



دستور کار کارگاه برق

تهیه و تدوین

گروه مهندسی سیستم‌های انرژی الکتریکی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

۱۳۲۶

دانشگاه تبریز

مهر ۱۴۰۵

سپاسگزاری

با قدردانی از تمامی مشارکت کنندگان ذیل، این دستورکار با همکاری دکتر عطاءاله صمدیان، دکتر وحید نعمت زاده و دکتر رضا پاشائی تهیه و تدوین شده است.

مشارکت کنندگان به ترتیب حروف الفبا

الف) مشارکت کنندگان کنونی

کارشناسان آزمایشگاه

مهندس غلامرضا پیرو پیران

مهندس ابراهیم شغلی

استادان گروه مهندسی برق

دکتر هادی آقایی

دکتر رضا پاشائی

دکتر سینا رودنیل

دکتر عطاءاله صمدیان

دکتر وحید نعمت زاده

مهندس سینا نبی قدیم

مهندس حسین عبدی

ب) مشارکت کنندگان پیشین

مهندس قاسم اهرابیان

دکتر محمدباقر بناشریفیان

دکتر کاظم زارع

دکتر سعید قاسم زاده

دکتر سجاد گلوانی

دکتر محمدرضا فیضی

دکتر محمدعلی طینتی

مهندس محمد میرزایی

۱۳۲۶

دانشگاه تبریز

فهرست مطالب

۱	نکات ایمنی هنگام کار در آزمایشگاه‌های برق.....
۲	شیوه نوشتن گزارش کار آزمایشگاه.....
۳	قسمت اول مقدمه کارگاه برق.....
۳-۱-۱	مقدمه.....
۳-۱-۲	آشنایی با برق تکفاز و سه‌فاز.....
۳-۱-۳	آشنایی با انواع فیوزها.....
۳-۱-۴	آشنایی با نقشه کشی برق.....
۸	قسمت دوم: برق ساختمانی.....
۸-۱-۲	آشنایی با انواع کلیدها و نقشه‌خوانی آن‌ها.....
۸-۲-۲	نحوه اتصال کلیدهای تک‌پل، دو پل، تبدیل و صلیبی.....
۱۱-۳-۲	آشنایی با نحوه اتصال مهتابی، زنگ اخبار، فتوسل.....
۱۳-۴-۲	نحوه اتصال تایمر راه پله.....
۱۳-۵-۲	نحوه اتصال آیفون صوتی و تصویری.....
۱۵	قسمت سوم: برق صنعتی.....
۱۵-۱-۳	آشنایی با ادوات سه‌فاز و کاربردهای آن.....
۱۹-۲-۳	آشنایی با نحوه راه اندازی لحظه‌ای موتور القایی سه‌فاز.....
۲۰-۳-۳	راه اندازی دائم موتور القایی سه‌فاز.....
۲۲-۴-۳	راه اندازی موتور القایی سه‌فاز از دو مکان (راه اندازی لحظه‌ای یا دائم).....
۲۲-۵-۳	راه اندازی موتور القایی سه‌فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد.....
۲۴-۶-۳	راه اندازی موتور القایی سه‌فاز به صورت اتصال ستاره و مثلث.....
۲۵-۷-۳	راه اندازی موتور القایی سه‌فاز به صورت اتصال مثلث اتوماتیک با استفاده از تایمر.....

نکات ایمنی هنگام کار در آزمایشگاه‌های برق

- پیش از هرگونه تغییر در مدار، منبع تغذیه را خاموش و از بی‌برق بودن مدار اطمینان حاصل کنید. 
- پس از تأیید استاد آزمایشگاه مجاز به وصل منبع تغذیه و شروع آزمایش هستید. 
- منبع تغذیه آخرین بخش مدار است که متصل می‌شود و اولین بخشی از مدار است که قطع می‌گردد. 
- تمام سیم‌ها، قطعات و تجهیزات مدار همیشه باید برق‌دار تصور شوند، مگر آن که یقین حاصل شود که بی‌برق هستند. 
- سیم‌ها را از روی اجسام متحرک یا در حال چرخش عبور ندهید و آن‌ها را بر روی زمین و یا جایی که محل رفت‌وآمد است، رها نکنید. 
- هرگز آمپر متر را به صورت موازی و ولت متر را به صورت سری در مدار قرار ندهید. 
- در هنگام کار، به قسمت‌های در حال چرخش موتور و ژنراتور نزدیک نشوید. 
- فقط استفاده از ابزار و دستگاه‌هایی که در محیط آزمایشگاه وجود دارد، مجاز است. اگر نیاز به استفاده از ابزار دیگری دارید باید مجوز لازم را از کارشناس آزمایشگاه کسب کنید. همچنین، از جابه‌جا نمودن وسایل آزمایشگاه خودداری کنید. 
- هرگز با دست خیس یا مرطوب کار نکنید و از دستکش عایق الکتریکی استفاده نمایید. 
- حتی‌المقدور از یک دست برای باز و بسته کردن مدار استفاده شود. 
- در هنگام کار از اشیای رسانا مانند ساعت با بند فلزی، حلقه، زنجیر و دست‌بند، قلم با بدنه فلزی، خط‌کش فلزی و ... استفاده نکنید. موهای بلند باید حتماً در پشت سر کاملاً جمع و بسته شوند. 
- خوردن، آشامیدن، شوخی کردن و استفاده از تلفن همراه در آزمایشگاه مطلقاً ممنوع است. 
- در هنگام کار مواظب باشید بدن شما با میز کار و تجهیزات الکتریکی در تماس نباشد. 
- هر نوع خرابی احتمالی در تجهیزات را سریعاً به استاد یا کارشناس آزمایشگاه گزارش کنید. در صورت نیاز به تعویض و یا تعمیر قطعات، به کارشناس آزمایشگاه اطلاع دهید. دانشجو نباید اقدام به این کار کند. 
- در هر جلسه کلاس، فقط دانشجویان ثبت‌نام‌شده در آزمایشگاه مربوط به آن جلسه مجاز به حضور هستند و حضور سایر دانشجویان به هر عنوان ممنوع می‌باشد. 
- برای ترک آزمایشگاه و یا ورود دوباره به آزمایشگاه به استاد یا کارشناس آزمایشگاه اطلاع دهید. 
- فقط در میز کار تعیین‌شده خود حضور یابید و از جابه‌جایی یا تجمع در یک میز خودداری نمایید. 
- هرگز از سیم‌های زخمی یا اتصالات لق استفاده نکنید. 
- استفاده از این دستور کارها برای انجام آزمایش با حضور و اجازه استاد و کارشناس آزمایشگاه خواهد بود. 

شیوه نوشتن گزارش کار آزمایشگاه

گزارش کار آزمایش ها باید بدین قالب باشد:

۱ عنوان آزمایش

۲ نویسنده: نام و نام خانوادگی - شماره دانشجویی

۳ مقدمه و هدف آزمایش

۴ وسایل مورد نیاز

۵ شرح انجام آزمایش

۶ نتایج

۷ پاسخ پرسش های دستور کار

۸ نتیجه گیری



دانشگاه تبریز

قسمت اول

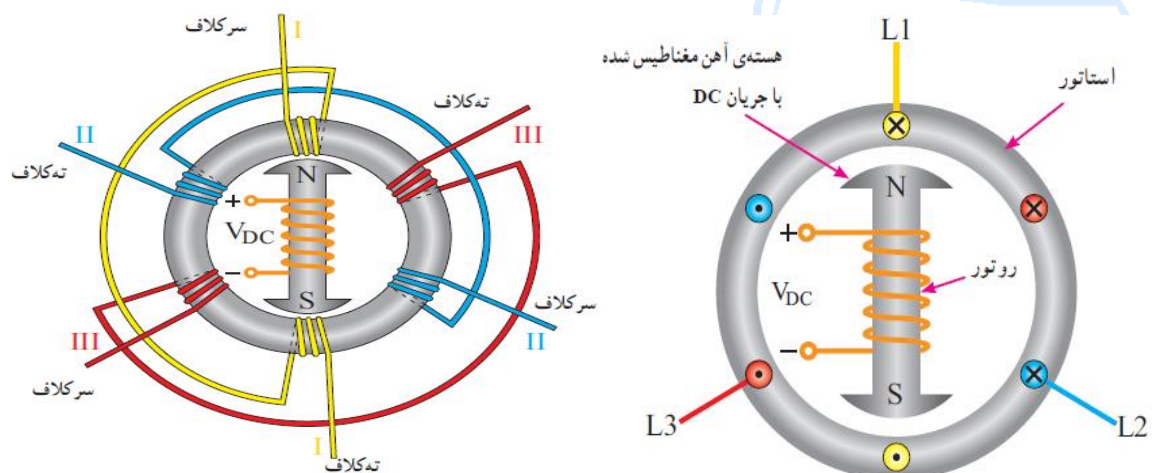
مقدمه کارگاه برق

۱-۱- مقدمه

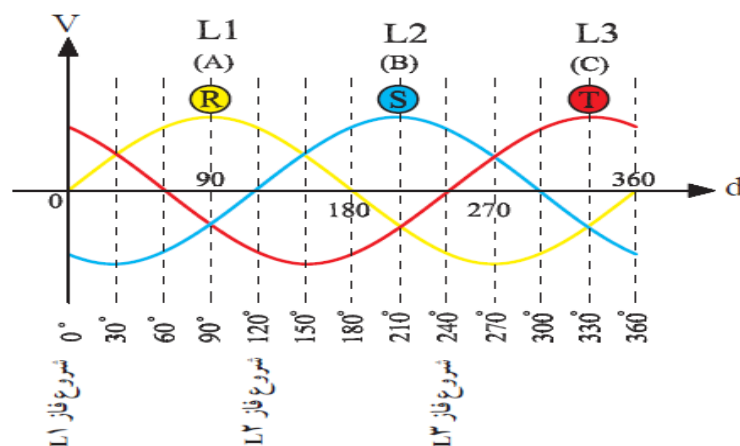
امروزه استفاده روزافزون از تجهیزات و ماشین آلات برقی پیشرفته موجب بررسی ادوات برقی کنترل شونده، نحوه سیم‌بندی و طراحی انواع تابلوهای برق به ویژه در مناطق صنعتی شده است. در کارگاه آموزشی برق دانشجویان علاوه بر اینکه تئوری برق‌های تک‌فاز و سه‌فاز و نحوه تولید آن را فرا خواهند گرفت، بلکه با ادواتی که امروزه در صنعت برق مورد استفاده قرار می‌گیرد آشنا خواهند شد. این ادوات برقی در زندگی روزمره از برق ساختمان‌ها گرفته تا برق کارخانجات صنعتی را شامل می‌شود.

۱-۲- آشنایی با برق تک‌فاز و سه‌فاز

انرژی الکتریکی در نیروگاه‌ها به وسیله ژنراتورهای سه فاز تولید می‌شود. این ژنراتورها از دو قسمت اصلی استاتور و روتور تشکیل شده‌اند که در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. استاتور یک هسته‌ی آهنی حلقوی شیاردار است که به صورت ثابت ساخته می‌شود. داخل این شیارها سه دسته کلاف یا سیم‌پیچ‌های مسی به صورتی قرار می‌گیرند که با هم ۱۲۰ درجه‌ی الکتریکی اختلاف فاز یا درجه داشته باشند. ولتاژ تولیدی به صورت سه فاز از طریق استاتور به مدارهای خارج منتقل می‌گردد. روتور قسمت گردنده‌ی ژنراتور از هسته‌ی آهنی شیاردار ساخته می‌شود و داخل این شیارها یک دسته سیم‌پیچ مسی برای اعمال ولتاژ DC جهت ایجاد میدان مغناطیسی برای تولید ولتاژ سه فاز قرار می‌گیرد. ولتاژ تولید شده در مولدهای سه فاز (مطابق شکل ۱-۲ با شکل سینوسی و با اختلاف فاز ۱۲۰ درجه نشان داده شده است. در برق تک‌فاز معمولاً فقط یکی از سینوس‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. فاز اول L1 یا R، فاز دوم L2 یا S و فاز سوم L3 یا T هست که معمولاً فرکانس این برق سینوسی ۵۰ هرتز و دامنه ولتاژ آن $220\sqrt{2}$ است که مقدار موثر این ولتاژ را در اندازه‌گیری در نظر می‌گیرند که ۲۲۰ ولت است. معمولاً از ترانس‌های توزیع برق شهری سه عدد سیم فاز و یک عدد سیم نول انشعاب می‌شود تا موقعی که در برق تک‌فاز، جریان از یک فاز کشیده می‌شود، برگشت جریان توسط نول تامین می‌شود.



شکل ۱-۱- ساختمان مولد انرژی الکتریکی



شکل ۱-۲- ولتاژ تولید شده توسط ژنراتور الکتریکی

در واقع همانطور که در مدار بسته یک باتری و لامپ سمت مثبت باتری، سمت رفت جریان و سمت دیگر باتری سمت برگشت جریان است، در مدار تکفاز، رفت جریان از طریق فاز و برگشت جریان از مسیر نول خواهد بود. در نقشه کشی برقی سیم فاز و نول را مطابق شکل ۱-۳ به ترتیب به صورت خطی و خط چین مشخص می کنند و مقدار موثر ولتاژ فاز به نول ۲۲۰ ولت و مقدار موثر ولتاژ فاز به فاز ۳۸۰ ولت است.

Phase —————→

N یا MP - - - - - ←

شکل ۱-۳- نماد نقشه کشی سیم فاز و سیم نول به همراه جهت جریان

همچنین در نقشه کشی و سیم کشی خانگی مشخصات سیم ها را به صورت جدول ۱-۱ در نظر می گیرند.

جدول ۱-۱- رنگ بندی سیم ها در سیم کشی منازل

نوع سیم	نماد نقشه کشی	نام اختصاری	رنگ سیم
فاز	—————	L یا (R,S,T)	آبی
نول	- - - - -	MP یا N	قرمز یا قهوه ای یا مشکی
ارت	- . - . - . - . -	PE	زرد با نوار سبز رنگ

۳-۱- آشنایی با انواع فیوزها

فیوزها وسیله ای هستند یک جریان نامی روی آن ها نوشته می شود و در مسیر جریان فاز قرار می گیرند و در صورت عبور جریان بیش از حد نامی، مسیر جریان را قطع می کنند. انواع فیوزها به صورت زیر دسته بندی می شوند:

۱- فیوز فشنگی

۲- فیوز اتوماتیک آلفا،

۳- مینیاتوری،

۴- فیوز کاردی تیغه‌ای

۵- شیشه ای یا کارتریج

فیوز فشنگی:

ساختمان این فیوز در شکل ۴-۱ نشان داده شده است. در دو نوع تند کار و کند کار وجود دارد. فیوز فشنگی کند کار جریان‌های زیاد را دیرتر از فیوز تند کار قطع می‌کند و کاربرد آن زمانی است که اضافه بار کوتاه مدت مانند راه اندازی موتورهای الکتریکی نباید سبب قطع مدار شود. در فیوز کند کار جریان نامی فیوز را حدود دو برابر جریان نامی موتور انتخاب می‌کنند (جریان راه اندازی موتورها ۶ تا ۷ برابر جریان نامی آنها است)



شکل ۴-۱- فیوز فشنگی به همراه محفظه قرارگیری فیوز

فیوز اتوماتیک:

فیوز اتوماتیک یا آلفا نوعی فیوز خودکار است که عبور جریان بیش از حد مجاز از آن باعث قطع مدار می‌شود، اما می‌توان دوباره شستی آن را به داخل فشرد تا جریان برقرار گردد. در شکل ۵-۱ فیوز آلفا نشان داده شده که بعضی از فیوزهای خودکار دو عمل جریان زیاد و بار زیاد را در مدارها کنترل می‌کنند، اما پس از قطع شدن، باید پس از مدت کمی دوباره شستی مربوط به آن را فشار داد تا مدار را وصل کند. در فیوزهای اتوماتیک دو عنصر مغناطیسی و حرارتی (بی متال) وجود دارد. اولی اتصال کوتاه یا جریان زیاد و دومی بار زیاد یا اضافه بار تدریجی را قطع می‌کند.



شکل ۵-۱- فیوز اتوماتیک یا آلفا

فیوز مینیاتوری:

این فیوزها که در شکل ۱-۶ نشان داده شده است، از نظر ساختار به فیوز آلفا شباهت دارند و از سه قسمت رله‌ی مغناطیسی یا مکانیکی (برای قطع سریع جریان زیاد)، رله‌ی حرارتی یا رله‌ی بی‌متال (برای اضافه جریان تدریجی با تأخیر) و کلید تشکیل شده‌اند و با عبور جریان اضافه بار ذوب نمی‌شوند و مجدد قابل استفاده هستند. کلید مینیاتوری (Miniature Circuit Breaker) به اختصار MCB گفته می‌شود. MCB یک قطع کننده مدار است که در مدارهای الکتریکی و برق کشی ساختمان استفاده می‌شود. کلید مینیاتوری مدار را در برابر جریان اضافه بار و خطای اتصال کوتاه محافظت می‌کند. لازم به ذکر است که کلید مینیاتوری از انسان در برابر شوک الکتریکی ناشی از جریان نشتی محافظت نمی‌کند. این حفاظت را کلیدهای جریان نشتی (RCBO) انجام می‌دهند. کلیدهای مینیاتوری از ۲ تا ۱۰۰ آمپر و به صورت تک‌فاز و سه فاز در انواع تک پل، دو پل، سه پل و چهار پل ساخته می‌شوند.

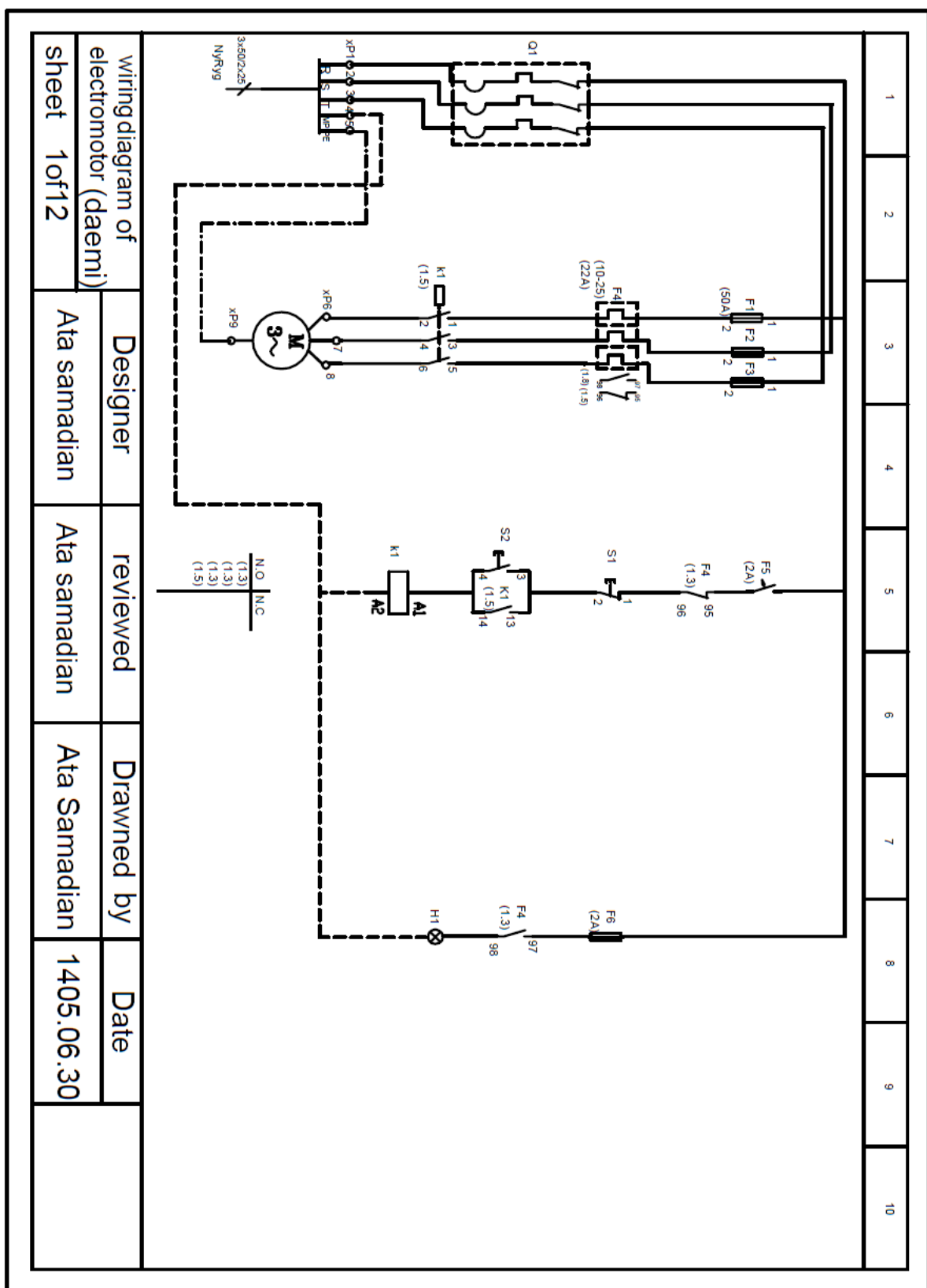


شکل ۱-۶- فیوز مینیاتوری

تمرین: ساختمان، عملکرد و کاربرد سایر فیوزها را بررسی کرده و در گزارشکار بیاورید.

۴-۱- آشنایی با نقشه کشی برق

در صنعت برق به ویژه در تابلوهای برق از نقشه‌های مهندسی برای درک نحوه سیم بندی و ادوات مورد استفاده در تابلوهای برق استفاده می‌شود. نقشه‌ها معمولاً در نرم‌افزارهایی مانند اتوکد، EPLAN و... طراحی می‌شوند و یک نمونه از آن‌ها در شکل ۱-۷ نشان داده شده است. در سمت چپ قسمت پایین عنوان نقشه و صفحه آن از تعداد کل صفحات نقشه‌ها مشخص می‌شود و در کنار آن‌ها نام طراح، نام ارزیاب، نام رسم کننده نقشه، تاریخ طرح و در نهایت در جای خالی آخر می‌تواند آرم یا نشانه شرکت آورده شود. طراحی اصلی نیز با مشخصات کامل و شماره‌دهی در کادر وسطی کشیده می‌شود.



شکل ۱-۷- نمونه نقشه صنعتی مدار کنترل و قدرت راه اندازی دائم موتور القایی سه فاز

قسمت دوم: برق ساختمانی

در این بخش به بررسی نحوه اتصال انواع وسایل الکتریکی که در برق خانگی استفاده می‌شوند پرداخته شده است.

۱-۲- آشنایی با انواع کلیدها و نقشه‌خوانی آن‌ها

امروزه در زندگی روزمره انواع کلید و پریزها استفاده می‌شوند، به ویژه یک مهندس برق در سیم‌کشی ساختمان‌ها علاوه بر نحوه سیم‌بندی و عناصر الکتریکی با نقشه‌کشی آن سرو کار خواهد داشت. برای آشنایی با نحوه نقشه‌کشی، در جدول ۱-۲ نماد فنی نقشه‌کشی انواع کلیدها، فیوز، لامپ به نمایش گذاشته شده است.

جدول ۱-۲- نماد نقشه‌کشی ادوات برق تکفاز

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
لامپ	
فیوز	
کلید تک پل	
کلید دو پل	
کلید تبدیل	
کلید صلیبی	
جعبه تقسیم	

در ادامه به بررسی نحوه سیم‌بندی و کاربرد انواع کلیدها پرداخته شده است.

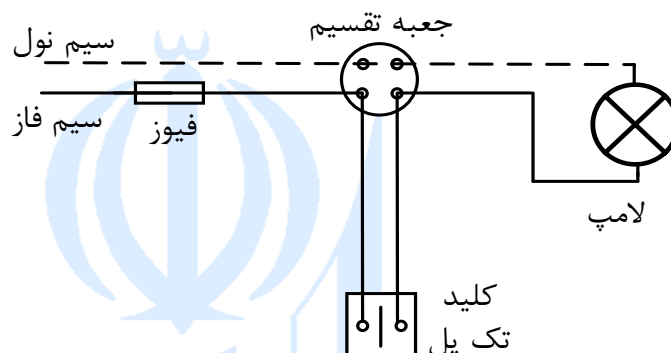
۲-۲- نحوه اتصال کلیدهای تک‌پل، دو پل، تبدیل و صلیبی

کلید تک پل:

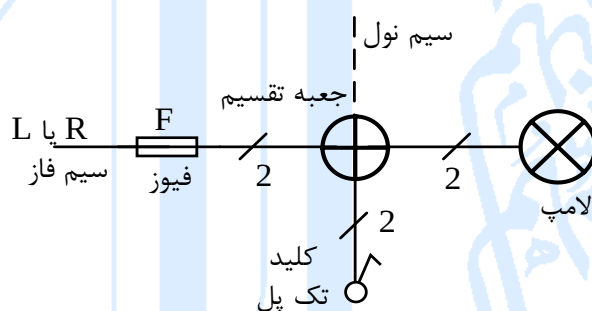
ساده‌ترین سیم‌بندی مربوط به کلید تک پل است که نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۱-۲ و نقشه فنی آن در شکل ۲-۲ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق درکارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار شکل ۲-۲ را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، جعبه تقسیم، کلید تک پل و یک عدد لامپ.

سوالات:

- ۱- نحوه سیم بندی و عملکرد مداری کلید تک پل را توضیح دهید.
- ۲- چرا فیوز در مسیر نول قرار نمی‌گیرد؟ و اگر قرار گیرد، چه اتفاقی در مدار می‌افتد؟



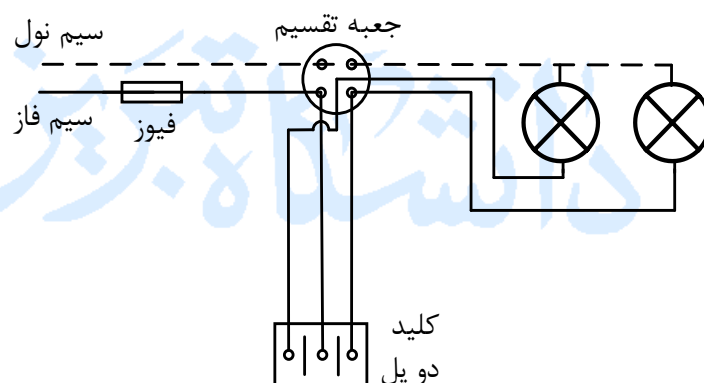
شکل ۱-۲- نمای حقیقی مدار کلید تک پل



شکل ۲-۲- نمای فنی مدار کلید تک پل

کلید دو پل:

کلید دو پل برخلاف کلید تک پل دارای ۲ عدد کلید بوده و برای روشنایی دو مجموعه چراغ استفاده می‌شود که نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۲-۳ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار زیر را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، جعبه تقسیم، کلید دو پل و دو عدد لامپ.



شکل ۳-۲- نمای حقیقی مدار کلید دو پل

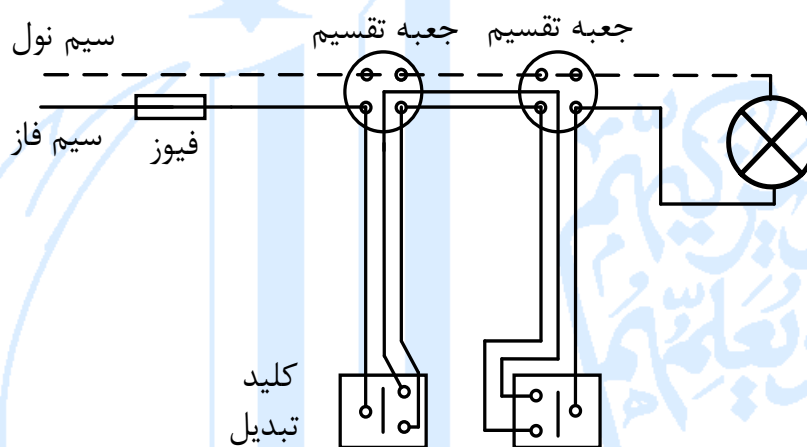
سوالات:

۱- نحوه سیم بندی و عملکرد مداری کلید دو پل را توضیح دهید.

۲- با استفاده از جدول ۱-۲ نقشه فنی کلید دو پل را رسم و در گزارشکار بیاورید.

کلید تبدیل:

کلید تبدیل برخلاف کلید دوپل دارای یک عدد کلید و سه ترمینال بوده و برای روشنایی یک مجموعه چراغ از دو مکان مجزا استفاده می‌شود که نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۲-۳ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار زیر را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، جعبه تقسیم، دو عدد کلید تبدیل و یک عدد لامپ.



شکل ۲-۴- نمای حقیقی مدار کلید تبدیل

سوالات:

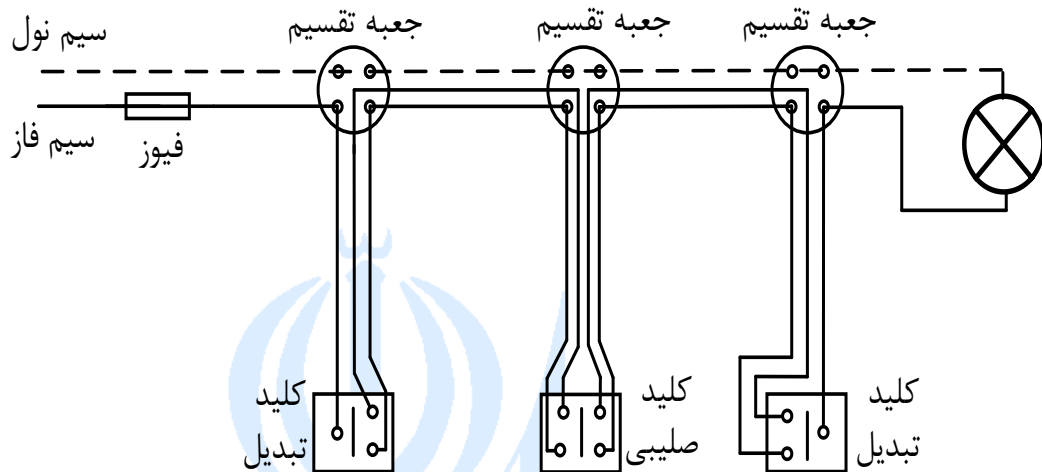
۱- در مورد نحوه سیم بندی و عملکرد مداری کلید تبدیل و همچنین کاربردهای آن توضیح دهید.

۲- با استفاده از جدول ۱-۲ نقشه فنی کلید تبدیل را رسم و در گزارشکار بیاورید.

۳- تفاوت کلید تبدیل و تک پل در چیست و اگر به جای کلید تبدیل از کلید تک پل استفاده شود، چه اتفاقی در عملکرد مدار می‌افتد؟

کلید صلیبی:

کلید صلیبی همانند کلید تبدیل دارای یک عدد کلید ولی چهار عدد ترمینال بوده و برای روشنایی یک مجموعه چراغ بیشتر از دو مکان استفاده می‌شود که نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۲-۵ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار مذکور را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، جعبه تقسیم، کلید صلیبی و یک عدد لامپ.



شکل ۲-۵- نمای حقیقی مدار کلید صلیبی

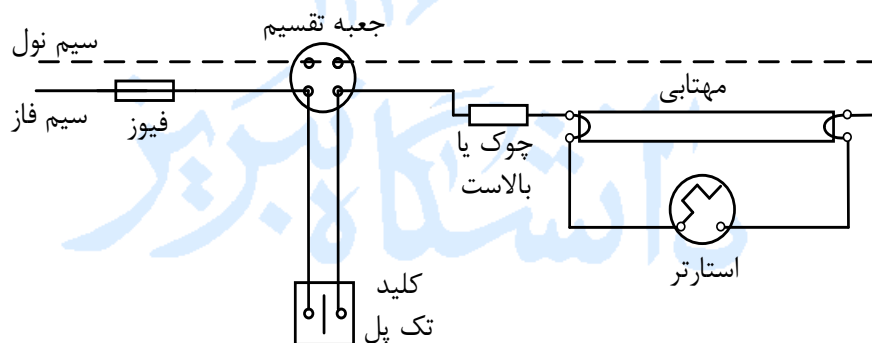
سوالات:

- ۱- در مورد نحوه سیم بندی و عملکرد مداری کلید تبدیل و همچنین کاربردهای آن توضیح دهید.
- ۲- با استفاده از جدول ۱-۲ نقشه فنی کلید صلیبی را رسم و در گزارشکار بیاورید.
- ۳- اگر در یک راهو نیاز باشد که از ۵ مکان به طور مجزا یک مجموعه چراغ روشن و خاموش شوند، به چند عدد کلید صلیبی نیاز است؟ شماتیک حقیقی مدار آن را رسم کنید.

۲-۳- آشنایی با نحوه اتصال مهتابی، زنگ اخبار، فتوسل

مهتابی:

بعد از کلیدها نوبت به نحوه کارکرد مهتابی می‌رسد هر چند که امروزه با ورود انواع لامپ‌ها، کاربرد آن کمتر شده است. نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۲-۶ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار زیر را ببندید و برای راه اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، استارتر، کلید تک پل، چوک یا بالاست و یک عدد لامپ مهتابی.



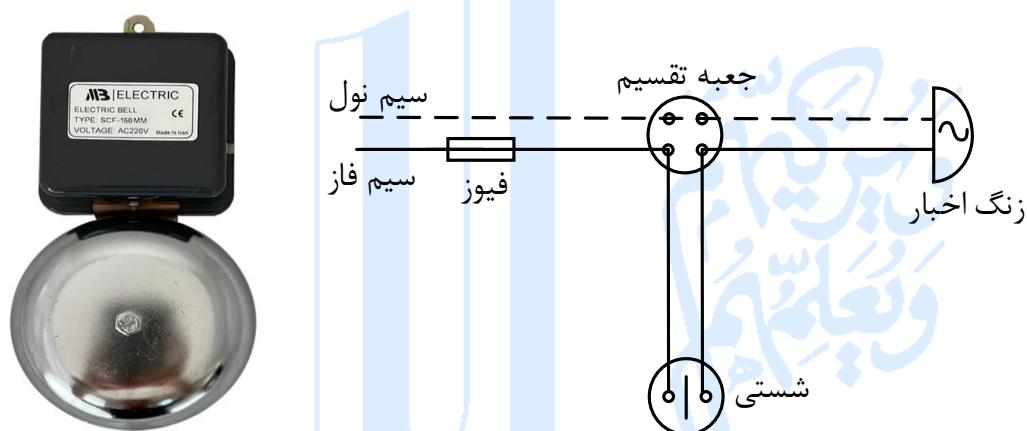
شکل ۲-۶- نمای حقیقی مدار مهتابی

سوالات:

- ۱- در مورد نحوه سیم بندی و عملکرد مداری و همچنین کاربردهای آن توضیح دهید.
- ۲- نقش چوک یا بالاست را در مدار مهتابی توضیح دهید و آیا می توان به جای آن در مدار از ترانس استفاده کرد؟
- ۳- استارتر چیست و چگونه عمل می کند؟

زنگ اخبار:

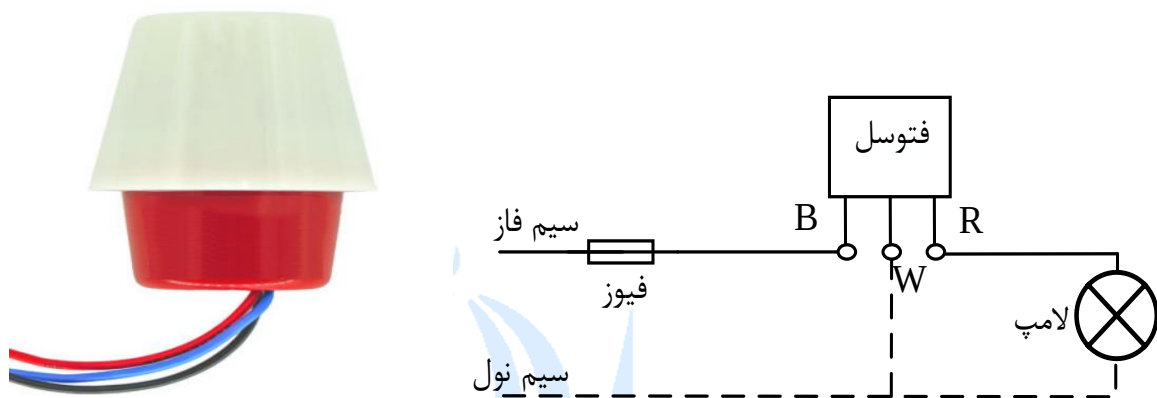
نقشه حقیقی مدار زنگ اخبار به همراه شکل آن در شکل ۷-۲ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار زیر را ببندید و برای راه اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، شستی، زنگ اخبار.



شکل ۷-۲- زنگ اخبار به همراه نمای حقیقی مدار آن.

فتوسل:

فتوسل وسیله ای است که در حالت تاریکی موجب برقراری فاز به چراغ ها شده و چراغ ها روشن می شوند و در صورت وجود نور مسیر فاز را قطع نگه داشته و چراغ ها خاموش می مانند. فتوسل ها از سه سیم به رنگ های سیاه با نام B، سفید یا آبی با نام W و قرمز با نام R تشکیل شده اند. شکل فتوسل به همراه نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۸-۲ نشان داده شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار مربوطه را ببندید و برای راه اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، لامپ، فتوسل.

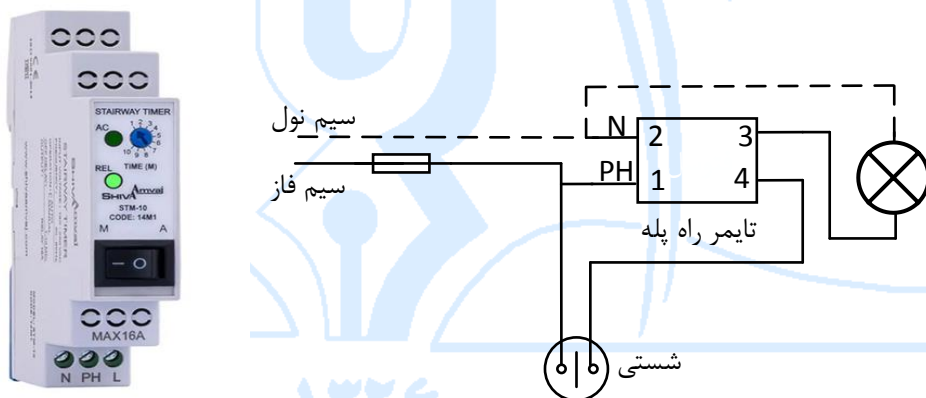


شکل ۲-۸- فتوسل به همراه نمای حقیقی مدار آن.

سوال: در مورد چگونگی کارکرد فتوسل توضیح دهید.

۲-۴- نحوه اتصال تایمر راه پله

در راه پله‌ها یا مکان‌هایی که نیاز نیست چراغ‌ها مدت زیادی روشن باشند، از یک کلید تایمردار استفاده می‌شود که بعد از سپری شدن مدتی که کاربر زمان آن را تعیین کرده، چراغ‌ها را خاموش نماید. تایمر راه پله به همراه نقشه حقیقی مدار آن در شکل ۲-۹- نشان داده شده و ترمینال‌های آن نیز مشخص شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار زیر را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید. وسایل مورد نیاز: سیم، فیوز، لامپ، شستی، تایمر راه پله.

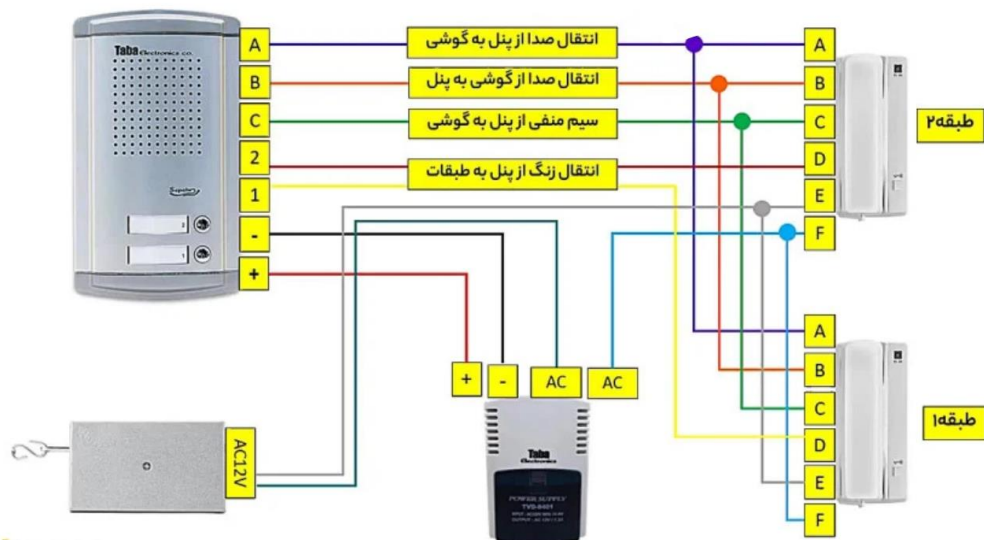


شکل ۲-۹- تایمر راه پله به همراه نمای حقیقی مدار آن.

۲-۵- نحوه اتصال آیفون صوتی و تصویری

آیفون صوتی:

آیفون‌ها یا درب‌بازکن‌ها از چند قسمت تشکیل شده‌اند که شامل پنل گوشی، پنل زنگ، منبع تغذیه و درب بازکن می‌شود. نقشه حقیقی مدار آیفون صوتی برای دو طبقه در شکل ۲-۱۰- نشان داده شده و ترمینال‌های آن نیز مشخص شده است. با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار زیر را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید.

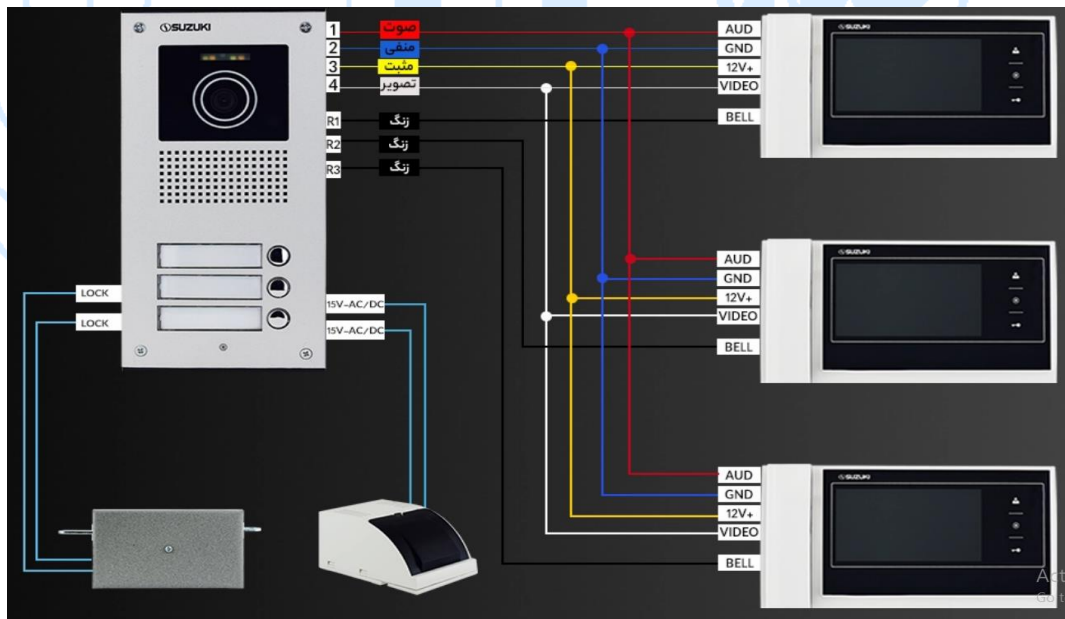


شکل ۲-۱۰- نقشه حقیقی مدار آیفون صوتی.

سوال: در مورد چگونگی کارکرد و عملکرد هریک از المان‌های به کاررفته در آیفون و ارتباط آنها با یکدیگر و توضیح دهید.

آیفون تصویری:

نقشه حقیقی مدار آیفون تصویری برای دو طبقه در شکل ۲-۱۱ نشان داده شده و ترمینال‌های آن نیز مشخص شده است.



شکل ۲-۱۱- نقشه حقیقی مدار آیفون تصویری.

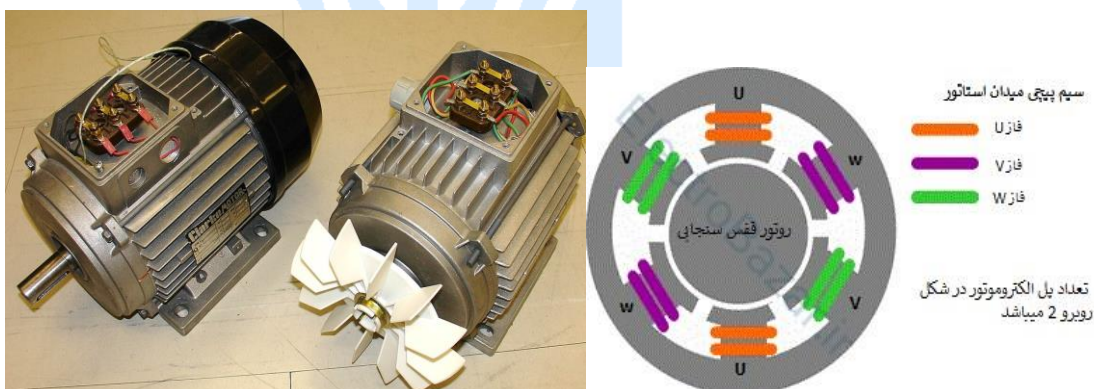
با استفاده از ابزارهای کارگاه برق در کارگاه و رعایت اصول ایمنی مدار شکل ۲-۱۱ را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد مربوطه یا مسئول کارگاه اطلاع دهید.

سوال: در مورد چگونگی کارکرد و عملکرد هریک از المان‌های به کاررفته در آیفون تصویری و ارتباط آنها با یکدیگر توضیح دهید.

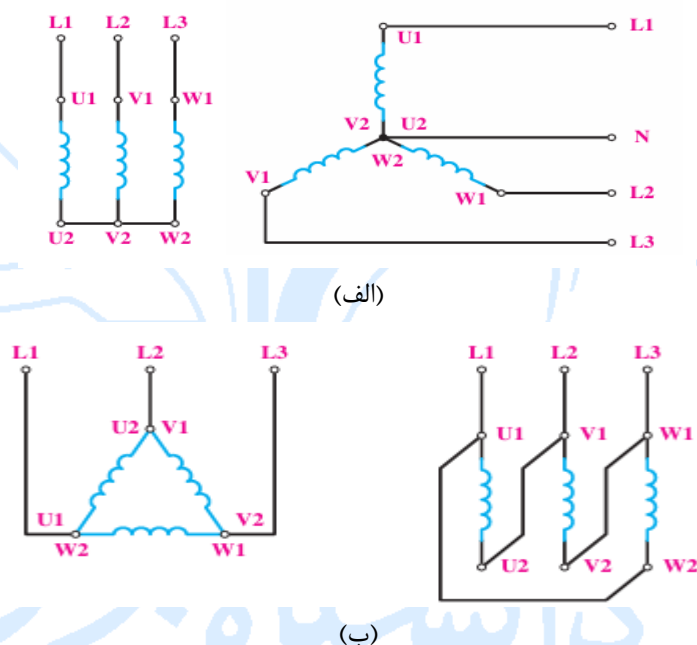
قسمت سوم: برق صنعتی

۱-۳- آشنایی با ادوات سه فاز و کاربردهای آن

از مهمترین مصرف کننده‌هایی که امروزه در زندگی روز مره و صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد موتورهای القایی سه فاز هستند. موتورهای القای سه فاز در آسانسور، پمپ‌های آب، تسمه نقاله، دستگاه پرس و سایر کاربردهای صنعتی استفاده می‌شود. ساختمان یک موتور القایی در شکل ۱-۳ نشان داده شده است که از دو قسمت تشکیل شده است: استاتور که در قسمت هسته آهنی ثابت سیم‌پیچی‌های سه فاز بر روی آن سوار هستند و روتور قسمت چرخنده موتور که معمولاً به صورت قفسه سنجابی ساخته می‌شود.



شکل ۱-۳- موتور القایی سه فاز به همراه ساختمان آن.



شکل ۲-۳- نحوه اتصال سیم‌پیچی‌های موتور القایی سه فاز، (الف) اتصال ستاره، (ب) اتصال مثلث

نحوه عملکرد موتور القایی سه فاز به این صورت است که با اعمال برق سه فاز به سه عدد سیم‌پیچی هسته ثابت (استاتور)، در فاصله هوایی بین استاتور و روتور یک میدان گردان ایجاد می‌گردد و این میدان سبب چرخش رتور می‌گردد. نحوه اتصال سیم‌پیچی‌های هرفاز با یکدیگر در موتور به دو صورت اتصال ستاره و اتصال مثلث انجام می‌گیرد که به ترتیب در شکل ۲-۳

(الف) و (ب) نشان داده شده است و هر کدام از آن‌ها در دو حالت متفاوت از لحاظ شکلی نمایش داده شده‌اند که دارای ساختار اتصال ی‌کسانی هستند. در اتصال ستاره بر روی هر سیم‌پیچ ولتاژ ۲۲۰ ولت می‌افتد و در اتصال مثلث روی هر سیم‌پیچ ولتاژ ۳۸۰ ولت می‌افتد که با افزایش ولتاژ، سرعت گردش روتور افزایش می‌یابد. در ادامه به مهم‌ترین ادواتی که در مسیر برق سه فاز برای حفاظت و کنترل موتور القایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، پرداخته می‌شود که عبارتند از:

۱- فیوز سه فاز

۲- کنتاکتور

۳- رله حرارتی بی‌متال

۴- کلید مدار شکن MCCB

فیوز سه فاز:

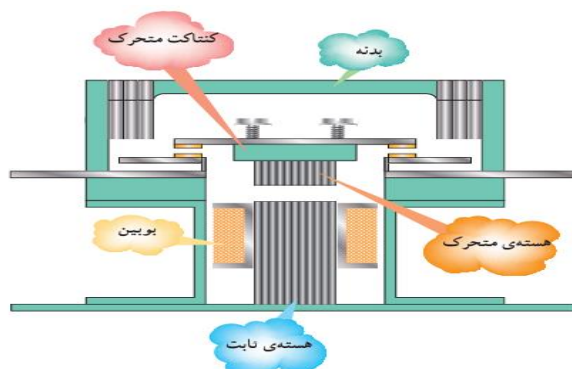
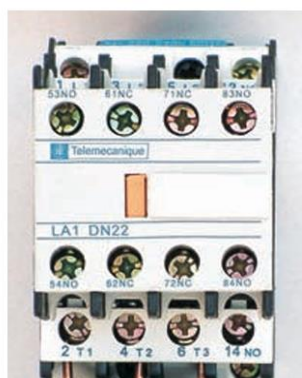
فیوزهای سه فاز که در شکل ۳-۳ نشان داده شده‌اند در مسیر سه فاز قرار می‌گیرند برای قطع لحظه‌ای جریان طراحی شده‌اند. جریان نامی فیوز را برای موتورهای القایی در حدود پنج برابر جریان نامی موتور در نظر می‌گیرند، زیرا موتورها در هنگام راه‌اندازی بیشتر از ۵ برابر جریان نامی، جریان می‌کشند و فیوز نباید در این حالت عمل کند.



شکل ۳-۳- فیوز سه فاز مینیاتوری

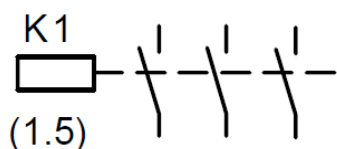
کنتاکتور:

یک کلید الکترومغناطیسی جهت قطع و وصل سریع مسیر سه فاز با استفاده از برق تک فاز است. یک کنتاکتور سه‌فاز به همراه ساختمان آن در شکل ۳-۴ نشان داده شده است. کنتاکتورها دارای یک بوبین یا سیم‌پیچ بوده در دور یک هسته آهنی ثابت قرار دارد و با اعمال برق تک‌فاز به آن خاصیت مغناطیسی پیدا کرده و قسمت هسته آهنی متحرک را به سمت خود جذب می‌کند. بعد از جابه‌جایی هسته متحرک تعداد کنتاکت یا تیغه مسی به هم برخورد کرده و می‌توانند همانند کلید مسیر جریان را وصل کنند. همچنین تعدادی کنتاکت یا تیغه نیز از هم جدا می‌شوند که در واقع مسیر جریان را می‌توانند قطع کنند. از مزایای کنتاکتور سه‌فاز می‌توان به افزایش ایمنی کاربر از نظر حفاظت در برابر برق سه‌فاز، قابلیت کنترل پذیری از راه دور و یا از چندین مکان، امکان طراحی مدار فرمان و سرعت بالا قطع و وصل کلید الکترومغناطیسی اشاره کرد.

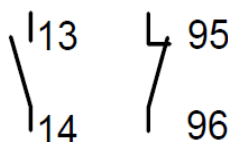


شکل ۳-۴- کنتاکتور سه فاز و ساختمان آن.

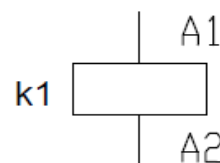
کنتاکتورها دارای سه عدد کنتاکت اصلی برای قطع وصل مسیر سه فاز هستند و دو عدد ترمینال باز یا کنتاکت (N.O) که در حالت عادی قطع و موقع برقرار شدن بوبین وصل می‌شوند و دو عدد ترمینال بسته یا کنتاکت (N.C) که در حالت عادی وصل و موقع برقرار شدن بوبین قطع می‌شوند. شماتیک نقشه کشی هریک از کنتاکت‌ها در شکل ۳-۵ نشان داده شده است.



(ج)



(ب)

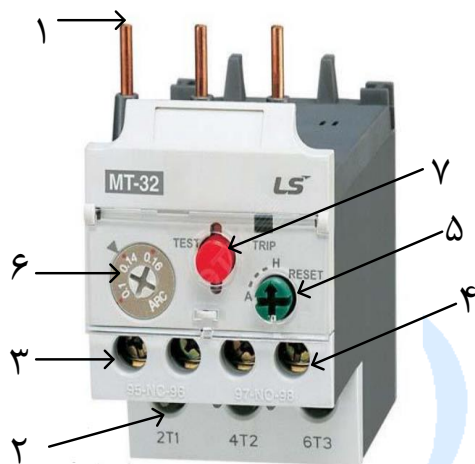


(الف)

شکل ۳-۵- شماتیک نقشه کشی کنتاکتور سه فاز، (الف) کنتاکت‌های اصلی، (ب) کنتاکت‌های کمکی باز و بسته (NC) و (ج) بوبین کنتاکتور (NO).

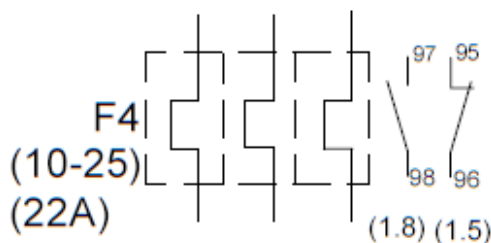
رله حرارتی بی‌متال:

این رله نوعی کلید حرارتی است که برای حفاظت از موتور سه فاز جهت قطع مسیر سه فاز در اضافه بار یا جریان تدریجی عبوری از آن استفاده می‌شود و در جریان نامی موتور تنظیم می‌شود. رله بی‌متال به همراه مشخصات آن در شکل ۳-۶ نشان داده شده است و شماتیک نقشه کشی این رله که در مسیر سه فاز قرار می‌گیرد به همراه ترمینال‌های باز و بسته (NC-NO) در شکل ۳-۷ مشخص شده است. کنتاکت‌های بی‌متال همانند کنتاکتور در مدار فرمان استفاده می‌شود و در موقع عملکرد بی‌متال در برابر اضافه جریان، این کنتاکت‌ها تغییر وضعیت خواهند داد.



- ۱- تیغه‌های اتصال به کنتاکتور
- ۲- پیچ‌های اتصال به موتور
- ۳- ترمینال اتصال بسته NC
- ۴- ترمینال اتصال باز NO
- ۵- دگمه راه‌انداز مجدد رله (دستی - اتوماتیک)
- ۶- پیچ تنظیم جریان
- ۷- دگمه برگشت پذیر به حالت عادی

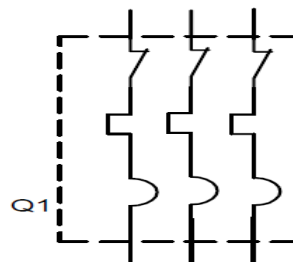
شکل ۳-۷- رله حفاظتی بی‌متال



شکل ۳-۷- شماتیک نقشه کشی رله بی‌متال

کلید مدار شکن اتوماتیک MCCB (Main Current Circuit Breaker)

این کلید معمولاً در ورودی تابلوهای برق قبل از فیوزها قرار می‌گیرد و هیچ عنصری برای مدار فرمان ندارد و برق سه فاز کل تابلو را قطع یا وصل می‌نماید که در شکل ۳-۸ این کلید به همراه شماتیک نقشه کشی آن مشخص شده است. این کلید نه تنها یک کلید دستی برای قطع و وصل کل مسیر سه فاز دارد بلکه دارای یک رله الکترومغناطیسی برای محافظت در برابر اتصال کوتاه و یک رله حرارتی با قابلیت تنظیم جریان برای محافظت در برابر اضافه بار یا اضافه جریان تدریجی است.



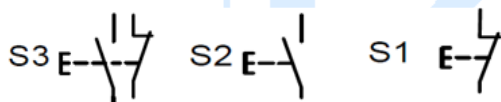
شکل ۳-۸- کلید MCCB و شماتیک نقشه کشی کلید.

کلیدهای فشاری یا شستی‌ها:

شستی‌ها معمولاً به ۳ نوع تقسیم بندی می‌شوند که عبارتند از: ۱- شستی استارت ۲- شستی استاپ ۳- شستی دابل. این نوع شستی‌ها موقع فشار دادن تغییر وضعیت می‌دهند و به محض رها کردن به حالت اولیه برمی‌گردند. شستی‌های استارت همانند ترمینال باز یا کنتاکت N.O هستند و از نظر ظاهری سبز رنگ هستند. شستی‌های استاپ همانند ترمینال بسته یا کنتاکت N.C هستند و از نظر ظاهری قرمز رنگ هستند. شستی‌های دابل از نظر ظاهری شبیه شستی‌های استاپ یا استارت بوده با این تفاوت که ۲ عدد کنتاکت باز و بسته در ساختار خود دارند. انواع شستی‌ها به همراه نماد نقشه‌کشی آنها در شکل ۹-۳ نشان داده شده است.



شستی
دابل



دابل

استارت

استاپ

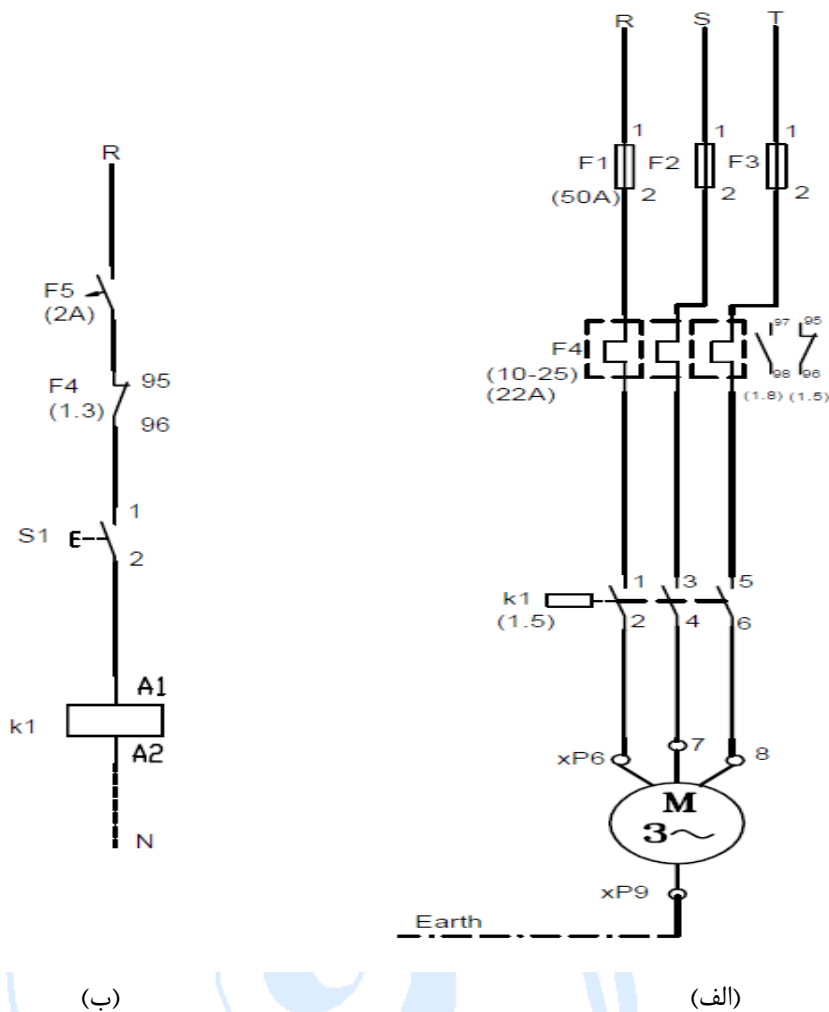
شکل ۹-۳- انواع شستی‌ها

۳-۲- آشنایی با نحوه راه اندازی لحظه‌ای موتور القایی سه فاز

در مدار شکل ۳-۱۰ مدار قدرت و مدار کنترل (فرمان) نشان داده شده است. در شکل ۳-۱۰ (الف) مدار کنترل یا فرمان نشان داده شده است که از فاز R انشعاب گرفت شده است و بعد از عبور از فیوز، کنتاکت و شستی استارت به ترمینال A1 بوبین کنتاکتور متصل می‌شود. در شکل ۳-۱۰ (ب) مدار قدرت نشان داده شده است. ابتدا در مسیر برق سه فاز (R,S,T) فیوز سه فاز (یا در مسیر هر فاز یک عدد فیوز) قرار می‌گیرد. بعد از فیوز کنتاکت‌های اصلی رله بی‌متال و کنتاکتور در مسیر برق سه فاز قرار می‌گیرد و در نهایت به موتور متصل می‌شود.

وسایل مورد نیاز آزمایش: فیوز سه فاز، یک عدد کنتاکتور، رله بی‌متال، کلید استارت، موتور القایی سه فاز

با توجه به ابزارهای کارگاه برق مطابق شکل مدارها را ببندید و در نهایت به موتور سه فاز متصل نمایید و برای راه‌اندازی به استاد یا مسئول مربوطه اطلاع دهید.



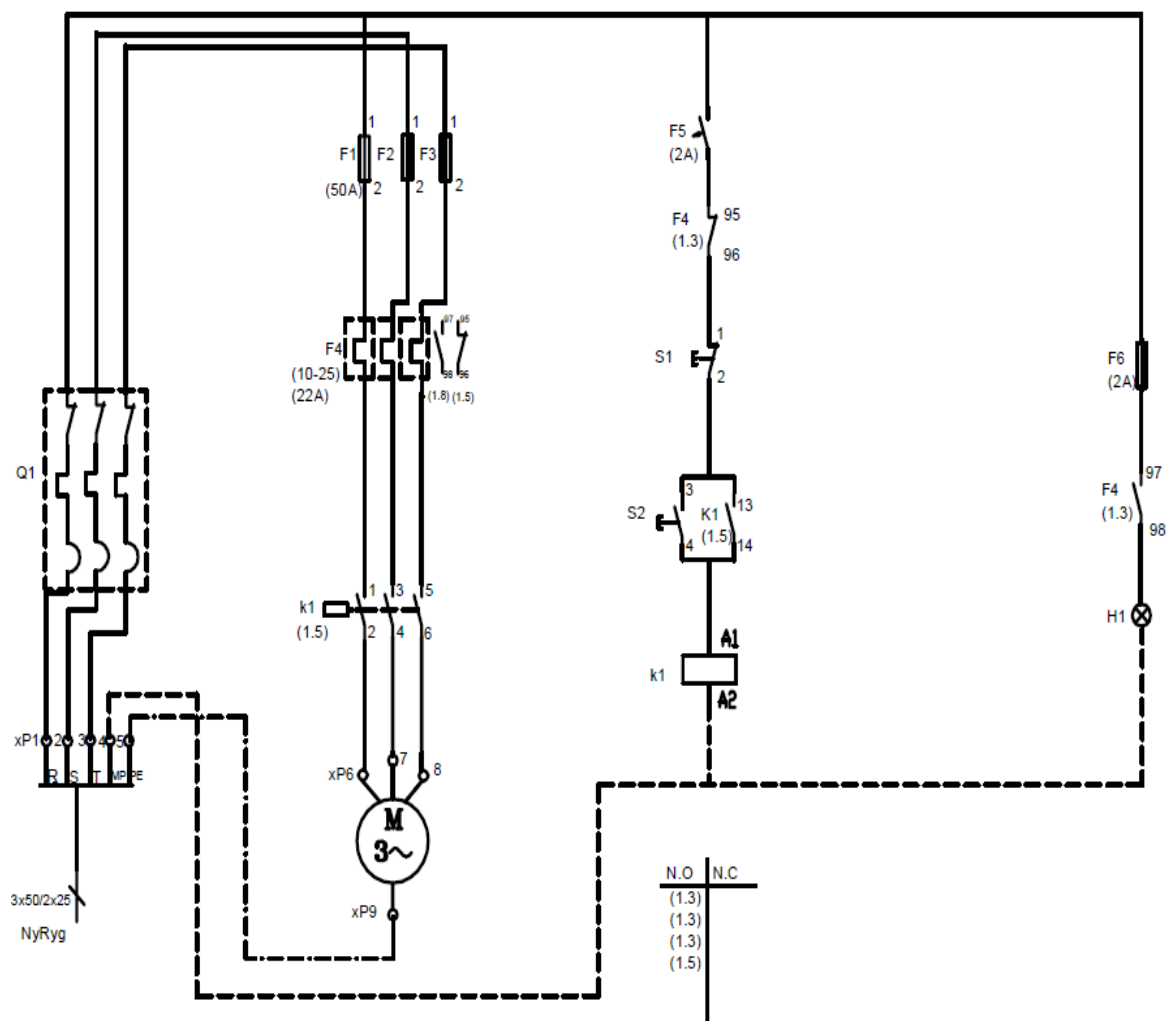
شکل ۳-۱۰- مدار راه‌اندازی لحظه‌ای موتور القایی سه‌فاز، (الف) مدار کنترل (فرمان)، (ب) مدار قدرت

سوالات:

- ۱- در مورد کاربرد و نحوه سیم‌بندی و عملکرد هریک از مدارهای قدرت و کنترل توضیح دهید.
- ۲- با توجه به مدار شکل زیر در چه صورتی در این مدار رله بی‌متال عمل می‌کند و در صورت عملکرد آن چه اتفاقی در مدار می‌افتد؟ آیا مدار کنترل قطع می‌شود؟ توضیح دهید.

۳-۳- راه‌اندازی دائم موتور القایی سه‌فاز

در مدار شکل ۳-۱۱ مدار قدرت و مدار کنترل نشان داده شده است. با توجه به ابزارهای کارگاه برق مطابق شکل مدارها را ببندید و در نهایت به موتور وصل کنید. وسایل مورد نیاز آزمایش: فیوز سه فاز، یک عدد کنتاکتور، رله بی‌متال، کلید استارت، کلید استاپ



شکل ۳-۱۱- مدار کنترل و مدار قدرت راهاندازی دائم موتور القایی سه فاز

سوالات:

- ۱- در مورد کاربرد و نحوه عملکرد هر یک از مدارهای قدرت و کنترل توضیح دهید.
- ۲- نقشه صنعتی راهاندازی دائم موتور القایی سه فاز را با استفاده از نرم افزار اتوکد رسم کرده و در گزارشکار بیاورید.
- ۳- نوع کنتاکت کمکی کنتاکتور در مدار کنترل چیست و در چه صورتی عمل می کند؟
- ۵- لامپ H1 در مدار چه زمانی روشن می شود و روشن شدن آن نشانه چیست؟
- ۶- اگر در مدار کنترل به جای کنتاکت کمکی K1 از کنتاکت کمکی N.C استفاده شود، در مدار قدرت و فرمان چه اتفاقی می افتد؟
- ۷- در صورتی که موتور با استفاده از این مدار در حال کارکرد باشد چه کاری برای توقف موتور می توان کرد؟
- ۸- نقش کلید MCBB را در مدار توضیح دهید و در صورت وجود سه عدد موتور سه فاز در مدار چه تعداد از این کلیدها لازم است؟

۳-۴- راه اندازی موتور القایی سه فاز از دو مکان (راه اندازی لحظه‌ای یا دائم)

شکل ۳-۱۲ از دو مدار کنترل تشکیل شده است. سیم بندی مدار قدرت را همانند آزمایش قبل ببندید و مدار کنترل را یک بار به صورت شکل ۳-۱۲ (الف) ببندید و موتور را راه‌اندازی و تست کنید و بار دیگر مدار کنترل شکل ۳-۱۲ (ب) را ببندید و برای راه‌اندازی به استاد یا مسئول مربوطه اطلاع دهید.

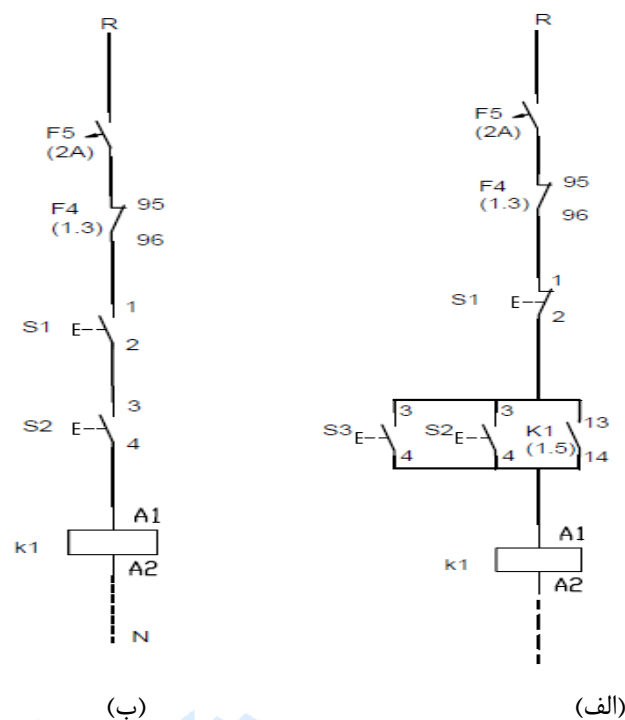
وسایل مورد نیاز آزمایش: فیوز سه فاز، یک عدد کنتاکتور، رله بی‌متال، دو عدد شستی استارت، شستی استاپ

سوال:

۱- تفاوت‌ها و نحوه عملکرد دو مدار در چیست؟

۲- در مورد کاربرد هریک از مدارهای کنترل توضیح دهید.

۳- در مورد انواع کنتاکتورها بر اساس اعداد نوشته شده روی آن‌ها و تفاوت آن‌ها با یکدیگر برای انواع بارها تحقیق کنید.

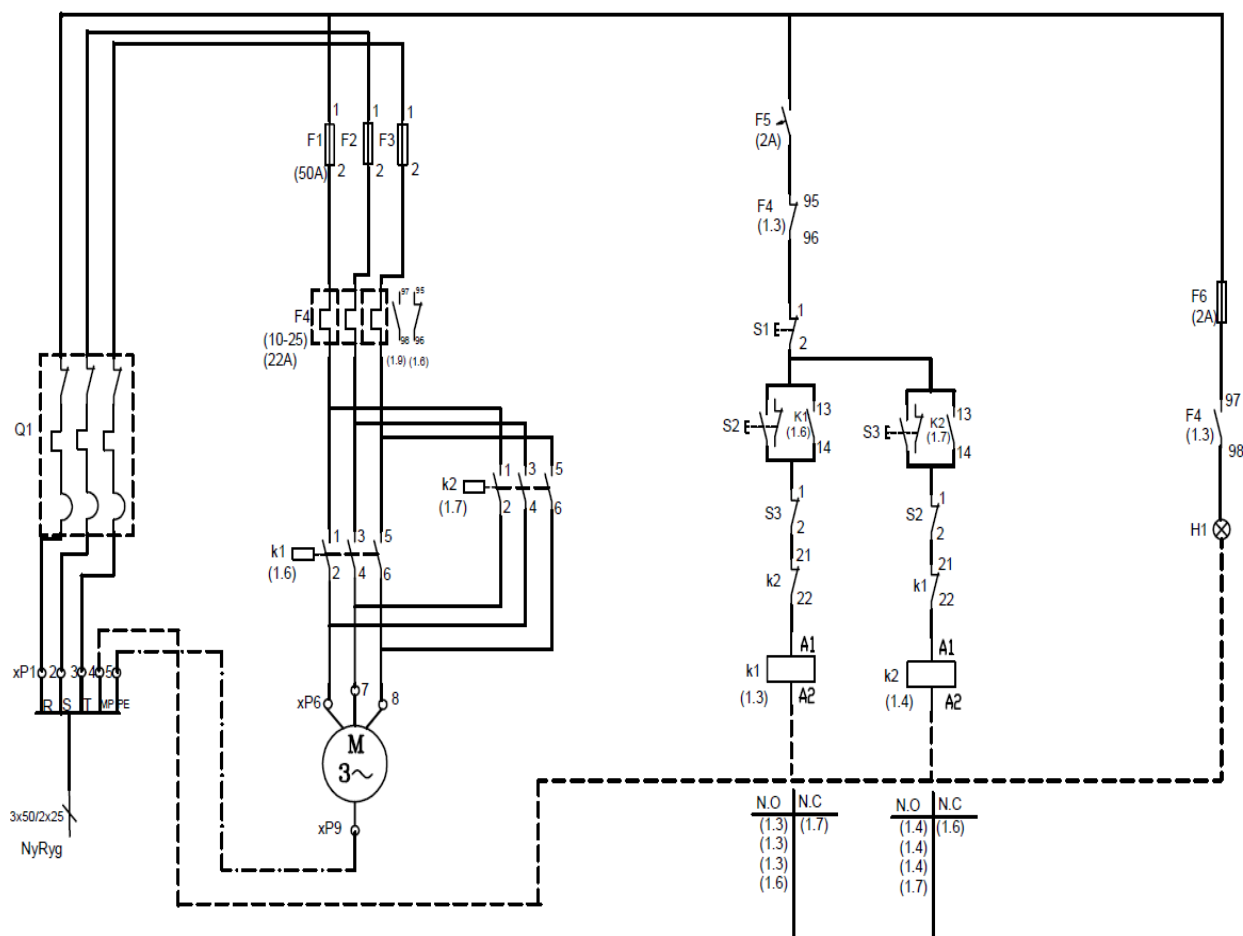


شکل ۳-۱۲- مدار کنترل (فرمان) راه‌اندازی از دو مکان موتور القایی سه فاز، (الف) شستی‌های سری، (ب) شستی‌های موازی

۳-۵- راه اندازی موتور القایی سه فاز به صورت چپ‌گرد و راست‌گرد

در مدار شکل ۳-۱۳ مدار قدرت و مدار کنترل نشان داده شده است. با توجه به ابزارهای کارگاه برق مطابق شکل مدارها را ببندید و در نهایت به موتور وصل کنید و برای راه‌اندازی به استاد یا مسئول مربوطه اطلاع دهید.

وسایل مورد نیاز آزمایش: فیوز سه فاز، دو عدد کنتاکتور، رله بی‌متال، دو عدد شستی دابل، کلید استاپ



شکل ۳-۱۳- مدار کنترل و مدار قدرت راه‌اندازی چپ‌گرد و راست‌گرد موتور القایی سه‌فاز

سوالات:

- ۱- در مورد کاربردهای مدار راه‌اندازی چپ‌گرد- راست‌گرد توضیح دهید.
- ۲- چرا در مدار قدرت این ساختار از دو کنتاکتور استفاده شده است؟ نحوه عملکرد هر یک از مدارهای قدرت و کنترل و المان‌های آن را توضیح دهید؟
- ۳- به چه دلیلی به جای شستی‌های دابل S2 و S3، از شستی معمولی استفاده نشده است و اگر شستی معمولی استارت استفاده شود، چه اتفاقی در مدار می‌افتد؟
- ۴- دلیل اینکه کنتاکت‌های کمکی N.O برای کنتاکتور اول در مسیر بوبین کنتاکتور دوم قرار گرفته و یا کنتاکت‌های کمکی N.O برای کنتاکتور دوم در مسیر بوبین کنتاکتور اول قرار گرفته، چیست؟
- ۵- نقشه صنعتی راه‌اندازی چپ‌گرد- راست‌گرد موتور القایی سه‌فاز را با استفاده از نرم‌افزار اتوكد رسم کنید و در گزارشکار بیاورید.

۳-۶- راه اندازی موتور القایی سه فاز به صورت اتصال ستاره و مثلث

در مدار شکل ۳-۱۴ مدار قدرت و مدار کنترل راه اندازی ستاره - مثلث نشان داده شده است.

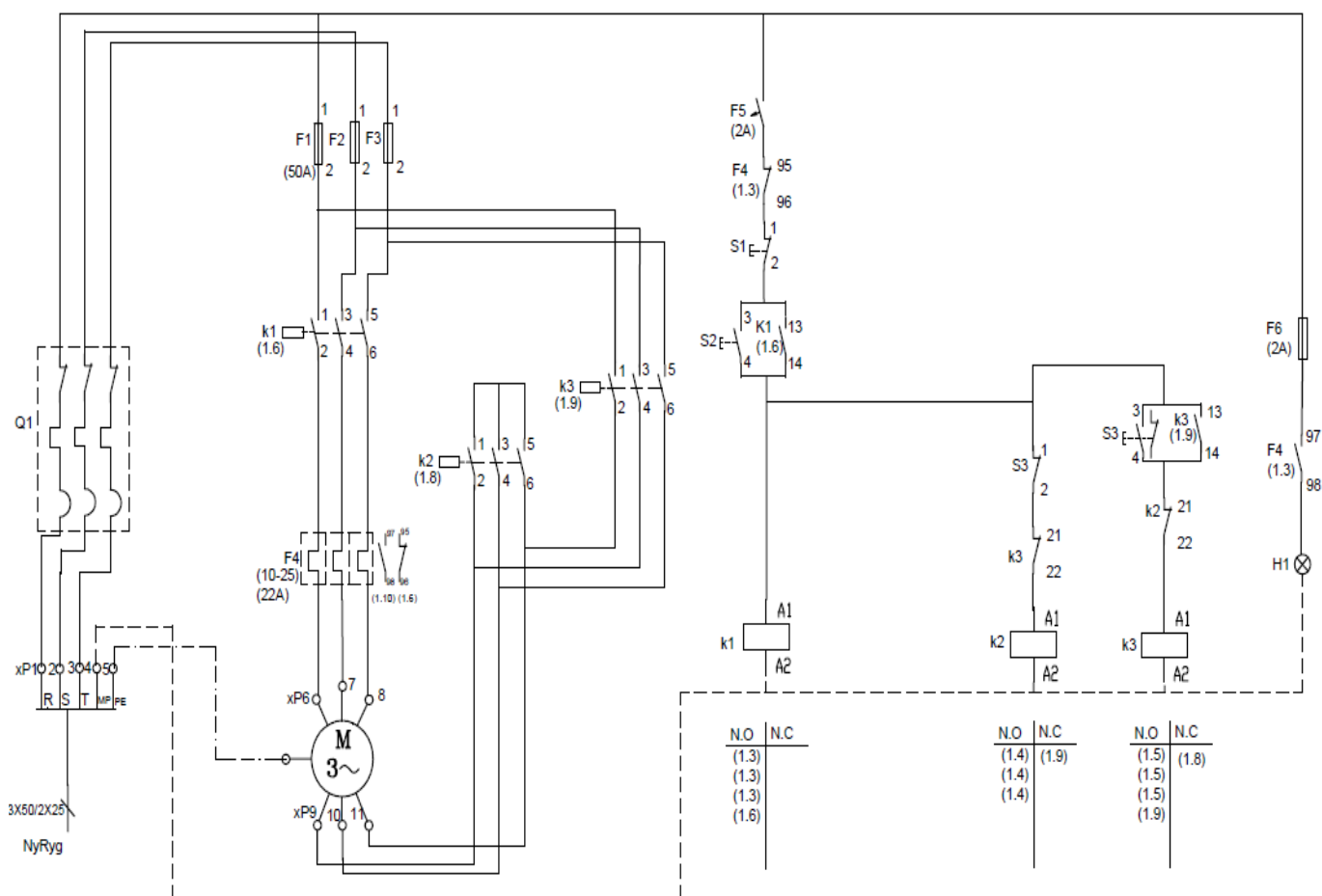
با توجه به ابزارهای کارگاه برق مطابق شکل مدارها را ببندید و در نهایت به موتور وصل کنید. وسایل مورد نیاز آزمایش: فیوز سه فاز، سه عدد کنتاکتور، رله بی متال، یک عدد شستی دبل، یک عدد شستی استارت و یک عدد شستی استاپ

سوالات:

۱- در مورد نحوه سیم بندی و عملکرد مدار فرمان و مدار قدرت به طور کامل توضیح دهید؟

۲- علت راه اندازی موتور القایی به صورت ستاره- مثلث را با توجه به ولتاژها و روابط توضیح دهید.

۳- اگر موتور ابتدا به صورت مثلث و سپس به صورت ستاره راه اندازی شود، چه اتفاقی می افتد؟

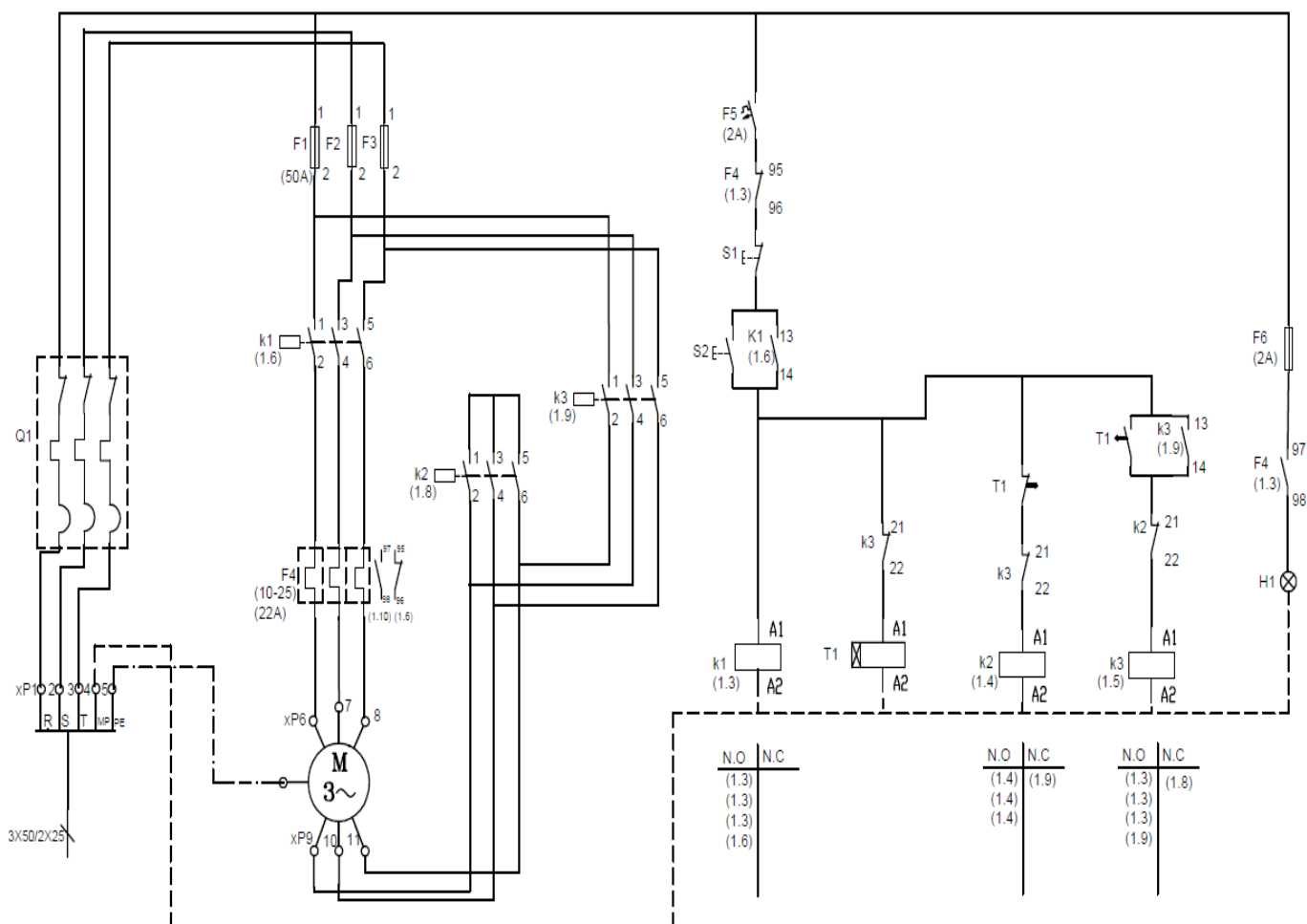


شکل ۳-۱۴- مدار کنترل و مدار قدرت راه اندازی ستاره - مثلث موتور القایی سه فاز

۳-۷- راه اندازی موتور القایی سه فاز به صورت اتصال ستاره مثلث اتوماتیک با

استفاده از تایمر

در مدار شکل ۳-۱۵ مدار قدرت و مدار کنترل راه اندازی ستاره- مثلث اتوماتیک نشان داده شده است. با توجه به ابزارهای کارگاه برق مطابق شکل مدارها را ببندید و در نهایت به موتور وصل کنید. وسایل مورد نیاز آزمایش: فیوز سه فاز، دو عدد کنتاکتور، رله بی متال، دو عدد شستی دابل، کلید استاپ، تایمر



شکل ۳-۱۵- مدار کنترل و مدار قدرت راه اندازی ستاره - مثلث اتوماتیک موتور القایی سه فاز

سوالات:

- ۱- در مورد نحوه سیم بندی و عملکرد مدار فرمان و مدار قدرت ستاره- مثلث اتوماتیک به طور کامل توضیح دهید؟
- ۲- علت راه اندازی ستاره- مثلث موتور القایی به صورت اتوماتیک چیست و تفاوت آن با راه اندازی ستاره- مثلث معمولی در چیست؟
- ۳- در مورد تایمر و نحوه عملکرد و ترمینال های آن توضیح دهید.