فصل هفتم

وسایل کنترل وحفاظت

برای اینکه استفاده از برق به طور صحیح و با ایمنی لازم انجام شود، استفاده از وسایل کنترل و حفاظت الزامی است. وسایل کنترل، قطع و وصل مدارها را در هر زمان دلخواه امکان‌پذیر می‌کند و وسایل حفاظت در هنگام بروز خطر، مدار را به طور خودکار قطع می‌کنند. وسایل کنترل ابتدایی کلیدهای کاردی ساده بودند که با حرکت دسته ای مدار را قطع و وصل می‌کردند. کار این کلیدها با جرقه همراه بود که سبب سوختن محل اتصال می‌گردد. با افزایش ولتاژ و جریان، این گونه کلیدها جوابگوی نیازمندیها نبودند و کلیدهای مناسبتری که عمل قطع ووصل را با سرعت انجام می‌دهند، به کار گرفته شده است. ساده‌ترین وسایل کنترل امروزی کلیدهای معمولی در مدارهای روشنایی خانگی است. این کلیدها برای قطع و وصل بارهای صنعتی که جریان زیاد می‌کشند کافی نیست و در این موارد جای خود را به کلیدهای بزرگتر دو یا سه قطبی یا به کنتاکتورها و دیژنکتورهای سه قطبی می‌دهند. به طور کلی عمل قطع و وصل کلید یا از طریق گرداندن بازوی متحرک یا از طریق حرکت دادن دسته کلید و یا از طریق وارد آوردن فشار بر میله حامل کنتاکت متحرک انجام می‌شود.

چون باز کردن مدارها پیوسته با جرقه همراه است، لازم است عمل قطع و وصل کلید با سرعت انجام شود و به این منظور کلیدها به یک وسیله مکانیکی مجهز هستند که این اعمال را با سرعت انجام می‌دهد. در کلیدهای کوچک با عمل سریع که در مکانهای مسکونی یا تجاری برای کنترل جریانهای کم مورد استفاده قرار می‌گیرند، جرقه مشکلاتی ایجاد نمی‌کند، لیکن کلیدهای بزرگ صنعتی که برای کنترل جریانهای بالا ساخته می‌شوند معمولاً به وسایلی جهت سرد کردن و از بین بردن جرقه مجهز هستند تا از بروز سوختگی در نقاط تماس کنتاکتها جلوگیری به عمل آید.

کلیدهای برقی باید استحکام الکتریکی کافی برای تحمل ولتاژ مدار و ظرفیت کافی برای حمل جریان مداری راکه کنترل می‌کنند دارا باشند. این بدان معنی است که کلیدها بدون افزایش درجه حرارت آنها از حد مجاز جریان مدار را به طور دائم حمل کنند. علاوه بر این در صورت اتصال کوتاه کلیدها باید جریان زیادی را برای مدت کوتاهی تحمل کنند تا وسایل حفاظتی عمل کرده و مدار را قطع نمایند در شبکه‌های برق رسانی جریانهای اتصال کوتاه مقادیر بزرگی دارند و کلیدها و دیژگتورها باید قدرت کافی برای حمل این جریانهای بزرگ داشته باشند. این امر موجب افزایش حجم و قیمت اینگونه کلیدها و دیژگتورها می‌گردد. بنابراین در انتخاب کلیدها باید به ولتاژ اسمی، جریان اسمی و قدرت قطع آنها توجه شود.

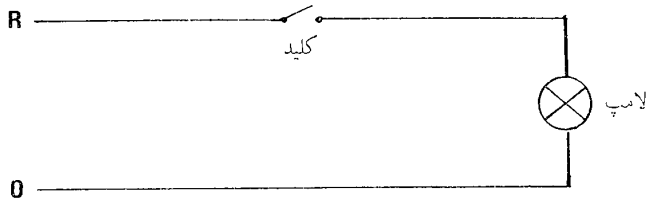
ساده‌ترین وسایل حفاظت فیوزها هستند. فیوزهای اولیه قطعات سیمهای سربی بود که به طورمتوالی با مدار قرار می‌گرفت و در صورت ذوب به اطراف پرتاب می‌شد که خطراتی دربر داشت. فیوزها امروزه به حدکمال رسیده و در اماکن مسکونی ، تجاری و صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر فیوزها ، رله‌های حرارتی ، رله‌های الکترومکانیکی و رله‌های القایی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند که به کنتاکتورها و دیژنکتورها فرمان قطع می‌دهند.

در این فصل به تشریح این وسایل و طرز استفاده از آنها در مدارهای برقی می‌پردازیم. در ابتدا کلیدها سپس فیوزها و رله‌ها و در آخر کنتاکتورها و دیژنکتورها را مورد بحث قرار می‌دهیم.

۷-۱- کلیدهای یک قطبی کنترل مدارهای روشنایی

مدارهای روشنایی اماکن مسکونی وتجاری کوچک توسط کلیدهای ساده یک قطبی با بدنه پلاستیکی با اندازه استاندارد ۱۰ آمپر کنترل می‌شوند. این کلیدها برای کنترل مدارهای روشنایی مراکز تجاری و صنعتی بزرگ کافی نیستند و استحکام کافی ندارند. در این مدارها روشنایی از کلیدهای گردان با کلیدهای کاردی بزرگ که برای جریانهای بالا ساخته می‌شوند و دارای استحکام مکانیکی بیشتر هستند استفده می‌شود. در مراکز صنعتی که گازهای قابل اشتعال موجود باشد از کلیدهایی با بدنه فلزی محکم که به کلیدهای ضد شعله معروف هستند استفاده به عمل می‌آید.

ساده‌ترین مدار برق‌رسانی مرکب از دو سیم فاز و نوترال است که به دو سر یک وسیله الکتریکی مثل یک لامپ متصل می‌شود. برای اینکه بتوانیم روشن یا خاموش بودن لامپ را کنترل کنیم به یک کلید نیازمندیم. این کلید می‌تواند دو سیم مدار را وصل یا قطع کند لکن واضح است که قطع و وصل یکی از سیمها برای کنترل عملکرد لامپ کافی است. چنین مدار ساده‌ای در شکل ۷-۱ زیر نشان داده شده است.



شکل ۷ ـ ۱ : کنترل یک لامپ توسط یک کلید

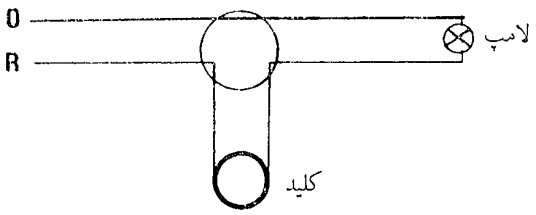
نظر به اینکه این کلید تنها یک بازوی متحرک دارد، کلید یک قطبی (یک پل) نامیده می‌شود. در بسیاری از مصارف صنعتی از کلیدهای دو قطبی و سه قطبی استفاده می‌شود که بعداً تشریح می‌گردند . به طوری که ملاحظه می‌کنید کلید روی سیم فاز تعبیه شده است. در صورتی که کلید را روی سیم نوترال (خنثی) قرار دهیم همین کار کنترل انجام می شود، لیکن از نظر فنی روشی اشتباه است. در صورتی که کلید روی فاز باشد با باز کردن کلید چراغ فاقد برق و بی‌خطر خواهد بود لیکن اگر کلید روی سیم نوترال قرار داشته باشد، با باز کردن آن نیز سیم فاز (گرم) در پشت چراغ برق‌دار و خطرناک است و ممکن است در موقع تعمیر یا تعویض لامپ سوخته به سهولت سبب برق‌گرفتگی شود.

۷-۱-۱-کلید یک قطبی یک راهه

نظر به اینک کلید شکل ۷-۱ تنها یک تیغه یا بازوی متحرک دارد یک قطبی نامیده می‌شود و چون این کلید تنها یک سیم مدار را قطع یا وصل می‌کند یک راهه نامیده می‌شود. بنابراین کلید نشان داده شده یک قطبی یک راهه می‌باشد. شکل ۷-۲ شماتیک یک مدار برقی برای کنترل یک لامپ را نشان می‌دهد، لیکن اطلاعات کافی به سیم‌کش نمی‌دهد. در عمل کلید را در نقطه مناسب و دلخواهی قرار می‌دهیم و لامپ معمولاً در محل دیگری قرار می‌گیرد و نقشه عملی‌تر سیم‌کش به صورت زیر در می‌آید.

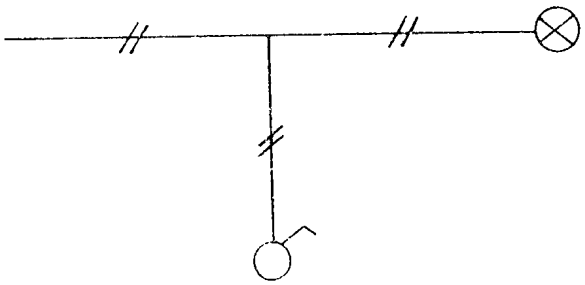
در نصب واقعی که معمولاً سیمها در داخل لوله قرار می‌گیرند یک لوله محتوی دو سیم به قوطی تقسیم کشیده می‌شود و از آنجا یک لوله محتوی دو سیم به کلید و لوله دیگری با دو سیم به لامپ کشیده می‌شود و اتصالهای لازم در قوطی، کلید و لامپ انجام می‌شود. در سیم‌کشی روکار به منظور حفظ زیبایی لوله‌ها در خطوط صاف و با زوایای ۹۰ درجه کشیده می‌شوند، لیکن در سیم‌کشی توکار معمولاً کوتاهترین مسیر برای لوله‌ها انتخاب می‌شود.

در کشیدن نقشه‌های برقی برای سادگی کار و جلوگیری از شلوغ شدن نقشه، مدارها را به شکل ساده تک سیمی می‌کشیم و از علائم قبول شده استفاده می‌کنیم. برای مثال نقشه سیم‌کشی مدار بالا را به صورت زیر که روش استاندارد ایران و غالب کشورهای دیگر است ترسیم می‌کنیم.



شکل ۷ ـ ۲ : نقشه عملی سیم‌کشی کنترل یک لامپ توسط یک کلید

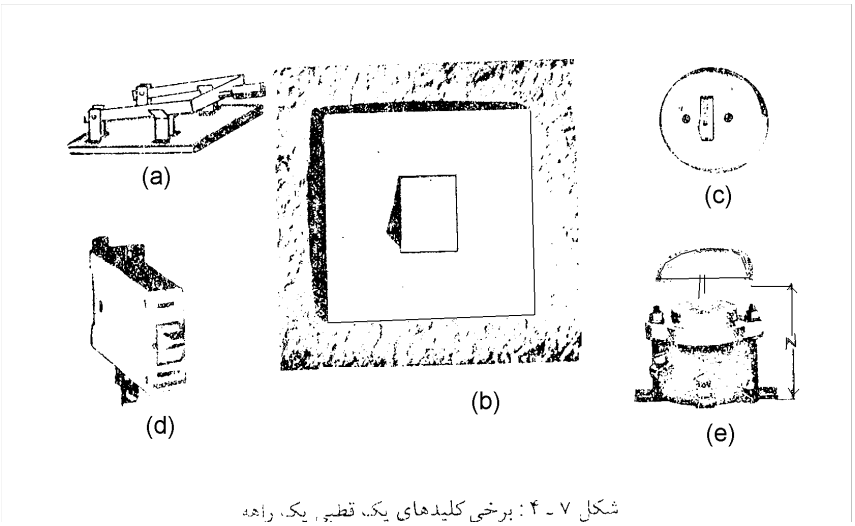
دقت کنید که در این نقشه تعداد سیمها در هر نقطه مسیر با گذاشتن خطهایی مشخص شده است. در صورتی که تعداد سیمها خیلی زیاد باشد می‌توان تعداد آنها را نوشت. در نقشه از علائم قبول شده چراغ و کلید یک قطبی یک راهه استفاده شده است.



شکل ۷ ـ ۳ : نقشه معمول کنترل یک لامپ توسط یک کلید

این کلیدها را در آزمایشگاه مطابق شکل ۷-۴-(a) دیده‌ایم و به نام کلید کاردی می‌شناسیم.

آنها دارای دو محل اتصال هستندکه در روی پایه عایقی نظیر چوب نصب می‌شوند و با حرکت دسته تیغه مدار را قطع یا وصل می‌کند. بدیهی است که چنین کلیدی به علت در دسترس بودن اتصالهای برق‌دار و سرعت کم آن خطرناک است. برای استفاده در اماکن مسکونی بر همین اساس کلیدهای سریع با پایه چینی یا عایق پلاستیکی ساخته می‌شوند (پایه چینی مرغوبتر است). این کلیدها به اشکال و رنگهای مختلف برای ولتاژ ۲۲۰ ولت وجریان استاندارد ۱۰ آمپر توسط کارخانجات مختلف آدمیرام، ایران رشت وغیره در ایران ساخته می‌شود. در شکلهای (b) و (c) نوع توکار و روکار این کلیدها نشان داده شده است. در نوع توکار قسمتی از بدنه کلید داخل دیوار قرار می‌گیرد، به طوری که سطح خارجی کلید، هم سطح با دیوار است. در نوع روکار، کلید کلاً روی دیوار نصب می‌شود.



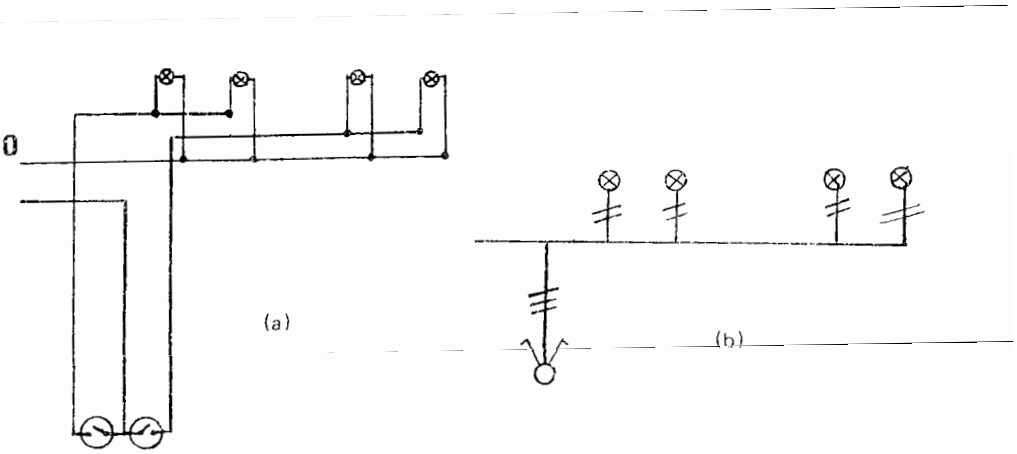
شکل ۷ ـ ۴ : برخی کلیدهای یک قطبی یک راهه

در شکل d نوع قویتر کلید یک قطبی یک راهه با حجم کوچک تا ظرفیت ۴۰ آمپر ساخته می‌شود و برای کنترل مدارهای روشنایی تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، دیده می‌شود. در شکل e نوع گردان که تا ظرفیت ۶۳۰ آمپر ساخته می‌شود نشان داده شده است.

۷-۱-۲- کلیدهای دوبل

در بسیاری از موارد دوکلید یک قطبی یک راهه را در یک بدنه قرار می‌دهند که به طور مستقل عمل می‌کنند و دو مدار مختلف را کنترل می‌کنند. چنین کلیدی کلید دوپل یا دوقلونامیده می‌شود.

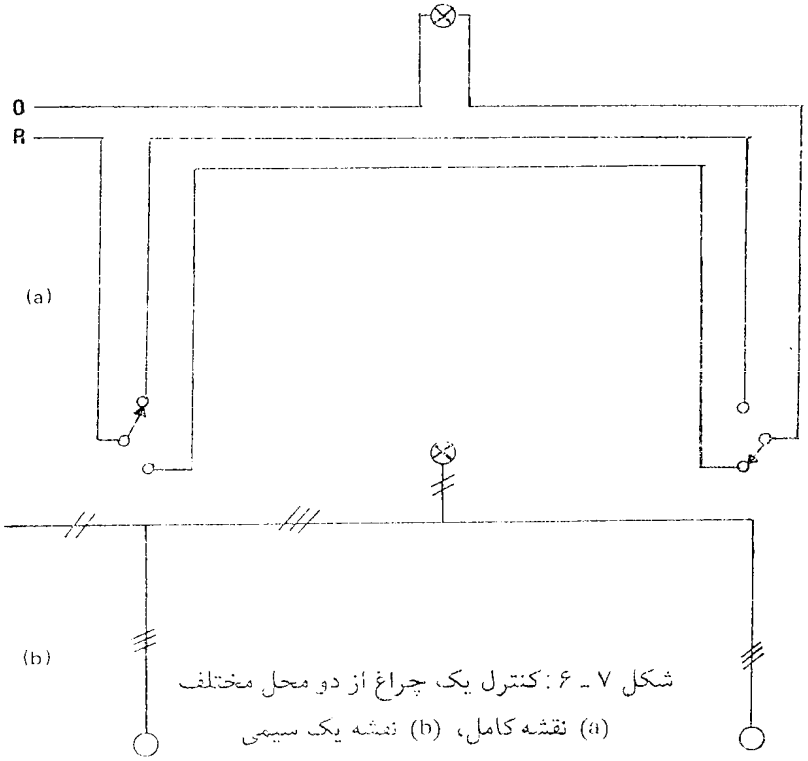
نقشه برقی کامل و نقشه یک سیمی یک کلید دوپل که هر قسمت آن دو چراغ را کنترل می‌کند در شکل ۷-۵ نشان داده شده است.



شکل ۷ ـ ۵ : کنترل مدار توسط کلید دوپل
(a) نقشه کامل، (b) نقشه یک سیمی

۷-۱-۳- کلید یک قطبی دو راهه (کلید تبدیل)

کلید دیگری که در سیم‌کشی خیلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به نام کلید یک قطبی دو راهه یا کلید تبدیل معروف است. این کلید در مکانهایی نظیر راه‌پله‌ها یا راهروها که لازم باشد یک یا چند چراغ را از دو محل مختلف کنترل کنیم ، مورد استفاده قرار می‌دهیم . شکل ۷-۶ مدار و نقشه برقی کنترل یک لامپ را به وسیل دو کلید تبدیل نشان می‌دهد.



شکل ۷ ـ ۶ : کنترل یک چراغ از دو محل مختلف
(a) نقشه کامل، (b) نقشه یک سیمی

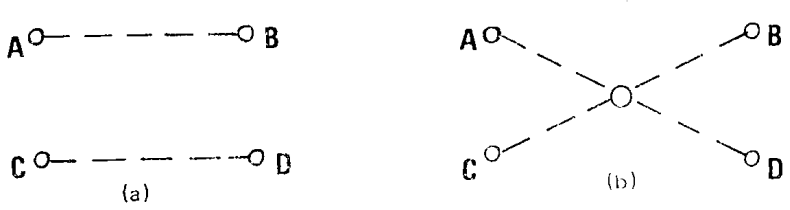
در شکل بالا ملاحظه می‌کنید که کلید در حالت قطع است و با اسفتاده از هر یک از دو کلید می‌توان چراغ را روشن کرد. پس از روشن کردن نیز هر یک از دو کلید می‌تواند چراغ را خاموش کنند. ملاحظه می‌کنید این کلیدها یک جزء متحرک دارند لیکن در دو وضعیت مختلف خود دو سیم مختلف را وصل می‌کنند و به این دلیل کلید یک قطبی دو راهه نامیده می‌شوند. برای اینکه نحوه صحیح اتصال این کلید به خاطرتآن بماند دقت کنیدکه هر کلید دارای سه نقطه اتصال است.

یکی نقطه‌ای که بازوی متحرک به دورش حرکت می‌کند که در همه حالات کلید، به سیم متصل است و معمولاً در روی کلید با گذاردن علامتی مشخص می‌گردد که آن را نقطه مشترک کلید می‌گوییم. از دو نقطع تماس دیگر بسته به وضعیت کلید تنها یکی از آنها در هر حال با بازوی متحرک در تماس خواهد بود. برای سیم‌کشی صحیح فاز را به نقطه مشترک کلید اول برده و نوترال را از طریق لامپ به نقطه مشترک کلید دوم وصل کنید. دو نقطه باقی مانده روی دو کلید را به وسیله دو سیم دو به دو به یکدیگر متصل کنید تا مدار تکمیل شود.

شکل ظاهری کلیدهای یک قطبی دو راهه ۱۰ آمپری که درخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد مثل کلید یک قطبی معمولی است. نوع قویتر آن مطابق شکل ۷-۴ (d) و نوع گردان آن مطابق شکل ۷-۴(e) تا جریان ۶۳۰ آمپر ساخته می‌شوند.

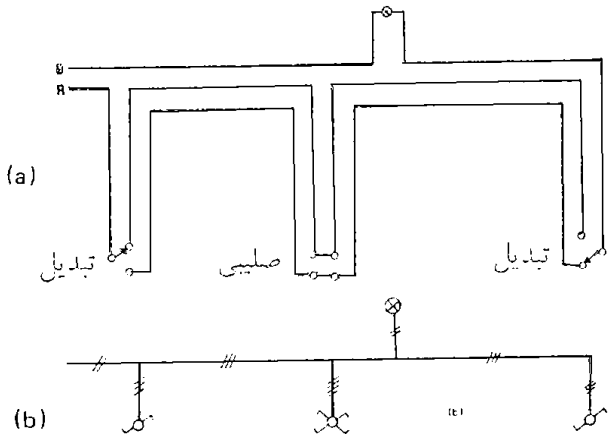
۷-۴-۱- کلید یک قطبی سه راهه (کلید صلیبی)

در بخری موارد در برق رسانی داخل لازم می‌شود که چراغ یا وسیله دیگری را از سه نقطه مختلف کنترل کنیم. برای انجام این کار از دو کلید دو راهه (تبدیل) و یک کلید سه راهه (صلیبی) استفاده می‌کنیم. این کلید دارای چهار نقطه اتصال است و وضعیت الکتریکی آن در دو حالت کار در شکل۷-۷ نشان داده شده است.



شکل ۷ ـ ۷ : وضعیت اتصال داخلی کلید سه راهه در دو حالت
(a) دسته بالا، (b) دسته پایین

نمایش کنترل یک لامپ از سه نقطه در شکل ۷-۸ آمده است .



شکل ۷ ـ ۸ : مدار و نقشه برقی کنترل یک چراغ از سه محل مختلف

برای کنترل چراغ از بیش از سه نقطه تعداد کلیدهای صلیبی را افزایش می‌دهیم. مثلاً برای کنترل چراغ از چهار نقطه دوکلید تبدیل را در دو انتها نگاه داشته و بین آنها از دو کلید صلیبی استفاده می‌کنیم. این روش را می‌توان بدون اشکلا برای هر تعداد نقطه کنترل تعمیم داد. نوع معمول این کلید مطابق شکل۷-۴-(b) به ظرفیت ۱۰ آمپر ساخته می‌شوند. و نوع گردان آن به شکل ظاهری۷-۴ (e) تا ظرفیت ۶۳۰ آمپر ساخته می‌شود.

۷-۲- کلیدهای کنترل با قطع و وصل خودکار

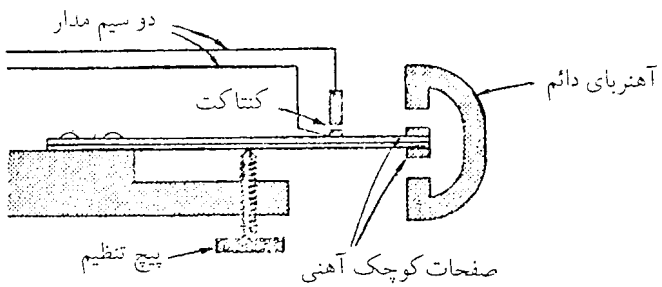
در وسایل خانگی، صنعتی وتجاری کلیدهای بسیاری یافت می‌شوندکه فرمان قطع خود را از سیستم یا وسیله دیگری دریافت می‌کنند و در نتیجه وسایل متصل به مداری را به طور اتوماتیک کنترل می‌کنند. برخی انواع مهم این کلیدها را در ذیل تشریح می‌کنیم.

۷-۲-۱- کلیدهای ساعتی

این کلیدها برای قطع و وصل اتوماتیک مدارها در ساعت معین به کار گرفته می‌شوند. برخی از این مدارها نظیر چراغ ویترینها و چراغ خیابانها می‌باشند. در انخاب این کلیدها لازم است به جریان مدار و ظرفیت کلید که بر حسب آمپر داده می‌شود توجه شود. این کلیدها ساختمانهای مختلف دارند. در یک نوع آن از موتور کوچکی که از نوع سنکرون انتخاب می‌شود استفاده می‌شود که البته در صورت قطع برق از کار می آیستد. در نوع دیگر ساعت مجهز به فنر است که توسط موتور برقی کوک می‌شود و در صورت قطع برق به کار خود ادامه می‌دهد و دچار اختلال نمی‌گردد. در وصل کلیدهای ساعتی حتماً باید فیوزی برای حفاظت موتور و فیوز دیگری برای حفاظت مدار به کار برد.

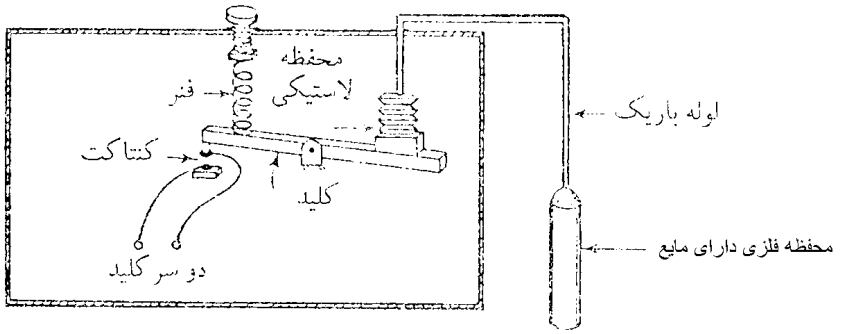
۷-۲-۲- کلیدهای حرارتی

این کلیدها از تغییرات درجه حرارت، فرمان قطع و وصل می گیرند و در وسایلی مثل سیستم حرارت مرکزی و یا یخچال مورد استفاده وقاع می‌شوند و انواع مختلف دارند. نوع اول دارای یک باریکه بی‌متال هستندکه از دو فلز با ضرایب انبساط مختلف تشکیل شده ودر اثر حرارت خم می‌شود و به این ترتیب اتصال الکتریکی را وصل یا قطع می‌کند. برای قطع و وصل سریع مدار و جلوگیری از جرقه وسوختگی محل اتصال از آهنربایی استفاده می‌شود که نیروی مغناطیسی آن به بسته شدن سریع اتصال کمک می‌کند شکل ۷-۹ ساختمان این گونه کلید را نشان می‌دهد.



شکل ۷ ـ ۹ : کلید حرارتی بی‌متال

در نوع دیگر آن مطابق شکل ۷-۱۰ یک محفظه فلزی دارای مایعی است که در اثرگرم شدن بخار می‌شود. فشار بخار از طریق لوله به محفظه لاستیکی آکاردئونی منتقل می‌شود و سبب تغییر طول آن و در نتیجه قطع کلید می‌گردد.



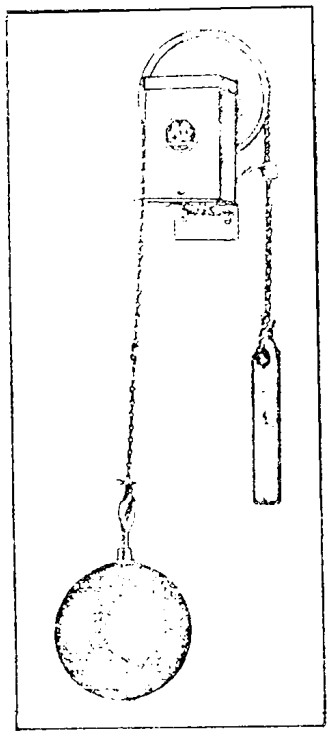
شکل ۷ ـ ۱۰ : کلید حرارتی

۷-۲-۳- کلید فشاری

این کلیدها از تغییرات فشار فرمان می‌گیرند و برای کنترل موتورهایی که تلمبه‌ها یا کمپرسورها را می‌گردانند یا برای قطع توربین‌های بزرگ در صورت کم شدن فشار روغن یا طاقانها مورد استفاده قرار می‌گیرند. اساس کار آنها مطابق شکل ۷-۱۰ است با این تفاوت که فشار مایع یا گاز یا روغن به محفظه لاستیکی بادکنکی واردمی‌شود. و سبب عمل کلید می‌گردد.

۷-۲-۴- کلید شناوری

این کلید از شناوری که در سطح مایع قرار دارد فرمان می‌گیرد و برای کنترل موتور پمپ‌هایی که آب یا مایع دیگر به منبع ذخیره تلمبه می‌کنند، مورد استفاده واقع می‌شود. اگر سطح مایع پایینتر از میزان معین باشد، شناور اهرمی را به حرکت در می‌آورد و کلید را می‌بندد و موتور شروع به کار می‌کند و یا پس از اینکه سطح به میزان معین رسید، کلید باز می‌شود و موتور متوقف می‌شود. یک کلید شناوری در شکل ۷-۱۱ نشان داده شده است که کارش بر اصل دیگری استوار است. وقتی که شناور در سطح مایع قرار می‌گیرد بر اساس قانون ارشمیدس سبک می‌شود و نیروی وزنه برای باز کردن کلید کافی است. و زمانی که سطح آب پایین می‌رود وزن شناور از وزن وزنه بیشتر می‌شود و کلید را می‌بندد.



شکل ۷ ـ ۱۱ : کلید شناوری

۷-۲-۵- کلید حدی

این کلیدها از حرکت و برخورد ماشین یا وسایل متحرک به نقطه ثابتی فرمان می‌گیرد وحرکت آنها راکنترل می‌کند. این کلیدها در جرثقیلها و آسانسورها در مکانی که حداکثر تغییر مکان مجاز دستگاه را معین می‌کند، نصب میشود ودستگاه در برخورد به دسته آن مدار را قطع میکند و سبب توقف می‌گردد.

۷-۳- پریزها و دوشاخه‌ها

پریزها و دوشاخه‌ها به انضمام سیمها یاکابلهای قابل انعطاف برای تغذیه وسایل برقی که محل معینی ندارند و جابه‌جا می‌شوند، به کار گرفته می‌شوند. برق به ساکتها[1] یا پریزها که معمولاً روی دیوارها یا در کف اتاقها نصب می‌شوند، متصل می‌شود و دو شاخه که به وسیله برقی متصل است در داخل ساکت فرو برده می‌شود و یا خارج می‌شود. بیشتر ساکتها و دوشاخه‌ها که در ایران مورد استفاده هستند تنها دارای دو سیم فاز و نوترال و فاقد سیم زمین می‌باشند. استفاده از این گونه پریزها و دوشاخه‌ها طبق ضوابط غالب کشورها و مقررات بین‌المللی جز در مورد وسایلی که عایق دوبل دارند، مجاز نمی‌باشد. در انگلستان از پریزهای سه سوراخی و سه شاخه استفاده می‌شود که یک شاخه آن مربوط به سیم زمین است که به بدنه وسیله الکتریکی متصل می‌شود. در سایر کشورهای اروپایی دو شاخه مورد استفاده قرار می‌گیرد و سیم زمین از طریق بدنه دو شاخه به سیم زمین پریز متصل می‌شود. بیشتر پریزهای امروزی به دریچه اطمینانی مجهز هستند که وقتی دو شاخه را از آن بیرون می‌اورند سوراخهای پریز بسته می‌شود و اطفال نمی‌توانند چیزی در آن وارد کنند و به این ترتیب از بسیاری از خطرات احتمالی جلوگیری به عمل می‌آید. ساکتها و دو شاخه‌های خانگی معمولاً برای جریان ۱۰ آمپر ساخته می‌شوند و قطع و وصل وسایل کوچک به وسیله داخل و خارج کردن دو شاخه در ساکت بدون استفاده از کلید مجاز است. در کاربردهای صنعتی از پریزها و ساکتهای بزرگتر با استحکام مکانیکی بیشتر استفاده می‌شودکه برای قطع و وصل برق به کلید مجهز هستند.

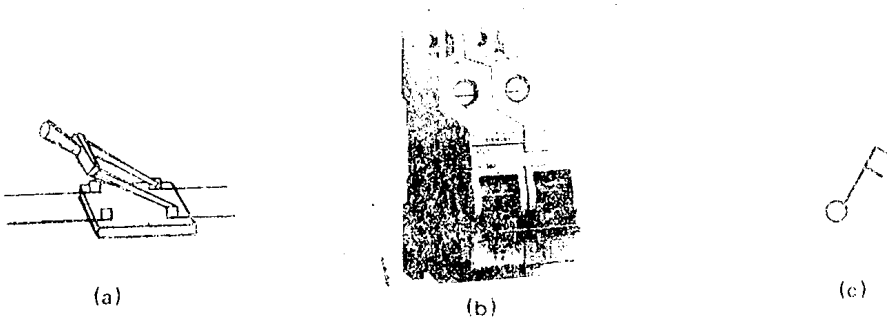
۷-۴- کلیدهای دو قطبی

گاهی در عمل لازم می‌شود که دو سیم یک مدار به طور همزمان قطع یا وصل شوند. نمونه این موارد مدارهای جریان مستقیم که در آنها معمولاً هیچکدام از سیمها زمین نمی‌شود و مقررات قطع و وصل همزمان هر دوسیم را الزامی میدانند. در برخی موارد خاص نیز به دلایلی سیم خنثای سیستم برق متناوب به زمین متصل نمی‌شود که در این صورت نیز سیم خنثی سیم برق‌دار محسوب می‌شود و قطع و وصل آن همزمان با سیم فاز الزامی است. در شکل ۷-۱۲ نوع کاردی آزمایشگاهی این کلید، نوع عملی آن که تا جریان حدود ۶۳ آمپر ساخته می‌شود وعلامت قبول شده این کلید نشان داده شده است.

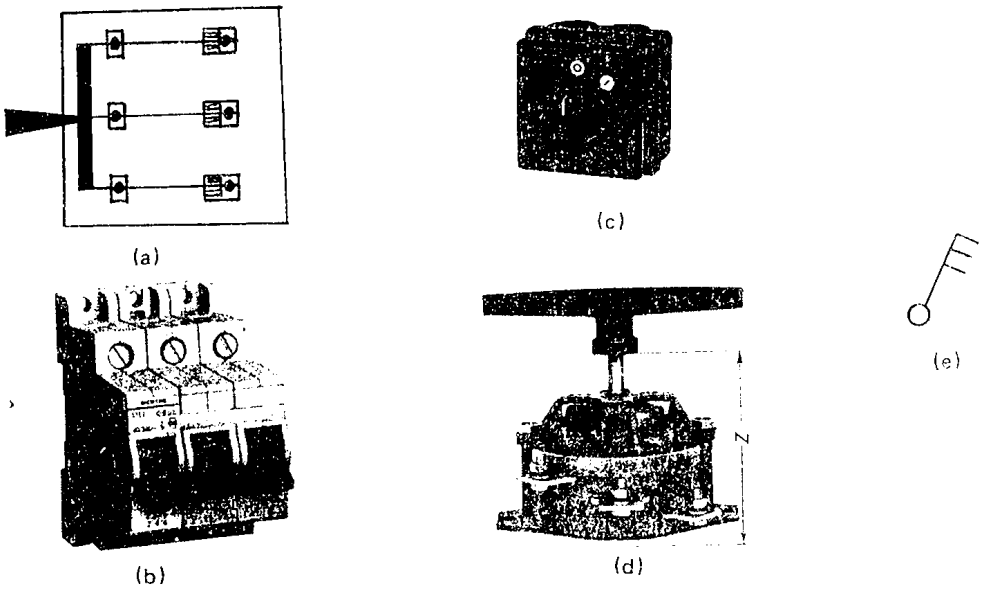
۷-۵- کلیدهای سه قطبی

برای قطع و وصل مدارهای قدرت که غالباً سه فاز هستند از کلیدهای سه قطبی استفاده می‌شود سیم نوترال این سیستمها که در پست توزیع زمین شده است به طور دائم متصل باقی می‌ماند وقطع و وصل نمی‌شود. در این کلیدها هر سه سیم مدار به طور همزمان قطع و وصل می‌شوند. در شکل ۷-۱۳ نوع کاردی آزمایشگاهی این کلید و نوع عملی‌تر آن که حدود ۱۰۰ آمپر ساخته می‌شود ، نوع جعبه‌ای آن، نوع گردان آن وعلامت اختصاری آن نشان داده شده است. نوع گردان این کلیدها در ولتاژ ۳۸۰ ولت تا ۶۳۰ آمپر موجود است و اندازه‌های استاندارد آن ۱۶، ۲۵، ۴۰، ۶۳، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۳۰ آمپر می‌باشد.

[1] . Socket



شکل ۷ ـ ۱۲ : کلید دو قطبی
(a) نوع آزمایشگاهی، (b) نوع عملی، (c) علامت اختصاری



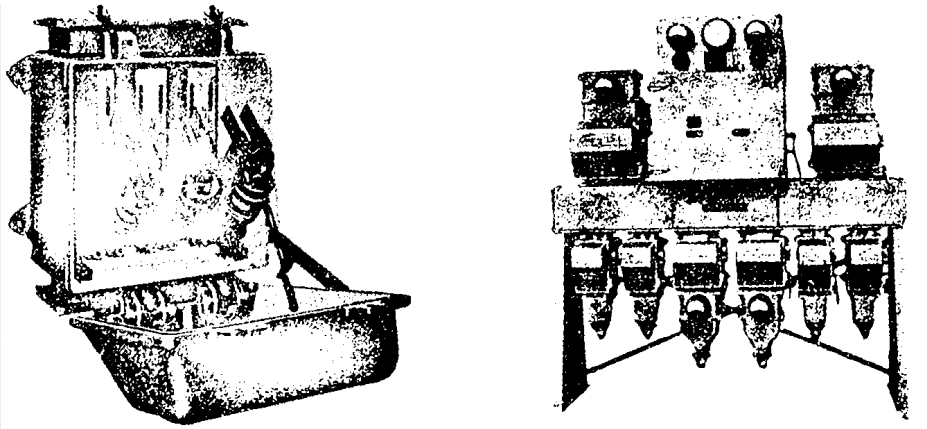
شکل ۷ ـ ۱۳ : کلید سه قطبی (a) نوع آزمایشگاهی، (b) نوع عملی،
(c) نوع جعبه‌ای، (d) نوع دورانی، (e) علامت اختصاری

۷-۶- کلیدهای فیوزدار

نظر به اینکه برای کنترل مدارها کلید و برای حفاظت آنها فیوز لازم است در کلیدهای فیوزدار این دو وسیله را درجعبه‌ای مجتمع نموده‌اند که کلید فیوزدار نامیده می‌شود. این کلیدها در اندازه‌های استاندارد به صورت یک قطبی دو قطبی و سه قطبی ساخته می‌شود. در یک نوع آن فیوزها روی دیواره جعبه نصب می‌شوند و در نوع دیگر فیوزها روی تیغه‌های متحرک کلید قرارمی‌گیرند. یک نوع ساختمان در شکل ۷-۱۴ نشان داده شده است. در شکل ۷-۱۴ تابلو توزیع صنعتی که از ترکیب این کلیدها ساخته شده است ملاحظه می‌شود. در این شکل سرکابلها، کلیدها، محفظه فیشها و وسایل اندازه‌گیری دیده می‌شوند.

در ساختمان کلیدهای فیوزدار چندنکته قابل توجه است. اول اینکه در کلید درحالت قطع تیغه‌ها بدون برق هستند. دیگر اینکه زمانی که دسته به طرف بالا کشیده می‌شود، کلید وصل می‌شود و به این ترتیب از وصل شدن اتفاقی آن زیر اثر وزن قسمت متحرک کلید جلوگیری به عمل می‌آید. سوم اینکه بسیاری از این کلیدها به یک ضامن مکانیکی مجهز هستند که بدون قطع کلید

نمی‌توان درب آنها را باز کرد که از نظرایمنی حائز اهمیت است. این کلیدها برای ولتاژ ۳۸۰ ولت تا اندازه‌هایی در حدود ۶۳۰ آمپر ساخته می‌شوند.



شکل ۷ ـ ۱۴ :کلید فیوزدار (a) یک کلید، (b) تابلو کلیدها

۷-۷- کلیدهای فشارقوی

کلیدهایی که در این فصل مورد بررسی قرار گرفته است، کلیدهای فشار ضعیف ۳۸۰ ولت بوده است. در کلیدهای ولتاژ قوی به علت مشکلات ناشی از جرقه از این ساختمانهای ساده نمی‌توان استفاده کرد. در کلیدهای ولتاژ قوی باید سرعت قطع و وصل کلید را با استفاده از نیروی فنر بالا برد و همچنین برای سرد کردن و از بین بردن جرقه چاره‌ای اندیشید که برخی از روشهای آن استفاده از روغن، خلأ، هوا یاگازهای فشرده می‌باشد. در مواردی که کلید جریان را قطع نمی‌کند و صرفاً برای قطع مدار بدون جریان به کار می‌رود، کلیدهای کاردی ساده را می‌بینیم که جدا کننده یا قطع کننده یا ایزولاتور نامیده می‌شوند. کلیدهای ولتاژ قوی به صورت دیژنکتورها ساخته می‌شوند که در آخر این فصل تشریح می‌شوند.

۸-۸- لزوم حفاظت و وسایل حفاظتی

به طوری که در قبل دیدیم سیمها و کابلها بسته به اندازه و نحوه نصب آنها و درجه حرارت قادرند جریان معینی را بدون اتخاذ خطر حمل کنند، که جریان مجاز نامیده می‌شود. در صورتی که جریان بیشتر از جریان مجاز برای مدت قابل ملاحظه‌ای از سیم عبور کند حرارت اضافی تولید شده، درجه حرارت سیم یا کابل را از حد مجاز بالاتر می برد که موجب خرابی عایق، اتصال کوتاه و ایجاد حریق می‌گردد. بنابراین لزوم یک وسیله حفاظتی که نمی‌تواند درتنظیم جریان نقش ایفا کند و تنها می‌تواند در صورت افزایش جریان از حد مجاز مدار را قطع کرده و به این ترتیب مانع خرابی سیم یا کابل گردد. به عنوان مثالی دیگر موتوری را در نظر بگیرید که زیر بار کامل جریانی برابر ۵ آمپر از منبع تغذیه می‌گیرد. این موتور بالا می‌رود و حرارت تولید شده ممکن است درجه حرارت موتور می‌تواند ساعتهای متوالی بدون خطر زیر بار به کار ادامه دهد. در صورتی که بار مکانیکی روی موتور به دلایلی افزایش یابد، جریان موتور بالا می‌رود و حرارت تولید شده ممکن است درجه حرارت موتور را از حد مجاز افزایش دهد وخطراتی برای موتور ایجاد کند. یک مشکل که برای موتورهای القایی اتفاق می‌افتد این است که به علت روغن‌کاری نکردن به موقع یاطاقانها، محور موتورگیر می‌کند و پس از وصل کلید موتور حرکت نمی‌نماید. در این وضعیت موتور جریانی در حدود ۷ برابر جریان اسمی خود می‌کشد که سبب ایجاد حرارت زیاد می‌شود. در صورتی که تحت این شرایط وسایل حفاظتی سریعاً عمل نکنند و مدار موتور را قطع نکنند ، موتور خواهد سوخت. این وسایل حفاظتی شامل فیوزها و دیژنکتورها هستند که در قسمتهای بعدی تشریح می‌شوند.

۷-۹- فیوزها

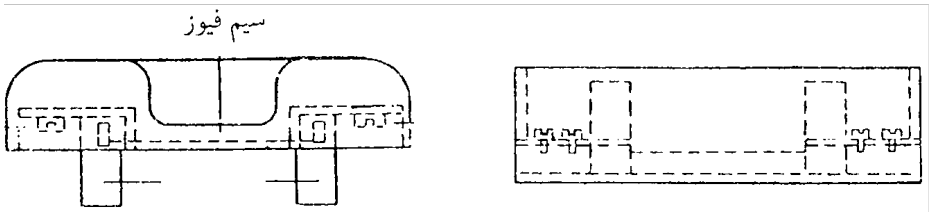
ساده‌ترین و قدیمیترین وسایل حفاظتی فیوزها هستند. فیوزها سیمهایی از جنس بخصوص با سطح مقطع کوچک هستند که به طور متوالی در مدار برقی قرار می‌گیرند، اندازه سیم فیوز را طوری انتخاب می‌کنیم که جریان اسمی مدار را بدون ایجاد حرارت خارج از حدود ذوب شدن حمل کند و در صورتی که به دلیل بار اضافی یا اتصال کوتاه، جریان از حد مجاز افزایش یابد، سیم فیوز گرم و بالاخره ذوب شده و مدار را قطع کند. بار اضافی کم و کوتاه مدت معمولاً صدمه‌ای به مدار و وسایل وارد نمی‌کند و لزومی به قطع مدار توسط فیوز نیست، لیکن در موارد اتصال کوتاه فیوز باید به سرعت عمل کند و مدار را قطع کند.

۷-۹-۱- فیوزهای معمولی

فیوزهای اولیه یک تکه جسم سربی بودکه به طور متوالی با مدار قرار می‌گرفت و در صورت تجاور جریان از حد معینی ذوب می‌شد و مدار را قطع می‌کرد. ذرات مذاب سرب به اطراف پرتاب می‌شد و به اشخاصی که در نزدیکی آن بودند آسیب می‌رساند. همچنین جرقه ناشی از قطع مدار خطرات ایجاد آتش‌سوزی به همراه داشت. فیوزهای امروزی محصور و ایمن هستند و از سه قسمت مطابق شکل ۷-۱۵ تشکیل شده‌اند:

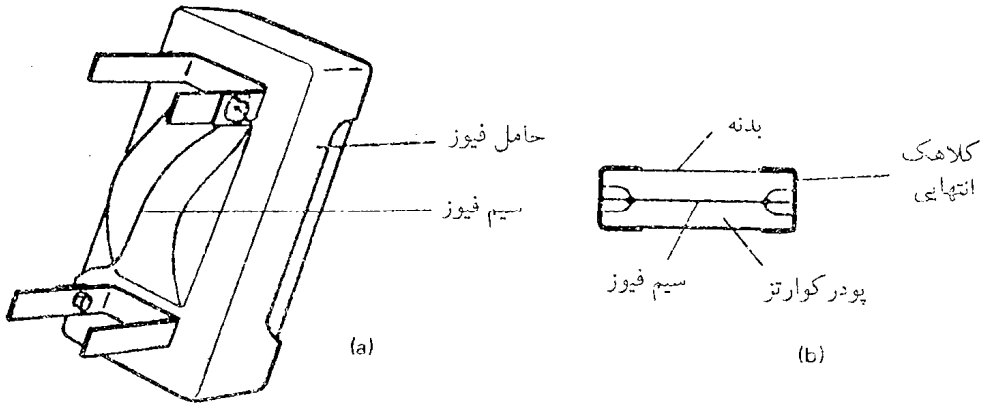
قسمت اول پایه فیوز است که روی تابلو نصب می‌شود و سیمهای مدار به دو طرف آن متصل می‌شود.

قمست دوم حامل جزء ذوب شونده است که در داخل پایه فیوز قرار می‌گیرد و بالاخره قسمت سوم جزء ذوب شونده است که از یک سیم ساده ویا از یک استوانه‌ای که فلز ذوب شونده را در بر دارد تشکیل می‌شود.



شکل ۷ ـ ۱۵ : نقشه ساختمان فیوز

دو نوع قسمت ذوب شونده در شکل ۱۶ نشان داده شده است. در شکل a ذوب شونده یک سیم ساده است که از آلیاژی از قلع وسرب ساخته می‌شود و به وسله دو پیچ به حامل متصل است. در شکل b جزء ذوب شونده در استوانه محصور شده است و اتصال آن به حامل به وسله پیچ کردن دو تیغه فلزی انتهای آن انجام شده است. در برخی طرحها تیغه‌های انتهایی وجود ندارد و قسمتهای فلزی انتهای استوانه در داخل زبانه‌های فلزی فنری قرار می‌گیرد. گاهی هم جزء ذوب شونده به جای استوانه در داخل محفظه‌ای به شکل فشنگ محصور می‌شود که فیوز فشنگی نامیده می‌شود.



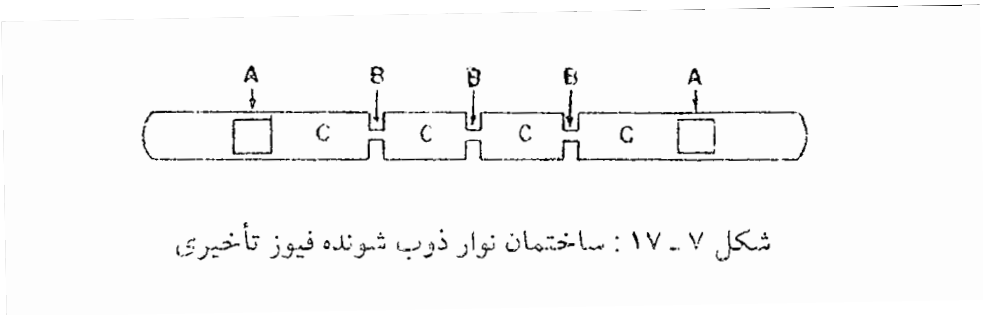
شکل ۷-۱۶ : نمایش دو نوع جزء ذوب شونده

فیوز شکل a ارزانتر است و پس از ذوب سیم قابل ترمیم و استفاده مجدد می‌باشد، لیکن دارای معایب بسیار نیز است. سیم ذوب شونده این گونه فیوزها در معرض هواست و به علت درجه حرارت بالای آن به سهولت اکسیده می‌شود و سطح مقطع آن کاهش می‌یابد که سبب سوختن آن در جریانی کمتر از جریان اسمی فیوز می‌شود. در صورت بروز معایبی نظیر اتصال کوتاه این فیوزها به کندی عمل می‌کنند (گاهی چند ثانیه طول می‌کشد) و ممکن است طی این مدت به مدار و وسایل آن آسیبهای وارد شود. حتی پس از ذوب شدن و تبخیر شدن سیم فیوز، جریان از طریق جرقه برای مدتی ادامه خواهد یافت که احتمال رسیدن آسیبها را فزایش می‌دهد. عیب دیگر این فیوزها دقت عمل کم آنهاست به این معنی که دقیقاً روشن نیست که در چه مدت زمانی عمل خواهند کرد.

جریانی که سبب ذوب سیم فیوز می‌شود گاهی تا سه برابر جریان اسمی آن بالا می‌رود. عیب مهم دیگر این فیوزها این است که گرم و سرخ شدن سیم ممکن است سبب ایجاد حریق گردد. برای رفع برخی از این معایب از فیوز با جزء ذوب شونده محصور شده استفاده می‌شود. بدنه استوانه با فشنگ از جسم عایق که در مقابل حرارت مقاوم است ساخته می‌شود که در دو انتهای آن اتصالهای فلزی قرار دارند. نوار فلزی ذوب شونده از آلیاژ مخصوص و گاهی از نقره ساخته می‌شود و اطراف نوار از پودر فشرده کوارتز پر می‌شود. در صورت افزایش جریان از حد مجاز نوار که سطح مقطع کوچک دارد ذوب و تبخیر می‌شود و در اثر حرارت حاصل، باکوارتز ترکیب شده و جسم جامد غیرهادی ایجاد می‌کند که از برقراری جرقه جلوگیری به عمل می‌آورد. فیوزهای فشنگی گرانتر از فیوزهای ساده سیمی هستند لیکن به دلیل سرعت عمل بیشتر ، دقت عمل بالاتر ونداشتن جرقه در مصارف صنعتی بسیار مورد استفاده می‌باشند لیکن در مصارف خانگی به ندرت دیده می‌شوند و فیوزهای سیمی معمول می‌باشند.

۷-۹-۲- فیوزهای تأخیری

با اینکه فیوزهای معمولی بسته به میزان جریان مدار را پس از گذشت مدت زمانی از شروع جریان اضافی قطع می‌کنند برای بسیاری از کاربردها تأخیر زمانی بیشتر لازم است. یکی از این موارد فیوز محافظ مدار موتورهای برقی ست که در آنها باید مانع سوختن فیوز در طی دوره راه‌اندازی شویم. ساختمان تیغه یا نوار ذوب شونده این فیوزها مطابق شکل ۷-۱۷ می باشد.



شکل ۷ ـ ۱۷ : ساختمان نوار ذوب شونده فیوز تأخیری

حرارتی که به علت جریانهای بیشتر از حد مجاز کوتاه مدت در قسمتهای B ایجاد می‌شود به سطوح نسبتاً بزرگ C داده می‌شود و از سوختن فیوز جلوگیری به عمل می‌آید. در صورت بروز جریانهای زیاد دراز مدت قسمتهای A و B ذوب می‌شوند و قسمتهای C فرصتی برای ذوب شدن به دست نمی آورند. بنابراین ملاحظه می‌کنید که این فیوز در مقایسه با فیوزی که از نواری با عرض یکسان B ساخته شده است با تأخیر عمل می‌کند. تعداد قسمتهای دارای عرض کم را بسته به ولتاژ انتخاب می‌کنند، به طوری که جرقه به حداقل برسد.

۷-۹-۳- فیوزها با جزء ذوب شونده دو قسمتی

فیوز سریع از نظر حفاظت در مقابل اتصال کوتاه بسیار مناسب است لیکن اضافه بارهای کوچک کوتاه مدت هم باعث قطع بی‌اهمیت آن می‌گردند. فیوزهای تأخیری به علت اضافه بارهای کوچک کوتاه مدت عمل نمی‌کند، لیکن عملکرد آنها در مقابل جریانهای اتصال کوتاه ممکن است به علت کندی صدماتی وارد آورد. برای رفع این معایب گاهی از فیوزهایی استفاده می‌شود که جزء ذوب شونده آنها از دو قسمت متوالی تشکیل شده است. یک قسمت آن تأخیری است و حفاظت در مقابل اضافه بار را عهده‌دار

است و قسمت دیگر سریع است که جریانهای زیاد اتصلا کوتاه را درکمتر از یک دوره تناوب جریان قطع می‌کند. این فیوزها برای محافظت موتورها، ترانسفورماتورها و سیم‌پیچهای رله‌ها و کنتاکتورها مناسب می‌باشند وجریان شروع بالا سبب قطع آنها نمی‌گردد.

۷-۹-۴- فیوزهای محدود کننده جریان

جریان‌های اتصال کوتاه می‌توانند شین‌ها راخم کنند و یا بشکنند و ماشینها و وسایل کنترل آنها را ذوب نمایند. بنابراین قطع فوری آنها ومحدود کردن میزان جریان در هنگام قطع ضروری است. این فیوزها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که همانطور که سیکل جریان اتصال کوتاه از صفر شروع شده و رو به افزایش می‌رود، حرارت تولید شده شروع به ذوب فیوز می‌کند به طوری که قبل از اینکه جریان در سیکل به حداکثر معینی برسد، فیوز ذوب شده و جرقه نیز خاموش گردیده و مدار قطع می‌شود. در صورتی که این جریان برای مثال یک پنجم دامنه جریان اتصال کوتاه انتخاب شود ، نیروهای الکترومکانیکی و اثرات حرارتی با ضریب ۲۵ کاهش می‌یابند و از بسیاری از خطرات و صدمات جلوگیری می‌شود.

۷-۱۰- اندازه‌های استاندارد فیوزها و مشخصات آنها

۷-۱۰-۱- اندازه‌های استاندارد فیوزها

فیوزهای استاندارد از ۲ آمپر تا ۱۰۰۰ آمپر موجود می‌باشند. اندازه‌های استاندارد شده در اروپا که در ایران نیز معمول می‌باشد به شرح زیر می‌باشند.

جدول ۷ ـ ۱ : اندازه‌های استاندارد فیوزها

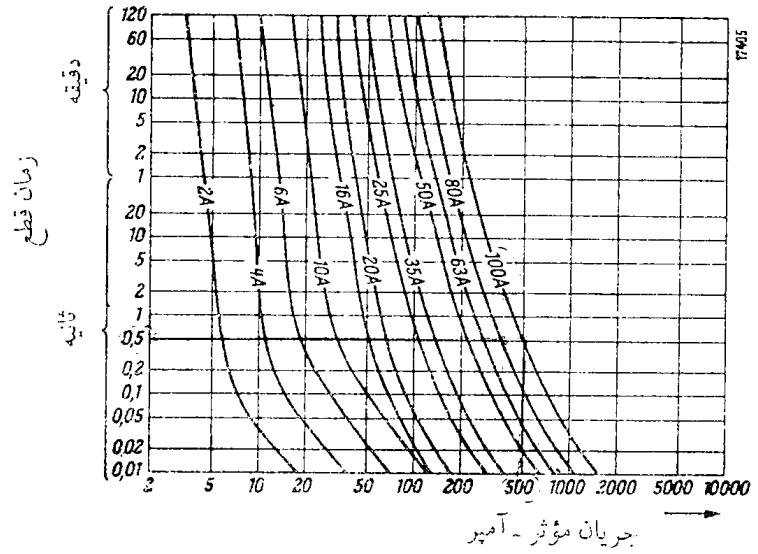
۲	۴	۶	۱۰	۱۵ یا ۱۶	۲۰	۲۵	۳۵	۵۰	۶۳
۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۱۶۰	۲۰۰	۲۲۵	۲۶۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰
۴۳۰	۵۰۰	۶۳۰	۸۰۰	۱۰۰۰					

این اندازه‌ها حداکثر جریانهایی است که فیوزها می‌توانند برای مدت نامحدود بدون سوختن تحمل کنند ونباید با جریانی که سبب سوختن فیوز می‌شود اشتباه شود.

۷-۱۰-۲- منحنیهای قطع فیوزها

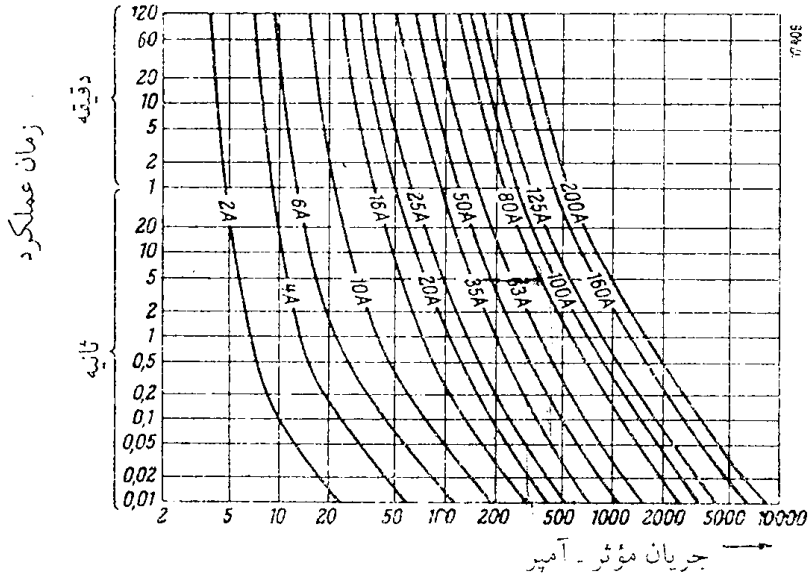
در صورتی که جریان فیوز مقدار اسمی آن افزایش یابد بسته به میزان جریان فیوز در مدت معینی عمل می‌کند. منحنی که زمان متوسط لازم برای ذوب فیوز و قطع مدار را برای جریانهای مختلف نشان می‌دهد، مشخصات فیوز نامیده می‌شود. مشخصات فیوزهای فشنگی ۳۸۰ ولتی سریع ساخت زیمنس که در ایران معمول هستند در شکل ۱۸ نشان داده شده است. فیوزهای تولید کنندگان دیگر مشخصات مشابهی دارند.

به طوری که ملاحظه می‌کنید فیوز ۲ آمپری حداقل جریانی در حدود ۳ آمپر برای ذوب شدن می‌خواهد. این فیوز جریان ۵ آمپر را در ۵ ثانیه و جریان ۱۰ آمپر را در ۰/۰۴ ثانیه قطع می‌کند. به همین ترتیب فیوز ۱۰۰ آمپری جریان ۲۰۰ آمپر را در ۲ دقیقه و جریان ۵۰۰ آمپر را در ۰/۵ ثانیه قطع می‌کند.



شکل ۷ ـ ۱۸ : مشخصات فیوزهای سریع زیمنس

نظر به اینکه اضافه بارهای خیلی کوتاه مدت خطراتی برای سیمها و کابلها و موتورها ایجاد نمی‌کند در سالهای اخیر فیوزهای تأخیری ساخته شده است که در مقایسه با فیوزهای سریع، عمل قطع را به تأخیر زمانی انجام می‌دهند. مشخصات فیوزهای فشنگی ۳۸۰ ولتی تأخیری ساخت زیمنس که در ایران معمول هستند در شکل ۷-۱۹ نشان داده شده است. فیوزهای تولیدکنندگان دیگر مشخصات مشابهی دارند.



شکل ۷ ـ ۱۹ : مشخصات فیوزهای تأخیری زیمنس

به طوری که ملاحظه می‌کنید فیوز ۲ آمپری تأخیری جریان ۵ آمپر را در ۲۰ ثانیه و جریان ۱۰ آمپر را در ۰/۱ ثانیه قطع می‌کند. این زمانها به ترتیب ۴ باربر و ۲/۵ برابر زمانها فیوز نوع سریع هستند فیوز ۱۰۰ آمپری از این نوع جریان ۲۰۰ آمپر را در ۵ دقیقه وجریان ۵۰۰ آمپر را در ۵ ثانیه قطع می‌کند که خیلی بیشتر از زمانهای قطع فیوزهای سریع هم اندازه می‌باشد.

در سیستم انگلیس نحوه عملکرد فیوزها را برحسم ضریب ذوب فیوز تعریف ومشخص می‌کنند. در این روش نسبت حداقل جریانی راکه سبب قطع فیوز می‌گردد به جریان اسمی آن را ضریب ذوب فیوز می‌گویند. و بسته به مقدار آن فیوزها را به چهار گروه تقسیم می‌کنند. فیوز نوع p ضریب ذوبی بین ۱ تا ۱/۲۵ فیوز نوع O_1 ضریب ذوبی بین ۱/۲۵ تا ۱/۵، فیوز نوع O_2 ضریب ذوبی بین ۱/۵ تا ۱/۷۵ و بالاخره فیوز نوع R دارای ضریب ذوبی بین ۱/۷۵ تا ۲/۵ می‌باشد.

منحنیهای مشخصات ، زمانهای متوسط قطع فیوزها را نشان می‌دهد به این معنی که اگر تعداد زیادی فیوز یک اندازه مورد آزمایش قرار گیرند معدل با مقدار متوسط نتایج حاصله با منحنی تطبیق خواهد داشت، لیکن هر نتیجه به تنهایی لزوماً با منحنی مطابقت نخواهد داشت. البته مقررات حداقل زمان قطع فیوزها را در جریانهای معینی تعیین کرده ومشخصات همه فیوزها باید در این محدوده واقع باشند. در جدول ۲/۷ حداقل وحداکثر زمانهای قطع فیوزهای سریع وتأخیری برحسب ثانیه درجریانهای ۲/۵ برابر و ۴ برابر جریان اسمی نشان داده شده است.

۷-۱۰-۳- قدرت قطع فیوزها

حداکثر جریانی را که فیوز بدون آسیب رساندن به پایه وحامل خود حمل می‌کند، قدرت قطع فیوزنامیده می‌شد و برحسب کیلوآمپر اندازه‌گیری می‌شود و گاهی نیز با ضرب این جریان در مقدار اسمی ولتاژ مدار قدرت قطع فیوز را برحسب کیلوولت آمپر با مگاولت آمپر مشخص می‌کنم. در انتخاب فیوز لازم است جریان اتصال کوتاه مدار در محل استقرار فیوز محاسبه شود و فیوزی که قدرت قطع لازم را دارا می‌باشد انتخاب شود.

۷-۱۰-۴- آزمایش فیوزها

برای کسب اطمینان از سالم بودن فیوزها ضوابط آلمانی، آزمایشهای استانداردی برای فیوزها وضع کرده‌اند. در این استاندارد برای آزمایش هر فیوز دو مقدار جریان به صورت ضریبی از جریان اسمی فیوز در نظر گرفته شده است. یکی جریان کوچک آزمایش نام گرفته است و این جریان را فیوزهای تا ۶۳ آمپر برای حداقل یک ساعت و فیوزهای بزرگتر از ۶۳ آمپر برای حداقل دوساعت باید بدون ذوب شدن تحمل کنند. دیگری جریان بزرگ آزمایش نام گرفته و برابر جریانی است که در آن فیوزهای تا ۶۳ آمپر در طی یک ساعت و فیوزهای بزرگتر از ۶۳ آمپر در مدت دو ساعت باید ذوب شوند و مدار را قطع کنند. جریانهای کوچک و بزرگ آزمایش به صورت ضریبی از جریان اسمی فیوز برای فیوزهای استاندارد در جدول ۷-۳ آمده است برای مثال یک فیوز ۵۰ آمپری باید جریان ۶۵ آمپر را حداقل برای یک ساعت بدون ذوب شدن تحمل کند وجریان ۸۰ آمپر را در کمتر از یک ساعت قطع کند.

جدول ۷-۲: حداکثر و حداقل زمان قطع فیوزها

جریان اسمی	جریان آزمایش I ۲/۵				جریان آزمایش I ۳				جریان آزمایش I ۴			
	سریع		تأخیری		سریع		تأخیری		سریع		تأخیری	
	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر
۲	۰/۱	—	۴	—	—	—	—	—	—	—	—	—
۴	۰/۲	—	۵	—	—	—	—	—	—	—	—	—
۶	۰/۲	۷	۱۵	۱۲۰	۰/۰۸	۱/۶	۳	۲۰	۰/۰۲	۰/۳	۰/۶	۲/۵
۱۰	۰/۳	۸/۵	۱۶	۱۲۰	۰/۱۲	۲/۲	۳/۵	۲۳	۰/۰۴	۰/۵۵	۰/۹	۳/۶
۱۶	۰/۳۵	۹	۱۷	۱۲۰	۰/۱۴	۲/۵	۴	۲۵	۰/۰۵	۰/۵۵	۱/۱	۴
۲۰	۰/۳۵	۱۰	۱۹	۱۳۰	۰/۱۵	۲/۸	۶	۲۸	۰/۰۷	۰/۸	۱/۳	۴/۵
۲۵	۰/۶	۱۲	۲۲	۱۴۰	۰/۲۵	۳/۵	۸	۳۴	۰/۱۰	۱/۱	۱/۸	۶/۱
۳۵	۱	۱۶	۲۵	۱۵۰	۰/۴	۵/۶	۸	۳۴	۰/۱۳	۱/۴	۲	۶/۱
۵۰	۱/۲	۲۰	۲۵	۱۵۰	۰/۵	۷	۱۰	۴۰	۰/۱۸	۱/۸	۳	۹
۶۳	۱/۵	۲۴	۲۵	۱۵۰	۰/۶	۸	۱۰	۴۰	۰/۲	۲	۳	۹
۸۰	۲/۵	۳۴	۳۵	۱۸۰	—	—	—	—	۰/۲۵	۲/۵	۳/۶	۱۱
۱۰۰	۳	۴۰	۴۱	۲۱۰	—	—	—	—	۰/۳	۳	۴	۱۳
۱۲۵	۴	۴۶	۴۸	۲۵۰	—	—	—	—	۰/۴	۴	۴/۸	۱۵
۱۶۰	۵	۵۵	۵۷	۳۰۰	—	—	—	—	۰/۵	۴/۵	۵/۵	۱۸
۲۰۰	۶/۵	۶۵	۶۷	۳۶۰	—	—	—	—	۰/۵۵	۵	۶/۳	۱۹

۷-۱۱- استفاده از فیوزها برای محافظت

به طوری که دیده‌ایم ذوب فیوزها در اثر حرارت صورت می‌گیرد. میزان حرارت تولید شده در فیوز تابع مقدار جریان در مدت برقرای آن است و لذا فیوز در جریانهای زیاد در مدتی کوتاه ودرجریانهای کم در زمانی بیشتر عمل می‌کند.صدماتی که به سیمها ، کابلها و ادوات الکتریکی وارد می‌شود نیز به علت حرارت است که به میزان جریان و مدت برقراری آن بستگی دارد به این معنی که این وسایل می‌توانند جریانهای کم را برای مدت بیشتر وجریانهای آزاد را برای مدتی کوتاهتر بدون آسیب‌پذیری تحمل کنند. بنابراین ملاحظه می‌کنید که به علت تطابق مشخصات فیوزها با خصوصیات حرارتی وسایل برقی فیوزها طبیعی‌ترین وسایل حفاظتی محسوب می‌شوند.

جدول ۳:جریانهای آزمایش فیوزها به صورت ضرایب جریان اسمی

جریان اسمی فیوز	ضریب جریان کوچک	ضریب جریان بزرگ
۲	۱/۵	۲/۱
۴	۱/۵	۲/۱
۶	۱/۵	۲/۱
۱۰	۱/۵	۱/۹
۱۵ یا ۱۶	۱/۴	۱/۷۵
۲۰	۱/۴	۱/۷۵
۲۵	۱/۴	۱/۷۵
۳۵	۱/۳	۱/۶
۵۰	۱/۳	۱/۶
۶۳	۱/۳	۱/۶
۸۰	۱/۳	۱/۶
۱۰۰	۱/۳	۱/۶
۱۲۵	۱/۳	۱/۶
۱۶۰	۱/۳	۱/۶
۲۰۰	۱/۳	۱/۶

۷-۱۱-۱- محافت سیمها وکابلهای انشعابهای معمولی

برای حفات سیمها وکابلهای انشعابی معمولی که موتورهای برقی را تغذیه نمی‌کنند و در لحظه شروع جریانهای زیادی برای مدت قابل ملاحظه‌ای از مدار نمی‌گیرند از فیوزها با اندازه مناسب و ضریب ذوب کم استفاده می‌کنیم. برای این کار فیوز استانداردی که اندازه اسمی آن برابر جریان مجاز سیم یا کابل است یاکمی با آن اختلاف دارد انتخاب می‌گردد. چنین فیوزی هم در صورت بار اضافی و هم در صورت بروز اتصال کوتاه ذوب شده مدار را قطع می‌کند و با جدا نمودن قسمت معیوب بقیه مدار یا شبکه را مصون نگاه می‌دارد. فیوزهای مناسب برای سیمهای عایق‌دار مسی با عایق پلاستیکی برای شرایط مختلف نصب که بر اساس جریانهای مجاز جدول ۵-۱ و ضرایب تصحیح جدول ۵-۲ تعیین شده است در جدول ۷-۴ آمده است.

جدول ۴: فیوزهای مناسب برای مدارها با سیمهای مسی با عایق پی.وی.سی

سطح مقیاس سیم	گروه ۱- چند سیم در لوله		گروه ۲ سیم چند لا در هوا		گروه ۳ چند سیم یک لا در هوا	
میلیمتر مربع	۲۵ درجه	۴۵ درجه	۲۵ درجه	۴۵ درجه	۲۵ درجه	۴۵ درجه
۰/۷۵	–	–	۱۰	۶	۱۶	۱۰
۱	۱۰	۶	۱۵	۱۰	۲۰	۱۶
۱/۵	۱۵	۱۰	۲۰	۱۵	۲۵	۲۰
۲/۵	۲۰	۱۵	۲۵	۲۰	۳۵	۲۵
۴	۲۵	۲۰	۳۵	۲۵	۵۰	۳۵
۶	۳۵	۲۵	۵۰	۳۵	۶۳	۳۵
۱۰	۵۰	۳۵	۶۳	۵۰	۸۰	۵۰
۱۶	۶۳	۵۰	۸۰	۶۳	۱۰۰	۶۳
۲۵	۸۰	۶۳	۱۰۰	۸۰	۱۲۵	۱۰۰
۳۵	۱۰۰	۸۰	۱۲۵	۱۰۰	۱۶۰	۱۲۵
۵۰	۱۲۵	۱۰۰	۱۶۰	۱۲۵	۲۰۰	۱۶۰
۷۰	۱۶۰	۱۲۵	۲۲۵	۱۶۰	۲۶۰	۲۰۰
۹۵	۲۰۰	۱۶۰	۲۶۰	۲۰۰	۳۰۰	۲۲۵
۱۲۰	۲۲۵	۲۰۰	۳۰۰	۲۲۵	۳۵۰	۲۶۰
۱۵۰	–	–	۳۵۰	۲۶۰	۴۰۰	۳۰۰
۱۸۵	–	–	۴۰۰	۳۰۰	۴۳۰	۳۵۰
۲۴۰	–	–	۴۳۰	۳۵۰	۵۰۰	۴۳۰
۳۰۰	–	–	۵۰۰	۴۰۰	۶۳۰	۵۰۰
۴۰۰	–	–	–	–	۸۰۰	۵۰۰
۵۰۰	–	–	–	–	۱۰۰۰	۶۳۰

مثال ۷-۱:

فیوز مناسب باری حفات سیم ۴ میلیمتر مربع با عایق پلاستیکی در لوله را برای محیط ۲۵ درجه و ۴۵ درجه تعیین کنید.

با استفاده از جدول ۱-۵ جریان مجاز سیم در ۲۵ درجه باربر ۲۷ آمپر است و لذا فیوز استاندارد ۲۵ آمپری انتخاب می کنیم.

ظرفیت مجاز همین سیم در حرارت ۴۵ درجه با توجه به ضریب تصحیح ۰/۷۵ از جدول ۵-۲ چنین است.

$$27\times0.75=20.25$$

بنابراین فیوز استاندارد ۲۰ آمپری انتخاب می‌کنیم.

این گونه محاسبات برای سیمهای مسی با عایق پی – وی – سی و حالات نصب به ترتیب بالا انجام شده است و در جدول ۷-۴ آمده است. در این جدول اندازه فیوز مناسب برای سیمهای عایق دار برای سه گروه مختلف بسته به نحوه نصب (گروه ۱ تا سه سیم در لوله، گروه ۲ سیم چند لا در هوا، گروه ۳ چند سیم یک لا در هوا با حداقل فاصله برابر قطر یک سیم) برای محیط ۲۵ درجه و ۴۰ درجه تا ۴۵ درجه داده شده است. در مورد سیمهای داخل ساختمانها که به وسایل خنک کننده مجهز هستند فیوزهای مربوط به ۲۵ درجه و در مورد امکنه فاقد خنک کننده با محیط خارج در بسیاری نقاط ایران مقادیر مربوط به ۴۰ تا ۴۵ درجه مناسب هستند.

اندازه فیوزهای مناسب برای کابلها و سیمهای هوایی را با توجه به جریانهای مجاز جداول ۵-۳ و ۵-۵ و ضرایب تصحیح مربوط تعیین می‌کنیم.

مثال۷-۲ :

یک کابل ۱۰/۶× ۳ مسی با عایق پلاستیکی در زمین ۳۰ درجه کشیده شده است. اندازه مناسب فیوز برای سیمهای فاز ونوترال را معین کنید.

جریان مجاز هر سیم فاز در حرارت ۲۰ درجه از جدول ۵-۳ برابر ۷۷ آمپر است. با توجه به ضریب تصحیح ۰/۸۹ برای حرارت ۳۰ درجه از جدول ۵-۴ جریانمجاز چنین است.

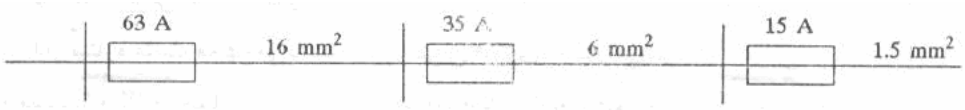
$$77\times0.89=68053$$

بنابراین فیوز استاندارد ۶۳ آمپری انتخاب می‌شود.

نظر به اینکه سیم نوترال زمین شده است مقررات، نصب فیوز روی آن را مجاز نمیدانند.

۷-۱۱-۲- فیوزبندی مدارهای برق‌رسانی

در سیستمهای برق‌رسانی که سطح مقطع قسمتهای مختلف خط بر حسب جریان آن مختلف است، لازم است برای حفاظت هر قسمت فیوز مناسبی به کار بریم. برای مثال سیستم شکل ۷-۲۰ را در نظر بگیرید.



شکل ۷-۲۰ : سیستم برق رسانی با مقاطع مختلف

در این شکل در یه قسمت مدار از سیم مسی با عایق پلاستیکی با مقاطع مختلف استفاده شده است. برای حفاظت هر قسمت بر علیه بار اضافی و اتصال کوتاه با توجه به حرارت هوای ۲۵ درجه استفاده از فیوز های مناسب مطابق شکل الزامی است. فیوز بندی این گونه خط های پله ای باید طوری انجام شود که در صورت پیش آمدن عیبی فیوز محافظ نزدیک به محل عیب عمل کند تا از قطع غیر ضروری قسمتهای سالم جلوگیی به عمل آید . به این منظور حتماً باید فیوز قبلی حداقل یک پله از فیوز بعدی بزرگتر انتخاب شود و در مورد فیوز های سریع بهتر است این اختلاف برابر دو پله در نظر گرفته شود . به همین دلیل در صورتی که این خطوط از فیوزهای سریع و تأخیری هر دو استفاده شود حتما فیوز سریع را قبل از فیوز تاخیری قرار می دهیم.

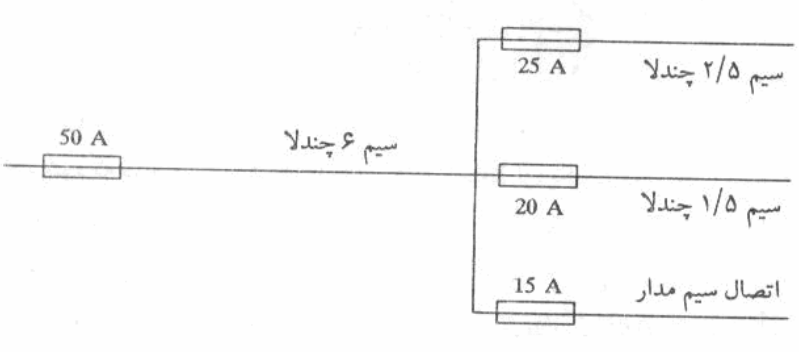
در صورتی که طول قسمتی کمتر از یک متر باشد به شرط اینکه فیوز قسمت قبل حد اکثر سه پله بزرگتر از فیوز قسمت کوتاه باشد ، حذف فیوز قسمت کوتاه مجاز است . برای مثال در شکل بالا در صورتی که طول قسمت وسط ، کمتر از یک متر باشد ، چون فیوز ۶۳ آمپری دو پله از ۳۵ آمپری بالاتر است ، فیوز ۳۵ آمپری را حذف کنیم تنها با استفاده از یک فیوز ۳۵ آمپری به جای فیوز ۶۳ آمپری در ابتدا ی خط میتوان این کار را انجام داد.

در صورتی که مداری به چند انشعاب موازی تقسیم شود ، محافظت هر یک از قسمتها بسته به ظرفیت مجاز آن ضروری است. برای مثال در شکل ۷ – ۲۱ مدار اصلی سیم ۶ میلیمتر مربع چند لا در هوای ۲۵ درجه است که به سه انشعاب ۲/۵ ، ۱/۵ و ۱ میلیمتر مربع تقسیم شده است. اندازه فیوز های مناسب که در شکل نشان داده شده اند از جدول ۷ – ۲ به دست آمده اند.

۷-۱۱-۳- محافظت انشعاب موتورها

در موتورهای القایی ممکن است جریان شروع تا حدود ۷ برابر جریان بار کامل باشد. بنابر این در صورتی که انتخاب فیوز محافظ بر اساس جریان اسمی انجام شود و به جریان راه اندازی توجه نشود ، فیوز در زمان راه اندازی خواهد سوخت . به این منظور

در استانداردهای آلمانی برای موتورهای القایی بدون راه انداز که مستقیماً به منبع تغذیه متصل می شوند کوچکترین فیوزی اختیار می شود که ۶ برابر جریان اسمی را برای مدت ۵ ثانیه تحمل کند. و در مورد موتورهایی که به راه انداز ستاره مثلث مجهز می باشند ، کوچکترین فیوزی اختیار می شود که ۲ برابر جریان اسمی را به مدت ۱۵ ثانیه تحمل کند. در استاندارد آمریکایی اندازه فیوز سریع را ۳ برابر جریان اسمی موتور و اندازه فیوز تأخیری را ۱/۷۵ برابر جریان اسمی موتور انتخاب می کنند. این روش محاسباتی را با حل مثالی روشن می کنیم.



شکل ۷-۲۱ : تقسیم مدار اصلی به سه انشعاب موازی

مثال ۷-۳

یک موتور القایی سه فاز ۳۸۰ ولت ۳۰ کیلو وات دارای ضریب توان ۰/۸۶ و راندمان ۰/۹۰ است . اندازه فیوز تأخیری مناسب را برای انشعاب موتور حساب کنید. موتور فاقد راه انداز است.

جریان اسمی موتور چنین است:

$$I = \frac{30 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.86 \times 0.9} = 58.89$$

$$6 \times 58.89 = 353.34$$

با استفاده از منحنی ۷-۱۹ اندازه فیوز تأخیری که این جریان را به مدت ۵ ثانیه تحمل کند ، فیوز ۸۰ آمپری است.

بر اساس استاندار آمریکایی اندازه فیوز تأخیری چنین است:

$$1.75 \times 58.89 = 103.06$$

بنابر این فیوز ۱۰۰ آمپری انتخاب می شود.

اندازه فیوز های تأخیری لازم برای حفاظت تعدادی از موتورهای استاندارد سه فاز القایی ۳۸۰ ولت ۵۰ سیکل بدون راه انداز وبا راه انداز ستاره مثلث که بر اساس ضوابط آلمانی محاسبه شده است در جدول ۷-۵ آمده است.

در صورتی که انشعابی بیش از یک موتور برقی را تغذیه کند جز در مواردی که دو موتور یا بیشتر در یک لحظه راه انداخته می شوند در محاسبه اندازه فیوز جریان شروع بزرگترین موتور و جریان اسمی بقیه موتورها در نظر گرفته می شود.

مثال ۷-۴

مداری دو موتور ۵۰ کیلووات و یک موتور ۲۰ کیلووات القایی سه فاز دو قطبی را تغذیه می کند. اندازه فیوز مناسب مدار اصلی و مدارهای فرعی هر موتور را تعیین کنید.

با استفاده از معادله (۶-۴) و جدول ۶-۲ جریان این موتورها از این قرار است:

$$I = \frac{50 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.90 \times 0.90} = 93.79$$

$$I = \frac{20 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.88 \times 0.89} = 38.80$$

جریان راه اندازی که فیوز اصلی باید به مدت ۵ ثانیه تحمل کند از این قرار است:

$$6 \times 93.79 + 38.80 = 601.54$$

با استفاده از منحنی ۷- ۱۹ فیوز ۱۶۰ آمپری تأخیری انتخاب می شود. جریان راه اندازی که فیوز موتور ۵۰ کیلوواتی باید به مدت ۵ ثانیه تحمل کند چنین است:

$$93.79 \times 6 = 562.74$$

از منحنی ۷-۱۹ فیوز ۱۲۵ آمپری تأخیری اختیار می شود.

جریان راه اندازی که فیوز موتور ۲۰ کیلو واتی باید به مدت ۵ ثانیه تحمل کند چنین است:

$$6 \times 38.80 = 232.80$$

بنابر این فیوز تأخیری ۶۳ آمپری انتخاب می شود.

جدول ۷-۵ : اندازه فیوز تأخیری برای انشعاب موتورهای القایی سه فاز ۳۸۰ ولت

اندازه موتور		اندازه فیوز	
کیلووات	اسب بخار	بدون راه‌انداز	با راه‌انداز
۰/۲۵	۰/۳۳	۲	–
۰/۳۷	۰/۵۰	۲	–
۰/۵۵	۰/۷۵	۴	–
۱/۱	۱/۵	۶	۴
۲/۲	۳	۱۰	۶
۴	۵/۴	۱۶	۱۰
۵/۵	۷/۵	۲۰	۱۶
۷/۵	۱۰/۲	۲۵	۲۰
۱۱	۱۵	۳۵	۲۵
۱۵	۲۰	۵۰	۳۵
۲۲	۳۰	۶۳	۵۰
۳۰	۴۰	۸۰	۶۳
۳۸	۵۲	۱۰۰	۸۰
۵۰	۶۸	۱۲۵	۱۰۰
۶۱	۸۶	۱۶۰	۱۲۵
۹۰	۱۲۱	۲۰۰	۱۶۰

لازم به تذکر است که فیوز هایی که به ترتیب بالا انتخاب می شوند دارای اندازه ای خیلی بزرگتراز جریان موتورها و سیم های انشعابی می باشند ولذا موتور و مدار را در مقابل بار اضافی حفاظت نمی کنند. لذا استفاده از این گونه فیوز ها تنها زمانی جایز است که موتورها به وسیله حفاظت در مقابل بار اضافی مجهز باشند. در این صورت فیوز مدار انشعاب، موتور و وسایل کنترل متور را در مقابل اتصال کوتاه محافظت می کند و وسیله حفاظتی موتور مدار را نیز در مقابل بار اضافی حفظ می نماید . روشهای حفاظت موتور در مقابل بار اضافی بعداً تشریح می شوند.

۷-۱۲- حفاظت با کلید ها با قطع خودکار (دیژنکتورها)

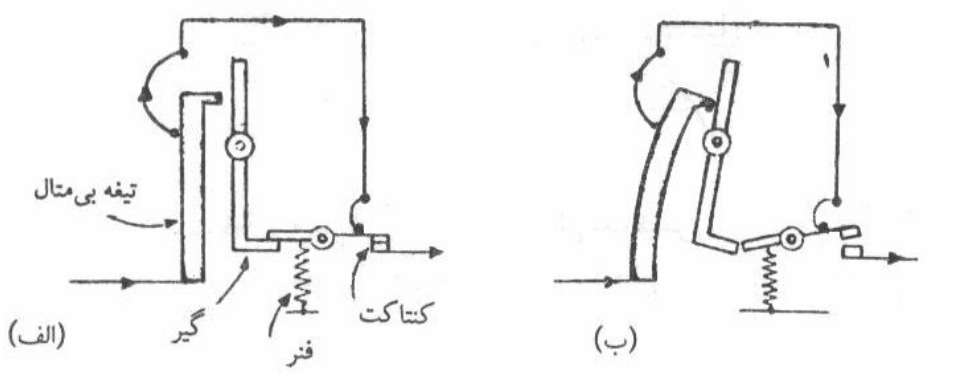
کلید با قطع خودکار یا دینژکتور دو عمل کنترل و حفاظت را توأماً انجام می دهد و از این نظر مانند یک کلید به انضمام یک فیوز عمل می کند . در شرایط عادی دیژنکتور مانند یک کلید عمل می کند که به طور دستی یا به طور الکتریکی از راه دور با قطع

یا وصل می شود. در شرایط غیر عادی مانند بار اضافی یا اتصال کوتاه دیژنکتور خود به خود قطع شده و مدار را باز می کند. قطع اتوماتیک به چند صورت مختلف نظیر قطع حرارتی، قطع مغناطیسی یا ترکیبی از این دو انجام می شود.

۷-۱۲-۱- نحوه قطع دینژکتورها

۷-۱۲-۱-۱- دینژکتورها با قطع حرارتی

قطع حرارتی با تأخیر عمل می کند و برای حفاظت در مقابل بار اضافی مورد استفاده قرار می گیرد. شماتیک این نوع کلید خودکار در حالت قطع و وصل در شکل ۷-۲۲ نشان داده شده است.

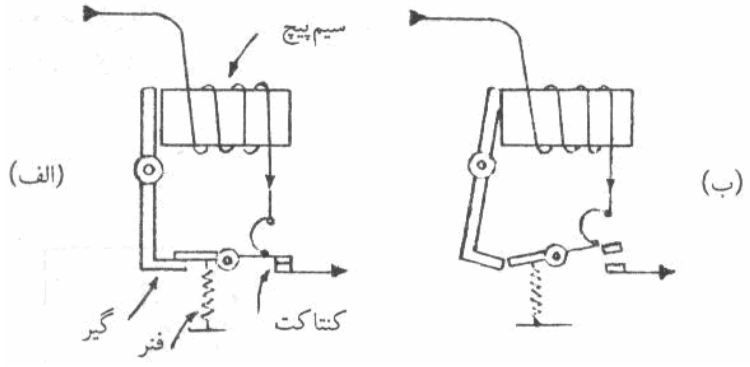


شکل ۲۲-۷ : کلید خودکار با قطع حرارتی : الف- حالت وصل، ب- حالت قطع

کلید مطابق شکل به طور 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 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.

۷-۱۲-۱-۲- دینژکتور با قطع مغناطیسی

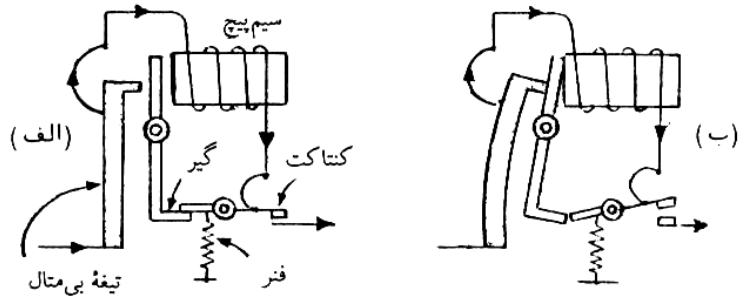
قطع مغناطیسی بدون تأخیر عمل می کند و به منظور حفاظت در مقابل اتصال کوتاه مورد استفاده قرار می گیرد. شماتیک این گونه کلید در شکل ۷-۲۳ نشان داده شده است. جریان مدار از حد معینی سیم پیچی که دور هسته مغناطیسی پیچیده شده عبور می کند. در صورتی که جریان از حد معینی افزایش یابد نیروی مغناطیسی به حدی می رسد که اهرم آهنی را به خود می کشد و با آزاد کردن آن کنتاکت کلید را قطع می کند.



شکل ۷-۲۳: کلید خودکار با قطع مغناطیسی:
الف- حالت وصل، ب- حالت قطع

۷-۱۲-۱-۳- دیژنکتور با قطع حرارتی و مغناطسی

این کلید که در شکل ۷-۲۴ نشان داده شده است به قطع حرارتی و مغناطیسی مجهز است. قطع حرارتی حفاظت در مقابل بار اضافی را عهده دار است و به علت عملکرد تأخیری اضافه بارهای کوچک لحظه ای سبب قطع آن نمی گردد. 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 و از سوختن آن جلوگیری به عمل می آورد.

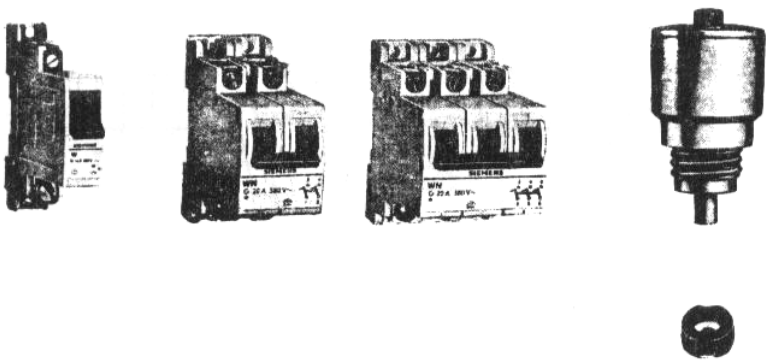


شکل ۷-۲۴: کلید خودکارباقطع حرارتی ومغناطیسی، الف- حالت وصل، ب- حالت قطع

۷-۱۲-۲- دینژکتور کوچک (مینیاتور) یا فیوزهای اتوماتیک

برای کنترل مدار روشنایی و بارهای خانگی و تجاری امروزه از دینژکتورهای کوچک استفاده می شود که عمل کنترل و حفاظت توأماً انجام می دهند.

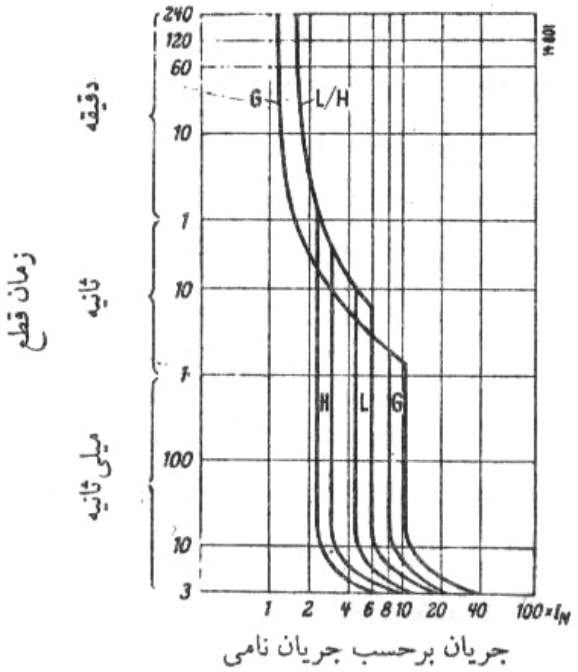
با این وسیله در حالت عادی قطع و وصل دستی انجام می شود و در صورت بروز بار اضافی یا اتصال کوتاه مدار بی متال یا قطع کننده مغناطیسی مدار را قطع می کند و دسته به محل قطع بر می گردد. دیژنکتورهای کوچک از نظر حفاظت به فیوزها ارجح هستند چون دقت عمل بیشتر دارند و پس از قطع صدمه نمی بینند و می توان پس از رفع عیب به سرعت مدار را مجدداً وصل کرد. علی رغم قیمت بالاتر آنها در مقایسه با کلید و فیوز ، استفاده از آنها روز به روز معمولتر می شود. در شکل ۷-۲۵ سه دینژکتور کوچک یک قطب، دو قطب و سه قطب، جهت نصب در تابلوها و یک دینژکتور پیچی که بیشتر در خانه ها معمول هستند را ملاحظه می کنید.



شکل ۷-۲۵: دینژکتورهای یک قطبی، دو قطبی و سه قطبی و نوع پیچی

این دینژکتورهای کوچک در اندازه های ۶، ۱۰، ۱۶، ۲۰و ۲۵ آمپر موجود است. مشخصات دو نمونه از این دینژکتورها در شکل ۷-۲۶ نشان داده شده استاین منحنی ها زمان متوسط قطع را با میزان جریان نشان می دهد.

در دینژکتور نوع H قطع فوری در جریانی حدود ۳ برابر جریان اسمی انجام می شود و به این دلیل برای کنترل مدار چراغهای التهابی مناسب نیست زیرا این چراغها در شروع به علت سرد بودن چراغ و کم بودن مقاومت آنها برای مدت کوتاهی جریانی در حدود ۱۲ برابر جریان اسمی مدار می کشد که سبب قطع این کلیدها می گردد و بهتر است از نوع G استفاده شود. در چراغهای فلورسنت که به خازن ضریب قدرت مجهز نیستند، این عیب موجود نیست. خازن های اصلاح ضریب قدرت در شروع جریان زیادی میگیرند که ممکن است سبب قطع دینژکتور شود.



شکل۷-۲۶: مشخصات دینژکتورهای مینیاتوری زیمنس

۷-۱۲-۳- دیژنکتورهای متوسط و بزرگ

دیژنکتورهای ۳۸۰ ولتی متوسط تا ظرفیت ۳۰۰۰ آمپر و با قدرت قطع حداکثر ۲۵ کیلو آمپر با ساختمانی شبیه دیژنکتورهای کوچک ساخته می‌شوندو در بدنه‌های قالب گیری شده از جنس پلاستیک یا فیبر شیشه قرار می‌گیرند و به دیژنکتورهای دارای بدنه قالب ریزی شده (molded case circuit breakers) معروف شده‌اند. قطع و وصل این دیژنکتورها دستی است و قطع اتوماتیک آن به وسیله قطع کننده حرارتی و مغناطیسی صورت می‌گیرد.

در ولتاژ ۳۸۰ ولت برای جریانهای بیشتر تا حدود ۶۰۰۰ آمپر با قدرت قطع تا ۱۳۰ کیلو آمپر از دیژنکتورهای بزرگتر که دیژنکتور قدرت نام گرفته‌اند و در جعبه‌های فلزی نصب می‌شوند استفاده می‌شود. که قطع و وصل آنها از طریق پر کردن فنر به طور دستی یا با موتور برقی می‌باشد. قطع اتوماتیک این دیژنکتورها با فرمان رله‌های الکترومغناطیسی انجام می‌شود.

کلیه دیژنکتورهای ولتاژ ضعیف ۳۸۰ ولت امروزه هوایی هستند، به این معنی که قطع و وصل کنتاکتهای آنها در هوا صورت می‌گیرد و جرقه گیرهای عایقی که روی کنتاکتهای ثابت قرار می‌گیرند جرقه را محدود کرده و از انتشار آن جلوگیری می‌کنند. در مصارف صنعتی علاوه بر ولتاژ ۳۸۰ ولت وسایلی با ولتاژهای ۳/۳ کیلو ولت، ۶/۶ کیلوولت و گاهی ۱۱ کیلو ولت مورد استفده قرار می گیرند. دیژنکتورهایی که در این موارد مورد استفاده بوده ، در گذشته روغنی بوده‌اند که به علت نیاز تعمیراتی زیاد ، خطرات آتش سوزی به علت روغن امروزه کمتر دیده می‌شوند و دیژنکتورهای هوایی جانشین آنها شده‌اند. در ولتاژهای بالاتر از ۱۱ کیلو ولت که مورد بحث ما نمی‌باشد استفاده ا زدیژنکتورها که ا زروغن، هوای فشرده، خلا یا گاز SF6 استفاده می‌کنند الزامی است.

۷-۱۳- کنتاکتورها

کنتاکتورها کلیدهای مغناطیسی هستند و برای قطع و وصل مدارها از دور مورد استفاده قرار می‌گیرند. کنتاکتورها به صورت دو قطبی، سه قطبی و حتی چهار قطبی ساخته می‌شوند. در روی قسمت ساکن کنتاکتور به ازاء هر قطب دو کنتاکت وجود دارد و هر قسمت متحرک به تعداد قطبها تیغه های فلزی دارد که در هنگام وصل هر کدام به صورت پلی بر روی کنتاکتهای ثابت می‌نشینند. حرکت قسمت متحرک به وسیله جذب بازوی آهنی توسط یک آهنربای الکتریکی انجام می‌شود. با وصل یا قطع مدار آهنربای الکتریکی از هر نقطه دلخواه به وسیله کلیدهای دکمه‌ای می‌توان کنتاکتور را کنترل نمود. به این ترتیب سیمهای مدار اصلی که جریان زیاد حمل می‌کند مستقیما به سرکنتاکتور می‌روند و تنها یک مدار فرعی کنترل به محل کنترل کشیده می‌شود. این کنتاکتورها به وسایل قطع اتوماتیک نیز مجهز هستند و بیشتر برای کنترل موتورهای برقی به کار گرفته می‌شوند. این کنتاکتورها برای ولتاژ ۳۸۰ ولت در اندازه‌های استاندارد تا ۶۳۰ آمپر ساخته می‌شوند.

مسائل فصل هفتم

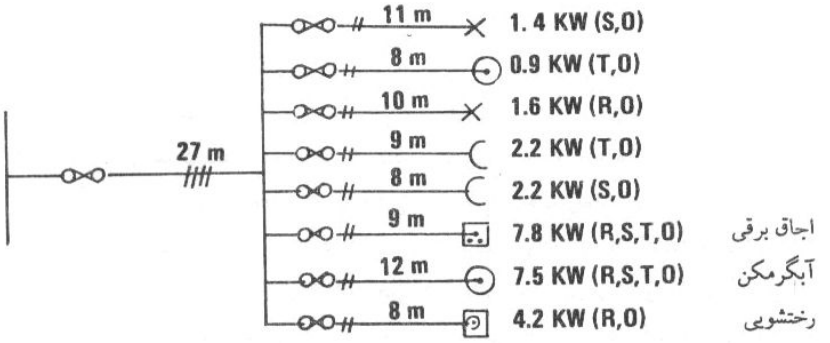
۱- برای مدار یک موتور القایی سه فاز ۳۸۰ ولت ۱۰۰ کیلو وات اندازه فیوز مناسب را حساب کنید. موتور به راه انداز ستاره مثلث مجهز است.

۲- دو موتور القایی سه فاز ۳۸۰ ولت ۵۰ و ۱۰ کیلو وات توسط یک انشعاب اصلی تغذیه می‌شوند. فیوز مناسب کند کار برای انشعابهای فرعی و اصلی را حساب کنید. آیا این فیوزها موتور را علیه بار اضافی حفاظت می‌کنند؟ در صورتی که نمی‌کنند چه باید کرد؟

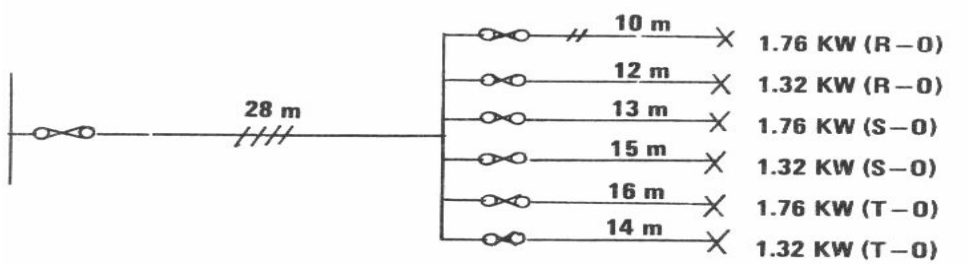
۳- می‌خواهیم یک موتور القایی سه فاز ۳۸۰ ولت ۱۰ کیلو وات و مدار تغذیه آن را حفاظت کنیم. چه وسیله‌ای برای این کار توصیه می‌کنید؟ اندازه مناسب آن چیست؟

۴- یک منزل مسکونی بزرگ دارای ۸ انشعاب فرعی است و از برق سه فاز استفاده می‌کند.

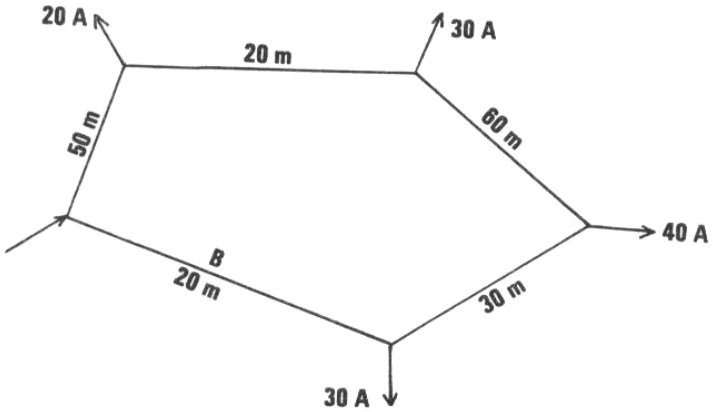
افت ولتاژ مجاز ۲/۵ درصد (سیم اصلی ۱/۵ درصد و سیمهای فرعی ۱ درصد) و ضرب مصرف همزمان خانه ۰/۷۵ و برای انشعابها ۱ است. مقاطع سیمها واندازه فیوزها مناسب را حساب کنید.



۵- مدارهای روشنایی کارگاهی به صورت زیر است. افت ولتاژ در سیم اصلی ۱ درصد و برای انشعاب‌ها ۱/۵ درصد و ضریب مصرف همزمان ۱ است. مقطع سیمها و فیوز مناسب را حساب کنید



۶- در شبکه تک فاز حلوقوی زیر از کابل دو سیمی زیر زمینی با مقطع یکسان استفاده شده است. شبکه از یک نقطه تغذیه می شود و ضریب توان همه بارها برابر یک است.



الف- سطح مقطع کابل دو سیمی لازم را بر اساس جریان مجاز افت ولتاژ مجاز ۲/۱۸ درصد حساب کنید.

ب- برای حفاظت شبکه در نقاط ورودی استفاده از چه فیوزهایی را توصیه می‌کنید.

پ- اگر کابل در نقطه B اتصالی پیدا کند، آیا به عنوان مهندسی قسمت توصیه می‌کنید با قطع کابل در این نقطه تغذیه همه بارها را از یک طرف به طور موقت ادامه دهند. در این صورت حداکثر افت ولتاژ چند درصد می شود.

۷- یک خط توزیع هوایی سه فاز سه سیمی ۳۸۰ ولت به طول ۶۰ متر بار سه فاز متعادل ۱۰۰ کیلو ولت آمپر در ضریب توان ۰/۸ تاخیری را تغذیه می‌کند. فاصله سیمهای مجاور ۷۵ سانتیمتر است.

الف- مقطع سیم مسی لازم را بر اساس جریان مجاز و افت ولتاژ مجاز ۲ درصد حساب کنید و اندازه فیوز مناسب برای حفاظت خط را تعیین کنید.

ب- اگر باریک موتور القایی سه فاز ۱۱۱ اسب بخار با ضریب توان ۰/۹ و ضریب بهره ۰/۹۲ مجهز به راه انداز ستاره- مثلث باشد، آیا فیوز انتخاب شده در موقع راه اندازی موتور را قطع می‌کند؟ آیا فیوز انتخاب شده موتور را در مقابل بار اضافی حفاظت می‌کند؟