

به نام خدا

منبع تغذیه دوبل خطی ۰-۳۰ ولت ۳ آمپر

Line Dual Power Supply 0-30V 3A

سید محمد صدر

<http://Electronics.mihanblog.com/>

<https://t.me/IEEE471/>

ایمیل:

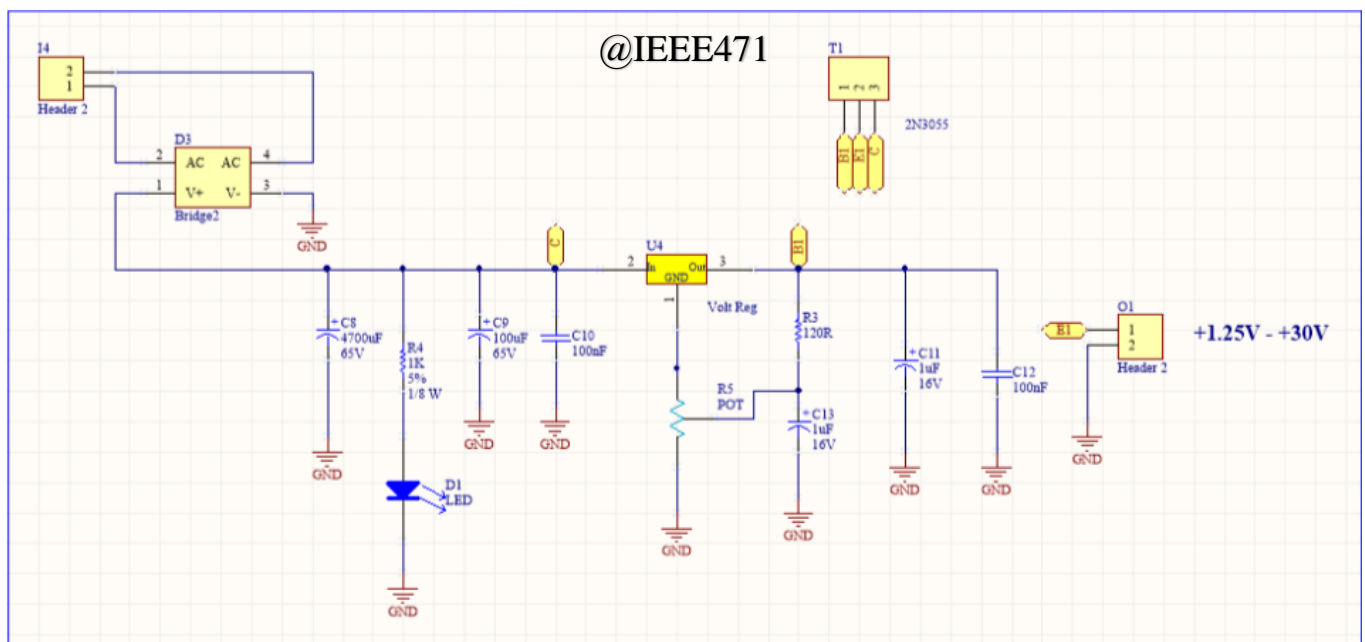
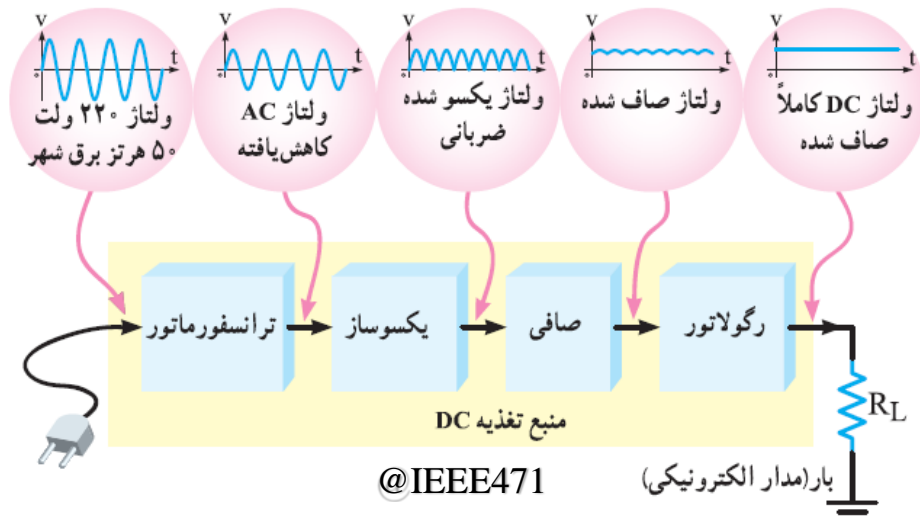
msadr471@gmail.com

sadr471@gmail.com

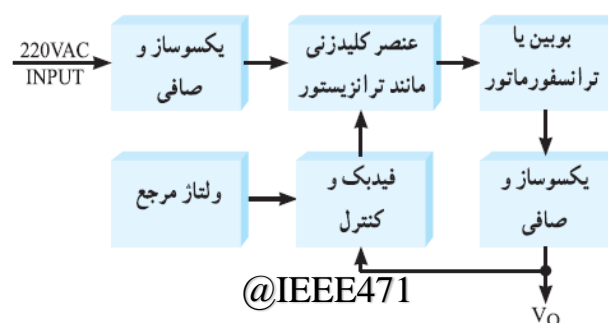
ویرایش اول

۱-۱ آشنایی با منبع تغذیه خطی

در منابع تغذیه خطی توان ۴۰ درصد تلف می‌شود که قابل توجه می‌باشد ولی در کل تثبیت خوبی دارند و نیاز ما در توان‌های پایین را برطرف می‌کند و در این مدارات حجم ترانسفورماتور نیز زیاد می‌باشد. راندمان آن‌ها پایین می‌باشد و در توان‌های بالا نیاز به رادیاتور (هیت سینک) داشته باشد. این مقایسه‌ها نسبت به منابع تغذیه سوئیچینگ می‌باشد و در کل همین منابع تغذیه خطی نیاز ما را برآورده می‌کند. اما برای جای کمتر، راندمان بالا، دقت بیشتر و هزینه بالا یک منبع تغذیه سوئیچینگ بنظر خوب می‌رسد. البته راندمان بالا به معنای این است که تلفات توان کم می‌شود و به اندازه همان توان تلف شده در منبع تغذیه سوئیچینگ نسبت به خطی هم به بار می‌رسد. خب به این نکته هم توجه کنید که طراحی منابع تغذیه خطی به مراتب از منابع سوئیچینگ ساده تر و راحت تر می‌باشد، طراحی منبع سوئیچینگ دشوار می‌باشد. خب در شکل زیر بلوک منبع تغذیه خطی رو می‌بینید.



همان طور که مشاهده می‌کنید این مدار بسیار ساده که از عهده یک دانش آموز هنرستانی هم برمی‌آید! حال شکل زیر را مشاهده کنید. این خیلی دشوار تر از این بالایی هست!



تحلیل این مدار و محاسبات این به مراتب دشوار تر از بالایی می باشد. به صورتی که در منابع خطی برای تهیه ولتاژ مثلاً ۵ ولت براحتی یک رگولاتور ۵ ولت در مسیر یک ولتاژ بیش از ۵ ولت قرار داده و با دو تا خازن و چند تا دیود در صورت یکسو یا صاف نبودن قرار می دهید و ولتاژ خود رو تأمین می کنید. به همین راحتی، ولی در منابع سوئیچینگ کار به این راحتی نیست! و باید بشینی حساب کتاب کنی مثلاً جریان بار رو محاسبه کنی، مقاومت بار تعیین ولتاژ مرجع، محاسبه و طراحی ترانسفورماتور و تعیین ترانزیستور مناسب و کار با اپ-امپ ها.

خب حال کدوم راه آسون تره؟ برای چی دنیا به سمت منابع سوئیچینگ میره؟ برای کاهش مصرف و کاهش تلفات توان در وسایل الکترونیکی و کاهش حجم ادوات الکترونیکی (با افزایش فرکانس قطعات الکترونیکی کوچک می شوند). خب مسلماً برای منی که توی خونه نشستم و قصد دارم با هزینه کم تر یه منبع تغذیه درست کنم که مصرفش برام مهم نیست (نسبت به سوئیچینگ برای شما هیچ فرقی نداره!) چرا باید این قدر هزینه کنم. مگه میخوام چه کنم! این منابع تغذیه سوئیچینگ در ابعاد زیاد که شما یک باتری دارین مثل باتری موبایل که قصد دارید شارژ بیشتر و مدت زمان بیشتری برای شما کار کنه اون وقته که به این مدار نیاز دارید. فرکانس کار گوشی در حد چند گیگاهرتز می باشد و از تکنولوژی هایی که بسیار مصرف کمی دارن استفاده می شود.

۱-۲ طراحی مدار و شبیه سازی

در این منبع تغذیه برای تثبیت ولتاژ و دریافت ولتاژهای متغییر از رگولاتورهای خطی استفاده کردیم. به همین دلیل ساخت این مدار بسیار ساده می باشد. برای خنک کردن رگولاتورها هم حتماً از گرماگیر یا هیتسینک استفاده شود. خب مدار چند بخش می شود که به شرح زیر می باشد:

۱- ۲۲۰ ولت ۵۰ هرتز برق شهر

۲- ترانس مبدل ۲۲۰ به ۲۴ ولت ۳ آمپر

۳- یکسوساز دیودی یا پل دیودی ۴ آمپر به بالا

۴- صافی ها

۵- نشان دهنده وضعیت مدار

۶- رگولاتور

۷- تنظیم کننده ها

۸- صافی ها

۹- بار یا مصرف کننده

خب این منبع تغذیه ۴ خروجی که دوتا متغیر و دوتای دیگر ثابت هستند. دوتا متغیر ۰-۳۰ ولت و دوتای دیگر، یکی ۵ ولت و دیگری ۱۲ ولت می باشد. البته دست شما باز هست و می توانید در این مدار تغییر ایجاد کنید و به هر کدام از این ولتاژها نیاز نداشتید و فقط یک ۰-۳۰ ولت تنها خواستید می توانید آن را حذف کنید.

این مدار با حداکثر امکانات فراهم شده و قصد انجام هر کاری داشته باشید به راحتی می توانید روی این مدار اجرا کنید (حذف کنید یا اضافه کنید) و هیچ مشکلی برای مدار پیش نخواهد آمد، فقط در صورت هر گونه تغییر به نیازهای خود نیز توجه کنید. در غیر این صورت ممکن است به بار یا مدار شما آسیب برسد.

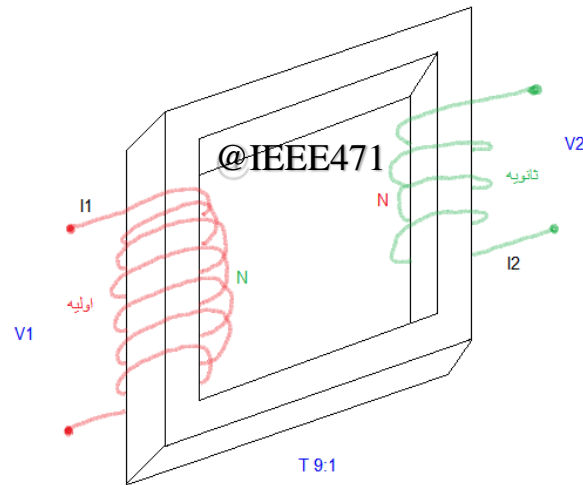
خب حال به سراغ تعریف هر یک از بخش های این مدار می پردازیم:

۱-۲-۱ ولت ۲۲۰ ۵۰ هرتز برق شهر

این بخش که ورودی مدار ما میباشد که از برق شهر باید تغذیه شود حداقل ولتاژ ۲۰۰ ولت و حداکثر ۲۴۰ ولت می باشد و فرکانس کار مدار هم ۵۰ هرتز برق شهر می باشد. از طریق کابل به سر اولیه ترانسفورماتور متصل می شود و بعد از تبدیل به ۲۴ ولت می رسد. ۲۴ ولت نیز از سر ثانویه ترانسفورماتور دریافت شده و به بخش یکسوساز می رسد.

۱-۲-۲ ترانس مبدل ۲۲۰ به ۲۴ ولت ۳ آمپر

خب مسلماً ما نمی توانیم برق شهر را مستقیم مورد استفاده قرار داد. این یکی از اشکالات منابع تغذیه خطی می باشد ولی در منابع سوئیچینگ این مشکل وجود ندارد. خب ما نیازمند ۲۴ ولت برق با فرکانس ۵۰ هرتز هستیم که با استفاده از ترانس ای کار انجام می شود، البته این نکته هم مهم هست که ترانس ولتاژ را کاهش می دهد و جریان را افزایش می دهد و در فرکانس برق دخالت ندارد.



خب در شکل قبل یک ترانسفورماتور به صورت ساده نشان داده شده است (البته نحوه سیم پیچی ترانس مدار منبع تغذیه به این شکل نیست، به دلیل این که با نحوه کار ترانس و نحوه تبدیل ولتاژ آشنا شوید به صورت ساده کشیده شده است) خب حال ببینیم این ترانس چگونه کار می کند. با توجه به فرمول زیر نحوه تبدیل ولتاژ، جریان و تعداد دور و نسبت تبدیل آشنا می شوید.

$$K = \frac{V1}{V2} = \frac{N1}{N2} = \frac{I2}{I1}$$

خب در این معادله همان طور که مشاهده می کنید:

K نسبت تبدیل ترانس گویند و V1 ولتاژ اولیه و V2 ولتاژ ثانویه و N1 و N2، I1 و I2 به ترتیب تعداد دور اولیه، ثانویه و جریان اولیه و جریان ثانویه می باشد.

خب در شکل قبل ترانس از نوع کاهنده است، اما کاهنده منظور ولتاژ می باشد ولی این ترانس جریان را افزایش می دهد. ترانس افزایش دهنده ولتاژ را افزایش می دهد و جریان را کاهش می دهد این نوع ترانس در مداراتی که جریان زیاد مورد نیاز نباشد مانند قسمت High Voltage تلویزیون های لامپ تصویر. البته این ها فقط برای آشنایی و بهتر شناختن ترانس می باشد و نیاز به طراحی ترانس نیست؛ ترانس درست کردن یکی از بدترین کارها و خسته کننده ترین کارها در این رشته هست! واقعاً سیم پیچی سخت و دشوار هست!

خب ترانس ۲۲۰ به ۲۴ ولت ۳ آمپر رو تهیه کنید و استفاده کنید و قیمت آن حداکثر ۱۵ یا ۲۰ هزار تومان بشه.

۱-۲-۳ یکسوساز دیودی یا پل دیودی

برای داشتن یک ولتاژ یک طرفه یا DC ضربان دار بایستی که ولتاژ سینوسی ترانس که از برق شهر دریافت شده است رو DC کرد و با استفاده از صافی ها آن را کاملاً صاف کرد سپس در رگولاتورها مورد استفاده قرار دارد. دیود یا پل دیودی وظیفه یکسو کردن برق متناوب برق شهر (ترانس) را برعهده داد که در نیم سیکل منفی ولتاژ وجود نداشته باشد. یعنی دیود فقط در یکسو هادی می باشد و در طرف دیگر جریان از خود عبور نمی دهد. در شکل زیر ولتاژ برق شهر (ترانس) را مشاهده می کنید. این ولتاژ با مقدار موثر ۲۴ ولت می باشد و حداکثر آن یا دامنه پیک آن ۳۴ ولت می باشد.



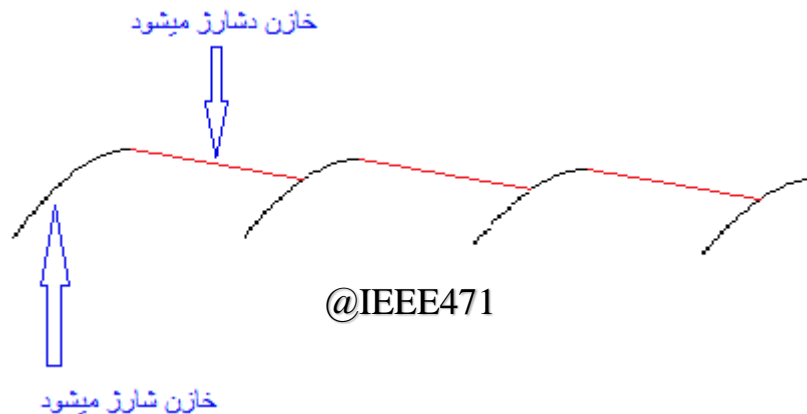
خب این ولتاژ نیاز ما رو برطرف نمی کند، فرض کنید قصد دارید یک LED را روشن کنید (ثابت) اگر این ولتاژ سینوسی را به او بدهید LED به صورت چشمک زن کار خواهد کرد (البته ولتاژ ۲۴ آگه به LED بدید باید با اون خداحافظی کرد حدوداً ۵ ولت سینوسی خوبه). پس باید کاری کرد که این ولتاژ یکسو شود و در نیم سیکل منفی ولتاژی نباشد، به سراغ دیود میرویم که ولتاژ رو برای ما یکسو کند. البته این بحث یکسوسازی خودش یه بحث مفصله که واردش نمی شم و فقط بدونید که ولتاژ بعد از یکسوسازی به صورت زیر می شود.



حال که ولتاژ را یکسو کردیم باید آن را به صافی‌ها بدهیم، اگر همین رو به همین صورت به LED وصل کنید، LED باز خاموش و روشن می‌شود، (البته اگر ولتاژ سینوسی قبل که از ترانس دریافت می‌شد را به یک موتور DC می‌دادید موتور در هر چند دهم ثانیه جهت چرخش آن عوض می‌شد ولی اگه به ولتاژ یکسو شده بدهید جهت چرخش عوض نمی‌شد و فقط سرعت حرکت آن در بین دو نیم سیکل کم می‌شد).

۱-۲-۴ صافی‌ها

منظور از صافی‌ها همان خازن‌ها می‌باشد که برای صاف کردن ولتاژ یکسو شده به کار می‌رود. یعنی خازن در شیب مثبت سیکل‌ها شارژ شده و ولتاژ خروجی دیود که به صفر میل می‌کند دیگر استفاده ای ندارد و ولتاژ خروجی را از خازن شارژ شده دریافت می‌کنیم، دیگر شیب منفی وجود ندارد و ولتاژ صاف می‌شود. برای درک بهتر به شکل زیر توجه کنید، البته این شکل مربوط به زمانی است که شما مدار را به مصرف کننده وصل کردید و شکل موج به طور کامل صاف نیست، اگر بار را از مدار جدا کنید شکل موج کاملاً صاف می‌شود. هرچه بار جریان کمتری از خازن‌ها دریافت کند شکل موج صاف تر می‌باشد. در شکل بعد هم شکل موج در حالت بدون بار را مشاهده می‌کنید.



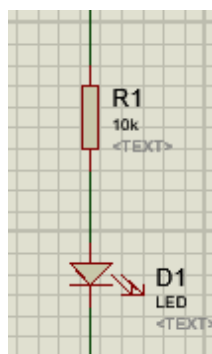
در حالت وجود بار



این بخش صافی‌ها نیز بحث مفصل دارد که وارد آن نمی‌شوم.

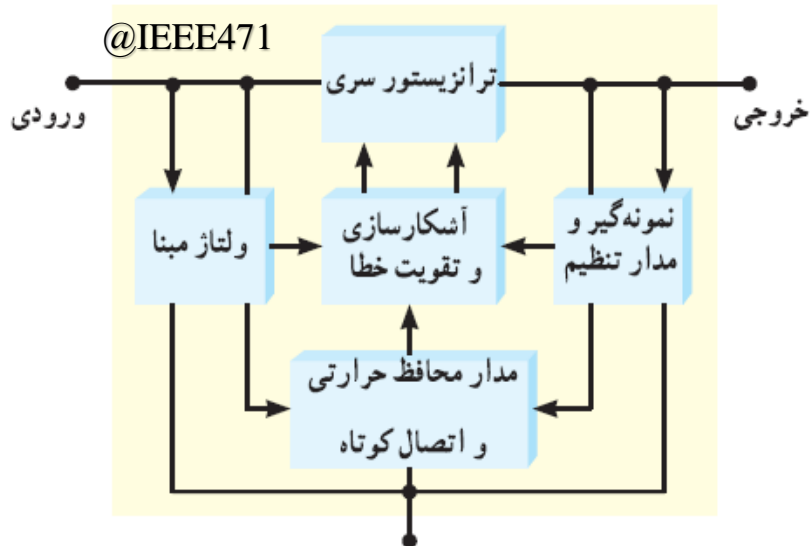
۱-۲-۵ وضعیت مدار

این بخش از یک LED و یک مقاومت چند کیلو برای نشان دادن وجود جریان در مدار می‌باشد.

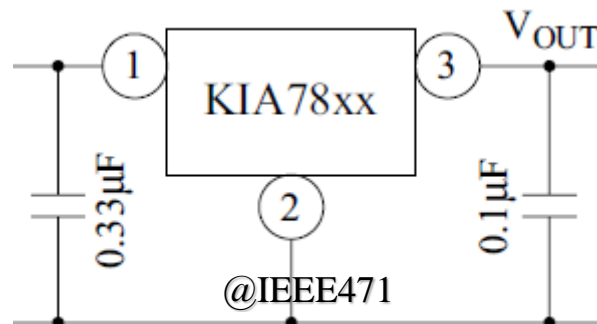


۱-۲-۶ رگولاتور

حال به بخش خیلی مهم این مدار، یا قبل مدار می‌رسیم. برای تثبیت ولتاژ و این که ولتاژ خروجی ما هیچ گونه تغییری نکند از این قطعه استفاده می‌کنیم. خب اول بدانیم این قطعه چگونه کار می‌کند (البته به طور مختصر):



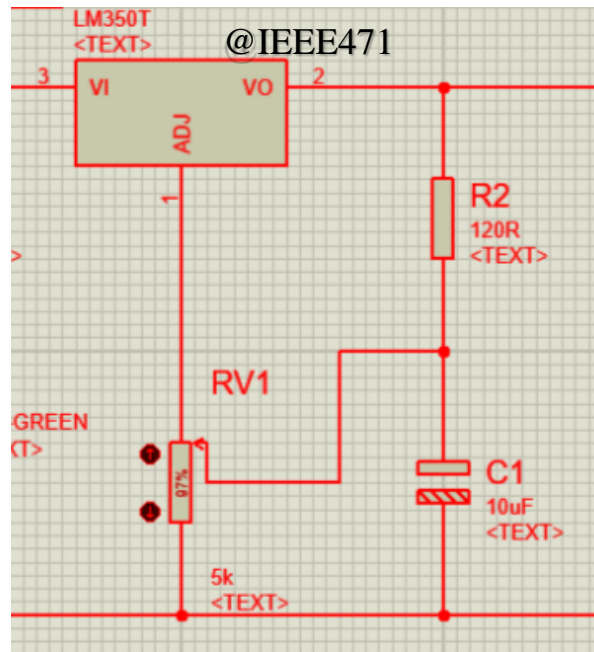
در بلوک شکل مدارهای جانبی داخلی آی سی های رگولاتور نوشته مدار محافظ اتصال کوتاه، این زیاد بهش اطمینانی نیست! پس سعی نکنید خروجی رگولاتور را اتصال کوتاه کنید حتی یک لحظه! شاید همان لحظه اتفاقی پیش نیاد ولی عمر رگولاتور را بشدت کاهش می دهد. در رابطه با اجزای دیگر مدار فقط این را بدانید که اگر ولتاژ ورودی ما به هر نحوی تغییر کند مدار ولتاژ مبنا این تغییرات را به آشکار ساز خطا و از سوی دیگر اگر بار تغییر کند مدار نمونه گیر تغییرات را به آشکار ساز خطا خواهد رساند و مدار با توجه به شرایط موجود ترانزیستوری که در مسیر جریان وجود دارد را کنترل می کند، کنترل ترانزیستور هم یعنی کنترل جریان و در نهایت کنترل ولتاژ خروجی. خب رگولاتور برای قرار گیری در مدار نیازمند دو خازن عدسی یا MKT می باشد که باید قبل و بعد از آن برای کم کردن ولتاژ ریپل خروجی می باشد (منظور تنظیم دقیق و کاهش حداکثری ولتاژ ریپل خروجی).



خب البته بعد و قبل این خازن ها نیز باید یک و دو خازن الکترولیتی برای بالا بردن اطمینان قرار داد. معمولاً قبل خازن ۳۳۰ نانو فاراد ۲ خازن الکترولیتی قرار می دهند و بعد از خازن ۱۰۰ نانو فارادی یک خازن الکترولیتی با ظرفیت کم مثلاً ۱ میکرو قرار می دهند. حداکثر جریان این رگولاتورها ۱/۵ آمپر می باشد، البته این چیزی هست که در دیتاشیت نوشته شده و رگولاتورهای موجود در بازار ایران اگر ۱ آمپر از آن ها بگذرد می سوزد! برای بالا بردن جریان هیچ راهی وجود ندارد! و با افزودن گرماگیر شاید بتواند ۱ آمپر رو تحمل کند ولی بعد از یک مدت خواهد سوخت (خب می گم که چطور جریان مدار رو افزایش داد که هیچ آسیبی به رگولاتور نرسد و عمر آن هم افزایش پیدا می کند). در کل این قطعه برای تثبیت ولتاژ خروجی به کار می رود، کار اصلی را هم همین قطعه انجام می دهد.

۱-۲-۷ تنظیم کننده‌ها

این بخش از مدار، تشکیل شده از یک مقاومت ثابت، مقاومت متغییر و یک خازن الکتrolیتی. مقاومت ثابت اهم کمی داشته حدوداً ۱۲۰ اهم و این مقاومت برای ولتاژ مرجع یا Reference در رگولاتور می‌باشد. در اصل کمترین ولتاژ دریافتی از رگولاتور همین ولتاژ مرجع می‌باشد که حدوداً ۱/۲۵ ولت می‌باشد. مقاومت متغییر نیز برای کنترل کمترین و بیشترین ولتاژ خروجی به کار می‌رود. خازن الکتrolیتی و دو مقاومت نیز به صورت زیر در مدار قرار می‌گیرد.



۱-۲-۸ صافی‌ها

منظور از صافی‌ها همان خازن‌ها می‌باشد که برای صاف کردن ولتاژ یکسو شده به کار می‌رود. در این بخش یک خازن الکتrolیتی و خازن ثابت از نوع عدسی یا MKT در مدار قرار می‌گیرد که ظرفیت الکتrolیتی ۱ میکرو فاراد و عدسی یا MKT ۲۰۰ نانو فاراد می‌باشد. این دو خازن برای تثبیت بهتر ولتاژ به کار می‌رود و در خروجی مدار قرار می‌گیرند.

۱-۲-۹ بار یا مصرف کننده

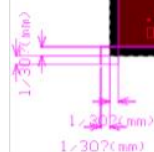
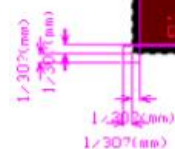
با هم همان وسیله مانند هر قطعه الکترونیک از جمله روشنایی و چرخشی و ... تا مدارات میکروکنترلرها گرفته و هر مداری که نیازمند ولتاژ DC باشد. در اصل طراحی منبع تغذیه براساس مشخصات بار صورت می‌گیرد.

۱-۳ طراحی مدار چاپی

مدار چاپی این مدار را با نرم افزار ترسیم کرده و به راحتی قابل انتقال به فیبر مدار چاپی می‌باشد. با کمک یکی از روش‌های ساخت فیبر مدار چاپی می‌توانید مدار چاپی آن را طراحی کنید. البته خودم یکی از روش‌ها را اشاره می‌کنم ولی در هر صورت هر کدام که برای شما راحت بود انجام دهید. فقط نکته ای که باید توجه کنید این که عرضی خطوط مسی باید حداقل ۱ میلی متر باشد، به دلیل این که قرار است حداقل ۳ آمپر از این مسیر مسی عبور کنند!!!.

برای طراحی مدار چاپی بهترین و ساده ترین کار استفاده از مایک لتراست هست، ولی همه می‌دونیم که این روش طراحی اصلاً مناسب نیست! به دلیل این که کیفیت خوبی نخواهد داشت. پس بهتر است که از روش اتو برای طراحی استفاده کنید، خب در این روش شما به یک دستگاه اتو که معمولاً همه دارن! و بعد سراغ کاغذ گلاسه یا کالک می‌رویم که بایستی نمونه مدار چاپی را روی آن چاپ کرد، سپس با استفاده از حرارت اتو نمونه مدار را از روی کاغذ به فیبر مدار چاپی انتقال می‌دهیم. در آخر فیبر را در محلول اسید مخصوص قرار داده تا مس‌های اضافی را از بین ببرد و مسیر مسی مد نظر مان به جا ماند.

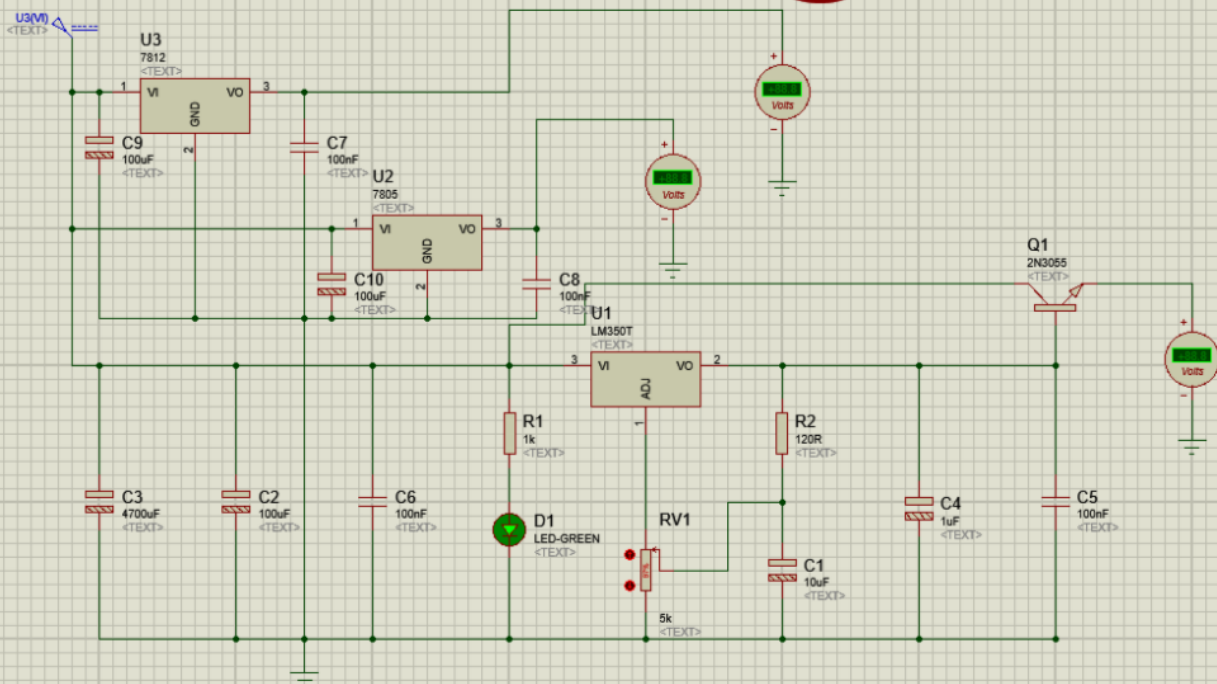
در این بخش هم چند تصویر از پروژه قرار می‌دهیم. این مدار و PCB با نرم‌افزار پروتئوس نسخه ۸٫۱ و آلتیوم دیزاینر ۱۵ شبیه‌سازی و ترسیم شده‌اند. در تصویر اول مدار شبیه‌سازی شده با پروتئوس را مشاهده می‌کنید. برای راحتی در ترسیم مدار و راحتی درک و فهم مدار از ترسیم بخش یکسوساز و ترانس خودداری شده است. در تصویر بعدی نیز مدار چاپی ترسیم شده با آلتیوم دیزاینر را مشاهده می‌کنید. این نکته را هم ذکر کنم که این منبع تغذیه دوپل ۰-۳۰ ولت است و دو ولتاژ جانبی ۵ ولت و ۱۲ ولت ثابت نیز برای شما فراهم می‌کند که حداکثر جریان کمتر از ۱ آمپر می‌باشد. برای کاهش فضای ترسیم از کشیدن دوباره بخش ۰-۳۰ ولت صرف نظر کردیم (یک بار آن را کشیده ایم ولی در عمل باید دو مدار جداگانه از آن ساخته شود).



IEEE

@IEEE471

@IEEE471



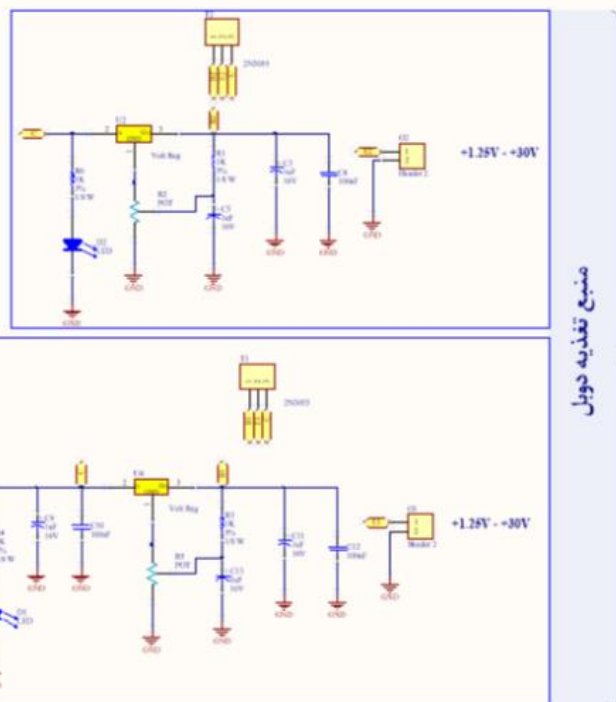
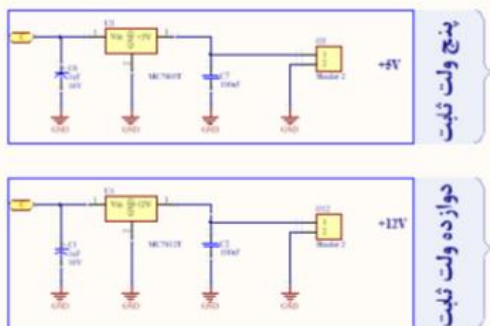
P-S 0-30V 3A Line

Electronics.mihanblog.com/msadr471@gmail.com

IEEE

@IEEE471

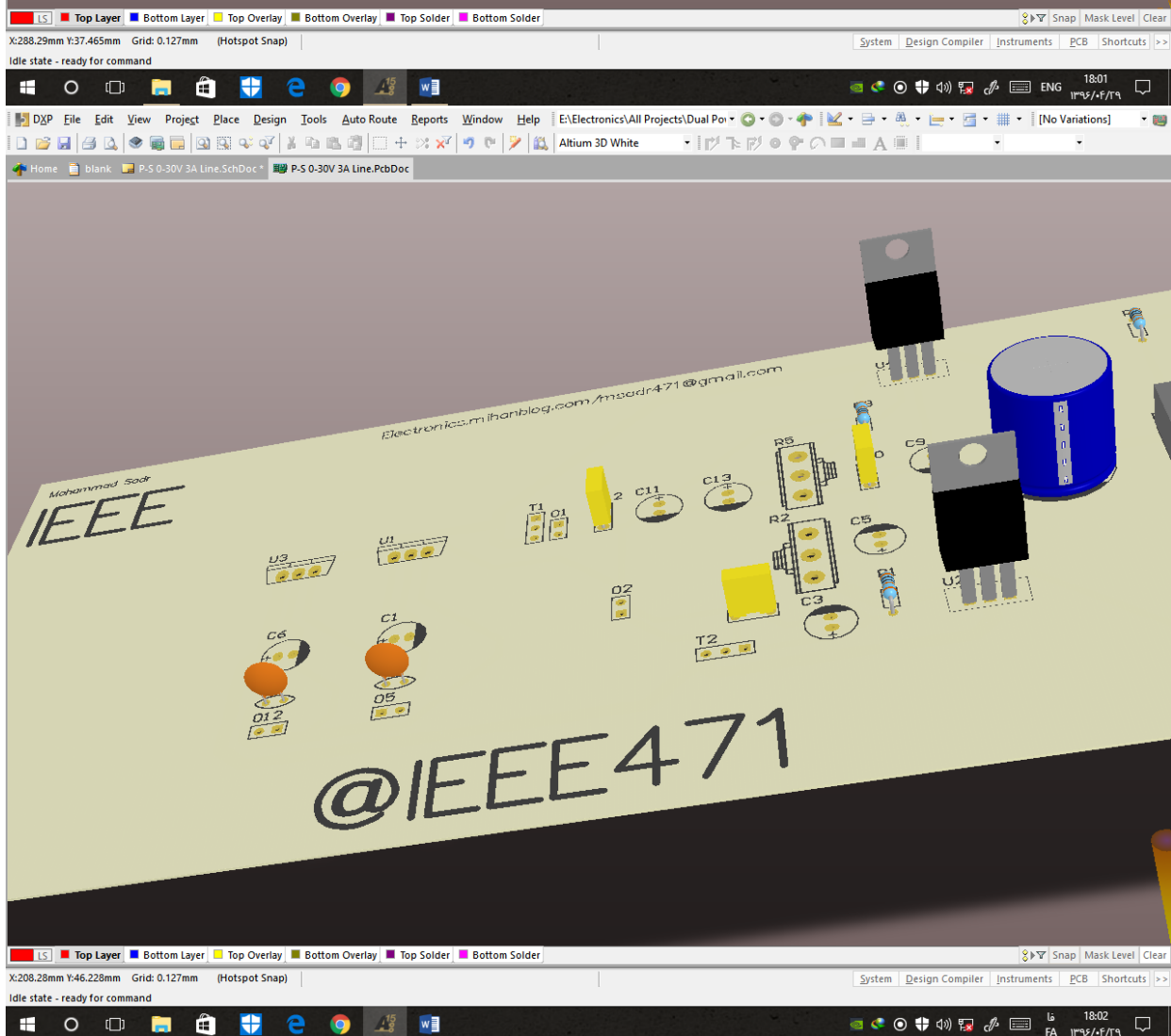
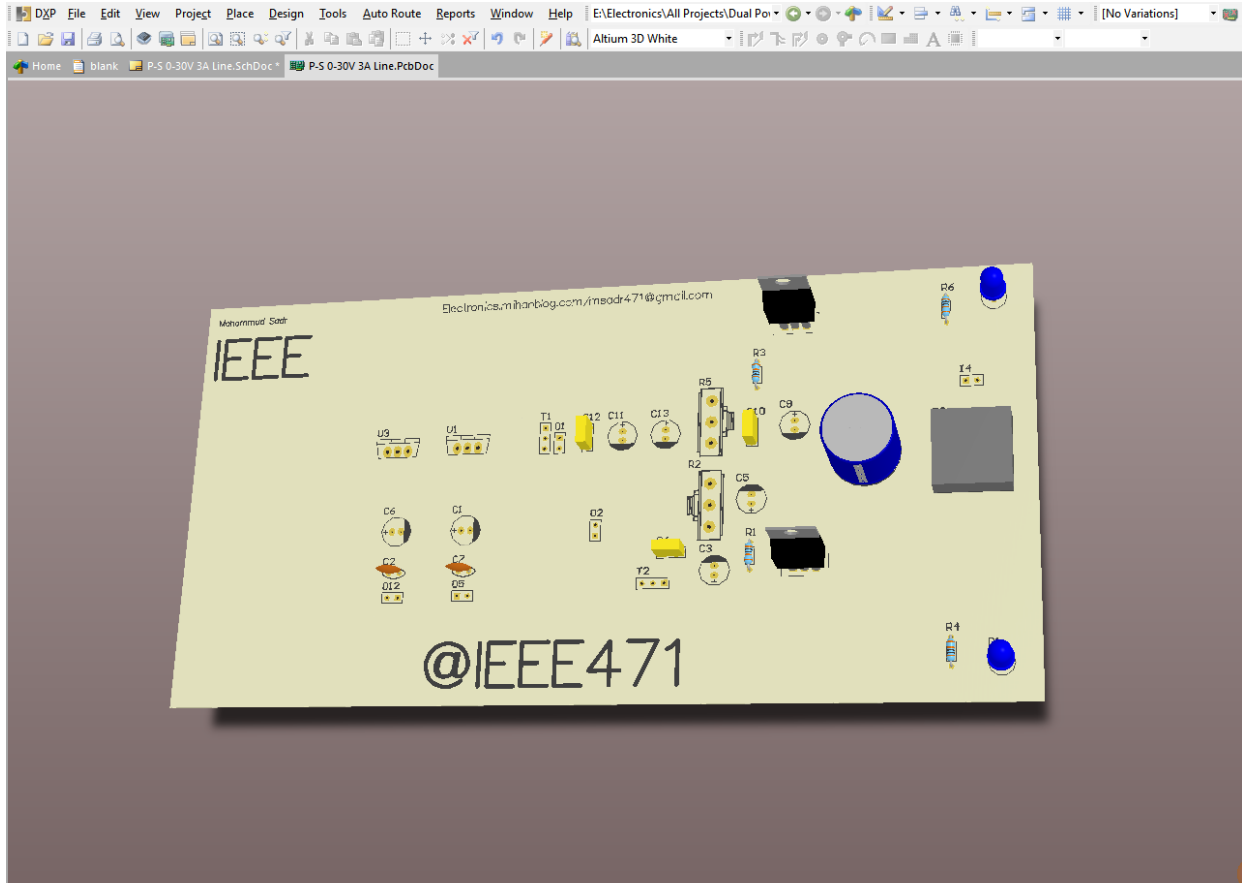
@IEEE471



منبع تغذیه دوبل

P-S 0-30V 3A Line

Electronics.mihanblog.com/msadr471@gmail.com

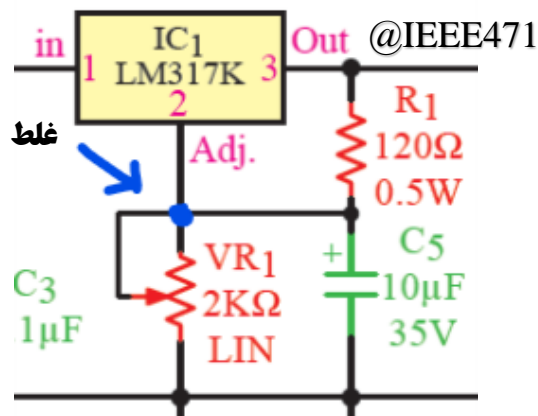


۱-۵ افزایش جریان مدار

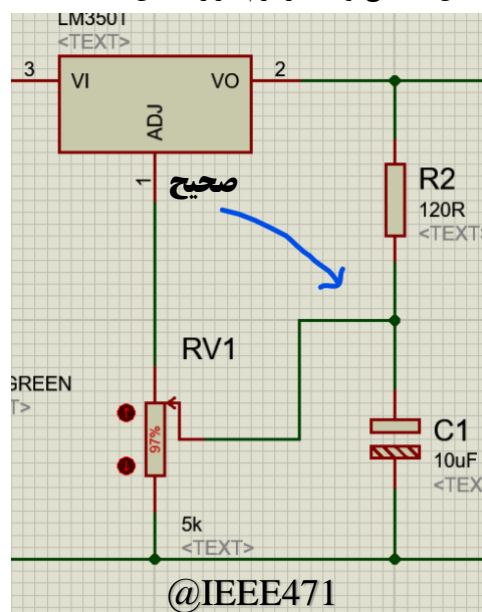
مدار منبع تغذیه معمولی که با رگولاتور ساخته می‌شود، حداکثر ۱ آمپر آن هم همراه با گرماگیر و فن می‌باشد! ولی با تغییر جزئی و افزودن یک ترانزیستور با تحمل جریان بالا! در مدار به صورتی که بیس ترانزیستور به خروجی رگولاتور متصل شده و عملاً جریان بسیار کمی از آن کشیده می‌شود! که اصلاً دغدغه مواظبت از رگولاتور را نخواهید داشت! البته در صورت عبور ۳ آمپر از مدار حتماً یک گرماگیر برای ترانزیستور لازم می‌باشد. جریان در ولتاژهای ثابت ۱۲ و ۵ ولت هم حداکثر ۱ آمپر می‌باشد.

۲-۶ نکته مهم در قرار دادن مقاومت ۱۲۰ اهم و مقاومت متغیر ۵ کیلو اهم

در شکل زیر اگر پایه مشترک مقاومت متغیر را به پایه کناری آن که با زمین رگولاتور وصل می‌باشد، وصل کنید، در صورت تغییر مقاومت رگولاتور خواهد سوخت! این یک نکته مهم هست که در شبیه سازی به آن بر نخواهید خورد! و فقط در عمل با آن مواجه می‌شوید! حتی امکان دارد که به همین صورت مدار را ببندید و در حین استفاده متوجه نشوید و در مواقعی که شرایط آن پیش بیاید ناگهان رگولاتور خواهد سوخت! این تصویر مربوط به کتاب درسی هم می‌باشد! حتی در کارگاه مدرسه این مدار را عملی تست کرده و جواب نداد و همان روز در کارگاه هرچه رگولاتور بود سوخت (البته به جز بعضی‌ها که درست نیستند!)



پس پایه مشترک مقاومت متغیر را به هیچ وجه به پایه کناری آن که در شکل مشخص می‌باشد اتصال ندهید!!! فقط بین پایه مقاومت ۱۲۰ اهم و خازن الکتrolیتی متصل کنید. مقدار مقاومت ۱۲۰ اهم و وات آن و همچنین مقدار مقاومت متغیر بسیار مهم می‌باشد، چون هدف ما ساخت منبع تغذیه ۰-۳۰ ولت می‌باشد، حتماً مقدار مقاومت ثابت کرنی ۱۲۰ اهم و ۰/۵ وات باشد. مقدار مقاومت متغیر نیز کمتر از ۴/۷ کیلو اهم نباشد! بهتر است که ۵ کیلو اهم باشد. در شکل زیر نحوه صحیح اتصال این پایه را می‌بینید. بیشتر اشکالات مربوط به این مدار مربوط به همین نکته می‌باشد که خودم به شخصه در گیر آن بودم و بطور تجربی به آن رسیدم، این مشکل به هیچ وجه در نرم افزار نمایان نیست!

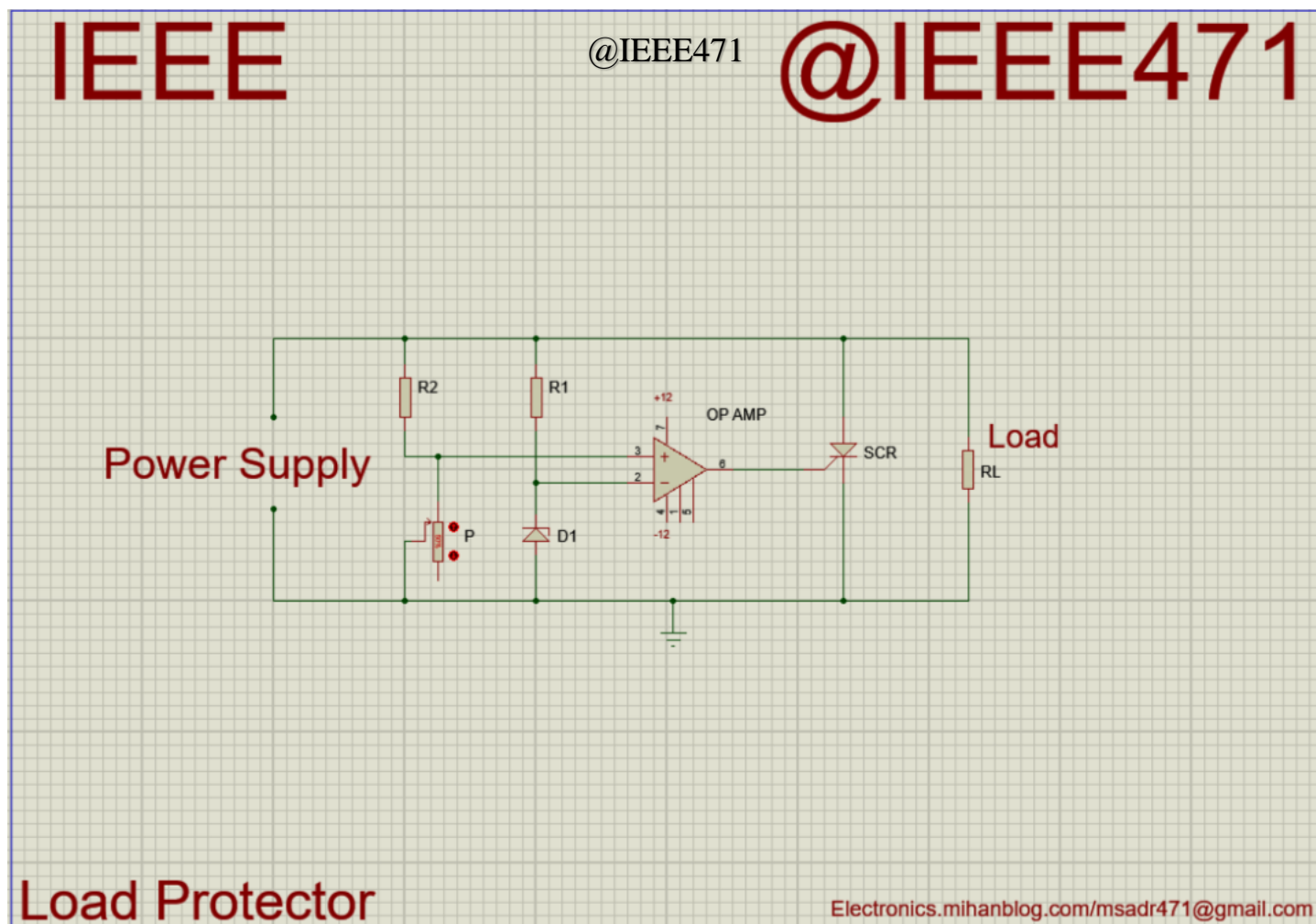


۱-۷ پایان پروژه

در آخر نیز به چند نکته اشاره کنم که از این مدار هرچه که بخواهید می‌توانید کم و زیاد کنید مثلاً دو بخش مربوط به ۵ ولت و ۱۲ ولت ثابت را برحی حذف کنید و فقط یک بخش آن هم ۰-۳۰ ولت ثابت باشد و یا این که برد مدار چاپی به اندازه ای می‌باشد که به سادگی برای آن کلید، LED و نمایشگر برای نشان دادن ولتاژ اضافه کنید، حتی الامکان سعی کنید برای رگولاتورها گرماگیر تهیه کنید و ترانزیستور 2N3055 را بر روی گرماگیر مخصوص خود نصب کرده و سه سیم مشترک (بیس، امیتر و کلکتور) را توسط سیم مسی و ضخیم به برد اتصال دهید، دقت کنید که بدنه ترانزیستور که از نوع قابل‌مهای و کلکتور می‌باشد، فقط از طریق گرماگیر مخصوص سیم از آن گرفته می‌شود.

بد نیست یک یا دو نمایشگر 7-seg برای نمایش ولتاژ بر روی پاور خود نصب کنید اگر هم علاقه داشتید نمایشگر جریان هم وصل کنید. مقاومت‌های متغیر را برای اتصال به برد چاپی، از سیم مسی استفاده کنید! و آن را مانند ولوم بر روی بدنه متصل کنید تا زیباتر شود، دقت کنید که پایه‌های مقاومت متغیر یا ولوم شما محکم لحیم شده باشد (لقی نداشته باشد!) در غیر این صورت آن‌ها را تعویض کنید. برای زیبایی مدار هم سعی کنید از پل دیودی ۴ آمپر استفاده کنید، کمتر نشه بهتره! و ترانسفورماتور حتماً ۳ آمپر و بیشتر باشد. ولتاژ خروجی ترانس نباید کمتر از ۲۴ ولت AC باشد، در غیر این صورت ولتاژ خروجی به ۳۰ ولت DC نخواهد رسید.

اگر هم علاقه دارید که مدار محافظ اتصال کوتاه را در مدار خود به کار ببرید می‌توانید از مدار موجود در فایل پروژه استفاده کنید.



آموزش این مدار را نیز بعد از قرار دادن تمام برنامه‌ها و همین مقاله در وبلاگ و کانال تلگرامی، قرار خواهم داد.

۸-۱ لیست قطعات

ردیف	قطعه	فوتپرینت	تعداد	خانواده	مقدار	قیمت (ریال)
1	Capacitor - ELEC	cap 02	6	Electrolyte	1uF (50V)	5500
2	Capacitor – Stable	Cap - 100nF	2	Stable (Adasi)	100nF (100V)	2000
3	Capacitor – Stable	Cap - 100nF - 2	3	MKT	100nF (100V)	20000
4	Capacitor - ELEC	CAP 05	1	Electrolyte	4700uF (50V)	35000
5	Capacitor - ELEC	cap 02	1	Electrolyte	100uF (50V)	9500
6	LED Full color	5mm	2	LED	-	15000
7	Diode Bridge	D-46_6A	1	Diode Bridge	4A	8500
8	Header 2	HDR1X2	5	Header, 2-Pin	-	1700
9	Resistor	Res-(1/4)	4	Carbon Resistor	1K (1/4 W)	1300
10	Potentiometer	VOL_1	2	3-Pin	5K	11000
11	Header 3	HDR1X3	2	Header, 3-Pin	-	1700
12	MC7812T	TO220V	1	L7812	+12V	6000
13	Regulator	TO220	2	LM350T	1.25-35	30000
14	MC7805T	TO220	1	L7805	+5V	6000