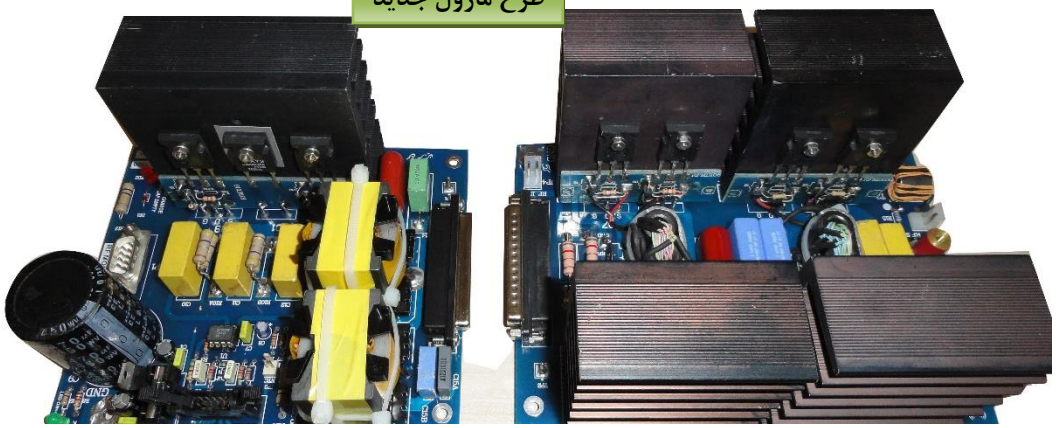
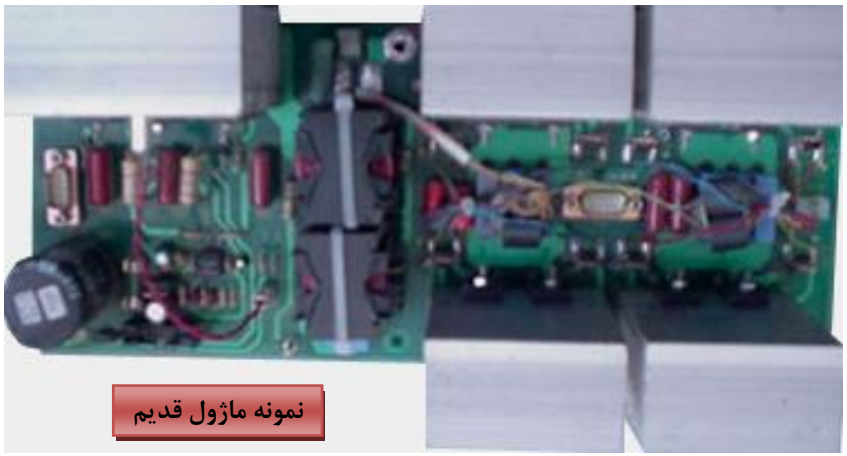
طراحی ماژول جدید فرستنده های رادیویی موج

New RF Module

Mouj Gostar Mobin Co.

طرح ماژول جدید





نمونه ماژول قدیم

مقدمه :

ماژول قدرت از مهمترین و حیاتی ترین اجزای فرستنده های موج متوسط ترانزیستوری می باشد . وجود تعداد زیادی ماژول در فرستنده های پرقدرت باعث شده است تا عملکرد صحیح فرستنده وابسته به صحت و سلامت ماژول ها باشد و همین وابستگی باعث شده تا تعمیر و نگهداری آسان ، سریع ماژول قدرت از مهمترین وظایف پرسنل هر ایستگاه رادیویی باشد. با توجه به برخی مشکلات در ماژول های قدیمی که کار تعمیر و نگهداری ماژول را برای پرسنل مشکل و طولانی کرده بود سعی شد تا با انجام تغیراتی بر روی ماژول قدرت کار تعمیر و نگهداری ماژول را آسان کرده و برخی از نقاط ضعف آن مرتفع شود . این تغیرات که در ادامه به آنها اشاره شده به نحوی می باشد که کاملا با مدل قدیمی سازگار می باشد و برای استفاده از مدل جدید ماژول هیچ نیازی به تغیر بر روی فرستنده نمی باشد و به راحتی می توان جایگزین ماژول قدیمی کرد . امید است با اینکار قدمی هر چند کوچک در افزایش کیفی فرستنده ها برداشته شود .

بخش اول

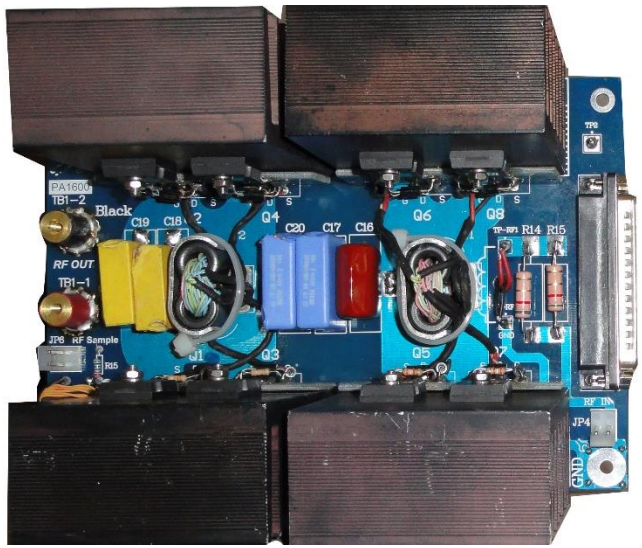
طراحی ماژول های جدید

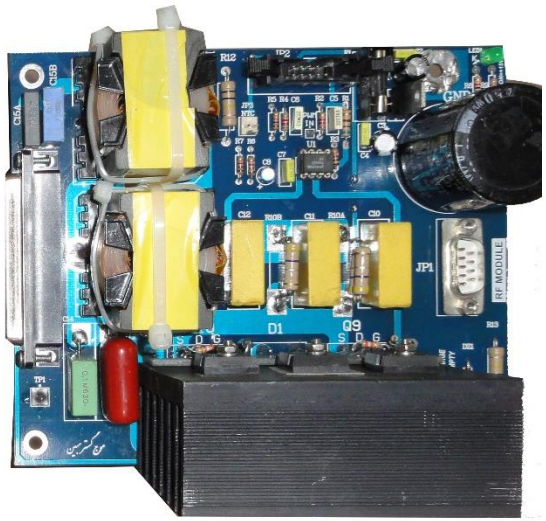
۱- **جداسازی بخش مدولاتور از بخش تقویت کنندهٔ قدرت (RF)**

مهمترین تغییری که در ماژول های قدرت صورت گرفته است، مربوط به **جداسازی بخش مدولاتور از بخش تقویت کنندهٔ قدرت (RF)** می باشد زیرا هربار که ماژول های قدرت دچار آسیب دیدگی کلی در برد می گردیدند ناچارا" کنار گذاشته می شدند در صورتیکه بخش مدولاتور آن قابل استفاده می بود.

از سویی با توجه به قیمت ماژول، هزینهٔ بالایی را بدنبال داشت. براین اساس در طراحی جدید دو بخش مدولاتور و تقویت کنندهٔ قدرت(RF) از طریق کانکتور ۳۷ پین از هم تفکیک گردیدند تا بخش مدولاتور که معمولا" سالم می ماند قابل استفاده گردد و در صورت لزوم فقط بخش تقویت کنندهٔ قدرت(RF) تعویض شود و بدین طریق هزینهٔ نگهداری تا ۵۰٪ کاهش پیدا می کند.

شکل زیر نمای ماژول جدید را نشان می دهد.





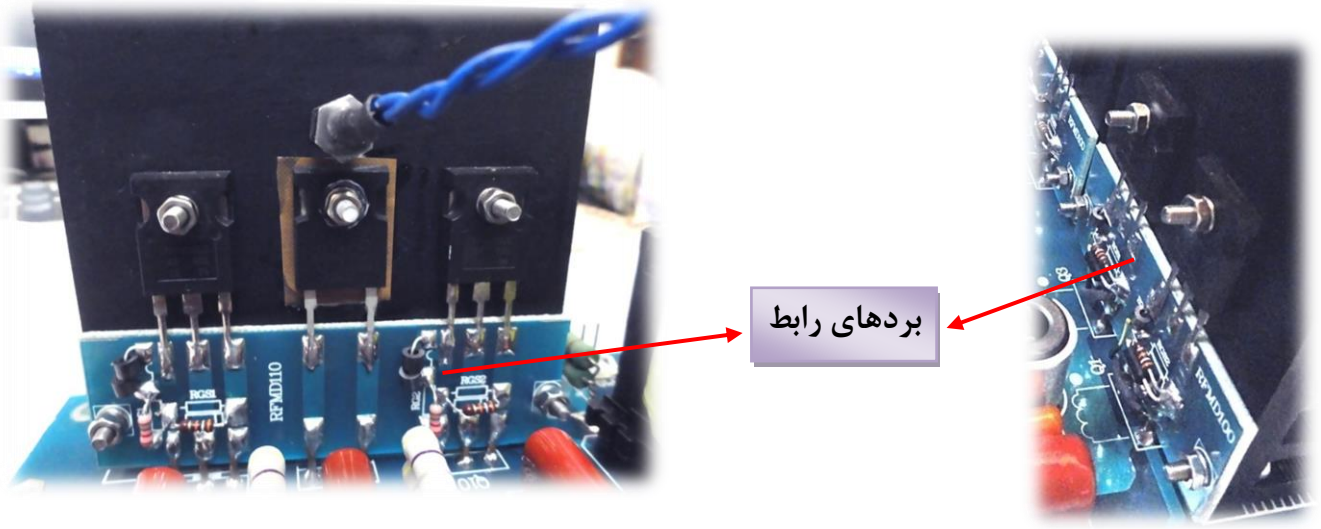
از مزایای دیگر این طرح می توان به این مورد اشاره نمود که هر بخش مدولاتور و تقویت کنندهٔ قدرت را می توان جداگانه تست و تعمیر نمود که از این طریق عیب یابی بسیار آسان می شود. بدین مفهوم که باجابجایی بخش مدولاتور یا بخش تقویت کنندهٔ قدرت در مدار می توان به آسانی نسبت به عملکرد هر بخش اطمینان حاصل نمود.

بنابراین مزایای اجرای این طرح عبارتنداز:

- ✓ - کاهش هزینهٔ نگهداری تا ٪۵۰
- ✓ -عیب یابی سریع و تعمیر آسان
- ✓ -جایگزینی برد به جای برد قدیمی بدون هیچ تغییری
- ✓ -تست و سیگنال گیری هر بخش بطور جداگانه

۲- آسان شدن تعویض تمام ماسفت ها

یکی از حاد ترین مشکلات ماژول های قدیمی سختی در تعویض ماسفت ها بود که برای حل این مشکل مطابق شکل زیر از برد های واسط استفاده شده است . برد های واسط از یک طرف به المانهای قدرت و از طرف دیگر به برد قدرت لحیم شده است .



به کار بردن برد واسط دارای مزایای زیر می باشد :

- ✓ راحتی کار اپراتور در تعویض ماسفت ها در کمترین زمان ممکن
- ✓ مونتاژ و دمونتاژ ماسفت ها به صورت سالم و بدون نیاز به کوتاه کردن پایه آن ها
- ✓ عدم نیاز به باز کردن هیت سینک برای تعویض ماسفت ها
- ✓ راحتی تعویض مقاومت ۳۹ کیلو اهم و کروبار به خاطر قرار گرفتن در برد واسط
- ✓ دفع حرارتی بهتر هیت سینک ها و خنک سازی بیشتر ماسفت ها به خاطر قرار گرفتن ماسفت ها در وسط هیت سینک
- ✓ در صورت اتصالی شدید و انفجار ماسفت ها ماژول قدرت صدمه نخواهد دید و فقط ممکن است برد واسط صدمه ببیند که به سهولت قابل تعویض می باشد.

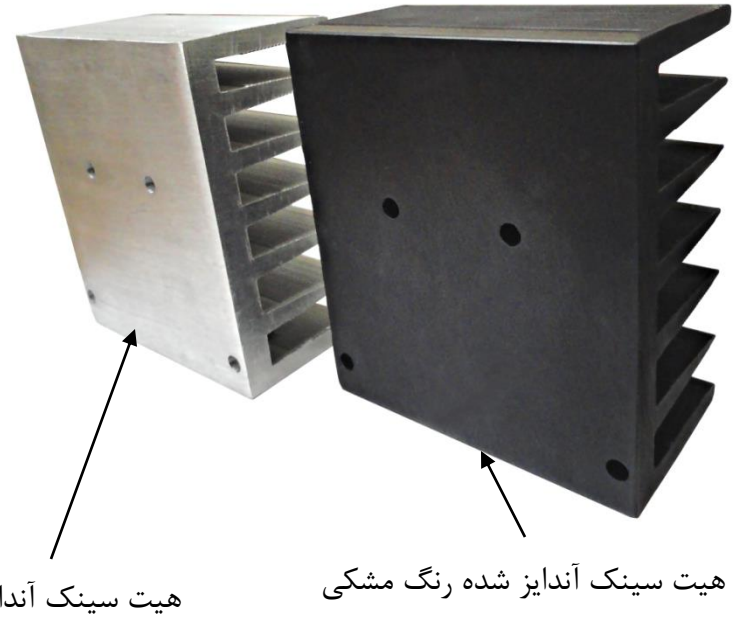
۱- استفاده از ورق مس به جای سیم لاکی برای پیچیدن سلفهای L1 و L2

گرمترین المان بر روی ماژول قدرت سلف های فیلتر می باشند. لدا برای کم کردن حرارت سلف ها از ورق لاتون مسی 1mm/. به جای سیم لاکی استفاده گردیده که دارای مزایای زیر می باشد:

- ✓ کاهش محسوس حرارت سلف ها به نحوی که طبق تست و مقایسه ای که انجام شده ، درجه حرارت سلف های لاتون پیچیده شده ۱۰ درجه کمتر از سلفهای پیچیده شده با سیم لاکی می باشد .
- ✓ افزایش طول عمر سلف ها به خاطر کم شدن دمای آنها .
- ✓ افزایش راندمان ماژول ها و فرستنده .

۲- استفاده از هیت سینک های آندایز شده :

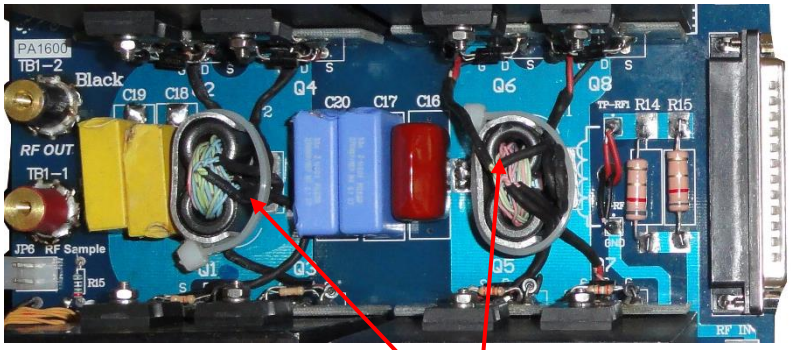
هیت سینک از جنس آلومینیومی آندایز شده در مقایسه با هیت سینک آلومینیومی آندایز نشده حدود ۸ ٪ دفع حرارتی بهتری دارد و این مزیت باعث می شود تا در شرایط یکسان دمای هیت سینک آندایز شده کمتر از هیت سینک آندایز نشده باشد و فشار حرارتی کمتری به ماسفت ها وارد گردد .



۳- قرار دادن ترانس گیت در یک محفظه آلومینیومی

محاسن این کار به شرح زیر است :

- ✓ دراین طرح، از پراکندگی سیم های ترانس گیت جلوگیری شده و بشکل زیبایی سیم بندی اجراء گردیده است.
- ✓ سیم های ترانس گیت مانع لحیم کاری و تعویض ماسفت ها نمی شود .



قاب آلومینیومی ترانس گیت ها

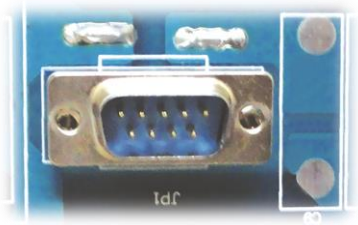
۴- قرار دادن یک مقاومت دشارژ خازن ماژول و LED نشان دهنده شارژ بودن خازن

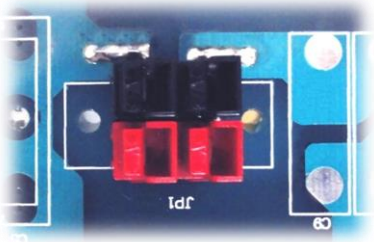
از بزرگترین ایرادات ماژول ها عدم تخلیه خازن الکترولیتی 470µF/450V است که در برخی شرایط پیش می آید و موجب برق گرفتگی اپراتور ها در حین تعویض ماژول می شود که با اضافه کردن مقاومت دشارژ و LED نشان دهنده شارژ بودن خازن محاسن زیر بدست آمده است :

- ✓ تضمین تخلیه خازن ماژول حتی در صورت صدمه دیدن مدار دشارژ اصلی فرستنده .
- ✓ جلوگیری از برق گرفتگی اپراتور حین تعویض ماژول .
- ✓ تخلیه خازن ماژول در مدت ۳۰ ثانیه .
- ✓ LED نشان دهنده شارژ بودن به اپراتور نشان می دهد که خازن ماژول شارژ می باشد و باید تا خاموش شدن LED منتظر بماند .
- ✓ خاموش شدن اتوماتیک LED در صورت کاهش ولتاژ بانک خازنی به زیر ۲۰ ولت .

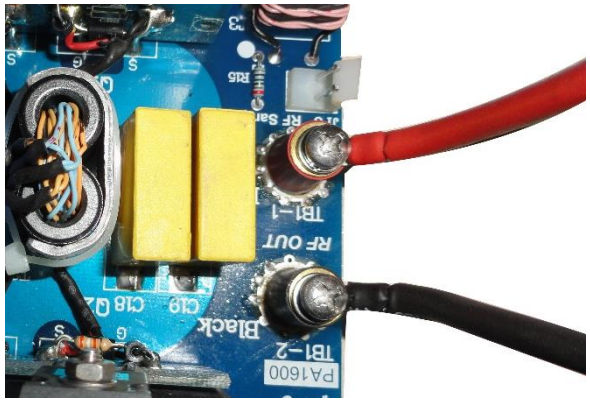
۵- کانکتور خروجی قابل انتخاب :

از جمله مشکلات عمده در ماژول های موجود که بعضا" دچار آتش سوزی برد می شوند ضعیف بودن محل RF خروجی می باشد که از کانکتورهای ۹ پین (DB9) و یا دو پین های قرمز و مشکی مانند شکل زیر استفاده گردیده است.





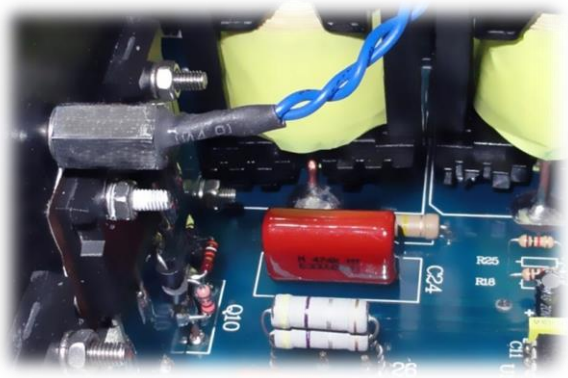
براین اساس جهت رفع این مشکل، در خروجی RF مانند شکل زیر، از دو ترمینال برنجی استفاده گردیده است که با پیچ های نمره ۴ برروی ترمینال ها بسته و توسط دو سیم مشخص قرمز و مشکی به ترانس جمع کننده قدرت لحیم می شود.



۶- استفاده از قطعات مرغوب :

با توجه به اینکه در برخی ایستگاههای رادیویی درصد رطوبت هوا بالا می باشد لذا سعی گردیده تا حد امکان از قطعات مرغوب و مقاوم در برابر خوردگی و رطوبت استفاده شود به همین خاطر از تمام پیچ ها و مهره ها از جنس استیل استفاده گردیده و قطعاتی مانند قاب سنسور دمایNTC از جنس برنج آبکاری شده با نیکل و ضد زنگ می باشد .

قاب سنسور NTC



بخش دوم

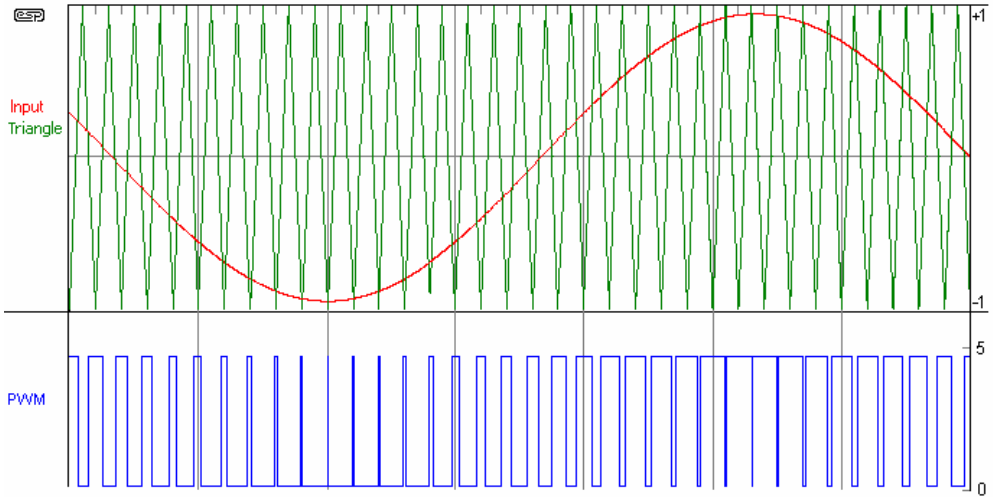
طرز کار ماژول قدرت

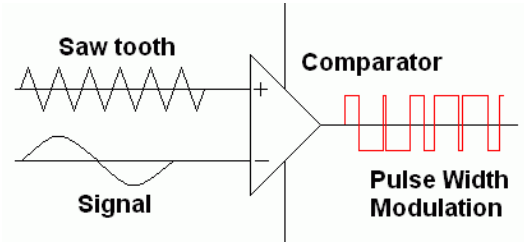
در ماژول قدرت سه کار عمده به شرح زیر انجام می شود :

۱- تقویت صدا به روش PWM :

در فرستنده های ترانزیستوری پر قدرت برای تقویت صدا از تقویت کننده های غیر خطی سوئیچینگ استفاده می شود . در این تقویت کننده ها به جای سیگنال صدای آنالوگ از پالس های مربعی PWM که نماینده سیگنال صدا می باشند برای تقویت صدا استفاده می گردد .

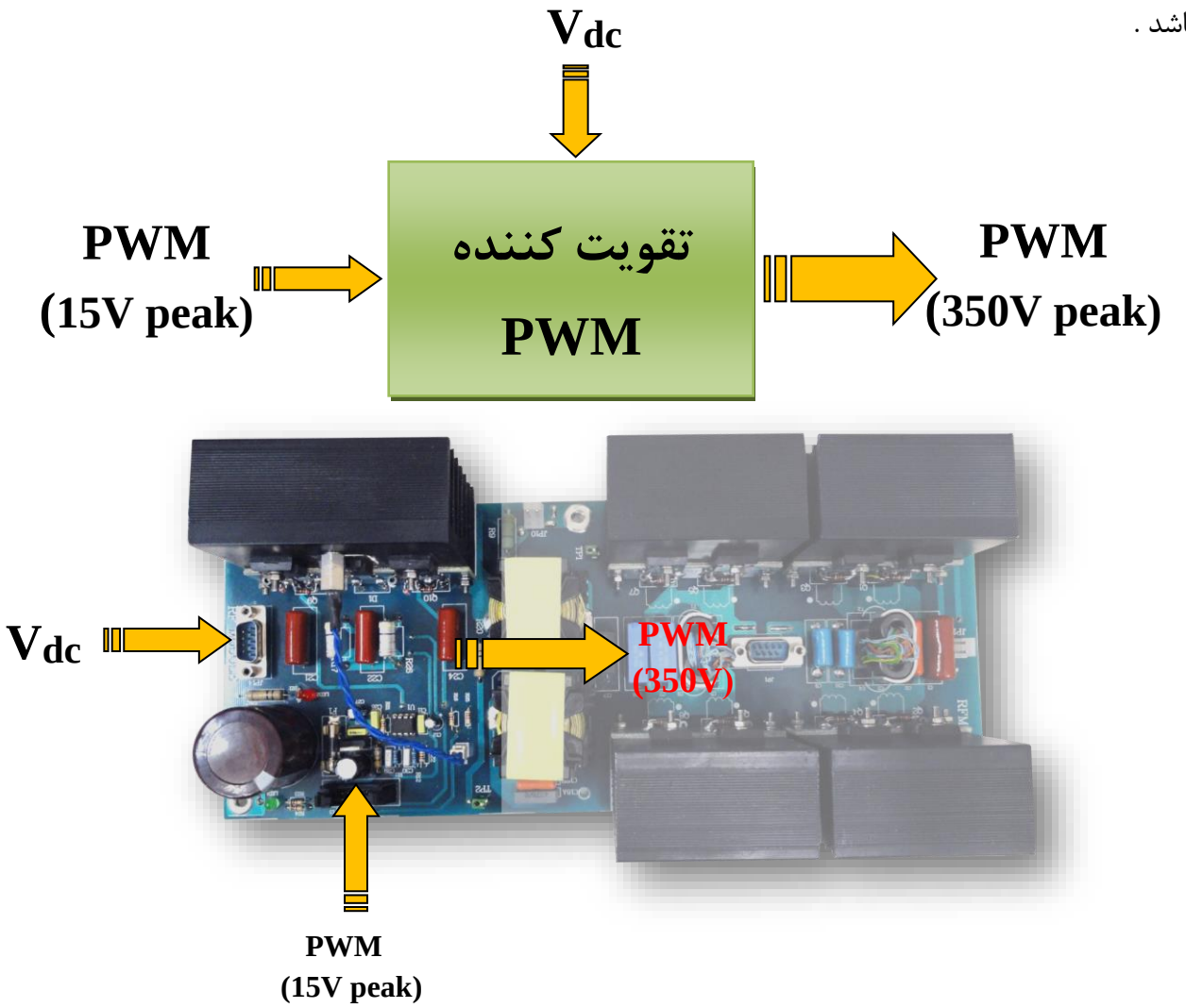
برای تولید پالس PWM در راک کنترل فرستنده سیگنال صدا با یک موج مثلثی با فرکانس بالاتر مقایسه و درخروجی مقایسه کننده پالس های **PWM** تولید می گردد و سپس این پالس ها که نماینده سیگنال صدا می باشند برای تقویت به تمام ماژول های فرستنده ارسال می شوند . علت نام گذاری مدولاسیون عرض پالس به این خاطر است که دامنه پالس های خروجی ثابت می باشد و فقط عرض پالس ها با توجه به تغییر دامنه صدا تغییر می کند .





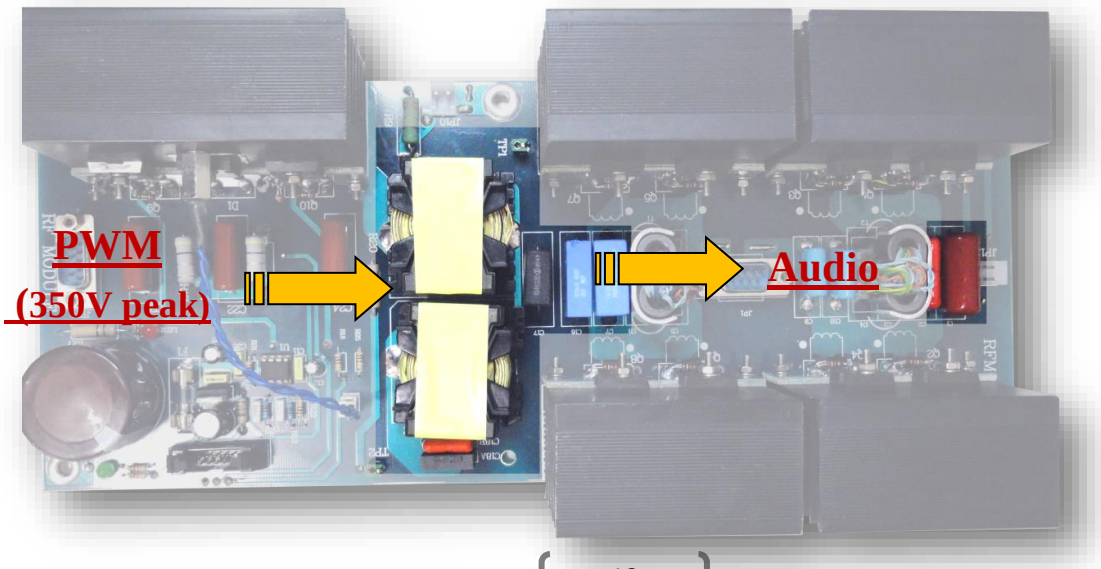
سیگنال PWM که نماینده سیگنال صدا می باشد برای تقویت وارد ماژول شده و سپس در این قسمت، توسط دو عدد ماسفت به اندازه ولتاژ بانک خازنی تقویت می شود .

پس ورودی طبقه تقویت کننده پالس های مربعی PWM با دامنه کم و خروجی آن همان پالس های PWM ولی با دامنه بسیار بالاتر به اندازه ولتاژ بانک خازنی می باشد .



۲- فیلتر

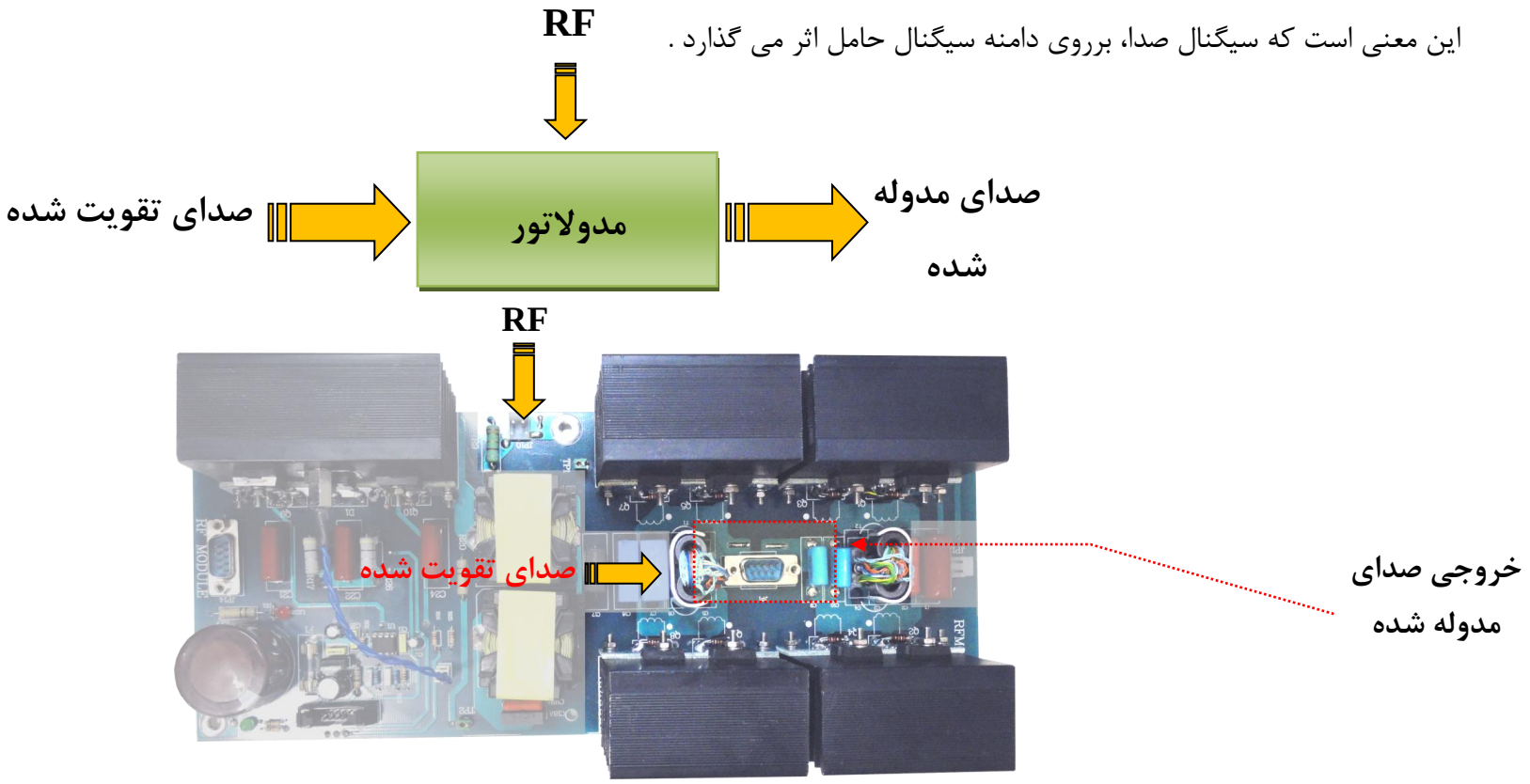
دومین کار اصلی ماژول، فیلتر کردن سیگنال PWM تقویت شده می باشد . همانطور که گفته شد پالس های PWM نماینده سیگنال صدا می باشند و در طبقه اول ماژول تقویت می شوند . پالس های PWM تقویت شده ماهیت دیجیتال دارند و بایستی برای بدست آوردن سیگنال صدای آنالوگ، پالس های PWM را از یک فیلتر پایین گذر عبور داد . به کمک این فیلتر مؤلفه فرکانس بالای سیگنال PWM که هم فرکانس با سیگنال مثلثی می باشد حذف می شود و فقط سیگنال صدای آنالوگ از فیلتر عبور می کند .



۳- مدولاسیون

آخرین کار و مهمترین کاری که در ماژول انجام می شود، مدولاسیون دامنه می باشد . مدولاسیون دامنه به این معنی است که اطلاعات مربوط به سیگنال صدا سوار بر دامنه یک سیگنال دیگری به نام حامل یا کریر **(Carrier)** می شود .

علت استفاده از مدولاسیون عدم امکان ارسال مستقیم سیگنال صدا به خاطر پایین بودن فرکانس صوت می باشد زیرا برای چنین کاری نیاز به آنتنی به طول چندین کیلومتر می باشد . با توجه به مطالب گفته شده فرکانس کریر حتما بسیار بزرگتر از فرکانس صوت می باشد و در باند موج متوسط رادیویی (RF) حدودا بین 520KHZ تا 1620KHZ می باشد . مدولاسیون دامنه یا **(Amplitude Modulation) AM** به این معنی است که سیگنال صدا، برروی دامنه سیگنال حامل اثر می گذارد .



بخش سوم

روش باز و بستن ماژول بر روی سینی

۱- روش بستن ماژول قدرت از روی سینی

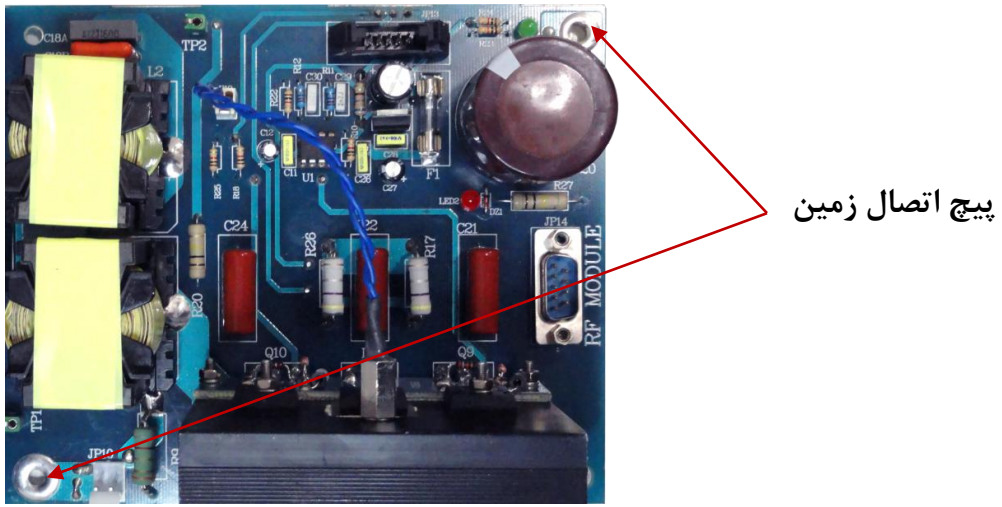
یکی از نکات مهم درمورد ماژول بستن صحیح ماژول داخل سینی می باشد. برای بستن صحیح برد ماژول بر روی سینی باید به نکات زیر توجه ویژه داشت:

۱-- قبل از قرار دادن ماژول در سینی، پیچ و مهره های ماسفت ها و دیود D1 بررسی و در صورت لزوم آچارکشی شود.

۲-قبل از بستن ماژول در سینی، از محکم بودن پیچ ها و اسپیسر ها اطمینان حاصل گردد. اینکار بسیار راحت می باشد و کافی است با پیچ گوشتی ۴ سو مناسب از پشت سینی پیچ های نگهدارنده ماژول را سفت نموده و در صورت هرز بودن یا بریدن پیچ حتما پیچ معیوب با پیچ سالم تعویض شود.

۳- بعد از اطمینان از سفت بودن پیچ نگهدارنده ماژول، برد ماژول را در جای خود قرار داده و مهره ها از روبرو بسته شوند . در بستن مهره های ماژول به نکات زیر توجه گردد :

- ✓ حتما از آچار بکس شماره ۷ برای بستن استفاده شود .
- ✓ در صورت هرز بودن یا بریدن پیچ یا مهره ، حتما پیچ و مهره و در صورت نیاز اسپیسر نیز تعویض شود .



- ✓ دو پیچ ماژول که در شکل زیر نشان داده شده علاوه برای نگهداشتن ماژول ، اتصال الکتریکی زمین را نیز برقرار می کند لذا از بسته شدن این دو پیچ حتما" اطمینان حاصل گردد .
- ✓ در صورت استفاده از مهره معمولی از واشر تخت و فنری برای بستن دو پیچ زمین استفاده گردد.

۱- کانکتور ۹ پین تغذیه بسته شوند و دو پیچ کناری کانکتور با پیچ گوشتی ۲ سو کوچک کامل سفت گردند .

۲- کانکتور ۲ پین RF در جای خود بسته شود .

۳- سیم های قرمز و مشکی RF خروجی با پیچ ۴×۱۰ همراه با واشر تخت و فنری ۴ محکم برروی ترمینال های مشخص قرمز و مشکی بسته شوند. دقت گردد که محکم بودن این پیچ ها بسیار مهم و اساسی است و چنانچه در جای خود محکم نباشند بدلیل وجود ولتاژ بالای ناشی از دیگر ماژول ها، باعث جرقه زدن و در پی آن آتش گرفتن برد می شود. لذا در این راستا به دو نکتهٔ مهم باید توجه داشت که: سیم ها هر کدام براساس رنگشان به ترمینال هم رنگ خود پیچ شوند و نکتهٔ بسیار مهم دیگر اینکه این پیچ ها بسیار محکم شوند.

۴- بعد از اطمینان از بسته بودن تمام مهره ها و کانکتورها، سینی را به حالت افقی قرار دهید و با تکان دادن سینی ازجا نگذاشتن پیچ ، مهره و هر وسیله اضافی در داخل سینی یا بر روی ماژول، اطمینان حاصل گردد .

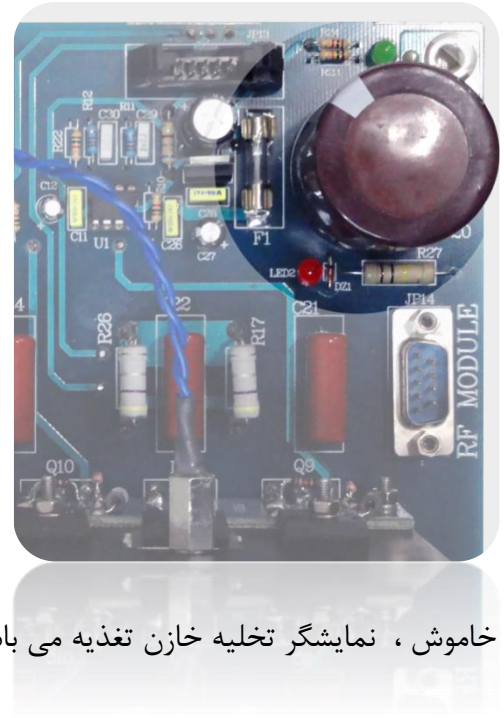
۵- نکاتی که در مورد بستن ماژول مطرح شد، بسیار مهم می باشد و در صورت بی دقتی و عدم توجه به این نکات احتمال وقوع صدمات جبران ناپذیر، به ماژول وجود خواهد داشت .

۴- روش باز کردن ماژول قدرت از روی سینی

برای باز کردن ماژول از روی سینی به روش زیر عمل کنید

۱- از خالی بودن خازن تغذیه ماژول مطمئن شوید .

در سری جدید ماژول ها برای تخلیه خازن تغذیه ماژول ، مقاومت و LED نشان دهنده وضعیت ولتاژ بانک خازنی در نظر گرفته شده است لذا در مدت زمان حدود ۳۰ ثانیه خازن ماژول تخلیه می گردد. برای آگاه شدن اپراتور از تخلیه خازن تغذیه ماژول از LED قرمز استفاده شده است . در صورتی که ولتاژ بانک خازنی از ۱۸ ولت بیشتر باشد این LED قرمز روشن شده و به منزله خطر برق گرفتگی برای اپراتور می باشد و در صورتی که ولتاژ خازن ماژول به زیر ۱۸ ولت برسد این LED به طور اتوماتیک خاموش خواهد شد که نشان دهندهٔ تخلیه خازن می باشد .



LED خاموش ، نمایشگر تخلیه خازن تغذیه می باشد

LED روشن ، نمایشگر شارژ بودن خازن تغذیه می باشد

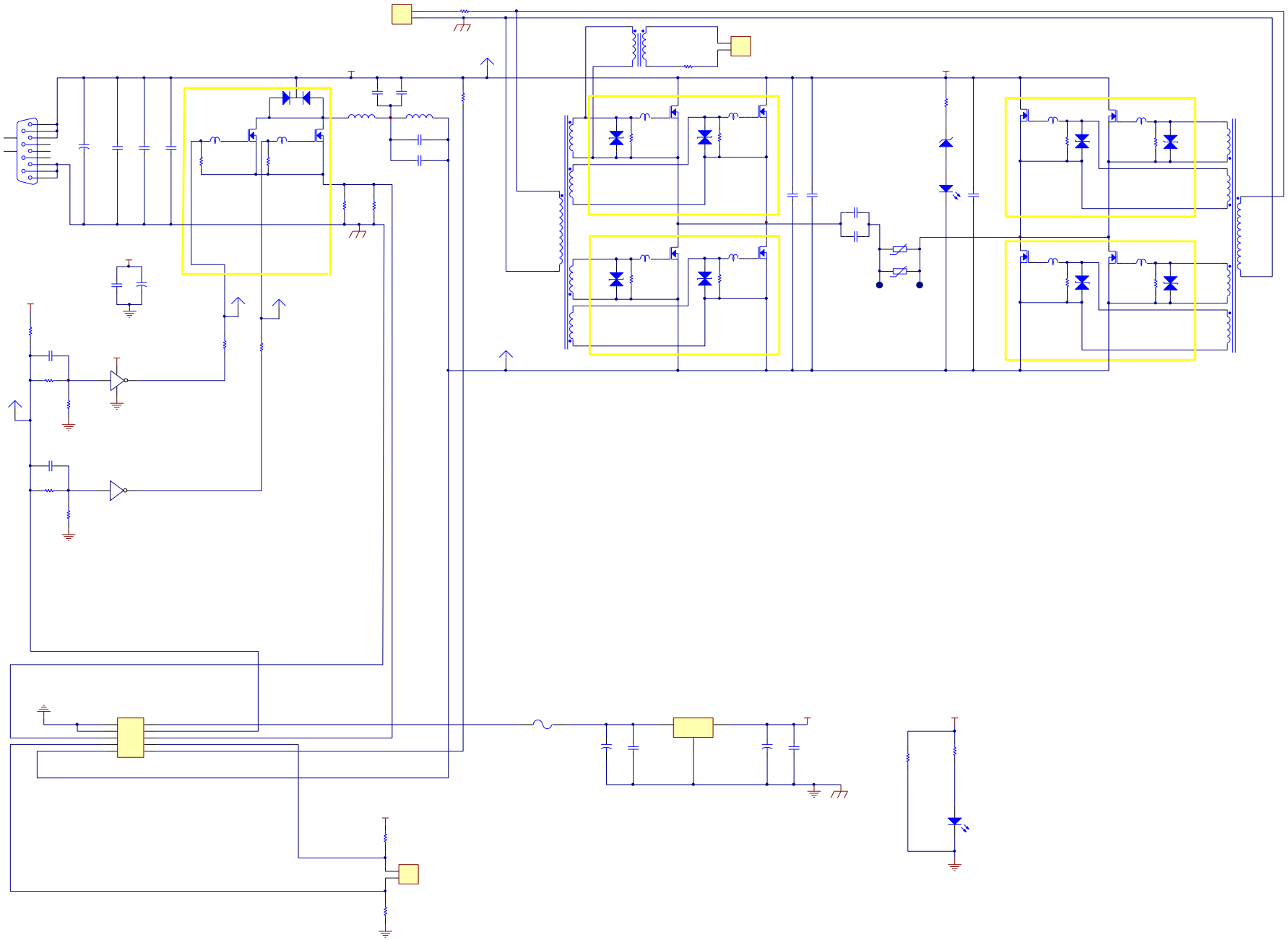
در مورد ماژول هایی که مقاومت دشارژ ندارند از اتصال کوتاه کردن خازن ماژول اجتناب شود، زیرا باعث کم شدن طول عمر خازن تغذیه می گردد . در این موارد از هویه و یا مصرف کننده الکتریکی دیگری برای تخلیه خازن استفاده شود .

۲- ابتدا کانکتور ها را باز کرده و سپس مهره ها را باز کنید . برای اینکار حتما از آچار بکس ۷ استفاده گردد.

نکته مهم : هرگز پیچ و مهره باز شده و سایر ابزار و وسایل را در داخل سینی قرار ندهید چون امکان دارد به زیر ماژول های دیگر رفته و در صورت فراموشی باعث اتصالی و صدمه دیدن ماژول شود .

لذا پیشنهاد می شود همیشه از یک ظرف کوچک جهت قرار دادن این وسائل استفاده گردد .

تهیه کننده: محمد مبینی



MOUJ GOSTAR MOBIN

MW BROADCAST TRANSMITTER

Item	Quantity	Reference	Part	
1	2	B1,B2	BEAD	
2	3	CR1,CR2(P6KE20CA)	18V	
3	1	C1	470uF/25V	
4	1	C2	100nF/100V	
5	1	C3	100uF/25V	
4	1	C4	100nF/100V	
5	1	C5	2.2nF/100V	
6	1	C6	2.2nF/100V	
5	1	C7	100nF/100V	
5	1	C8	10uF/25V	
5	1	C9	470uF/450V	
4	3	C10,C11,C12	470nF/630V,(400V)	
9	1	C13	100nf/630v	
10	1	C14	180nf/630v	
11	1	C15A	4.7nF/630V	Sum. Cap.=20nF
12	1	C15B	15nF/1000V	15n+4.7n=19.7nF/630V
9	1	C16	12nF/1600V	Sum. Cap.=87nF
10	1	C17	33nF/1600V	5×15n+12n=87nF/1600V
13	1	C20	47nF/1600V	
17	2	C18,C19	470nF/630V (output cap.)	
18	1	D1	DSEI30-06A	
19	1	F1	0.5A	
20	1	JP1	CONNECTOR DB9(DC INPUT)	

21	1	JP2	HEADER 5X2
22	2	JP3,JP4	CONNECTOR DB37
23	1	LED1	GREEN(+15V OK)
24	1	LED2	RED (CAP. CHARGE/EMPTY)
25	1	L1	144uH
26	1	L2	125uH
27	10	Q1,Q2,Q3,Q4,Q5, Q6,Q7,Q8,Q9,Q10	IRFP450LC
28	2	RGS1,RGS2	39K
29	2	RG1,RG2	2.2
30	1	R1	680
31	2	R2,R4	1.2K
32	5	R3,R5,R6,R7,R8	1K
33	1	R9	10K
34	2	R14,R15	8.2/3W
35	1	R16	100
36	2	R10,R11	0.47/3W
37	1	R12,R13	100K/3W
38	10	T1,T2	Trans Gate 14/3
39	2	TB1-1,TB1-2	RF OUT
40	1	U1	DS0026 or TC1426CPA
41	1	U2	7815