دانشکده برق، کامپیوتر و فناوری های پیشرفته

گروه مهندسی برق

دستورکار کارگاه برق

تهیه کنندگان:

آقای دکتر سجاد گلوانی

آقای مهندس مجید نیک‌زاد

تاریخ تنظیم:

آذرماه ۱۳۹۳

فهرست

مقدمه ۱

خطرات انرژی برق ۱

ولتاژ ها و جریان ها در یک مدار سه فاز ۳

اتصال ستاره Y ۴

اتصال Δ مثلث: ۶

فصل اول آشنایی با انواع کلید و پریز و مدارهای سیمکشی خانگی ۸

کلیدها ۸

کلید یک پل: ۸

کلید دو پل : ۹

کلید تبدیل (تعویض): ۹

پریزها ۱۰

جعبه تقسیم ۱۱

کار عملی ۱۲

۱- مدار کلید تک پل: ۱۲

۲- مدار کلید دو پل: ۱۳

۳- مدار کلید تبدیل: ۱٤

٤- مدار تایمر راهپله: ۱٥

٥- مدار رله نوری (فتوسل): ۱٦

فصل دوم برق صنعتی (مدار راه انداز موتور سه فاز) ۱۸

معرفی تجهیزات مورد استفاده ۱۸

فیوز: ۱۸

کنتاکتور: ۱۸

شستي: ۲۰

کار عملی ۶ (برای انجام آزمایش زیر حتما بخش قبل را مطالعه نمایید) ۲۱

بیمتال ۲۱

رله زمانی (تایمر) ۲۲

تایمر الکترومکانیکی ۲۲

تایمر الکترونیکی ۲۳

تایمر پنیوماتیك: ۲۳

تایمر حرارتي (رله زماني حرارتي) : ۲۳

لامپ سیگنال ۲٤
نحوه اتصال ترمینالهای موتور سهفاز به صورت ستاره ومثلث ۲۵
جدول ۲-۱ علائم اختصاری مورد استفاده برای مدار فرمان ۲۷
کار عملی ۷ : مدار راهانداز موتور سهفاز لحظهای ۲۹
کار عملی ۸ : مدار راهانداز موتور سهفاز دائمی ۳۰
کار عملی ۹: ۳۱
کار عملی ۱۰: مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت چپگرد راستگرد معمولی ۳۱
کار عملی ۱۱: مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت چپگرد راستگرد سریع ۳۲
فصل سوم معرفی نرمافزار شبیهسازی مدارهای فرمان (EKTS) ۳۳
۳-۱ نصب ۳۳
۳-۲ اجرای برنامه ۳۳
۳-۳ واسط کاربری ۳۴
۳-۴ کار کردن با فایلها ۳۵
۳-۵ طراحی مدار ۳۵
۳-۵-۱ عملیات روی قطعات ۳۵
۳-۵-۲ اتصال مدار ۳۸
۳-۵-۳ گره ۳۹
۳-۵-٤ متن توضیحی ۳۹
۳-۵-۵ لیست کردن قطعات مورد استفاده ٤۰
۳-۵-٦ طراحی مدار راهاندازی و توقف موتور سهفاز ٤۱
۳-۶ اجرای مدار طراحی شده ۴۱
۳-۷ مثالها ۴۲

بسمه تعالی

مقدمه

گفته می‌شود که انرژی الکتریکی در صنعت چون جریان خون در بدن زنده است. استفاده از انرژی الکتریکی بدلیل دارا بودن خصوصیات جالب توجه آن بسرعت توسعه یافته است. براحتی قابل کنترل و انتقال می‌باشد، جزء انرژی‌های پاک بشمار می‌رود و بسهولت به انرژی‌های دیگر مورد نیاز بشر قابل تبدیل است. ولی باوجود این خصوصیات دو عیب عمده دارد، یکی اینکه بمیزان قابل ملاحظه ذخیره نمی‌شود و دیگری اینکه در صورتی‌که درست کنترل نشود ممکن است خطرات وخرابی‌های زیادی به بار آورد.

خطرات انرژی برق

۱. خطر ایجاد حریق
۲. خطر برق‌گرفتگی

۱- خطر ایجاد حریق

عبور جریان الکتریکی از سیم ها و کلیدها و سایر وسایل برقی موجب ایجاد حرارت می شود که بصورت عادی به محیط اطراف منتقل می شود در صورت استفاده نکردن از وسایل متناسب با مقدار جریان و یا فرسوده شدن قطعاتی که در مسیر جریان قرار دارند حرارت بیشتر از حد مجاز تولید می گردد. این حرارت اضافی باعث از بین رفتن عایق های سیم ها شده و موجب ایجاد جرقه الکتریکی می گردد. حرارت ناشی از جرقه در شرایطی می تواند موجب بروز حریق گردد.

پس باید

۱- سیم ها و وسایل مناسب انتخاب گردد.
۲- مدارها بوسیله فیوز با اندازه صحیح حفاظت گردد.
۳- می توان با آزمایش سیستم برقی بصورت سالی یک بار از ضعیف شدن عایق ها باخبر شد.

۲- خطر برق گرفتگی

فرمانهای حرکت عضلات بدن از مغز بوسیله جریان های برق بسیار ضعیف از طریق سلسله اعصاب مخابره می شود. اگر جریان برق قوی از خارج روی اعصاب اثر بگذارد موجب حرکات ناگهانی و بسیار شدید عضلانی می گردد که برق گرفتگی یا شوک نامیده می‌شود و ممکن است کار آن قسمت را بطور موقت یا دائم مختل یا متوقف کند. مختل شدن کار برخی قسمتها نظیر مغز، قلب یا ششها می‌تواند سریعا سبب مرگ شود.

میزان خطر برق‌گرفتگی به عوامل زیر بستگی دارد.

۱- مقدار جریان

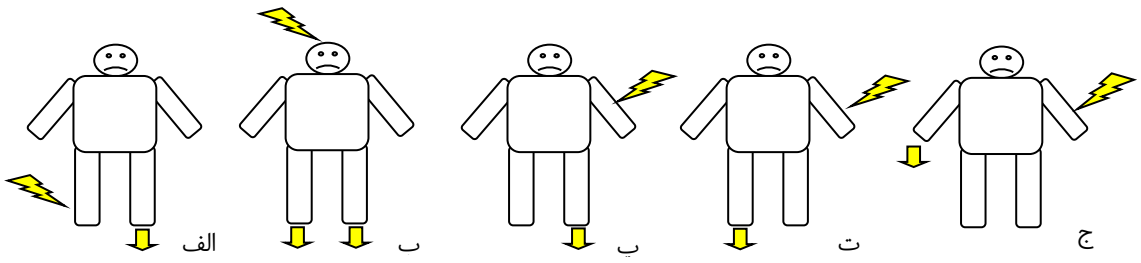
ارتباط مقدار جریان با آسیب وارد شده به بدن طبق جدول ۱-۱ (برای برق ۵۰ هرتز) می‌باشد.

جدول ۱-۱ : اثر جریان‌های برق روی بدن انسان

اثر	جریان (بر حسب میلی آمپر)
غیر قابل تشخیص	$I < ۱$
همراه با ناراحتی قابل تحمل	$۱ < I < ۵$
همراه با ناراحتی شدید	$۵ < I < ۱۲$
آستانه از دست رفتن کنترل عضلات و قدرت رها کردن سیم ها	$I = ۱۶$ (مردان) $I = ۱۰/۵$ (زنان)
اختلال سیستم تنفسی	$I > ۳۰$
بی نظمی یا توقف کامل قلب یا هلاکت	$I > ۷۵$

۲- مسیر عبور جریان

مسیرهای مختلف عبور جریان از بدن



شکل ۱-۱: مسیرهای مختلف عبور جریان از بدن

خطرناکترین مسیر شکل ۱-۱ ت و مسیر کم خطر از بین دو پا که در شکل ۱-۱ الف نشان داده شده می باشد.

۳- مدت تأثیر جریان

۴- فرکانس جریان:

مهلکترین فرکانس‌ها همین فرکانس‌های صنعتی یعنی ث۵۰-۶۰ هرتز هستند. فرکانس‌های بالا بیشتر تمایل به سوزندگی و فرکانس‌های پایین می‌لرزانند.

احتیاط های ایمنی

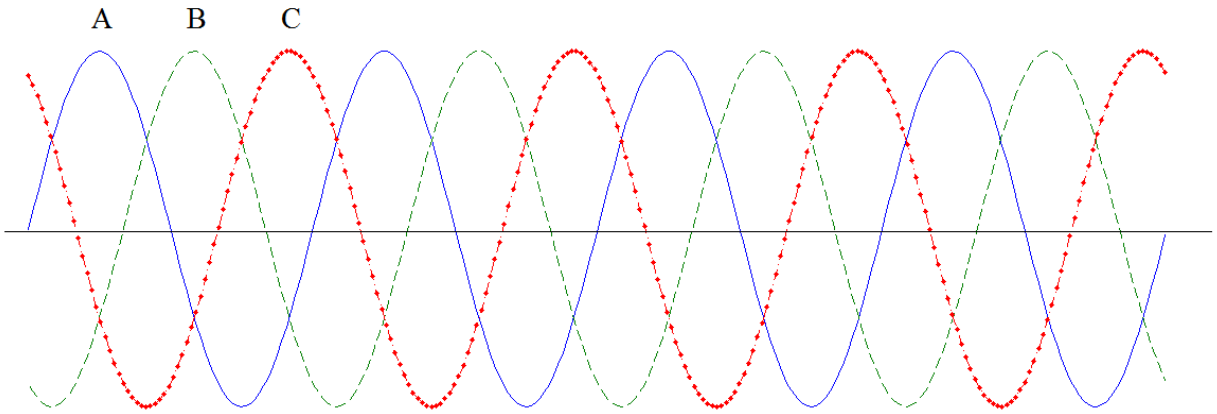
۱- هیچگاه روی مدار برق‌دار (گرم) کار نکنید. معمولا قطع برق در برخی ساعات بدون اشکال است.

۲- قبل از کار با مدار از قطع بودن آن اطمینان حاصل کنید، به قطع بودن کلید اکتفا نکنید چون ممکن است کلید اشتباها روی سیم نول نصب شده باشد.

۳- در صورتیکه ناچارید روی سیستم گرم کار کنید از کفش‌های کف پلاستیکی و از ابزار با عایق‌بندی سالم استفاده کنید. در نظر داشته باشید که عایق ابزار به مرور زمان معیوب می‌گردد.

ولتاژ ها و جریان ها در یک مدار سه فاز

بیشتر بارهای صنعتی سه‌فازند، یعنی دارای سه منبع ولتاژ با دامنه و فرکانس یکسان هستند، با این تفاوت که از نظر زمانی ۱۲۰ درجه اختلاف فاز دارند.



شکل۱-۲: شکل موج ولتاژ سه فاز

که بصورت زیر نوشته می‌شود.

$$\begin{cases} V_A = V \sin \omega t \\ V_B = V \sin(\omega t - 120) \\ V_C = V \sin(\omega t - 240) \end{cases}$$

و اما نمایش فازوری آن بصورت زیر می‌باشد:

$$\begin{cases} V_A = V\angle 0° \\ V_B = V\angle -120° \\ V_C = V\angle 120° \end{cases}$$

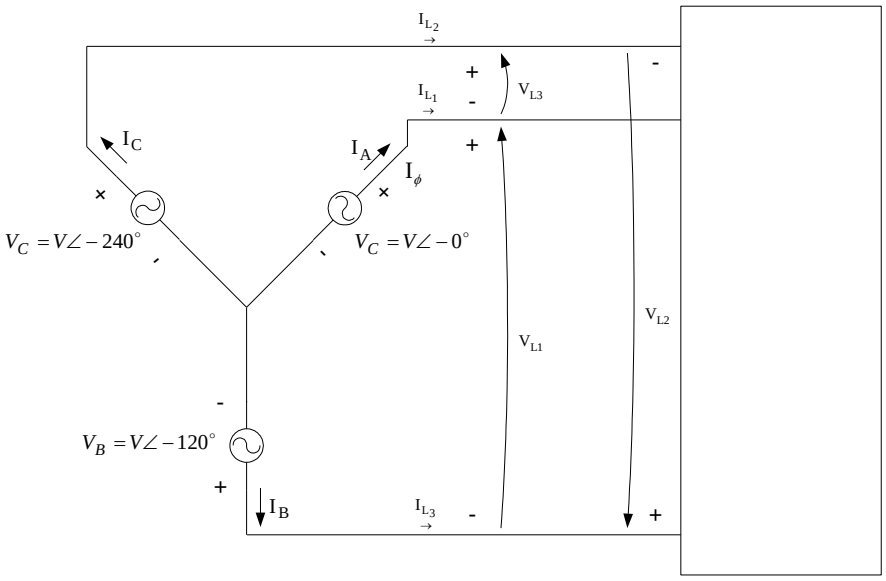
هر مولد و هر بار در سیستم قدرت سه فاز می تواند به صورت ستاره یا مثلث وصل شود. در یک سیستم قدرت سه فاز تعدادی مولد و بار با اتصال ستاره یا مثلث می تواند وجود داشته باشد.

شکل(۱-۳) مولد سه فاز را با اتصال ستاره نشان می دهد. ولتاژها وجریانها در یک فاز معین را کمیات فازی (با اندیس ϕ) می‌نامند و ولتاژها وجریانهای خطوط وصل به مولدها کمیات خط (با اندیس L) نامیده می شوند. رابطه بین کمیات خطی و فازی برای یک مولد یا بار بستگی به نوع اتصال دارد.

اتصال ستاره Y

یک مولد با اتصال ستاره که به بار مقاومتی وصل شده در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. ولتاژهای فازی در این مولد عبارتند از:

$$V_A = V\angle 0^\circ$$
$$V_B = V\angle -120^\circ$$
$$V_C = V\angle -240^\circ$$



شکل ۱-۳: اتصال مولد ستاره به بار مقاومتی

چون بار متصل به این مولد اهمی است جریان در فاز با ولتاژ همفاز است. بنابراین جریان در فاز برابر است با:

$$I_A = I\angle 0^\circ$$

$$I_B = I\angle -120^\circ$$

$$I_C = I\angle -240^\circ$$

از شکل ۵ واضح است که جریان در هر خط معادل جریان در فاز متناظر است.

در اتصال ستاره:

$$I_L = I_\phi \quad \text{Y اتصال}$$

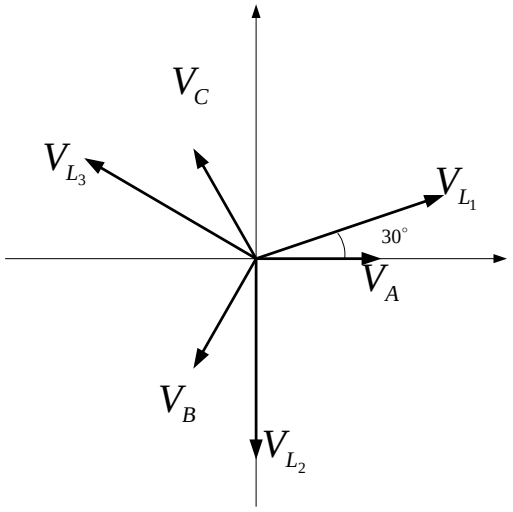
رابطه بین ولتاژ خطی و فازی با اعمال قانون حلقه بدست می آید.

$$
\begin{aligned}
V_{L1} &= V_A - V_B \\
&= V\angle 0^\circ - V\angle -120^\circ \\
&= V - (-\frac{1}{2}V - j\frac{\sqrt{3}}{2}V) \\
&= \frac{3}{2}V + j\frac{\sqrt{3}}{2}V \\
&= \sqrt{3}V(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2}) \\
&= \sqrt{3}V_\phi\angle 30^\circ
\end{aligned}
$$

لذا رابطه بین مقدار ولتاژخطی و فازی در مولد یا بار با اتصال ستاره چنین است:

$$V_L = \sqrt{3}V_\phi \quad \text{Y اتصال}$$

بعلاوه ولتاژهای خطی نسبت به ولتاژهای فاز 30° اختلاف فاز دارند. ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره در شکل ۶ نشان داده شده اند.



شکل۱-۴: بردارهای مربوط به ولتاژهای فاز و خط در اتصال ستاره

اتصال Δ مثلث:

مولد سه فاز با اتصال مثلث که به بار اهمی وصل شده در شکل ۱-۵ نشان داده شده است. ولتاژهای فاز در این مولد برابر است با:

$$V_A = V\angle 0^\circ$$
$$V_B = V\angle -120^\circ$$
$$V_C = V\angle -240^\circ$$

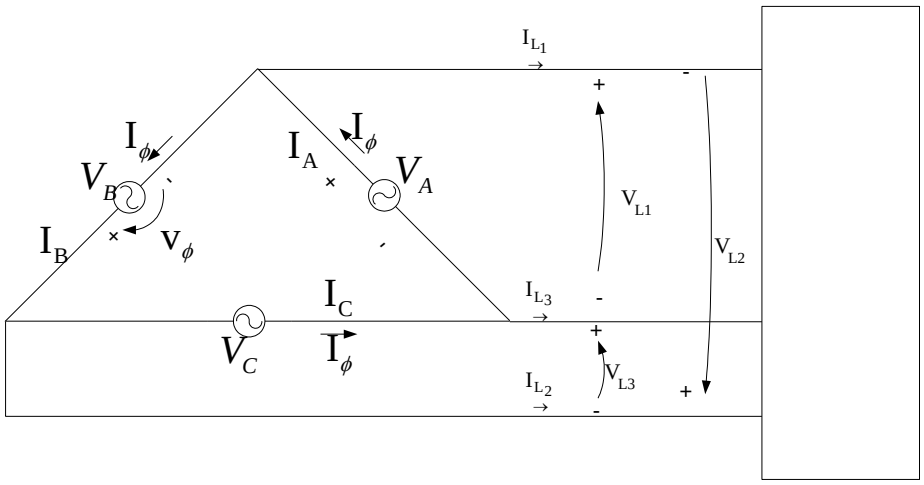
بعلت اینکه بار اهمی است جریانهای فاز عبارتند از:

$$I_A = I\angle 0^\circ$$
$$I_B = I\angle -120^\circ$$

در اتصال مثلث واضح است که ولتاژهای هر خط با ولتاژ فاز متناظر مساوی است.

در اتصال مثلث:

$$V_L = V_\phi \quad \Delta \text{ اتصال}$$



شکل۱-۵ اتصال مولد مثلث به بار مقاومتی

رابطه بین جریان خط و جریان فاز با استفاده از قانون گره در گره های مثلث بدست می آید.

$$\begin{aligned} I_{L1} &= I_A - I_B \\ &= I\angle 0^\circ - I\angle -120^\circ \\ &= I - (-\frac{1}{2}I - j\frac{\sqrt{3}}{2}I) \\ &= \frac{3}{2}I + j\frac{\sqrt{3}}{2}I \\ &= \sqrt{3}I(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2}) \\ &= \sqrt{3}I_\phi\angle 30^\circ \end{aligned}$$

بنابراین رابطه بین مقدار جریان خط و فاز در مولد یا بار اتصال ستاره ای چنین است:

$$I_L = \sqrt{3} I_\phi \quad \Delta \text{ اتصال}$$

و جریان خط نسبت به جریان فاز متناظر 30° اختلاف فاز دارد.

اگر چه رابطه بین ولتاژها وجریانهای فاز و خط برای اتصالات ستاره و مثلث برای ضریب توان واحد استخراج گردیده برای هر ضریب توان دیگری نیز برقرارند. فرض ضریب توان واحد محاسبات را قدری ساده تر کرده است.

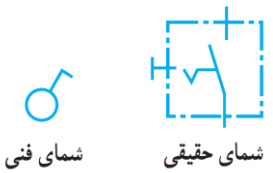
فصل اول آشنایی با انواع کلید و پریز و مدارهای سیم‌کشی خانگی

کلیدها

کلیدها متناسب با نوع کاری که در مدار انجام می دهند به انواع مختلف تقسیم می شوند. به طور کلی ، کار کلید در مدار ، قطع و وصل جریان الکتریکی است . برای متوقف کردن جریان، باید حداقل یکی از سیم های حامل جریان الکتریکی قطع شود. برای به کار انداختن مجدد دستگاه باید مسیر قطع شده به حالت اول برگردد، یعنی مدار بسته شود. وسیله ای که عمل قطع و وصل را در مدار انجام می دهد کلید نام دارد.

کلید یک پل:

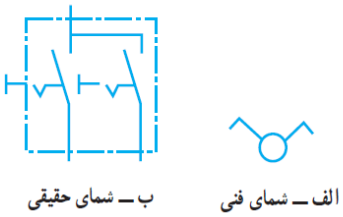
کلید یک پل در دو نوع توکار و روکار ساخته می شود و همان طور که از نام آن پیداست. دارای یک پل ، به عبارت دیگر یک دگمه برای قطع و وصل و یک مسیر برای عبور جریان، است. دگمه ی قطع و وصل ممکن است به صورت فشاری ، بالا و پایین یا دوار باشد. علائم اختصاری که برای این کلید به کار می رود در شکل ۱-۶ رسم شده است . محفظه و سایر قسمت های عایق این کلید از جنس پلاستیک با کائوچوی مخصوص است که می تواند ولتاژ معینی را تحمل کند.



شکل ۱-۶ کلید یک پل

کلید دو پل :

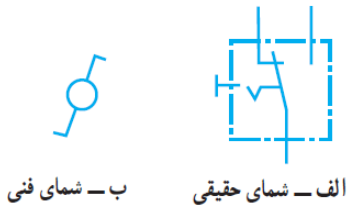
این کلید از دو کلید یک پل تشکیل شده است . که در مجاورت هم قرار گرفته و در یک محفظه ی کائوچویی گذاشته شده اند و به جای داشتن چهار پیچ، که محل قرار گرفتن سیم ها در زیر آن هاست ، از سه پیچ که یکی از آن ها مشترک است استفاده می شود .با کلید دو پل می توان دو دسته لامپ را به دلخواه روشن و خاموش کرد.



شکل ۱-۷ کلید دوپل

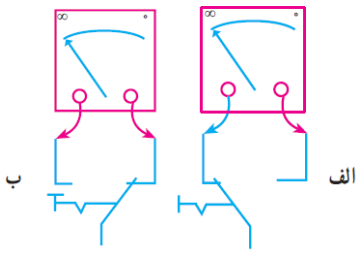
کلید تبدیل (تعویض):

این کلید از یک محفظه و سه پیچ که محل اتصال سیم ها به آن جاست تشکیل شده با دگمه ای اهرمی و یک پلاتین، که پیچ مشترک را به دلخواه به پیچ های دیگر اتصال می دهد. معمولا از دو تبدیل در راهروها و سالن ها استفاده می شود تا بتوان از دو نقطه ، روشنایی را کنترل کرد. در نقشه های کلید تبدیل را مطابق شکل ۱-۸ نشان می دهند.



شکل ۱-۸ کلید تبدیل

طریقه تعیین کنتاکت های کلید تبدیل : در کلید تبدیل ، دو کنتاکت غیر مشترک و یکی از کنتاکت ها مشترک است . کنتاکت های غیر مشترک، کنتاکت هایی هستند که در هر دو وضعیت کلید به یکدیگر ، اتصال ندارند. یعنی چنانچه اهم متر را به دو کنتاکت غیر مشترک اتصال باید ، در هر دو وضعیت مقاومت ∞ را نشان می دهد (شکل ۱-۹).



شکل ۱-۹

پریزها

هر گاه بخواهیم انرژی الکتریکی را مستقیما مورد استفاده قرار دهیم، نیاز به وسیله ای داریم که بتوانیم انرژی الکتریکی موجود در خانه، مغازه، کارگاه یا کارخانه را به دستگاه مورد نظر (مانند سماور، بخاری و ...) برسانیم. این اتصال توسط جزئی از مدار به نام «پریز» انجام می شود. پریزها به دو دسته ، توکار و روکار تقسیم می شوند.

پریز برق با اتصال زمین : برای حفاظت اشخاص و کاهش خطرات برق گرفتگی، از سیستم حفاظت توسط سیم زمین استفاده می شود . در سیستم حفاظت توسط سیم زمین، بدنه ی دستگاه ها به وسیله ی سیمی به زمین وصل می شود. در این صورت اگر سیم فاز به بدنه وصل شود فیوز عمل می کند و خطر برق گرفتگی در اثر تماس با بدنه ی دستگاه را از بین می برد. پریزهای برق با اتصال زمین دارای سه پیچ هستند که یکی از آن ها مربوط به اتصال سیم زمین می باشد(شکل ۱-۱۰).

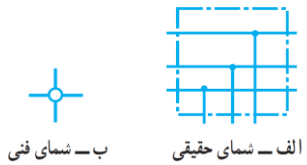
شکل ۱-۱۰ پریز با اتصال زمین

پریز تلفن، تلویزیون : برای تلفن و تلویزیون نیز پریزهای مخصوصی ساخته شده است که علائم مربوط به دستگاه روی آن ترسیم یا نوشته شده است ؛ مثلا علامت گوشی تلفن روی پریز تلفن و علامت تی وی روی پریز آنتن تلویزیون نوشته می‌شود. این پریزها نسبت به پریزهای معمولی شدت جریان کم تری را می توانند تحمل کنند (شکل ۱-۱۱).

شکل ۱-۱۱ پریز تلفن و آنتن

جعبه تقسیم

در سیم کشی اغلب لازم است که از سیم ها انتخاب گرفته شود. به همین دلیل در مسیر سیم ها جعبه ای به نام جعبه ی تقسیم قرار داده می شود. جعبه تقسیم در نقشه های الکتریکی مطابق شکل ۱-۱۲ نشان داده می شود.

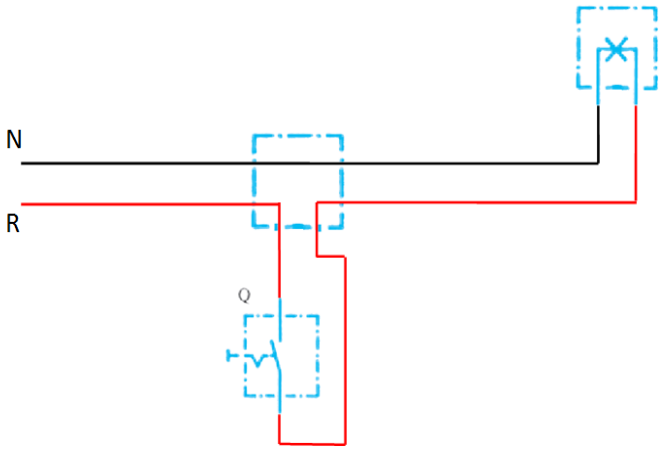


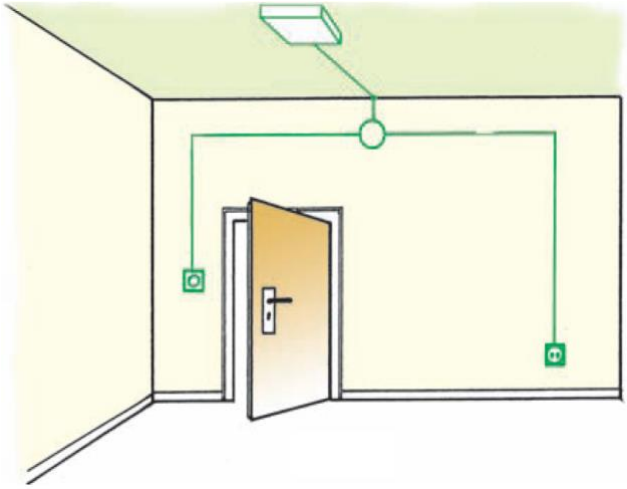
شکل ۱-۱۲ جعبه تقسیم

کار عملی

مدارهای زیر را بسته و امتحان کنید.

۱ـ مدار کلید تک پل:

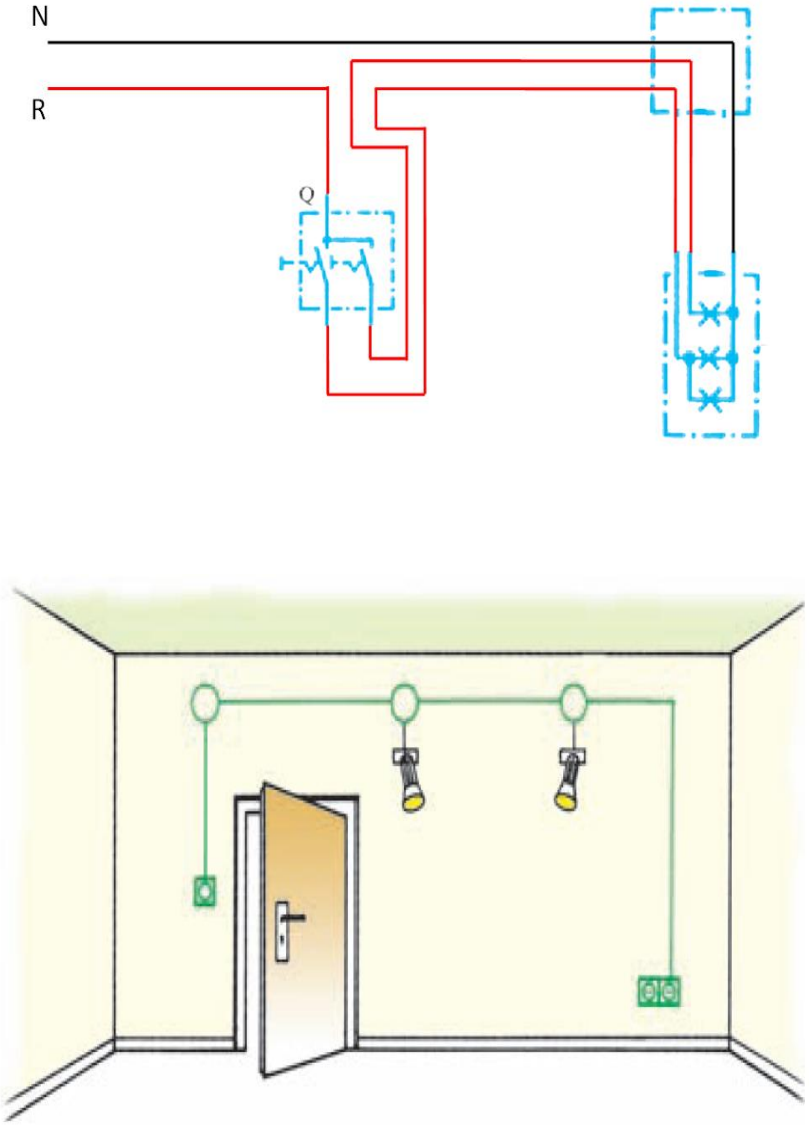




شکل ۱-۱۳ مدار کلید تک پل

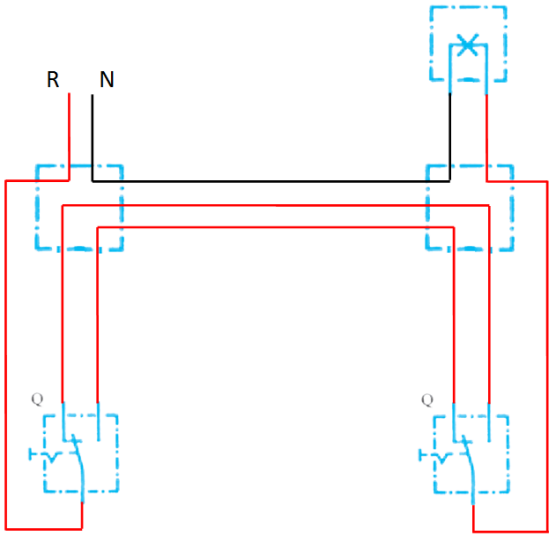
نکته: در مدارهای ۱ تا ۳ فیوز مشخص نشده است شما محلی مناسب برای فیوز انتخاب کنید.

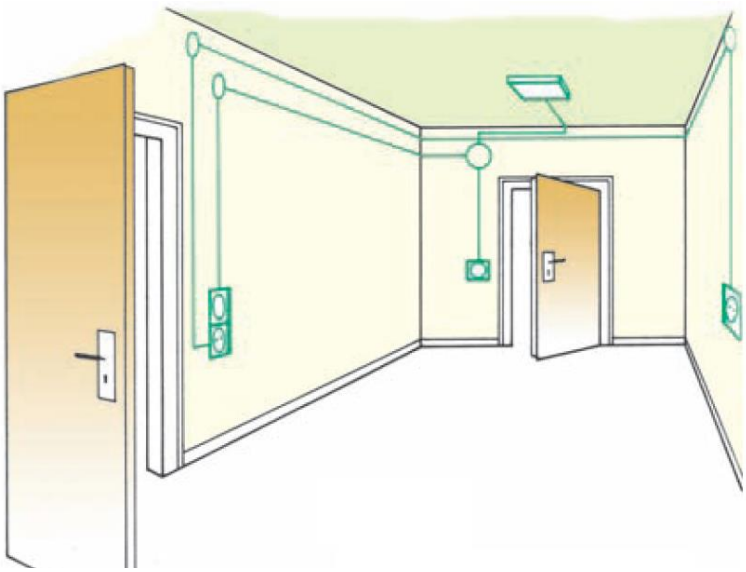
۲- مدار کلید دو پل:



شکل ۱-۱۴ مدار کلید دوپل

۳- مدار کلید تبدیل:

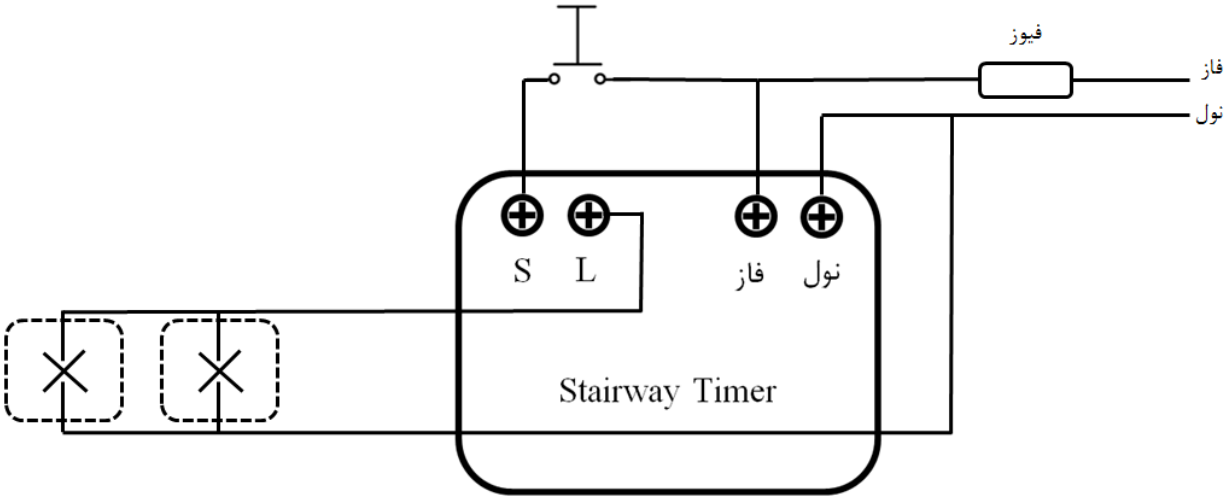




شکل ۱-۱۵ مدارکلید تبدیل

٤- مدار تایمر راه‌پله:

این تایمر برای روشنایی راه‌پله‌ها بکار می‌رود. برای فعال کردن آن باید پالسی به پایه S (استارت) تایمر اعمال گردد تا لامپ‌ها را بوسیله پایه L روشن کند و بعد از مدت زمانی که قبلا تنظیم شده خاموش کند.



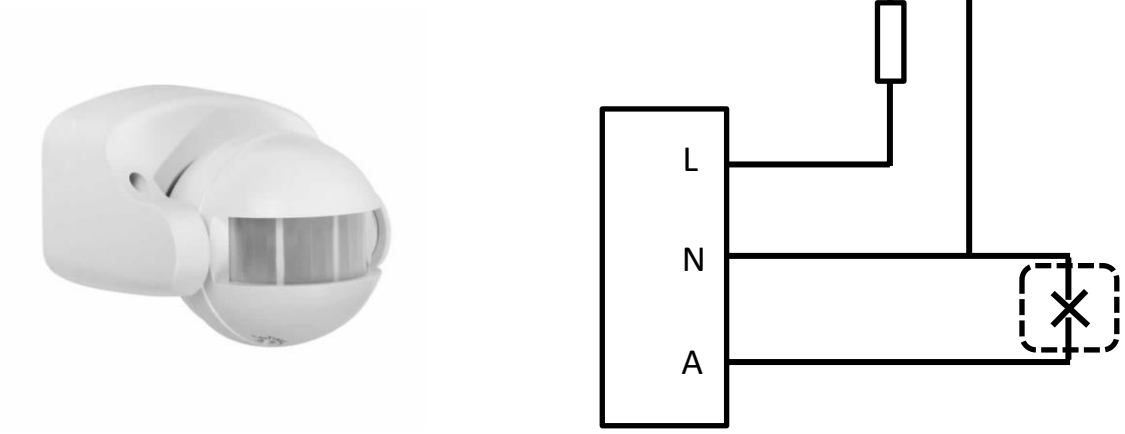
شکل ۱-۱۷ مدار تایمر راه پله

مدار تایمر راه پله را بسته و امتحان کنید.

۵- مدار رله نوری (فتوسل):

رله نوری وسیله ای الکترونیکی و نوعی رله می باشد که نسبت به نور حساس بوده و از آن برای روشن وخاموش کردن اتوماتیک لامپها استفاده می شود. در شکل ۱۸ تصویری از فتوسل و مدار مربوط به آنرا مشاهدهمی‌کنید.

نکته: هر فتوسل تنها قادر به کنترل تعداد مشخصی لامپ می باشد که این بستگی به آمپر فتوسل دارد که برروی آن نوشته شده است ودر صورتی که تعداد لامپ ها زیاد باشد باید در مدار از کنتاکتور استفاده شود ودر این حالت فتوسل تنها به عنوان فرمان دهنده به کنتاکتور عمل می کند.



شکل ۱-۱۸ مدار فتوسل

مدار رله نوری را بسته و امتحان کنید.

علائم الکتریکی

برای این‌که نقشه‌ها در تمام نقاط دنیا یک‌نواخت باشند و یک مفهوم را به بیننده برسانند باید با علائم الکتریکی موردقبول تمام کشورها همراه شوند و تمام برقکاران نیز با آن علائم آشنا گردند تا اگر نقشه‌ای را ملاحظه کردند بتوانند دیدگاه نقشه‌کش را استنباط کنند و به‌کار ببرند.

در جداول زیر علائم الکتریکی استاندارد آمده است. هر برقکار باید اطلاعات کافی از جداول و طرز استفاده از آن را بداند.

جدول ۱-۲ علائم الکتریکی

نام وسیله	شمای فنی	شمای حقیقی	نام وسیله	شمای فنی	شمای حقیقی
کلید تبدیل		Q	کلید یک پل		Q Q
کلید صلیبی		Q			
رله، کنتاکتور			کلید گروهی		Q
رله‌ی جریان ضربه‌ای		K	کلید دوپل		Q
رله‌ی زمانی		KT KT	لامپ رشته‌ای با بدنه‌ی زمین (حفاظت شده)	3	E
ترانسفورماتور		T	لامپ با دو مسیر جریان و تعداد لامپ‌های هر مسیر جریان (اینجا یک لامپ و دو لامپ)	4 1+2	E
تکمه‌ی فشاری با کنتاکت کار (معمولاً باز) (شستی استارت) تکمه‌ی فشاری با کنتاکت استراحت (معمولاً بسته) (شستی استاپ)		S S	پریز با کنتاکت محافظ (پریز شوکو) (یک تایی)	3	X
			لامپ با کلید		Q E
			انشعاب یا جعبه‌ی تقسیم با تغذیه از سمت چپ	3	X N PE L1

فصل دوم برق صنعتی (مدار راه انداز موتور سه فاز)

معرفی تجهیزات مورد استفاده

فیوز:

در کلیهٔ تأسیسات الکتریکی برای جلوگیری از صدمه دیدن و معیوب شدن وسایل و یا قطع کردن دستگاههای معیوب از شبکه که براثر عوامل مختلف از قبیل نقصان عایق‌بندی، ضعف استقامت الکتریکی یا مکانیکی و یا ازدیاد بیش از حد جریان مجاز (اتصال کوتاه) وسایل حفاظتی مختلف به کار می‌رود.

این وسایل باید طوری انتخاب شوند که در اثر اضافه بار و یا اتصال کوتاه در کوتاه ترین زمان ممکن و قبل از این که صدمه‌ای به سیمها و تجهیزات الکتریکی شبکه برسد مدار قسمت معیوب را قطع کنند. یکی از این وسایل حفاظتی فیوز است فیوزها از نظر زمان قطع بر حسب منحنی ذوب سیم حرارتی داخل آنها به دو نوع کندکار و تندکار تقسیم می‌شوند. فیوزهای تندکار دارای زمان قطع کمتر از فیوزهای کندکار بوده و به همین دلیل در مصارف روشنایی به کار می‌روند. فیوزهای کندکار دارای زمان قطع طولانی‌تری بوده در نتیجه برای راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به کار می‌روند. تحمل جریان راه‌اندازی موتور در حدود ۳ تا ۷ برابر جریان نامی است که بر روی کلیهٔ فیوزها جریان نامی آنها نوشته می‌شود که این جریان کمتر از جریان ماکزیمم تحمل فیوز است. فیوزها در انواع فشنگی، اتوماتیک (آلفا)، مینیاتوری، بکس، کاردی (تیغه‌ای)، شیشه‌ای یا کارتریج و فیوزهای فشار قوی ساخته می‌شوند.

کنتاکتور:

تعریف کنتاکتور: یک کلید الکترومغناطیسی است که با فرمان جریان کم مدارهای قدرت با جریانهای بالا را راه‌اندازی می‌کند. مزایائی که باعث می‌شود در راه‌اندازی ماشینهای الکتریکی به جای کلیدهای دستی (اهرمی، غلطکی و زبانه‌ای) از کنتاکتورها استفاده کنیم به شرح زیر است:

شکل ۲-۱ تصویر کنتاکتور

۱) کنترل و فرمان از راه دور ماشین به وسیلهٔ کنتاکتور امکان‌پذیر است.

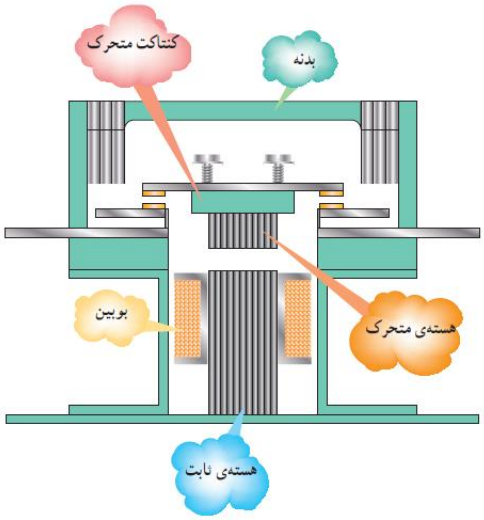
۲) از خطرات ناشی از راه افتادن مجدد ماشینهایی که در اثر قطع ناگهانی برق از کار می‌افتند جلوگیری می‌شود.

۳) عمر مکانیکی کنتا کنتور و سرعت قطع و وصل آن نسبت به سایر کلیدها خیلی بیشتر است.

۴) حفاظت دستگاهها و ماشینهای الکتریکی به وسیله کنتا کتور مطمئن‌تر و ایمن‌تر است.

ساختمان و طرز کار کنتا کتور:

کنتاکتور تشکیل شده است از یک آهنربای الکتریکی که یک قسمت از هسته آن متحرک بوده و به وسیله فنری از قسمت ثابت جدا نگهداشته می‌شود و یک سری کنتاکت عایق شده از یکدیگر به آن متصل می‌باشد که به همراه قسمت متحرک حرکت می‌کنند. در قسمت ثابت یک سری کنتاکت دیگر قرار گرفته‌اند. هنگامی‌که از سیم پیچ بوبین کنتاکتور جریانی عبور می‌کند توسط نیروی مغناطیسی کنتاکتهای ثابت و متحرک روی یکدیگر فشرده می‌شود. در همان حالت فنر بین دو قسمت هسته فشرده می شود اما زمانیکه ولتاژ بوبین قطع شود و یا از حد معمول کمتر گردد نیروی فنر موجب باز شدن کنتاکتها بصورت اتوماتیک از یکدیگر می شود. عکس این حالت نیز صادق است.



شکل ۲-۲ شماتیک داخلی کنتاکتور

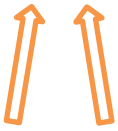
تیغه های کنتاکتور

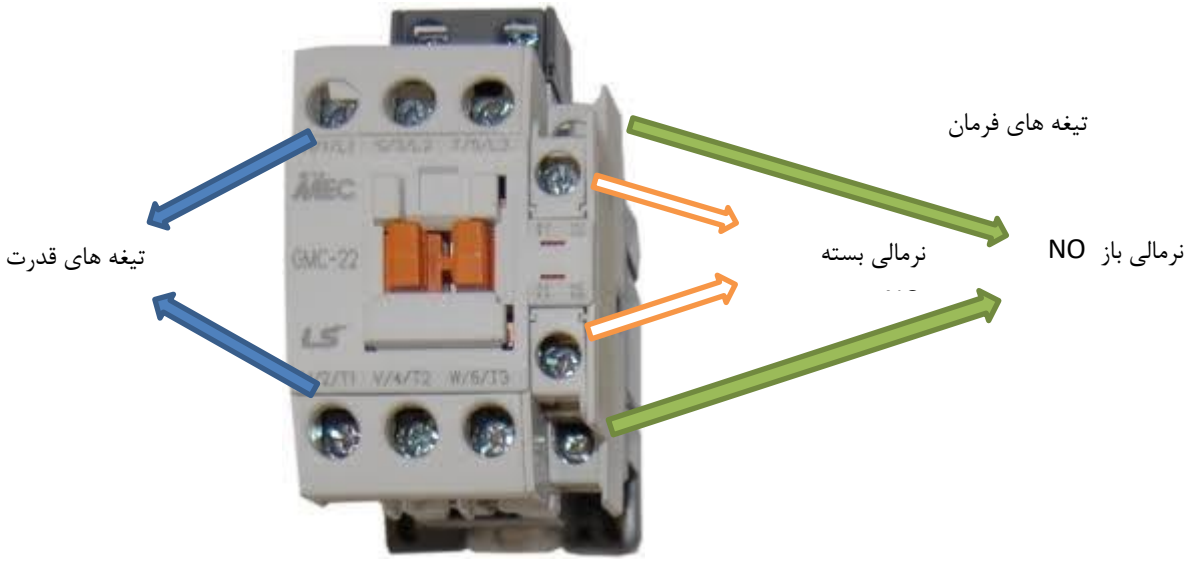
تیغه های هر کنتاکتور به دو بخش تقسیم می‌شود. تیغه های قدرت و تیغه های فرمان.

وظیفه ی اصلی تیغه های قدرت هدایت جریان اکتریکی پس از هر بار تحریک شدن بوبین از خود است.

تیغه های فرمان نیز همانطور که از نامشان مشخص است برای استفاده در مدار فرمان به کار می‌رود. تیغه های فرمان به دو صورت نرمالی باز NO و نرمالی بسته NC بر روی بدنه کنتاکتور تعبیه شده‌اند. این تیغه ها پس از هر بار تحریک شدن بوبین تغییر وضعیت داده و به حالت عکس می‌روند. تیغه‌ای که نرمالی بسته است همانطور که از نامش پیداست در حالت عادی بسته (وصل) است و بعد از تحریک بوبین (پایه‌های A_1 و A_2) باز می‌شود و برای نرمالی باز حالت برعکس اتفاق می‌افتد. (شکل ۲-۳)

بوبین کنتاکتور (A_1 و A_2)





شکل ۲-۳ تیغه‌های کنتاکتور

شستي:

در مدارهای با کنتاکتور اغلب برای دادن فرمان لحظه‌ای از شستی‌ها استفاده می‌شود که انواع شستی‌ها عبارتند از:

۱) شستی استارت START:

شستی که پس از تحریک یا فشار دادن دو کنتاکت قطع را وصل می‌کند شستی استارت نامیده می‌شود. به عبارت دیگر شستی استارت در حالت عادی باز بوده با فشار دادن به صورت لحظه‌ای بسته می‌شود.

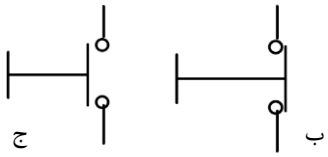
در شستی‌های استارت با برداشتن فشار از روی آن مجدداً باز می‌شود در داخل دستهٔ شستی استارت یک فنر قرار گرفته است که موجب عمل آن می‌گردد. شستی استارت با شمارهٔ (۳و۴) مشخص می‌شود.

۲) شستی استاپ (STOP):

شستی که پس از تحریک دو کنتاکت وصل را قطع می‌کند شستی استاپ نامیده می‌شود یا به عبارت دیگر شستی استاپ در حالت عادی بسته است و با فشار دادن به صورت لحظه‌ای باز می‌شود. و با برداشتن فشار دست روی آن مجدداً بسته می‌شود. دو سر شستی استوپ را با شماره‌های (۱و۲) مشخص می‌کنند.

معمولاً رنگ شستی‌های استارت سبز یا مشکی و رنگ شستی‌های استاپ قرمز می‌باشد.

الف



ب

ج

شکل ۲-۴ الف- تصویر شستی‌های مختلف، ب- شماتیک استارت و ج- شماتیک استاپ

کار عملی ۶ (برای انجام آزمایش زیر حتما بخش قبل را مطالعه نمایید)

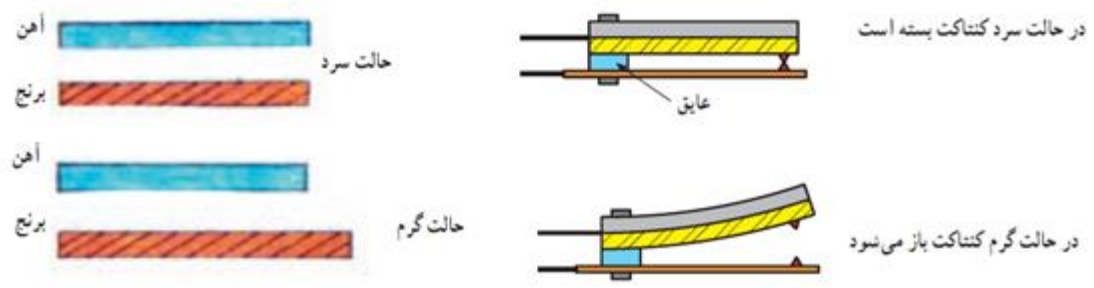
الف) مداری طراحی کنید که با فشار دادن شستی استارت کنتاکتور فعال شود و با برداشتن دست از روی شستی غیر فعال گردد.

ب) تغییراتی در مدار قبلی دهید تا بعد از فشار دادن شستی استارت کنتاکتور فعال بماند.

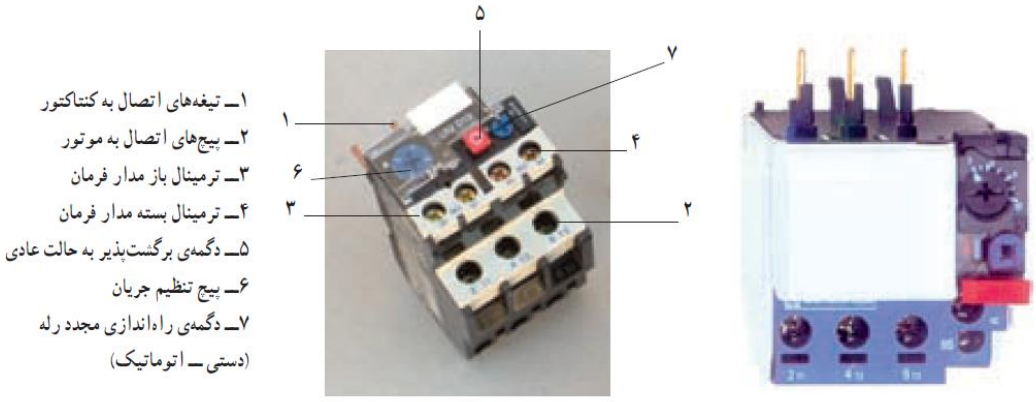
ج) برای غیر فعال کردن مدار قسمت ب از شستی استاپ استفاده کرده و مدار را امتحان کنید.

بی‌متال

جهت حفاظت موتورها دربرابر اضافه بار از بی‌متال استفاده می‌گردد. اصول ساختمان آن از دو فلز، که دارای ضریب انبساط طولی مختلفند، تشکیل شده است. این دو فلز در حالت گرم، به وسیله‌ی غلتک پرس و به صورت یک تکه دیده می شود .این دو فلز یک بی‌متال را تشکیل می دهند. در اثر عبور جریان، هر دو فلز گرم و طول آن‌ها زیاد می شود و چون ازدیاد طول یکی از فلزات بیشتر از دیگری است، از اینرو دو فلز با هم خم می‌شوند. این حرکت به طور مستقیم و یا به وسیله اهرمهایی به یک کنتاکت منتقل می شود و مدار را قطع یا وصل می کند. از خاصیت بی متال در فیوزها، رله های بی متالی و ...استفاده می شود.



شکل ۲-۴ شماتیکی از چگونگی کار بی‌متال



شکل ۲-۵ تصویر بی‌متال همراه با توضیحات قسمت‌های مختلف آن

رله زمانی (تایمر)

تایمر دستگاهی است که می‌تواند در یک زمان مشخص که روی آن تنظیم می‌شود، مداری را قطع یا وصل کند.

انواع تایمر:

۱- تایمر الکترومکانیکی

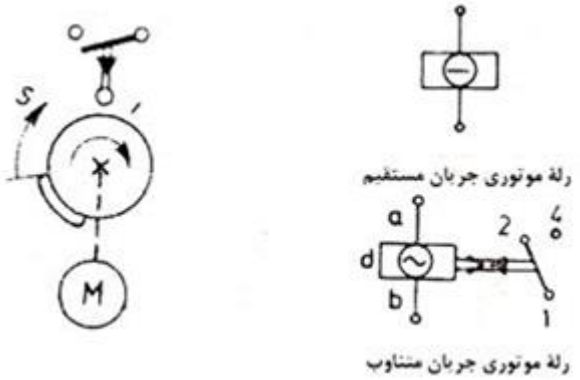
۲- تایمر الکترونیکی

تایمر الکترومکانیکی

این تایمر از یک موتور کوچک که توسط یک چرخ دنده یک دیسک را می چرخاند تشکیل شده است. این دیسک دارای یک برآمدگی می‌باشد که پس از مدتی و با چرخیدن دیسک کنتاکت‌هایی را بسته و یا باز می‌کند.

تایمر الکترونیکی

در ساختمان این نوع رله‌ها از مدارات الکترونیکی استفاده شده است که قابلیت تنظیم زمان‌های کمتر از ثانیه را نیز دارد. اساس کار این تایمرها برمبنای زمان شارژ و دشارژ خازن‌ها و ثابت زمانی مدار می‌باشد. در این نوع تایمرها می‌توان با چرخاندن ولوم تنظیم زمان، ثابت زمانی مدار را تغییر داد.



شکل ۲-۶ شماتیک تایمر موتوری (الکترودینامیکی)

تایمر پنیوماتیك:

این تایمر دارای یک کپسول هوا و یک بوبین (سیم پیچ) با هسته آهنی می باشد. وقتی که بوبین تحریک شود، هسته متحرک را جذب می نماید، در اثر جذب هسته متحرک اهرم بالای آن قطعه ای را که بشکل دم آهنگری است فشار خواهد داد و هوای داخل دم از طریق سوپاپ خارج می شود. وقتی که بوبین از تحریک خارج شود. فنر دم را منبسط می کند. دم از طریق سوپاپ تنظیم از هوا پر می شود. انبساط دم در رابطه با پیچ تنظیم فرق می کند. کار این تایمر شبیه تایمر موتوری می باشد با این تفاوت که تایمر موتوری پس از وصل موتور آن به ولتاژ شروع بکار کرده و بعد از زمان تعیین شده برای آن عمل می کند ولی تایمر پنیوماتیک پس از قطع بوبین آن از ولتاژ شروع به کار کرده و بعد از زمان تعیین شده برای آن عمل می کند.

تایمر حرارتي (رله زماني حرارتي) :

این تایمر دارای بی متال می باشد و زمانیکه جریان وارد آن می شود گرم شده و پس از مدتی عمل قطع یا وصل را انجام می‌دهد. دقت این تایمر زیاد نیست (سرما و گرمای محیط روی آن اثر می گذارد) به همین جهت از آن در برق صنعتی استفاده نمی‌کنند، ولی بصورت رله زمانی و راه پله در سیم کشی ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد.

تایمرها بطور کلی به دو نوع تقسیم بندی می‌شوند :

الف- تایمر با تاخیر در وصل (ON – DELAY) به این نوع تایمر باید انرژی داده شود و سپس رله عمل کرده و کنتاکتی را باز یا بسته نماید. مانند رله زمانی موتوری.

ب- تایمر با تاخیر در قطع (OFF – DELAY) این تایمر بعد از قطع انرژی عمل کرده و کنتاکتی را باز یا بسته می نماید. مانند رله زمانی پنیوماتیکی.

تایمرها را همواره بایستی همراه کنتاکتور بکار برد و هیچ وقت نباید از آن بجای کلید استفاده نمود.

شکل ۲-۷ نمایی از تایمرهای مختلف

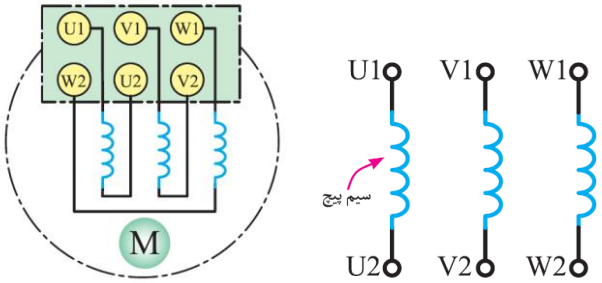
لامپ سیگنال

لامپهای علامت دهنده یا لامپ سیگنال در کلیه دستگاه‌های صنعتی و تابلوهای توزیع و تابلو فرمان به کار می روند. نوع استفاده از لامپ‌ها متفاوت است . این لامپ به عنوان لامپ خبر استفاده می شود و می تواند روشن بودن ویا خاموش بودن ویا عیب دستگاها و ... را نشان دهد. این لامپ‌ها معمولا از سه رنگ استاندارد قرمز، سبز و نارنجی ساخته می‌شوند. برای مثال در کارخانه‌ای که تعداد زیادی موتور در حال کار هستند و فاصله آنها از تابلوی برق زیاد است از این چراغ‌ها برای نشان دادن وضعیت کار موتورها استفاده می‌کنند.

شکل ۲-۸ تصویر لامپ سیگنال

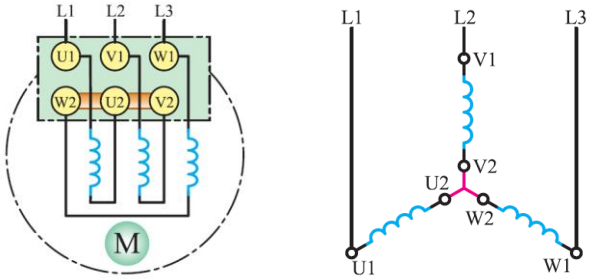
نحوه اتصال ترمینال‌های موتور سه‌فاز به صورت ستاره ومثلث

موتورهای مورد استفاده در صنعت غالبا از نوع موتورهای القایی همراه با روتور قفس سنجابی می‌باشند. اتصالات روتور این نوع موتورها در دسترس نمی‌باشند و فقط ترمینال‌های مربوط به سیم پیچ‌های استاتور در دسترس می‌باشند. با توجه به سه‌فاز بودن موتور و حضور سه کلاف در استاتور، شکل ۲-۹ این سه کلاف را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



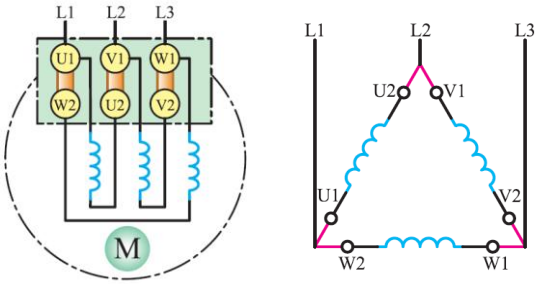
شکل ۲-۹ شماتیک سه کلاف پیچیده شده روی استاتور موتور القایی سه‌فاز

شکل ۲-۱۰ اتصال ستاره این سه کلاف را نشان می‌دهد. همانطورکه از شکل مشخص می‌باشد یک سر از هر کدام از کلاف‌ها به همدیگر متصل شده و نقطه ستاره را تشکیل می‌دهند. سه سر باقی‌مانده محل اتصال موتور به شبکه سه‌فاز می‌باشد.



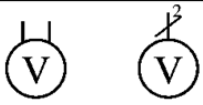
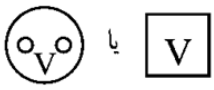
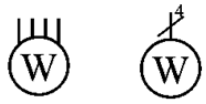
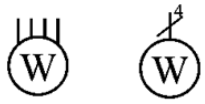
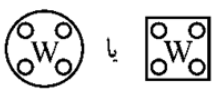
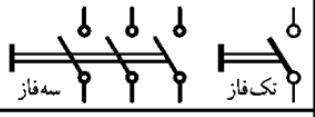
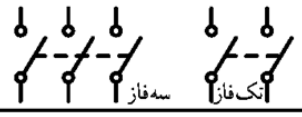
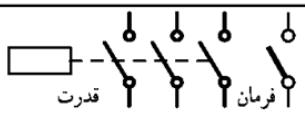
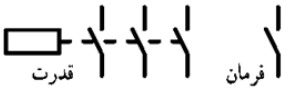
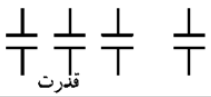
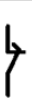
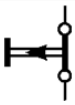
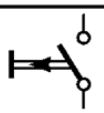
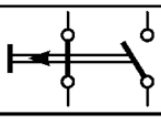
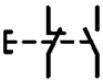
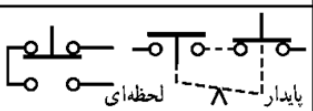
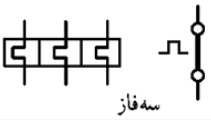
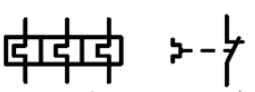
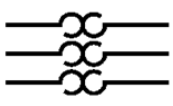
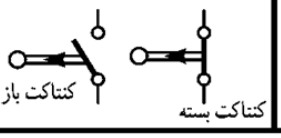
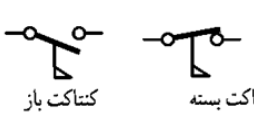
شکل ۲-۱۰ اتصال ستاره

برای پیاده‌سازی آرایش مثلث کافی است سیم‌بندی‌های مطابق با شکل ۲-۱۱ در ترمینال موتور القایی سه‌فاز انجام گیرد.

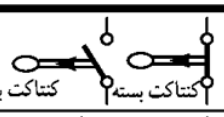
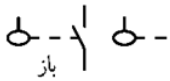
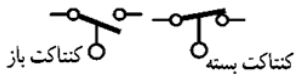
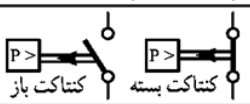
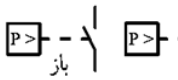
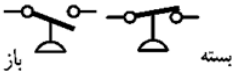
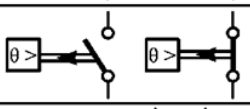
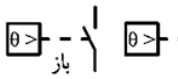
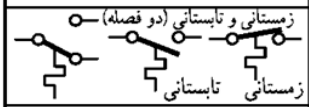
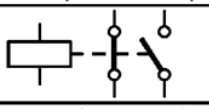
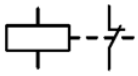
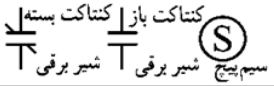
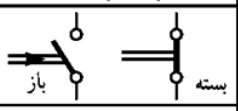
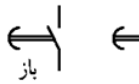
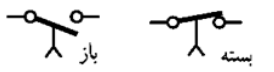
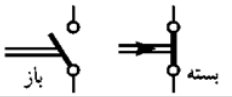
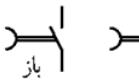
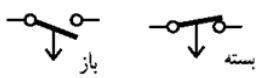
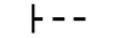
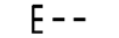
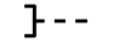
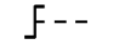
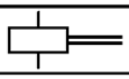
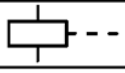
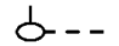
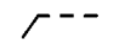
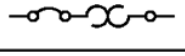
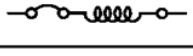
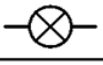
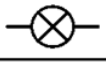
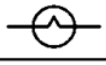


شکل ۲-۱۱ اتصال مثلث

جدول ۲-۱ علائم اختصاری مورد استفاده برای

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری VDE	علامت اختصاری IEC	علامت اختصاری ANSI
ولت‌متر			
وات‌متر			
مبدّل جریان			
کلید قطع و وصل			
کنتاکت بسته			
کنتاکت باز			
کنتاکت دوحالته (بسته و باز)			
کنتاکت بسته با تأخیر در باز شدن			
کنتاکت باز با تأخیر در بسته شدن			
شستی استاپ (دگمهٔ فشاری پوش باتن)			
شستی استارت (دگمهٔ فشاری پوش باتن)			
شستی استپ ــ استارت			
بی‌متال			
کنترل کنندهٔ محدودهٔ حرکت (لیمیت سوئیچ ــ میکروسوئیچ)			

ادامه جدول ۲-۱ علائم اختصاری مورد استفاده برای مدار فرمان

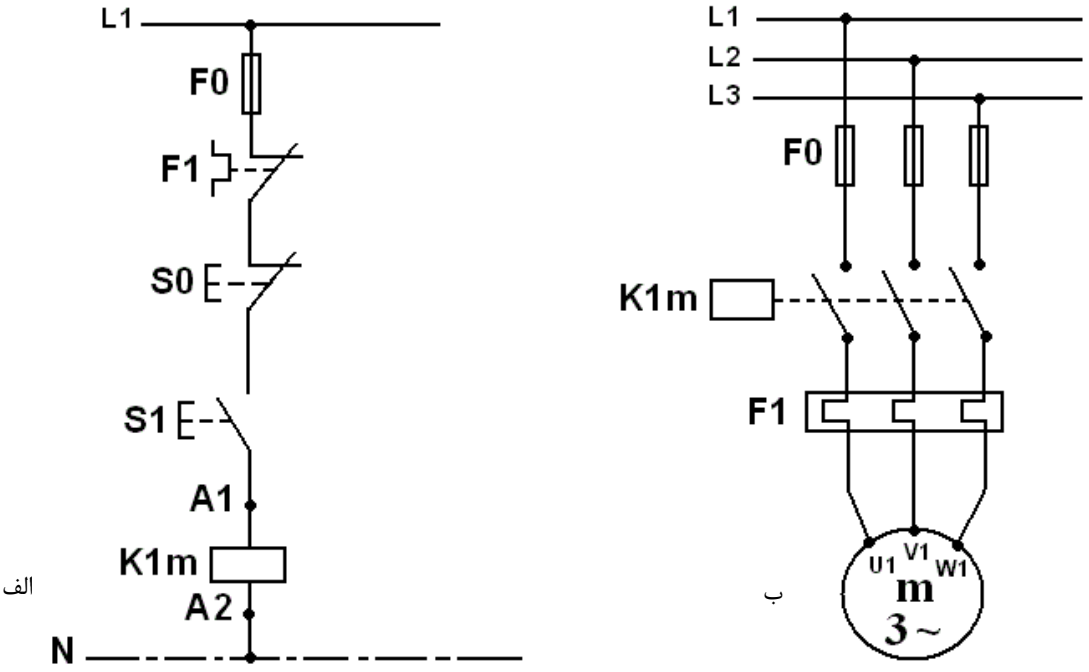
نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری VDE	علامت اختصاری IEC	علامت اختصاری ANSI
کنترل‌کنندهٔ ارتفاع سیال (فلوتر سوئیچ)			
کنترل‌کنندهٔ فشار (تابع فشار)			
کنترل‌کنندهٔ دما (ترموستات)			
شیر برقی			
کنتاکت تایمر با تأخیر در وصل			
کنتاکت تایمر با تأخیر در قطع			
محرّک دستی			
محرک فشاری (با دست)			
محرک کششی			
محرک تغییر جهت			
محرک الکترومغناطیسی			
محرک با سطح سیال			
محرک فشاری (با پدال)			
قفل مکانیکی			
بوبین کنتاکتور (عملگر)			
رله‌های عملگر با مشخصه‌های خاص			
رله زمانی (تایمر) با تأخیر در وصل			
رله زمانی (تایمر) با تأخیر در قطع			
رله یا تحریک حرارتی (بی‌متال)			
رلهٔ اضافه جریان (جریان زیاد)			
رلهٔ قطع‌کننده جریان معکوس			
لامپ			

کار عملی ۷ : مدار راه‌انداز موتور سه‌فاز لحظه‌ای

مدار فرمان شکل (۲-۱۲ الف) را بسته و امتحان کنید.

این مدار فرمان باید با فشردن دکمه استارت کنتاکتور را وصل (و در صورت برداشتن دست از روی آن قطع کند) و با فشردن کلید استاپ آن را قطع کند.

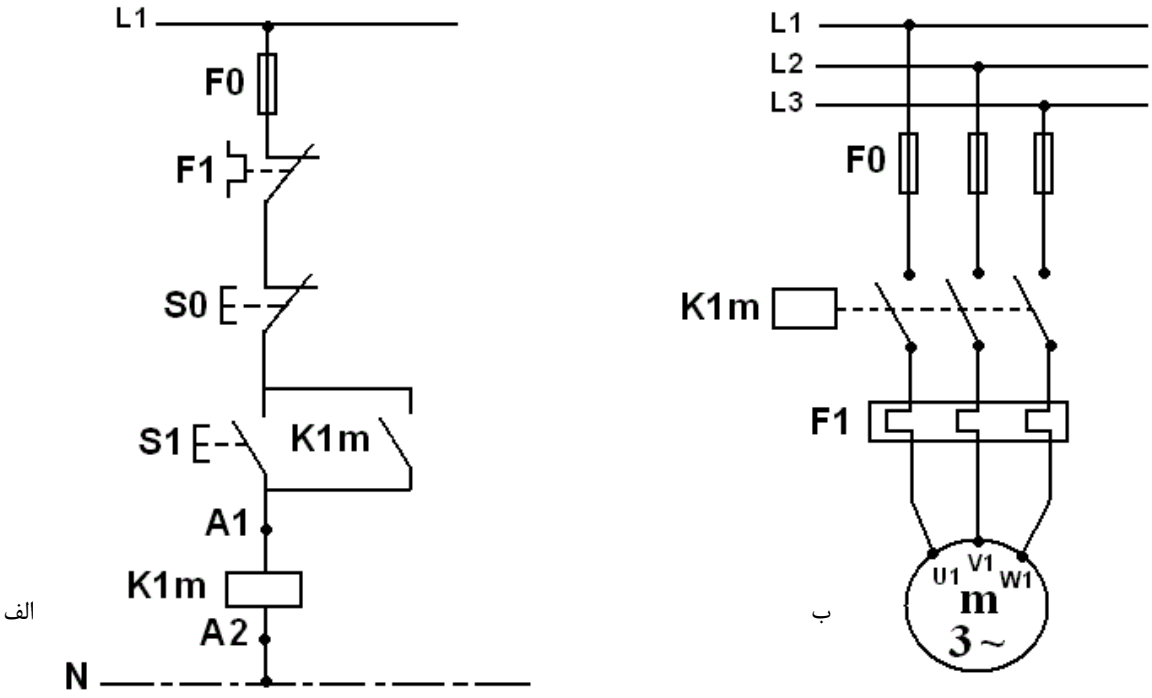
مدار قدرت شکل (۲-۱۲ ب) را بسته و امتحان کنید. (مدار قدرت تغذیه موتور سه‌فاز را بر عهده دارد.)



شکل ۲-۱۲ مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور بصورت لحظه ای بدون خودنگهدار الف- مدار فرمان ب- مدار قدرت

کار عملی ۸ : مدار راه‌انداز موتور سه‌فاز دائمی

برای اینکه مدار بصورت دائمی کار کند باید از تیغه خودنگهدار NO استفاده کنیم. مدار شکل ۲-۱۳ را که مربوط به مدار راه انداز موتور دائمی است بسته و امتحان کنید.



شکل ۲-۱۳ مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور بصورت دائمی الف- مدار فرمان ب- مدار قدرت

سوال ۱ - اگر جای شستی اسارت و استاپ اشتباه بسته شود چه اتفاقی می‌افتد؟ مدار مربوطه را رسم کنید و توضیح دهید.

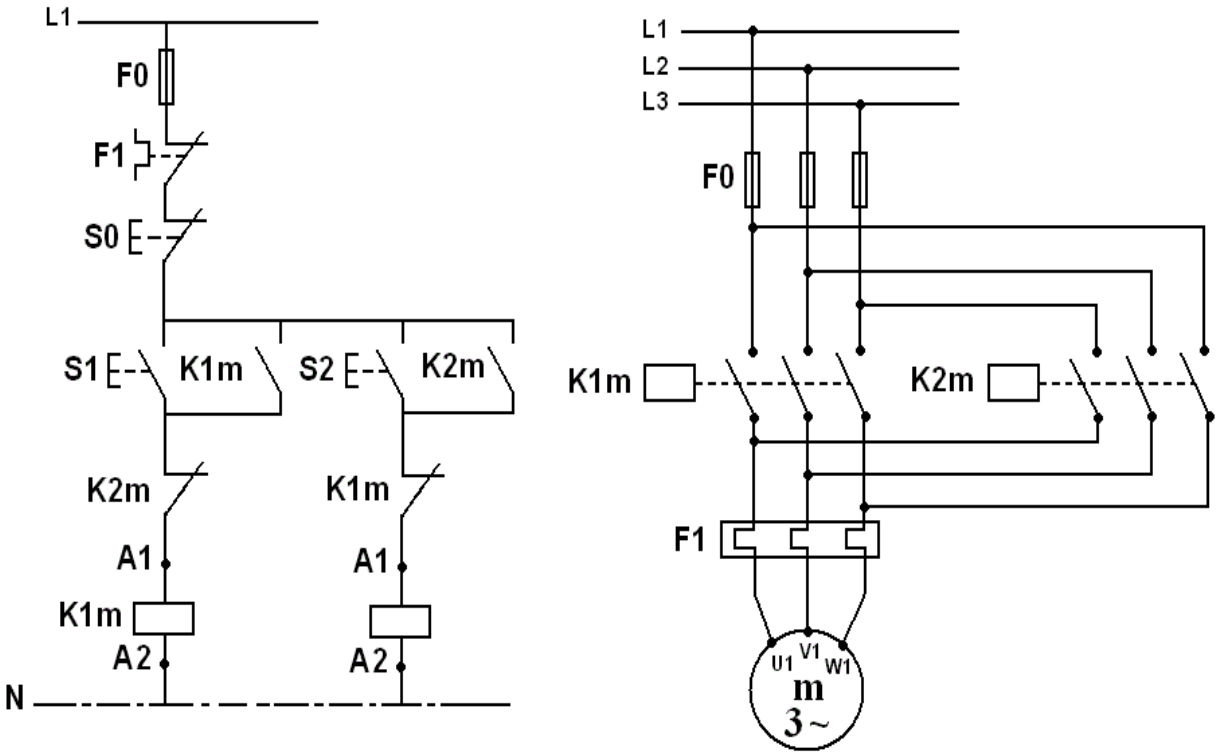
سوال ۲- اگر از یک تیغه بسته بجای تیغه باز بعنوان نگهدار استفاده شود چه اتفاقی می‌افتد؟ مدار مربوطه را رسم کنید و توضیح دهید.

تمرین ۱: یک روش برای حفاظت اشخاصی که با ماشین برش و قیچی کار می‌کنند این است که در هنگام کار ماشین‌ها هر دو دست شخص بر روی شاسی‌های فرمان باشد تا در هنگام پایین آمدن تیغه ماشین دست شخص در زیر آن قرار نگرفته و صدمه‌ای نبیند. مدار فرمان مربوط به ماشین برش صحافی را با تدبیر ذکر شده ترسیم و مشخص کنید که فاصله شستی‌ها در روی ماشین در چه حد باشد.

کار عملی ۹:

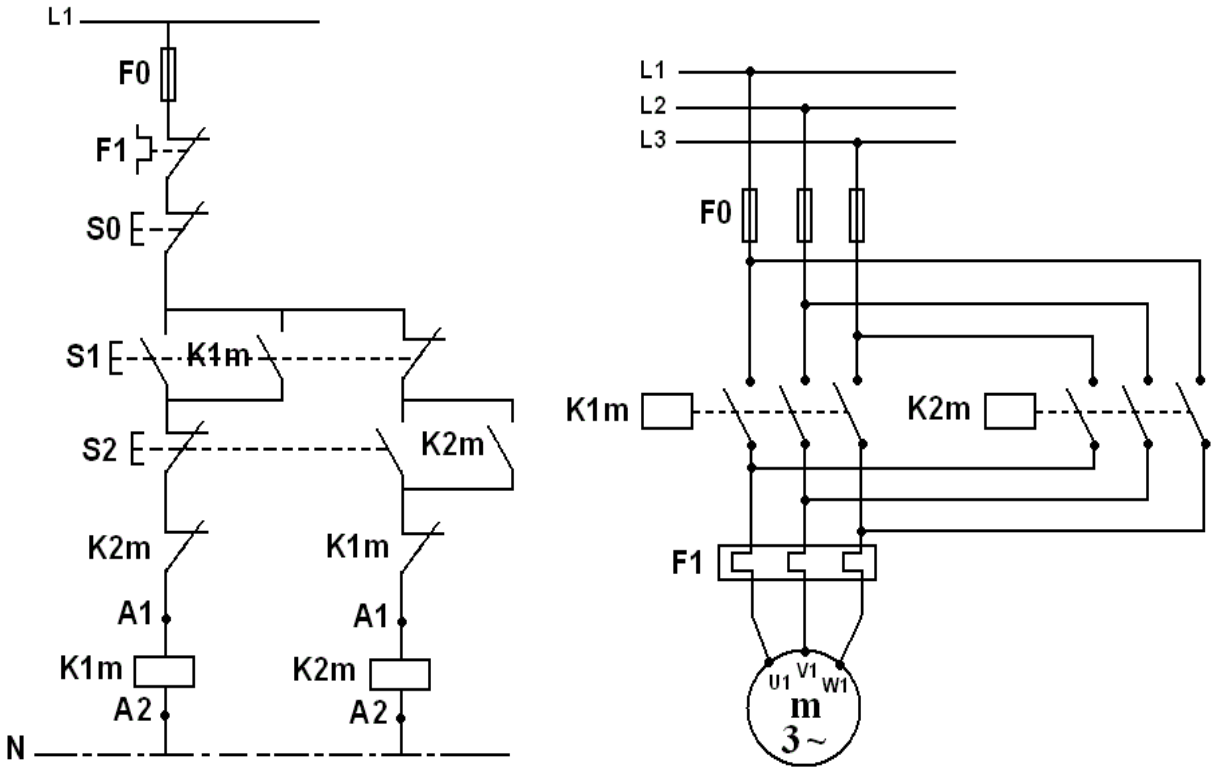
اگر از رله نوری برای روشنایی سالنی بزرگ استفاده کنیم که لامپ‌های سالن جریانی بیشتر از جریان نامی رله نوری مصرف کنند چه باید کرد؟ مداری برای آن طراحی کرده و امتحان کنید.

کار عملی ۱۰: مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت چپگرد راستگرد معمولی



شکل ۲-۱۴ مدار فرمان و قدرت راه‌انداز موتور سه‌فاز راستگرد و چپ‌گرد معمولی

کار عملی ۱۱ : مدار فرمان و قدرت راه اندازی موتور سه فاز بصورت چپگرد راستگرد سریع



شکل ۲-۱۵ مدار فرمان و قدرت راه‌انداز موتور سه‌فاز راستگرد و چپ‌گرد سریع

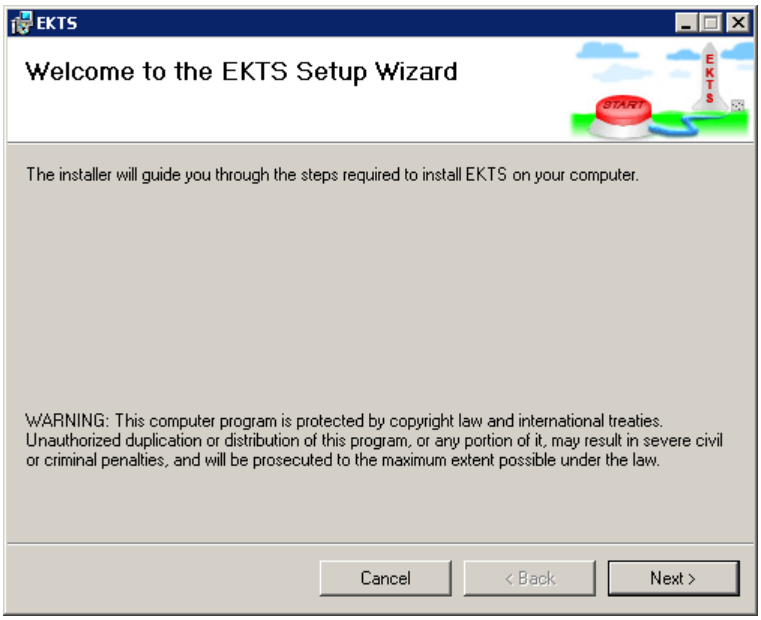
کار عملی ۱۳:

مدار فرمان راه اندازی موتور را طوری طراحی کنید که به دو صورت لحظه ای و دائم کار کند.

فصل سوم معرفی نرم‌افزار شبیه‌سازی مدارهای فرمان (EKTS)

۳-۱ نصب

به منظور نصب برنامه EKTS فایل setup.exe را اجرا کنید. پنجره محاوره‌ای نشان‌داده شده در شکل (۳-۱) ظاهر خواهد شد. مراحل نصب را با دنبال کردن دستورات و مشخص کردن مسیر نصب برنامه، کامل کنید.



شکل (۳-۱): پنجره نصب

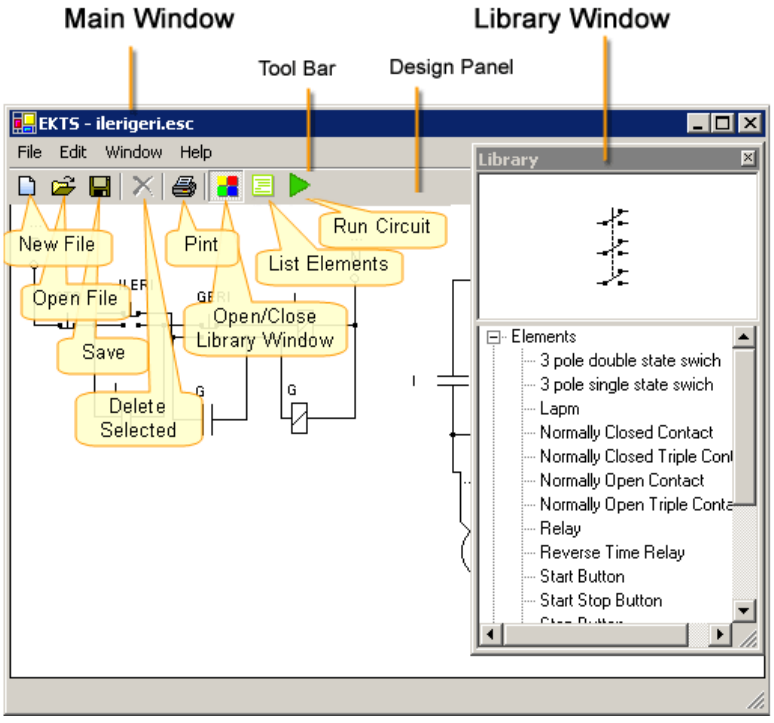
۳-۲ اجرای برنامه

برای اجرای برنامه روی فایل EKTS.exe کلیک کنید. برنامه مطابق با شکل (۳-۲) باز خواهد شد. همچنین امکان باز کردن برنامه از طریق آیکون ایجاد شده روی دسکتاپ یا مسیر start menu/programs وجود دارد.

شکل (۳-۲): نمای باز شدن نرم‌افزار EKTS

۳-۳ واسط کاربری

نرم‌افزار EKTS از دو پنجره تشکیل شده است. پنجره اصلی برای رسم مدارهای الکتریکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و پنجره کتابخانه که قطعات مدار را شامل می‌شود. (شکل (۳-۳))



شکل (۳-۳): واسط کاربری

در بالای پنجره اصلی نوار ابزار قرار گرفته است. در نوار ابزار آیکون‌هایی برای باز کردن و ذخیره کردن فایل‌ها، پیش‌نمایش چاپ، اجرا کردن مدار، حذف قطعات و باز و بسته کردن پنجره کتابخانه وجود دارد. زیر نوار ابزار پانلی برای طراحی مدارهای فرمان الکتریکی وجود دارد.

در پنجره کتابخانه مجموعه قطعات مدار وجود دارد و در بالای آن پانلی برای نمایش شکل قطعه انتخاب شده وجود دارد. برای اضافه کردن یک المان به پنجره اصلی، روی اسم آن المان دوبل کلیک نمایید.

۳-٤ کار کردن با فایل‌ها

عملیات ساده‌ای برای کار کردن با فایل‌ها همانند باز کردن یک فایل جدید، باز کردن یک فایل موجود و ذخیره کردن یک فایل تغییر داده شده وجود دارد.

برای باز کردن یک فایل جدید روی آیکون با علامت (فایل جدید) که در نوار ابزار واقع شده است کلیک کنید یا اینکه از منوی File گزینه New را انتخاب کنید.

برای باز کردن یک فایل موجود روی آیکون با علامت (باز کردن فایل) کلیک کنید یا اینکه به پنجره محاوره‌ای باز کردن فایل از منوی File گزینه Open را انتخاب کنید. در پنجره محاوره‌ای باز شده فایل مورد نظر را پیدا و روی گزینه Open کلیک کنید.

قبل از باز کردن هر فایلی پرسشی مبنی بر ذخیره کردن تغییرات روی فایل موجود (اگر تغییراتی وجود داشته باشد) پرسیده خواهد شد.

برای ذخیره کردن فایل روی آیکون (ذخیره) کلیک و یا از منوی File گزینه Save را انتخاب کنید. برای ذخیره کردن فایل با یک اسم متفاوت از منوی File گزینه Save as را انتخاب کنید. در پنجره محاوره‌ای باز شده اسم دلخواه فایل را نوشته و روی گزینه Save کلیک کنید.

۳-٥ طراحی مدار

۳-٥-۱ عملیات روی قطعات

اضافه کردن قطعات

برای اضافه کردن یک قطعه به پانل رسم:

- قطعه را از پنجره کتابخانه انتخاب کنید.
- روی قطعه انتخاب شده دوبل کلیک کنید.

جابجا کردن قطعات

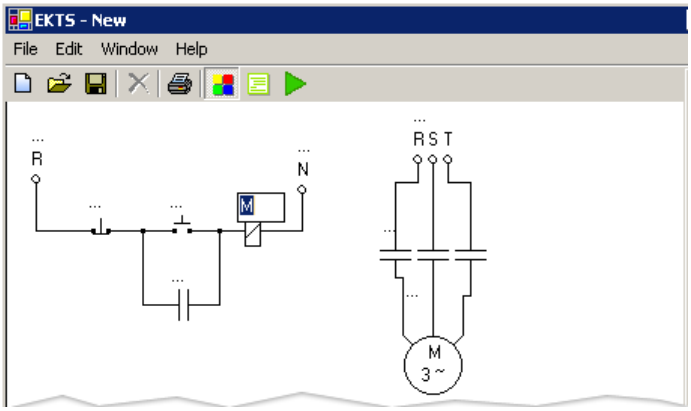
دکمه سمت چپ ماوس را روی المان مورد نظر به حالت فشرده نگه دارید و به محل مورد نظر بکشید و سپس رها کنید.

نام‌گذاری قطعات

برای نام‌گذاری قطعات

- روی برچسب که در بالای هر قطعه قرار گرفته است کلیک کنید.
- مشابه با شکل (۳-۴) اسم مورد نظر را در جعبه متن بنویسید یا اینکه اسم مورد نظر را از جعبه بازشونده به سمت پایین انتخاب کنید.
- در بیرون جعبه متن یا پنجره باز شونده به سمت پایین کلیک کنید.

اسامی رله‌ها (کنتاکتورها) و رله‌های زمانی (تایمرها) باید منحصر به فرد باشد. کنتاکتها باید مطابق با رله‌ها و رله‌های زمانی به کار رفته در مدار نام‌گذاری شوند. برای مشخص کردن مقادیر شمارنده‌ها برای رله‌های زمانی، از گام‌ها یکسانی استفاده کنید.



شکل (۳-۴): انتخاب یک اسم برای یک رله (کنتاکتور)

جابجا کردن برچسب قطعات

به منظور جابجا کردن برچسب قطعات

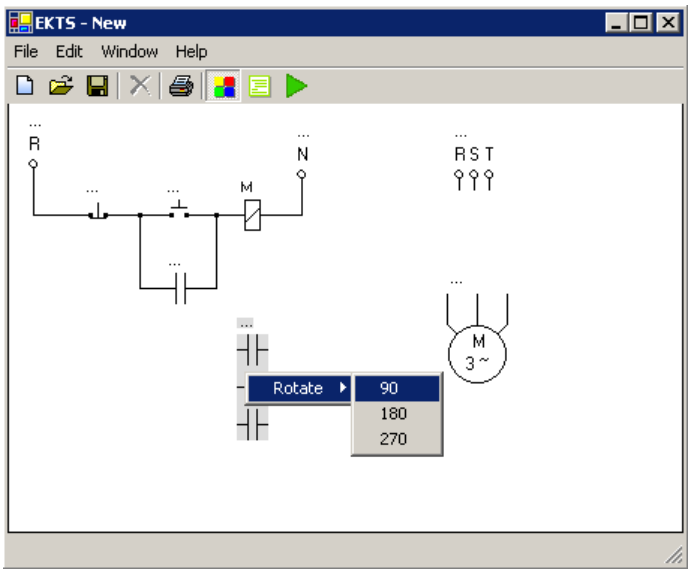
- قطعه مورد نظر را با کلیک چپ روی آن انتخاب کنید.
- برچسب خاکستری شده را با فشردن دکمه چپ ماوس و نگه داشتن آن گرفته و به مکان دلخواه جابجا کنید.

چرخاندن قطعات

به منظور چرخش قطعات

- روی قطعه مورد نظر کلیک راست نمایید.
- زاویه چرخش را از منوی متن باز شده مشابه با شکل (۳-۵) انتخاب نمایید.

خطوط ارتباطی با چرخش قطعه مجدداً ایجاد خواهند شد.

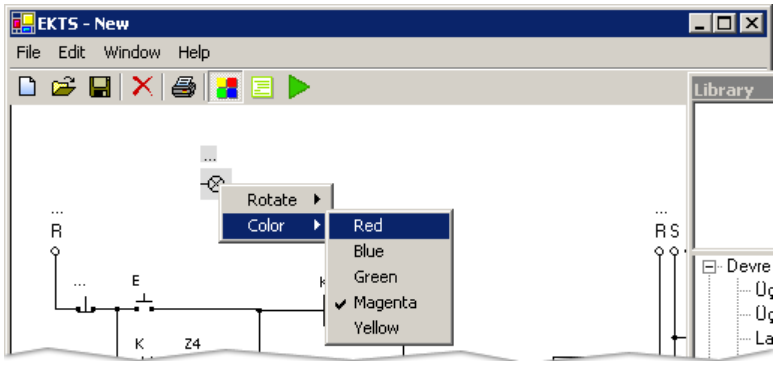


شکل (۳-۵): منوی متن به منظور چرخش قطعات

انتخاب رنگ لامپ

به منظور تعیین رنگ لامپ

- روی لامپ کلیک راست کنید.
- رنگ مورد نظر را از زیر منوی رنگ منوی متن باز شده مطابق با شکل (۳-۶) انتخاب کنید.



شکل (۳-۶): منوی رنگ به منظور تعیین رنگ لامپ

حذف قطعه

برای حذف قطعه

- قطعه را با کلیک چپ روی قطعه انتخاب کنید.
- روی آیکون با علامت که در نوار ابزار قرار گرفته کلیک کنید یا کلید Delete از صفحه کلید را فشار دهید.

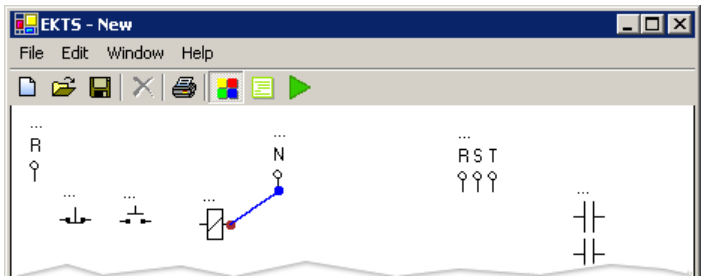
خطوط ارتباطی همراه با حذف قطعه حذف خواهند شد.

۳-۵-۲ اتصال مدار

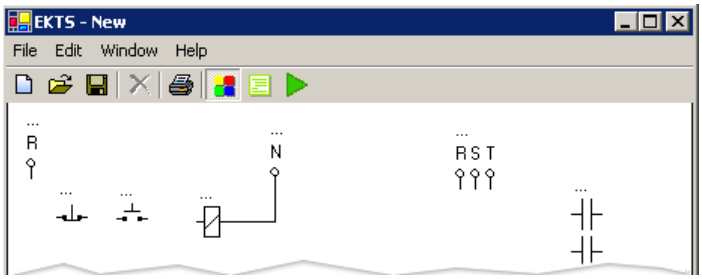
ایجاد کردن یک ارتباط

به منظور ایجاد یک ارتباط مراحل زیر را دنبال کنید:

- علامت اشاره‌گر ماوس را بر روی ترمینال ارتباطی قطعه ببرید تا نقطه با رنگ قرمز ظاهر شود.
- روی دایره کوچک قرمز رنگ کلیک چپ کرده و با نگه داشتن دکمه ماوس علامت اشاره‌گر ماوس را تا ترمینال ارتباطی دیگر جابجا کنید.
- به ترمینال ارتباطی المان دیگر، خط یا گره نزدیک شده تا اینکه نقطه آبی رنگ ظاهر شود. (شکل (۳-۷))
- دکمه سمت چپ ماوس را روی نقطه آبی رنگ ظاهر شده رها کنید.
- خط ارتباطی بین دو نقطه مشخص شده مطابق با شکل (۳-۸) رسم خواهد شد.



شکل (۳-۷): نقاط قرمز و آبی رنگ که به منظور ایجاد ارتباط ظاهر می‌شوند.



شکل (۳-۸): ارتباط ایجاد شده بین ترمینال‌های ارتباطی دو قطعه.

جابجا کردن خط ارتباطی

برای جابجا کردن خط ارتباطی روی خط مورد نظر کلیک چپ کرده و خط مورد نظر را با نگه داشتن دکمه ماوس به محل دلخواه کشیده و رها کنید. خطوط ارتباطی می‌توانند به صورت عمودی یا افقی جابجا شوند.

حذف کردن یک خط ارتباطی

برای حذف خطوط ارتباطی مراحل زیر را دنبال کنید:

خط را با کلیک چپ بر روی آن انتخاب کنید. خط انتخاب شده به رنگ قرمز تبدیل خواهد شد.

روی آیکون با علامت در نوار ابزار کلیک کنید یا اینکه کلید Delete را از صفحه کلید فشار دهید.

۳-۵-۳ گره

ایجاد یک گره

هنگام ایجاد ارتباط بین قطعه و خط ارتباطی، گره‌ها به صورت اتوماتیک ایجاد می‌گردند.

حذف کردن یک گره

برای حذف یک گره:

- با کلیک چپ روی گره آن را انتخاب کنید. گره انتخاب شده به رنگ قرمز تبدیل خواهد شد.
- روی آیکون با علامت در نوار ابزار کلیک کنید یا اینکه کلید Delete را از صفحه کلید فشار دهید.

با حذف یک گره خطوط ارتباطی متصل شده به آن گره نیز حذف خواهند شد.

۴-۵-۳ متن توضیحی

ایجاد یک متن توضیحی

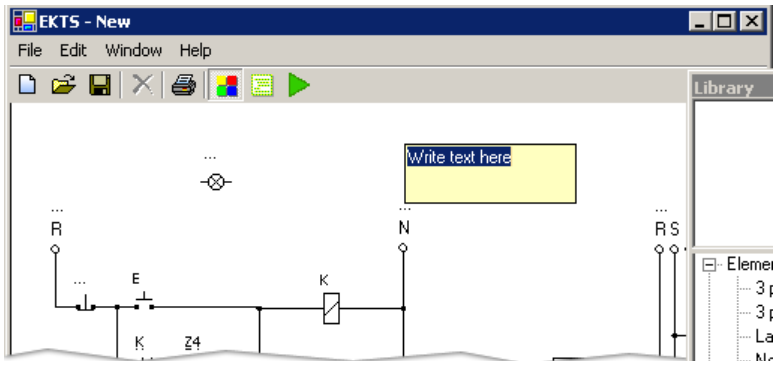
به منظور ایجاد یه متن توضیحی:

- از منوی Edit گزینه Add Description Text را انتخاب کنید. برچسب متن به پانل رسم در گوشه بالای سمت چپ اضافه خواهد شد.
- برچسب متن را با نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس روی آن به مکان دلخواه جابجا کنید.

تغییر متن توضیحی

به منظور تغییر متن توضیحی:

- روی متن توضیحی کلیک راست کنید.
- متن را در جعبه متن که همانند شکل (۳-۹) ظاهر می‌شود، بنویسید.
- در فضای بیرون جعبه متن کلیک کنید تا تغییرات اعمال گردد.
- از گوشه پایین سمت راست برچسب متن برای تغییر اندازه آن استفاده کنید.

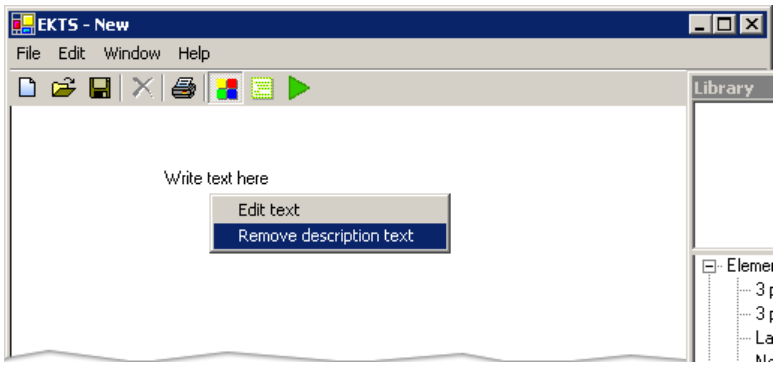


شکل (۳-۹): جعبه متن برای ویرایش برچسب توضیحی

حذف متن توضیحی

به منظور حذف متن توضیحی:

- روی متن توضیحی کلیک راست نمایید.
- از منوی متن ظاهر شده، گزینه Remove description text را همانند شکل (۳-۱۰) انتخاب کنید.



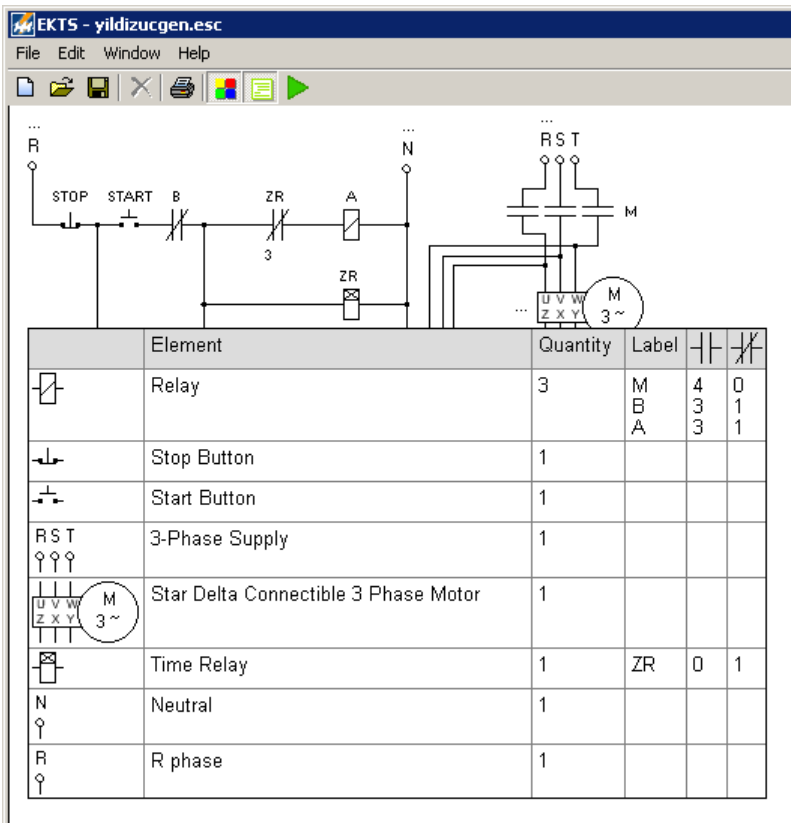
شکل (۳-۱۰): گزینه حذف متن توضیحی

۳-۵-۵ لیست کردن قطعات مورد استفاده

به منظور لیست کردن قطعات مورد استفاده:

- روی آیکون با علامت (لیست کردن قطعات مورد استفاده قرار گرفته) از نوار ابزار کلیک کنید یا اینکه از منوی اصلی و از منوی Windows گزینه List Used Elements را انتخاب کنید.
- لیست ایجاد شده را با کلیک چپ بر روی آن و نگه داشتن دکمه سمت چپ ماوس به مقصد مورد نظر جابجا کنید.

برای پنهان کردن لیست قطعات مورد استفاده روی آیکون با علامت مجدداً کلیک کنید.



	Element	Quantity	Label		
	Relay	3	M B A	4 3 3	0 1 1
	Stop Button	1			
	Start Button	1			
R S T	3-Phase Supply	1			
U V W Z X Y M 3 ~	Star Delta Connectible 3 Phase Motor	1			
	Time Relay	1	ZR	0	1
N	Neutral	1			
R	R phase	1			

شکل (۳-۱۱): لیست قطعات مورد استفاده به همراه تعداد هر کدام از آنها

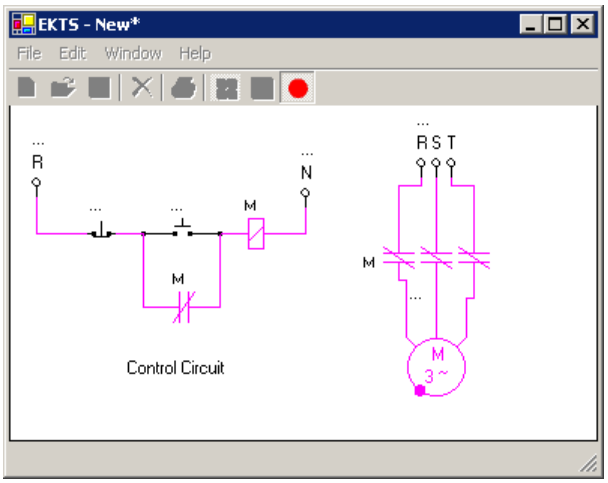
۳-۵-۶ طراحی مدار راه‌اندازی و توقف موتور سه‌فاز

برای طراحی این مدار

- قطعات مورد استفاده را اضافه و در جای خود قرار دهید.
- قطعات را نام‌گذاری کنید.
- اتصالات مدار را انجام دهید.
- در صورت نیاز متن توضیحی ایجاد نمایید.

۳-۶ اجرای مدار طراحی شده

به منظور اجرای مدار طراحی شده روی آیکون با علامت (اجرا) از نوار ابزار کلیک کنید. اگر خطایی در مدار وجود داشته باشد، نرم‌افزار پیام خطایی را نشان خواهد داد. به منظور اجرای برنامه به صورت صحیح باید خطاها را برطرف نمایید. در حالی که نرم‌افزار در حال اجرای مدار می‌باشد، برنامه از طریق فشردن شستی‌های Start/Stop و یا تحریک مستقیم رله‌ها با بردن اشاره‌گر بر روی آنها قابل کنترل می‌باشد. برای نگه داشتن کلیدها و شستی‌ها در حالت فشرده روی آنها راست کلیک کنید و برای رها شدن آنها مجدداً راست کلیک نمایید. در حین اجرای مدار خطوط و قطعات فعال (برق‌دار) همانند شکل (۳-۱۲) با رنگ صورتی نمایش داده می‌شوند. حرکت موتور با نقطه سبزی بر روی آن نمایش داده می‌شود. برای متوقف کردن اجرای مدار روی آیکون با علامت (توقف) کلیک کنید.



شکل (۳-۱۲): اجرای مدار طراحی شده.

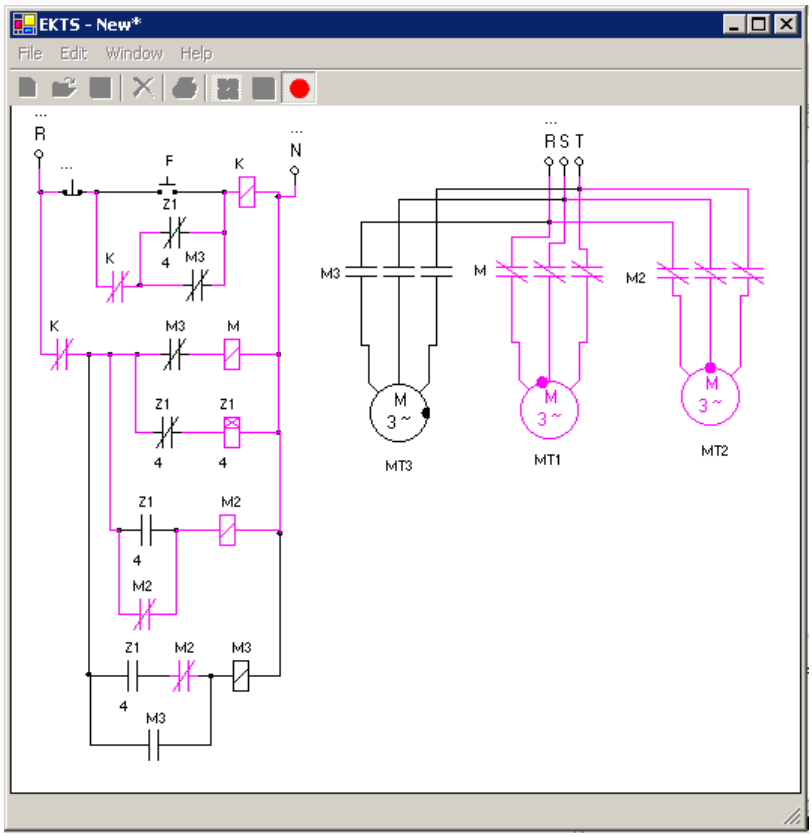
۳-۷ مثال‌ها

۳-۷-۱ مثال ۱

مدار فرمان و مدار قدرت به منظور راه‌اندازی سه واحد موتور سه‌فاز با شرایط عملکرد زیر طراحی کنید:

- موتور اول با فشردن شستی Start شروع به چرخش می‌نماید.
- بعد از ۵ ثانیه موتور دوم شروع به چرخش می‌نماید.
- بعد از ۵ ثانیه از راه‌اندازی موتور دوم، موتور سوم راه‌اندازی شده و موتور اول متوقف می‌شود.
- موتور دوم و موتور سوم بعد از اینکه ۵ ثانیه با همدیگر کار کردند متوقف می‌شوند.
- تمامی موتورها با فشردن شستی Stop متوقف می‌شوند.

این مدار مطابق با شکل (۳-۱۳) طراحی می‌شود.



شکل (۳-۱۳): مدار طراحی شده سه واحد موتور سه‌فازتوسط EKTS

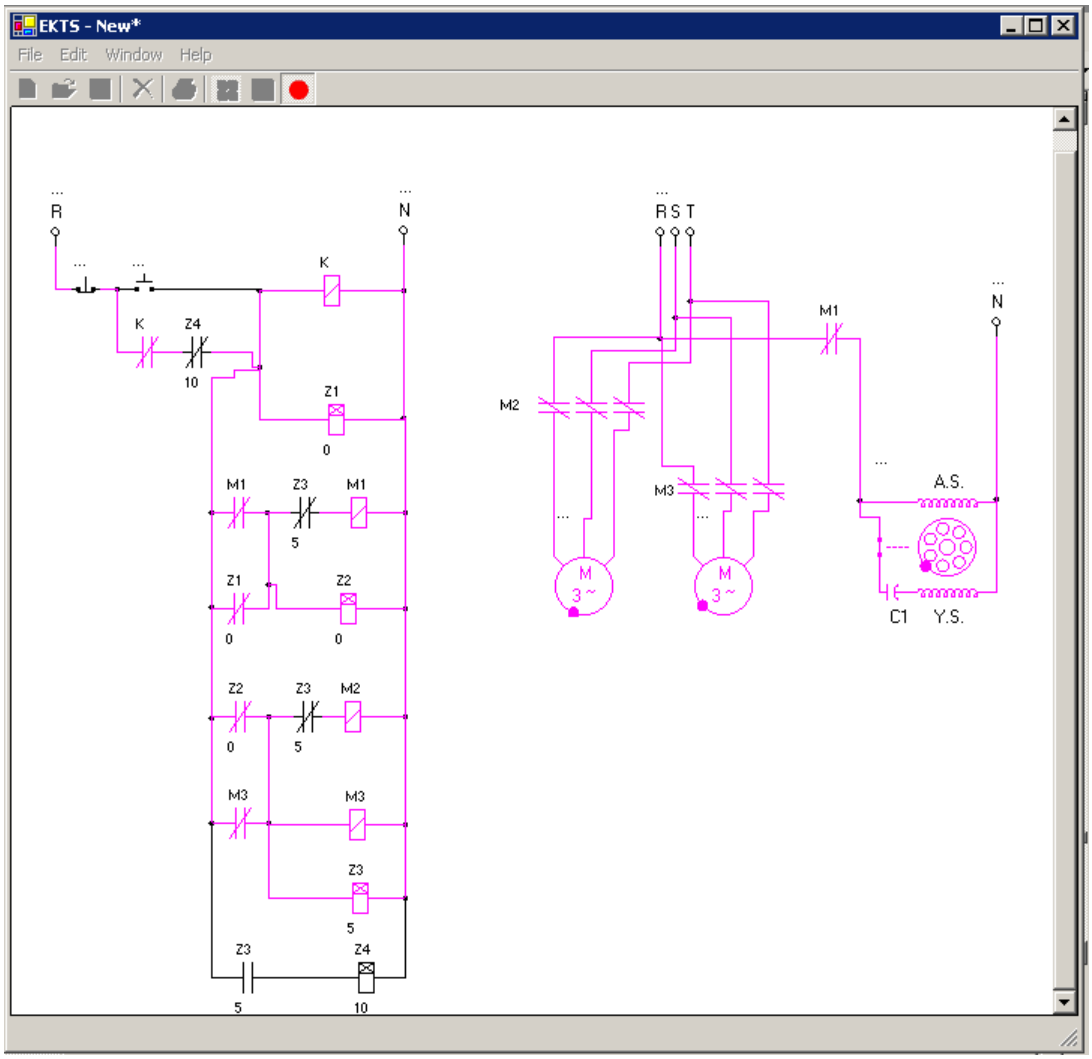
در این مدار رله زمانی Z1 به منظور فرستادن پالس در هر ۵ ثانیه به کار می‌رود. موتورهای سه‌فاز توسط سه رله (کنتاکتور) M1، M2 و M3 کنترل می‌شوند. این رله‌ها توسط مدار فرمان کنترل می‌شوند.

۳-۷-۲ مثال ۲

مدار فرمان و مدار قدرت به منظور راه‌اندازی دو واحد موتور سه‌فاز و یک واحد موتور تک‌فاز با شرایط عملکرد زیر طراحی کنید:

- موتور تک‌فاز بعد از ۳ ثانیه از فشردن شستی Start راه‌اندازی می‌شود.
- بعد ازگذشت ۵ ثانیه از راه‌اندازی موتور تک‌فاز، هر دو موتور سه‌فاز راه اندازی می‌شوند.
- بعد از ۵ ثانیه از راه‌اندازی موتورهای سه‌فاز موتور تک‌فاز و یکی از موتورهای سه‌فاز متوقف می‌شود.
- موتور سه‌فاز در حال کار بعد از ۱۰ ثانیه متوقف می‌شود.

این مدار همانند شکل (۳-۱۴) طراحی شده است.



شکل (۳-۱۴): مدار طراحی شده یک واحد موتور تک‌فاز و دو واحد موتور سه فاز توسط EKTS

در این مدار رله‌های (کنتاکتورهای) M1، M2 و M3 برای کنترل سه موتور مورد استفاده قرار گرفته‌اند. کنترل این رله‌ها توسط مدار فرمان صورت می‌پذیرد.