تأسیسات الکتریکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)

پیش‌نیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱

هدف: آشنایی با مهندسی روشنایی و تأسیسات الکتریکی

مدرس: کاظم وارثی (kzm.varesi@gmail.com)

هم‌نیاز: -

- روشنایی: تعریف و ماهیت نور، اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش، کمیت‌های نورسنجی، استانداردهای روشنایی، محاسبات روشنایی داخلی و خارجی.
- ساختمان و راه‌اندازی لامپ‌ها: رشته‌ای، فلورسنت، جیوه‌ای، سدیم، کم‌مصرف.
- ایمنی و حفاظت در تأسیسات الکتریکی.
- محاسبات سطح مقطع سیم و کابل و سیم‌کشی هوایی.
- فیوز و محاسبات آن.
- طراحی تابلو.
- برآورد بار و تقاضا برای بارهای صنعتی و تجاری.
- زمین کردن (الکتریکی و حفاظتی)، اندازه‌گیری مقاومت زمین، رله‌های زمین و سایر ادوات و رله‌های مرتبط.
- انواع سیستم‌های توزیع برق.
- سیستم‌های اضطراری.
- آشنایی با آسانسور و پله‌های برقی
- تصحیح ضریب قدرت در کارخانجات.
- سیستم‌های هشدار دهنده.
- سیستم‌های جریان ضعیف شامل آنتن و سیستم تلفن.
- آشنایی با نرم‌افزارهای مربوطه.
- پروژه

تأسیسات الکتریکی

❑ مراجع

[۱] مهندسی تأسیسات الکتریکی، دکتر حسن کلهر، شرکت سهامی انتشار، چاپ بیست و چهارم، ۱۳۹۵.
[۲] مهندسی روشنایی، دکتر حسن کلهر، شرکت سهامی انتشار، چاپ بیست و هشتم، ۱۳۹۵.
[۳] لامپ‌ها و محاسبات روشنایی فنی، محمدمهدی موحدی، چاپ چهارم، ۱۳۷۵.
[۴] روشنایی فنی (شاخهٔ: کاردانش، گروه تحصیلی: برق، زیرگروه: الکتروتکنیک، رشته‌های مهارتی: برق ساختمان)، محمدحسن اسلامی، شهرام خدادادی و علیرضا حجرگشت، ناشر: شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ سوم، ۱۳۹۴.

[5] Mechanical and Electrical Equipment for Buildings [12th Edition], by: Walter T. Grondzik & Alison G. Kwok. Wiley, 2014.
[6] Electrical Installations Hand Book, Siemens I, II, III.
[7] The Lighting Handbook, Zumtobel Lighting GmbH, 5th edition, revised and updated: July 2017.

تأسیسات الکتریکی

فیوزها

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ مقدمه

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 صدمه ای 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.

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

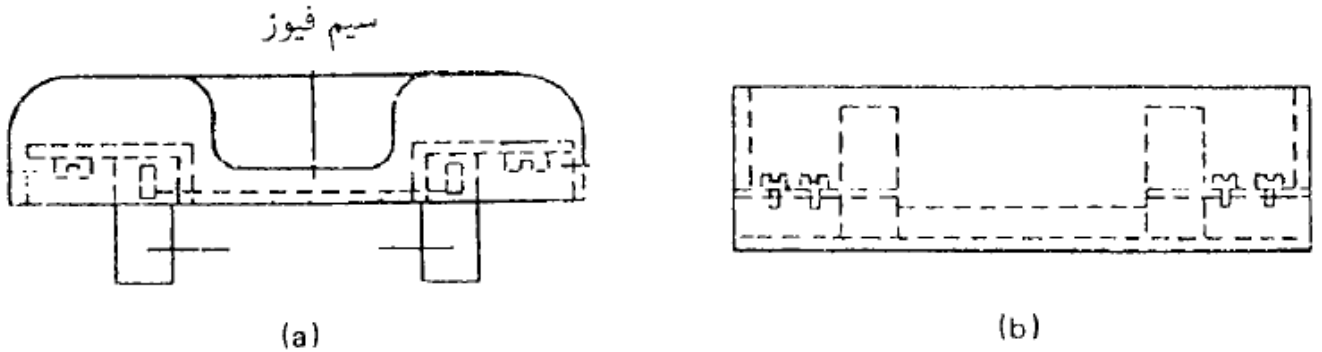
❖ فیوزهای معمولی

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

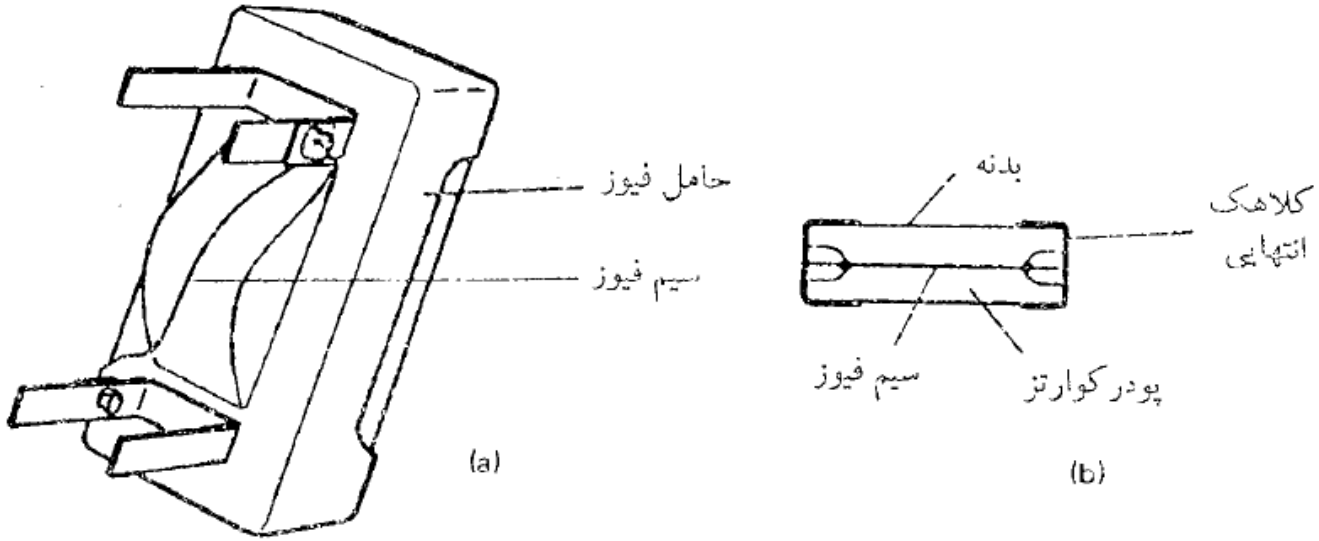
Cartridge Fuse

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ فیوزهای معمولی

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 وسیله دو پیچ به حامل متصل است. در شکل b جزء ذوب شونده در استوانه محصور شده است و اتصال آن به حامل به وسیله 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.



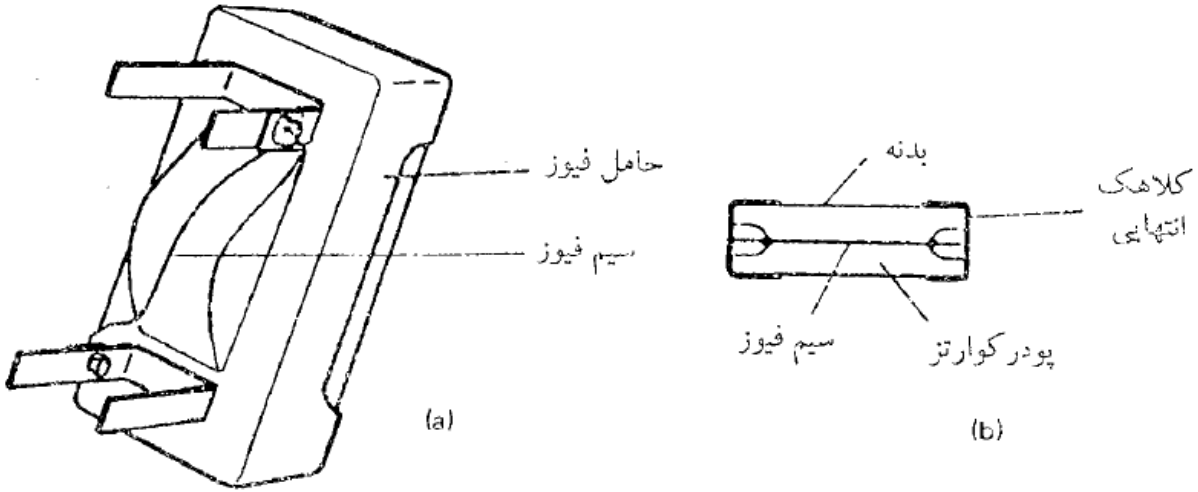
شکل ۷-۱۶ : نمایش دو نوع جزء ذوب شونده

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ فیوزهای معمولی

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 آسیبهایی 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.



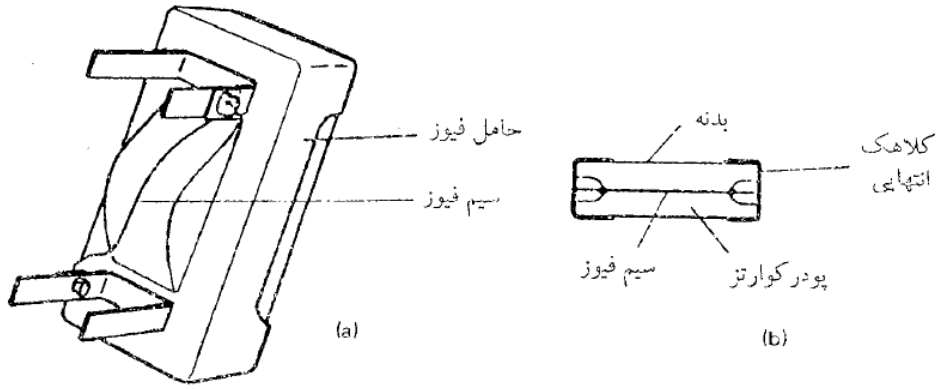
شکل ۷-۱۶ : نمایش دو نوع جزء ذوب شونده

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ فیوزهای معمولی

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 یا 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.



شکل ۷-۱۶ : نمایش دو نوع جزء ذوب شونده

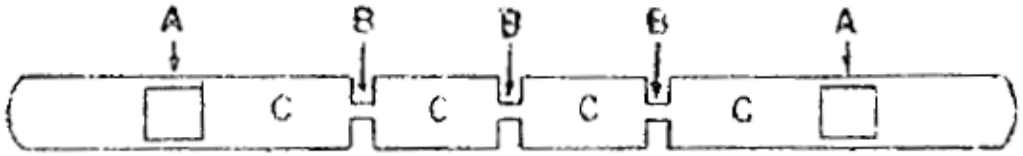
تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ فیوزهای تأخیری

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 است 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.

✓ فیوزها

❖ فیوزهای تأخیری

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 اتصال 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.

✓ فیوزها

❖ فیوزهای محدودکننده جریان

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.

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ اندازه‌های استاندارد فیوزها و مشخصات آنها

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 و نباید با جریانی که سبب سوختن فیوز می‌شود اشتباه شود.

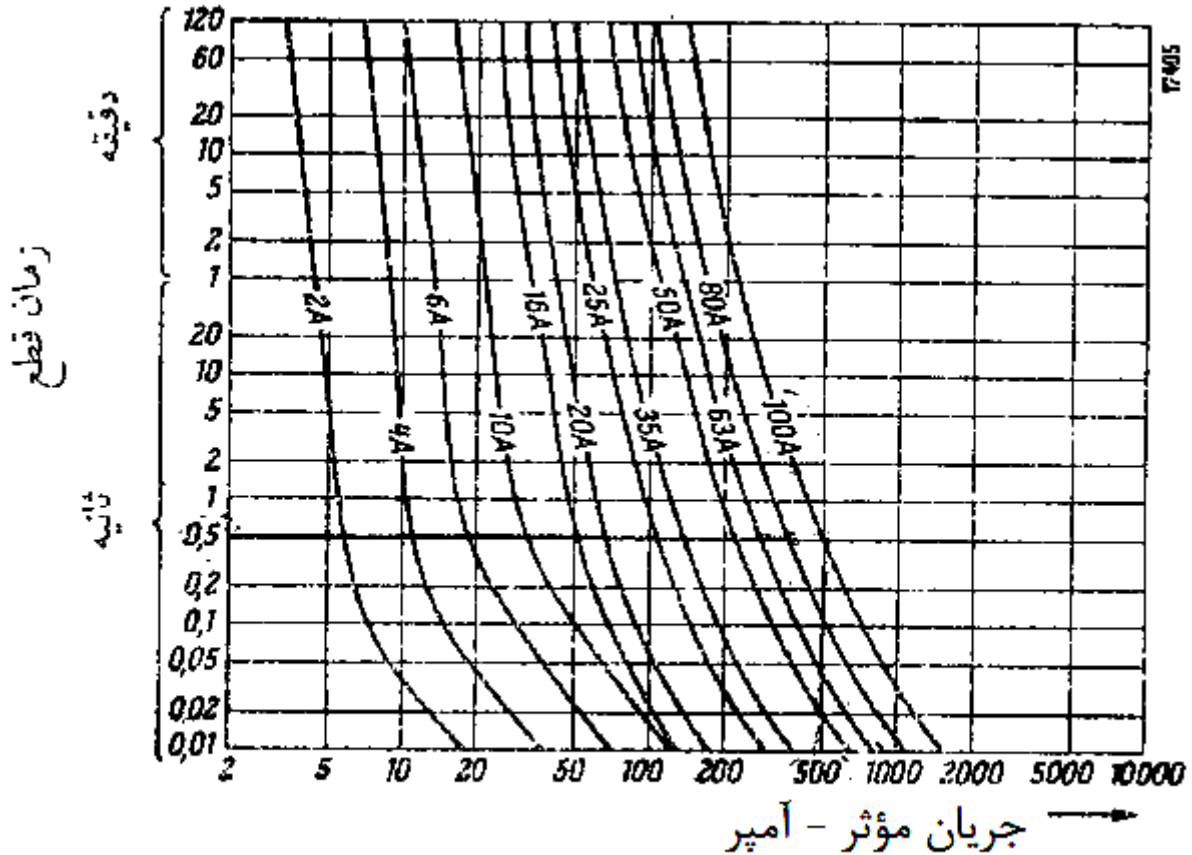
✓ فیوزها

❖ منحنی‌های قطع فیوزها

۷-۱۰-۲- منحنیهای قطع فیوزها

در صورتی که جریان فیوز ازمقداراسمی 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.

تأسیسات الکتریکی



شکل ۷ ـ ۱۸ : مشخصات فیوزهای سریع زیمنس

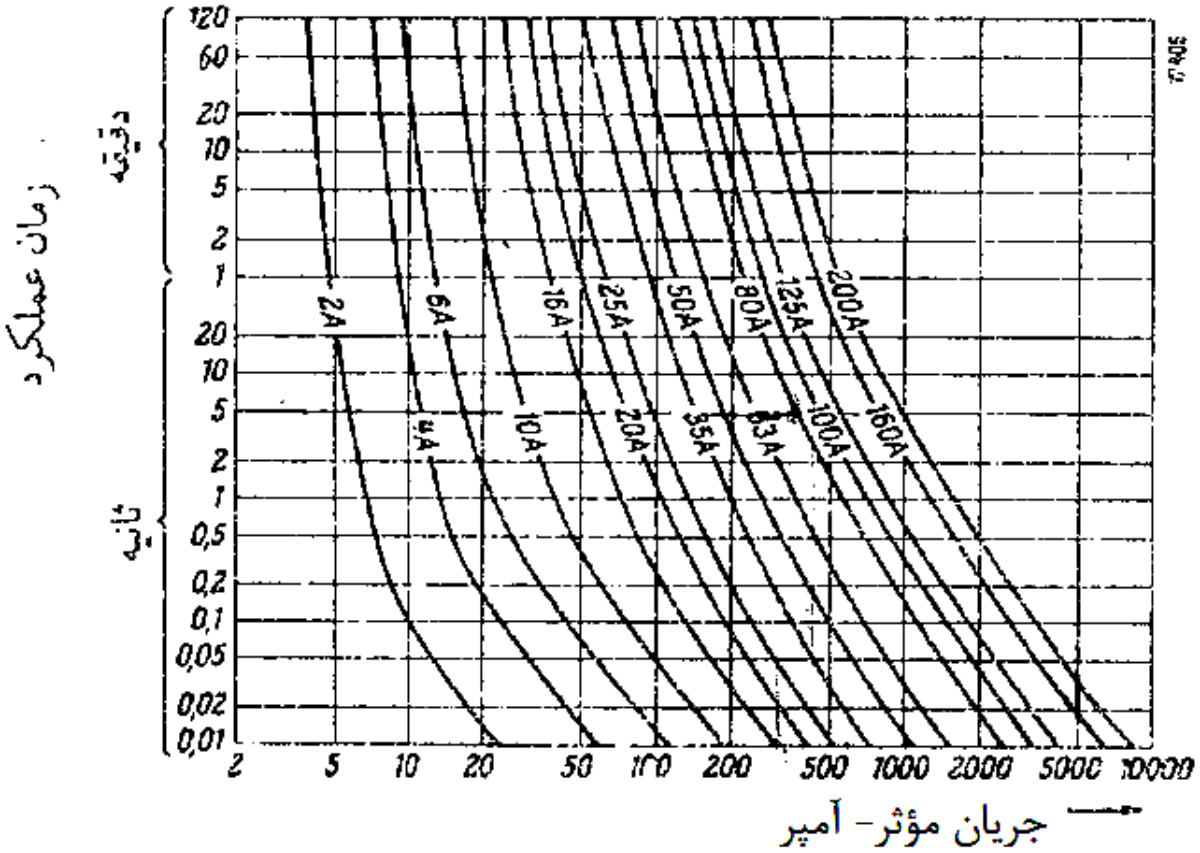
به طوری که ملاحظه می‌کنید فیوز ۲ آمپری حداقل جریانی در حدود ۳ آمپر برای ذوب شدن می‌خواهد. این فیوز جریان ۵ آمپر را در ۵ ثانیه و جریان ۱۰ آمپر را در ۰/۰۴ ثانیه قطع می‌کند. به همین ترتیب فیوز ۱۰۰ آمپری جریان ۲۰۰ آمپر را در ۲ دقیقه و جریان ۵۰۰ آمپر را در ۰/۵ ثانیه قطع می‌کند.

✓ فیوزها

❖ منحنی‌های قطع فیوزها

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 با 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.

تأسیسات الکتریکی



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 برابر و ۲/۵ برابر زمانهای فیوز نوع سریع هستند. فیوز ۱۰۰ آمپری از این نوع جریان ۲۰۰ آمپر را در ۵ دقیقه و جریان ۵۰۰ آمپر را در ۵ ثانیه قطع می‌کند که خیلی بیشتر از زمانهای قطع فیوزهای سریع هم اندازه می‌باشد.

✓ فیوزها

❖ منحنی‌های قطع فیوزها

در سیستم انگلیسی نحوه عملکرد فیوزها را برحسب ضریب ذوب فیوز تعریف و مشخص 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 Q_1 ضریب ذوبی بین ۱/۲۵ تا ۱/۵، فیوز نوع Q_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 حداکثر زمان قطع فیوزهارا در جریانهای معینی تعیین کرده ومشخصات همه فیوزها باید در این محدوده واقع باشند. در جدول ۷-۲ حداقل وحداکثر زمانهای قطع فیوزهای سریع وتأخیری برحسب ثانیه درجریانهای ۲/۵ برابر، ۳ برابر و ۴ برابر جریان اسمی نشان داده شده است.

تأسیسات الکتریکی

جدول ۷ـ۲ : حداکثر و حداقل زمان قطع فیوزها

جریان اسمی	جریان آزمایش ۱/۵ I				جریان آزمایش ۳ I				جریان آزمایش ۴ I			
	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	۱۰	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	۰/۱۶	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	۲۸	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

✓ فیوزها

❖ قدرت قطع فیوزها

۷-۱۰-۳- قدرت قطع فیوزها

حداکثر جریانی را که فیوز بدون آسیب رساندن به پایه وحامل خود حمل می‌کند، قدرت قطع فیوز نامیده می‌شود و برحسب کیلوآمپر اندازه‌گیری می‌شود و گاهی نیز با ضرب این جریان در مقدار اسمی ولتاژ مدار قدرت قطع فیوز را برحسب کیلوولت آمپر یا مگاولت آمپر مشخص می‌کنیم.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.

✓ فیوزها

❖ آزمایش فیوزها

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.

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ آزمایش فیوزها

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

✓ فیوزها

❖ استفاده از فیوزها برای محافظت

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.بنابراین 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 زیاد 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.

✓ فیوزها

❖ استفاده از فیوزها برای محافظت

۷-۱۱-۱- محافت سیمها وکابلهای انشعابهای معمولی

برای‌حفاظت 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.

تأسیسات الکتریکی

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

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ استفاده از فیوزها برای محافظت

مثال ۷-۱:

فیوز مناسب برای حفاظت 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 برابر 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 یا محیط خارج در بسیاری نقاط ایران مقادیر مربوط به ۴۰ تا ۴۵ درجه مناسب هستند.

تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ استفاده از فیوزها برای محافظت

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.

مثال ۷-۲ :

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.

تأسیسات الکتریکی

سطح مقطع (میلیمتر مربع)	کابل یک سیمی		کابل دو سیمی		کابل سه یا چهار سیمی	
	زمین ۲۰°	هوای ۳۰°	زمین ۲۰°	هوای ۳۰°	زمین ۲۰°	هوای ۳۰°
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸
۲/۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	۲۱۰	۱۸۰	۱۸۵	۱۶۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۰۰
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	۳۱۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۴۵
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	۳۶۰	۳۲۰	۳۱۵	۲۸۵
۱۵۰	۵۴۰	۴۴۵	۴۰۰	۳۷۵	۳۵۵	۳۲۵
۱۸۵	۶۲۰	۵۱۰	۴۶۰	۴۳۰	۴۰۰	۳۷۰
۲۴۰	۷۲۰	۶۲۰	۵۳۰	۵۱۰	۴۶۵	۴۳۵
۳۰۰	۸۲۰	۷۱۰	۵۹۰	۵۹۰	۵۲۰	۵۰۰
۴۰۰	۹۶۰	۸۵۰	۶۸۰	۷۱۰	۶۰۰	۶۰۰
۵۰۰	۱۱۱۰	۱۰۰۰	–	–	–	–

جدول ۵-۳: جریان مجاز کابل ها با هادی مسی و عایق وغلاف پی – وی – سی

جدول ۵-۵: جریان مجاز سیم های بدون عایق هوایی

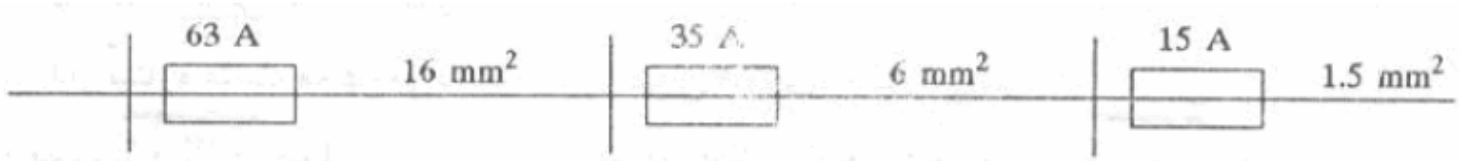
سطح مقطع (میلیمتر مربع)	جریان مجاز (آمپر)
۶	۵۰
۱۰	۶۵
۱۶	۹۰
۲۵	۱۲۰
۳۵	۱۵۵
۵۰	۱۸۵
۷۰	۲۴۰
۹۵	۳۰۵
۱۲۰	۳۵۵
۱۵۰	۴۲۵
۱۸۵	۴۷۰
۲۴۰	۵۴۵
۳۰۰	۶۵۰

✓ فیوزها

❖ فیوزبندی مدارهای برق‌رسانی

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

دانشگاه صنعتی سهند/دانشکده مهندسی برق/گروه قدرت/درس تأسیسات الکتریکی/کاظم وارثی

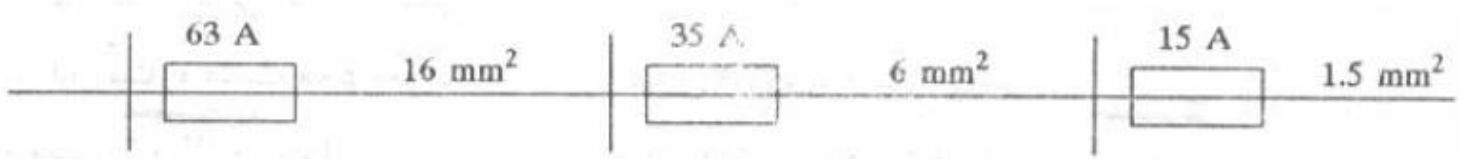
تأسیسات الکتریکی

✓ فیوزها

❖ فیوزبندی مدارهای برق‌رسانی

در این شکل در سه 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 فیوزهای 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 جلوگیری 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 حداکثر 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، می‌توانیم فیوز ۳۵ آمپری را حذف کنیم.

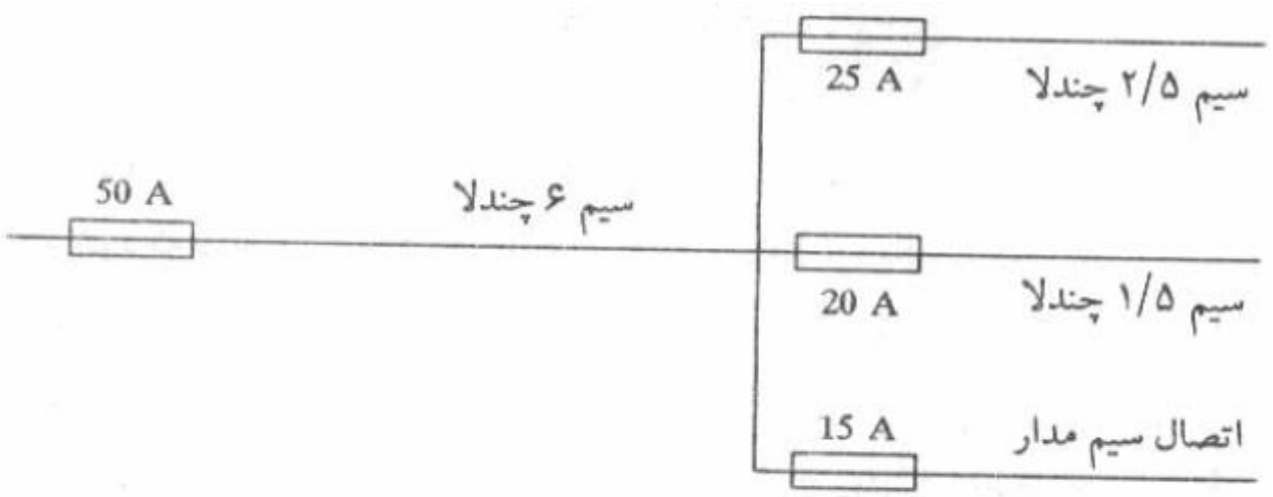


شکل ۷-۲۰ : سیستم برق رسانی با مقاطع مختلف

✓ فیوزها

❖ فیوزبندی مدارهای برق‌رسانی

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.



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

✓ فیوزها

❖ محافظت انشعاب موتورها

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 می‌شوند کوچکترین فیوزی اختیار می شود که ۶ برابر جریان اسمی را برای مدت ۵ ثانیه تحمل کند. 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.

✓ فیوزها

❖ محافظت انشعاب موتورها

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:

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

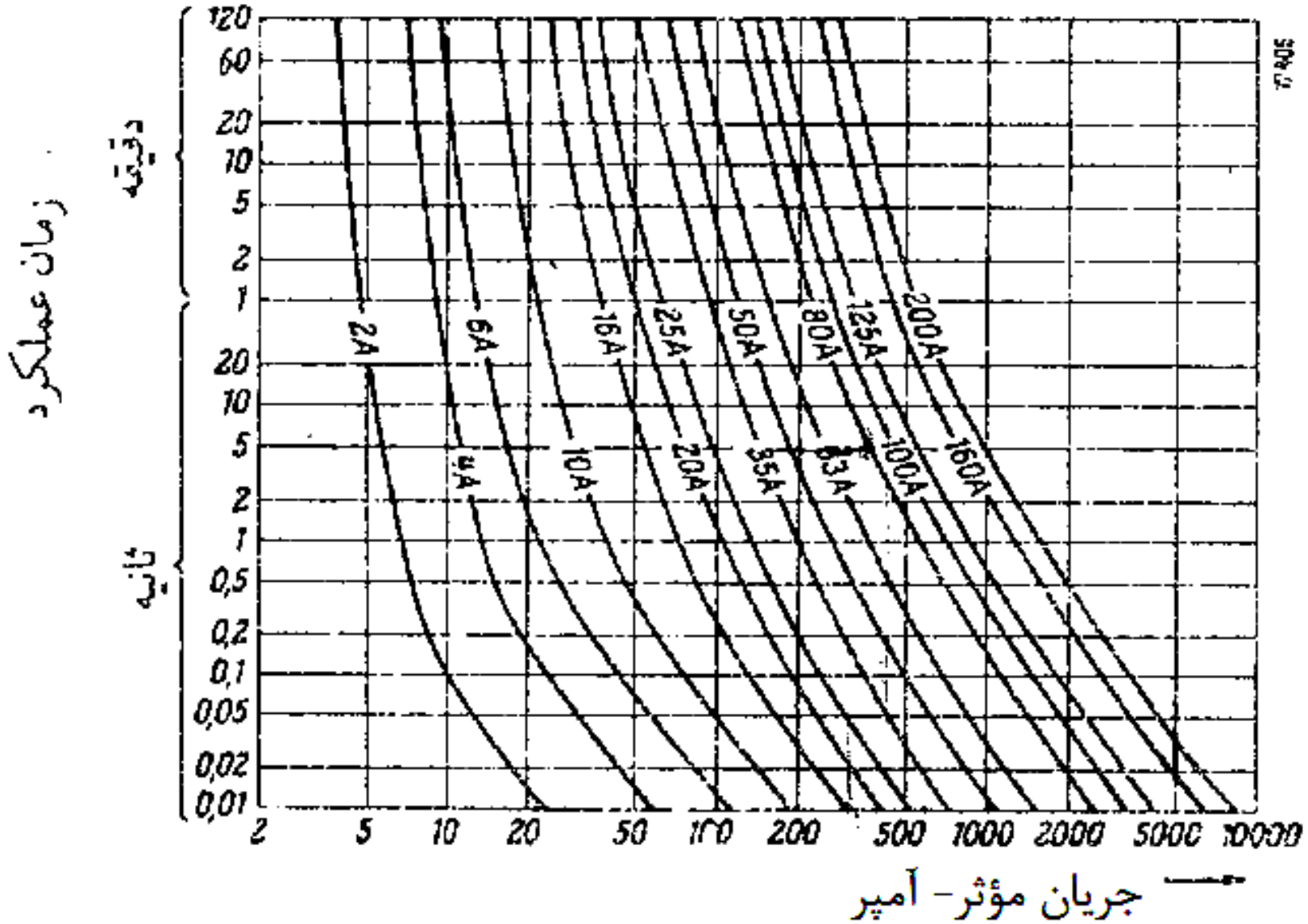
$$6 \times 58.89 = 353.34$$

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.



شکل ۷ ـ ۱۹ : مشخصات فیوزهای تأخیری زیمنس

دانشگاه صنعتی سهند/دانشکده مهندسی برق/گروه قدرت/درس تأسیسات الکتریکی/کاظم وارثی

✓ فیوزها

❖ محافظت انشعاب موتورها

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.

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

✓ فیوزها

❖ محافظت انشعاب موتورها

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

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

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

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

✓ فیوزها

❖ محافظت انشعاب موتورها

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:

$$93.79 \times 6 = 562.74$$

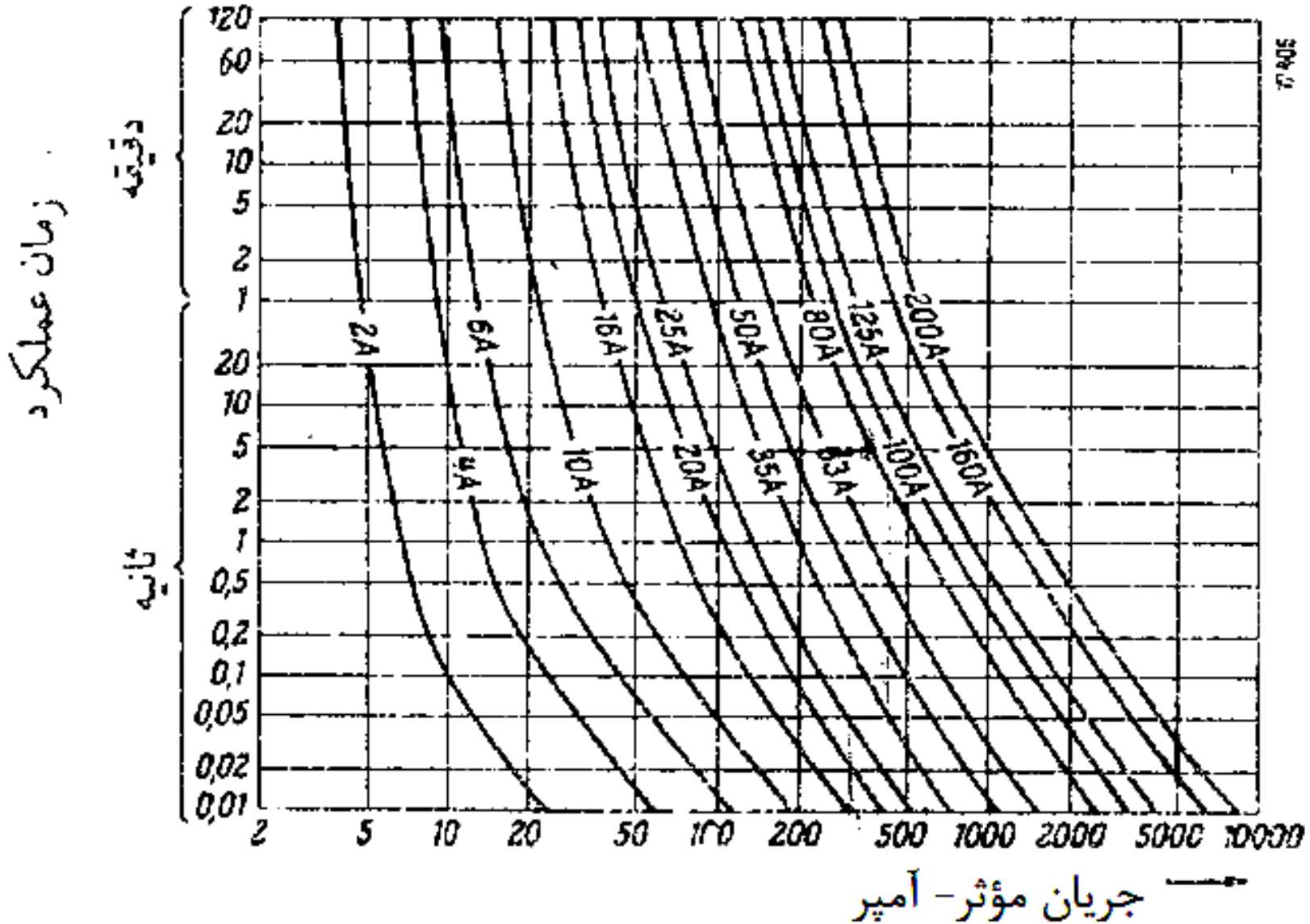
از منحنی ۷-۱۹ فیوز ۱۲۵ آمپری تأخیری اختیار می شود.

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.

تأسیسات الکتریکی



شکل ۷ ـ ۱۹ : مشخصات فیوزهای تأخیری زیمنس

✓ فیوزها

❖ محافظت انشعاب موتورها

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 .