شرح دقیق اختراع (Specification)

۱- عنوان اختراع: محافظ اهمی، محافظ الکترونیکی مدارهای الکتریکی مقاومت متغیر.

2- **Invention Title:** Ohmic protector, electronical protector of variable resistance circuit.

۳- زمینه فنی و کاربردی اختراع: این اختراع مربوط می‌شود به برق قدرت و الکترونیک صنعتی.

۴- پیشینه و خلاصه اختراع: **خلاصه اختراع** (محافظ اهمی، محافظ الکترونیکی مدارهای الکتریکی مقاومت متغیر که در برق قدرت و الکترونیک صنعتی کاربرد دارد و از مدارها یا هادی‌ها در مقابل تغییرات اهمی محافظت می‌کند. امروزه برای محافظت از مدارها و هادی‌های جریان الکتریکی و صدالبته محافظت از برق شبکه از محافظین سطح ولتاژ و آمپراژ استفاده می‌شود ولی این‌ها توانایی کافی و لازم برای حفاظت اصولی از مدارها و هادی‌ها را ندارند. پیشنهاد جایگزین یا ترکیبی، محافظت از افزایش یا کاهش مقاومت درونی مدار یا هادی است. یک مثال ساده المنت‌های حرارتی هستند که با بالا رفتن دما از حد مجاز، خراب می‌شوند. با استفاده از این محافظ دمای مدار یا هادی از یک حد تقریبی مجاز هرگز فراتر نخواهد رفت و سلامت مدار یا هادی و کارکرد آن تضمین خواهد شد. منطق کار محافظ اولاً مبتنی بر محاسبه و سنجش مقاومت مدار یا هادی در هرلحظه است، یعنی همانند یک اهم‌متر عمل می‌کند، دوما در مقادیر مشخص و تعریف‌شده‌ی مقاومت اهمی، اقدام به قطع جریان الکتریکی نموده یا فرمان قطع آن را صادر می‌کند. طوری طراحی، تنظیم و برنامه‌ریزی می‌شود که بعد از مدتزمان مشخص و تعریف‌شده‌ای، مجدداً جریان الکتریکی را وصل و این روند را تکرار و ادامه می‌دهد.)

پیشینه اختراع (همان‌طور که می‌دانیم طبق قانون اهم، هر مدار الکتریکی در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود مقاومت نشان می‌دهد "البته به‌استثنای سوپر هادی‌ها" که این مقاومت الکتریکی طبق قرارداد، از تقسیم شدت‌جریان موجود در دو سر مدار بر مقدار جریان عبوری از مدار به دست می‌آید و واحد آن ولت بر آمپر یا همان اهم است.

$$R = \frac{V}{\mathrm{I}}$$

مشکل فنی در هر مدار الکتریکی این است که مقدار جریان عبوری از هر مداری به نسبت شدتجریان و مقاومت درونی آن مدار محدود است، چراکه با عبور جریان الکتریکی، به علت داشتن مقاومت مدار، مقداری از انرژی جریان الکتریکی به حرارت تبدیل می‌شود و این حرارت باعث گرم شدن هادی (مدار) شده و این افزایش دمای هادی (مدار)، باعث افزایش مقاومت آن نیز می‌شود و اگر این روند ادامه یابد، یا هادی (مدار الکتریکی) سریعاً با اکسیژن هوا و یا سایر عناصر محیطی ترکیب‌شده و از بین می‌رود و یا اینکه به نقطه ذوب خود رسیده و درنهایت مدار قطع می‌شود و درنتیجه، آسیب و خسارت اجتناب‌ناپذیر است. راه‌حل جهت برطرف نمودن این مشکل صنعتی، طراحی محافظ الکترونیکی است که در هرلحظه، مقاومت الکتریکی مدار یا هادی را اندازه‌گیری کند و در زمان افزایش مقاومت به حد و میزان مشخص و تعریف‌شده، جریان الکتریکی مدار را قطع کند و مدت‌زمان مشخص و تعریف‌شده‌ای را در انتظار بماند، تا مقاومت مدار یا هادی کاهش یابد و مجدداً جریان الکتریکی را متصل کند و این روند را تکرار نماید تا مدار یا هادی دچار آسیب و خسارت نشود. البته ممکن است بعضی از مدارها یا هادی‌ها رفتار معکوسی از خود نشان دهند، یعنی با افزایش دما، مقاومتشان کاهش یابد و چون این‌گونه محافظ‌های الکترونیکی قابلیت تغییر نرم‌افزاری (برنامه‌نویسی) و سخت‌افزاری و صدالبته بخش تنظیمات توسط کاربر رادارند، در هر دو حالت قادر به حفاظت از مدار و هادی خواهند بود. مقاومت ویژه طبق رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\rho = \rho_0[1 + \overline{\alpha}(T - T_0)]$$

در بخش برق و الکترونیک صنعتی موارد بسیار زیادی وجود دارد که مشکلات فوق گریبان گیر آن شده است. در این قسمت به بیان یک مثال ساده و رایج در مورد دانش فنی پیشین می‌پردازیم که مربوط می‌شود به هیترها یا کوره‌های الکتریکی. در این‌گونه هیترها یا کوره‌ها، جریان الکتریکی از یک سیم با آلیاژ کروم – نیکل و یا آهن نیکل آلومینیوم و .... دارای مقاومت محاسبه‌شده‌ای عبور می‌کند و به علت داشتن مقاومت الکتریکی، انرژی الکتریکی تبدیل به تابش امواج الکترومغناطیسی و بالا رفتن دمای داخل

محیط هیتر یا کوره می‌شود. این مقدار انرژی آزادشده از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$W = RI^2t$$

بدیهی است که دمای این‌گونه المنت‌ها می‌بایست چند صد درجه بالاتر از دمای مدنظر محیط داخلی هیتر یا کوره باشد. دمای داخل هیتر یا کوره توسط ترموکوپل و ترموستات کنترل می‌شود و با رسیدن به حدنصاب معین، جریان الکتریکی المنت‌ها قطع می‌شود. ولی در این شرایط چند مشکل فنی بروز می‌کند:

۱ - قبل از اینکه ترموستات جریان الکتریکی را قطع کند، ممکن است المنت به دمای ذوب خود رسیده و کلاً از بین برود. علت این مسئله می‌تواند خطا در محاسبات، طراحی و ساخت هیتر یا کوره یا محل نامناسب استقرار ترموکوپل باشد. حتی می‌تواند به دلیل استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل غیراستاندارد و بی‌کیفیت باشد و یا اینکه تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل دچار اختلال در کارکرد یا آسیب‌دیدگی یا خرابی شده باشند.

۲- حرارت و دمای کاری المنت‌ها به هر دلیل و علتی بالاتر از حدنصاب استاندار و میزان مشخص‌شده توسط سازنده باشد که این مسئله باعث اکسیداسیون سریع و شدید و درنهایت کاهش محسوس عمر المنت‌ها می‌شود.

۳- در مواردی که مجبوریم المنت‌ها را در مواد نسوز و بعضاً با دارا بودن خاصیت عایق حرارتی دفن یا محصور نماییم، المنت‌ها از دسترسی ترموکوپل‌ها خارج و یا دور می‌شوند و اختلاف دماهای بسیار زیادی بین آن‌ها ایجاد می‌شود که درنهایت به ذوب، اکسیداسیون سریع و شدید منجر می‌شود که آسیب‌های جدی به همراه خواهد داشت.

٤- مشاهده‌شده که ترموستات در دمای موردنظر، جریان الکتریکی را قطع کرده است ولی بعد از قطع جریان، افزایش حرارت ادامه داشته و از حد موردنظر تجاوز کرده است و علت آن حرارت بیش‌ازحد و اندازه المنت‌ها می‌باشد.

هر چهار مورد فوق منجر به افزایش هزینه تعمیر و نگهداری تجهیزات هیتر یا کوره‌های صنعتی می‌شود و در هر چهار حالت، کاری از دست محافظین شدت‌جریان و مقدار جریان برنمی‌آید. چراکه با بالا رفتن دمای المنت به مقاومت آن افزوده می‌شود، درنتیجه مقدار جریان عبوری از مدار کاهش می‌یابد، در این حالت محافظ جریان الکتریکی در شرایط

بهتری کارکرده و هیچ واکنش و قطع جریانی مشهود نخواهد بود. همچنین در این حالت هیچ تغییر محسوسی درشدت جریان در دو سر مدار الکتریکی به وجود نخواهد آمد و وضعیت محافظ شدتجریان نیز طبیعی خواهد بود و در این مورد خاص، تنها محافظ اهمی از خود واکنش نشان داده و وارد عمل خواهد شد.

۵- توصیف دقیق اختراع (Description) : راه‌حل جهت برطرف نمودن این‌گونه مشکلات در این بخش از صنعت، استفاده از محافظ اهمی است. روش کار به این صورت است که محافظ در مدار قرار می‌گیرد و در زمان اتصال جریان الکتریکی، دو واحد کمیت اصلی الکتریکی یعنی ولت و آمپر اندازه‌گیری و یک واحد کمیت فرعی اهم، محاسبه و به نمایش درمی‌آیند. بدیهی است که در این حالت، لحظه‌به‌لحظه به دمای المنت‌ها افزوده‌شده و مقاومت آن نیز افزایش پیدا می‌کند. در هر مرحله کار، زمانی که کاربر دما و سرخ‌شدگی المنت‌ها را کافی دانست، مقدار رقمی اهمی نمایش داده‌شده بر روی نمایشگر را خوانده و به خاطر خود می‌سپارد. با مراجعه به قسمت تنظیمات محافظ، اتصال جریان الکتریکی قطع می‌شود. اینک کاربر مقدار عددی مقاومت اهمی خوانده‌شده را به حافظه محافظ منتقل می‌کند و در کنار آن، یک تایم قطع جریان برای محافظ تعریف می‌کند. با خروج از قسمت تنظیمات، اتصال جریان الکتریکی برقرار و محافظ منتظر رسیدن مقاومت مدار به حد تعیین و تعریف‌شده می‌ماند و در زمان مناسب، اقدام به قطع جریان الکتریکی می‌کند. بعد از سپری شدن زمان تنظیم و تعریف‌شده، این روند پشت سر هم تکرار می‌شود و دمای المنت‌ها از یک حد تقریبی مجاز، هرگز فراتر نخواهد رفت.

لازم به توضیح است که از این محافظ یا سیستم‌های طراحی‌شده‌ای که بر پایه قانون فیزیکی اهم کار می‌کنند، نمی‌توان برای کنترل دمای المنت یا دمای داخل محیط هیتر یا کوره بهره جست! علت بر اینکه برای ساخت ترموکوپل از انواع فلزات و آلیاژهای گران‌قیمت و بسیار دقیق و کالیبره شده استفاده می‌کنند و آن‌ها را درون محفظه‌ای قرار می‌دهند تا مانع اکسیداسیون و یا ترکیب با عناصر دیگر شوند و دقت و کیفیت خود را تا مدت‌زمان طولانی حفظ می‌کنند. ولی المنت‌های حرارتی این ویژگی‌ها را نداشته و به‌مرورزمان دچار تغییر در مشخصه‌های الکتریکی و فیزیکی

می‌شوند و خود تنظیمات این نوع محافظ اهمی نیز، هرازگاهی می‌بایست تغییر کند، یعنی به‌مرورزمان المنت‌ها نازکتر شده و به مقاومت الکتریکی آن‌ها افزوده می‌شود. پس می‌بایست به مقدار تنظیمات اهمی محافظ نیز افزوده شود. حسگرهای دما ، ترموکوپل‌ها و ترموستات‌ها جز لاینفک هیتر یا کوره‌های الکتریکی هستند. که این محافظ طوری طراحی و ساخته‌شده که با آن‌ها یکپارچه می‌شود. یعنی از آن‌ها فرمان پذیری دارد و در زمان فرمان صادره از طرف ترموستات، اقدام به قطع جریان الکتریسیته می‌کند، که این ویژگی کل سیستم را از استفاده از هرگونه کنتاکتور یا رله‌های مکانیکی یا جامد ssr بی‌نیاز می‌کند. چون خود محافظ برای قطع و وصل جریان از نیمه‌هادی‌های قدرت استفاده می‌کند. به بیان ساده محاسبه یا اندازه‌گیری حرارت و دمای المنت‌ها با استفاده ازاین‌گونه روش‌های شناخته‌شده و رایج در بخش صنعت، حتی نمایش آن بر روی نمایشگر مقدور نیست. زیرا باگذشت مدت‌زمانی ، تمامی این محاسبات یا اندازه‌گیری‌ها دچار خطا شده و ایجاد مشکل جدی می‌کنند. این امر صرفاً بر عهده ترموکوپل‌ها و ترموستات‌ها و به‌طورکلی ابزارهای دقیق کنترل است. یعنی برای کنترل دقیق دما و حرارت محیط داخل هیتر یا کوره، نیاز مبرم و جدی به ترموکوپل و ترموستات باکیفیت داریم. این محافظ فقط مانع افزایش دمای المنت از محدوده تقریبی خاص، تعیین و تعریف‌شده‌ای توسط کاربر می‌شود، که به‌صورت تجربی قابل‌دستیابی بوده و نیاز به محاسبات خاص و پیچیده‌ای ندارد.

همان‌طور که گفته شد، این محافظ از اکسیداسیون شدید و سریع پیش از موعد و همچنین ذوب مدارها و هادی‌های مقاومت متغیر متناسب با افزایش دما، جلوگیری می‌کند و درنتیجه عمر مفید و کارایی مدارها و هادی‌های الکتریکی را افزایش می‌دهد. باعث کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری در صنایع برق و الکترونیک می‌شود. با توجه به اینکه در ساخت آن از سوئیچینگ سریع توسط نیمه‌هادی‌های قدرت بهره گرفته‌شده است، نیاز کاربر به کنتاکتور یا رله‌های مکانیکی یا جامد ssr و ... را مرتفع می‌کند. با توجه به اینکه درروش اجرایی، مدار به‌صورت تمام دیجیتال طراحی و ساخته‌شده است، مدار قابلیت تنظیم مقاومت نهایی، تایم قطع جریان و ... و همچنین ذخیره در حافظه درونی خود را دارد. محافظ به‌گونه‌ای طراحی و برنامه‌نویسی شده است که قابلیت پذیرش فرمان خارجی برای قطع و وصل جریان من‌جمله توسط ترموستات

برای کنترل دمای محیط داخلی هیتر یا کوره را دارا می‌باشد. درواقع می‌تواند با ابزارهای دقیق و کنترل صنعتی ادغام و یکپارچه عمل نماید. با استفاده از این محافظ، امکان دفن المنت در مواد نسوز و عایق حرارتی دور از دسترس ترموکوپل حرارتی وجود دارد. با توجه به اینکه این محافظ، لحظه‌به‌لحظه اقدام به‌اندازه گیری دو مؤلفه ولتاژ و آمپراژ می‌کند، می‌تواند همانند دو محافظ شدت‌جریان و مقدار جریان نیز عمل کند و در مقادیر مشخص و تعریف‌شده‌ای، اقدام به قطع جریان یا صدور فرمان قطع جریان را بکند. محافظ به‌گونه‌ای طراحی و ساخته‌شده که در صورت بالا رفتن حرارت نیمه‌های قدرت داخلی از حد مجاز، اقدام به قطع جریان نماید تا حرارت این‌گونه سوئیچ‌ها پایین آمده و دچار آسیب‌دیدگی و سوختگی نشوند. درصورتی‌که خطایی در محاسبات، طراحی و ساخت هیتر یا کوره یا محل نامناسب استقرار ترموکوپل باشد، یا اینکه از تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل غیراستاندارد و بی‌کیفیت استفاده‌شده باشد و همچنین اگر تجهیزات اندازه‌گیری و کنترل دچار اختلال در کارکرد یا آسیب‌دیدگی یا خرابی شده باشند، این محافظ از صدمه خوردن به المان‌های حرارتی جلوگیری می‌کند. زمانی که مدار یا هادی به علت بالا رفتن حرارت دچار شرایط بحرانی می‌شود، دو محافظ شدت‌جریان و مقدار جریان متوجه این شرایط نشده بلکه در شرایط بهتری نیز کار خواهند کرد و فقط زمانی وارد عمل می‌شوند که مدار از بین رفته و اتصال کوتاهی به وجود آمده باشد که این دو محافظ بیشتر از همه نقش محافظت از شبکه برق را به عهده می‌گیرند نه خود مدار موردنظر. ولی نقش محافظ اهمی حفاظت از خود مدار است و خیلی سریع با سنجش تغییرات مقاومت درونی مدار، وارد عمل می‌شود و شرایط را کنترل می‌کند. در صورت استفاده از محافظ اهمی و انجام دقیق و درست تنظیمات توسط کاربر، دمای مدارها و هادی‌ها از یک حد تقریبی مجاز، هرگز فراتر نخواهد رفت. تا به امروز ما ابزارهای بسیار زیاد و متداولی در باب کنترل و محافظت مدار در مقابل افزایش مقدار جریان و تغییرات شدت‌جریان یا ولتاژ داشته‌ایم، ولی در مورد تغییرات مقاومت اهمی، این اختراع بدیع و جدید است و می‌تواند انقلابی در بخش برق و الکترونیک صنعتی پدید آورد. این اختراع را می‌توان فیوز اهمی نیز نامید. به بیان شیوا تا به امروز محافظین الکتریکی برای یکاهای اصلی جریان الکتریسیته من‌جمله ولت و آمپر طراحی و تولید می‌شدند ولی طراحی و تولید این اختراع برای یک یکای فرعی جریان الکتریسیته به نام اهم

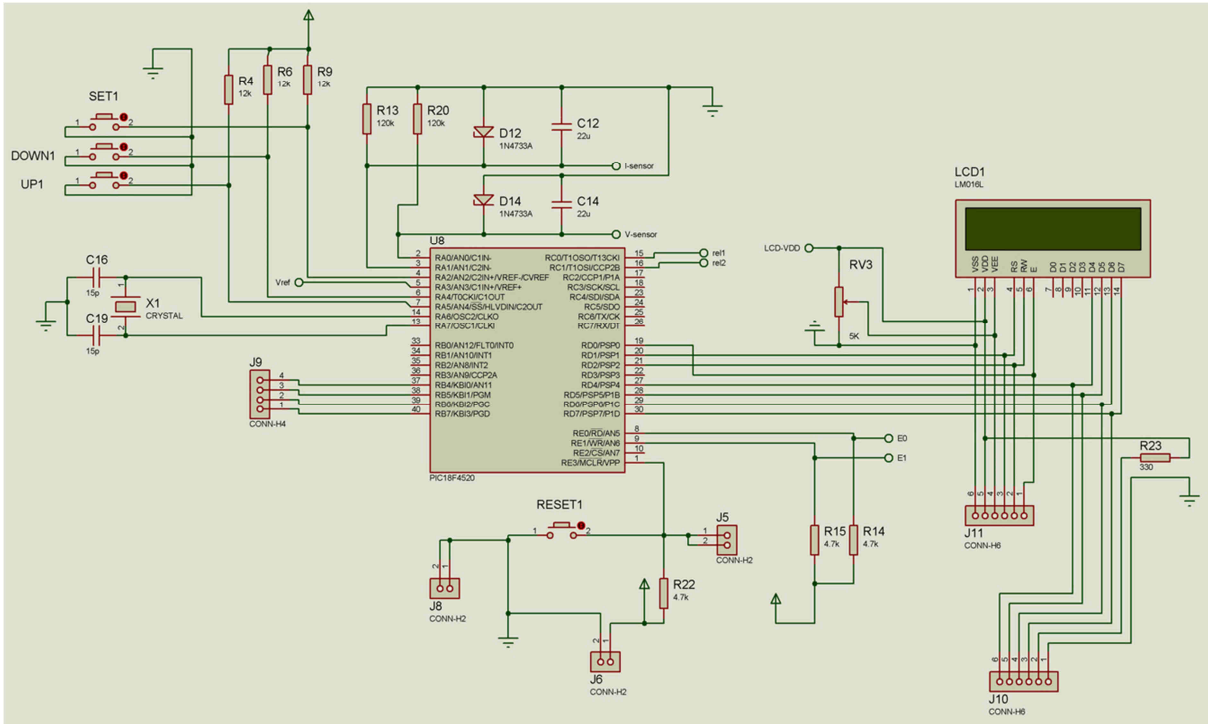
است که از تقسیم دو یکای اصلی قبلی به دست می‌آید. این اختراع قادر است به‌جای تقسیم ولتاژ به آمپراژ و محاسبه مقاومت مدار یا هادی به اهم، دو کمیت نام‌برده شده را در هم ضرب و توان مصرف‌شده سیستم را محاسبه نماید یعنی:

$$W = VI$$

و محافظت از مدار را بر پایه منطق کنترل توان انجام دهد. درواقع با بالا رفتن حرارت مدار یا هادی، بر مقاومت آن افزوده می‌شود درنتیجه جریان الکتریکی کمتری عبور خواهد کرد که نتیجه آن کم شدن توان مصرف‌شده سیستم است ازاین‌رو محافظ قادر خواهد بود در توان‌های مصرفی تعریف و مشخص‌شده، اقدام به قطع یا صدور فرمان قطع جریان الکتریکی را بکند. بدیهی است که در این حالت بخصوص کاری، نیاز مبرم به تثبیت‌کننده‌های شدت‌جریان یا ولتاژ در مدار خواهیم داشت که به‌صورت دقیق و کنترل‌شده‌ای، شدت‌جریان الکتریکی را در یک نقطه مشخص ثابت نگه دارد تا محافظ توان با دقت و به‌درستی عمل نماید. از مزایای مهم دیگر این محافظ جلوگیری از افزایش حرارت و دمای محیط کوره یا هیتر از محدوده دمای کاری تنظیم‌شده در ترموستات است که منجر به‌صرفه جویی قابل‌توجهی در میزان مصرف انرژی و دقت کوره یا هیتر خواهد شد.

کاربرد دقیق و کلی این اختراع، محافظت از مدارها یا هادی‌های مقاومت متغیر و همچنین کنترل میزان مقاومت درونی آن‌هاست.

۶- توضیح شکل‌ها ، نمودارها، نقشه‌ها و...



نقشه فوق مربوط می‌شود به سیم بندی میکروکنترلر صنعتی PIC18F4520 که با پایه‌های ۱۳ و ۱۴ به کریستال X1 نوسان‌ساز ۴ مگاهرتز و خازن‌های C16 و C19 هر دو ۱۵ پیکو فاراد وصل شده است. در صورت ناخوانا بودن نقشه، آن را بزرگ یا با راست کلیک، آن را در مسیر دلخواه ذخیره و ملاحظه بفرمایید.

پایه شماره دو، ورودی مبدل آنالوگ به دیجیتال AN0 بوده که ابتدا با مقاومت R20 ۱۲۰ کیلو اهمی پایین کش شده و سپس با دیود زنر D14 از جریان بالاتر از ۵.۱ ولت محافظت می‌شود و بعد از فیلتر شدن توسط خازن تانتالیوم C14 ۲۲ میکرو فارادی به مدار ایزوله تقسیم‌کننده ولتاژ برق ورودی وصل می‌شود.

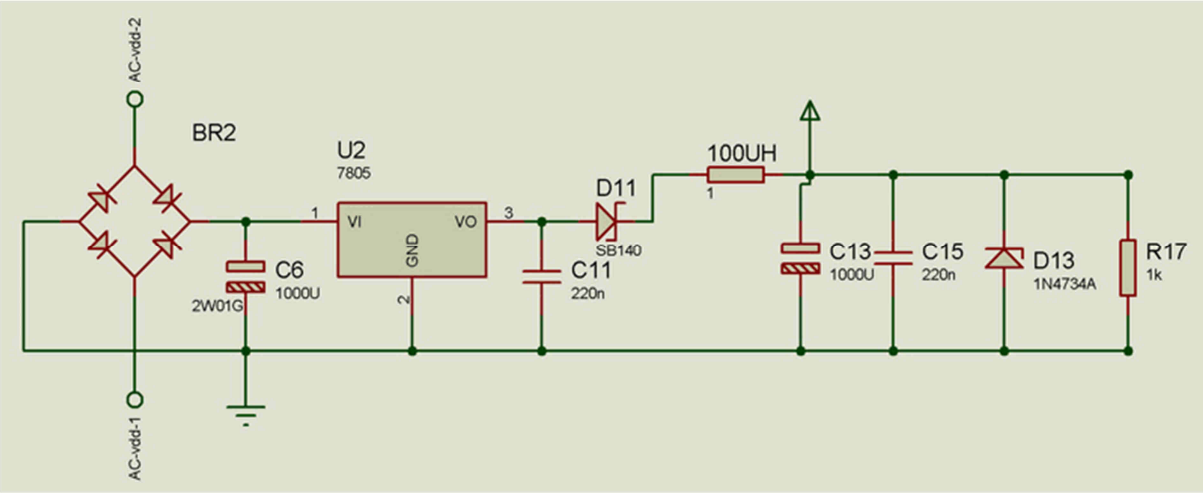
پایه شماره سه، ورودی مبدل آنالوگ به دیجیتال AN1 بوده که ابتدا با مقاومت R13 ۱۲۰ کیلو اهمی پایین کش شده و سپس با دیود زنر D12 از جریان بالاتر از ۵.۱ ولت محافظت می‌شود و بعد از فیلتر شدن توسط خازن تانتالیوم C12 ۲۲ میکرو فارادی به مدار سنسور جریان اثر هال وصل می‌شود.

پایه شماره چهار، با مقاومت R9 12k بالاکش شده و توسط کلید SET1 در صورت فشرده شدن، پایین کش می‌شود.

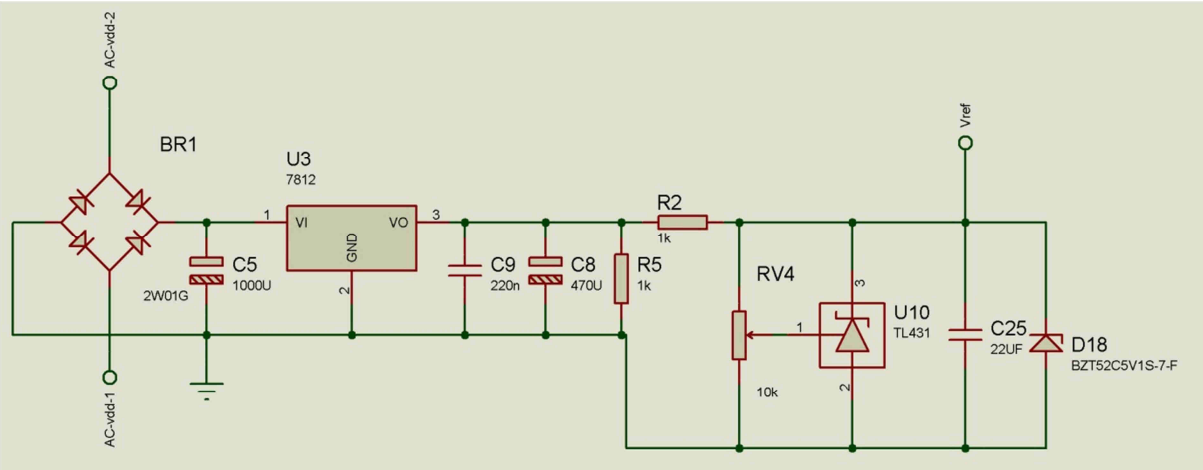
پایه شماره ۵، ورودی مدار ولتاژ مرجع است.

پایه شماره ۶، با مقاومت R6 12k بالاکش شده و توسط کلید DOWN1 در صورت فشرده شدن، پایین کش می‌شود.

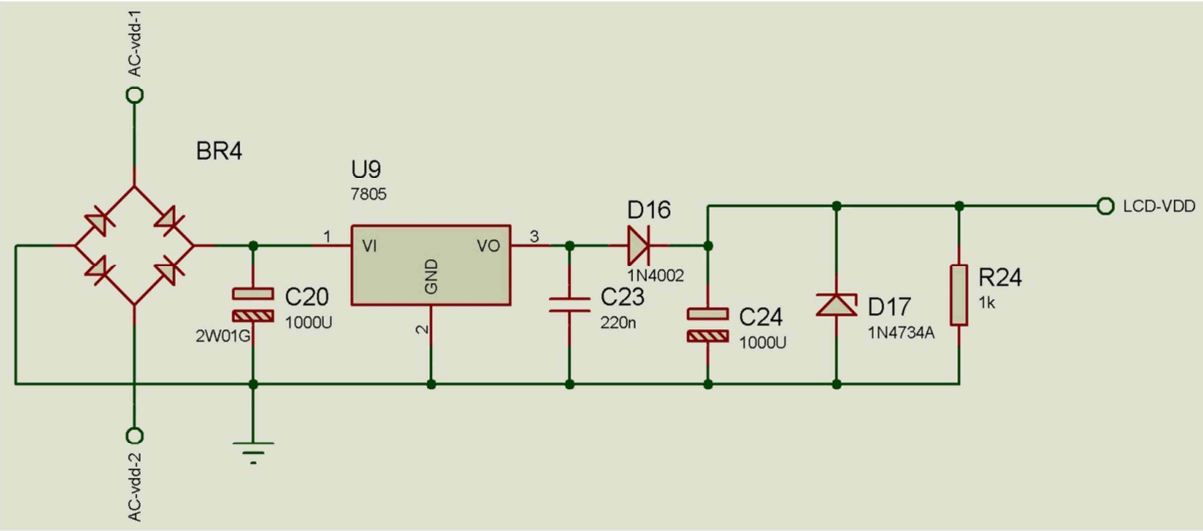
پایه شماره ۷، با مقاومت R4 12k بالاکش شده و توسط کلید UP1 در صورت فشرده شدن، پایین کش می‌شود.
پایه‌های شماره ۳۸ و ۳۹ و ۴۰ مربوط می‌شوند به برنامه‌نویسی کننده رو بردی که به جامپر J9 وصل شده اند.
پایه‌های ۱۵ و ۱۶ مربوط می‌شوند به پایه‌های فرمان قطع و وصل رله های روبردی.
پایه‌های ۱۹ و ۲۰ و ۲۱ و ۲۷ و ۲۸ و ۲۹ و ۳۰ به ال سی دی کاراکتری LCD1 وصل می‌شوند. آن‌ها نیز به سوکت های J11 J10 جهت نشیمن ال سی دی وصل می‌شوند.
نقش مقاومت R23 330 روشن کردن نور ال سی دی است.
نقش مولتی ترن RV3 کم و یا زیاد کردن کنتراست است.
پایه‌های ۸ و ۹ با مقاومت‌های R14 4.7k و R15 4.7k بالاکش شده و به مدارهای ایزوله قطع و وصل ترموستات و ترموسوئیچ ها وصل شده اند.
پایه شماره ۱ ابتدا به جامپر J5 جهت برنامه‌ریزی روبردی وصل شده و سپس جهت شروع به کار کردن میکرو، توسط مقاومت R22 4.7k بالاکش شده و در صورت فشردن کلید RESET1 پایین کش شده و میکرو ریست می‌شود. جامپر J8 پین ولتاژ صفر یا زمین برد است و j6 برای پرو گرامر کاربرد دارد.



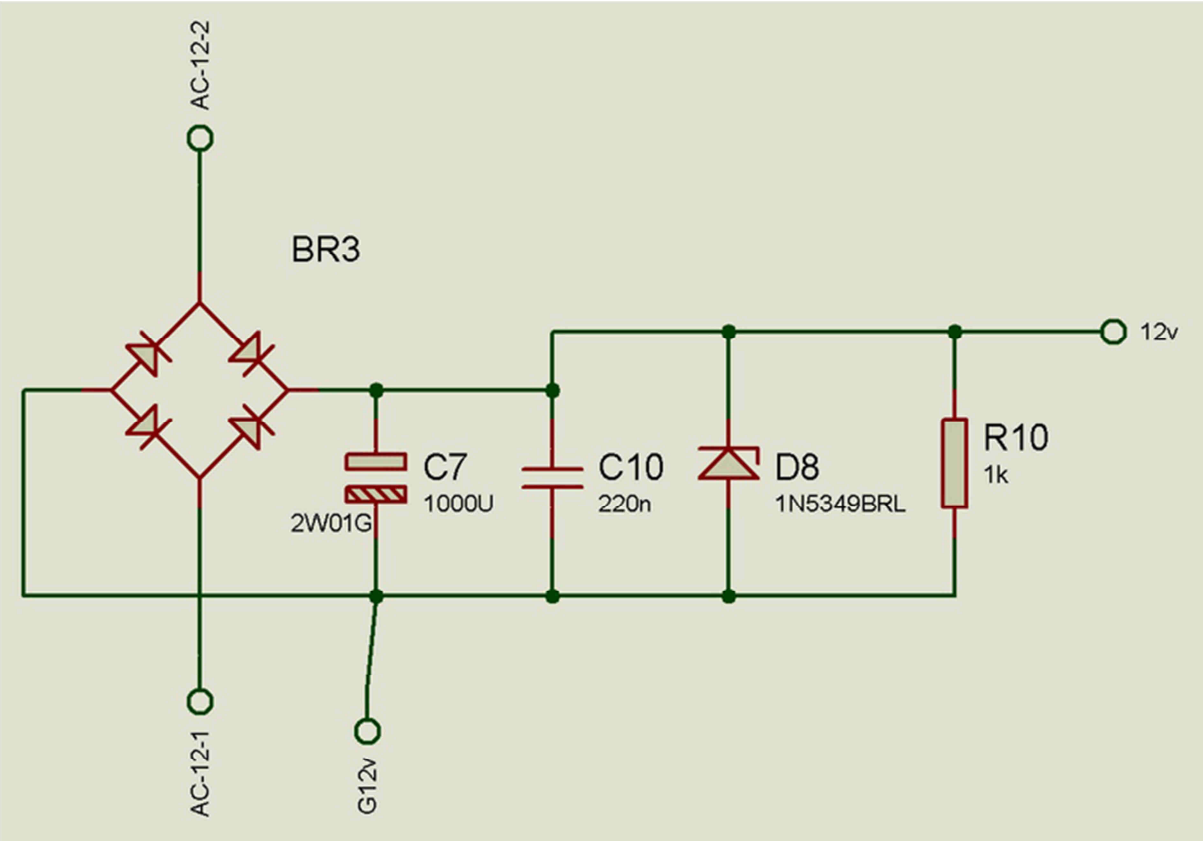
نقشه فوق مربوط می‌شود به تغذیه ولتاژ میکرو. اتصالات AC-vdd-1 و AC-vdd-2 به خروجی (سیم‌پیچی ثانویه) یک ترانسفورماتور روبردی کاهنده ۲۲۰ولت به ۱۲ ولت وصل می‌شوند.



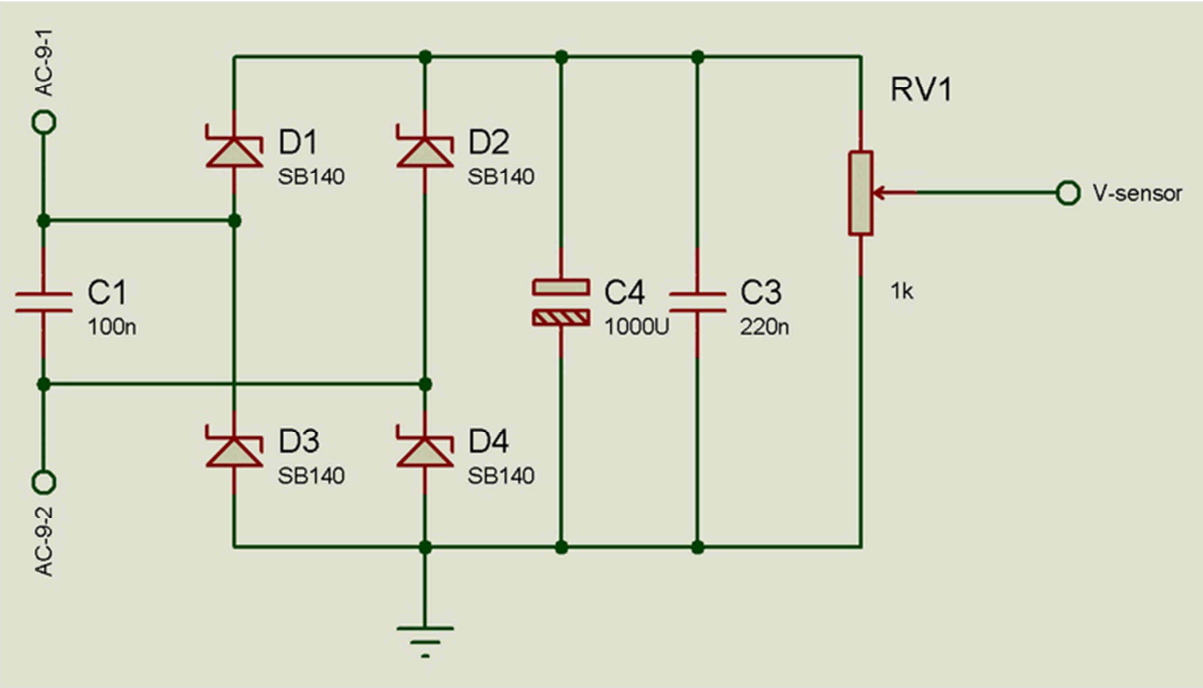
نقشه فوق مربوط می‌شود به مدار ولتاژ مرجع میکرو. اتصالات AC-vdd-1 و AC-vdd-2 به خروجی (سیم‌پیچی ثانویه) یک ترانسفورماتور روبردی کاهنده ۲۲۰ولت به ۱۲ ولت وصل می‌شوند. با توجه به اینکه ولتاژ خروجی این نوع ترانسفورماتورها در جریان کشی پایین، بیشتر از ۱۲ ولت است، فلذا کارکرد رگلاتور U3 با مشکل برخورد نمی‌کند. مولتی ترن RV4 ولتاژ مرجع را کالیبره و تنظیم می‌کند.



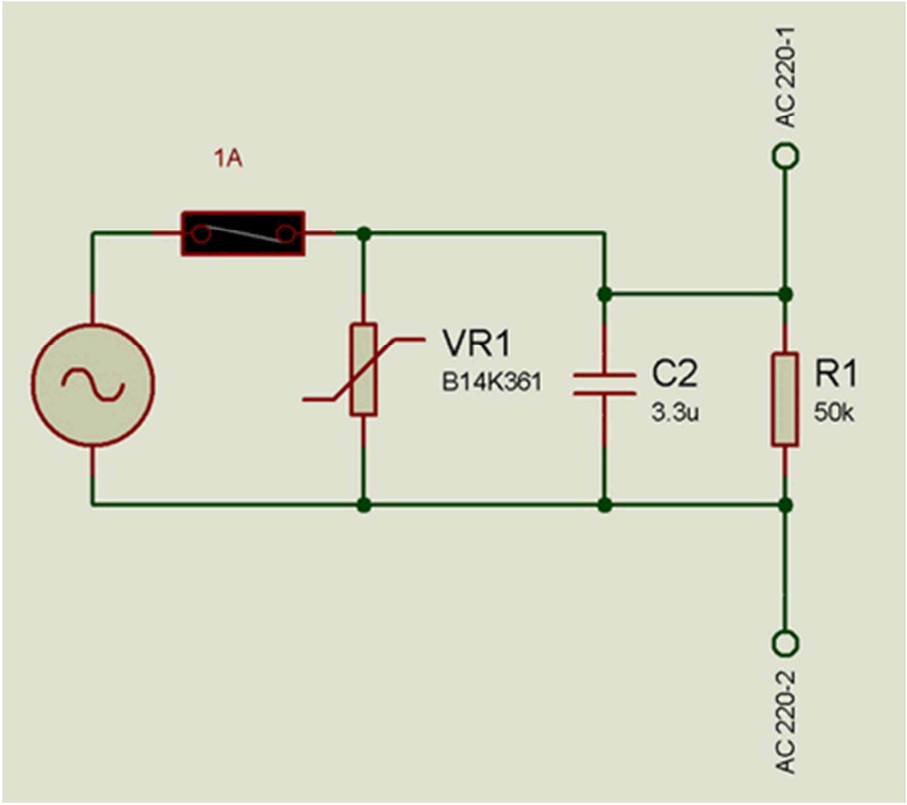
نقشه فوق مربوط می‌شود به تغذیه ولتاژ ال سی دی و سنسور جریان اثر هال.



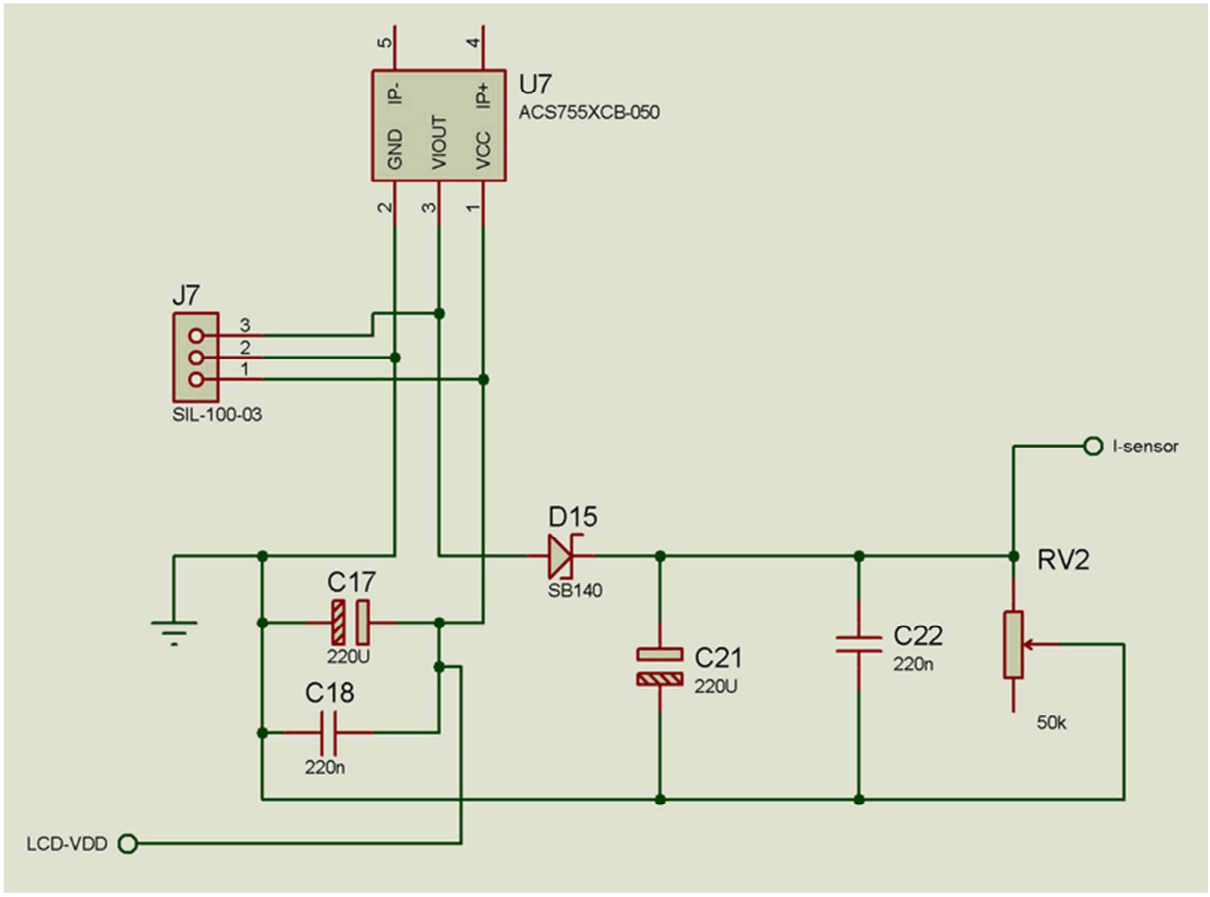
نقشه فوق مربوط می‌شود به تغذیه ایزوله رله‌ها و اپتوکوپلرها. اتصالات AC-12-1 و AC-12-2 به خروجی (سیم‌پیچی ثانویه) یک ترانسفورماتور روبردی کاهنده ۲۲۰ولت به ۱۲ ولت وصل می‌شوند. این ترانسفورماتور از ترانسفورماتور تغذیه میکرو ، ال سی دی و سنسور جریان مجزا می‌باشد.و D8 دیود زنر ۱۲ ولت ۴ وات است و ولتاژ مازاد DC تغذیه را سرشکن می‌کند.



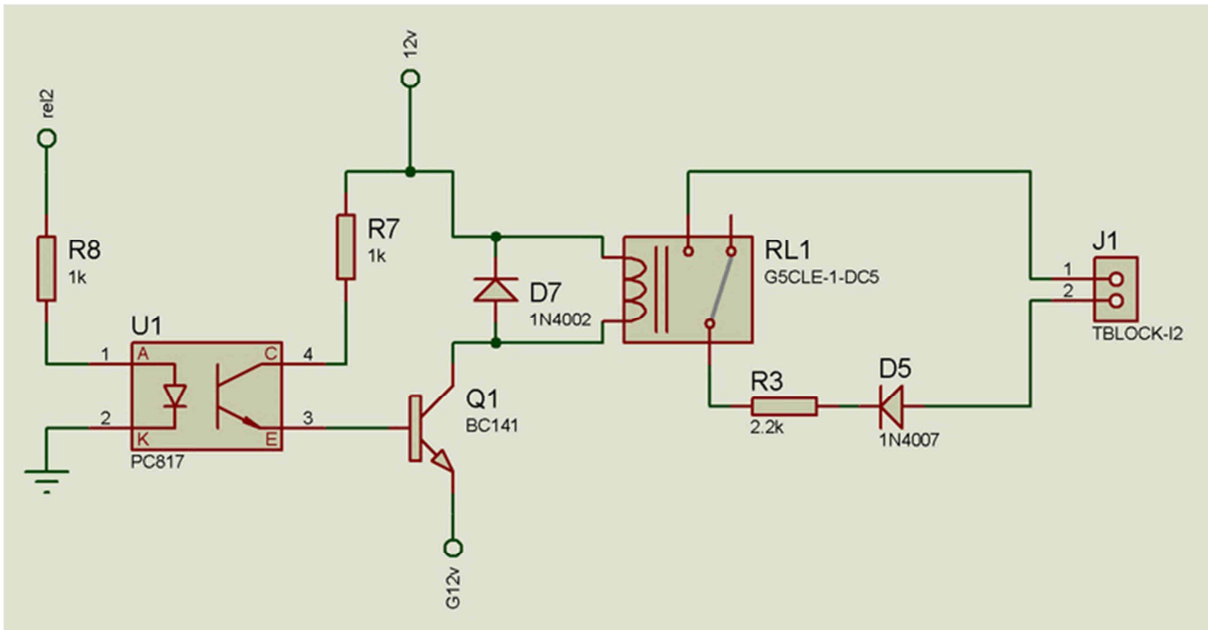
نقشه فوق مربوط می‌شود به مدار تقسیم ولتاژ ورودی برق. اتصالات AC-9-1 و AC-9-2 به خروجی (سیم‌پیچی ثانویه) یک ترانسفورماتور روبردی کاهنده ۲۲۰ولت به ۹ ولت وصل می‌شوند. این ترانسفورماتور از ترانسفورماتورهای تغذیه میکرو ، ال سی دی ، سنسور جریان و رله‌ها مجزا می‌باشد. جریان AC ابتدا توسط پل دیود، یکسویه شده و سپس توسط مولتی ترن RV1 تقسیم ولتاژ شده و به ۱% ولتاژ برق شهری کاهش و به ورودی مبدل آنالوگ به دیجیتال میکرو انتقال می‌یابد.



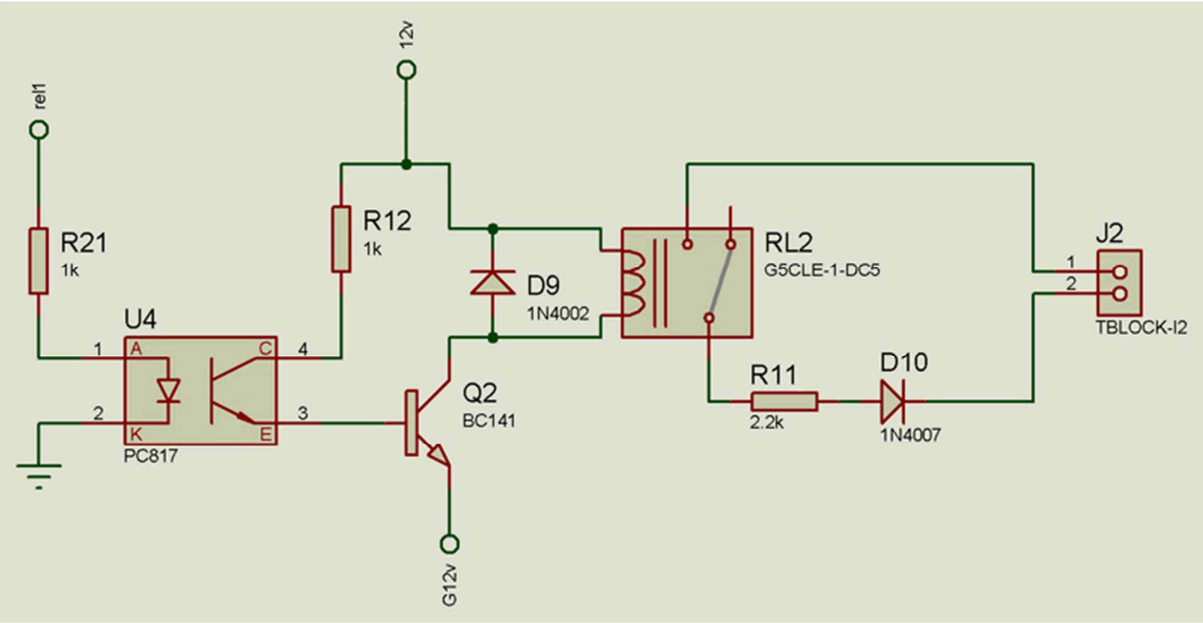
نقشه فوق مربوط می‌شود به برق ورودی به بورد. اتصالات AC 220-1 و AC 220-2 به ورودی (سیم‌پیچی اولیه) کلیه ترانسفورماتورهای روبردی وصل می‌شود.



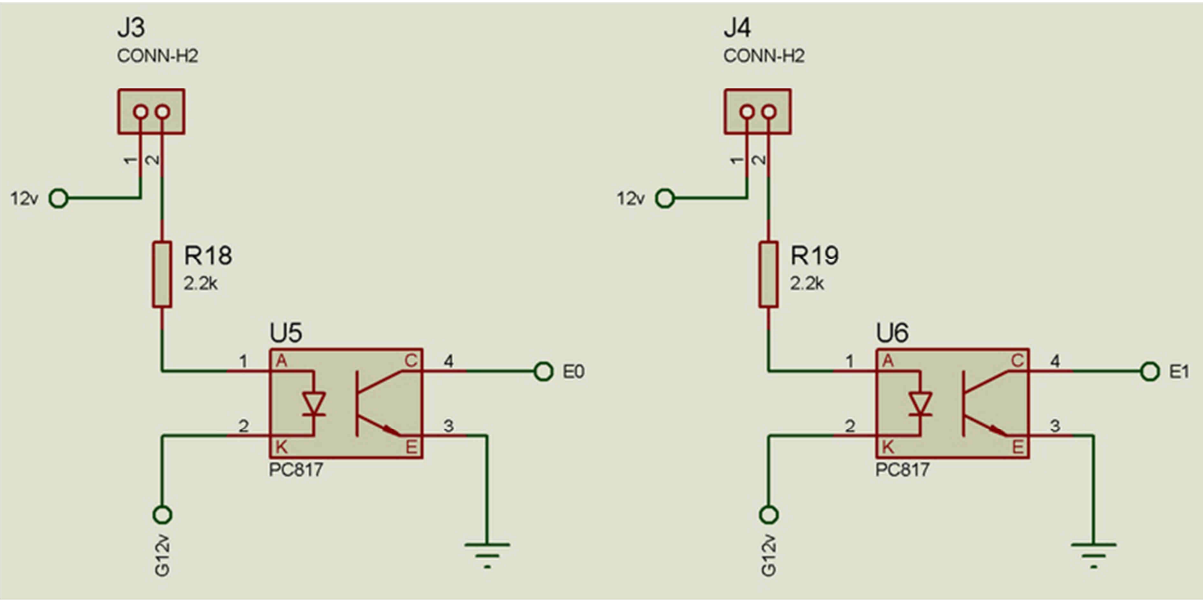
نقشه فوق مربوط می‌شود به مدار سنسور جریان اثر هال. خروجی مدار توسط مولتی ترن RV2 تنظیم و سطح آمپراژ سنجیده شده، کالیبره می‌شود و به ورودی مبدل آنالوگ به دیجیتال میکرو انتقال می‌یابد.



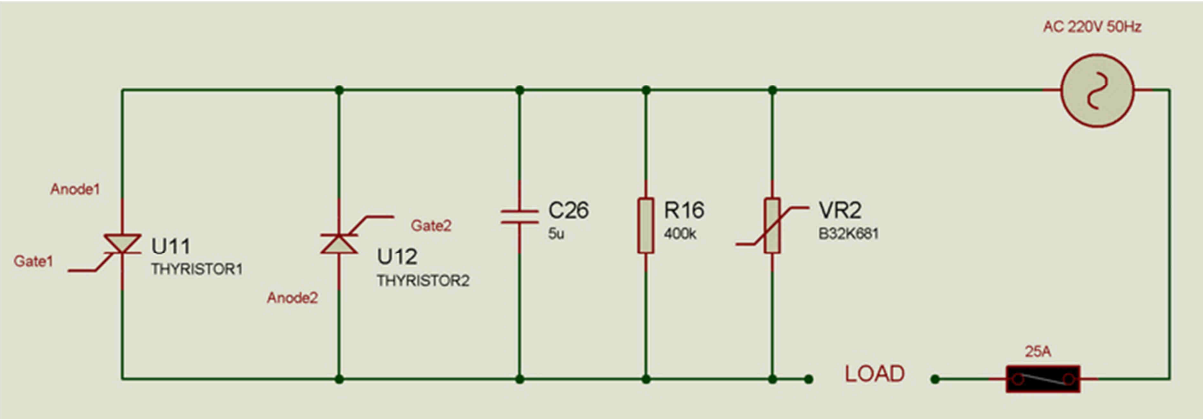
نقشه فوق مربوط می‌شود به مدار فرمان قطع و وصل ایزوله رله‌های رو بردی. اپتوکوپلر U1 با گرفتن فرمان با جریان مثبت از میکرو، ترانزیستور Q1 را روشن و متعاقب آن رله RL1 بسته‌شده و آند تریستور از طریق دیود D5 و مقاومت R3 به گیت وصل شده درنتیجه تریستور روشن خواهد شد.



نقشه فوق همانند و کاملاً مشابه با مدار قبلی است.

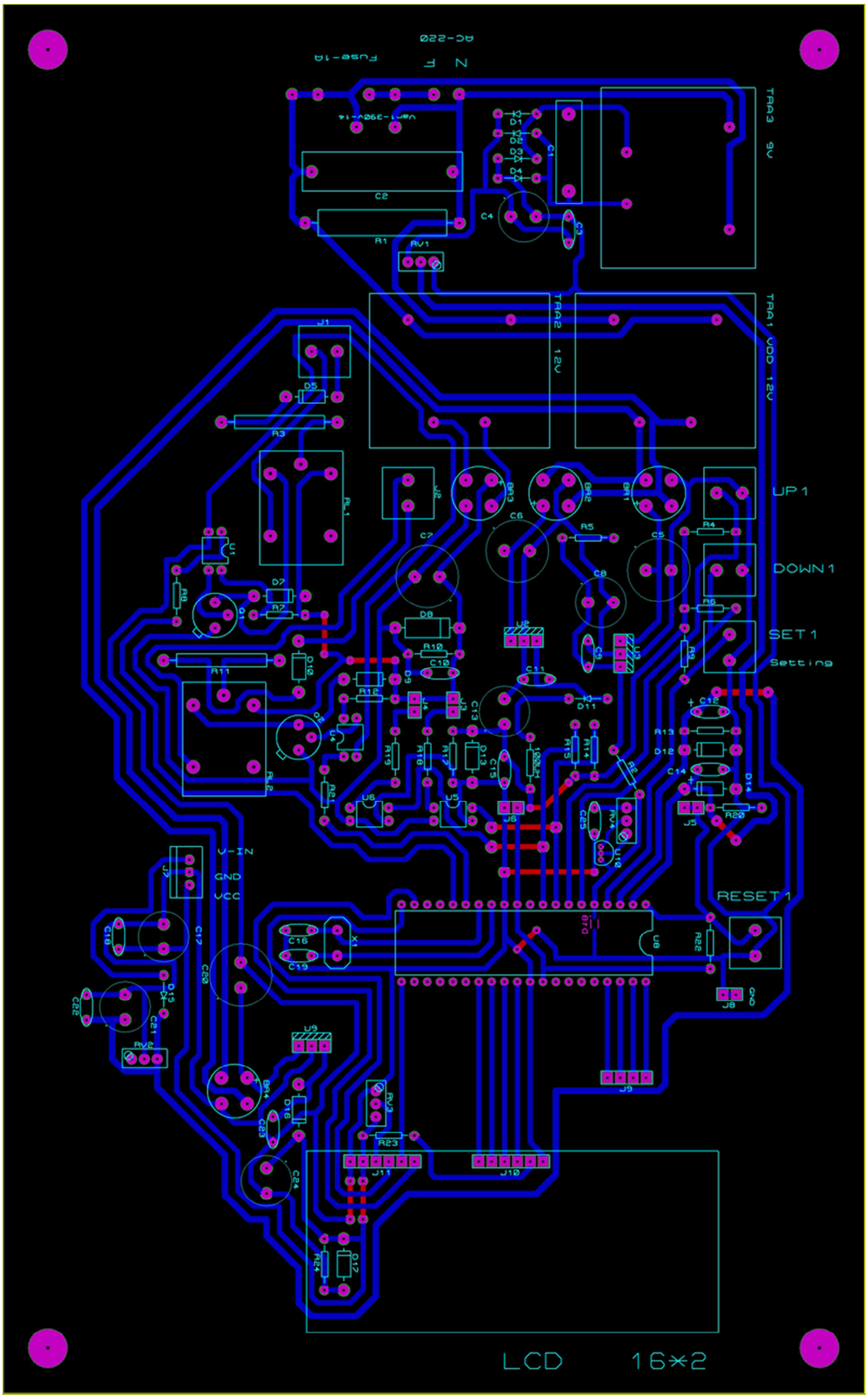


جامپرهای J3 و J4 مربوط می‌شوند به فرمان قطع و وصل ترموستات و ترموسوئیچ ها. در صورت بسته شدن مدار، دیود نوری اپتوکوپلرها روشن شده و درنتیجه دو پایه ۸ و ۹ میکرو پایین کش شده و میکرو متوجه وضعیت فرمان این دو کنترل‌کننده خارجی می‌شود.

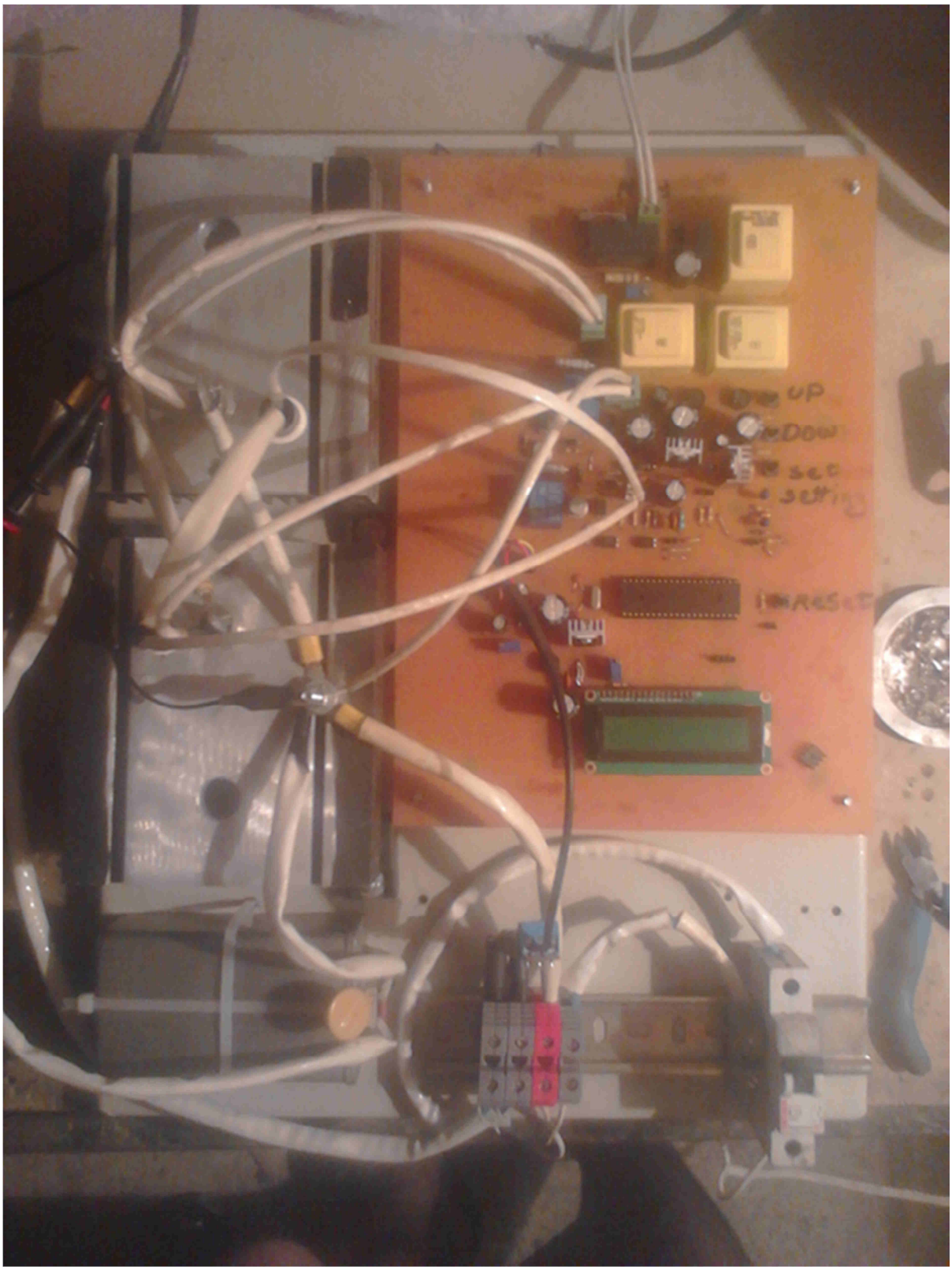


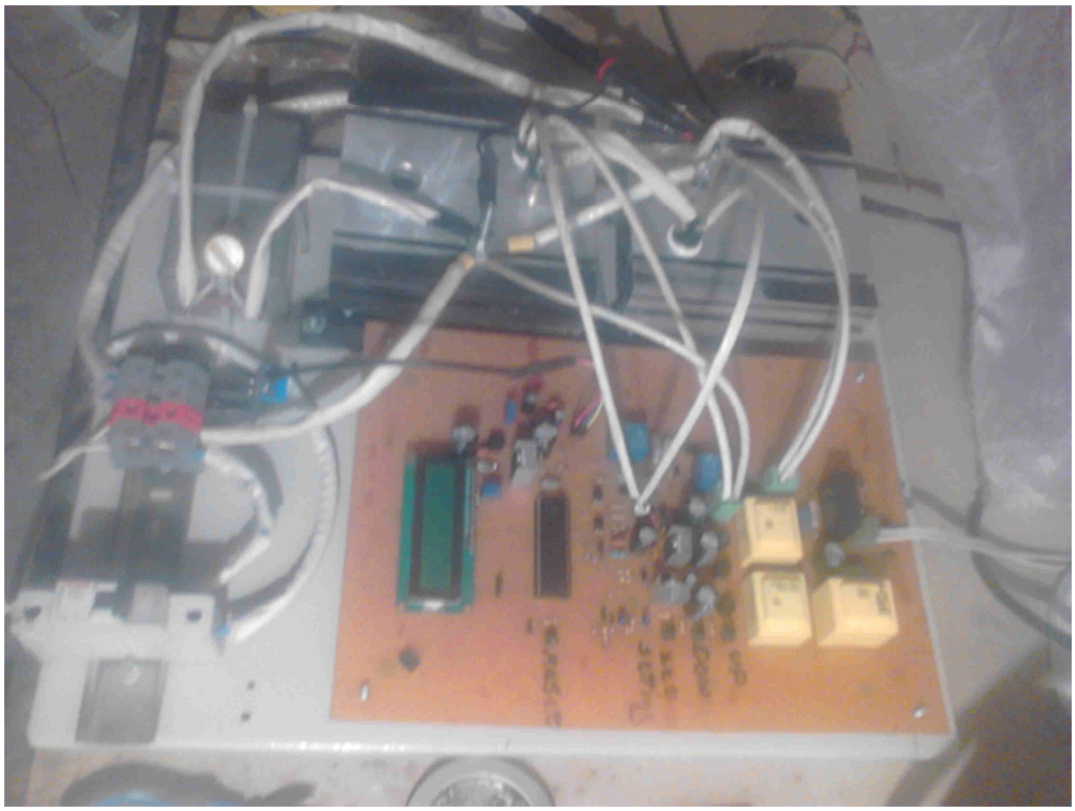
نقشه فوق مربوط می‌شود به سیم بندی مدار قدرت. تریستورهای ۱ و ۲ به‌وسیله رله‌های روبردی باز و بسته می‌شوند. با توجه به اینکه برای درایو کردن گیت تریستورها از رله، دیود و مقاومت مناسب استفاده‌شده، هیچ محدودیتی در نوع (جریان کشی گیت) و توان (آمپراژ و ولتاژ) تریستورها وجود ندارد.خازن C26 از نوع اسنابر است. مقاومت R16 وظیفه تخلیه کردن خازن در زمان خاموشی را دارد. وریستور VR2 با ولتاژ آستانه ۶۸۰ ولت وظیفه محافظت از سوئیچ‌ها در مقابل افزایش ولتاژ را دارد.

تصویر مربوط به PCB بورد طراحی و ساخته‌شده در زیر ارائه می‌شود


AC-220
N
F
Fuse-1A
TRA3 9V
TRA2 12V
TRA1 VDD 12V
UP 1
DOWN 1
SET 1
Setting
RESET 1
V-IN
GND
VCC
LCD 16*2

۷- توضیح سایر مستندات:





بورد الکترونیکی محافظ اهمی به همراه فیوزها، ترمینال‌های ورودی و خروجی جریان برق، سنسور جریان اثر هال، سوئیچ‌های قدرت، خازن اسنابر، وریستور به همراه هیتسینک ها، ترموسوئیچ ها و فن اگزوز درون تابلوی برق مناسب جاسازی‌شده و در محل مناسبی نصب می‌شود. سپس نوبت اتصال برق شهری به ترمینال ورودی و اتصال المنت حرارتی به ترمینال خروجی است. مدار به‌گونه‌ای طراحی‌شده که بعد از اتصال برق، شروع به کار می‌کند. اولین کار خواندن حافظه دائمی سیستم و دریافت متغیرهای مربوطه به تنظیمات سیستم است. مدت‌زمان تأخیر سیستم در قطع جریان برق، حد مقاومت نهایی مدار و حالت باز یا بسته بودن سوئیچ ترموستات به‌منزله فرمان مثبت یا منفی، ازجمله این تنظیمات هستند. منطق کاری یا الگوریتم ریاضی مدار به این صورت است که بعد از اتصال برق به بورد، سیستم چند ثانیه درنگ می‌کند. سپس سیستم حالت باز یا بسته بودن مدار فرمان ترموستات را چک می‌کند، اگر فرمان منفی بود به حالت تأخیر همراه با نمایش هشدار مربوطه وارد می‌شود و اگر مثبت بود، این بار حرارت هیتسینک ها چک می‌شود، اگر حرارت هیتسینک ها بیش‌ازحد مجاز بود، وارد حالت تأخیر به همراه نمایش هشدار مربوطه می‌شود و اگر مثبت بود سوئیچ بخش تنظیمات را چک می‌کند، اگر فرمان مثبت بود وارد حالت تنظیمات می‌شود و اگر منفی بود جریان الکتریکی المنت‌ها را وصل می‌کند و سپس وارد یک حلقه کاری

تکرارپذیر می‌شود که داخل این حلقه تمامی موارد فوق مجدداً تکرار می‌شود و اگر شرایط مثل حالت‌های قبلی بود، توسط سنسور جریان و مدار تقسیم ولتاژ ایزوله، اقدام به سنجش و محاسبه آن‌ها و همچنین مقاومت مدار می‌کند و درنهایت اگر ولتاژ و آمپراژ در محدوده مناسبی قرار داشتند به روند خود ادامه می‌دهد و در غیر این صورت همانند محافظ ولتاژ و آمپراژ عمل کرده و جریان الکتریکی را قطع می‌کند و این بار هم به حالت تأخیر همراه با نمایش هشدار مربوطه وارد می‌شود. بعدازاین نوبت مرحله اصلی برنامه است که کنترل مقاومت مدار است. اگر این مقاومت در محدوده تقریبی مناسبی طبق تعریف و تنظیم کاربر باشد، جریان روال عادی خود را طی می‌کند. در غیر این صورت وارد حالت تأخیر همراه با نمایش هشدار مربوطه می‌شود و جریان الکتریکی به علت مقاومت غیرمجاز مدار قطع می‌شود و بعد از سپری شدن مدت‌زمان تأخیر، تمامی مراحل فوق در حلقه کاری، مجدداً تکرار می‌شود. در طی این فرایند تمامی اطلاعت مربوطه، به‌صورت دوره‌ای در نمایشگر سیستم ارائه می‌شود. در حالت تأخیر، جریان الکتریکی توسط محافظ قطع می‌شود و این حالت در نمایشگر نشان داده می‌شود. تأخیر به‌اندازه مقدار تعریفی کاربر در واحد ثانیه خواهد بود و عددی مابین ۱۰ تا ۲۵۰ می‌باشد. در حالت تأخیر ولتاژ غیرمجاز نیز، جریان الکتریکی قطع‌شده و این پیغام به همراه محدوده مجاز ولتاژ که عددی مابین ۲۰۰ و ۲۴۰ است به نمایش درمی‌آید، مدت‌زمان تأخیر ۱۰ ثانیه در نظر گرفته‌شده است. در حالت تأخیر آمپراژ غیرمجاز، جریان الکتریکی قطع‌شده و این پیغام به همراه محدوده مجاز آمپراژ که عددی زیر ۲۵ است به نمایش درمی‌آید، مدت‌زمان تأخیر ۱۰ ثانیه در نظر گرفته‌شده است. در حالت تأخیر ترموستات، جریان الکتریکی قطع‌شده و این پیغام به نمایش درمی‌آید، مدت‌زمان تأخیر تا زمان فرمان وصل ترموستات در نظر گرفته‌شده است. در حالت تأخیر دمای غیرمجاز هیتسینک، جریان الکتریکی قطع‌شده و این پیغام به نمایش درمی‌آید، مدت‌زمان تأخیر تا زمان خنک شدن هیتسینک در نظر گرفته‌شده است. در زمان فشار دادن کلید SETTING جریان الکتریکی قطع‌شده و سیسم وارد حالت تنظیمات می‌شود، حالت تنظیمات سیستم به نمایش درآمده و در اولین مرحله، سطح مقاومت نهایی مدار تنظیم می‌شود که با زدن کلید UP انجام می‌شود اگر کلید DOWN فشرده شود، سیستم وارد مرحله تنظیمات بعدی می‌شود. بخش تنظیمات مقاومت دو مرحله دارد مرحله اول اعداد قبل از ممیز و مرحله دوم اعداد بعد ممیز را تنظیم و تعریف می‌کند. در هر مرحله اگر کلید UP فشرده شود به مقدار عددی افزوده‌شده و اگر کلید DOWN زده شود از مقدار عددی کم می‌شود. این مقادیر در هرلحظه نشان

داده‌شده و با زدن کلید SET این مقادیر وارد حافظه دائمی سیستم می‌شود و در طول برنامه از آن‌ها استفاده می‌شود. در مورد تنظیمات مدت‌زمان تأخیر سیستم در قطع جریان و همچنین حالت کاری ترموستات ، تمامی موارد، مشابه تنظیمات مقاومت نهایی سیستم است.

۷- بیان نوآوری‌ها و ادعاهای اصلی: محافظ اهمی یا محافظ الکترونیکی مدارهای الکتریکی مقاومت متغیر به هر نوع مدار الکترونیکی آنالوگ و دیجیتالی گفته می‌شود که منطق کار آن اولاً مبتنی بر محاسبه و سنجش مقاومت مدار یا هادی در هرلحظه باشد، یعنی همانند یک اهم‌متر عمل کند، دوما در مقادیر مشخص و تعریف‌شده‌ی مقاومت اهمی، اقدام به قطع جریان الکتریکی کند یا فرمان آن را صادر نماید و می‌توان طوری طراحی، تنظیم و برنامه‌ریزی شود که بعد از مدت‌زمان مشخص و تعریف‌شده‌ای، مجدداً جریان الکتریکی را وصل و یا فرمان وصل آن را صادر نماید و این روند را تکرار و ادامه دهد.

در طراحی و ساخت نوع دیجیتال می‌توان از انواع و اقسام میکروکنترلرها، آردوینوها، پی ال سی‌ها و رایانه‌های قابل برنامه‌نویسی و .... استفاده نمود یعنی هر تراشه، چیپ، قطعه یا مدار مجتمع یا مدار کلی الکترونیکی حافظه‌دار که با پردازش و کنترل اعداد و ارقام کار کند و همواره در ارتباط با حسگرها و واحدهای اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی من‌جمله ولتاژ، آمپراژ و ... باشد.

بدیهی است که قسمت اول یعنی مقاومت سنجی، مربوط می‌شود به یک ابزار متداول و رایج در صنعت به نام اهم‌متر چه از نوع آنالوگ و چه از نوع دیجیتال، ولی ترکیب آن با قسمت دوم که یک قطع و وصل‌کننده کنترل یا تنظیم شونده آنالوگ و یا قابل برنامه‌نویسی و برنامه‌ریزی دیجیتال است، مربوط می‌شود به ادعای این اختراع، که مدعی است برای اولین بار موفق به اختراع ابزار یا وسیله‌ای شده است که می‌تواند مدار الکتریکی یا هادی را در مقابل تغییرات اهمی (مقاومت درونی) محافظت کند.

به‌طور مثال نقش فیوزها، بی متال‌ها، کلیدهای اتوماتیک و .... در صنعت محافظت از مدار در مقابل افزایش جریان است و نقش وریستورها، دیودهای زنر و محافظهای الکترونیکی خانگی و صنعتی ، استابلایزر و .... محافظت از مدارها در

مقابل افزایش یا کاهش ولتاژ است. درحالی‌که این اختراع برای اولین بار در صنعت، مدارهای الکتریکی یا هادی‌ها را در مقابل افزایش یا کاهش و به‌طورکلی تغییرات مقاومت درونی محافظت می‌نماید.

تا به امروز ما ابزارهای بسیار زیاد و متداولی در باب کنترل و محافظت مدار در مقابل افزایش مقدار جریان و تغییرات شدت‌جریان یا ولتاژ داشته‌ایم، ولی در مورد تغییرات مقاومت اهمی، این اختراع بدیع و جدید است و می‌تواند انقلابی در بخش برق و الکترونیک صنعتی پدید آورد. این اختراع را می‌توان فیوز اهمی نیز نامید.

به بیان شیوا تا به امروز محافظین الکتریکی برای یکاهای اصلی جریان الکتریسیته من‌جمله ولت و آمپر طراحی و تولید می‌شدند ولی طراحی و تولید این اختراع برای یک یکای فرعی جریان الکتریسیته به نام اهم است که از تقسیم دو یکای اصلی قبلی به دست می‌آید. این اختراع قادر است به‌جای تقسیم ولتاژ به آمپراژ و محاسبه مقاومت مدار یا هادی به اهم، دو کمیت نام‌برده شده را در هم ضرب و توان مصرف‌شده سیستم را محاسبه نماید یعنی:

$$W = VI$$

و محافظت از مدار را بر پایه منطق کنترل توان انجام دهد. درواقع با بالا رفتن حرارت مدار یا هادی بر مقاومت آن افزوده می‌شود، درنتیجه جریان الکتریکی کمتری عبور خواهد کرد که نتیجه آن کم شدن توان مصرف‌شده سیستم است. ازاین‌رو محافظ قادر خواهد بود در توان‌های مصرفی تعریف و مشخص‌شده، اقدام به قطع یا صدور فرمان قطع جریان الکتریکی را بکند. بدیهی است که در این حالت بخصوص کاری، نیاز مبرم به تثبیت‌کننده‌های شدت‌جریان یا ولتاژ در مدار خواهیم داشت که به‌صورت دقیق و کنترل‌شده‌ای، شدت‌جریان الکتریکی را در یک نقطه مشخص، ثابت نگه دارد تا محافظ توان با دقت و به‌درستی عمل نماید.

این اختراع می‌تواند در نوع تک ، دو ، سه یا حتی چند فاز با جریان‌های متناوب در ولتاژها و آمپراژهای متنوع و گوناگونی طراحی و ساخته شود. این اختراع در جریان‌های یکسو یا یکسویه شده نیز کاربرد دارد چون منطق کاری و الگوریتم مدار همان موضوع اصلی ادعانامه است.

سیم بندی سوئیچ‌های قدرت را می‌توان به‌گونه‌ای انجام داد که در کنار قطع و وصل کردن جریان الکتریکی متناوب، عمل یکسویه کردن جریان را نیز انجام دهند.

همچنین برای قطع و وصل جریان الکتریکی توسط محافظ ، می‌توان از انواع و اقسام کنتاکتورها و رله‌ها و ... مکانیکی استفاده نمود و یا اینکه از نیمه‌هادی‌های قدرت سوئیچینگ من‌جمله تریستور، ترایاک و ... در جریان‌های متناوب و از ترانزیستور، ماسفت، ای جی بی تی و ... در جریان‌های یکسو شده استفاده نمود. این اختراع می‌تواند با کنترل‌کننده های خارجی من‌جمله انواع ترموستات‌ها، آردوینوها، پی ال سی ها و رایانه‌های قابل‌برنامه‌ریزی و ... در ارتباط بوده و فرمان پذیری (Slave) داشته باشد و اقدام به قطع و وصل جریان بنماید یا اینکه خود این ابزار و وسیله اختراع‌شده می‌تواند با ابزارها و کنترل‌کننده های خارجی در ارتباط باشد و در مواردی نقش فرماندهی (Master) را داشته باشد. یعنی می‌تواند با ابزارها، مدارها، قطعات، کنترل‌کننده های موجود و متداول در صنعت و ..... ترکیب یا یکپارچه شود.

مدارهای الکتریکی مقاومت متغیر در صنعت، محدوده بسیار وسیع و متنوعی را تشکیل می‌دهند. به‌طور مثال المنت‌ها (المان‌های حرارتی) ، سیم‌پیچی داخل الکتروموتورها و ترانسفورماتور چند نمونه از آن‌هاست. که مسلماً منطق علمی و توانایی فنی این اختراع، توانایی محافظت از کلیه مدارهای الکتریکی مقاومت متغیر را خواهد داشت. کاربرد این محافظ زمانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود که امکان استقرار و نصب حسگر دما یا ترموکوپل و .... در محل و مکان موردنظر نباشد یا اینکه حسگر دما یا ترموکوپل و .... به علت شرایط محیطی، قادر به کار نبوده و یا اینکه در کارکرد آن‌ها اختلال ایجاد شود که همگی این موارد به هیترها یا کوره‌های صنعتی محدود نشده و دامنه آن بسیار فراتر از این موارد خاص است.