دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

گروه برق - قدرت

جزوه آموزشی :

کارگاه برق

تهیه کنندگان : مصطفی جزایری و بهمن لشکری

دستورالعمل ایمنی کارگاه برق

اگر شما در آزمایشگاه ها و کارگاه های دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر کار می کنید ، شرایط کار ایمن را برای حفاظت از خود و اطرافیانتان فراهم کنید . دستور العمل زیر را به دقّت بخوانید و رعایت کنید . فراموش نکنیم که اولویت اول ایمنی و سلامت و پس از آن انجام آزمایش یا پروژه است .

۱ – در هنگام کار در کارگاه باید از لباس کار ، کفش ایمنی و دستکش استفاده نمائید.

۲ – قبل از شروع کار ، ابزار و دستگاهها را چک کنید ، هر نوع خرابی احتمالی را به استاد یا مسئول آزمایشگاه گزارش دهید .

۳ – هرگز عجله نکنید ، آگاهانه و با دقّت کار کرده و از شوخی کردن پرهیز نمائید .

٤ – اگر با مدارها و ابزاری سروکار دارید که با ولتاژ بیش از ۵۰ ولت کار می کنند ، مطمئن شوید که شخص دیگری در محیط کار حضور دارد که می تواند شما را ببیند یا صدای شما را بشنود.

۵ – اگر با مداری کار می کنید که با ولتاژ بیش از ۵۰ ولت تغذیه می شود ، باید در آزمایشگاه یا کارگاه مربوطه ثبت نام کرده باشید ، مجوّز لازم را از استاد راهنمای خود کسب کرده و مدیر آزمایشگاه یا کارگاه را در این زمینه مطلع سازید .

۶ – قبل از بستن مدار مطمئن شوید که جریان برق قطع بوده و برای اطمینان از عدم وجود اختلاف پتانسیل بین بدنه ها تست برقراری اتّصال زمین بین دستگاهها انجام شود.

۷ – بعضی از آزمایشگاهها مانند آزمایشگاه ماشین های الکتریکی کارگاه برق و آزمایشگاه الکترونیک صنعتی نیاز به توجّه ویژه دارند ، در این آزمایشگاهها قبل از بازبینی مدار توسّط استاد آزمایشگاه از اتّصال منبع تغذیه اکیدا" خودداری شود .

۸ – برای بستن مدار در کار گروهی فقط یک نفر مدار را کامل کرده و برای بستن مدار از دست راست خود استفاده نماید .

۹ – سیم ها را از روی اجسام متحرّک یا در حال چرخش عبور ندهید ، آنها را بر روی زمین و جایی که رفت و آمد است رها نکرده و از سیم های دوتکّه برای اتّصال بخش های مختلف استفاده ننموده و در حین وصل بودن مدار به برق به هیچ وجه سیم ها را جا به جا نکنید.

۱۰ – در هنگام کار با مولتی متر با دقّت رنج و دوسر ترمینالها را انتخاب نموده و هنگامیکه مولتی متر به برق وصل می باشد به هیچ وجه کلید سلکتور آن را نچرخانید .

۱۱ – اگر مدار سلفی را اتّصال باز می کنید این کار را با دقت کامل انجام دهید و صورت خود را از مدار دور کنید ، احتمال برور جرقّه وجود دارد.

۱۲ – در هنگام کار با خازنهای الکتروموتورهای تکفاز از دشارژ بودن خازن مطمئن شوید .

۱۳ – در هنگام کار با مدارهای الکتریکی از اشیای رسانا مانند ساعتهای با بند فلزّی ، زنجیر و دستبند ، قلمهای بدنه فلزّی ، خط کشهای فلزّی و ... استفاده نکنید .

۱٤ – شما فقط مجاز با استفاده از ابزار و دستگاههائی هستید که در محیط کارگاه وجود دارد ، اگر نیاز به استفاده از ابزار دیگری دارید باید مجوّز لازم را از مدیر گروه و یا مسئول آزمایشگاه کسب نمائید.

۱۵ – پس از انجام کار جریان برق را قطع نموده و سیم های رابط را درآورده و در جای مخصوص قرار دهید . مولتی متر را نیز تحویل نمائید .

« بسم الله الرحمن الرحیم »

بخش اول : خطرات برق و مقررات ایمنی ۵

۱ - خطرات انرژی الکتریکی (برق) ۵
۲ - مقاومت الکتریکی بدن ۹
۳ - روشهای پیشگیری از خطرات برق گرفتگی ۱۰
۴ - اطفاء حریق و نجات مصدومین ۱۳
۵ - کنترل کیفیت و مقررات ایمنی ۱۴

بخش دوم : سیم کشی ساختمان ۱۶

۱ - انواع سیم کشی ساختمان ۱۶
۲ - انواع اتصالات لامپ ها و کلیدها ۱۷
۳ - فتو سل ۲۴
۴ - نمراتور ۲۶
۵ - اتومات راه پله ۲۷
۶ - اف اف ۲۸

بخش سوم : لوله های برق ۳۶

۱ - لوله های برگمان ۳۶
۲ - لوله های فولادی ۳۶
۳ - لوله های خرطومی ۳۶

بخش چهارم : کابل ها ۳۷

۱ - عایق کابل ۳۷
۲ - هادی کابل ۳۷
۳ - غلاف کابل ۳۷
۴ - نکاتی در باره چگونگی انتخاب کابل ۳۸
۵ - مشخصات کابل ها ۳۸

بخش پنجم : وسایل حفاظت ۳۹

۱ – فیوز ۳۹
۲ – دیژنکتور ۴۲

بخش ششم : راه اندازی موتورهای یکفاز ۴۵

۱ – کلید گریز از مرکز ۴۵
۲ – خارج کردن سیم پیچ راه انداز از مدار ، توسط شستی یا رله ۴۵
۳ – راه اندازی توسط خازن ۴۵
۴ – تغییر جهت دوران در موتورهای تکفاز ۴۵
۵ – موتورهای یکفاز خازنی (راه اندازی موتورهای سه فاز با برق تکفاز) ۴۷
۶ – موتور تکفاز با راه اندازی اتصال کوتاه ۴۷
۷ – موتور کولر آبی ۵۰

بخش هفتم : مدارهای سه فاز و موتورهای القایی سه فاز ۵۲

۱ – مدار های تکفاز ۵۲
۲ – مدار های سه فاز ۵۲
۳ – تولید ، انتقال و توزیع برق سه فاز ۵۲
۴ – موتورهای سه فاز ۵۴
۵ – راه اندازی موتورهای القایی دائمی مثلثی با استفاده از روش راه اندازی ستاره مثلث بکمک کلید ستاره مثلث ۵۶
۶ – موارد استفاده اتصال ستاره و مثلث ۵۷

بخش هشتم : وسایل و مدارهای کنترل ۵۸

۱ – کنتاکتور ۵۹
۲ – شستی ۶۹
۳ – لامپ سیگنال یا لامپ خبر ۶۹
۴ – کلید محدود کننده ۶۹
۵ – تایمر ۷۰
۶ – مدار فرمان و قدرت ۷۲
۷ – رله حرارتی یا بی متال ۷۳

بخش نهم : ترانسفورماتور ها ۹۹

۹۹
۱ – ترانسفورماتورهای اندازه گیری ۱۰۰
۲ – مزایای ترانسفورماتورهای اندازه گیری ۱۰۰
۳ – ترانسفورماتورهای اندازه گیری جریان ۱۰۲
۴ – ترانسفورماتورهای تنداره گیری ولتاژ ۱۰۲
۵ – توان اکتیو و توان راکتیو ۱۰۳
۶ – کنتور اکتیو ۱۰۴
۷ – کنتور راکتیو ۱۰۴
۸ – تصحیح ضریب قدرت توسط خازن ۱۰۵
۹ – کلید های فشار قوی ۱۰۶
۱۰ – سیستم جرقه اتومبیل

بخش دهم : ضمائم ۱۰۹

علائم الکتریکی
علائم ویژه جهت الکتروموتورها در برابر عوامل و اجسام خارجی
مشخصات سیمهای عایق دار استاندارد ایران
جدول حداکثر جریان مجاز سیم های استاندارد شده مسی
جدول حداکثر جریان مجاز سیم های استاندارد شده آلومینیمی
جدول شدت جریان مجاز و جریان فیوز برای سیم مسی
جدول شدت جریان مجاز و جریان فیوز برای سیم آلومینیمی
جدول قابلیت بار سیمهای عایقدار و سطح مقطع های مربوطه
جدول ضرایب تقلیل برای درجه حرارت محیط بیش از ۲۵ درجه سانتی گراد
جدول تعداد سیمهای مجاز در لوله های پلاستیکی و ظرفیت مجاز لوله های فولادی
جدول گنجایش تعداد سیم ها در یک لوله برگمن و در یک لوله فولادی
حدول انتخاب فیوز موتوری (کند کار) و کابل مسی برای موتورهای القائی
جدول سیم های هوایی و جدول مربوط به آمپراژ ترانسفورماتورها و نوع فیوز انتخابی ۲۰۰۰۰/۴۰۰ ولت
جدول انتخاب شمش های مسی
طرز کار و نمایش اساس کار یخچال
اساس کار یک ماشین لباسشویی اتوماتیک و سیم کشی داخلی ماشین لباسشویی اتوماتیک
انواع حفاظت مدار در مقابل بارهای اضافی

محافظت در برابر اتصال کوتاه
نقشه تابلوی توزیع برای مصارف با قدرتهای مختلف
نقشه تابلوی توزیع برق روشنایی و مصرفی پریزها و غیره و ساختمان ویلایی در مزرعه
طرز نمایش قسمتهای مختلف ساختمان در نقشه
اندازه ها و فواصل معمول در سیم کشی ها و شکل نصب ادوات برقی در محلهایی که مجاز نیستند و همچنین طرز صحیح بستن سیم به اتصالی
سیم کشی یک ساختمان و انشعابات آن
نمونه سیم کشی در یک ساختمان و نمایش مدارهای اصلی
سیم کشی یک ساختمان و انعشابات آن
سیم کشی ساختمان ویلایی در مزرعه به غیر از روشنایی شامل پریزهای برق و آنتن
سیم کشی ساختمان ویلایی در مزرعه شامل روشنایی
نقشه یک ساختمان مسکونی که باید سیم کشی آن تکمیل شود
نقشه یک کارگاه که با درنظر گرفتن سیم زمین سیم کشی آن باید تکمیل شود
نقشه یک اتاق و فواصل قرار گرفتن کلید و پریز و تقسیم و سیم کشی ها
نقشه سیم کشی یک ساختمان مسکونی
نقشه سیم کشی یک ساختمان مسکونی

بخش اول : « خطرات برق و مقررات ایمنی »

بیش از یکصد سال است که از انرژی الکتریکی در قالب شبکه های توزیع وانتقال استفاده میشود و تکامل صنعت نیاز به این نوع انرژی را افزایش داده است. خصوصیاتی ازقبیل پاکیزگی قابلیت انتقال ، کنترل و تبدیل به دیگر انرژیها از عوامل اساسی در توسعه و جایگزینی انرژی الکتریکی محسوب میشوند. باداشتن این مزایا انرژی الکتریکی دو عیب نیز دارد. یکی به میزان قابل ملاحظه‌ای ذخیره نمی شود و دیگرآنکه در صورتیکه تحت کنترل صحیح نباشد خطرات جانی و خرابیهای زیاد ببار می آورد. موضوع این فصل تشریح این خطرات و برخی پیشگیریهای ایمنی است. در انتها لزوم وضع و رعایت مقررات و ضوابط ایمنی در برق رسانی را متذکر شده و مقررات موجود را تشریح می‌کنیم .

۱ - خطرات انرژی الکتریکی

خطرات برق بطورکلی به دوصورت است:

۱- خطر ایجاد حریق

۲- خطر برق گرفتگی

۱ - ۱ - خطر ایجاد حریق

جریان برق در عبور از سیمها ، اتصالات ، کلیدها و... تولید حرارت می کند.این حرارت در شرایط عادی به محیط اطراف داده می شود و درجه حرارت وسایل از حد مجاز تجاوز نمی‌کند. درصورتیکه وسایل مناسبی انتخاب نشده باشد ، یا اتصالات بطور مطمئن و صحیح برقرار نشده باشد ممکن است درجه حرارت وسایل برق رسانی از حد مجاز تجاوز نماید. برای مثال یک کلید معیوب که محل اتصال آن خورده شده است نسبت به کلید سالم حرارت زیادتری تولید می کند. اگر در جعبه های تقسیم و کلید ها و پریزهای برق سیمها بخوبی بهم بسته نشده باشند، باعث ایجاد گرما و سپس جرقه های کوچک می شود و بتدریج این جرقه ها شدیدتر شده و سیمها را می سوزاند. فیوزهایی که مطابق استاندارد فنی ساخته نشده باشند وقتیکه بسوزند، فلز ذوب شدهٔ آنها ممکن است موجب آتش سوزی شود. همچنین سرپیچ لامپها ممکن است برای لامپهای کوچکتر ساخته شده باشند و استفاده از لامپهای بزرگتر که امروزه معمول شده‌اند حرارت بیشتری تولید می‌کند. این حرارت اضافی بسهولت جذب محیط اطراف نشده و باعث زیاد شدن حرارت می شود. افزایش درجه حرارت بطور کلی باعث فرسوده شدن و ازبین رفتن عایقهای سیمها و وسایل می شود. ازبین رفتن عایقها باعث اتصال سیمها و ایجاد جرقه الکتریکی می شود و حرارت ناشی ازآن می تواند در شرایط مساعد براحتی عامل بروز حریق گردد. حفاظت در مقابل خطرایجاد حریق از طریق انتخاب سیمها و وسایل مناسب و حفاظت مدارها بوسیله فیوزها بااندازه های صحیح ممکن است. به این ترتیب در شرایطی که به هر دلیل جریان مدار از حد مجاز تجاوز نماید، فیوز عمل کرده و مدار را قطع می‌کند.

از طرف دیگر برای جلوگیری و کم کردن خطر حریق باید تأسیسات و سیم کشی یا کابل کشی با دقت کامل و با رعایت نکات فنی و بدست متخصصان آزموده انجام شود . قوانین و

مقررات و استانداردهاباید وضع شده و کاملا رعایت شود. متأسفانه در بیشتر مواقع اشخاصی که فاقد اطلاعات لازم هستند، بدون احساس مسئولیت مبادرت به انجام کارهای برقی می نمایند. جهت جلوگیری از این کار باید مراکزی مخصوص تربیت افراد متخصص در سیم‌کشی و نصب تأسیسات الکتریکی دایر و گواهینامه مخصوص صادر نموده در نتیجه مسئولیتهای ناشی از اهمال کاری و عدم رعایت مقررات فنی رابعهده آنان گذاشت . درانبارهای کالا و مخازن سوخت و همچنین در منازل و کارخانجات باید دقت بسیاری در سیم‌کشی بعمل آید و وسایل حفاظت و پیشگیری از خطرات احتمالی پیش بینی شود. کلید های اصلی و فیوزها و کنتورها و سایر وسایل برقی باید در جعبه های عایق حفاظت شوند به هرکسی نباید اجازه داده شود که از انشعابها سیم کشی نموده و یک اسباب برقی رابکار بیندازد،این کار حتماً بوسیله افراد مجاز که گواهینامه تخصّصی دارند باید انجام شود تا بتوان از خطرات احتمالی جلوگیری نمود و از صحت کار دستگاههای الکتریکی اطمینان حاصل کرد.

۱ - ۲ - خطربرق گرفتگی

حوادث برق در تأسیسات فشار ضعیف بیش ازفشارقوی است . و دلیل آن همان استفاده از وجود افراد ماهر و ورزیده درنصب، تعمیرات و بهره برداری از سیستم فشارقوی می باشد. ولی از طرف دیگر در تأسیسات فشار ضعیف (۳۸۰ ولت) بعلت دخالت روز افزون افراد غیر متخصص در کار و بی‌احتیاطی و یا عدم اجرای مقررات حفاظتی و نیز گستردگی زیاد آن ، حوادث برقی بطور کلی خیلی بیشتر است . برق گرفتگی اثر سوء جریان برق روی سیستم بدن انسان است . بطوریکه می‌دانیم فرمانها برای حرکات عضلا ت بدن از مغز بوسیله جریانهای برقی بسیار ضعیف ازطریق سلسله اعصاب به عضلات مخابره می شود. درصورتیکه جریانهای برقی قوی از خارج روی اعصاب اثر گذارند موجب حرکات ناگهانی و بسیار شدید عضلانی می شود که برق گرفتگی یا شوک نامیده می شود و ممکن است که کار آن قسمت را بطور موقت یا دائم متوقف کند. بدیهی است که مختل شدن کار بعضی قسمتها مثل مغز ، قلب یا ششها می‌تواند سریعاً موجب مرگ شود. شدت صدمات وارده به انسان بستگی به میزان جریانی دارد که به بدن وارد میشود و البته و جود اختلاف پتانسیل است که باعث عبور جریان میشود. میزان جریان عبوری از بدن به ولتاژ و مقاومت مدار که شامل مقاومت مدار برق رسانی ، مقاومت بدن ، مقاومت نقاط تماس بدن با زمین و هادی جریان است بستگی دارد. بطور کلی برق به سه صورت به انسان صدمه وارد می کند:

الف) تأثیر روی قلب

ب) تأثیر روی سلسله اعصاب

پ) سوزاندن سطحی یا عمیق از داخل یا خارج بدن

الف) تأثیر روی قلب

عبور جریان الکتریکی از قلب باعث می شود که عمل منظم طپش قلب نامنظم و نابهنگام ضربانهای طبیعی برسد و مجموعاً در رسیدن خون به مغز وقفه ای حاصل گردد، در نتیجه انسان پس از چند ثانیه بیهوش می شود و پس از چند دقیقه می‌میرد.

بررسی های مختلف نشان می‌دهد که بالاترین حدّ شدت جریان که قلب انسان می‌تواند تحمل نماید در حدود ۲۵ میلی آمپراست و در شرایط نامساعد جریان از ۲۵ تا ۷۵ میلی آمپر در صورتیکه بیش از ۳۰ ثانیه تداوم داشته باشد می تواند باعث مرگ انسان شود. خطرناک ترین شدت جریان بیش از ۷۵ میلی آمپر تا حدود ۱ آمپر است که درصورت تداوم بیش از ۰/۲ ثانیه باعث ازکار افتادن قلب و مرگ انسان می شود. به تجربه معلوم شده است که جریان متناوب خطرناکتر از جریان دائم است . چون مخصوصاً در جریان متناوب بافرکانس ۵۰ هرتز، عضلات از کار می‌افتد و دیگر شخص نمی‌تواند دست خود را از سیم یا هادی برق دار جدا کند هرچه فرکانس جریان متناوب ، بیشتر باشد خطرناکتراست ولی درفرکانسهای بالا خطر مرگ وجود ندارد ، فقط ممکن‌است باعث سوختن‌بدن انسان شود (اثر پوستی). و در فرکانسهای خیلی زیاد شدّت جریانهای زیاد نمی تواند موجبات منقبض شدن اعضاء بدن انسان را فراهم سازد. بطوریکه عبور جریان به شدّت چندین آمپر با فرکانس خیلی زیاد نیز ممکن‌است برای انسان بی خطر باشد و به همین علت است که در پزشکی از جریانهای با فرکانس زیاد برای درمان استفاده می شود.

ب) تأثیرروی سلسله اعصاب

تأثیر جریان برق محدود به قسمتهای خارجی بدن یا قلب نیست بلکه سلسله اعصاب راتحت تأثیر قرار می دهد. مثلاً انسان را از حس شنوایی محروم می کند، قدرت تکلم او را می‌گیرد و یا باعث بیهوشی و فلج بدن میشود. در صورتیکه جریانهای بیش از ۱ آمپر از بدن عبور نماید، ممکن‌است بدون اینکه مستقیماً باعث ازکار افتادن قلب شود ، مرگ را بدنبال داشته باشد چون این جریانهای شدید باعث خراب کردن و سوزاندن بافتهای بدن بخصوص تجزیه آب بدن میشود و به کلیه ها آسیب فراوان می رساند.از طرف دیگر عبور جریان از ماهیچه باعث انقباض آن می شود و درصورتیکه کف دست به سیم برق متصل شود، شخص بواسطه انقباضی که در عضله های دست اتفاق می افتد سیم برق را محکم فشار می دهد و باعث می شود صدمات برق به بدن بیشتر شود.

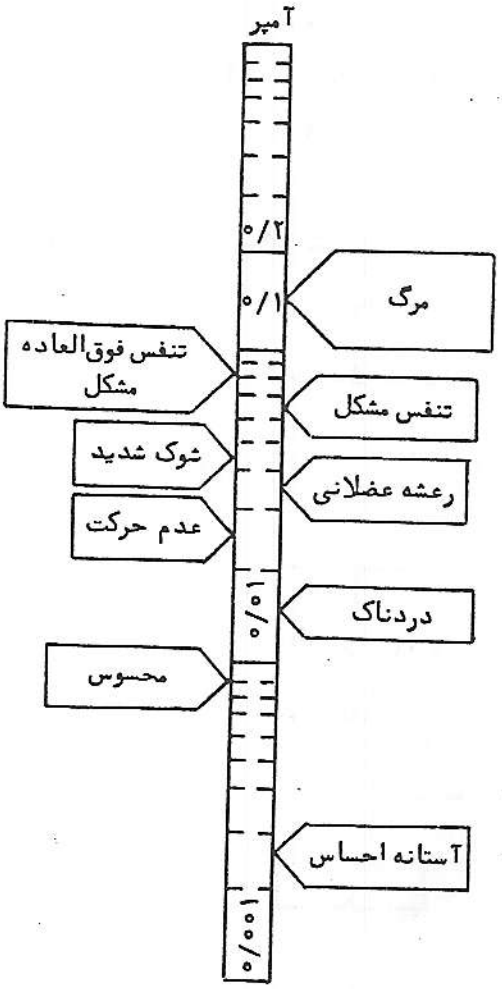
پ)سوختگی

عبور جریان زیاد از بدن باعث سوزاندن محل ورود جریان و زخم برداشتن‌عمیق در محل خروج جریان میشود که ممکن‌است متعاقباً منجر به مرگ شده و یا حداقل نقص عضو را بدنبال داشته باشد، سوختگیهایی که در نقاط تماس پوست بدن با هادی الکتریکی تولید میشود ، مشخصات ویژه‌ای دارند شبیه سوختگیهای باعوامل دیگر نیستند. گاهی سوختگیها بقدری عمیق است که از عضلات گذشته و به استخوان و مفاصل میرسد. فرق این‌سوختگی با سوختگی

معمولی اینست که ضایعه خشک و بدون تورم است ، چرک نمی‌کند و غالباً بدون درد میباشد. به همین علت اخیراً کلینیکهای ویژه‌ای جهت مداوای این نوع سوختگی ها دایر شده است .
طبق مطالعات جدید، جریان برق خیلی زیاد در قسمتهای کم مقطع بدن انسان مثل بازو و ران گرمای خیلی زیادی تولید میکند و این گرما عضله را در محل تأثیر فاسد میکند و ماده رنگی عضله (میوگلوبین) در آن قسمت وارد جریان خون میشود. درصورتیکه میزان این ماده رنگی از حدّ معینی تجاوز کند کلیه ها به سختی مسموم شده و شخص پس از چند روز بعلت مسمومیت کلیه ها و سپس مسمومیت عمومی بدن ازپا درمی آید.

در مجموع از مراتب سه گانه فوق نتیجه می شود که خطر مرگ در جریان برق در درجه اول تابع عوامل زیر می باشد:

۱- مسیر عبور جریان دربدن
۲- مقدار جریان
۳- مدت تأثیر جریان
۴- فرکانس جریان متناوب



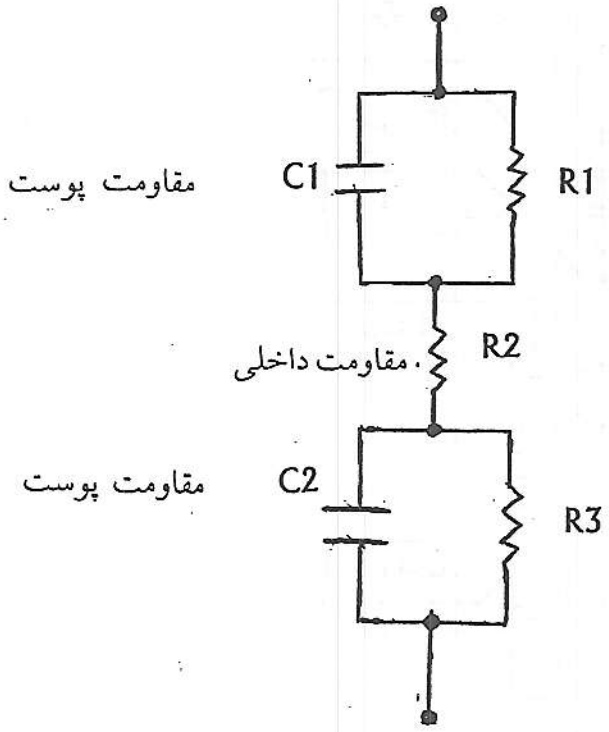
شکل ۱- دیاگرام میزان خطرات جریان برق

۲ - مقاومت الکتریکی بدن انسان

آزمایشات مکرر دکتر « فری برگر » نشان داده است که مقاومت داخلی بدن انسان در مقابل جریان متناوب با فرکانس صنعتی (۵۰ هرتز) مقاومت اهمی خالص است و تاحدّ زیادی تابع سطح تماس ، ساختمان پوست ، درجه حرارت ، رطوبت آن و سلامتی بدن میباشد. پوست کف دست و پا در حالتی که خشک باشد مثل یک طبقه عایق بین دو جوشن خازن است که بسته به شدّت و نوع و زمان تأثیر جریان برق در صورتیکه فشار الکتریکی (اختلاف پتانسیل) کافی باشد کاملاً جریان را عبور میدهد. عبور جریان در پوستهای کلفت در فشار الکتریکی حدود ۵۰ الی ۶۰ ولت به تدریج شروع میشود و در ۵۰۰ ولت ضمن بجا گذاشتن اثر سوختگی کامل می‌گردد. در فشار الکتریکی بالاتر پس از آنکه جریان از پوست عبور کرد، مقاومت بدن انسان برای جریان دائم و جریان متناوب با فرکانس صنعتی یکی است و مقاومت بدن با بالا رفتن فشار الکتریکی کمتر می شود. علت این امر اینست که در نتیجه عبور جریان در پوست سوراخهای ریزی بوجود می آید که عدّه آنها با بالارفتن فشار الکتریکی زیادتر می شود. پس از بین‌رفتن مقاومت پوست ، مقاومت بدن دیگر تابع فشار الکتریکی نیست ولی بسته به طول و مقطع و مسیر جریان تغییر می کند. مقاومت بین اعضای مختلف بدن انسان بطور متوسط برابر است با:

بین دو دست	تقریباً	۴۰۰۰	اهم.
بین دست و پا	تقریباً	۴۵۰۰	اهم.
بین دو پا	تقریباً	۶۵۰۰	اهم.
بین هر دو دست و پاها	تقریباً	۱۸۰۰	اهم.

در شکل (۲) مدل الکتریکی بدن انسان نشان داده شده است .



شکل ۲

عنصری که در مقابل عبور جریان برق بیشترین مقاومت را از خود نشان می دهد، پوست بدن است ولی متأسفانه بصورت خازن عمل می‌کند و در جریان متناوب مقدار آن خیلی کم میشود ولی در جریان دائم مقاومت پوست خیلی زیاد است لذا اندازه جریان را محدود می کند. به عقیده محققین با افزایش فرکانس ، مقاومت الکتریکی معادل بدن انسان که دارای ظرفیت خازنی می باشد ، کم می شود. در صورتیکه تجارب بدست آمده از آزمایش های انجام شده روی حیوانات مختلف عکس این مطلب رانشان می دهد. در هر صورت هنوز فرکانسهای جریان متناوب که باعث فلج قلب و یا دستگاه تنفس انسان می شوند ، مشخص نشده است.

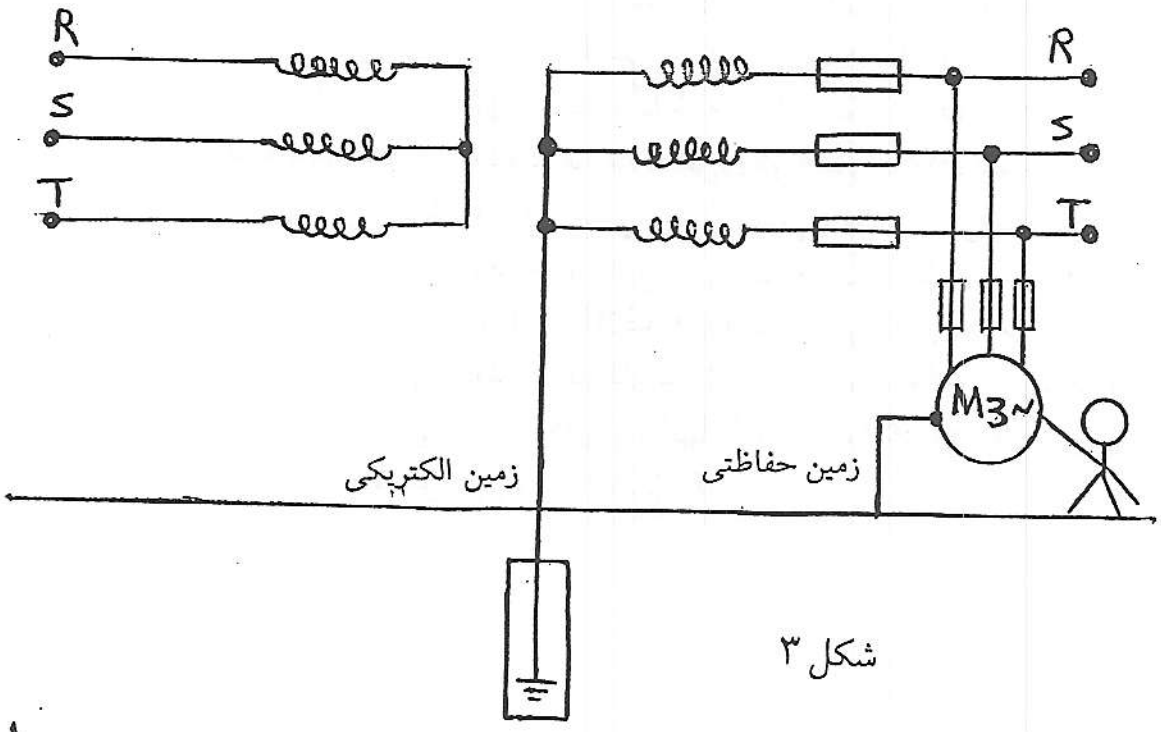
همچنین به اعتقاد بیشتر محقّقین فرکانسهای ۵۰ تا ۶۰ هرتز مهلکترین فرکانس برای انسان می باشد و اگر این فرکانس راکم یا زیاد کنیم خطرات مرگ کمتر خواهد شد فرکانسهای حدود ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ هرتز معمولاً باعث مرگ نشده بلکه موجب سوختگی محلی شده اند.

۳-۱ روشهای پیشگیری از خطرات برق گرفتگی

برای جلوگیری از وارد آمدن ضایعات جبران ناپذیری که عبور جریان برق باعث می گردد و یا حداقل تخفیف این صدمات راههای زیر وجود دارد :

۱-۳-۱- زمین کردن

منظور از زمین‌کردن ، اتصال بدنه فلزی تمام وسایل برقی به زمین می باشد. کار این وسایل همراه با احتمال بروز خطر است. بطور کلی اتصال زمین حفاظتی عبارتست ازاتصال دادن بخشهایی از دستگاههای الکتریکی به زمین که در کار اصلی دستگاه دخالت نداشته و از مدار الکتریکی مربوطه مستقل است و بمنظور تأمین حفاظت جانی برای انسان و همچنین تأمین حفاظت دستگاههای الکتریکی در برابر خراب شدن است . درضمن باید توجه داشت که سیم زمین (ارت) با سیم نول یا صفر متفاوت است و نبایستی به سیم نول وصل شود . شکل (۳) زیر را در نظر بگیرید.



شکل ۳

بدلایل الکتریکی نقطه نول ژنراتورها و ترانسفورماتورها را در پست ها زمین می کنند . در صورتی که بدنه فلزی دستگاه به هر دلیل مثلاً فرسودگی عایق کابل ورودی ، برق دار شود، برای افراد خطرناک است . کلیه راههای جلو گیری از خطرات برق برای افراد مستقیما به مقدار مقاومت مدار ارتباط دارد. از آنجایی که ولتاژ شبکه ثابت است برای کاهش صدمات برق باید جریان را محدود کرد. برای محدود کردن جریان گذرنده از بدن شخص راههای زیر وجود دارد:

الف) شخص از کفشهای مخصوص استفاده نماید که مقاومت الکتریکی آنها زیاد است .

ب) از دستکشهای مخصوص استفاده شود.

پ) در زیر دستگاه از کف پوش های عایق استفاده شود. گستردگی کف پوش باید به گونه‌ای باشد که اگر شخص خارج از محوطه کف پوش قرار گرفت اجزاء بدن وی تحت هیچ شرایطی نتواند مستقیماً با بدنه فلزی دستگاه تماس یابد.

ت) زمین کردن بدنه دستگاه .در چنین شرایطی در صورت اتصالی یا خرابی سیم برق و برقدار شدن بدنه فلزی ، بموازات بدن شخص ، یک مسیر با مقاومت خیلی کم وجود دارد که جریان خط از آن میگذرد و جریان خطرناکی از بدن شخص عبور نمی کند و بدین ترتیب شخص در مقابل اتصال بدنه حفاظت می شود. به چنین زمین کردن که هدف آن حفاظت شخص است ، زمین کردن استحفاظی گفته می شود.

زمین کردن توسط الکترود زمین و مطابق روش مخصوص صورت می گیرد . الکترود زمین عبارت است از یک قطعه جسم هادی که در زمین قرار داده می شود و سیم زمین به آن متصل می شود . الکترودها به اشکال مختلف ساخته می شود . که مهمترین آنها عبارتست از :

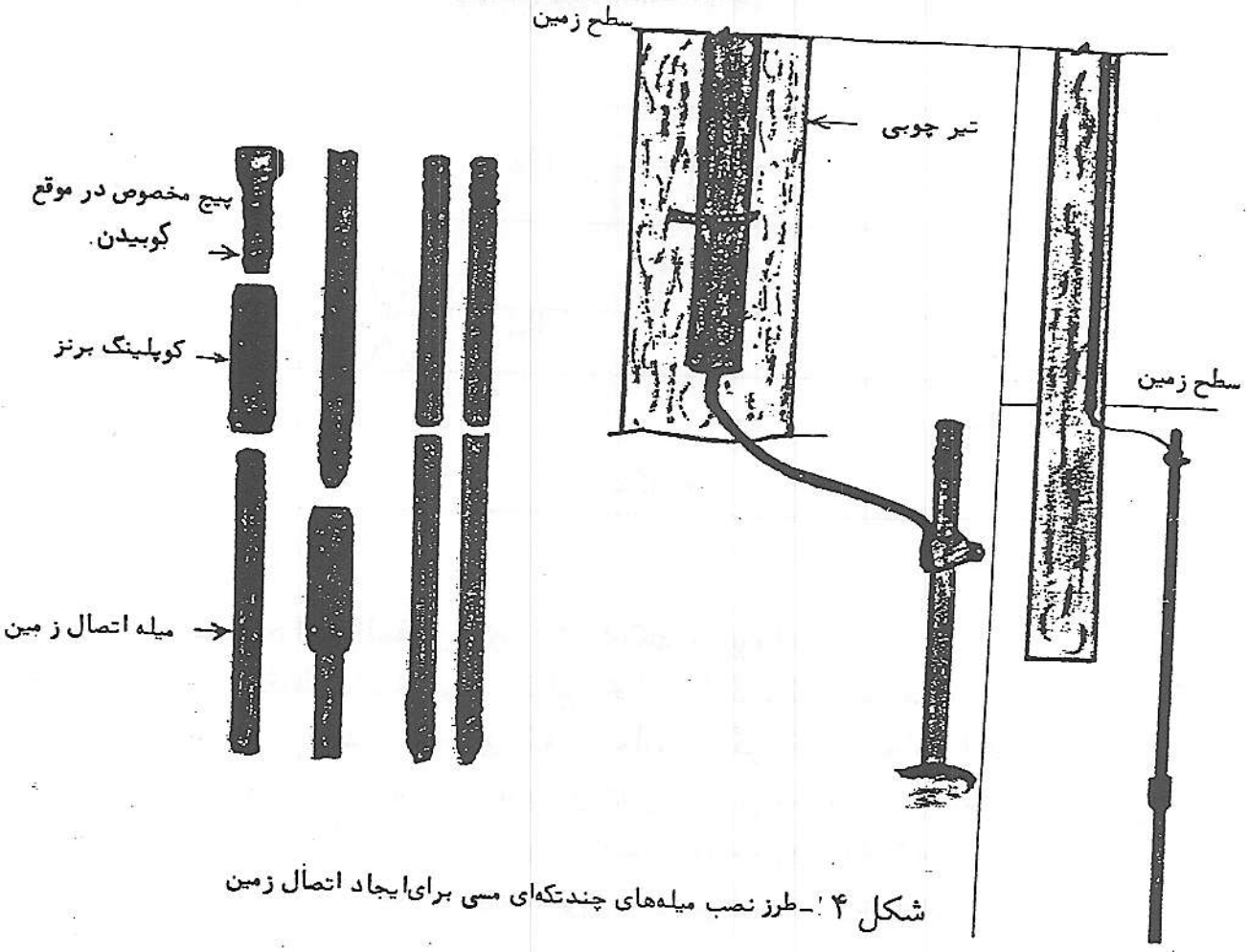
الف) میله های مسی معمولاً به قطر ۱۶ میلیمتر که در زمین کوبیده می شود، این میله ها دارای نوک تیز فولادی هستند که فرورفتن آنرا در زمین آسان می کند. پس از کوبیدن یک میله می توان میله دیگری به آن پیچ کرد و کوبیدن را ادامه داد تا با طول مورد نظر (حدود ۳ متر) بدست آید (شکل ۴) .

ب) صفحه های مسی که در عمق ۶۰ سانتیمتری یا بیشتر بصورت عمودی در زمین قرار داده می شود. به این ترتیب زمین بسیار مناسبی ساخته می شود (شکل ۵).

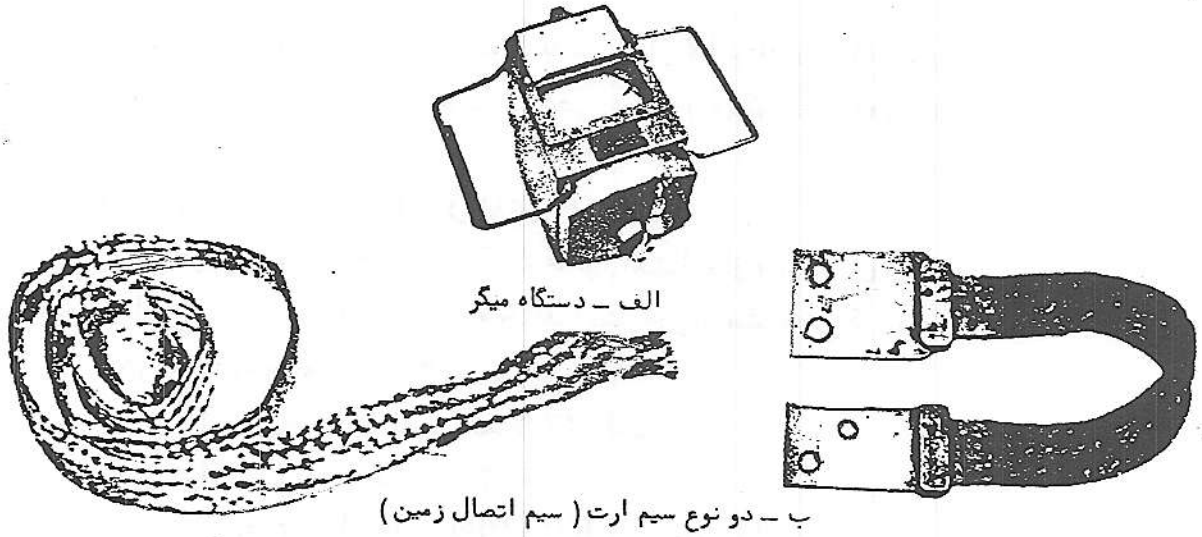
پ) استفاده از لوله های آب شهری که در گذشته بسیار معمول بوده است ولی امروزه که بیشتر از لوله های پلاستیکی استفاده می شود این روش قابل استفاده نیست .

ت) غلاف یا زره فلزی کابلهای زیر زمینی امروزه بیشتر بعنوان الکترود زمین و سیم زمین مورد استفاده قرار می گیرد. غلاف و زره کابل در پست به نول متصل هستند. در این سیستم ها در صورت بروز اتصالی ، جریان از غلاف یا زره عبور می کند و به زمین نفوذ نمی کند.

ث) در بسیاری موارد برای کاهش دادن مقاومت زمین از مجموعه ای از میله ها استفاده می کنند و با اتصال الکتریکی آنها به یکدیگر ، آنها را بصورت الکترود واحد و در حقیقت شبکهٔ زمین مورد استفاده قرار می دهند (شکل ۶).



شکل ۴ ـ طرز نصب میله‌های چندتکه‌ای مسی برای ایجاد اتصال زمین



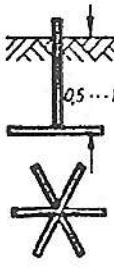
الف ـ دستگاه میگر

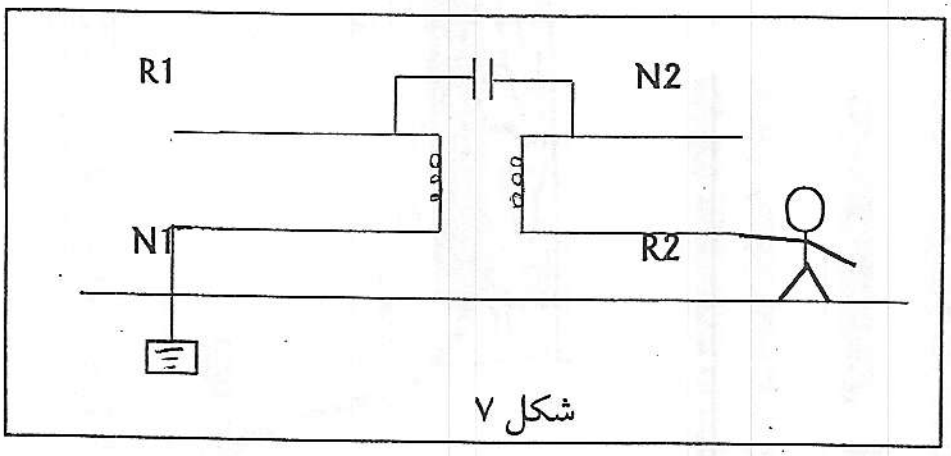
ب ـ دو نوع سیم ارت (سیم اتصال زمین)

شکل ۶

اتصال زمین صفحه‌ای
ورق فولاد بضخامت ۳
ورق مسی بضخامت ۲

شکل ۵

عامل زمین نواری		
اتصال زمین شبکه‌ای	عامل زمین حلقه‌ای	عامل زمین شعاعی
		
نوار تسمه‌ٔ فولادی با مقطع ۱۰۰ میلی‌مترمربع و ۳ میلی‌متر ضخامت .		
سیم تابیده اتصال بزمین (که از رشته‌های خیلی نازک نیست) ۹۰ میلی مترمربع ، از فولاد و قشر مس ۵۰ میلی‌مترمربع، وضخامت ۲ میلی‌مترمربع و سیم اتصال بزمین از مس ۳۵ میلی‌مترمربع (که رشته‌های آن خیلی نازک میباشد) .		



شکل ۷

۳ - ۲ - استفاده از ترانسفورماتور یک‌به‌یک یا ایزوله

راه دیگر حفاظت اشخاص در مقابل خطر برق گرفتگی استفاده از ترانسفورماتور یک به یک است. این روش بیشتر در جایی که احتمال برق گرفتگی یا تماس اجزاء بدن با سیم برق وجود دارد مثل تعمیرگاههای رادیو و تلویزیون و منازل مورد استفاده قرارمی گیرد. ترانسفورماتور یک به یک ترانسفورماتوری است با دو سیم پیچ کاملاً مشابه در اولیه و ثانویه ، و بدین ترتیب سطح ولتاژ اولیه و ثانویه یکی است ولی زمین یا نول طرفین ترانس از هم جدا می شود . به شکل ۷ بالا توجه نمائید.

اگر دست شخص در طرف ثانویه به سیم فاز R2 برخورد کند چون مسیر الکتریکی بین R2 و N2 از طریق زمین بسته نمی شود، شخص دچار برق گرفتگی نمی شود.

۳ - ۳ - استفاده از سطح ولتاژ های پائین

روش دیگر کاهش خطرات برق گرفتگی استفاده از ولتاژهای پایین می باشد. استاندارد VDE سطح ولتاژ بی خطر را برای مناطق مختلف بشرح زیر مشخص کرده است :

- در هوای معمولی تا ۶۵ ولت .
- در هوای مرطوب و نامساعد تا ۴۲ ولت .
- در هوای بسیار مرطوب تا ۲۴ ولت .

استانداردهای دیگری بنام های DIN و IEC نیز وجود دارند.

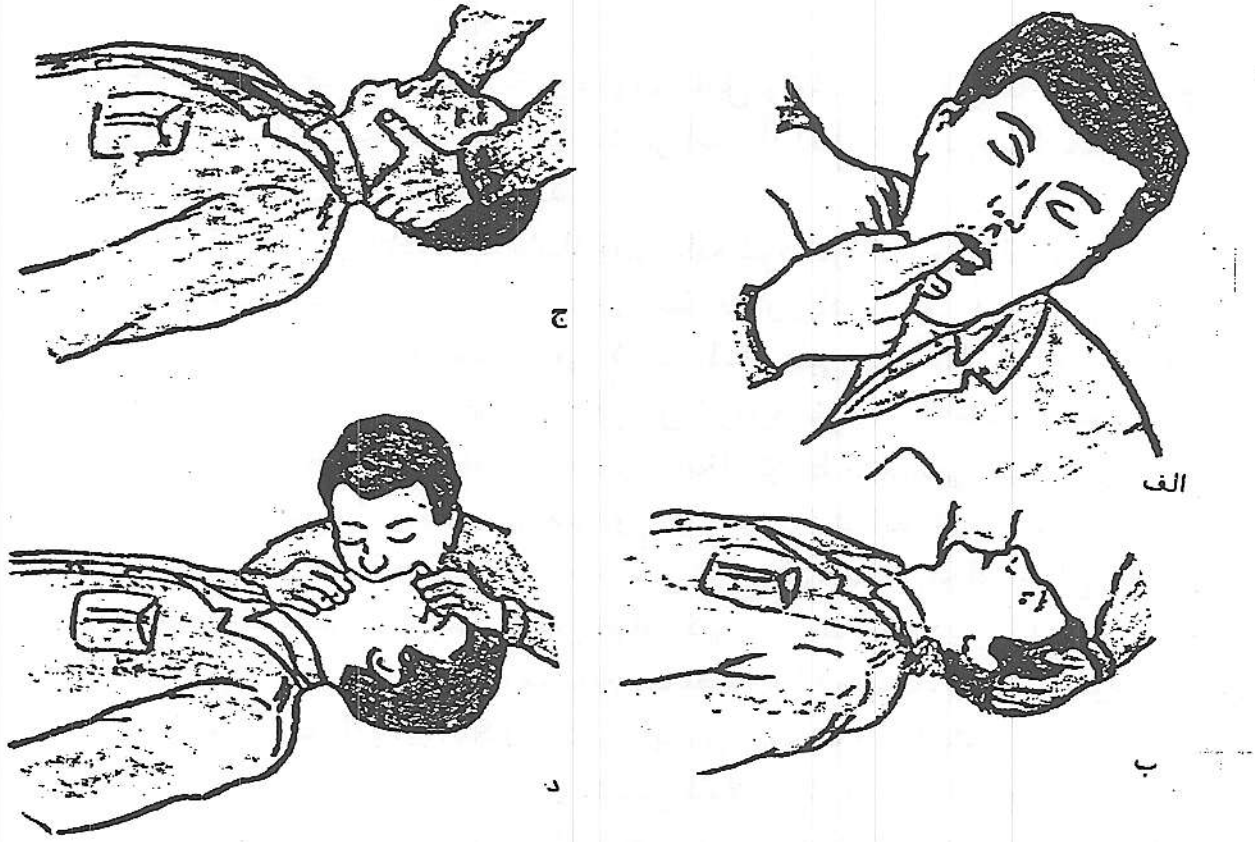
۴ - اطفاء حریق و نجات مصدومین

به محض بروز آتش سوزی در اثر اتصالی برق یا آتش گرفتن سیمها باید فوراً کلید اصلی برق را قطع کرد درصورتیکه به کلید اصلی دسترسی نداشته باشید و ناچار هستید برق را قطع کنید بوسیله یک انبردست دسته عایق یا یک چوب بلند اینکار را انجام دهید. هرگز نباید روی سیمهای برق آب ریخت چون آب معمولی هادی جریان است . خاموش کردن شعله های آتش باید بوسیله ریختن شن و پاشیدن پودرهای مخصوص انجام گیرد. و در اولین فرصت به آتش نشانی اطلاع داده شود. درخصوص نجات مصدومین، بمجرد مشاهده شخص برق گرفته باید

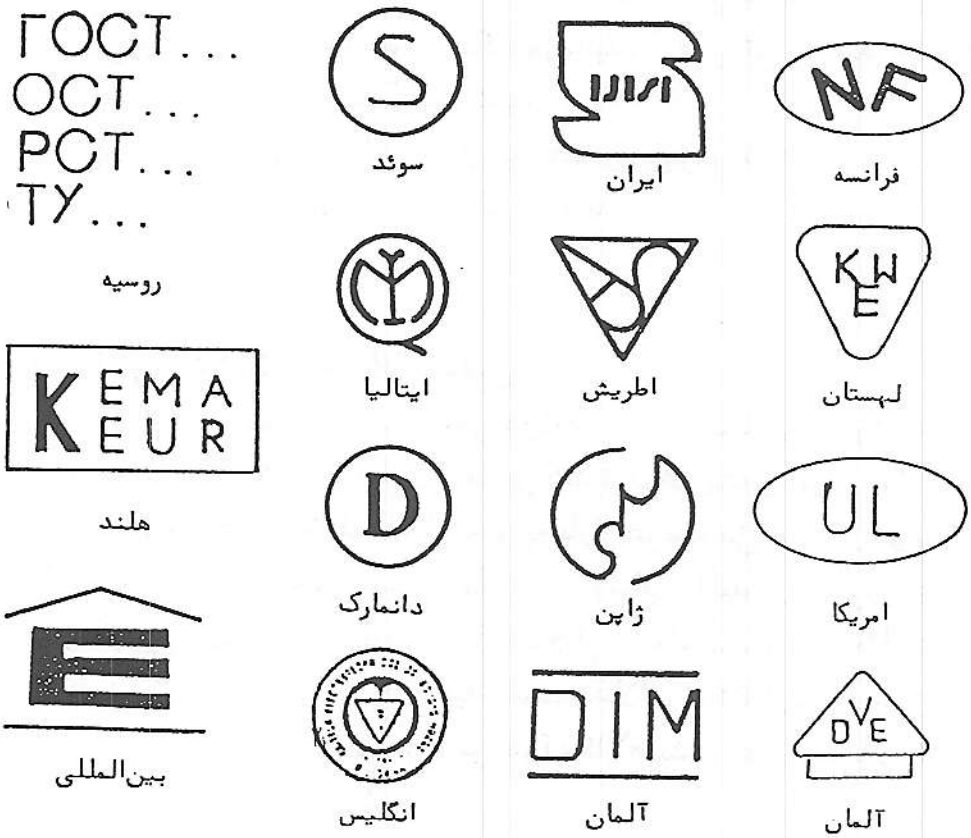
فوراً عملیات زیر را انجام داد :
- اطمینان حاصل کنید که مصدوم به برق متصل نباشد. در صورتی که فرد مصدوم هنوز به برق وصل است اگر کلید اصلی برق در دسترس است آنرا قطع کنید در غیر اینصورت با وسایلی مثل چوب سیم برق را از وی جدا کنید.
- اگر قلب از کار افتاده باشد ماساژ قلبی داده شود. در یک روش قدیمی با دست روی سینه (روی قلب) مصدوم ۶۰ تا ۸۰ مرتبه در دقیقه فشار زیاد وارد می آورند. امروزه از دستگاههای مخصوص برای اینکار استفاده می شود. ماساژ قلبی کار آسانی نبوده و باید توسط افراد متخصص انجام شود. اما چون وقفه گردش خون به مغز بیش از ۵ دقیقه منجر به مرگ می شود بهتراست این کار هرچه زودتر و درصورت امکان توسط متخصص صورت گیرد.
- اگر قلب تپش عادی دارد ولی مصدوم تنفس نمی کند باید بدون فوت وقت تنفس مصنوعی داده شود. اگر تا ۲ دقیقه بعد از سانحه تنفس شروع شود شانس نجات خیلی زیاد است و اگر بعد از ۱۰ دقیقه تنفس آغاز شود شانس نجات کم می شود. لیکن دیده شده است که شروع تنفس حتی نیم ساعت بعد از سانحه سبب نجات مصدوم شده است . تنفس مصنوعی بروش دهان به دهان روش معمول برای اینکار است . دراین روش مصدوم را به پشت خوابانده و سرش را تا حد امکان به عقب می کشند تا راههای تنفسی کاملا باز شود. بینی او رابا فشار دو انگشت بسته و دهان خود را روی دهان مصدوم گذاشته در آن می دمند تا سینه او بالا بیاید . با باز کردن بینی مصدوم اجازه داده می شود هوا از ششها خارج شود. این سیکل کامل را ۱۰ تا ۱۲ مرتبه در دقیقه تکرار می کنند تا مصدوم تنفس طبیعی را شروع کند. تنفس مصنوعی را باید با حوصله ادامه داد. مشاهده شده است که مصدوم بعد از ۱۰ ساعت تنفس مصنوعی نجات یافته است .
- کسی را برای مطلع ساختن پزشک بفرستید. درصورتی که تنها هستید در حین دادن تنفس مصنوعی با فریاد زدن طلب کمک کنید.
- هیچگاه مواد خوراکی یا نوشیدنی به مصدوم بیهوش ندهید.
شکل ۸ نحوه تنفس مصنوعی رانشان می دهد.

۵ - کنترل کیفیت ومقررات ایمنی

با توجه به مطالب گذشته سعی درکاهش خطرات ناشی از برق امری طبیعی بنظر می رسد که از دوطریق ممکن است . اول از طریق کنترل مرغوبیت وکیفیت مواد و وسایل مورد استفاده که توسط کارخانجات مختلف ساخته و به بازار عرضه می شود و دوم از طریق وضع و اجرای مقررات که ضامن ایمنی سیستمهای برق رسانی باشد.در کشورهای مختلف از سالها پیش سازمانهایی جهت انجام مقاصد فوق تشکیل شده است .آشنایی با استانداردهای مشخص شده از طرف این سازمانها بسیار مفید است .علائم استاندارد که معرف مرغوبیت مصنوعات الکتریکی است ،برای برخی از کشورها که کالاهایشان در ایران موارد استفاده زیاد دارد ، جهت آشنایی در شکل ۹ زیر آمده است .



شکل ۸



شکل ۹ علائم استاندارد مرغوبیت وسائل ۱۳ کشور جهان

بخش دوم: «سیم کشی ساختمان»

۱- انواع سیم کشی ساختمان

سیم کشی ها به دو دسته تقسیم می شوند :

الف) سیم کشی روکار

ب) سیم کشی توکار

۱-۱- سیم کشی روکار

معمولاً در سیم کشی روکار سیم ها را از روی گچ بصورت آزاد یا در داخل لوله عبور می دهند و با بست های مخصوص مهار می کنند. در این روش کلیه سیم ها یا لوله ها در معرض دید هستند. به همین دلیل عیب یابی آن آسان است . زیرا می توان بسهولت مسیر سیم ها را تعقیب کرد. در این نوع سیم کشی دو عیب اساسی وجود دارد :

۱- چون سیم ها دردسترس هستند ،اگر به عللی قسمتی از سیم لخت شود ، برق گرفتگی را در پی دارد.

۲- سیم کشی روکار از زیبایی ساختمان می کاهد. زیرا کشیدن سیم یا لوله از روی گچ به زیبایی ساختمان لطمه می زند . به همین علت سیم کشی روکار اغلب بوسیله کابل و لوله های فولادی انجام می شود. و درکارگاهها و کارخانجات بکار می رود.

۱-۲- سیم کشی توکار

در این نوع سیم کشی سیم از زیر گچ ، یا به عبارت دیگر از زیر کار عبور داده می شود . این کار به دو طریق انجام می شود :

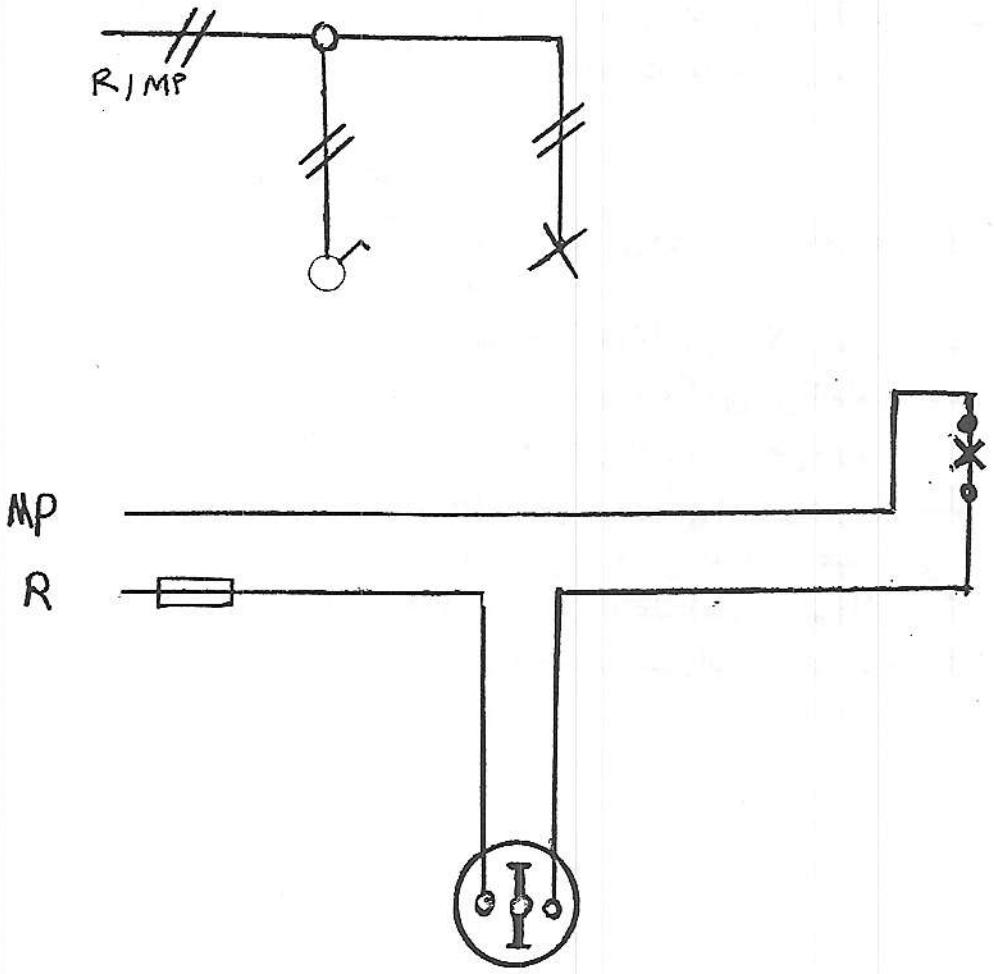
۱- بااستفاده از سیم های مخصوص که دارای چند لایه عایق هستند ، سیم رامستقیماً از زیر گچ عبور می دهند ، این نوع سیمها را سیم زیرگچی می نامند و معمولاً برای دیوارهای نازک و تیغه‌ای که امکان کار گذاشتن لوله وجود ندارد بکار می رود.

۲- کار گذاشتن لوله های مخصوص در زیر گچ ، دراین مورد بوسیله فنرهایی که برای این منظور ساخته شده است سیم را از داخل لوله می گذرانند. عیب یابی در سیم کشی توکار بمراتب مشکل تر از سیم کشی روکار است ولی به علت عبور سیم ها از زیر گچ هیچگونه آسیبی به زیبایی ساختمان وارد نمی شود. از این نوع سیم کشی اغلب برای ساختمانهای مسکونی ، اداری ، هتلها و بیمارستانها استفاده می شود.

۲ - انواع اتصالات لامپ ها وکلید ها

۲ - ۱ - کلید تک پل :

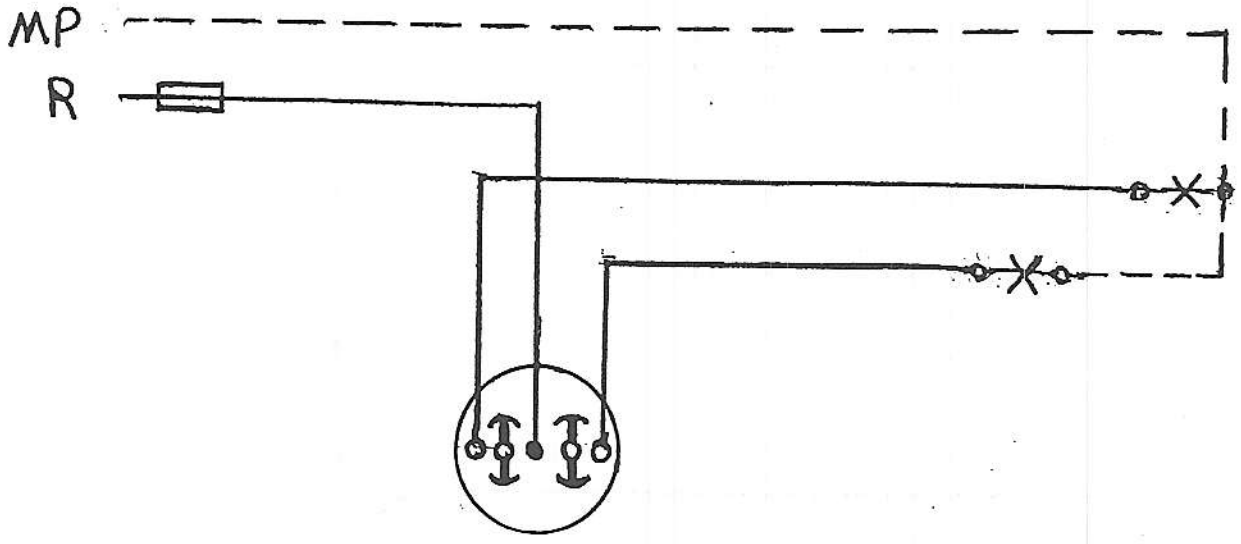
همانطور که می دانید ، کلید تک پل برای روشن کردن یک یا چند لامپ از یک نقطه استفاده می شود . طریقه بستن مدار به این صورت است : ابتدا سیم فاز را به یکی از پیچهای کلید بسته سپس از پیچ دیگر کلید سیمی به یکی از پیچهای سرپیچ متصل کنید. آنگاه سیم نول را به یکی دیگر از پیچهای سرپیچ متصل کنید. توجه داشته باشید که سیم نول را باید همیشه داخل سرپیچ به پیچی که به اتصال بدنه متصل است وصل کنید. همچنین سیمی که داخل کلید برده می شود حتماً باید فاز باشد زیرا هنگامی که لامپ خاموش است سیم فاز از داخل کلید قطع است و برای تعویض لامپ خطری وجود ندارد.شکل ۱۰ مدار کلید تک پل را نشان می دهد.



شکل ۱۰ - مدار کلید تک پل

۲ - ۲ - کلید دوپل:

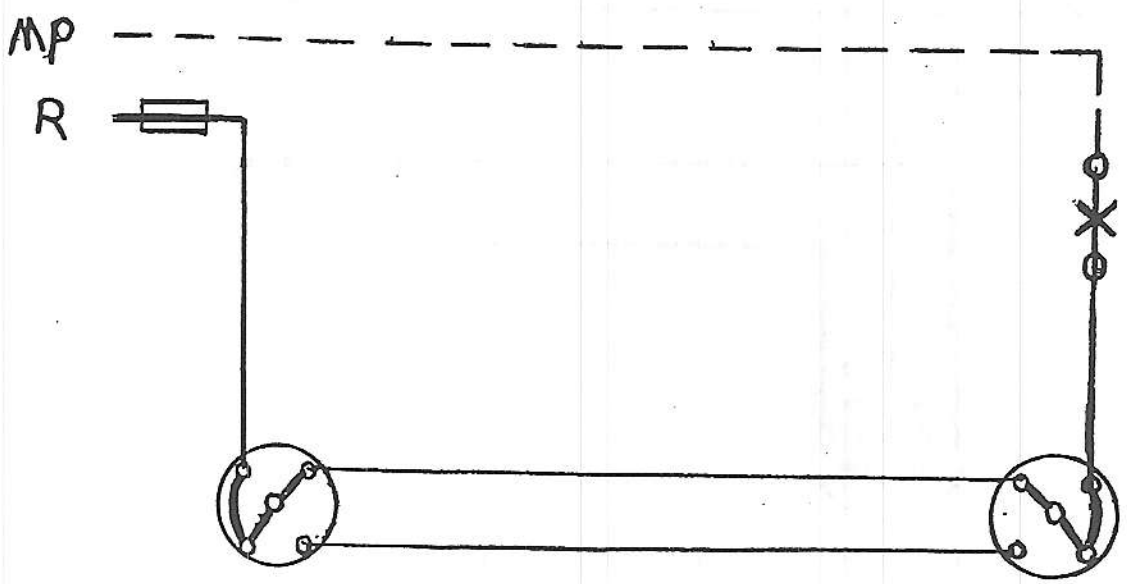
این کلید تشکیل شده از دو کلید تک پل که مجاور هم در داخل یک محفظه کائوچوئی قرار دارد این کلید دارای سه پیچ اتصال است که یکی از این پیچها بین دو کلید مشترک است . اگر در داخل کلید دوپل چهار عدد پیچ وجود داشته باشد، دو پیچ آن متعلق به یک پل و دو پیچ دیگر متعلق به پل دیگر است. دراین نوع کلیدها می توان یک پیچ از یک پل را به یک پیچ از پل دیگر بوسیله یک قطعه سیم متصل نمود. مدار کلید دوپل در حالت خاموش درشکل ۱۱ نشان داده شده است . در این مدار سیم فاز به پیچ مشترک متصل می شود و به دو پیچ غیر مشترک دو سیم بنام سیمهای برگشت ، وصل می شود و سر دیگر این سیمها به دو سر پیچ متصل می شود دو پیچ دیگر از دو سر پیچ به سیم نول وصل می شود.



شکل ۱۱ - مدار کلید دوپل

۲ - ۳ - کلید تبدیل :

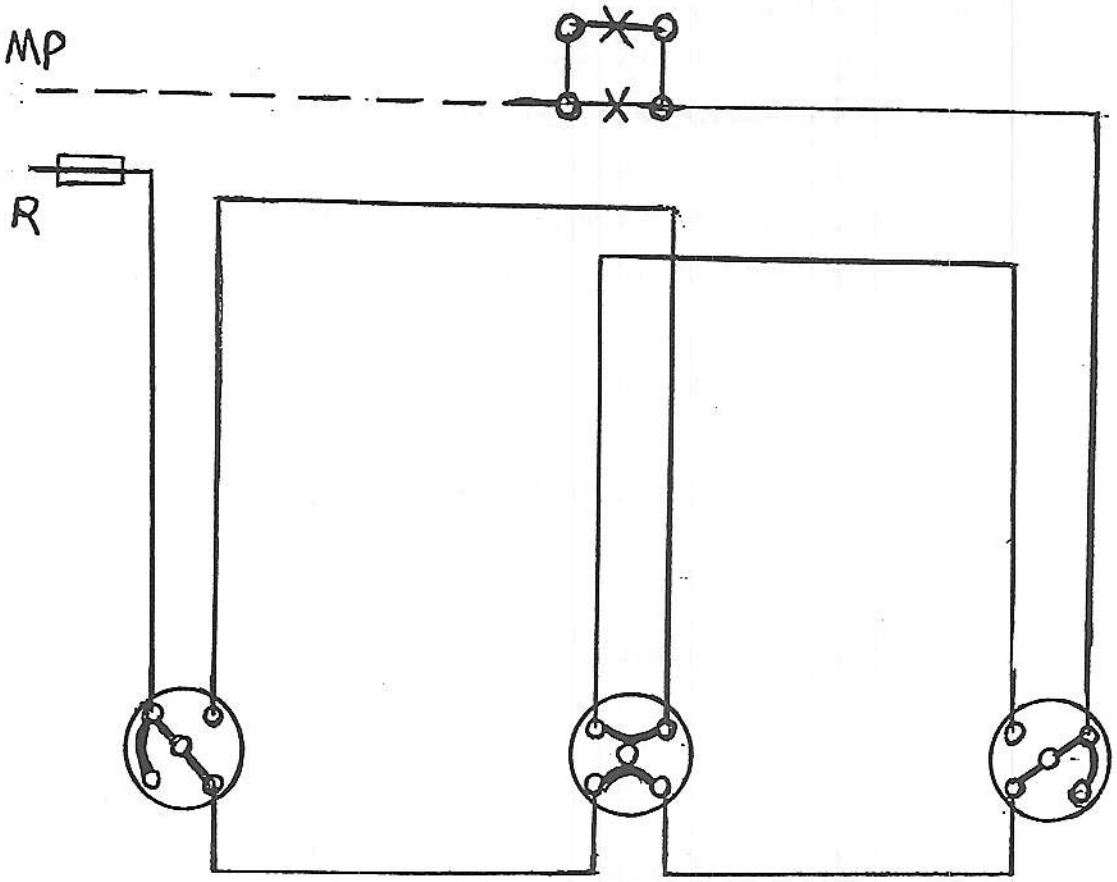
کلید تبدیل برای روشن و خاموش کردن یک یا چند لامپ از دو نقطه بکار می رود. این کلید از نظر ظاهری شبیه کلید تک پل است . ولی داخل کلید سه عدد پیچ اتصال وجود دارد. یکی از پیچها مشترک است ، یعنی در هر حالت (بالا یا پایین بودن کلید) به یکی از دو پیچ دیگر اتصال دارد . سیم فاز باید به این سیم مشترک از کلید « الف » وصل شود . دو پیچ غیر مشترک کلید « الف » بوسیله دو سیم به دو پیچ غیر مشترک کلید « ب » وصل می شود و پیچ مشترک کلید « ب » به یکی از پیچهای سرپیچ متصل شده و پیچ دیگر سرپیچ به سیم نول وصل میشود.از این نوع اتصال بیشتر در راهروها و پلّه ها استفاده می شود . در شکل ۱۲ مدار رسم شده است .



شکل ۱۲ - مدار کلید تبدیل

۲- ۴ - کلید صلیبی :

این کلید برای خاموش و روشن کردن یک لامپ (یا چند لامپ بطور همزمان) از چند نقطه استفاده می شود . برای اینکار باید در ابتدا و انتهای مدار ، دو کلید تبدیل و بین این دو کلید به تعداد مورد نیاز کلید صلیبی نصب کرد . در شکل ۱۳ مدار کنترل دو لامپ از سه نقطه بوسیله دو کلید تبدیل و یک کلید صلیبی نشان داده شده است . در این مدار سیم فاز به پیچ مشترک یک کلید تبدیل وصل شده و دو پیچ غیر مشترک آن به دو پیچ غیر مشترک کلید صلیبی متصل می شود. دو پیچ دیگر کلید صلیبی که آنها نیز غیر مشترک هستند ، به دو پیچ غیر مشترک از کلید تبدیل دوم وصل می شود . پیچ مشترک کلید تبدیل دوم نیز به یک پیچ سرپیچها متصل شده و پیچ دیگر سرپیچها به سیم نول وصل می شود.



شکل ۱۳ - مدار کلید صلیبی

۲ - ۵ - لامپ فلورسنت :

در بین لامپهای تخلیه در گاز ، در حال حاضر لامپهای فلورسنت بیشتر از همه مورد استفاده دارد . زیرا تولید آنها آسان و ارزان و دارای نور مناسب و رنگهای مختلف و به فرمها و اندازهای گوناگونی وجود دارد. داخل لوله پس از تخلیه ، گاز آرگون و جیوه بافشارکم قرار می دهند . سطح داخلی لوله با مواد فسفرسانس اندود شده است . در دو سر لوله الکترودها قرار دارند و هر گاه بین آنها جریان الکتریکی بر قرار شود الکترونها باسرعت زیاد در فضای تخلیه حرکت کرده و در برخورد با بخار جیوه ، امواج الکترو مغناطیسی تولید می کنند. این لامپها به علت فشار کم بخار جیوه (حدود ۰/۰۱ میلیمتر جیوه) از نظر تولید نور مرئی خیلی ضعیف بوده و بیشتر تشعشعات آنها در ناحیه ماوراء بنفش با طول موج ۲۵۳/۷ نانو متر می باشد. در اثر برخورد این اشعه با ماده فلورسنت داخل لامپ ، باعث تحریک آن شده و در نتیجه نور مرئی تولید می شود. ماده فلورسنت که اشعه ماوراء بنفش را به نور مرئی تبدیل می کند دارای خواص زیر است :

۱- در برابر حرارت ثابت بوده و دیر فرسوده می شود.
۲- بهره تبدیل اشعه ماوراء بنفش به نور مرئی درآنها زیاد است .
۳- رنگ نور لامپ فلورسنت به نوع ماده فلورسنت بستگی دارد که با تغییر ترکیبات شیمیایی آن می توان رنگهای متفاوتی بدست آورد.

لامپ فلورسنت به اشکال استوانه‌ای ، دایره‌ای و U شکل با توان ۴ تا ۱۲۵ وات ساخته شده است . این لامپها از نوع کاتد گرم بوده که کاتدها در دوسر لوله نصب می شوند. کاتد از یک صفحه فلز تنگستن آغشته به ماده اکسید باریم که قدرت تشعشع الکترون آن زیاد است، ساخته شده که بوسیله یک فیلامان جداگانه با مقاومت زیاد که در مجاورت آن قرار دارد گر م می شود . مقاومت فیلامانها در حالت خاموش و سرد بین ۱/۵ تا ۱۰ اهم و در هنگام روشن‌شدن لامپ بین ۳ تا ۷ برابر این مقدار می‌باشد. فیلامانها پس از روشن شدن لامپ از مدار خارج می شوند. عمر لامپ فلورسنت به عوامل زیر بستگی دارد:

۱- سرعت تشعشعات الکترون از سطح کاتد .
۲- فرکانس برق .
۳- خاموش و روشن شدن پشت سرهم .
۴- چوک و استارت .
۵- ولتاژ خط .

وسائل اصلی مورد نیاز برای روشن کردن لامپ مهتابی عبارتند از چوک یا ترانس مهتابی و استارتر یا راه انداز خود کار.

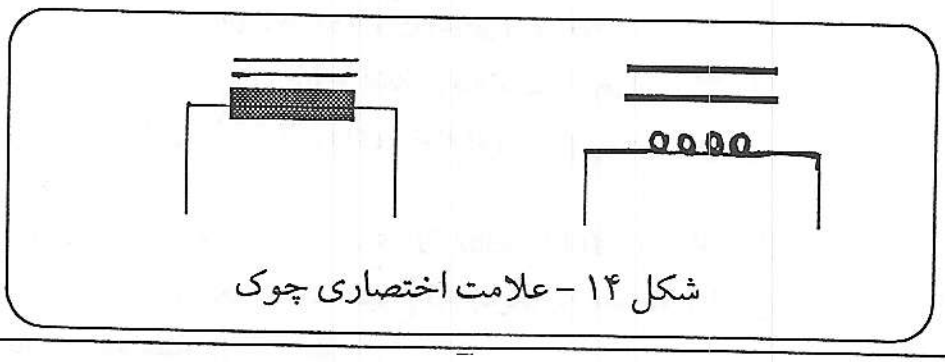
۲ - ۵ - ۱ - چوک :

می دانیم برای ایجاد تخلیه الکتریکی در لامپ های گازی ابتدا اختلاف پتانسیل بالا لازم است و پس از برقراری جریان در لامپ باید جریان رامحدود کرد. سلف در موقع قطع جریان

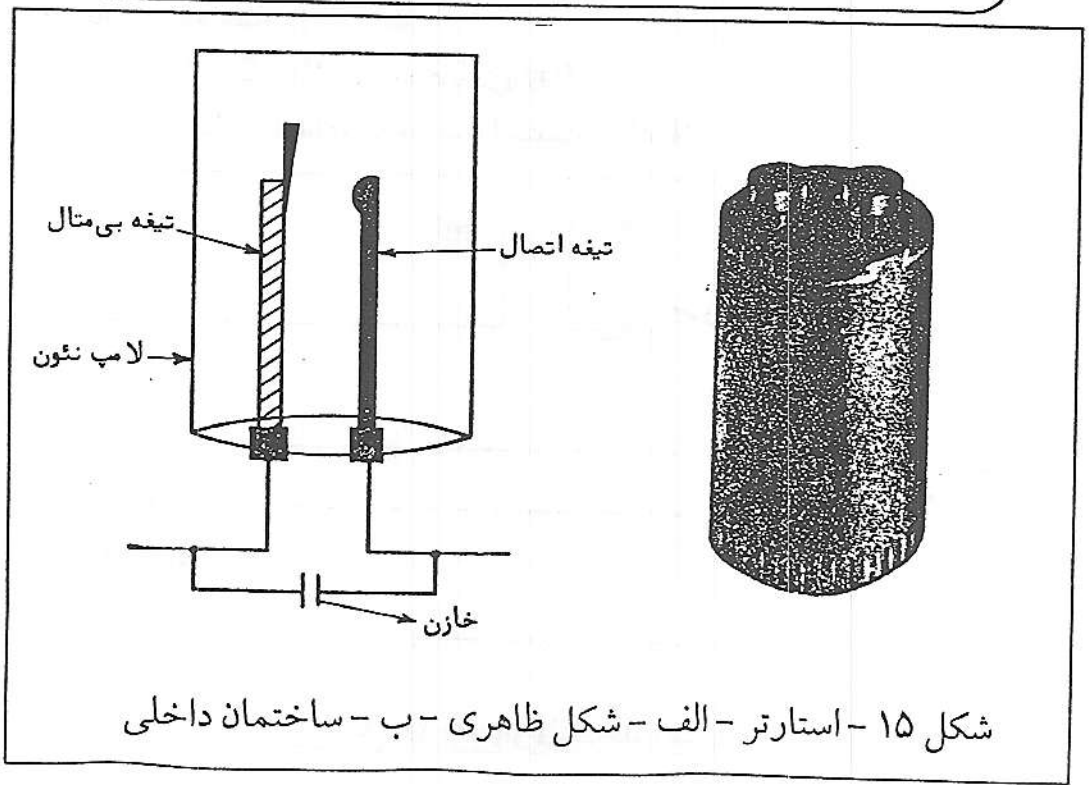
توسط استارتر اختلاف پتانسیل لحظه‌ای زیادی تولید می کند که باعث برقراری جریان در گاز می شود. مقاومت گاز در اثر یونیزاسیون کاهش یافته و جریان افزایش می یابد، از این لحظه به بعد چوک نقش محدود کننده جریان را در مدار دارد. چوک همچنین ضریب قدرت مدار را کم می کند. که با قرار دادن یک خازن بطور سری یا موازی میتوان ضریب قدرت مدار را اصلاح کرد. معمولا خازن را بطور موازی با مدار مهتابی قرار می دهند، زیرا سطح ولتاژ دوسر آن معلوم است. در کشورهای صنعتی مقرر شده است که استفاده از لامپهای فلورسنت باید همراه با خازنی برای جلوگیری از جرقه زدن استارتر وخازنی برای اصلاح ضریب قدرت تا میزان ۰/۹ باشد. علامت اختصاری چوک در شکل ۱۴ نشان داده شده است .

استارتر:

استارتر یک لامپ نئون کوچک است که یکی از الکترودهای آن یک تیغه بی متال (دو فلزی) والکترود دیگر آن یک فلز است . برای روشن شدن استارتر ـ یونیزه شدن گاز نئون داخل آن ـ اختلاف پتانسیلی در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۰ ولت مورد نیاز است . برای خاموش شدن آن باید اختلاف پتانسیل تا حدود ۱۳۰ تا ۱۲۰ ولت کاهش یابد. برای جلو گیری از تولید جرقه و پارازیت حاصل از تولید امواج الکترومغناطیسی ، توسط قوس جیوه، که باعث ایجاد نویز در گیرنده های رادیویی می شود، یک خازن با ظرفیت ۰/۰۰۶ μF با لامپ نئون بطور موازی بسته می شود. شکل ۱۵ ساختمان داخلی و شکل ظاهری استارتر را نشان می دهد.



شکل ۱۴ – علامت اختصاری چوک



شکل ۱۵ – استارتر – الف – شکل ظاهری – ب – ساختمان داخلی

مدار لامپ فلورسنت بصورت شکل ۱۶ است . طرز کار آن بدین صورت است :
موقعی که کلید وصل می شود بین دو الکترود استارتر ۲۲۰ ولت اختلاف پتانسیل بوجود می آید و باعث یونیزه شدن گاز نئون شده واز آن جریان عبور میکند . دراثر عبور جریان گاز نئون وتیغه بی متال گرم شده و خم می شود و دو الکترود بهم می چسبند دراین حالت جریان در رشته های فلزی لامپ که آن را فیلامان می نامند و در مسیر استارتر و چوک قرار گرفته اند، برقرار شده و آنها را گرم می کند در اثر گرم شدن فیلامانها الکترونهای سطحی از آن به خارج پرتاب شده و باعث یونیزاسیون گازهای اطراف خود می شود. همچنین به علت چسبیدن تیغه های بی متال استارتر ، در دو سر آن اتصال کوتاه بوجود می آید و ولتاژ آن به حدود صفر می رسد وگاز نئون داخل استارتر دیگر یونیزه نمی شود، در نتیجه تیغه های بی متال سرد شده و سبب جداشدن الکترودها از هم می شود در لحظه قطع استارتر به علت خاصیت خود القایی سلف (چوک مهتابی) ولتاژ لحظه ای زیادی در حدود ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ ولت تولید می شود که این ولتاژ زیاد باعث یونیزه شدن گاز جیوه داخل لامپ مهتابی و عبور جریان می شود. الکترونها در حین عبور از داخل لوله با جداره داخلی آن که به مواد فلورسانس آغشته شده برخورد کرده و باعث تولید نور می شود. در این حالت جریان لامپ زیاد شده و ولتاژ اضافی آن در دو سر چوک افت می کند.

رنگ نور لامپ فلورسنت بسته به ماده فلورسانس داخل لامپ تغییر می کند. علاوه بر ماده فلورسانس ، معمولا یک ماده کمکی برای تکمیل فعل وانفعالات شیمیایی به آن اضافه می کنند.
لامپهای فلورسنت از نظر رنگ نور به شرح زیر می باشند :

۱- سفید - با بهره نور زیاد. White باعلامت اختصاری W

۲- سفید سرد - با بهره نور زیاد. Cool Whit باعلامت اختصاری C.W

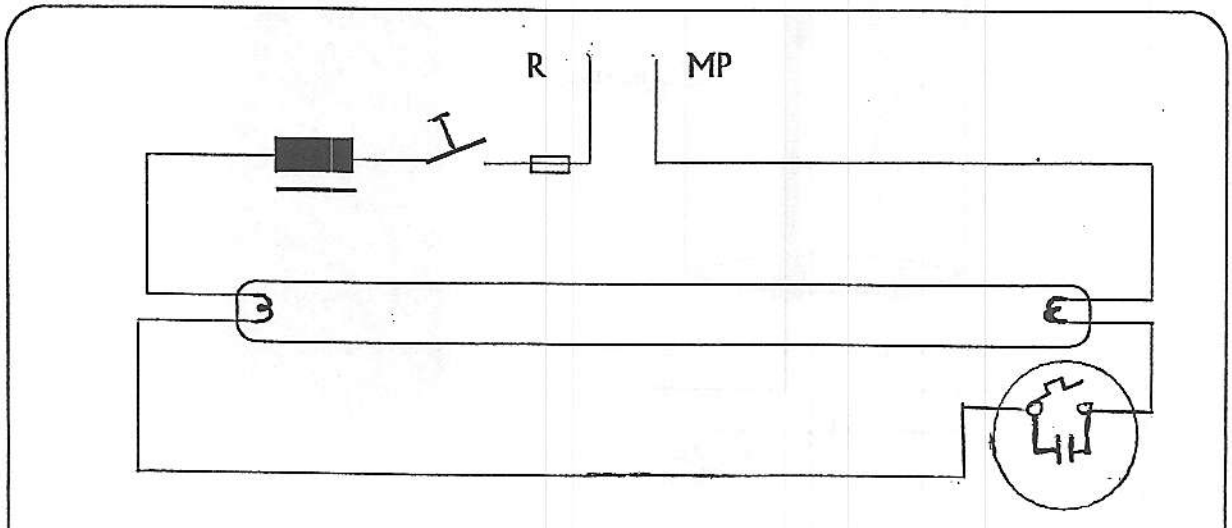
۳- سفید گرم - رنگ کمی شبیه لامپهای رشته ای ، با بهره نور خوب . Warm White باعلامت اختصاری W.W

۴- سفید گرم دولوکس ، رنگ گرمتر از نوع بالا. Warm White Delux باعلامت اختصاری W.W.X

۵- سفید سرد دولوکس ، رنگ نسبتاً مطبوع که جایگزین همه نوع لامپ می گردد. Cool White Delux باعلامت اختصاری C.W.X

۶- رنگ روز . Day Light باعلامت اختصاری Day

۷- سفید طبیعی . Natural White باعلامت اختصاری N.W



شکل ۱۶ - مدار لامپ فلورسنت

در شکل ۱۷ جدول تغییر رنگ نور لامپ فلورسنت متناسب با ماده فلورسنت داخل لامپ نشان داده شده است .

نوع ماده	فرمول شیمیایی	ماده کمک	رنگ نور تولید شده
سیلیکات روی	Zn Si O4	منگنز Mn	سبز
سیلیکات کلسیم	CaSiO4	سرب ،منگنز Pb ,Mn	صورتی
هالوفسفات کلسیم	Ca5(PO4)3 (f,Cl)	منگنز Mn	آبی مایل به صورتی
بوریت کادمیم	Cd2 B2 O5	منگنز Mn	قرمز
فسفات‌استرونسیم،منیزیم	(Sr Mg)3(PO4)2	قلع Sn	سفید مایل به صورتی
فلوئور ژرمانات منیزیم	Mg4Ge6Mgf2	منگنز Mn	قرمز سیر
فلوئور سنات منیزیم	Mg6 As2 O11 Mgf2	منگنز Mn	قرمز سیر
سیلیکات باریم	Ba Si2 O5	سرب Pb	بنفش توأم باماوراءبنفش
کالیات منیزیم	MgGa2 O4	منگنز Mn	آبی مایل به سبز
وانات یاتریم	YVO4		قرمز
تنگستات منیزیم	MgWO4		آبی کم رنگ
تنگستات کلسیم	CaWO4		آبی سیر
فسفات باریم تیتانیوم	Ba4 Ti(PO4)4		آبی مایل به سفید

شکل ۱۷ – جدول تغییر رنگ نور لامپ مهتابی

۳ – فتوسل:

ساختمان داخلی فتوسل از قسمتهای زیر تشکیل شده است :

۱ – بی متال : از دو فلز تیغه ای شکل با ضریب انبساط حرارتی متفاوت ، مثل آهن و برنج ، تشکیل شده است واین دو فلز بیکدیگر پرچ شده اند.

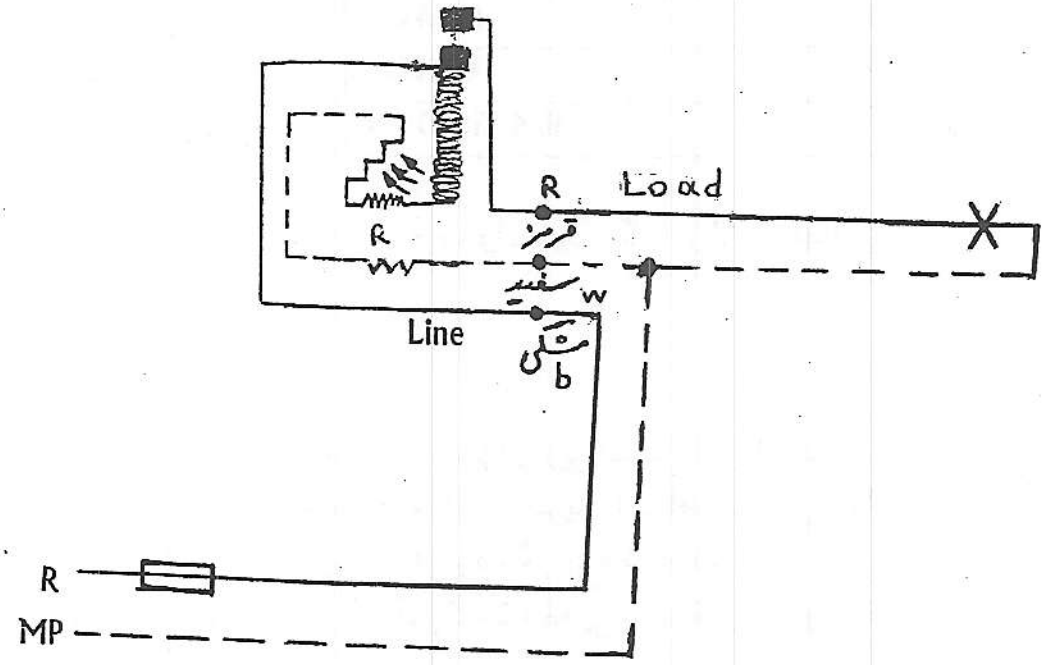
۲ – سیم پیچ کروم ـ نیکل : برای گرم کردن تیغه بی متال بکار می رود ، که به دور آن پیچیده شده است .

۳ – پلاتین : دارای دو تیغه است که برای قطع و وصل جریان بکار می رود . یک تیغه آن به تیغه بی متال چسبانده شده است تا با خم شدن تیغه بی متال دو تیغه پلاتین نیز از هم باز شود.

۴ – مقاومت نوری : که با افزایش نور مقاومتش کم می شود ، در سر راه سیم نول با سیم پیچ کروم – نیکل سری شده است .

۳-۱- طرز کار فتوسل:

سیم فاز در داخل فتوسل ۱- به یک سر پلاتین و ۲- به یک سر سیم پیچ ، وصل می شود. سر دیگر پلاتین که سیم فاز خروجی (I) است ، به یک سری لامپ یا بوبین کنتاکتور مربوط به برق مثلا یک خیابان وصل می شود . سیم نول نیز به یک سر مقاومت نوری وصل می شود ، و سر دیگر مقاومت نوری به سر دوم سیم پیچ وصل می شود. این نوع فتوسل ها در سر تیرهای چراغ برق خیابانها در نقطه‌ای بالا و به طرف طلوع خورشید نصب می شود. وقتی خورشید غروب می کند ، نور تابیده شده به فتوسل کم شده و مقاومت الکتریکی مقاومت نوری زیاد می شود و در نتیجه جریان آن کم شده و سیم پیچ کروم - نیکل سرد می شود و تیغه بی متال به حالت اول برگشته ، دهانه پلاتین بسته می شود. با بسته شدن دهانه پلاتین، جریان لامپ یا بوبین کنتاکتور متصل به آن برقرار شده و آنرا روشن می کند. با طلوع خورشید و رسیدن نور زیاد به مقاومت نوری ، مقاومت الکتریکی آن کاهش یافته و جریان آن افزایش می یابد . سیم پیچ کروم - نیکل گرم شده و تیغه بی متال در اثر گرم شدن، خَم شده و پلاتین قطع خواهد شد. شکل ۱۸ ساختمان یک فتوسل را نشان می دهد.

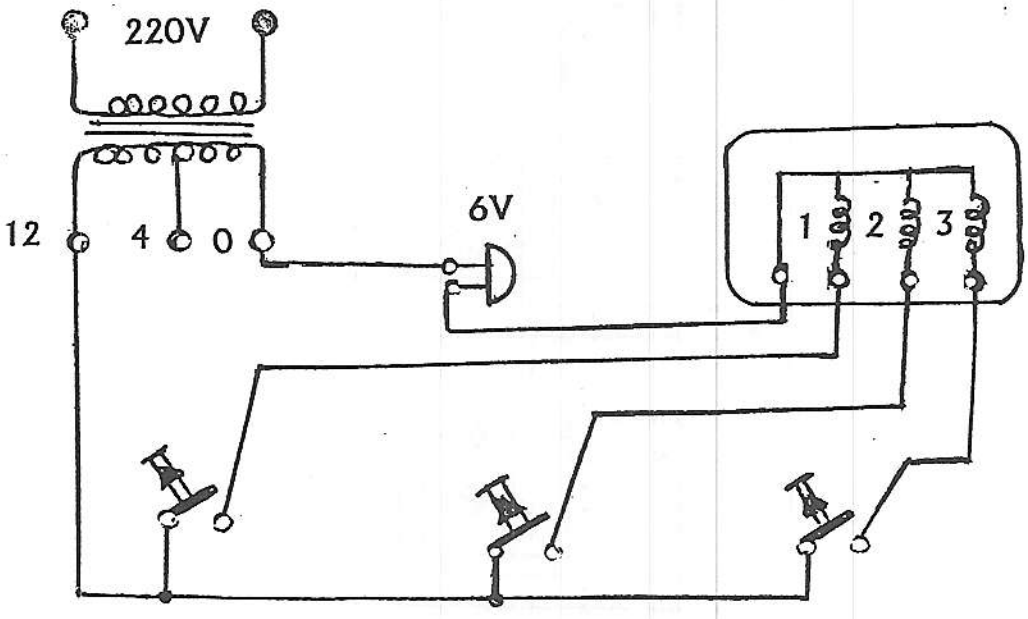


شکل ۱۸ - ساختمان یک فتوسل

۴ - نمراتور:

نمراتور تشکیل شده از چندین شماره که هر شماره دارای بوبین مخصوص بخود است و با استفاده از ترانسفورماتور ۶ / ۲۲۰ ولت کار می کند . برای استفاده از چند شماره باید به همان تعداد شماره ، شستی استفاده شود . مثلا اگر بخواهیم از ۵ شماره نمراتور استفاده کنیم ، ۵ عدد شستی مورد نیاز است . موارد استعمال نمراتور در بیمارستانها ، هتلها ، ادارات و حمامها است .

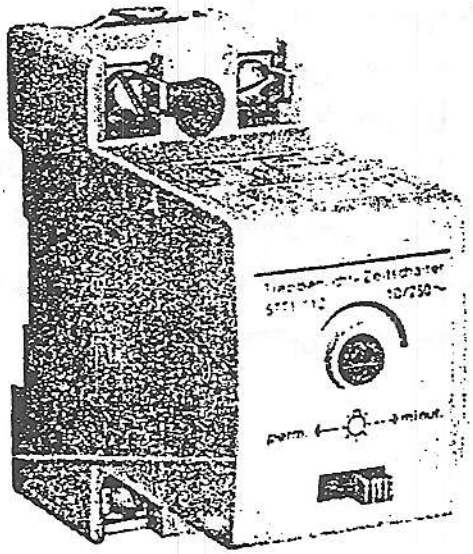
نمراتور در دو نوع دستی و مغناطیسی ساخته شده است . در نوع دستی آن که بوبین ها با ولتاژ ۶ یا ۸ ولت کار می کند ، پس از اینکه نمراتور عمل کرد ، برای برگرداندن شماره به حالت اول از اهرمی که با دست فرمان می گیرد استفاده می شود. در نوع مغناطیسی عمل برگشت نمره بوسیله مغناطیس انجام می گیرد . بوبین های شماره انداز به تعداد نمرات و بوبین برگشت برای تمام آنها مشترک است . نمراتور دستی و مغناطیسی از نظر ساختمان داخلی و مدار تفاوت چندانی ندارند . هر نمراتور دستی دارای چند بوبین است که تمام آنها در یک سر مشترک است و بصورت سری با زنگ قرار می گیرد. زنگ در این مدار ، دستگاه خبر دهنده است . سر دیگر هر بوبین با شستی مربوط به خود بصورت سری قرارمی گیرد و سیم های ورودی به شستی ها و زنگ داده می شود. در نوع مغناطیسی ، بوبین برگشت با شستی مربوط به خود سری شده و مستقیما به ولتاژ ورودی دستگاه متصل است . با زدن شستی ، جریان از مسیر بوبین و زنگ گذشته و هسته آن مغناطیس می شود. و صفحه شماره انداز مربوط بخود را جذب کرده و روبروی شیشه دستگاه قرار می دهد که همزمان با این عمل ، زنگ نیز کار می کند و شخص با دیدن شماره نمراتور ، دسته یا شستی برگشت نمراتور را فشار داده و نمراتور به حالت اولیه خود برمی گردد. بعضی از نمراتور ها دارای لامپهایی هستند که روی آنها شماره نوشته شده است و با زدن شستی زنگ کار کرده و لامپ روشن می شود و شماره مشخص می شود.شکل ۱۹ مدار یک نمراتور را نشان می دهد .



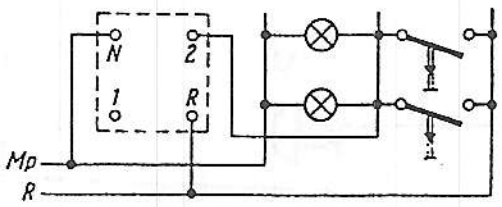
شکل ۱۹ - مدار یک نمراتور سه شماره

۵ - اتومات راه پله :

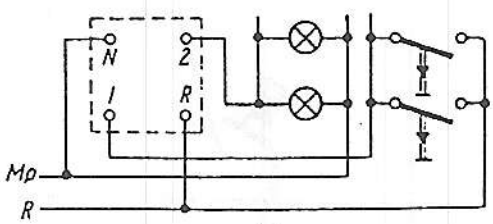
علاوه بر کلید های تبدیل ،از کلید اتومات نیز در راه پله ها استفاده می شود. اتوماتهای راه پله مدلهای مختلفی دارند که اساس کار همه آنها خاموش کردن لامپ بعد از مدت معینی است . هر اتومات راه پله مدار مخصوص بخود را دارد، که هنگام استفاده باید همان مدار خاص را پیاده کرد. در غیر اینصورت اتومات صدمه خواهد دید. اتوماتی که در کارگاه برق موجود است از نوع الکترونیکی بوده و ساخت کارخانه زیمنس آلمان است . این دستگاه دارای یک دگمه برای تنظیم زمان است که با چرخاندن آن در جهت عقربه های ساعت زمان زیاد می شود. همچنین دارای یک کلید دو حالته است که در یک حالت آن ، با زدن شستی لامپ بطور دائم روشن می ماند و در حالت دیگر آن ، با زدن شستی لامپ پس از مدت تعیین شده خاموش می شود. در شکل ۲۰ نمای ظاهری رله و دو نمونه از مدار اتصال آن نشان داده شده است . نوع دیگر اتومات راه پله که در کارگاه موجود است ،ساخت تایمیران است . روی دستگاه کلیدی چهار حالته قرار داده شده است که زمان را از ۲ تا ۱۰ دقیقه تنظیم می کند ولی کلید دیگری که لامپ را بطور دائم روشن کند در روی دستگاه قرار داده نشده است .در شکل ۲۱ دو نمونه از مدار اتصال اتومات راه پله تایمیران نشان داده شده است .



الف



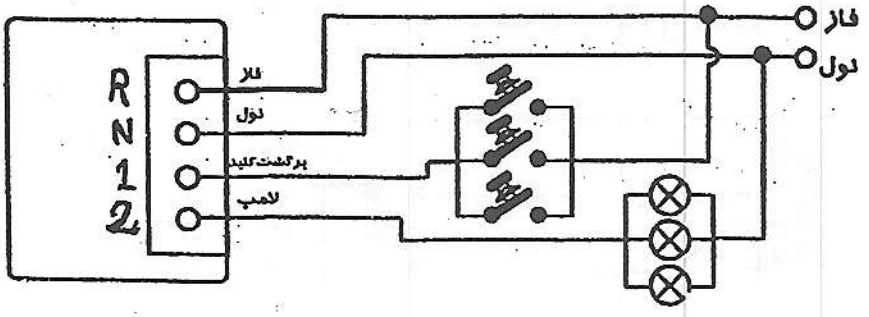
ب



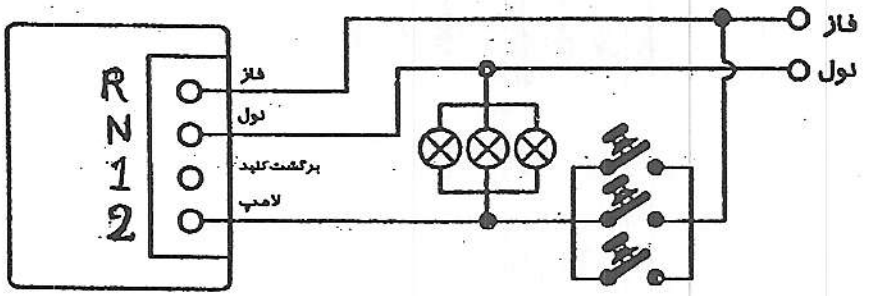
پ

شکل ۲۰ - الف - شکل ظاهری رله ـ ب و پ - دونمونه از مدار اتصال رله

نقشه راهنمای سیم‌کشی بصورت اتصال چهارسیمه



برای صرفه‌جویی درمصرف سیم می‌توان طبق نقشه زیر دستگاه رابصورت اتصال سه سیمه نصب نمود



نقشه سیم‌کشی دستگاه بصورت اتصال سه‌سیمه

شکل ۲۱

٦ - اف اف :

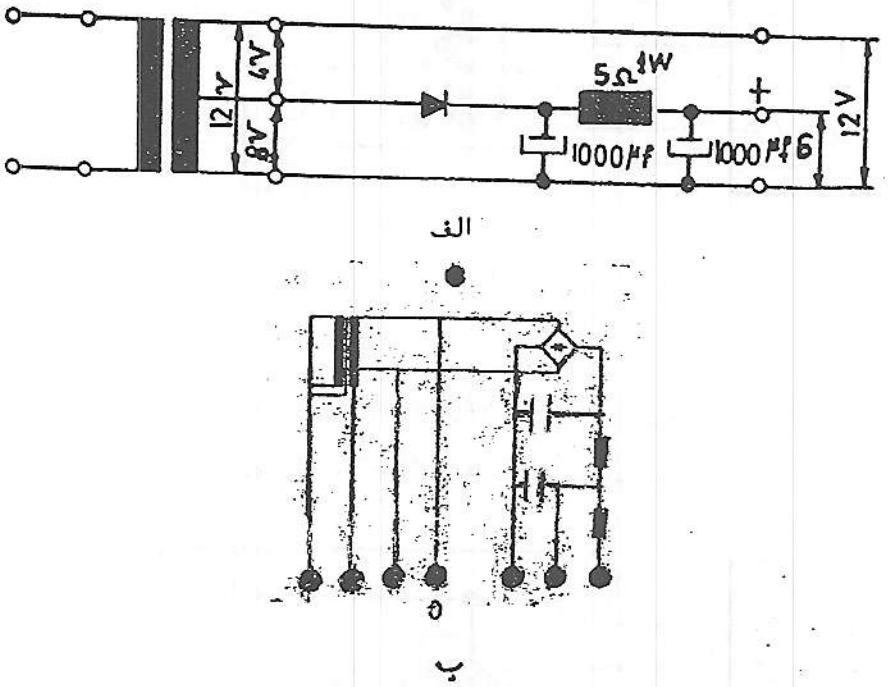
اف اف از قسمتهای زیر تشکیل شده است :

۱- منبع تغذیه ، ۲- مدار خبر ، ۳- مدار در بازکن، ۴- مدار مکالمه

٦ - ۱ - مدار تغذیه :

چون در این سیستم دو ولتاژ مستقیم - برای میکروفن و گوشی - و متناوب - برای زنگ و در بازکن - مورد نیاز است ، بنابراین منبع تغذیه باید بتواند ولتاژهای مستقیم و متناوب را تولید کند. برای این منظور معمولا از ترانسفورماتور کاهنده و مدار یکسو ساز استفاده می کنند. ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ ۲۲۰ ولت را به ولتاژهای ۶ و ۱۲ ولت تبدیل می کند . ولتاژ ۶ ولت یکسو شده و بوسیله خازن و سلف به جریان مستقیم تبدیل می شود . در منبع تغذیه اف اف های

نیمه الکترونیک از یکسوساز نیم موج با صافی خازنی و مقاومتی استفاده می شود. منبع تغذیه اف اف در داخل یک جعبه جای داده شده است که معمولا در نزدیک محل تقسیم برق نصب می شود . شکل ۲۲ دو نوع مدار منبع تغذیه اف اف را نشان می دهد.



شکل ۲۲

٦ - ۲ - مدار خبر :

مدار خبر ، از یک زنگ اخبار متناوب (بیزر) ۱۲ ولت و یا یک زنگ الکترونیکی و یک شستی تشکیل شده است . شستی زنگ در کنار در ورودی ساختمان و خود زنگ در داخل ساختمان نصب می شود.

٦ - ۳ - مدار در بازکن :

مدار دربازکن، از یک در بازکن ۱۲ ولتی و یک شستی تشکیل می شود . قسمت در بازکن روی در ورودی و شستی آن در داخل ساختمان قرار می گیرد.

٦ - ۴ - مدار مکالمه :

مدار مکالمه اف اف بر دو نوع است. الف ـ نیمه الکترونیک ، ب ـ تمام الکترونیک .

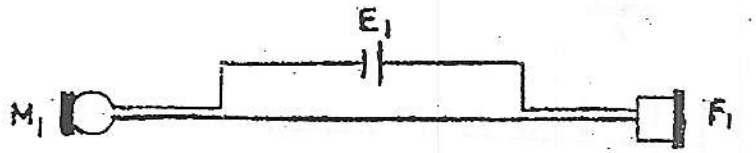
الف) مدار مکالمه نیمه الکترونیک شامل یک گوشی ، یک بلندگو و دو میکروفن است که با جریان مستقیم کار می کند. همچنین زنگ اف اف نیمه الکترونیک[1] از نوع بیزر است .

ب) در مدار مکالمه تمام الکترونیک علاوه بر میکروفن، بلندگو و گوشی ،از دو مدار تقویت کننده صوتی الکترونیکی نیز استفاده شده است .این نوع اف اف از نوع قبلی گرانتر است .

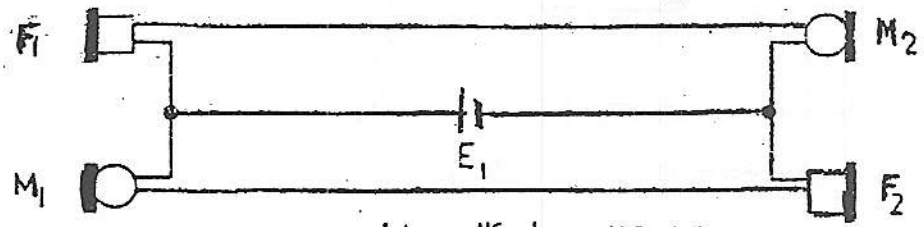
٦ - ۴ - ۱ - طرز تشکیل مدار مکالمه :

۱ - مدار مکالمه یک طرفه : هرگاه یک گوشی و یک میکروفن را با هم بصورت سری ببندیم و یک باطری یا ولتاژ مستقیم به دو سر آن بدهیم ، جریانی بطور دائم ازآن عبور می کند. حال اگر در میکروفن صحبت کنیم ، جریان مدار تغییر می کند واین تغییر جریان به گوشی نیز منتقل می شود و این جریان در گوشی به امواج صوتی تبدیل می شود. برای اینکه صدا خوب منتقل شود ، باید میزان تغییرات جریان زیاد باشد. برای این کار از میکروفن کریستالی یا زغالی و گوشی مغناطیسی استفاده می شود. شکل ۲۳ مدار مکالمه یک طرفه را نشان می دهد.

۲ - مدار مکالمه دو طرفه : هرگاه یک گوشی و یک میکروفن در یک طرف و یک گوشی و یک میکروفن در طرف دیگر قرار گیرد و مدار طوری بسته شود که گوشی یک طرف با میکروفن طرف دیگر بصورت سری بسته شود ، یک مدار مکالمه دوطرفه تشکیل می شود. همانطورکه در شکل ۲۴ مشاهده می شود گوشی F1 با میکروفن M2 وگوشی F2 با میکروفن M1 بصورت سری بسته شده‌اند ، و منبع ولتاژ E1 در دوسر مدار قرار دارد. طرز کار مدار کاملا مشابه مدار مکالمه یک طرفه است .



شکل ۲۳ مدار ارتباط یک طرفه



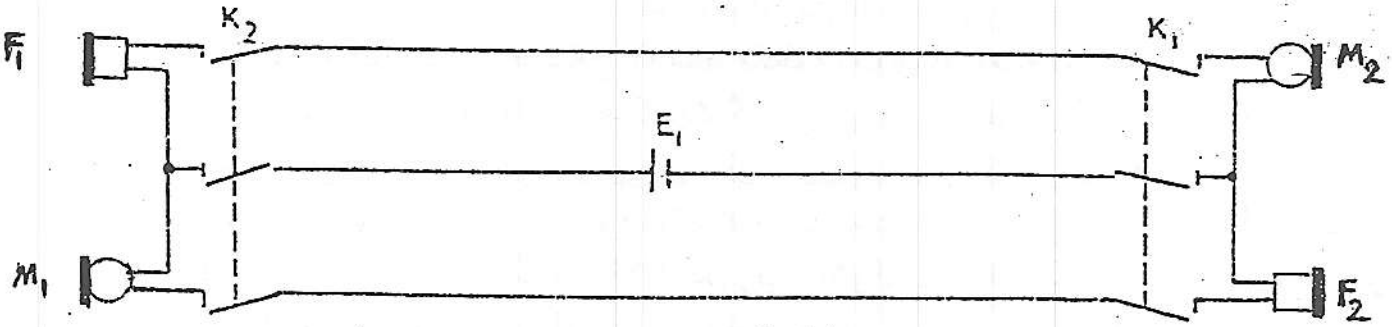
شکل ۲۴ مدار مکالمه دوطرفه

٦ - ۵ - مدار ارتباط دو طرفه با شستی قطع و وصل :

اگر جریان الکتریکی بطور مداوم در مدار گوشی و میکروفن برقرار باشد از عمر دستگاه کم می شود. برای قطع جریان در زمانی که از مدار مکالمه استفاده نمی شود، از شستی های مخصوص چنگالی شکل استفاده می کنند. طرز کار این شستی ها طوری است که وقتی گوشی دهنی را روی دستگاه می گذاریم ، مدار قطع شده و با برداشتن آن مدار وصل می شود. ممکن است این کلیدها یک یا دو یا چند کنتاکت داشته باشند. در شکل ۲۵ (صفحه بعد) مدار مکالمه دوطرفه با کلیدهای چنگالی شکل دیده می شود. در این مدار وقتی گوشی را قرار می دهیم هر سه سیم ارتباطی قطع می شود.

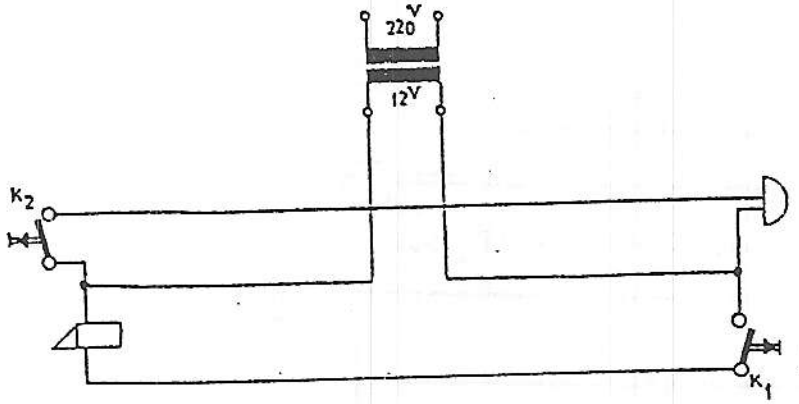
٦ - ٦ - مدار زنگ اخبار و دربازکن :

همانطور که قبلا گفته شد، زنگ خبر اف اف های نیمه الکترونیک از نوع بیزر است و با ولتاژ ۱۲ ولت کار می کند. همچنین ولتاژ کار در بازکن نیز ۱۲ ولت است . در شکل ۲۶ مدار دربازکن و زنگ خبر اف اف نیمه الکترونیک ، دیده می شود.



مدار ارتباط دوطرفه با شستی قطع و وصل قلاب مانند

شکل ۲۵



مدار دربازکن و زنگ خبر اف اف

شکل ۲۶

٦ - ٧ - ساختمان گوشی ، میکروفن و بلندگو :

دستگاه هایی که در ارتباط با صوت کار می کنند، الکترو استاتیک می نامند. مثل میکروفن، گوشی و بلندگو. ساختمان و طرز کار هر یک از این دستگاه‌ها بشرح زیر می باشد.

٦ - ٧ - ١ - میکروفن :

می دانیم صوت یک انرژی مکانیکی است که باعث تولید ارتعاشات صوتی در هوا می شود. بسامد ارتعاشات صوتی ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز است . بسامد صوتی قابل شنیدن برای انسان بین ۸۰ تا ۱۵۰۰۰ هرتز است . دستگاهی که ارتعاشات مکانیکی صوت را به ارتعاشات الکتریکی تبدیل می کند ، میکروفن نامیده می شود. در اصطلاح عمومی میکروفن را دهنی نیز می نامند. میکروفن دارای انواع بسیاری است که متداولترین و مهمترین آنها عبارتند از :

۱- میکروفن ذغالی ، ۲- میکروفن دینامیکی ، ۳- میکروفن خازنی ، ۴- میکروفن کریستالی

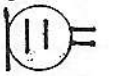
۱ - میکروفن ذغالی :

در اثر برخورد صوت به صفحه قابل ارتعاش ، ذرات کربن بهم فشرده شده و مقاومت آن کم می شود، و یا منبسط شده و مقاومت آن زیاد می شود. با کم و زیاد شدن مقاومت میکروفن ، جریان گذرنده از آن متناسب با تغییرات مقاومت ، تغییر می کند و ارتعاشات صوتی به سیگنال الکتریکی تبدیل می شود . شکل ۲۷ ساختمان میکروفن ذغالی را نشان می دهد.

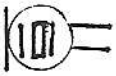
۲ - میکروفن الکترو دینامیکی :

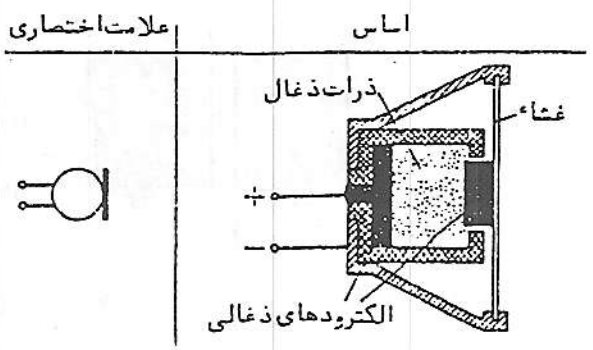
این میکروفن براساس تولید جریان در سیم پیچ متحرک در میدان مغناطیسی ، کار می کند . در این میکروفن یک سیم پیچ به یک دیافراگم متصل شده است . هنگام برخورد امواج صوتی به دیافراگم ، آنرا حرکت می دهد . و در نتیجه سیم پیچ در میدان مغناطیسی حرکت کرده و متناسب با این حرکات ، اختلاف پتانسیلی در دو سر آن بوجود می آید. بدین ترتیب امواج صوتی به سیگنال الکتریک تبدیل می شود .

۳ - میکروفن خازنی :

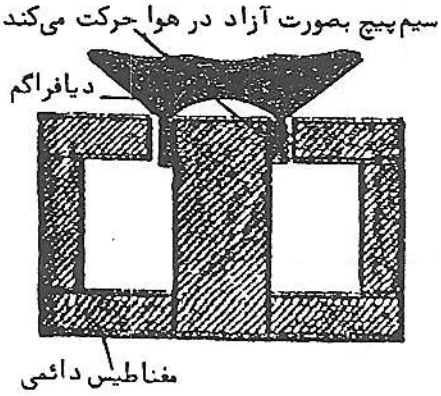
در این نوع میکروفن ، یکی از جوشنهای خازن به دیافراگم متصل است و با حرکت دیافراگم ، فاصله بین دو جوشن خازن ، متناسب با امواج صوتی رسیده به دیافراگم ، تغییر می کند با تغییر فاصله بین دو جوشن، ظرفیت آن تغییر کرده و جریان عبوری از آن تغییر می کند. علامت اختصاری میکروفن خازنی بصورت  است .

۴ - میکروفن کریستالی :

بعضی اجسام (مثل کریستال راشل و کریستال کوارتز) دارای خاصیت ویژه‌ای هستند که هرگاه آنها را تحت زاویه مشخص و ابعاد معینی برش دهیم و به آنها نیروی مکانیکی وارد کنیم ، در دو طرف آنها اختلاف پتانسیل بوجود می آید. و اگر به دو سر آنها اختلاف پتانسیل اعمال کنیم متناسب با جریان ، ارتعاشات مکانیکی تولید می‌کنند. این خاصیت را اصطلاحاً پیزوالکتریک می نامند. حال اگر دیافراگم را به یک کریستال متصل کنیم ، با حرکت دیافراگم ، بین دو سر کریستال جریان الکتریکی ضعیفی برقرار می شود. یعنی انرژی مکانیکی صوت به انرژی الکتریکی صوتی تبدیل می شود. علامت اختضاری میکروفن کریستالی بصورت  است .



شکل ۲۷ - میکروفن ذغالی



شکل ۲۸ - میکروفن دینامیکی

۶-۷-۲-گوشی:

گوشی وسیله‌ای است که سیگنال الکتریکی را به انرژی صوتی تبدیل می کند. گوشی ها نیز دارای انواع مختلفی هستند که مهمترین آنها عبارتند از:

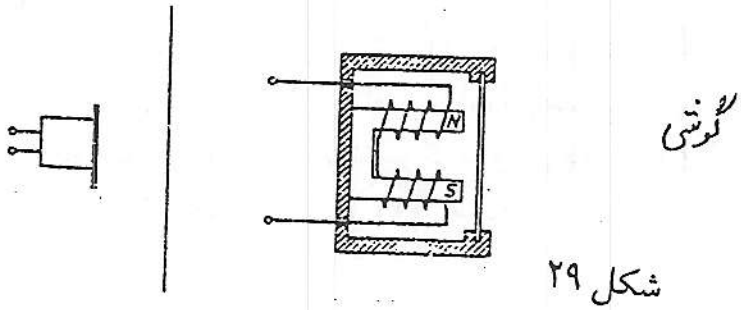
۱-گوشی الکترو مغناطیسی ، ۲-گوشی کریستالی

۱-گوشی الکترومغناطیسی:

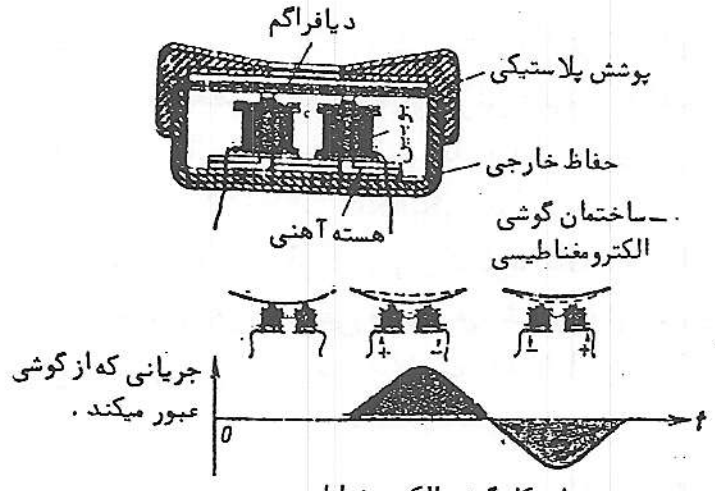
این گوشی از یک مغناطیس دائمی ، یک سیم پیچ و یک صفحه قابل ارتعاش ، تشکیل شده است . وقتی جریان الکتریکی به بوبین داده می شود شدت میدان مغناطیسی تغییر می کند ، این تغییرات سبب حرکت دیافراگم می شود (شکل ۲۹ و ۳۰).

۲-گوشی کریستالی:

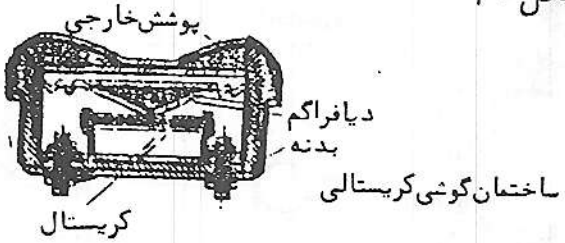
طرز کار این گوشی شبیه میکروفن کریستالی است . با این تفاوت که وقتی به آن جریان الکتریکی داده می شود، انرژی مکانیکی تولید می کند (شکل ۳۱).



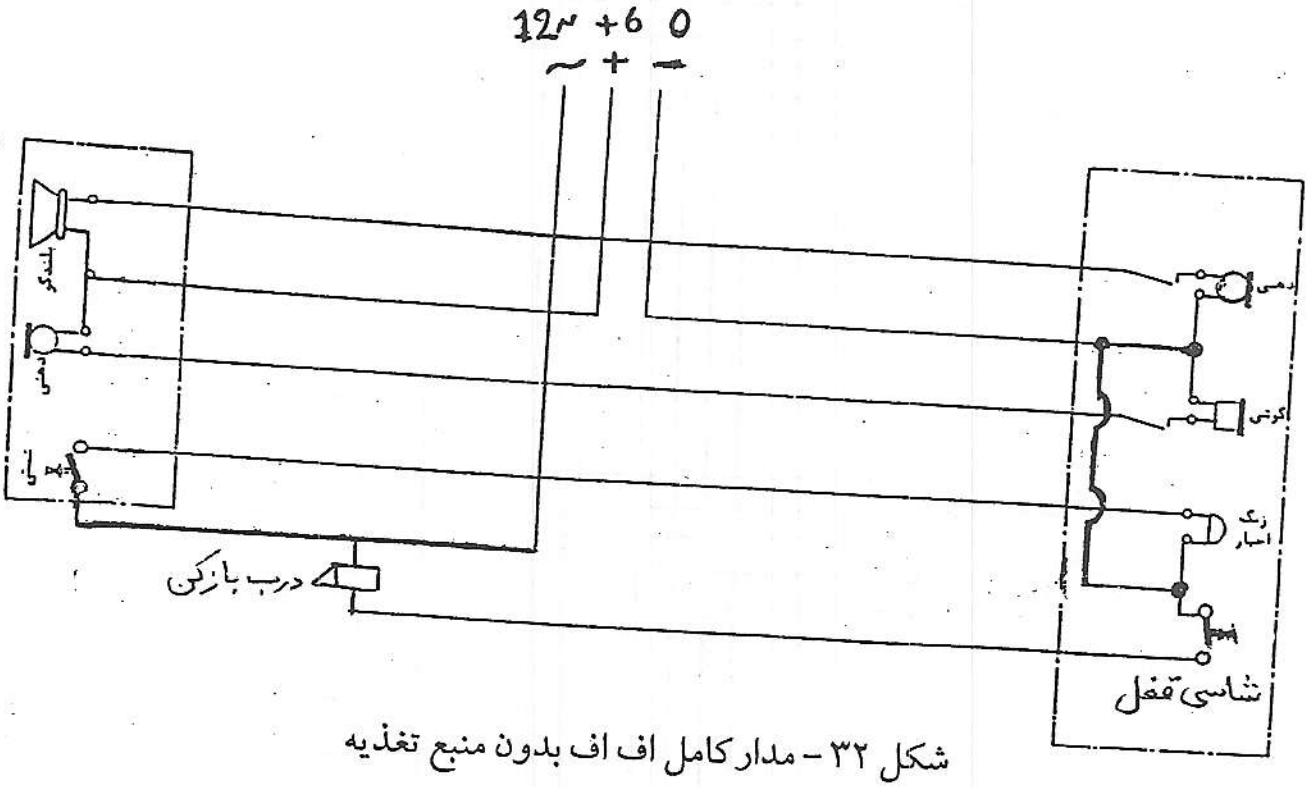
شکل ۲۹



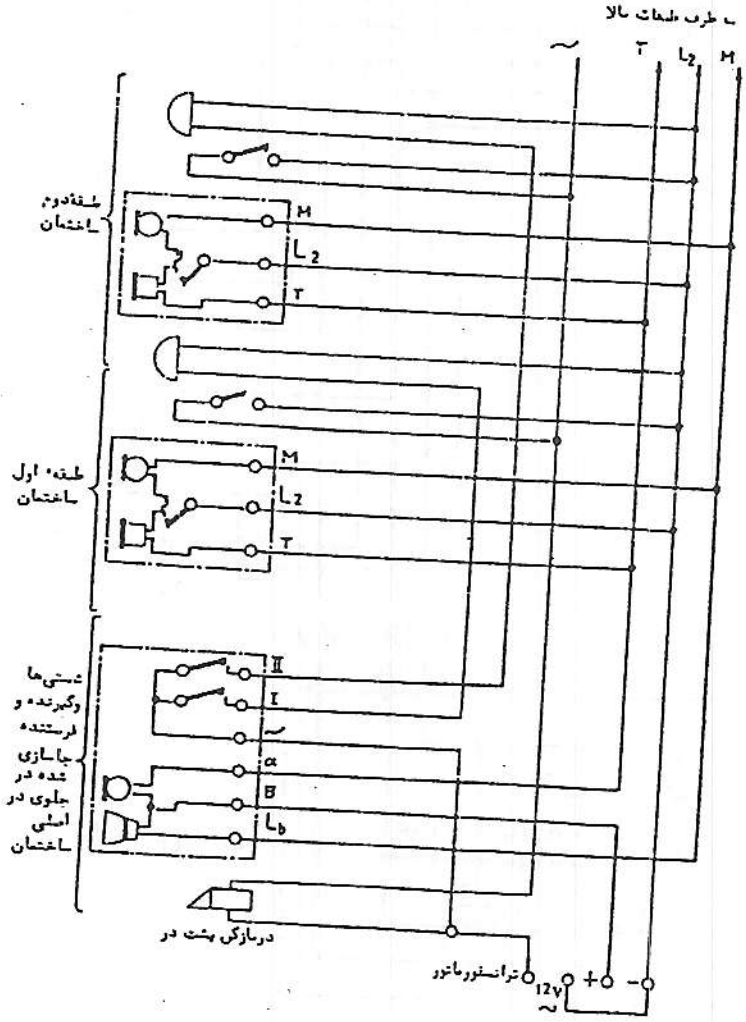
شکل ۳۰ - طرز کار گوشی الکترومغناطیسی



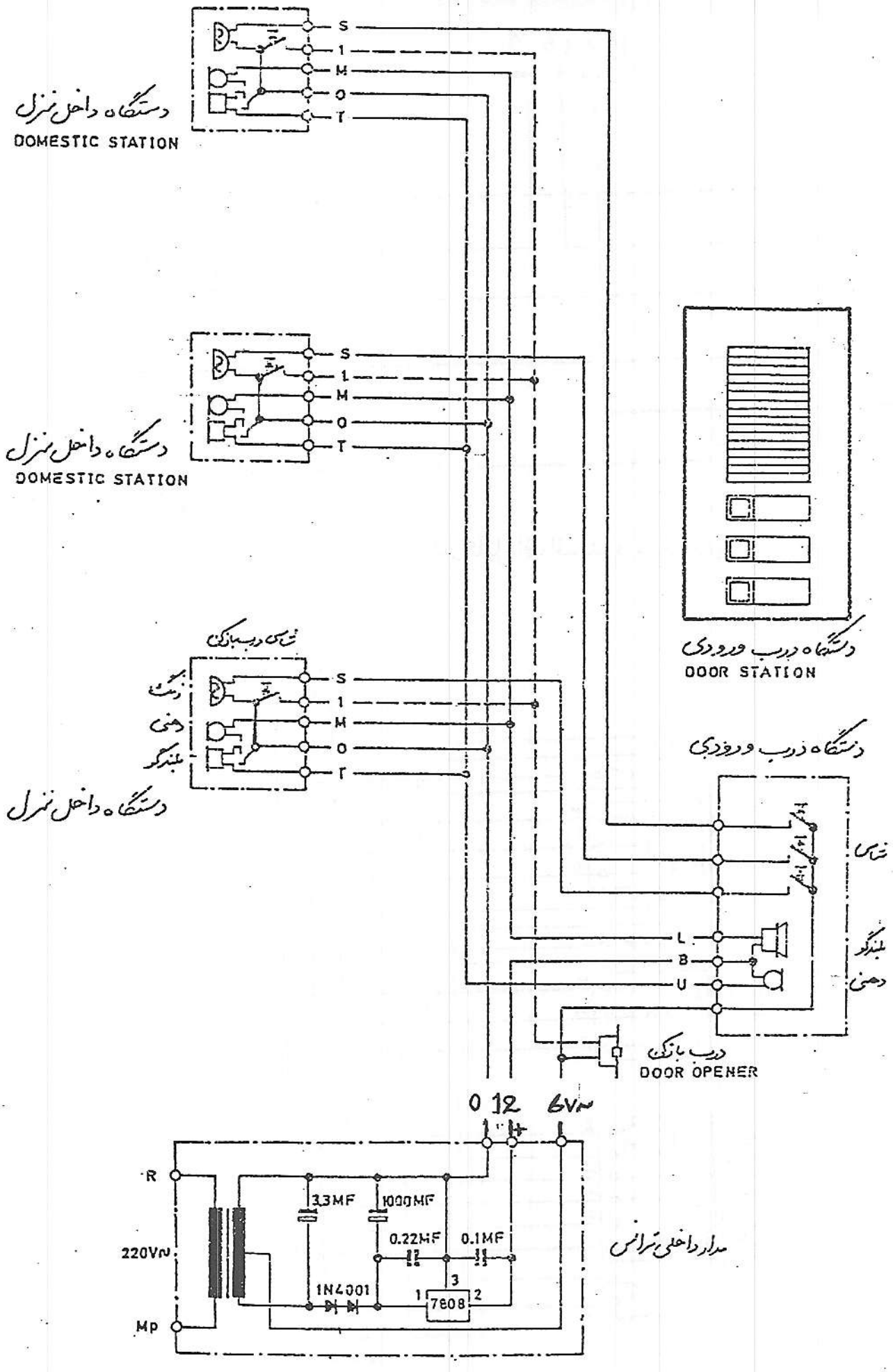
شکل ۳۱



شکل ۳۲ - مدار کامل اف اف بدون منبع تغذیه



شکل ۳۳ - مدار اف اف دو یا چند طبقه



شکل ۳۴ – مدار اف اف سه طبقه با مدار داخل منبع تغذیه

بخش سوم: «لوله های برق»

در صنعت برق لوله ها را برای حفاظت سیمها بکار می برند. لوله ها در انواع گوناگون به شرح زیر ساخته می شوند. لوله ها را می توان بصورت روکار و توکار مورد استفاده قرار داد.

۱ - لوله های برگمان:

یکی از انواع لوله ها که در صنعت برق بکار می رود ، لوله های برگمان است که به دو صورت ساخته می شود . یک نوع آن دارای پوشش خارجی آهنی یا فولادی نازک است . و نوع دیگر آن دارای پوشش خارجی آلومینیم یا نوار روی است . قابلیت ارتجاعی این نوع لوله زیاد است و به آسانی خم می شود. امروزه این نوع لوله ها کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

۲ - لوله های فولادی:

لوله های فولادی بصورت روکار و توکار مورد استفاده قرار می گیرد. کاربرد این لوله ها بیشتر در جایی است که استحکام مکانیکی زیاد مورد نظر باشد. بنابراین اغلب در بیمارستانها ، هتلها ، کارخانه ها ، کارگاهها ، معادن ، نقاط مرطوب ، گاراژها ، سینماها و روشنایی اضطراری از لوله فولادی استفاده می کنند. لوله های فولادی از لوله برگمان گرانتراست. ولی در عوض دوام و استحکام بیشتری دارد. بعلت استحکام مکانیکی خیلی خوب ، می توان لوله فولادی را مانند لوله آب ، بطور آزاد یا با بستهای مخصوص فولادی به دیوار یا زیر سقف نصب کرد. لوله های فولادی در سه نوع ، سخت یا سنگین ،لوله برگمان یا سبک و لوله خرطومی وجود دارند.

۳ - لوله های خرطومی :

لوله های پلاستیکی از جنس PVC با نام تجاری "پروتودور" و در انواع زیر ، ساخته می شوند. ۱ - PVC فشار قوی یا سنگین، ۲ - PVC فشار ضعیف یا سبک ، ۳ - PVC خرطومی

الف - لوله خرطومی پلاستیکی : این لوله ها از پلاستیک ساخته شده است و معمولا برای لوله کشی زیرکار در نقاط خشک مورد استفاده قرار می گیرد. برای خم کردن این لوله ها نیازی به دستگاه خم کن نیست . این لوله ها بعلت کاربرد آسان و ارزانی قیمت ، جایگزین لوله های برگمان شده اند.

ب - لوله خرطومی فلزی : این لوله ها از جنس فلز ساخته شده و برای محلهائی که دارای خم دشوار است ، جهت ارتباط لوله فولادی زیرکار و روکار و سیم های ارتباطی موتورها بکار می رود.

تذکر:

قطر لوله ها را باید طوری انتخاب کرد که سطح مقطع لوله حدود ۴۰ ٪ از سطح مقطع کل سیمهایی که از داخل آن عبور می کند، بیشتر باشد.

بخش چهارم: «کابل ها»

کابلها هادی هایی هستند که توسط مواد عایق از محیط اطراف جدا شده‌اند. معمولا کابل از سه قسمت تشکیل می شود: ۱- عایق کابل، ۲- هادی جریان، ۳- غلاف کابل. البته بعضی از کابل ها فاقد غلاف هستند، ولی همه آنها دارای هادی جریان و عایق هستند.

۱- عایق کابل:

متناسب با کاربرد، عایق کابل از مواد مختلف ساخته می شود که مهمترین آنها به شرح زیر است:

الف) کاغذ های آغشته به روغن مخصوص.

ب) مواد لاستیکی.

ج) پلی وینیل کلراید یا PVC.

اگر برای کابل از لاستیک استفاده شود، قبل از عایق کردن، باید روی سیم را قلع اندود کرد یا یک نوار نازک روی آن پیچید. در غیر اینصورت گوگرد موجود در لاستیک روی مس اثر کرده و با آن ترکیب می شود. امروزه از این عایق کمتر استفاده می شود.

متداول ترین عایقها، PVC بانام تجاری "پروتودور" است. نوع دیگر عایقها از جنس پلی اتیلن بنام PET است. مواد اولیه برای تولید پروتودور عبارتند از زغال، اسید کلریدریک، آهک، کاربید و استیلین، که این مواد با هم ترکیب شده و PVC را که بصورت پودر است بوجود می آورند. جنس PVC نمی سوزد ولی PET قابل اشتعال است.

۲- هادی کابل:

منظور از هادی کابل قسمت اصلی کابل است که جریان الکتریکی را هدایت می کند. جنس هادی کابل معمولا از مس یا آلومینیم است. برای تشخیص کابل آلومینیمی از مسی کافی است که به رنگ هادی کابل توجه کنید. هادی کابل ممکن است بصورت مفتولی، دایره‌ای یا مثلثی (sector) باشد.

۳- غلاف کابل:

از جنس سرب است و برای محافظت کابل در مقابل رطوبت روی عایق کابل قرار می دهند. در کابلهایی که تحت فشار و ضربه قرار می‌گیرند برای حفاظت از نوارهای فلزی استفاده می کنند. برای حفاظت غلاف کابل ،از لایه های قیرگونی استفاده می شود. در بعضی از موارد برای خنک کردن کابلها از روغن استفاده می شود که محلی جهت ریختن روغن در مرکز کابل یا اطراف آن در نظر گرفته شده است. روغن مورد نیاز برای این کابل ها را بوسیله پمپ های مخصوص تحت فشار معینی وارد محفظه کابل می کنند.

۴ - نکاتی در باره چگونگی انتخاب کابل :

در طراحی شبکه های برق و تنظیم پروژه های پخش انرژی ، احتیاج به شناخت کابل و کاربرد آن داریم . هر کابل با سطح مقطع معین قادر به انتقال جریان معینی است . اگر جریان از آن حد بیشتر شود سبب کوتاه شدن عمر یا سوختن کابل می شود. لذا در طراحی شبکه سه اصل زیر را باید در نظر گرفت .

الف) جریان برق از حد جریان مجاز کابل زیادتر نشود. جریان را می توان با مراجعه به جداول استاندارد تعیین کرد.

ب) افت ولتاژ نباید بیشتر از حد مجاز باشد.

پ) محاسبات اقتصادی در مورد سطح مقطع انتخابی از نظر افت توان انجام گیرد .

۵ - مشخصات کابل ها :

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

NA کابل با سیم آلومینیم که طبق استاندارد VDE ساخته شده است.

Y علامت عایق پروتودوو (اولین Y در ردیف حروف)

H علامت ورقه متالیزه

T سیم تحمل کننده

R حفاظت فولادی شکل یا زره

Y روپوش پروتودور (دومین Y در ردیف حروف)

re سیم گرد یک رشته (یک لا)

rm سیم گرد چند رشته (چند لا)

se سلکتور شکل و یک سیمه

sm سلکتور شکل و چند سیمه (مثلثی چند رشته)

مثال :

NYY	3x4	re	0.6/1	kV
NAYY	1x150	rm	0.6/1	kV

بخش پنجم: « وسایل حفاظت »

مدارهای طراحی شده را باید به طریقی حفاظت نمود تا چنانچه به علل مختلف مانند اتصال کوتاه فازها ، اتصال کوتاه سیم پیچ ، یک فاز شدن مصرف کننده و غیره ، جریان‌مصرف کننده زیادتر از حد مجاز شود ، قبل از اینکه گرمای ایجاد شده در مصرف کننده (مثل موتور) باعث صدمه دیدن آن شود ، وسیله حفاظتی مصرف کننده را از شبکه قطع نماید. در حالت اتصال کوتاه ، چون جریان عبوری خیلی زیاد می باشد ، لذا باید بلافاصله پس از وقوع اتصال کوتاه مدار قطع شود. برای حالتهای دیگر مانند اضافه بار شدن موتور، باید از وسیله ای برای حفاظت استفاده نمود که بتوان متناسب با جریان موتور آنرا تنظیم نمود. این‌وسایل حفاظتی باید طوری انتخاب شوند که در هنگام راه اندازی موتورها ، جریان راه اندازی که چند برابر جریان نامی موتور می باشد باعث قطع مدار نشود. در مدارهای با کنتاکتور ، معمولاً برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه از فیوز وبرای حفاظت در برابر اضافه بار و یا قطع شدن یک فاز از بی متال که حداقل در مسیر دو فاز قرار می گیرد استفاده می شود.

۱ـ فیوز:

فیوز وسیله ایست که با مدار بطور سری قرارمی گیرد. و مصرف کننده را در مقابل اتصال کوتاه یا جریان زیاد محافظت می کند. سیم حرارتی داخل فیوز بازاء جریان بخصوصی در زمان معینی ذوب شده و سبب قطع مدار می شود. فیوز ذوب شوندهٔ معمولی را فیوز فشنگی نیز می نامند که سیم حرارتی آن در داخل براده‌هایی از سرامیک یا خاک نرم کوارتز همراه ماسه قرار دارد و جرقهٔ حاصل از قطع شدن حرارتی را سریعاً خنک کرده و بلافاصله قطع می کند. برای تشخیص سالم بودن فیوز از یک پولک به رنگ های مختلف استفاده می شود که توسط یک سیم مقاومت دار نگهداشته می شود، پس از سوختن سیم حرارتی فیوز ، سیم مقاومت دار نیز سوخته و پولک فلزی که تحت کشش فنر کوچکی قرار دارد از دو طرف بالا کشیده می شود. جنس سیم ذوب شونده معمولا از نقره ساخته می شود که درجه حرارت ذوب آن ۹۵۰ درجه سانتیگراد است . برای رفع این عیب (یعنی بالابودن درجه حرارت ذوب) سیم حرارتی را دو تکه کرده و بوسیله لحیم بهم متصل می کنند. زیرا لحیم در حرارت تقریبی ۲۳۰ درجه سانتی گراد ذوب می شود. دو نوع فیوز سریع و کُند وجود دارد. که فیوز کند جریانهای زیاد را دیرتر از فیوز سریع قطع می کند. و در جایی بکار می رود که اضافه بار کوتاه مدت نباید سبب قطع مدار شود. مانند راه افتادن موتورهای الکتریکی و. . . . در فیوز کند جریان نامی فیوز را حدود دو برابر جریان نامی موتور انتخاب می کنند. (جریان راه اندازی موتور ها ۶ تا ۷ برابر جریان نامی آنها است) . مقررات بین المللی ، ترمیم کردن فیوز فشنگی را منع کرده است و باید فیوز جدیدی را بجای سوخته آن قرار داد. در موقع انتخاب فیوز برای مصارف روشنایی یا موتورهای الکتریکی باید دقت کرده و فیوزهای تند و کند را برای آنها در نظر بگیریم . دستگاه فیوز از دو قسمت اصلی پایه و کلاهک تشکیل شده است .

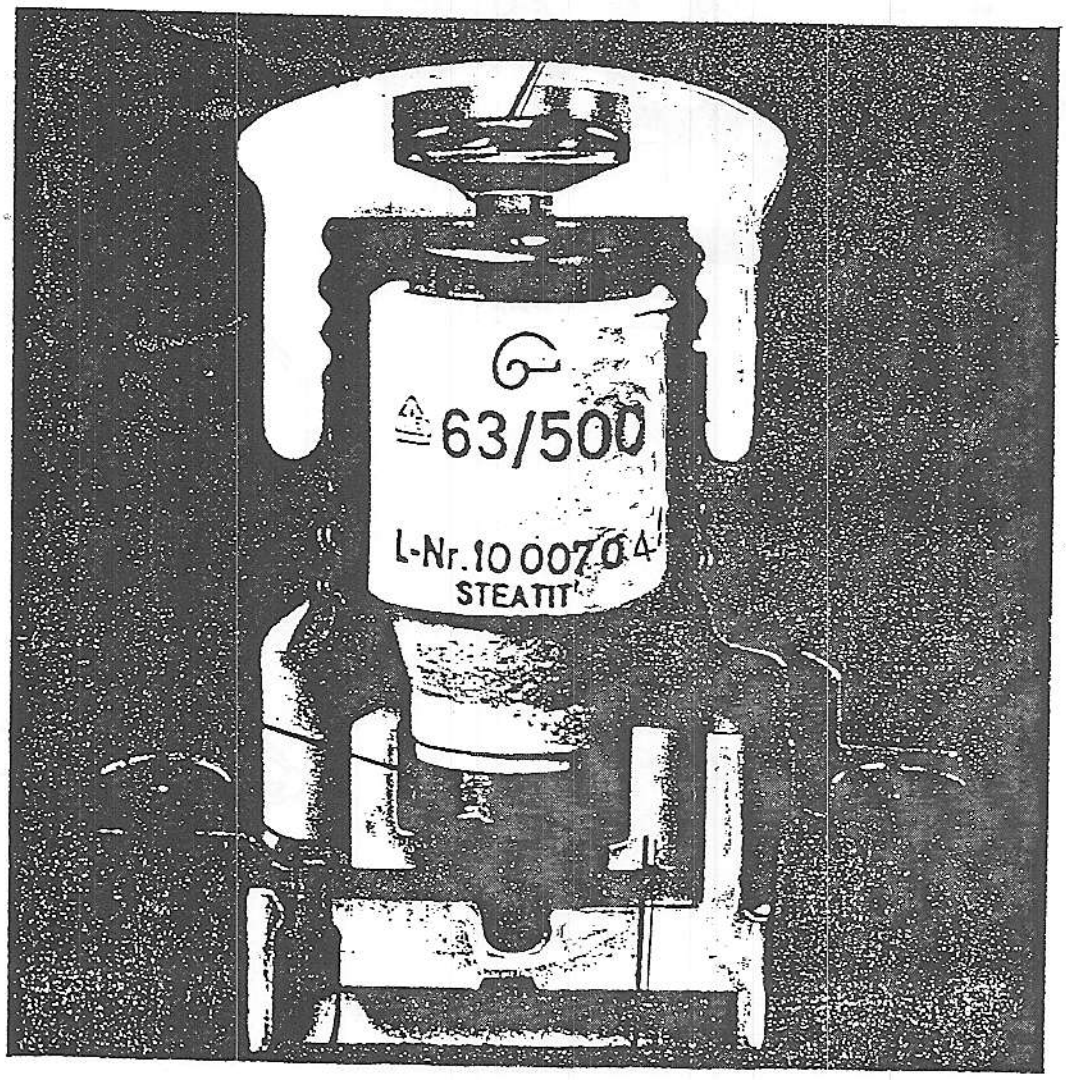
۱ - ۱ - پایه فیوز:

پایه یا بدنه فیوز که اتصال شبکه به پیچ مربوط به ته آن بسته می شود و از سر آن که محل بستن کلاهک همراه فیوز است ، جریان بطرف مصرف کننده هدایت می شود.

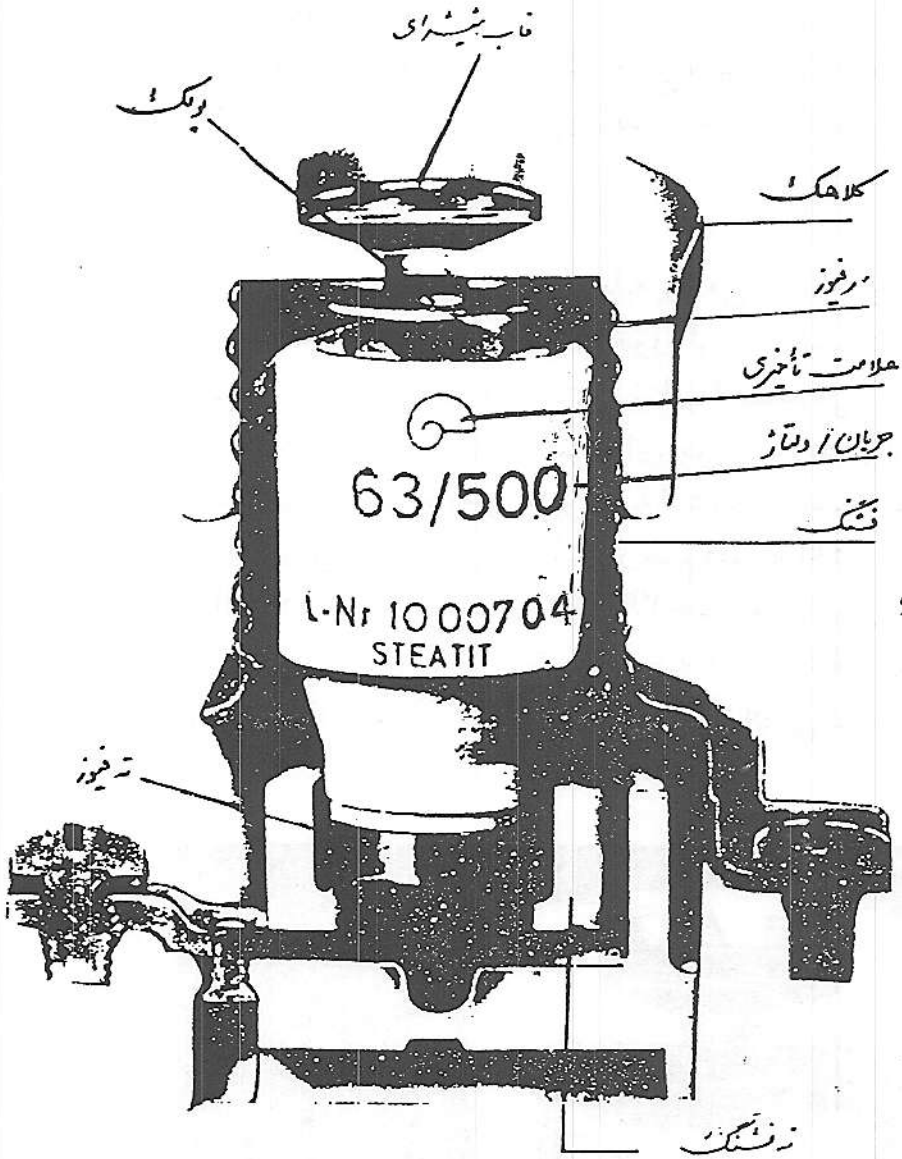
۱ - ۲ - کلاهک فیوز:

کلاهک یا نگهدارنده فیوز که به پایه پیچ می شود و شیشه پشت آن رنگ فیوز را نشان می دهد. برای اینکه بتوان فیوزهای فشنگی مورد لزوم هر قسمت را عوض کرد با توجه به استاندارد بین المللی از ته فشنگی برای آمپر های مختلف استفاده می شود. با توجه به آمپر مجاز فیوز قطر داخلی ته فشنگی تغییر می کند. یعنی برای جریانهای بیشتر از ته فشنگی با قطر داخلی بزرگتر استفاده می شود و قطر خارجی با توجه به استاندارد ثابت است .

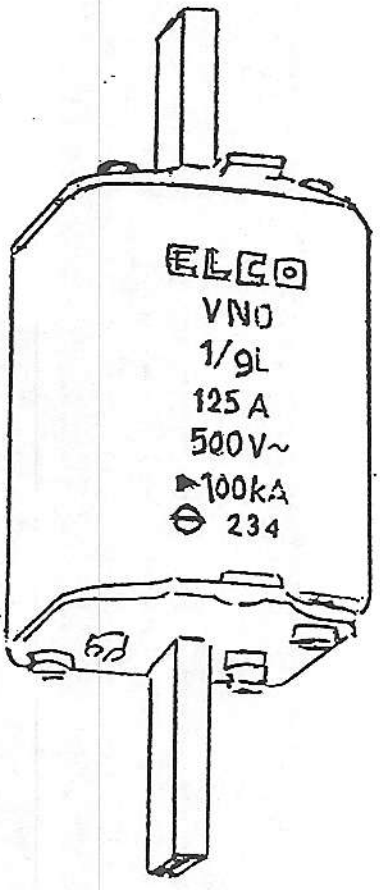
در شکل ۳۵ برش نوعی فیوز که اغلب در سیم کشی ساختمانها و مدارهای مختلف استفاده می شود نشان داده شده است و در شکل ۳۶ چند نمونه فیوز نشان داده شده است . شکل ۳۷ بزرگترین سطح مقطع سیم برای اتصال به پایه های مختلف فیوز رانشان می دهد و شکل ۳۸ ، جدول جریان نامی فیوز مطابق رنگ پولک آنرا نشان می دهد.



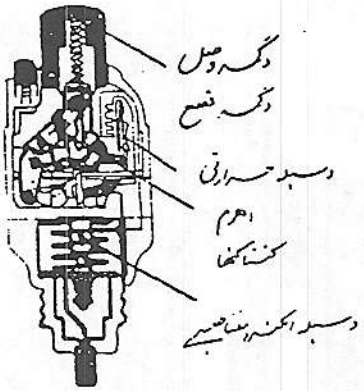
شکل ۳۵ - ساختمان یک فیوز کامل



فیوز حرارتی ذوب شونده



فیوز N.H
توان بالا



شکل ۳۶

مس Cu_2 mm^2	آلومینیوم Al mm^2	جریان نامی فیوز به آمپر	پایه فیوز برای آمپر
۶	۱۰	۲ – ۲۵	۲۵
۱۶	۲۵	۱۰ – ۶۳	۶۳
۳۵	۵۰	۳۵ – ۱۰۰	۱۰۰
۹۵	۱۲۰	۸۰ – ۲۰۰	۲۰۰

شکل ۳۷- بزرگترین سطح مقطع سیم برای اتصال به پایه های مختلف

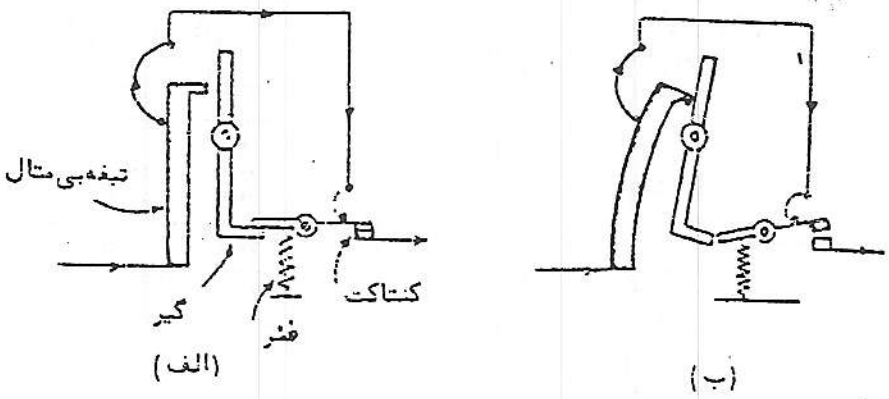
رنگ پولک	جریان نامی فیوز آمپر
صورتی	۲
قهوه‌ای روشن	۴
سبز	۶
قرمز روشن	۱۰
خاکستری	۱۶
آبی	۲۰
زرد روشن	۲۵
سیاه	۳۵
سفید	۵۰
مسی روشن	۶۳
نقره‌ای	۸۰
قرمز تیره	۱۰۰
زرد تیره	۱۲۵
مسی	۱۶۰
آبی	۲۰۰

شکل ۳۸ - جدول جریان نامی فیوز مطابق رنگ پولک آن

۲ - دیژنکتورها

۲ - ۱ - دیژنکتور با قطع حرارتی:

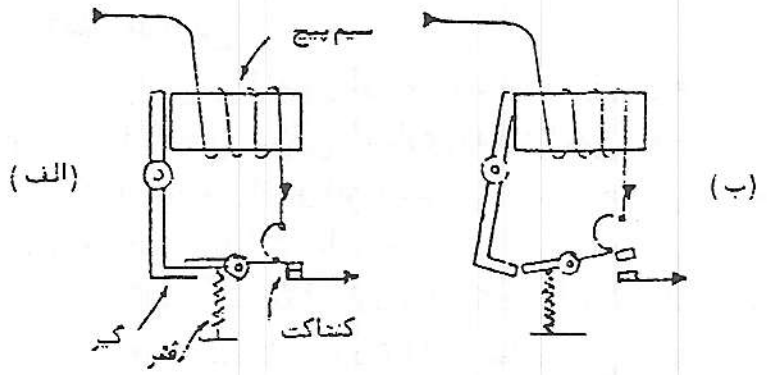
قطع حرارتی با تأخیر عمل می کند و برای حفاظت در مقابل بار اضافی مورد استفاده قرار می گیرد. کلید مطابق شکل ۳۹، بطور متوالی با مداری که کنترل می کند قرار گرفته و جریان مدار از یک نوار بی متال می گذرد. این نوار از دو فلز با ضرایب انبساط حرارتی مختلف ساخته شده و در صورتی که جریان از حد معینی افزایش یابد حرارت تولید شده در بی متال سبب خم شدن آن می شود که با فشار بر اهرم مقابل، گیره نگاه دارنده کنتاکت را آزاد می کند و سبب قطع کلید می شود. این کلیدها برای ولتاژ ۳۸۰ ولت تا حدود ۶۳ آمپر ساخته می شوند.



شکل ۳۹ - کلید خودکار با قطع حرارتی ، الف - حالت وصل ، ب - حالت قطع

۲ - ۲ - دیژنکتور با قطع مغناطیسی:

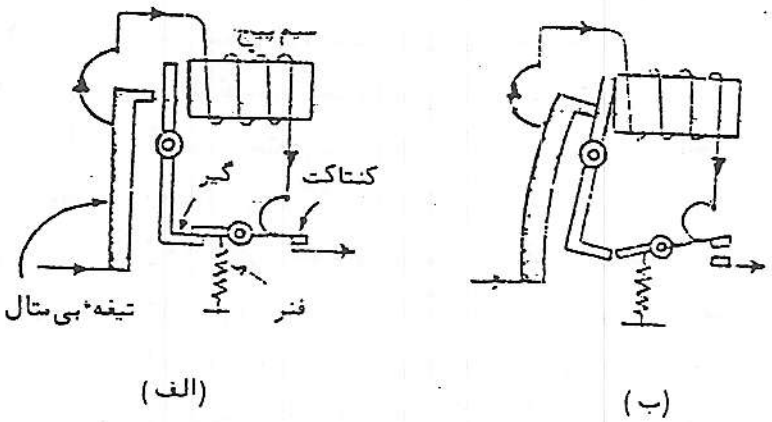
قطع مغناطیسی بدون تأخیر عمل می کند و بمنظور حفاظت در مقابل اتصال کوتاه مورد استفاده قرار می گیرد همانطور که در شکل ۴۰ می بینیم جریان مدار از سیم پیچی که دور هسته مغناطیس پیچیده شده عبور می کند. درصورتیکه جریان از حد معینی افزایش یابد نیروی مغناطیس به حدی می رسد که اهرم آهنی را به خود می کشد و با آزاد کردن آن کنتاکت کلید را قطع می کند.



شکل ۴۰ - کلید خودکار با قطع مغناطیسی ، الف - حالت وصل ، ب - جالت قطع

۲ - ۳ - دیژنکتور با قطع حرارتی و مغناطیسی:

این کلید به قطع حرارتی و مغناطیسی مجهز است (شکل ۴۱). قطع حرارتی حفاظت در مقابل بار اضافی را بر عهده دارد و به علت عملکرد تأخیری اضافه بارهای کوچک لحظه ای سبب قطع آن نمی‌گردد. قطع مغناطیسی در صورت بروز اتصال کوتاه مدار را فوراً قطع می کند. قطع مغناطیسی همچنین قطعه بی متال را در صورت بروز اتصال کوتاه حفظ می کند واز سوختن آن جلوگیری می کند.



شکل ۴۱ - کلید خودکار با قطع حرارتی و مغناطیسی ، الف - حالت وصل ، ب - حالت قطع

۲ - ۴ - دیژنکتور کوچک (مینیاتوری) با فیوزهای خودکار:

برای کنترل مدار روشنایی و بارهای خانگی و تجاری امروزه از دیژنکتورهای کوچک استفاده می شود که عمل کنترل و حفاظت را باهم انجام می دهند. با این وسیله در حالت عادی قطع و وصل دستی انجام می شود و در صورت بروز بار اضافی یا اتصال کوتاه مدار بی متال یا قطع کننده مغناطیسی مدار را قطع می کند و دسته به محل قطع بر می گردد. دیژنکتورهای کوچک از نظر حفاظت به فیوزها ارجح هستند ، چون دقت عمل بیشتر دارند و پس از قطع صدمه نمی بینند و می توان پس از رفع عیب به سرعت مدار را مجدداً وصل کرد. با اینکه قیمت آنها نسبت به قیمت کلیدها و فیوزها بالاتر است ، استفاده از آنها روز به روز افزایش می یابد.

بخش ششم : « راه اندازی موتورهای یکفاز آسنکرون »

موتور یکفاز آسنکرون علاوه بر سیم پیچ اصلی که قطبهای مغناطیسی را تشکیل می دهند سیم پیچ دیگری نیز بنام سیم پیچ کمکی یا راه‌انداز یا فرعی دارد . این سیم پیچ باید در لحظه شروع به کار موتور مثل سیم پیچ اصلی در مدار قرار بگیرد. (موازی با سیم پیچ اصلی با ۹۰ درجه اختلاف فاز) معمولا برای بوجود آوردن اختلاف فاز ۹۰ درجه از خازن یا سلف استفاده می شود . سیم پیچ راه‌انداز با خازن یا سلف سری می شود و مجموعاً با سیم پیچ اصلی موازی می شوند و در مدار قرار می گیرند و در اکثر موارد سیم پیچ راه انداز فقط برای شروع بکار موتور مورد استفاده قرار می گیرد. یعنی پس از راه اندازی باید بوسیله ای از مدار خارج شود. خارج شدن سیم پیچ راه‌انداز بطرق گوناگونی امکان پذیر است که متداولترین آنها در صنعت بشرح زیر است :

۱- کلید گریز از مرکز :

این کلید دارای دو قسمت ثابت و متحرک است که روی محور موتور بالاتر از روتور داخل استاتور قرار می گیرد و فنرهایی روی آن نصب شده که مابین دو قسمت ثابت و متحرک جاسازی شده و زمانیکه موتور بکار نیافتاده قسمت متحرک روی پلاتین هاییکه در داخل استاتور تعبیه شده فشار وارد می آورد ، بطوریکه حالت یک کنتاک بسته را بوجود می آورد و از طریق همین پلاتینها جریان به سیم پیچ راه انداز وارد می شود و موتور راه اندازی می شود در اثر گردش روتور در داخل استاتور ، بعلت وجود نیروی گریز از مرکز ،نیروی فنرهای کلید گریز از مرکز خنثی می شود و کنتاکت (پلاتین) باز می شود . در نتیجه سیم پیچ راه انداز از مدار خارج می شود و زمانیکه موتور را خاموش می کنیم ، کلید مجدداً پلاتینها را وصل و موتور را آماده راه اندازی می کند.

۲- خارج کردن سیم پیچ راه انداز توسط شستی یا رله :

در این روش بعد از راه اندازی الکترو موتور توسط یک شستی استارت و یا بوسیله مدار فرمان (کنتاکتور و تایمر) ، سیم پیچی راه انداز را بطور دستی از مدار خارج می کنیم .

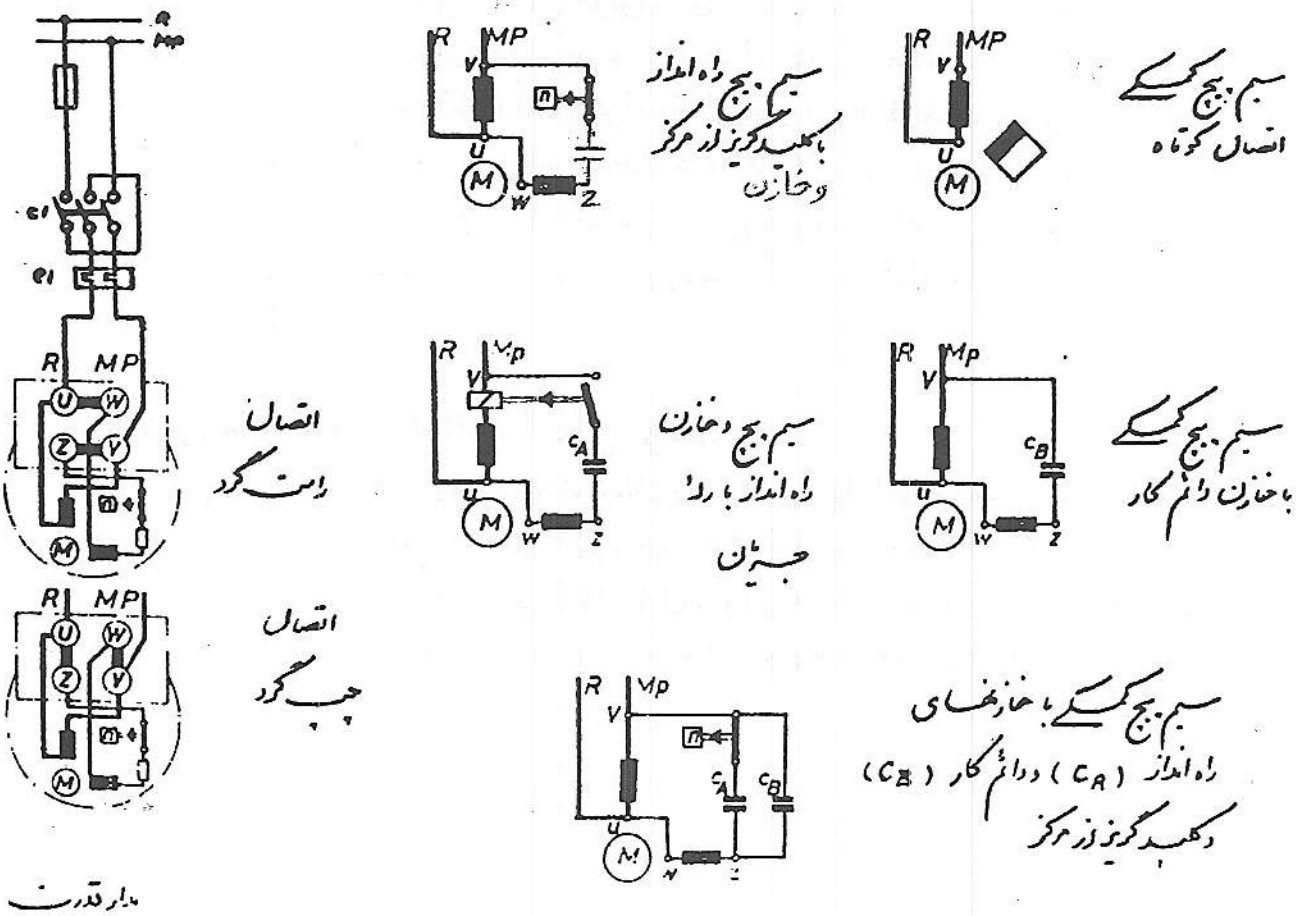
۳- راه اندازی توسط خازن :

در این روش از یک یا دو خازن که با سیم پیچ راه اندازی سری بسته شده ، موتور یکفاز را راه اندازی می کنند. در این روش چون سیم پیچ راه انداز از مدار خارج نمی شود اصطلاحاً آنرا راه‌اندازی موتور یکفاز با « راه انداز دائم کار » می گویند.
در شکل ۴۲ ، سه روش راه اندازی موتورهای یکفاز نشان داده شده است .

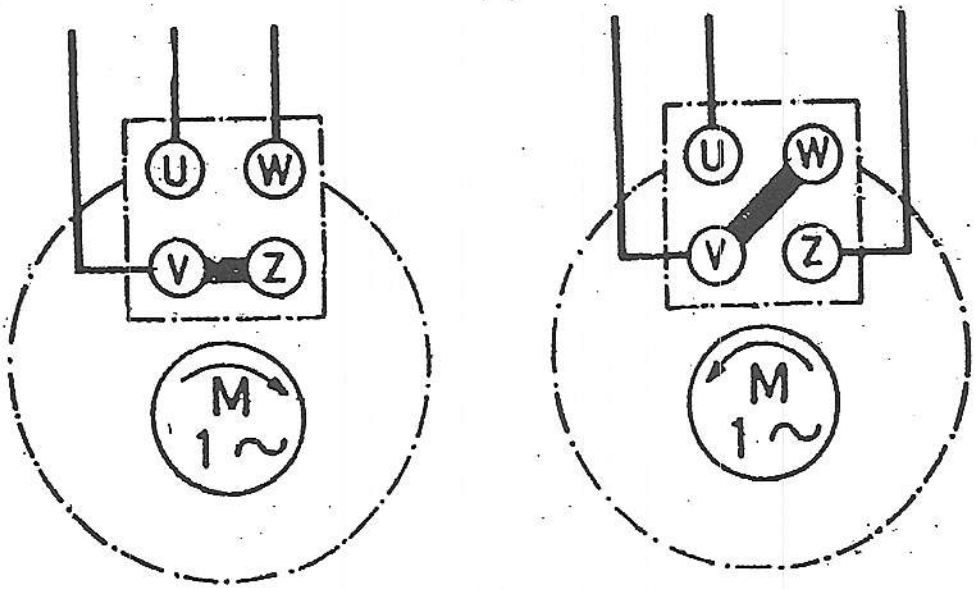
۴ - تغییر جهت دوران در موتورهای یکفاز :

با عوض کردن جهت جریان در موتورهای یکفاز (در سیم پیچ اصلی و راه انداز با هم) جهت دوران موتور تغییر نمی کند . بعنوان مثال با تغییر دادن جای دو شاخه یک پنکه یا کولر یا

یخچال، در داخل پریز، جهت دوران موتور آنها تغییر نمی کند. ولی اگر جهت جریان را فقط در یکی از دو سیم پیچ اصلی و یا راه انداز تغییر دهیم، جهت دوران الکتروموتور عوض می شود. شکل ۴۳ پلاک یک موتور یکفاز را در حالت چپگرد و راستگرد نشان می دهد.



شکل ۴۲



شکل ۴۳

۵ - موتورهای یکفاز خازنی یا راه اندازی موتورهای سه فاز با برق یکفاز :

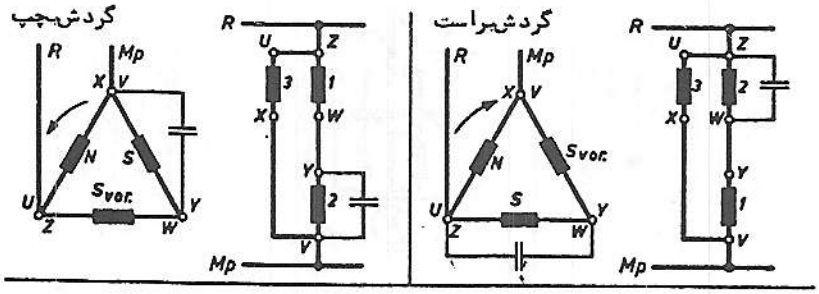
در اغلب کارخانجات سازنده الکترو موتور، بجای ساختن موتورهای یکفاز با سیم بندی خاص خود ، معمولاً همان موتورهای سه فاز را با استفاده از یک یا دو خازن بعنوان موتورهای یکفاز به بازار عرضه می کنند. این موتورها بعلت نداشتن کلید گریز از مرکز و همچنین ساده بودن سیم بندی ارزانتر هستند. پس استاتور موتورهای یکفاز خازنی در حقیقت سه فاز بوده ، سیم بندی آنها سه فازه و حتی ترمینالها نیز بصورت اتصال ستاره یا مثلث بسته شده‌اند. اما در موقع راه اندازی بجای جریان سه فازه ، آنرا با برق یکفاز بکار می اندازند. توان موتور های سه فاز ، وقتی با جریان یکفاز راه اندازی می شود ، حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد توان نامی موتور با جریان سه فاز است . در بازار این نوع موتورها را یک فاز خازنی می نامند. این نوع موتور زمانی با قدرت نوشته شده روی پلاک خود ،کار می کند که سیم بندی آن بصورت اتصال سه فاز بسته شده باشد. شکلهای ۴۴ و ۴۵ را ببینید.

٦ - موتورهای یکفاز با راه انداز اتصال کوتاه :

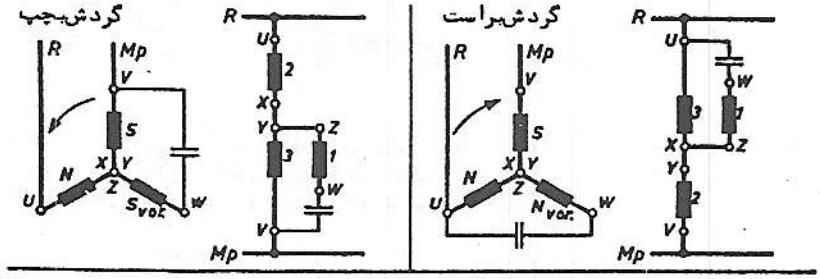
این نوع موتورها فاقد سیم بندی راه اندازی هستند و آنها را موتورهای یکفاز با هسته قطبی شیار دار می نامند. در این موتور بجای سیم پیچی راه انداز از یک حلقه مس که داخل هسته قطبی شیار دار موتور قرار گرفته استفاده می کنند. از این موتورها برای قدرتهای کم استفاده می شود. مانند موتور پمپ در کولرهای آبی ، موتور پنکه های کوچک و موتور ضبط صوت .

با برق یک فاز می‌توان موتور سه‌فازی را که در شاخه‌های پیچش استاتور آن بتوان اختلاف فاز لازم را بوجود آورد ، بکار انداخت . این عمل هم با کمک یک خازن معمولی انجام می‌شود . درپیچش شاخه‌ای که یک خازن بآن سری بسته شده است شدت جریان فازش جلو است . جهت چرخش بسته به شاخه‌ایست که خازن به آن متصل است .

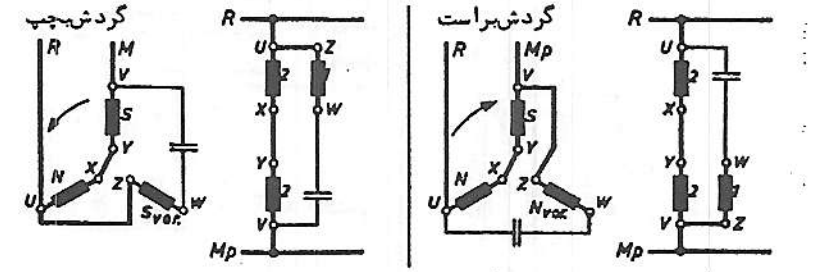
۱ ــ مدار مثلثی



۲ ــ مدار ستاره‌ای



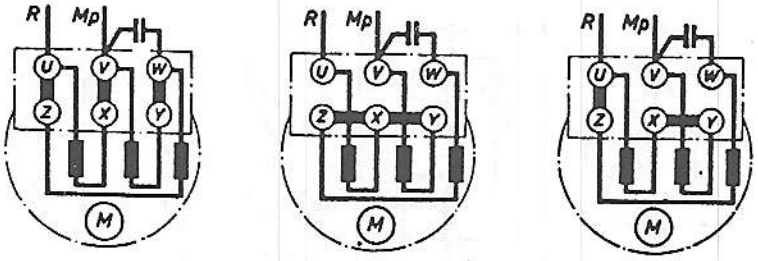
۳ ــ مدار فاز کمکی پروفسور اوت



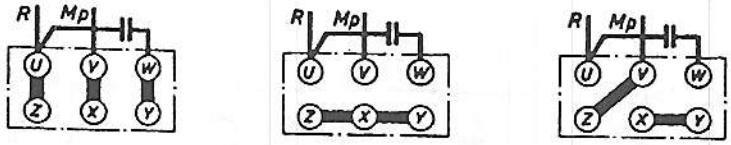
شکل ۴۴

برای هر کیلووات توان موتور ۲۵۰ میکروفاراد باولتاژ شبکه ۱۰۰ ولت و ۷۰ میکروفاراد باولتاژ شبکه ۲۰۰ ولت و ۲۲ میکروفاراد با ولتاژ شبکه ۳۸۰ ولت انتخاب می‌شود. دراین حالت توان موتور با برق یک فاز ۸۰٪ توان آن با برق سه فاز است و بسته بتعداد قطب‌ها ممان کششی آن از ۲۵٪ تا ۶۰٪ است.

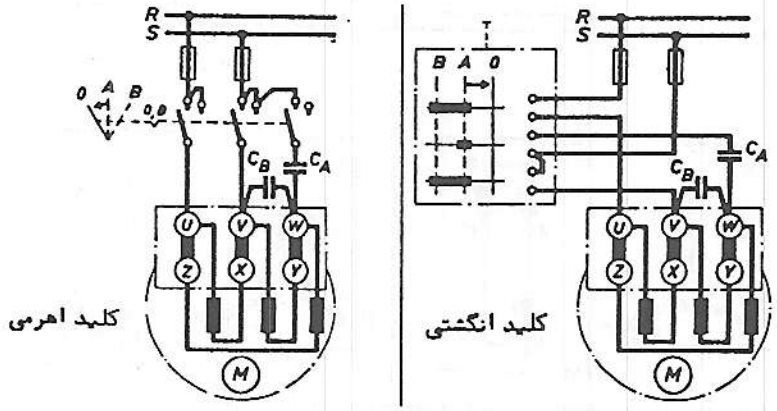
گردش به‌راست



گردش بچپ



با اضافه کردن یک خازن دیگر که ظرفیت آن دوبرابر خازن روی موتور است میتوان ممان اولیه را بطور محسوسی زیاد کرد. این خازن را ولی بعد از چند لحظه که موتور دور برداشت باید دوباره از مدار خارج کرد چون در غیر اینصورت موتور داغ می‌کند.



شکل ۴۵

۷-کولر آبی:

کولر آبی تشکیل شده از:

۱- توربین: توربین حرکت خود را از طریق تسمه از موتور گرفته و عمل تولید باد را بعهده دارد.

۲- بدنه کولر: بدنه کولر تماماً فلزی است و سه وجه آن دارای درپوش با پوشال است. این درپوش ها عمل تهویه را انجام می دهند. وجه چهارم هوای خنک شده را به کانالها هدایت می کند.

۳- موتور الکتریکی باد بزن: این موتور دارای دو دور در حدود ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ دور در دقیقه است که بنامهای دورکم و زیاد یا کند و تند معروف است. این موتور دارای سه دسته سیم پیچ راه انداز، دورکم و دور زیاد است. در روی بدنه این موتور قسمت الکتریکی کلید گریز از مرکز وجود دارد که سرهای خروجی سیم پیچها و کابل ورودی برق به آن متصل می شود. روی قسمت کائوچوئی این کلید لغات Com و Hi و Lo دیده می شود که نشان می دهد سیم های خروجی ازکلید اصلی و سرهای سیم پیچهای موتور باید به آن نقاط اتصال پیدا کنند. Com اتصال مشترک یا نول سیم پیچهااست. Hi دور زیاد و Lo دور کم است. جریانی که موتور در دورهای کند و تند می کشد حدود ۲ و ۴ آمپر است. موتورهای سه فاز برای کولرهای بزرگ وجود دارد که دارای دور ثابت و یک نوع سیم پیچ است. دور آن در حدود ۱۵۰۰ دور در دقیقه است و برای قدرتهای زیاد بکار می رود.

۴- موتور پمپ: این موتور در کف بدنه کولر قرار دارد و آب را بوسیله لوله های رابط بر روی پوشال ها می ریزد و می تواند آب را به ارتفاعی در حدود ۳ متر بالاتر از خود برساند. جریان آن ۰/۵۵ آمپر است و با برق ۲۲۰ ولت کار می کند.

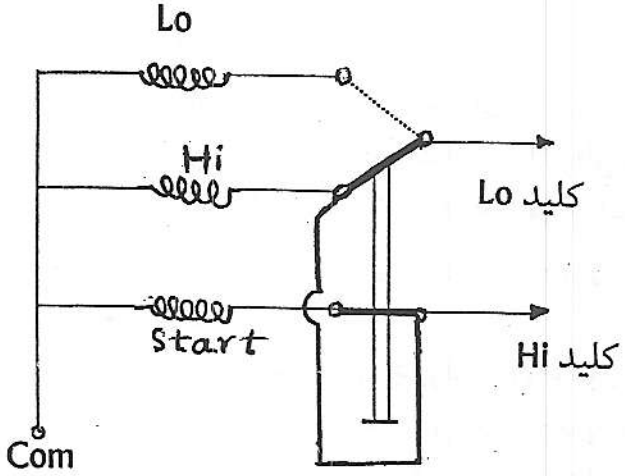
۵- کلید اصلی: دارای محل فاز ورودی و سه محل خروجی برگشت فاز برای پمپ آب، دور کم و دور زیاد است.

۶- قسمت متحرک: قسمت متحرک موتور کولر روتور نام دارد که قسمت مکانیکی کلید گریز از مرکز روی آن قرار می گیرد.

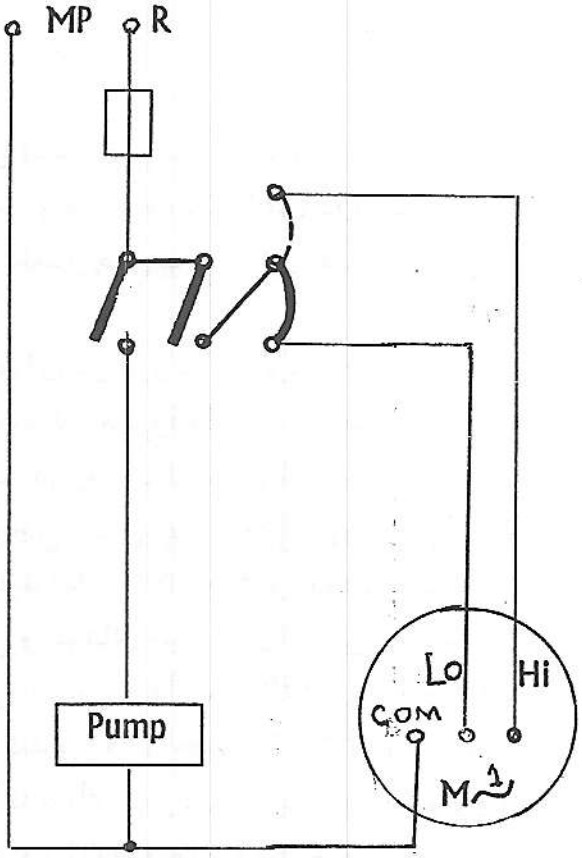
۷- خازن: در داخل محفظه کولر خازنی قرار دارد که طبق نقشه یک سر آن به نول و سر بعدی از طریق کلید کولر به فاز ارتباط پیدا می کند و وظیفه آن تصحیح ضریب قدرت کولر است. بعضی از موتورهای کولر دارای دو خازن هستند. خازنی که بر روی بدنه موتور کولر نصب است، جهت راه اندازی موتور بکار می رود و با سیم پیچ راه انداز بصورت سری قرار می گیرد.

۸- جعبه اتصال: جعبه اتصال در قسمت داخلی بدنه کولر قرار دارد و دارای درپوشی است که پس از برداشتن آن حروف و شماره هایی دیده می شود که طبق آن عمل کرده و سیم های کابل ورودی از کلید و سیم های موتور و پمپ آب را به آن اتصال می دهند.

۹- شناور: شناور وسیله ایست که برای تنظیم ارتفاع آب در کولر بکار می رود. در صورت عدم تنظیم دقیق شناور و ترازنبودن کولر، آب از کولر به خارج می ریزد. در موقع خرید کولر گفته می شود کولر ۲۰۰۰، ۳۰۰۰، ۳۵۰۰، ۴۰۰۰، ۶۰۰۰، ۱۲۰۰۰ که این اعداد نشان دهنده اینست که کولر در هر دقیقه، به اندازه مقادیر بالا برحسب فوت مکعب، هوا جابجا می کند.



شکل ۴۶- مدار سیم پیچهای موتور



شکل ۴۷- سیم بندی کلید کولر

۷ - ۱ - طریقه نصب و عملکرد موتور کولر:

برای روشن و خاموش کردن کولر از کلید های کولر که در بازار با مارکهای متفاوتی وجود دارد استفاده می کنند. بطور کلی این کلید ها از دو عدد کلید یک پل و یک عدد کلید تبدیل تشکیل شده اند . با وصل کردن کلید یک پل پمپ کولر شروع به کار می کند و با وصل یک پل بعدی برق به مشترک کلید تبدیل رسیده که این مشترک تبدیل در یک حالت برق را به سیم پیچ تند و در حالت دیگر برق را به سیم پیچ کند می رساند. و بسته به اینکه وضعیت کلید در چه حالتی باشد موتور شروع به چرخش می کند. شکل ۴۷ مدار کلید رانشان می دهد. قابل ذکر است در بعضی از کلیدها اتصال فاز به یک پل موتور و همچنین برگشتی یک پل موتور به مشترک تبدیل در خود کارخانه سازنده انجام شده است ولی در بعضی از کلیدها وصل نمی باشد که باید این کار صورت گیرد. عملکرد موتور کولر بدین صورت است که هرگاه کلید کند را وصل کنیم سیم پیچ تند و سیم پیچ استارت وارد مدار شده و زمانی که دور موتور به ۷۰٪ سرعت نامی خود رسید کلید گریز از مرکز در اثر نیروی گریز از مرکز ، سیم پیچ تند و استارت را از مدار خارج نموده و سیم پیچ کند را وارد مدار می کند واگر کلید تند را وصل کنیم سیم پیچ تند و استارت وارد مدار شده و زمانیکه دور موتور به ۷۰٪ سرعت نامی خود رسید کلید گریز از مرکز سیم پیچ استارت را از مدار خارج نموده و سیم پیچ تند در مدار باقی می ماند.

بخش هفتم: «مدارهای سه فاز و موتورهای القایی سه فاز»

۱ - مدارهای تکفاز:

بارهای روشنایی در مکانهای مسکونی، تجاری و صنعتی عموماً از مدارهای تکفاز تغذیه می شوند. موتورهای کوچک که در وسایل خانگی مثل کولرها، ماشین لباسشویی، ماشین ظرفشویی، یخچال، یخزن، چرخ گوشت، آبمیوه گیری و غیره مورد استفاده قرار می گیرند، تکفاز هستند. بسیاری از موتورها که در وسایل الکتریکی مراکز تجاری مانند کولرها، پنکه ها و آبسردکن ها مورد استفاده قرار می گیرند نیز تکفاز هستند. در بارهای روشنایی توانهای قید شده توان ورودی بوده و از رابطه زیر بدست می آید.

$$W=VI\cos\varphi$$

در رابطه بالا، W توان ورودی بار متصل به مدار برحسب وات، V ولتاژ مدار برحسب ولت و $\cos\varphi$ ضریب توان مدار و I جریان اینگونه مدارها می باشد. درمورد چراغهای رشته دار ضریب توان برابر یک است. موتورهای کوچک در حدود یک کیلو وات یا کمتر از نوع القایی با روتور قفسی در کلیه وسایل خانگی و نیز در مراکز تجاری مورد استفاده قرار می گیرند. این موتورها در مراکز صنعتی کوچک مانند کارگاهها نیز برای گرداندن ماشین آلات کوچک و ابزار کار برقی مورد استفاده قرار می گیرد. جریان یک موتور تکفاز با ظرفیت اسمی (توان خروجی) W وات با استفاده از رابطه زیر بدست می آید.

$$I= W/(V \times \cos\varphi)$$

که W توان خروجی موتور برحسب وات، V ولتاژ تغذیه برحسب ولت و $\cos\varphi$ ضریب قدرت موتور می باشد. یا:

$$W=VI\cos\varphi$$

۲ - مدارهای سه فاز:

موتورهای بزرگ صنعتی غالباً سه فاز هستند و بیشتر بارهای صنعتی را موتورهای القایی سه فاز با روتور قفسی تشکیل می دهند. توان اسمی موتور برحسب وات از این قرار است:

$$W=\sqrt{3}\,VI\eta\cos\varphi$$

که I جریان خط و V ولتاژ خط بر حسب ولت است. η راندمان موتور و $\cos\varphi$ ضریب توان موتور می باشد. موتورهای سه فاز دارای سه سیم پیچ جداگانه هستند.

۳ - تولید، انتقال و توزیع برق سه فاز:

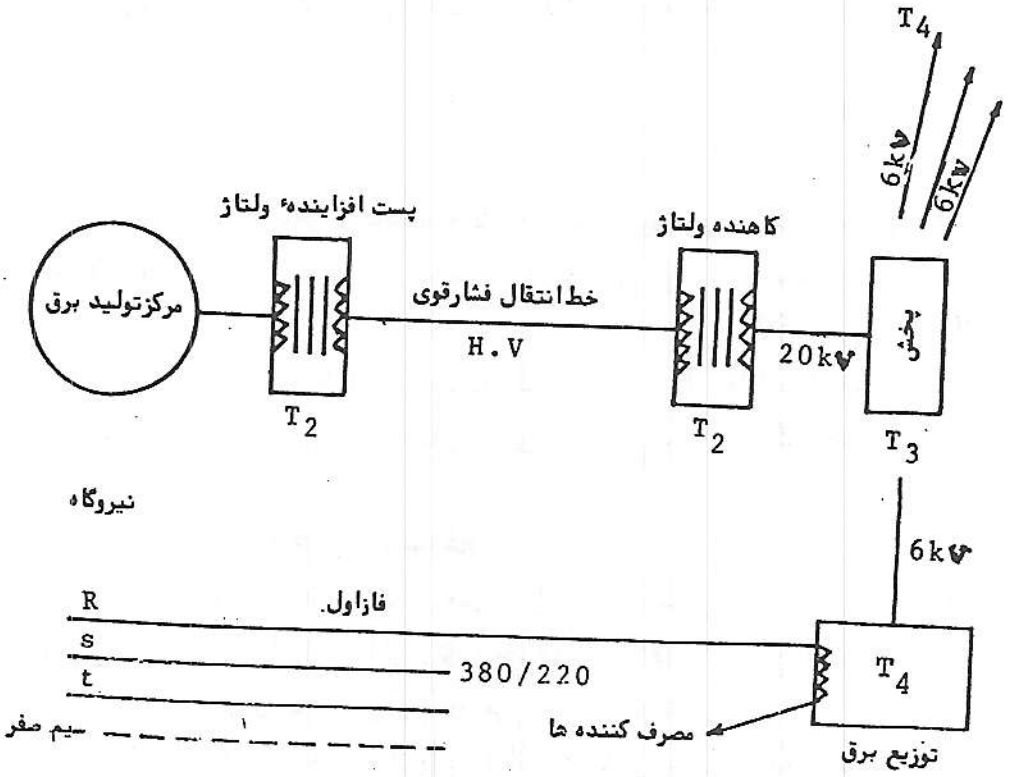
برای ایجاد جریان الکتریسیته یعنی آزاد کردن الکترونها از مدار اطراف هسته مقداری انرژی لازم است. که این انرژی را نیروی محرکه یا اختلاف سطح یا پتانسیل می نامند. در عمل روشهای فیزیکی که برای تولید برق بکار می روند عبارتند از:

۱- اصطکاک که استفاده صنعتی برای تولید انرژی ندارد و فشار الکتریسیته ناشی از این طریقه را پیزو الکتریک می گویند.

۲- نور که ماشینهای حساب و سلول فتو الکتریک یا چشم الکتریکی بر این اساس کار می کنند.

۳- فعل و انفعالات شیمیایی
۴- القاء الکترومغناطیسی (در نیروگاه دیزلی ، توربینهای آبی ، نیروگاه حرارتی ، توربینهای بخار و توربین گاز،
۵- مرکز برق اتمی که امروزه این روش برای تولید برق اهمیت روز افزون دارد.

انرژی تولید شده در کارخانجات برق معمولاً در فواصل دورتری از مصرف کننده ها قرار دارند. خوشبختانه یکی از عمده ترین مزایای این انرژی نسبت به سایر انرژیها سهولت انتقال آن است . در انتقال انرژی از مرکز کارخانه تا مصرف کننده تنها مسئله مهم افت توان بصورت تلفات و افت فشار الکتریکی است و با توجه به فاصله خیلی زیاد، مخصوصاً مقاومتهای اهمی سیمهای حامل برق و ملاحظه جنبه های اقتصادی ، انتقال انرژی در حال حاضر بصورت جریان متناوب و مطابق طرح زیر متداول است که پس از تولید انرژی با ولتاژهای خیلی زیاد آن را به فواصل دورتری منتقل می کنند و مجدداً با پست ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ را کمتر کرده و به مناطق مختلف مصرف کننده انرژی ، پخش و مجدداً با ترانسهای کاهنده استاندارد به مصرف کننده ها توزیع می نمایند. البته انتقال انرژی از محل تولید تا مصرف کننده بوسیله کابل و یا سیم هوایی انجام می شود و انتخاب یکی از این دو وسیله انتقال تابع شرایط محلی و اقتصادی است . اغلب انتقال از نیروگاهها تا پستهای ترانسفورماتورها با خط هوایی صورت می گیرد و تغذیه مصرف کننده ها و ارتباط پستهای ترانسفورماتورها به یکدیگر با کابل انجام می گیرد.به شکل ۴۸ توجه کنید .



شکل ۴۸

با اختراع ماشینهای جریان متناوب سه فاز (سنکرون) و ترانسفورماتور در سالهای ۱۲۷۸ اولین خط انتقال انرژی با فشار الکتریکی ۱۱۰۰۰ ولت پایه گذاری شد. بمنظور پرهیز از فشارهای الکتریکی متنوع که مشکلاتی را از نظر تامین وسایل پیش می آورد فشارهای الکتریکی استاندارد معین شده‌است. مثلا استاندارد آلمانی V.D.E برای جریان متناوب سه‌فاز ولتاژهای زیر را توصیه کرده است.

فشار ضعیف : ۵۰۰ - (۳۸۰) - (۲۲۰) - ۱۲۵ ولت .

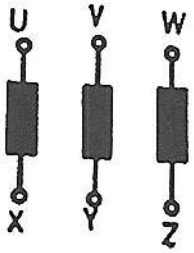
فشار متوسط : ۶۰ - (۳۰) - ۲۵ - (۲۰) - ۱۵ - (۱۰) - ۶ - ۵ - ۳ کیلو ولت .

فشار قوی : (۳۸۰) - (۲۲۰) - ۱۱۰ کیلو ولت .

فشارهای الکتریکی که داخل پرانتز هستند متداولتر است . حد نهایی فاصله برای انتقال انرژی با جریان متناوب با توجه به تلفات ناشی از کرونا و پایداری شبکه در حدود ۸۰۰ الی ۱۰۰۰ کیلومتر است . برای فواصل بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر انتقال انرژی با جریان دائم مناسب تر است زیرا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه است .

۴ - موتورهای سه فاز :

موتورهای سه فاز دارای سه سیم پیچ جداگانه هستند که ابتدای این سه سیم پیچ را به ترتیب با حروف W،V،U و انتهای آنها را با حروف Z،Y،X مشخص می کنند. باتوجه به توضیحات ذکر شده مشاهده می شود که یک مصرف کننده سه فاز دارای ۶ سر می باشد که باید آنها را به نحوی به شبکه سه فاز وصل نمود. در این رابطه می توان این شش سر را با دو نوع اتصال مختلف بنام های ستاره و مثلث به شبکه وصل نمود.



شکل ۴۹

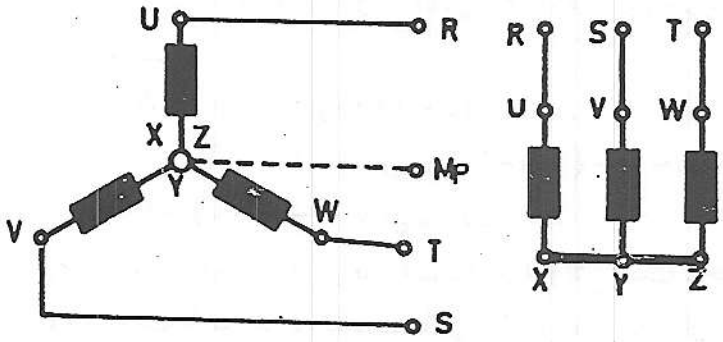
۴ - ۱ - اتصال ستاره :

در صورتیکه انتهای سه مقاومت الکتریکی یعنی Z،Y،X را به یکدیگر وصل نموده و ابتدای سه مقاومت یعنی W،V،U را به سه فاز شبکه وصل نماییم ، این اتصال بنام اتصال ستاره نامیده می شود ، مانند شکل ۵۰. در این اتصال جریانی که از هر مصرف کننده می گذرد (جریان فازی Iph) با جریانی که از سیم رابط بین شبکه و مصرف کننده عبور می کند (جریان خط IL) برابر بوده و می توان نوشت :

$$I_L = I_{ph}$$

ولتاژ دو سر هرکدام از مصرف کننده‌ها (ولتاژ فازی Uph) $\sqrt{3}$ برابر کمتر از ولتاژ خط (اختلاف سطح بین دوفاز UL) می باشد. وصل بودن و یانبودن سیم نول به نقطه اتصال مشترک (X،Y،Z) اثری درنتیجه اندازه گیری ندارد.

$$U_L = \sqrt{3}\, U_{ph}$$



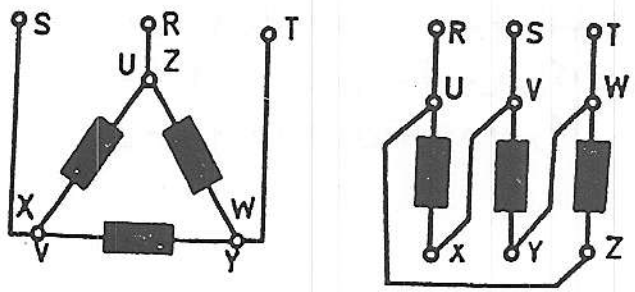
شکل ۵۰

۴ - ۲ - اتصال مثلث :

چنانچه در یک مصرف کننده سه فاز انتهای مقاومت اول (X) را به ابتدای مقاومت دوم (V) و انتهای مقاومت دوم (Y) را به ابتدای مقاومت سوم (W) و به همین ترتیب انتهای مقاومت سوم (Z) را به ابتدای مقاومت اول (U) وصل نموده و سه فاز شبکه رابه ابتدای سه مقاومت متصل کنیم ، اتصال حاصل را اتصال مثلث می نامند و با علامت Δ نشان می دهند ،مانند شکل ۵۱. همانطور که قبلا نیز گفتیم جریانی که از هر مصرف کننده عبور می کند را جریان فازی می گویند . در این اتصال ولتاژ دو سر هرکدام از مصرف کننده ها با ولتاژ بین دو فاز شبکه برابر است .

$$I_L = \sqrt{3} I_{ph}$$

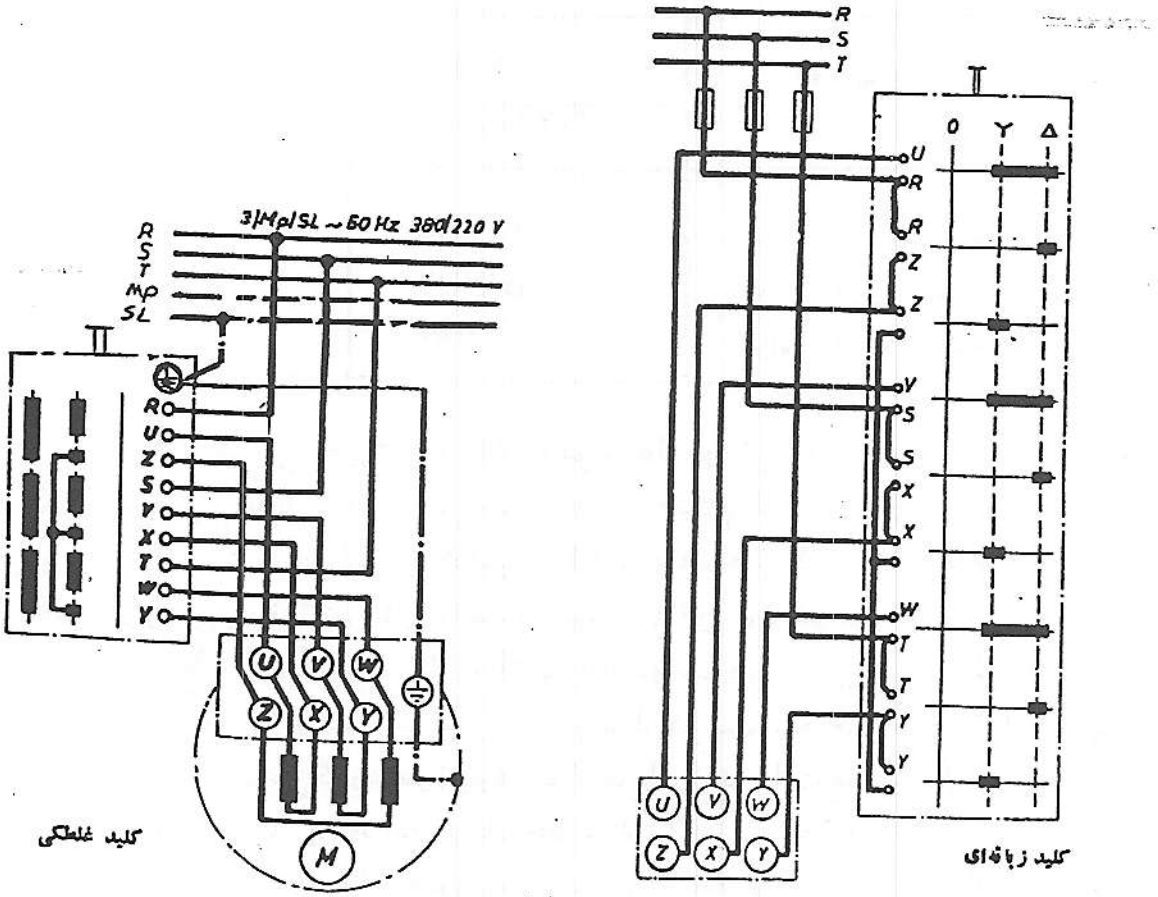
$$U_L = U_{ph}$$



شکل ۵۱

۵ - راه اندازی موتورهای القایی دائمی مثلثی با استفاده از روش راه‌اندازی ستاره مثلث بکمک کلید ستاره - مثلث :

در لحظه شروع کار موتورهای الکتریکی معمولاً به نسبت قدرت ۳ تا ۷ برابر جریان نرمال موتور از شبکه جریان اخذ می شود. برای کنترل این جریان زیاد راه اندازی که موتور از حالت سکون به حالت گردش می خواهد برسد از اتصال ستاره و مثلث استفاده می کنیم . مطابق شکل ۵۲ ، ابتدا سه سیم پیچ را بصورت ستاره اتصال می دهیم ، در نتیجه مقاومت بیشتری از سیم پیچها در مدار قرار می گیرد و موتور جریان کمتری از شبکه اخذ می کند. با دور گرفتن موتور نیروی ضد محرکه تولید می شود ، که خود از ازدیاد جریان در سیم پیچ جلوگیری می کند اتصال را توسط یک کلید ستاره مثلث از ستاره تبدیل به مثلث تبدیل می کنیم . در نتیجه با کم شدن مقاومت در این حالت جریانی معادل سه برابر جریان حالت ستاره از شبکه گرفته می شود که معادل آن توان موتور سه برابر افزایش می یابد. یعنی توان در حالت مثلث سه برابر حالت ستاره است که قدرت نرمال موتور در حالت مثلث می باشد که در روی پلاک موتور نوشته شده است .



شکل ۵۲

٦ - موارد استفاده اتصال ستاره و اتصال مثلث :

در روی پلاک مصرف کننده های سه فاز ولتاژ نامی و نوع اتصال آن نوشته می شود. برای مثال اگر بر روی پلاک یک موتور الکتریکی نوشته شود ۳۸۰ Y ۲۲۰ Δ بدین معنی است که به هر سیم پیچ آن باید ولتاژ ۲۲۰ ولت وصل نمود و سپس اتصال الکتروموتور در شبکه ۳۸۰ ولت باید حتماً بصورت ستاره شود تا ولتاژ درسر هر کلاف برابر $\frac{۳۸۰}{\sqrt{۳}}$ = ۲۲۰ شود. و اگر اتصال موتور را بصورت مثلث ببندیم موتور خواهد سوخت. اما اگر بر روی پلاک موتوری ۳۸۰ Δ نوشته شده باشد منظور این است که اتصال کلافها در شبکه ۳۸۰ ولت بصورت مثلث می باشد که اگر قدرت موتور کم باشد مستقیماً بصورت مثلث راه اندازی شده در غیر اینصورت اگر موتور دارای قدرت زیادتری باشد برای تقلیل جریان راه اندازی موتور را اول بصورت ستاره و بعد مثلث راه اندازی می کنیم . که این کار می تواند توسط کلیدهای دستی ستاره مثلث یا توسط کنتاکتور ها و یا کلیدهای روغنی انجام گیرد. جدول زیر طرق مختلف راه اندازی موتورهای سه فاز آسنکرون را نشان می دهد.

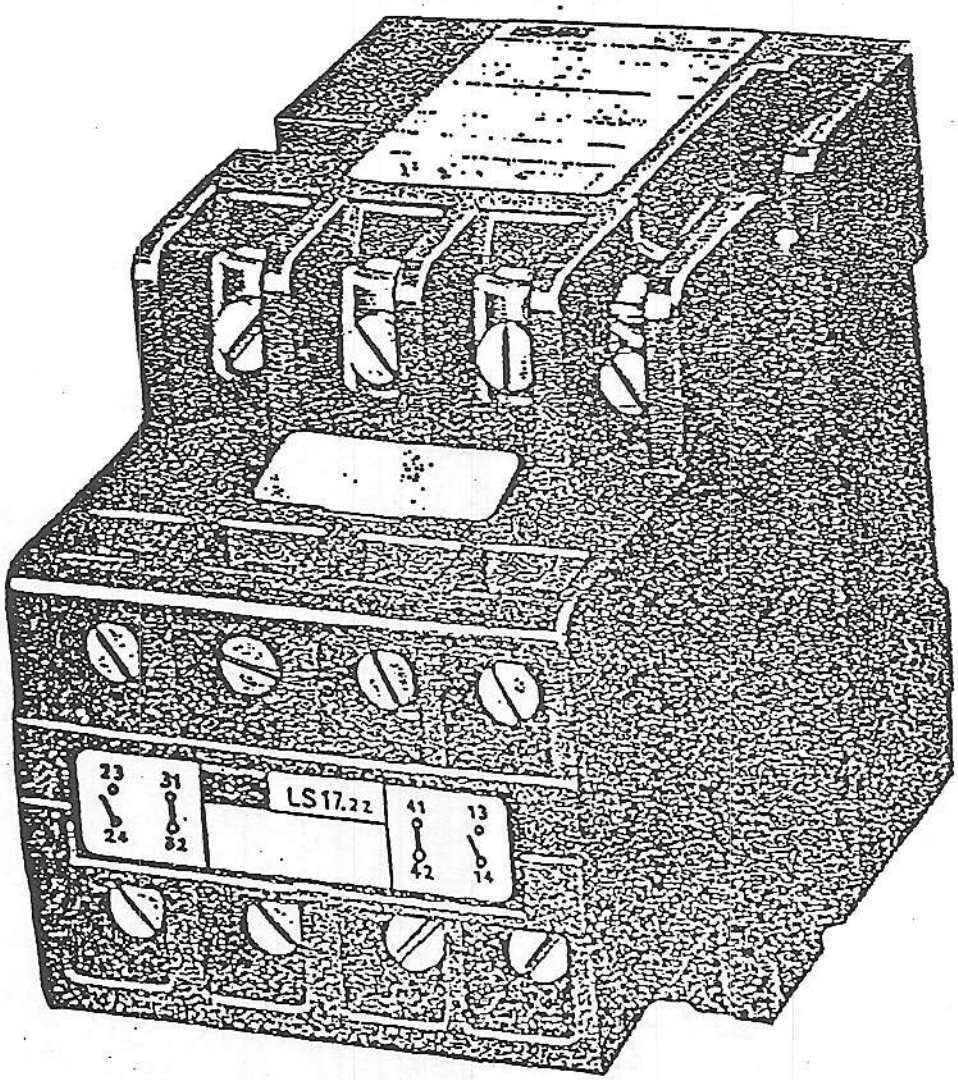
«طرز اتصال موتورهای سه فاز باقدرتهای نامی مختلف به شبکه »

قدرت نامی برحسب KW		روشهای راه‌اندازی
درشبکه ۳۸۰ ولت	در شبکه ۲۲۰ ولت	
۲/۲ تا ۴	۱/۵ تا ۳	راه اندازی بصورت مستقیم
۴ تا ۱۱	۳ تا ۵/۵	راه اندازی بصورت ستاره مثلث
۱۵	۷/۵	راه اندازی بوسیله مقاومت راه انداز

در تمام روشهایی که برای راه اندازی موتورهای روتور قفسه‌ای وجود دارد ، ولتاژ روی هریک از سیم پیچ ها پایین آورده می شود. بنابراین هنگام راه اندازی جریانی که از هر سیم پیچ عبور می کند نسبت به جریان نامی کاهش پیدا کرده و همچنین گشتاور راه اندازی نیز کاهش پیدا می کند. در روش راه اندازی ستاره مثلث در شبکه ۳۸۰ ولت به شرطی که روی پلاک موتور ۳۸۰ Δ یا ۳۸۰ Δ ۶۶۰ Y نوشته شده باشد ولتاژ دو سر هر سیم پیچ در حالت ستاره نسبت به حالت مثلث $\sqrt{۳}$ برابر کمتر می شود و بنابراین از هر سیم پیچ جریانی به اندازه $\sqrt{۳}$ برابر کمتر از حالت مثلث می گذرد. در نتیجه چون جریان خط حالت مثلث $\sqrt{۳}$ برابر جریان سیم پیچ همان حالت می باشد بنابراین جریان خط ستاره $\sqrt{۳}=\sqrt{۳}\times\sqrt{۳}$ برابر کمتر از جریان حالت مثلث خواهد شد. در این صورت در هنگام راه اندازی حتی اگر جریان لحظه اول موتور چند برابر جریان حالت ستاره نیز باشد باز نسبت به جریان نامی حالت مثلث زیاد بالا نخواهد بود و از صدمات احتمالی جلوگیری به عمل می آید.

بخش هشتم : «وسایل کنترل»

در این مبحث میخواهیم دستگاههایی که در یک مدار الکتریکی اتوماتیک (با کنتاکتور) مورد استفاده قرار میگیرند را مورد بررسی قرار دهیم . بعلت تنوع زیادی که این وسایل در مدارهای کنترل دارند ، معمولترین و مهم ترین آنها توضیح داده شده و سعی می شود تا نحوه انتخاب صحیح آن نیز شرح داده شود.



شکل ۵۳ - نمای ظاهری یک کنتاکتور

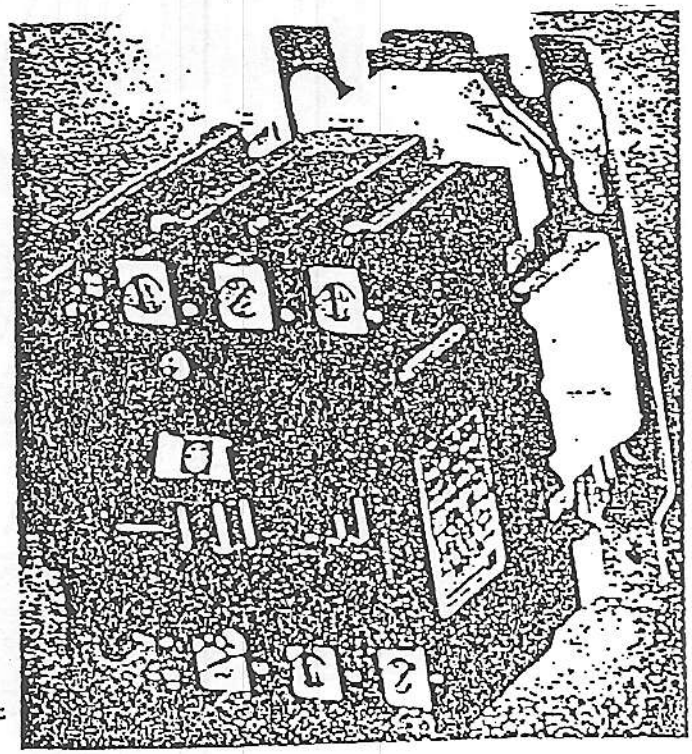
۱-کنتاکتورها:

اساس کار کنتاکتور بر مبنای مغناطیس شدن یک هسته آهنی بوسیله یک بوبین است. هسته آهنی دارای دو قسمت ثابت و متحرک است. بدنه کنتاکتور از جنس کائوچو یا پلاستیک مخصوص است که پلاتین های ثابت و پیچ های اتصال سیم روی آن نصب شده است روی قسمت متحرک هسته، پلاتین های ارتباط دهنده وجود دارد که با حرکت هسته متحرک به پلاتین‌های ثابت وصل یا از آن جدا می شود. ممکن است در بعضی از رله ها حرکت هسته متحرک بوسیله اهرم هایی به پلاتین ها منتقل شود. همانطوریکه ملاحظه می شود، کنتاکتور یک رله مغناطیسی است که معمولا دارای تعدادی تیغه بسته و تعدادی تیغه باز است. در شکل ۵۳ تصویر ظاهری یک کنتاکتور نمایش داده شده است. همچنین شمای حقیقی کنتاکتور را با تیغه های بسته و باز آن مطابق استانداردهای مختلف بصورت شکل ۵۴ نشان میدهند.

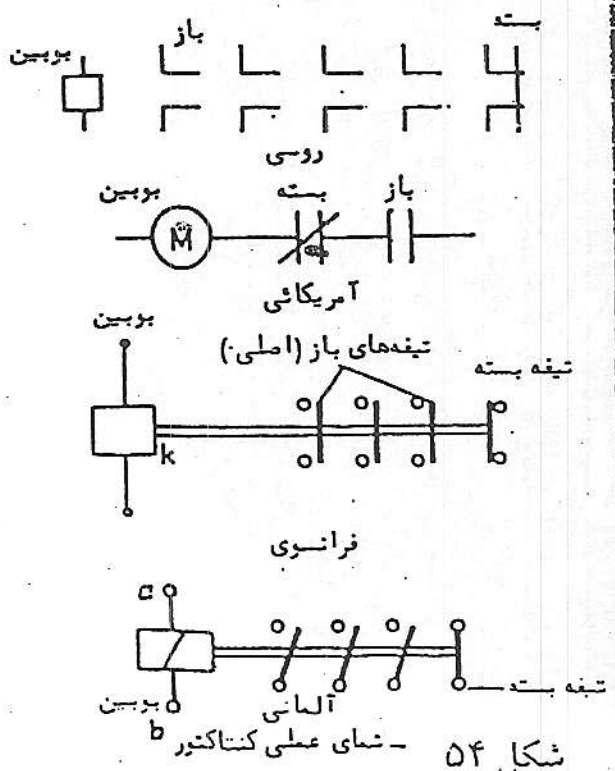
اعضاء تشکیل دهنده کنتاکتور همانطور که در شکل ۵۵ مشخص شده عبارتند از:

۱- هسته مغناطیسی ۲- لنگر ۳- پیچک

۴- فنر برگردان ۵- کنتاکت بسته ۶- کنتاکت باز

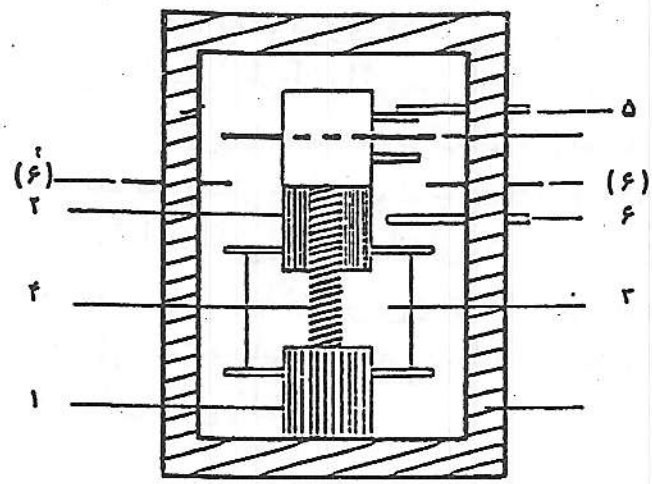


شکل ۵۳ - شکل ظاهری کنتاکتور



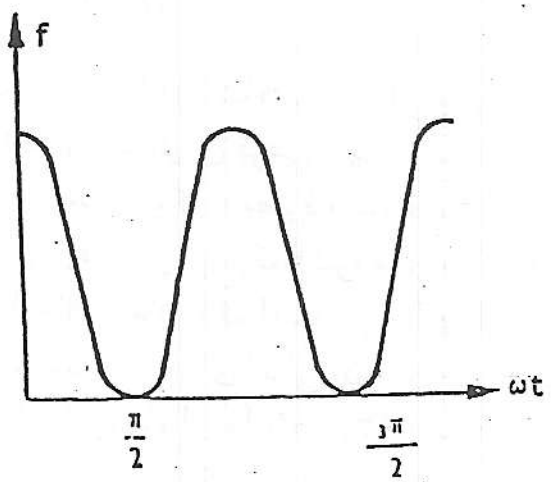
شکل ۵۴ - شمای عملی کنتاکتور

پیچک در موقع اتصال به منبع ولتاژ ، هسته مغناطیسی را آهنربا کرده و لنگر را بسمت خود جذب می کند. در اثر جابجایی لنگر، کنتاکت بسته - کنتاکت شماره ۵ در شکل ۵۵ - باز و کنتاکت باز- کنتاکت شماره ۶ در شکل ۵۵ - بسته می شود. در این صورت می گویند هسته تحریک شده است تا وقتی که پیچک به منبع ولتاژ وصل است ، لنگر به هسته چسبیده خواهد بود، مگر آنکه از منبع جدا شود. در این صورت فنر برگردان که در موقع تحریک بصورت فشرده بود باعث برگرداندن لنگر بحالت اولیه خود می شود و کنتاکتور آزاد می گردد.



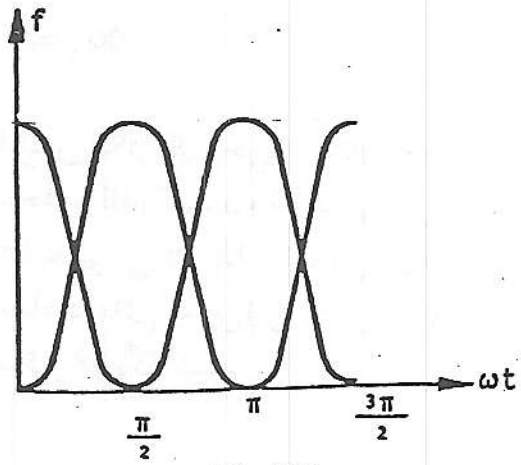
شکل ۵۵

می دانیم که نیروی کششی یک مغناطیس الکتریکی جریان متناوب متناسب با مجذور جریان عبوری از آن و در نتیجه متناسب با مجذور اندوکسیون مغناطیسی می باشد. چون مقدار جریان لحظه‌ای با توجه به رابطه $i=ImSin\ wt$ تغییر می کند لذا مقدار نیروی کششی مغناطیسی نیز برابر با $F = FmSin^2wt$ خواهد شد و تعداد دفعاتی که این نیرو ماکزیمم و صفر می شود به اندازه دو برابر فرکانس شبکه می باشد ، به شکل ۵۶ نگاه کنید.



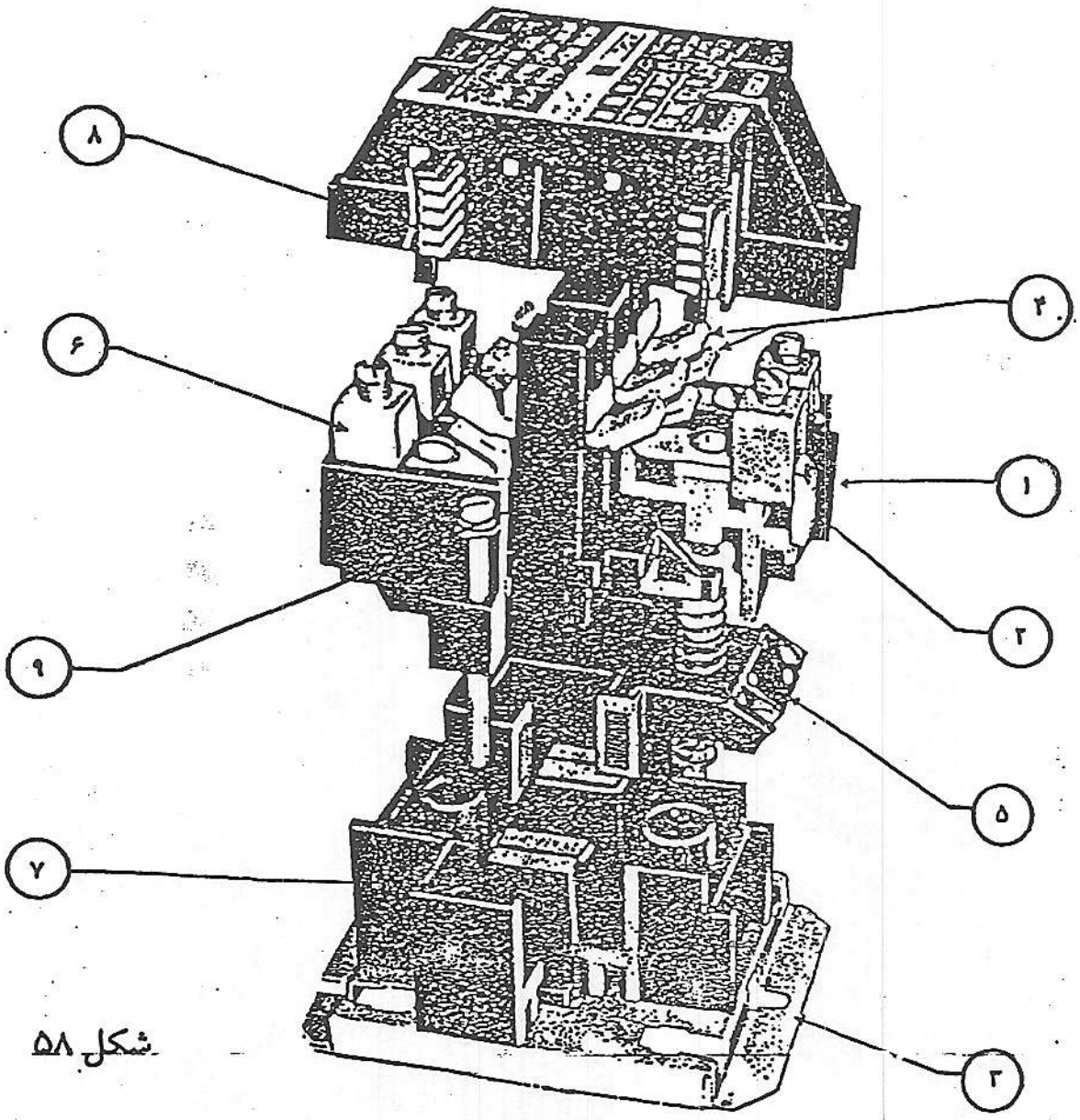
شکل ۵۶

در نتیجه در لحظاتی که مقدار نیروی کششی بیشتر از نیروی مقاوم فنرهای کنتاکتور باشد، هسته کنتاکتور جذب شده و در لحظاتی که مقدار نیروی کششی کمتر از مقدار نیروی فنرها شود، هسته کنتاکتور نیز آزاد شده و به محل اول خود برخواهد گشت و بدین ترتیب در هسته متحرک لرزش ایجاد شده و صدا خواهد داد. این نوسانات را می توان توسط یک حلقه بسته که در سطح قطبها جاسازی شده است و حدود نصف تا $\frac{2}{3}$ سطح هر قطب را می پوشاند، از بین برد و لرزش آن را برطرف نمود. عمل این حلقه اینست که مانند سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور که در حالت اتصال کوتاه قرار گرفته است، از آن جریان القایی عبور می کند و باعث ایجاد فوران مغناطیسی فرعی در مدار هسته می شود. این فوران فرعی، با فوران اصلی اختلاف فاز داشته و در زمانیکه نیروی کششی حاصل از فوران اصلی صفر باشد نیروی کششی حاصل از فوران فرعی ماکزیمم بوده و در حالتی که نیروی کششی حاصل از فوران ماکزیمم باشد این نیرو صفر خواهد بود، و باتوجه به شکل ۵۷، چون جمع این دو نیرو به هسته متحرک اثر می نماید، لذا نیروی کششی نتیجه در هر لحظه از نیروی مخالف فنر بیشتر خواهد بود. چون لازم است که از تمام کنتاتهای کنتاکتور جریان یکسان عبور کند لذا کنتاکتورهای استاندارد شده معمولاً دارای سه کنتاکت اصلی برای مدار تغذیه مصرف کننده و چند کنتاکت فرعی برای مدار فرمان می باشند. وچون در کنتاکتورها در هنگام قطع و وصل، کنتاکتها بر روی هم سائیدگی مکانیکی ندارند لذا عمر مکانیکی آنها نسبت به سایر کلیدها زیاد می باشد.



شکل ۵۷

همانطوریکه گفته شد کنتاکتورها دارای کنتاکتهای اصلی و فرعی می باشند که کنتاکتهای اصلی تحمل آمپر زیادی را دارند و کنتاکتهای فرعی جهت آمپرهای کم ساخته می شوند. از کنتاکتهای اصلی برای رساندن جریان از شبکه به مصرف کننده استفاده می شود (مدار قدرت). کنتاکتهای فرعی برای رساندن جریان به سیم پیچ کنتاکتورهای دیگر یا جریان دادن به لامپهای خبر و غیره بکار می رود (مدارهای فرمان یا کنتاکت خود نگهدارنده). ولتاژ کنتاکتورهای صنعتی از ۲۲۰ ولت تا ۶۶۰ ولت است و تیغه های اصلی آن برای جریانهای ۹ آمپر تا ۲۷۵۰ آمپر ساخته می شود. بوبین بعضی از کنتاکتورها برای ولتاژهای ۲۴ ولت، ۴۸ ولت و ... نیز ساخته می شود. در شکلهای ۵۸ و ۵۹ نمای دو عدد کنتاکتور باز شده نشان داده شده است.



شکل ۵۸

مشخصات کنتاکتور

۱ـ حامل کنتاکت‌های ثابت (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد)

۲ـ ترمینال

۳ـ صفحه فلزی انتهایی برای نصب قسمت‌های ثابت روی آن

۴ـ کنتاکت‌های ثابت و متحرک (این کنتاکت‌ها باید در یک خط قرار گرفته و از پوشش اکسید نقره بمنظور بالا بردن ضریب اطمینان در مقابل کار زیاد، در روی آنها استفاده شود.)

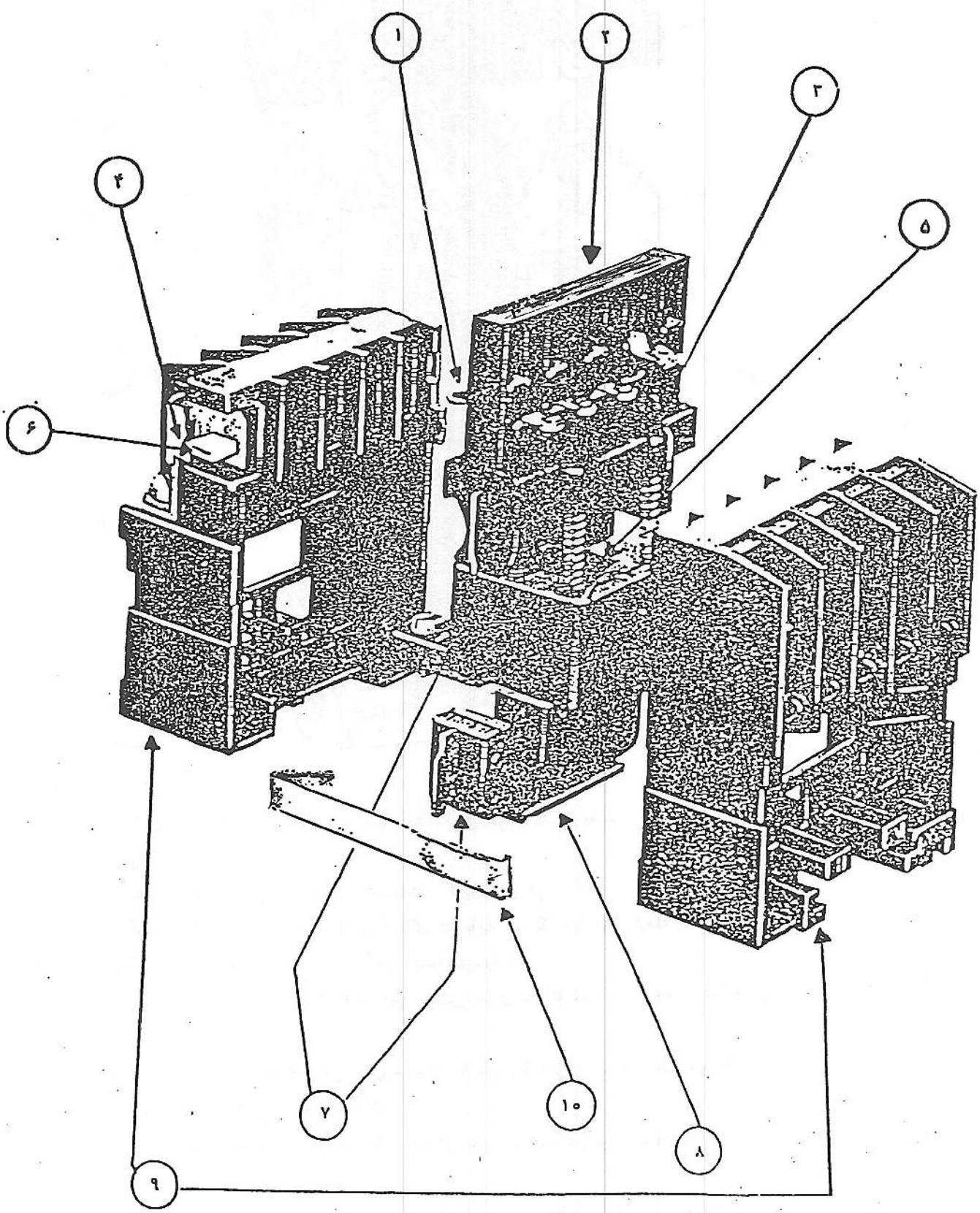
۵ـ بوبین کنتاکتور (در این کنتاکتور این بوبین طوری ساخته شده که در مقابل عوامل جوی و نیروهای مکانیکی، مقاوم باشد.)

۶ـ ترمینال‌های ورودی و خروجی (این ترمینال‌ها طوری طراحی میشوند که براحتی قابل دسترسی باشند.)

۷ـ سیستم هسته آهنی ثابت و متحرک

۸ـ قسمت کنترل جرقه (این قسمت باید دارای مقاومت زیاد در برابر گرمای حاصل از جرقه ایجاد شده در هنگام قطع کنتاکتور باشد.)

۹ـ حامل کنتاکت‌های متحرک (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد.)



شکل ۵۹

مشخصات کنتاکتور شکل ۵۹

۱ـ کنتاکتهای متحرک با پوشش اکسید نقره

۲ـ حامل کنتاکتهای متحرک (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد)

۳ـ پین بین مدار مغناطیسی متحرک و حامل کنتاکتهای متحرک

۴ـ پخش کننده جرقه

۵ـ بوبین کنتاکتور (در این کنتاکتور، این بوبین طوری ساخته شده که در مقابل عوامل جوی و نیروهای مکانیکی، مقاوم باشد.)

۶ـ کنتاکتهای ثابت با پوشش اکسید نقره

۷ـ سیستم هسته آهنی ثابت و متحرک

۸ـ ضربه گیر

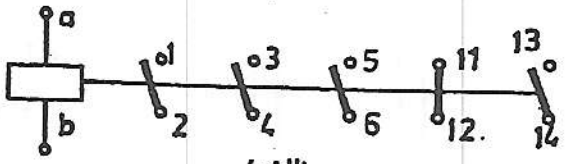
۹ـ حامل کنتاکتهای ثابت (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد.)

۱۰ـ بست نگهدارنده.

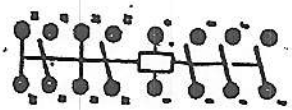
۱-۱- شماره و حروف گذاری کنتاکتورها:

معمولاً روی کنتاکتورها اعداد و حروفی نوشته می شود که هرکدام مشخص کننده عاملی در مدار کنتاکتور است. نحوه حروف گذاری و شماره گذاری کنتاکتورها به شرح زیر است. کنتاکتور اصلی را با حروف C و K یا M و کنتاکتورهای کمکی را با d نمایش می دهند. شماره گذاری از سمت چپ و از بالا به پایین انجام می شود. مانند شکل ۶۰ و دو سر بوبین را با حروف a و b نمایش می دهند.

کنتاکتورهای فرعی بسته و باز نیز با شماره های ۱۲-۱۱ و ۱۴-۱۳ و ۳۲-۳۱ و... نشان می دهند. کنتاکتهای فرعی برای مدارهای فرمان و کنترل کنتاکتور بکار می رود.



(الف)

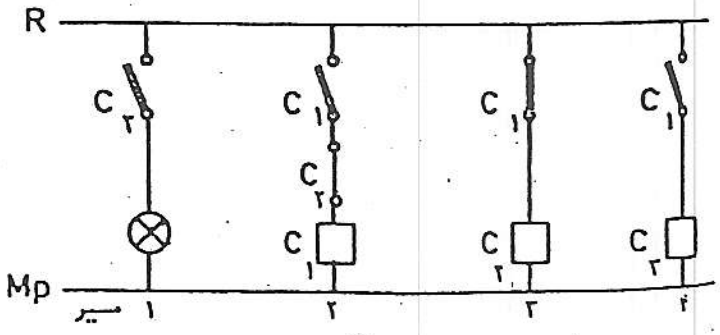


ب

شکل ۶۰

۱-۲- جدول کنتاکت ها:

در نقشه های موجود در کارخانه ها و زیر هر مدار کنتاکتور جدولی نوشته می شود که آنرا جدول کنتاکتهای آن کنتاکتور می نامند. در این جدول کنتاکتهای باز و بسته کنتاکتور و مسیر مدار فرمان آن نوشته می شود. مانند مدار شکل ۶۱ و جدول زیر، که باز شونده را با O و بسته شونده را با S نمایش می دهند. با توجه به جدول در زیر کنتاکتور C1 و زیر حرف S شماره های ۲ و ۴ دیده می شوند که نشان می دهد این کنتاکتور در مسیر های ۲ و ۴ دارای کنتاکتهای بسته شونده است و در زیر حرف O شماره ۳ نوشته شده که نشان دهنده کنتاکت باز شونده این کنتاکتور در مسیر ۳ است.



شکل ۱۸۰

S	O
۲	۳
۴	—

S	O
۱	۲
—	—

شکل ۶۱

۱ - ۳ - مقادیر نامی کنتاکتورها:

برای تغذیه موتورها و سایر مصرف کنند های الکتریکی معمولی اغلب از شبکه فشار ضعیف (۳۸۰ ولت) استفاده می شود. برای اتصال مصرف کننده به این شبکه ، باید از کلید یا کنتاکتوری استفاده نمود که دارای مشخصات مناسبی بوده و کنتاکتهای آن تحمل جریان دائمی را داشته و همچنین در صورت اتصال کوتاه ، جریان لحظه ای زیادی که از مدار عبور میکند و یا در هنگام قطع مدار، جرقه ایجاد شده ، صدمه ای به کلید نزندبدین منظور برای اینکه بتوانیم پس از طراحی مدار ، کنتاکتور مناسب را برای اتصال مصرف کننده به شبکه انتخاب کنیم ، باید با مقادیر نامی مربوط به کنتاکتور آشنا شویم . این مقادیر برای کلیدهای غیر مغناطیسی ، مانند کلید اهرمی و غلطکی نیز وجود دارد.
کنتاکتور نیز مانند هر وسیله الکتریکی دیگر مشخصاتی دارد که شرایط کار آنرا تعیین می کند. این مشخصات عبارتند از:

۱- ولتاژ نامی	۲- توان یا جریان نامی	۳- عمر مکانیکی
۴- انرژی مصرفی پیچک	۵- زمان عمل	۶- درجه حرارت کار با ولتاژ نامی
۷- ظرفیت ترمینال	۸- جریان حرارتی	۹- تعداد کنتاکتها

الف) جریان دائمی I_{th2} :

جریانی است که می تواند در شرایط کار نرمال و در زمان نامحدود و بدون قطع شدن از کنتاکتهای کنتاکتور عبور کرده و به آن هیچ صدمه‌ای نزند و حرارت ایجادشده درکنتاکتور از حد مجاز تجاوز ننموده هیچگونه تعمیر و سرویس مانند تمیز کردن کنتاکتها و یا تعویض آنها را باعث نشود.

ب) جریان هفتگی I_{th1} :

جریانی است که در شرایط کار نرمال و یا هفته ای یک بار اتصال می تواند از کنتاکتهای کنتاکتور عبور کند و در خصوصیات کار کنتاکتور هیچگونه تغییری پیش نیاورد.

ج) جریان هشت ساعتی I_{th} :

جریانی است که با اتصال یک بار در هر هشت ساعت و در شرایط کار نرمال می تواند از کنتاکتهای کنتاکتور عبور کرده و هیچگونه تغییری در خصوصیات کار کنتاکتور پیش نیاورد.

د) جریان کار نامی I_e :

جریان کار نامی یک کنتاکتور جریانی است که شرط استفاده از کنتاکتور را بیان می نماید ودر رابطه با نوع و مقدار ولتاژ بار می باشد.

هـ) جریان اتصال کوتاه ضربه ای Is :

در مدار فرمان و مدار قدرت کنتاکتور باید از وسایل حفاظتی استفاده کرد تا در صورت اتصال کوتاه بلافاصله مدار قطع شود. در فاصله کوتاه تا قطع مدار توسط وسایل حفاظتی جریان خیلی زیادی از کنتاکتها گذشته لذا باید کنتاکتها تحمل این جریان را داشته باشند تا بیکدیگر جوش نخورده و یا در اثر نیروی الکترو مکانیکی ایجاد شده تغییر فرم ندهند.

و) ولتاژ کار نامی Ue :

ولتاژ کار نامی مربوط به عضواتصال دهنده (کنتاکتها) بوده و مقدار ولتاژی است که کنتاکتها می توانند با جریان کار نامی Ie ، در این ولتاژ مورد استفاده قرارگیرند.

ز) ولتاژ عایقی نامی Ui :

استحکام عایقی بین عضوهای اتصالی (کنتاکتها) را مشخص می کند.

ح) ولتاژ تغذیه نامی Uc :

ولتاژی است که باید به بوبین کنتاکتور اتصال یابد.

ط) قدرت قطع :

یکی از مهمترین مشخصاتی که بر روی پلاک کنتاکتور نوشته شده و در انتخاب کنتاکتور صحیح برای کار مورد نظر نقش مهمی را دارد قدرت قطع آن می باشد.

طول عمر کنتاکتور:

چون هر کلید دارای یک قسمت متحرک می باشد بهمین دلیل سائیدگی مکانیکی بین قسمت متحرک و ثابت وجود خواهد داشت . طول عمر مکانیکی یک کلید بستگی به تعداد دفعات قطع و وصل آن دارد.

قابلیت قطع و وصل:

یکی از مزایای کنتاکتورها سرعت قطع و وصل آن می باشد. بطوریکه می توان با طراحی مناسب مدار و انتخاب کنتاکتور مناسب تا ۳۰۰۰ بار در ساعت نیز کنتاکتور را در زیر بار قطع و وصل نمود بدون اینکه جرقه ایجاد شده صدمه ای به کنتاکتور وارد کند.

نوع کنتاکتور		DL 30	DL 41	DL 61	DL102	DL 160	DL 201
ولتاژ عایقی نامی U_i به ولت	VDE0110	660	660	660	660	750	750
	IEC-158-1	-	-	-	-	750	750
اختلاف سطح نامی کار U_e	کمترین	12	12	12	12	24	24
	بیشترین	660	660	660	660	660	660
حد مجاز ولتاژ تغذیه	XUc	0.8-1.1	0,8-1,1	0.8-1,1	0,8-1,1	0,8-1,1	0,8-1,1
جریان کارنامی I_e	AC1 [A]	60	80	120	180	200	250
جریان کارنامی I_e	AC3 [A]	30	44	77	122	170	204
جریان نامی I_{th2} [A]	باز	60	80	120	180	200	250
	در محفظه	55	75	110	150	170	215
حداکثر جریان مجاز به آمپر در زمان	3 min	120	200	300	500	600	750
	1 min	170	300	500	700	500	1250
	10 Sec	350	500	1000	1300	1300	1500
	5 Sec	500	600	1200	1500	1600	1900
	2 Sec	600	800	1400	1700	1800	2000
	1 Sec	700	1000	1600	1900	1900	2300
توان به KW در سیستم سه فاز ۳۸۰ ولت با باراهمی (نوع مصرف کننده AC_1)	باز	33	52	66	108	132	164
	در محفظه	30	50	62	98	112	141
توان موتور به کیلو وات در سیستم سه فاز 50HZ و 60HZ برای اتصال موتور آسنکرون روتور سیم پیچی شده روتور قفسی (مصرف کننده AC_3 و AC_2)	220 V	9	12,5	22	37	50	60
	380 V	15	22	40	63	90	110
	500 V	18,5	30	50	75	110	132
	660 V	16;5	30	55	75	90	160
توان نامی مجاز به KVAR برای خازنهای تصحیح کننده اختلاف فاز	220 V	12,5	20	30	45	50	60
	380 V	20	35	50	80	90	90
	500 V	25	45	60	100	115	115
امکانات قطع نامی به آمپر	380 V	300	450	1000	1200	1400	1600
	500 V	270	400	900	1200	1240	1600
	660 V	168	263	655	800	800	1520
امکان وصل نامی به آمپر		700	1000	1600	1900	1900	2300
زمان اتصال به میلی‌ثانیه " این مقادیر برای ولتاژ تغذیه تا ۱۵% کمتر و ۱۰% بیشتر از ولتاژ تغذیه نامی صادق می‌باشد"	وصل AC	8-17	14-19	11-26	12-20	16-41	16-41
	قطع	12-16	16-20	10-15	10-17	10-15	10-15
	دوام قوس الکتریکی	10	10	10	10	10	10
	وصل DC	12-25	10-20	20-40	20-30	25-40	25-40
	قطع	8-11	12-18	7-12	10-14	10-20	10-20
زمان اتصال برای تغییر اتصال مستقیم در کنتاکتورهای چپگرد و راستگرد وستاره مثلث به mSec و در ولتاژ ۱۱۰%		13-16	14-18	11-16	10-15	19-25	19-25
توان بوبین به [VA]	هنگام وصل	115	140	336	430	700	700
	اتصال دائم	21	20	44	44	66	66
امپدانس هر پل (تنفه تلاسن)	m Ω	3,5	0,8	0,6	0,46	0,50	0,45
تعداد دفعات قطع و وصل مجاز در ساعت		3000	3000	3000	3000	2000	2000
طول عمر مکانیکی		E1(10 Mio)	E1(10 Mio)	E1(10 Mio)	E1(10 Mio)	E1(10 Mio)	E1(10 Mio)
درجه حرارت کارمجاز به C^o	باز	-20°C...+55°C					
	در محفظه	-20°C...+40°C					
اندازه پیچهای اتصالی		M5	Kastenklemme	Kastenklemme	M10	M 10	M 10
بزرگترین سطح مقطع سیم به mm^2		10	16	35	120	120	120

شکل ۶۲

۱ - ۴ - مزایای کنتاکتور در مقایسه با کلیدهای دستی :

الف) کنترل و فرمان از راه دور ماشین توسط کنتاکتور اقتصادی تر و ایمنی تر می باشد.

ب) از خطرات ناشی از راه افتادن مجدد ماشینهایی که در اثر قطع ناگهانی برق شبکه از کار افتاده‌اند ، جلوگیری می شود.

ج) توسط کنتاکتور ، امکان قطع و وصل مصرف کننده از چندین محل عملی می باشد.

د) عمر مکانیکی کنتاکتور نسبت به سایر کلیدها، خیلی بیشتر است .

هـ) امکان مدار فرمان اتوماتیک ، توسط کنتاکتورها مقدور است.

و) با طراحی مدار مناسب می توان سرعت قطع و وصل مدار را توسط کنتاکتور ، خیلی بالا برد.

ز) حفاظت دستگاهها توسط کنتاکتور، مناسب تر و مطمئن تر است .

ح) یکی دیگر از مزایای کنتاکتورها سهولت اتصال و تغذیه می باشد که کاربرد آنها را گسترده و زیاد کرده است .

۲ - شستی :

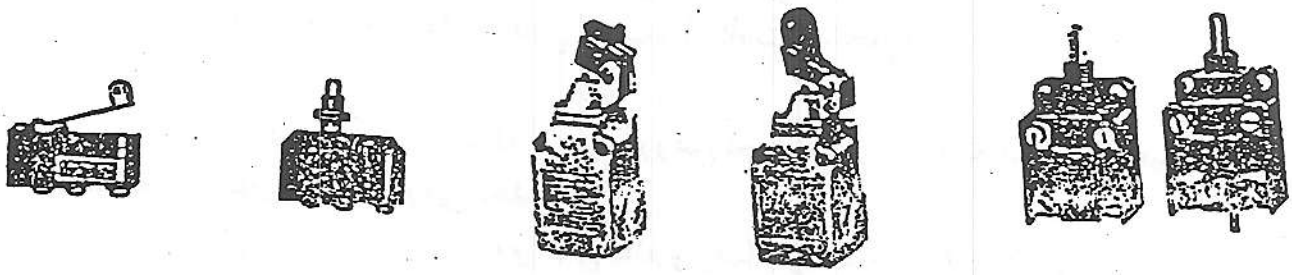
در مدارهای کنتاکتوری اغلب برای دادن فرمان لحظه‌ای شروع بکار و یا قطع و همچنین تغییر حالت مدار از شستی استفاده می شود. شستی ها با دست فرمان می گیرند و درصورت قطع فشار وارده به شستی مجدداً کنتاکتهای آن توسط انرژی ذخیره شده در فنرهای شستی به همان حالت اولیه خود بر می گردند. شستی هایی که برای وصل استفاده می شوند دارای دو کنتاکت جدا از هم که با فشار دادن شستی به هم وصل می شوند و معروف به شستی استارت می باشد. وشستی هایی که برای قطع استفاده می شود دارای دو کنتاکت وصل که با فشار دادن شستی قطع می شوند که معروف به شستی استپ می باشد. بعضی از شستی ها چهار کنتاکت دارند که دو تای آن ها استپ و دوتای آنها استارت بوده که با فشار دادن به شستی وضعیت آن برعکس می شود. در رنگهای قرمز و مشکی برای وصل استفاده می کنند. همچنین شستی هایی وجود دارد که از چند کنتاکت باز وبسته تشکیل شده اند که در مدارهای فرمان از آنها استفاده می شود.

۳ - لامپ سیگنال یا لامپ خبر :

برای نشان دادن حالت وصل یا قطع یک مدار از لامپ سیگنال استفاده می شود.

۴ - کلید محدودکننده (لیمیت سوئیچ یا میکرو سوئیچ) :

از میکرو سوئیچ در مدارهای فرمان برای کنترل و محدود کردن حرکت قسمتهای مکانیکی ، تغییر جهت حرکت و در تایمرها و شناورها و... بعنوان کلید برای قطع یا وصل استفاده می شود. ساختمان این کلید مانند شستی بوده و توسط سیستم متحرک به آن نیرو وارد شده و یا کشیده می شود. به همین دلیل سر اهرم متحرک آن بفرم های ساده ، قرقره ای ، گلوله ای و غیره می باشد.در میکرو سوئیچ نیز مانند شستی با برطرف شدن نیروی مکانیکی وارد به اهرم آن مجدداً انرژی ذخیره شده در فنر میکرو سوئیچ آن را به حالت اول بر می گرداند.



شکل ۶۳ - میکروسوئیچ ها

۵ - تایمر:

تایمر نیز مانند شستی و میکرو سوئیچ به کنتاکتورها فرمان می دهد. فرق تایمر با شستی و میکروسوئیچ در نوع فرمان دادن آنها است. بدین ترتیب که شستی بوسیله دست انسان فرمان می گیرد و نیز میکروسوئیچ ها توسط نیروی مکانیکی، حرارتی و هیدرولیکی و ...، خود دستگاه یا ماشین عمل قطع و وصل را انجام می دهند. اما تایمر بطور خودکار فرمان می دهد. بطور کلی می توان گفت که تایمر یک شستی اتوماتیک است. مثلا الکتروموتوری باید بوسیله استارت راه اندازی شده و پس از زمان معینی مثلا ۶ دقیقه باید قطع شود. در چنین مداری استارت یک شستی معمولی است، اما بجای استپ از تایمر استفاده می شود. قطع و وصل اتوماتیک تایمر نتیجه تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی های دیگر مانند انرژی مکانیکی، حرارتی، نور، مغناطیسی، هیدرولیکی، شیمیایی و غیره است. مثلا در تایمرهای موتوردار انرژی مکانیکی تبدیل و موتور تایمر پس از حرکت، در زمان معین عمل قطع و وصل را انجام می دهد و یا در تایمرهای الکترونیکی، انرژی الکتریکی به سیگنال های ضعیف تبدیل و پس از تقویت در ترانزیستورها و گذشتن از مدارهای الکترونیکی عمل قطع و وصل را انجام می دهد و یا در تایمرهای حرارتی که از خاصیت بی متال استفاده شده است. هر تایمر باید خودش نیز در مدار فرمان قرار بگیرد چون انرژی الکتریکی مصرف می‌کند و تا زمانی که کار مربوط به خودش یعنی استپ یا استارت را انجام نداده است، جریان برق باید به آن برسد ولی پس از انجام کار چنانچه موتور داشته باشد، باید از مدار خارج شود. البته در تایمرهای دیگر نیز بهتر است که تایمر پس از انجام عمل قطع و وصل از مدار خارج شود. قطع نشدن تایمر پس از انجام کار ممکن است باعث سوختن اجزاء آن شود.

تایمرها انواع مختلفی دارند که متداولترین آنها در صنعت را نام می بریم :

۱- تایمر موتوردار (الکترومکانیکی):این تایمر دارای موتور کوچکی است که با عبور جریان از آن بکار می افتد و چرخ دنده‌ها را به حرکت در می آورد و پس از زمان معینی توسط فنرهائی که در آن وجود دارد، عمل استپ و استارت را انجام می دهد.
۲- تایمر الکترونیکی
۳- تایمر هیدرولیکی : دارای کپسول محتوی روغن تحت فشار است که در زمان معین عمل استپ و استارت را انجام می دهد.
۴- تایمر جیوه ای : دارای جیوه بوده و عمل قطع و وصل توسط جیوه انجام می گیرد.
۵- تایمر حرارتی : از خاصیت بی متال و یا ترموستات که در مقابل تغییر درجه حرارت عمل استپ و استارت را انجام می دهد.
۶- تایمر پنوماتیک (هوای فشرده) : طرز کار آن تقریبا مشابه تایمرهای هیدرولیکی است البته مکانیسم کار با هوای فشرده است .
۷- تایمر الکترومغناطیسی : دارای بوبین و هسته آهنی بوده و با تغییرات شار مغناطیسی عمل می کند.

٦ - مدار فرمان و قدرت

٦ - ١ - مدار قدرت:

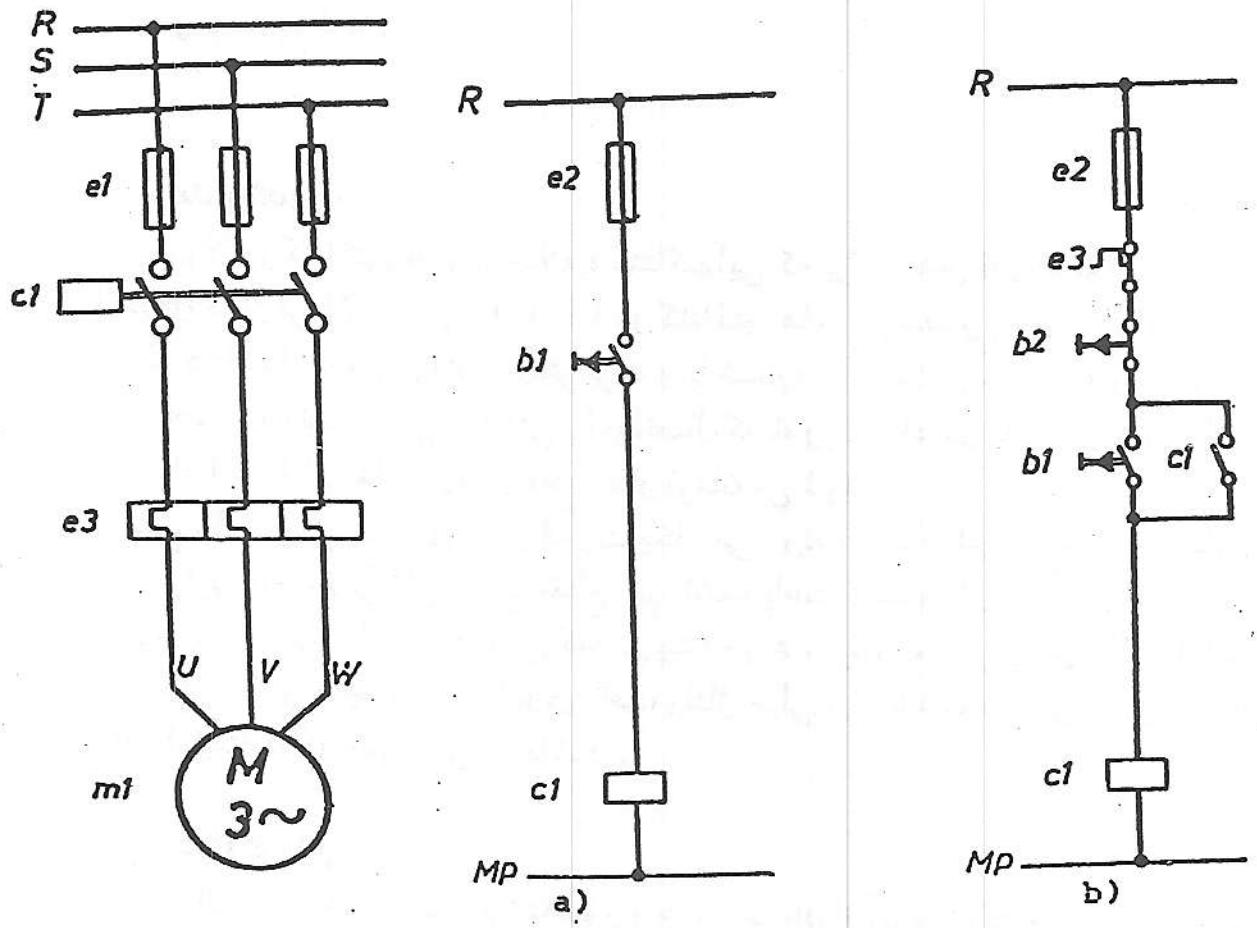
معمولا در کنتاکتورهای کوچک ، کنتاکتهایی که برای مدار قدرت بکار می روند، با کنتاکتهای مدار فرمان تفاوتی ندارند. اما در کنتاکتورهای متوسط و بزرگ ، کنتاکتهای مدار قدرت از کنتاکتهای مدار فرمان بزرگتر بوده و با شماره های یک رقمی ٢-١ و ٤-٣ و ٦-٥ نمایش داده می شوند. وسایل حفاظتی برای اتصال کوتاه و بار زیاد، در مدار قدرت قرار گرفته و در اثر خطا باعث قطع مدار قدرت و قطع مدار فرمان می شوند.

سیم های رابطی که برای مدار قدرت بکار می روند، باید دارای سطح مقطع مناسب با جریان موتور باشند زیرا اگر سطح مقطع کم باشد، باعث افت ولتاژ بیشتر از حد مجاز در سیم‌های رابط شده و ولتاژ تغذیه موتور کاهش پیدا خواهد کرد و مخصوصاً در هنگام راه اندازی موتور ، بعلت بالابودن جریان راه اندازی ، افت ولتاژ خیلی زیاد شده و اگر موتور زیر بار باشد، احتمال راه نیفتادن آن وجود خواهد داشت .

٦ - ٢ - مدار فرمان:

با اتصال ولتاژ تغذیه به بوبین کنتاکتور و عبور جریان از آن ، کنتاکتور عمل کرده و مدار قدرت را قطع و یا وصل می نماید. در اکثر مدارهای با کنتاکتور، برای طراحی مناسب نمی توان از کلید یک پل و یا کلید مشابه آن برای بکار انداختن کنتاکتور استفاده نمود و باید بدین منظور از یک پالس مثلا توسط فشار دادن موقتی به یک شستی استفاده کرد. چون با حذف شدن فشار وارده به شستی ، کنتاکتهای آن قطع شده و جریان بوبین کنتاکتور نیز قطع می شود، لذا برای متصل باقی ماندن کنتاکتور، کنتاکت باز آن را با کنتاکت شستی استارت بصورت موازی قرار می دهیم تا با قطع شدن شستی ، کنتاکتور توسط کنتاکت خودش جذب نگهداشته شود. می توان با موازی قرار دادن شستی های وصل و سری قرار دادن شستی های قطع کنتاکتور را از چند محل قطع و وصل کرد. می توان کنتاکت بسته بی متال را نیز مانند یک شستی قطع ، بصورت سری در مدار فرمان قرار داد تا در صورت اضافه بار ، مصرف کننده را از شبکه قطع نماید. و مدار فرمان و قدرت اتصال یک موتور باعث اتصال موتور به شبکه و یا قطع آن می شود.

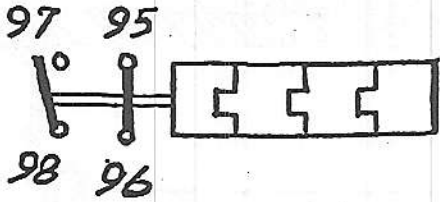
در مدارهای فرمان اتوماتیک ، پالس فرمان می تواند توسط وسیله ای غیر از شستی مانند تایمر فرستاده شود. در هر صورت زمان این پالس باید آنقدر باشد تا کنتاکتور جذب کرده و کنتاکت باز آن بسته شود. این زمان باید حداقل برابر با تأخیر در وصل کنتاکتور باشد. کنتاکتهای کنتاکتور پس از شروع فرمان با تأخیر ١٠ تا ٥٠ میلی ثانیه وصل می شوند. بندرت در بعضی از کنتاکتورها این زمان کمی بیشتر از ٥٠ میلی ثانیه می باشد. به همین ترتیب پس از قطع جریان بوبین کنتاکتور، کنتاکتهای آن با تأخیر قطع می شوند. اما زمان تأخیر در قطع کنتاکتور، کمتر از زمان تأخیر در وصل آن می باشد. شکل ٦٤ را ملاحظه کنید.



شکل ۶۴- مدار فرمان و مدار قدرت

۷- رله حرارتی یا بی متال:

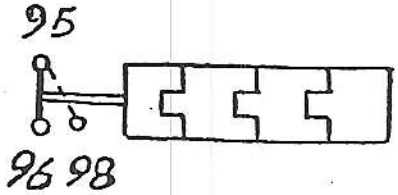
برای حفاظت دستگاهها و جلوگیری از جریانهای اضافی در سر راه عبور جریان به موتورهای الکتریکی در مدار قدرت از رله حرارتی یا بی متال یا رله اضافه بار استفاده می کنند. هر رله حرارتی سه کنتاکت ورودی و سه کنتاکت خروجی دارد که در مدار قدرت مابین کنتاکتور و مصرف کننده قرار می گیرد. در داخل بازای هر کنتاکت یک بی متال (دو فلز از جنس مختلف که ضریب انبساط طولی آنها با هم فرق دارد) قرارگرفته است. روی هر بی متال چند رشته سیم حامل جریان پیچیده شده است و زمانیکه جریان اضافه از هر فاز عبور کند، گرمای حاصل بی متال را خم کرده و در نتیجه روی کنتاکت فرمان بی متال اثر گذاشته و این کنتاکت بصورت سری در مدار فرمان کنتاکتور قرار گرفته و مانند یک شستی استپ عمل می کند.(تیغه ۹۵ و ۹۶) ودر ضمن کنتاکت ۹۷ و ۹۸ نیز مانند یک استارت عمل می کند که معمولا از این قسمت بوسیله لامپ سیگنال یا وسایل دیگری مانند زنگ یا آژیر از قطع شدن مصرف کننده در برابر جریان اضافی مطلع می شویم .



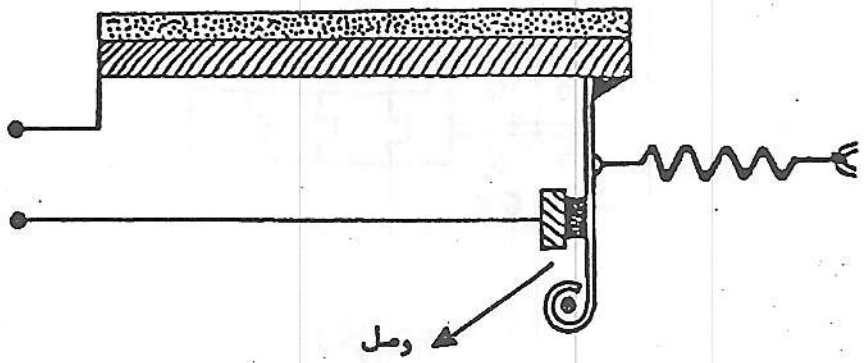
شکل ۶۵

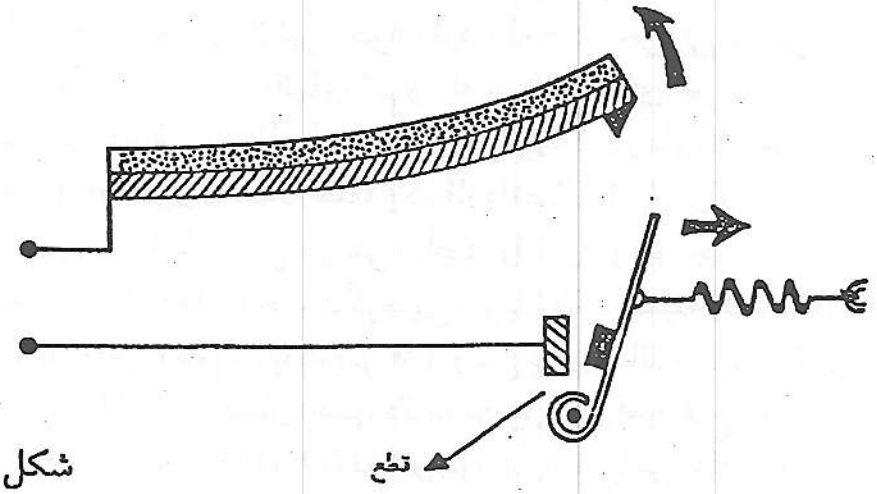
در داخل هر رله پیچ تنظیم جریان نیز وجود دارد. رله های حرارتی معمولاً به دو صورت ساخته می شوند. رله حرارتی برای جریانهای کم و رله حرارتی برای جریانهای زیاد. همانطور که گفته شد از بی متال برای حفاظت اضافه بار در الکتروموتورها، بارهای نامتعادل و قطع یک فاز، اتصال سیم پیچ در داخل استاتور (اتصال حلقه یک فاز، اتصال فاز با فاز) و... استفاده می شود. رله حرارتی معمولا قابلیت ۳۰ بار عمل در هر ساعت را دارد و در جریان مستقیم هم قابل استفاده می باشد. اما بعلت استفاده از خاصیت گرمایی جریان الکتریسیته رله حرارتی بعد از قطع مدار معمولا بحالت اول درنمی آید پس باید پس از بررسی برای حالت عادی دکمه ای که روی آن نصب شده است (قرمز یا آبی) را فشار دهیم. دکمه مزبور را در اصطلاح RESET می نامند. در بعضی از رله های حرارتی حالت MAN و AUTO وجود دارد که با قراردادن اهرم روی AUTO پس از عملکرد بی متال مجدداً بعد از مدتی بحالت اولیه در می آید. در بعضی از بی متالها قسمت فرمان دارای سه کنتاکت می باشد که یکی ازکنتاکتها مشترک ویکی بسته و دیگری باز می باشد.

مطابق شکل ۶۶ کنتاکتهای ۹۵ و ۹۶ در حالت عادی بسته بوده و در صورت اضافه بار بی متال عمل کرده و کنتاکت ۹۵ به ۹۸ وصل می شود که بعضی از کارخانجات سازنده شماره های دیگری را برای کنتاکتهای فرمان انتخاب می کنند که روی بی متال نوشته می شود. قابل ذکر است که هر بی متال را برای هر موتوری نمی توان وصل کرد بلکه باید با توجه به جریان نامی الکتروموتور بی متال متناسب با آن را تهیه نموده و وصل کرد. بی متالها در بازار با مارکهای مختلف مانند المپیا، آ ا گ، بی بی سی و ... موجود و در رنجهای مختلف جریان ساخته می شوند. بعنوان مثال رنج ۴ تا ۶ آمپر که این بی متال برای الکتروموتوری که دارای جریان نامی بین ۴ تا ۶ آمپر می باشد استفاده می شود.

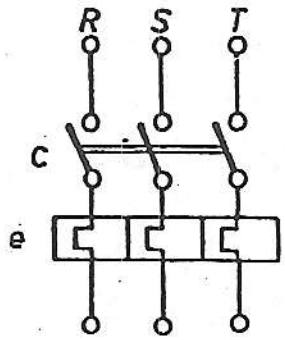


شکل ۶۶



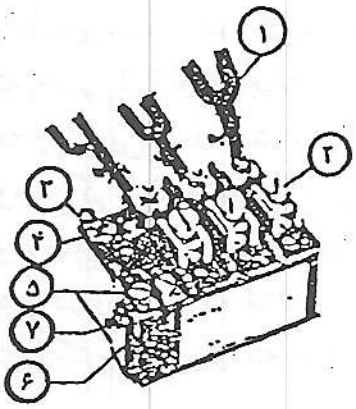


شکل ۶۷

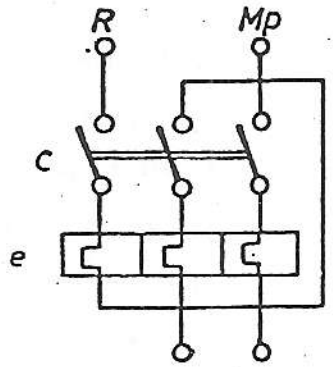


شکل ۶۸

۱ اتصالی به کنتاکتور
۲ اتصالی به موتور
۳ ترمینال مشترک مدار فرمان
۴ پیچ تنظیم جریان
۵ ترمینال باز و بسته مدار فرمان
۶ پیچ تعییر وضعیت
۷ دکمه اتصال مجدد

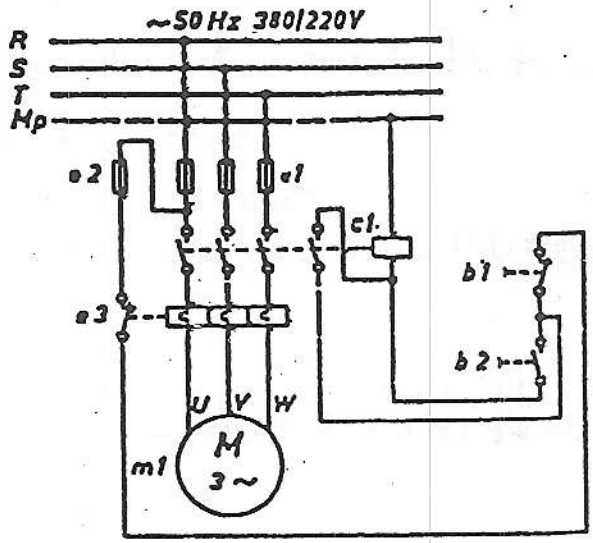


شکل ۶۹



شکل ۷۰

در شکل (۶۸) استفاده از بی‌متال در مدار سه فاز و در شکل (۷۰) استفاده از همان بی‌متال در مدار یک فاز نشان داده شده است .



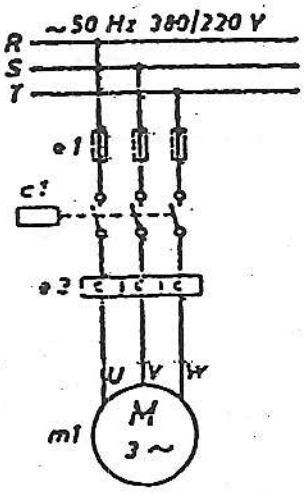
نقشه مدار موثر برای کل مدار

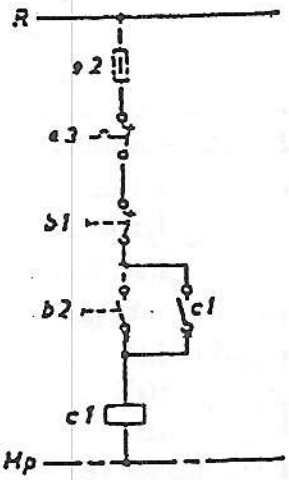
قسمتهای مختلف هر دستگاه با رابطه آنها بهم رسم می‌شوند.

نقشه مسیر جریان

۱ نقشه مدار

نمایش مدار بدون سیم‌های کمکی. فقط قسمت‌های مهم دستگاه رسم شده است.



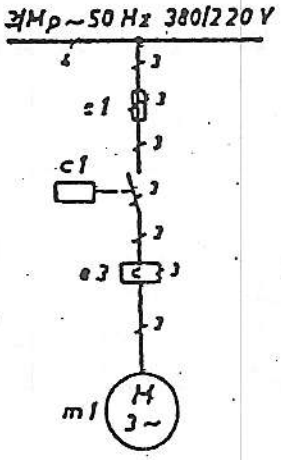


۲ مدار فرمان

مسیری‌که جریان از آن می‌گذرد رسم می‌شود. مسیر جریان معمولا با خطوط راست و بدون تقاطع رسم می‌گردند.

نقشه اختصاری (دید آسان)

در این نوع نقشه‌ها معمولا یک سیم به‌جای سیم رفت و برگشت رسم می‌شود.



شکل ۷۱

مدارهای حفاظتی
انواع نمایش مدارها

۱ علامت گذاری کلی

در نقشه مسیر جریان معمولا جهت جریان را از چپ براست شماره گذاری می‌کنند.

۲ اندازه‌های فنی دستگاه‌ها

۱۰۲ ماشین‌ها، مبدل‌ها، دستگاه‌ها.
ولتاژ، شدت جریان، توان، مقادیر قابل تنظیم، نوع حفاظت بر طبق دین ۴۰۰۵۰ و و غیره.

۲۰۲ سیم‌ها و کابل‌ها
نوع شدت جریان، تواتر یا فرکانس، ولتاژ، مثلا ۳ ~ ۵۰ هرتس ۱۰ کیلو ولت.
مشخص کردن سیم‌های R، S، T یا N و P با قطر سیم و تعداد رشته‌ها.

حروف مشخص کننده دستگاه‌ها بر طبق دین ۴۰۷۱۹

نوع دستگاه‌ها	حروف تشخیص	مثال‌ها
کلید	a	جداکننده، باز، کلید موتور، کلید توانی وغیره
کلید کمکی	b	کلیدهای فرمان، هدایت، فشاری، غلطکی وغیره
حافظ (کنتاکتور)	c	حافظ توانی
حافظ کمکی	d	حافظ کمکی
دستگاه‌های حفاظتی	e	فیوزها، رهاکننده‌های همراه اندازه‌گیری، رله‌ها حفاظتی
مبدل اندازه‌گیری	f	مبدل اندازه‌گیری، مقاومتهای فرعی، وغیره
دستگاه‌های اندازه‌گیری	g	دستگاه اندازه‌گیری ولتاژ جریان، توان، ضریب وغیره
اعلام سمعی وبصری	h	اعلام کننده عقربه‌ای، لامپی، کنتورها، زنگ وبوق
خازن وبوبین محدود کننده	k	تمام خازنها، راکتانسها، بیچشهای صاف کننده
ماشینها، ترانسفورموتورها	m	ژنراتور، موتور، ترانسفورموتورو دیگر سازه‌ها
یکسوکننده‌ها و باطریها	n	یکسو ومتناوب کننده جریان، اکومولاتورها وغیره
لامپها وتقویت کننده‌ها	p	لامپهای بدون گاز، محتوی گاز، تقویت کننده لامپی
مقاومتها ورگولاتورهای سریع	r	مقاومتهای اولیه، حفاظتی، استارت، میدان وترمز
دستگاه مکانیکی الکتریکی	s	لوبهای مغناطیسی یا الکتروموتوری وغیره
دستگاه‌های انسداد	u	ترکیبی از دستگاه‌های a یا s وغیره.

وقتی جلوی یک حرف اعدادی بترتیب نوشته شود، مبین اینست که نوع دستگاه یکی است. مثال a3 , a2 , a1 کلیدها،
m3 , m2 , m1 ماشین‌ها،
b3 , b2 , b1 کلیدهای تکه‌ای.

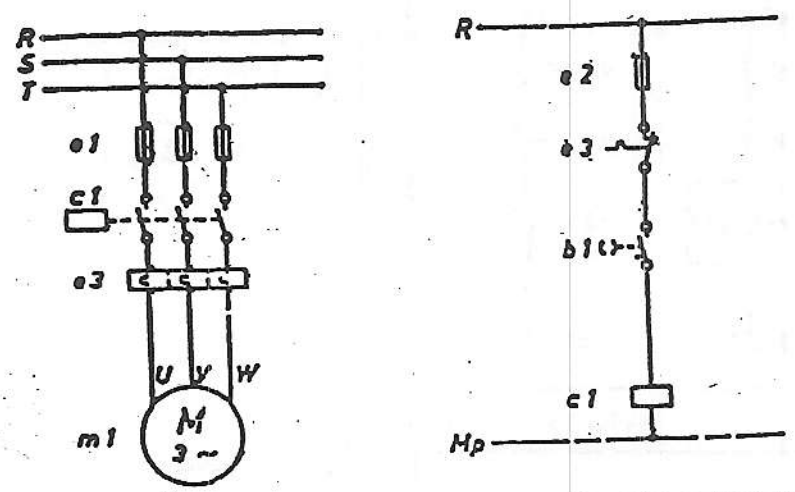
شکل ۷۲

امکانات مختلف برای بستن یک مدار حفاظتی

بستن مدار با کلید مطمئن چند وضعیتی

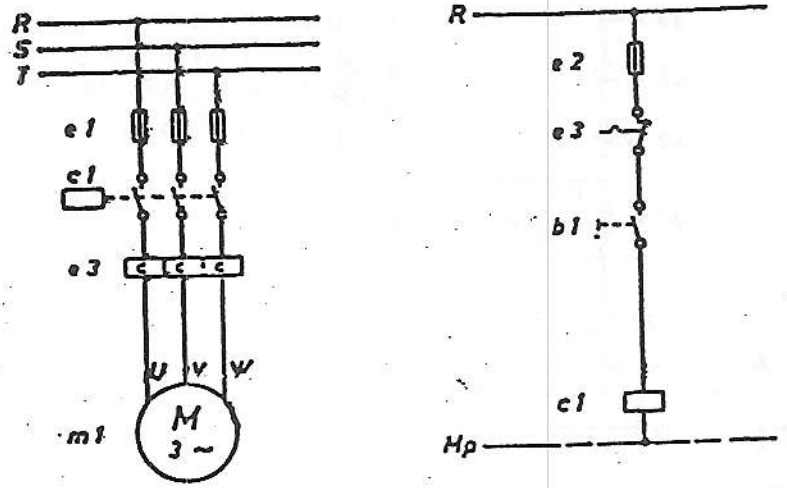
این کلید باید به وسیله افراد مشخص باز و بسته شوند.

- e1 فیوزهای اصلی
- e2 رله‌های حافظ موتور
- e3 فیوزهای فرمان
- b1 کلید چند وضعیتی
- c1 حافظ
- m1 موتور



اتصال با کلید دستی

تا موقعی که فشار روی کلید است دستگاه کار می‌کند

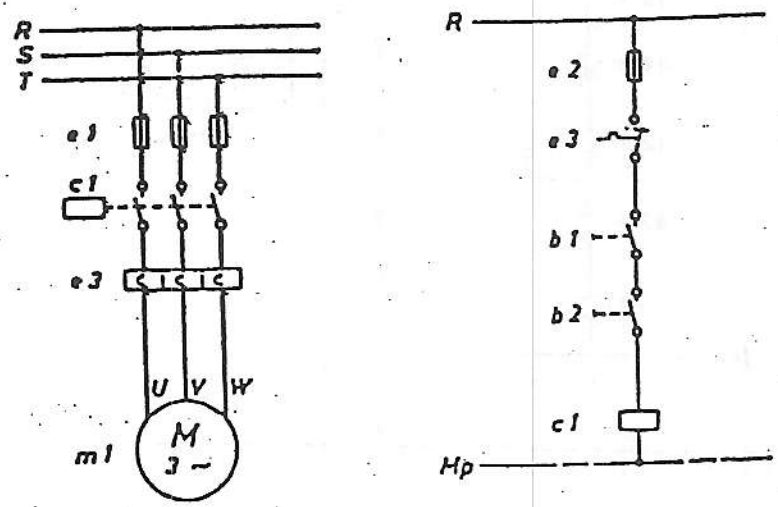


اتصال دو دستی تکه‌ای

فقط موقعی که کلیدهای b1 و b2 فشار داده شوند به دستگاه فرمان داده میشود.

کلیدهائی که سری بسته شده‌اند تشکیل یک "کلید ـ بسته ـ باهم" را می‌دهند.

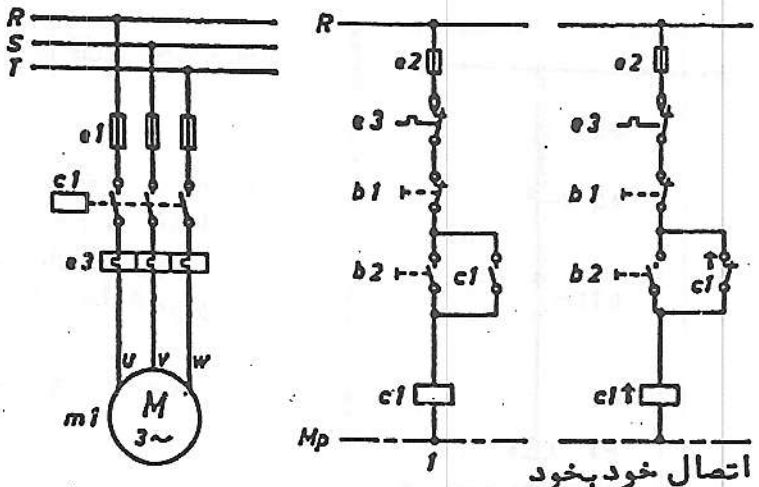
این نوع کلیدها را می توان برای دستگاه‌های برش برای اطمینان بیشتر بکار برد.



شکل ۷۳

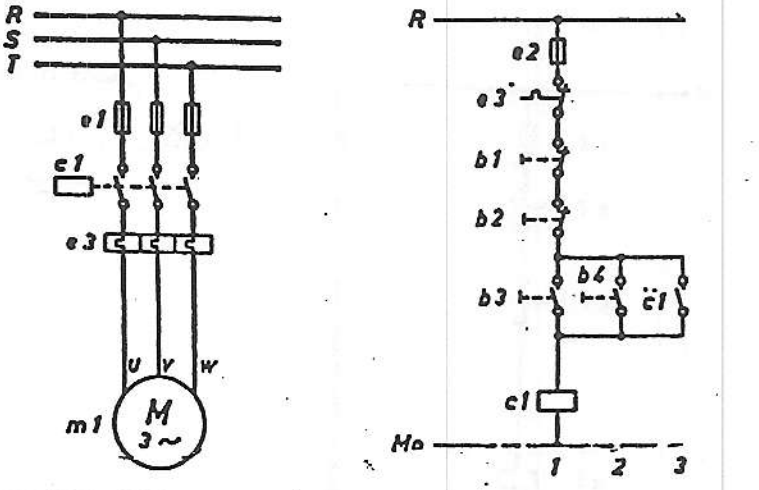
نگهدارنده خود به‌خود

بعد از این که کلید b2 فشار داده شد، فرمان پا برجاست تا موقعیکه تا b1 (خاموش‌کننده) یا e2 (رله محافظ موتور) یا e3 (فیوز فرمان) مدار فرمان را قطع کند.



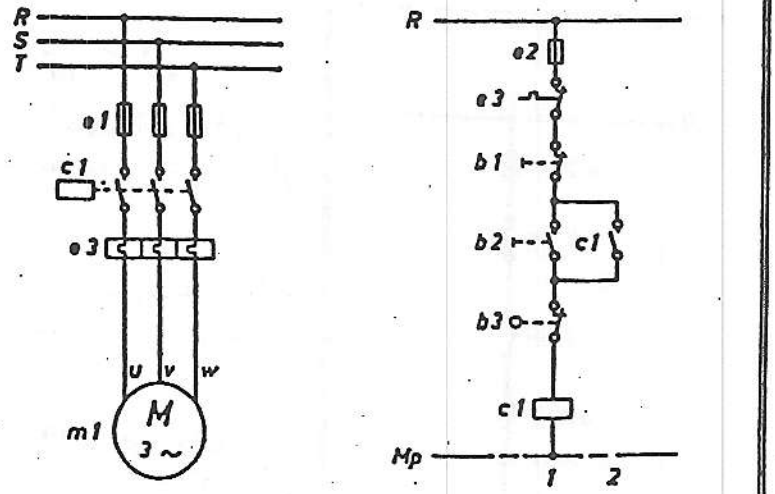
روشن کردن از دو محل مختلف

به‌وسیله فشار دادن b3 یا b4 مدار وصل میشود و بوسیله b1 و b2 قطع می‌گردد. کلیدهای وصل موازی تشکیل "مدار ــ یا ــ روشن" را می دهند. کلیدهای قطع سری تشکیل "مدار ــ یا ــ خاموش" را میدهند.



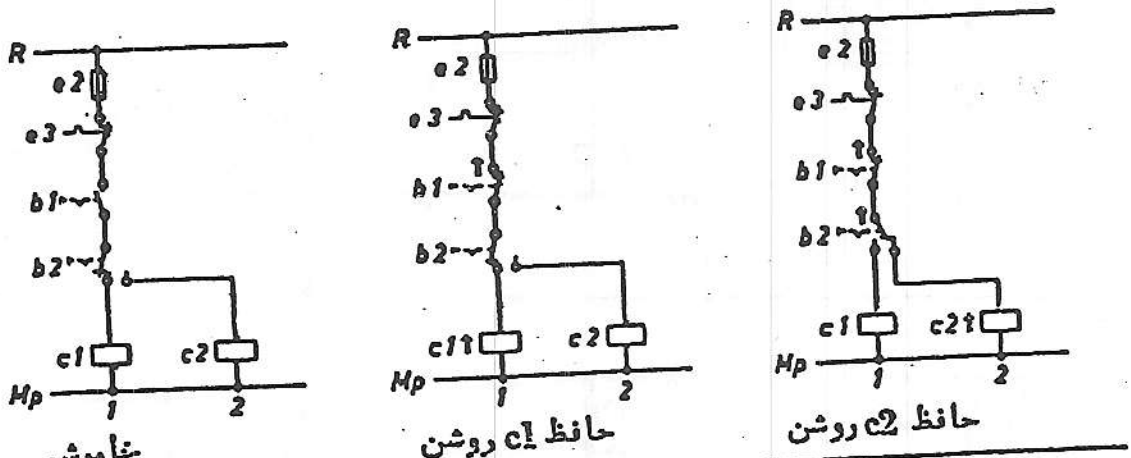
کلید نهائی برای قفل دستگاهها

فقط وقتی که کلید b3 فشار داده شود میتوان بوسیله کلیدهای دیگر دستگاه را روشن کرد. این کلید مثلا باید در اطاق نگهبانی ماشین ها در یک جعبه قفل دار باشد.



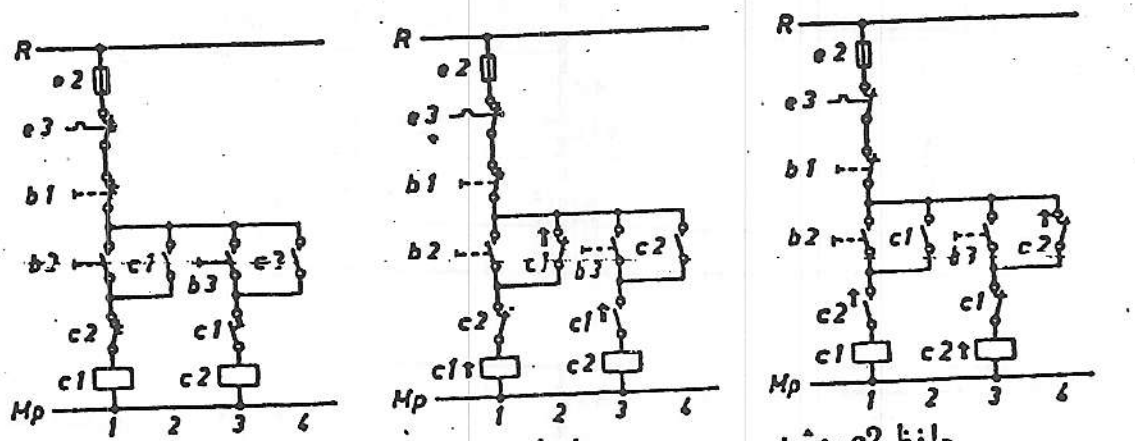
شکل ۷۴

اتصال حافظ به‌وسیله کلید چند وضعیتی



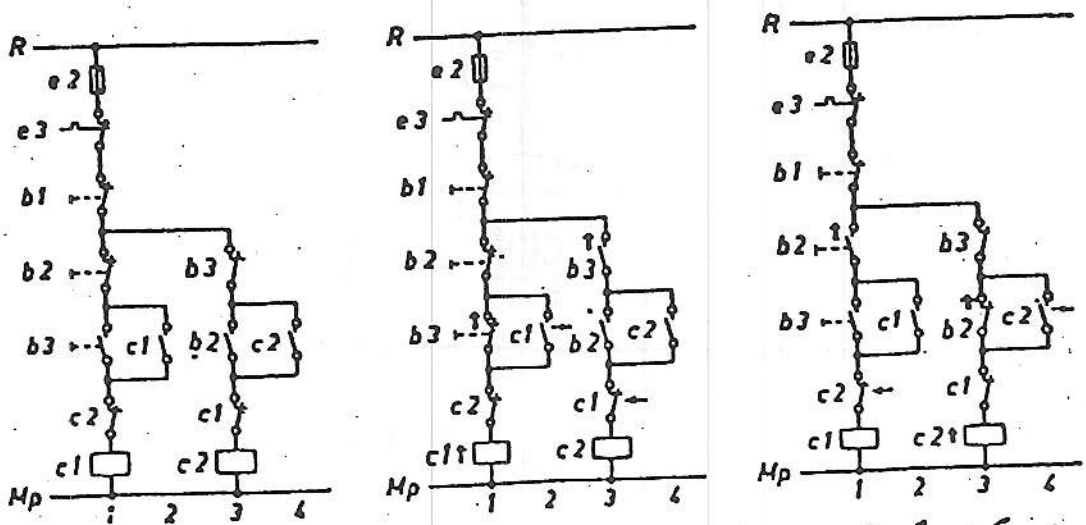
خاموش — حافظ c1 روشن — حافظ c2 روشن

اتصال حافظ به‌وسیله کلید فشاری



خاموش — حافظ c1 روشن — حافظ c2 روشن

تغییر اتصال مستقیم

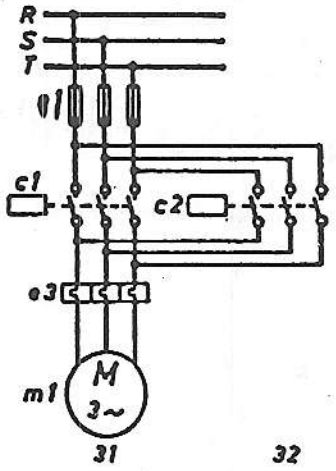


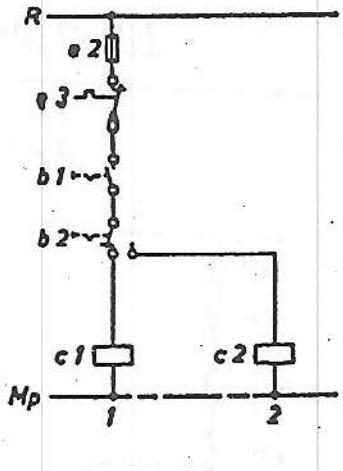
خاموش — روشن کردن گردش براست — روشن کردن گردش بچپ

مدارهای برگردان باید طوری درست شوند که از وصل شدن حافظ ها. در یک آن جلوگیری بعمل آیند (اتصال کوتاه).

اتصال حافظ ها به‌وسیله کلید چند وضعیتی

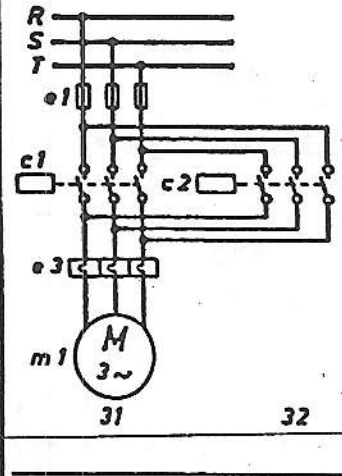
کلید تغییر اتصال b2 یا حافظ گردش براست c1 و یا حافظ گردش بچپ c2 را وصل میکند. با چرخش کلید چند وضعیتی b1 فرمان وصل وقطع می‌گردد.

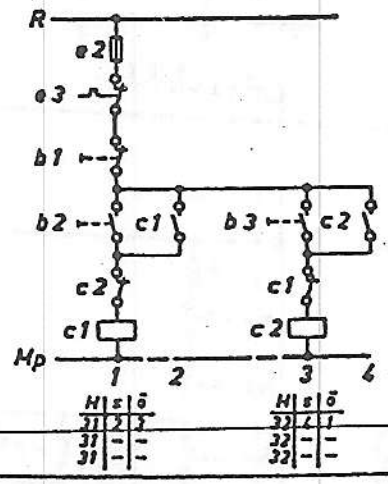




اتصال حافظ به‌وسیله تکمه

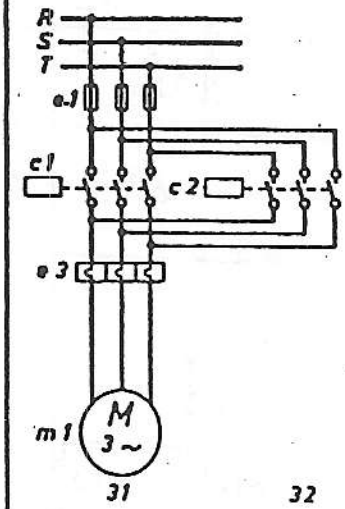
با فشار دادن تکمه b2 حافظ گردش براست c1 وصل میشود. حافظ c1 از مسیر جریان ۳ به‌وسیله یک قطع کننده حافظ c2 را قفل میکند. تغییر اتصال به گردش بچپ موقعی ممکن است که به‌وسیله b1 حافظ c1 قطع شود. حافظ b2 هم حافظ c2 را قفل می‌کند.

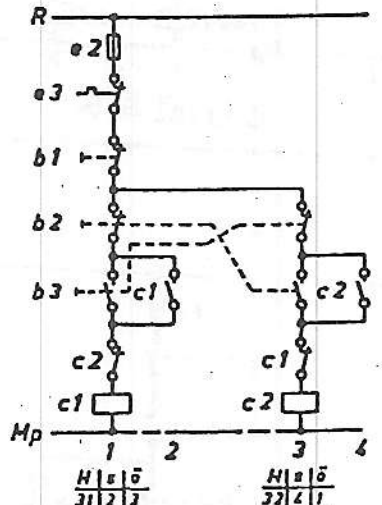




تغیر اتصال مستقیم

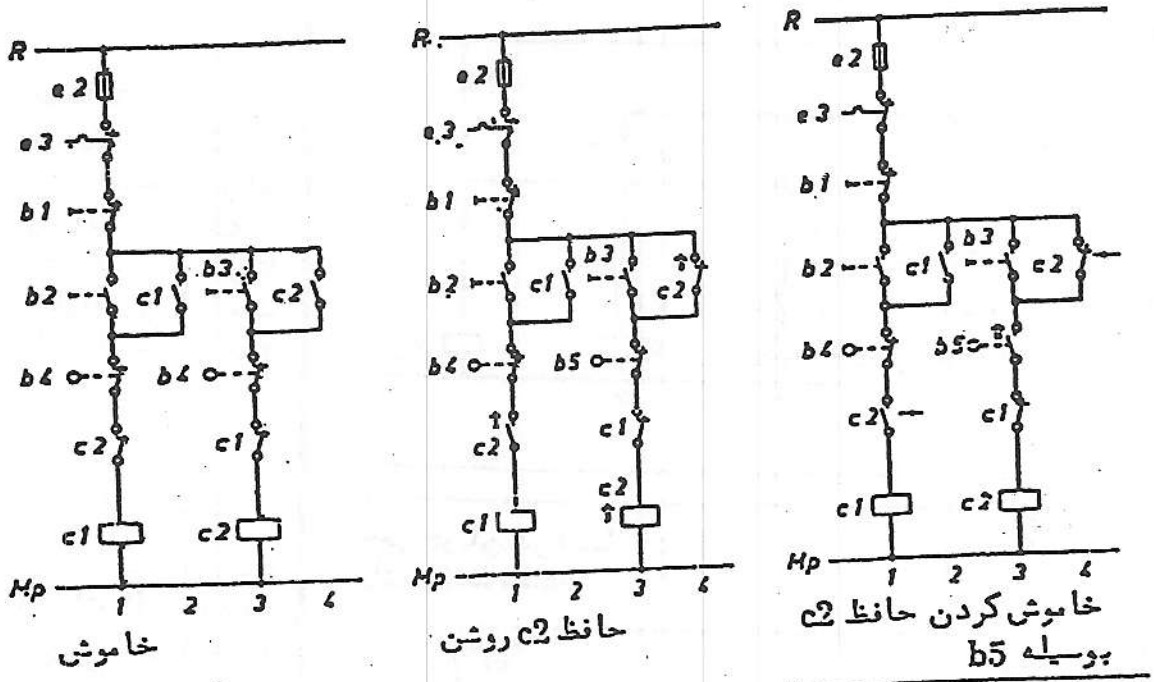
با قفل کردن تکمه فشاری می‌توان فورا تغیر اتصال به گردش براست، بچپ و یا برعکس را انجام داد. قطع کننده c1 و c2 در موقع چسبیدن یک حافظ هم، از اتصال کوتاه جلوگیری به عمل می‌آورد.





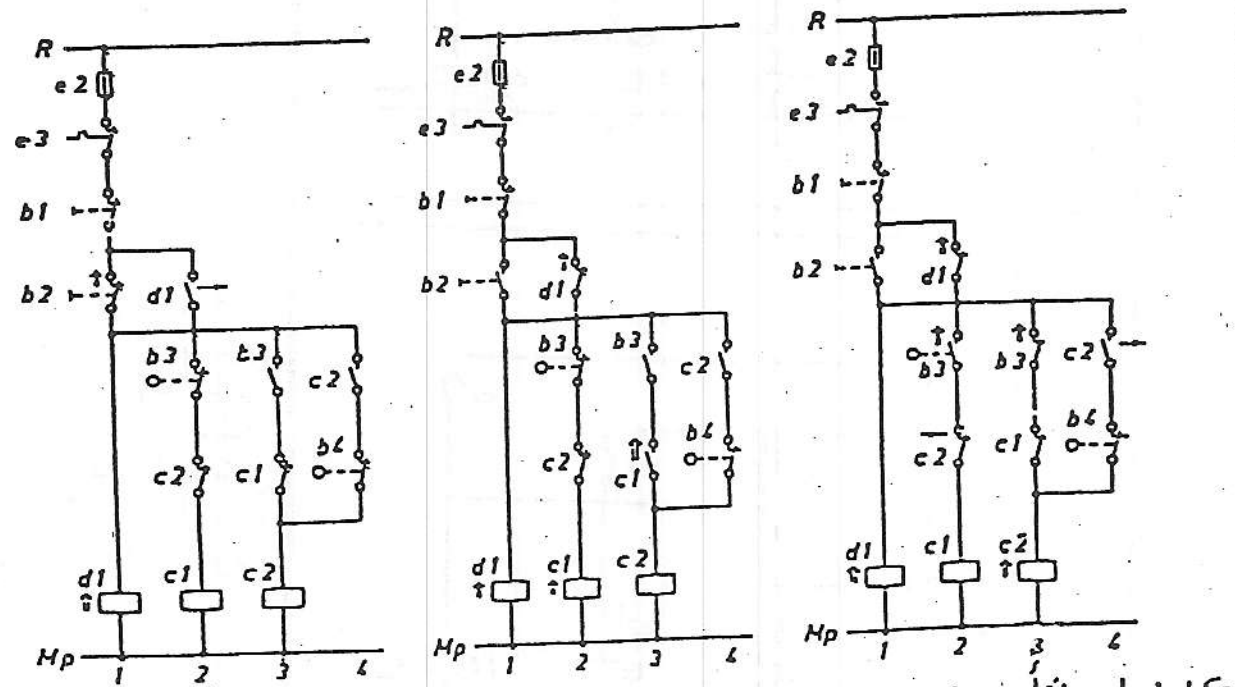
شکل ۷۶

مداربرگردان دستی با محدودکننده



خاموش — حافظ c2 روشن — خاموش کردن حافظ c2 بوسیله b5

مداربرگردان خودکار با محدودکننده



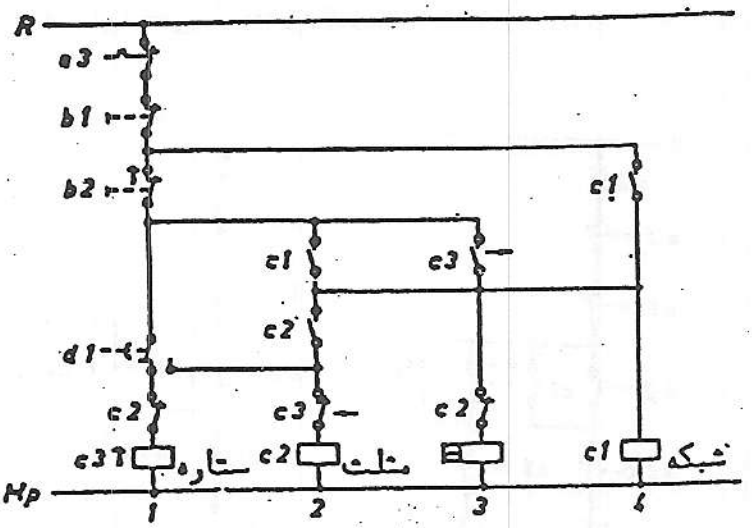
روشن کردن بوسیله b2 — حافظ c1 روشن — تکه نهائی با تأخیر اتصال میدهد

مدار خودکار ستاره/مثلث

مدارها بدون فیوز فرمان c2 رسم شده‌اند.

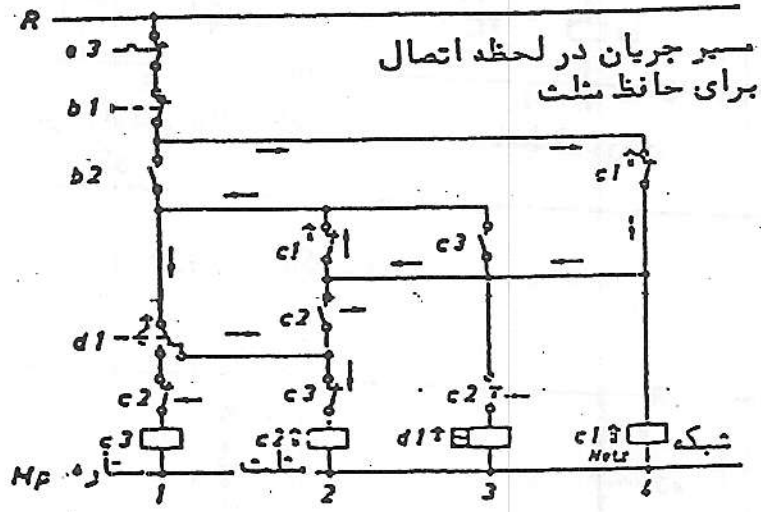
۱ ــ روشن کردن

با فشار دادن b2 حافظ ستاره‌ای c3 وصل میشود. به‌وسیله وصل کننده در مسیر جریان ۲ حافظ ستاره‌ای رله زمانی d1 و حافظ شبکه c1 را وصل می‌کند. قطع کننده مسیر تا موقعی‌که حافظ ستاره‌ای وصل است ازمتصل‌شدن حافظ مثلث جلوگیری می‌نماید.



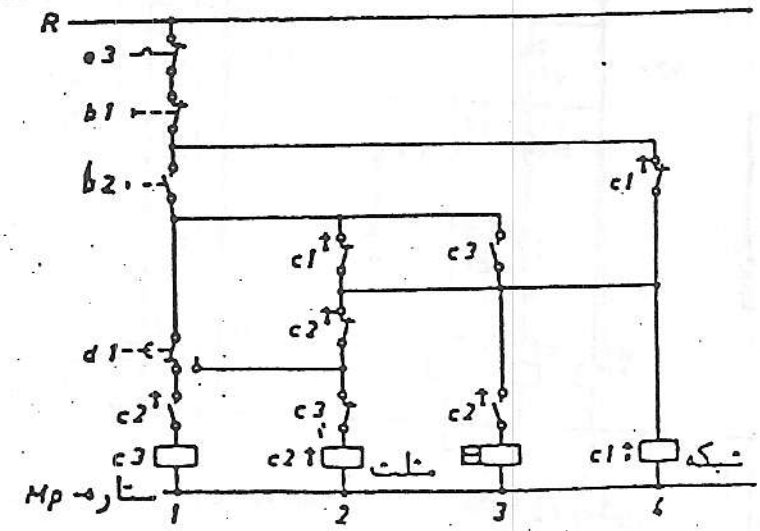
۲ ــ تغیر اتصال ستاره به مثلث

بعد از گذشت زمان تاخیری رله رله زمانی d1 تغیر اتصال میدهد. حافظ ستاره خارج می‌گردد و راه جریان ۲ را آزاد می‌کند. حافظ مثلث c2 وصل شده و برای هرقطع کننده c2 حافظ ستاره‌ای تنل شده و رله زمانی قطع میگردد.



۳ ــ مثلث روشن

وصل‌کننده خود نگهدار حافظ شبکه c1 و حافظ مثلث c2 با هم سری میباشند. حافظ ستاره و رله زمانی نمی‌توانند تا موقعی‌که حافظ مثلث وصل است متصل شوند. رله زمانی قطع شده بدون نظر می‌تواند به حالت ساکن خود برگردانده شود.

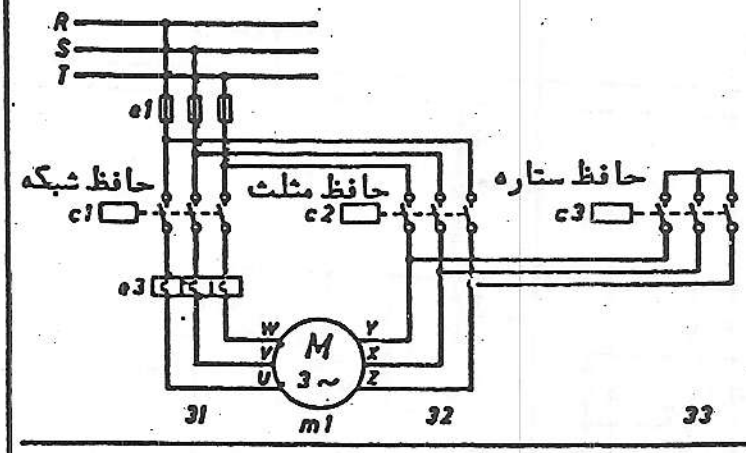


شکل ۷۸

۱ ــ مدار معمولی

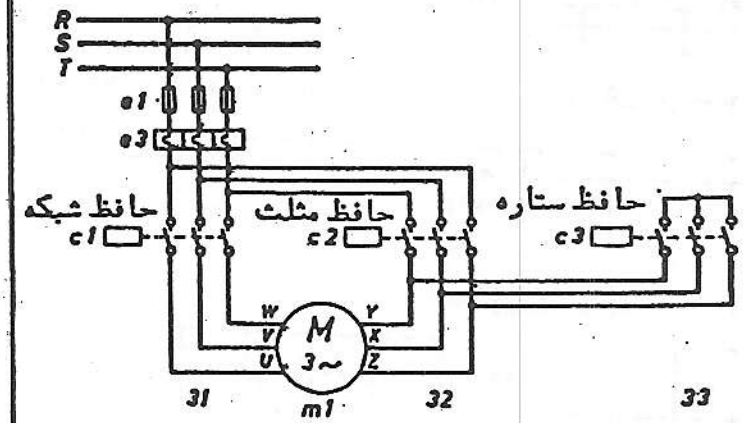
رله جریان غیر مجاز c3 در مدار مثلث در مسیر سیم نیست.

رله جریان غیر مجاز روی ۰٫۵۸ = ۱/√۳ برابر جریان اسمی موتور تنظیم میشود. در مدار ستاره‌ای نیز موتور محفوظ می‌باشد.



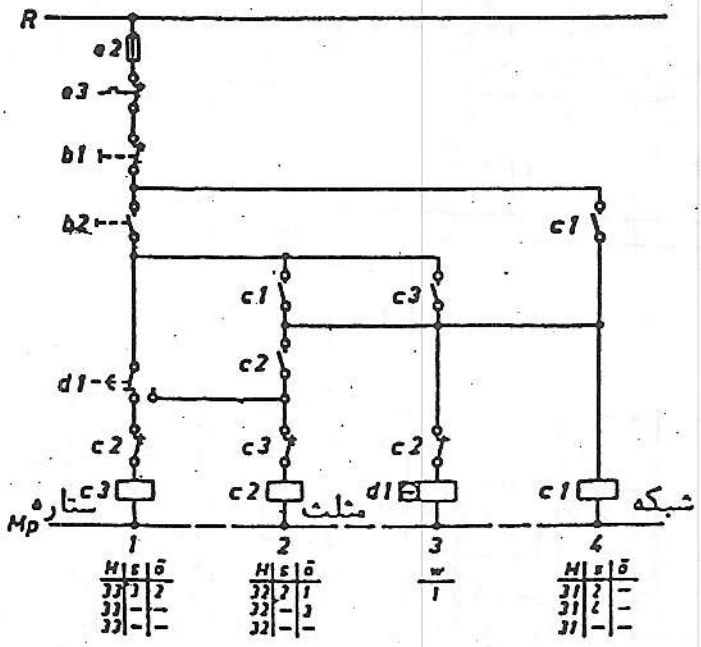
۲ ــ مدار برای دوربرداشتن طولانی

رله جریان غیر مجاز c3 در مسیر سیم قرار دارد. رله جریان غیر مجازروی جریان‌اسمی موتور تنظیم می‌شود. در مدار ستاره‌ای موتور ضد بار غیر مجاز محفوظ نیست.



نقشه مسیر جریان فرمان حافظ

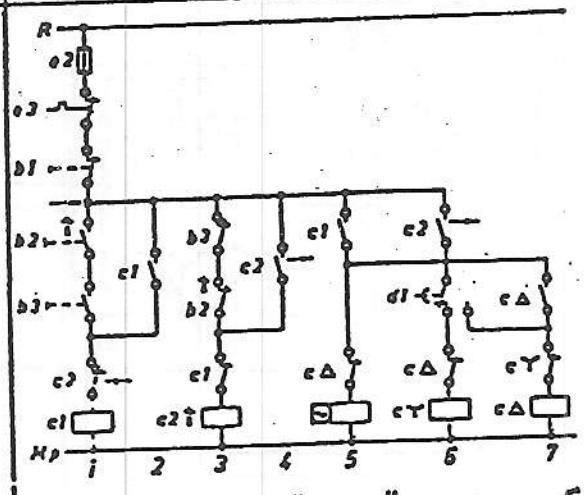
با فشار دادن b2 اول حافظ ستاره c3 روشن می‌شود. این حافظ در نتیجه جریان را قطع میکند. برای جلوگیری از سائیدگی بیجا، زمان تغیر اتصال را می‌توان با در نظر گرفتن دور برداشتن با رله d1 تنظیم کرد.



شکل ۷۹

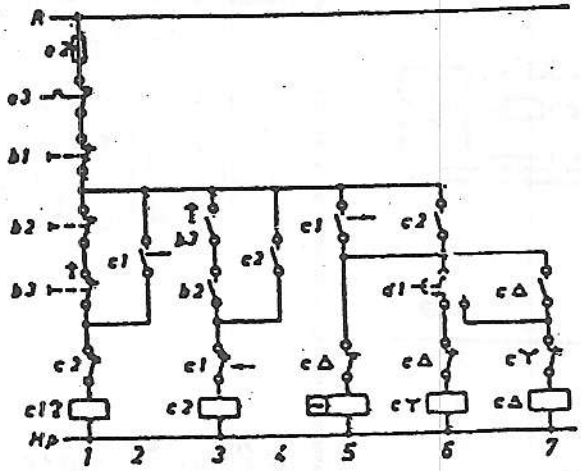
مدار برگردان مثلث/ستاره (حالت‌های اتصال)

گردش بچپ

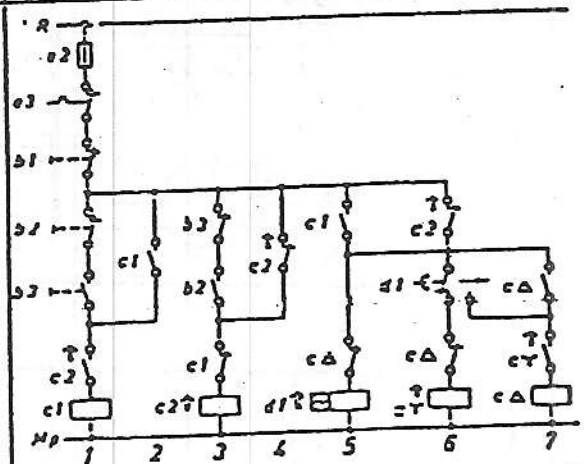


گردش بچپ "روشن"

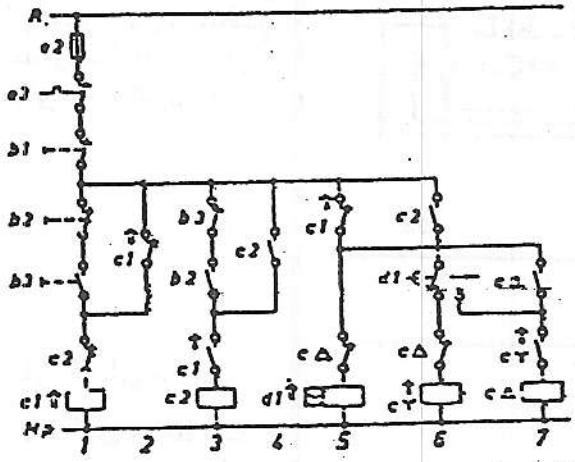
گردش براست



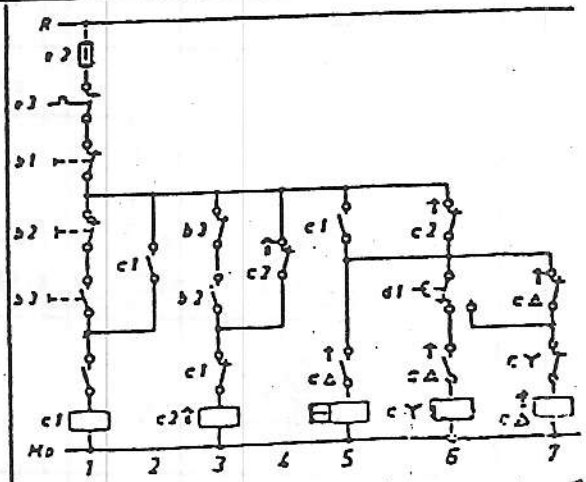
گردش براست "روشن"



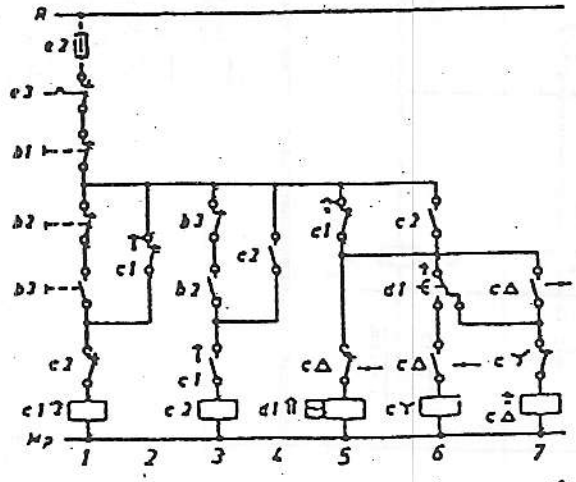
گردش بچپ "ستاره"



گردش براست "ستاره"



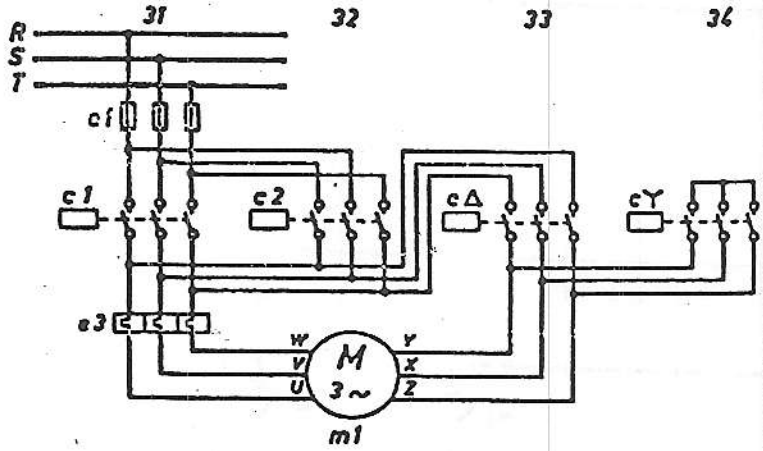
گردش بچپ "مثلث"



گردش براست "مثلث ـ روشن"

شکل ۸۰

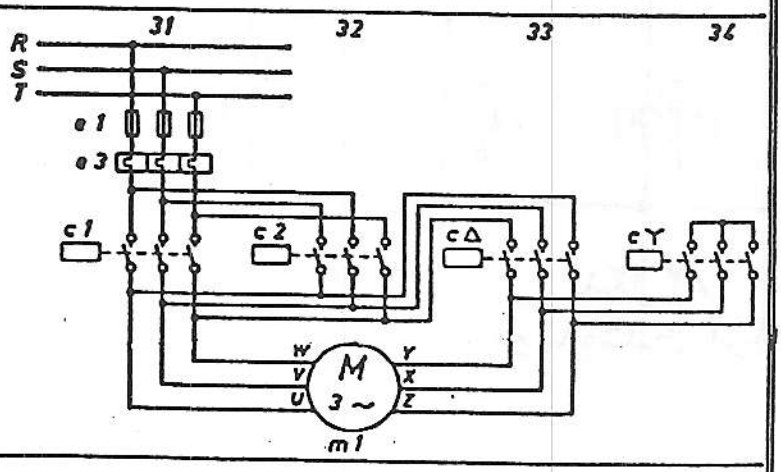
مدارهای حفاظتی
مدار برگردان ستاره/مثلث



۱ ــ مدار معمولی

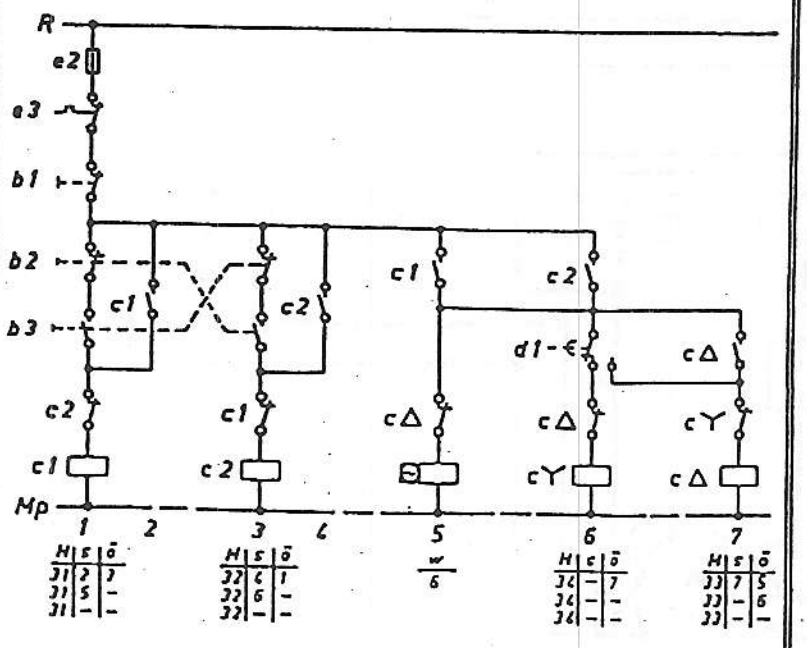
رله جریان غیر مجاز e2 در مدار مثلث در مسیر سیم نمی‌باشد.

رله جریان غیر مجاز روی ۰٫۵۸ = ۱/√۳ برابر جریان اسمی موتور تنظیم میشود. در مدار ستاره‌ای نیز موتور محفوظ میباشد.



۲ ــ مدار برای مدت دور برداشتن طولانی

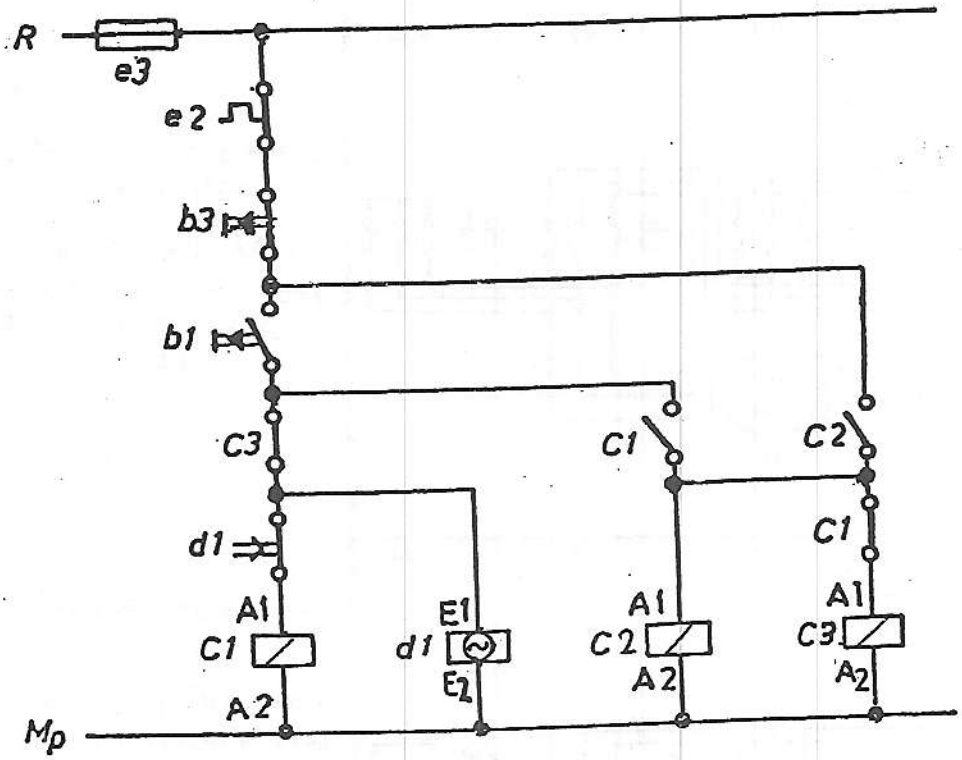
رله جریان غیر مجاز e3 در مسیر سیم ورودی است. رله جریان غیر مجاز روی جریان اسمی موتور تنظیم میگردد. در مدار ستاره‌ای موتور درمقابل بار غیر مجاز محفوظ نیست.



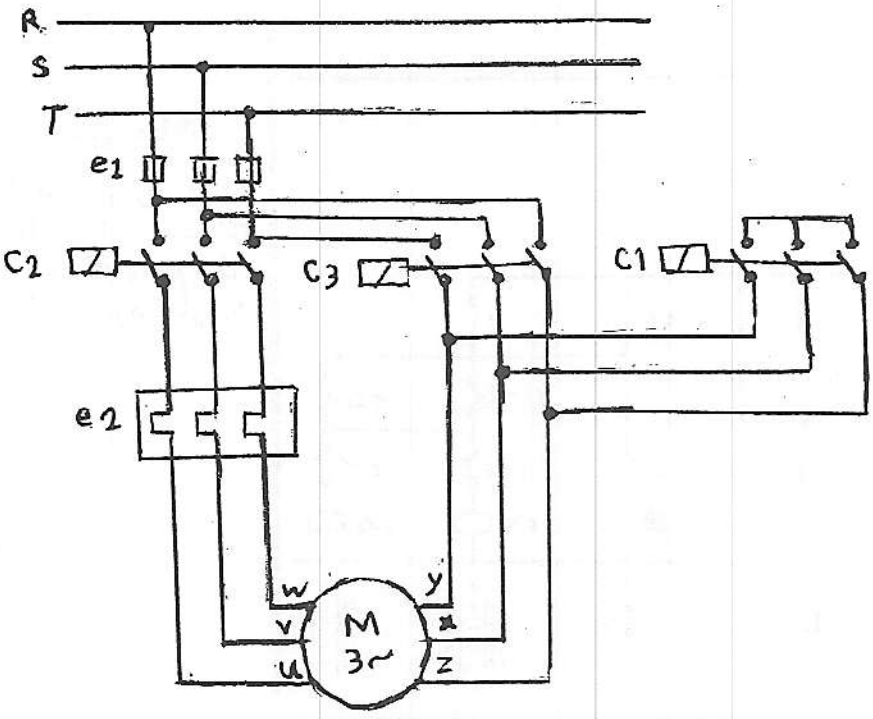
نقشه مسیر جریان فرمان حفاظت

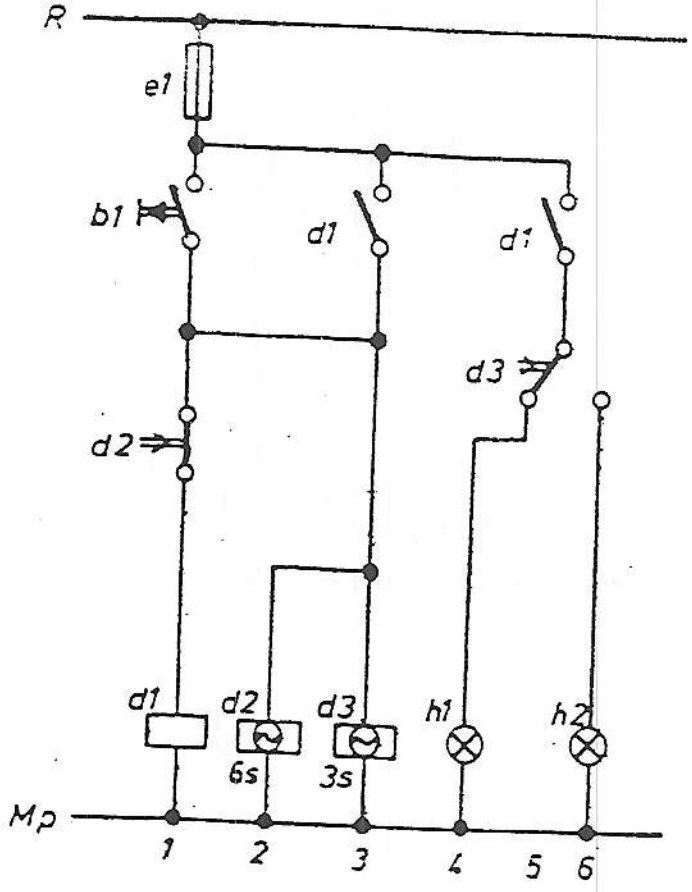
با فشار دادن b3 گردش براست c1 وبا فشار دادن b3 گردش بچپ c2 وصل می‌شوند. هم c1 و هم c2 کلید ستاره ــ مثلث خودکار را وصل می‌کنند.

شکل ۸۱

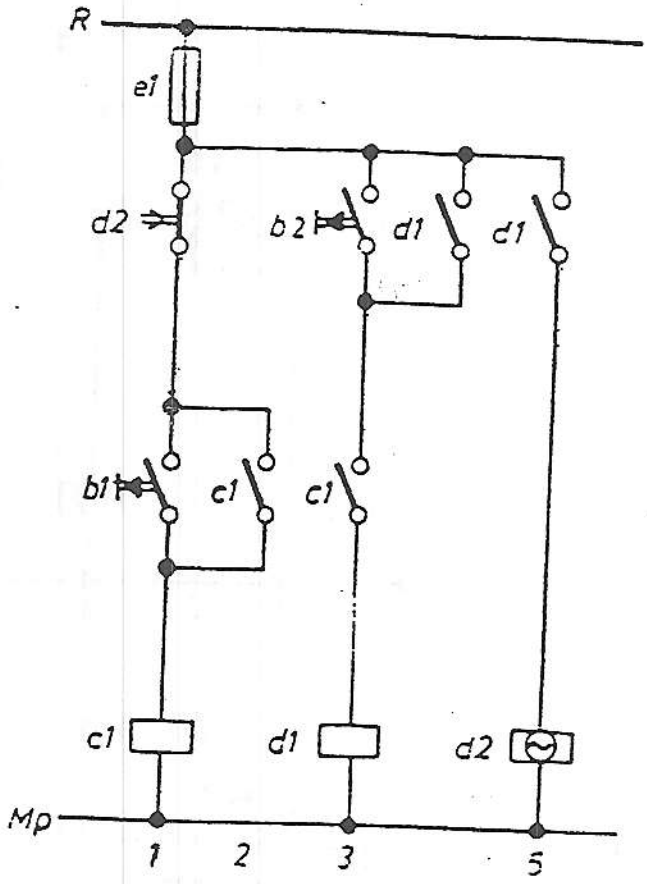


شکل ۸۲
مدار ستاره مثلث اتومات

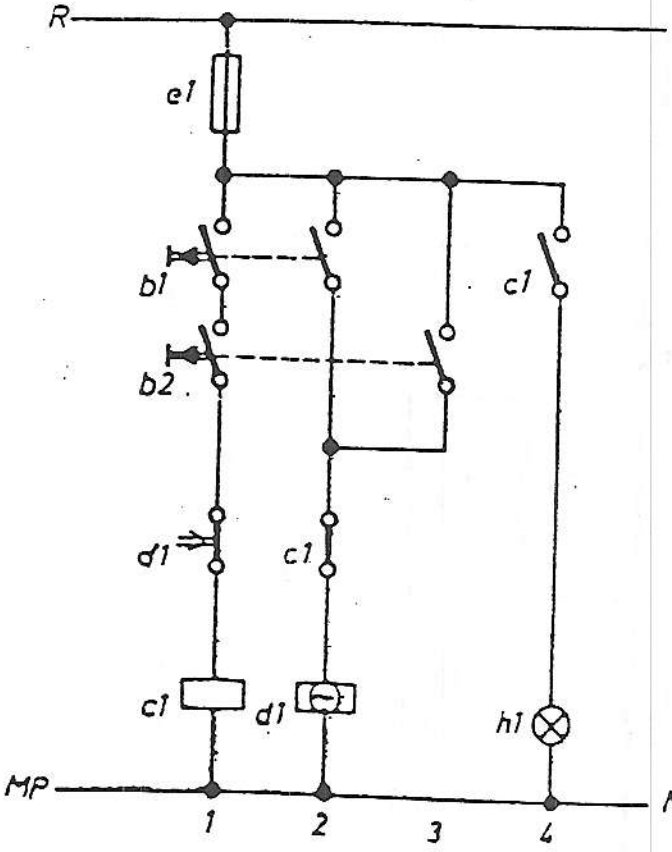




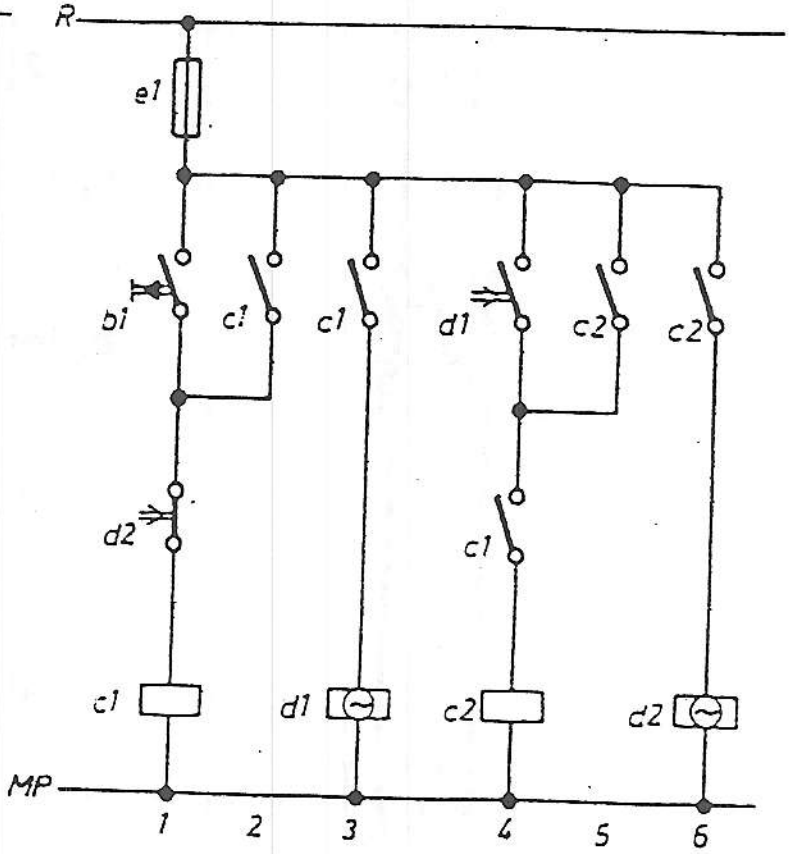
شکل ۸۳



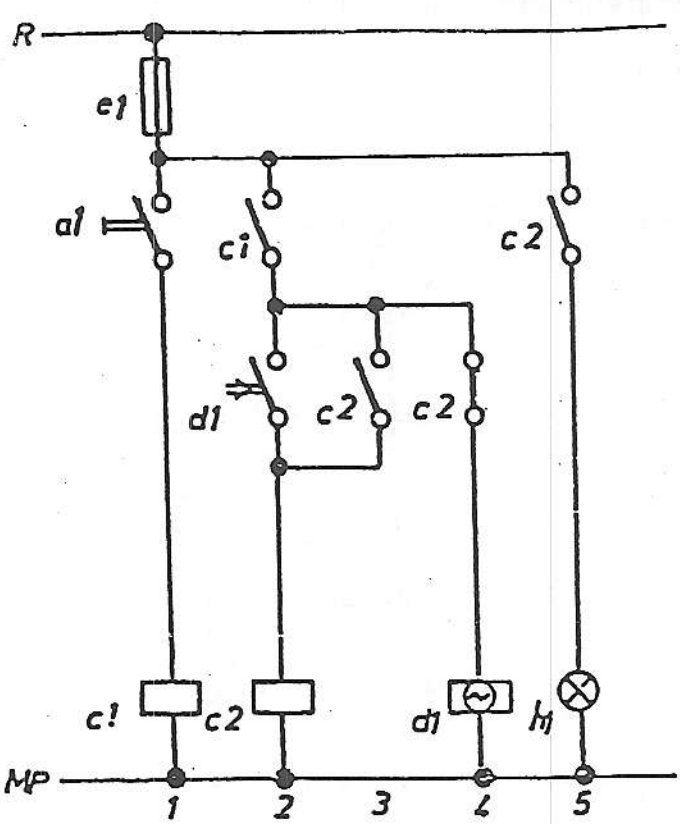
شکل ۸۴



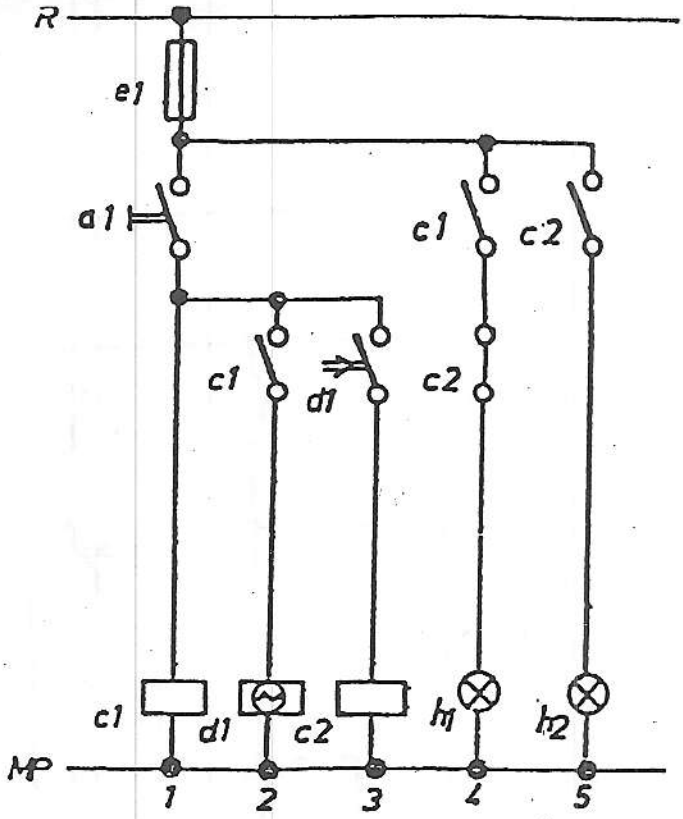
شکل ۸۵



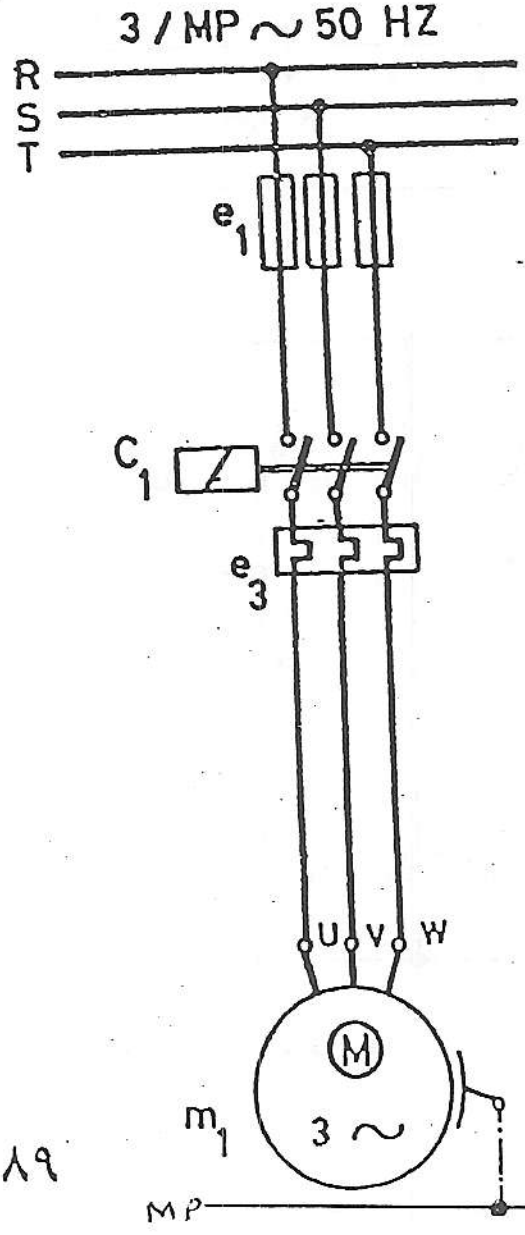
شکل ۸۶



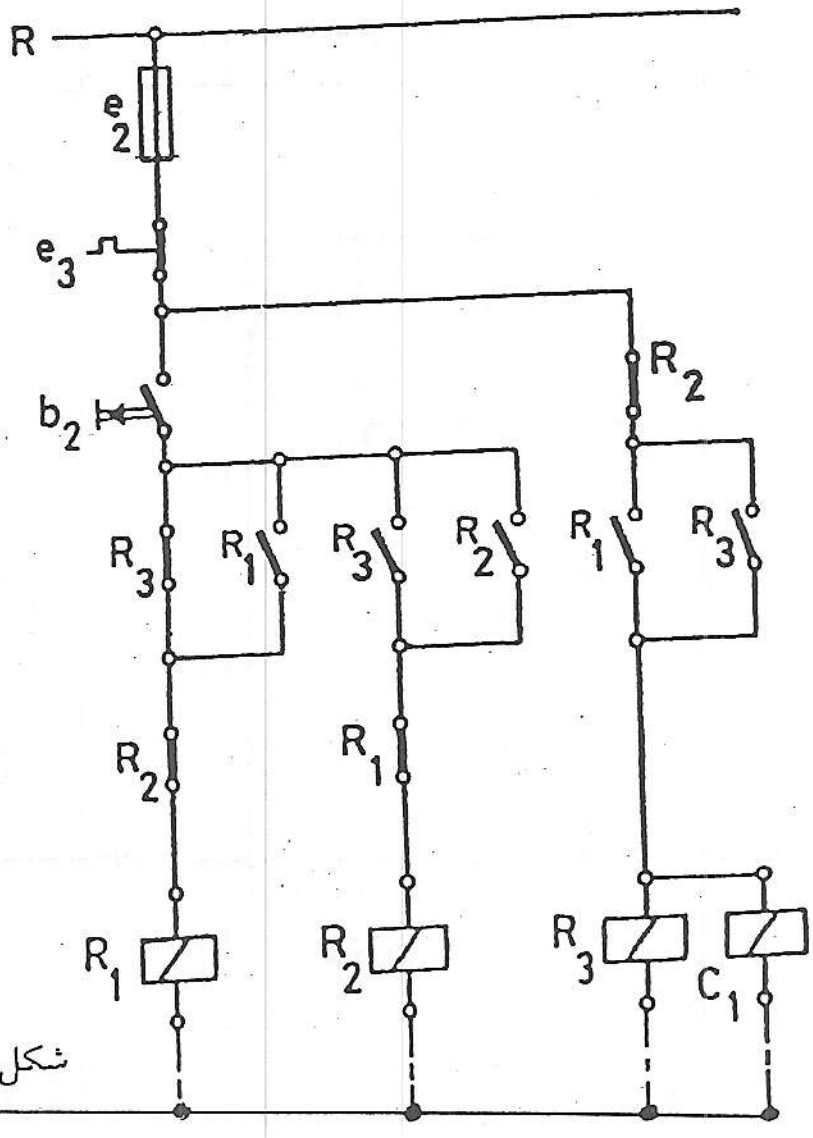
شکل ۸۷



شکل ۸۸



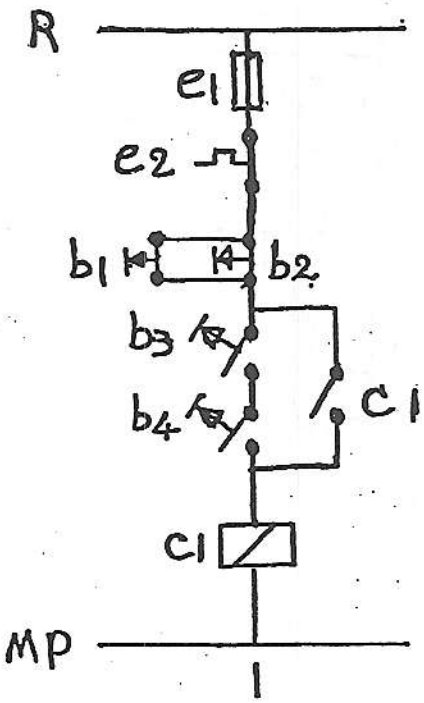
۸۹

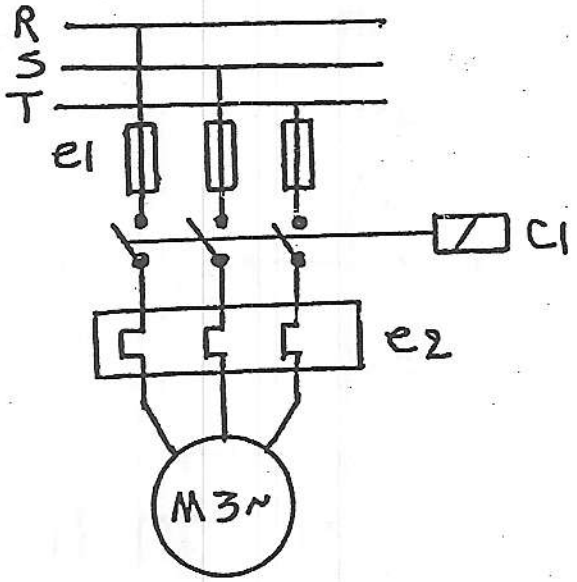


شکل ۸۹

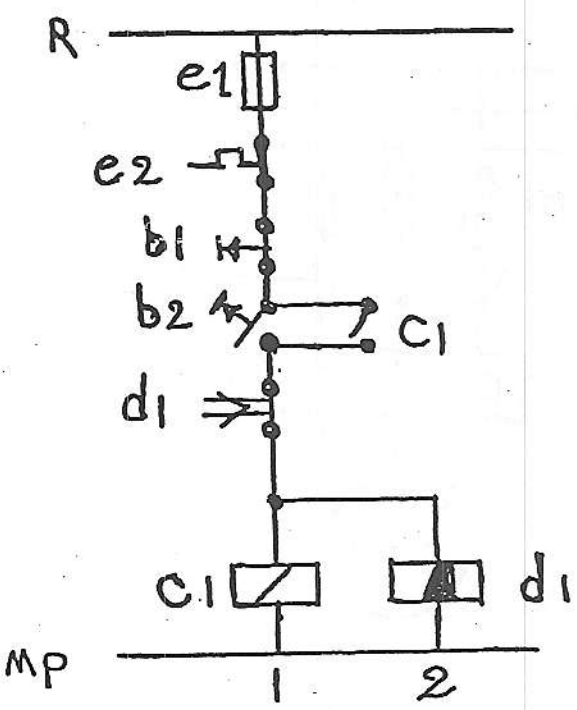
طراحی چند مدار فرمان و قدرت بوسیله کنتاکتورها:

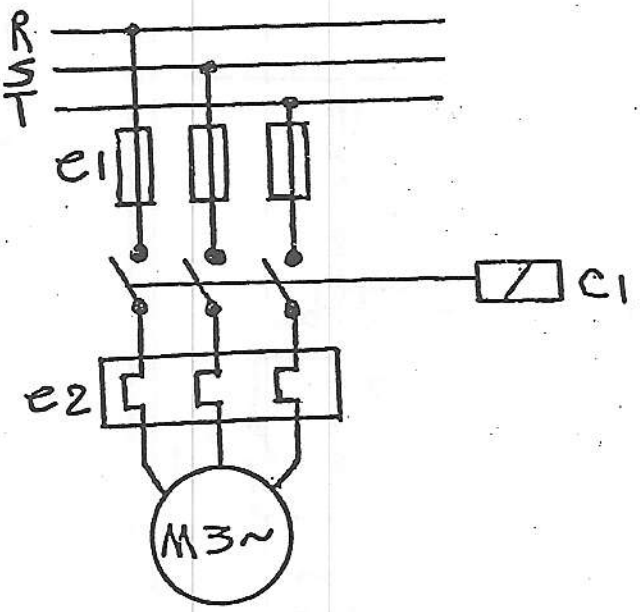
۱- مداری طرح نمائید که یک الکترو موتور سه فاز از دو نقطه بطور همزمان روشن و از دو نقطه بطور همزمان خاموش شود.



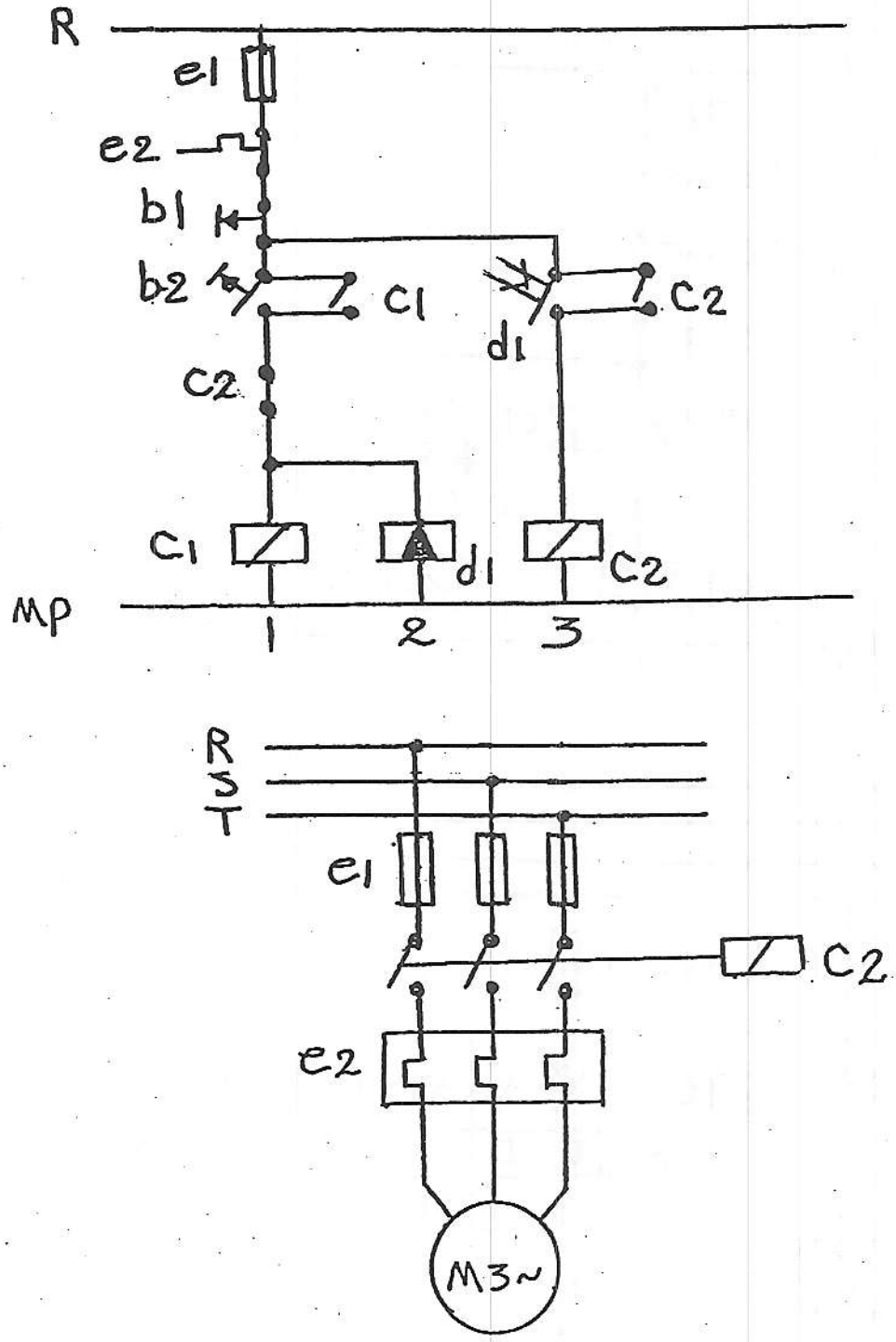


۲- مداری طرح نمائید که یک الکتروموتور سه فاز ده ثانیه بعد از کارکردن بطور خودکار خاموش شود.

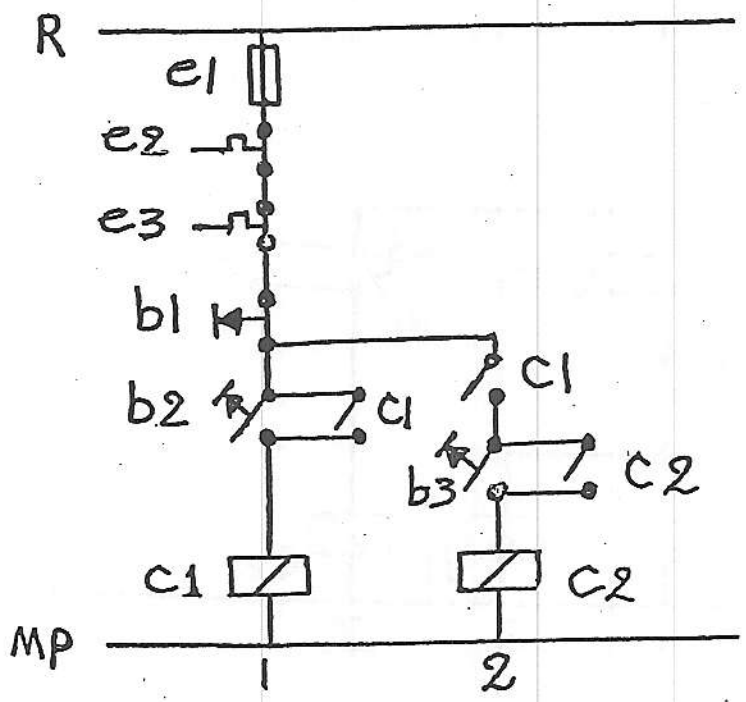


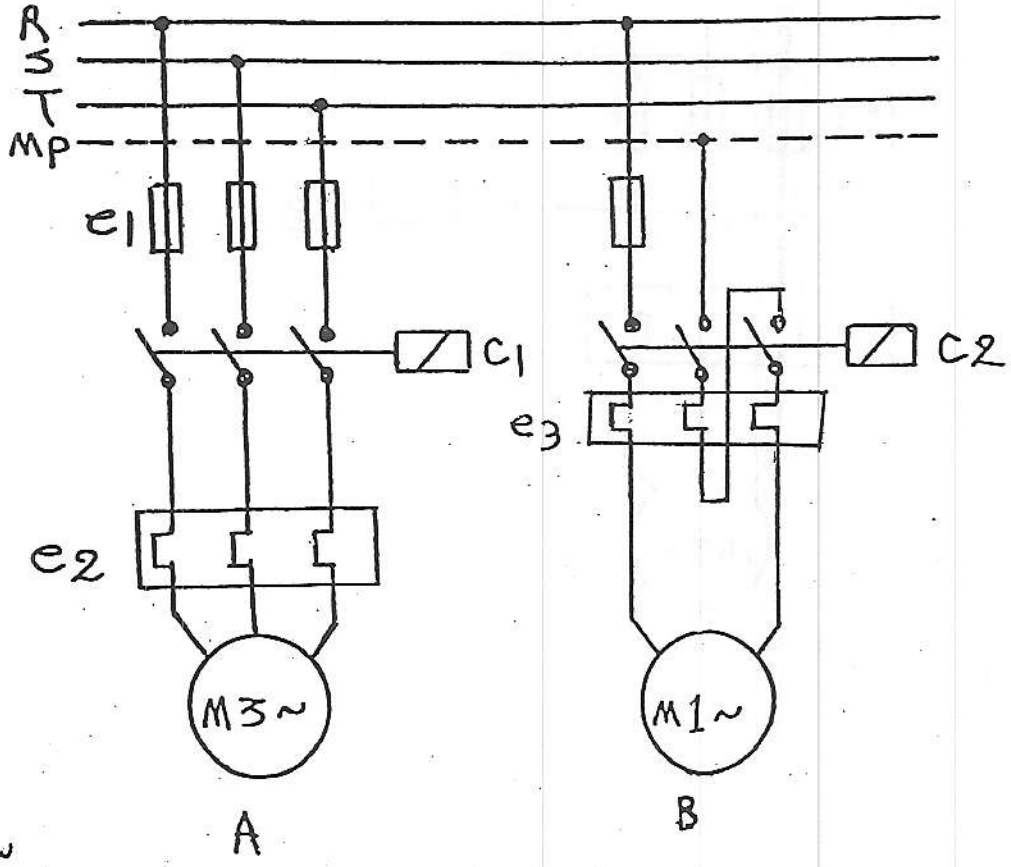


۳- مداری طرح نمائید که یک الکتروموتور سه فاز ۵ ثانیه بعد از استارت روشن شود.

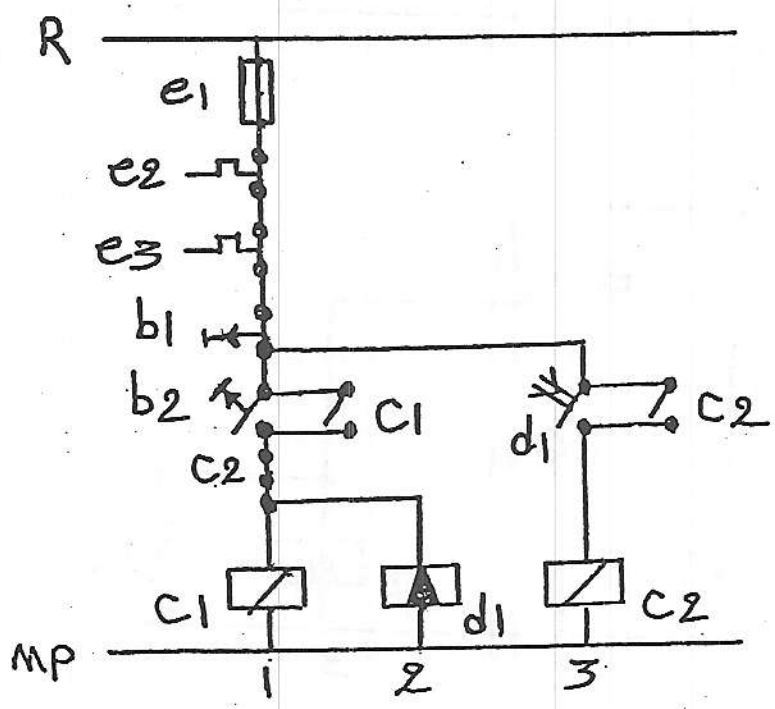


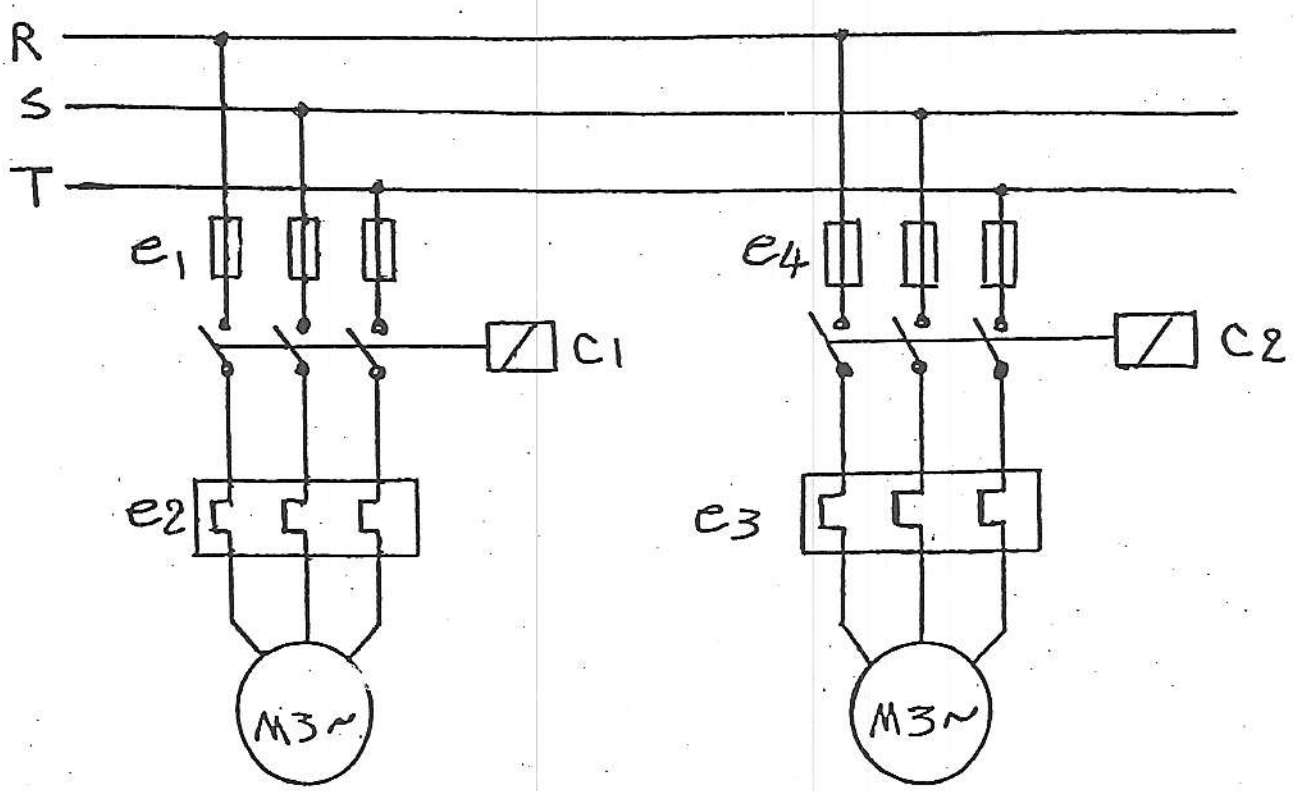
۴- مداری طرح نمائید که با فشار دادن شاسی b_2 الکتروموتور سه فاز A روشن شود و با فشار دادن شاسی b_3 الکتروموتور تکفاز B شروع بکار نماید.و تا زمانیکه موتور A بکار نیافتاده است، موتور B نیز کار نکند.



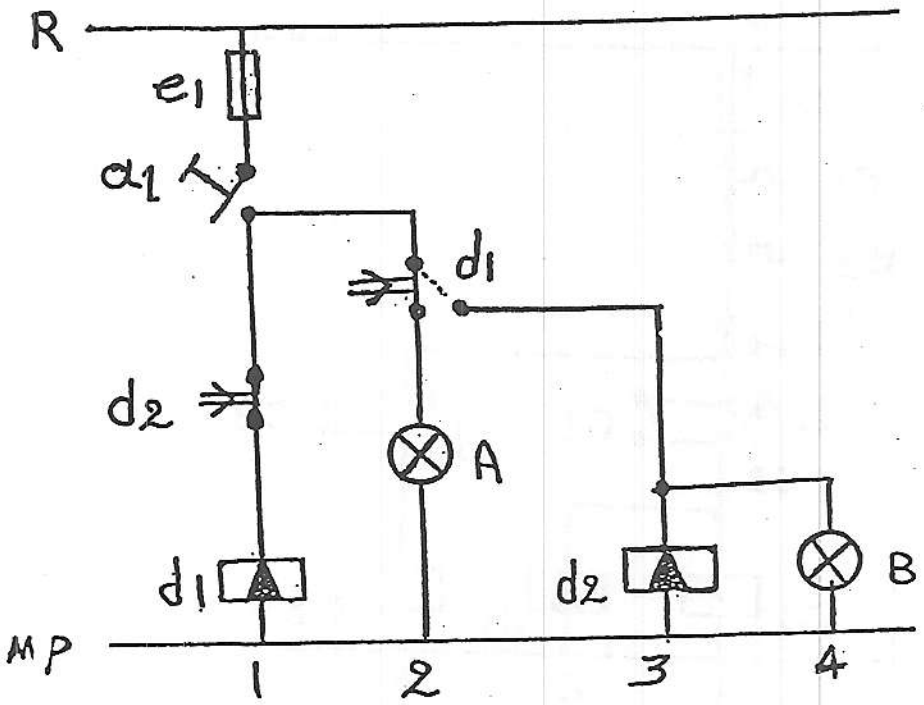


۵- مداری طرح کنید که با فشار دادن شاسی b_2 الکتروموتور سه فاز A روشن و بعد از ده ثانیه الکتروموتور سه فاز B روشن و الکتروموتور A خاموش شود. مدار فرمان و قدرت را رسم نمائید.

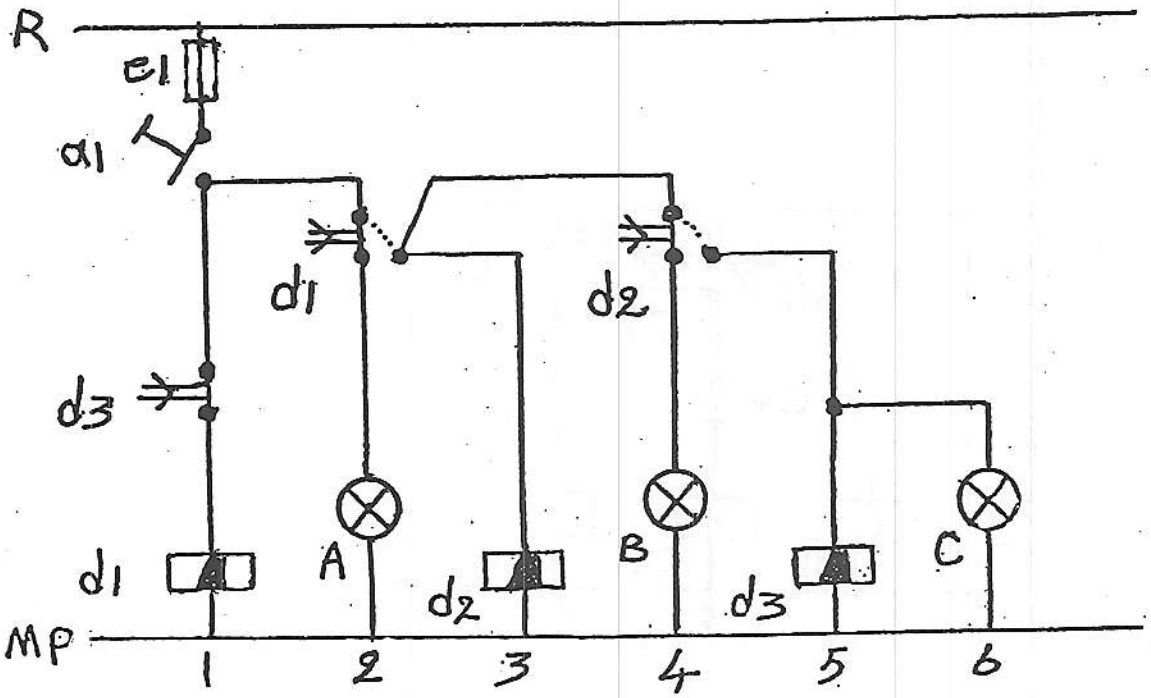




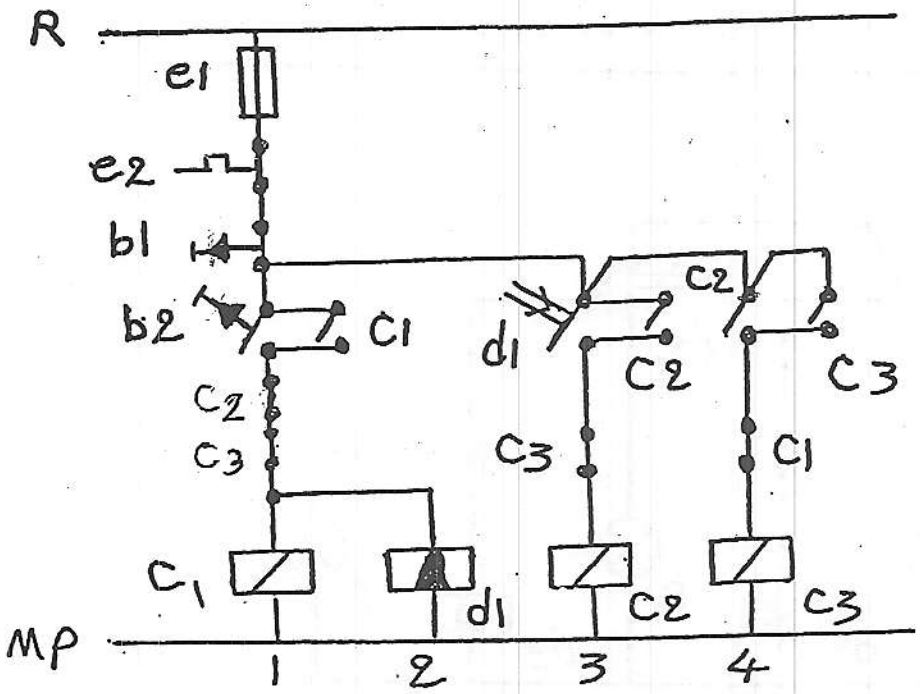
۶- مداری طرح کنید که با وصل کلید a1 لامپ A روشن شده و بعد از ۵ ثانیه لامپ B روشن و لامپ A خاموش و به همین صورت سیکل تکرار شود. فقط با استفاده از دو عدد تایمر مدار را طراحی کنید.

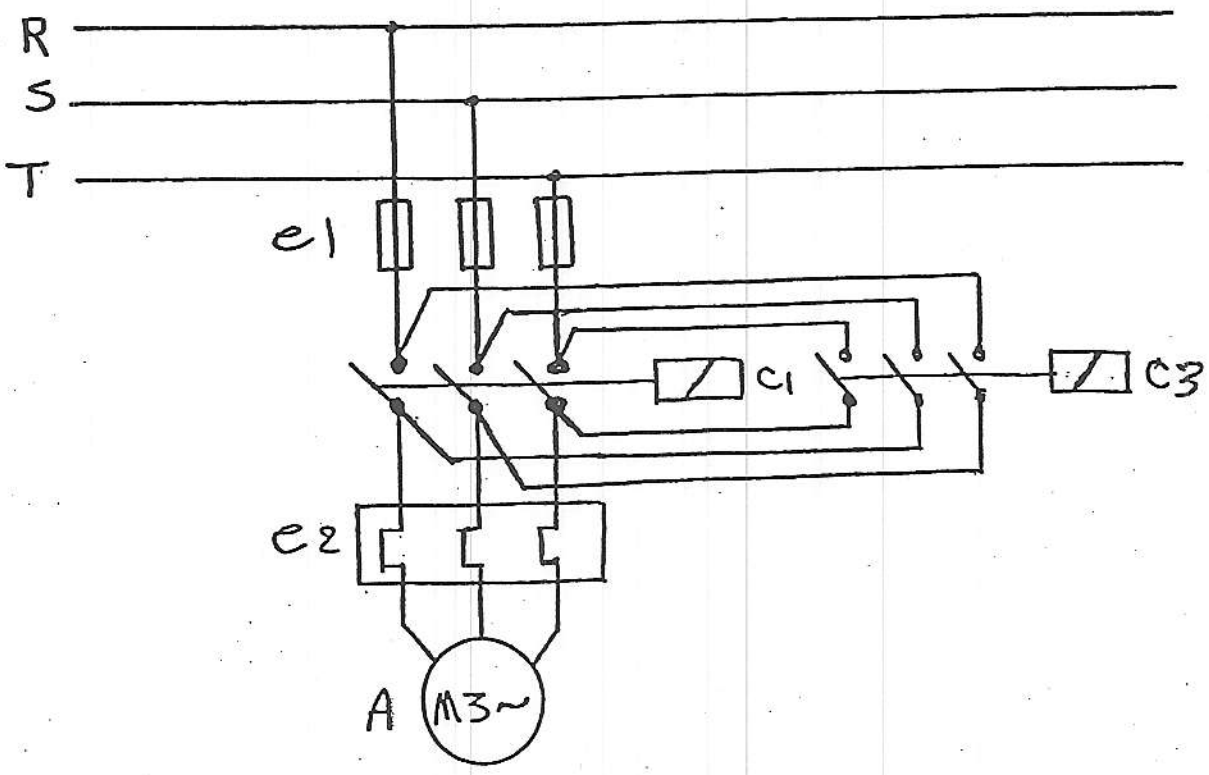


۷- مداری طرح کنید که با وصل کلید a1 سه لامپ C و B و A توسط سه عدد تایمر به ترتیب روشن و خاموش شوند و این سیکل تکرار شود.

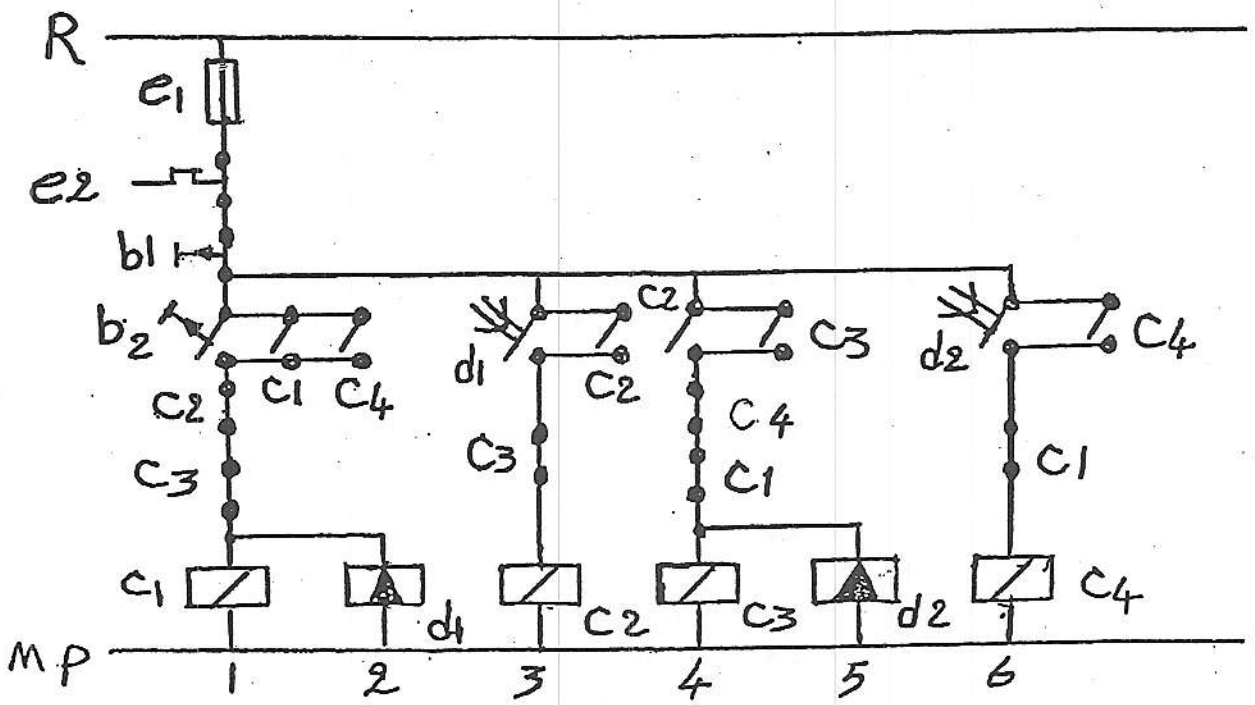


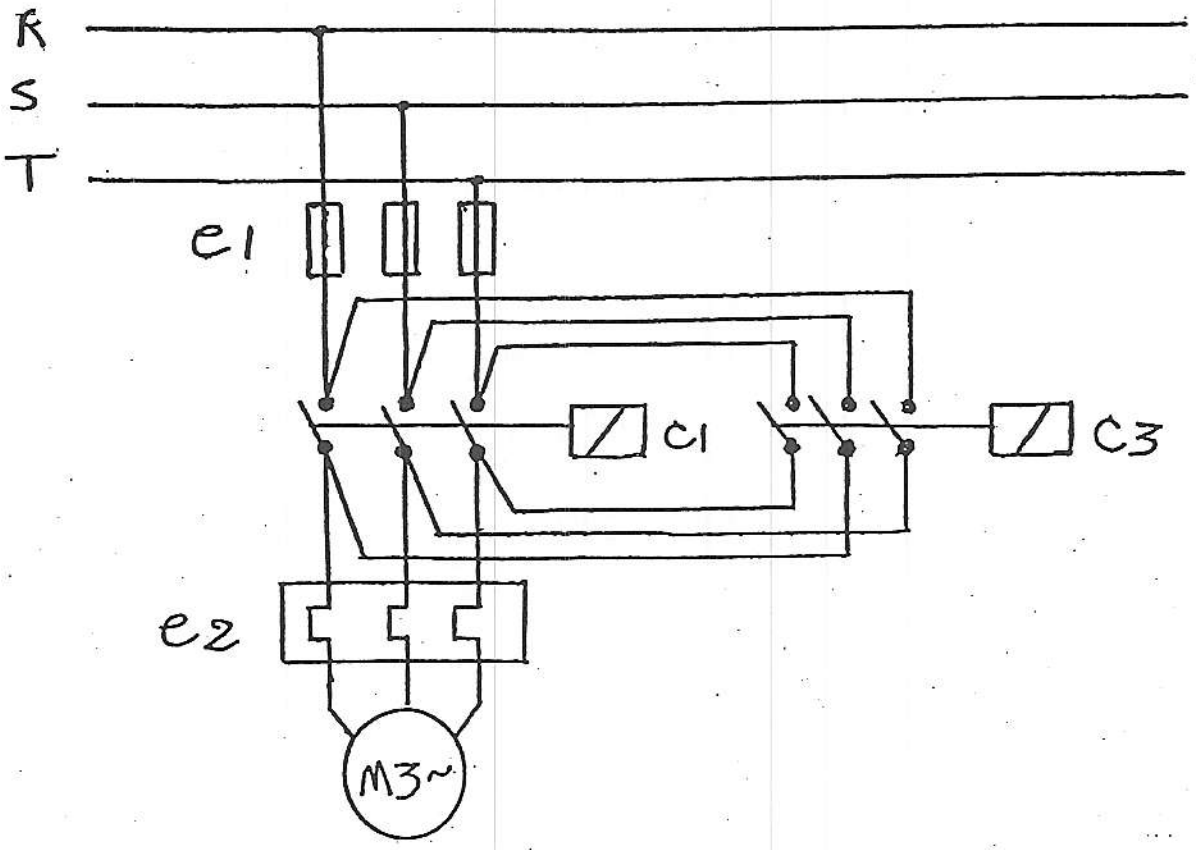
۸- مداری طرح کنید که با فشار دادن شاسی b_2 الکتروموتور سه فاز A بصورت راستگرد کار کرده و بعد از ده ثانیه بطور خودکار چپگرد شود.





۹- مداری طرح نمائید که با فشار دادن شاسی b_2 الکتروموتور سه فاز A بصورت راستگرد کار کرده و بعد از ده ثانیه چپگرد شود وسپس بعد از ۱۵ ثانیه راستگرد شود واین سیکل تکرار گردد.





بخش نهم : « ترانسفورماتور »

ترانسفورماتور ها را با توجه به کاربرد و خصوصیات آنها به سه دسته کوچک ، متوسط و بزرگ تقسیم می کنند. ساختن ترانسفورماتورهای بزرگ و متوسط بخاطر مسائل حفاظتی و عایق بندی و امکانات موجود کار ساده ای نبوده و ترانسفورماتورهای کوچک (تا قدرت ۱۶ کیلوولت آمپر و ولتاژ تا ۱۰۰۰ ولت) مورد نظر است .

موارد استفاده این ترانسفورماتورها امروزه بسیار زیاد است مثلا در یکسوسازها، در مصرف کننده های کم قدرت که به ولتاژ کم وصل می شوند، در وسایل الکترونیکی ، در اسباب بازیها و غیره از این ترانسفورماتورها استفاده می شود. برای ساختن ترانسفورماتورهای کوچک ، اجزای آن مانند ورقه های آهن، سیم و قرقره را می توان بسادگی تهیه نمود.

اجزای تشکیل دهنده یک ترانسفورماتور عبارتند از :

۱- هسته ترانسفورماتور: تشکیل شده است از ورقه های نازک فلزی که جنس آنها از آهن بدون پسماند (ورق دینام بلش) با آلیاژی از سیلسیم است و از یکدیگر عایق هستند.

۲- سیم پیچ ترانسفورماتور: معمولاً برای سیم پیچ اولیه و ثانویه ترانسفورماتور از هادیهای مسی با عایق لاکی استفاده می شود.

۳- قرقره ترانسفورماتور: برای حفاظت و نگهداری سیم پیچهای ترانسفورماتور ، خصوصاً در ترانسفورماتورهای کوچک باید از قرقره استفاده کرد. جنس قرقره باید از مواد عایق باشد.

۱ - ترانسفورماتورهای اندازه گیری :

یکی از روش های سنجش اختلاف سطح و جریان های متناوب زیاد استفاده از ترانسفورماتورهای اندازه گیری است . بطور کلی برای تبدیل نسبت اندازه گیری در مدار کلیه دستگاههای اندازه گیری الکتریکی از دو نوع ترانسفورماتور استفاده می شودکه مشخصات آنها با هم تفاوت دارد.

۱- ترانسفورماتور اندازه گیری جریان که بجای شنت آمپر متر (برای کاهش جریان مدار) استفاده می شود.

۲- ترانسفورماتور اندازه گیری ولتاژ که بجای مقاومت سری ولتمتر (برای کاهش ولتاژ مدار) بکار میرود.

این ترانسفورماتورها، ترانسفورماتورهای کاهنده با قدرت خیلی کم هستند و کار آنها تبدیل جریان و ولتاژ زیاد به مقدار قابل سنجش و در ضمن محافظت دستگاههای اندازه گیری در مقابل اختلاف سطح زیاد می باشد. به همین خاطر ترانسفورماتورهای اندازه گیری در فشار قوی دستگاههای بسیار مهمی هستند. تلفات ترانسفورماتورهای اندازه گیری بسیار کم و دقت آنها زیاد است. ترانسفورماتورهای اندازه گیری از نظر مکانیکی خیلی محکم ساخته می شوند و هسته آنها از صفحات فلزی (آهن - نیکل) به ضخامت ۰/۱ تا ۰/۵ میلیمتر با قابلیت نفوذ مغناطیسی زیاد تشکیل شده است. کلاس دقت ترانسفورماتورهای اندازه گیری عبارتند از ۰/۱ ، ۰/۲ ، ۰/۳ ، ۱ و ۳ ، که کلاس ۰/۱ آنها بعنوان ترانسفورماتورهای نمونه برای اندازه گیریهای دقیق بکار می روند.

۲ - مزایای ترانسفورماتورهای اندازه گیری:

۱- مدار اندازه گیری از شبکه مجزا میشود و در مواردیکه با فشار قوی سر و کار داریم خطرات ناشی از فشار قوی از بین میرود.

۲- بوسیله یک ترانسفورماتور اندازه گیری میتوان چندین دستگاه اندازه گیری را در آن واحد مورد استفاده قرار داد در صورتیکه مقاومتهای شنت و سری فقط مورد استفاده یک دستگاه اندازه گیری قرار می گیرند. مثلا به وسیله یک ترانسفورماتور جریان میتوان بوبین جریان یک کنتور و یک واتمتر را تغذیه نموده و در عین حال آنرا بجای شنت یک آمپر متر بکار برد.

۳- با استفاده از ترانسفورماتورهای اندازه گیری که انرژی بسیار کمی را مصرف میکنند دستگاههای کوچکتر و دقیقتری که مصرف داخلی آنها بسیار کم است میتوان بکار برد درصورتیکه مصرف داخلی شنت آمپرمترها و مقاومتهای سری ولتمترها بیش از ترانسفورماتورها است.

۴- ترانسفورماتورهای اندازه گیری بوسیله کارخانجات مختلف با مشخصات و دقت معینی ساخته میشوند وبرای انواع دستگاههامورد استفاده قرار میگیرند، درصورتیکه مقاومتهای ساخت کارخانجات مختلف دارای مشخصات دقیق و مشابهی نیستند بعلاوه هر مقاومتی را نمیتوان جز برای دستگاه مخصوص خود برای دستگاه دیگری مورد استفاده قرار داد.

۵- چون مدار اولیه و ثانویه ترانسفورماتورها را میتوان بخوبی از یکدیگر عایق نمود کارکردن در مدار ثانویه آنها بی خطر بوده و همچنین میتوان آنها را با یکدیگر ترکیب کرد.

۶-باکمک ترانسفورماتورهای اندازه گیری می توان وسایل فرمان و تنظیم خودکار آلترناتورها و ماشینهای الکتریکی را بکار انداخت .

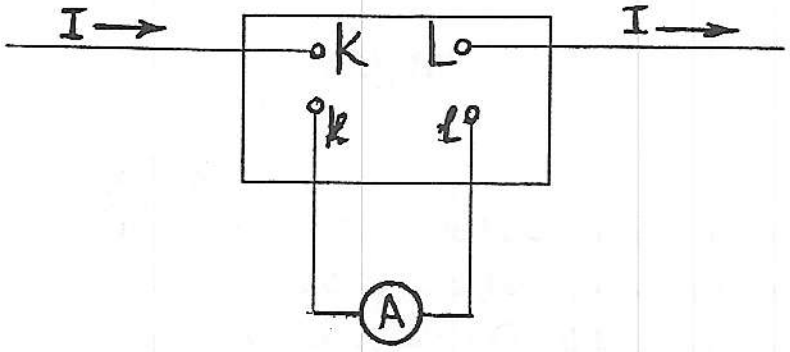
تنها عیبی که ترانسفورماتورهای اندازه گیری دارند این است که فازکمیت مورد سنجش را تغییر می دهند واگر شکل موج سینوسی نباشد تا حدی آنرا تغییر شکل می دهند. درعمل تغییر فاز جریان یا اختلاف سطح برای اندازه گیری مقدار آنها مهم نیست ولی در موارد بخصوص مثلا در واتمترها اختلاف فاز دو کمیت ودر نتیجه تغییر فازشان حائز اهمیت است .

ترانسفورماتورهای سنجش (جریان و فشار) از لحاظ ساختمان دارای دو سیم پیچی اولیه و ثانویه میباشند که بر روی هسته آهنی پیچیده شده اند تعداد حلقه های اولیه n1 و ثانویه n2 میباشند در ترانسفورماتورهای جریان چون i1 بیشتر از i2 میباشد بنابراین $n_1 < n_2$ بوده و برای جریان های بالاتر از ۶۰۰ آمپر معمولا سیم پیچ اولیه به شکل ضخیم می باشند. و سیم پیچ ثانویه از سیم نازک ساخته شده و معمولا برای ۵ آمپر میباشد در ترانسفورماتورهای فشار $n_1 > n_2$ بوده و مقطع سیم پیچ اولیه نازکتر از ثانویه میباشد و سیم پیچ ثانویه را برای ۱۰۰ یا ۱۲۰ ولت میسازند.

۳ - ترانسفورماتورهای اندازه گیری جریان:

کار این دستگاه تبدیل جریانهای زیاد به جریانهای کم قابل اندازه گیری و در ضمن حفاظت دستگاهای اندازه گیری در مقابل ضربات ممکنه میباشد.این دستگاه جریانهای از ۵ تا ۶۰۰۰ آمپر را به ۵ آمپر تبدیل میکند در مدار ثانویه این ترانسفورماتورها یک آمپر مترقرار میگیرد که مقاومت داخلی آنها عموماً کوچک است به این جهت این ترانسفورماتورها در حالت

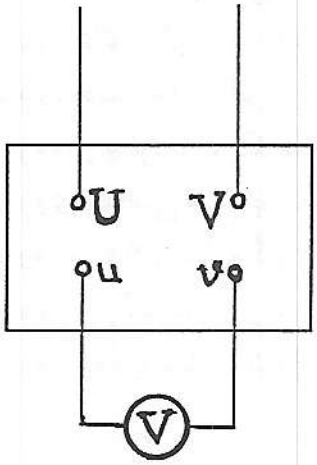
اتصال کوتاه کار می کنند. در اینگونه ترانسفورماتورها سیم پیچ اولیه را فقط سیم حامل جریان بار تشکیل می دهند که آمپر دور مغناطیس کننده ضعیفی تولید میکند به همین دلیل مدار مغناطیسی آنها را کاملا مسدود میسازند و قابلیت نفوذ هسته آهنی شان باید خیلی زیاد باشد. مهمترین قسمت ترانسفورماتور جریان سیم پیچی ثانویه آن است که تعداد حلقه های آن زیاد بوده و بطور یکنواخت روی مدار مغناطیسی پیچیده میشود. قرار دادن یک ترانسفورماتور جریان در مدار کار مشکلی است لذا در اندازه گیری دائمی (تابلوها) این ترانسفورماتورها هنگام نصب تاسیسات در جای خود قرار گرفته و ثابت باقی می مانند ولی برای اندازه گیریهای موقتی در صورتیکه بخواهند بدون جریان چنین دستگاهی را در قرار دهند مدار مغناطیسی آنرا به شکل انبری میسازند که باز و بسته شده وسیم حامل جریان قوی را در بر می گیرد دستگاه اندازه گیری روی دسته انبر نصب شده و دقت این نوع ترانسفورماتورها کم میباشد. هنگامی که از سیم پیچ اولیه (سیم حامل جریان) جریان عبور می کند هرگز نباید آمپر متر را از مدار ثانویه باز کرد زیرا چون ترانسفورماتوردر حالت اتصال کوتاه است پس از قطع شدن جریان ثانویه اختلاف سطح زیادی در آن القاءمیشود بعلاوه در اینحالت آمپر دورهای مغناطیس کننده اولیه خنثی نشده و تقریباً هزار برابر حالتی می شود که مدار ثانویه روی آمپر متر اتصال کوتاه شده بود بنابراین چنانچه مدار ثانویه این ترانسفورماتور باز بماند افزایش آمپر دور اولیه باعث گرم شدن و حتی ذوب شدن هسته آن میشود بهمین جهت مدار ثانویه ترانسفورماتورهای جریان غالباً دارای وسیله ای برای اتصال کوتاه کردن بوده و پیش از باز کردن آمپر متر در صورتیکه نتوان جریان اولیه را قطع نمود ابتدا مدار ثانویه را روی مقامتی شبیه به مقاومت آمپر متر اتصال کوتاه می کنند. ابتدا و انتهای سیم پیچهای ترانسفورماتورهای اندازه گیری جریان باید دقیقا مشخص باشد که آنها را معمولا با حروف k و l مشخص می کنند. حروف بزرگ مشخص کننده سرهای اولیه و حروف کوچک نشان دهنده سرهای ثانویه میباشد.به شکل ۹۱ نگاه کنید.



شکل ۹۱

۴ - ترانسفورماتور اندازه گیری ولتاژ:

این ترانسفورماتورها فشار قوی را به ضعیف تبدیل و مدار اندازه گیری را از مدار فشار قوی جدا و در نتیجه دستگاهای اندازه گیری را در مقابل اختلاف سطحهای زیاد ناگهانی محافظت می کنند. این ترانسفورماتورها برای اختلاف سطحهای از ۱ تا ۴۰۰ کیلوولت اولیه و ۱۰۰ تا ۱۲۰ ولت ثانویه ساخته می شوند. در مدار ثانویه این ترانسفورماتورها ولتمتر که مقاومت داخلی آنها زیاد است قرار می گیرد . به این جهت ترانسفورماتورهای فشار قوی در شرایط بی باری کار میکنند بنابراین جریان اولیه بسیار کمی از شبکه میگیرد و ضریب قدرتشان تقریبا صفر است. عایق بندی سیم پیچ اولیه و ثانویه اینگونه ترانسفورماتورها از یکدیگر حائز اهمیت است و مدار مغناطیسی آنها مسدود و عملاً بدون پراکندگی است .ابتدا و انتهای سیم پیچهای ترانسفورماتورهای اندازه گیری ولتاژ با حروف u و v مشخص می شود که حروف بزرگ سرهای اولیه و حروف کوچک سرهای ثانویه را نشان می دهد.



شکل ۹۲

۵ - توان اکتیو و راکتیو:

اگر به دو سر بار ولتاژ وصل نمائیم جریان I توسط بار کشیده می شود. توانی که از این جفت سر وارد بار می شود حاصل ضرب S برابر است با فازور جریان در فازور ولتاژ VI که برای اندازه گیری P توان اکتیو از واتمتر استفاده می شود. و Q توان کور یا غیر حقیقی می باشد. اگر بتوانیم مصرف کننده‌ها را به دو دسته اهمی و غیر اهمی دسته بندی کنیم متقابلاً جریان هایی که از این دو گروه از شبکه می گیرند دو دسته می شوند اگر مصرف کننده اهمی خالص باشد ،(لامپ ، گرم کننده و غیره) جریانی از شبکه متناسب با مقاومت می کشد که به آن جریان اکتیو می گوئیم . این جریان در مصرف کننده ها صرف ایجاد حرارت می شود. ولی جریان یک خازن یا سلف خالص که خاصیت مقاومت اهمی ندارند و از شبکه گرفته می شود صرف ایجاد میدان الکتریکی در خازن و میدان مغناطیسی در سلف می شود. که مقدار جریان بستگی به مقاومت خازنی (Xc) و

مقاومت سلفی (XI) دارد. به این نوع جریان ، جریان کور یا راکتیو می گویند. ترانسفورماتورها از شبکه جریان کور می کشند.نتیجه می گیریم که جریان اکتیو یک مقدار حقیقی و جریان راکتیو مقداری غیر حقیقی است . پس در بار اهمی بردارهای جریان و ولتاژ در یک خط قرار گرفته و با یکدیگر اختلاف فاز ندارند و در سلف خالص بردار ولتاژ ۹۰ جلوتر از بردار جریان و در خازن بردار جریان ۹۰ درجه جلوتر از بردار ولتاژ می باشد. البته باید توجه داشت جریان خازن و سلف هر دو جریان کور ، هستند. ولی مختلف العلامه می باشند. جریان سلف و خازن همدیگر را خنثی می کنند. و بر همین اساس روی وسایل موتوری در کارخانجات بعلت زیاد بودن مقدار بار سلفی ، خازن نصب کرده تا مقداری جریان کور را کم کند. از آنجائی که وجود مقادیر زیادی مصرف کننده های سلفی در کارخانه های بزرگ و عمده بار غیر مفید ایجادمی کند، لذا برای پیشگیری از آن نصب مقدار مناسبی خازن برای خنثی کردن تاثیر سلف و ایجاد رزونانس کارخانجات توصیه می گردد. این نوع بارها توسط کنتورهای مخصوص اندازه گیری می شود. این کنتورها عبارتند از :

الف – کنتور اکتیو　　ب – کنتور راکتیو　　پ – کنتور دو تعرفه

٦ – کنتور اکتیو:

این نوع کنتور ها دارای سه بوبین جریان است که هر بوبین به تنهایی با خط ورودی بطور سری قرار گرفته و همچنین دارای سه بوبین ولتاژ است که هر بوبین به تنهایی بصورت موازی در داخل جعبه کنتور قرار می گیرد. بوبینهای ولتاژ در این کنتور به شکل ستاره بهم وصل شده اند و نقطه صفرشان به نول بسته می شود . بارهای اکتیو یا مفید را می توان لامپها ، اتو و مواردیکه انرژی الکتریکی تولید می شود نام برد.

کنتور راکتیو عوامل ولتاژ و جریان و اختلاف فاز مدار را توأماً اندازه گیری می کند پس برای اندازه گیری ولتاژ و جریان در کنتور باید سیم پیچ آمپر متر و سیم پیچ ولت متری باشد که تأثیر میدان این دو روی صفحه آلومینیمی آنرا به حرکت در آورد و این حرکت بوسیله چرخ دنده هایی بشمارنده (نمراتور) منتقل بشود، بنابر این کنتور دارای یک سیم پیچ جریان که در مسیر جریان و یک سیم پیچ ولتاژ که بطور موازی با مصرف کننده قرار می گیرد می باشد، چون سیم پیچ آمپر متر در مدار بطور سری قرار می گیرد باید افت کمی ایجاد کند یعنی دارای مقاومت کم باشد. با توجه با فرمول $R=p(L/A)$ باید دارای سطح مقطع بزرگ و طول کم باشد و این سطح مقطع باید به تحمل جریان بار باشد. اما عامل زمان (T) با گردش سبک روی نمره انداز ثبت می شود به این ترتیب که هرچه زمان می گذرد صفحه آلومینیمی تعداد دور بیشتری چرخیده و این تعداد گردش روی نمراتور ثبت می گردد. عامل اختلاف فاز در داخل کنتور در کارخانه سازنده تنظیم می شود. کنتور می تواند $U.I.T\ Cos\varphi$ یا $U.I.T\ Sin\varphi$ را بطور مجزا اندازه بگیرد. روی کنتور ولتاژ نامی ، جریان نامی و همچنین ولتاژ ثابت اسمی کنتور ثبت می شود. این نوع کنتورها در جاهایی استفاده می شوند که احتیاج به برق سه فاز باشد.

۷ - کنتور راکتیو:

این کنتور به سه بوبین ولتاژ و سه بوبین جریان مجهز است ولی در این کنتور بوبینهای ولتاژ بشکل مثلث به هم متصل شده‌اند این نوع کنتورها برای اندازه گیری بارهای سلفی در مدار قرار می گیرند، همانطور که توضیح داده شد بارهای سلفی یا خازنی برای شبکه می تواند ضرر داشته باشد به لحاظ اینکه در سلف جریان ۹۰ درجه از ولتاژ عقب می افتد. بارهای غیر مفید یا راکتیو همیشه در سیم پیچها که در اصطلاح فنی سلف نامیده می شود بوجود می آید. مثل موتورها،چوک مهتابی ، موتور یخچال و غیره . ساختمان این نوع کنتورها مثل کنتورهای اکتیو بوده و فقط دراتصال بوبینهای ولتاژ فرق می کند.

درکارخانجات برای اندازه گیری مصرف برق از کنتورهای اکتیو و راکتیو استفاده می شود. به این دلیل که در یک کارخانه هم برق برای روشنائی و حرارتی مورد استفاده قرار می گیرد و هم برای دستگاههای موتوری که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می کند، مورد استفاده دارد . این کنتورها بصورت سری با همدیگر در مدار قرار می گیرند.

۸ - تصحیح ضریب قدرت توسط خازن:

مصرف کننده های الکتریکی با مقاومت اهمی و مقاومت سلف ، علاوه بر داشتن توان حقیقی (P)، دارای توان راکتیو (Q) نیز می باشد که از جمع برداری دو توان ،می توان قدرت ظاهری S را بدست آورد. قدرت راکتیو باعث اضافه بار شدن ژنراتور در نیروگاه شده و به علت بالا رفتن جریان ، افت ولتاژ وتلفات قدرت در سیم های رابط ایجاد می گردد و باید برای کاهش آن ، تدابیری اندیشید.

یکی از روشهای پائین آوردن قدرت راکتیو و یا به عبارت دیگر بالا بردن ضریب قدرت ، استفاده از خازن می باشد که در آن تمام و یا قسمتی از توان راکتیو مصرف کننده توسط خازن تأمین می گردد. این روش در صنعت بیشترین کاربرد را دارد وبه تصحیح ضریب قدرت (تصحیح کسینوس فی یا تعدیل مدار) توسط خازن معروف است .می توان با اتصال خازن مناسب ، ضریب قدرت مدار را افزایش داده و در حد نرمال نگه داشت . با این کار جریان خط ،در بار اکتیو ثابت ، کاهش پیدا می کند. این خازنها از تعدادی خازن که بصورت موازی در یک محفظه قرار گرفته اند، تشکیل شده اند. خازنهائی که برای تعدیل استفاده می شوند در صورت تغییر ولتاژ شبکه ، نباید صدمه ای ببینند. بدین منظور این خازنها طبق استاندارد باید تحمل اضافه ولتاژی به مقدار ۱۵ ٪ ولتاژ نامی خود را تا ۶ ساعت در شبانه روز ، داشته باشند. ظرفیت خازن تعدیل را نباید طوری محاسبه نمود که توان راکتیو خازن بیشتر از توان راکتیو مصرف کننده شود. زیرا در چنین حالتی احتمال افزایش بیش از حد ولتاژ مصرف کننده نسبت به ولتاژ نامی و صدمه دیدن آن بوده و همچنین زیاد شدن جریان خط و افت ولتاژ بر روی سیم های رابط باعث می شود.

۹ - کلیدهای فشار قوی:

کلیدهای فشار قوی تنها یک وسیله ارتباط برقرار کردن بین مولدها و ترانسفورماتورها و مصرف کننده ها و سیمهای انتقال انرژی و جداکردن آنها از یکدیگر نیستند، بلکه حفاظت

دستگاهها و وسایل و سیستمهای الکتریکی را در مقابل جریان زیاد ، بار زیاد و جریان اتصال زمین نیز بعهده دارند. بدین جهت با چشم پوشی از بعضی حالتهای استثنائی باید کلیدهای فشار قوی بتوانند هر نوع جریانی را اعم از جریان کوچک بار سیمها (جریان خازنی خط) و یا جریان مغناطیسی ترانسفورماتور بدون بار تا بزرگترین جریانی که ممکن است در شبکه بوجود آید (جریان اتصال کوتاه) از خود عبور دهند. بدون اینکه اثرات حرارتی یا دینامیکی این جریانها خطری برای کلید ایجاد کند. در ضمن نوعی از کلید (کلید قدرت) باید قادر باشند هر نوع جریان با هر شدتی را (جریانهای عادی و یا جریانهای اتصال کوتاه) در کوتاهترین مدت قطع و وصل کنند. و همچنین بدون کوچکترین احتمال ایجاد قوس الکتریکی این جریانها را تحمل نماید. در کارخانجات برق و مدارهای الکتریکی به مقدار زیادی کلیدهای قطع و وصل بکار برده می شود. این کلیدها بسته به جریان و اختلاف سطحی که قطع و وصل می کند دسته بندی شده‌اند:

۹ - ۱- کلیدهای تیغه ای یا سکسیونر:

فقط وظیفه قطع و وصل ولتاژ را دارند ونمی توان در زیر بار آنها را قطع و وصل کرد زیرا جرقه حاصل از قطع جریان در این کلید خاموش نمی شود.

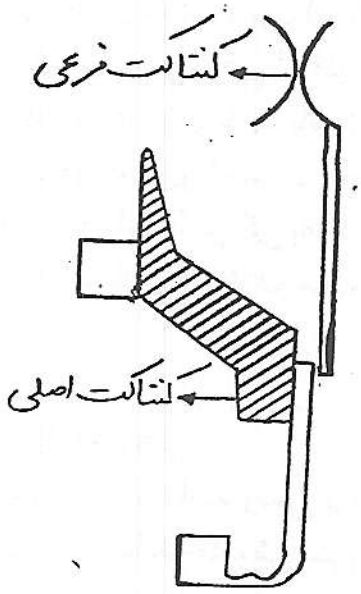
۹ - ۲- کلیدهای تیغه ای یا سکسیونرهای قابل قطع زیر بارهای کم:

این کلیدها برای جریان سه فاز دارای سه تیغه و برای جریان مستقیم و یک فاز دارای دو تیغه می باشد. این کلیدها زیر بارهای کم که البته مقدار جریان مجاز روی هر کلید مشخص شده است می تواند جریان را قطع کند. در این نوع کلیدها از دو کنتاکت اصلی و فرعی استفاده شده است . همانطور که در شکل دیده می شود کنتاکت اصلی جریان اصلی راقطع می کند و کنتاکت فرعی که موازی شاخه اصلی می باشد برای قطع مدار و همچنین خاموش کردن جرقه مختصری که تولید می شود می باشد. این کنتاکت فرعی بصورت شاخ ساخته شده است و لحظه ای بعد از کنتاکت اصلی مدار را قطع می کند. بعلت شاخی شکل بودن کنتاکت فرعی ، جرقه بسمت بالا رفته و زودتر خاموش می شود. شکل ۹۳

۹ - ۳- کلیدهای قدرت یا دژنکتور:

درانتقال انرژی یا اختلاف سطح زیاد علاوه بر کلیدهای قطع کننده مدار که فقط بعنوان کلید قطع ولتاژ بدون جریان بکار می رود ، از کلیدهای دیگری استفاده می شود که در موقع خطر و اتصال کوتاه جریان را قطع می کند وبدین وسیله مانع صدمه دیدن دستگاههای گرانقیمت برق می شود. این کلیدها باید قادر باشند با قطع مدار، آنرا در زیر بار و در موقع اتصال کوتاه و یا فشارهای ضربه ای خیلی قوی جوّ و غیره محافظت کنند. کلیدهای قدرت یا دیژنکتورها در انواع زیر ساخته می شوند:

۱- دیژنکتور حرارتی ۲- دیژنکتور مغناطیسی ۳- دیژنکتور حرارتی - مغناطیسی



کلیدهای تیغه ای یا سکسیونرهای قابل قطع زیر بارهای کم

شکل ۹۳

۱۰ - سیستم جرقه اتومبیل:

برای احتراق در موتورهای بنزینی نیاز به ایجاد جرقه است. برای تولید جرقه احتیاج به ولتاژ زیاد داریم . این ولتاژ زیاد بوسیله یک ترانسفورماتور افزاینده بنام کویل بوجود می آید. چون ولتاژ موجود در اتومبیل DC است . برای تبدیل این ولتاژ به ولتاژ AC از پلاتین استفاده می کنند.اجزاء لازم برای سیستم جرقه به شرح زیر است .

۱۰ - ۱ - کویل (ترانسفورماتور افزاینده):

شکل ظاهری کویل بصورت استوانه است . در داخل کویل دو سیم پیچ اولیه و ثانویه وجود دارد. سیم پیچ اولیه را سیم پیچ جریان نیز می نامند. کار کویل تبدیل ولتاژ ۶ یا ۱۲ یا ۱۸ یا ۲۴ ولت باطری به مقدار تقریبی ۲۰۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ ولت و هدایت آن به‌سر شمع ها از طریق چکش برق است . در مسیر سیم پیچ اولیه یک مقاومت بصورت سری قرار داردکه کار آن تنظیم جریان است . بدین ترتیب که با بالا رفتن حرارت موتور ، مقدار مقاومت زیاد شده و جریان مدار اولیه را کم می کند و مانع سوختن سیم پیچ اولیه می شود. معمولاً در داخل کویل یک سر سیم پیچ اولیه و ثانویه را بهم وصل می کنند که بعداً آنرا به عنوان سیم مشترک بکار می برند.

۱۰-۲- پلاتین:

پلاتین در واقع یک کنتاکت ساده است که در مسیر سیم پیچ اولیه قرارمی گیرد و بوسیله حرکت موتور باز و بسته می شود. باز و بسته شدن این کنتاکت سبب القاء یک ولتاژ زیاد در سیم پیچ ثانویه شده که این ولتاژ برای تولید جرقه بکار می رود. برای جلوگیری از جرقه بین دو کنتاکت پلاتین در دو سر آن یک خازن دلکو قرار می دهند. در بازار به غلط خازن دلکو را فیوز دلکو می‌نامند.

۱۰-۳- دلکو:

دلکو محفظه‌ای است که در آن پلاتین جای می گیرد واز این محفظه ولتاژ زیاد به سر شمع‌ها می‌رسد.

۱۰-۴- چکش برق:

چکش برق ولتاژ زیاد را از دلکو دریافت کرده و از طریق دلکو بین شمعها تقسیم می کند.

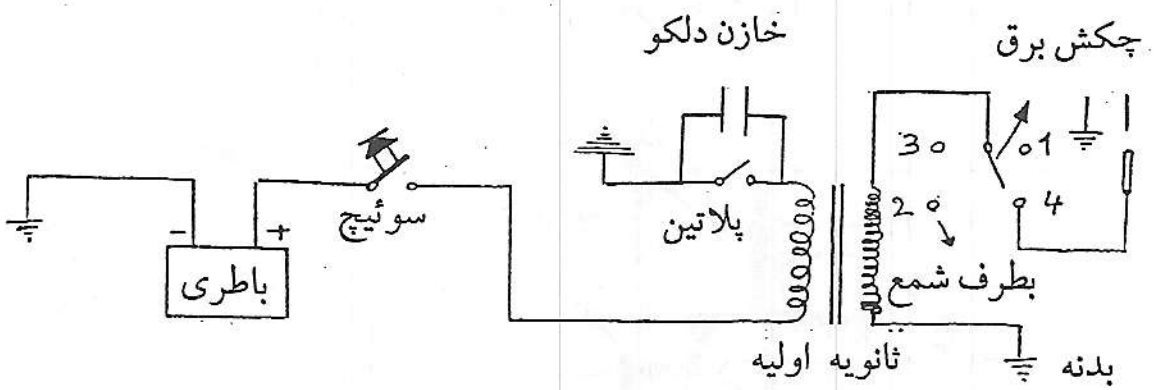
۱۰-۵- شمعها:

بوسیله شمعها در داخل سیلندر جرقه تولید شده و احتراق انجام می شود.

۱۰-۶- باطری:

بعنوان منبع تغذیه مبنا بکار می رود.

مدار ساده سیستم جرقه اتومبیل در شکل ۹۴ دیده می شود.



مدار ساده سیستم جرقه اتومبیل

شکل ۹۴

۱۰ - ۷ - سیستم استارت :

برای بحرکت در آوردن و راه اندازی موتور اتومبیل از وسیله‌ای بنام استارتر استفاده می شود. که این وسیله همراه تعدادی کلید و رله و باطری سیستم استارت را تشکیل می دهند. استارتر یک موتور الکتریکی است که برای کار خود از باطری اتومبیل انرژی می گیرد. برای رساندن جریان الکتریکی به موتور استارت از کلید یا سوئیچ استارت که از نوع شستی فشاری استارت (همیشه باز) استفاده می شود. چون برای راه اندازی استارتر جریان زیادی لازم است ، لذا کلید آن بزرگ شده و حجیم می شود. برای رفع این عیب از اتوماتیک استارتر استفاده می کنند. اتوماتیک استارتر در واقع یک رله مغناطیسی است که شبیه کنتاکتور با یک تیغه باز عمل می کند. با دادن جریان کمی از طریق سوئیچ به سیم پیچ اتوماتیک استارتر ، هسته آن مغناطیس می شود و اهرمی را حرکت می دهد. این حرکت کنتاکتهای داخلی (کنتاکتهایی که می تواند جریان زیادی را تحمل کند) را بهم وصل می کند و جریان زیاد را به استارتر می رساند. استارتر یک موتور DC سری بسیار قوی است که جریان زیادی را از باطری می کشد، به این جهت برای ارتباط باطری به موتور از کابل ضخیم استفاده می کنند. چون جریان استارتر زیاد است در صورتیکه اتومبیل دیر روشن می شود نباید بطور مداوم استارت زد زیرا این عمل باعث خرابی استارتر و صدمه زدن به سیستم جرقه می شود. در شکل ۹۵ -الف ، همانطور که ملاحظه می کنید مدار ساده استارتر بدون اتومات آن نشان داده شده است . در شکل ۹۵ - ب ، مدار کامل استارتر نشان داده شده است. اتومات استارتر علاوه بر راه اندازی موتور استارتر نقش ارتباط موقتی بین موتور اتومبیل و موتور استارت را نیز بعهده دارد.

سیمهایی که به استارتر وارد می شود عبارتند از :

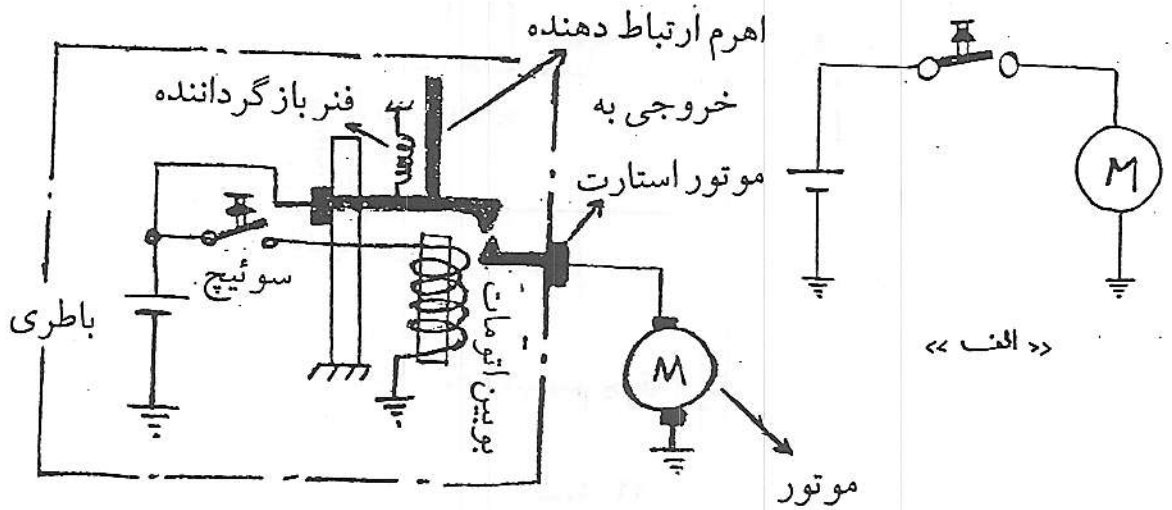
۱- کابل اصلی که ضخیم است و قطب مثبت باطری را از طریق اتومات استارتر به سیم پیچ موتور استارتر وصل می کند و جریان زیاد را به استارتر می رساند.

۲- سیم آمپر متر مدار شارژ و سیم تغذیه موتور که از محل کابل اصلی در یافت می شود.

۳- سیم بوبین اتومات که جریان برق را از طریق سوئیچ به اتومات می رساند.

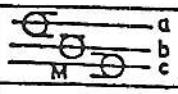
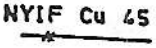
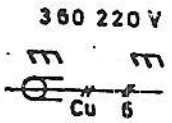
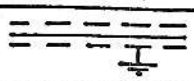
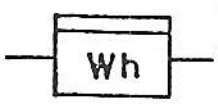
۴- سیم مقاومت

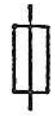
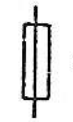
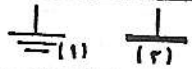
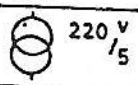
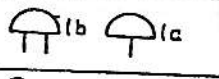
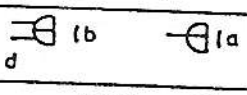
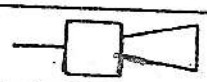
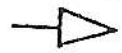
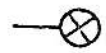
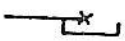
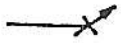
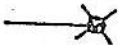
بعضی از اتومبیل ها فاقد اتومات استارتر هستند. این مسئله سبب می شود که استارتر و دنده های آن زود تر خراب شود.



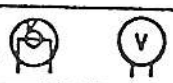
شکل ۹۵

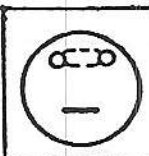
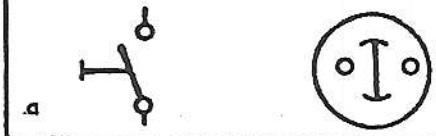
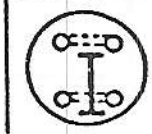
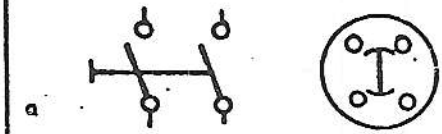
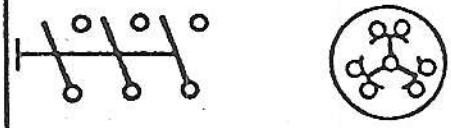
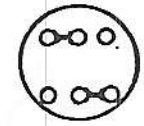
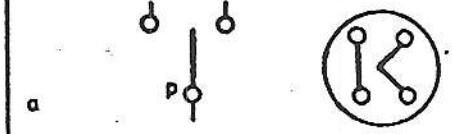
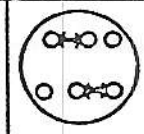
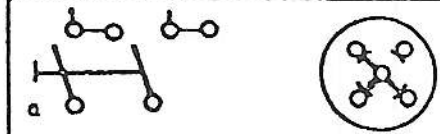
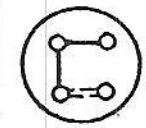
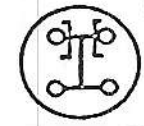
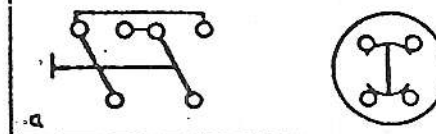
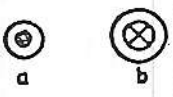
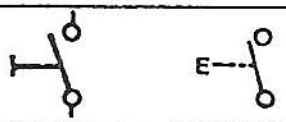
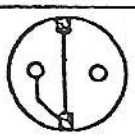
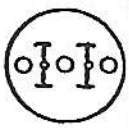
شماره	علائم الکتریکی	
۱	جریان مستقیم	—
۲	جریان متناوب یک‌فازه با فرکانس پنجاه	1~ 50 Hz
۳	جریان متناوب سه‌فازه با فرکانس پنجاه	3~ 50 Hz
۴	جریان متناوب سه‌فازه با سیم خنثی	3~ MP 50 Hz
۵	سیم حامل جریان بطور کلی	———
۶	خط با مشخص کردن تعداد سیم روی آن (مثلا سه سیم)	3 یا ///
۷	سیم نول	— — — —
۸	سیم محافظ (مثلا، برای اتصال به‌زمین)	— · — · —
۹	سیم خبر (سیم زنگ)	— · · · —
۱۰	سیم تلفن	— — — —
۱۱	سیم رادیو و تلویزیون	— — — · · ·
۱۲	سیم برای جاهای خشک	(t)
۱۳	سیم برای جاهای مرطوب	(f)
۱۴	کابل برای نصب داخل یا خارج زمین	(k)
۱۵	سیم قابل حرکت	∿∿∿
۱۶	نصب سیم‌های زیرزمینی مثلا کابل زمینی	⏚ ⏚
۱۷	نصب سیم‌ها روی زمین مثلا سیم‌های هوائی	⏚ ⏚
۱۸	نصب سیم در روی کار	⏚ ⏚
۱۹	نصب سیم داخل کار (داخل قشر گچ)	⏚ ⏚
۲۰	نصب سیم زیر کار (توکار)	⏚ ⏚
۲۱	سیم روی مقره	⏚

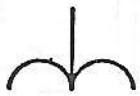
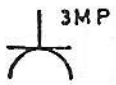
شماره	علائم الکتریکی	
۲۲	سیم با دوپوش عایق درداخل لوله سیم‌کشی	
۲۳	دوسیم‌با نام ومقطع۱/۵ میلیمترمربع از مس	
۲۴	سه‌فاز با سیم نول (چهار سیم) به‌مقطع ۶ میلیمترمربع در داخل لوله،زیرکار	
۲۵	سیم با دوپوش فلز واتصال زمین	
۲۶	اتصال غیرقابل باز شدن (اتصالهای لحیمی)	
۲۷	محل اتصال {a- غیرقابل بازشدن b- قابل‌بازشدن(اتصال‌پیچ)	
۲۸	سیمی‌که ازطبقهٔ بالابه‌پائین می‌آید یا ازطبقه پائین به‌بالا می‌رود.	
۲۹	جریان به‌طرف بالا هدایت شده	
۳۰	جریان از بالا به‌پائین هدایت شده	
۳۱	سیمی‌که بطرف پائین میرود یا از پائین می‌آید	
۳۲	جریان بطرف پائین هدایت شده	
۳۳	جریان ازپائین وارد میشود	
۳۴	سیمی‌که ازپائین به‌بالاکشیده شده	
۳۵	جریان‌ازپائین‌به‌طبقهٔ‌بالاهدایت‌شده	
۳۶	انشعاب ازسیم	
۳۷	محل اتصال روشنائی برای منازل در خیابان به‌صورت‌کیوسک قرار می‌دهند (جعبهٔ اتصال برقی به‌خانه)	
۳۸	تابلوی تقسیم	
۳۹	کنتور	

شماره	علائم الکتریکی	
۴۵	فوزیبل	
۴۱	فوزیبل سه‌فازه	
۴۲	فیوز ۱۰ آمپری	
۴۳	۱ـ اتصال زمین ۲ـ اتصال بدنه	
۴۴	محل اتصال سیم محافظ	
۴۵	ترانسفورماتور، مثلا برای زنگ اخبار	
۴۶	زنگ اخبار {a ـ علامت اختصاری b ـ و اتصالی}	
۴۷	بیزر {a ـ علامت اختصاری b ـ و اتصالی}	
۴۸	بوق	
۴۹	آژیر	
۵۰	لامپ (خبر ـ علائم ـ سیگنال)	
۵۱	چراغ به‌طور کلی	
۵۲	چراغ ۵ شعله با ذکر قدرت هر لامپ	
۵۳	چراغ با کلید سرخود	
۵۴	چراغ مخصوص تراموای	
۵۵	چراغ با مقاومت متغیر برای کم و زیاد کردن نور لامپ	
۵۶	چراغ احتیاط	
۵۷	چراغ موارد خطر	

شماره		علائم الکتریکی
۷۹	تلویزیون	
۸۰	بلندگو	
۸۱	میکروفون	
۸۲	گوشی	
۸۳	دستگاه تلفن	F
۸۴	درباز کن	
۸۵	موتور	M
۸۶	ساعت فرمان مثلا برای تبدیل تعرفه کنتور	
۸۷	رلهٔ زمانی مثلا برای روشنائی راه پله	t t
۸۸	کلید ضربه‌ای (رلهٔ مغناطیسی)	
۸۹	بوبین	
۹۰	مقاومت اهمی	r
۹۱	مقاومت اهمی با سرهای مختلف	r
۹۲	مقاومت سلفی	
۹۳	مقاومت خازنی (خازن)	k
۹۴	مقاومت اهمی قابل تنظیم (مقاومت متغیر)	r
۹۵	مقاومت متغیر با پیچ تنظیم شونده	r
۹۶	فتوسل	
۹۷	باطری به‌طور کلی	n
۹۸	باطری مشخص شده (باطری ۶ ولتی)	n Fv
۹۹	آمپرمتر	g A A

شماره	علائم الکتریکی	
۱۰۰	ولتمتر	
۱۰۱	واتمتر به‌طور کلی	
۱۰۲	کوسینوس فی‌متر (ضریب قدرت‌سنج)	
۱۰۳	فرکانس‌متر	
۱۰۴	اهم متر	
۱۰۵	آنتن	
۱۰۶	آنتن	
۱۰۷	آنتن کاددی شکل	
۱۰۸	آنتن دیپل برای تلویزیون	
۱۰۹	آنتن فرستنده	
۱۱۰	آنتن فرستنده	
۱۱۱	آنتن جهت‌دار	
۱۱۲	جسم عایق	

شماره	نام	علامت اختصاری	علامت اتصالی	
۱۱۳	کلید یک پل			
۱۱۴	کلید دوپل یا دواتصالی			
۱۱۵	کلید سه پل			
۱۱۶	کلید اتصال گروهی			
۱۱۷	کلید اتصال سری			
۱۱۸	کلید دوسره (تبدیل)			
۱۱۹	کلید صلیبی			
۱۲۰	الف ــ شستی فشاری ــ تکه‌زنگ‌اخبار ب ــ شستی فشاری لامپ‌دار			
۱۲۱	پریز ساده			
۱۲۲	پریز با کنتاکت محافظ			
۱۲۳	نوع دیگر کلید دوپل			

شماره	نام	علامت اختصاری	علامت اتصالی
۱۲۴	پریز دونائی		———
۱۲۵	پریزدونائی باکنتاکت محافظ		———
۱۲۶	پریز سه خانه		———
۱۲۷	پریز سه‌فاز با کنتاکت محافظ		———
۱۲۸	پریزتلفن		———
۱۲۹	پریزآنتن		———
۱۳۰	پریز با کلید قطع‌کنندهٔ آن		———

نام و شرح	علائم اختصاری	نام و شرح	علائم اختصاری
سیم کشی زیر کار	m m	جریان مستقیم	—
سیم با روپوش عایق در لوله عایق		جریان متناوب جریان سه فاز با سیم نول و فرکانس مشخص شده.	~ 3/MP, 50Hz
سیم با عایق برای محلهای خشک	(t)	سیم روشنائی و پریزها سیم زمین سیم خبر سیم مکالمه سیم رادیو	
سیم با عایق برای محلهای مرطوب	(f)		
سیم $2/5\ mm^2 \times 1$ از مس	NYIF Cu2/5	سیم متحرک	
محل انشعاب		سیم‌کشی روکار	
پریز سه فاز با سیم محافظ	3/MP	سیم کشی زیر کار	
پریز با کلید		کلید یک پل	
پریز با کلید با ولتاژ قابل تنظیم		کلید دوپل	
جعبه تقسیم		کلید سه‌پل	
لامپ بطور معمولی		کلید گروهی	
یک گروه لامپ ۶۰ ولت	5×60 W	کلید سری	
لامپ با کلید		کلید تبدیل	
لامپ اضطراری		کلید صلیبی	
دو گروه لامپ با سیم جداگانه		رنده ضربه‌ای	

نام و شرح	علائم اختصاری	نام و شرح	علائم اختصاری
تقسیم کننده		سیم ازبالا به پائین و بالعکس ، عموم) a)بطرف بالا b)بطرف پائین..	a) b)
زمین کردن			
بدنه		سیم از پائین به‌بالاو بالعکس(عمومی) a)سیم بطرف پائین b)سیم بطرف بالا	a) b)
باتری			
ترانسفورماتور	220/6V	سیم بطرف بالا و پائین و بالعکس a)پائین به تقسیم و از تقسیم به بالا b)از بالا به تقسیم و از تقسیم به پائین	a) b)
رکتیفایر (تبدیل کننده)			
زنگ با صدای معمولی		یخچال	
زنگ با صدای خفیف		آبگرمکن	
زنگ با صدای ممتد		ماشین لباس‌شوئی	
زنگ جریان متناوب		بخاری برقی	
بی‌زر		موتور (معمولی)	M
بوق		دو شاخه (معمولی)	
لامپ‌خبر		دو شاخه با سیم محافظ	
دربازکن		محفظه دستگاهها	
شاستی		جعبه انشعاب منزل	

نام و شرح	علائم اختصاری	نام و شرح	علائم اختصاری
لامپ گازی		شاستی با لامپ	
باند چراغ از لامپ گازی تعداد ۸ عدد		پریز	
لامپ فلورسنت		پریز دوتایی	
ترانس مهتابی		پریزسه تایی	3
استارت		پریز شوکو (زمین دار)	
اجاق برقی		پریز دوتایی شوکو	
کنتور	kWh	فیوز معمولی	a) b) 10 A
آمپرمتر	A	فیوز سه فاز	3
ولت‌متر	V	کلید محافظ با قطع کننده مغناطیسی	
رله زمانی		کلید مینیاتوری با جریان مشخصه	15 A 15 A
میکروفن		کلید محافظ با قطع کننده حرارتی	
گوشی		کلید محافظ قدرت	
بلندگو		کلید محافظ در برابر ولتاژ اضافی	
کلیدقلابی شکل دو طرفه		کلید محافظ در برابر ولتاژ عیوب	
		کلید محافظ در برابر جریان‌عیوب	

حروف مشخص کننده دستگاه ها به روش V.D.E (۴۰۷۱۹)

جدول

نوع دستگاه ها	حروف رمز	مورد استفاده
کلید	a	جداکننده ، باز ، کلید موتور ، کلید توانی و غیره
کلیدگذاری	b	کلیدهای فرمان ، هدایت ، فشاری ، غلطکی و غیره
حافظ	c	حافظ توانی کنتاکتورهای اصلی "
حافظ کمکی	d	" رله های کمکی ، تایمر "
دستگاه های حفاظتی	e	فیوزها ، رهاکننده های همراه با اندازه گیری ، رله های حفاظتی
مبدل اندازه گیری	f	مبدل اندازه گیری ، مقاومت های فرعی ، و غیره
دستگاه های اندازه گیری	g	دستگاه اندازه گیری و تغذیه جریان ، توان ، ضریب و غیره
اعلام سمعی و بصری	h	اعلام کننده عقربه ای ، لامپی ، کنتورها ، زنگ و بوق
خازن و لوزن محدود کننده	k	تمام خازنها ، راکتانسها ، پیچش های صاف کننده
ماشینها ، ترانسفورماتورها	m	ژنراتور ، موتور ، ترانسفورماتور و دیگر سازه ها
جمع کننده ها و باطری ها	n	یکسو و متناوب کننده جریان ، اکومولاتورها و غیره
لامپ ها و تقویت کننده ها	p	لامپ های بدون گاز ، محتوی گاز ، تقویت کننده لامپی
مقاومتها و رگولاتورهای سریع	r	مقاومت های اولیه ، حفاظتی ، استارت ، میدان و ترمز
دستگاه مکانیکی الکتریکی	s	لوپهای مغناطیسی یا الکترو موتوری و غیره
دستگاه های انداد	u	ترکیبی از دستگاه های s یا a و غیره

وقتی چندی یک حرف اعدادی به ترتیب نوشته شود ، مبین این است که نوع دستگاه یکی است.

مثال : a3 ، a2 ، a1 کلیدها

m3 ، m2 ، m1 ماشینها

b3 ، b2 ، b1 کلیدهای شمه ای

جدول علائم اختصاری

ردیف	روسی	آمریکائی	نام سمبل	آلمانی
۱			فیوز	
۲			بوبین کنتاکتور	
۳			بوبین کنتاکتور با تعیین نوع جریان	
۴		SR	رله با تاخیر در قطع « تایمر »	
۵		SO	رله با تاخیر در جذب « تایمر »	
۶		SA	رله با تاخیر در قطع و جذب	
۷		OL	رله حرارتی بار زیاد در مدار قدرت جریان	
۸		OC	رله جریان زیاد « مغناطیسی »	
۹		UV	رله ولتاژ کم	
۱۰			کلید دستی	
۱۱			شستی استارت « وصل »	
۱۲			شستی استپ « قطع »	
۱۳			کنتاکت باز کنتاکتور	
۱۴			کنتاکت بسته کنتاکتور	
۱۵	TR		کنتاکت بسته رله حرارتی « بی متال »	
۱۶			کنتاکت دو طرفه	
۱۷		TC	کنتاکت باز تایمر « تاخیر در جذب »	
۱۸		TO	کنتاکت بسته تایمر « تاخیر در جذب »	
۱۹		TO	کنتاکت باز تایمر « تاخیر در قطع »	
۲۰		TC	کنتاکت بسته تایمر « تاخیر در قطع »	
۲۱			کلید محدود کننده (میکرو سوئیچ، لیمیت سوئیچ) بسته	
۲۲		CO	کلید محدود کننده (میکرو سوئیچ، لیمیت سوئیچ) باز	

جدول ( ) - علائم ویژه جهت حفاظت الکتروموتورها در برابر عوامل و اجسام خارجی

IP00	باز، بدون محافظ در مقابل تماس با اجسام خارجی و آب
IP10	محفوظ در مقابل تماس دست و اجسام بزرگ خارجی، بدون محافظ در مقابل آب
IP11	محفوظ در مقابل تماس دست و اجسام بزرگ خارجی. محفوظ در مقابل آب
IP20	محفوظ در مقابل تماس انگشت و اجسام با وزن متوسط، بدون محافظ در مقابل آب
IP21	محفوظ در مقابل تماس انگشت و اجسام با وزن متوسط خارجی، ضد آب
IP22	محفوظ در مقابل تماس انگشت و اجسام با وزن متوسط خارجی، محفوظ در مقابل ترشح آب بطور عمودی یا مایل با زاویه بیشتر از ۲۰ درجه نسبت به افق.
IP30	محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن، بدون محافظ در مقابل آب
IP31	محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن، ضد آب
IP32	محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن، محفوظ در مقابل ترشح آب بطور عمودی و یا با زاویه بیش از ۲۰ درجه نسبت به افق.
IP33	محفوظ در مقابل تماس با ابزارها و غیره و اجسام خارجی سبک وزن، محفوظ در مقابل ترشح آب از کلیه جهات
IP40	در مقابل کلیه ابزارها و همچنین نشست ذرات گرد و غبار محفوظ است. البته در مقابل آب محافظت نشده
IP42	در مقابل کلیه ابزارها و همچنین نشست ذرات گرد و غبار محفوظ است. در مقابل ترشح آبی که بطور عمودی سقوط کرده و یا با زاویه بیش از ۲۰ درجه ساقط می شود، محفوظ است.
IP43	در مقابل کلیه ابزارها و همچنین نشست ذرات گرد و غبار محفوظ است. ضمناً در مقابل ترشحات آب در کلیه جهات محفوظ می باشد.
IP44	در مقابل کلیه ابزارها و همچنین نشست ذرات گرد و غبار محفوظ است. ضد آب تحت فشار
IP50	در مقابل کلیه ابزارها و همچنین گرد و غبار کاملاً محفوظ است. در مقابل آب محافظت نشده است.
IP54	در مقابل کلیه ابزارها محافظت شده است. در مقابل گرد و غبار کاملاً محفوظ است. ضد آب تحت فشار
IP55	در مقابل کلیه ابزارها و همچنین گرد و غبار کاملاً محفوظ است. در مقابل آب تحت فشار نیز محافظت شده است.

جدول ( ) - علائم ویژه جهت نمایش درجه حفاظت براساس استاندارد VDE 0710

	ضد چکه - محفوظ در مقابل رطوبتهای ترشح، بخار آب وغیره.
	ضد هوا - محفوظ در مقابل قطرات باران که با زاویه ۶۰ درجه نسبت به افق یا کمتر از آن می چکد.
	ضد ترشح - محفوظ در مقابل ترشح آب از هر جهت
	ضد آب تحت فشار (hose - proof) - محفوظ در مقابل آبی که از یک شیلنگ از هر جهت پاشیده می شود.
	water tight - محفوظ در مقابل نفوذ آبی که تحت فشار نباشد (کاملاً ضد آب)
h...	غوطه ور - محفوظ در مقابل نفوذ آب وقتی که جسم در زیر آب با ارتفاع زیاد باشد
	ضد گرد وغبار - محفوظ در مقابل دخول گرد وغباری که تحت فشار نباشد
	محفوظ در مقابل ورود گرد وغبار - در برابر ورود گرد وغبار تحت فشار نیز محفوظ است.
	عایق محافظ براساس استاندارد دین ۴۰۰۱۴.
Ex	محفوظ در برابر انفجار براساس استاندارد ۴۰۰۱۲.

سطح مقطع میلیمتر مربع	تعداد و قطر رشته‌ها میلیمتر	ضخامت عایق میلیمتر	قطر خارجی سیم میلیمتر	وزن سیم کیلوگرم در کیلومتر	مقاومت در ۷۰° اهم در کیلومتر
۱	۱×۱/۱۳	۰/۸	۲/۷	۱۶	۲۱/۲
۱/۵	۱×۱/۳۸	۰/۸	۳	۲۱	۱۲/۲
۱/۵	۷×۰/۵۰	۰/۸	۳/۱	۲۱	۱۵/۹
۲/۵	۱×۱/۷۸	۰/۸	۳/۴	۳۱	۸/۵۴
۲/۵	۷×۰/۶۷	۰/۸	۳/۶	۳۳	۸/۷۰
۴	۷×۰/۸۵	۰/۸	۴/۲	۴۹	۵/۴۰
۶	۷×۱/۰۴	۰/۸	۴/۷	۶۹	۳/۶۱
۱۰	۷×۱/۳۵	۱	۶/۱	۱۱۶	۲/۱۴
۱۶	۷×۱/۷۰	۱	۷/۱	۱۷۶	۱/۳۵
۲۵	۷×۲/۱۴	۱/۲	۸/۸	۲۷۶	۰/۸۵۲
۳۵	۱۹×۱/۵۳	۱/۲	۱۰	۳۶۸	۰/۶۱۵
۵۰	۱۹×۱/۷۸	۱/۴	۱۲/۷	۵۰۰	۰/۴۵۳
۷۰	۱۹×۲/۱۴	۱/۴	۱۳/۵	۷۰۶	۰/۳۱۳
۹۵	۱۹×۲/۵۲	۱/۶	۱۵/۸	۹۷۵	۰/۲۲۶
۱۲۰	۳۷×۲/۰۳	۱/۶	۱۷/۴	۱۲۱۰	۰/۱۷۹
۱۵۰	۳۷×۲/۲۵	۱/۸	۱۹/۴	۱۴۸۹	۰/۱۴۶
۱۸۵	۳۷×۲/۵۲	۲	۲۱/۶	۱۸۶۶	۰/۱۱۶
۲۴۰	۶۱×۲/۲۵	۲/۲	۲۴/۷	۲۴۳۶	۰/۰۸۱۵
۳۰۰	۶۱×۲/۵۲	۲/۴	۲۷/۵	۳۰۴۸	۰/۰۷۰۶
۴۰۰	۶۱×۲/۸۵	۲/۶	۳۰/۹	۳۸۸۳	۰/۰۵۵۲
۵۰۰	۶۱×۳/۲۰	۲/۸	۳۴/۴	۴۸۷۷	۰/۰۳۶۶
۶۳۰	۱۲۷×۲/۵۲	۲/۸	۳۸/۴	۶۲۷۶	۰/۰۳۳۹

مشخصات سیمهای عایقدار استاندارد ایران

جدول

حداکثر جریان مجاز سیم‌های استاندارد شده مسی

مقطع سیم به میلی‌مترمربع	شدت جریان مجاز سیم برحسب آمپر					
	سیم‌های باعایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله		کابل‌های روکار و سیم‌های زیرگچی		سیم‌های هوائی	
۰/۷۵	۴	آمپر	۶	آمپر	۱۰	آمپر
۱	۶	آمپر	۱۰	آمپر	۱۵	آمپر
۱/۵	۱۰	آمپر	۱۸	آمپر	۲۰	آمپر
۲/۵	۱۵	آمپر	۲۰	آمپر	۲۵	آمپر
۴	۲۰	آمپر	۲۵	آمپر	۳۵	آمپر
۶	۲۵	آمپر	۳۵	آمپر	۵۰	آمپر
۱۰	۳۵	آمپر	۵۰	آمپر	۶۰	آمپر
۱۶	۵۰	آمپر	۶۰	آمپر	۸۰	آمپر
۲۵	۶۰	آمپر	۸۰	آمپر	۱۰۰	آمپر
۳۵	۸۰	آمپر	۱۰۰	آمپر	۱۲۵	آمپر
۵۰	۱۰۰	آمپر	۱۲۵	آمپر	۱۶۰	آمپر
۷۰	—		۱۶۰	آمپر	۲۰۰	آمپر
۹۵	—		۲۰۰	آمپر	۲۲۵	آمپر
۱۲۰	—		۲۲۵	آمپر	۲۶۰	آمپر
۱۵۰	—		۲۶۰	آمپر	۳۰۰	آمپر
۱۸۵	—		۳۰۰	آمپر	۳۵۰	آمپر
۲۴۰	—		۳۵۰	آمپر	۴۳۰	آمپر
۳۰۰	—		۴۳۰	آمپر	۵۰۰	آمپر

جدول

حداکثر جریان مجاز سیم‌های استاندارد شده آلومینیمی

مقطع سیم به میلی‌متر مربع	شدت جریان مجاز سیم به آمپر		
	سیم‌های عایق‌دار تا حداکثر ۳ سیم در یک لوله	کابل‌های روکار و سیم‌های زیرگچی	سیم‌های هوائی
۲/۵	۱۰ آمپر	۱۵ آمپر	۲۰ آمپر
۴	۱۵ آمپر	۲۰ آمپر	۲۵ آمپر
۶	۲۰ آمپر	۲۵ آمپر	۳۵ آمپر
۱۰	۲۵ آمپر	۳۵ آمپر	۵۰ آمپر
۱۶	۳۵ آمپر	۵۰ آمپر	۶۰ آمپر
۲۵	۵۰ آمپر	۶۰ آمپر	۸۰ آمپر
۳۵	۶۰ آمپر	۸۰ آمپر	۱۰۰ آمپر
۵۰	۸۰ آمپر	۱۰۰ آمپر	۱۲۵ آمپر
۷۰	—	۱۲۵ آمپر	۱۶۰ آمپر
۹۵	—	۱۶۰ آمپر	۲۰۰ آمپر
۱۲۰	—	۲۰۰ آمپر	۲۲۵ آمپر
۱۵۰	—	۲۲۵ آمپر	۲۶۰ آمپر
۱۸۵	—	۲۶۰ آمپر	۳۰۰ آمپر
۲۴۰	—	۳۰۰ آمپر	۳۵۰ آمپر

گروه سوم		گروه دوم		گروه اول		سطح مقطع هادی S
شدت جریان فیوز A	شدت جریان مجاز سیم	شدت جریان فیوز A	شدت جریان مجاز سیم	شدت جریان فیوز A	شدت جریان مجاز سیم	میلی متر مربع
۱۰	۱۳	۱۰	۱۰	۶	۷	۰/۵
۱۶	۱۶	۱۰	۱۳	۱۰	۱۰	۰/۷۵
۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱۰	۱۲	۱
۲۵	۲۵	۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱/۵
۳۶	۳۴	۲۵	۲۷	۲۰	۲۱	۲/۵
۵۰	۴۵	۳۶	۳۶	۲۵	۲۷	۴
۶۳	۵۷	۵۰	۴۷	۳۶	۳۵	۶
۸۰	۷۸	۶۳	۶۵	۵۰	۴۸	۱۰
۱۰۰	۱۰۴	۸۰	۸۷	۶۳	۶۵	۱۶
۱۲۵	۱۳۷	۱۰۰	۱۱۵	۸۰	۸۸	۲۵
۱۶۰	۱۶۸	۱۲۵	۱۴۳	۱۰۰	۱۱۰	۳۵
۲۰۰	۲۱۰	۱۶۰	۱۷۸	۱۲۵	۱۴۰	۵۰
۲۵۰	۲۶۰	۲۰۰	۲۲۰	۱۶۰	۱۷۵	۷۰
۳۰۰	۳۱۰	۲۵۰	۲۶۵	۲۰۰	۲۱۵	۹۵
۳۵۵	۳۶۵	۳۰۰	۳۱۰	۲۵۰	۲۵۵	۱۲۰
۴۲۵	۴۱۵	۳۵۵	۳۵۵	۲۵۰	۲۹۵	۱۵۰
۴۰۲۵	۴۷۵	۴۵۵	۴۰۵	۳۰۰	۳۴۰	۱۸۵
۵۰۰	۵۶۰	۴۲۵	۴۸۰	۳۵۵	۴۰۰	۲۴۰
۶۰۰	۶۴۵	۵۰۰	۵۵۵	۴۲۵	۴۷۰	۳۰۰
۷۰۰	۷۷۰	۶۰۰	۶۹۰	۵۰۰	۵۷۰	۴۰۰
۸۵۰	۸۸۰	۷۰۰	۸۳۰	۶۰۰	۶۶۰	۵۰۰

جدول شدت جریان مجاز و جریان فیوز برای سیم مسی (Cu)

گروه سوم		گروه دوم		گروه اول		سطح مقطع هادی
شدت جریان فیوز A	شدت جریان مجاز سیم A	شدت جریان فیوز A	شدت جریان مجاز سیم A	شدت جریان فیوز A	شدت جریان مجاز سیم A	سطح مقطع مسی مربع
۲۵	۲۷	۲۰	۲۱	۱۶	۱۶	۲/۵
۳۶	۳۵	۲۵	۲۹	۲۰	۲۱	۴
۵۰	۴۵	۳۶	۳۷	۲۵	۲۲	۶
۶۳	۶۱	۵۰	۵۱	۳۶	۳۸	۱۰
۸۰	۸۲	۶۳	۶۸	۵۰	۵۱	۱۶
۱۰۰	۱۰۷	۸۰	۹۰	۶۳	۶۹	۲۵
۱۲۵	۱۳۲	۱۰۰	۱۱۲	۸۰	۸۶	۳۵
۱۶۰	۱۶۵	۱۲۵	۱۴۰	۱۰۰	۱۱۰	۵۰
۲۰۰	۲۰۵	۱۶۰	۱۷۳	۱۲۵	۱۴۰	۷۰
۲۵۰	۲۴۵	۲۰۰	۲۱۰	۱۶۰	۱۷۵	۹۵
۳۰۰	۲۸۵	۲۵۰	۲۴۵	۲۰۰	۲۰۵	۱۲۰
۳۰۰	۳۳۰	۳۰۰	۲۸۰	۲۲۴	۲۳۵	۱۵۰
۳۵۵	۳۷۵	۳۰۰	۳۲۰	۲۵۰	۲۷۰	۱۸۵
۴۲۵	۴۴۰	۳۵۵	۳۸۰	۳۰۰	۳۰۰	۲۴۰
۵۰۰	۵۱۰	۴۲۵	۴۳۵	۳۵۵	۳۷۵	۳۰۰
۶۰۰	۶۰۵	۵۰۰	۵۴۰	۴۲۵	۴۵۵	۴۰۰
۷۰۰	۶۹۰	۶۰۰	۶۴۰	۵۰۰	۵۳۰	۵۰۰

جدول شدت جریان مجاز وجریان فیوز هادی آلومینیومی (AL)

جدول ۱: تابلیت بار سیمهای عایقدار و سطح مقطع های مربوطه

گروه اول: NYA گروه دوم: NYM گرچه ریتم: فاصله = قطر

سطح مقطع mm²	یک یا چند سیم عایقدار نوع NYA - هادیهای مسی یک یا چند رشته تا سیم NYA در داخل لوله		سیمهای رشته ای مانند NYM کابلهای چند سیمه - کابلهای تخت اتصال دو پل متحرک و سیمهای انعطاف پذیر		سیمهای مخصوص نصب در جرای آزاد و مراکز توزیع - کابلهای تک رشته در جرای آزاد - جادیهای تک سیمه در تابلوهای توزیع و کنترل	
	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)
1	12	10	16	16	20	20
1.5	16	16	20	20	25	25
2.5	21	20	27	25	34	35
4	27	25	36	35	45	50
6	35	35	47	50	57	63
10	48	50	65	63	78	80
16	65	63	87	80	104	100
25	88	80	115	100	137	125
35	110	100	143	125	160	160
50	140	125	178	160	210	200
70	175	160	220	224	260	250
95	210	200	265	250	310	300
120	250	250	310	300	365	355
150			355	355	415	425
185			405	355	475	425
240			480	425	560	500
300			555	500	645	600
400					770	710
500					880	850

در این جدول جریان مجاز کلیه سیمهای عایق دار با حداکثر درجه حرارت مجاز 25 درجه سانتیگراد

جدول ضرایب تقلیل برای درجه حرارت محیط بیش از 25 درجه سانتیگراد

بار مداوم مجاز حداکثر بصورت درصد مقادیر مندرج در جدول 1		درجه حرارت محیط درجه سانتی گراد
عایق پی وی سی - دی یی (PVC)	عایق لاستیکی	
94	92	بیش از 25 و حداکثر تا 30
88	85	" " 30 " " 35
82	75	" " 35 " " 40
75	65	" " 40 " " 45
67	53	" " 45 " " 50
58	38	" " 50 " " 55

۳۲ میلیمتر	۲۵ میلیمتر	۲۰ میلیمتر	۱۶ میلیمتر	تعداد و قطر رشته‌ها	اندازه سیم
۳۴	۲۰	۱۲	۷	۱×۱/۱۳	۱
۳۰	۱۸	۱۱	۶	۱×۱/۳۸	۱/۵
۲۳	۱۴	۸	۵	۱×۱/۷۸	۲/۵
۲۰	۱۲	۷	۴	۷×۰/۶۷	۲/۵
۱۵	۹	۵	۳	۷×۰/۸۷	۴
۱۲	۷	۴	۲	۷×۱/۰۴	۶
۷	۴	۲	—	۷×۱/۳۵	۱۰
۵	۳	۲	—	۱/۷۰	۱۶
۳	۲	—	—	۷×۲/۱۴	۲۵
۲	—	—	—	۱۹×۱/۵۳	۳۵
۲	—	—	—	۱۹×۱/۷۸	۵۰

تعداد سیمهای مجاز در لوله‌های پلاستیکی

اندازه لوله								تعداد و قطر رشته‌ها	اندازه سیم میلیمتر مربع
۳۲ میلیمتر		۲۵ میلیمتر		۲۰ میلیمتر		۱۶ میلیمتر			
سنگین	سبک	سنگین	سبک	سنگین	سبک	سنگین	سبک		
۳۵	۳۸	۱۹	۲۲	۱۲	۱۳	۷	۸	۱×۱/۱۳	۱
۳۱	۳۳	۱۷	۱۹	۱۰	۱۲	۶	۷	۱×۱/۳۸	۱/۵
۲۴	۲۶	۱۳	۱۵	۸	۹	۴	۵	۱×۱/۷۸	۲/۵
۲۰	۲۲	۱۱	۱۳	۷	۸	۴	۴	۷×۰/۶۷	۲/۵
۱۶	۱۷	۹	۱۰	۵	۶	۳	۳	۷×۰/۸۷	۴
۱۲	۱۳	۷	۷	۴	۵	۲	۳	۷×۱/۰۴	۶
۷	۸	۴	۴	۲	۳	—	—	۷×۱/۳۵	۱۰
۵	۶	۳	۳	—	—	—	—	۷×۱/۷۰	۱۶
۳	۴	۲	۳	—	—	—	—	۷×۲/۱۴	۲۵
۲	۳	—	—	—	—	—	—	۱۹×۱/۵۳	۲۵
۲	۲	—	—	—	—	—	—	۱۹×۱/۷۸	۵۰

ظرفیت مجاز لوله‌های فولادی

سطح مقطع سیم به میلیمتر مربع	گنجایش تعداد سیم‌ها در یک لوله برگمن				
	۲	۳	۴	۵	۶
۱/۵	۱۱	۱۱	۱۳/۵	۱۳/۵	۱۳/۵
۲/۵	۱۱	۱۳/۵	۱۶	۱۶	۲۳
۴	۱۳/۵	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳
۶	۱۶	۱۶	۲۳	۲۳	۲۳
۱۰	۲۳	۲۳	۲۳	۲۹	۲۹

سطح مقطع سیم برحسب میلیمتر مربع	شماره لوله فولادی					
	۱۱	۱۳/۵	۱۶	۲۱	۲۹	۳۶
۰/۶	—	۸	۱۲	۲۰	۳۰	۴۲
۰/۸	۶	—	—	—	۳۵	۴۸
۱/۵	۲	۲	۲			
۲/۵	۲	۲	۲			

تعداد سیم‌ها در یک لوله

سطح مقطع سیم به میلیمتر مربع	شماره لوله برگمن				
	۱۶	۲۳	۲۹	۳۶	۴۸
۰/۶	—	۱۲	۲۰	۳۰	۴۲
۰/۸	۶	—	—	۳۵	۴۸
۱/۵	۵	—	۲	—	—
۲/۵	۴	۶	—	—	—

تعداد سیم‌ها در یک لوله

سطح مقطع سیم به میلی‌متر مربع	گنجایش تعداد سیم‌ها در یک لوله فولادی				
	۲	۳	۲	۵	۶
۱/۵	۱۱	۱۰	۱۱	۱۱	۱۱
۲/۵	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱
۴	۱۱	۱۱	۱۱	۱۳/۵	۱۶
۶	۱۱	۱۱	۱۳/۵	۱۶	۲۱
۱۰	۱۳/۵	۱۶	۲۱	۲۱	۲۹

راه اندازی ستاره - مثلث		راه اندازی مستقیم		شدت جریان در شبکه ۳۸۰ ولتی	قدرت الکتروموتور	
کابل مسی mm^2	فیوز آهسته	کابل مسی mm^2	فیوز آهسته		اسب بخار H-P	کیلووات Kw
۱,۵	۲	۱,۵	۲	۰,۷۵	۰,۲۵	۰,۱۸
۱,۵	۲	۱,۵	۲	۰,۸۵	۰,۳۵	۰,۲۵
۱,۵	۲	۱,۵	۲	۱,۲۵	۰,۵۵	۰,۳۷
۱,۵	۲	۱,۵	۴	۱,۷	۰,۷۵	۰,۵۵
۱,۵	۴	۱,۵	۴	۲,۲	۱	۰,۷۵
۱,۵	۴	۱,۵	۴	۲,۸	۱,۵	۱,۱
۱,۵	۴	۱,۵	۶	۳,۷	۲	۱,۵
۱,۵	۶	۱,۵	۱۰	۵,۲	۳	۲,۲
۱,۵	۱۰	۱,۵	۱۰	۶,۸	۴	۳
۱,۵	۱۰	۱,۵	۱۶	۸,۶	۵,۴	۴
۱,۵	۱۶	۱,۵	۲۰	۱۱,۵	۷,۵	۵,۵
۱,۵	۲۰	۲,۵	۲۵	۱۵	۱۰	۷,۵
۲,۵	۲۵	۴	۳۶	۲۲,۵	۱۵	۱۱
۴	۳۶	۶	۵۰	۳۰	۲۰	۱۵
۶	۵۰	۱۰	۶۳	۳۶	۲۵	۱۸,۵
۶	۵۰	۱۰	۶۳	۴۲	۳۰	۲۲
۱۰	۶۳	۱۶	۸۰	۵۷	۴۰	۳۰
۱۶	۸۰	۲۵	۱۰۰	۷۱	۵۰	۳۷
۲۵	۱۰۰	۳۵	۱۲۵	۸۶	۶۰	۴۵
۳۵	۱۲۵	۳۵	۱۲۵	۱۰۳	۷۵	۵۵
۵۰	۱۶۰	۷۰	۲۰۰	۱۴۰	۱۰۰	۷۵
۷۰	۲۰۰	۷۰	۲۲۴	۱۴۸	۱۲۰	۹۰
۷۰	۲۲۴	۹۵	۲۵۰	۲۰۶	۱۵۰	۱۱۰
۹۵	۲۵۰	۱۲۰	۳۰۰	۲۴۷	۱۷۵	۱۳۲
۱۲۰	۳۰۰	۱۵۰	۳۵۵	۲۹۵	۲۱۵	۱۶۰
۲۴۰	۴۲۵	۲۴۰	۴۲۵	۳۷۲	۲۶۶	۲۰۰
—	—	—	—	۴۶۵	۳۳۵	۲۵۰

جدول انتخاب فیوز موتوری (کندکار - Träge) و کابل مسی برای موتورهای القایی

جدول ۱-۵
سیمهای هوایی

سطح مقطع سیم هوایی	۱۶	۲۵	۳۵	① ۵۰	② ۵۰	۷۰	۹۵	۱۲۰	۱۵۰	۱۸۵	③ ۲۴۰	④ ۲۴۰	۳۰۰
مس	۱۱۵	۱۵۱	۱۷۴	۲۳۴	۲۲۱	۲۸۲	۳۵۷	۴۱۱	۴۷۷	۵۴۴	۶۳۰	۶۴۱	۷۴۷
آلومینیوم	۹۲	۱۲۱	۱۴۹	۱۸۷	۱۸۵	۲۲۶	۲۸۳	۳۲۹	۳۸۲	۴۳۵	۵۰۲	۵۱۳	۵۹۸
آندری	۸۸	۱۱۵	۱۴۲	۱۷۸	۱۷۶	۲۱۵	۱۶۹	۳۱۳	۳۶۳	۴۱۴	۴۷۹	۴۸۸	۵۲۸
آلفو ۱۱۶	—	—	۱۴۵	۱۷۰	—	۲۳۵	۱۹۰	۳۴۵	۴۰۰	۴۵۵	—	۵۲۰	۶۹۵
آلفو ۱۴۴	—	—	۲۲۵	۳۰۰	—	۳۵۵	۴۴۰	۵۰۵	۵۶۰	۶۵۰	—	۷۷۰	—

① ۲ رشته‌ای (یک ردیفه)　　① ۱۹ رشته‌ای (دو ردیفه)

③ ۳۷ رشته‌ای (سه ردیفه)　　④ ۶۱ رشته‌ای (چهار ردیفه)

ردیف	قدرت آلترناتور	جریان طرف فشار ضعیف	جریان طرف فشار متوسط	نوع فیوز کات اوت	نوع فیوز جبنی
۱	۲۵ KVA	۳۵ A	۰/۷۲ A	۲ A	—
۲	۵۰ "	۲۵ "	۱/۴ "	۳ "	۶ A
۳	۷۵ "	۱۱۰ "	۲/۲ "	۵ "	۶ "
۴	۱۰۰ "	۱۴۰ "	۲/۹ "	۵ "	۶ "
۵	۱۲۵ "	۱۹۰ "	۳/۶ "	۶ "	۶ "
۶	۱۶۰ "	۲۴۰ "	۴/۶ "	۶ "	۱۰ "
۷	۲۰۰ "	۳۰۰ "	۵/۸ "	۸ "	۱۰ "
۸	۲۵۰ "	۳۸۰ "	۷/۲ "	۱۰ "	۱۰ "
۹	۳۱۵ "	۴۷۰ "	۹/۱ "	۱۲ "	۱۶ "
۱۰	۴۰۰ "	۶۰۰ "	۱۱/۶ "	۱۲ "	۱۶ "
۱۱	۵۰۰ "	۷۵۰ "	۱۴/۴ "	۲۰ "	۲۵ "
۱۲	۶۳۰ "	۹۴۵ "	۱۸/۲ "	۲۵ "	۲۵ "
۱۳	۸۰۰ "	۱۲۰۰ "	۲۳ "	۳۰ "	۴۰ "
۱۴	۱۰۰۰ "	۱۵۰۰ "	۲۹ "	۴۰ "	۴۰ "
۱۵	۱۲۵۰ "	۱۸۸۰ "	۳۶/۹ "	۴۰ "	۶۳ "
۱۶	۱۶۰۰ "	۲۴۲۰ "	۴۶/۲ "	— "	۶۳ "
۱۷	۲۰۰۰ "	۳۰۰۰ "	۵۸ "	—	۸۰ "

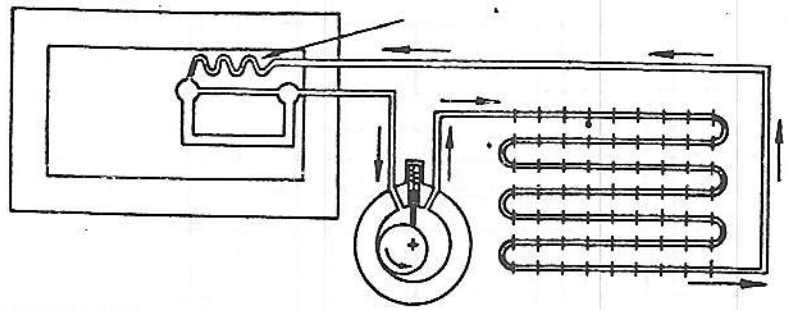
جدول مربوط به آمپراژ ترانسفورماتورها و نوع فیوز انتخاب ۴۰۰ / ۲۰،۰۰۰ ولت

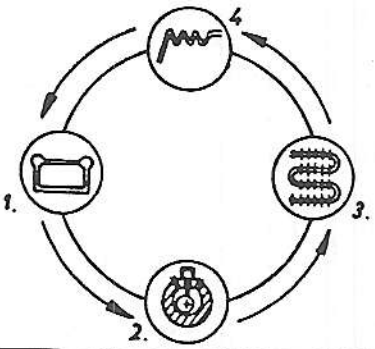
جدول - تابلوی انتخاب شمش‌های مسی (Cu)

شمش		فرم ساخت تابلو							
		باز		بسته		باز		بسته	
		مقدار جریان قابل عبور برحسب آمپر							
		تعداد شمش رنگ خورده				تعداد شمش رنگ خورده			
پهنا x ارتفاع mm	سطح مقطع $S=mm^2$	۲ II	۱ I	۲ II	۱ I	۲ II	۱ I	۲ II	۱ I
۱۲x۲	۲۴/۵	۲۴۵	۱۶۵	۲۹۷	۱۰۰	۲۰۰	۱۴۵	۲۶۴	
۱۵x۲	۲۹/۵	۲۷۰	۲۰۴	۳۵۶	۱۴۰	۲۴۰	۱۸۴	۳۱۶	
۱۵x۳	۴۴/۵	۳۳۰	۲۲۲	۴۲۵	۱۷۰	۳۰۰	۲۲۴	۳۹۶	
۲۰x۲	۲۹/۵	۳۵۰	۲۳۰	۴۶۲	۱۸۵	۳۱۵	۲۴۴	۴۱۵	
۲۰x۳	۵۹/۵	۴۲۵	۲۲۲	۵۶۱	۲۲۰	۳۸۰	۲۹۰	۵۰۱	
۲۰x۵	۹۹/۱	۵۶۰	۲۶۹	۷۲۹	۲۹۵	۵۰۰	۳۸۹	۶۶۰	
۲۵x۳	۷۴/۵	۵۲۰	۲۹۶	۶۸۶	۲۷۰	۴۶۰	۳۵۶	۶۰۷	
۲۵x۳	۱۲/۴	۶۷۰	۵۲۱	۸۸۴	۳۵۰	۶۰۰	۴۶۲	۷۹۲	
۳۰x۳	۸۹/۵	۶۱۰	۴۶۸	۸۰۵	۳۱۵	۵۲۰	۴۱۵	۷۱۲	
۳۰x۵	۱۴/۹	۷۸۰	۵۹۴	۱۰۲۹	۴۰۰	۷۰۰	۵۲۸	۹۲۴	
۴۰x۳	۱۱۹	۷۹۰	۶۰۷	۱۰۴۲	۴۲۰	۷۱۰	۵۵۴	۹۲۷	
۴۰x۵	۱۹۹	۱۰۰۰	۷۶۲	۱۳۲۰	۵۲۰	۹۰۰	۶۸۶	۱۱۸۸	
۴۰x۱۰	۳۹۹	۱۵۰۰	۱۱۲۲	۱۹۸۰	۷۶۰	۱۳۵۰	۱۰۰۳	۱۷۸۲	
۵۰x۵	۲۴۹	۱۲۲۰	۹۵۰	۱۶۱۰	۶۳۰	۱۱۰۰	۸۳۱	۱۴۵۲	
۵۰x۱۰	۴۹۹	۱۸۰۰	۱۳۵۹	۲۳۷۶	۹۲۰	۱۶۰۰	۱۲۱۴	۲۱۱۴	
۶۰x۵	۲۹۹	۱۴۳۰	۱۱۲۲	۱۸۸۷	۷۶۰	۱۳۵۰	۱۰۰۳	۱۶۵۰	
۶۰x۱۰	۵۹۹	۲۱۰۰	۱۵۸۴	۲۷۷۲	۱۰۶۰	۱۹۰۰	۱۳۹۹	۲۵۰۸	
۸۰x۵	۳۹۹	۱۹۰۰	۱۴۱۲	۲۵۰۸	۹۷۰	۱۷۰۰	۱۲۸۰	۲۲۴۴	
۸۰x۱۰	۷۹۹	۲۵۰۰	۲۰۵۹	۳۴۰۰	۱۳۸۰	۲۴۰۰	۱۸۲۱	۳۰۳۶	
۱۰۰x۵	۴۹۹	۲۴۰۰	۱۷۸۲	۳۰۳۶	۱۲۰۰	۲۰۵۰	۱۵۸۴	۲۷۰۶	
۱۰۰x۱۰	۹۹۹	۳۱۰۰	۲۴۸۱	۴۰۹۲	۱۷۰۰	۲۸۰۰	۲۲۴۴	۳۶۹۶	
۱۲۰x۱۰	۱۲۰۰	۲۵۰۰	۲۹۰۴	۴۶۲۰	۲۰۰۰	۳۱۰۰	۲۶۴۰	۴۰۹۲	
۱۶۰x۱۰	۱۶۰۰	۴۲۰۰	۴۶۹۶	۵۸۰۸	۲۵۰۰	۴۹۰۰	۳۲۰۰	۵۱۴۸	
۲۰۰x۱۰	۲۰۰۰	۵۵۰۰	۴۴۲۲	۵۹۹۶	۳۰۰۰	۴۷۵۰	۳۹۶۰	۶۲۲۰	

حداکثر حرارت مجاز در داخل تابلو ۴۵° درجه سانتیگراد

طرز نمایش اساس کار یخچال





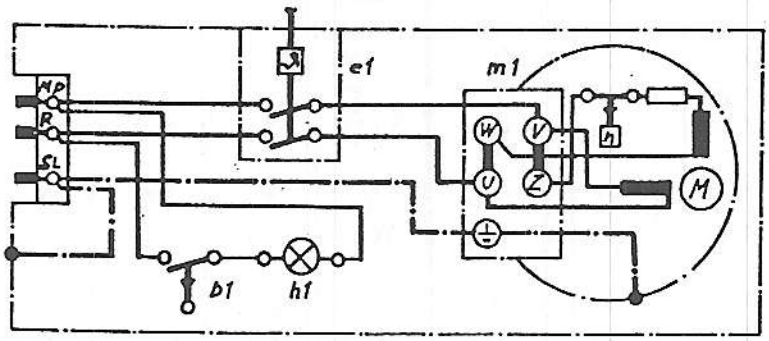
مدار حریان سرد کننده

۱ ــ تبخیر شدن ماده (گاز)

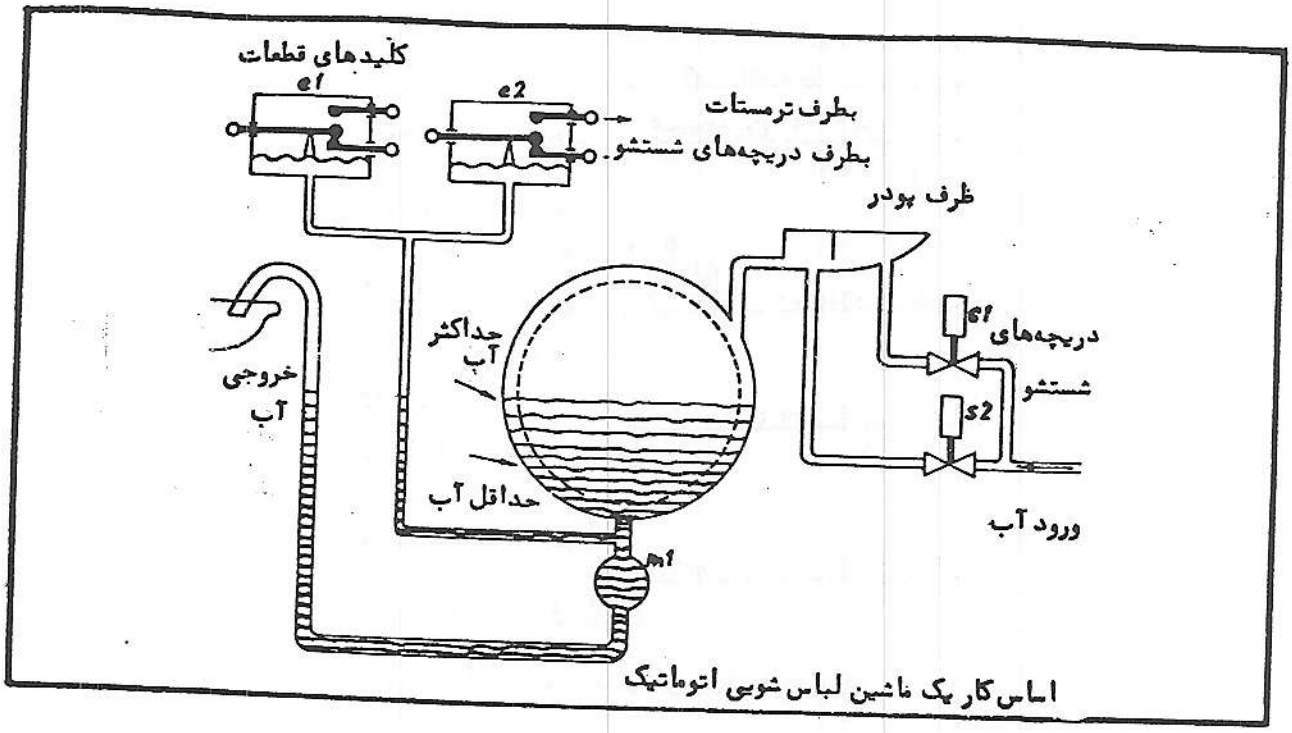
۲ ــ تراکم کردهٔ گاز

۳ ــ مایع شدن گاز

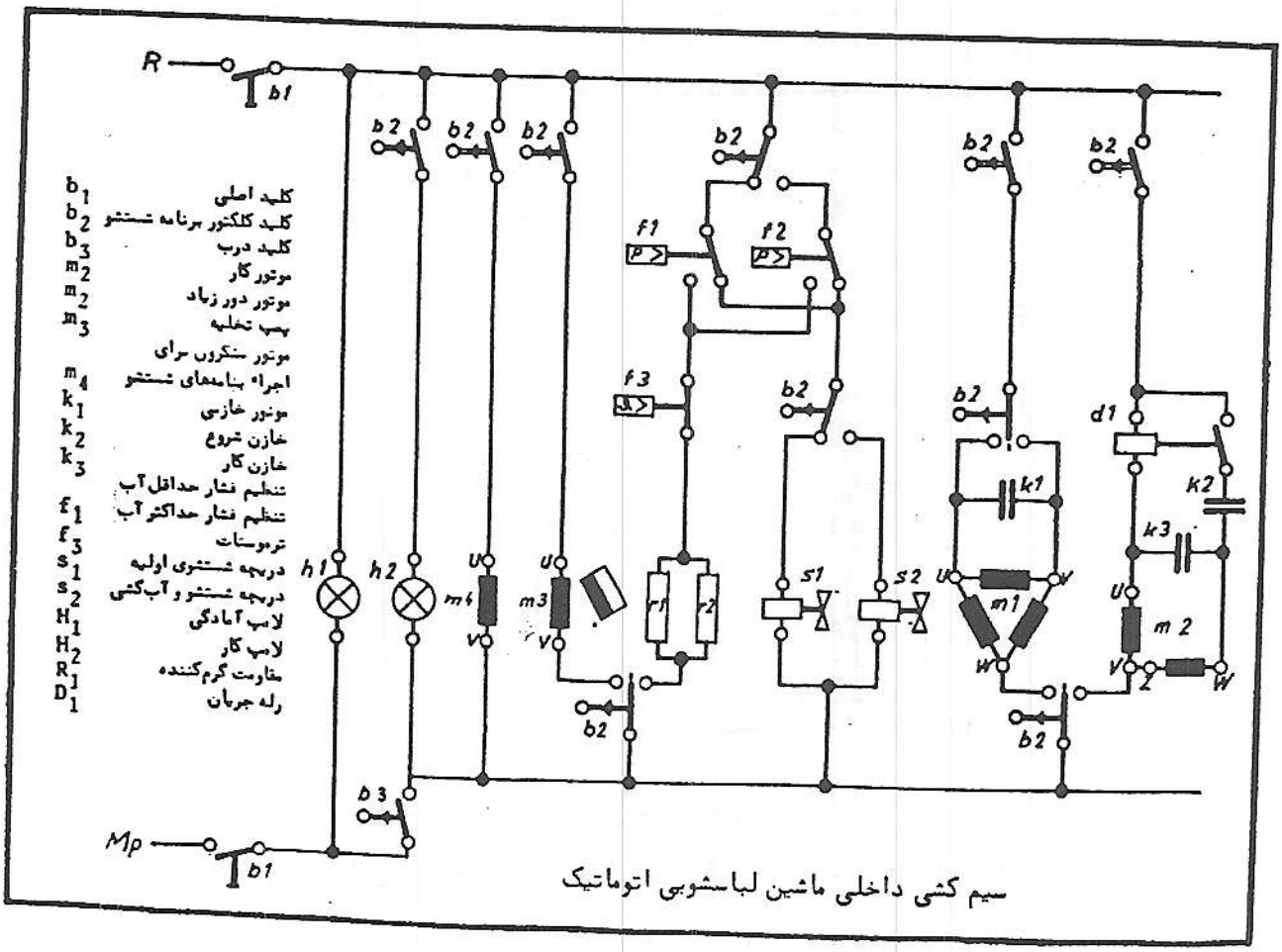
۴ ــ کاهش فشار در لوله‌های موئی



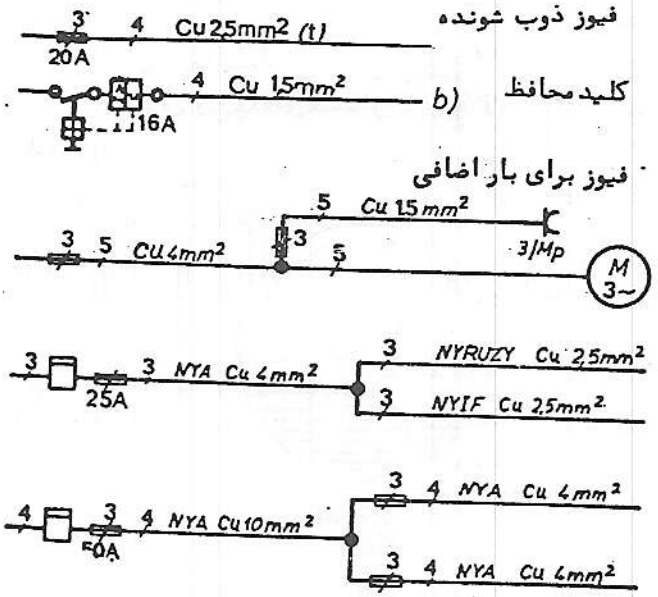
مدار الکتریکی یخچال



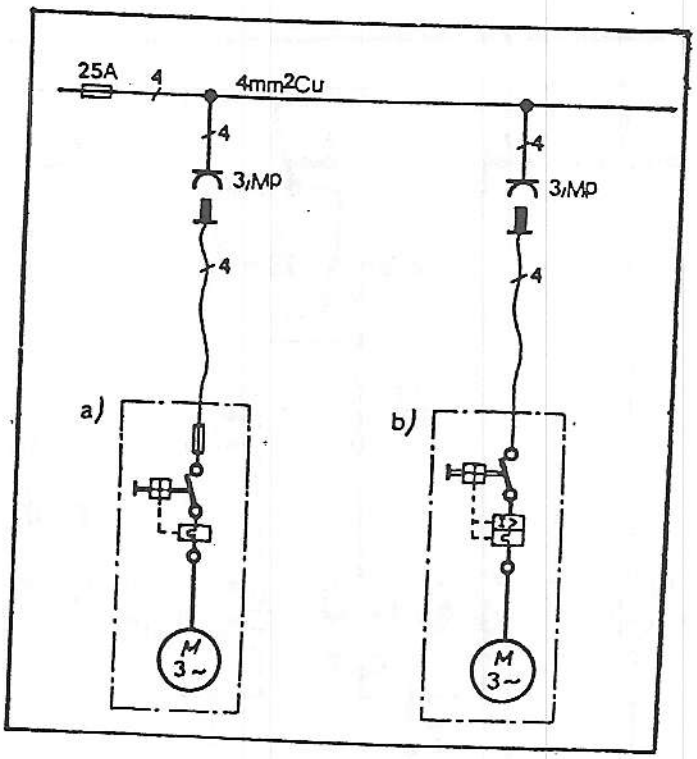
اساس کار یک ماشین لباس شویی اتوماتیک



سیم کشی داخلی ماشین لباسشویی اتوماتیک



انواع حفاظت مدار در مقابل بارهای اضافی

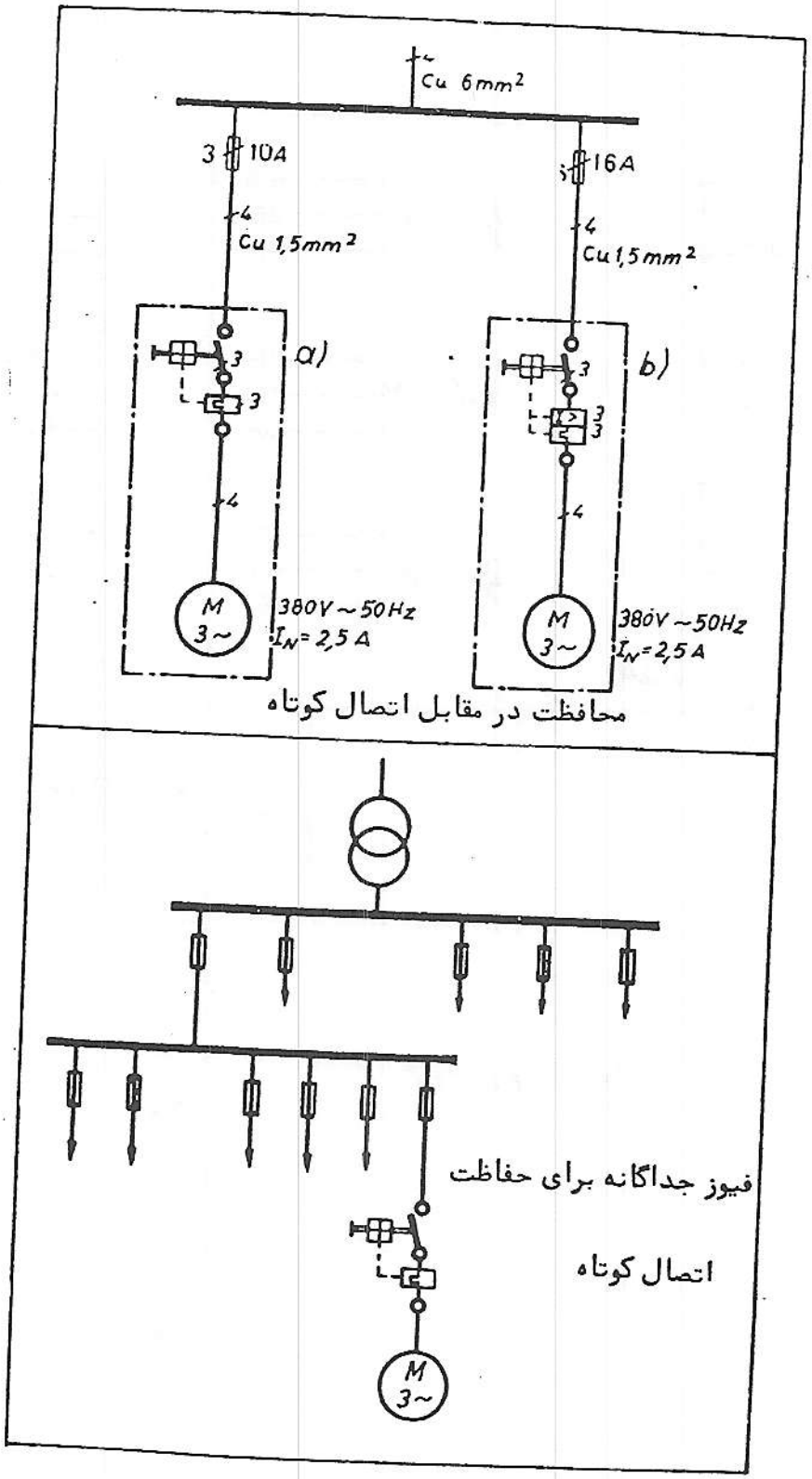


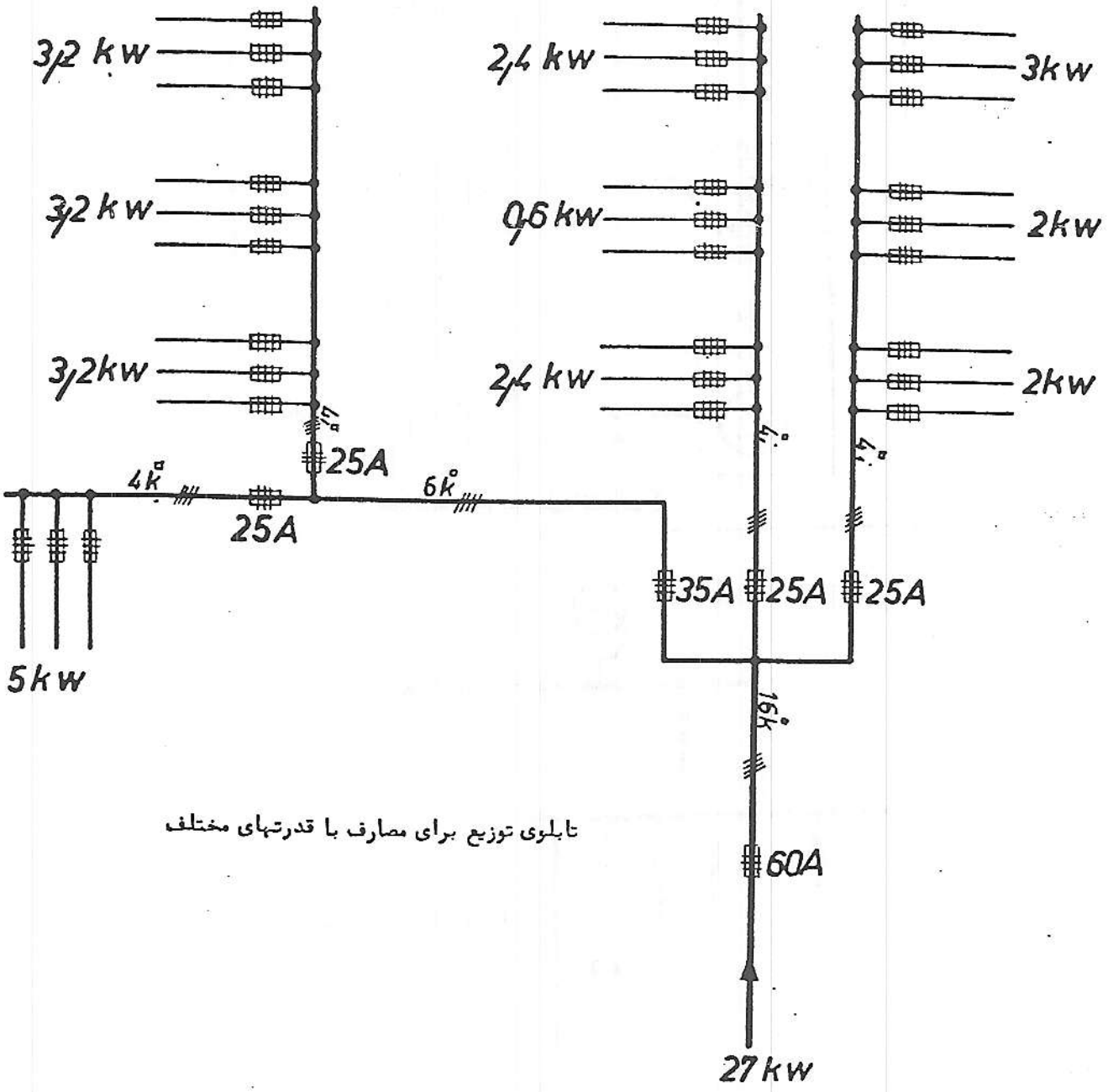
اتصال دو موتور بوسیله کلیدهای محافظ به پریزهای سه‌فاز

a در برابر جریان اضافی بی متال کلید محافظ عمل میکند و همچنین در مقابل اتصال کوتافیوز ذوب شوند.

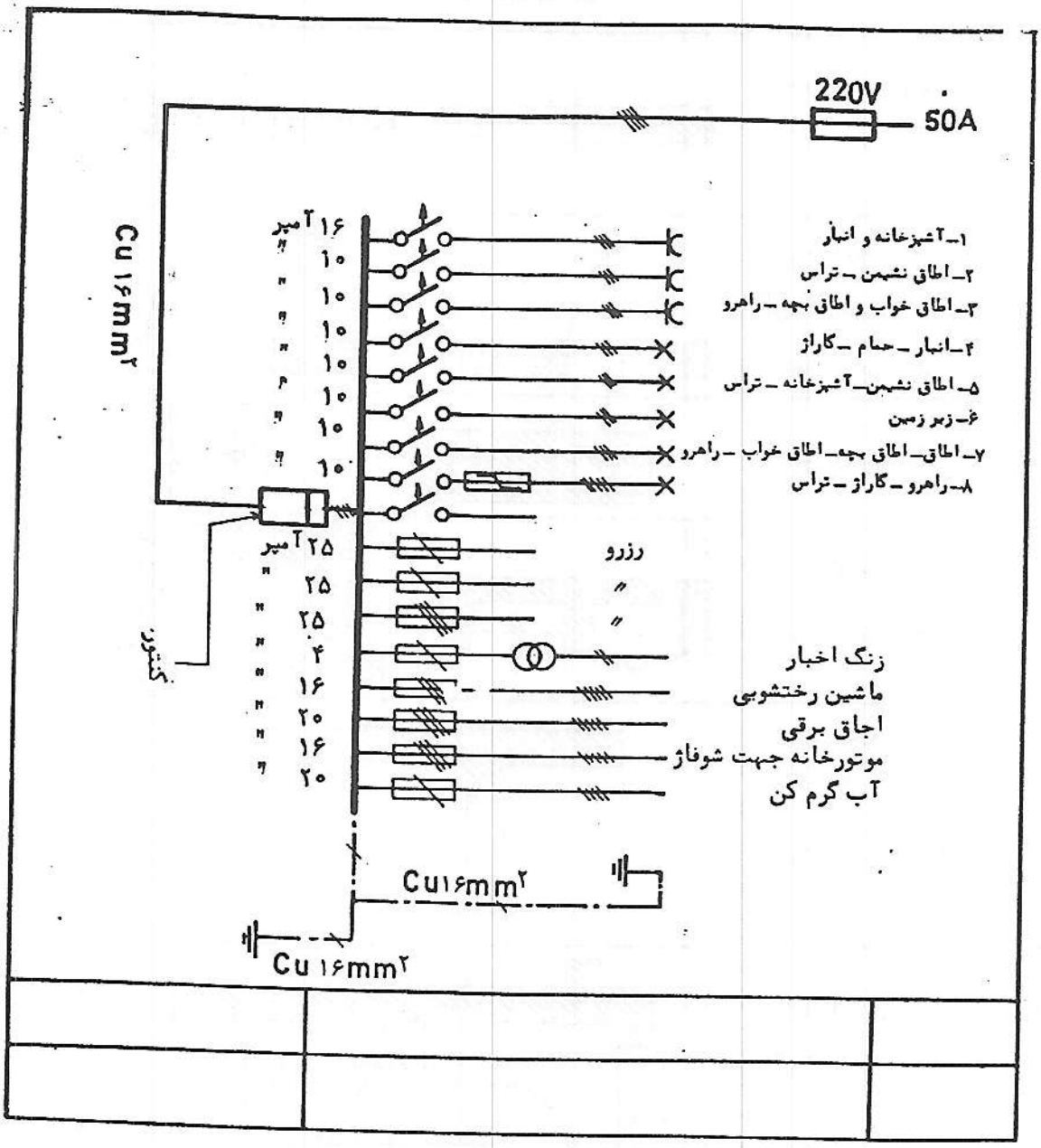
مدار را قطع می‌کند .

b این مدار احتیاج به فیوز ذوب شونده‌ندارد و خود کلید این عمل را انجام میدهد (مغناطیسی)

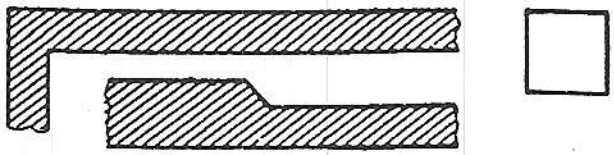
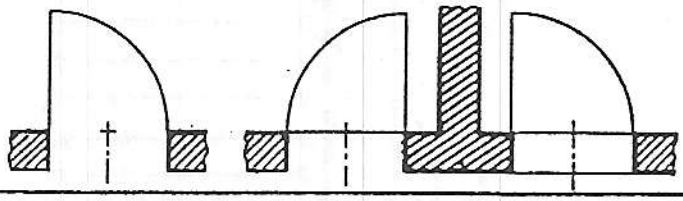
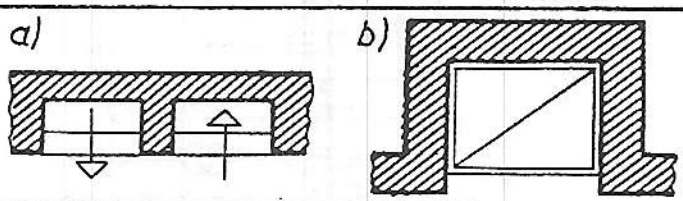
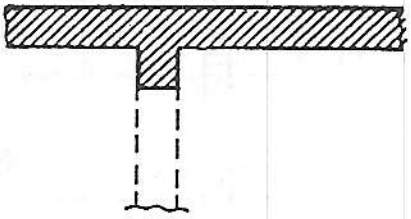
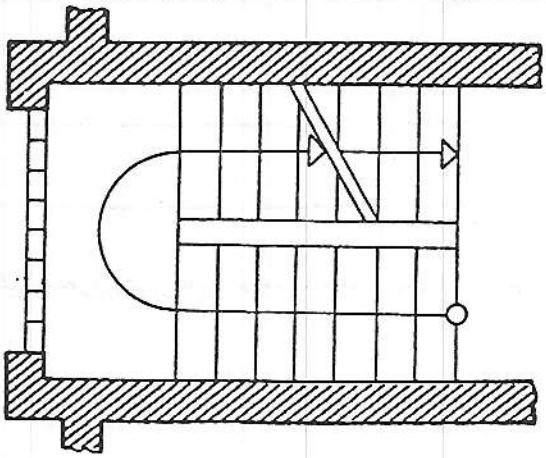

Cu 6mm²
3 10A
16A
4
Cu 1,5mm²
4
Cu 1,5mm²
a)
b)
3
3
3
3
3
4
4
M
3~
380V ~50Hz
I_N=2,5A
M
3~
380V ~50Hz
I_N=2,5A
محافظت در مقابل اتصال کوتاه
فیوز جداگانه برای حفاظت
اتصال کوتاه
M
3~

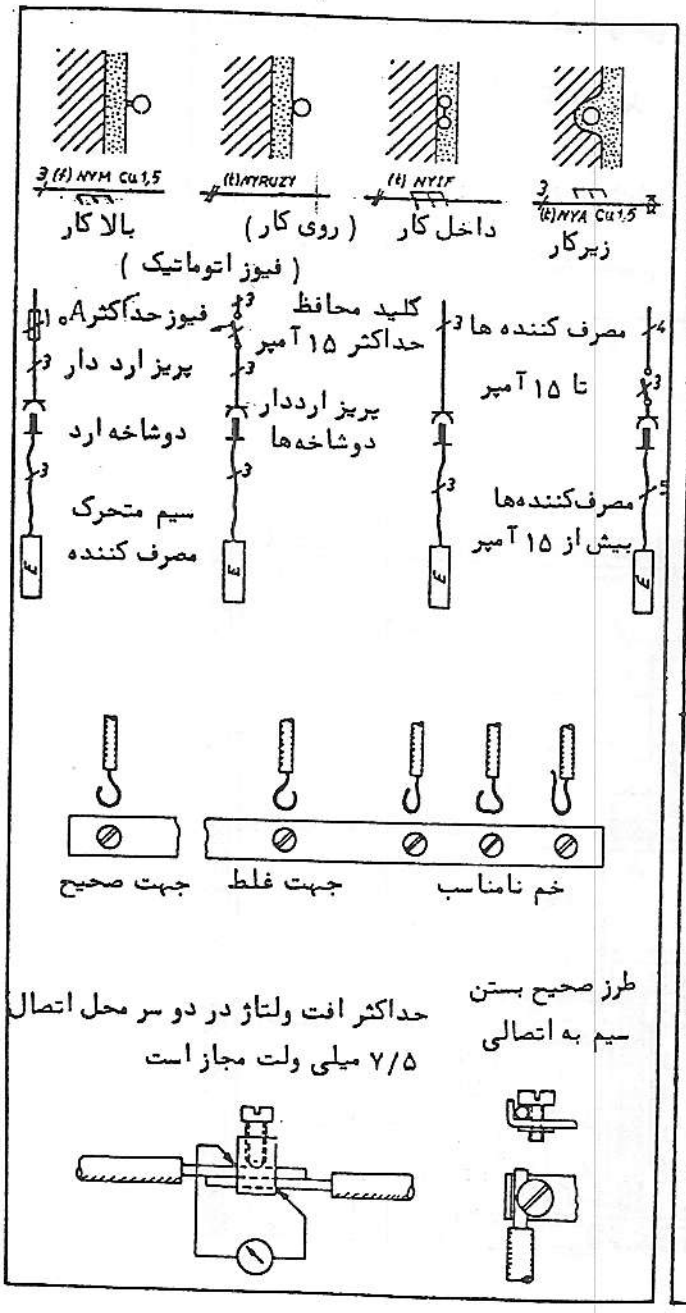


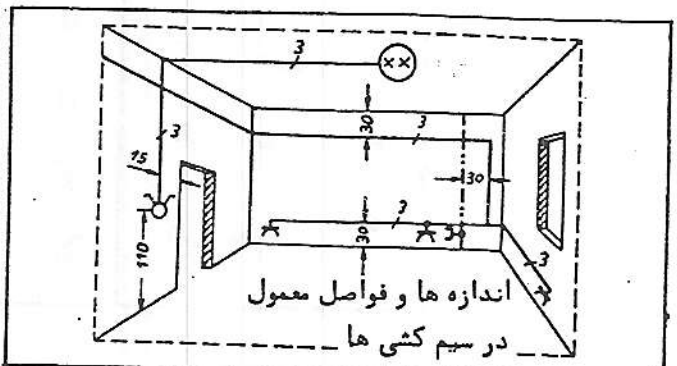
تابلوی توزیع برای مصارف با قدرتهای مختلف

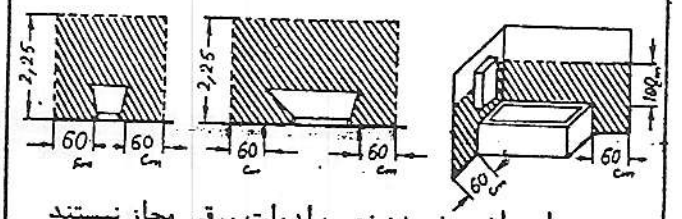


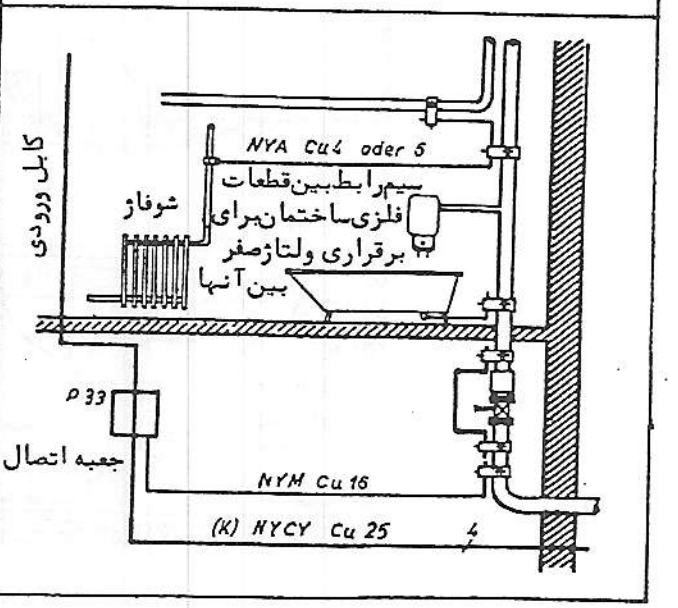
تابلو توزیع برق روشنائی و مصرفی پریزها و غیره و ساختمان ویلائی در مزرعه

طرز نمایش ستون‌ها و دیوارها در نقشه‌های ساختمان	
طرز نمایش پنجره‌ها	
طرزنمایش درب‌ها و مسیر گردش درب بوسیله قوس دایره مشخص میشود	
انواع دودکش	
a) دریچه‌های تهویه‌و هواکش b) محل محوطه آسانسور	
قسمت‌خط چین‌پایه نگهداره است که نباید به آن صدمه برسد یا تضعیف شود	
پله‌ها . جهت فلش نشاندهنده قسمت بالا میباشد	

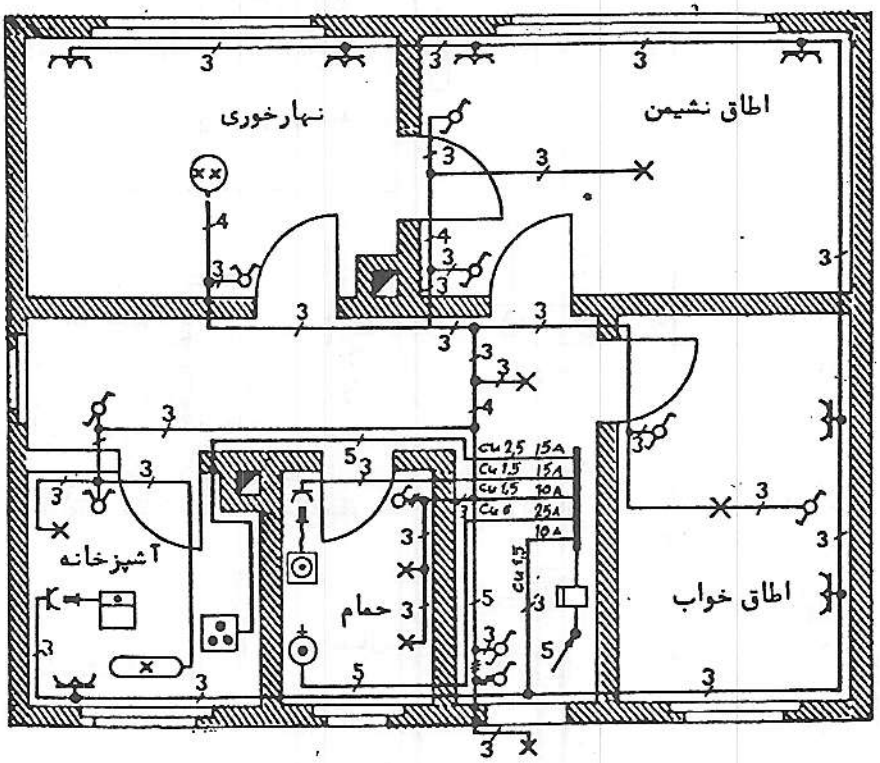

3 (t) NYM Cu 1,5
(t) NYRUZY
(t) NYIF
3 (t) NYA Cu 1,5
بالا کار
(روی کار)
داخل کار
زیرکار
(فیوز اتوماتیک)
فیوز حداکثر A ۱۰
پریز ارد دار
دوشاخه ارد
سیم متحرک
مصرف کننده
کلید محافظ
حداکثر ۱۵ آمپر
پریز اردار
دوشاخه‌ها
مصرف کننده ها
تا ۱۵ آمپر
مصرف‌کننده‌ها
بیش از ۱۵ آمپر
جهت صحیح
جهت غلط
خم نامناسب
طرز صحیح بستن
سیم به اتصالی
حداکثر افت ولتاژ در دو سر محل اتصال
۷/۵ میلی ولت مجاز است


اندازه ها و فواصل معمول
در سیم کشی ها

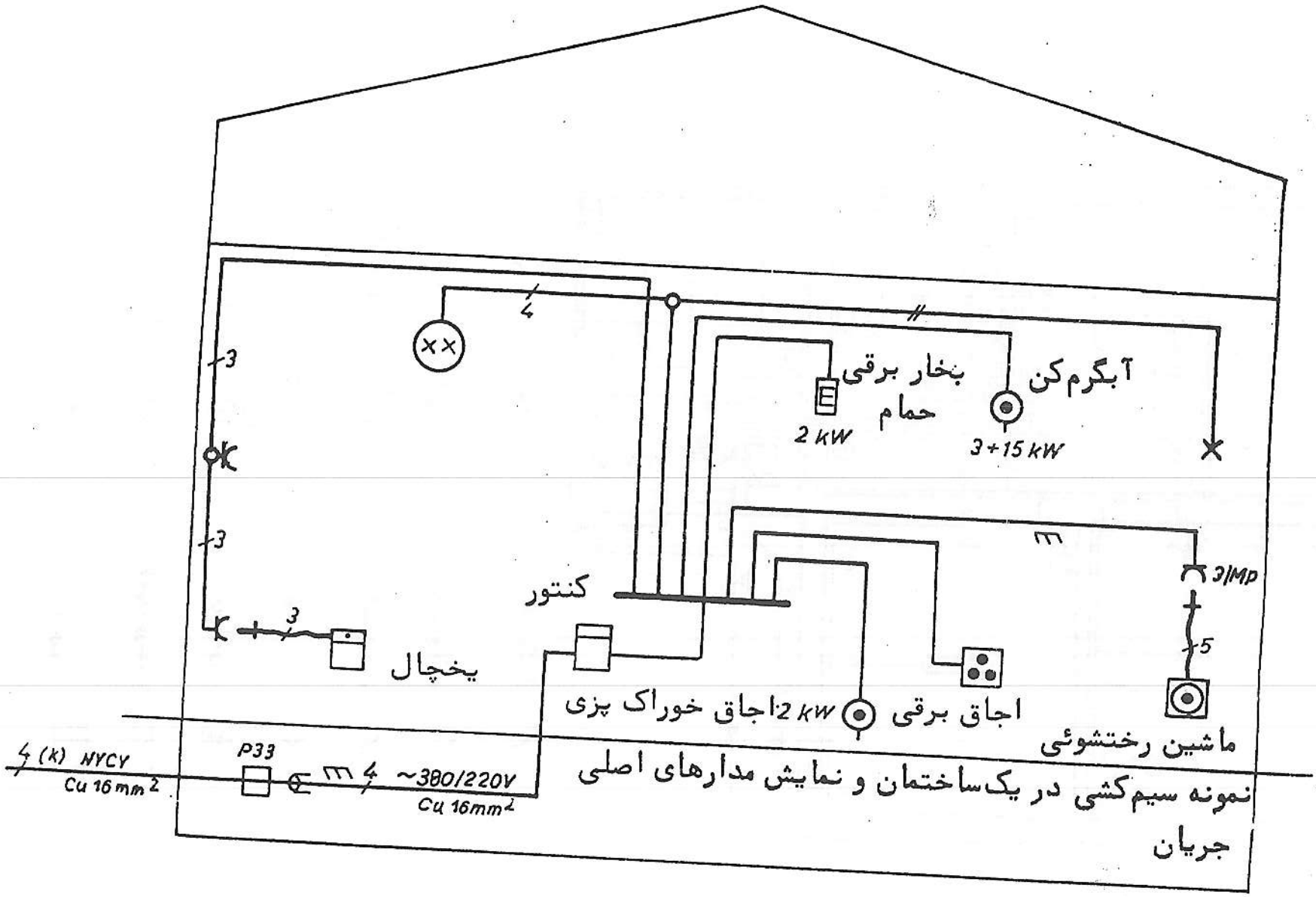

در محل هاشور خورده نصب ادوات برقی مجاز نیستند


کابل ورودی
NYA Cu4 oder 5
سیم رابط بین قطعات
فلزی ساختمان برای
برقراری ولتاژ صفر
بین آنها
شوفاژ
D 33
جعبه اتصال
NYM Cu 16
(K) NYCY Cu 25

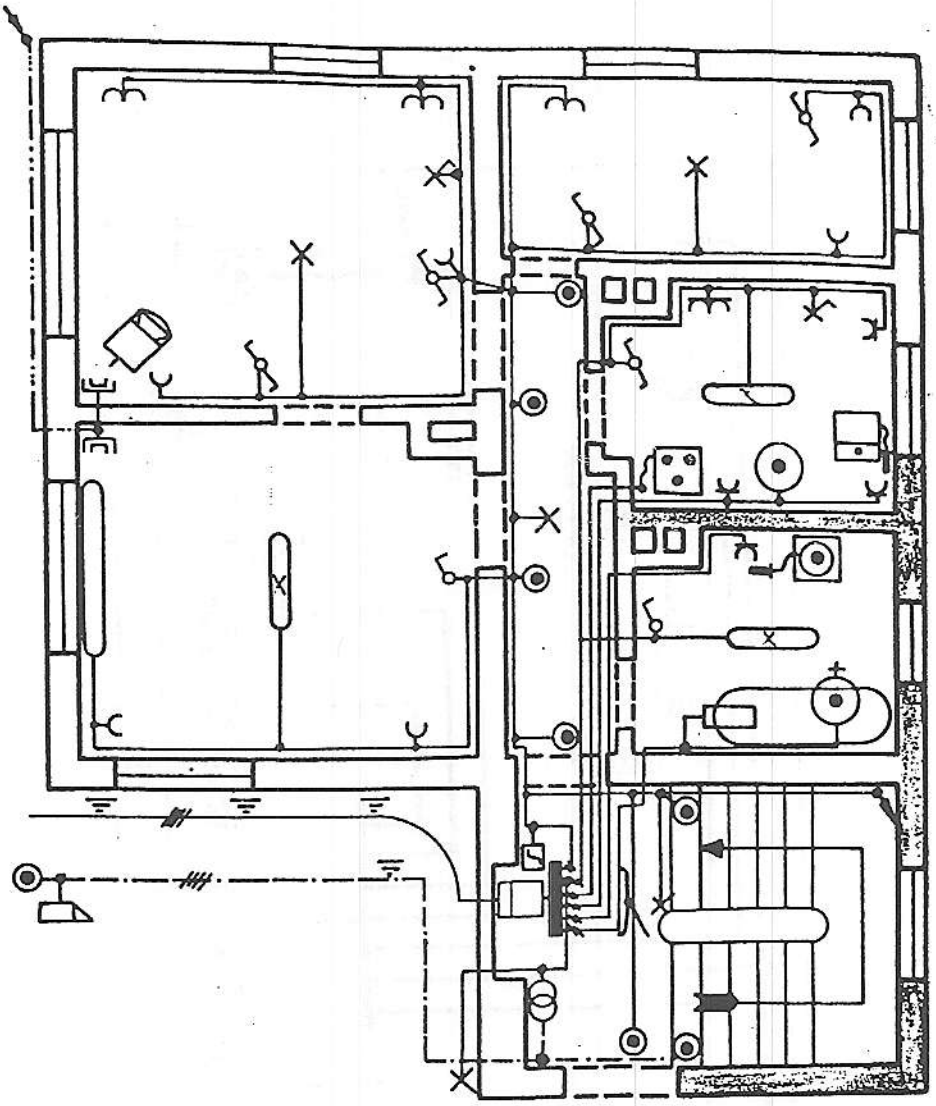
کلید تبدیل کشیده شدنی	کلید گروهی	کلید یک پل
شستی	کلید دوپل	کلید دوپل
لامپ	کلید تبدیل	کلید سه پل
پریز با سیم محافظ (شوکو)	کلید صلیبی	



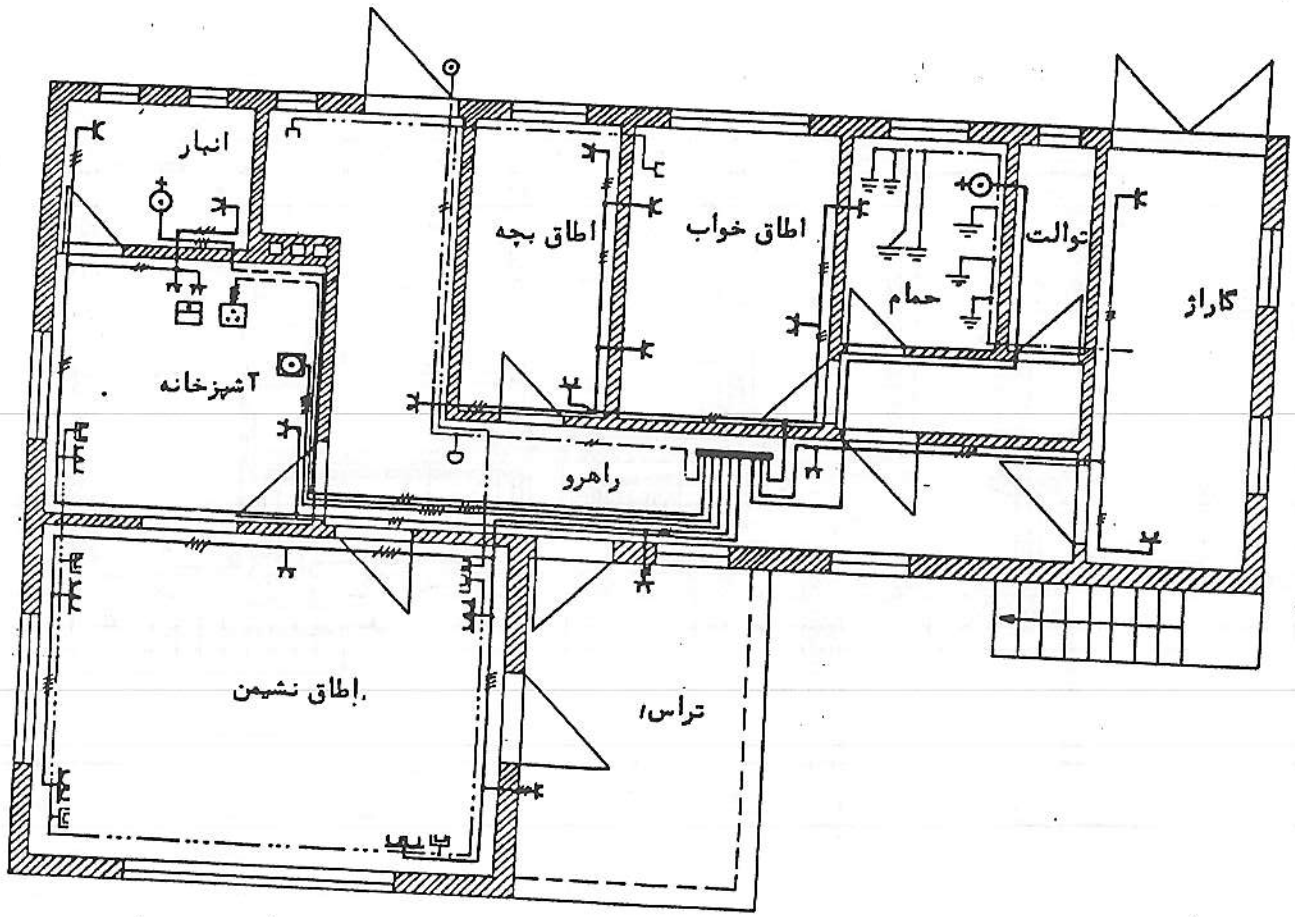
سیم کشی یک ساختمان و انشعابات آن



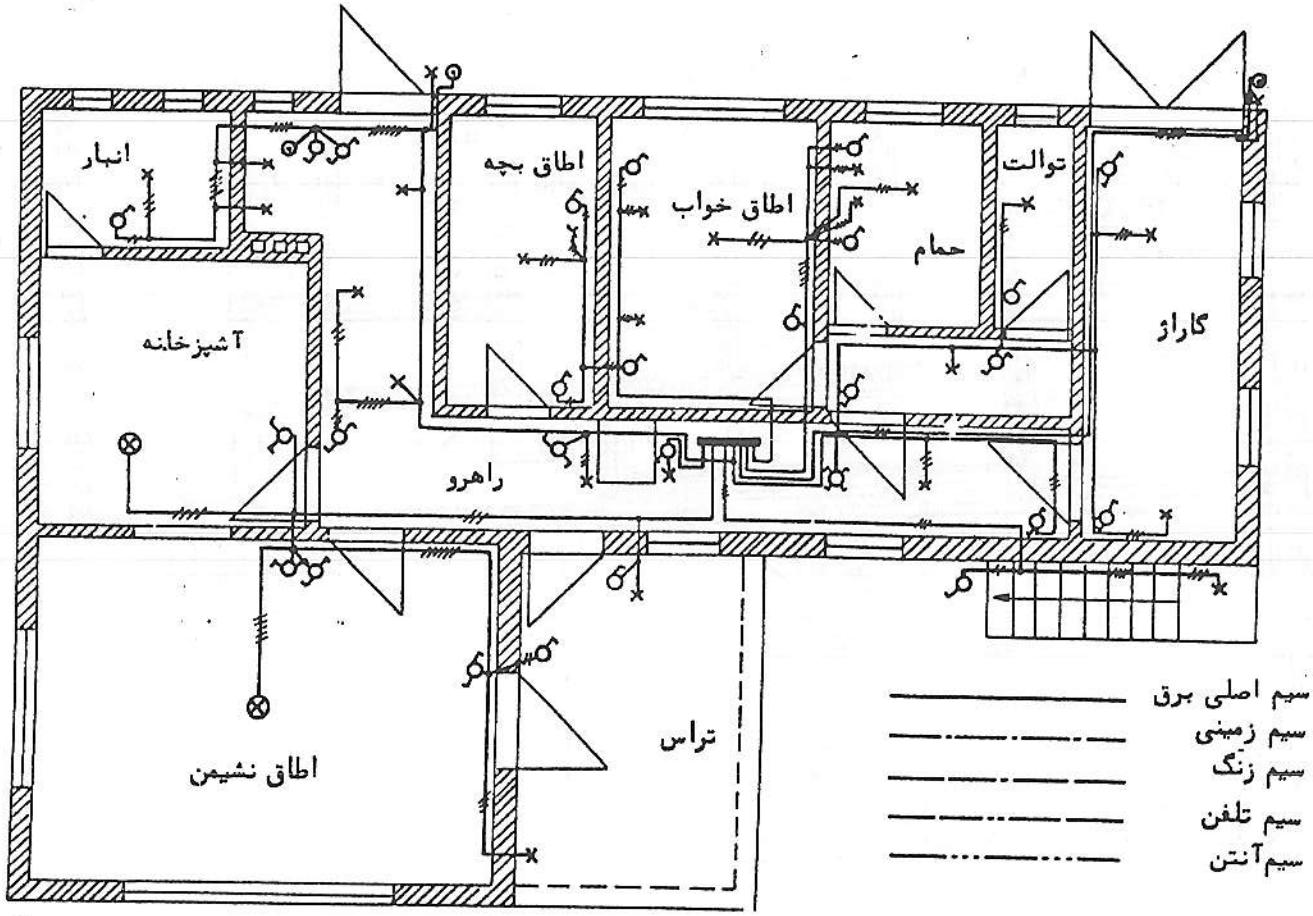
نمونه سیم‌کشی در یک‌ساختمان و نمایش مدارهای اصلی جریان



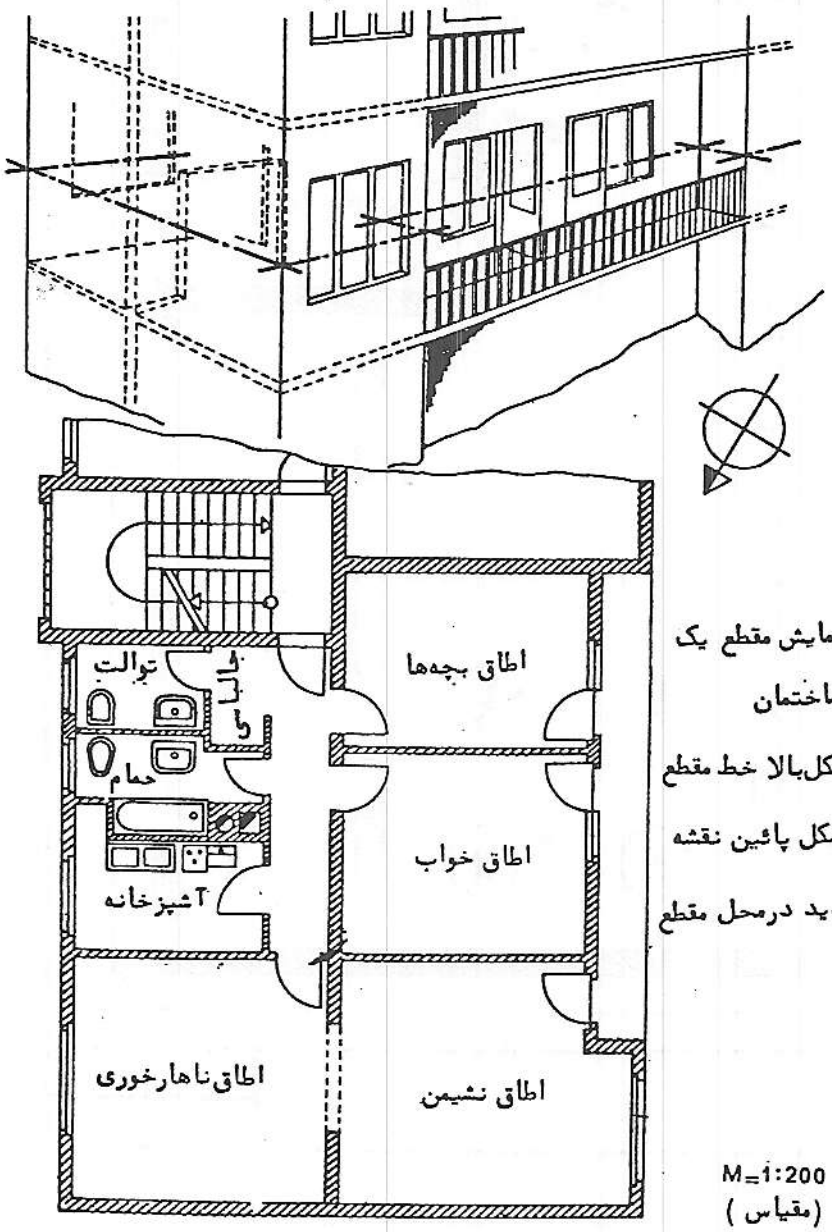
اجاق	کلید یک پل
یخچال	کلید و لامپ
آبگرمکن	کلید تبدیل
دربازکن	پریز
کلید ضربه جریان	پریز آنتن
ترانسفورماتور	لامپ فلورسنت
شاسی	تلویزیون



سیم کشی ساختمان وبلائی در مزرعه
سیم کشی این نقشه برای مصارفی غیر از روشنائی میباشد مانند پریزهای برق وآنتن و غیره



سیم کشی ساختمان ویلائی در مزرعه
سیم کشی این نقشه فقط مربوط به روشنائی میباشد



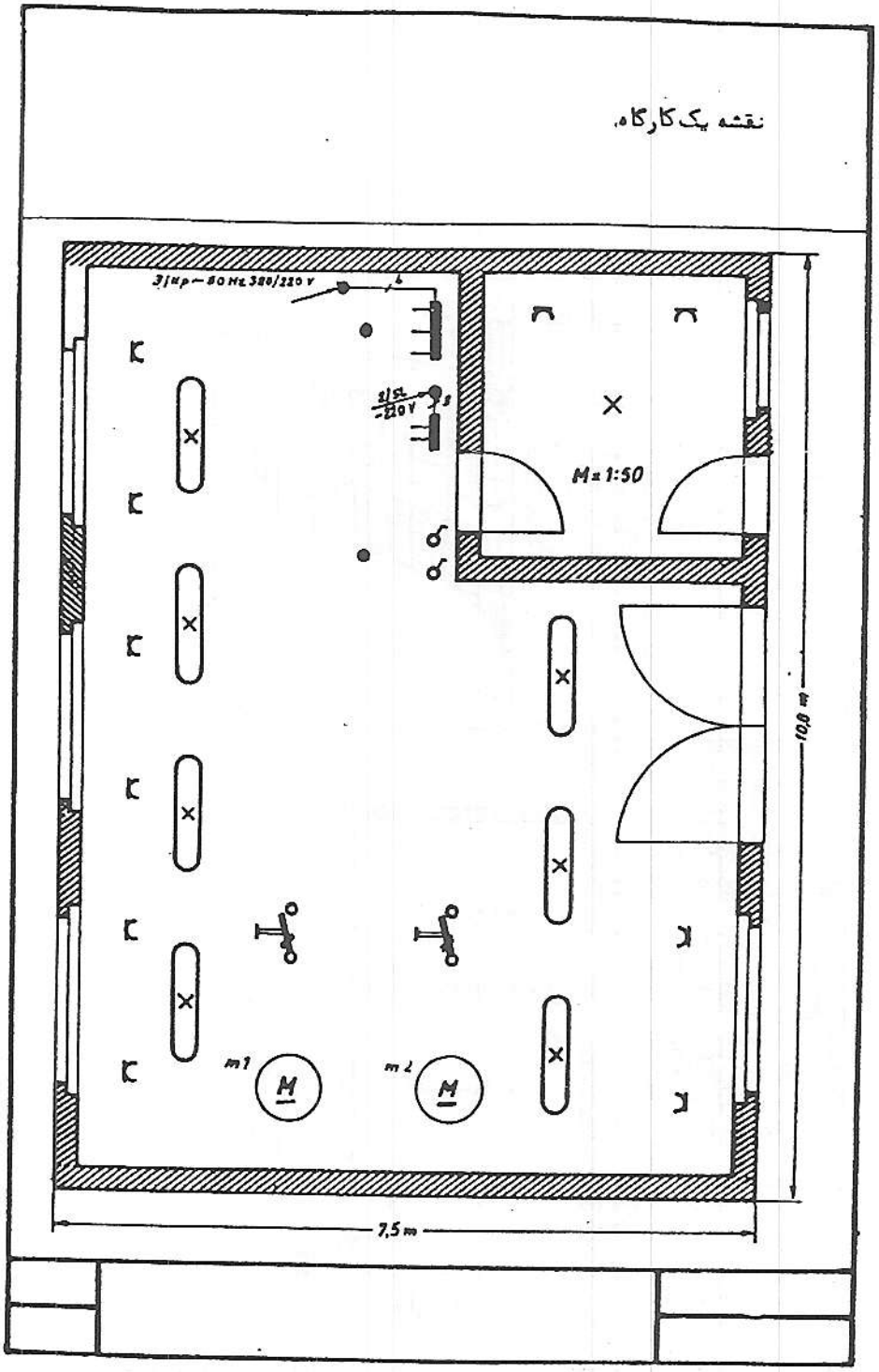
نمایش مقطع یک ساختمان

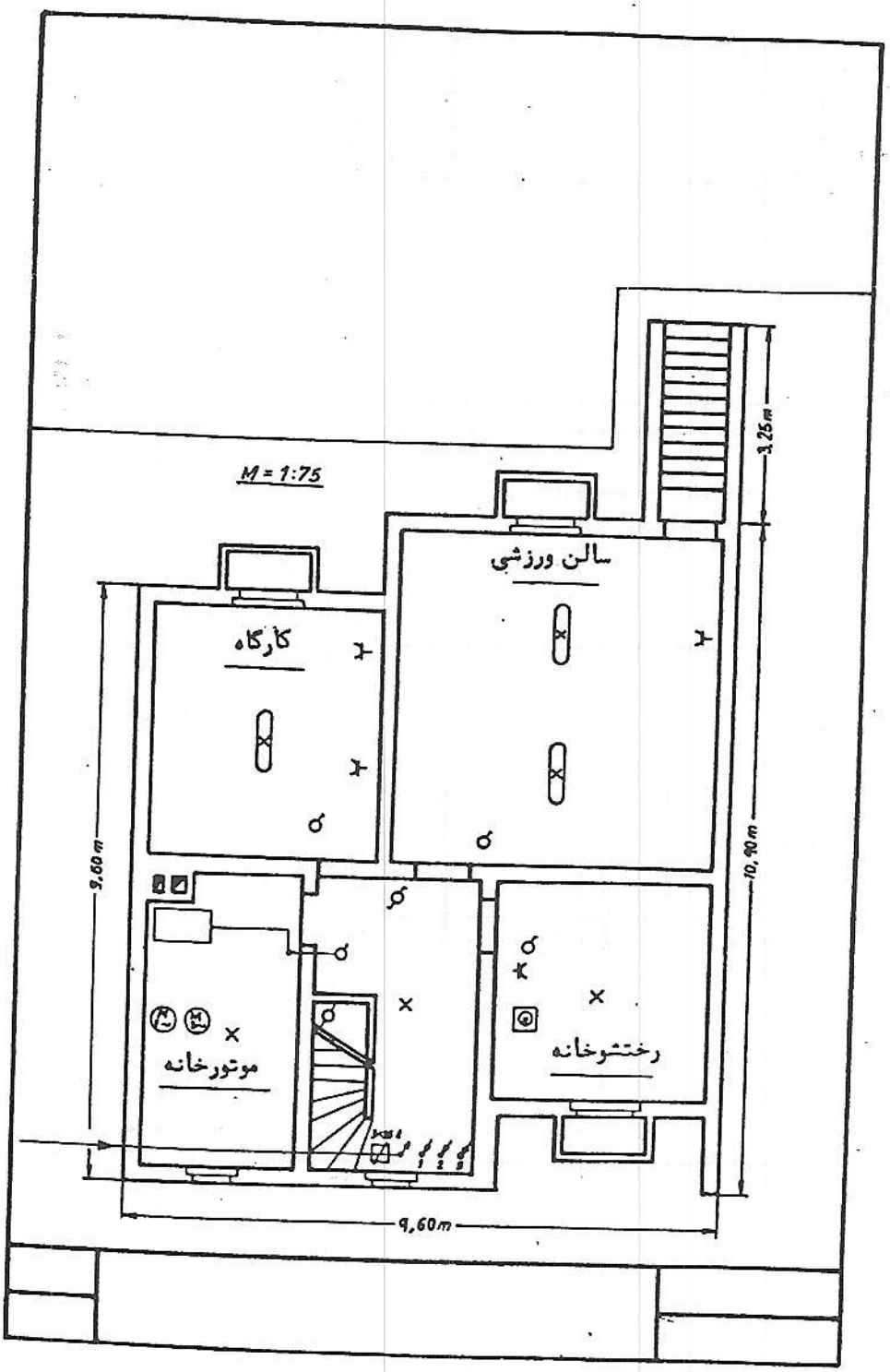
شکل بالا خط مقطع شکل پائین نقشه دید درمحل مقطع

M=1:200
(مقیاس)

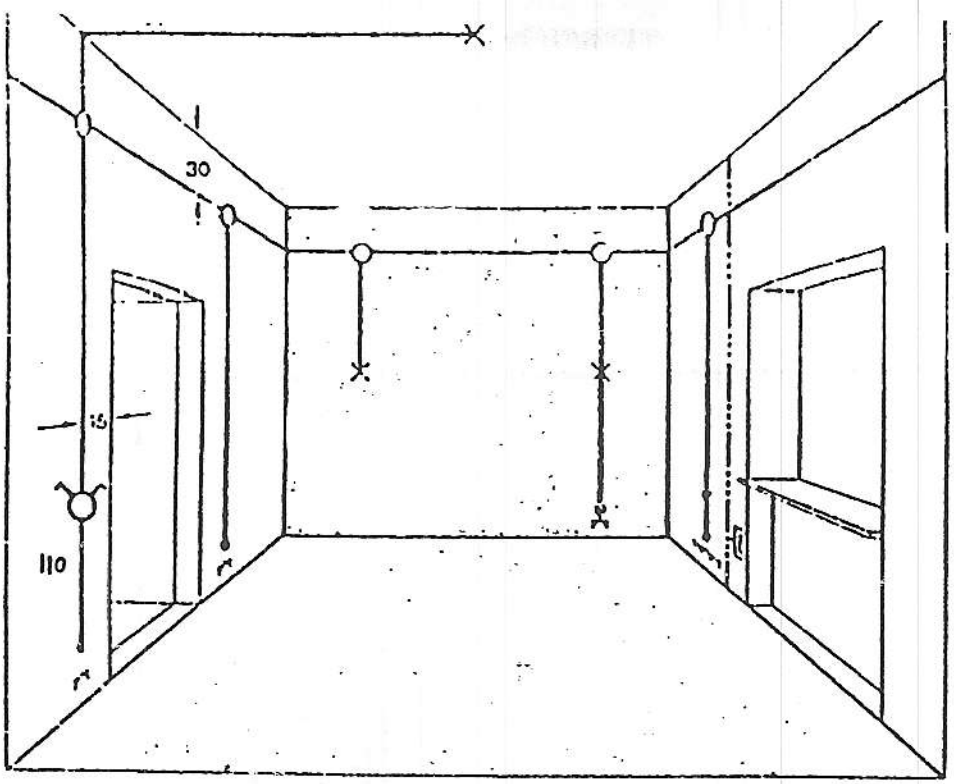
سیم کشی ساختمان مسکونی را تکمیل کنید

نقشه یک کارگاه.

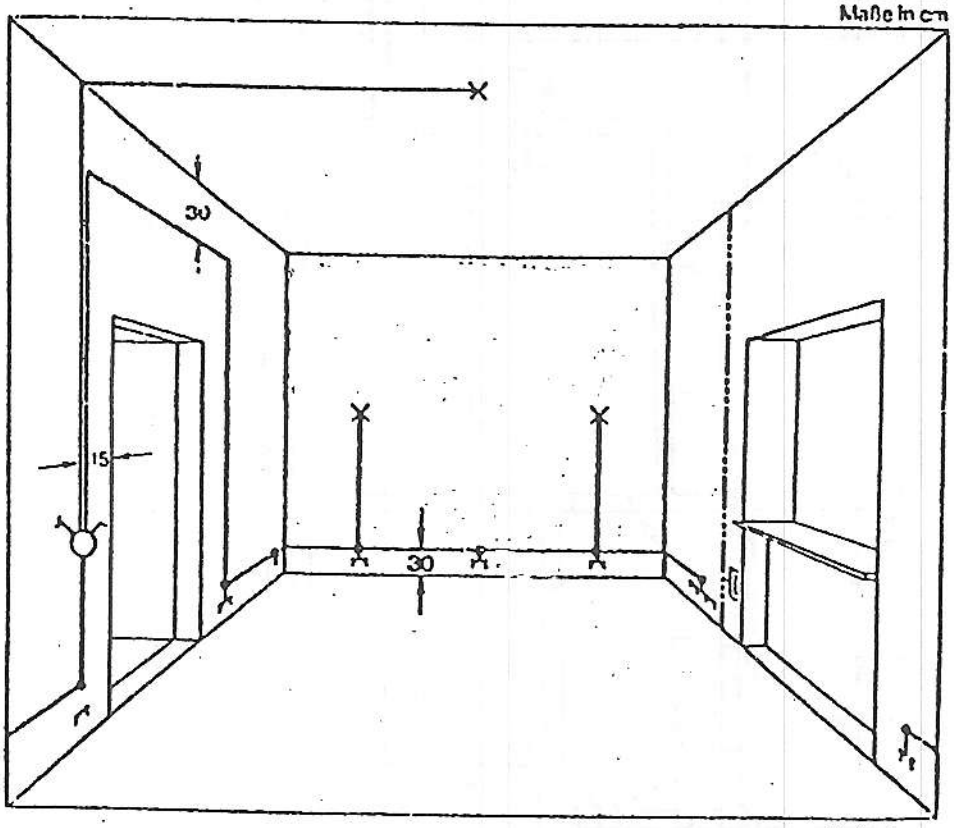




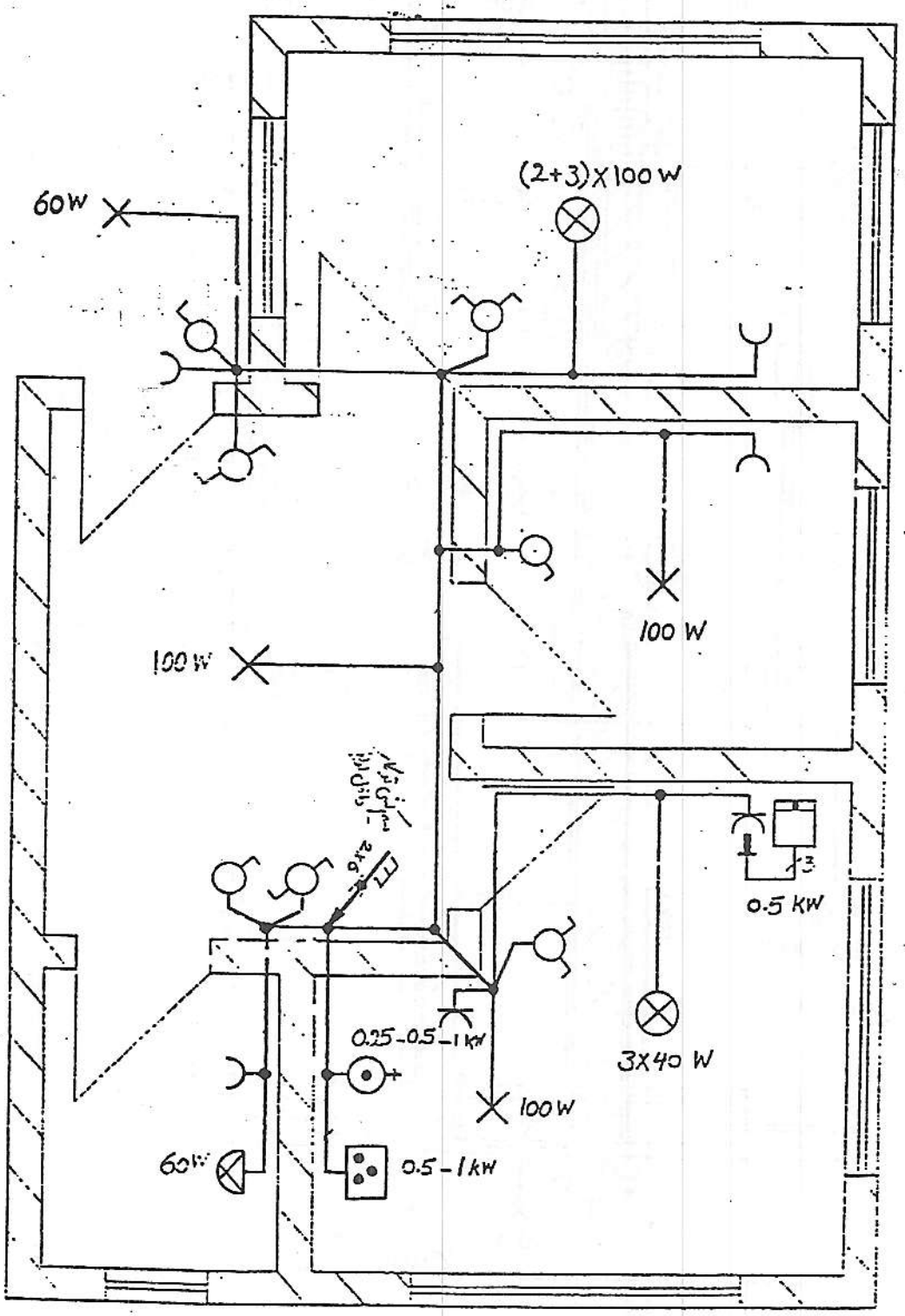
نقشه‌طبقه زیر یک‌ساختمان مسکونی



Maße in cm

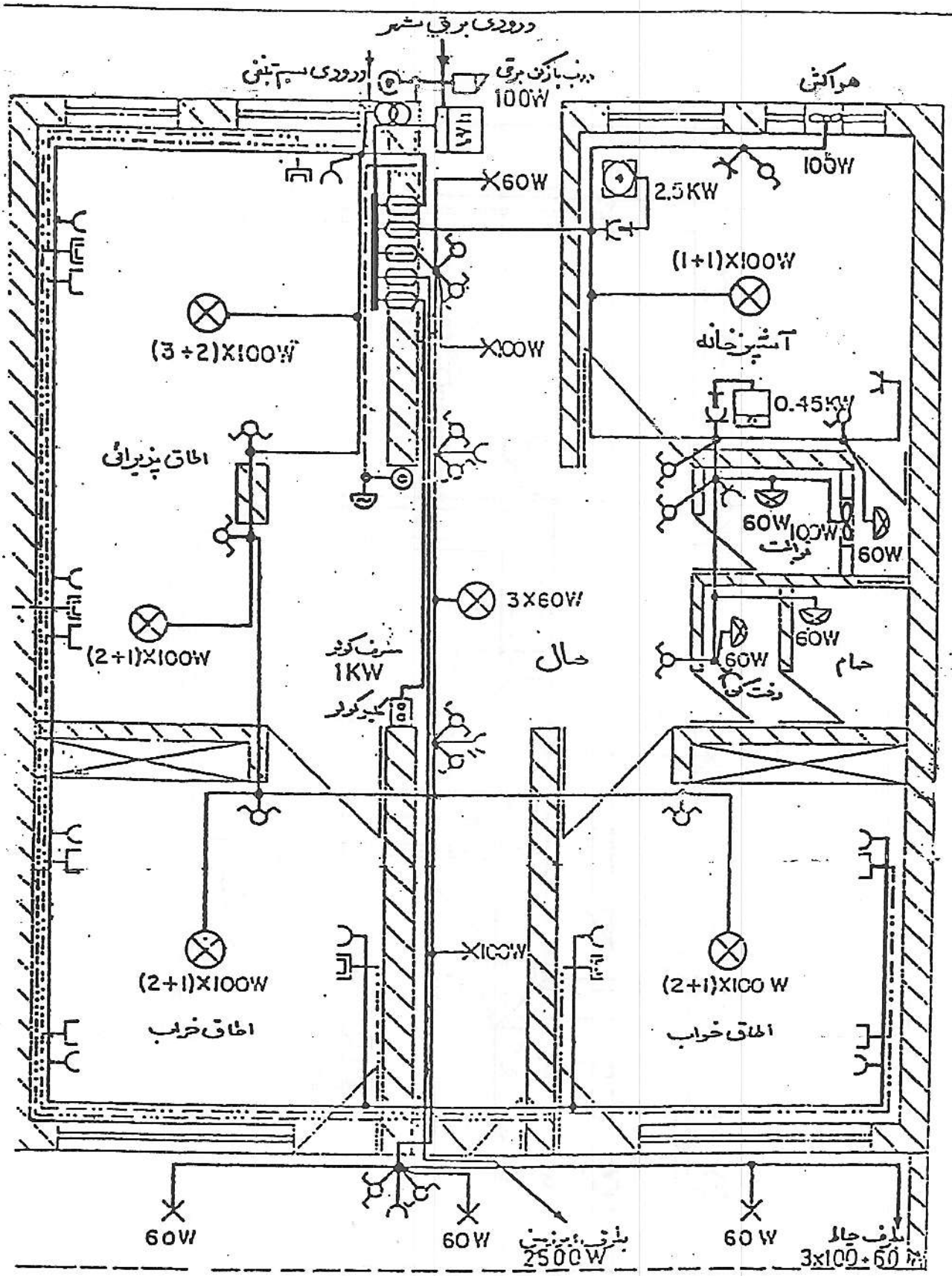


Maße in cm



صورت لوازم برقی بکار رفته در سیم کشی نشان داده شده :

2	پریز ارت دار		سیم تک رشته 1.5
4	پریز معمولی		سیم تک رشته 2.5
8	لامپ 100W		لوله خرطومی
2	لامپ 60W		جعبه تقسیم
3	لامپ 40W		کلید یک پل



تمرین های زیر را انجام دهید: ۱- رسم نقشه ساختمانی 2- رسم کشی خطی ساختمان همراه با تعداد سیم های هر دسته در هر مسیر 3- آپارتمان مرکب از سیزده های کبا رشته در مسیر مصرف کننده سرپل مجزا 4- در صورتیکه کنتور در باشد دوامت ولتاژ مجاز 3٪ درصد در نظر گرفته شود با استفاده از فرمول $S = \frac{2 \times L \times P}{\gamma \times A \times U}$ یا $\frac{2 \times L \times I}{\gamma \times A}$

سطح مقطع کابل مورد نظر را طوری بدست آورید که در نامه ۱۰۰ متری افت ولتاژ از ۳٪ بیشتر نباشد