

«به نام خدا»



دانشگاه اصفهان

دانشکده مهندسی برق

کارگاه برق

بهار ۱۳۹۶

فهرست مطالب

.....	مقدمه
.....	آزمایش ۱: مدار کلید تک پل
.....	آزمایش ۲: مدار کلید دو پل
.....	آزمایش ۳: مدار کلید تبدیل
.....	آزمایش ۴: مدار مهتابی
.....	آزمایش ۵: مدار آیفون تصویری
.....	آزمایش ۶: راه اندازی موتور سه فاز به کمک کنتاکتور
.....	آزمایش ۷: استفاده از چراغ سیگنال
.....	آزمایش ۸: مدار تاخیر در قطع و تاخیر در وصل
.....	آزمایش ۹: مدار چپ گرد و راست گرد
.....	آزمایش ۱۰: راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره-مثلث
.....	آزمایش ۱۱: موتور کولر آبی
.....	آزمایش ۱۲: مدار فوتوسل

دستورات ایمنی کارگاه برق

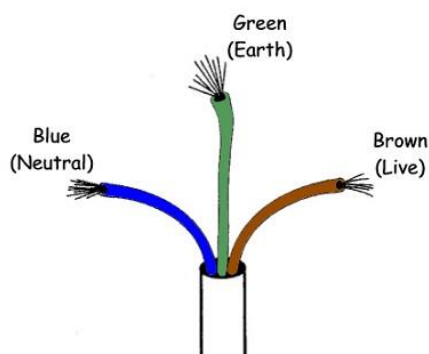
- ✓ دانستن قوانین آزمایشگاه و راه های جلوگیری از حوادث برای کلیه دانشجویان ضروری است.
- ✓ انتخاب وسایل مورد نیاز برای هر آزمایش و تغییر اتصالات مدار می بایست فقط با دستور و حضور سرپرست آزمایشگاه صورت گیرد.
- ✓ به قسمت هایی که احتمال برق گرفتگی در آن ها وجود دارد نباید دست زد. تعویض وسایل آزمایش فقط باید در حالت قطع مدار صورت گیرد. دانشجویانی که آزمایش را انجام می دهند بایستی قبل از اینکه برق ورودی مدار را وصل کنند وضعیت قطع یا وصل بودن کلید های مدار را بررسی نمایند و در صورت وقوع خطر، برق ورودی مدار را از طریق فیوز اصلی قطع کنند.

آزمایش ها باید به صورت گروهی انجام شود و هر گروه موظف است قوانین آزمایشگاه را به طور دقیق اجرا نماید. ابزار و وسایل مورد نیاز برای هر آزمایش در روی میز و تابلوی مربوط به هر گروه قرار داده شده است ، دانشجویان می بایستی برای بستن مدار از نقشه های داده شده هر آزمایش استفاده کنند. قبل از شروع هر آزمایش دانشجو باید دستور العمل آزمایش را با دقت مطالعه نموده و از فهم مطالب آن اطمینان حاصل کند. دانشجویان باید هر گونه خسارت یا آسیب احتمالی وارده به وسایل را ، بلافاصله به اطلاع سرپرست آزمایشگاه برسانند. سرپرست آزمایشگاه قبل از وصل جریان ورودی، مدار بسته شده توسط دانشجویان را کنترل می نماید.

گزارش کارها و تکالیف باید به صورت گروهی نوشته شده و حداکثر یک هفته پس از انجام آزمایش تحویل داده شود.

مقدمه

۱-۱ تعریف فاز، نول و ارت



شکل (۱-۱): سیم فاز، نول، ارت

همه ما می دانیم برای آن که بتوانیم یک وسیله برقی را روشن کنیم باید آن را در یک مدار بسته قرار دهیم. در واقع آن وسیله را بین دو نقطه ای قرار بدهیم که آن دو نقطه با یکدیگر دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی باشند. هر مدار الکتریکی دارای سه نوع سیم است:

سیم فاز

می توان سیم فاز را به عنوان خطرناک ترین سیم در مدار الکتریکی یک ساختمان در نظر گرفت، به این دلیل که سیم فاز حامل بار الکتریکی است و به محض تماس با اجزای رسانا بار الکتریکی خود را به آن ها منتقل می کند. به همین خاطر به فاز، سیم حامل جریان هم گفته می شود. فاز معمولاً با عایق مشکی رنگ قابل تشخیص است، البته برای نمایش دادن سیم فاز به غیر از مشکی از هر رنگ دیگری به غیر از سفید، سبز و خاکستری استفاده می شود.

سیم نول

یکی از سیم های مهم در سیستم برق رسانی برق شهر است که هیچ خطری برای مردم نداشته و می توان بدون برق گرفتگی آن را لمس نمود. همان طور که اشاره شد جریان الکتریکی تا زمانی که مسیر برگشت به منبع نداشته باشد، برقرار نمی شود. سیم نول در واقع همان سیمی است که برای ایجاد این مدار یا مسیر بسته مورد استفاده قرار می گیرد و در واقع جریان خروجی از وسیله برقی را به مولد بر می گرداند. سیم نول معمولاً با عایقی به رنگ سفید یا خاکستری قابل شناسایی است.

چند نکته در مورد سیم نول

- سیم نول را وارد چاهی مرطوب می کنند تا به زمین وصل شود که به آن چاه نول می گویند. این کار باعث می شود از زمین مرطوب به عنوان قسمتی از مدار استفاده شود. یعنی زمین نیز به عنوان قسمتی از مدار بین مصرف کننده و مولد مورد استفاده قرار می گیرد. مشابه این عمل در اتومبیل مورد استفاده قرار می گیرد مثلاً برای روشن کردن یک لامپ توسط باتری ماشین کافیسست یکی از قطب های باتری را به لامپ وصل کرده و سر دیگر لامپ را به بدنه ماشین وصل کنیم. بدنه ماشین نقش سیم نول را بازی می کند.
- تمامی وسایل خانگی با برق تک فاز کار می کنند پس سیم نول باید در خانه وجود داشته باشد.
- معمولاً پنج سیم وارد یک کوچه می شود که از این تعداد سیم، سه تای آنها فاز است چهارمی نول خانگی است و پنجمی نول شهرداری است که از آن برای روشن کردن لامپ معابر استفاده می کنند.

سیم ارت

اکثر دستگاه های الکتریکی دارای بدنه فلزی می باشند. از آنجاکه فلزات رسانای جریان برق هستند لذا همواره خطر برق دار شدن آنها وجود دارد. برای حل این مسئله و جلوگیری از مشکلات احتمالی از سیستم ارتینگ در ساختمان و تمام تجهیزات دارای بدنه فلزی، استفاده می شود. برای حفاظت از افراد هنگام کار با وسایل برقی معمولاً بدنه وسیله را با یک سیم به لوله آب وصل می کنند که لوله آب با قسمتهای مرطوب زمین در تماس است. به این سیم، سیم ارت یا زمین می گویند. در حقیقت این سیم نیز باید به چاه ارت وصل شود ولی برای صرفه جویی آن را به لوله آب وصل می کنند. این سیم با رنگ های سبز و زرد عایق بندی می شود.

۱-۲ حفاظت الکتریکی

خطاهای ناشی از جریان برق عمدتاً به سه دسته تقسیم می شوند :

- اتصال بدنه که عبارت است از اتصال یکی از سیمهای جریان برق به بدنه دستگاه .
- اتصال کوتاه که عبارت است از اتصال دوسیم لخت به یکدیگر که نسبت به هم دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی می باشند.
- اتصال زمین که عبارت است از اتصال یکی از سیم های حامل جریان به زمین .

خطاهای نامبرده شده به دو صورت کامل و ناقص اتفاق می افتد. در اتصال کامل در محل اتصال مقاومت وجود ندارد و جریان زیادی از این نقطه عبور می کند اما اگر اتصال ناقص باشد در محل اتصال مقاومت وجود دارد بنابراین جریان خطا نسبت به حالت قبل کمتر است.

انواع حفاظت

➤ حفاظت اشخاص

آثار فیزیولوژیک برق بر بدن انسان:

مقدار جریانی که ممکن است بدون هیچ خطری از بدن انسان عبور کند، به ویژگی های جسمی شخص، دامنه ی جریان، نوع جریان، مسیر و طول مدت عبور جریان بستگی دارد. مقاومت الکتریکی بدن در صورتی که پوست سالم و خشک باشد، ۱۳۰۰ تا ۳۰۰۰ اهم است. مقاومت الکتریکی بدن شامل مقاومت داخلی بدن زیر پوست و مقاومت پوست نوع خشک و مرطوب و نوع لباس و سطح تماس است. مقاومت بدن در نتیجه ی رطوبت کاهش می یابد و هنگامی حداکثر است که خشک باشد. خراش، زخم و سوختگی، آلودگی بدن یا دست با روغن یا مواد دیگر، تعریق و ... می تواند باعث پایین آمدن مقاومت بدن شود.

فرد در مقابل جریان 1mA واکنش نشان می دهد، حتی جریان 12mA باعث خواهد شد که عضلات دست منقبض شود. البته آسیب این چنین شوکی بستگی به مدت تماس، وضع جسمی و به خصوص قلبی فرد دارد. به طور کلی اگر جریان عبوری از بدن انسان در حدود 1mA باشد در آستانه ی احساس کردن است و

اگر مقدار آن در حدود 10mA شود به حد دردناک خواهد رسید. اگر جریان حدود 30mA شود حالت شوک شدید ایجاد می کند و جریان 50mA به بالا کشنده است. حد ولتاژ خطرناک برای این که جریان از 50mA بیشتر باشد، 65 ولت است ($V=1300 \times 0.05 = 65v$).

از نظر نوع جریان، جریان متناوب از جریان مستقیم خطرناک تر است زیرا مقاومت بدن در برابر جریان مستقیم تقریباً ۴۲۰۰ اهم می باشد.

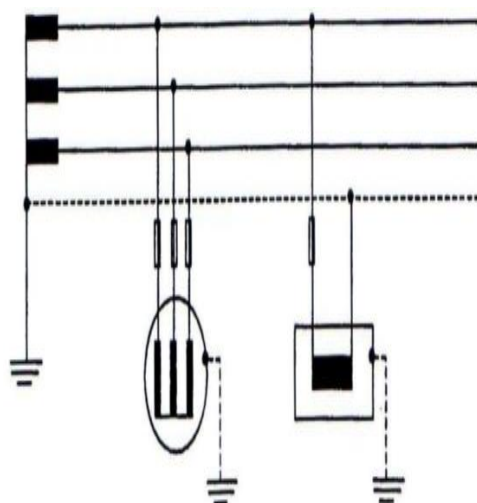
در جریان ۵۰ تا ۸۰ میلی آمپر نفس بند می آید و بطن های قلب دچار لرزش می شوند. در جریان ۹۰ تا ۱۰۰ میلی آمپر اگر قطع تنفس بیش از سه ثانیه طول بکشد، قلب فلج شده و حرکت بطن های قلب قطع می شود. این شرایط در چند دقیقه منجر به مرگ می شود. در جریان ۴ آمپر قلب نمی تواند عمل پمپاژ را انجام دهد و بافت های بدن در جریان های بیش از ۵ آمپر دچار سوختگی می شود.

انواع روش های حفاظت اشخاص عبارتند از:

- حفاظت توسط سیم زمین
- حفاظت توسط سیم نول
- حفاظت توسط کلید خطای جریان یا FI
- حفاظت توسط ترانسفورماتور جداکننده (ترانس ایزوله)
- حفاظت به وسیله ی عایق کردن
- حفاظت توسط ولتاژ کم

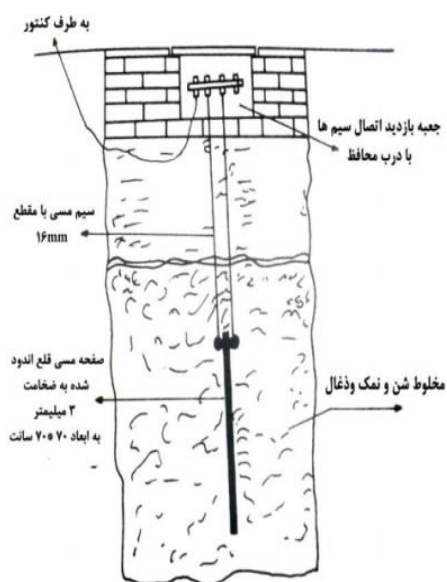
• حفاظت توسط سیم زمین

در این روش قسمت های فلزی بدنه ی دستگاه های برقی توسط یک سیم موسوم به سیم ارت به زمین وصل می شود. در این صورت اگر دستگاهی اتصال بدنه پیدا کند، جریان برق به جای عبور از بدن شخص از طریق سیم ارت به زمین منتقل می شود، زیرا مقاومت بدن شخص با مقاومت سیم زمین موازی شده و مقاومت سیم زمین (سیم ارت) بسیار کمتر از مقاومت بدن شخص است.



شکل (۱-۲): حفاظت توسط سیم زمین

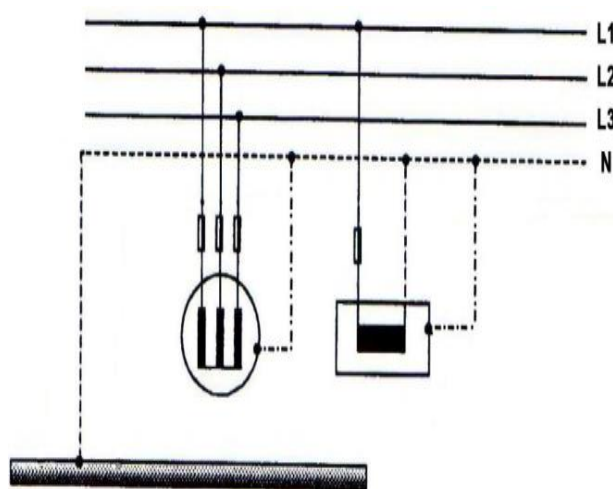
سیم اتصال زمین (چاه ارت):



برای اینکه سیم اتصال بدنه دستگاه را به زمین متصل کنند، چاهی حفر می شود که عمق آن در مناطق مختلف به دلیل خصوصیات خاک منطقه متفاوت است ولی بهترین چاه آن است که به قسمت نمناک و مرطوب زمین رسیده باشد زیرا چنین خاکی دارای مقاومت الکتریکی کمتری است. سپس صفحه یا تسمه موسوم به الکتروود را در انتهای چاه قرار می دهند و آن را با یک سیم مسی قطور با مقاومت الکتریکی کم به بیرون چاه هدایت می کنند. اطراف صفحه را با مواد کاهنده مقاومت مانند زغال و نمک و خود چاه را با ماسه پر می کنند. سیم خروجی از این چاه را به بدنه فلزی دستگاه متصل می کنند.

شکل (۱-۳): سیم اتصال زمین

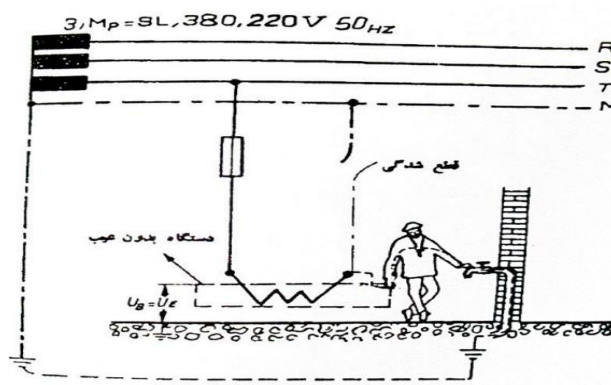
• حفاظت توسط سیم نول



در این سیستم به جای سیم ارت سیم نول به بدنه ی دستگاه متصل می شود و در صورتی که سیم فاز به بدنه ی دستگاه اتصال پیدا کند بین فاز و نول اتصال کوتاه ایجاد شده و در زمان کوتاهی اتصال فاز قطع می شود، عیب این سیستم این است که اگر به دلایلی سیم نول قطع گردد، فاز برگشتی از سیم نول به بدنه ی دستگاه وصل شده و اگر شخصی به دستگاه و زمین ارتباط پیدا کند دچار برق گرفتگی شدید می شود.

شکل (۱-۴): حفاظت توسط سیم نول

برای رفع این عیب می توانیم سیم نولی را که برای حفاظت از آن استفاده می کنیم جدا از سیم نول مصرف کننده ها انتخاب کنیم و به طور مستقیم از پای کنتور یا تابلوی اصلی آن را به پیچ حفاظت پریز ها وصل نماییم و تا حد امکان نباید برای هیچ مصرف کننده ای از این سیم نول استفاده کنیم. ایراد دیگر این سیستم این است که اگر جای سیم فاز و نول عوض شود، ولتاژ خطرناکی بین بدنه دستگاه و زمین ایجاد می شود و اگر شخصی به دستگاه و زمین ارتباط پیدا کند دچار برق گرفتگی شدید می شود.



شکل (۵-۱): برق گرفتگی ناشی از قطع سیم نول

• حفاظت توسط کلید خطای جریان یا FI

کلید خطای جریان برای حفاظت شخص در مقابل ولتاژهای تماس به کار می رود. اصول کار این کلید به این ترتیب است که دو هادی با جریان هایی در جهت مخالف هم و یکسان در داخل یک هسته ی آهنی که روی آن سیم پیچی تعبیه شده، قرار گرفته اند. میدان های حاصل از آن ها در هسته مخالف هم بوده و همدیگر را خنثی می کنند. در نتیجه در سیم پیچ روی هسته نیروی محرکه القا نمی شود و رله ی جریانی که به سیم پیچ وصل است تحریک نمی شود یعنی کلید در حالت عادی کاری انجام نمی دهد.

در صورتی که از یکی از دو هادی جریان عبور نکند یا جریان هادی ها یکسان نباشد (شرایط اتصالی) میدان حاصل باعث ایجاد نیروی محرکه در سیم پیچ شده و رله جریانی که توسط این سیم پیچ تغذیه می شود را تحریک می کند. این رله خود می تواند باعث قطع کنتاکت های کلید و در نهایت قطع کلی مدار گردد. با فشار دادن شستی آزمایش روی کلید اختلاف جریان در سیم های داخل کلید ایجاد شده و باعث قطع مدار

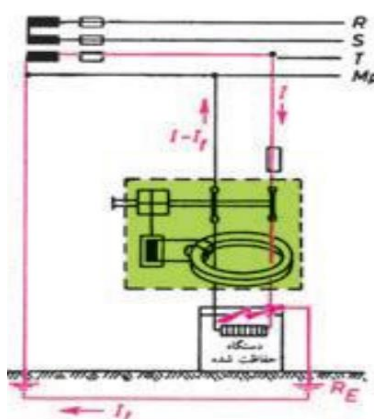
خواهد شد. در استفاده از این کلید نیز بدنه مصرف کننده بایستی به سیستم زمین حفاظتی مجهز باشد ولی نیازی نیست تا مقاومت زمین به کمتر از ۲ یا ۴ اهم برسد بلکه این مقاومت می تواند در حدود چند صد اهم نیز باشد.



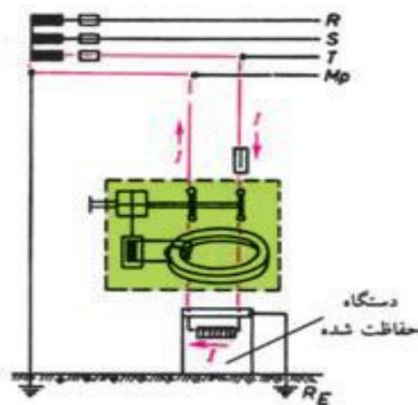
شکل (۷-۱): کلید FI تک فاز



شکل (۶-۱): کلید FI سه فاز



(ب)



(الف)

شکل (۸-۱): کلید خطای جریان یا FI / الف: سیستم سالم، رله عمل نمی کند. / ب: سیستم معیوب، رله عمل می کند.

• حفاظت توسط ترانسفورماتور جدا کننده (ترانس ایزوله)

در این نوع حفاظت از ترانسفورماتور با دو سیم پیچ مجزای یک به یک و یا کاهنده استفاده می شود که ولتاژ خروجی آن بیش از ۴۲ ولت است. در ترانسفورماتور یک به یک ولتاژ ثانویه برابر ولتاژ شبکه می باشد. ترانسفورماتور ولتاژ تغذیه مصرف کننده را از نظر الکتریکی از شبکه جدا می کند، چون در ثانویه این ترانس سیم نول و اتصال به زمین وجود ندارد در صورت اتصالی، مدار بسته ای تشکیل نشده و بنابراین از بدن شخص جریانی عبور نکرده و شخص دچار برق گرفتگی نخواهد شد. به ثانویه ترانسفورماتور حفاظتی اتصال

بیش از یک مصرف کننده مجاز نمی باشد زیرا در صورت اتصال بدنه همزمان دو مصرف کننده احتمال برق گرفتگی وجود دارد همچنین ثانویه این ترانسفورماتور نباید اتصال زمین داشته باشد.(چرا؟)

• حفاظت به وسیله ی عایق کردن

در این روش تمام قسمت هایی را که امکان اتصال برق با بدن انسان دارد عایق می کنند. در مورد دستگاه هایی که ساکن هستند، می توان کف زمین را عایق کاری نمود. ولی در دستگاه های قابل حمل یا متحرک مانند دریل برقی، ریش تراش و جاروبرقی، کارخانه سازنده برای جلوگیری از برق دار شدن بدنه ی فلزی آن ها، آن دستگاه را با یک لایه اضافی دیگر عایق می کند. در این روش نیازی به اتصال زمین وجود ندارد.

• حفاظت توسط ولتاژ کم

در حفاظت توسط ولتاژ کم از ترانسفورماتور کاهنده با دو سیم پیچ مجزا استفاده می شود. ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور باید کمتر از ۴۲ ولت باشد. استفاده از اتوترانسفورماتور در این نوع حفاظت مجاز نمی باشد. دستگاه هایی که با ولتاژ کم حفاظت می شوند، برای سیم حفاظتی به ترمینال احتیاج ندارند و مدار جریان آنها را نباید به زمین یا سیم نول و یا به دستگاه هایی که با ولتاژ بالا سروکار دارند وصل کرد.

➤ حفاظت مدار و مصرف کننده ها

• فیوز

وسیله ای است که مدارهای الکتریکی را در برابر جریان غیر مجاز محافظت می کند. اگر جریانی بیش از جریان نامی از فیوز بگذرد فیوز می سوزد و بدین ترتیب جریان برق قطع خواهد شد. به عبارت ساده، فیوز یک وسیله ی حفاظتی است که در تجهیزات و مدارات الکتریکی به کار برده می شود تا در مواقعی که جریانی بیش 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.

• انواع فیوز

✓ فیوز فشنگی یا ذوب شونده

برای نصب این فیوز ها از یک پایه ی چینی که فیوز داخل آن جای می گیرد و پشت این کلاهک شیشه ای است، استفاده می گردد.

سیم حرارتی داخلی فیوز به ازاء جریان به خصوصی در زمان معینی ذوب شده و سبب قطع مدار مربوط به آن می شود. فیوز ذوب شونده معمولی را فیوز فشنگی نیز می نامند. سیم حرارتی آن در داخل براده هایی از سرامیک، پودر چینی یا خاک نرم کوارتز همراه با ماسه قرار دارد و جرقه حاصل از قطع شدن سیم حرارتی را سریع خنک کرده و بلافاصله قطع می کند. این مواد همچنین باعث خنک شدن سیم ذوب شونده ی داخل فیوز می گردد تا هنگام عبور جریان سیم بیش از اندازه گرم نشود. این قسمت که محفظه ای چینی یا در بعضی موارد شیشه ای است را فشنگ فیوز یا پاترون فیوز می نامند.

البته فیوز های ظریف که در رادیو و دستگاه های مخابراتی به کار می روند، چون اغلب برای جریان های خیلی کم می باشند به صورت سیم نازکی در داخل لوله ی شیمیایی هستند و در اطراف آن پودر چینی یا سرامیک وجود ندارد مگر در مواردی که مقدار جریان فیوز زیاد باشد.



شکل (۱-۱۰): رله بیمتال

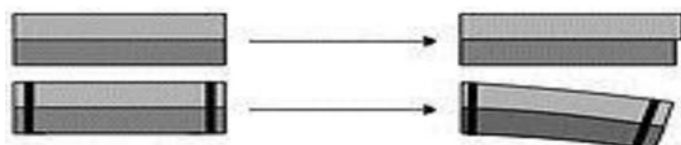


شکل (۱-۹): فیوز فشنگی

• رله ی حرارتی (بی متال)

در اثر عبور جریان الکتریکی از بی متال هر دو فلز گرم شده و طول آنها زیاد می شود اما از آنجایی که ضریب انبساط دو فلز متفاوت است، بی متال به سمت فلزی که ضریب انبساط پایین تری دارد خم می شود. این جابجایی به وسیله اهرم یا به صورت مستقیم کنتاکت ها را قطع یا وصل می کند. از این ویژگی در فیوز ها و رله های بی متال استفاده می شود.

در شکل (۱-۱۱) نمایشی از اصول عملکرد بی متال نشان داده شده است. در سمت چپ شکل دو فلز پیش از گرم شدن و در سمت راست پس از گرم شدن نمایش داده شده اند. (در ردیف بالایی شکل دو فلز به هم جوش نخورده اند).



- فیوز کتابی یا منیاتوری



در این فیوز ها دو عنصر مغناطیسی و حرارتی وجود دارد که قسمت مغناطیسی آن اتصال کوتاه یا جریان زیاد و قسمت حرارتی آن (بی متال) بار زیاد (افزایش بار تدریجی) را قطع می کند. این فیوز ها نیز به دو صورت تند کار کلاس B و کند کار کلاس C وجود دارند و از سه قسمت رله ی مغناطیسی (رله ی جریان زیاد زمانی سریع)، رله ی حرارتی یا رله ی بی متال (رله جریان زیاد تاخیری) و کلید تشکیل شده است. این مجموعه را کلید موتوری می نامند. از این کلید ها می توان در منازل استفاده کرد و قسمت های مختلف ساختمان را از مسیر آن ها تغذیه کرد تا چنان چه اشکالی در قسمتی از ساختمان به وجود آمد، باعث

قطع کامل جریان نشود. کلید مینیاتوری مورد استفاده در منازل، در تابلوهای کوچک قرار می گیرند.

شکل (۱-۱۲): فیوز کتابی یا مینیاتوری

۳-۱ کابل ها



هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از خود عبور دهد و توسط موادی نسبت به محیط اطراف خود عایق شده باشد به طوری که ولتاژ سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر بوده و خود هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد را کابل گویند.

➤ هادی کابل

هادی کابل باعث هدایت جریان الکتریکی می شود که جنس آن اغلب از مس یا آلومینیم است. هادی کابل ممکن است به صورت افشان یا مفتول (دایره ای یا مثلی) باشند.

➤ عایق کابل

عایق کابل متناسب با نوع کاربرد از جنس مختلف می باشد که مهم ترین آن ها به شرح زیر است:

- کاغذ آغشته به روغن
- مواد پلاستیکی
- PVC (پروتودور)
- P.E.T (پلی اتیلن)

➤ غلاف کابل

این غلاف اغلب از جنس سرب است و برای حفاظت کابل در برابر رطوبت روی عایق کابل استفاده می شود.

نکات

- برخی از کابل ها فاقد غلاف می باشند.
- در کابل هایی که تحت فشار و ضربه قرار می گیرند، برای حفاظت از نوار های فلزی استفاده می شود که برای حفاظت غلاف کابل از لایه های قیرگونی نیز استفاده می شود.
- در بعضی از کابل ها برای خنک کردن کابل از روغن استفاده می شود که محل جهت ریختن روغن در مرکز کابل و یا در اطراف آن در نظر گرفته می شود که در نتیجه روغن مورد نیاز برای این کابل ها را توسط پمپ های مخصوص، تحت فشار مشخص وارد محفظه کابل می نمایند.
- طبق استاندارد رنگ سیم محافظ (ارت) باید سبز و زرد (راه، راه) باشد. رنگ سیم نول باید آبی انتخاب گردد و سیم فاز می تواند هر رنگی به جز این دو باشد.

چند نکته در مورد انتخاب کابل مناسب :

- می دانید که هر کابلی با سطح مقطع معین قادر به انتقال جریان مشخص می باشد که اگر از آن حد بیشتر گردد، باعث کوتاه شدن عمر و یا سوختن کابل و بروز حوادثی خواهد شد. لذا در طراحی یک شبکه باید سه اصل زیر رعایت شود:

الف) جریان برق از حد مجاز جریان کابل تجاوز نکند.

ب) افت ولتاژ نباید بیشتر از حد مجاز گردد.

پ) درباره ی سطح مقطع انتخاب شده از نظر افت توان، محاسبات اقتصادی صورت گیرد.

طریقه شناسایی کابل های جریان زیاد

N : علامت کابل با سیم مسی که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده است.

NA : علامت کابل با سیم آلومینیومی که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده است.

Y : علامت عایق پروتودور (اولین Y در ردیف حروف).

Y : روپوش پروتودور (دومین حرف Y در ردیف حروف).

H : علامت ورق متالیزه.

T : سیم تحمل کننده (در برابر کابل های هوایی).

R : حفاظت فولادی سیم نواری شکل یا زره.

C : در کابل های فشار ضعیف علامت سیم صفر و در کابل های فشار قوی علامت سیم حفاظت و یا سیم نول (صفر) می باشد.

B : حفاظت فولادی نواری شکل.

re : سیم گرد یک رشته ای (مفتولی).

rm : سیم گرد چند رشته (افشان).

se : سکتور شکل و یک سیمه (مثلثی مفتولی).

sm : سکتور شکل و چند سیمه (مثلثی افشان).

✓ مثال: مفهوم اعداد و حروف زیر در مورد یک کابل چیست؟

NY Y 4*4 re0/6/1KV

یعنی کابل زمینی نرمال چهار سیمه با مقطع گرد تک رشته به مقطع چهار میلیمترمربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار ۶/۰ کیلوولت بین سیم فاز و نول و یک کیلوولت بین دو فاز

محاسبه سطح مقطع کابل

می دانیم که بر اثر عبور جریان الکتریکی از کابل و هادی گرما به وجود می آید. چنانچه مقدار این گرما زیاد باشد باعث سوختن عایق کابل می گردد از طرفی چنانچه مقاومت کابل از حد معمول زیاد باشد باعث ایجاد افت ولتاژ در کابل شده و در نتیجه ولتاژ دو سر مصرف کننده از ولتاژ شبکه کمتر بوده و ممکن است مصرف کننده درست کار نکند مقدار افت ولتاژ به وجود آمده در کابل از ضرب جریان عبوری در مقاومت کابل به دست می آید.

برای کلیه مصرف کنندگان نایستی افت ولتاژ بیشتر از ۵ درصد گردد که این مقدار برای وسایل موتوری نباید بیشتر از ۳ درصد گردد. سطح مقطع کابل با دانستن جریان، ولتاژ، درصد افت ولتاژ مجاز، طول کابل و جنس سیم از رابطه ی (۱-۱) و (۲-۱) بدست می آید.

رابطه (۱-۱) محاسبه ی سطح مقطع کابل در حالت تک فاز

$$A = 2 . L . I . \frac{\cos \varphi}{K . \Delta V . U}$$

رابطه (۲-۱) محاسبه ی سطح مقطع کابل در حالت سه فاز

$$A = \sqrt{3} . L . I . \frac{\cos \varphi}{K . \Delta V . U}$$

A : سطح مقطع کابل بر حسب میلیمتر مربع

L : طول مسیر بر حسب متر

$\cos \varphi$: ضریب توان مصرف کننده

K : ضریب هدایت کابل (برای مس عدد ۵۶ و برای آلومینیم عدد ۳۵)

Δv : افت ولتاژ مجاز بر حسب ولت

U : ولتاژ بر حسب ولت (برای ۳ فاز ۳۸۰ ولت و برای تک فاز ۲۲۰ ولت)

✓ **مثال:** می خواهیم جهت اتصال یک موتور سه فاز که جریان آن ۲۰ آمپر و ضریب توان آن ۰/۷۵ می باشد و در فاصله ۵۰ متری از تابلو قرار دارد از یک کابل استفاده کنیم مطلوبست سطح مقطع کابل.

$$\Delta V = 0.02 \text{ و } K = 56$$

$$A = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi / K \cdot \Delta V \cdot U$$

$$A = 1.73 \cdot 50 \cdot 20 \cdot 0.75 / 56 \cdot 0.02 \cdot 380 = 3.04$$

چون سطح مقطع بدست آمده جزو کابل های استاندارد نیست بنابراین اولین شماره کابلی که مقطع آن بیشتر از مقدار محاسبه شده است را انتخاب می کنیم که کابل نمره ۴ خواهد بود. (مراجعه شود به جدول جریان مجاز سیم ها).

روش های سیم کشی

اصولا سیم کشی به دو صورت انجام می گیرد:

✓ سیم کشی روکار

✓ سیم کشی توکار

• سیم کشی روکار

معمولا در سیم کشی روکار سیم ها را از روی گچ به صورت آزاد یا در داخل لوله عبور می دهند و با بست های مخصوص مهار می کنند.

در این روش کلیه سیم ها یا لوله های حامل سیم در معرض دید هستند، به همین دلیل عیب یابی آن آسان است، زیرا می توان به سهولت مسیر سیم ها را تعقیب کرد. ولی با این حال سیم کشی روکار دو عیب اساسی نیز دارد.

✓ چون سیم ها در دسترس هستند اگر به هر دلیلی قسمتی از سیم لخت شود، خطر برق

گرفتگی وجود خواهد داشت و بسیار خطرناک است.

✓ سیم کشی روکار به دلیل مشخص بودن سیم ها زیبایی کار را کم می کند.

• سیم کشی توکار

در این نوع سیم کشی همانطور که از نام آن نیز پیداست باید سیم را از داخل دیوار یا سقف یا کف عبور داد. برای این منظور لوله های مخصوصی را زیر گچ کار می گذارند و سیم ها را از داخل آن عبور می دهند.

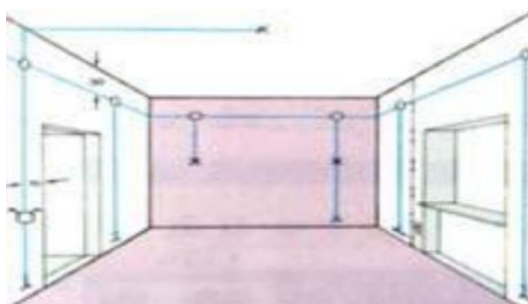
روش های سیم کشی توکار

سیم کشی توکار با توجه به موقعیت محلی و با در نظر گرفتن مسایل دیگری مانند زیبایی، ارزش اقتصادی، اهمیت حفاظتی در اماکن مختلف به سه روش زیر اجرا می شود:

الف) سیم کشی با جعبه تقسیم

در این روش سیم ها را از قسمت بالای دیوار و از داخل لوله به صورت افقی عبور می دهند. در نقاط معین (در بالای کلید یا پریز) و به فاصله ی حدود ۳۰ سانتی متر از سقف، قوطی تقسیم در نظر گرفته می شود و انشعابات مورد نیاز در داخل آن انجام می گیرد.

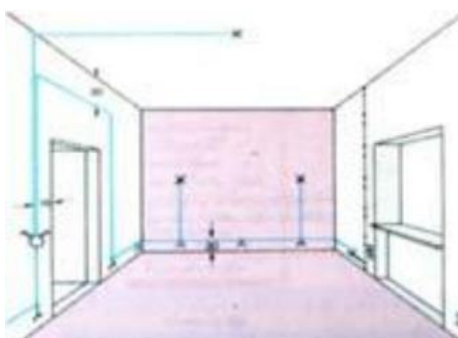
در گذشته از این روش بیشتر استفاده می شد، ولی امروزه به دلیل اینکه تجهیزات سیم کشی توسعه یافته و عیب یابی و مسایل دیگر مطرح است کمتر استفاده می شود. لذا این روش به نام روش کلاسیک و آموزشی مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش روشنایی ها و پریز از یک مدار تغذیه می شوند.



شکل (۱-۱۳): سیم کشی با جعبه تقسیم

ب) سیم کشی توکار با استفاده از قوطی کلید و پریز به جای قوطی تقسیم

در این روش از قوطی کلید و پریز به جای قوطی تقسیم استفاده می شود. باید توجه داشت که در موقع نصب قوطی کلید و پریز باید فضای لازم در نظر گرفته شود تا سیم ها در داخل قوطی ها جاگیر شوند. به عبارتی دیگر، بایستی قوطی از فضا و عمق بیشتری برخوردار باشد. در این روش معمولاً مدار پریزها از مدار های روشنایی جدا اجرا می شوند. امروزه از این روش خیلی زیاد استفاده می شود. در این روش روشنایی ها و پریز از مدارها جدا تغذیه می شوند.

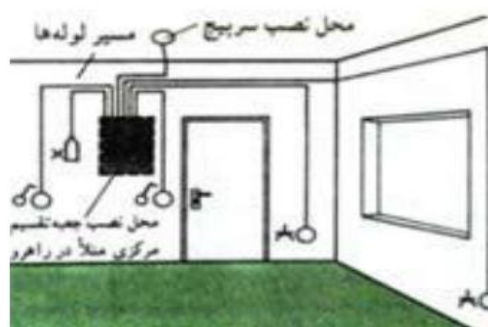


شکل (۱-۱۴): سیم کشی با قوطی کلید و پریز

ج) سیم کشی توکار با استفاده از تابلوی توزیع محلی

در این روش سیم ها، با توجه به توزیع برق و تقسیم بندی محل های متفاوت از تمام وسایل، به طور مجزا به داخل تابلوی توزیع آورده می شوند. محل نصب این تابلو باید در جایی باشد که آوردن لوله ها برای سیم کشی به محل تابلوی مرکزی امکان پذیر باشد. در این روش معمولاً جعبه تقسیم مرکزی (تابلوی توزیع محلی) را در راهرو یا محل های مناسب دیگری نصب می کنند.

در این روش امکان تغییرات و عیب یابی، در مقایسه با دو روش دیگر، راحت تر انجام می گیرد. به همین دلیل از این روش در ساختمان ها و اماکنی از قبیل واحد های مسکونی، دفاتر کار، ادارات، بیمارستان ها و مشابه آن ها استفاده می شود.



شکل (۱-۱۵) : سیم کشی با تابلو توزیع محلی

۴-۱ علائم الکتریکی

برای اینکه نقشه ها در تمام دنیا یکنواخت باشند و یک مفهوم را به بیننده برسانند، باید از علائم الکتریکی استاندارد مورد قبول تمام کشورها استفاده شود. در جدول (۱-۱) علائم الکتریکی استاندارد کاربردی در این کارگاه مشاهده می شود. هر المانی در مدار فرمان با یک حرف لاتین شناسایی و با یک شمای مداری مورد استفاده قرار می گیرد. که در جدول (۱-۱) حروف شناسایی و شمای مداری تعدادی از المان های پر کاربرد نشان داده شده است.

جدول (۱-۱) : جدول علائم استاندارد الکتریکی

ردیف	نام	علامت	ردیف	نام	علامت
۱	جریان مستقیم	—	۱۷	فیوز	
۲	جریان متناوب تک فاز با فرکانس ۵۰ هرتز	1~ 50 Hz	۱۸	فیوز سه فاز	
۳	جریان متناوب سه فاز با فرکانس ۵۰ هرتز	3~ 50 Hz	۱۹	مقاومت	
۴	جریان متناوب سه فاز با فرکانس ۵۰ هرتز همراه با سیم نول	3, Mp ~ 50 Hz	۲۰	یوبین	
۵	سیم حامل جریان (فاز)		۲۱	فتوسل	
۶	سیم نول	- - - - -	۲۲	دیمر	
۷	سیم محافظ (ارت)	- . - . - . - .	۲۳	لامپ	
۸	سیم خبر (زنگ)	- - - . - - -	۲۴	لامپ سیگنال	
۹	سیم تلفن	- - - - -	۲۵	لامپ فلورسنت (مهتابی)	
۱۰	سیم آنتن	- - - - -	۲۶	استارت مهتابی	
۱۱	نصب سیم روی کار		۲۷	ترانس (چوک)	
۱۲	نصب سیم داخل کار		۲۸	ترانسفورماتور	
۱۳	نصب سیم زیر کار		۲۹	آمپر متر	
۱۴	انشعاب از سیم		۳۰	ولت متر	
۱۵	تابلوی تقسیم		۳۱	وات متر	
۱۶	کنتور		۳۲	فرکانس متر	

ادامه جدول (۲-۱): جدول علائم استاندارد الکتریکی

ردیف	نام	علامت	ردیف	نام	علامت
۳۳	کلید تک پل		۴۳	زنگ اخبار	
۳۴	کلید دوپل		۴۴	گوشی	
۳۵	کلید تبدیل		۴۵	میکروفن	
۳۶	کلید صلیبی (کراکس)		۴۶	بلندگو	
۳۷	شستی فشاری (زنگ)		۴۷	در باز کن (مگنت)	
۳۸	پریز ساده		۴۸	موتور	
۳۹	پریز ارت دار (با کنتاکت محافظ)		۴۹	قاب دستگاه های الکتریکی جعبه تقسیم	
۴۰	پریز سه فاز ارت دار		۵۰	اتصال زمین (بدنه)	
۴۱	پریز تلفن		۵۱	باتری	
۴۲	پریز آنتن		۵۲	دستگاه الکتریکی به طور کلی	

۵-۱ نقشه ی مدار های الکتریکی

مدارهای الکتریکی را به صورت های مختلفی رسم می کنند. مهمترین آن ها شمای « فنی », « حقیقی » و « مسیر جریان » به شرح زیر است :

✓ شمای فنی (نقشه ی تک خطی مدار)

شمای فنی نمای ساده ی یک خطی است که طرز اتصال قسمت های اصلی مدار را، بدون سیم های کمکی نشان می دهد. تعداد سیم های موازی به وسیله ی رسم خطوط کوتاه مایل روی قسمت های مختلف مشخص می شود. اگر تعداد سیم های موازی ۳ عدد یا بیشتر بود می توان تعداد سیم ها را با عدد نشان داد.

✓ شمای حقیقی

در حقیقت نقشه عملی است و برای نشان دادن طریقه اتصال کلیه سیم های رابط به کلید ها و تا حدودی محل واقعی قرار گرفتن اجزای مدار به کار می رود.

✓ شمای مسیر جریان

این طرح، مسیر عبور جریان را از مدار به طور ساده نشان می دهد. این طرح، علاوه بر استفاده در نحوه اتصال قطعات، برای عیب یابی مدار نیز بسیار مفید است. کلیه وسایل با حروف استاندارد که در سمت چپ علائم اختصاری نوشته می شود، مشخص می گردند. سیم ها به وسیله ی خطوط نشان داده می شوند و مسیر جریان هر خط به طور کامل مشخص است. برای اتصال خطوط به یکدیگر از یک نقطه ی کوچک یا گره، در محل اتصال دو یا چند سیم استفاده می شود. نقشه، رابطه مداری اجزا و قطعات را نشان می دهد.

جداول (۱-۲) : علائم اختصاری

● کنتاکت‌ها

نام و سیمبل یا قطعه	علامت اختصاری
کلید غیر لمسی (نوع القایی)	
کلید تابع فشار	
کلید شناور (فلوتر)	
کنتاکت باز تاخیر با تأخیر در قطع	
کنتاکت باز تاخیر با تأخیر در وصل	
کنتاکت بسته تاخیر با تأخیر در قطع	
کنتاکت بسته تاخیر با تأخیر در وصل	
کنتاکت بسته کلید کنشی	
کنتاکت باز کلید کنشی	
کنتاکت تبدیل (تعوض کننده)	
کنتاکت تبدیل با حالت خاموش در وسط	

● کنتاکتور و رله

نام و سیمبل یا قطعه	علامت اختصاری
بوین کنتاکتور	
رله‌های عملکرد با مشخصه خاص	
رله‌ی تأخیر در وصل	
رله‌ی تأخیر در قطع	
رله‌ی تأخیر در قطع و وصل	
رله با تحریک حرارتی (بی مثال)	
رله‌ی اضافه جریان (جریان زیاد)	
رله‌ی قطع کننده جریان معکوس	

● وسایل خبر دهنده

جدول ۴-۲

نام و سیمبل یا قطعه	علامت اختصاری
لامپ خبر	
بیزر	
بوق	
زنگ	
آژیر	
دiod LED	

ادامه جداول (۱-۲) : علائم اختصاری

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	محرک دستی
	محرک فشاری (با دست)
	محرک کنشی
	محرک تغییر جهت
	محرک پا کلید
	فعال شونده با بادامک و حسگرها
	محرک فشاری (با پدال)
	فعل مکانیکی
	محرک موتوری
	محرک کلید اضطراری
	محرک حرارتی قابل تنظیم
	محرک حرارتی غیر قابل تنظیم
	محرک الکترومغناطیسی
	محرک با سطح سیال

● کلیدها و کنتاکت‌ها

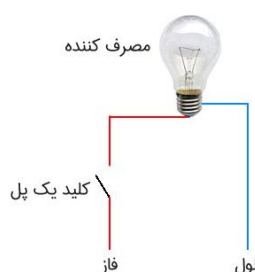
علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کلید یک‌فاز
	کلید سه‌فاز
	نسبتی وصل (استارت)
	نسبتی قطع (استوپ)
	نسبتی وصل و قطع (استوپ و استارت دوبل)
	کنتاکت باز لمبیت سویچ
	کنتاکت بسته لمبیت سویچ
	کنتاکت باز کنتاکتور
	کنتاکت بسته کنتاکتور
	کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی مثال
	کنتاکت بسته شونده تأخیری
	کنتاکت باز شونده تأخیری
	کنتاکت بسته‌ی کلیدگردان
	کنتاکت باز کلید گردان

آزمایش ۱: کلید تک پل

مقدمه

کلید یک پل شاید یکی از ساده ترین ابزار برقی باشد ، به زبان ساده وسیله ایست که از آن برای قطع و وصل کردن یک مدار الکتریکی از یک نقطه به کار می رود. کلیدها در واقع بر سر راه جریان برق و سیم منتهی به مصرف کننده ها قرار می گیرند.

نقشه کلید یک پل که در برق ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد، در شکل (۱-۱) قابل مشاهده است.



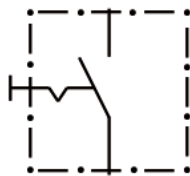
شکل (۱-۱): نقشه کلید یک پل

چند نکته در رابطه با کلید یک پل

- کلید را همیشه در مسیر سیم فاز قرار دهید.
- کلیدهای یک پل دو پیچ جهت ورود سیم های برق دارند که سیم فاز به یکی از این ترمینال ها وارد و از ترمینال دیگری خارج می شود و به مصرف کننده می رود. پس می توان گفت که کلید یک پل بصورت سری در مدار قرار می گیرد.
- در کلید های یک پل ورودی و خروجی سیم ها مهم نیست. ولی برای کلید دوپل این قضیه باید رعایت شود.
- بهتر است سیم فاز، همانند تصویر (۱-۱) به کنتاکت ته لامپ یا همان ته سرپیچ متصل شود. چون این امکان وجود دارد که قسمت سرپیچ لامپ در هنگام تعویض لامپ با دست فرد برخورد کرده و فرد دچار برق گرفتگی شود.

آشنایی با علامت حقیقی و فنی و طرز کار کلید

✓ کلید تک پل : با فشردن کلید مدار وصل شده و بارها کردن آن مدار وصل می ماند.



شکل (۱-۲): شمای حقیقی کلید تک پل

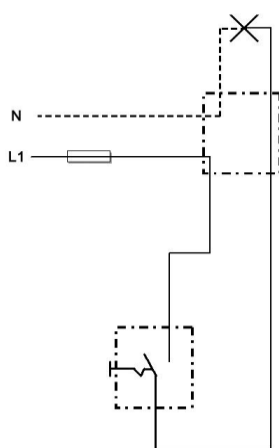
آزمایش (۱-۱) : مدار کلید تک پل

➤ کاربرد مدار الکتریکی کلید تک پل

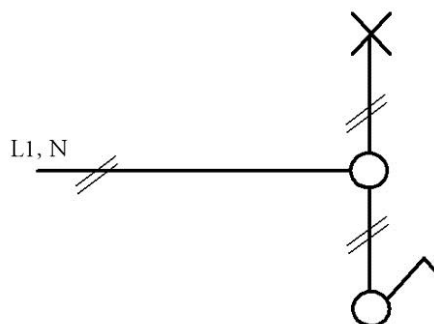
از این مدار برای قطع و وصل وسایل الکتریکی و روشن و خاموش کردن لامپها در اتاق های کوچک, انباری , حمام , آشپزخانه و..... استفاده می شود.

➤ نقشه حقیقی و فنی و مسیر جریان مدار کلید تک پل

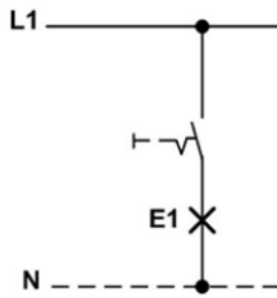
در شکل (۱-۳) شمای فنی و حقیقی و مسیر جریان کلید تک پل رسم شده است.



(ب)



(الف)



(ج)

شکل (۳-۱): الف) شمای فنی ، ب) شمای حقیقی ج) شمای مسیر جریان کلید تک پل

➤ مدار الکتریکی کلید تک پل

مدار کلید تک پل را مطابق با شمای فنی و حقیقی رسم شده در شکل (۳-۱) بر روی برد مربوطه ببندید.

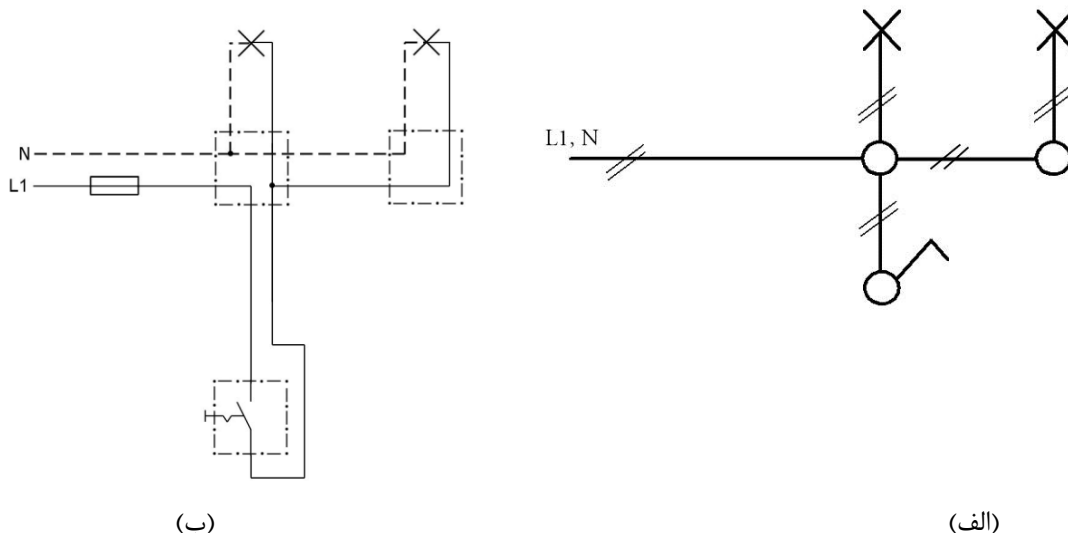
آزمایش (۲-۱) : کلید تک پل (لامپ های موازی)

➤ کاربرد مدار الکتریکی کلید تک پل (لامپ های موازی)

از این مدار برای قطع و وصل وسایل الکتریکی و روشن و خاموش کردن همزمان دو یا چند لامپ در اتاق های بزرگ ، سالن ها و..... استفاده می شود.

➤ نقشه حقیقی و فنی مدار کلید تک پل (لامپ های موازی)

در شکل (۴-۱) شمای فنی و حقیقی کلید تک پل (لامپ های موازی) رسم شده است.



شکل (۴-۱): (الف) شمای فنی وب) شمای حقیقی کلید تک پل (لامپ های موازی)

➤ مدار الکتریکی کلید تک پل (لامپ های موازی)

مدار کلید تک پل (لامپ های موازی) را مطابق با شمای فنی و حقیقی رسم شده در شکل (۴-۱) بررسی برد مربوطه ببندید.

سوال:

در این مدار اگر یکی از لامپ ها بسوزد و یا قطع شود چه اتفاقی برای لامپ های دیگری افتد؟

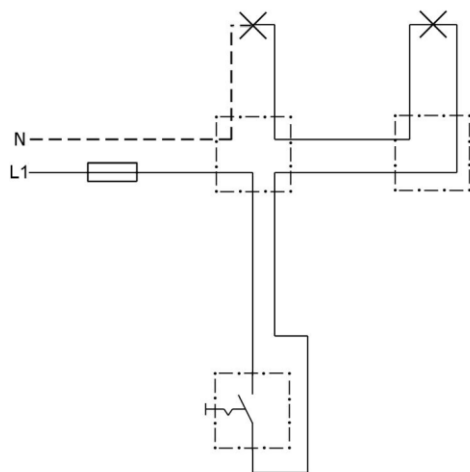
آزمایش (۳-۱): کلید تک پل (لامپ های سری)

➤ کاربرد مدار الکتریکی کلید تک پل (لامپ های سری)

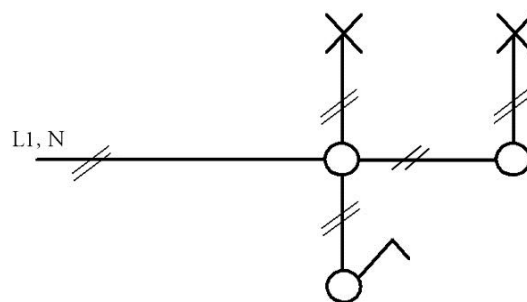
در سیم کشی ساختمان معمولاً لامپ ها را باهم موازی می کنند و فقط در حالتی که بخواهیم چند لامپ باولتاژ پایین را به ولتاژ بالاتری متصل کنیم چند لامپ را باهم سری کرده به طوریکه روی هر لامپ ولتاژی برابر با ولتاژ نامی آن برسد. مثلاً اگر بخواهیم لامپ های ۱۲v را به ولتاژ ۲۲۰v متصل کنیم لازم است که تعداد ۱۹ عدد لامپ را باهم سری کنیم.

➤ نقشه حقیقی و فنی مدار کلید تک پل (لامپ های سری)

در شکل (۵-۱) شمای فنی و حقیقی کلید تک پل (لامپ های سری) رسم شده است.



(ب)



(الف)

شکل (۵-۱): (الف) شمای فنی و (ب) شمای حقیقی کلید تک پل (لامپ های سری)

➤ مدار الکتریکی کلید تک پل (لامپ های سری)

مدار کلید تک پل (لامپ های سری) را مطابق با شمای فنی و حقیقی رسم شده در شکل (۵-۱) بر روی برد مربوطه ببندید.

سوال:

در این مدار اگر یکی از لامپ ها بسوزد و یا قطع شود چه اتفاقی برای لامپ های دیگری می افتد؟

تمرین:

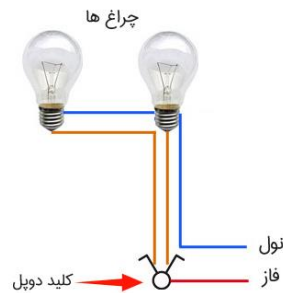
لامپ هایی با وات های متفاوت را با هم سری کنید نور کدام لامپ بیشتر می شود؟ چرا؟

آزمایش ۲: کلید دو پل

مقدمه

کلید دو پل در واقع از دو کلید تک پل تشکیل شده و برای روشن کردن یا اتصال دو یا چند مصرف کننده مانند لامپ به صورت جداگانه استفاده می شود.

نقشه کلید دو پل که در برق ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد، در شکل (۱-۲) قابل مشاهده است.



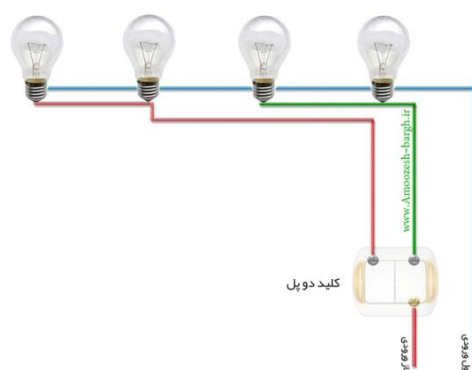
شکل (۱-۲): نقشه کلید دو پل

چند نکته در رابطه با کلید دو پل

- همان طور که در شکل (۱-۲) مشاهده می کنید سیم نول مستقیماً به هر دو مصرف کننده (لامپ) رفته است و برای همیشه، حتی زمانی که لامپ ها خاموش هستند با سرپیچ لامپ ها در اتصال است. به این خاطر برقکارها سیم نول را برای هر دو لامپ مشترک در نظر می گیرند تا در مصرف سیم نول صرفه جویی شود.
- در کتاب آموزش برق ساختمان و سیستم های اعلان حریق مدارهای کاربردی و کاملتری با کلید دوپل طراحی شده است، برای دریافت اطلاعات بیشتر این کتاب را تهیه کنید.

کلید دوپل برای چهار لامپ

فرض کنید که می خواهید با یک کلید دو پل، ۴ لامپ را روشن کنید، بطوری که با فشار دادن هر کدام از شستی ها، ۲ تا از لامپ ها روشن شود. در این صورت نقشه سیم کشی آنها بصورت شکل (۲-۲) خواهد بود.



شکل (۲-۲): نقشه کلید دوپل برای چهار لامپ

طبق تصویر (۲-۲)، سیم نول بین تمام لامپ ها مشترک است و هر ۲ لامپ از یک سیم فاز تغذیه می شوند. یعنی ۲ لامپ سمت چپ از سیم قرمز رنگ و ۲ لامپ سمت راست از سیم سبز رنگ تغذیه می شوند.

آشنایی با علامت حقیقی وفنی و طرز کار کلید

✓ کلید دو پل : با فشردن کلید اول، ورودی کلید به یکی از خروجی ها وصل خواهد شد و با فشردن کلید دوم، ورودی به خروجی دوم نیز متصل خواهد شد. از کلید دو پل جهت کنترل دو مصرف کننده از یک محل استفاده می شود.



شکل (۳-۲): علامت حقیقی وفنی کلید دو پل

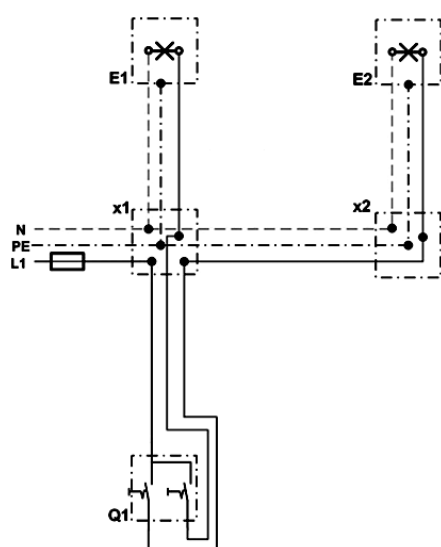
آزمایش ۲: مدار کلید دو پل

➤ کاربرد مدارالکتریکی کلید دو پل

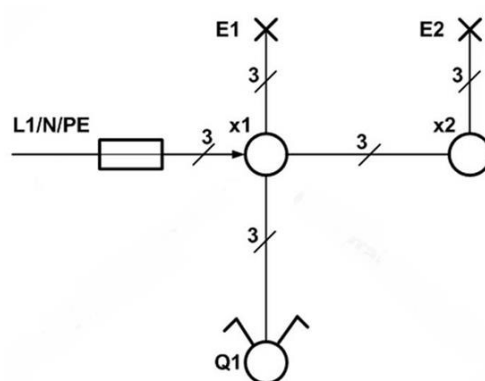
ازاین مدار برای روشن وخاموش کردن ویا اتصال دو یا چند مصرف کننده (مانند لامپ) به صورت جداگانه استفاده می شود.

➤ نقشه حقیقی و فنی ومسیر جریان مدار کلید دو پل

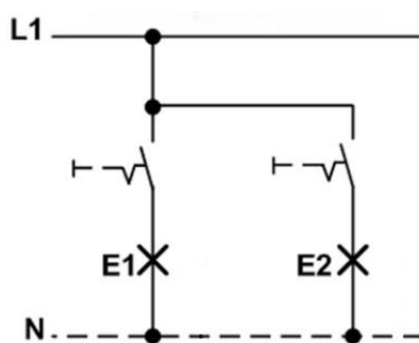
در شکل (۲-۴) شمای فنی وحقیقی ومسیر جریان کلید دو پل رسم شده است.



(ب)



(الف)



(ج)

شکل (۴-۲): الف) شمای فنی، ب) شمای حقیقی، ج) شمای مسیر جریان کلید دو پل

➤ مدار الکتریکی کلید دو پل

مدار کلید دو پل را مطابق با شمای فنی و حقیقی رسم شده در شکل (۱-۳) و براساس طریقه اتصال ذکر شده بر روی برد مربوطه ببندید.

طریقه ی اتصال کلید دو پل

طریقه اتصال کلید به این صورت است که سیم فاز را بعد از عبور از فیوز، به جعبه تقسیم برده و از آنجا به پیچ مشترک کلید دوپل، وصل می کنیم. از دو پیچ غیر مشترک کلید دو سیم برگشت فاز به ته دوسرپیچ وصل می کنیم.

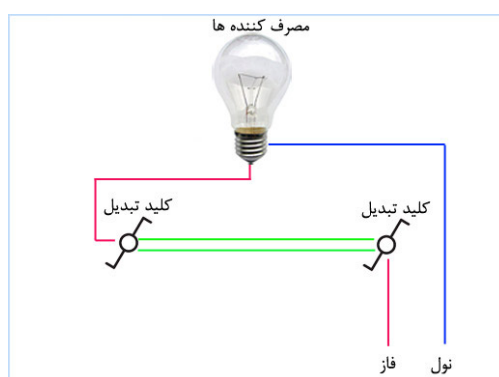
سرپیچ ها را از بدنه به طور مستقیم به نول شبکه متصل می نماییم. چنانچه تعداد لامپ ها بیشتر از دو تا باشند سرپیچ ها به دو دسته تقسیم می شوند به طوری که در هر دسته دو یا چند سرپیچ باهم موازی باشند. در این صورت سیم برگشت و همچنین سیم نول به نقطه ی اتصال مشترک سرپیچ ها وصل می شوند.

آزمایش ۳ : کلید تبدیل

مقدمه

از کلید تبدیل جهت خاموش و روشن کردن یک یا چند لامپ (مصرف کننده) از دو نقطه استفاده می‌شود. کلیدهای تبدیل دقیقاً شبیه یک کلید یک پل هستند و کسی که از قبل با آن آشنایی نداشته باشد نمی‌تواند این دو را از یکدیگر تشخیص دهد. تنها تفاوت این کلید با کلید یک پل در این است که این کلیدها سه ترمینال (یا سه پیچ اتصال) دارند که معمولاً دو تای آنها نقره‌ای رنگ هستند و به آنها پیچ‌های غیر مشترک گفته می‌شود و یک پیچ دیگر هم وجود دارد که معمولاً طلایی یا قرمز رنگ است و به آن پیچ مشترک گفته می‌شود.

نقشه کلید تبدیل که در برق ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد، در شکل (۳-۱) قابل مشاهده است.



شکل (۳-۱): نقشه کلید تبدیل

نکته

- از کلید تبدیل می‌توان به عنوان کلید یک پل هم استفاده کرد. فقط توجه داشته باشید در زمان سیم‌بندی چون یکی از پیچ‌های پشت کلید اضافی است باید یکی از پیچ‌های نقره‌ای را در نظر نگرفت.

آشنایی با علامت حقیقی و فنی و طرز کار کلید

✓ کلید تبدیل : در حالت اول پایه مشترک فقط به غیر مشترک سمت چپ متصل خواهد بود و در حالت دوم پایه مشترک فقط به غیر مشترک سمت راست متصل خواهد بود.



شکل (۳-۲): شمای حقیقی کلید تبدیل

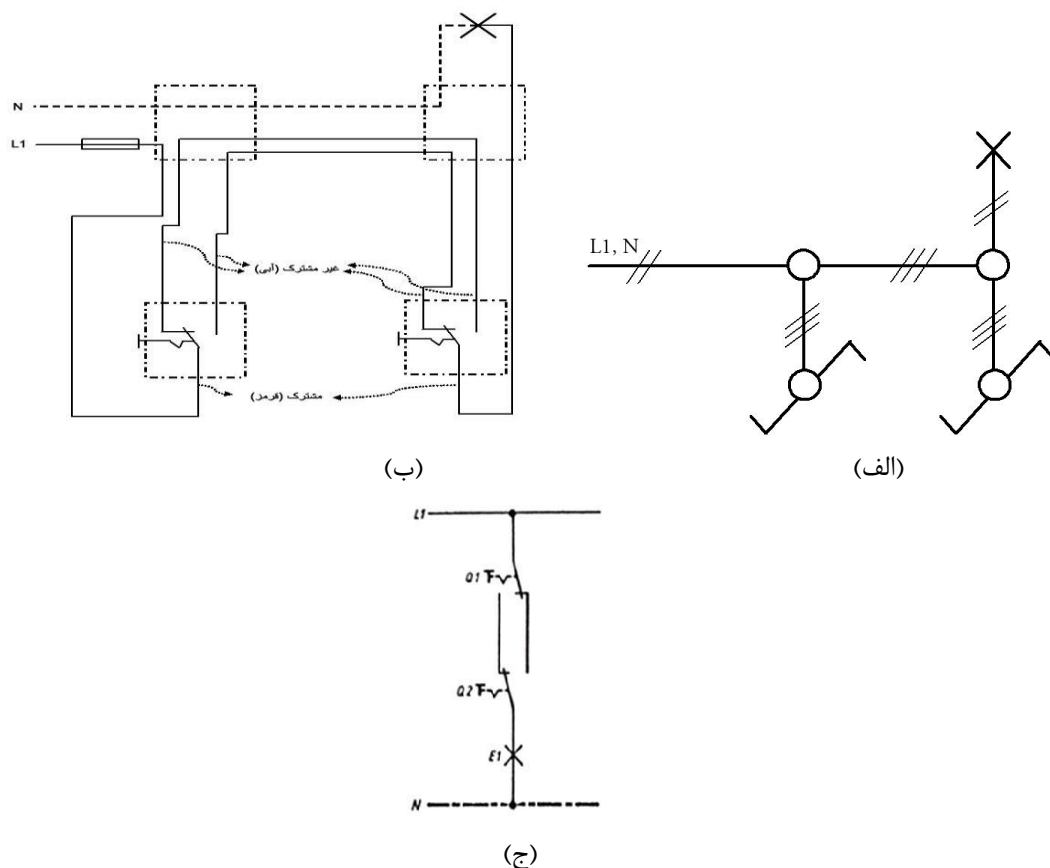
آزمایش (۱-۱) : مدار کلید تبدیل

➤ کاربرد مدار الکتریکی کلید تبدیل

این مدار برای خاموش و روشن کردن یک لامپ یا یک گروه از دو نقطه مورد استفاده قرار می گیرد . معمولاً برای راهروها، راه پله ها و سالن های بزرگ که خروجی های مختلفی دارند و نیز هال واحدهای مسکونی استفاده می شود.

➤ نقشه حقیقی و فنی ومسیر جریان مدار کلید تبدیل

در شکل (۳-۳) شمای فنی و حقیقی ومسیر جریان کلید تبدیل رسم شده است.



شکل (۳-۳): (الف) شمای فنی ، (ب) شمای حقیقی (ج) شمای مسیر جریان کلید تبدیل

➤ مدار الکتریکی کلید تبدیل

مدار کلید تبدیل را مطابق با شمای فنی و حقیقی رسم شده در شکل (۳-۳) و براساس طریقه اتصال ذکر شده بر روی برد مربوطه ببینید.

طریقه ی اتصال کلید تبدیل

طریقه اتصال این مدار به این صورت است که سیم فاز بعد از عبور از فیوز به پیچ مشترک یکی از کلیدها وصل می شود. از دو پیچ غیر مشترک کلید تبدیل، دو سیم برگشت به دو پیچ غیر مشترک تبدیل دوم می رود. از پیچ مشترک کلید دوم یک سیم به طرف ته سرپیچ برده می شود و سیم نول بطور مستقیم به طرف دوم سرپیچ لامپ متصل می شود.

سوال:

آیا می توان از کلید تبدیل به عنوان کلید تک پل استفاده کرد؟ چگونه؟

آزمایش ۴ : مدارات روشنایی با بالاست (مهمتایی)

مقدمه

لامپ های معمولی فلورسنت با اختلاف ولتاژ ۱۱۰ یا ۲۲۰ ولت روشن می شوند و از لوله های شیشه ای به قطر ۲۵ تا ۳۸ میلی متر و طول ۲۰ تا ۱۶۰ سانتی متر ساخته می شوند. لامپ فلورسنت یک لامپ گازی است که روی سطح داخلی آن از مواد فلورسنت پوشیده شده است. این مواد قابلیت تبدیل نور نامرئی به مرئی را دارند. روی دو الکترود لامپ فلورسنت که در ابتدا و انتهای لامپ قرار دارند از اکسید باریم (ماده ای که دارای تشعشع الکترونی خوبی است) پوشیده شده است، عبور جریان از اکسیدباریم باعث ساطع شدن الکترون می شود. داخل لامپ فلورسنت از گاز جیوه پر شده است و برای برقراری جریان در آن لازم است ابتدا تخلیه الکتریکی صورت گیرد تا بخار جیوه داخل لامپ یونیزه شود. جهت ایجاد تخلیه الکتریکی و راه اندازی لامپ به راه انداز احتیاج است که در ادامه توضیح داده خواهد شد. ساختمان داخلی لامپ در شکل (۴-۱) نشان داده شده است.



شکل (۴-۱): لامپ فلورسنت

قطعات اصلی مورد نیاز برای روشن کردن لامپ فلورسنت به شرح زیر است :

✓ استارتر (راه انداز خودکار)

این قطعه از یک لامپ نئون کوچک، که یکی از الکترود های آن را یک تیغه ی بیمتال و الکترود دیگر آن را یک تیغه ی فلزی تشکیل می دهد، ساخته شده است. اختلاف سطح روشن شدن استارتر در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۰ (ولتاژ مورد نیاز برای یونیزاسیون گاز نئون داخل استارتر) ولت و اختلاف سطح خاموش شدن آن در حدود ۱۲۰ تا ۱۳۰ ولت است.

شکل (۲-۴) شکل ظاهری و ساختمان داخلی استارتر قابل مشاهده است.



شکل (۲-۴) : شمای ظاهری و ساختمان داخلی استارتر

✓ چک (ترانس مهتابی)

برای ایجاد تخلیه الکتریکی در لامپ های گازی، ابتدا اختلاف سطح زیاد مورد نیاز است و پس از ایجاد جریان در لامپ، باید اختلاف سطح را کم کرد. سلف در موقع قطع جریان در استارتر این اضافه ولتاژ را تأمین می کند. یعنی چک به کمک استارتر در لحظه ی اول ولتاژ را زیاد می کند و پس از آن که لامپ روشن شد ولتاژ را پایین می آورد. به عبارت دیگر چک وظیفه ی محدود کردن ولتاژ دو سر لامپ را نیز بر عهده دارد. لازم به ذکر است که ولتاژ زیاد مورد نیاز، به صورت لحظه ای تولید می شود و با دستگاه های اندازه گیری معمولی قابل رویت نیست. پس از آن که لامپ روشن شد بخارجیوه ی داخل آن در اثر یونیزاسیون، مقاومت کمی پیدا می کند در نتیجه جریان لامپ بالا می رود. بنابراین چک از بالا رفتن جریان جلوگیری می کند شکل (۳-۴) چک (ترانس مهتابی) را نشان می دهد.



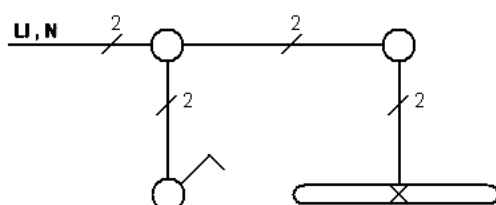
شکل (۳-۴) : چک (ترانس مهتابی)

نحوه راه اندازی لامپ فلورسنت

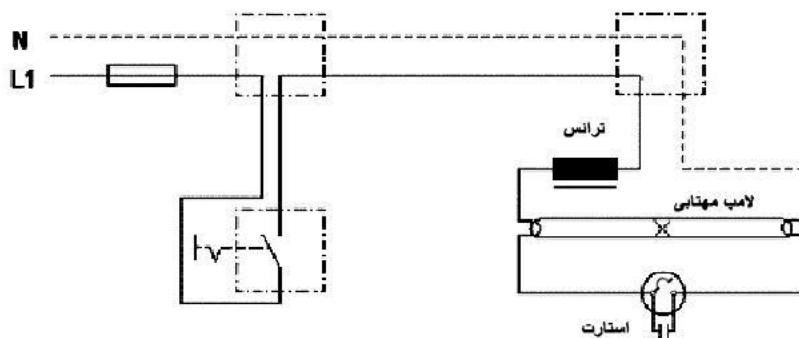
زمانی که کلید لامپ فلورسنت بسته می شود، بین دو پایه استارتر اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت بوجود می آید که باعث یونیزه شدن گاز نئون داخل استارتر می شود در نتیجه جریان الکتریکی داخل استارتر برقرار می شود. این جریان باعث گرم شدن تیغه بی متال شده و یک تغییر حالت در آن بوجود می آید و به تیغه کناری خود می چسبد و از این به بعد جریانی از گاز نئون عبور نمی کند. مسیر جریان از طریق الکترودهای لامپ فلورسنت ، چک و استارتر برقرار می شود. روی الکترودهای لامپ فلورسنت از اکسید باریم پوشیده شده است و عبور جریان از آن باعث ساطع شدن الکترون می شود. چون تیغه بی متال به تیغه کناری خود چسبیده است و جریانی از گاز نئون داخل استارتر عبور نمی کند استارتر خنک شده و بی متال نیز خنک می شود و به محل اولیه خود باز می گردد در نتیجه برای یک لحظه مسیر جریان قطع می گردد و ولتاژ دو سر چک که در حقیقت یک سلف است بصورت لحظه ای افزایش شدیدی خواهد داشت (همانگونه که می دانیم رابطه ولتاژ ، جریان سلف بصورت $(V_L = L \frac{di}{dt})$ می باشد. اگر در یک زمان بسیار کوتاه جریان سلف قطع شود افزایش ولتاژ زیادی خواهیم داشت.) و این ولتاژ دو سر لامپ مهتابی قرار می گیرد. این ولتاژ نزدیک به هزار ولت است. و الکترونهای موجود در دو سر لامپ مهتابی شرایط لازم را جهت ایجاد تخلیه الکتریکی در لامپ فراهم می نمایند. پس از تخلیه الکتریکی لامپ، جریان از طریق گاز جیوه درون لامپ برقرار می گردد و این گاز در طول موجی نامرئی شروع به تابش می نماید و با برخورد این نور نامرئی به جدار لامپ مهتابی که از مواد فلورسنت پوشیده شده است به نور مرئی تبدیل می شود. از این به بعد چک به عنوان محدود کننده جریان عمل کرده و از افزایش بیش از حد جریان لامپ جلوگیری می نماید، از این لحظه به بعد ولتاژ دو سر مهتابی و استارتر حدود ۱۱۰ ولت است و این ولتاژ برای یونیزه نمودن گاز نئون داخل استارتر کافی نیست. درحقیقت پس از راه اندازی لامپ استارتر از مدار خارج می شود.

نقشه حقیقی و فنی مدار فلئورسنت

در شکل (۴-۴) شمای فنی و حقیقی لامپ فلئورسنت رسم شده است.



(الف)



(ب)

شکل (۴-۴): الف) شمای فنی، ب) شمای حقیقی لامپ فلئورسنت

آزمایش ۴: مدار لامپ فلئورسنت

مدار کلید تبدیل را مطابق با شمای فنی و حقیقی رسم شده در شکل (۴-۴) بر روی برد مربوطه ببندید.

آزمایش ۵: مدارات دربازکن خانگی (آیفون تصویری)

مقدمه

آیفونهای تصویری جهت ایجاد برقراری ارتباط صوتی و تصویری در دو مکان استفاده می شوند. این آیفونها در انواع مختلف سیاه و سفید و رنگی ساخته می شوند و دارای قسمت‌های مختلفی هستند که در زیر به آنها اشاره می کنیم.

در (شکل ۵-۱) نمونه ای از این نوع آیفون نشان داده شده است .



شکل (۵-۱): آیفون های تصویری

✓ پنل

این قسمت در حقیقت صفحه اصلی جلوی در است که دارای قسمت‌های مختلفی مانند میکروفن، بلند گو، شستی زنگ طبقات و دوربین می باشد. در بعضی مدلها جهت دید بهتر در شب گیرنده های مادون قرمز و فتوسل مجهز به لامپ نیز قرار گرفته است. دوربین به کار رفته می تواند رنگی یا سیاه و سفید باشد.

✓ مانیتور

این قسمت در حقیقت گوشی آیفون است و توانایی نمایش تصویر گرفته شده و پخش صدا را دارد و دارای قسمت‌هایی نظیر شستی نمایش تصویر، شستی گوشی داخل و شستی در باز کن می باشد.

✓ منبع تغذیه

این قسمت ورودی برق شهر را گرفته و ولتاژ DC مورد نیاز قسمت‌های مختلف مجموعه را تهیه می‌نماید. خروجی منبع تغذیه عموماً "۱۲ ولت DC می‌باشد ولی در بعضی مدل‌ها خروجی ۱۲ ولت متناوب نیز موجود است.

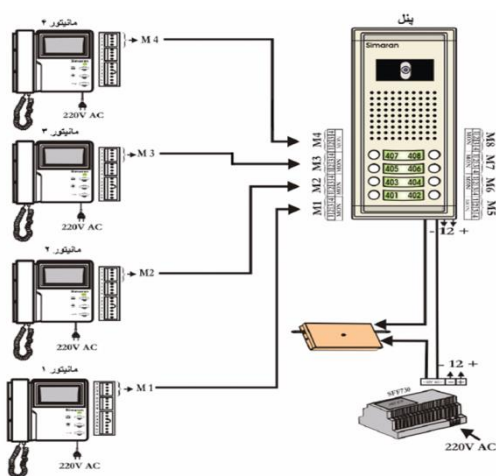
✓ قفل در باز کن

این قسمت جهت باز کردن در استفاده می‌شود و دارای دو مدل زنجیری و مغناطیسی می‌باشد.

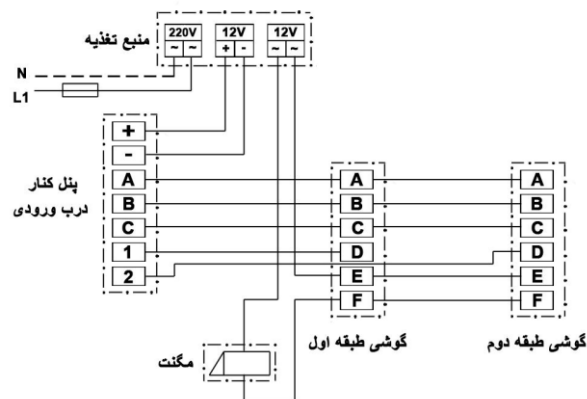
آزمایش ۵: مدار آیفون تصویری

در شکل (۵-۲) نحوه سیم‌بندی یک آیفون چهار طبقه نمایش داده شده است. بطور کلی شرکت‌های سازنده نحوه سیم‌بندی قسمت‌های مختلف آیفون را در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهند و اصولاً "هر شرکت سیم‌بندی مخصوص خود را دارد.

مطابق مدار رسم شده در شکل (۵-۳) و براساس طریقه سیم‌کشی مدار آیفون رابر روی برد مربوطه ببندید.



شکل (۵-۲): آیفون تصویری یک ساختمان ۴ طبقه



شکل (۵-۳): مدار آیفون

اصول کار و سیم کشی

در درب باز کن ها یک گوشی داخل واحد و یک پنل در درب ورودی نصب می گردد. برای تغذیه مدار از یک منبع تغذیه استفاده می شود که شامل دو خروجی ۱۲ ولت مستقیم و ۱۲ ولت متناوب است. از ۱۲ ولت مستقیم برای تغذیه مدار پنل و گوشی و از ۱۲ ولت متناوب برای باز نمودن قفل درب استفاده می شود.

برای سیم کشی درب باز کن یک واحد به ۶ رشته سیم احتیاج داریم که از گوشی داخل واحد تا پنل درب ورودی باید کشیده شود گوشی های داخل واحد تا با الکتریک دارای ۶ پیچ (محل اتصال) است که با A و B و C و D و E و F نامگذاری شده و هر کدام از آن ها جهت اتصال زیر استفاده می شود:

A : این اتصال مسیر رفت صدا از گوشی به پنل است. (صدای داخل به خارج)

B : این اتصال مسیر برگشت صدا از پنل به گوشی است. (صدای خارج به داخل)

C : این اتصال مشترک منفی ولتاژ است که از طریق منبع تغذیه به پنل رفته و از آنجا به گوشی داخل واحد وارد می شود.

D : این اتصال برای زنگ واحد است و برای هر واحد باید یک رشته سیم زنگ مجزا از واحد تا پنل درب ورودی وجود داشته باشد.

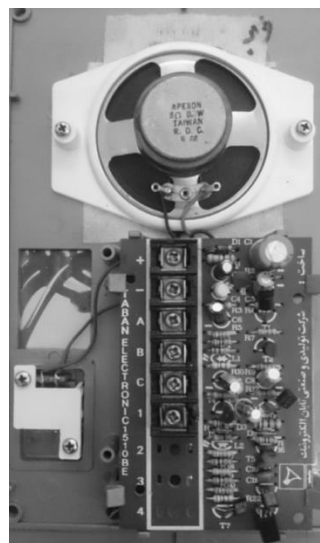
E : این اتصال مسیر رفت ولتاژ ۱۲ ولت متناوب از منبع تغذیه به شستی گوشی است.

F : این اتصال مسیر برگشت ولتاژ ۱۲ ولت متناوب از شستی گوشی به سیم پیچ درب بازکن می باشد.

پنل درب هم برای وصل سیم ها اتصالاتی دارد که کاملاً مشخص هستند. اتصالات A , B , C مستقیماً به اتصالات هم نام گوشی داخل واحد وصل می شوند و اگر چند واحد وجود داشته باشد باید با اتصالات متناظرشان در گوشی واحدها وصل شوند برای زنگ واحدها بسته به تعداد واحدها یا به صورت شماره های ۱ و ۲ و ... یا به صورت D۱ و D۲ و ... نامگذاری شده اند. دو اتصال + و - برای ورود ولتاژ ۱۲ ولت مستقیم از منبع تغذیه به پنل وجود دارد. در شکل (۴-۵) و (۵-۵) بترتیب پشت پنل و پشت گوشی داخل واحد درب باز کن تابا الکتریک نشان داده شده است.



شکل (۵-۵) : پشت گوشی



شکل (۴-۵) : پشت پنل درب ورودی

آزمایش ۶: راه اندازی موتور سه فاز به کمک کنتاکتور

مقدمه

کنتاکتورها، کلیدهای الکترومغناطیسی می باشند که مهمترین جزء مدارهای فرمان الکتریکی را تشکیل می دهند. اصول کار آن ها بر اساس یک بوبین با هسته آهنی است. این بوبین ممکن است با جریان مستقیم یا متناوب و با ولتاژهای ۱۱۰، ۲۲۰، ۳۸۰... و با جریان خیلی کم تحریک شود.

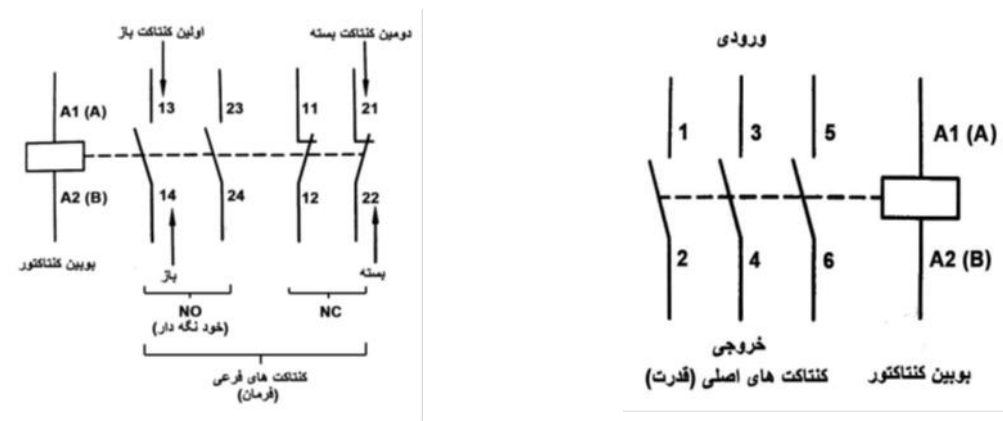
هسته آهنی از دو قسمت تشکیل شده است. قسمتی که در پایین قرار می گیرد، قسمت ثابت و قسمت بالایی متحرک است. در طرفین هسته دو فنر قرار دارد که سبب به وجود آمدن فاصله ی بین دو قسمت هسته آهنی می شود. هنگامی که بوبین کنتاکتور با جریان الکتریکی تحریک می شود قسمت ثابت، قسمت متحرک را توسط نیروی مغناطیسی به طرف خود جذب می کند و با قطع جریان، نیروی فنرها مجدداً دو قسمت هسته را از یکدیگر جدا می کند. روی قسمت بالایی، کنتاکت های کنتاکتور نصب شده است که با حرکت هسته، بالا و پایین می روند و به کنتاکت هایی که در طرفین قسمت ثابت کنتاکتور قرار دارند متصل می شوند و هنگام جذب هسته متحرک هسته ثابت می شود. کنتاکت هایی که قبلاً باز بوده اند بسته و کنتاکت های بسته، باز می شوند. در شکل (۶-۱) یک کنتاکتور سه فاز نشان داده شده است.



شکل (۶-۱): کنتاکتور سه فاز

تیغه های کنتاکتور

کنتاکتور ها دارای دو نوع تیغه یا کنتاکت می باشند. یکی تیغه های اصلی است که در حالت عدم تحریک بوبین، باز بوده و برای قطع و وصل مدار قدرت استفاده می شود و دیگری تیغه های فرعی است که از نوع تیغه های باز (NO) و تیغه های بسته (NC) است و در اصطلاح به آن تیغه های فرمان یا کمکی می گویند. تیغه های کمکی ظریف تر از تیغه های اصلی بوده و فقط تحمل جریان مدار فرمان را دارند.



شکل (۶-۲): تیغه های کنتاکتور

با توجه به نوع مصرف کننده و شرایط کار، کنتاکتورها دارای قدرت و جریان عبوری مشخصی برای ولتاژهای مختلف هستند. برای اتصال مصرف کننده به شبکه باید از کلید یا کنتاکتوری با مشخصات مناسب استفاده کرد که کنتاکت های آن تحمل جریان راه اندازی و جریان دائمی را داشته باشد و همچنین در صورت اتصال کوتاه، جریان لحظه ای زیادی که از مدار عبور می کند و یا جرقه ای که هنگام اتصال مدار ایجاد می شود، صدمه ای به کلید یا کنتاکتور وارد نشود. (جریان اتصال کوتاه ممکن است تا ۱۰۰ برابر جریان عادی برسد)

مزایای کنتاکتور

کنتاکتورها نسبت به کلیدهای دستی - صنعتی مزایایی به شرح زیر دارند :

- ✓ کنترل و فرمان از راه دور مصرف کننده توسط کنتاکتور اقتصادی تر و ایمن تر است.
- ✓ توسط کنتاکتور امکان قطع و وصل مصرف کننده از چندین محل عملی می باشد (کنترل مصرف کننده از چند محل).
- ✓ امکان طراحی مدار فرمان اتوماتیک وجود دارد.
- ✓ با طراحی مناسب می توان سرعت قطع و وصل مدار را بالا برد.
- ✓ حفاظت دستگاه ها مناسب تر و مطمئن تر است .
- ✓ هنگام قطع برق، مدار مصرف کننده نیز قطع می شود و نیاز به استارت مجدد پیدا می کند، در نتیجه از خطرات وصل ناگهانی دستگاه جلو گیری می کند.

اصول کار کنتاکتور

اجزاء تشکیل دهنده کنتاکتور عبارتند از :

- هسته مغناطیسی
- لنگر
- سیم پیچ
- فنر برگردان
- کنتاکت بسته
- کنتاکت باز

سیم پیچ در موقع اتصال به منبع ولتاژ هسته مغناطیسی را آهن ربا کرده و لنگر را به سمت خود جذب می کند، در اثر جابه جایی لنگر کنتاکت بسته باز و کنتاکت باز بسته می شود در این حالت گوئیم، هسته، تحریک شده است تا زمانی که سیم پیچ به منبع ولتاژ وصل است، لنگر به هسته چسبیده است. با قطع از منبع فنر برگردان که در موقع تحریک به صورت فشرده بوده و باعث برگرداندن لنگر به حالت اولیه شده و کنتاکتور آزاد می گردد.

مشخصات کار

- ولتاژ نامی

درجه عایق بودن کنتاکتورها و میزان فاصله کنتاکت ها از یکدیگر باید به صورتی باشد که اجزاء یاد شده به راحتی بتوانند در ولتاژ نامی کار کنند.

- جریان نامی

کنتاکتور یک کلید است و بسته به جریانی که هدف قطع و وصل آن است، حجم و شکل کنتاکت ها متفاوت است و به کنتاکت هایی که جریان اصلی را قطع و وصل می کنند، کنتاکت قدرت گفته می شود این کنتاکت ها سطح مقطع زیادی دارند. کنتاکت های دیگری هم وجود دارند که دارای ظرفیت جریانی کمی بوده و در مدار فرمان به کار می رود.

- عمر مکانیکی

این عمر برحسب تعداد قطع و وصل بیان می‌شود و عموماً عمر کنتاکتورها بین ۲ تا ۴ میلیون بار کار تغییر می‌کند که به ولتاژ، جریان و جنس آلیاژ مصرفی بستگی دارد.

- انرژی مصرفی سیم‌پیچ

سیم‌پیچ یک مصرف کننده است که مقداری توان مصرف کرده و گرم می‌شود. کنتاکتور خوب کنتاکتوری است که توان مصرفی کمتری دارد.

- درجه حرارت کار

بین ۲۰ تا ۶۰+ سانتی‌گراد است.

- ظرفیت ترمینال

منظور ظرفیت کنتاکت‌ها برای بستن تعدادی سیم با سطح مقطع معین است.

- جریان حرارتی

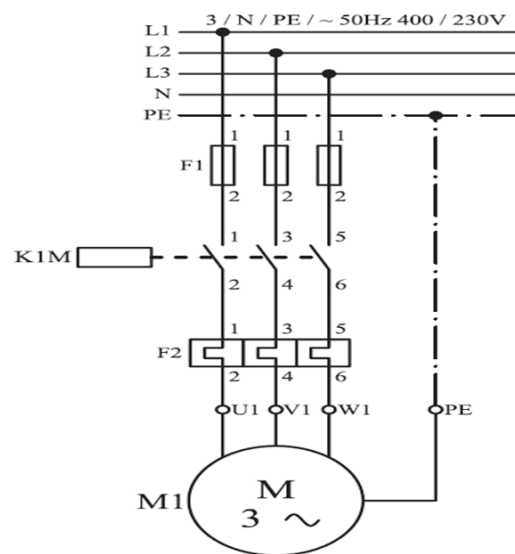
معمولاً غیر از جریان نامی، جریان دیگری نیز بر روی کنتاکتورها ذکر می‌گردد که به عنوان جریان حرارتی موسوم است و حداکثر جریانی است که در اثر عبور آن کنتاکتور صدمه می‌بیند.

- تعداد کنتاکت‌ها

کنتاکتورها معمولاً برای قطع و وصل قدرت، ۳ کنتاکت باز دارند و بقیه کنتاکت‌ها، که اصطلاحاً کنتاکت‌های فرمان نامیده می‌شوند، ظریف بوده و فقط قادر به تحمل جریان‌های فرمان می‌باشند.

آزمایش ۶: مدار راه اندازی موتور سه فاز به کمک کنتاکتور

مدار راه اندازی موتور سه فاز را مطابق با شمای فنی رسم شده در شکل (۳-۶) و به کمک مسئول کارگاه برروی برد مربوطه ببندید.



شکل (۳-۶): مدار راه اندازی موتور سه فاز به کمک کنتاکتور

آزمایش ۷ : استفاده از چراغ سیگنال

مقدمه

برای مشاهده ی تغییرات در شرایط مدارهای الکتریکی می توان از آلارم نورانی استفاده کرد. یکی از ساده ترین روش ها استفاده از لامپ یا چراغ هایی است که روی تابلو نصب می شوند. این چراغ ها تحت عنوان چراغ سیگنال یا پایلوت در مدل ، ولتاژ و رنگ های مختلف ساخته می شوند. برای ساده تر کردن نصب و سیم بندی می توان از شستی های چراغ دار نیز به این منظور استفاده کرد. در مدل های جدید سیگنال به آلارم صوتی نیز مجهز شده است.



شکل (۷-۱): چراغ های سیگنال

نام دیگر این لامپ ها علامت دهنده یا خبر می باشد که در انواع تابلو برق ها و تابلوهای توزیع و دستگاه های صنعتی کاربردهای گسترده ای دارند و در اندازه های کوچک تا بزرگ می توانند استفاده شوند. لامپ سیگنال کاربردهای گوناگونی دارد از جمله می تواند روشن یا خاموش بودن دستگاه یا هر عیبی که در ساختمان درونی دستگاه باشد مشخص کند ، برای نمایش دادن فالت و تریپ و..... اعلام خطر کند.

لامپ هایی که در مدارهای فرمان به کار می روند ولتاژهای اعم از ۲۴ تا ۲۲۰ ولت را استفاده می کنند. در صورت استاندارد بودن چراغ ها سه حالت دارند : قرمز، سبز و نارنجی . اما در کل می توان گفت ۷ رنگ در تابلوها موجود است که علاوه بر رنگ های بالا رنگ های سفید ، آبی ، صورتی و زرد می باشد که بنا به استفاده و شرایط باید از هر کدام در جای خاصی استفاده کرد. برای نمایش چراغ سیگنال ها در نقشه ها و مدارها از حرف h استفاده می شود.

زمانی از لامپ هایی که دارای رنگ قرمز است استفاده می شود که کلیدی در حالت بسته باشد.

زمانی از لامپ سفید استفاده می شود که تغذیه مدار فرمان از جریان دی سی بگذرد.

وقتی کلیدی در حالت باز باشد از رنگ لامپ سبز استفاده می شود و در حالت خطا رنگ زرد کاربرد دارد.

آزمایش ۷: استفاده از چراغ سیگنال

مدار راه اندازی موتور سه فاز به کمک کنتاکتور اصلی و کمکی با دو چراغ سیگنال را روی برد مربوطه بسته سپس مدار را طوری طراحی کنید که با خاموش شدن موتور لامپ سیگنال $L1$ روشن و با خاموش شدن موتور لامپ $L1$ خاموش شده و لامپ سیگنال $L2$ روشن شود.

آزمایش ۸: مدار تأخیر در قطع و تأخیر در وصل

مقدمه

تایمر ها کاربرد بسیار وسیعی در مدارها و دستگاه های الکترونیکی و تجهیزات مختلف صنعتی دارند. در گذشته از تایمرهای مکانیکی برای ایجاد تأخیر در وصل یا قطع مسیر برق استفاده می شد؛ اما با پیشرفت علم این تایمر ها با تایمرهای الکترونیکی جایگزین شدند. یکی از انواع تایمر که بیشترین کاربرد را در انواع مدارهای الکتریکی و الکترونیکی دارد، مدار تایمر تأخیر در وصل است.



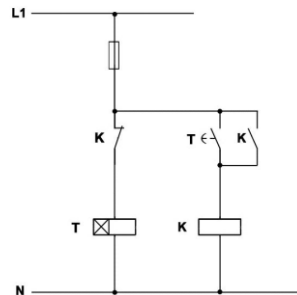
شکل (۸-۱): تایمر تأخیر در وصل

کاربرد های مدار تایمر تأخیر در وصل

شاید ملموس ترین مورد استفاده مدار تایمر تأخیر در وصل ، در محافظ های برق باشد. قطعاً شما در محل زندگی و یا کار خود از محافظ های برق استفاده می کنید. انواع محافظ یخچال ، محافظ کامپیوتر ، محافظ تلویزیون و غیره یک خصیصه مشترک دارند؛ و آن ایجاد تأخیر در وصل برق دستگاههای متصل به آنها است. در تابلوهای برق صنعتی هم بطور گسترده ای از تایمرها و بخصوص تایمر تأخیر در وصل استفاده می شود.

آزمایش ۸-۱: تایمر تاخیر در وصل

مدار تایمر تاخیر در وصل را مطابق شکل (۸-۲) روی برد مربوطه ببندید.

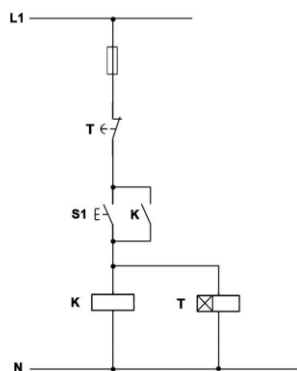


شکل (۸-۲): تایمر تاخیر در وصل

با وصل کردن برق تایمر وارد مدار شده و شروع به زمان سنجی می کند پس از اتمام زمان تنظیم شده کنتاکتور وصل شده و همزمان تایمر قطع می شود.

آزمایش ۸-۱: تایمر تاخیر در قطع

مدار تایمر تاخیر در قطع را مطابق شکل (۸-۳) روی برد مربوطه ببندید.



شکل (۸-۳): تایمر تاخیر در قطع

بافشردن استارت S1 کنتاکتور , تایمر وصل شده و شروع به زمان سنجی می کند پس از اتمام زمان تنظیم شده کنتاکتور و تایمر هر دو قطع می شوند.

آزمایش ۹ : مدار چپ گرد و راست گرد

مقدمه

در موتور سه فاز با عوض شدن جای دوفاز وصل شده به موتور می توان جهت چرخش موتور را عوض نمود. به همین منظور از دو کنتاکتور استفاده می شود که این عمل را در دو روش می توان انجام داد :

روش اول

جای دوفاز وارد شده به کنتاکتور را عوض نموده و فاز های پایین را به ترتیب درست وصل کنیم.

به صورت زیر:

کنتاکتور اول : فاز اول (L1) به تیغه ی اول کنتاکتور (۱) - فاز دوم (L2) به تیغه ی دوم کنتاکتور (۳) - فاز سوم (L3) به تیغه ی سوم کنتاکتور (۵)

کنتاکتور دوم : فاز اول (L1) به تیغه ی سوم کنتاکتور (۵) - فاز دوم (L2) به تیغه ی دوم کنتاکتور (۳) - فاز سوم (L3) به تیغه ی اول کنتاکتور (۱)

و فاز های خروجی کنتاکتور را به ترتیب فاز اول به اول ، دوم به دوم و سوم به سوم متصل می نماییم.

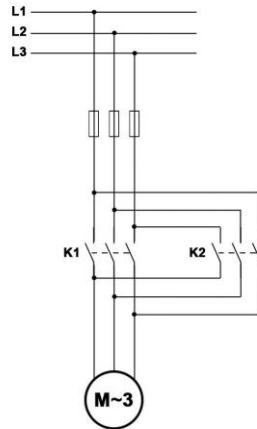
روش دوم

فاز های ورودی به کنتاکتور را به ترتیب وصل نموده و جای فاز های خروجی کنتاکتور را عوض می نماییم . به صورت زیر :

کنتاکتور اول : فاز اول (L1) به تیغه ی اول کنتاکتور (۱) - فاز دوم (L2) به تیغه ی دوم کنتاکتور (۳) - فاز سوم (L3) به تیغه ی سوم کنتاکتور (۵)

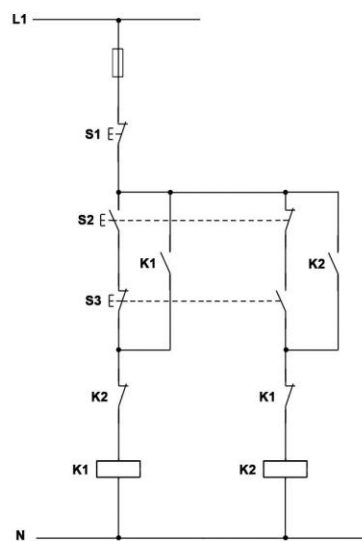
کنتاکتور دوم : فاز اول (L1) به تیغه ی سوم کنتاکتور (۵) - فاز دوم (L2) به تیغه ی دوم کنتاکتور (۳) - فاز سوم (L3) به تیغه ی اول کنتاکتور (۱)

و فاز های ورودی کنتاکتور را به ترتیب فاز اول به اول ، دوم به دوم و سوم به سوم متصل می نماییم.



شکل (۹-۱): مدار قدرت راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپگرد راستگرد

به دلیل اینکه در کنتاکتور جای دو فاز عوض شده (فاز اول به فاز سوم رفته و...) ، در صورتی که دو کنتاکتور همزمان با هم وصل شوند ، فاز های مخالف به هم وصل شده و موجب اتصالی می شود. به همین دلیل باید مدار را طوری طراحی نمود که با زدن شستی اول کنتاکتور اول فعال شده و با زدن شستی دوم کنتاکتور دوم، البته باید در نظر داشت که اگر به هر دلیلی دو شستی با هم همزمان فشرده شدند ، مدار قطع شود و دو کنتاکتور همزمان با هم وصل نشوند که موجب اتصالی دو کنتاکتور شود ، به همین منظور سر راه هر دو خط مدار از دو تیغه ی بسته ی کنتاکتور های مخالف استفاده می کنیم که با فعال شدن کنتاکتور اول ، تیغه ی بسته ی کنتاکتور اول باز شود و اجازه ی وصل شدن کنتاکتور دوم را ندهد و بالعکس در خط دوم مدار.



شکل (۹-۲): مدار فرمان راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپگرد راستگرد

آزمایش ۹-۱: راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپگرد - راستگرد

مدار راه اندازی موتور سه فاز به صورت چپگرد راستگرد را مطابق شکل (۹-۲) روی برد مربوطه ببندید.

آزمایش ۱۰: راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره- مثلث

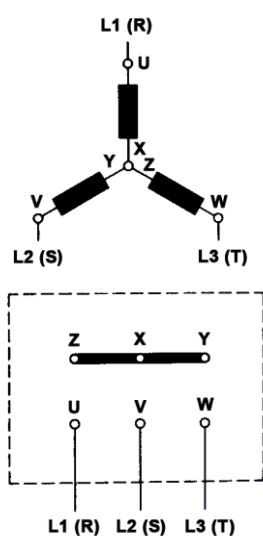
مقدمه

اتصال ستاره

به طور کلی مصرف کننده های سه فاز دارای ۶ سر می باشند مثلا موتورهای الکتریکی سه فاز دارای سه سیم پیچ جداگانه است که ابتدای این سیم پیچ ها را به ترتیب با حروف U , V, W و انتهای آنها را با حروف Z , Y , X نام گذاری می کنند تاکنون این موتورها را به صورت ستاره راه اندازی می کردیم یعنی X , Y , Z را به یکدیگر متصل کرده و U , V , W را به R , S , T متصل می کردیم.

خصوصیات اتصال ستاره

- ✓ جریان خط با جریان فاز برابر است.
- ✓ ولتاژ خط $\sqrt{3}$ برابر بزرگتر از ولتاژ فاز است.
- ✓ چنانچه بار سه فاز متعادل باشد اگر نقطه صفر ستاره را به سیم نول متصل کنیم از آن جریانی عبور نمی کند بنابراین نیازی به سیم نول نیست.



شکل (۱۰-۱): اتصال ستاره

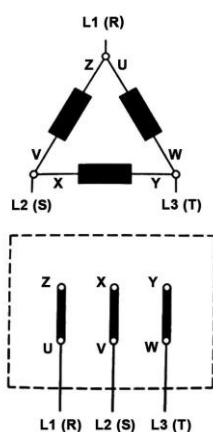
اتصال مثلث

چنانچه در مصرف کننده سه فاز ابتدای هر فاز رابه انتهای فاز بعدی متصل کنیم نوع اتصال, اتصال مثلث است.

خصوصیات اتصال مثلث

✓ جریان خط $\sqrt{3}$ برابر بزرگتر از جریان فاز است.

✓ ولتاژ خط با ولتاژ فاز برابر است.



شکل (۱۰-۲): اتصال مثلث

راه اندازی موتورهای سه فاز به صورت ستاره- مثلث

موتورهای القایی در زمان راه اندازی جریان زیادی از شبکه می کشند که این امر باعث افت ولتاژ خواهد شد که ممکن است به موتور ویا سایر مصرف کننده های موازی با آن آسیب برساند یکی از روشهای حل این مشکل راه اندازی موتور به صورت ستاره-مثلث می باشد.

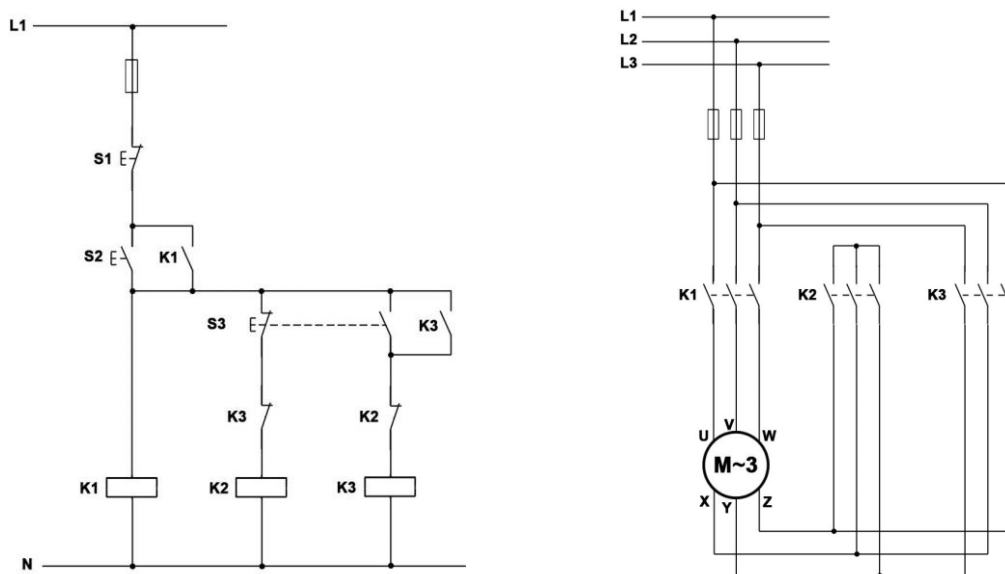
این روش راه اندازی برای موتورهای سه فازی که توانی بیش از 3KW دارند مورد استفاده قرار می گیرد. در این روش ابتدا موتور به صورت ستاره راه اندازی شده و پس از اینکه موتور به دور نامی خود رسید اتصال موتور را به مثلث تغییر می دهیم.

در راه اندازی الکتروموتورها به روش ستاره- مثلث رعایت نکات زیر ضروری می باشد :

- هر الکتروموتور سه فاز را نمی توان به روش ستاره-مثلث راه اندازی نمود.
- قبل از راه اندازی باید به پلاک موتور توجه نمود که سیم پیچ های آن برای ولتاژ خط طراحی شده باشند یا به عبارت دیگر ولتاژ حالت مثلث برابر ولتاژ خط شبکه باشد. در شبکه ایران موتورهای با پلاک $380V \Delta / \lambda 660/380$ می توانند به صورت ستاره- مثلث راه اندازی شوند و موتورهای با پلاک $220/380V$ فقط باید به صورت ستاره به شبکه اتصال یابند.
- نکته مهم دیگر این است که دور موتور در اتصال ستاره و مثلث برابر است.
- موتوری که به صورت ستاره-مثلث راه اندازی می شود هیچ گاه نباید در اتصال ستاره زیر بار قرار گیرد.

آزمایش ۱۰ : مدار راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره-مثلث

مدار راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره-مثلث را مطابق با شمای فنی رسم شده در شکل (۱۰-۳) برروی برد مربوطه ببندید.



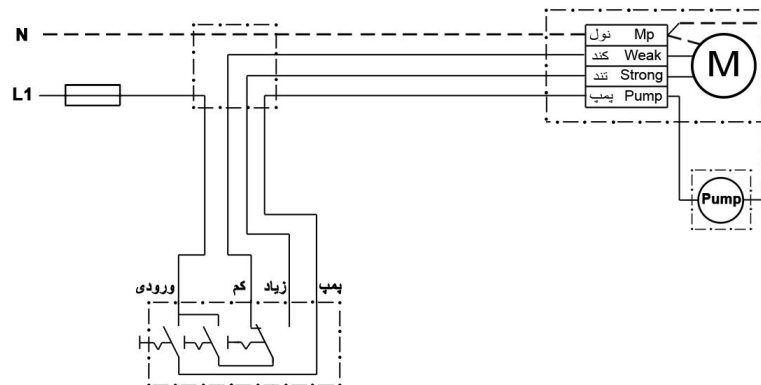
شکل (۱۰-۲): مدار راه اندازی موتور سه فاز به صورت ستاره-مثلث

با فشردن استارت S2 کنتاکتورهای اول و دوم مغناطیسی شده و موتور به صورت ستاره راه اندازی می شود
با فشردن استارت S3 موتور از حالت ستاره خارج کشته و تبدیل به اتصال مثلث می گردد. با فشردن
استپ S1 موتور خاموش می شود.

آزمایش ۱۱: مدار کولر آبی

مقدمه

شمای حقیقی کولر آبی در شکل (۱-۱۱) رسم شده است. کلید کولر به کار رفته در این شما برای روشن و خاموش کردن کولر، پمپ آن و تغییر دور موتور آن استفاده می شود.



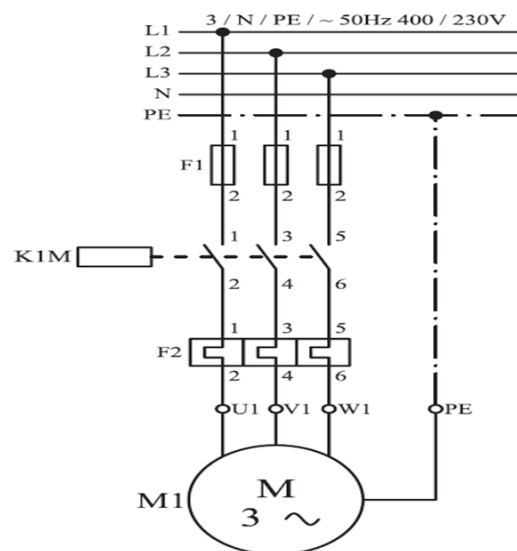
شکل (۱-۱۱): شمای حقیقی کولر

آزمایش ۱۱: مدار راه اندازی کولر

مدار راه اندازی کولر را مطابق با شمای فنی رسم شده در شکل (۱-۱۱) بر روی برد مربوطه ببندید.

تمرین:

با استفاده از یک کلید دوپل و یک کلید تبدیل مدار کولر را ببندید.



شکل (۳-۶) : مدار راه اندازی موتور سه فاز به کمک کنتاکتور

آزمایش ۱۲ : مدار فوتوسل

مقدمه

فتوسل وسیله ای است مانند کلید یک پل که برای قطع و وصل یک یا چند چراغ از آن استفاده می کنند اما فتوسل ها یک مزیت نسبت به کلید های یک پل دارند که باتوجه به طلوع و غروب خورشید چراغ ها را به طور خودکار خاموش و روشن می کند به طوری که وقتی خورشید غروب کرد، سنسور نوری داخل فتوسل فرمان وصل چراغ را می دهد و وقتی خورشید طلوع کرد و نور به فتوسل تابیده شد فتوسل فرمان قطع به چراغ ها می دهد.



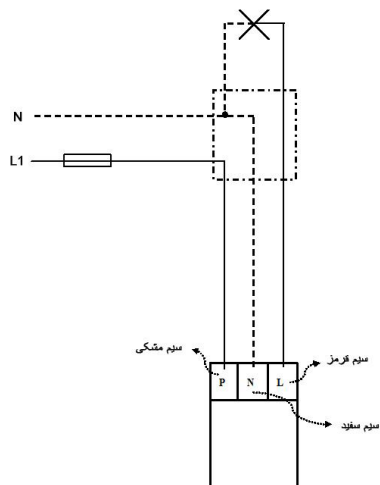
شکل (۱۲-۱): فوتوسل

کاربرد فوتوسل

برای روشن و خاموش کردن اتوماتیک لامپهای خیابانها و محوطه های عمومی از این مدار استفاده می شود. در این مدار با تاریک شدن هوا فوتوسل لامپ ها را روشن خواهد کرد.

آزمایش ۱۲ : مدار فوتوسل

مدار فوتوسل را مطابق با شمای فنی رسم شده در شکل (۱۲-۲) برروی برد مربوطه ببندید.



شکل (۱۲-۲): مدار فوتوسل

سوال

نقش پتانسیومتر داخل فوتوسل چیست؟
فوتوسل را در چه مکانی نباید نصب کرد؟