



مرکز بین المللی عسلویه

موضوع پایان نامه کارشناسی: مونتاژ تابلوهای برق

استاد راهنما: آقای ابراهیمی

دانشجو: احسان فاریابی

رشته: مهندسی برق-قدرت

شماره دانشجویی: ۹۱۷۴۷۹۷۳۱

سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## فهرست

4	چکیده
5	مقدمه
5	تابلو فشار ضعیف
5	شناخت تجهیزات به کار رفته تابلو
5	کنتاکتور
10	ترانس CT
13	فیوزها
20	تایمرها
21	کلید محافظ جان
23	کنترل فاز
26	پی ال سی (PLC)
27	تقسیم بندی تابلوهای برق
30	تابلو برق ساختمان
30	تابلو تقسیم واحد
36	تابلوی عمومی
38	تابلو کنتور
44	روند ساخت یک تابلو
51	زیر سازی تابلو
52	تابلو بانک خازنی
56	چیدمان یک تابلو بانک خازنی
57	تابلو فرمان موتوری
60	معرفی یک نمونه تابلو
72	شرکتهای تابلو سازی بوشهر

## چکیده

برای انتقال و پخش انرژی الکتریکی از نیروگاه تا مصرف کننده، در موارد زیادی احتیاج به وسایلی است که این انرژی الکتریکی را برای مصرف کننده های مختلف **تقسیم و تنظیم و کنترل** کند. مجموعه این وسایل که در محفظه ای قرار می گیرند **تابلو برق** نامیده می شود.

**تابلو برق** یک محفظه برای نصب و سیم بندی تجهیزات الکتریکی یا الکترونیکی است که کلیدها و قطعات کنترلی و حفاظتی و لوازم نمایشگر (ولتاژ، جریان، توان، فرکانس و...) روی آن نصب می شوند. همچنین **تابلو برق** جهت جلوگیری از وارد شدن شوک الکتریکی به کاربران تجهیزات و حفاظت تجهیزات در برابر عوامل محیطی می شوند.

**تابلو برق** ترکیبی از یک یا چند وسیله کلیدی (قطع و وصل) فشار ضعیف و فشار متوسط، همراه با تجهیزات کنترل، اندازه گیری و حفاظت که کلیه اتصالات برقی و مکانیکی داخلی و قسمت های بدنه آن به طور کامل عایق شده است



## مقدمه

امروزه **تابلوهای برق** یکی از عناصر اصلی واحدهای صنعتی و مسکونی محسوب می شوند. **تابلو برق** عبارت است از محفظه ای معمولاً بسته که تجهیزات الکترونیکی، اتوماسیون یا برق صنعتی می تواند در آن نصب شود. وظایف انواع تابلوها عبارتند از :

✓ کنترل دستی یا اتوماتیک یک فرایند صنعتی

✓ توزیع بین تجهیزات

✓ اصلاح ضریب توان

## تابلو فشار ضعیف

پس از تبدیل ولتاژ فشار قوی به ولتاژ ضعیف در پست های کاهنده، جهت تقسیم انرژی الکتریکی از تابلوهای فشار ضعیف استفاده می شود. تنوع مصرف کننده ها، احتیاجات مختلف در مورد طرح و اندازه تابلوهای فشار ضعیف را ایجاب می نماید. در نتیجه تابلوهای فشار ضعیف (LV) با اندازه های استاندارد تهیه شده و بسته به احتیاج به کلیدهای خودکار و یا با ترکیب کلید و فیوزهای متعدد و همچنین دستگاه های اندازه گیری و غیره برای مدارهای خروجی مجهز می گردد.

## شناخت تجهیزات به کار رفته در تابلوهای برق:

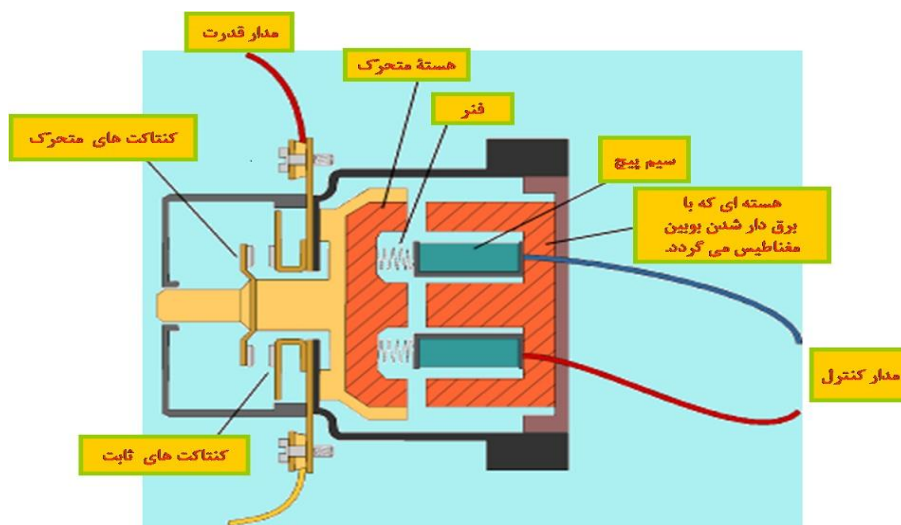
در تابلوهای برق فشار ضعیف یک سری تجهیزات معمول مورد استفاده قرار می گیرند. این تجهیزات عبارتند از:

✚ **کنتاکتور: وسیله الکترومکانیکی جهت قطع وصل کردن جریان برق**

کنتاکتور (contactor) یک کلید کنترل شونده به صورت الکتریکی است که برای کلید زنی یک مدار قدرت یا کنترل مورد استفاده قرار می گیرد. کنتاکتور شباهت زیادی به رله دارد، با این تفاوت که کنتاکتور برای کاربردهای آمپر بالا به کار می رود

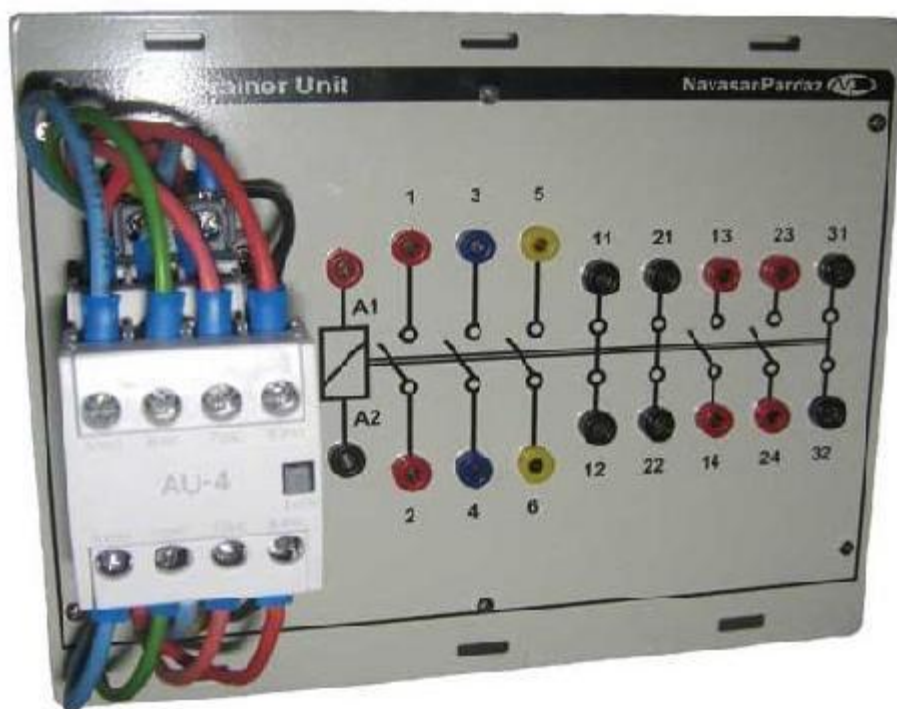


کنتاکتور از چهار بخش اصلی تیغه، بوبین، محفظه عایقی ورله حرارتی تشکیل شده است؛



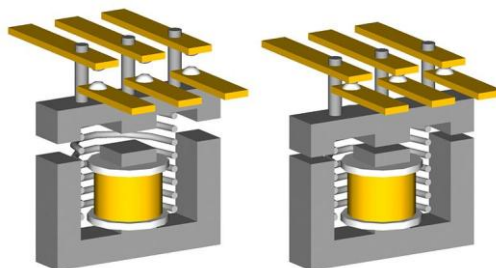
### ○ تیغه اصلی

تیغه های اصلی هر کنتاکتور به دو بخش تقسیم می شود. تیغه های قدرت و تیغه های فرمان. وظیفه اصلی تیغه های قدرت هدایت جریان الکتریکی پس از هر بار تحریک شدن بوبین از خود است. تیغه های فرمان نیز همانطور که از نامشان مشخص است برای استفاده در مار فرمان به کار می رود. تیغه های فرمان به دو صورت نرمالی باز و نرمالی بسته بر روی بدنه کنتاکتور تعبیه شده اند. این تیغه ها پس از هر بار تحریک شدن بوبین تغییر وضعیت داده و به حالت عکس تغییر وضعیت می دهند.



### ○ بوبین

بوبین یک هسته مغناطیسی سیم پیچی شده است که نیروی لازم را برای اتصال فیزیکی کنتاکتهای هادی الکتروسیسته فراهم می سازد.



### ○ محفظه

این بخش برای ایزوله کردن بخش های هادی و خطرناک کنتاکتور و حفظ جان کسانی که با کنتاکتور سروکار دارند، به کار می روند. جنس محفظه معمولاً از مواد عایق الکتروسیسته مانند Nylon & Bakelite و پلاستیکهای سفت شونده در برابر حرارت استفاده می شود

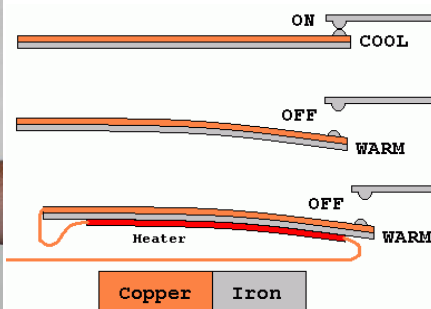
### ○ تیغه کمکی

تیغه های کمکی، تیغه های فرمان (آمپر پایین) نرمالی باز و نرمال بسته می باشد که بالای بدنه کنتاکتور و یا در بعضی از مدل های آن در کنار بدنه کنتاکتور نصب می شوند و بدین ترتیب با هر بار تحریک شدن بوبین کنتاکتور، این تیغه ها تغییر وضعیت می دهند.



### ○ رله حرارتی

معمولا برای حفاظت از بارهای که به کنتاکتور بسته می شود از رله حرارتی یا بی متال استفاده می-شود. این نوع رله ها در برخی از انواع دیگر بر روی بدنه تعبیه شده اند در انواع دیگر به صورت اختیاری بر روی کنتاکتور بسته می شود. اگر بار بسته شده به کنتاکتور جریانی بیش از حد مجاز از شبکه بکشد یا ولتاژ ورودی به جای سه فاز دوفاز بشود رله حرارتی عمل می کند و از صدمه زدن به بار الکتریکی جلوگیری می نماید.



🔧 **کنتاکتور خازنی:** در تابلوهای خازنی جهت وارد کردن خازنها به مدار شبکه از این کنتاکتور مخصوص استفاده می شود. این کنتاکتور دارای یک مقاومت جهت محدود کردن جریان های هجومی ناشی از اتصال خازنها به مدار هستند

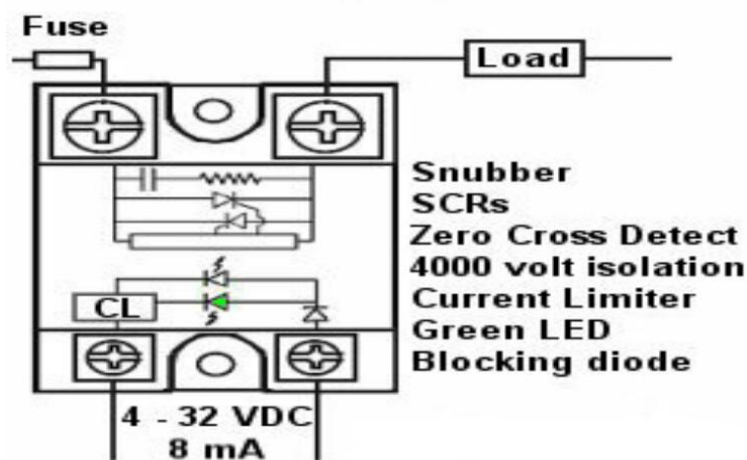




✚ **کنتاکتور الکترونیکی (SSR):** این وسیله در واقع یک کنتاکتور الکترونیکی است که در آن از قطعاتی مثل تریستور یا تریاک برای قطع و وصل جریان تک فاز و یا سه فاز استفاده می-شود. این قطعه به دلیل سرعت بالا و کنترل راحت تر جایگزین مناسبی برای کنتاکتورها می-باشد



- چندسالی است که رله های الکترونیکی (Solid State Relay) جایگزین کنتاکتور و رله های الکترومکانیکی شده است. رله های الکترونیکی SSR، نسبت به رله های الکترومکانیکی دارای مزایای زیادی می باشد که عمده مزایای رله های الکترونیکی SSR به شرح زیر است
- زمان پاسخگویی رله های الکترونیکی SSR بسیار سریعتر از رله های الکترومکانیکی و کنتاکتورها بوده و زمان سوئیچینگ آنها، در حد میکرومیکروثانیه یا میلی ثانیه است
  - این رله الکترونیکی SSR در هنگام سوئیچینگ جرقه ایجاد نمی کند
  - این رله الکترونیکی مناسب برای مکان های قابل انفجار است
  - رله الکترونیکی SSR به دلیل نداشتن قطعات متحرک دارای عمر بالاتری است
  - رله SSR، در برابر ضربه و لرزش مقاوم تر می باشد
  - در قسمت کنترل، جریان القایی ایجاد نمی کند
  - عملکرد رله الکترونیکی SSR بدون صدا می باشد
  - ابعاد فیزیکی رله الکترونیکی SSR از کنتاکتورها کوچکتر است



رله SSR به شرح طبقه بندی می شود:

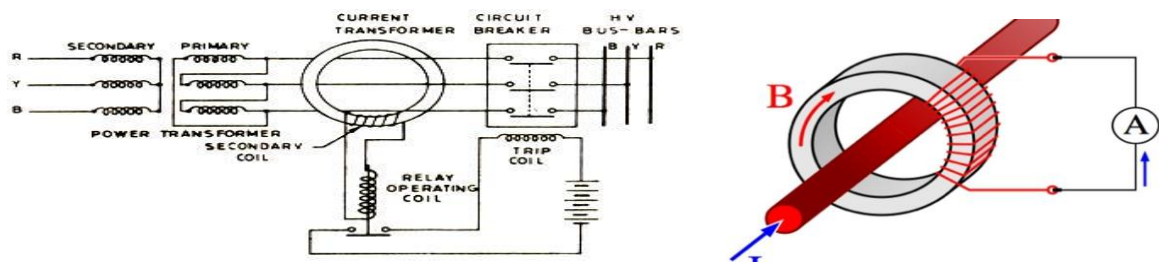
- ۱) رله های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل DC و خروجی DC
- ۲) رله های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل DC و خروجی AC
- ۳) رله های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل AC و خروجی DC
- ۴) رله های الکترونیکی SSR با ولتاژ کنترل AC و خروجی AC



ترانس CT: کاهش دهنده جریان فازهای برای مقاصدی چون اندازه گیری جریان توسط آمپر متر یا نمونه جریان برای رگولاتور خازنی



ترانس جریان: برای نمونه گیری جریان به نسبت گذر جریان از سیم پیچ اولیه خود و القای آن در سیم پیچ ثانویه کاربرد دارند. این ترانس برای حفاظت و اندازه گیری در ابتدای خط استفاده می شود. ترانس جریان از دو سیم پیچ اولیه و ثانویه پدیده آمده که جریان واقعی از اولیه گذر نموده و در پی گذر این جریان و فراخور آن، جریان کمی (نزدیک به چند آمپر) در ثانویه پدید می آید.



کلید اتوماتیک MCCB: کلید اتوماتیک MCCB که دارای دو مدار حفاظت حرارتی و حفاظت مغناطیسی در خود است. این کلید معمولاً به عنوان کلید اصلی در تابلوهای برق استفاده می شود و بیشتر در جریان های بالای ۱۰۰ آمپر ساخته می شود.



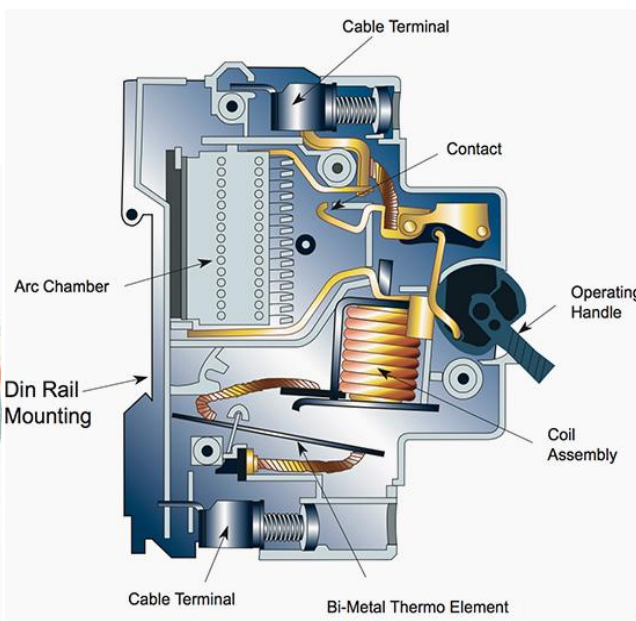
به منظور حفاظت از تاسیسات روشنایی، برق صنعتی، سیم، کابل و ماشین آلات در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه از کلید اتوماتیک (کامپکت) استفاده می شود. کلیدهای اتوماتیک به لحاظ بعضی از مزایا نسبت به فیوزها از قبیل قطع همزمان سه فاز و در نتیجه جلوگیری از دوفاز شدن برق و سوختن موتورها، قابل بهره بردای بودن بعد از هر بار قطع کاربرد گسترده پیدا کرده اند. کلیدهای اتوماتیک با جریان نامی ۲۰ الی ۱۶۰۰ آمپر و با ابعاد متنوع و قدرت اتصال کوتاه تا ۵ کیلوآمپر در دونوع ترمومگنتیک و الکترونیکی تولید و عرضه می گردد کلیدهای اتوماتیک ترمومگنتیک دارای رله های مگنتیک و حرارتی می باشند که رله مگنتیک عمل قطع مدار در زمان اضافه جریان و رله حرارتی قطع مدار در زمان اضافه بار را برعهده و در کلیدهای اتوماتیک الکترونیکی اضافه جریان توسط مدارهای الکترونیک کنترل و فرمان قطع به رهاساز کلید داده می شود.



🚩 **کلید اتوماتیک MCB:** کلید اتوماتیک MCB که دارای دو مدار حفاظت حرارتی و حفاظت مغناطیسی در خود است. این کلید معمولاً به عنوان کلید فرعی د تابلو برق استفاده می شود و بیشتر در جریانهای زیر ۱۰۰ آمپر ساخته می شود.



فیوز وسیله ای است که مدارهای الکتریکی را در برابر جریان غیر مجاز محافظت می کند. اگر جریانی غیرمجاز نامی از فیوز بگذرد فیوز می سوزد و بدین ترتیب جریان برق قطع خواهد می شود. به عبارت ساده، فیوز یک وسیله حفاظتی است که در تجهیزات و مدارات الکتریکی به کار برده می شود تا در مواقعی که جریانی بیشتر از حد انتظار از وسیله عبور می کند، با سوختن فیوز مدار قطع شود تا تجهیزات دیگر آسیبی نبینند. این وسیله اولین بار توسط توماس ادیسون در سال ۱۸۹۰ میلادی ثبت اختراع شده است.



### ○ نحوه عملکرد

عنصر اصلی ساخت فیوز، یک نوار فلزی است که در یک محفظه غیر رسانا قرار دارد. با عبور جریان بیش از حد مجاز، نوار فلزی ذوب می شود و مدار الکتریکی قطع می شود

🔧 **فیوزها:** فیوز وسیله ای برای حفاظت مدار برابر اتصال کوتاه است. فیوز انواع مختلف دارد که می توان به فیوزهای کاردی، فشنگی و HRC اشاره کرد



🔧 **کلید فیوز:** این وسیله در واقع هم کلید و هم فیوز است. در داخل آن فیوزهای کاردی نصب می شود



بی متال: جهت حفاظت بار(موتور) سه فاز در برابر اضافه بار استفاده می شود



کلیدولت‌متر: با اتصال این کلید به ولت‌متر می توان ولتاژهای مختلف خط و فاز را در سه فاز با تغییر سلکتور آن اندازه گیری کرد

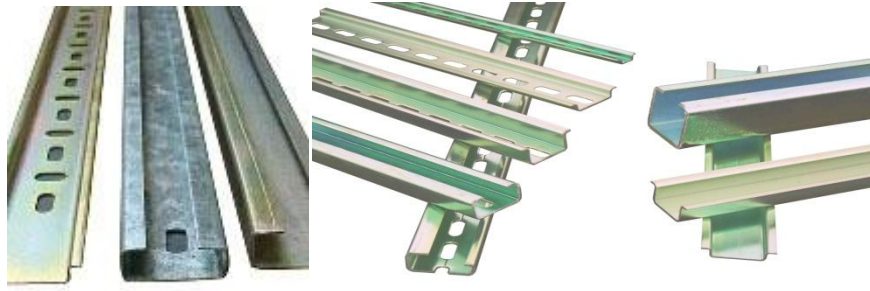


انواع کلیدهای گردان: کلیدهای گردان جهت قطع و وصل سه فاز، چپگرد و راستگرد موتور به صورت دستی و یا ستاره و مثلث کردن موتور استفاده می شوند

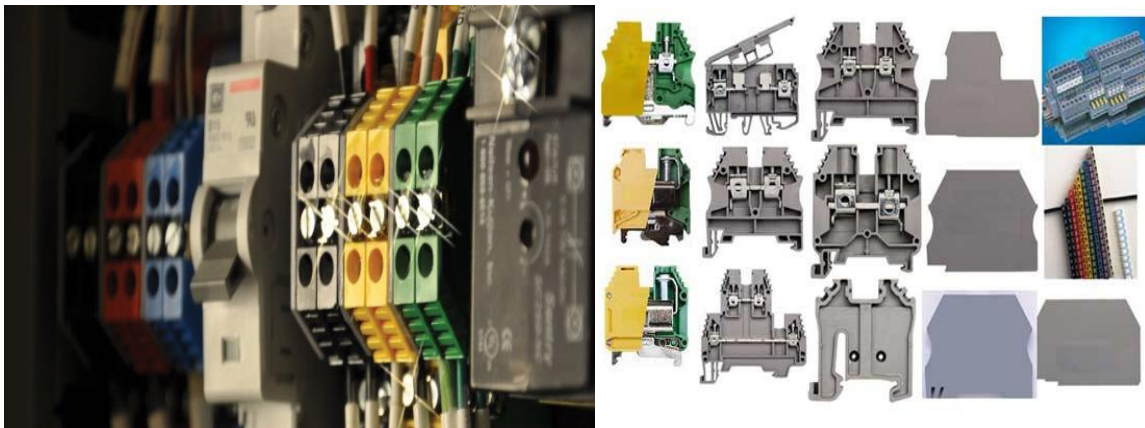


ریل: ریل جهت نصب قطعات تابلو روی سینی تابلو استفاده می شود





ترمینال: ارتباط با تجهیزات بیرون تابلو از طریق ترمینال ها صورت می گیرد



گلند: حفاظت کننده در هنگام ورود به تابلو یا خروج از تابلو است



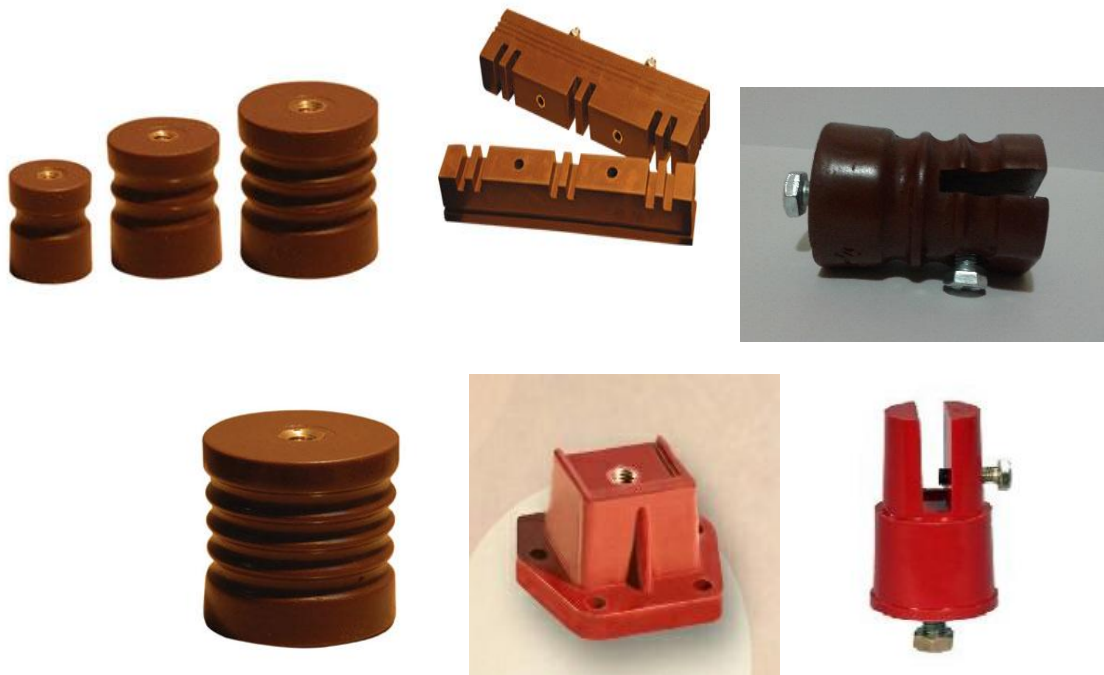
شیننه(باس بار): برای توزیع بار در تابلوهای برق از شیننه استفاده می شود



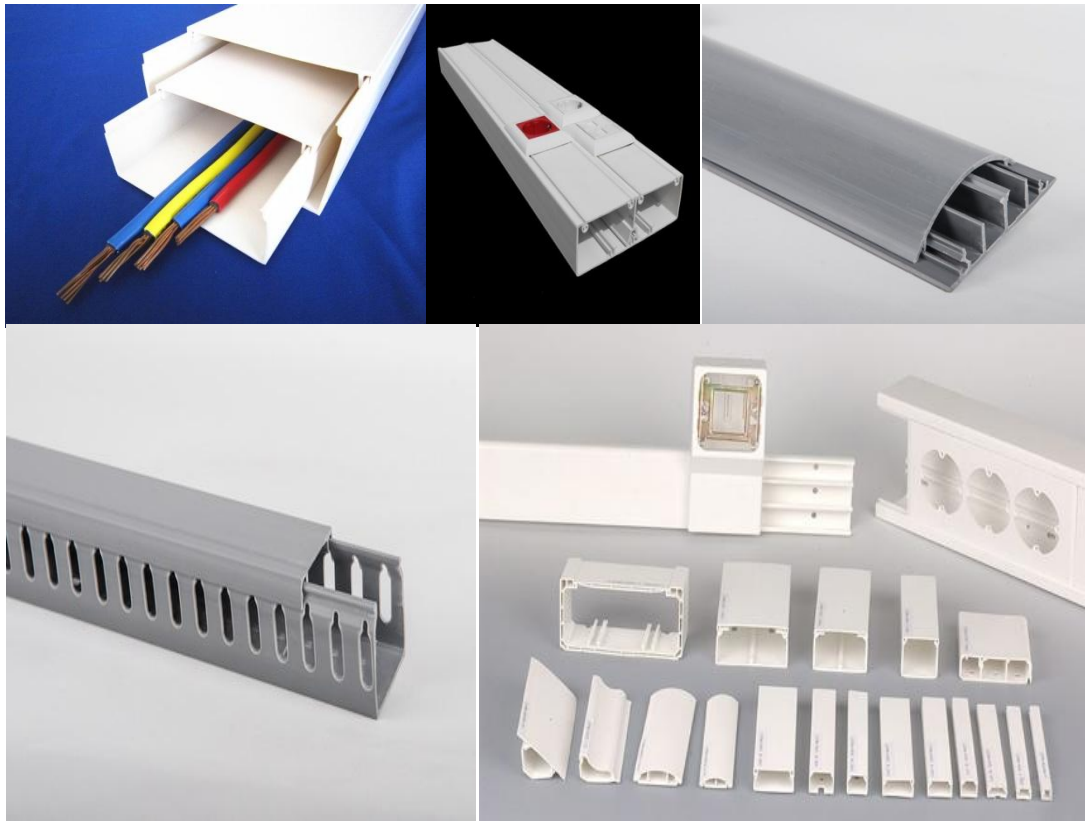
شینه ارت ونول: برای توزیع ارت و نول تابلو از این شینه استفاده می شود



مقره: برای عایق کردن شینه ها نسبت به بدنه تابلو و همچنین نگه داشتن شینه ها از مقره های اتکایی استفاده می کنیم



داکت: عبور سیم هایی داخل تابلو از طریق این کنتاکت های پلاستیکی انجام می شود



لامپ سیگنال: جهت نمایش وجود یا عدم وجود فاز در تابلو یا نمایش روشن یا خاموش بودن موتورهای سه فاز از لامپ سیگنال استفاده می کنیم



✚ وایرشو و کابلشو: برای اتصال سرسیم ها و ترمینال ادوات تابلو یا به شینه ها از کابلشو و وایرشو استفاده می کنیم



✚ بست کمربندی و نوار فرم (ماکارونی): جهت بستن سیم های تابلو به یکدیگر برای نظم بخشیدن به آنها از بست کمربندی یا نوار فرم استفاده می کنیم



🇮🇷 **تایمر:** برای ایجاد زمان بندی بین قطع و وصل شدن ادواتی مثل کنتاکتور از تایمرهای الکترونیکی استفاده می کنیم



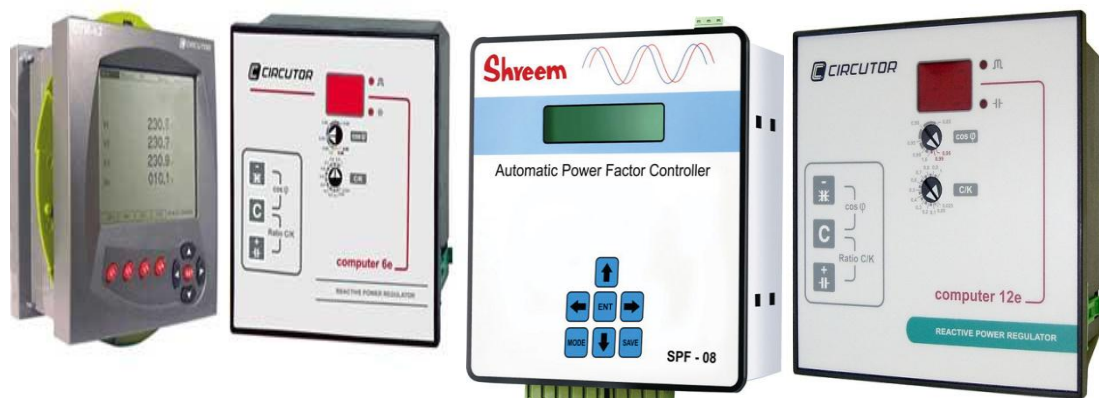
🇮🇷 **درايوها (اینورتر):** جهت کنترل دور و گشتاور موتورهای الکتریکی به خصوص موتورهای سه فاز روتور قفسه ای استفاده می شود



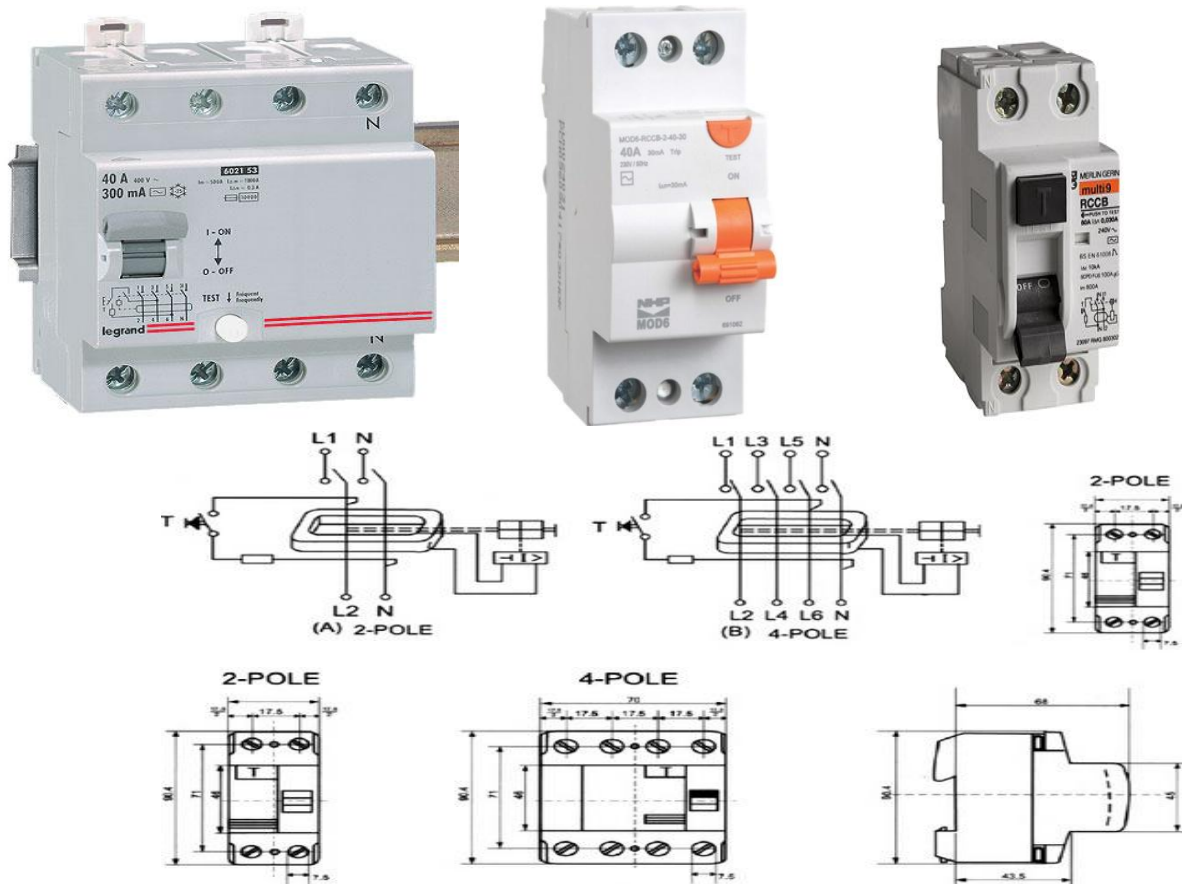
✚ خازن اصلاح: خازن های اصلاح ضریب در شبکه برق کارگاه و کارخانه ها قرار می گیرند تا ضریب توان مورد نظر حاصل شود



✚ رگولاتور خازنی: از جمله تجهیزات تابلوی بانک خازنی رگولاتور است. این دستگاه براساس ضریب توان شبکه تشخیص می دهد چه مقدار خازن باید به مدار وصل شود تا ضریب توان مطلوب به دست آید



✚ کلید محافظ جان (RCCB): نوعی کلید است که با مقایسه جریان سیم های رفت و برگشت، در صورتی که اختلافی بین جریان رفت و برگشت وجود داشته باشد مدار را قطع می کند. وجود این اختلاف ممکن است بر اثر اتصال بدنه یکی از دستگاه های الکتریکی باشد که در آن جریان الکتریکی به جای برگشتن از سیم نول از راه زمین به منبع برمی گردد که اصطلاحاً می گویند جریان نشت کرده است



کلید MPCB: این کلید مانند کلیدهای MCCB بوده منتها مخصوص حفاظت موتورهای سه فاز است. این المان جایگزین مناسبی برای بی متال و در بعضی از مدلها جایگزین کنتاکتور است



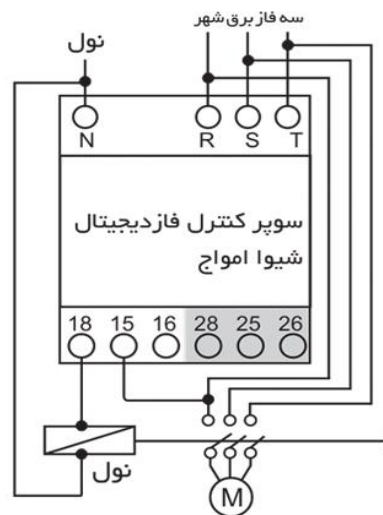
❖ **کلید هوایی (ACB):** این نوع کلید از نوع کلیدهای فشار ضعیف اتوماتیک است که در آمپراژ بالا از ۳۰ تا ۶۳۰ آمپر وجود دارد مورد استفاده قرار می گیرد. کاربرد کلید هوایی در ورودی تابلوهای برق بوده و در همه تابلوهای برق فشار ضعیف مورد استفاده قرار می گیرد. در صنایع سیمان، نفت و مخابرات استفاده ویژه از این کلید می شود



❖ **کنترل فاز:** رله کنترل فاز دارای یک بوبین می باشد که در صورت صحت کلیه شرایط عمل نموده و تیغه باز خود را می بندد در نتیجه این تیغه باید در مسیر مدار فرمان قرار بگیرد

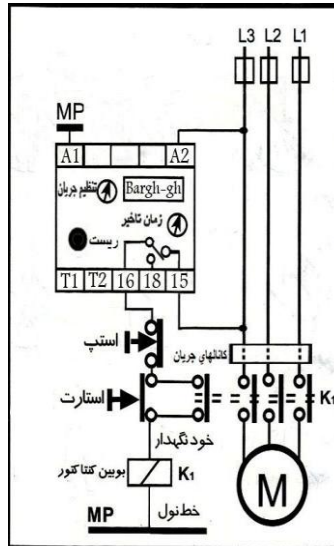
رله کنترل فاز این دستورات را انجام می دهد

- ❖ قطع شدن فازها (یکفاز، دوفاز، سه فاز) یا سیم نول
- ❖ تغییر توالی فاز
- ❖ افزایش یا کاهش بیش از حد ولتاژ سه فاز
- ❖ شوک های ناشی از قطع و وصل برق



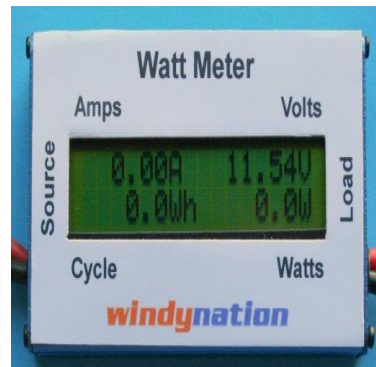


کنترل بار: رله اضافه جریان سه فاز جایگزین مناسبی برای رله های بی مثال است. رله کنترل بار با داشتن سه عدد ترانس جریان داخلی جریان هر یک از کانال های جریان را مانند آمپر مترهای انبری اندازه گیری کرده و با جریان تنظیم شده مقایسه می کند و در صورت اضافه شدن جریان هر خط از مقدار تنظیم شده مصرف کننده را از مدار خارج می کند



دستگاه های اندازه گیری

واتمتر: به صورت سری موازی در مدار قرار می گیرد



- ولتمتر: به صورت موازی در مدار قرار می گیرد
- آمپر متر: به صورت سری در مدار قرار می گیرد
- وارمتر: به صورت سری موازی در مدار قرار می گیرد



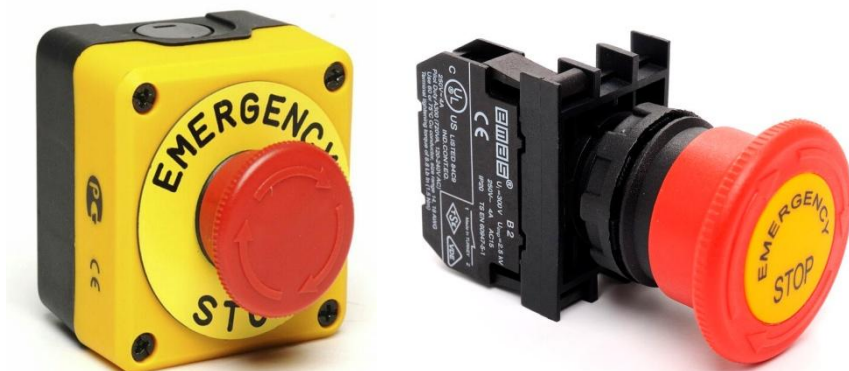
فرکانس متر: به صورت موازی در مدار قرار می گیرد



کسینوس فی متر: به صورت سری موازی در مدار قرار می گیرد



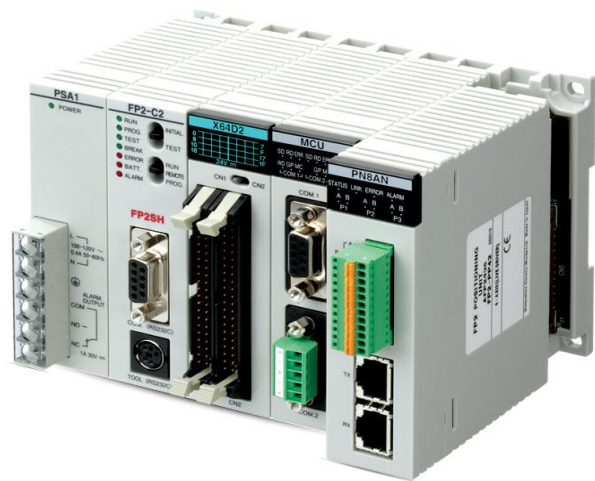
کلید اضطراری (امرجنسی): کلید قطع اضطراری کلیدی است که در کنار ماشین آلات و خطوط صنعتی قرار می گیرد. وظیفه این کلید بردن دستگاه به وضعیت امن در هنگام بروز خطر است



رله های هوشمند (مانند LOGO): این رله قابل برنامه ریزی و جایگزین مناسبی جهت مدارهای فرمان در تابلوهای برق است



پی ال سی (PLC): پی ال سی یا کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی از جمله تجهیزاتی است که امروزه در تابلوهای برق زیاد استفاده می شود. این وسیله جهت کنترل فرایندهای صنعتی کاربرد دارد



## تقسیم بندی تابلوهای برق:

❖ تابلوهای برق از نظر سطح ولتاژ به ۳ سطح تقسیم می شوند

۱. تابلو فشار ضعیف

۲. تابلو فشار متوسط

۳. تابلو فشار قوی

• انواع تابلوهای فشار ضعیف:

♣ دسته بندی اول براساس نوع عملکرد تابلو است که این دسته بندی به صورت زیر است  
(۱) تابلوهای که برای کنترل یک پروسه صنعتی استفاده می شوند که معمولاً شامل PLCها نیز هستند

(۲) تابلوهای که فقط جهت کنترل موتورهای AC و DC استفاده می شوند که معمولاً شامل درایوها، مدارهای فرمان کنتاکتوری، SOFT STARTERها یا مدارهای راه اندازی موتور به صورت ستاره مثلث نیز می شوند

(۳) تابلوهای توزیع که جهت توزیع برق و در واقع توزیع جریان بین تجهیزات مختلف صنعتی استفاده می شوند

(۴) تابلوهای اصلاح ضریب قدرت که به تابلوهای بانک خازنی معروف هستند

البته ممکن است چند مورد از موارد بالا در یک مجموعه تابلو کنار هم قرار بگیرند

(۱) دسته بندی دوم را می توان براساس محل نصب تابلو مشخص کرد

(۱) تابلو داخلی (indoor): این تابلوها در فضای بسته مثل داخل کارگاه یا ساختمان مسکونی نصب می شوند

(۲) تابلو خارجی (outdoor): که در فضای باز نصب می شوند

(۲) دسته بندی سوم براساس ایستایی تابلو است که دسته بندی به این صورت است:

(۱) تابلوی ایستاده (self standing): خود ایستا روی پایه های خود

(۲) تابلوی دیواری (well mounted): بر روی دیوار به صورت توکار یا روکار

(۳) دسته بندی چهارم را می تواند براساس ساختمان و شکل ظاهری تابلو تقسیم بندی نمود

(۱) تابلوی Metal Enclosed: به صورت محفظه تمام بسته هستند که تجهیزات در آن

نصب می شوند و به دو نوع زیر تقسیم می شود

الف) metal clad: در این تابلو محفظه های مختلف کلید، باس بار، سرکابل و LV از هم جدا شده اند

ب) Compartment Type: در این تابلوها محفظه های مختلف از هم جدا نیستند

۲) تابلوهای کشویی: سرویس راحت تر این تابلوها و ایمنی بالاتر آنها باعث شده در صنعت به صورت گسترده مورد استفاده قرار بگیرند. این تابلوها معمولاً به دو صورت MMC (تابلو کنترل موتور) و تابلوی مرکز قدرت که تغذیه کننده تابلوهای MMC هستند ساخته می شوند

به طور کلی تابلوهای فشار ضعیف را می توان به دو گروه بزرگ تقسیم نمود که عبارتند از:

الف) تابلو فشار ضعیف: تابلوهای هستند که کلیدهای سکسیونر و ترانس های جریان و ولتاژ و دیگر وسایل به طور ثابت در آن نصب می شود و دارای قسمت های متحرک نمی باشد این نوع تابلوها عموماً در پستهای توزیع برق منطقه ای، کارخانجات و مصرف کنندگان با ولتاژ متوسط نصب می شود

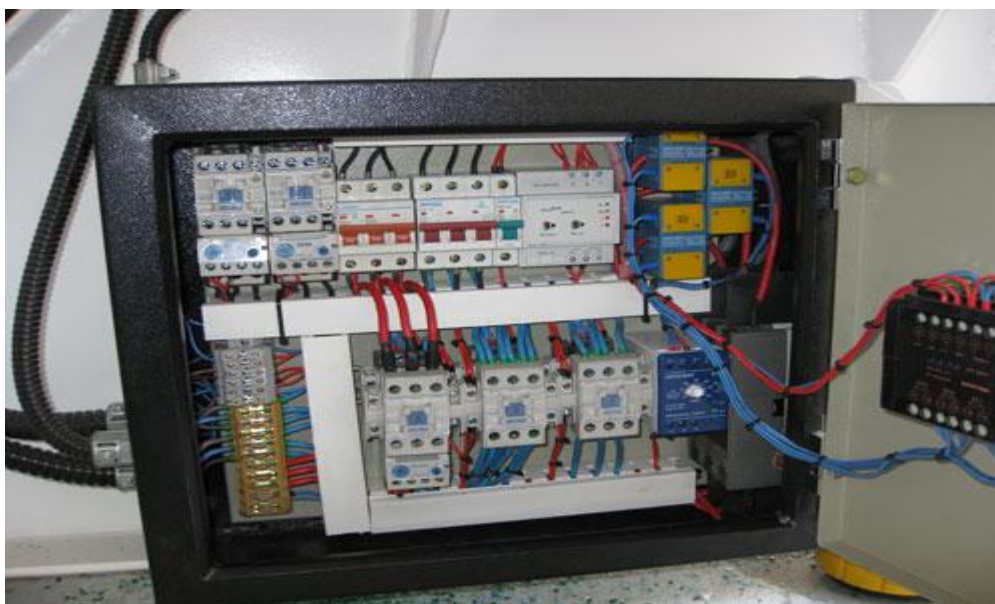
ب) تابلوهای کشویی: تابلوهای هستند که کلیدها، ترانس های جریان و ولتاژ در بعضی مواقع سکسیونرها اتصال زمین در آنها نصب گردیده و کلید روی ارا به ای نصب شده و می توان در صورت لزوم آن را از سایر تجهیزات و قسمت های برق دار تابلو جدا نمود.



تابلو کشویی چند خانه



تابلو کشویی ایستاده



تابلو نوع دیواری



تابلو کنترل موتور MMC

## تابلو برق ساختمان

تابلوهای داخل ساختمان های متداول شهری، با توجه به خواسته شرکت برق و نوع ساخت و ساز امروزی به سه دسته زیر تقسیم بندی می شوند:

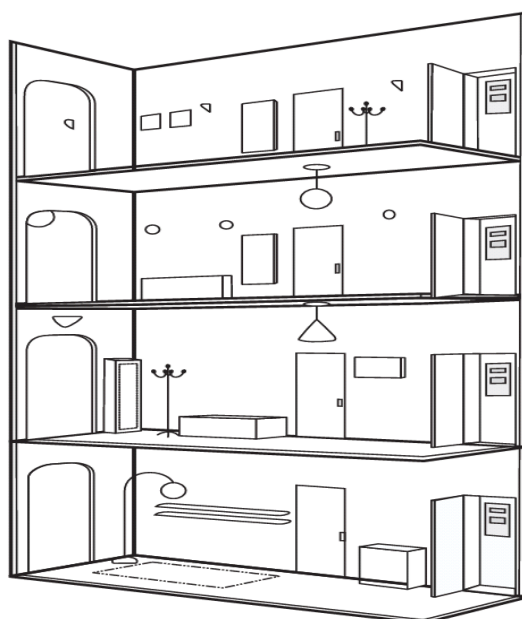
- \* تابلوی تقسیم واحد
- \* تابلوی عمومی
- \* تابلو اصلی (تابلو کنتور)

## تابلو تقسیم واحد

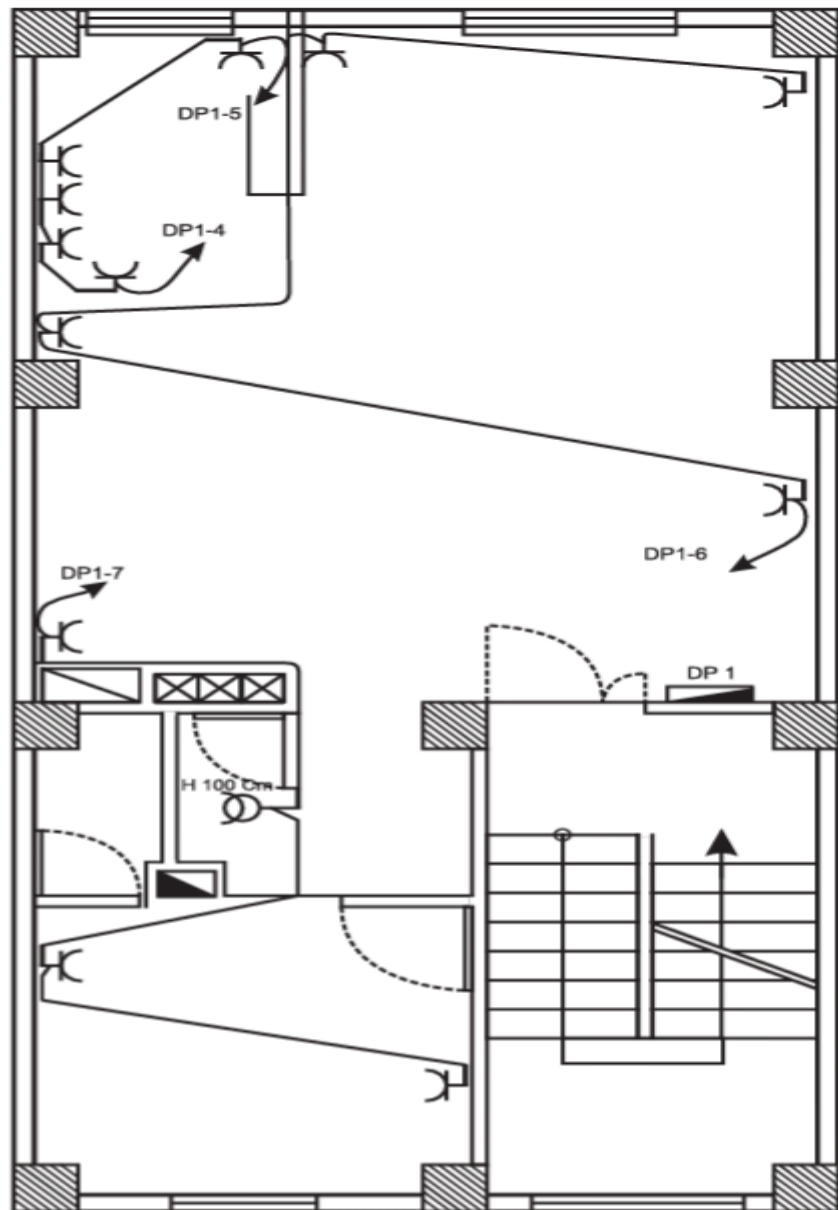
از این تابلو مدارهای روشنایی و پریز و سایر مصارف واحد مسکونی تغذیه می شود.



محل نصب این تابلو در داخل واحدهای آپارتمان است. محل قرار گیری این تابلو را در واحدهای یک آپارتمان نشان می دهد



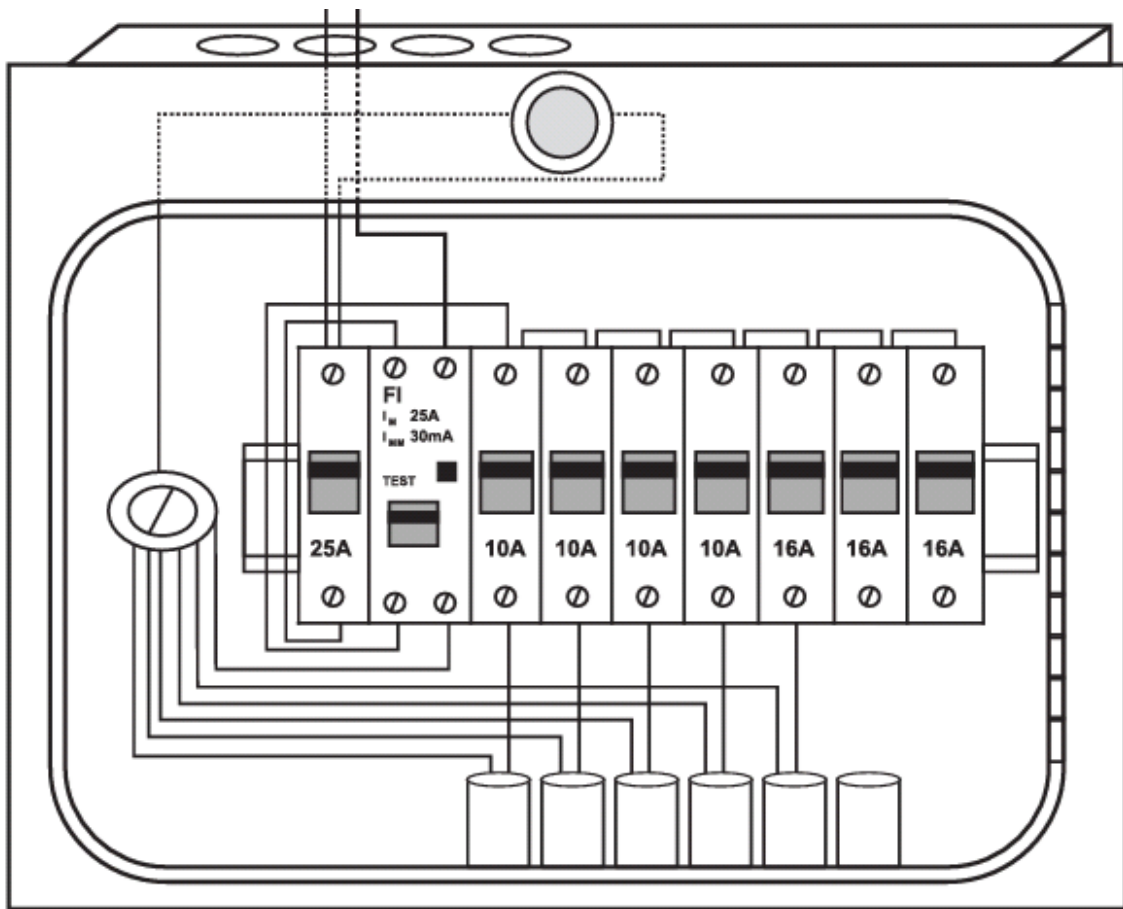
همان طور که می دانید، یکی از روش های سیم کشی ساختمان استفاده از تابلوی تقسیم است. تابلو جانشین ساده ای برای جعبه تقسیم های پراکنده در ساختمانهای قدیمی است. در این نوع سیم کشی سیستم های جریان ضعیف، پریزهای برق و روشنایی ها کاملا از هم مجزا هستند و جداگانه خط بندی می شوند و از تابلوی تقسیم تغذیه می نمایند. مزیت استفاده از این روش آن است که تنها مسیری که دچار اتصالی (خطا) می شود از مدار خارج می شود و مابقی ساختمان بدون برق نمی ماند. محل مناسب برای نصب این تابلو، ورودی آپارتمان یا آشپزخانه است. در این نقشه ها این تابلو در پلان پریزها نشان داده می شود



نشان دادن تابلوی تقسیم واحد در پلان پریزها



تصویر شماتیک یک تابلوی تقسیم را به همراه سیم کشی آن، نشان می دهد

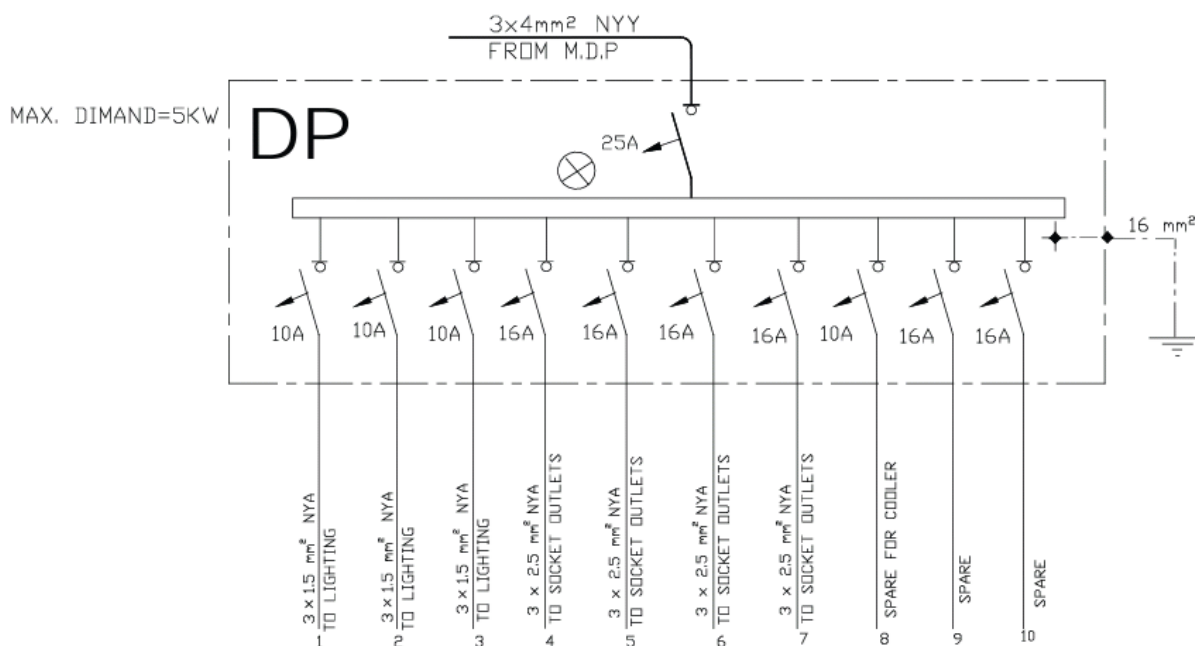


کلید MCB: این کلید از دو قسمت مغناطیسی (جریان زیاد در مدت زمان کم)، حرارتی (افزایش تدریجی جریان) تشکیل شده است. این کلیدها در دو نوع B و C ساخته شده است. نوع B در مصارف روشنایی به کار می رود و تندکار است و نوع C در راه اندازی الکتروموتورها و همچنین برای پریزها مورد استفاده قرار می گیرد و کندکار است. فیوز باید با توجه به نوع مصرف کننده و جریان عبوری از آن انتخاب شود



## نقشه تابلو تقسیم واحد

نقشه زیر داخل یک نمونه تابلوی تقسیم را نشان می دهد



✓ شرح نقشه: همان طور که در شکل بالا نشان داده شده است. نام این

تابلو (Distribution Panel) DP است. این تابلو از طریق یک کابل سه رشته با سطح مقطع ۴ میلی متر مربع تغذیه می شود. این سه رشته شامل سیم فاز، سیم نول و سیم اتصال بدنه است. این کابل از نوع NYY است که به معنای دو لایه عایق پلاستیکی PVC است، یکی بر روی هر یک از رشته سیم ها و دیگری بر روی مجموعه سه سیم است.

سیم فاز پس از عبور از فیوزهای منیاتوری اصلی، وارد فیوزهای منیاتوری هر یک از خط ها می شود. از این تابلوها دارای یک لامپ سیگنال برای نشان دادن بودن یا نبودن برق در تابلو هستند



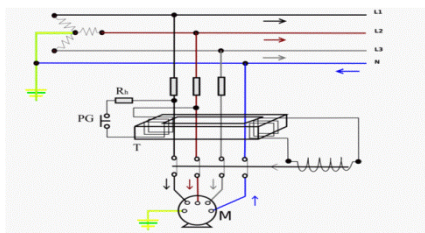
در خط های خروجی این تابلو باید سیم ارت، نول و سیم فازی که در مسیر آن فیوز منیاتوری قرار دادیم وجود داشته باشد. باید خط (روشنایی یا پریز یا . . .) بر روی تابلو ذکر شود. سطح مقطع خط های خروجی برای پریزها 2.5 میلی متر مربع و برای روشنایی 1.5 میلی متر مربع است. طبق مقررات، مقدار مجاز جریان فیوزها برای مدارهای روشنایی 10A و برای پریزها 16A در نظر گرفته می شود. برای مصارف خاص (مانند کولر) باید سطح مقطع سیم و آمپر فیوز را با توجه به محاسبه و انتخاب کرد



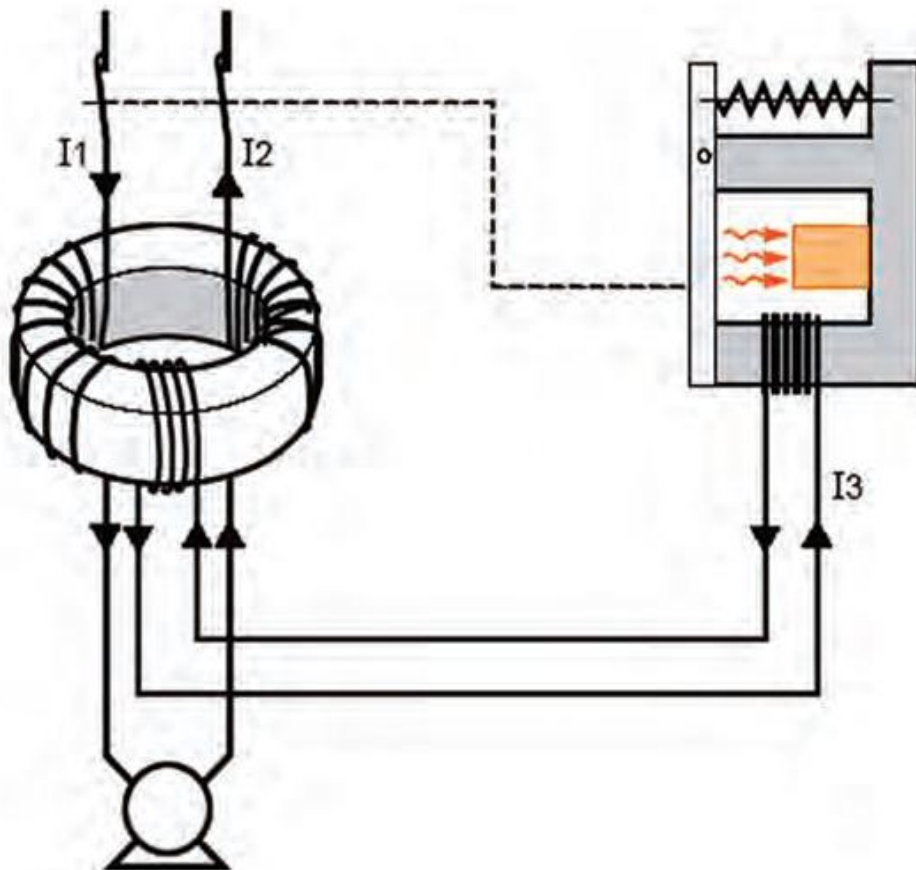
در هر تابلو باید چند خط را به صورت ذخیره یا رزور در نظر گرفته تا در صورت بروز مشکل و خرابی در سایر خطوط و یا تغییرات احتمالی در ساختمان بتوان از این خط ها استفاده نمود.

با توجه به اینکه در حال حاضر امتیاز برقی که شرکت برق به هریک از واحدهای مسکونی می دهد ۲۵ آمپر تحت ولتاژ ۲۲۰ ولت است لذا توان کل نصب شده و حداکثر درخواست تابلو به وات یا کیلووات برای هر تابلوی تقسیم واحد ۵KW است (کسینوس فی 0.9 در نظر گرفته می شود)

**کلید RCCB:** این کلید در دو نوع سه فاز و تکفاز ساخته میشود. در نوع تکفاز، این کلید دارای یک پیچ اتصال با شماره ۱ و پیچ دیگری با نام N برای اتصال سیم فاز و نول ورودی اصلی است. پیچ های ۱ و N در زیر کلید برای اتصال به مصرف کننده است. بر روی این کلیدها جریان و ولتاژ قابل تحمل آنها نوشته می شود. این کلیدها در نوع سه فاز نیز ساخته می شود. شکل زیر نمونه این کلید ها را نشان می دهد



اساس کار این کلید بر پایه اختلاف جریان بین سیم های رفت و برگشت است. در حالت کار عادی اختلاف بین جریان سیم های رفت و برگشت وجود ندارد. اما در صورتی که در مدار به واسطه اتصال بدنه مقداری از جریان به زمین نشت پیدا کند اختلاف جریانی بین سیم های رفت (فاز) و برگشت (نول) به وجود می آید که باعث می شود تا کلید مصرف کننده را از شبکه برق قطع نماید. شکل زیر طرز کار این کلید را نشان می دهد



این وسیله به اندازه حساس است که می تواند جریان نشتی کوچک را که باعث عملکرد فیوز نمی شود ولی می تواند برای شروع آتش سوزی یا برق گرفتگی کافی باشد حس کند و منبع تغذیه را در چند دهم یا صدم ثانیه قطع نماید. شکل زیر کاربرد این کلید را در تابلو نشان می دهد



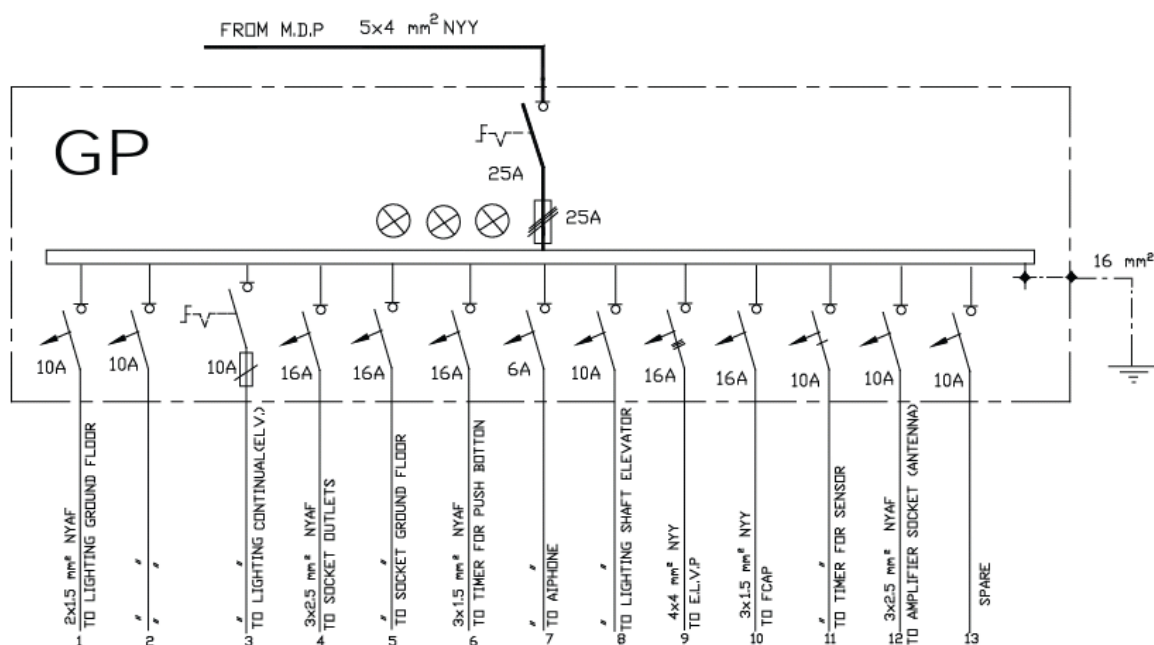
## تابلو عمومی

در داخل یک آپارتمان فضاهایی وجود دارد که همه ساکنین یک آپارتمان از آنها به صورت مشترک استفاده می کنند این فضا ها عبارتند از سرویس پله ها، پارکینگ، بام و حیاط. لذا برق رسانی به این فضاها باید از طریق تابلوی جداگانه ای صورت گیرد. به تابلویی که برق این مکان ها را تغذیه میکند به اصطلاح تابلوی عمومی می گویند. این تابلو باید در محلی نصب شود که قابل دسترس باشد و عموماً در پیلوت (طبقه هم کف ساختمان) نصب می شود. شکل زیر نمونه از تابلو عمومی را نشان می دهد



## نقشه تابلوی عمومی

شکل زیر نقشه یک تابلوی عمومی را نشان می دهد. نام این تابلو (General) GP است.



## ✓ شرح نقشه

در ورودی این تابلو از کابل ۵ رشته استفاده شده که هر یک ۴ میلی متر مربع است. سه رشته، از این پنج رشته برای سه فاز، یکی برای نول و دیگری سیم ارت است. اختلاف سطح بین فاز و فاز ۳۸۰ ولت و بین هر یک از فازها و سیم نول ۲۲۰ ولت است. کابل اصلی، پس از ورود به تابلو، وارد کلید گردان ۱-۰ می شود تا به این وسیله بتوان برق اصلی تابلو را با یک کلید، قطع و وصل کرد. سیم-های فاز پس از عبور از کلید وارد فیوز سه فاز می شوند. مقدار جریان نامی فیوزها براساس مصرف تابلو محاسبه و انتخاب می شود.

برای نشان دادن وجود برق در تابلو از سه لامپ سیگنال برای سه فاز استفاده می شود



همان طور که قبلاً گفته شد، این تابلو قرار است که برق مصارفی را، که بین تمامی واحدها مشترک است، تغذیه کند. برای این منظور برای روشنایی های سرویس پله ها، پارکینگ، موتورخانه، چاله آسانسور، حیاط، بام و دیگر موارد چند خط با سیم نمره 1.5 میلی متر مربع و فیوز ۱۰ آمپر پیش بینی می شود. همچنین برای پرزهایی که در سرویس پله، پارکینگ، موتورخانه، حیاط و بام مورد استفاده قرار گرفته اند باید چند خط را با سیم نمره 2.5 میلی متر مربع و فیوز ۱۶ آمپری در نظر گرفت. در این تابلو می توان برای آیفون، سیستم اعلام حریق و سیستم آنتن مرکزی هر یک خط جداگانه در نظر گرفته. در این تابلو هم چند خط رزرو پیش بینی شده است. در صورتی که ساختمان دارای آسانسور یا موتورخانه برای سیستم های سرمایشی و گرمایشی باشد. تابلو GP سه فاز خواهد بود و یک خط خروجی سه فاز که از یک فیوز سه فاز، تغذیه می کند، برای تابلوی آسانسور خواهیم داشت. سباز کابل خروجی از تابلوی اشتراکی به سمت تابلوی آسانسور چهار سیم با سطح مقطع ۴ میلی متر مربع و جریان نامی فیوز سه فاز آن 16A خواهد بود (موتورهای سه فاز آسانسور برای ساختمان های آپارتمان متداول شهری حداکثر 6KW هستند) البته برای اطمینان بیشتر باید برای هر تابلو به طور جداگانه محاسبه شود.

روشنایی چاه آسانسور با دو چراغ در فاصله نیم متری از بالاترین و پایین ترین نقطه چاه و مابقی به فواصل هفت متر با حفاظ (چراغ تونلی) و قابلیت روشن خاموش شدن از موتورخانه و چاهک (با مدار تبدیل) باید نصب شود.

## تابلوی اصلی (تابلوی کنتور)

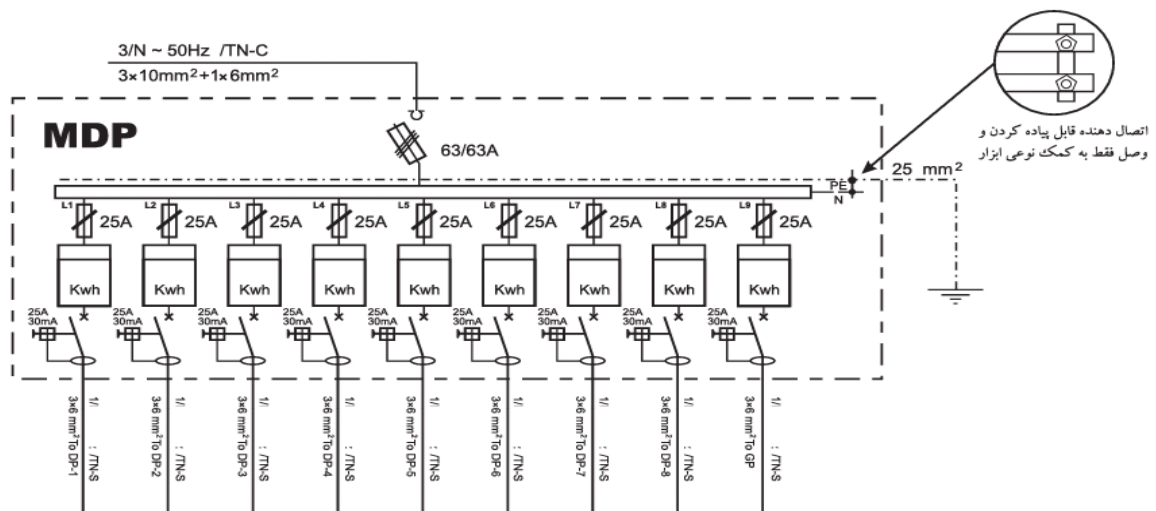
کابل اصلی برق پس از ورود به داخل آپارتمان وارد تابلوی می شود که این تابلو برق تمامی واحدهای ساختمان و همچنین برق فضاهای اشتراکی را تامین می کند. به این تابلو تابلوی اصلی یا تابلو کنتور می گویند. این تابلو در ورودی ساختمان قرار می گیرد و شرکت برق آن را بازدید می کند. شکل زیر نمونه ای از این تابلو زیر نشان می دهد



همان طور که گفتیم، کابل اصلی پس از کشیده شدن به ساختمان وارد این تابلو می شود و با توجه به تعداد واحدهای مسکونی و وجود تابلوی اشتراکی تعداد کنتورهای این تابلو به دست می آید. ساختمان چهار طبقه ای که در هر طبقه یک واحد آپارتمان دارد دارای تابلوی اصلی با پنج کنتور است. که یکی از آنها برای تابلوی عمومی است و بقیه هر یک برای یکی از واحدهاست. کنتور واحدها تک فاز است و تابلوی اشتراکی در صورتی که ساختمان دارای آسانسور باشد سه فاز و در غیر این صورت تک فاز خواهد بود.

## نقشه تابلو اصلی (کنتور)

نقشه زیر تابلوی اصلی را نشان می دهد



• شرح نقشه

همان گونه که در شکل بالا نشان می دهد، نام این تابلو MDF است. این تابلو دارای برق سه فاز با کابل ورودی از سه سیم فاز، ابتدا وارد کلید فیوز می شوند. کلید فیوزها باید از نوع قابل قطع زیر بار باشند. شکل زیر نمونه کلید فیوز آنها را در تابلو اصلی نشان می دهد



محل نصب کلید فیوز در منتهی الیه پایین تابلو و در محلی است که کابل اصلی وارد تابلو خواهد شد

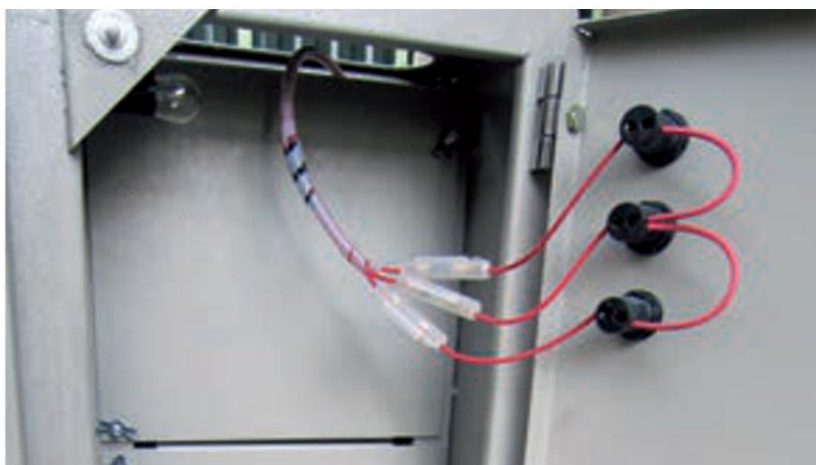




مصرف برق همه واحدهای آپارتمان در تابلوی کنتور باید به طور مساوی بر روی فازهای ۱، ۲ و ۳ تقسیم شوند. درج نام فاز در کنار هر خط الزامی است. بر روی در این تابلو نیز سه لامپ سیگنال نصب می شود.



سه سیم مربوط به فازهای ۱، ۲ و ۳ هر یک به سر هر کدام از لامپ ها متصل می شوند. و سر دیگر لامپ ها به همدیگر وصل می شود. سر راه هر یک از لامپ ها نیز یک فیوز شیشه ای قرار می گیرد.



در این تابلو، به دلیل استفاده زیاد از سیم های، نول و ارت، باید برای هر یک شینه (تسمه مسی) یا ترمینال در نظر گرفته شود. سطح مقطع شینه باید مانند سطح مقطع سیم ها محاسبه شود.



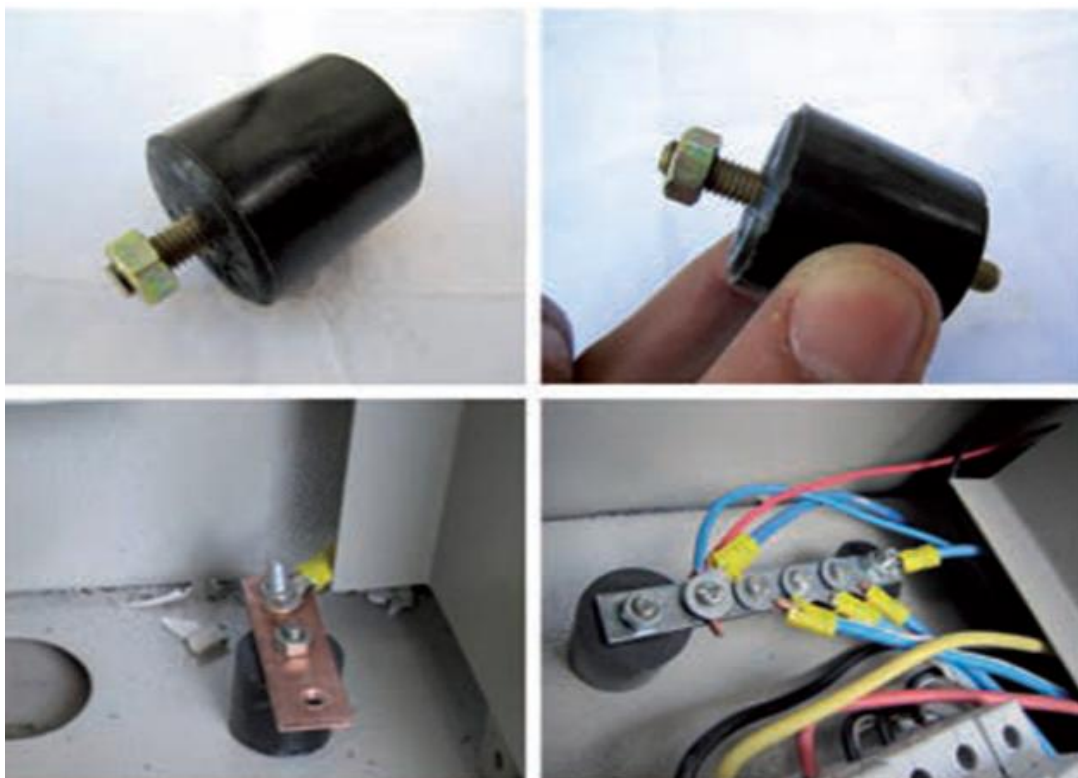
سه خروجی کلید فیوز هم باید هر یک به شینه جداگانه مجهز باشند تا بتوان ورودی هر یک از، کنتورها را پس از تقسیم بین فازها، به این شینه ها متصل کرد.



شینه مربوط به اتصال زمین باید به بدنه فلزی تابلو و همچنین به درهای آن متصل شود.



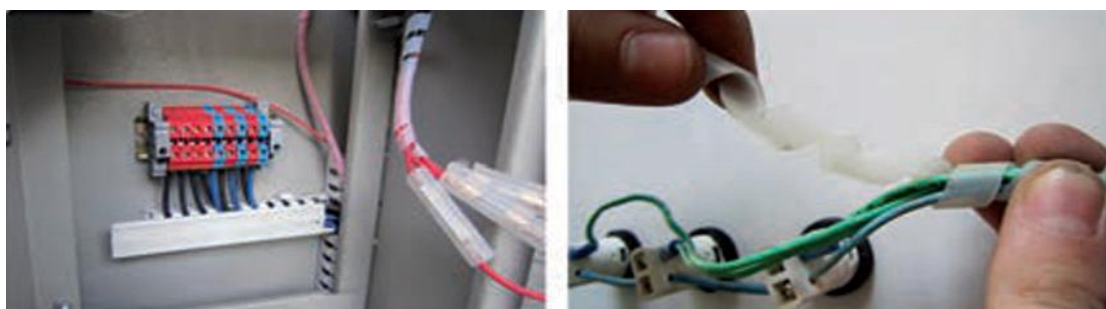
شینه ها بر روی پایه های عایق به نام مقره (Isolator) نصب می شوند. جنس این مقره ها از پلاستیک یا چینی است.



در بعضی موارد داخل تابلو لامپی تعبیه می شود، به طوری که تا در تابلو بسته باشد لامپ خاموش است و هنگامی که در تابلو باز شود نیروی وارد شده بر شستی که بر روی بدنه تابلو نصب شده است، برداشته می شود و لامپ روشن می گردد. شکل زیر این شستی و لامپ داخل تابلو را نشان می دهد



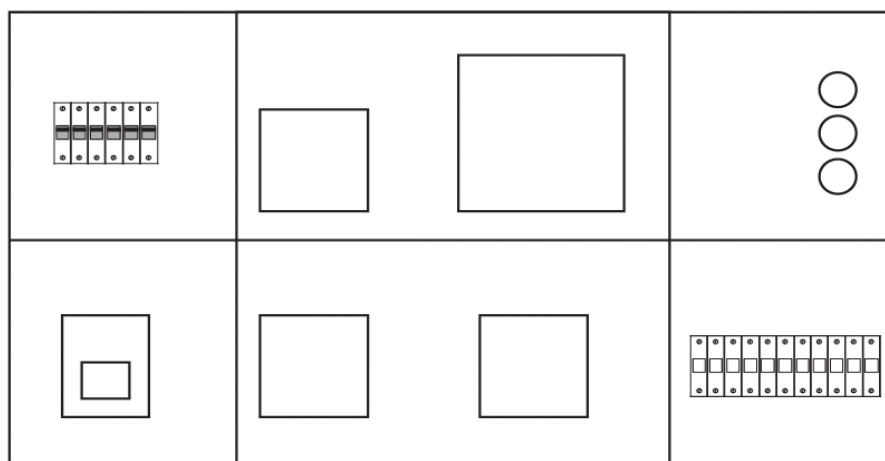
برای اینکه سیم کشی داخل کابین به طور منظم انجام شود از داکت و در بعضی موارد خاص از کمربند پلاستیکی استفاده می شود



به تعداد کنتورها در تابلوی اصلی، ورق فلزی جلوی تابلو را برش می دهند تا صفحه نمایشگر کنتور بدون بازکردن در تابلو توسط مامور شرکت برق قابل قرائت باشد. شکل زیر دو تابلوی کنتور ۴ و ۱۱ کنتوری را نشان می دهد



تابلوی اصلی به سه قسمت تقسیم می شود. یک قسمت مربوط به ورود کابل اصلی، عبور آن از کلید فیوز و فیوزهای اصلی مینیاتوری است. قسمت دیگر محل نصب دیگر کنتورها و بخشی دیگر مربوط به مینیاتوری هایی است که خروجی تابلو محسوب می شوند



برای قسمتی از ورق تابلو که برای نصب کنتور سه فاز بریده شده کابل چهار رشته و برای سایر قسمت های بریده شده که مربوط به کنتورهای تکفاز است، کابل دو رشته آورده می شود



با توجه به شرایط محل نصب، در پشت تابلو در چهار گوشه آن تکه فلزی را پیچ می کنند تا بتوان تابلو را با پیچ و رول پلاک، بر روی دیوار نصب کرد.



## روند ساخت یک تابلوی فشار ضعیف

در یک تابلوی توزیع فشار ضعیف ابتدا باید اسکلت فلزی یا پلاستیکی یا کائوچویی تابلو برحسب نیاز و با توجه به تجهیزات و وسایلی که باید در آن نصب شود ساخته شده و ریل ها و سوراخ های مناسب جهت نصب وسایل بر روی آنها ایجاد گردد. اسکلت تابلو از چند بخش تشکیل شده که عبارت است از:

۱. اسکلت اصلی
۲. سینی یا محل قرار گیری وسایل الکتریکی
۳. روبند
۴. درب تابلو

پس از آماده شدن اسکلت اصلی نوبت به سینی وسایل می رسد که کار اصلی بر روی سینی انجام می گیرد. سینی یا مستقیماً به اسکلت اصلی جوش خورده و یا توسط پیچ و مهره به اسکلت اصلی بسته می شود که در این صورت قابل باز کردن است. برای نصب وسایل الکتریکی نظیر کلیدها و فیوزها و کنتاکتور و غیره ابتدا باید محل قرارگیری آنها را بروی سینی مشخص نموده و بعد از گذاشتن روبند سینی با انجام جابجایی مناسب محل قرار گیری آنها را طوری تنظیم کرد که در زیر روبند صاف و مناسب قرار گیرند و کج نباشند و وقتی از روبرو به آنها نگاه می کنیم صاف و شکلی باشند.

بعد از تنظیم نمودن وسایل با روبند، روبند را به آهستگی برداشته و شروع به علامت گذاری محل سوراخ کاری جای پیچ وسایل الکتریکی نظیر فیوزها، کنتاکتورها، ریل کلیدهای منیاتوری، ریل ترمینال و کلیدهای اتوماتیک و غیره می نماییم. در پایان این مرحله، قبل از بستن وسایل و اقدام به کانال کشی و سپس سیم کشی باید تابلو رنگ آمیزی شود. البته قبل از رنگ آمیزی باید عملیات زیرسازی بر روی بدنه فلزی تابلو انجام شود.

بعد از عملیات سوراخ کاری جهت نصب تجهیزات و رنگ آمیزی تابلو شروع به نصب وسایل توسط پیچ های خودکار و دستگاه پرچ می نماییم

بعد از فیکس کردن وسایل نوبت کانال کشی در دورن تابلو و بین وسایل الکتریکی توسط کانال های پلاستیکی یا داکت می باشد. اندازه کانال ها را از نظر پهنا و ارتباط باید از روی تعداد سیم های که از آن عبور می کند انتخاب نمود. بعد از انتخاب شین مناسب با توجه به تعداد انشعابی که باید از آن گرفته شود سوراخ هایی در فواصل مناسب بر روی شین ها ایجاد می کنیم. سپس شینه ها را به ترتیبی که بعداً به آن اشاره می شود رنگ آمیزی کرده و آنها را توسط مقره مناسب بر روی بدنه اسکلت تابلو پیچ می کنیم به طوری که شینه ها با بدنه فلزی تابلو تماسی نداشته باشند.

حال با توجه به کلید و فیوز و وسایل الکتریکی و شدت جریانی که از آنها عبور می کند به اندازه یک رنج بالاتر (و در برخی شرکت ها برابر رنج ذکر شده در استاندارد) سیم با مقطع مناسب را انتخاب کرده و با اندازه گیری فاصله بین شین ها تا ورودی وسایل الکتریکی به بریدن سیم ها اقدام

می کنیم. هر سیم با توجه به اینکه از کدام فاز گرفته شده است با همان رنگ شین مربوط به خودش انتخاب می شود.

بعد از اندازه کردن و بریدن سیم ها در قسمت اتصال به شین ها از کابلشوی مخصوص سیم و در بخش دیگر سیم بسته به نوع وسیله الکتریکی از کابلشو یا سرسیم و یا اینکه مستقیما به وسیله الکتریکی وصل می شود که قبل از آن باید قسمت لخت سیم لحیم کاری شود.

در قسمت خروجی وسیله الکتریکی که یک سر آن به ترمینال خروجی می رود نیز باید سر لخت سیم لحیم کاری شده و به ترمینال پیچ شود. تمام مواد بالا بر روی سینی وسایل صورت می گیرد و نمایشگرها مانند لامپ های سیگنال و ولت متر و آمپر مترها و شستی های استپ استارت بر روی درب متحرک یا درب بیرونی ثابت قرار می گیرد که این وسایل توسط سیم های بلند از بخش شین-ها و بخش فرمان کنتاکتور و توسط سرسیم های مخصوص خود بهم متصل می شود. سیم های که بیرون از کانال قرار گرفته اند یا توسط نوار فرم کنار هم قرار میگیرند یا از داخل لوله خرطومی عبور داده می شوند. برای اینکه نوار فرم ها و لوله های خرطومی در جای خود ثابت شوند از بست های کمربندی استفاده می شود.

در آخر سیم های ارت بین درب تابلو و اسکلت فلزی وصل می شود و سیم مربوط به بوبین کنتاکتورها، چراغ سیگنال و وسایل الکتریکی که نول نیاز دارند به شین نول وصل می شوند که معمولا کل سیم های نول توسط یک کابلشو به یکی از سوراخ های شین نول وصل می شود. حال که تمام مراحل بالا صورت گرفت تابلو را به ولتاژ شبکه وصل نموده و تست های مربوطه را انجام می دهند و بعد از تست تابلو رو بند سینی را بسته و آچارکشی نهایی را انجام داده و با نصب پلاک مربوط به تابلو که مشخصات تابلو در آن ذکر شده است کار مونتاژ تابلو به پایان می رسد

### دستگاه پرس تابلو



اسکلت بندی تابلو برق



شینه کشی تابلوی برق



## اجرای شمش بندی تابلو برق



## شمش بندی تابلو برق





## شمش کشی تابلو برق



## مراحل آماده سازی تابلوی برق



## مراحل مونتاژ تابلو



## سیم کشی تابلوی برق



## مراحل مونتاژ تابلو





## زیرسازی تابلو

زیر سازی: به عمل چربی گیری، زنگ زدایی و فسفات‌کاری بر روی سطح فلزات به منظور ایجاد زمینه مطلوب برای پذیرش و چسبندگی رنگ بر روی سطح فلز، زیرسازی گویند. که هر یک از این مراحل به صورت زیر تعریف می شود.

الف- چربی گیری: به زدودن روغن، چربی، گریس و غبار موجود از سطح فلز به روش مقتضی مانند شستشو گرم با محلول های قلیائی مانند هیدروکسید سدیم و کربنات سدیم و مانند این چربی گیری گویند

ب- زنگ زدائی: به زدودن زنگ از سطح فلز یا قطعه، زنگ زدائی گویند. که این کار به روش های مختلف مکانیک، شیمیایی و یا به روشن شن پاشی تحت فشار آب یا فشار هوا صورت گیرد

ج- فسفات‌کاری: به آغشته کردن سطح فلز که قبلاً چربی گیری و زنگ زدائی شده، با محلول نمک-هایی اسیدفسفریک و اسید نیتریک تحت شرایط ویژه، فسفات‌کاری گویند. این عمل در سطح فلز کریستال های ناهمواری ایجاد کرده و زمینه خوبی را برای پذیرش رنگ به وجود آورده و چسبندگی رنگ را به حد مطلوب می رساند.

## تابلو بانک خازنی

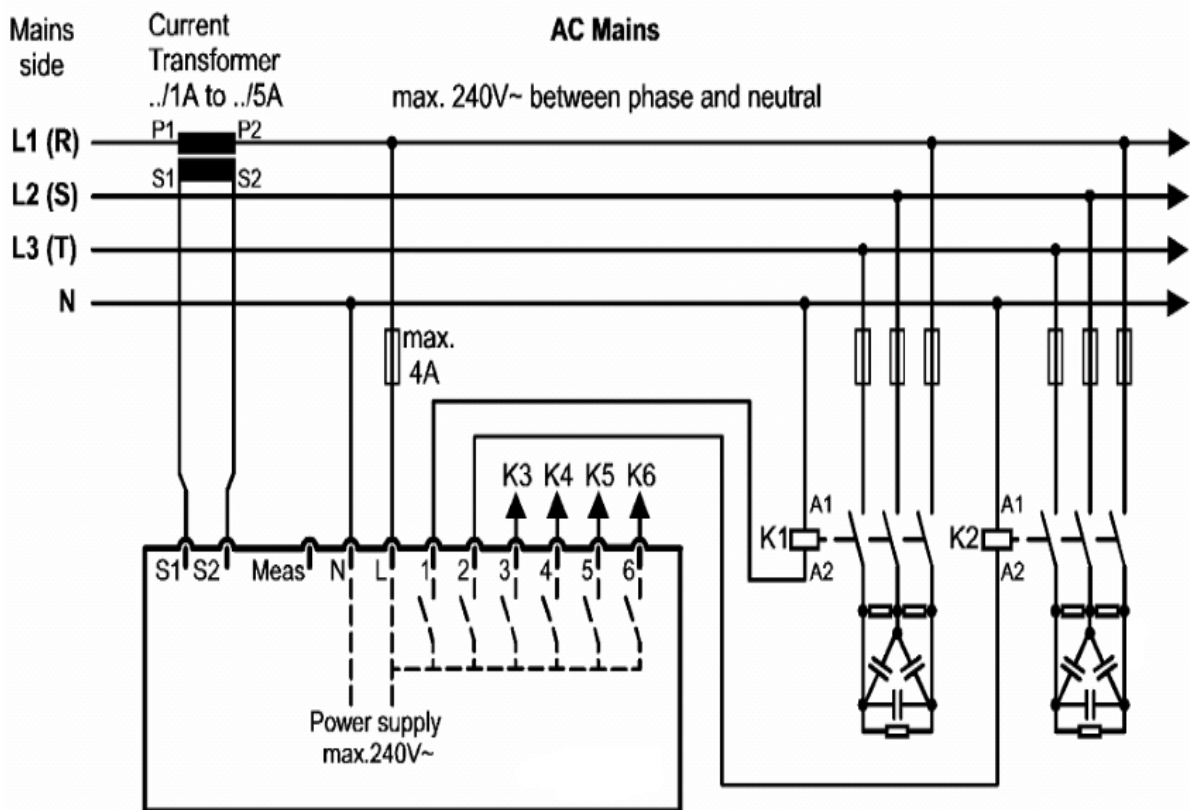
در صنعت بیشتر بارها از نوع سلفی مقاومتی هستند. ترانسها، کوره ها القایی و حتی مبدلها قدرت مثل یکسو سازهای تریستوری که مدار کموتاسیون نیز دارند این خاصیت سلفی-مقاومتی را دارند. خاصیت سلفی باعث ایجاد توانی با نام توان راکتیو در شبکه برق می شود. این توان راکتیو که توسط یک کارگاه تولیدی از شبکه درخواست می شود یکسری مشکلات برای شبکه برق مثل افزایش جریان، افزایش تلفات و افزایش مقطع سیم ها و کابلها را ایجاد می کند. راه حل که وجود دارد اضافه کردن خازن به مدار است. کاری که خازن انجام می دهد این است که خازن توان مورد نیاز سلف را تامین می کند به این صورت که سلف با شبکه این تبادل توان راکتیو را ندارد بلکه با خازن این تبادل توان را انجام می دهد. به عملکرد خازن در این حالت اصلاح ضریب توان می-گویند. در این اصطلاح ما کسینوس فی کارگاه را با خازن اصلاح می کنیم.

روش های مختلفی برای اتصال خازن در شبکه این کارگاه وجود دارد ولی چون موتورها و ترانس-های این واحد صنعتی به صورت مداوم خاموش و روشن می شوند و نیاز به مقدار خازن متفاوت است بهترین روش، روش متمرکز است.

در این روش به کمک دستگاهی با نام رگولاتور خازنی تشخیص می دهیم چه مقدار خازن برحسب بارهای سلفی کارگاه مورد نیاز است.

### اجزای یک تابلو بانک خازنی و نقشه آن:

نقشه اتصالات یک تابلو بانک خازنی به صورت شکل زیر است:



رگولاتور خازنی موجود در نقشه یک نمونه جریان به کمک ترانس CT و یک نمونه ولتاژ به صورت مستقیم از شبکه برق کارگاه دریافت کرده و با این دو نمونه کسینوس فی کارگاه را در هر لحظه محاسبه می کند. این رگولاتور دارای ۶ خروجی برای ۶ کنتاکتور خازنی است که خازنهای اصلاح ضریب را به سه فاز اصلی کارگاه متصل می کنند. رگولاتور براساس ضریب توان موجود و ضریب توان مطلوبی که از آن خواسته شده دستور وصل یا قطع شدن خازنها به شبکه برق را صادر می کند.

### اجزاء یک تابلوی بانک خازنی عبارتند از:

۱- **کنتاکتور خازنی:** زمانی که یک خازن اصلاح ضریب می خواهد به کمک کنتاکتور به شبکه وصل شود رفتاری همانند اتصال کوتاه از خود نشان می دهد و جریان بسیار بالایی از شبکه می کشد. حتی در هنگام اتصال یک خازن، بقیه خازنها نیز یک جریان هجومی به سمت خازن مورد نظر ارسال می کنند. این جریان که قرار است از کنتاکتور عبور کند باعث خراب شدن کنتاکت‌های کنتاکتور معمولی می شود. در کنتاکتور خازنی یک سری کنتاکت‌های کمکی موازی کنتاکت‌های اصلی بسته شده اند که دارای مقاومت هستند. با اتصال کنتاکت‌های اول این کنتاکت‌های کمکی بسته می شوند تا جریان اولیه محدود و سپس کنتاکت‌های اصلی وارد مدار می شوند.



**۲- خازن اصلاح ضریب:** این خازن‌ها از نظر شکل ظاهری در دو نوع سیلندری و باکسی ساخته می‌شوند. پارامترهای مهم یک خازن اصلاح ضریب عبارتند از:

- مقدار توان راکتیو پوشش دهنده توسط خازن برحسب KVAR

- میزان جریان قابل تحمل خازن در هنگام اتصال آن به شبکه

- ولتاژ کاری خازن

**۳- ترانس CT:** جهت نمونه‌گیری از جریان شینه‌های فاز از این ترانس استفاده می‌شود. برحسب نوع رگولاتور که چه مقدار جریانی را نیاز دارد باید ترانس CT را تهیه کرد. معمولاً ترانسهای CT به این صورت ساخته می‌شوند:

جریان ثانویه ۱ تا ۵ آمپر

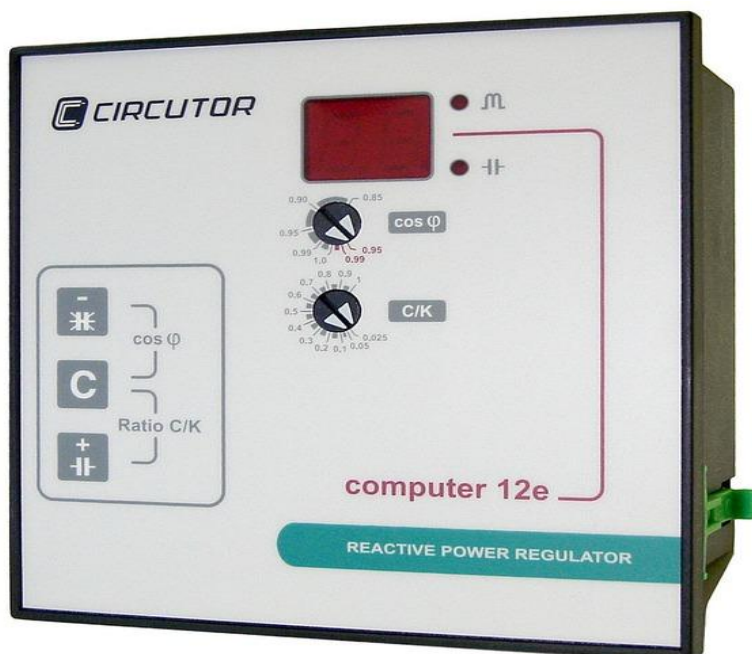
جریان اولیه ۱۰ تا ۴۰۰۰ آمپر



**۴- فیوز:** فیوزهایی که معمولاً برای حفاظت خازن‌ها استفاده می‌شود از نوع مینیاتوری هستند ولی بهتر است از فیوزهای HRC برای این امر استفاده شود. دلیل این انتخاب این است که خازن‌ها در ابتدای وصل شدن جریان بالایی را می‌کشند که این جریان برای فیوزهای HRC مشکلی ایجاد نمی‌کند. این فیوزها مخصوص همین جریانهای لحظه‌ای ساخته شده‌اند.



**۵- رگولاتور خازنی:** معمولاً رگولاتورها به صورت خودکار مقدار خازنهای مدار را می خوانند و سپس بر اساس ضریب توان مورد نیاز در هر لحظه به صورت خودکار خازن مورد نیاز را محاسبه کرده و وارد مدار می کنند

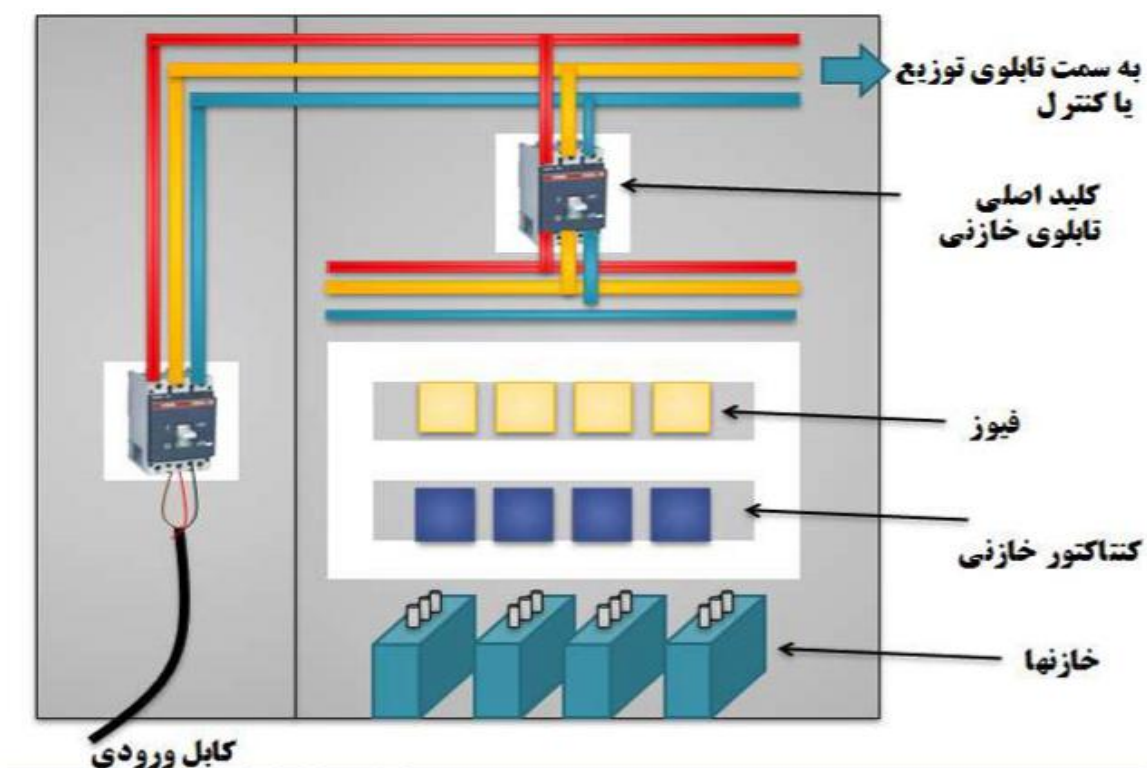


**۶- کلید اصلی:** کلید اصلی تابلوی خازنی از نوع MCCB انتخاب می شود

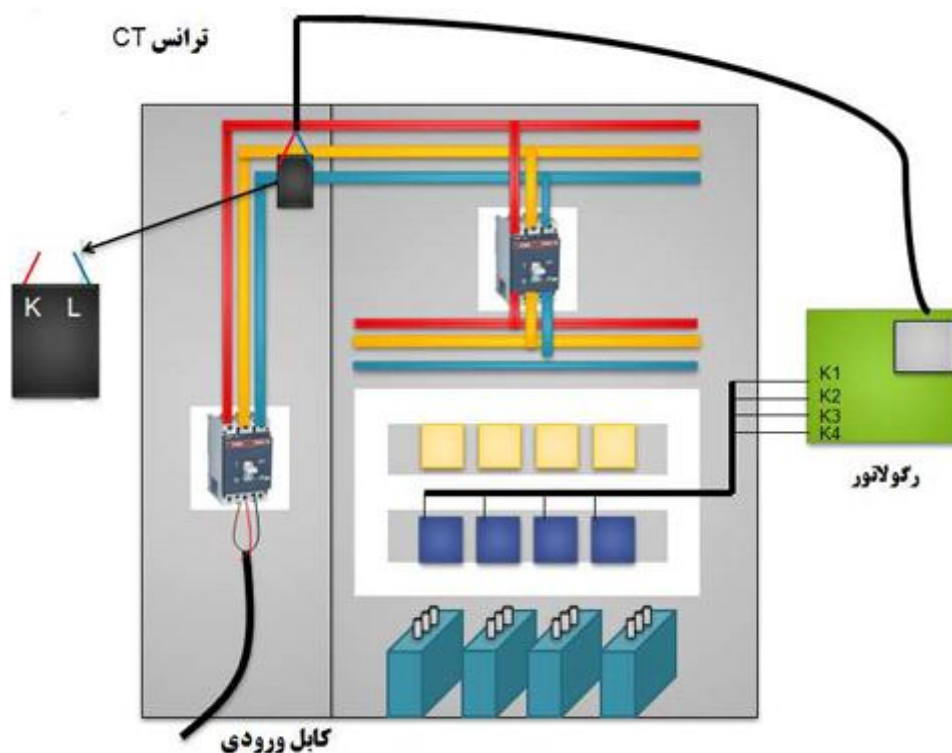




**چیدمان یک تابلو بانک خازنی:** چیدمان های مختلفی را می توان براساس تعداد پله و نوع تجهیزات تابلو برای این نوع تابلوها در نظر گرفت ولی چیدمانی که معمولاً استفاده می شود به صورت شکل زیر است



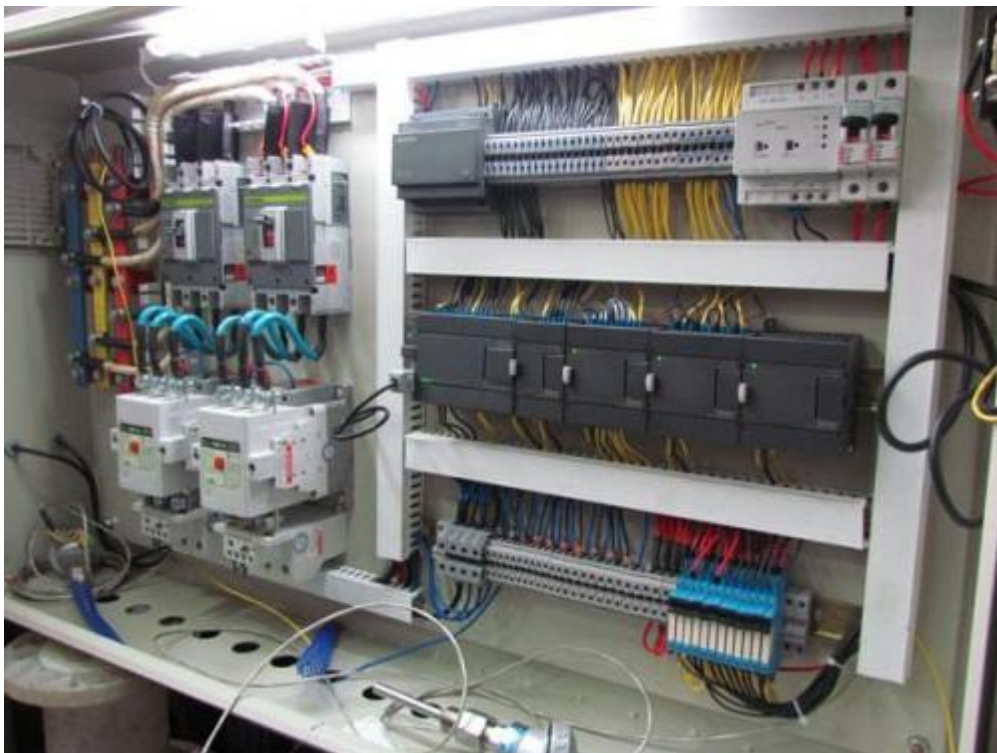
در شکل زیر نحوه اتصال رگولاتور و ترانس CT نیز نشان داده شده است (به دلیل گرم شدن خازنها در تابلوی بانک خازنی حتما باید تابلو دارای فن تهویه باشد)



## تابلو فرمان موتوری

تابلوهای برق فرمان موتوری به تابلوهایی گفته می شود که جهت کنترل موتورهای الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرند. می توان گفت این تابلوها پرکاربرترین در صنعت هستند. چون در صنعت بیشتر از موتورهای سه فاز روتور قفسه ای استفاده می شود لذا این تابلوهای فرمان بیشتر در زمینه کنترل این نوع موتورها ساخته می شوند. تابلوهای فرمان موتوری معمولاً به دو صورت فیکس و کشویی ساخته می شوند. در نوع فیکس قطعات به صورت ثابت در محل خود در تابلو نصب می شوند. در این حالت اگر بعداً لازم شد تابلو تغییر کند یا مثلاً توان موتورها تغییر کند ایجاد تغییرات سخت و در بعضی مواقع غیرممکن می شود.

در شکل زیر تصویر یک تابلوی فیکس فرمان موتوری آورده شده است



در تابلوهای کشویی یا ماژولار قرار می گیرد. این کار چند حسن دارد:

- ۱- اول اینکه به راحتی کشوی معیوب را می توان تعمیر یا تعویض کرد
- ۲- حفاظت اشخاص در سرویس این تابلو لحاظ شده به این صورت که تا برق کشو توسط سوئیچ قطع نشود نمی توان کشو را از تابلو خارج کرد
- ۳- عیب یابی تابلو راحت تر است
- ۴- امکان مانیتورینگ تابلو در این حالت وجود دارد. یعنی شما با یک نرم افزار مانیتورینگ می توانید از روی صفحه مانیتور صنعتی یا کامپیوتر عملکرد تابلو از قبیل روشن و خاموش شدن موتورها، قطع و وصل کلیدها، نقاطی که اضافه بار ایجاد شده و غیره را ببینید
- ۵- امکان توسعه تابلو راحت تر خواهد بود. چنانچه چند موتور دیگر برای کنترل به واحد صنعتی اضافه شد با اضافه کردن کشوها یا یونیت ها (یونیت: به هر واحد که دارای چندین کشو است گفته می شود) امکان کنترل این موتورها نیز فراهم می شود

شکل زیر یک تابلوی کشویی و کشوی مورد نظر را نشان می دهد



اگر موتور ما جهت کنترل از نوع سه فاز روتور قفسه ای باشد بایستی یکی از مدارهای زیر جهت کنترل موتور در نظر گرفت:

- ۱- روش راه اندازی مستقیم موتور با کنتاکتور و مدارهای فرمان کنتاکتوری
- ۲- روش راه اندازی موتور به صورت ستاره مثلث به کمک مدارهای فرمان کنتاکتوری
- ۳- روش های ۱ و ۲ همراه مدار فرمان PLC یا رله هوشمند
- ۴- راه اندازی موتور با درایوای الکتریکی
- ۵- راه اندازی موتور با سافت استارترها (استارتر نرم موتورها)
- ۶- راه اندازی موتور به کمک مدارات الکترونیک قدرت شامل پل ها تشکیل شده از IGBTها و مدولاسیون هایی نظیر PWM و SPWM

تنها در روشهای شماره ۴ و ۶ است که می توان هم دور موتور و هم گشتاور آن را تغییر داد. از روش مستقیم معمولا در مواردی می توان استفاده کرد که توان موتور کمتر از ۴ کیلو وات باشد. از روش ستاره ستاره مثلث تا جایی می توان استفاده کرد که گشتاور بار کمتر از ۵۰ درصد گشتاور نامی موتور باشد. در غیر این صورت باید از روشهای دیگر مثل سافت استارتر استفاده کرد. لازم به ذکر است که در تابلوهای فرمان می توان به جای کنتاکتورها از SSRها نیز استفاده کرد که همه عمر طولانی تری دارند و هم سر و صدا کمتر.

نمونه ای از تابلوی فرمان موتور به کمک سافت استارتر در شکل زیر آورده شده است



### نکاتی در مورد تابلو فرمان موتوری

- ❖ در تابلوی فرمان وسایل موتوری کلید اصلی الزاما یک حفاظت موتور اتوماتیک بوده و تابلو باید مجهز به دستگاه آمپر متر و یک دستگاه ولت متر و کلید تبدیل ولت متر از نوع هفت حالتی باشد
- ❖ مدارهای فرعی فرمان وسایل موتوری باید الزاما دارای کنتاکتور و رله محافظ باشد. مگر در مورد دستگاه های مجهز به تابلوی فرمان و راه اندازی جداگانه، که در این صورت مدار مزبور باید به وسیله کلید فیوز، یا کلید گردان و فیوز جداگانه، محافظت شود
- ❖ برای آگاهی از روشن یا خاموش بودن کلید اصلی یا هر یک از کنتاکتورها باید برای هر مدار دو عدد چراغ سیگنال به رنگ های قرمز و سبز (قرمز برای حالت روشن و سبز برای حالت خاموش) پیش بینی شود
- ❖ هر مدار، در صورت لزوم باید مجهز به آمپر متر مناسب با شدت جریان آن باشد و در مدارهایی که شدت جریان آن بیش از ۶۰ آمپر متر می باشد. باید از ترانس جریان و آمپر متر مخصوص با ضریب متناسب استفاده شود. در این صورت ظرفیت آمپر متر انتخابی نباید از حدود ۲۵ درصد حداکثر بار ۴۰۰ آمپر متر باشد، آمپر متر و ترانس جریان انتخابی باید نسبت تبدیل ۵/۵۰۰ باشد

## معرفی یک نمونه تابلو

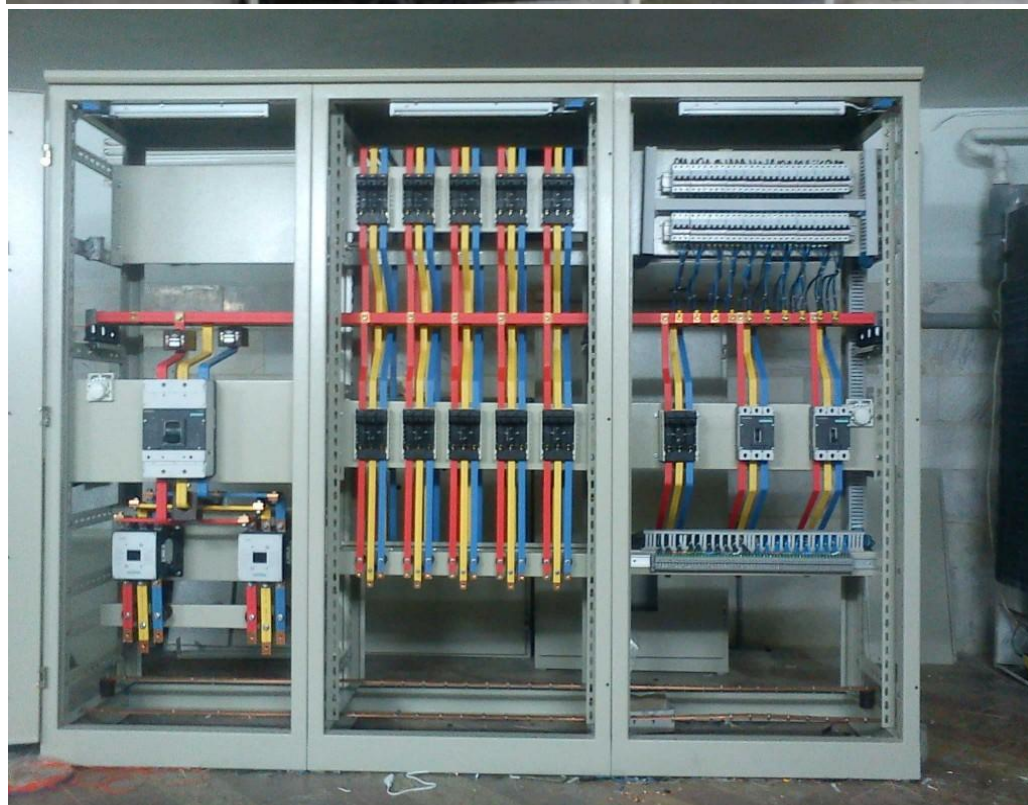
تصویر زیر یک نمونه تابلوی برق را نشان می دهد که شامل چهار قسمت اصلی است:

۱- قسمت کلید اصلی تابلو

۲- تابلوی توزیع

۳- تابلو بانک خازنی

۴- تابلو کنترل یا فرمان



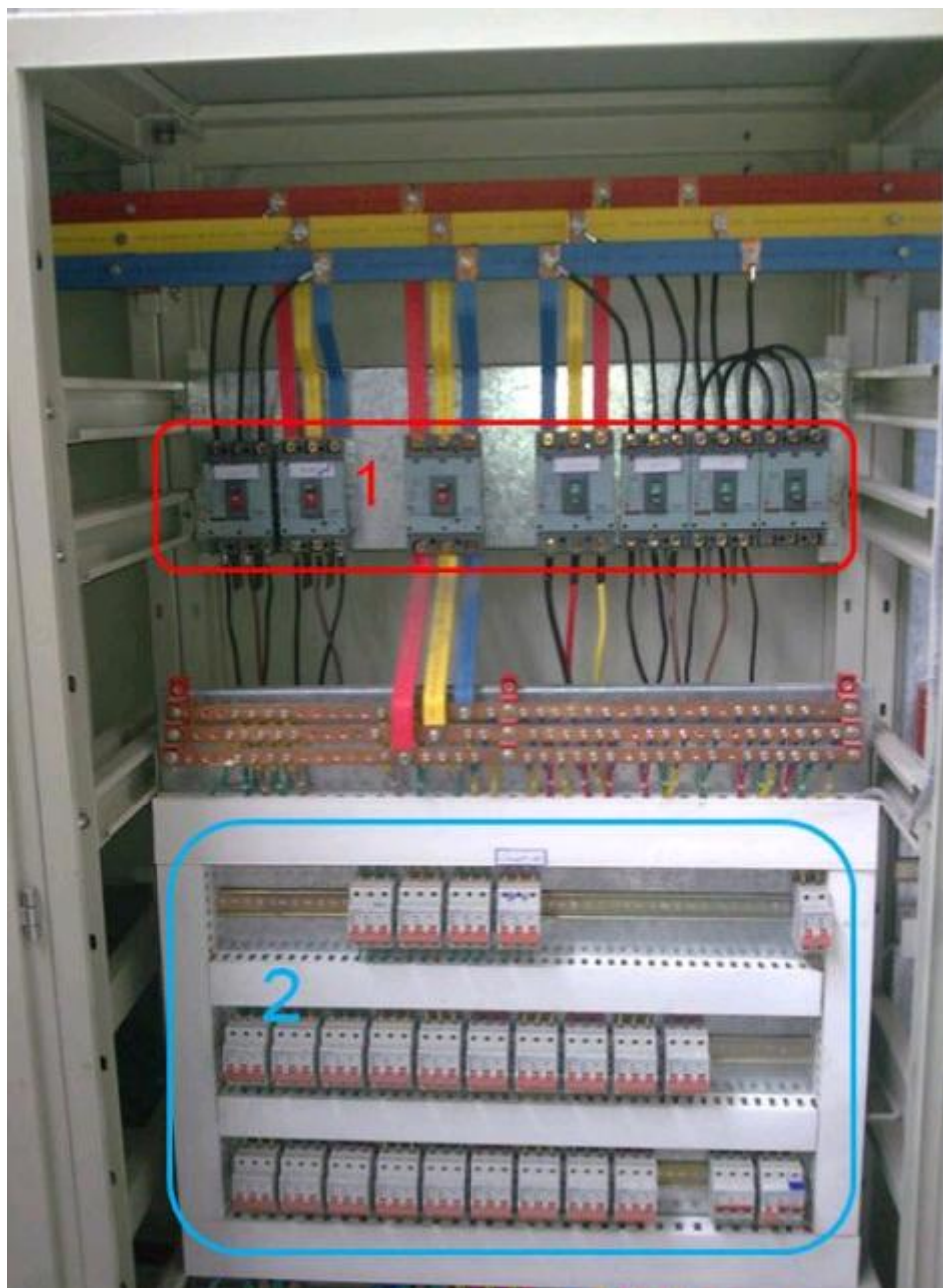
کلید اصلی تابلوی از نوع MCCB بوده و از طریق سه کابل سه فاز را وارد تابلوی برق می کند. این سه کابل از طریق حوضچه زیر تابلو وارد تابلو می شوند. حوضچه محافظهای با عمق تقریبی ۲۰ سانتی متر در زیر تابلو برق است که جهت قرار گرفتن کابل های برق تعبیه شده است. در تابلوهایی که جهت کنترل موتورهای سه فاز کاربرد دارد بایستی از کلیدهای اتوماتیک MCCB به عنوان کلید اصلی تابلو استفاده شود



ترانس های CT اولین موردی است که بایستی بعد از کلید اصلی بر روی یکی از سه فاز قرار بگیرد. همانطوری که می دانیم ترانس CT یک نمونه از جریان یکی از سه فاز را گرفته و برای تجهیزاتی مانند رگولاتور خازنی یا آمپر متر در تابلو ارسال می کند. این ترانس بر روی کدام یک از سه فاز قرار می گیرد به نوع رگولاتور و تغذیه رگولاتور از هر یک از فازها بستگی دارد



قسمت بعدی این تابلو بخش توزیع است. همانطوری که می بینیم سه فاز از بالا وارد این قسمت از تابلو می شود. در تابلوهای توزیع کاری که انجام می شود این است که توسط کلیدهایی مثل MCCB و MCB کار توزیع جریان انجام می شود



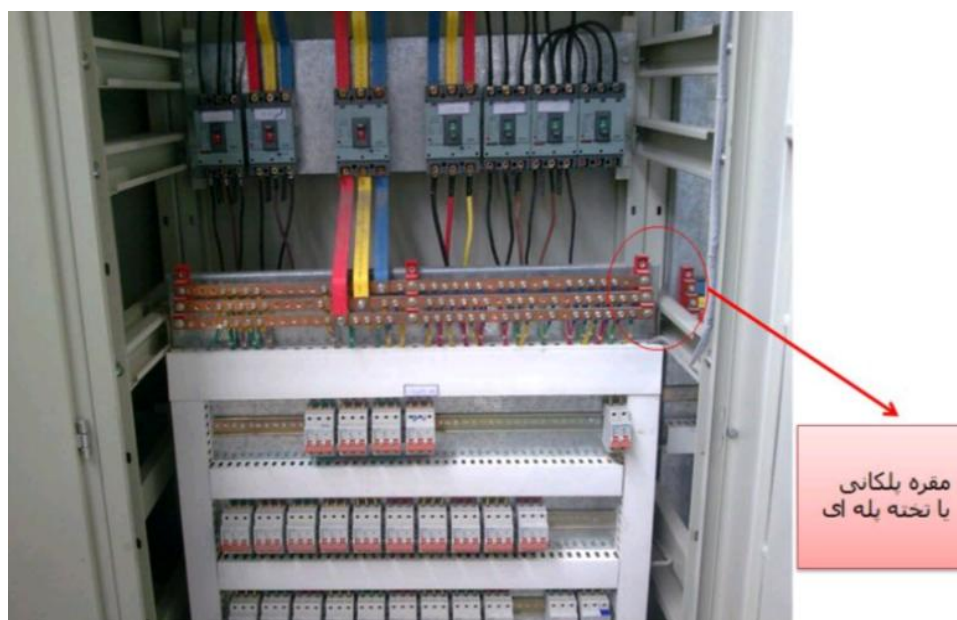
این تابلوی توزیع به دو قسمت تقسیم شده است. در بخش اول که قرمز رنگ است برحسب نیاز خروجی تابلو چند کلید MCCB قرار داده شده است و در بخش دوم داکت بندی نیز شده کلیدهای MCB مورد استفاده قرار گرفته است.

در قسمت اول تابلوی توزیع ۷ کلید MCCB قرار گرفته است که در واقع برحسب نیاز آن کارگاه این تعداد کلید مورد استفاده قرار گرفته است. معمولاً برای هر یک از دستگاه‌های موجود باید یک کلید گذاشت. مثلاً کوره القایی یک کلید یا هر دستگاه CNC یک عدد کلید نیاز دارد. یکی از کلیدها که در شکل مشخص شده سه فاز را از شینه‌های بالا گرفته و توسط کابل تامین می‌کند. هر کدام از کلیدها به نحوی سه فاز را از شینه‌های بالا گرفته و توسط کابل به سمت حوضچه زیر تابلو هدایت می‌کنند. توجه داشته باشید که جریان این کلیدها معمولاً بالا است از ترمینالهای کانوچویی مخصوص تابلو برای انتقال جریان این کلیدها به خارج از تابلو استفاده نمی‌شود. یک کلید MCCB هم به عنوان رزرو در تابلو در نظر گرفته شده است (با رنگ آبی مشخص است)

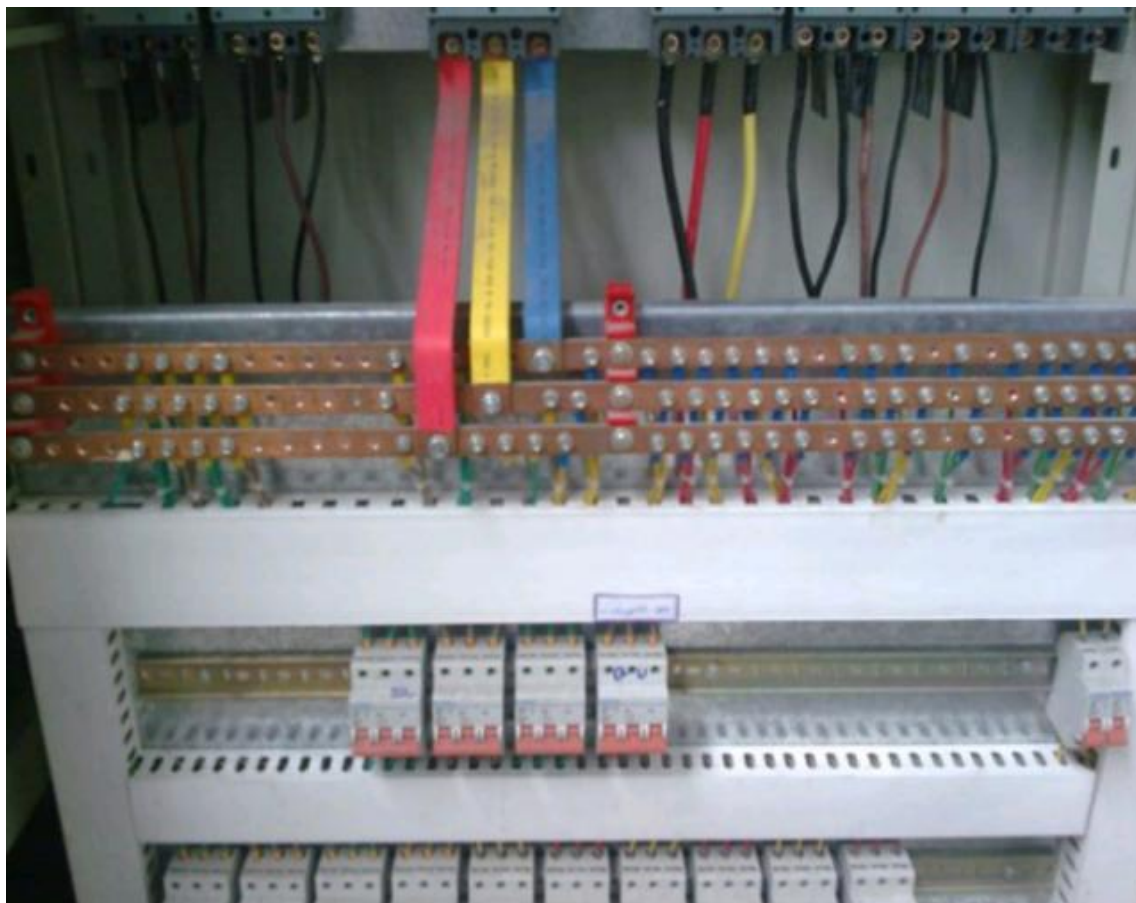




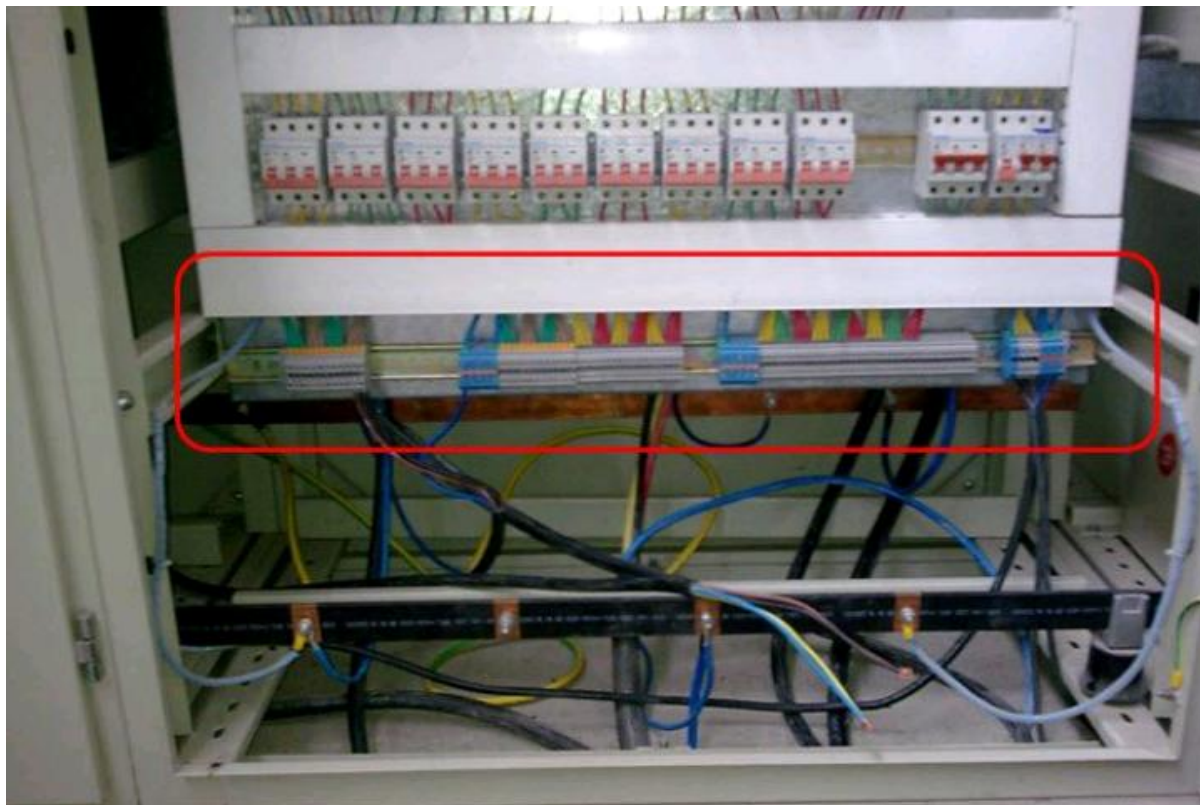
سه فاز را از طریق یک کلید MCCB وارد قسمت بعدی که شینه های سوراخ دار هستند می شود. شینه های سوراخ دار توسط مقره های پلکانی به بدنه تابلو محکم می شوند. دلیل این امر هم این است که با استفاده از این مقره ها شینه ها در سه ارتفاع مختلف نسبت به هم قرار گرفته و سیم کشی آنها راحت تر انجام می شود



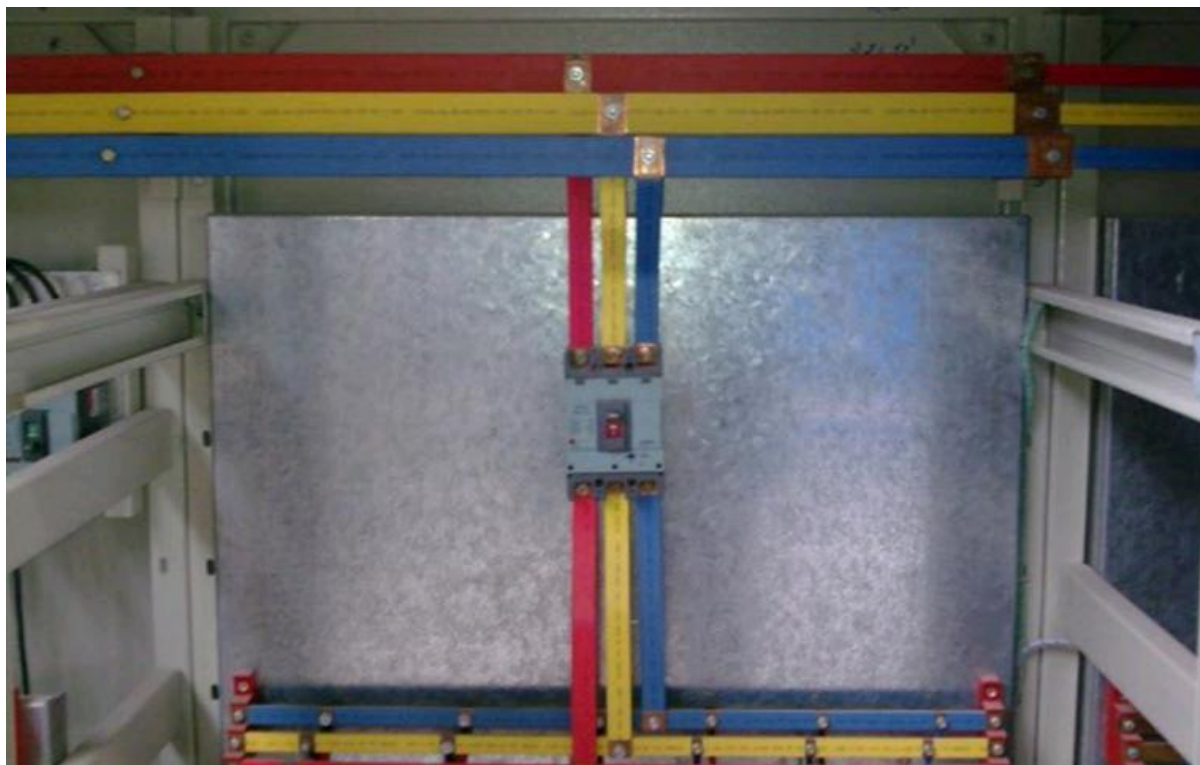
در قسمت دوم تابلوی توزیع برحسب نیاز کلید MCB مورد استفاده قرار گرفته و داکت کشی انجام می شود. هر کلید نیاز به سه خط ورودی و سه خط سیم کشی دارد. به کمک کابلشو از نوع حلقه های سر سیم ها به شینه های مسی سوراخ دار پیچ میشود و سپس کمربندی به یمدیگر بسته می شوند. این سیم های سه فاز وارد داکت ها شده و بین کلیدهای MCB تقسیم می شوند



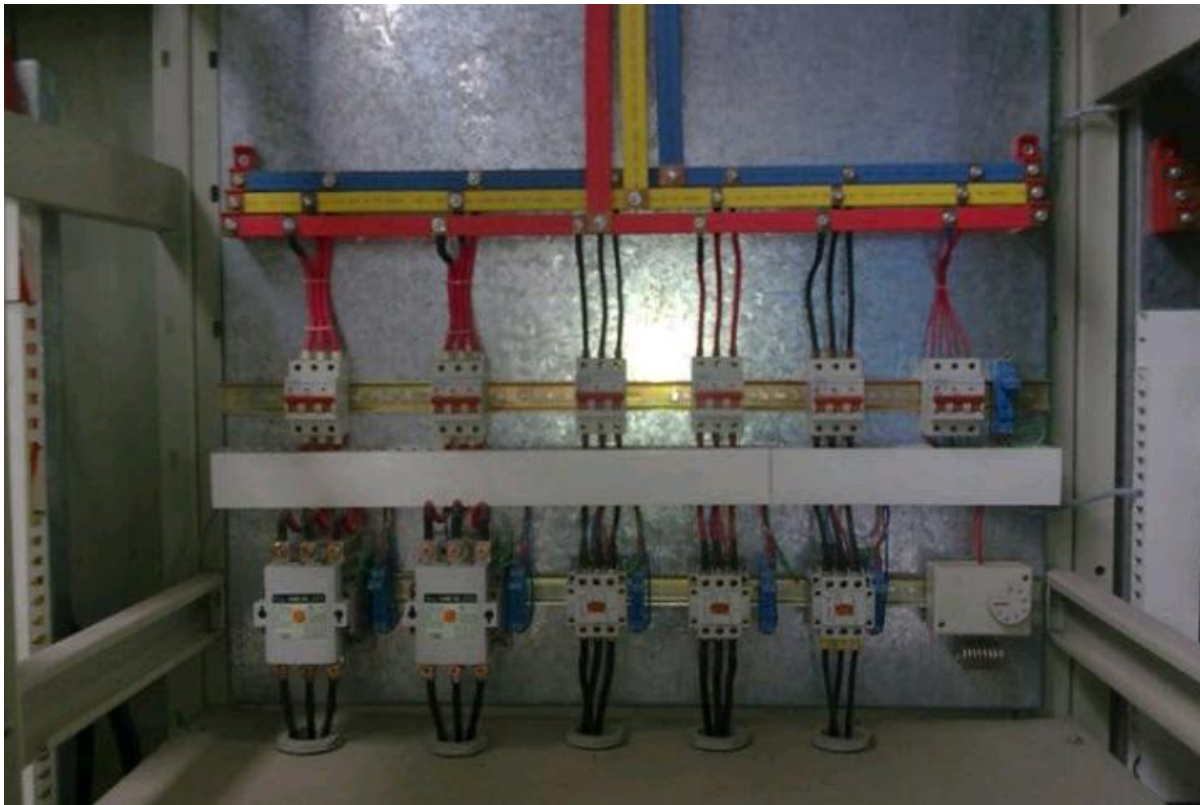
پس از دادن ورودی های کلیدهای MCB نوبت به خروجی ها می شود. با قرار دادن یک ریل و ترمینال های کانوچویی روی آن این کار را انجام می دهیم. از خروجی های ترمینالهای کانوچویی به سمت حوضچه زیر تابلو کابل کشی انجام شده است



تابلوی بعدی تابلوی بانک خازنی است. در این تابلو ابتدا سه فاز به کمک یک کلید MCCB وارد تابلو می شود



سه فاز بر روی سه شینه منتقل می شود. وظیفه یک تابلوی بانک خازنی این است که برحسب میزان بار سلفی موجود در کارگاه خازن به مدار اضافه یا کم کند تا ضریب توان کارگاه اصلاح می شود. سه فاز ابتدا وارد فیوزها شده و سپس وارد کنتاکتورهای خازنی می شود. این کنتاکتورها سه فاز را به خازنهای اصلاح ضریب متصل می کنند. دستور قطع و وصل شدن کنتاکتورهای خازنی را دستگاهی به نام رگولاتور خازنی می دهد. این دستگاه بر روی درب تابلو نصب می شود و بر حسب بار سلفی موجود در کارگاه و ضریب توان مورد نیاز دستور ورود و خروج خازنها را به شبکه برق کارگاه می دهد.



رگولاتور خازنی معمولاً بر روی درب تابلو نصب می شود. نصب رگولاتور ساده است. دو ورودی برای تغذیه ولتاژ دارد که در واقع نمونه ولتاژ برای رگولاتور محسوب می شود و دو ورودی جهت اتصال ترانس CT. در اکثر رگولاتورها ترانس CT باید بر روی یکی از سه فاز قرار بگیرد ولی رگولاتور باید از یک فاز دیگر تغذیه شود در غیر این صورت در ورود و خروج خازن ها به شبکه خطا خواهیم داشت

## تصویر رگولاتور خازنی بر روی درب تابلو



خازنهای اصلاح ضریب در دو نوع سیندري و باکسی ساخته می شوند. مقدار این خازنها برحسب میکروفاراد نبوده بلکه برحسب کیلووار (KVAR) است. بروی این خازنها سه ترمینال جهت اتصال سه فاز تعبیه شده است

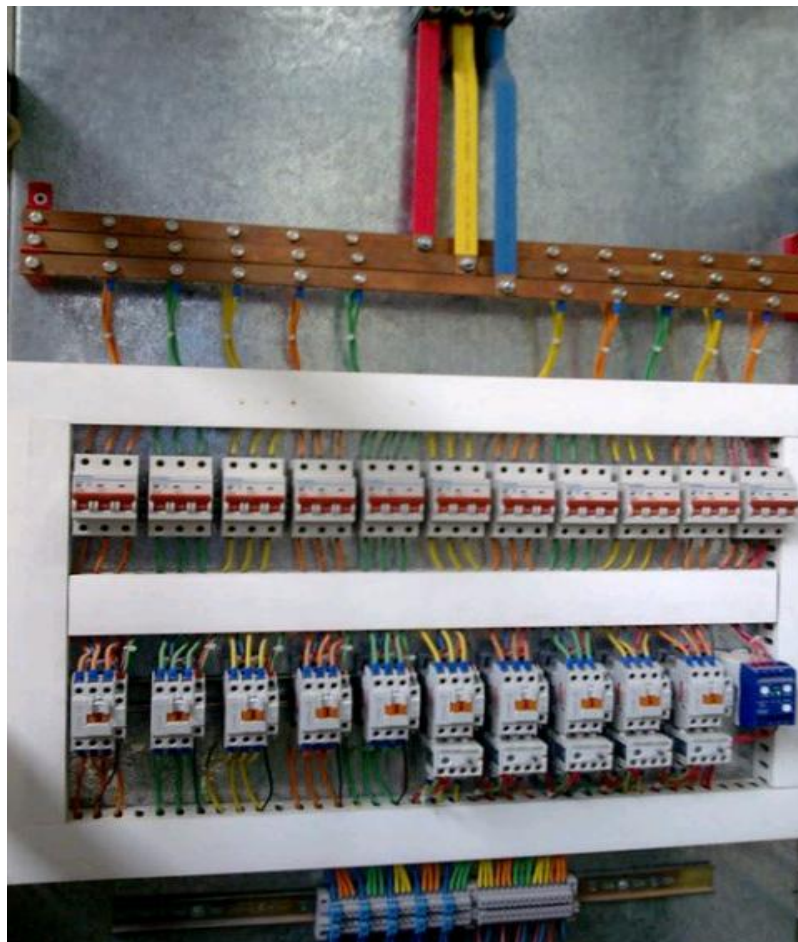


آخرین قسمت این تابلو، تابلو فرمان یا کنترل است. سه فاز اصلی پس از اتصال به یک کلید MCCB وارد این قسمت از تابلو می شود



فن تهویه هوای  
تابلو

همانطور که مشخص است در تابلو فرمان ابتدا سه فاز وارد فیوزها شده و سپس به ردیفی از کنتاکتورها متصل می شود. نحوه اتصال کنتاکتورها نیز به یکدیگر به نوع راه اندازی ها اعم از راه اندازی مستقیم، یا ستاره- مثلث بستگی دارد.



عکسی از درب تابلوی فرمان و بانک خازنی



رگولاتور خازنی همراه با کنترل کننده های دستی آن

دستی های استاپ و استارت تابلوی فرمان





## شرکت های مونتاژ تابلو و اتوماسیون صنعتی بوشهر

- ✓ شرکت نیرو ساحل بوشهر
- ✓ شرکت پارس اتوماسیون لیان
- ✓ شرکت ره آورد صنعت لیان

### ۱) شرکت نیرو ساحل بوشهر



**معرفی شرکت:** شرکت نیرو ساحل بوشهر در سال ۱۳۷۷ تاسیس شده است. دفتر مرکزی و کارخانه این شرکت در شهرک صنعتی بوشهر ۲، ۵ کیلومتری مرکز استان بوشهر و مجاورت منطقه ویژه اقتصادی بوشهر واقع گردیده است.

### فعالیت های اصلی شرکت:

۱. برآورد، تهیه مصالح و اجزای شبکه و پست های برق
  ۲. طراحی و تولید انواع تابلوی برق
  ۳. مشاوره و طراحی سیستم های قدرت، شبکه و پست های برق
- مجوزهای قانونی که شرکت نیرو ساحل بوشهر از مراجع ذیصلاح کسب کرده است
۱. رتبه ۳ در رشته برق از سازمان مدیریت و برنامه ریزی
  ۲. اخذ استاندارد ملی از اداره کل استاندارد
  ۳. پروانه بهره برداری تولید تابلوهای برق از سازمان صنایع و معادن

۴. اخذ تاییدیه شرکت توانیر جهت ساخت تابلوهای برق (سازندگان مجاز)

۵. دریافت ایران کد جهت تولیدات انواع تابلو از سازمان بازرگانی

موقعیت جغرافیایی: شرکت نیرو ساحل با مساحتی بالغ بر ۴۰۰۰ متر مربع واقع در شهرک صنعتی بوشهر ۲ در ۵ کیلومتری از مرکز استان بوشهر و در مجاورت منطقه ویژه اقتصادی بوشهر واقع گردیده است.

### تولیدات شرکت نیرو ساحل بوشهر

۱. تابلوهای فشار متوسط (MV)

۲. تابلوهای فشار ضعیف (LV)

۳. تابلوهای بانک خازنی

۴. تابلوهای تولیدی شن و ماسه

۵. پست کمکت

### طراحی و مشاوره شرکت نیرو ساحل بوشهر

۱. مشاوره و طراحی در ساخت انواع تابلو برق فشار متوسط و ضعیف

۲. مشاوره و طراحی در ساخت انواع پست های کمپکت

۳. مشاوره در میزان مصرف برق کارخانجات صنعتی و طراحی برق داخلی

۴. مشاوره و طراحی در خصوص سیستم های خورشیدی (روشنایی و نیروگاه)

### بعضی از پروژه های شرکت نیرو ساحل بوشهر:

موضوع پیمان	کار فرما	محل اجرا	دستگاه نظارت	زمان اجرا
ساخت پست کمپکت 630KVA	شرکت چاپ آریانا	بوشهر	برق بوشهر	1391
ساخت پست کمپکت 1000KVA	صنایع برقی بوشهر	بوشهر	برق بوشهر	1391
ساخت و نصب دو دستگاه پست کمپکت 800KVA	دژ بنای دشتستان	بrazجان	برق دشتستان	1391
ساخت و نصب پست کمپکت 800KVA	شهرداری بوشهر	بوشهر	برق بوشهر	1391
ساخت و نصب پست کمپکت 1000KVA	اداره کل بنادر و دریانوردی	گناوه	برق بندر گناوه	1391
ساخت و نصب پست کمپکت 1000KVA	نوسازی مدارس	بوشهر	برق بوشهر	1391
ساخت و نصب پست زمینی دو قلو 800KVA	اداره کل بنادر و دریانوردی	بوشهر	برق بوشهر	1391

## ۲) شرکت ره آورد صنعت لیان

### خدمات و محصولات ره آورد صنعت لیان

برق صنعتی، اتوماسیون صنعتی (PLC)، تابلوهای برق، بهینه سازی انرژی:

❖ مشاوره و برآورد، طراحی و نظارت، نصب و راه اندازی و تعمیر نگه داری:

- بهینه سازی انرژی، تعدیل و تصحیح ضریب قدرت (کاهش هزینه برق مصرفی و صنایع و نهادهای از بانک خازنی)، بهینه سیستم هارمونیک توسط فیلترهای هارمونیک اکتیو و پسیو
- اتوماسیون صنعتی مبتنی بر PLC، کنترل پروسس و اینتر فیس HMI، تله متری و اسکادا
- کنترل دور موتورهای AC و DC با استفاده از اینورتر و درایو، کنترل موتورهای پله ای توسط درایو سرو موتور و . . .
- سیستم های برق اضطراری: ژنراتورهای دیزلی و گازی، UPS های صنعتی و سیستم چنج-آور (ATS) و سنکرون
- سیستم توزیع برق خطوط تولید، روشنایی سوله های مربوطه، انبارها، سالنهای ورزشی و فضاهای سبز
- تهیه انواع تابلوهای برق استاندارد ضمن نصب و راه اندازی (توزیع، کنترل، اندازه گیری و غیره)
- اجزا طرحهای برق رسانی شرکت توزیع برق: پستهای ترانسفورماتور هوایی/زمینی، شبکه های فشار متوسط و ضعیف هوایی/زمینی، رفع حریم و اصلاح شبکه و ...
- دیگر پروژه های صنعتی برق و تاسیسات به کیفیت و استاندارد های اروپایی، تهیه و فروش قطعات تخصصی، و دیگر خدمات متناسب

آدرس دفتر: بوشهر خیابان شهید مطهری-سه راهی بازرگانی ساختمان دشتی طبقه دوم واحد ۵

## ۳) شرکت پارس اتوماسیون لیان

شرکت پارس اتوماسیون لیان به ارائه خدمات فنی مهندسی طراحی و ساخت، نصب و راه اندازی، تعمیر و نگه داری سیستم های اتوماسیون صنعتی و الکترومکانیک است

ساخت و عیب یابی تابلوهای فرمان موتوری و PLC

نصب تابلو محافظ الکتریکی کلیه تاسیسات، استابلایزر

تابلوهای برق اضطراری و UPS