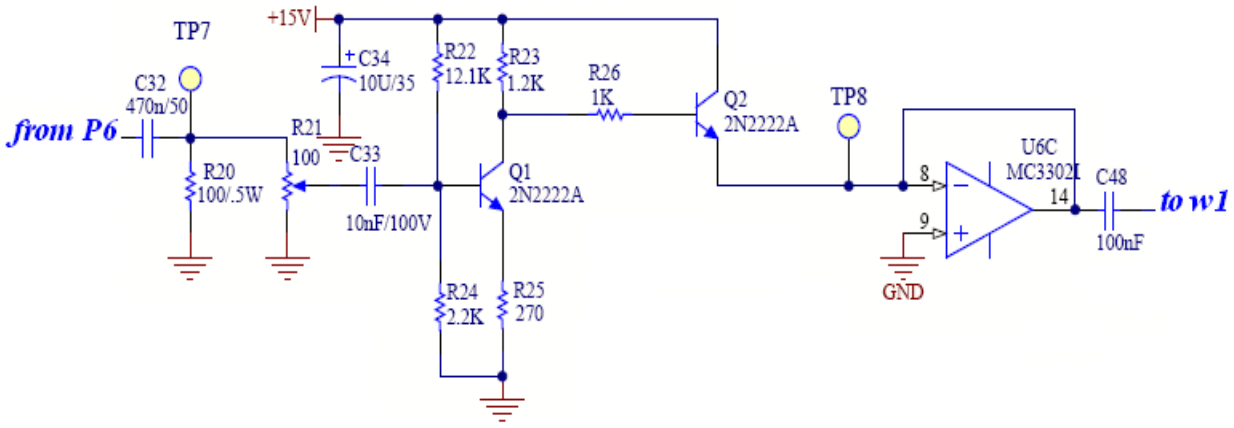


شکل (۳-۴۶)

۲-۳-۳-۵-۲ تقویت سیگنال RF-EXT:

در صورتی که مدار DDS خروجی RF نداشته باشد، در این صورت می توانیم با دستگاه سیگنال ژنراتور RF را از بیرون (Fout) اعمال کنیم. در این حالت RF از طریق مدار تقویت‌کننده شکل ۳-۴۶ تا سطح +15V تقویت شده و به جامپر ω1 انتقال می‌یابد. در این مرحله چون سیگنال DDS وارد مدار نمی‌شود، پایه‌های دو و سه جامپر اتصال کوتاه شده و همانند قبل این سیگنال پس از عبور از تقویت‌کننده پوش پول از مدار خارج می‌گردد.

شکل (۳-۴۶) مدار تغییر سطح سیگنال RF اعمال شده به مدار را نشان می دهد.

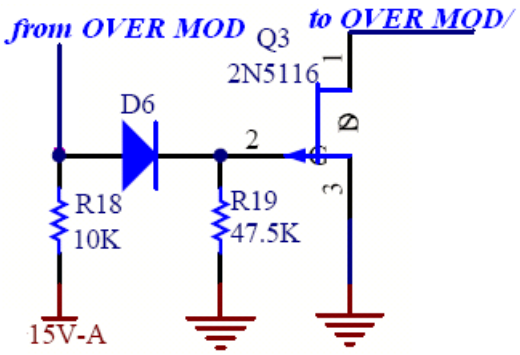


شکل (۳-۴۶)

۲-۳-۳-۶- مدار اعلام OVER MOD:

سیگنال OVER MOD در خروجی از برد PDM به آند دیود D6 اعمال می‌گردد. همان گونه که پیش از این در بخش ۳-۳-۱-۶- گفته شد، در نیم‌سیکل منفی صوت، خروجی OVER MOD وجود نخواهد داشت بنابراین سیگنالی نیز به آند D6 اعمال نشده و این دیود از طریق بایاس +15v-A و مقاومت R18 روشن می‌شود. این ولتاژ پس از تقسیم توسط مقاومت‌های R18 و R19 روی گیت Q3 قرار گرفته و باعث خاموش شدن این PFET می‌گردد. و زمانی که صوت ورودی در نیم‌سیکل مثبت باشد خروجی OVER MOD در برد PDM زمین شده و به آند دیود D6 منتقل می‌شود. در نتیجه این دیود خاموش شده و به تبع ولتاژ صفر روی گیت Q3 قرار می‌گیرد.

شکل (۳-۴۷) مدار اعلام OVER MOD را نشان می دهد.



شکل (۳-۴۷)

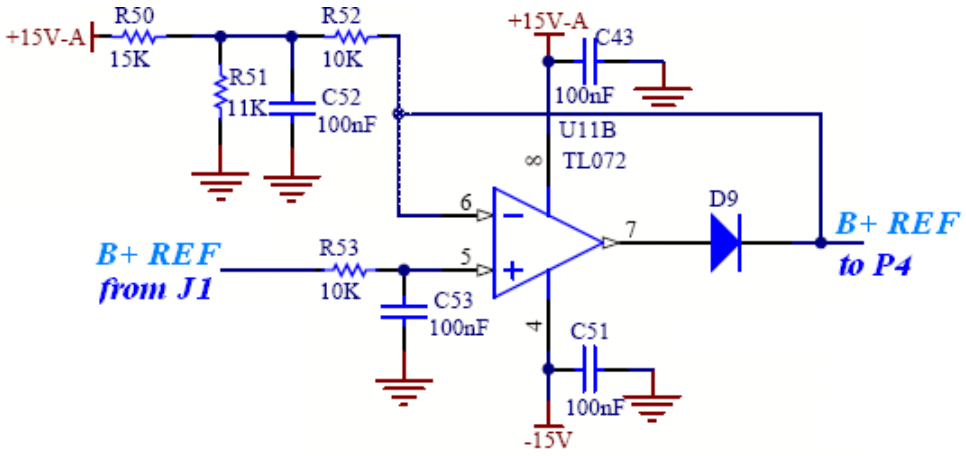
۲-۳-۷ کنترل عرض پالس PDM:

ورودی این مدار نمونه ای از ولتاژ تغذیه پرقدرت می‌باشد. به دلیل اینکه در خروجی آی‌سی U6 در برد PDMرابطه $I_3=\frac{I_1 \times I_2}{I_4}$ برقرار است، در صورتی که تغذیه قطع شود I_4 که نمونه تغذیه پرقدرت (B+ REF) است

مساوی با صفر می‌شود. در نتیجه جریان مربوط به صدای ورودی بینهایت شده و عرض پالس کاملا باز می‌شود؛ بنابراین در هر دوره‌تناوب قدرت کامل از ماسفت‌ها کشیده می‌شود که به سوختن آن‌ها منجر می‌گردد. برای جلوگیری از این رخداد در مدار رابط اکسایتر سر راه نمونه تغذیه، مدار شکل (۳-۴۸) در نظر گرفته شده است.

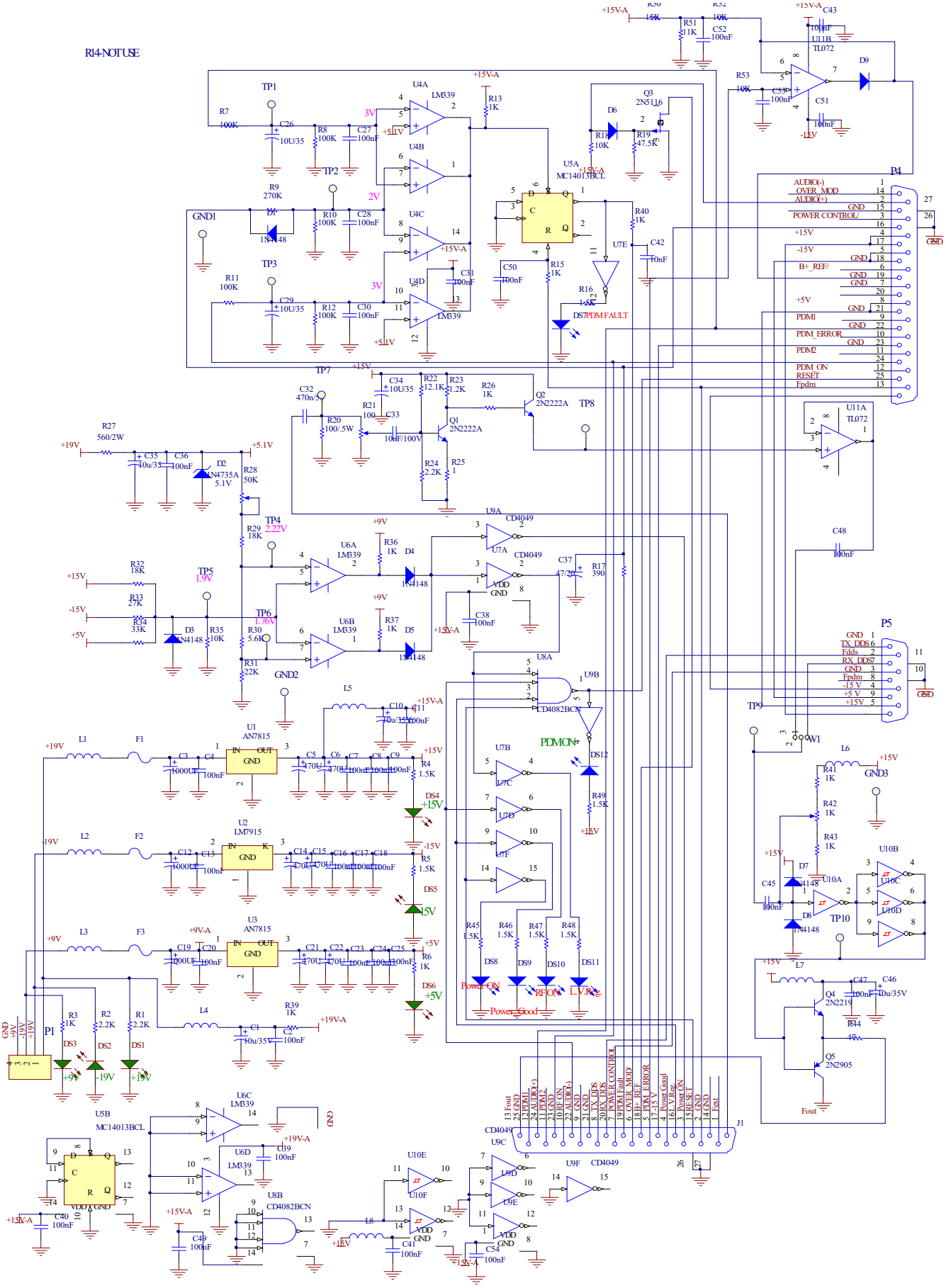
نمونه مورد بحث به پایه مثبت تقویت‌کننده U11B اعمال می‌شود. ولتاژ 15V+ از طریق یک شبکه تقسیم مقاومتی به پایه منفی این تقویت‌کننده متصل شده و آن‌گاه این پایه به خروجی آی‌سی اتصال کوتاه گردیده است. در زمانی که تغذیه فرستنده وصل می‌باشد، چون هر دو پایه ولتاژ کمتر از تغذیه تقویت‌کننده را دارند، در نتیجه آپ-امپ اشباع نبوده و ولتاژ پایه‌های مثبت و منفی آن با هم برابر و مساوی با خروجی است. پس سیگنال B+ REF بدون تغییر از طریق کانکتور P4 وارد بخش PDM می‌گردد.

در صورت قطع تغذیه پرقدرت، ورودی پایه مثبت قطع شده و چون به پایه منفی تغذیه DC اتصال دارد، نمونه B+ REF مساوی با آن شده و به این ترتیب هیچ گاه به برد PDM ولتاژ صفر ارسال نمی‌گردد.



شکل (۳-۴۸)

شکل پیوست مدار رابط اکسایتر (Exciter Interface) را نشان می دهد.


R14-NOT USE
TP1
TP2
TP3
TP4
TP5
TP6
TP7
TP8
TP9
TP10
U4A
LM339
U4B
U4C
U4D
U5A
MC14013BCL
U5B
U6A
U6B
U6C
U6D
U7A
CD4049
U7B
U7C
U7D
U7E
U7F
U8A
CD4082BCN
U8B
U9A
U9B
U9C
U9D
U9E
U9F
U10A
U10B
U10C
U10D
U10E
U10F
U11A
U11B
TL072
U1
AN7815
U2
LM7915
U3
AN7815
P1
P4
P5
J1
W1
Q1
2N2222A
Q2
2N2222A
Q3
2N5116
Q4
2N2219
Q5
2N2905
D1
1N4148
D2
1N4735A
5.1V
D3
1N4148
D4
1N4148
D5
1N4148
D6
D7
1N4148
D8
1N4148
D9
DS1
DS2
DS3
DS4
DS5
DS6
DS7 PDM FAULT
DS8
DS9
DS10
DS11
DS12
PDMON
Power ON
RFON
LVRst
Power Good
+15V-A
-15V
+5V
+9V
+19V
-19V
GND
GND1
GND2
GND3
Fout
AUDIO(-)
OVER_MOD
AUDIO(+)
POWER CONTROL
B+_REF
PDM1
PDM_ERROR
PDM2
PDM_ON
RESET
Fpdm
TX_DDS
Fdds
RX_DDS
2.22V
1.9V
1.76V

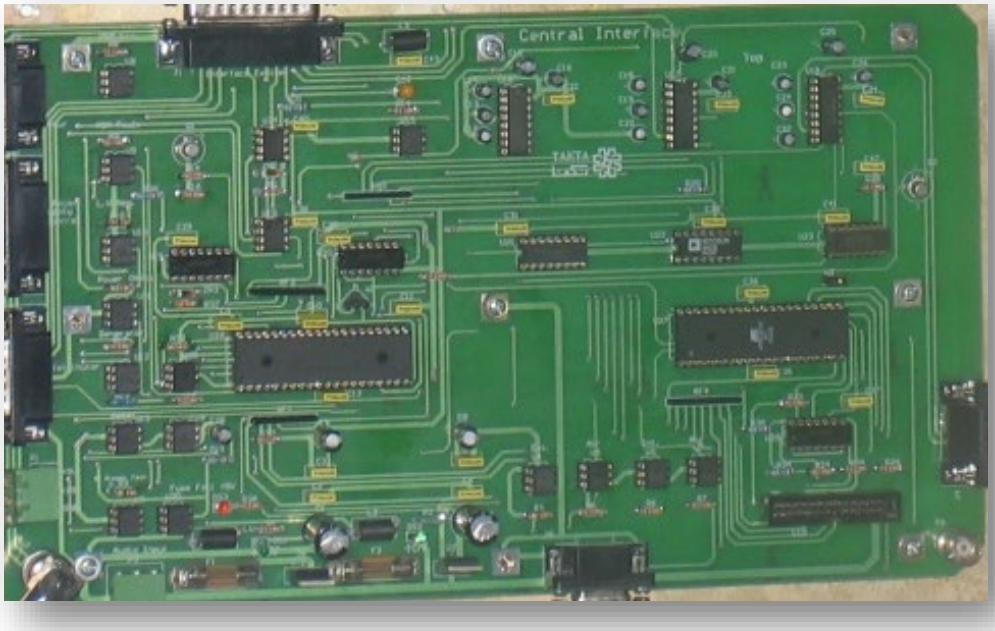
Exciter Interface

ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE
C1,10,26,29,34, 35,46	CAPACITOR	Cap. Tantal. 10uF 35V %10	7	CTR810 0K035D
C2,4,7,8,9,11,13, 16,17,18,20,23,2 4,25,27,28, 30,31,36,38,40,4 1,43, 45,C47-C54	CAPACITOR	Cap. Cer. 100nF 100V "	33	CCE610 0K100D
C32	CAPACITOR	" " 470nF 50V "	1	CCE647 0K050D
C33,42	CAPACITOR	" " 10 nF 100v "	2	CCE510 0K100D
C3,12,19	CAPACITOR	" Elec 1000uF " "	3	CER A10 0K100D
C5,6,14,15,21,2 2	CAPACITOR	" " 470uF " "	6	CER947 0K100D
C37	CAPACITOR	" " 47uF 20V "	1	CER847 0K020D
D1-D9	DOIDE	Diode 1N4148	9	EDE1N 4148
DS1-DS6	DOIDE	Green LED 3mm	6	ELD03 0DIAG RN
DS7-DS12	DOIDE	Red " "	6	ELD03 0DIAR ED
F1-F3	FUSE	فيوز شيشه اي ١ آمپر	3	SFE01 0G20X 05
GND1-GND3	TEST-POINT	Test Point	3	5ME. 499. .238
J1,P4	CONNECTOR	Conn. D 25 Pins	1	KMBK2 P25MD RA
P5	CONNECTOR	" " 9 Pins	8	KMBK2 P09MD RA
P1	CONNECTOR	" 4pin On board	1	KTER B K04MD RA
L1-L8	INDUCTOR	Inductor choke 2.5 Turns	8	BCT00 8X06 0C5
Q1,2	TRANSISTOR	Transistor 2N2222A	2	ETR2N 2222A
Q4	TRANSISTOR	" 2N2219A	1	ETR2N 2219A
Q5	TRANSISTOR	" 2N2905	1	ETR2N 2905
R1,2,24	RESISTOR	Res. 2/2k 1/4W %5	3	ZR422 0J00 2
R3,6,13,15,26,4 3 R36-R41	RESISTOR	" 1K " "	12	ZR410 0J00 2
R4,5,16,R45-R49	RESISTOR	" 1/5k " "	8	ZR415 0J00 2
R7,8,10,11,12	RESISTOR	" 100k " "	5	ZR610 0J00 2
R9	RESISTOR	" 270k " "	1	ZR627 0J00 2
R18,35,52,53	RESISTOR	" 10k " "	4	ZR510 0J00 2
R17	RESISTOR	" 390R " "	1	ZR339 0J00 2
R19	RESISTOR	Res. 47.5k 1/4W %5	1	ZR547 5J00 2
R44	RESISTOR	" 47k " "	1	ZR547 0J00 2
R20	RESISTOR	" 100R 1/2W "	1	ZR610 0J00 2
R25	RESISTOR	" 1R 1/4W "	1	ZR110 0J00 2
R27	RESISTOR	" 560R 2W "	1	ZR656 0J00 2
R22	RESISTOR	" 12/1K 1/4W "	1	ZR512 1J00 2
R23	RESISTOR	" 1/2K " "	1	ZR412 0J00 2
R29,32	RESISTOR	" 18K " "	2	ZR518 0J00 2
R30	RESISTOR	" 5/6R " "	1	ZR156 0J00 2
R31	RESISTOR	" 22K " "	1	ZR522 0J00 2
R33	RESISTOR	" 27K " "	1	ZR527 0J00 2

R34	RESISTOR	" 33K " "	1	Z	R	5	3	3	0	J	0	0	2				
R50	RESISTOR	" 15K " "	1	Z	R	5	1	5	0	J	0	0	2				
R51	RESISTOR	" 11K " "	1	Z	R	5	1	1	0	J	0	0	2				
R21	POT	Pot. 100R " "	1	Z	P	3	1	0	0	J	1	0	R	I	T		
R28	POT	" 50K " "	1	Z	P	5	5	0	0	J	1	0	R	I	T		
R42	POT	" 1K " "	1	Z	P	4	1	0	0	J	1	0	R	I	T		
TP1-TP10	TEST-POINT	Test Point	10	5	M	E	.	4	9	9	.	.	2	3	8		
U1	IC	IC AN7815	1	E	I	C	A	N	7	8	1	5					
U2	IC	IC AN7915	1	E	I	C	A	N	7	9	1	5					
U3	IC	IC AN7805	1	E	I	C	A	N	7	8	0	5					
U4,6	IC	IC LM339	2	E	I	C	L	M	3	3	9						
U5	IC	IC CD4013	1	E	I	C	C	D	4	0	1	3					
U7,9	IC	IC CD4049	2	E	I	C	C	D	4	0	4	9					
U8	IC	IC CD4082	1	E	I	C	C	D	4	0	8	2					
U10	IC	IC CD40106	1	E	I	C	C	D	4	0	1	0	6				
U11	IC	IC TL072	1	E	I	C	T	L	0	7	2						
W1	JUMPER	JUMPER 2 PIN	1	K	J	U	M	P	E	R	5	0	2	P	O		

رابط مـــرکـــزی

Central Interface



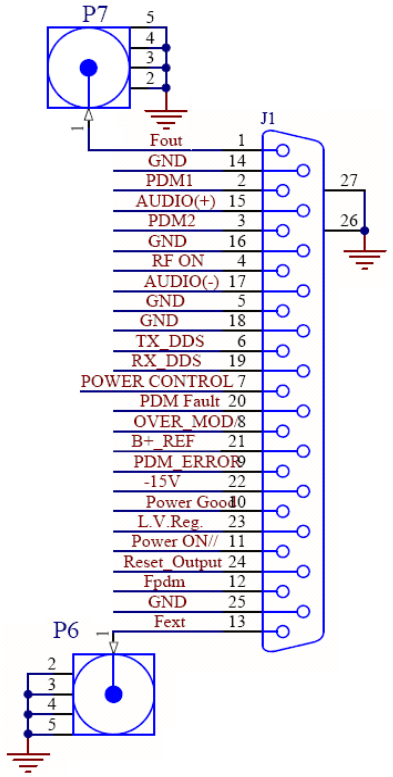
۴-۳-۳- مدار رابط مرکزی (Central Interface):

نقشه این مدار در پیوست مشاهده می‌شود. این برد، ارتباط‌دهنده سیگنال های کنترل و فرمان دهنده از مدارات، رابط اکسایتر (Exciter Interface) ، منبع تغذیه (Power Supply)، توزیع‌کننده (Distributor) و VSWR در فرستنده بوده و خود از دو قسمت مهم کنترل و مونیتورینگ تشکیل شده است. کلیه سیگنال‌های کنترلی و نمونه سیگنال‌های تولید شده در بخش‌های مختلف مثل PDM، DDS و تغذیه در این قسمت توسط میکروکنترلر dsPIC از لحاظ صحت برقراری و عملکرد مورد بررسی قرار می گیرد.

همچنین کلیهٔ اطلاعات مورد نیاز برای مشاهده در سیستم مونیتورینگ(LCD) مرکزی (Central LCD) در این قسمت از طریق میکروکنترلر AVR تنظیم و به LCD مربوطه ارسال می‌گردد. در ادامه تشریح هر یک از موارد فوق ارائه خواهد گردید.

اینک در این بخش کانکتورهای برد رابط مرکزی بررسی می شود:

۳-۳-۴-۱- کانکتورهای برد رابط مرکزی: شکل (۳-۴۹)



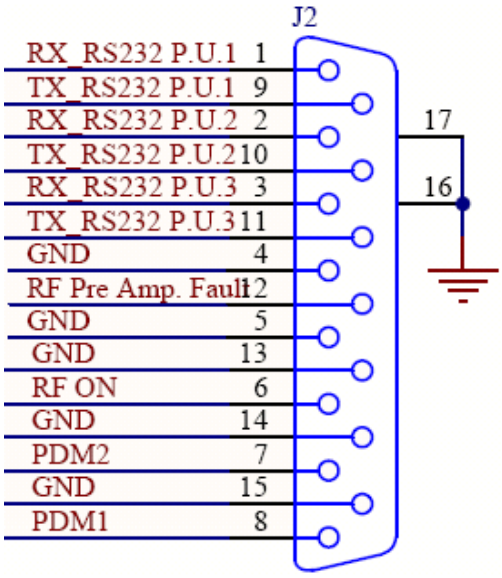
شکل (۳-۴۹)

کانکتور ۲۵ پین J1: شکل (۳-۴۹)

شکل (۳-۴۹) کانکتور بین رابط اکسایتر (Exciter Interface) و رابط مرکزی (Central Interface) را نشان می دهد. ورودی ها و خروجی های این کانکتور دقیقا" قرینهٔ کانکتور قرینهٔ کانکتور J1 در برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) است که در بخش ۲-۳-۳-۱ مربوط به کانکتور ۲۵ پین J1 در شکل (۳-۴۲) توضیح داده شده است.

کانکتور ۱۵ پین J2: شکل (۳-۵۰)

این کانکتور ارتباط بین برد رابط مرکزی (Central Interface) و برد توزیع‌کننده (Distributor) را برقرار می کند.



(۳-۵۰)

۱) **پین های یک، دو و سه و نه، ده، یازده:** سیگنال‌های RX-RS232 اطلاعات رفت و برگشت مربوط به سینی های قدرت (Power Units) می باشد که از طریق برد توزیع‌کننده (Distributor) به مدارات رابط مرکزی (Central Interface) می رسد.

۲) **پین شش:** ورودی سیگنال RF ON از مدار توزیع‌کننده است.

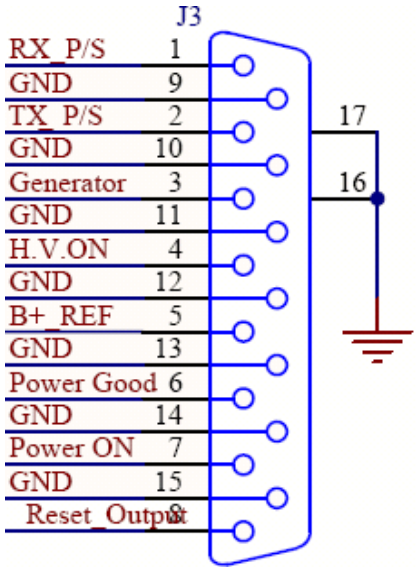
۳) **پین های هفت و هشت:** خروجی سیگنال‌های PDM1,2 به مدار Distributor می‌باشد.

۴) **پین دوازده:** ورودی RF PreAmplifier Fault از مدار توزیع‌کننده است.

۵) **پین های چهار، پنج، سیزده، چهارده، پانزده، شانزده و هفده:** به زمین متصل شده است.

کانکتور ۱۵ پین J3: شکل (۳-۵۱)

این کانکتور ارتباط بین بردهای منبع تغذیه (Power Supply) و رابط مرکزی (Central Interface) را برقرار می سازد.



شکل (۳-۵۱)

۱) **پین‌های یک و دو:** ارتباطات سیگنال‌های RX-232 و TX-232 از منبع تغذیه (Power Supply) به مدار رابط مرکزی(Central Interface) هستند.

۲) **پین سه:** ورودی نمونه در قرار داشتن ژنراتور از طریق منبع تغذیه به برد رابط مرکزی می باشد.

۳) **پین چهار:** فرمان H.V. ON است که بازدن دکمه Standby روی LCD مرکزی .H.V را در منبع تغذیه پرقدرت برقرار می‌کند.

۴) **پین پنج:** ورودی نمونه تغذیه پرقدرت B+ REF از منبع تغذیه است.

۵) **پین شش:** ورودی سیگنال POWER GOOD از منبع تغذیه است.

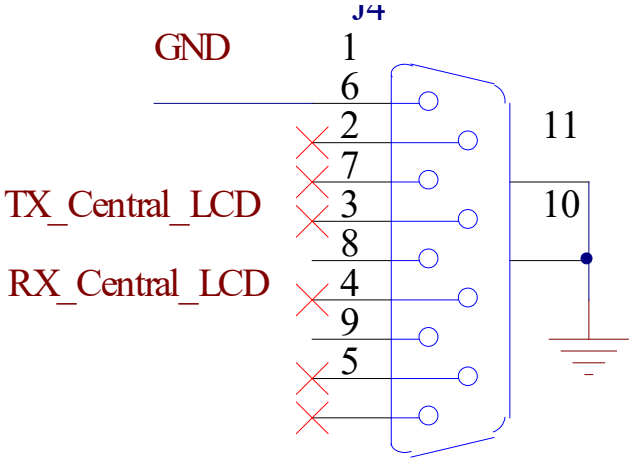
۶) **پین هفت:** ورودی سیگنال POWER ON از منبع تغذیه است.

۷) **پین هشت:** Reset Output فرمان ریست کردن مدارات کنترل در منبع تغذیه می باشد.

۸) **پین های نه، ده، یازده، دوازده، سیزده، چهارده، پانزده، شانزده وهفده:** به زمین متصل‌اند.

کانکتور ۹ پین J4: شکل (۳-۵۲)

این کانکتور ارتباط بین سیستم مونیتورینگ(LCD) مرکزی (Central LCD) و رابط مرکزی (Central Interface) را برقرار می کند.



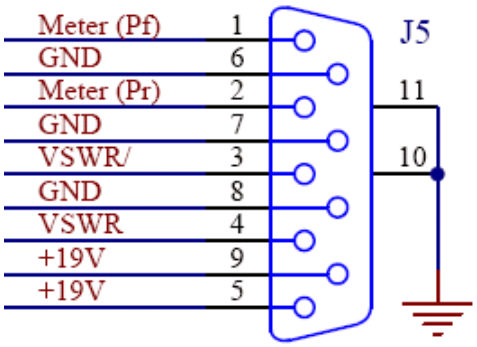
شکل (۳-۵۲)

۱) **پین های سه و چهار:** ورودی و خروجی سیگنال‌های TX- Central LCD و RX- Central LCD از آی‌سی U18 در برد رابط مرکزی (Central Interface) به سیستم LCD مرکزی است.

۲) سایر پین‌ها به زمین اتصال دارند.

کانکتور ۹ پین J5: شکل (۳-۵۳)

این کانکتور ارتباط بین برد VSWR و برد رابط مرکزی (Central Interface) را برقرار می کند.



شکل (۳-۵۳)

۱) **پین های یک و دو:** ولتاژهای ورودی مربوط به توان‌های رفت و برگشت است که جهت اندازه‌گیری قدرت رفت و برگشت بر روی صفحهٔ LCD مرکزی، برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می گردد.

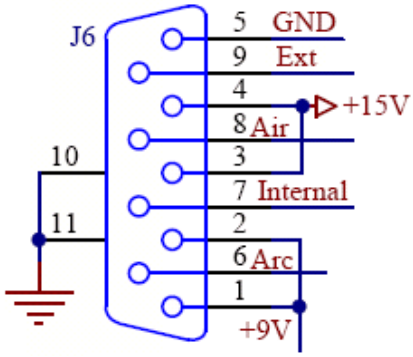
۲) **پین های سه و چهار:** به ترتیب ورودی سیگنال‌های VSWR و VSWR/ از مدار تشخیص و اعلام برگشت انرژی به برد رابط مرکزی (Central Interface) می باشد تا بر روی صفحهٔ LCD مرکزی نمایش داده شود.

۳) **پین های پنج و نه:** ارسال ولتاژ +19V به مدار VSWR است.

۴) **پین های شش، هفت، هشت، ده و یازده:** به زمین متصل شده‌اند.

کانکتور ۹ پین J6: شکل (۳-۵۴)

این کانکتور ارتباط بین برد رله (Relay Board) و برد رابط مرکزی (Central Interface) را برقرار می کند.



شکل (۳-۵۴)

۱) **پین‌های یک و دو:** ولتاژ 9v+ را برد رله (Relay Board) ارسال می کند.

۲) **پین های سه و چهار:** ولتاژ 15v+ را برد رله (Relay Board) ارسال می کند.

۳) **پین شش:** خطای (Arc) مربوط به جرقه است که به برد رابط مرکزی (Central Interface) وارد می شود.

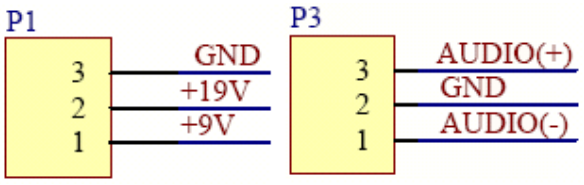
۴) **پین هفت:** خطای(Internal)مربوط به باز بودن درب های فرستنده است که به برد رابط مرکزی (Central Interface) وارد می شود.

۵) **پین هشت:** خطای(Air) مربوط به فن های خنک کننده است که به برد رابط مرکزی (Central Interface) وارد می شود.

۶) پ **پین نه:** خطای (External) مربوط به تجهیزات خارج از فرستنده مانند دامی لود، میکروسوئیچ و اتاق های آنتن و مچینگ است که به برد رابط مرکزی (Central Interface) وارد می شود.

۷) **پین های پنج، ده و یازده:** به زمین متصل است.

کانکتورهای P1 و P3: شکل (۳-۵۵)



شکل (۳-۵۴)

کانکتور P1 ورودی ولتاژهای 19v+ و 9v+ برد رابط مرکزی (Central Interface) می‌باشد.

کانکتور P3 نیز ورودی صدا برد رابط مرکزی (Central Interface)است.

۳-۳-۴-۲- مدارتغذیه رابط مرکزی:

شکل (۳-۵۵) مدارتغذیه رابط مرکزی را نشان می دهد

ولتاژهای 9V+و19V+ وارد کانکتور P1 می شوند.

ولتاژ 19V+ از طریق چوک ۲/۵ دور L1 و فیوزF1 وارد آی سی رگولاتور U1 (LM7815) می شود و توسط این آی سی به 15V+ تبدیل می شود تا مدارات رابط مرکزی را تغذیه نماید.

المان های L1 و C1 تا C4 بعنوان فیلتر استفاده گردیده ضمن اینکه چوک ۲/۵ دور L1 سدی در برابر پیک اولیهٔ ولتاژ 19V+ می باشد.

در صورتی که ولتاژ 15V+ وجود داشته باشد DS1 (LED) برنگ سبز روشن می شود.

ولتاژ 9V+ هم از طریق چوک ۲/۵ دور L2 و فیوز F2 وارد آی سی رگولاتور U2 (LM7805) می شود و توسط این آی سی به 5V+ تبدیل می شود تا مدارات رابط مرکزی را تغذیه نماید.

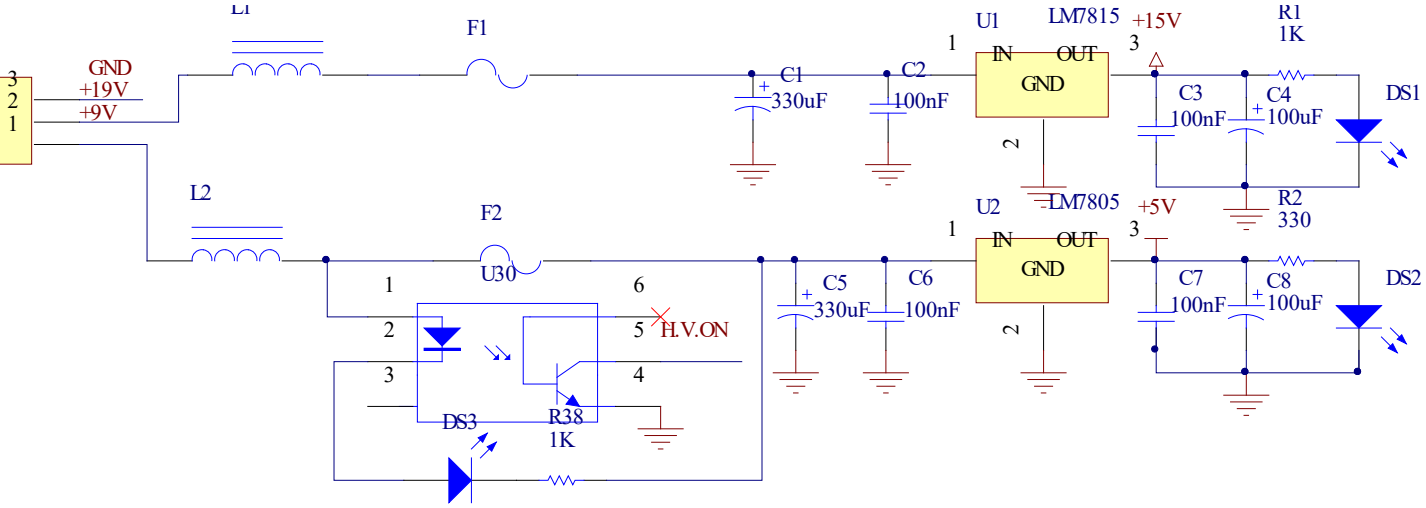
در اینجا هم المان های L2 و C5 تا C8 بعنوان فیلتر استفاده گردیده ضمن اینکه چوک ۲/۵ دور L2 سدی در برابر پیک اولیهٔ ولتاژ 9V+ می باشد.

در صورتی که ولتاژ 5V+ وجود داشته باشد DS2 (LED) برنگ سبز روشن می شود.

در مدار شکل (۳-۵۵) اگر فیوز F2 بسوزد آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر (Phototransistor U30 Optocoupler) عمل می کند و فرمان H.V. ON را که موجب برقراری H.V. در منبع تغذیه می شود، زمین می کند و عملا" ولتاژ H.V. برقرار نمی شود.

در ادامه بحث مربوط به کنترل مدار رابط مرکزی (Central Interface) خواهیم گفت که با قطع ولتاژ 5V+ که آی سی میکرو را تغذیه می کند عملا" این بخش از کنترل از مدار خارج می شود و فرستنده بدون کنترل خواهد بود و با برقراری ولتاژهای L.V. بدون این که دکمه Standby را بزنیم H.V. در منبع تغذیه برقرار می شود و بهمین خاطر آی سی U30 در مسیر ولتاژ 5V+ قرار گرفته که با قطع این ولتاژ، فرمان H.V. ON را قطع کند.

اگر فیوزF2 بسوزد DS3 برنگ قرمز روشن می شود.



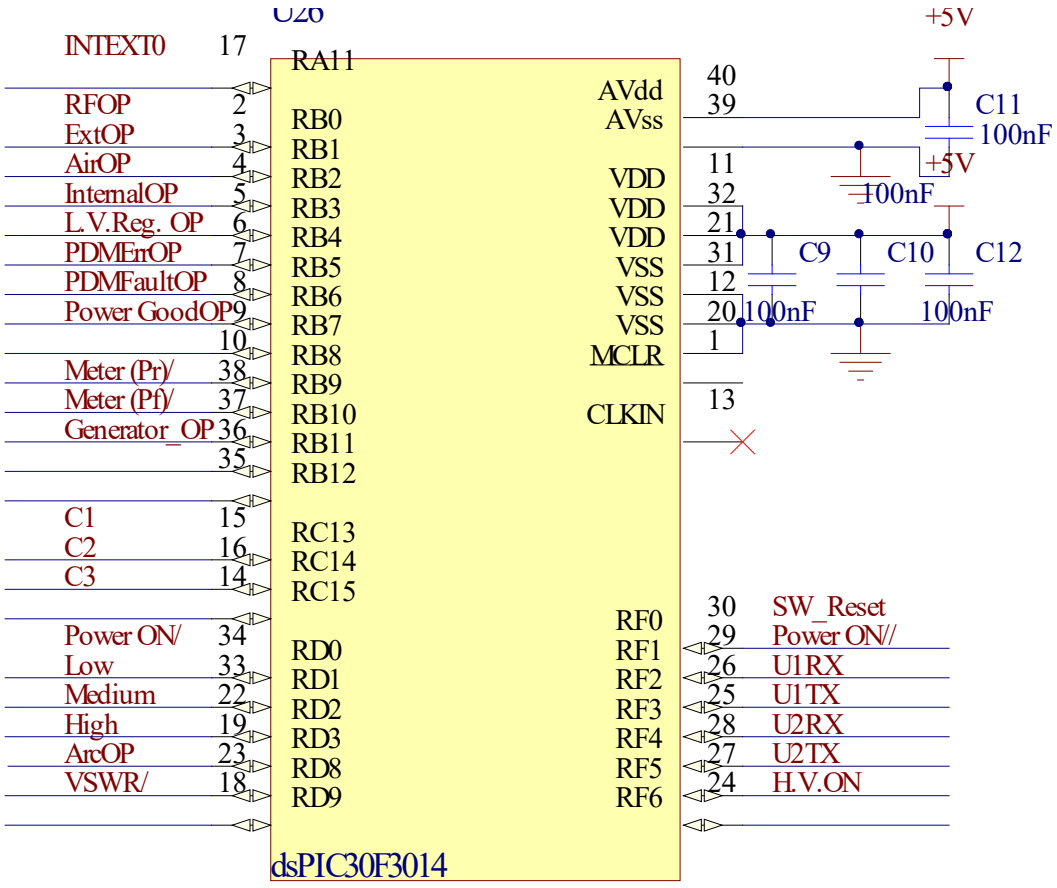
شکل (۳-۵۵)

۳-۳-۴-۳- کنترل مدار رابط مرکزی:

همان طور که در شکل (۳-۵۶) مشاهده می‌شود و پیش از این نیز ذکر شد، در بخش کنترل مدار رابط مرکزی از میکروکنترلر dsPIC30F3014 استفاده شده است.

در این میکروکنترلر از ورودی‌های RB0-RB11، RD0، RD8 و RD9 استفاده گردیده است. عنوان سیگنال‌های ورودی در شکل مشخص شده است. هر یک از موارد فوق، سیگنال‌های ارسالی از مدارات پیش‌تقویت‌کنندهRF، کنترل سینی های قدرت (Power Units)، برد اکسایتر، برد رله (Relay Board) و V_{SWR} است که پس از عبور از یک مدار کنترلی و مقاومت Pull-Up به میکروکنترلر وارد می‌شوند. که عبارتند از:

۱) RF PreAmplifier Fault
۲) External
۳) Air
۴) Internal
۵) Arc
۶) PDM Error
۷) PDM Fault
۸) Power Good
۹) Power ON
۱۰) V_{SWR}
۱۱) Meter (PF)
۱۲) Meter (PR)
۱۳) Generator
۱۴) L.V. Reg



شکل (۳-۵۶)

در صورت عملکرد نرمال بخش‌های مختلف فرستنده و تا زمانی که خطایی در سیستم وجود ندارد، باید کلیه سیگنال‌های یاد شده در سطح High (پنج ولت یا یک منطقی) قرار داشته باشند.

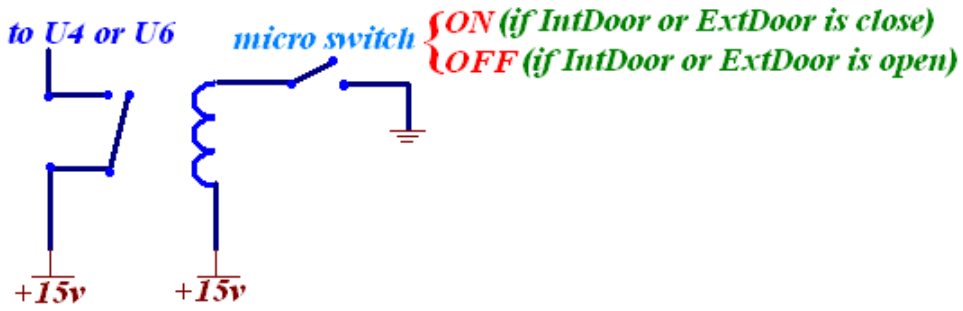
۳-۳-۴-۳-۱-کنترل Internal، External، Air، و Arc:

در اینجا ورودی‌های Internal و External را که به میکرو می رسند مورد بررسی قرار می دهیم.

ورودی Internal مربوط به درب های فرستنده و External مربوط به تجهیزات خارج از فرستنده مانند اتاق های آنتن و مچینگ و یا دامی لود و سوئیچ ماتریس می باشد.

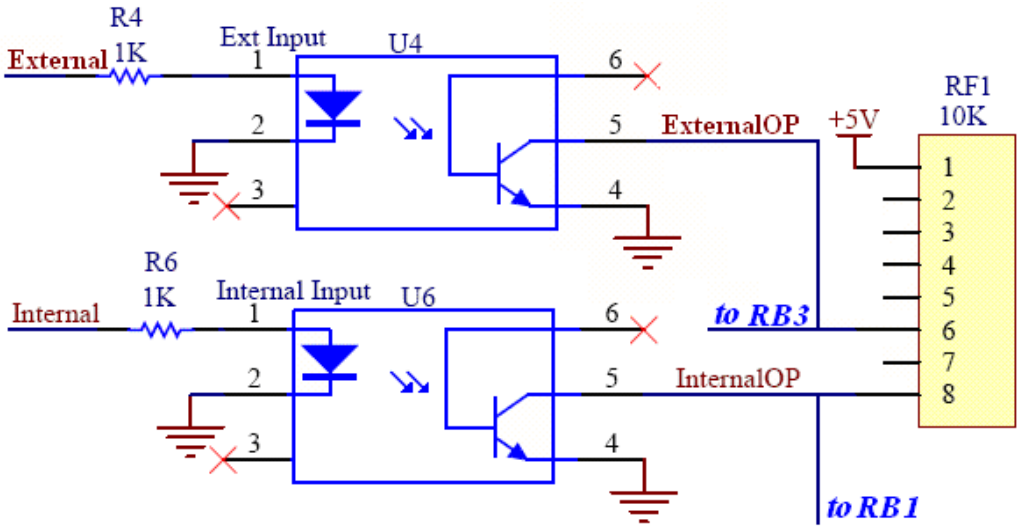
به دلیل وجود ولتاژ بالا در این بخش ها در هنگام روشن و زیر بار بودن فرستنده، می‌بایست به طریقی از تماس با این واحدها و بروز خطر احتمالی جلوگیری نمود. به همین دلیل پشت هر یک از این بخش ها، شده است. یک میکروسوئیچ نصب گردیده که با بسته بودن درب، زمین رلهٔ مربوطه وصل می شود ودر نتیجه رله تحریک می شود و کنتاکت آن جذب و متعاقبا" ولتاژ +15V را به مدار کنترل رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می کند.

شکل (۳-۵۷) نحوهٔ عملکرد رله را نشان می دهد.



شکل (۳-۵۷)

همانگونه که در شکل (۳-۵۷) ملاحظه می گردد تا زمان بسته بودن درب، رله در مدار قرار دارد. با جذب رله، ولتاژ 15V+ به کنتاکت انتقال می یابد و در نتیجه این ولتاژ با نام Internal یا External وارد مدار رابط مرکزی می‌گردد. اما چنانچه هر یک از درب ها در حین روشن بودن فرستنده، باز شود این رله از تحریک افتاده و ولتاژ صفر را به مدار رابط مرکزی می‌فرستد و در نتیجه، سیستم کنترل مرکزی باعث قطع قدرت در فرستنده می شود و آن را به حالت OFF می‌برد. دیگر مزیت بهره‌مندی از این سیستم این است که در زمان باز بودن هر یک از درب ها اگر کلید تغذیه زده شود، فرستنده روشن نخواهد شد. و زمانی دوباره رله شروع به تحریک کرده و مسیر تغذیه برقرار می‌شود که درب ها بسته باشند. به این ترتیب از تماس با بخش‌های حامل و منتقل‌کننده ولتاژ بالا در حین زیر بار قرار داشتن فرستنده جلوگیری به عمل می‌آید.



شکل (۳-۵۸)

تا زمانی که هر یک از درب ها بسته باشند سیگنال ارسالی آن‌ها (Internal یا External) در حالت High قرار دارند و در غیر این صورت Low خواهند گردید. برای مثال با توجه به شکل (۳-۵۸) اگر Internal در ورودی مدار رابط مرکزی یک منطقی باشد (یا بعبارتی درب های فرستنده بسته باشند)، دیود نورانی در آی‌سی فتوکوپلرU6 روشن می‌شود و در نتیجه پرتو تابیده شده به بیس ترانزیستور موجود در این آی‌سی، این ترانزیستور

نیز روشن کرده و در نتیجه سیگنال InternalOP که در حقیقت در اینجا صفر ویا زمین می باشد به مقاومت RF1 که یک مقاومت Pull-Up ده کیلواهمی است و با ولتاژ 5V+ بایاس شده، منتقل می‌شود. بنابراین در اینجا ورودی RB3 میکروکنترلر dsPIC30F3014 در وضعیت Low و یا زمین قرار می گیرد.

حال چنانچه یک کدام از درب های فرستنده باز شود پایه ورودی RB3 ذر میکروکنترلر dsPIC30F3014 تبدیل به High و یا یک می شود که در چنین مواقع بر اساس برنامه ریزی در آی سی منجر به قطع قدرت از فرستنده می شود.

همین موارد برای ورودی های Air و Arc نیز صادق است.

بنابراین در حالت عادی ورودی های آی سی میکروکنترلر dsPIC30F3014 بترتیب RB1، RB2، RB3 و RD8 مربوط به External، Air، Internal و Arc در وضعیت Low و یا زمین قرار دارند و در صورت بروز خطا ناشی از باز شدن درب(External، Internal) و یا کم شدن فشار باد(Air) و ایجاد جرقه (Arc) وضعیت ورودی های آی سی میکروکنترلر از حالت Low به High تبدیل می شود و بدنبال آن موجب قطع قدرت خروجی فرستنده می گردند.

اینک به بررسی بقیه کنترل ها می پردازیم:

۳-۳-۴-۳-۲-کنترل RF Pre Amp.Fault:

این کنترل از برد تقویت کنندۀ اولیۀ RF می آید در صورتی که خطایی وجود نداشته باشد سیگنال ارسالی در وضعیت High قرار دارد که در نتیجه ورودی پایه 2 (RB0) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low و یا زمین قرارمی گیرد.

۳-۳-۴-۳-۳-کنترلPDM Erorr :

همان گونه که دربخش ۳-۳-۱-۱۶ مربوط به کنترل پالس های PDM گفته شد در شرایط عادی این کنترل در **وضعیت** Low قرار دارد. بنابراین در خروجی آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU8 در مدار رابط مرکزی (Central Interface) وضعیت High وجود دارد که در نتیجه ورودی پایه 7 (RB5) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** High قرارمی گیرد.

۳-۳-۴-۳-۴-کنترلPDM Fault :

همان گونه که در بخش ۲-۳-۳-۳ در مورد تشخیص خطا در دامنۀ PDM و Power Control گفته شد در شرایط عادی این کنترل در **وضعیت** High قرار دارد. بنابراین در خروجی آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU9

در مدار رابط مرکزی (Central Interface) وضعیت Low وجود دارد که در نتیجه ورودی پایه 8 (RB6) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارمی گیرد

۳-۳-۴-۳-۵-کنترل Power Good:

این کنترل که از منبع تغذیه .L.V می آید، ولتاژهای کم قدرت را در منبع تغذیه کنترل می کند و در صورت صحت این ولتاژها سیگنال ارسالی به مدار رابط مرکزی (Central Interface) وضعیت High خواهد داشت که این سیگنال در مدار رابط مرکزی به ورودی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU10 اعمال می گردد که در خروجی این آی سی **وضعیت** Low خواهد شد که در نتیجه ورودی پایه 9 (RB7) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارمی گیرد.

حال چنانچه مقادیر این ولتاژها به میزان ۱۰٪ انحراف داشته باشد در پایه 9 (RB7) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارخواهد گرفت و باعث قطع فرمان H.V. ON می شود.

۳-۳-۴-۳-۶-کنترل Power ON:

وقتی دکمه Standby زده می شود بایستی .H.V برقرار شود اما این برقراری ولتاژ در دو مرحله صورت خواهد گرفت:

مرحله اول برای جلوگیری از اعمال یک مرتبه ولتاژ به بانک خازنی در منبع تغذیه .H.V، ولتاژ از طریق مقاومت های کم اهم برقرار خواهد شد و در مرحله دوم کنتاکتور دیگری عمل می کند و این مقاومت ها را از مدار خارج می سازد و ولتاژ بطور مستقیم به بانک خازنی و مدارات خروجی اعمال می شود.

حال اگر مرحله دوم صورت نگیرد و مقاومت ها در مدار باقی بمانند و در خروجی تغذیه .H.V بار کشیده شود باعث سوختن مقاومت ها شده و .H.V کلا" قطع خواهد شد.

لذا برای جلوگیری از این مورد، پس از عمل مرحله دوم که مقاومت ها از مدار خارج می شوند نمونه سیگنالی بعنوان فیدبک عملکرد مرحله دوم به مدار رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می گردد که در شرایط عادی این کنترل در وضعیت High قرار دارد.

کنترلPower ON با وضعیت High به ورودی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU11 اعمال می گردد که در خروجی این آی سی **وضعیت** Low خواهد شد که در نتیجه ورودی پایه 34 (RD0) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارمی گیرد.

۳-۳-۴-۳-۷-کنترل.L.V.Reg:

این کنترل مربوط به ولتاژهای تهیه شده در برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) می باشد.

چنانچه ولتاژهای ۵+، ۱۵+ و ۱۵- که در این برد تهیه می شود صحیح باشد سیگنال کنترل.L.V.Reg با وضعیت High به ورودی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر U14 اعمال می گردد که در خروجی این آی سی **وضعیت** Low خواهد شد که در نتیجه ورودی پایه 6 (RB4) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارمی گیرد.

حال چنانچه ولتاژهای مذکور بیش از ۱۰٪ انحراف داشته باشد و یا هر کدام قطع شوند ورودی پایه 6 (RB4) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** High قرارخواهد گرفت.

۳-۳-۴-۳-۸-کنترل Generator:

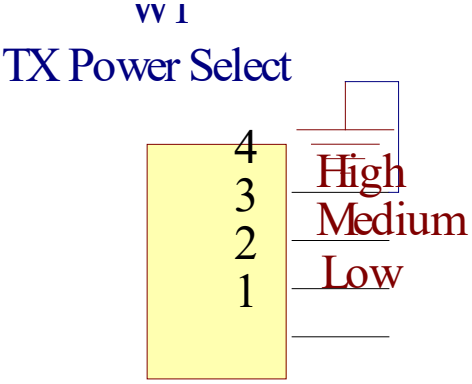
در بعضی ایستگاه های رادیویی،ژنراتور موجود جوابگوی توان نامی فرستنده نیست بر این اساس باید قدرت فرستنده کاهش یابد.

لذا هنگامی که ژنراتور در مدار قرار می گیرد یک سیم بعنوان فیدبک و یا کنترل از اتاق ژنراتور به مدار رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می شود تا براساس آن قدرت فرستنده با توان ژنراتور توازون پیدا کند.

زمانی که ژنراتور در مدار نیست سیم کنترل ژنراتور با وضعیت High به ورودی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر U12 اعمال می گردد که در خروجی این آی سی **وضعیت** Low خواهد شد که در نتیجه ورودی پایه 36 (RB11) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارمی گیرد.

حال چنانچه ژنراتور در مدار قرار گیرد سیم کنترل ژنراتور با وضعیت Low به ورودی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر U12 اعمال می شود و در نتیجه ورودی پایه 36 (RB11) میکرو کنترل U26 در وضعیت Low قرارخواهد گرفت.

حال با انتخاب یکی از وضعیت های Low، Medium و High توسط W1 (TX Power Select) که با جامپر میسر است می توان قدرت فرستنده را انتخاب نمود. شکل (۳-۵۹) در زیر W1 را برای انتخاب قدرت فرستنده نشان می دهد.



شکل (۳-۵۹)

۳-۳-۴-۳-۸-کنترل V_{SWR}:

کنترل V_{SWR} از مهم ترین و حساس ترین کنترل هاست که باید درست و دقیق عمل نماید در غیر این صورت باید همیشه منتظر صدمات زیادی در برابر رعد و برق و یا برگشتی در فرستنده باشیم.

براین اساس دو نمونه سیگنال V_{SWR} از مدار مربوطه به مدار رابط مرکزی (Central Interface) اعمال می گردد تا خطای V_{SWR} هم بصورت آنالوگ و هم بصورت دیجیتال کنترل شود.

در نتیجه ورودی پایه 36 (RB11) میکرو کنترل U26 در **وضعیت** Low قرارمی گیرد.

- **کنترل V_{SWR}**: این سیگنال که از طریق کانکتور J5 پین 4 وارد مدار رابط مرکزی می شود در حالت عادی که از طرف آنتن برگشتی وجود ندارد وضعیت High داشته و از طریق مقاومت R36 به آی سی بافر U19A می رسد و سپس این سیگنال به ورودی پایه 18 (RD9) میکرو کنترل U26 اعمال می گردد.

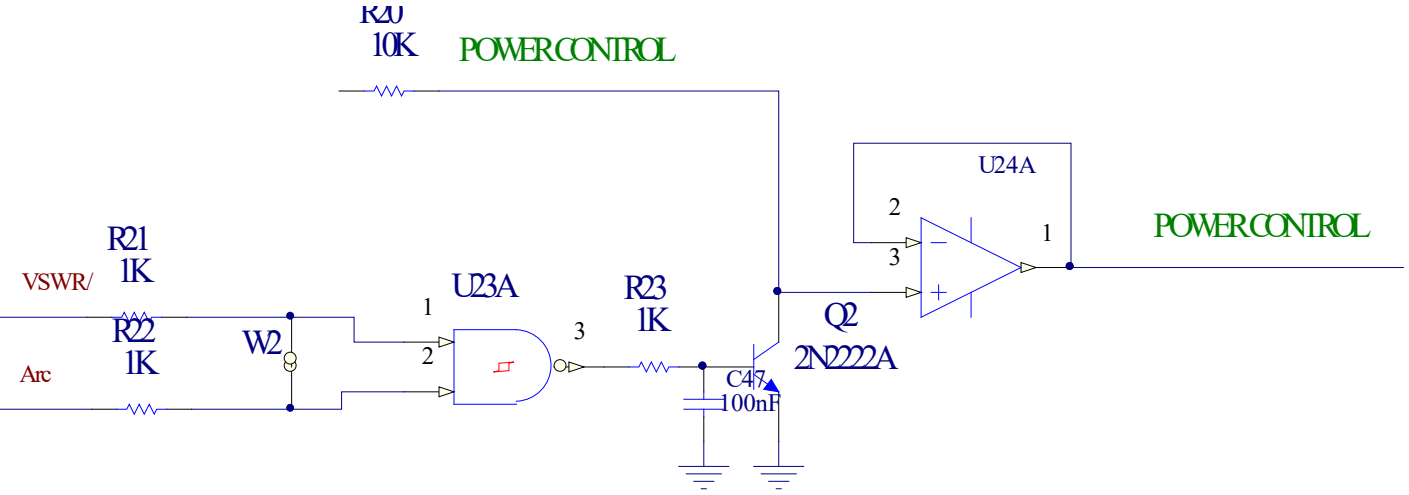
دیود زنر ZR3 بمنظور حفاظت آی سی میکروکنترل U26 بکار رفته است که از افزایش ولتاژ ورودی در رسیدن به آی سی میکرو جلوگیری نماید.

در ضمن انتخاب پایه 18 (RD9) میکرو کنترل U26 برای خطای V_{SWR} بخاطر این است که این پایه در آی سی مذکور بصورت Interrupt عمل می کند. یعنی اگر خطای برگشتی(V_{SWR}) بروز کند آی سی میکرو کنترل U26 براساس برنامه ریزی که در آن انجام شده، نسبت به این خطا عکس العمل سریع تری نشان دهد و موجب قطع قدرت فرستنده گردد.

- **کنترل/ V_{SWR}**: این سیگنال که از طریق کانکتور J5 پین 3 وارد مدار رابط مرکزی می شود در حالت عادی که از طرف آنتن برگشتی وجود ندارد وضعیت High داشته و از طریق مقاومت R21 به آی سی U23A می رسد.

همان گونه که در شکل (۳-۶۰) ملاحظه می گردد خطای برگشتی / V_{SWR} با وضعیت High به ورودی پایه 1 آی سی U23A اعمال می شود که خروجی این آی سی وضعیت Low را خواهیم داشت که در این حالت ترانزیستورQ2 (2N2222A) خاموش خواهد بود.{ضمن اینکه ورودی پایه 2 آی سی U23A که مربوط به جرقه (Arc) در فرستنده می باشد در وضعیت High قرار دارد.}

جامپر W2 بخاطر این قرار گرفته که اگر در فرستنده ای مدار کنترل جرقه (Arc) وجود نداشت با این جامپر دو پایه ورودی آی سی U23A اتصال کوتاه شود.



شکل (۳-۶۰)

در اینجا با بروز خطای برگشتی / VSWR ورودی پایه 1 آی سی U23A به وضعیت Low تبدیل می شود که متعاقب آن خروجی این آی سی وضعیت High را پیدا می کندکه در این حالت ترانزیستورQ2 (2N2222A) روشن خواهد شد و باعث می گردد ولتاژ (Power Control) از طریق کلکتور به امیتر ترانزیستورQ2 زمین شود و در نتیجه عرض پالس PDM صفر شود و در خروجی فرستنده عملا"قدرتی نداشته باشیم .

در شکل (۳-۶۰) آی سی U24A بعنوان تقویت کنندۀ ۱:۱ جریان است که در مسیر ولتاژ (Power Control) قرار دارد.

۳-۳-۴-۳-۹-کنترل Meter(Pf):

نمونه ای از ولتاژ قدرت رفت فرستنده از مدار برگشتی(VSWR) از طریق کانکتور J5 پین 1 به پایه 5 آی سی U5B در مدار رابط مرکزی (Central Interface) اعمال می شود. این ولتاژ پس از تقویت کنندۀ ۱:۱ به ورودی پایه 37 (RB10) میکرو کنترل U26 وارد می شود تا جهت نمایش قدرت رفت بر روی LCD (مونیتورینگ) مرکزی استفاده گردد.

دیود زنر ZR2 بمنظور حفاظت آی سی میکروکنترل U26 بکار رفته است که از افزایش ولتاژ ورودی در رسیدن به آی سی میکرو جلوگیری نماید.

۳-۳-۴-۳-۱۰-کنترل Meter(Pr):

نمونه ای از ولتاژ قدرت برگشت فرستنده از مدار برگشتی(VSWR) از طریق کانکتور J5 پین 2 به پایه 3 آی سی U5A در مدار رابط مرکزی (Central Interface) اعمال می شود. این ولتاژ پس از تقویت کنندۀ ۱:۱ به ورودی پایه 38 (RB9) میکرو کنترل U26 وارد می شود تا جهت نمایش قدرت برگشت بر روی LCD (مونیتورینگ) مرکزی استفاده گردد.

دیود زنر ZR1 بمنظور حفاظت آی سی میکروکنترل U26 بکار رفته است که از افزایش ولتاژ ورودی در رسیدن به آی سی میکرو جلوگیری نماید.

۳-۳-۴-۳-۱۱-پورت های سریالTX و RX:

ارسال مجموعه ای از اطلاعات شامل: فرمان ها، کنترل ها و خطاها از بخشی از فرستنده مانند منبع تغذیه ویا سینی های قدرت به مدار کنترل مرکزی، از طریق سیم به سیم کار پر حجم و مشکلی می باشد که انجام آن حتی کار طراحی یک سیستم را بسیار مشکل می کند.

لذا برای جلوگیری از این مورد، از آی سی هایی مانند MAX232 بهره گرفته می شود که مجموعه اطلاعات در دو حالت رفت و برگشت (ویا گیرندگی و فرستندگی) قابل استفاده است.

در این اینجا می خواهیم مجموعه ای از اطلاعات را از : منبع تغذیه (Power Supply)، سینی های قدرت (Power Units) و DDS به مدار رابط مرکزی (Central Interface) ارسال کنیم تا فرستنده پیوسته قابل کنترل باشد.

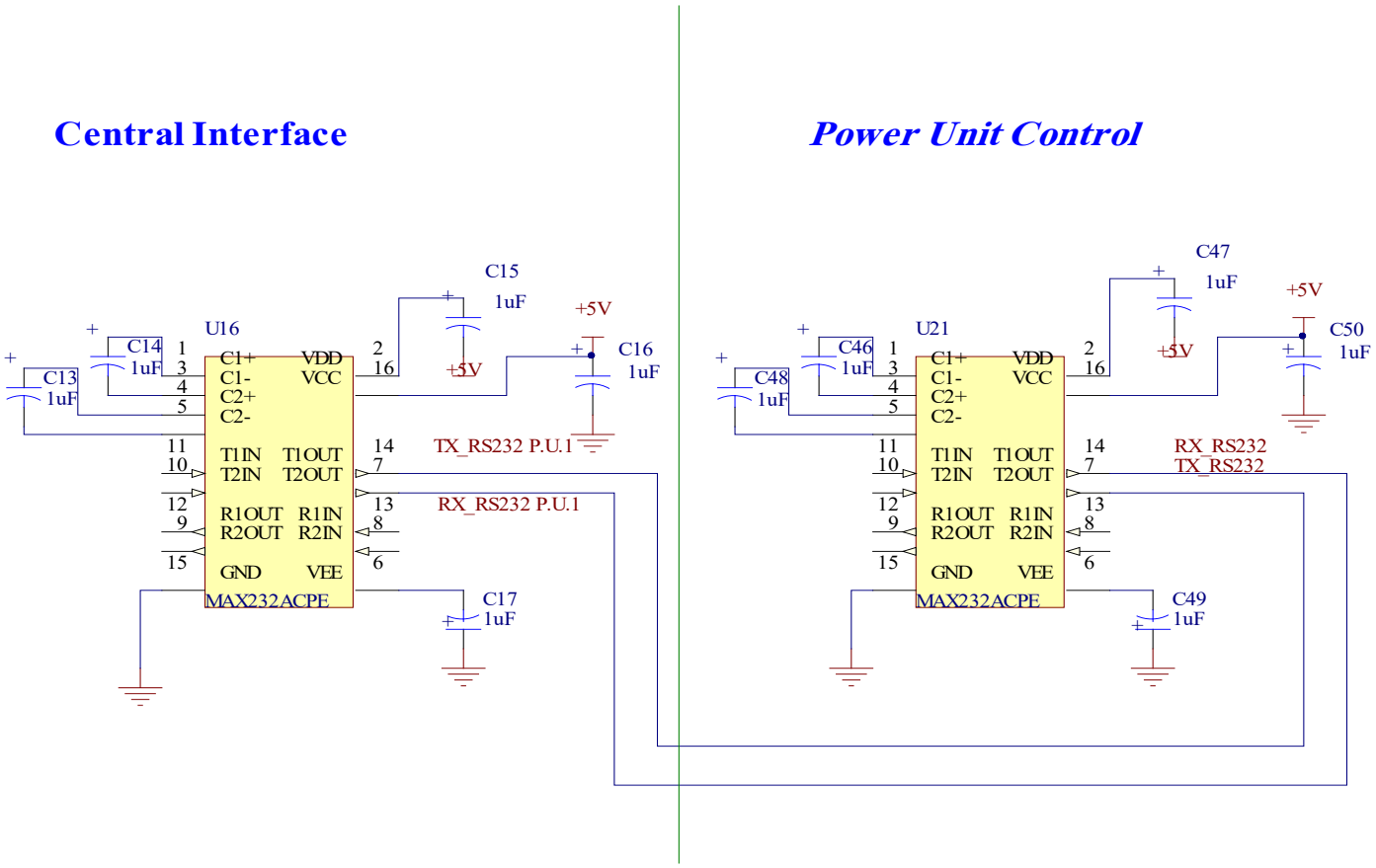
بنابراین اطلاعات مربوط به سینی های قدرت (P.U.1، P.U.2 وP.U.3) از طریق کانکتور J2 در مدار رابط مرکزی به آی سی های U16 و U17 اعمال می شود.

همچنین اطلاعات مربوط به مدار DDS از طریق پین های 4 و 19 کانکتور J1 به آی سی U17 و اطلاعات مربوط به مدار منبع تغذیه (Power Supply)، از طریق پین های 1 و 2 کانکتور J3 به آی سی U18 در مدار رابط مرکزی اعمال می شود.

نحوۀ تبادل اطلاعات بدین ترتیب است که، بعنوان مثال اطلاعات از پایه 14 (T1OUT) آی سی MAX232 در برد کنترل سینی های قدرت به پایۀ 13 (R1IN) آی سی MAX232 (U16) در برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می شود تا سپس اطلاعات دریافت شده به آی سی میکرو کنترل U26 جهت پردازش و تصمیم گیری ارسال می شود.(در این مورد درهمین بخش بیشتر توضیح می دهیم.)

همچنین برعکس، برای ارسال اطلاعات از میکرو کنترل U26 در برد رابط مرکزی به برد کنترل سینی های قدرت، اطلاعات از پایۀ 14 (T1OUT) آی سی MAX232 (U16) در برد رابط مرکزی به پایه 13 (R1IN) آی سی MAX232 در برد کنترل سینی های قدرت ارسال می شود.

شکل (۳-۶۱) زیر ارتباط دو بخش از فرستنده را بر اساس آنچه که در بالا گفته شد نشان می دهد.



شکل (۳-۶۱)

بنابراین وقتی مجموعه اطلاعات بخش های مختلف فرستنده بوسیله آی سی های MAX232 به مدار کنترل مرکزی (Central Interface) رسید حال اگر بخواهیم این مجموعه اطلاعات مستقیما" به پایه های آی سی میکرو کنترل U26 در مدار رابط مرکزی وصل شود، نیاز به تعداد بیشتری از این آی سی ها خواهد بود که در نتیجه طراحی مدار را با مشکلات بیشتری روبرو خواهد کرد و هزینهٔ بالاتری را بدنبال خواهد داشت ضمن اینکه حجم برد را نیز بزرگتر می کند.

لذا در اینجا از یک آی سی Multiplexer/Demultiplexer بنام CD4051 (U21) استفاده گردیده تا مجموعه اطلاعات رسیده به آی سی های MAX232 در مدار رابط مرکزی، به این آی سی ارسال و سپس از یک ارتباط مشترک به آی سی میکرو کنترل U26 اعمال گردد.

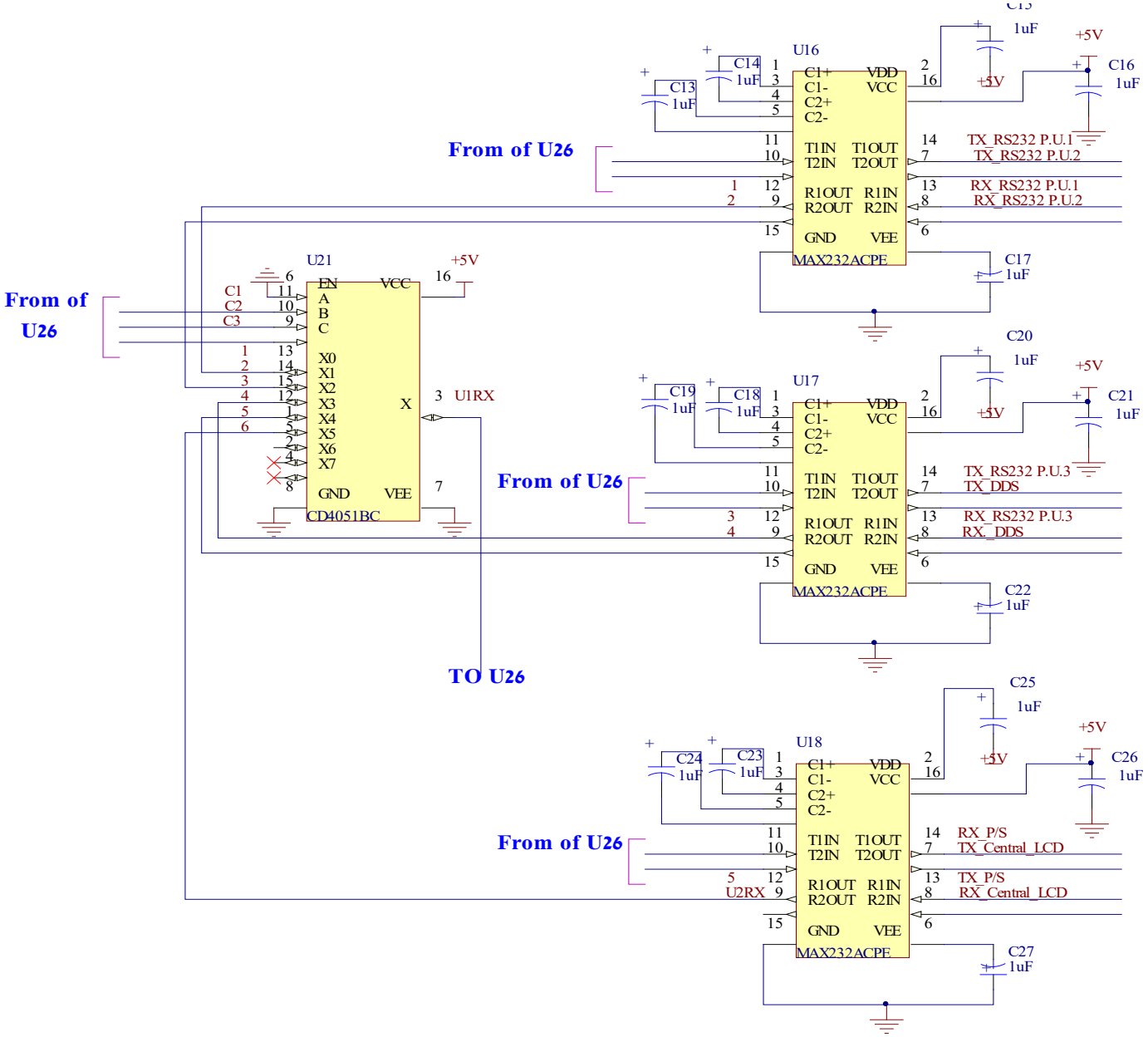
پایه های 12 (R1OUT) و 9 (R2OUT) خروجی آی سی های MAX232 است که به ورودی های آی سی CD4051 (U21) اعمال می شود. شکل (۳-۶۲) نحوهٔ ارتباطات بین آی سی های MAX232 و آی سی مولتی پلکسر CD4051 را نشان میدهد.

همان گونه که در شکل ملاحظه می گردد به ازاء هر ارتباط TX - RX از هربخش فرستنده به آی سی هایOUT از همین آی سی، اطلاعات را به آی سی مولتی پلکسر CD4051 ارسال می نماید. (ورودی های X0 تا X4)

اینک مجموعهٔ اطلاعات از خروجی X پایه 3 آی سی مولتی پلکسر CD4051 به آی سی میکرو کنترل U26 ارسال می شود.

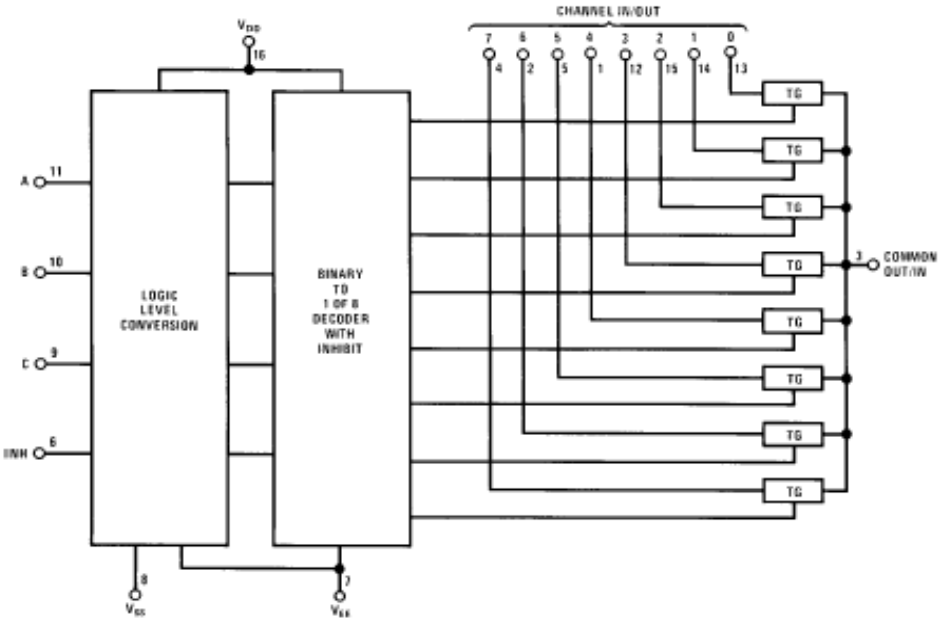
از آی سی میکرو کنترل U26 سه ارتباط به ورودی های A، B و C آی سی CD4051 ارسال می گردد تا تبادل اطلاعات بین این ای سی و میکرو کنترل U26 را کنترل نماید.

همچنین مجموعهٔ اطلاعاتی که آی سی میکرو کنترل U26 باید به بخش های مختلف فرستنده ارسال نماید، به پایه های 11 (T1IN) و 10 (T2IN) آی سی های MAX232 اعمال می کند.



شکل (۳-۶۲)

برای درک بیشتر از عملکرد آی سی مولتی پلکسر CD4051 شماتیک داخلی این آی سی در شکل (۳-۶۳) ملاحظه می گردد.



شکل (۳-۶۳)

۳-۳-۴-۴- دستورات و یا فرمان ها:

دستورات و یا فرمان ها در فرستنده بستگی به سیگنال های کنترلی دارد که در بخش قبلی (۳-۳-۴-۳) توضیح داده شد.

اینک در این بخش به نقشه اصلی مدار رابط مرکزی (Central Interface) به یکایک فرمان ها اشاره می شود و شرایط لازم برای اجراء آن بیان می گردد.

۳-۳-۴-۴- ۱- فرمان ریست:

بعضی خطا ها که در فرستنده بروز می کند آی سی هایی هستند که این خطا ها را در خود نگه می دارند و بخش مربوطه را از کار می اندازند.

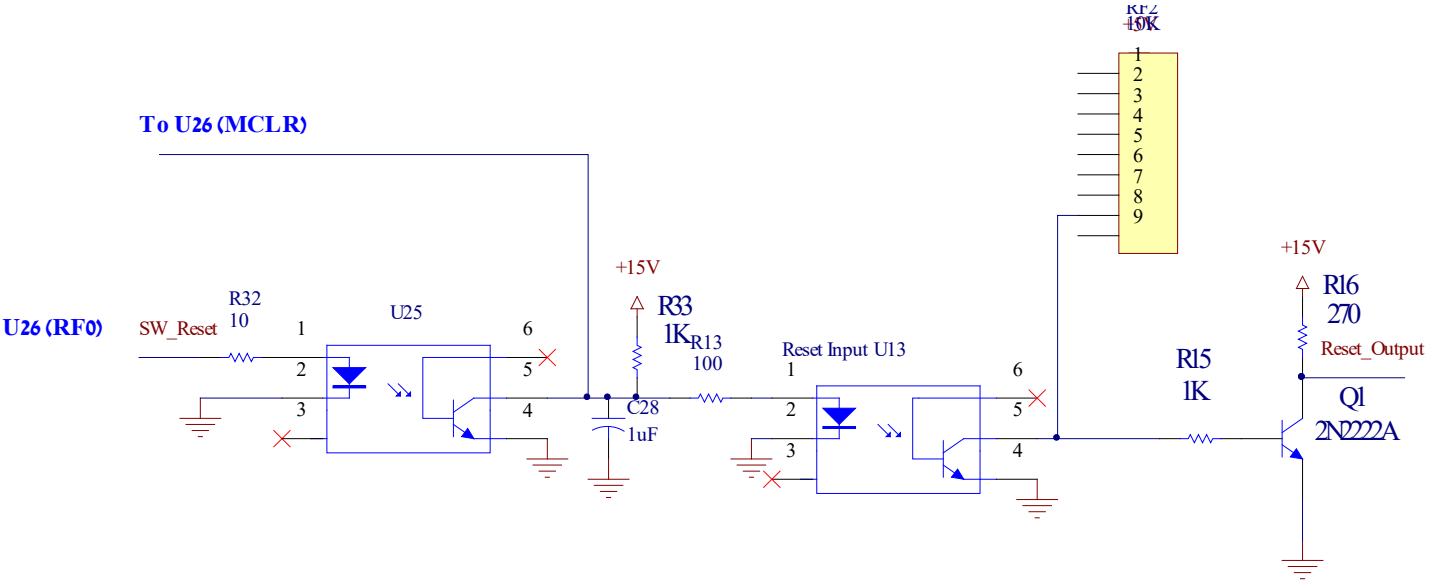
چنانچه بعدا" خواهیم گفت بعنوان مثال وقتی خطای VSWR پیش بیاید باعث قطع قدرت فرستنده می شود و یا اگر کنترل (Power Good) خطایی را بیاورد موجب قطع ولتاژ .H.V می شود و این قطعی ها باقی می مانند تا مدار مربوطه ریست شود.

این فرمان بازدن دکمه ریست بر روی صفحه LCD مرکزی اجراء می شود.

در شرایط عادی که دکمه ریست زده نشده است پایه 30 (RF0) آی سی میکرو کنترل U26 وضعیت Low را دارد و بتبع پایه 5 خروجی آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر U25 وضعیت High را پیدا خواهد کرد.

این خروجی که به پایه 1 آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU13 وصل است موجب می شود پایه 5 خروجی این آی سی وضعیت Low را داشته باشد که در نتیجه ترانزیستور Q1 خاموش خواهد ماند و این موجب خواهد شد که فرمان ریست (Reset_Output) که به مدارات مختلف فرستنده می رود وضعیت High را داشته باشد که موجب ریست کردن مداری نخواهد شد.

شکل (۳-۶۴) در زیر مدار ریست در برد رابط مرکزی (Central Interface) را نشان می دهد.



شکل (۳-۶۴)

اینک با زدن این دکمه، سیگنال فرمان ریست از طریق پایه 14 آی سی میکرو کنترل AVR (U27) به آی سی میکرو کنترل U26 اعمال می شود.

دراین شرایط که دکمه ریست زده شده است پایه 30 (RF0) آی سی میکرو کنترل U26 وضعیت High را پیدا می کند و بتبع پایه 5 خروجی آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر U25 به وضعیت Low تبدیل می شود.

این خروجی که به پایه 1 آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU13 وصل است موجب می شود پایه 5 خروجی این آی سی وضعیت High را داشته باشد که در نتیجه ترانزیستور Q1 روشن می شود و این موجب خواهد شد که فرمان ریست (Reset_Output) که به مدارات مختلف فرستنده می رود وضعیت Low را داشته باشد که موجب ریست کردن مدارات مورد نیاز خواهد شد.

۳-۳-۴-۴- ۲- فرمان Standby:

با زدن این دکمه بایستی ولتاژ پر قدرت .H.V برقرار شود لذا این فرمان وقتی عمل می کند که: کنترل های (RF Pre Amp. Fault)، (Power Good) ، (.L.V.Reg)، (Internal) و (External) سیگنال خطا نیاورده باشند.

اکنون با زدن دکمه Standby ، اطلاعات مربوط به این فرمان از طریق آی سی میکرو کنترل ATmega32 (U27) به آی سی میکرو کنترل U26 اعمال می شود.

در چنین شرایطی پایه خروجی 24 (RF6) آی سی میکرو کنترل U26 وضعیت Low را پیدا می کند که این خود موجب می شود تا پایه 5 خروجی آی سی فتوترانزیستور اوپتوکوپلر U28 به وضعیت High تبدیل گردد و این سیگنال به مدار کنترل منبع تغذیه ارسال می شود تا در آنجا از این طریق فرمان برقراری .H.V حاصل شود.

۳-۳-۴-۴- ۳- فرمان Power ON:

در بخش **۳-۳-۴-۳-۶** گفته شد، وقتی دکمه Standby زده می شود بایستی .H.V برقرار شود و وقتی این ولتاژ بطور کامل برقرارشد، سیگنال کنترلPower ON با وضعیت High به ورودی فتوترانزیستور اوپتوکوپلرU11 اعمال می گردد که در خروجی این آی سی وضعیت Low خواهد شد که در نتیجه ورودی پایه 34 (RD0) میکرو کنترل U26 در وضعیت Low قرارمی گیرد.

در این حالت خروجی پایه 29 (RF1) میکرو کنترل U26 در وضعیت High قرار خواهد گرفت.

این فرمان به پایه 11 آی سی بافر U20E اعمال می شود و سپس از پایه 10 این آی سی تحت نام Power ON/// جهت آزاد سازی پالس PDM به مدار رابط اکسایتر (Exciter Interface) ارسال می گردد.

۳-۳-۴-۴- ۴- فرمان های Low، Medium و High:

در این فرستنده سه سطح انتخاب قدرت وجود دارد که از روی صفحهٔ LCD مرکزی تعیین می گردد.

هنگامی که دکمه Standby زده می شود فقط .H.V برقرار می شود و عملا" قدرتی بر روی فرستنده وجود ندارد. (در این حالت عرض پالس مثبت PDM صفر است.)

لذا با انتخاب هر کدام از فرمان های Low، Medium و High باعث می شود تا یک ولتاژ برای هر سطح ساخته شود تا به مدار PDM جهت تغییر عرض پالس ارسال گردد.

شکل (۳-۶۵)، مسیر فرمان هایی که از روی صفحهٔ LCD مرکزی داده می شود مشخص گردیده است. این فرمان ها عبارتند از:

Standby

Low

Medium

High

Service

Auto

Increase

Decrease

Reset

حال چنانچه یکی از فرمان های از روی صفحهٔ LCD مرکزی فوق داده شود اطلاعات آن فرمان از طریق کانکتور 9 پین متصل به کامپیوتر فرستنده، به کانکتور 9 پین در برد رابط مرکزی (Central Interface) اتصال داده می شود.

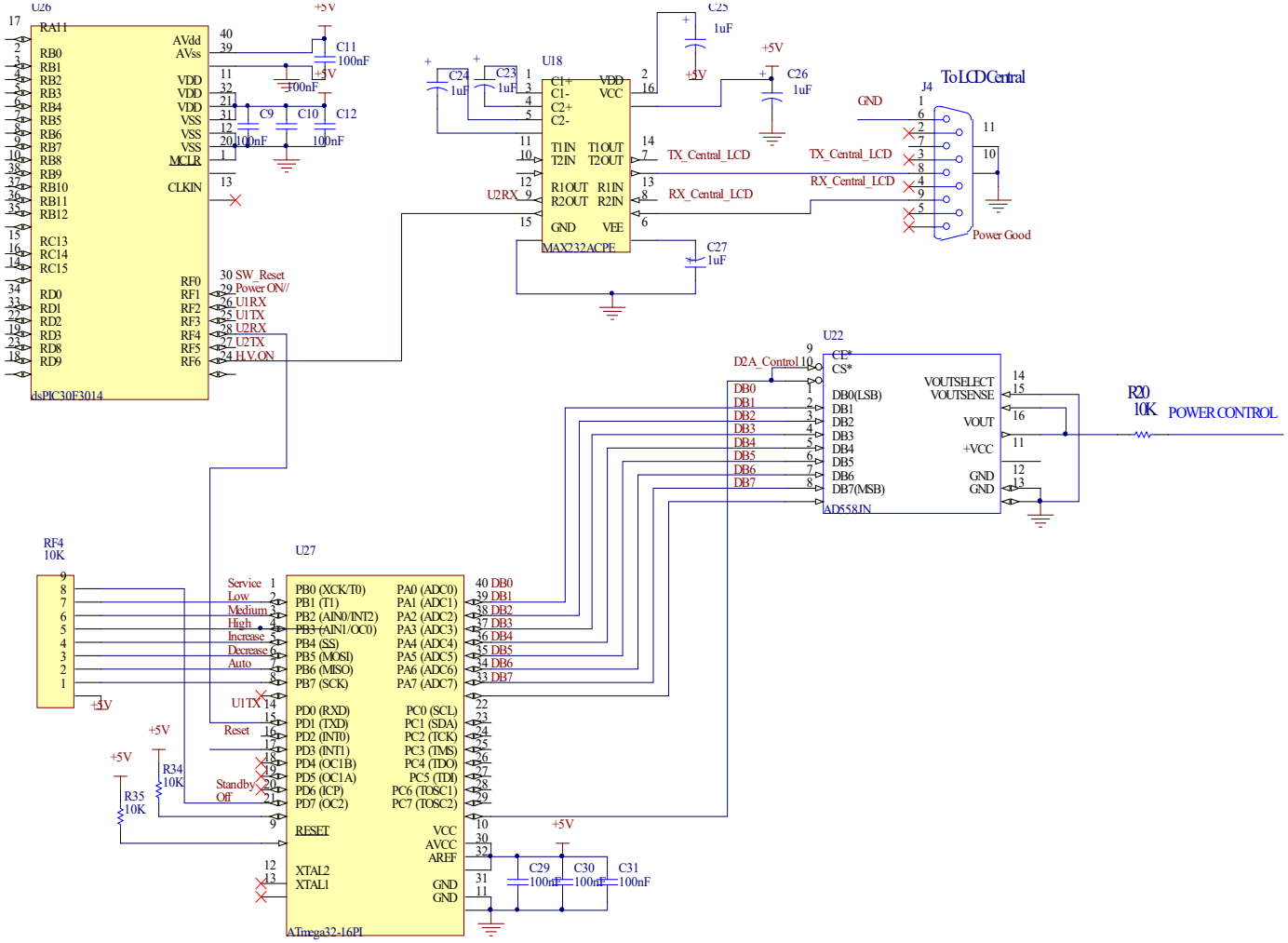
پین های 3 و 4 این کانکتور اطلاعات را بترتیب از طریق ارتباطات TX و RX به پایه های 7 و 8 آی سیMAX232 (U18) اعمال می کند.

سپس اطلاعات از طریق پایه 9 (R2OUT) آی سی (U18) به پایه 7 (RF5) آی سی میکرو کنترل U26 ارسال می شود. این آی سی هم در صورت نیاز پس از پردازش های لازم، اطلاعات را از طریق پایه 5 (RF3) به پایه 14 (PD0) آی سی میکرو کنترل ATmega32 (U27) اعمال می کند و این آی سی در مورد فرمان رسیده بر اساس برنامه ریزی که شده است، تصمیم گیری می نماید.

اینک با زدن دکمه Low از روی صفحهٔ LCD مرکزی، فرمانی به آی سی میکرو کنترل ATmega32 (U27) ارسال می شود. این فرمان اطلاعات لازم را به آی سی U22 (AD558) اعمال می کند و این آی سی هم براساس اطلاعات دریافت شده ولتاژی حدود 3V را برای عرض بالس PDM فراهم می سازد.

این ولتاژ از طریق پایه های خروجی 15 و 16 آی سی U22 (AD558) و مقاومت R20 به برد PDM ارسال می شود.

دیگر فرمان هایی هم که از روی صفحهٔ LCD مرکزی داده می شود، مسیری مطابق با آنچه که در بالا گفته شد، وجود خواهد داشت.

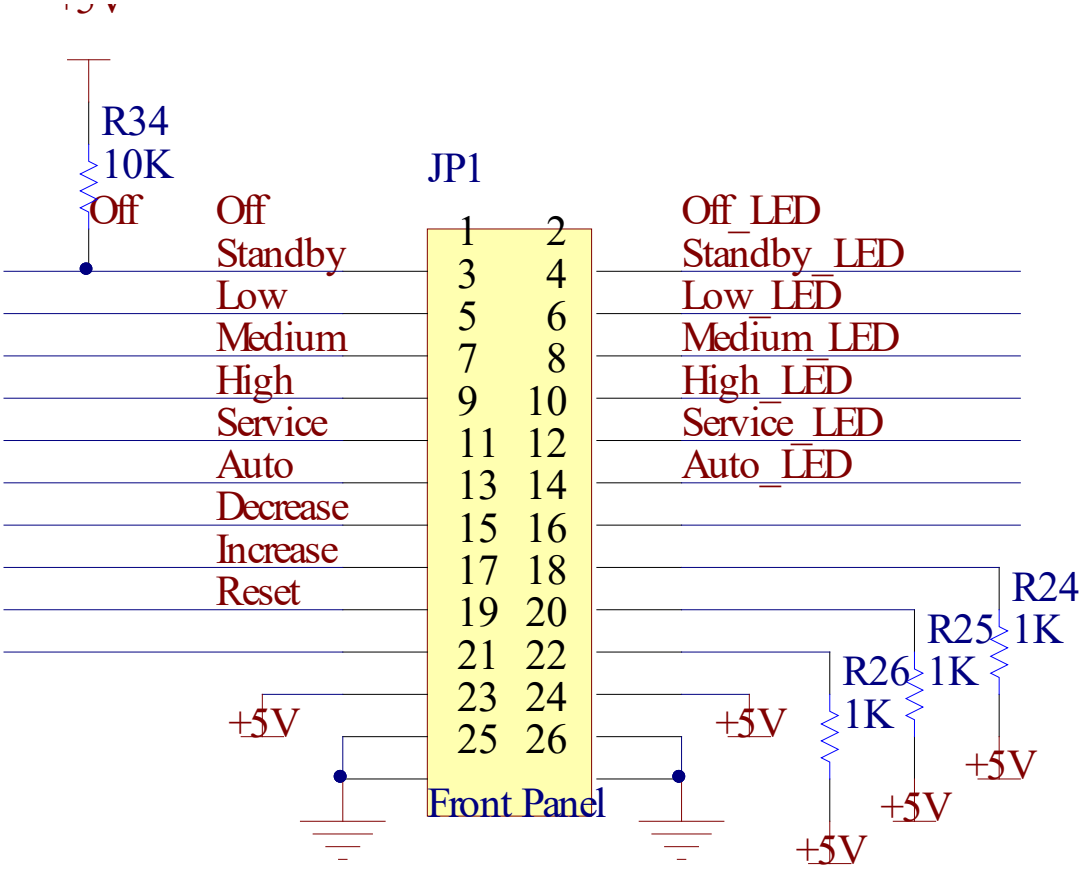


شکل (۳-۶۵)

۳-۳-۴-۴- ۵- مدار فرمان معادل صفحهٔ LCD مرکزی:

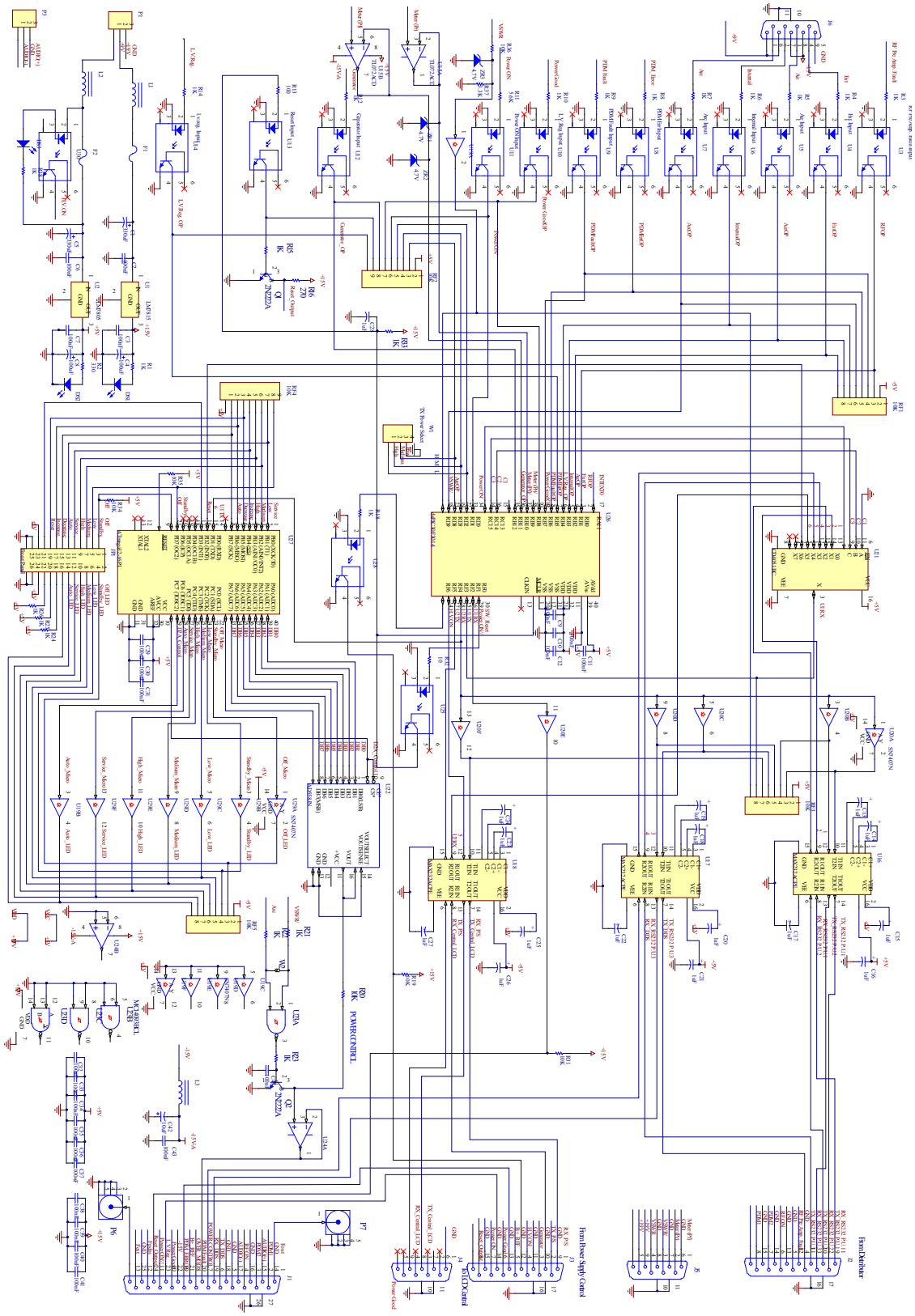
نظر به اینکه کلیهٔ فرمان ها از روی صفحهٔ LCD مرکزی یک کامپیوتر صنعتی اعمال می شود، و در صورت بروز خرابی در این سیستم ممکن است تعمیر آن زمانی را در پی داشته باشد، لذا جهت جلوگیری از وقفه در کارکرد فرستنده، یک مدار کی برد که دقیقا" کلیدهایی به موازات دکمه های صفحهٔ LCD دارد که در نبود کامپیوتر فرستنده می توان از این کی برد در جهت اجراء فرمان ها استفاده نمود.

شکل (۳-۶۶) کانکتور 26 پین JP1 را در برد رابط مرکزی (Central Interface) نشان می دهد که می توان ارتباطات مربوط به فرمان ها و همچنین ارتباطات مربوط به LED های هر کلید را در کی برد ملاحظه نمود.



شکل (۳-۶۶)

شکل پیوست مدار رابط کنترل مرکزی را (Central Interface) نشان می دهد.



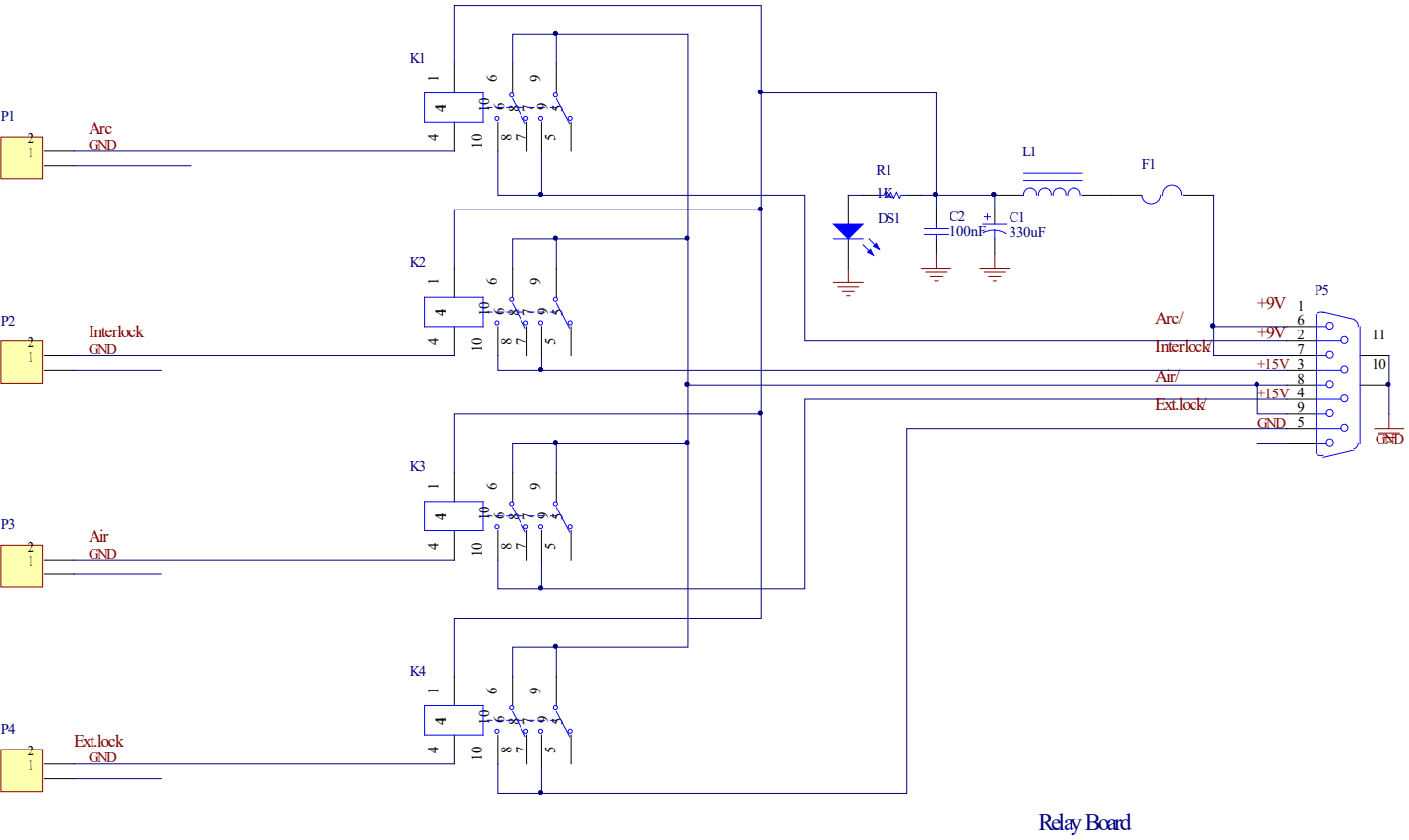
Central Interface																	
ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE													
C1,5	CAPACITOR	CAP. Elec. 330uF 50V %10	2	C	E	R	9	3	3	0	K	0	5	0	D		
C2,3,6,7, C9-C12, C29-C41,C43,47	CAPACITOR	" Cer. 100nF 100V "	23	C	C	E	5	1	0	0	K	1	0	0	D		
C4,8	CAPACITOR	" Elec. 100uF 50V "	2	C	E	R	9	1	0	0	K	0	5	0	D		
C13-C28	CAPACITOR	" " 1uF " "	16	C	E	R	7	1	0	0	K	0	5	0	D		
C42	CAPACITOR	" Tantal.10uF 35V "	1	C	T	R	8	1	0	0	K	0	3	5	D		
DS1,2	DIODE	Green LED 3mm	2	E	L	D	0	3	0	D	I	A	G	R	N		
DS3	DIODE	Red " "	1	E	L	D	0	3	0	D	I	A	R	E	D		
F1,2	FUSE	فيوز شيشه اي ۱ آمپر	2	S	F	E	0	1	0	G	2	0	X	0	5		
J1	CONNECTOR	Conn. D 25 PIN	1	K	M	B	K	2	P	2	5	M	D	R	A		
J2,3	CONNECTOR	" " 15 "	2	K	M	B	K	2	P	1	5	M	D	R	A		
J4,5,6	CONNECTOR	" " 9 "	3	K	M	B	K	2	P	0	9	M	D	R	A		
JP1	CONNECTOR	" IDC 2*13 بدون قفل	1	K	M	B	K	2	X	1	3	M	E	S	T		
L1-L3	INDUCTOR	Inductor Choke 2.5 Turns	3	B	C	T	0	0	8	X	0	6	0	C	5		
P1,3	CONNECTOR	Conn. 3 Pin On Board	2	K	T	E	R	B	K	0	3	M	D	R	A		
P6,7	CONNECTOR	" BNC On Board	2	K	E	N	D	S	B	B	M	S	5	0	F		
Q1,2	TRANSISTOR	Transistor 2N2222A	2	E	T	R	2	N	2	2	2	2	A				
R1, R3-R10, R12,14,15,18, R21-R26,R33,38	RESISTOR	Res. 1K 1/4W %5	21	Z	R	4	1	0	0	J	0	0	2				
R2	RESISTOR	" 330R " "	1	Z	R	3	3	3	0	J	0	0	2				
R11	RESISTOR	" 5.6K " "	1	Z	R	4	5	6	0	J	0	0	2				
R13	RESISTOR	" 100R " "	1	Z	R	3	1	0	0	J	0	0	2				

R16	RESISTOR	“ 270R “ “	1	Z	R	3	2	7	0	J	0	0	2			
R19,20,31,C34 -C36	RESISTOR	“ 10K “ “	6	Z	R	5	1	0	0	J	0	0	2			
R37	RESISTOR	“ 3.3K “ “	1	Z	R	4	3	3	0	J	0	0	2			
RF1,3,5	RESISTOR	ARREY Res. 8pin 10K	3	Z	R	5	1	0	0	J	8	P	K			
RF2,4	RESISTOR	Array Res. 9pin 10K	2	Z	R	5	1	0	0	N	9	P	K			
U1	IC	IC. AN7815	1	E	I	C	A	N	7	8	1	5				
U2	IC	“ AN7805	1	E	I	C	A	N	7	8	0	5				
U3-U14, U25,28,30	IC	“ 4N35	11	E	I	C	4	N	3	5						
U15,24	IC	“ TL072	1	E	I	C	T	L	0	7	2					
U16-U18	IC	“ CDMAX232	3	E	I	C	C	D	M	A	X	2	3	2		
U19,20,29	IC	“ SN7407	2	E	I	C	S	N	7	4	0	7				
U21	IC	“ CD405	1	E	I	C	C	D	4	0	5					
U22	IC	“ AD558	1	E	I	C	A	D	5	5	8					
U23	IC	“ CD4093	1	E	I	C	C	D	4	0	9	3				
U26	IC	“ DSPIC3014	1	E	I	C	D	S	P	I	C	3	0	1	4	
U27	IC	“ ATMEGA32	1	E	I	C	A	T	M	E	G	A	3	2		
W1		RAPPING 4 PIN	1	K	M	C	P	0	0	0	4	M	D	S	T	K
W2		RAPPING 2 PIN	1	K	M	C	P	0	0	0	2	M	D	S	T	K
	JUMPER	“ 2 “	3	K	J	U	M	P	E	R	5	0	2	P	O	
ZR1-ZR3	DOIDE	Zener Diode 4.7 V 1/4W	3	E	Z	D	0	4	7	V	0	0	2	5	T	L

۵-۳-۳- برد رله Relay Board:

این برد شرایط مربوط به درب های فرستنده (Internal)، تجهیزات خارج از فرستنده (External)، عملکرد فن ها (Air) و جرقه (Arc) را به برد رابط مرکزی (Central Interface) ارسال می کند.

در صورتیکه خطایی وجود نداشته باشد، یعنی: درب های داخل و خارج از فرستنده بسته باشند و فن ها بطور صحیح کار کنند وهمچنین جرقه ای در مدار فیلتر خروجی فرستنده وجود نداشته باشد، مطابق شکل (۳-۶۷) زمینی بوسیله کانکتور P1 تا P4 به رله های K1 تا K4 می رسد و نظر باینکه طرف دیگر رله ها به ولتاژ +9V وصل است بنابراین رله عمل می کنند و با جذب کنتاکت ها نمونه ای از ولتاژ +15V به برد رابط مرکزی ارسال می نماید که به نحوهٔ عملکرد آن ها در بخش ۳-۳-۴-۳-۱توضیح داده ایم.



شکل (۳-۶۷)

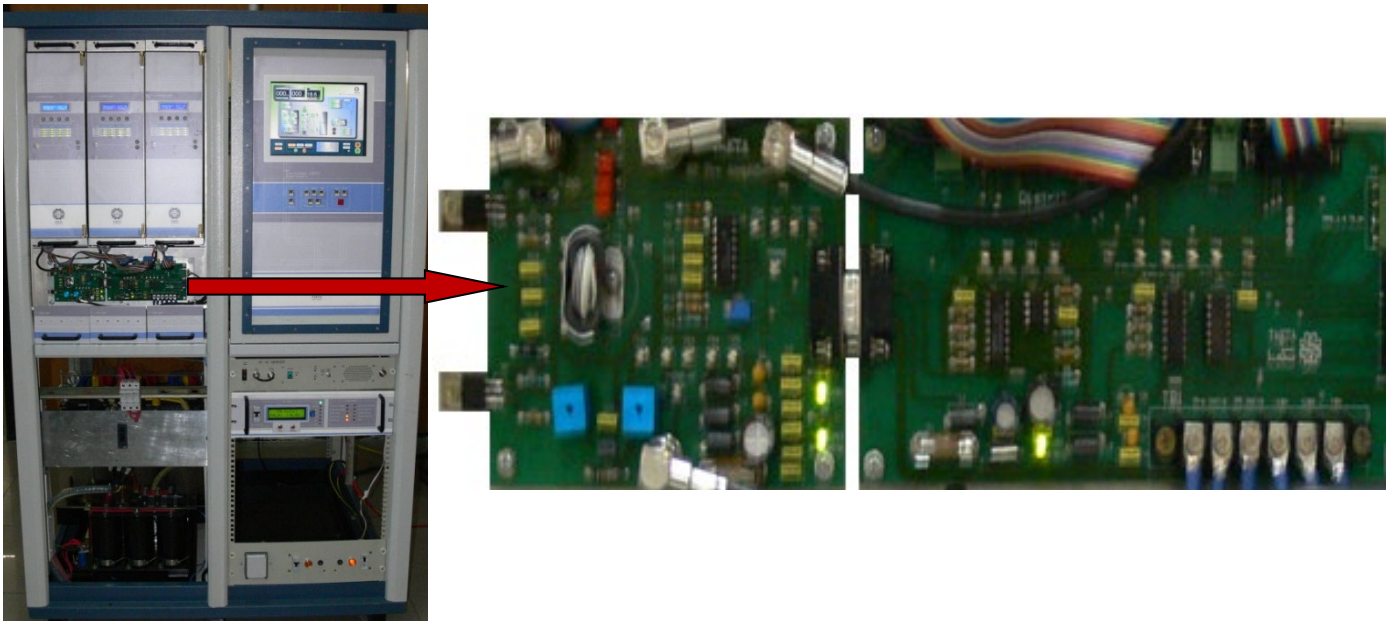
Relay Board

ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE
C1	CAPACITOR	Cap. Elec. 330uF 35V %10	1	CER933 0K035D
C2	CAPACITOR	" Cer. 100nF 100V %10	1	CCE610 0K100D
DS1	DIODE	Green LED 3 mm	1	ELD030 DIAGRN
F1	FUSE	فیوز شیشه ای ۱ آمپر	1	SFE010 G20X05
K1-K4	RELAY	9 Volt Relay	4	SRY24M P2-C09
L1	INDUCTOR	Inductor Choke 2.5 Turns	1	BCT008 X060C5
P1-P4	CONNECTOR	Conn. 2 Pins On Board	4	KTER BK02M DRA
P5	CONNECTOR	" D 9 Pins	1	KMBK2 P09M DRA
R1	RESISTOR	Res. 1 K 1/4 W %5	1	ZR410 0J002

فصل چهارم

مدارات توزیع کننده

(Divider Circuits)



۴- مدارات توزیع کننده Divider Circuits:

سیگنال های RF و PDM که بخش اکسایتر ساخته شده اند بایستی به سینی های قدرت (Power Units) تقسیم شوند. لذا در اینجا از دو برد، پیش تقویت کنندۀ RF و تقسیم کننده (Distri butor) استفاده گردیده که به توضیح آن ها می پردازیم.

این دو برد، در زیر سینی های قدرت (Power Units) قرار گرفته است.

۴-۱-مدار پیش تقویت کنندۀ RF (RF Pre Amplifier):

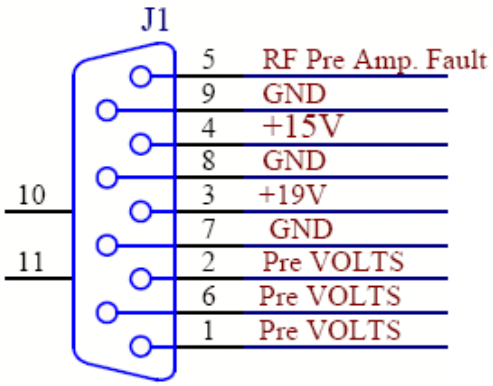
نقشه اصلی این مدار در انتهای این بخش پیوست شده است.

این مدار سیگنال RF ورودی را که بین ۱۵-۰ ولت است و از مدار رابط اکسایتر ارسال می شود تقویت و دامنه آن را کنترل می‌کند.

۴-۱-۱- کانکتورهای برد مدار پیش تقویت کنندۀ RF

کانکتور 9 پین J1 : این کانکتور ارتباط بین دو برد تقسیم کنندۀ PDM و برد پیش تقویت کنندۀ RF بصورت نر و ماده می باشد که ولتاژهای مورد نیاز برد پیش تقویت کنندۀ RF را از مسیر برد تقسیم کننده تامین می کند و سیگنال کنترل RF Pre Amp. Fault را به برد رابط مرکزی ارسال می کند.

شکل (۴-۱) کانکتور برد پیش تقویت کنندۀ RF را نشان می دهد که در اینجا به وظایف پین های آن اشاره می شود:



شکل (۴-۱)

۱) **پین های یک، دو و شش:** ورودی ولتاژ Pre Volts است که از برد تقسیم کنندۀ PDM می آید. (این ولتاژ بین 20V تا 30V قابل تغیر است که در اینجا بر روی +24V تنظیم شده است)

۲) **پین سه:** ورودی ولتاژ +19 V است که از برد تقسیم کننده به برد RF Pre Amplifier می رسد.

۳) **پین چهار:** ورودی ولتاژ 15 V+ است که از برد تقسیم کننده (Distributor) به برد RF Pre Amplifier می‌رسد.

۴) **پین پنج:** سیگنال کنترل RF Pre Amplifier Fault است که از طریق برد تقسیم کننده (Distributor) به برد کنترل رابط مرکزی ارسال می شود.

۵) **پین‌های هفت، هشت، نه، ده و یازده:** به زمین متصل‌اند.

کانکتور P1: ورودی سیگنال RF است که از برد کنترل رابط مرکزی (Central Interface) به برد پیش تقویت کنندهٔ RF وارد می شود و بصورت BNC روی مدار می باشد.

کانکتورهای P2، P3 و P4:

این کانکتورها نیز که بصورت BNC روی مدار می باشند سیگنال تقویت شدهٔ RF را به سینی های قدرت (Power Units) ارسال می کند.

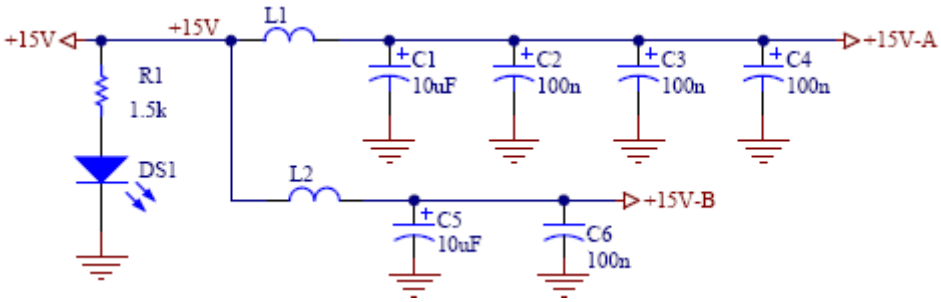
۴-۱-۲-مدار تغذیه برد پیش تقویت کنندهٔ RF:

شکل (۴-۲) مدار 15V+ ورودی به برد را نشان می دهد.

در این شکل ولتاژ ورودی15V+ به دو انشعاب 15 V -B+ و 15 V -A+ تقسیم می‌شود تا تغذیه ترانزیستورهای Q1 و Q2 و همچنین گیت ماسفت‌های Q3 و Q4 را فراهم سازد.

ولتاژ 19V+ جهت تغذیه آی‌سی مقایسه‌کننده U1 استفاده شده است،

سلف‌های L1 و L2 و خازنهای C1 تا C6 به عنوان فیلترکننده نویز دی‌سی ولتاژ ورودی 15 V+ به کار رفته است.



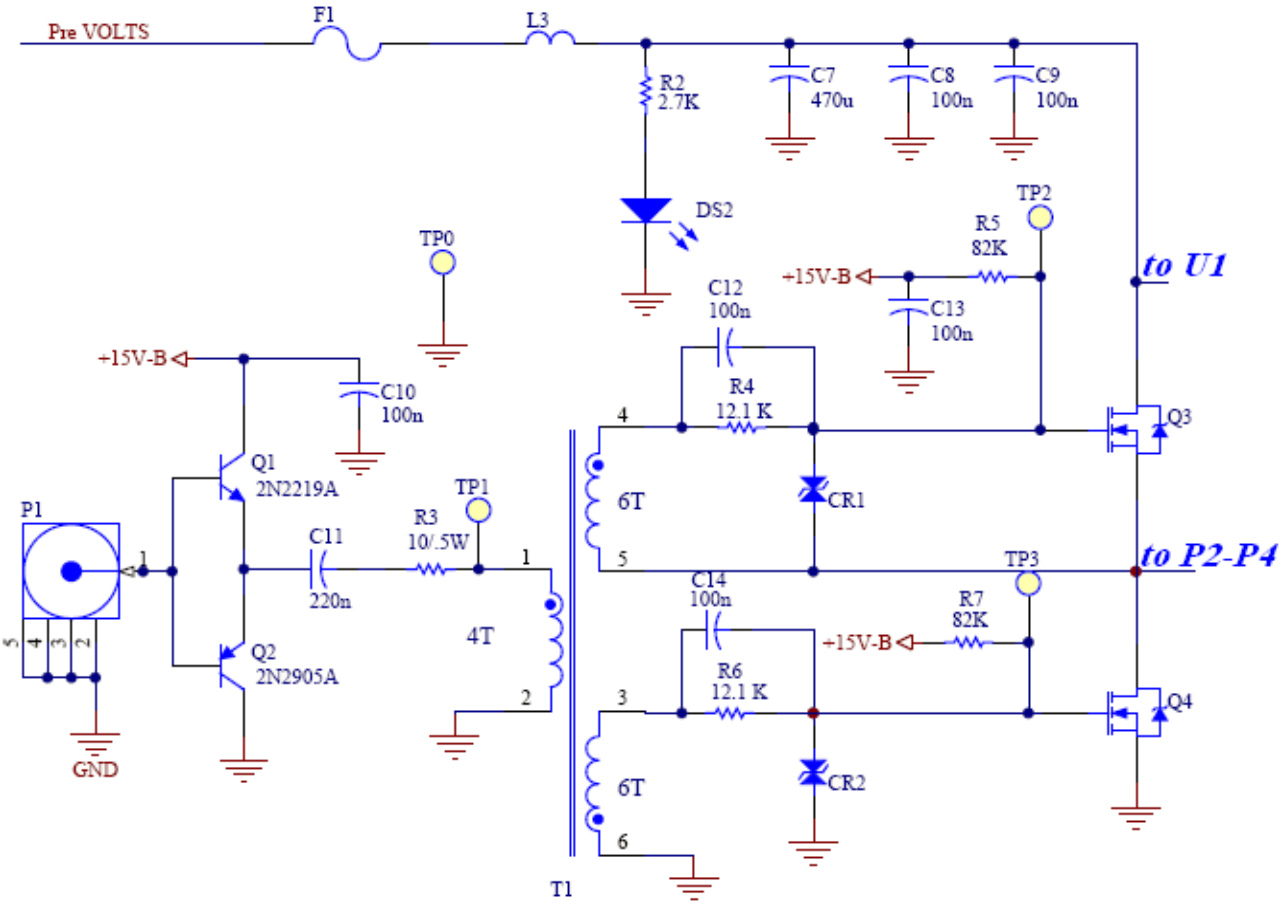
شکل (۴-۲)

۴-۱-۳-مدار تقویت کنندهٔ دامنه RF:

سیگنال RF که در برد DDS تولید می‌شود، از طریق برد رابط اکسایتر و سپس بردرابط مرکزی (Central Interface) با دامنه صفر تا پانزده ولت وارد مدار پیش تقویت‌کننده RF می‌شود. سیگنال ورودی RF به مدار پوش پول که شامل Q1 و Q2 می‌باشد اعمال می‌گردد. از این مدار به عنوان همخوانی مدار و تقویت اولیه یک به یک و همچنین نوعی ایزولاسیون نسبت به مدار قبلی استفاده می‌گردد.

بنابراین سیگنال RF بر روی امیترهای مشترک Q1 و Q2 با دامنه صفر تا پانزده ولت از طریق خازنهای C1 و C2 به اولیه ترانس گیت T1 اعمال می‌شود. از خازن C11 به عنوان سدکننده DC و R1 به عنوان مقاومت بار ترانس T1 استفاده می گردد.

ترانس گیت T1 دارای یک سیم پیچ ورودی با چهار دور و دو سیم‌پیچ خروجی با شش دور می باشد که صد و هشتاد درجه نسبت به هم اختلاف فاز دارند. بنابراین در خروجی T1 دو سیگنال RF به دست خواهد آمد که نسبت به هم 180 درجه اختلاف‌فاز دارند. این دو سیگنال از طریق یک مدار RC (C13||R3 , C12||R2) به گیت ماسفتهای Q3 و Q4 اعمال می‌گردند. شکل (۴-۳)



شکل (۴-۳)

از مدارات RC به عنوان تثبیت‌کننده و پایه ورودی گیت ماسفتها و همچنین حفاظت ترانس گیت T1 استفاده می‌شود. در ورودی گیتهای Q3 و Q4 دو دیود BTS قرار گرفته است که این دو دیود ماسفتها را در برابر نوسانات پارازیتی و یا افزایش RF در دامنه‌های بیش از بیست ولت پیک تو پیک محافظت می‌کند. همچنین گیت ماسفتهای Q3 و Q4 که به وسیله ولتاژ +15V-B ولت بایاس شده‌اند، در جهت تعیین نقطه کار ماسفتها استفاده می‌گردند تا در صورت قطع RF صدمه‌ای به آنها وارد نشود.

تغذیه درین ماسفتها از طریق کانکتور فیوز حفاظتی F1 تامین می‌شود. در مسیر این تغذیه سلف L3 و خازنهای C7 و C8 و C9 قرار گرفته که جهت فیلتر کردن کامل ولتاژ Pre Volts (در اینجا 24V) استفاده می‌شود.

چراغ DS1 نشان‌دهنده وجود ولتاژ تغذیه Pre Volts می باشد که در صورت وجود این ولتاژ، LED به رنگ سبز روشن است.

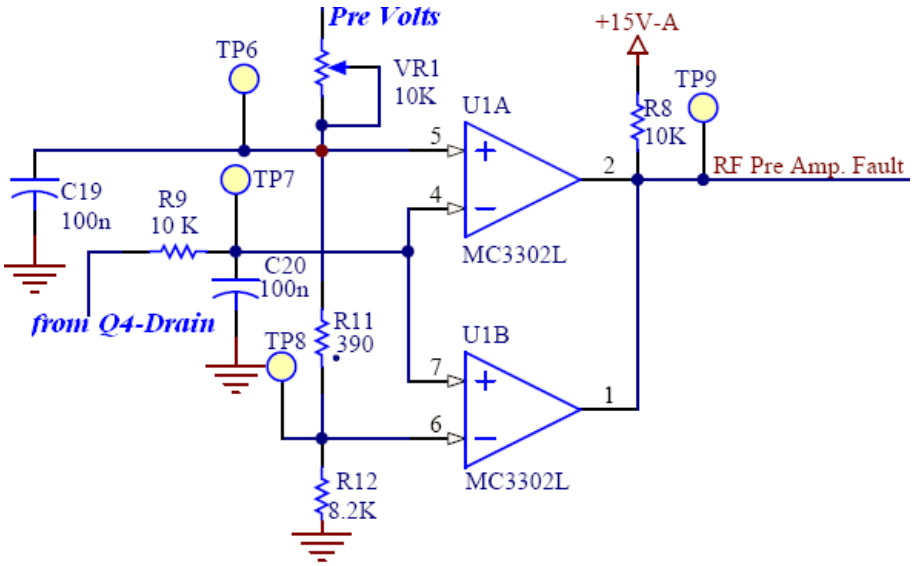
حال چنانچه دو سیگنال RF با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز به گیت ماسفتهای Q3 و Q4 اعمال گردد، در هر بخش دامنه مثبت RF ماسفت مربوطه هدایت می‌کند. این بدین معنی است، وقتی دامنه سیگنال RF بر روی گیت Q3 مثبت است دامنه سیگنال RF بر روی گیت دیگر ماسفت یعنی Q4 منفی است. (چون دو سیگنال ۱۸۰ درجه با هم اختلاف دارند). بنابراین Q3 روشن و Q4 خاموش است. در حالت دیگر وقتی Q4 با دامنه مثبت RF هدایت می‌کند دامنه سیگنال RF بر روی Q3 منفی است و این ماسفت در وضعیت خاموش قرار گرفته است.

به مدار پیش تقویت کننده RF در شکل (۴-۳) دقت شود. ملاحظه می‌شود که سورس Q4 زمین است؛ لذا سیگنال خروجی از این دو ماسفت در محل TP4 بین صفر تا ولتاژ تغذیه درین ماسفت‌ها می‌باشد.

سیگنال خروجی تقویت شده ماسفت‌های Q4 و Q3 از طریق خازن‌های کوپلاژ C15-C18 به سه BNC خروجی P2, P3, P4 اعمال می‌گردد تا از این طریق به واحد های قدرت (Power Units) وارد شوند.

۴-۱-۴-مدار کنترل دامنهٔ RF (RF Control PreAmplifir):

نظر به اینکه اگر دامنه سیگنال RF از مینیمم حدی کاهش یابد باعث ایجاد کاریر شیفت در فرستنده می‌شود و عمل مدولاسیون را ناپایدار می‌کند و اگر از ماکزیمم حد هم بیشتر شود ممکن است باعث صدمه زدن به ماسفت‌های تقویت‌کننده شود، لذا سعی می‌شود که دامنه RF را در حد ۲۰ تا 40 ولت کنترل نمود.



(شکل (۴-۴)

بر این اساس مدار کنترلی که در شکل (۴-۴) ملاحظه می‌شود از دو آی‌سی مقایسه‌کننده استفاده گردیده است که در اینجا اصول عملکرد آن شرحداده می شود:

از ولتاژ تغذیه درین ماسفت‌ها نمونه‌ای از طریق پتانسیومتر قابل تنظیم VR1 به عنوان ولتاژ مرجع استفاده شده است که این ولتاژ به ورودی پنج آی‌سی U1 (پایه مثبت مقایسه‌گر U1A) و نمونه دیگر آن از طریق تقسیم ولتاژ مقاومت‌های R11 و R12 به ورودی شش این آی‌سی (پایه منفی مقایسه‌کنندۀ U1B) اعمال می‌شود.

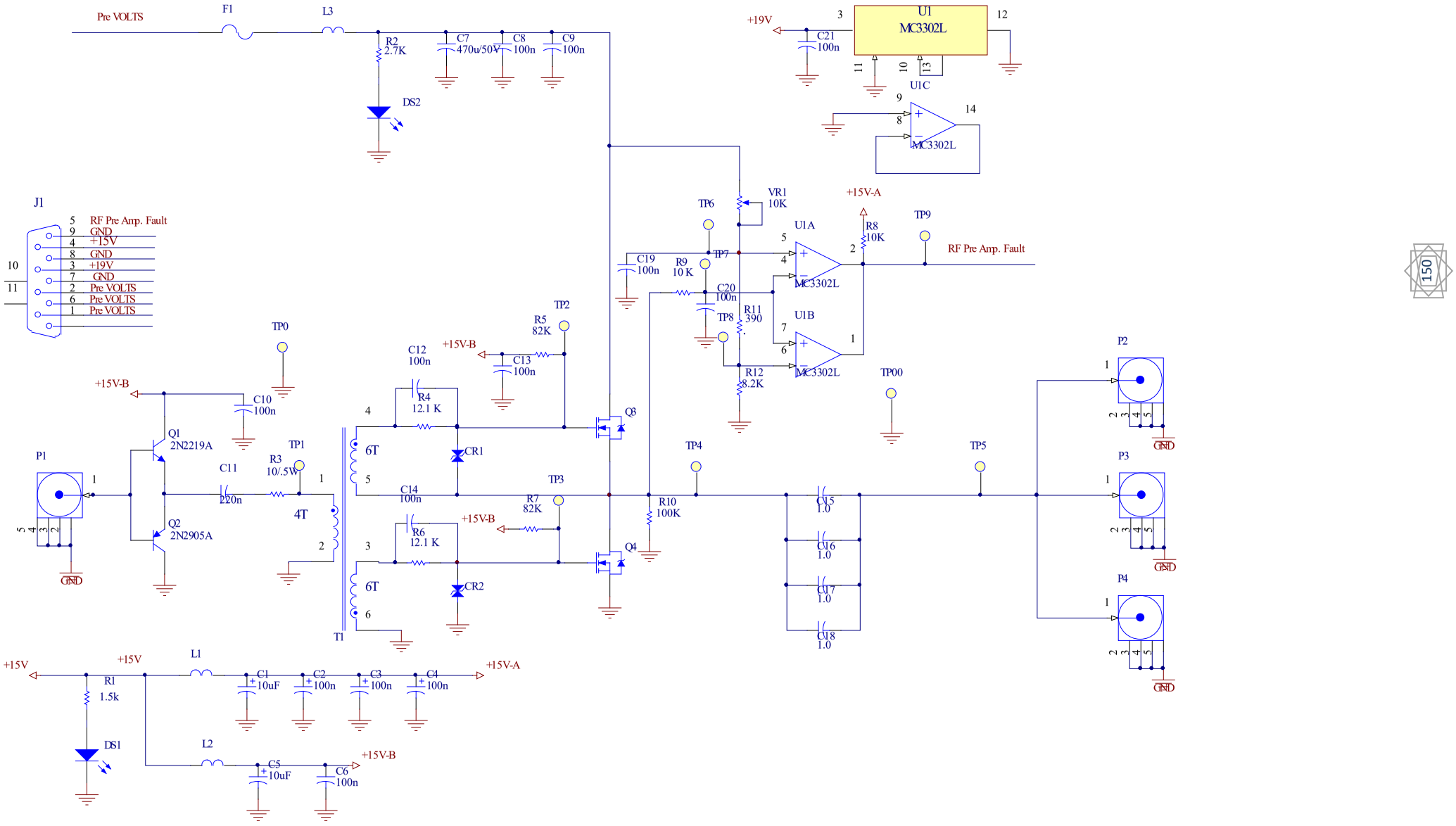
از سوی دیگر نمونه‌ای از RF خروجی از طریق مقاومت R9 به پایه‌های منفی و مثبت به ترتیب U1A و U1B اعمال می‌شود.

در حالت عادی که دامنه RF مناسب است ورودی پایه منفی U1A از ورودی پایه مثبت آن کمتر است، بنابراین مقایسه‌کننده اشباع مثبت بوده و چون تغذیه High این نوع مقایسه‌گر به صورت Open Collector می‌باشد، و درنتیجه ولتاژ 15V+ از طریق مقاومت پول‌آپ R8 به رابط مرکزی (Central Interface) فرستنده اعمال می‌گردد که اصطلاحا" این حالت منطق یک یا High برای مدار محسوب می‌شود .

همچنین در حالت عادی ورودی پایه مثبت U1B از ورودی پایه منفی آن بیشتر بوده، لذا خروجی (RF Pre Amplifier Fault) به صورت اشباع مثبت به کنترل مرکزی اعمال می‌شود.

حال چنانچه دامنه RF بیش از حد معمول شود ورودی چهار کامپریتور U1A بیشتر از ورودی پنج آن شده و خروجی در حالت Low قرار می‌گیرد و این وضعیت به عنوان خطا به کنترل رابط مرکزی ارسال می‌گردد، که در این صورت باید نسبت به رفع عیب پیش آمده اقدام کرد. از سوی دیگر اگر دامنه RF از حد معمول کمتر شود ورودی شش U1B در وضعیت Low قرار می‌گیرد و این وضعیت هم به عنوان خطا به کنترل مرکزی اعمال می‌گردد.

شکل پیوست مدار پیش تقویت کنندۀ RF (RF Pre Amplifier) را نشان می دهد


Pre VOLTS
F1
L3
R2
2.7K
C7
470u/50V
C8
100n
C9
100n
DS2
+19V
U1
MC3302L
C21
100n
U1C
MC3302L
J1
5 RF Pre Amp. Fault
9 GND
4 +15V
8 GND
3 +19V
7 GND
2 Pre VOLTS
6 Pre VOLTS
1 Pre VOLTS
10
11
TP6
VR1
10K
+15V-A
U1A
R8
10K
TP9
RF Pre Amp. Fault
TP7
C19
100n
R9
10 K
C20
100n
TP8
R11
390
U1B
R12
8.2K
MC3302L
TP00
TP2
R5
82K
+15V-B
C13
100n
C12
100n
TP0
C10
100n
+15V-B
R4
12.1 K
Q3
Q1
2N2219A
P1
C11
220n
R3
10/.5W
TP1
4T
6T
CR1
TP3
R7
82K
C14
100n
+15V-B
R6
12.1 K
Q4
Q2
2N2905A
6T
CR2
T1
TP4
R10
100K
TP5
C15
1.0
C16
1.0
C17
1.0
C18
1.0
P2
P3
P4
GND
+15V
+15V
L1
R1
1.5k
C1
10uF
C2
100n
C3
100n
C4
100n
+15V-A
DS1
L2
C5
10uF
C6
100n
+15V-B

RF Pre Amplifier

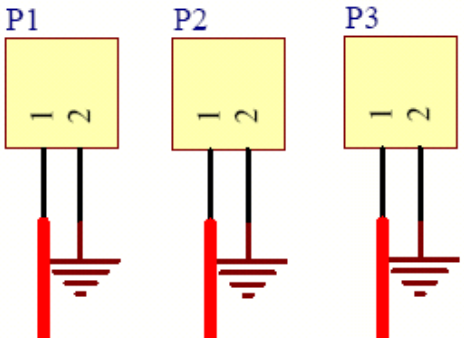
ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE
C1,5	CAPACITOR	**Cap. Tantal. 10uF 35V %10**	2	CTR810 0K035D
C2-C4,C6,C8-10, C12-C14, C19-21	CAPACITOR	" Cer. 100nF 100V "	13	CCE6100K100D
C7	CAPACITOR	" Elec. 470uF 50V "	1	CER9470K050D
C11	CAPACITOR	" Cer. 220nF 100V "	1	CCE6220K100D
C15-C18	CAPACITOR	" " 1nF " "	4	CCE4100K100D
CR1,2	DIODE	DIODE BTS 20 v	2	EDEBZW06P20B
DS1,2	DIODE	Green LED 3mm	2	ELD030DIAGRN
F1	FUSE	فیوز شیشه ای ۱ آمپر	1	SFE010G20X05
J1	CONNECTOR	Conn. D 9 Pin	1	KMBK2P09MDRA
L1-L3	INDUCTOR	Inductor Choke 2.5 Turns	3	BCT008X060C5
P1-P4	CONNECTOR	Conn. BNC On Board	4	KENDSBBMS50F
Q1	TRANSISTOR	Transistor 2N2219A	1	ETR2N2219A
Q2	TRANSISTOR	" 2N2905A	1	ETR2N2905A
Q3,4	TRANSISTOR	" MOSFET IRF530	2	ETRIRF530
R1	RESISTOR	Res. 1.5k 1/4W %5	1	ZR415 0J002
R2	RESISTOR	" 2.7K " "	1	ZR427 0J002
R3	RESISTOR	" 10R 1/2W "	1	ZR210 0J004
R4,6	RESISTOR	" 12.1K 1/4W "	2	ZR512 1J002
R5,7	RESISTOR	" 82K " "	2	ZR582 0J002
R8,9	RESISTOR	" 10K " "	2	ZR510 0J002
R10	RESISTOR	" 100K " "	1	ZR610 0J002
R11	RESISTOR	" 390R " "	1	ZR339 0J002
R12	RESISTOR	" 8.2K " "	1	ZR482 0J002
TP00,TP0-TP9	TEST POINT	TEST POINT	11	5ME.499..238
U1	IC.	IC. MC3302L	1	EICCM3302L
VR1	POT.	POT. 10K	1	ZP510 0N10RIT

۴-۲- مدار تقسیم کننده (Distributor)

وظیفه این مدار تقسیم ولتاژهای PA Volts, Pre Volts , -19V , +19V ,+9V و همچنین تقسیم دو پالس PDM1 و PDM2 به مدارات سینی های قدرت (Power Units) و نیز گرفتن نمونه‌ای از کنترل سیگنالRF از مدار RF Driver در سینی قدرت می‌باشد.

۴-۲-۱- کانکتورهای مدار تقسیم‌کننده:

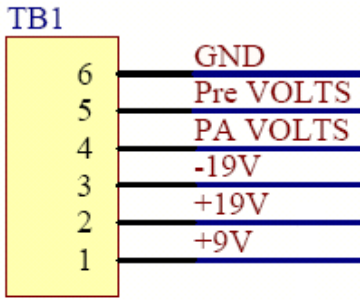
کانکتورهای P1، P2 و P3: خروجی PA Volts از مدار توزیع‌کننده به مدار RF Drive Amplifier در هر یک از سینی های قدرت می‌باشند. شکل(۴-۵)



شکل(۴-۵)

ترمینال TB1: این ترمینال ولتاژهای مورد نیاز بردهای بخش Divider و سینی های قدرت را تامین می کند.

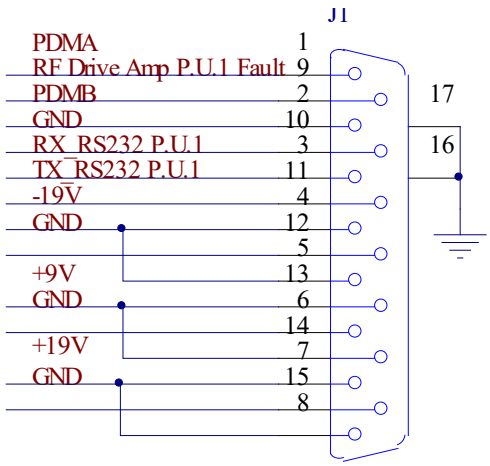
شکل(۴-۶)



شکل(۴-۶)

۱) **پایه‌های یک، دو و سه:** ورودی ولتاژهای به ترتیب 9v+، 19v+ و 19v- از منبع تغذیه به مدار توزیع‌کننده است.
۲) **پایه چهار:** ورودی ولتاژ PA Volts از منبع تغذیه به مدار است.
۳) **پایه پنج:** ورودی ولتاژ Pre Volts از منبع تغذیه به مدار تقسیم‌کننده است.
۴) **پایه شش:** به زمین متصل است.

کانکتورهای J1 ، J2 و J3: این کانکتورها رابط بین برد تقسیم کننده و سینی های قدرت می باشند که شکل (۴-۷) نمونهٔ مشابه ای از آن هاست.



شکل(۴-۷)

۱) **پین‌های یک و دو:** خروجی سیگنال‌های PDMA و PDMB از مدار تقسیم کننده (Distributor) به سینی های قدرت (Power Units) است. که PDMA به ماژول‌های یک و سه، و PDMB به ماژول‌های دو و چهار اختصاص دارد.

۲) **پین های سه و یازده:** خروجی سیگنال‌های RX-RS232 و TX-RS232 از سینی های قدرت (Power Units) است بمنظور ارسال به برد رابط مرکزی از طریق برد (Distributor) .

۳) **پین های چهار و پنج:** جهت ارسال ولتاژ 19V- به سینی های قدرت (Power Units) استفاده می گردد.

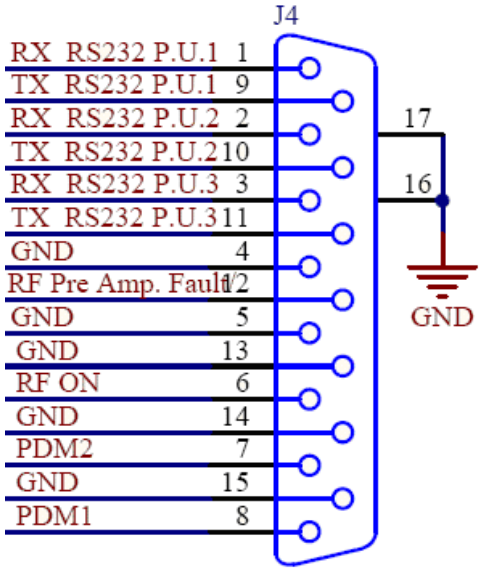
۴) **پین های هفت و هشت:** جهت ارسال ولتاژ 19V+ به سینی های قدرت (Power Units) استفاده می شود.

۵) **پین های سیزده و چهارده:** ارسال ولتاژ 9V+ به سینی های قدرت (Power Units) استفاده می گردد.

۶) **پین نه:** ورودی سیگنال RF Drive Amplifier Fault از سینی های قدرت (Power Units) است جهت ارسال به برد رابط مرکزی از طریق برد (Distributor) .

۷) **پین های شش، ده، دوازده، پانزده، شانزده و هفده:** به زمین متصل شده اند.

کانکتور J4: از طریق این کانکتور که در شکل (۴-۸) ملاحظه می گردد، ارتباط بین برد تقسیم کننده (Distributor) و برد رابط مرکزی (Central Interface) برقرار می شود



شکل (۴-۸)

۱) **پین‌های یک، دو و سه:** جهت ارسال سیگنال‌های کنترل RX 232 از سینی های قدرت (Power Units) به برد رابط مرکزی (Central Interface) استفاده شده است.

۲) **پین های نه، ده و یازده:** جهت ارسال سیگنال‌های کنترل TX 232 از سینی های قدرت (Power Units) به برد رابط مرکزی (Central Interface) استفاده شده است.

۳) **پین شش:** جهت ارسال سیگنال RF ON از برد تقسیم کننده (Distributor) به برد رابط مرکزی (Central Interface) استفاده شده است.

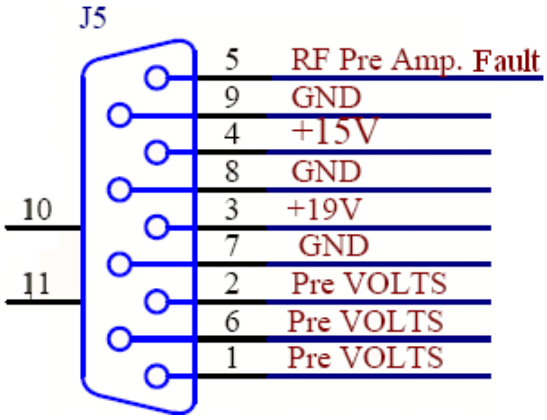
۴) **پین های هفت و هشت:** ورودی سیگنال‌های PDM1 و PDM2 از برد رابط مرکزی (Central Interface) به برد تقسیم کننده (Distributor) جهت تقویت در این برد و ارسال به سینی های قدرت (Power Units) .

۵) **پین دوازده:** خروجی سیگنال کنترل RF Pre Amplifier Fault از برد تقسیم کننده (Distributor) به برد رابط مرکزی (Central Interface) می‌باشد.

۶) **پین های چهار، پنج، سیزده، چهارده، پانزده، شانزده و هفده:** به زمین متصل می‌باشند.

کانکتور J5: این کانکتور ارتباط بین برد تقسیم کننده (Distributor) و برد پیش تقویت کنندهٔ RF را برقرار می کند.

شکل (۴-۹) ورودی ها و خروجی های کانکتور J5 را نشان می دهد.



شکل (۴-۹)

۱) **پین های یک، دو و شش:** ورودی ولتاژ Pre Volts است که از برد تقسیم کنندهٔ PDM می آید. (این ولتاژ بین 20V تا 30V قابل تغیر است که در اینجا بر روی 24V+ تنظیم شده است)

۲) **پین سه:** ورودی ولتاژ 19 V+ است که از برد تقسیم کننده به برد RF Pre Amplifier می رسد.

۳) **پین چهار:** ورودی ولتاژ 15 V+ است که از برد تقسیم کننده (Distributor) به برد RF Pre Amplifier می‌رسد.

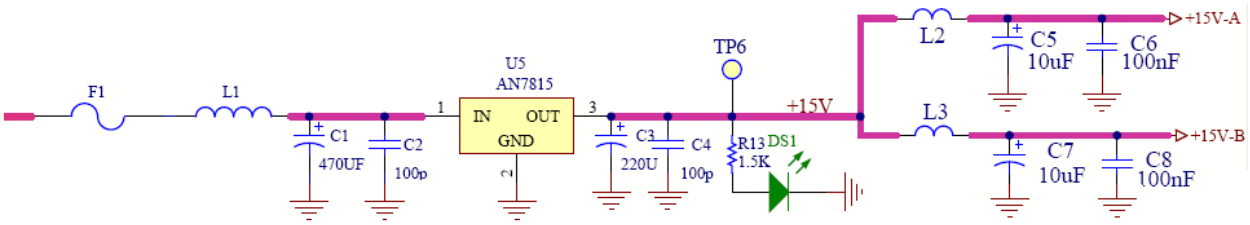
۴) **پین پنج:** سیگنال کنترل RF Pre Amplifier Fault است که از طریق برد تقسیم کننده (Distributor) به برد کنترل رابط مرکزی ارسال می شود.

۵) **پین‌های هفت، هشت، نه، ده و یازده:** به زمین متصل‌اند.

۴-۲-۲- مدار ولتاژ 15 V+:

از آنجایی که ولتاژ کار مدار تقسیم کننده (Distributor) ، 15 V+ می‌باشد، لذا نمونه‌ای از ولتاژ 19 V+ از طریق فیوز F1 و کویل L1 و دو خازن صافی C1 و C2 به آی‌سی رگولاتور (U5) اعمال می شود که در خروجی این آی سی ولتاژ رگوله شده 15 V+ به دو قسمت 15 V -A+ و 15 V -B+ تقسیم می‌شود تا آی‌سی های داخل برد Distributor را تغذیه نماید.

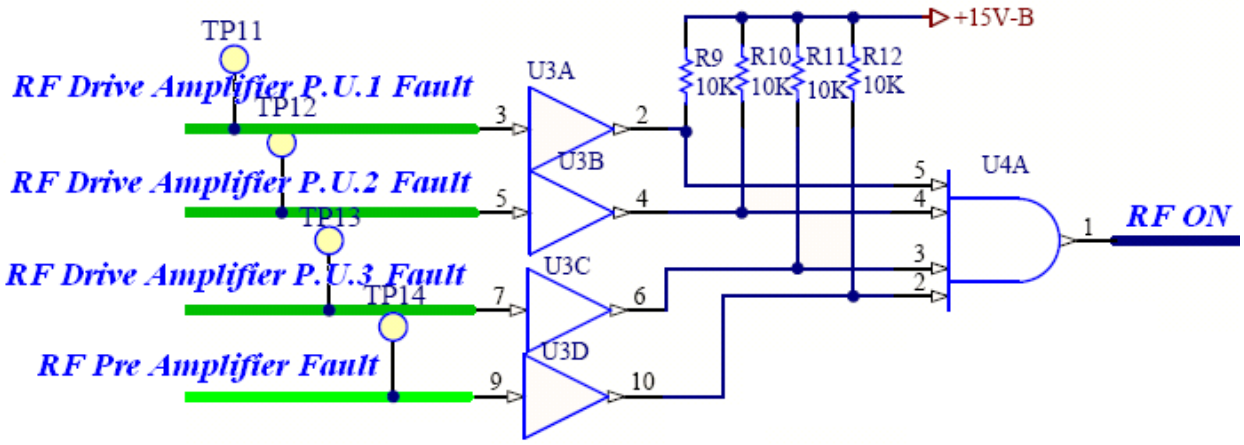
در خروجی این آی‌سی رگولاتور (U5) یک LED سبز رنگ (DS1) که تاییدکننده وجود ولتاژ 15v+ است قرار گرفته است.



شکل (۴-۱۰)

۴-۲-۳- مدار تولید سیگنال RF ON:

این مدار دارای چهار سیگنال RF است که سه تای آن از سینی های قدرت (Power Units) کنترل برد (RF Drive Amp P.U.) ارسال می گردد و ورودی کنترل RF دیگر از مدار پیش تقویت کنندهٔ RF (RFPre Amp) می باشد که این چهار سیگنال از طریق آی سی های U3A تا U3D به گیت AND (U4A)وارد شده که در صورتی که خروجی این گیت یک باشد، سیگنال RF ON مساوی با یک منطقی می شود و از طریق کانکتور J4 به برد رابط مرکزی (Central Interface) اعمال می شود و از آنجا به برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) ارسال و باعث آزاد شدن پالس PDM می گردد.



شکل (۴-۱۱)

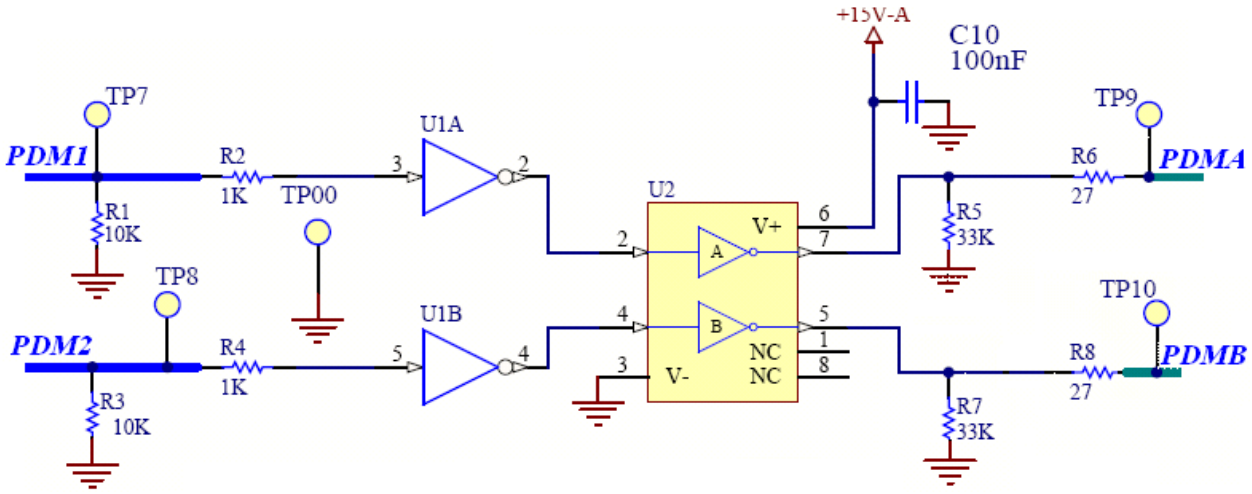
همان گونه که در شکل (۴-۱۱) ملاحظه می گردد چنانچه در هر کدام از بردهای RF Pre Amplifier ویا RF Drive Amplifier در سینی های قدرت، دامنهٔ سیگنال RF بیش از اندازه (حدود ۳۰٪ مقدار معمول) کم و یا زیاد شود ورودی های آی سی AND (U4A) از وضعیت High به Low تبدیل شده ودر نتیجه خروجی آی سی U4A یا بعبارتی سیگنال کنترل RF ON به وضعیت Low تغیر می کند و این خود باعث می گردد که پالس PDM در برد رابط اکسایتر قطع گردد و متعاقبا" قدرت از روی فرستنده برداشته شود.

از طرفی ولتاژ +15v-B از طریق مقاومت‌های Pull-Up ده کیلواهمی R9 تا R12 به پایه‌های ورودی آی سی AND (U4A) متصل شده تا در صورت وجود خطا در یک سینی قدرت بتوانیم با خروج آن سینی، فرستنده همچنان در مدار قرار داشته باشد.

۴-۲-۴- مدار تقسیم پالس های PDM به سینی های قدرت (Power Units):

سیگنال‌های PDM1 و PDM2 که با هم 180° اختلاف‌فاز دارند، توسط بافرهای not، U1A و U1B معکوس شده و سپس به آی‌سی تقویت‌کننده جریان ICL7667 وارد می‌شوند.

در خروجی این آی‌سی که خود شامل دو not می‌باشد، دو پالس PDM1 و PDM2 بدون اختلاف‌فاز نسبت به حالت اولیه، در خروجی به دست می‌آید تا به سینی های قدرت اعمال گردد.

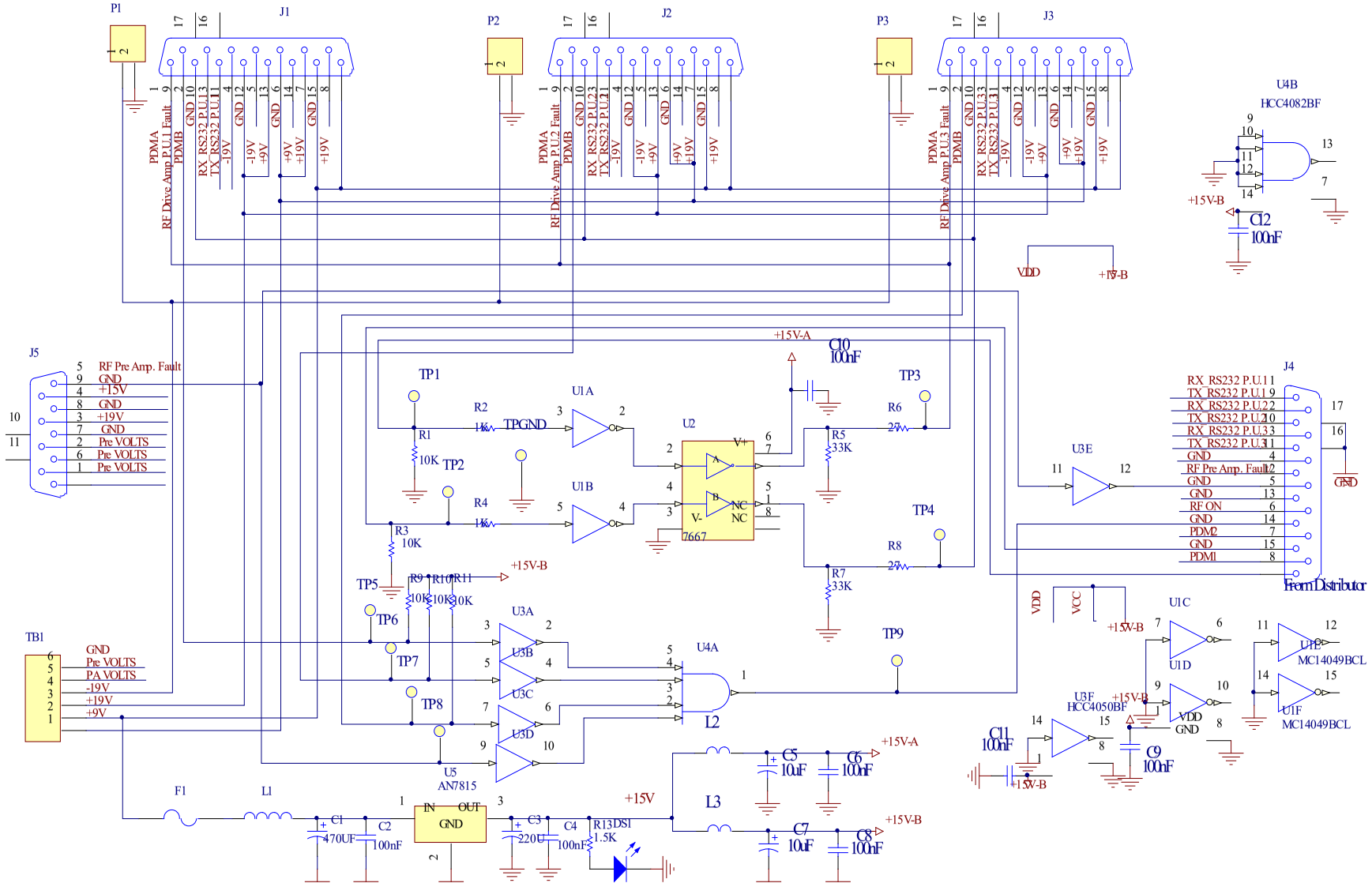


شکل (۴-۱۲)

مقاومت‌های R5 تا R7 در شکل (۴-۱۲) جهت ایجاد مچینگ بین این بخش و ورودی پالس PDM در سینی های قدرت به کار می‌روند تا در صورت اتصال کوتاه شده نقش مقسم ولتاژ را برعهده گرفته و ولتاژ روی آن‌ها بار نگردد.

از طریق خطوط سریال RX و TX می‌توان خطاهای پیش آمده در سینی های قدرت (Power Units) را بر روی صفحه مانیتور یا LCD مرکزی مشاهده نمود.

در پیوست مدار کامل تقسیم کننده (Distributor) ملاحظه می شود.


P1
J1
P2
J2
P3
J3
PDMA
RF Drive Amp P.U.1 Fault
PDMB
GND 10
RX_RS232 P.U.13
TX_RS232 P.U.11
-19V
GND 12
GND 6
+9V
GND 15
+19V
RF Drive Amp P.U.2 Fault
RX_RS232 P.U.23
TX_RS232 P.U.21
RF Drive Amp P.U.3 Fault
RX_RS232 P.U.33
TX_RS232 P.U.31
U4B
HCC4082BF
+15V-B
C12
100nF
VDD
+15V-A
C10
100nF
J5
RF Pre Amp. Fault
GND
+15V
GND
+19V
GND
Pre VOLTS
Pre VOLTS
Pre VOLTS
TP1
TP2
TP3
TP4
TP5
TP6
TP7
TP8
TP9
R1
10K
R2
1K
R3
10K
R4
1K
R5
33K
R6
27
R7
33K
R8
27
TPGND
U1A
U1B
U2
V+
V-
NC
NC
7667
U3E
J4
RX_RS232 P.U.11
TX_RS232 P.U.19
RX_RS232 P.U.22
TX_RS232 P.U.20
RX_RS232 P.U.33
TX_RS232 P.U.31
GND
RF Pre Amp. Fault
GND
GND
RF ON
GND
PDM2
GND
PDM1
From Distributor
TB1
GND
Pre VOLTS
PA VOLTS
-19V
+19V
+9V
R9
10K
R10
10K
R11
10K
+15V-B
U3A
U3B
U3C
U3D
U4A
L2
U5
AN7815
F1
L1
C1
470UF
C2
100nF
C3
220U
C4
100nF
R13DSI
1.5K
+15V
L3
C5
10uF
C6
100nF
C7
10uF
C8
100nF
+15V-A
+15V-B
VDD
VCC
U1C
U1D
U1E
MC14049BCL
U1F
MC14049BCL
U3F
HCC4050BF
C11
100nF
C9
100nF
VDD
GND

Distributor

ITEM	COMPONENT	REFERENCE	Qty.	TAKTA CODE
C1	CAPACITOR	Cap. Elec. 470uF 50V %10	1	CER9470K050D
C3	CAPACITOR	" " 220uF " "	1	CER9220K050D
C2,4,6,8,9,10,11, C12	CAPACITOR	" Cer. 100nF 100V "	8	CCE6100K100D
C5,7	CAPACITOR	" Tantal. 10uF 35V %10	2	CTR8100K035D
DS1	DIODE	Diode Green LED 3mm	1	ELD030DIAGRN
F1	FUSE	فیوز شیشه ای ۵۰۰ میلی آمپر	1	SFE005G20X05
J1,2,3,4	CONNECTOR	Conn. D 15 Pins	4	KMBK2P15MDRA
J5	CONNECTOR	" " 9 Pins	1	KMBK2P09MDRA
L1,2,3	INDUCTOR	Inductor choke 2.5 Turns	3	BCT008X060C5
P1,2,3	CONNECTOR	Conn. 2 Pin Male On board	3	KTERBK02MDRA
R1,3,9,10,11	RESISTOR	Res. 10K 1/4 W %5	5	ZR5100J002
R2,4	RESISTOR	" 1K " "	2	ZR4100J002
R5,7	RESISTOR	" 33K " "	2	ZR5330J002
R6,8	RESISTOR	" 27K " "	2	ZR5270J002
R13	RESISTOR	" 1.5K " "	1	ZR4150J002
TB1	CONNECTOR	Terminal On board 6 Pins	1	KTERBK06X025
TP1-TP9, TPGND	TEST POINT	Test Point	10	5ME.499..238
U1	IC	IC CD 4049	1	EICCD4049
U2	IC	IC ICL7667	1	EICICL7667
U3	IC	IC CD 4050	1	EICCD4050
U4	IC	IC CD 4082	1	EICCD4082
U5	IC	IC AN7805	1	EICAN7805

فصل پنجم

مونیتورینگ (LCD) مرکزی

Central LCD

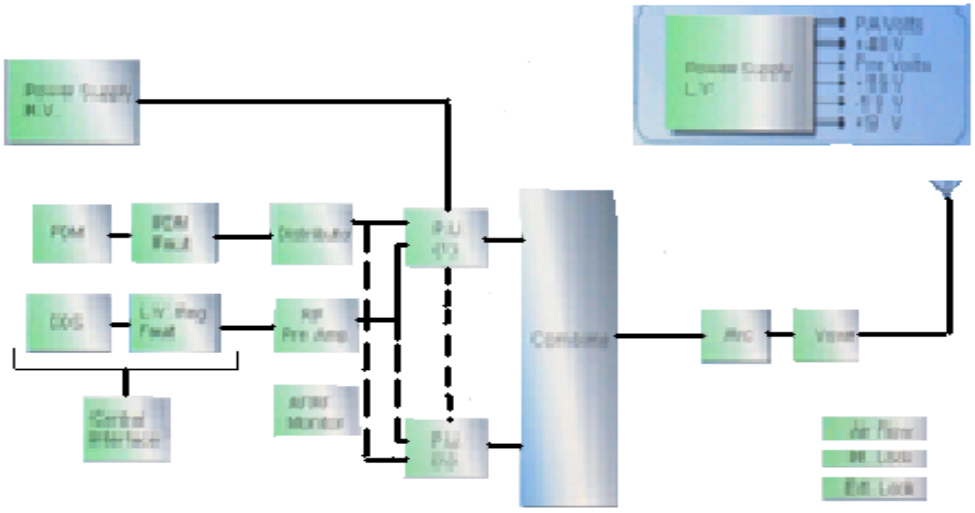
۵ - مونیتورینگ مرکزی فرستنده (Central LCD)

مونیتورینگ فرستنده از یک صفحهٔ LCD تشکیل یافته که بخش های مختلف فرستنده را کنترل و مونیتورینگ می کند.

۵-۱- بلوک دیاگرام فرستنده:

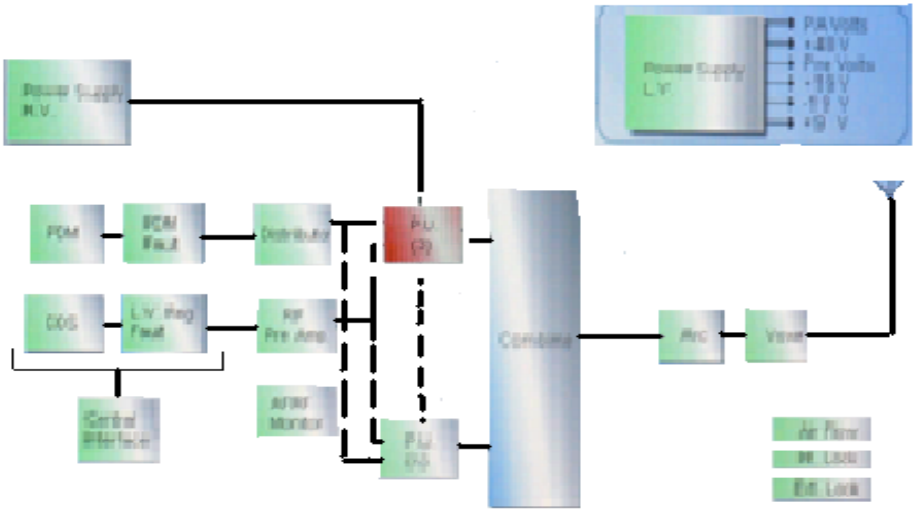
بر روی صفحهٔ LCD بلوک دیاگرام فرستنده، مانند شکل (۵-۱) طراحی شده است که شامل بخش های زیر است:

- برد PDM
- مدار PDM Fault
- برد DDS
- مدار خطا ولتاژهای رگوله شده در برد اکسایتر L.V. Reg. Fault
- برد کنترل رابط مرکزی Central Interface
- برد پیش تقویت کنندهٔ RF
- برد تقسیم کننده Distributor
- سینی های قدرت Power Units
- مدار جرقه Arc
- برد VSWR
- مدار خنک کنندگی Air
- مدار اینترلاک Interlock
- مدار اکسترنال External
- مدار تغذیه کم قدرت L.V.
- مدار تغذیه پرقدرت H.V.



شکل (۵-۱)

با بروز هر عیب در برد و یا مداری، آیکون مربوطه به رنگ قرمز تبدیل می شود شکل (۵-۲) و چنانچه بر روی آن آیکون کلیک شود جهت چگونگی تعمیرات راهنمائی های لازم ارائه می شود.



شکل (۵-۲)

اینک مشکلاتی که ممکن است در هرکدام از بردها و یا مدارات پیش آید مرور می کنیم.

یادآوری این نکته ضروری است که: با توجه به این که هر مدار و یا بردی از قطعات فراوانی استفاده گردیده شاید بیان تمامی عیب ها مقدور نباشد لذا سعی می شود به عیب هائی اشاره شود که احتمال بروز آن بیشتر است.

۱-۱-۵- خطای PDM

این خطا در دو حالت پیش می آید:

۱-عدم وجود پالس PDM (خطای PDM Fault)

۲- خطای ناشی از افزایش بیش از حد عرض پالس PDM (خطای PDM Error)

۱-۱-۱-۵- خطای عدم وجود پالس PDM (خطای PDM Fault)

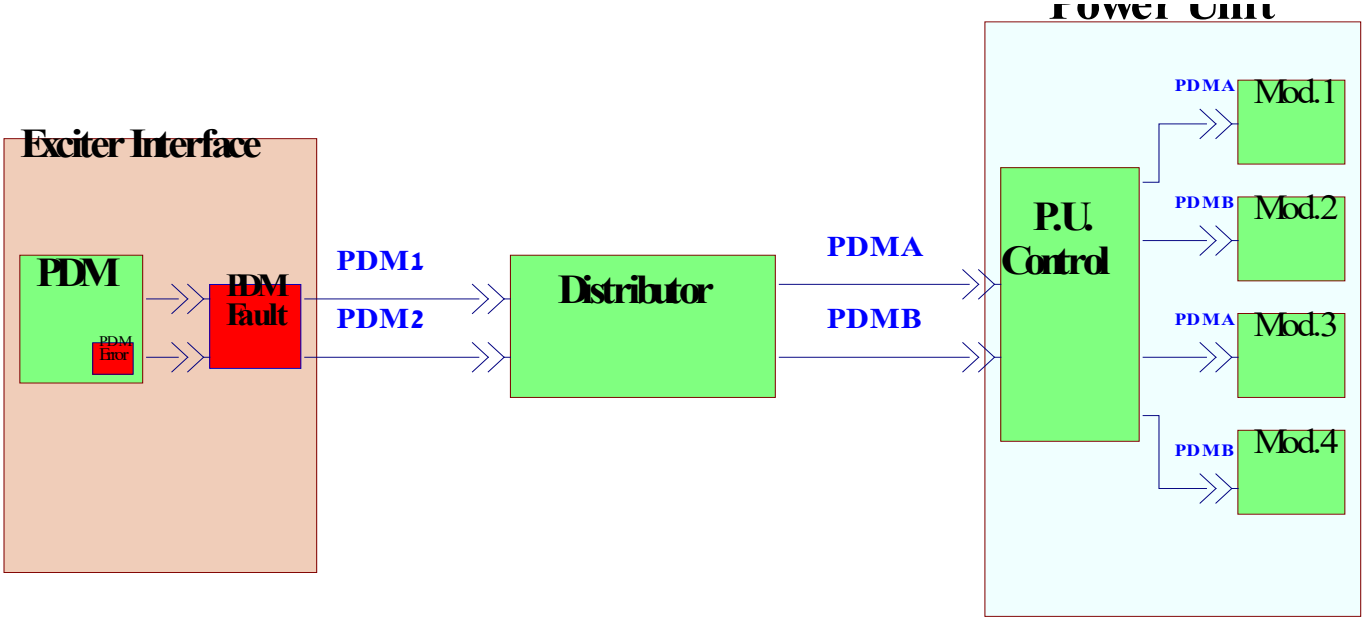
با زدن یکی از کلیدهای تعیین قدرت در فرستنده Low، Medium و High بایستی پالس PDM وجود داشته باشد در این شرایط نمایشگر بر روی صفحهٔ LCD مرکزی باید قدرت را برای یکی از سه وضعیت Low، Medium و High نشان دهد ضمن این که LCD موجود بر روی سینی های قدرت (Power Units) نیز بایستی مقادیر جریان و یا ولتاژ مربوط به هر ماژول را نشان دهند.

شکل (۵-۳) در زیر مسیر پالس PDM را نشان می دهد.

همان گونه که در شکل ملاحظه می گردد پالس PDM بعد از عبور از مدار کنترل PDM Fault با دو نام PDM1 وPDM2 وارد برد Distributor می شود و در خروجی این برد با نام های PDMA و PDMB وارد سینی های قدرت (Power Units) می شوند که نحوهٔ توزیع آن ها در شکل مشهود است.

در اینجا عدم وجود پالس PDM در طول مسیر در دو حالت زیر ممکن است اتفاق بیافتد:

- چنانچه با زدن هر یک از کلیدهای Low، Medium و High پالس PDM برقرار نشود و چراغ یا آیکون مربوط به خطای PDM Fault روشن گردد، در این حالت اشکال از برد PDM است که بایستی تعمیر گردد.
- حال اگر با زدن هر کدام از کلیدهای Low، Medium و High، چراغ یا آیکون مربوط به خطای PDM Faultروشن نشود و بر روی صفحهٔ LCD مرکزی قدرتی مشاهده نگردد و یا LCD موجود بر روی سینی های قدرت (Power Units) مقادیر جریان و یا ولتاژ مربوط به هر ماژول را نشان ندهند در این حالت اشکال از برد Distributor به بعد است که در اینجا هر دو حالت بررسی می شود.



شکل (۵-۳)

اما در اینجا لازم به یادآوریست که روش تست در تمام مراحل بدین ترتیب است: هر نقطه و یا محلی را که اندازه گیری و یا سیگنال گیری می کنیم اگر در آن نقطه و محل ولتاژ و یا سیگنال وجود نداشت به مدار قبل می رویم در غیر این صورت مدار بعدی را تست می کنیم.

به هرصورت باید به نقطه ای برسیم که محل عیب محدود شود تا مدار مربوطه تعمیر گردد. این روش در عیب یابی تمامی خطاهای پیش آمده در فرستنده صادق است.

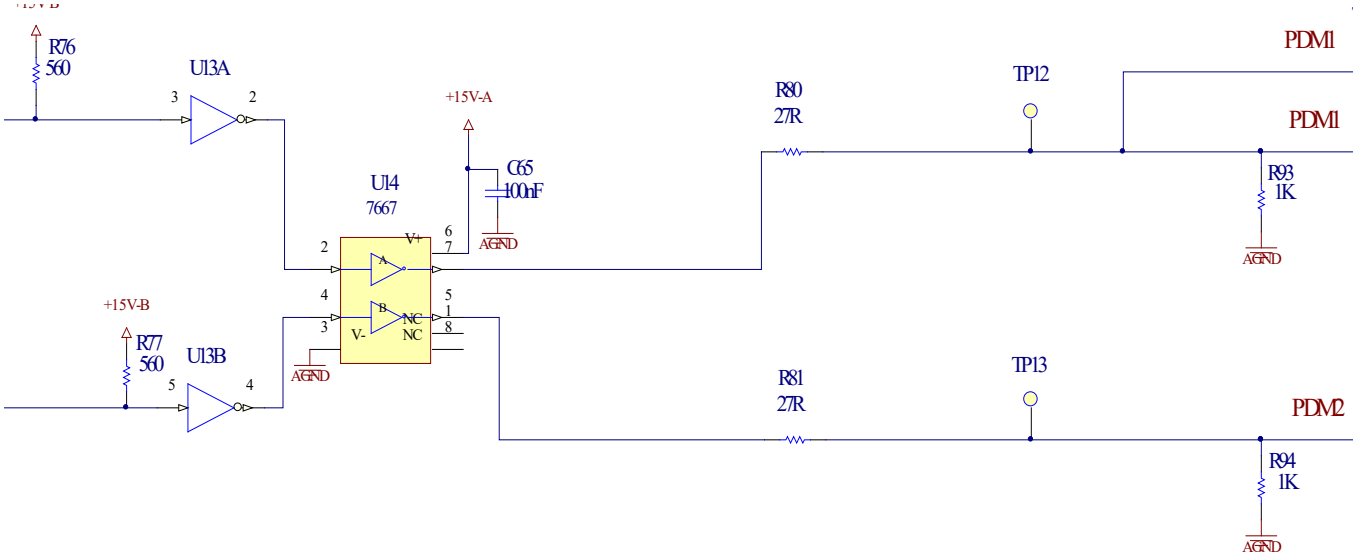
اینک با توجه به مطلب فوق، خطای PDM Fault را که ناشی از عدم وجود پالس PDM است تعقیب و بررسی می کنیم:

۵-۱-۱-۱-۱- خطای عدم وجود پالس PDM با روشن شدن آیکون PDM Fault بر روی صفحهٔ LCD مرکزی:

شکل (۵-۴)

همان گونه که در بالا گفته شد این خطا ناشی از خرابی برد PDM در بخش اکسایتر است که جهت تست وبررسی این برد با توجه به نقشه پیوست مدار PDM مراحل زیر انجام می گیرد.

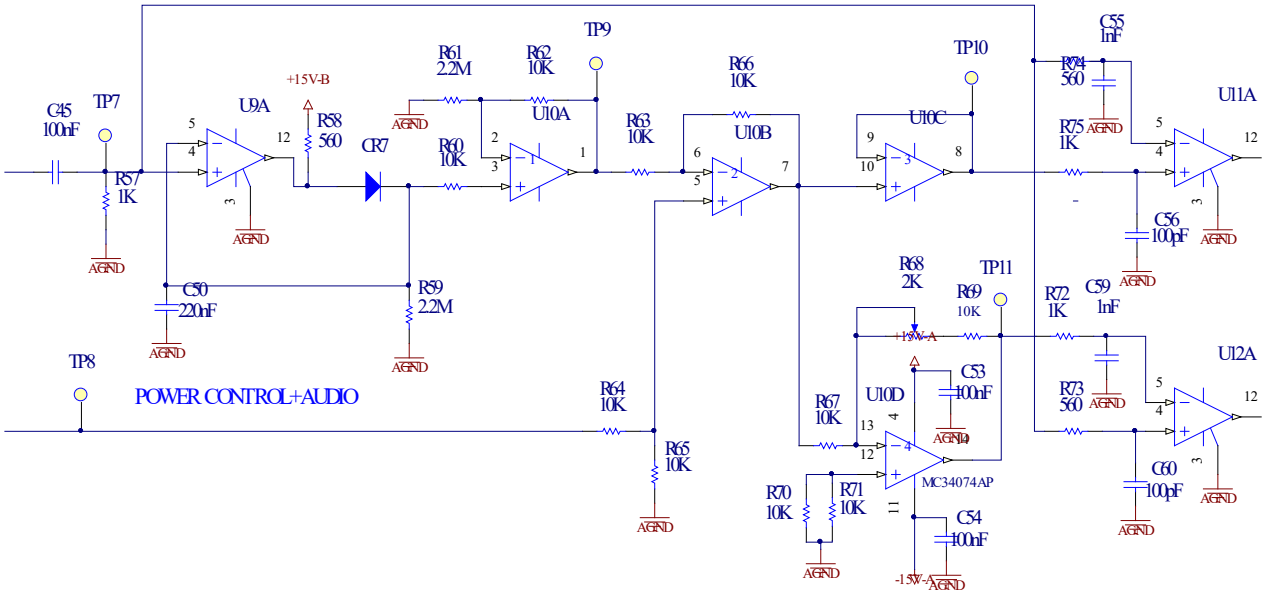
- مطابق شکل (۵-۵) در محل TP12 و TP13 دو سیگنال پالس با دامنه 0-15V با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز بایستی وجود داشته باشد.



شکل (۵-۵)

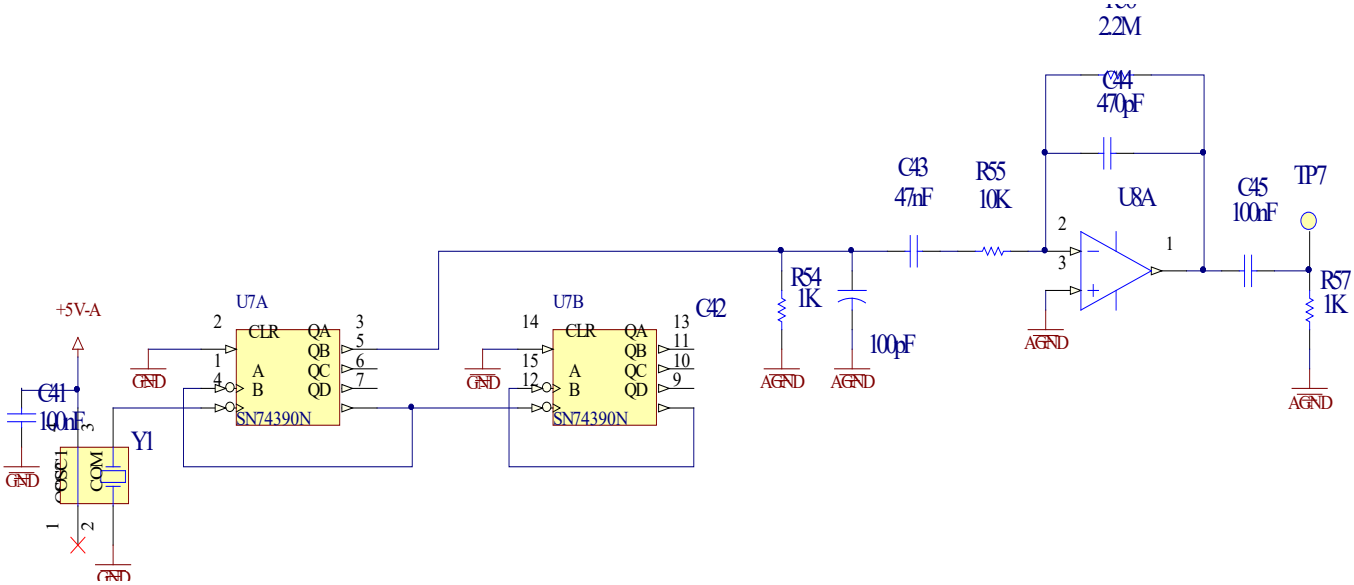
- ✓ در غیر این صورت پایه های 2 و یا 3 آی سی U14 (7667) و یا پایه های خروجی آی سی های U13A و U13B تست شوند که بایستی دو سیگنال پالس با دامنه 0-15V با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز نسبت بهم وجود داشته باشد.
- ✓ در صورتی که سیگنال وجود نداشت پایه های ورودی آی سی های U13A و U13B (پایه های 3 و5) تست شوند که بایستی دو سیگنال پالس با دامنه 0-15V با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز نسبت بهم وجود داشته باشد.

- ◆ مطابق شکل (۵-۶) در خروجی آی سی های U11A و U12A (پایه های 12) دو سیگنال پالس با دامنه 0-15V و با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز نسبت بهم وجود خواهد داشت.
- ✓ در صورتی که این سیگنال ها وجود نداشتند ورودی آی سی های U11A و U12A باید بررسی شوند. در این ورودی ها، پایه های 5 سیگنال مثلثی با دامنهٔ حدود $4V_{P-P}$ وجود دارد و به پایه های 4 همین آی سی ها یا در محل TP10 و TP11 بترتیب ولتاژهای حدود 3V+ و 3V- وجود خواهد داشت. در غیر این صورت پایه 7 آی سی U10B بررسی گردد بایستی حدود 3V+ وجود داشته باشد.
- ✓ اگر شرایط فوق وجود نداشت، ورودی های آی سی U10B بررسی گردد که در این صورت در محل TP9 حدود 3V+ وجود خواهد داشت و ولتاژ محل TP8 هم که به پایه 5 آی سی U10B می آید براساس رابطه $I_3=\frac{I_1 \times I_2}{I_4}$ که قبلا" گفته شده، تعیین می گردد.
- ✓ ولتاژ 3V+ از یکسو شدن سیگنال مثلثی محل TP7 (ورودی آی سیU9A) توسط دیود CR7 بدست می آید بنابراین در محل تست پوینت TP7 یک سیگنال مثلثی با دامنهٔ حدود $4V_{P-P}$ بایستی وجود داشته باشد.



شکل (۵-۶)

چنانچه در بالا گفته شد در محل تست پوینت TP7 بایستی یک سیگنال مثلثی با دامنهٔ حدود 4VP-P وجود داشته باشد در غیر این صورت، مطابق شکل (۵-۷) خروجی آی سی U7A را سیگنال گیری می کنیم بایستی یک پالس 100KH با دامنهٔ حدود 5VP-P وجود داشته باشد در غیر این صورت یا آی سی U7A خراب است و یا اسیلاتور Y1 کار نمی کند.



شکل (۵-۷)

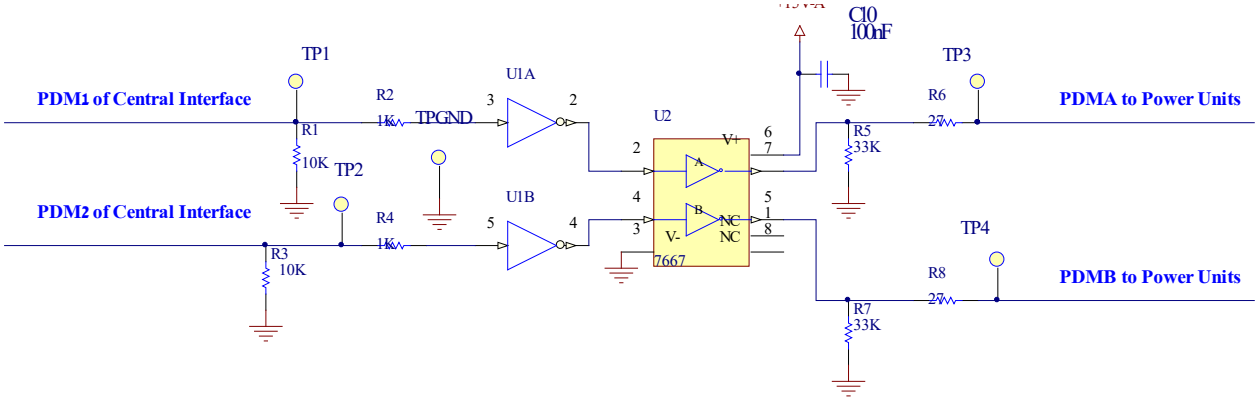
۵-۱-۱-۱-۲- خطای عدم وجود پالس PDM با خاموش بودن آیکون PDM Fault و عدم نمایش قدرت بر روی صفحهٔ LCD مرکزی:

DPM Fault

شکل (۵-۷)

در چنین شرایطی پالس های PDM در خروجی برد PDM و رابط اکسایتر (Exciter Interface) وجود دارد لیکن ممکن است این قطعی در برد تقسیم کننده (Distributor) اتفاق افتاده باشد.

- باید توجه داشت اگر LCDهای سینی های قدرت، هیچ کدام ولتاژ و جریان نشان ندادند این عیب ناشی از خرابی برد تقسیم کننده (Distributor) می باشد که مطابق شکل (۵-۸) در زیر که مربوط به مدار Distributor می باشد محل های TP2 وTP1 را سیگنال گیری می کنیم که باید دو سیگنال پالس با دامنه 0-15V با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز بایستی وجود داشته باشد در غیر این صورت محل های TP3 و TP4 را سیگنال گیری می کنیم که بایستی دو سیگنال پالس با دامنه 0-15V با ۱۸۰ درجه اختلاف فاز بهم وجود داشته باشد ولی با پالس های ورودی در محل های TP2 وTP1 باید هم فاز باشند

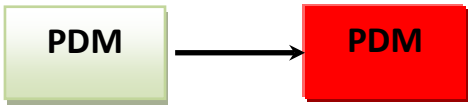


شکل (۵-۸)

چنانچه قطع پالس های PDM در داخل سینی های قدرت باشد سیگنال گیری باید در برد کنترل سینی ها و درصورت لزوم ماوژول های قدرت صورت گیرد که در فصل مربوط به این بخش توضیح داده شده است.

۵-۱-۱-۲- خطای عدم وجود پالس PDM (خطای PDM)

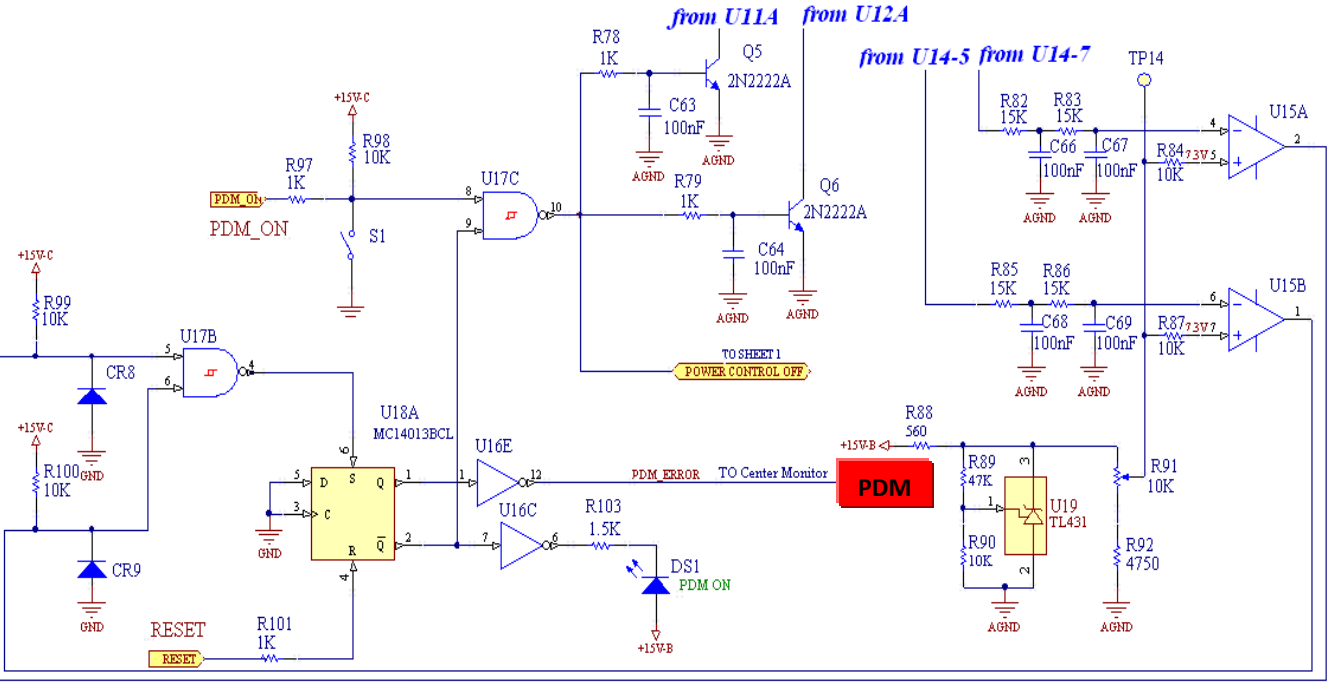
می دانیم اگر عرض پالس های PDM بیش از اندازه باز شوند موجب افزایش ولتاژ روی ماسفت های تقویت کنندهٔ RF در ماژول های قدرت می شوند و باعث صدمه دیدن آن ها می گردند و از سویی قدرت فرستنده بشدت افزایش می یابد و در خروجی فرستنده موجب مشکلاتی خواهد شد لذا برای جلوگیری از این مورد مدار زیر طراحی گردیده و چنانچه این خطا بروز کند آیکون PDM در بخش اکسایتر بر روی صفحهٔ LCD مرکزی از رنگ سبز به رنگ قرمز تبدیل می گردد.



شکل (۵-۹)

همان گونه که در شکل (۵-۱۰) ملاحظه می گردد با بروز این خطا پالس های PDM توسط ترانزیستور های Q5 و Q6 زمین می شوند و از ارسا ل به مدارات بعدی جلوگیری می شود ضمن این که این خطا به مدار کنترل مرکزی می رود و باعث قطع ولتاژ Power Control می شود .

این قطعی باقی می ماند تا این که آی سی فیلیپ فلاپ U18A ریست گردد.



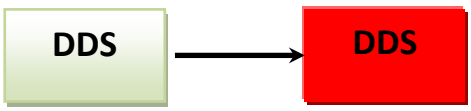
شکل (۵-۱۰)

خطای PDM در موارد زیر اتفاق می افتد:

- ✓ مدولاسیون بیش از حد (بیش از ۱۴۰٪)
- ✓ افزایش بیش از حد ولتاژ Power Control
- ✓ قطع و یا کاهش بیش از حد ولتاژ نمونهٔ H.V. از منبع تغذیه(+B)
- ✓ به دلیل مشکلی که ممکن است در مدار پیش بیاید و یک سطح ولتاژ DC بر دامنهٔ پالس های PDM سوار شود.

۵-۱-۲-خطای DDS

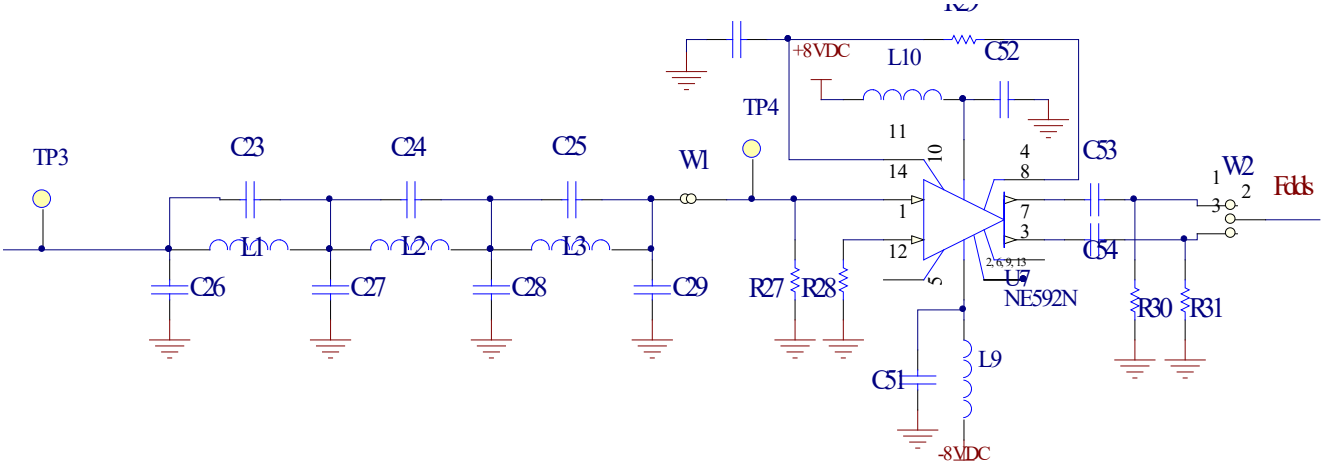
در صورتی که سیگنال کریر و یا RF در خروجی برد DDS وجود نداشته باشد آیکون DDS در بخش اکسایتر بر روی صفحهٔ LCD مرکزی از رنگ سبز به رنگ قرمز تبدیل می گردد.



شکل (۵-۱۱)

در این شرایط با توجه به نقشه های پیوست برد DDS مراحل زیر را پی گیری می کنیم:

- ✓ LEDهای DS1، DS2 و DS3 را مشاهده و در صورت خاموش بودن هرکدام از آن ها، مدار مربوطه را بررسی گردد.
- ✓ پایه 1 جامپرW2، با توجه به شکل (۵-۱۲) توسط اسیلوسکوپ سیگنال گیری گردد که بایستی RF با دامنهٔ حدود 5VP-P وجود داشته باشد در غیر این صورت محل TP4 سیگنال گیری شود. باید سیگنال سینوسی با دامنهٔ 5VP-P وجود داشته باشد
- ✓ همین سیگنال گیری را برای محل TP3 انجام گیرد باید یک موج مربعی با دامنهٔ 5VP-P وجود داشته باشد

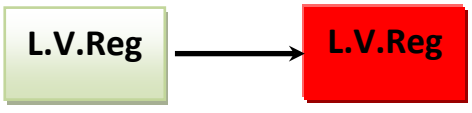


شکل (۵-۱۲)

۵-۱-۳-خطای L.V.Reg.

نظر باینکه ولتاژهای 5V+، 15V+ و 15V- بردهای PDM و DDS در برد رابط اکسایتر (Exciter Interface) ساخته می شوند لذا مقدار آن ها باید کنترل شوند تا در صورت قطع، افزایش و یا کاهش باعث قطع قدرت فرستنده گردد.

در این شرایط، آیکون L.V.Reg. در بخش اکسایتر بر روی صفحهٔ LCD مرکزی از رنگ سبز به رنگ قرمز تبدیل می گردد.

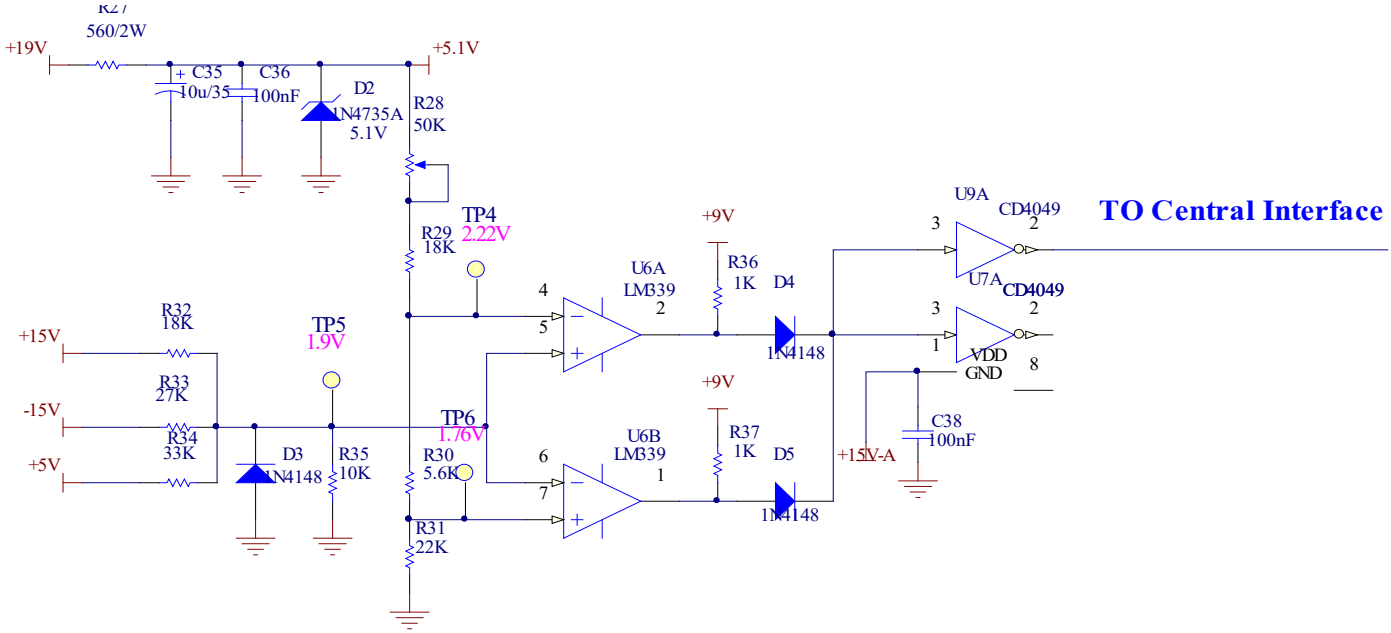


شکل (۵-۱۳)

شکل (۵-۱۴) مدار کنتر ل ولتاژهای ساخته شده در برد رابط اکسایتر نشان می دهد.

در شرایط نرمال محل هایTP4، TP5 و TP6 بایستی بترتیب 2.22V، 1.9V و 1.76V باشد. خروجی آی سی U9A وضعیت High را خواهد داشت.

حال چنانچه هرکدام از ولتاژهای 5V+، 15V+ و 15V- قطع و یا بیش از ۱۰٪ تغییر کنند، خروجی آی سی U9A وضعیت Low را پیدا خواهد کرد و آیکون L.V.Reg. برنگ قرمز تبدیل خواهد شد.

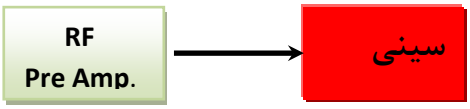


شکل (۵-۱۴)

در صورت بروز عیب فقط کافیست که به LEDهای سبز رنگ برد رابط اکسایتر دقت شود که هم در ورودی ولتاژها قرار دارد و هم بعداز مدار رگولاتور مربوطه.

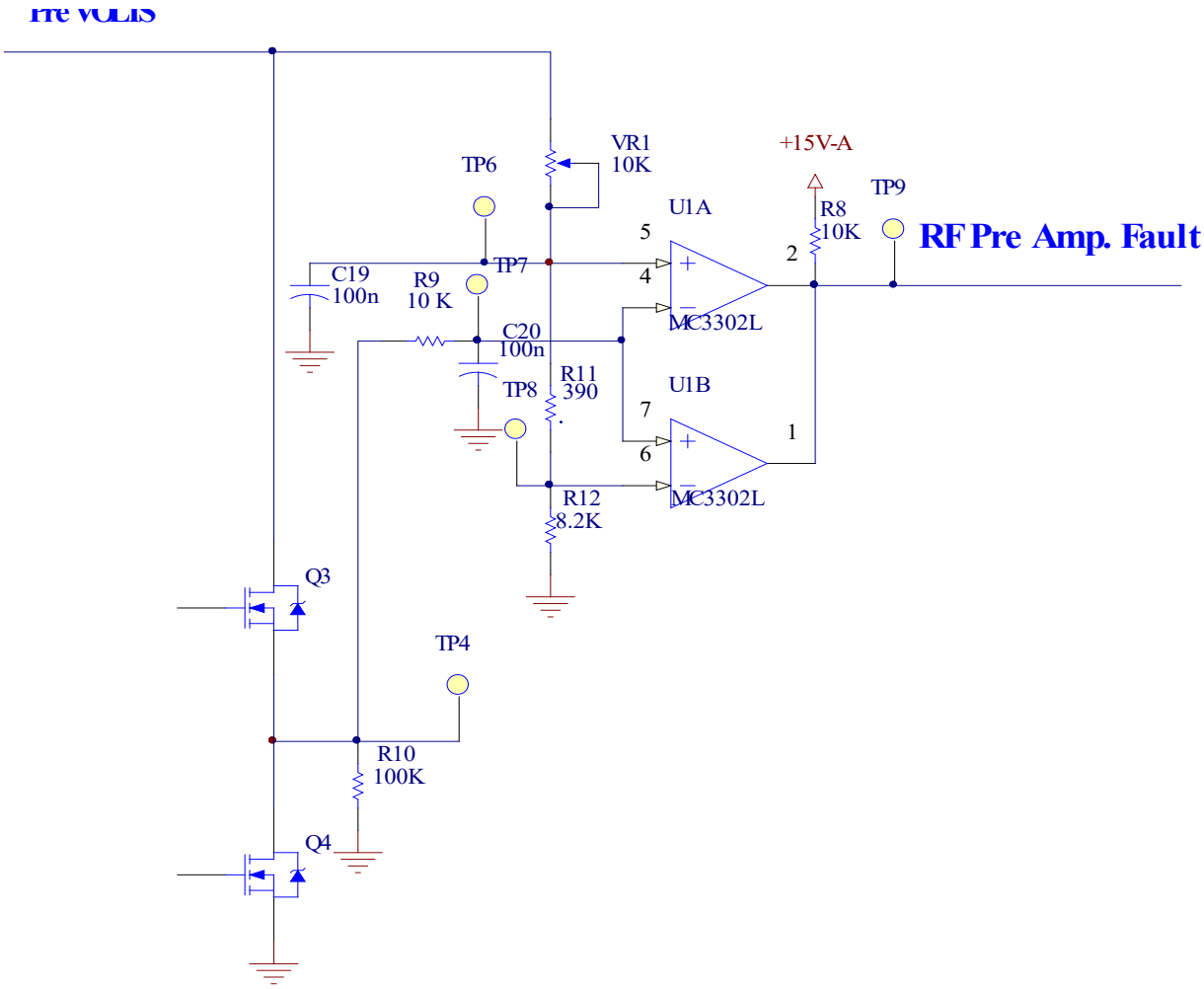
۵-۱-۴-خطای سیگنال RF در مدار پیش تقویت کنندهٔ اولیه .RF Pre Amp

دامنهٔ RF در مدار پیش تقویت کنندهٔ اولیه کنترل می شود و در صورتی که سیگنال RF قطع شود و یا دامنهٔ آن بیش از ۲۰٪ تغییر کند خطای RF Pre Amp. به برد کنترل مرکزی ارسال می شود و با تغییر رنگ آیکون مربوطه باعث قطع پالس PDM می شود.



شکل (۵-۱۵)

شکل (۵-۱۶) مدار کنترل دامنهٔ سیگنال RF را در مدار .RF Pre Amp نشان می دهد.



شکل (۵-۱۶)

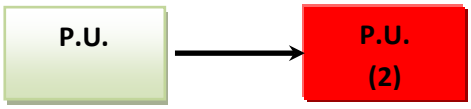
از ولتاژ Pre Volts بعنوان ولتاژ مرجع (Refrence) جهت ای سی های مقایسه کنندهٔ U1A و U1B استفاده گردیده است که این ولتاژ در محل های TP6 برابر 17.5V و TP8 برابر 11.5V می باشد و در محل TP7 برابر 14.5V است، در شرایط عادی در خروجی آی سی ها محل TP9 وضعیت High می باشد لیکن چنانچه خطایی بروز کند وضعیت به Low تبدیل می شود و این خطا به مدار کنترل رابط مرکزی (Central Interface) ارسال و باعث قطع پالس PDM می شود.

این خطا درشرایط زیر رخ می دهد:

- ✓ قطع RF
- ✓ کاهش دامنهٔ RF کمتر از 20Vp-p
- ✓ افزایش دامنهٔ RF بیشتر از 40Vp-p
- ✓ کاهش و یا قطع ولتاژ Pre Volts
- ✓ قطع ولتاژ +15V-A

۵-۱-۵-خطای سینی های قدرت (Power Units)

چنانچه در یکی از سینی های قدرت (Power Units) خطایی بروز کند آیکون P.U. بالایی روی صفحهٔ LCD مرکزی برنگ قرمز تغییر وضعیت می دهد و شمارهٔ سینی مربوطه را نیز قید می کند.



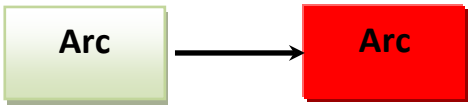
شکل (۵-۱۷)

در سینی های قدرت (P.U.) خطاهای زیر ممکن است بروز کند که در بخش مربوط به این قسمت توضیحات لازم در مورد هر عیب و چگونگی رفع آن داده شده است.

- خطای RF
- خطای ولتاژهای ساخته شده در برد کنترل P.U. (P/S)
- خطای جریان مربوط به هر ۴ ماژول جداگانه
- خطای ولتاژ مربوط به هر ۴ ماژول جداگانه
- خطای دما مربوط به هر ۴ ماژول جداگانه

۵-۱-۶- خطای جرقه Arc

این خطا معمولا" در مدار فیلتر اتفاق می افتد و باعث قطع پالس PDM از طریق مدار کنترل رابط مرکزی (Central Interface) میشود و آیکون مربوط به Arc بر روی صفحهٔ LCD مرکزی برنگ قرمز تغییر وضعیت می دهد



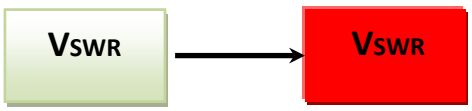
شکل (۵-۱۸)

این خطا درشرایط زیر رخ می دهد:

- ✓ شل بودن محل اتصالات کوئیل ها و خازن ها
- ✓ کم بودن فاصله المان های فیلتر با زمین
- ✓ افزایش بیش از حد قدرت فرستنده
- ✓ برگشتی ناشی از رعد و برق از طریق آنتن

۵-۱-۷- خطای Vswr

این خطا مربوط به برگشتی از آنتن به طرف فرستنده می باشد که چنانچه بیش از ۲/۵٪ قدرت رفت باشد باعث خطای Vswr می شود و منجر به قطع قدرت فرستنده می گردد و آیکون مربوط به Vswr بر روی صفحهٔ LCD مرکزی برنگ قرمز تغییر وضعیت می دهد



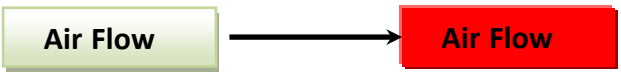
شکل (۵-۱۹)

خطای Vswr در شرایط زیر اتفاق می افتد:

- ✓ عدم تنظیم مدار مچینگ آنتن
- ✓ براثر رعد وبرق
- ✓ سوختن المانی در خروجی فرستنده و اتاق مچینگ آنتن
- ✓ عدم تنظیم مدار Vswr

۵-۱-۸- خطای فن ها Air Flow

در صورتی که میزان جریان هوا که توسط فن ها فراهم می شود از حد معمول کمتر شود خطای Air Flow بر روی صفحهٔ LCD مرکزی ظاهر می شود و آیکون مربوطه برنگ قرمز تغییر وضعیت می دهد



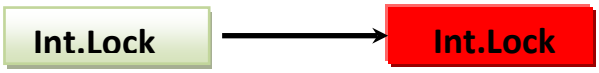
شکل (۵-۲۰)

خطای Air Flow در شرایط زیر اتفاق می افتد:

- ✓ کاهش دور گردش فن ها
- ✓ سوختن بیش از ۳۰٪ از فن ها

۵-۱-۹- خطای درب های فرستنده Int.Lock

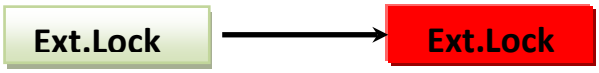
چنانچه یک کدام از درب های فرستنده باز باشد خطای Int.Lock بر روی صفحهٔ LCD مرکزی ظاهر می شود و آیکون مربوطه برنگ قرمز تغییر وضعیت می دهد



شکل (۵-۲۱)

۵-۱-۱۰- خطای درب های خارج از فرستنده Ext.Lock

این خطا مربوط به تجهیزات و امکانات خارج از فرستنده مانند دامی لود، سوئیچ ماتریس، اتاق های مچینگ و آنتن می باشد که دارای میکروسوئیچ هستند و در صورتی که درب هر کدام از آن ها باز باشد خطای Ext.Lock بر روی صفحهٔ LCD مرکزی ظاهر می شود و آیکون مربوطه برنگ قرمز تغییر وضعیت می دهد



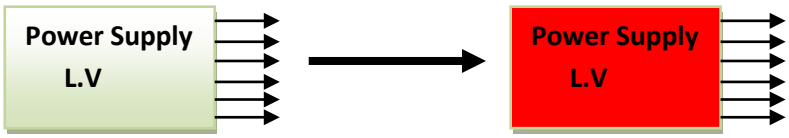
شکل (۵-۲۲)

۵-۱-۱۱- خطای منبع تغذیه ولتاژ کم قدرت Power Supply L.V.

این خطا مربوط به ولتاژهای کم قدرت مانند PA Volts، +48V، Pre Volts، +19V، -19V و +9V می باشد وچنانچه هر کدام از این ولتاژها قطع و یا بیش از ۱۵٪ تغییر کند آیکون مربوط به Power Supply L.V. بر روی صفحهٔ LCD مرکزی به رنگ قرمز تبدیل می شود .

با بروز این خطا چنانچه به صفحهٔ LCD بر روی پانل جلوی منبع تغذیهٔ L.V. رجوع شود، ولتاژی که دچار مشکل گردیده، نشان داده می شود.

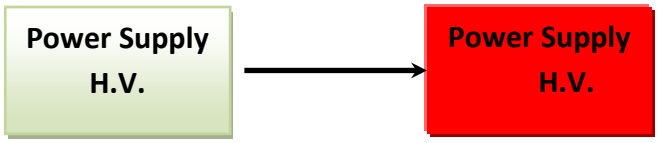
عیب های این طبقه از فرستنده همراه با چگونگی رفع عیب در بخش مربوطه بطور کامل توضیح داده شده است.



شکل (۵-۲۳)

۵-۱-۱۲- خطای منبع تغذیه ولتاژ پر قدرت Power Supply H.V.

این خطا مربوط به منبع تغذیه H.V. می باشد و چنانچه خطایی ناشی از افزایش جریان (Over Current) و افزایش ولتاژ (Over Voltage) و یا هر عیب دیگری در این بخش پیش آید، آیکون مربوط به Power Supply H.V. بر روی صفحهٔ LCD مرکزی به رنگ قرمز تبدیل می شود که عیب های این طبقه از فرستنده همراه با چگونگی رفع عیب در بخش مربوطه بطور کامل توضیح داده شده است.



شکل (۵-۲۴)

۵-۲- نمایشگرهای رقمی

بر روی قسمت فوقانی سمت چپ صفحهٔ LCD مرکزی سه نمایشگر رقمی طراحی گردیده است که وظایف زیر را بعهده دارند:

شکل (a) با انتخاب دکمه های Forward و یا Reflect که در زیر نماشگر مربوطه قرار گرفته می توان قدرت رفت و برگشت فرستنده را مشاهده نمود.

شکل (b) ولتاژ پرقدرت H.V. را نشان می دهد.

شکل (c) با انتخاب دکمه Voltage select در زیر نمایشگر مربوطه می توان ولتاژهای کم قدرت L.V. را مشاهده نمود.

در بالای هر کدام از این نمایشگرها بارگراف وجود دارد که نشان دهندهٔ مقادیر رقمی در نمایشگرهاست.

(a) (b) (c)

شکل (۵-۲۵)

۵-۲-۱- نمایشگرقدرت رفت و برگشت: شکل (a)

این نمایشگر قدرت رفت و برگشت را نشان می دهد. با انتخاب دکمه Forward در زیر نمایشگر می توان قدرت رفت را مشاهده نمود. با انتخاب این دکمه چراغ سبز رنگ سمت راست آن روشن می شود که نشاندهندهٔ این است که نمایشگر قدرت رفت را نشان می دهد. شکل (۵-۲۶)

شکل (۵-۲۶)

نمایشگر قدرت رفت و برگشت در وضعیت Forward سه رقم را با انتخاب دکمه های تعیین قدرت Low، Medium و High نشان می دهد:

در حالت Low، 3KW-در حالت Medium، 6KW و در حالت High، 10KW را بایستی نشان دهد. اگر این مقادیر برای هر حالت کمتر بود نشان می دهد که یک و یا چندتا از ماژول ها از مدار خارج شده اند.

اگر مقادیر صفر باشند نشان می دهد که پالس PDM قطع می باشد. که در این مورد در بخش ۵-۱ توضیح داده شده است.

حال با انتخاب دکمهٔ Reflect می توان قدرت برگشتی را در هر سه حالت Low، Medium و High مشاهده نمود.

چنانچه رقم قدرت برگشتی بیش از ۲.۵٪ باشد فرستنده خطای VSWR می دهد که نشاندهندهٔ عدم تطبیق بین خروجی فرستنده و مدارمچینگ آنتن می باشد.

۵-۲-۳- نمایشگرولتاژ پرقدرت .H.V شکل (b)

این نمایشگر ولتاژ منبع تغذیه .H.V را نشان می دهد که بایستی بدون بارحدود 390V و با بار کامل (فرستنده در حالت تمام قدرت) حدود 360V را نشان دهد.

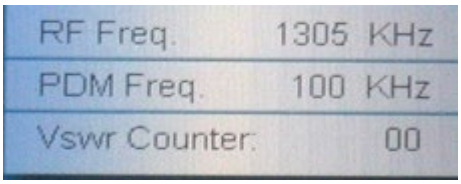
۵-۲-۴- نمایشگرولتاژ کم قدرت .L.V شکل (c)

این نمایشگر ولتاژ منبع تغذیه .L.V را نشان می دهد در زیر این نمایشگر یک دکمه چند وضعیتی مانند شکل (۵-۲۷) وجود دارد که با هر بار انتخاب کردن یک کدام از ولتاژهای .L.V را نشان می دهد و همزمان در سمت راست دکمه ولتاژ مربوطه ثبت می شود.

شکل (۵-۲۷)

۵-۲-۵- نمایشگرفرکانس های RF و PDM و شمارنده تعداد خطاهای VSWR

شکل (۵-۲۸) این نمایشگر را بر روی صفحهٔ LCD مرکزی نشان می دهد. در این نمایشگر موارد زیر نشان داده می شود:



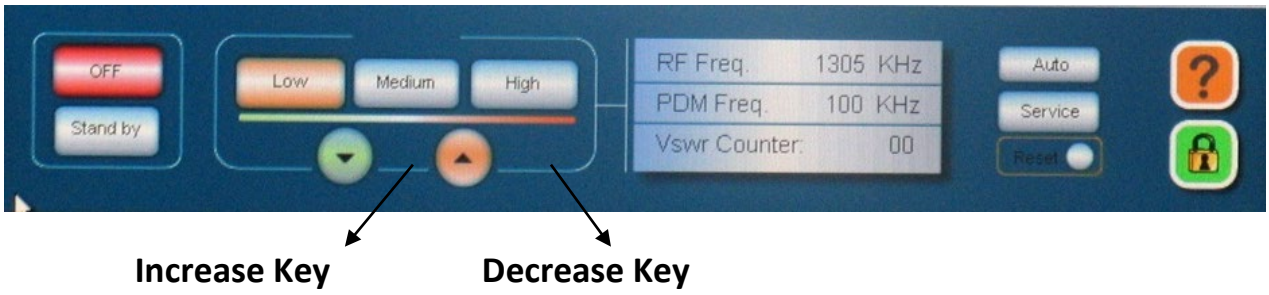
شکل (۵-۲۸)

- ✓ فرکانس RF که در برد DDSساخته می شود. RF Freq.
- ✓ فرکانس PDM که در برد PDM سااخته می شود. PDM Freq.
- ✓ شمارنده تعداد خطاهای VSWR ناشی از برگشتی در فرستنده VSWR Counter

۵-۳- کلیدهای فرمان

همان گونه که در شکل (۵-۲۹) مشاهده می شود در قسمت پائین صفحهٔ LCD مرکزی ۹ عدد کلید وجود دارد که بصورت فینگرتاچ می باشند که با عمل کرد هر کدام رنگ کلید به زرد تبدیل می شود.

اینک در اینجا به وظایف هر کدام از آن ها اشاره می شود.



شکل (۵-۲۹)

۵-۳-۱- کلید فرمان OFF

با اعمال منبع تغذیه .L.V به فرستنده این کلید مطابق با شکل (۵-۲۹) به رنگ قرمز در می آید و زمانی که فرستنده در مدار باشد بازدن این کلید فرستنده کاملا" خاموش (OFF) می شود.

۵-۳-۲- کلید فرمان Standby

هنگامی که این کلید زده می شود، فرمان بر قراری .H.V را به منبع تغذیه مربوطه اعمال می کند در همین حال کلید OFF به رنگ سفید در می آید و کلید Standby تبدیل به رنگ زرد میشود.

بنابراین با زدن کلید Standby فقط ولتاژ پرقدرت .H.V در مدار برقرار می شود و قدرتی بر روی فرستنده وجود ندارد.

۳-۳-۵- کلید فرمان Low

پس از مرحلهٔ Standby، با زدن این کلید، فرستنده در وضعیت Low در می آید و با 3KW قدرت در مدار قرار می گیرد.

۴-۳-۵- کلید فرمان Medium

پس از مرحلهٔ Standby، با زدن این کلید، فرستنده در وضعیت Medium در می آید و با 6KW قدرت در مدار قرار می گیرد.

۵-۳-۵- کلید فرمان High

پس از مرحلهٔ Standby، با زدن این کلید، فرستنده در وضعیت High در می آید و با 10KW قدرت در مدار قرار می گیرد.

۶-۳-۵- کلید فرمان Increase

وقتی فرستنده در یکی از وضعیت های Low، Medium و High قرار می گیرد به وسیله کلید Increase می توان قدرت فرستنده را تا یک سطح بصورت پله ای 100W افزایش داد.

بعنوان مثال: اگر فرستنده در وضعیت Low قرار داشته باشد که 3KW قدرت را نشان می دهد با زدن هر بار کلید Increase، 100W به قدرت فرستنده افزوده می شود به طوری که حداکثر با سی بار قدرت فرستنده به سطح Medium می رسد و کلید Increase دیگر عمل نخواهد کرد مگر این که کلید Medium زده شود تا کلید Increase مجددا" عمل نماید و قدرت را به سطح High برساند.

هر بار که این کلید زده می شود رنگ آن به صورت زرد چشمک زن میشود.

۷-۳-۵- کلید فرمان Decrease

فرمان این کلید دقیقا" عکس کلید Increase عمل می کند

فرستنده در هرسطحی از قدرت باشد می توان با این کلید بصورت پله ای 100W به سطح پائین تر رسید.

۸-۳-۵- کلید فرمان Auto

چنانچه از این کلید استفاده گردد، با قطع و وصل برق شهر فرستنده بطور خودکار در مدار قرار می گیرد .

۹-۳-۵- کلید فرمان Service

استفاده از این کلید در مواقعی خواهد بود که بخواهیم در حین کار فرستنده و سهولت در عیب یابی بعضی از خطاها مانند Int.lock، Ext.lock، Arc و همچنین فرمان Auto نادیده گرفته شود

۱۰-۳-۵- دکمه قفل Lock

با زدن این دکمه صفحهٔ LCD قفل می شود و در نتیجه تمام فرمان ها بر روی این صفحه غیر فعال خواهد شد

۱۱-۳-۵- دکمه کمکی Help

اگر این دکمه زده شود صفحه ای باز می شود که کلیهٔ اطلاعات مربوط به فرستنده و همچنین مجموعه اطلاعات مربوط به ایستگاه رادیویی مانند شماره تلفن ها، موجودی لوازم یدکی، لیست شیفت ها و . . . . را می توان در آن مرور کرد.