

حفاظت سیستم های الکتریکی

تهیه کننده

حمید طرقي (rich)

این مقاله از کتاب مرجع زیمنس در تاسیسات الکتریکی برای شما تهیه شده است

از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی

وظیفه حفاظت سیستم کشف عیبه و قطع کردن قسمتهای معیوب سیستم است. حفاظت سیستم باید اضافه جریانه و اثرهای قوسهای الکتریکی ناشی از اتصالیها را نیز محدود می کند.

در جایی که دو یا چند وسیله حفاظت به طور متوالی با هم قرار گیرند، معمولاً به جداسازی نیاز می یابیم. زمانی که، با توجه به جهت گذر توان، تنها آخرین وسیله حفاظت قبل از محل عمل کند، می گوئیم طرح حفاظت مجهز به جداسازی است.

در شرایطی که یک وسیله حفاظت عمل نکند، وسیله حفاظت فرادستی (حفاظت پشتیبان) باید عمل کند.

یادآوری در بسیاری موارد، به منظور نمایش بهتر، از نمادهای مداری رهنمود din استفاده نشده است.

شرایط لازم برای کاربرد رضایتبخش روشهای جداسازی در سیستم فشار ضعیف برای تامین روابط رضایتبخش در کاربرد روشهای جداسازی عنوان شده در جدول ۱-۴-۱ شرایط زیر باید برآورده شوند:

هم ماکزیم و مینیم جریانهایی اتصال کوتاه باید برای نقاط نمایان سیستم تعیین شود، زیرا

بیشترین جریان اتصالی کوتاهی که ممکن است پدید آید ظرفیت کلید زنی لازم مدارشکن را تعیین می کند؛

کمترین جریان اتصال کوتاهی که ممکن است پدید آید برای تنظیم رهاگرهای اتصال کوتاه (n یا z) اهمیت دارد.

یادآوری نقطه کار رهاگر اتصال کوتاه باید پایینتر از جریان اتصال کوتاه باید تا اینکه بتواند در صورت وقوع اتصال کوتاه، بدون اینکه لازم باشد منتظر پاسخ رهاگر اضافه جریان با تاخیر زمانی معکوس (طولانی) (a) بماند، عمل کند؛

جداسازی بر مبنای جریان، تنها در صورت معلوم بودن جریانهایی اتصال کوتاه امکان پذیر است.

در مورد سیستمهای بزرگ، جریانهایی اتصال کوتاه، به منظور کاهش نیروی انسانی مورد، با کمک کامپیوتر تعیین می شوند

جدول ۱-۴-۱ انواع متداول جداسازی و کاربردهای آنها				
جداسازی بر مبنای ^۱	ضروری برای جریانهایی اتصال کوتاه در محل تأسیسات	امکانپذیر	کاربرد عمدتاً (برای مثال) در	قابل اجرا به وسیله، مثلاً مدارشکنها، از طریق
زمان	اختلاف اندک	—	سیستمهای HV	درجه بندی تنظیمهای زمانی حفاظت اضافه جریان
(به علاوه) جریان برای (۱۷)			تابلوکلیدهای اصلی LV	درجه بندی تنظیمهای زمانی و جریانهایی کار رهاگرها و رله های اضافه جریان
جریان (به تنهایی)	—	اختلاف زیاد	تابلوهای توزیع فرعی و خوراندنهای منتهی به آنها از تابلوکلیدهای اصلی LV	درجه بندی جریانهایی کار رهاگرهای اضافه جریان
جهت گذر توان	برعکس جهت گذر طبیعی توان (توان برگشتی)	—	سیستمهای HV؛ سیستمهای حلقوی و موازی باهم؛ خوراندن از ترانسفورماتور	بهره گیری از رله ها یا عناصر جهتدار در وسایل حفاظتی

^۱ معمولاً در سیستمهای HV و LV به ترکیبهای مختلف جداسازی نیاز است.

زمانی که جداسازی بر مبنای زمان به کار گرفته می شود درجه بندی جریانهای کار نیز باید اعمال شود ، به این معنی که ، رهاگر اتصال کوتاه مدارشکن فرادستی باید برای جریانی حداقل ۱,۲۵ برابر بیشتر از مدار شکن فرودستی تنظیم شود ، تا اینکه اجازه دهد جریانهای کار به رهاگرهای اضافه جریان با تاخیر زمان ثابت («z») برسند

اصطلاحات مربوط به زمان برای مدارشکنهای فشار ضعیف

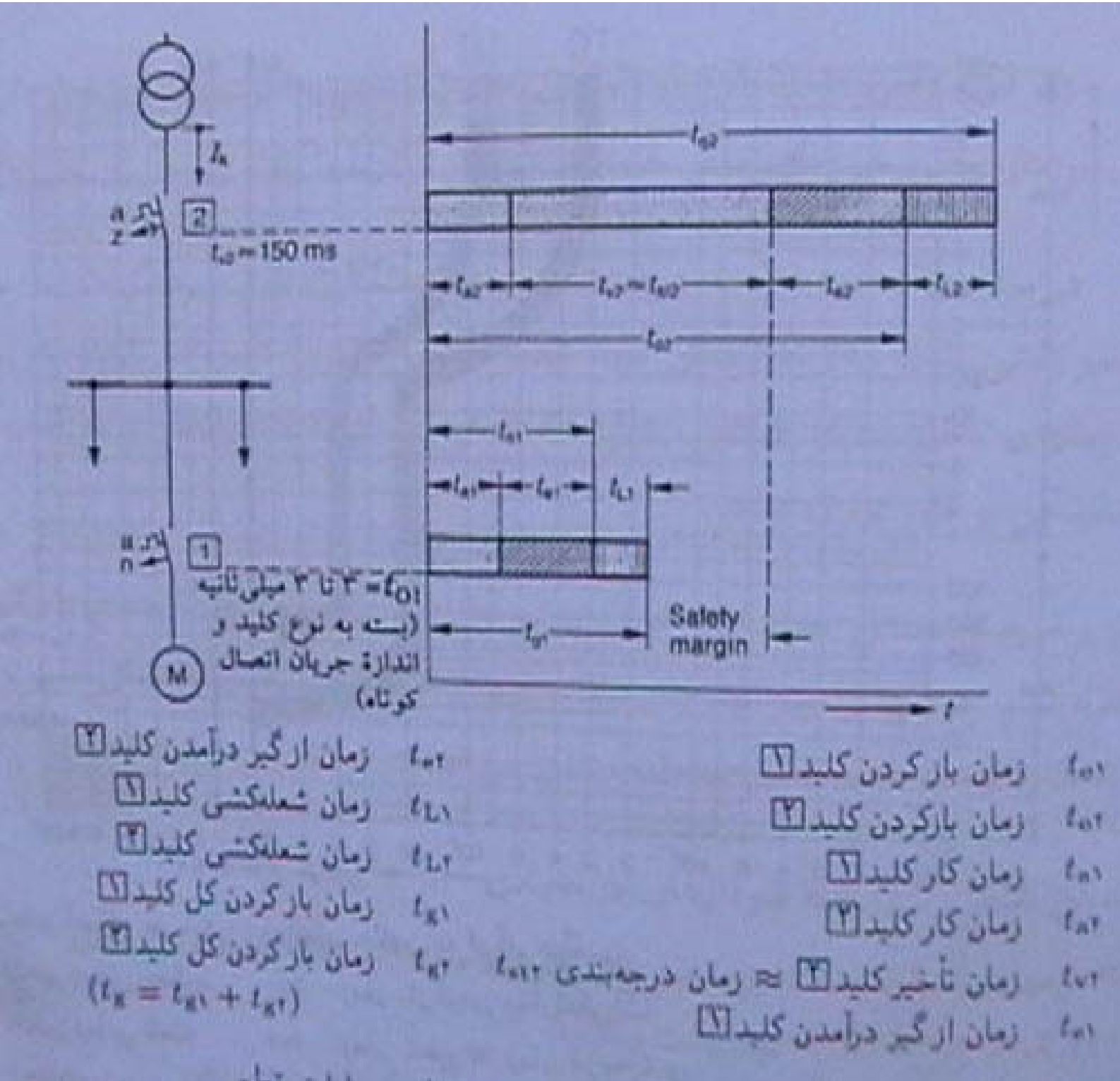
مثال

مدار شکنی با رهاگرهای اضافه جریان مکانیکی و عنصر تاخیر زمانی مکانیکی

آماده سازی نمودارهای درجه بندی

هنگامی که مشخصه های رهاسازی ، مطابق با رهنمودهای DIN۴۳۶۵۵ و IEC۲۶۹-۱ (ویرایش اول ۱۹۶۸) بر روی کاغذ لگاریتمی با مقیاسهای به نسبت ۲ به ۱ رسم می شود . باید به نکات زیر توجه کرد :

مشخصه های رهاسازی ، به منظور تامین جداسازی قطعی ، باید نه همدیگر را قطع کنند و نه با هم مماس شوند (استثنای ممکن : شکل ۴-۱-۴۱ را ببینید) شکل زیر ترتیب زمانی برای عملیات قطع است شکل ۴-۱-۱

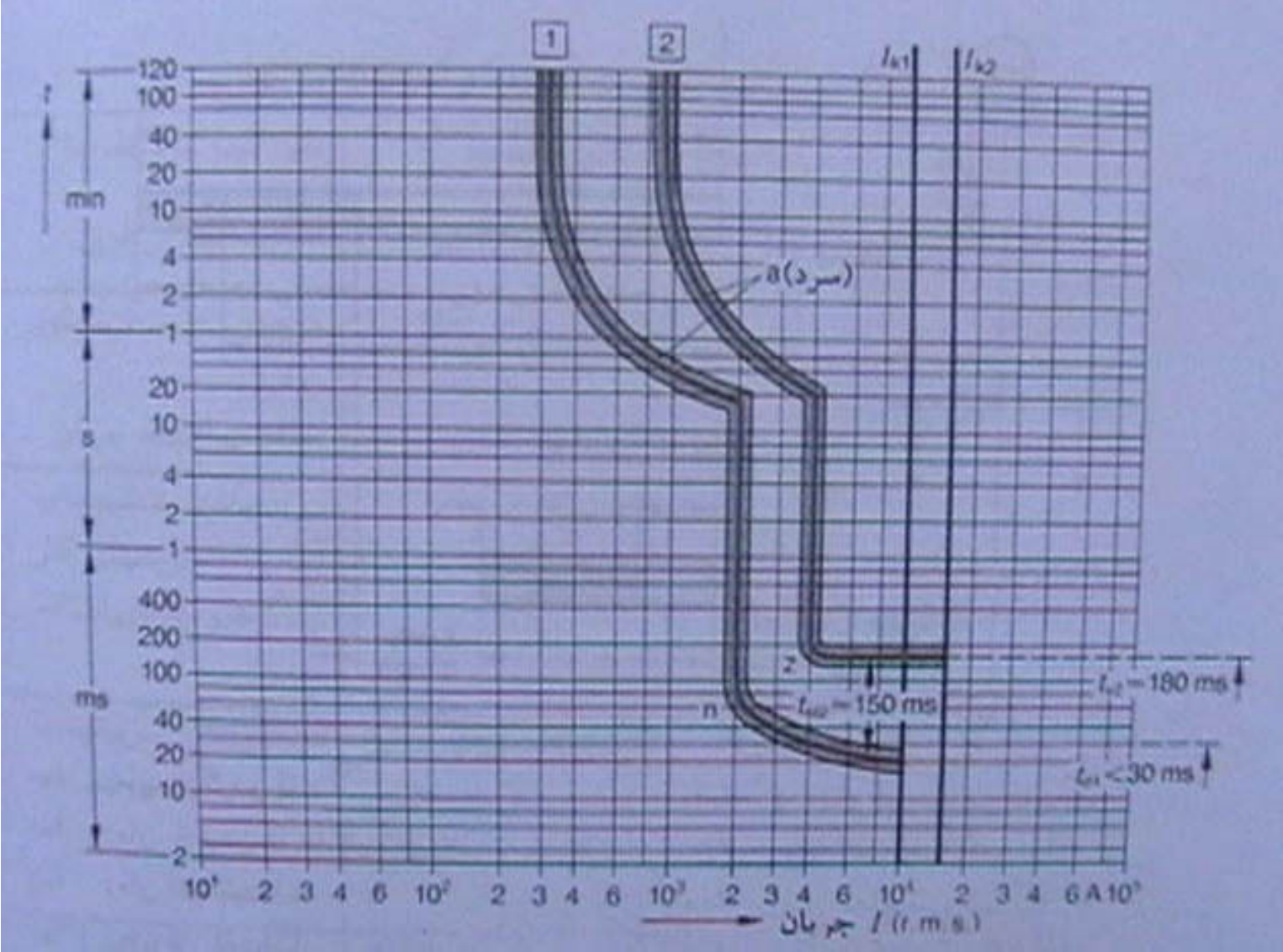


مشخصه های نمایش داده شده در کاتالوگهای سازندگان ، در مورد رهاگرهای اضافه جریان مکانیکی (گرمایی) با تاخیر زمانی معکوس مربوط به وضعیت سرد است . در دمای کار عادی ، زمانهای باز کردن TO تا ۲۵% کاهش می یابد .

لیکن ، برای رهاگرهای اضافه جریان الکتریکی با تاخیر زمانی معکوس مشخصه های « سرد » یا « گرم » وجود ندارد ، زیرا پیش بارکنش تاثیری بر آنها نمی گذارد . بنابراین ، مشخصه انتخاب شده باید برای موتور یا ترانسفورماتور مورد نظر در دمای کارشان مناسب باشد . مشخصه های رهاسازی که در کاتالوگهای سازندگان برای مدارشکنها داده می شود معمولاً مقادیر میانگین اند ، و باید با توجه به محدوده رواداشت (تولرانس) بسط داده شوند (برای داشتن وضوح بیشتر محدوده های بسط داده شده ، تنها در شکلهای ۱-۴-۲ و ۱-۴-۳ به نمایش درآمده اند)

براساس VDE۶۶۰ بخش ۱۰۱ این رواداشت در مورد رهاگرهای اتصال کوتاه (ZN,Z.N) ممکن است به ۲۰% جریان تنظیم شده نیز برسد .

برای داشتن وضوح بیشتر ، برای مدارشکنهاي مجهز به رهاگرهای اضافه جریان با تاخیر زمانی ثابت (Z) تنها زمان تاخیر T و برای مدارشکنهاي با رهاگرهای لحظه ای N تنها زمان باز کردن T رسم شده است . شکل ۱-۴-۲



رهاگرهای اضافه جریان: زمانهای منتهی به از گیر درآمدن:

a تاخیر زمانی معکوس t_{01} زمان باز کردن مدارشکن [۱]

b تاخیر زمانی ثابت t_{02} زمان تاخیر \approx زمان درجه بندی

n لحظه ای t_{03} مدارشکن [۲]

مبنای محدودسازی مشخصه ها:

ماکزیم جریان اتصال کوتاه در محل نصب تجهیزات

I_{k1} برای مدارشکن [۱]

I_{k2} برای مدارشکن [۲]

بسط منحنی مشخصه:

$\pm 10\%$ برای رهاگرهای «Z» در مدارشکنهاي زمینس نوع ۳WE

زمان درجه بندی T فاصله زمانی لازم بین عملکرد و وسیله کلیدزنی متوالی است ، برای حصول اطمینان از اینکه تنها وسیله حفاظت درست قبل از محل عیب عمل کند .

هشدار : زمان درجه بندی Tst را نباید با مینیمم تاخیر زمانی ثابت Tv اشتباه کرد در جایی که چند مدار شکن متوالی با هم اند ، این دو مقدار تنها برای مدار شکن دوم (مدار شکن ۲) تقریباً برابرند .

زمانهای تاخیر و جریانهای کار در خلاف جهت گذر توان را ، که از تابلوهای توزیع شروع می شود درجه بندی کرد : بدون فیوز وقتی مدار شکن بار بالاترین جریان تنظیم رهاگر اتصال کوتاه را دارد ، با فیوز دار ، وقتی فیوزهای مدار خروجی فیوز دار از شینه ها بالاترین جریاتن نامی را دارند .

در مواردی که فیوزهای با جریان نامی زیاد جداسازی لازم با رهاگر اضافه جریان با تاخیر زمانی ثابت (Z) مدار شکن خط تغذیه ترانسفورماتور را تامین نمی کنند ، یا اینکه تنها با زمانهای تاخیر بسیار طولانی Tv (۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی ثانیه) این کار را می کنند ، کاربرد مدار شکن بر فیوز برتری دارد .

در برخورد با مسائل جداسازی که دو سطح ولتاژ را شامل می شوند (شکل ۱-۴-۳۵ به بعد) تمام جریانها و مشخصه های رهاسازی در طرف فشارقوی با مبنای نسبت تبدیل ترانسفورماتور به طرف فشار ضعیف منتقل می شوند . وسایل کمکی برای تهیه نمودارهای درجه بندی

فرمهای استاندارد با زوج مقدارهای جریان برای ولتاژهای متداول – از قبیل ۰،۴:۲۰ ، ۰،۴:۱۰ و ۰،۴:۱۳،۸ کیلوولت و غیره .

شابلونهای رسم مشخصه های رهاسازی برای رهاگرهای نوع «A»

جداسازی زمانی در طرف فشار ضعیف

برای جداسازی زمانی بین تعدادی مدار شکن ، یا بین مدار شکنها و فیوزهای HRC در عمل تنها زمان درجه بندی Tst و زمان تاخیر Tv اهمیت دارند (شکل ۱-۴-۳) را ببینید .

زمان تاخیر Tv2 مدار شکن ۲ را می توان تقریباً برابر با زمان درجه بندی Tst گرفت زمان تاخیر Tv برای مدار شکن ۳ از مجموع دو زمان درجه بندی Tst + Tst تشکیل می شود .

حاشیه های درجه بندی در نظر گرفته شده خطاهای ناشی از این کار را جبران می کنند .

زمان هخای درجه بندی Tst به دست آمده در عمل

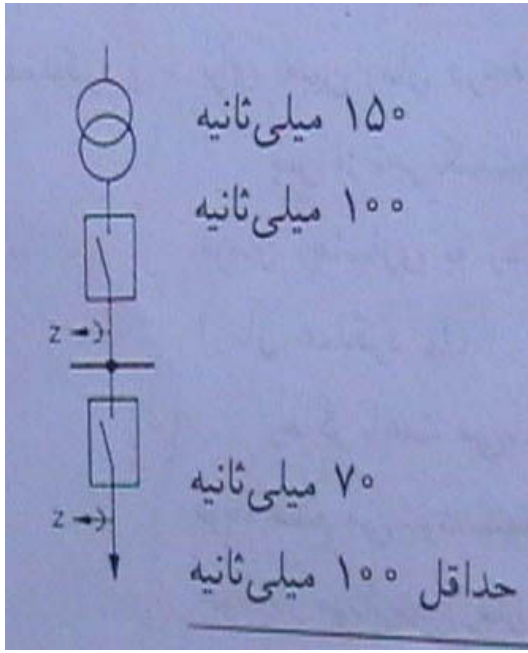
مدار شکنهای متوالی

با رهاگرهای اضافه جریان مکانیکی

با رهاگرهای اضافه جریان مکانیکی و رله های تاخیر زمانی جداگانه وابسته به آنها

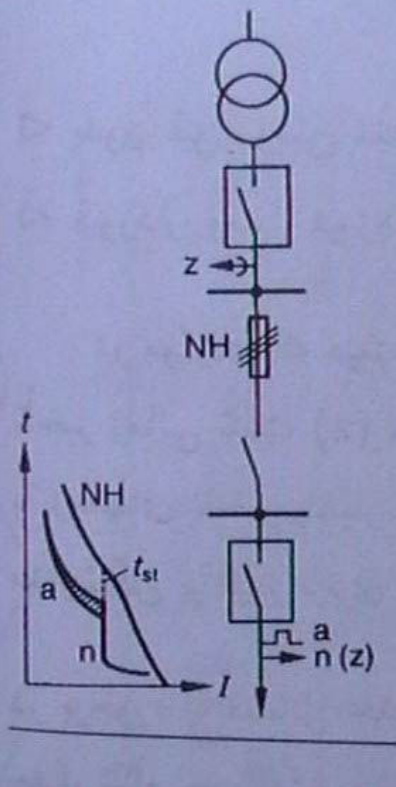
با رهاگرهای اضافه جریان الکترونیکی بین مدار شکنهای ۱ و ۲

بین مدار شکنهای ۲ و ۳



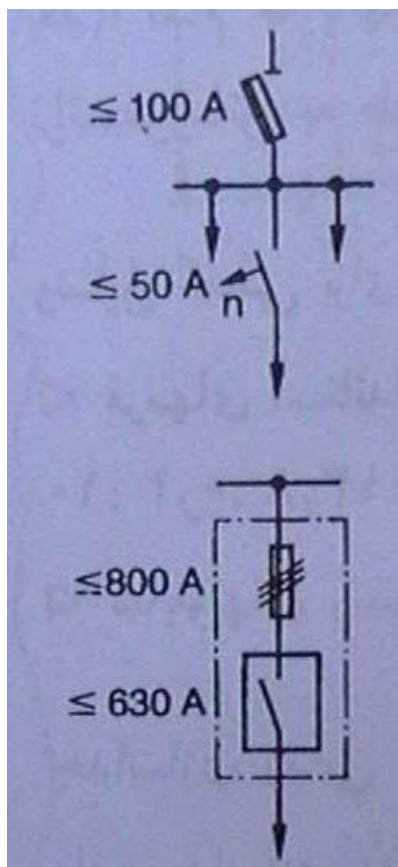
بدون توجه به نوع رهاگر Z – مکانیکی یا الکترونیکی – زمان درجه بندی حداقل ۱۰۰ میلی ثانیه بین مدارشکن و فیوز فشار قوی hrc به دنبالش لازم است .

بیش فیوز فشارقوی HRC و مدارشکن دنبالش ، باید زمان درجه بندی حداقل يك ثانيه از مشخصه زمان پیش شعله کشي جریان فیوز به محل تقاطع مشخصه هاي رهاگرهاي A و N یا Z جهت به حساب آوردن محدوده رواداشت رهاگر A منظور شود (شکل ۱-۴-۲۳ را ببینید) .



حفاظت پشتیبان

براساس VDE ۱۰۰ بخش ۳۱ ، مدارشکنهای مینیاتوری باید به فیوزهای پشتیبان با جریان نامی حداکثر ۱۰۰ آمپر ، برای حفاظت در برابر صدمه ناشی از جریانهای اتصال کوتاه ، مجهز شوند .
مدارشکنهای خودکار فشار ضعیف MCCB با جریانهای نامی بالاتر تا ۶۳۰ آمپر نیز ، در صورتی که جریان اتصال کوتاه در محل نصبشان از ظرفیت کلیدزنیشان بیشتر باشد ، بر همین اساس محافظت می شوند . در چنین موردی ، نباید از بیشترین جریان نامی مجاز فیوز تجاوز کرد .

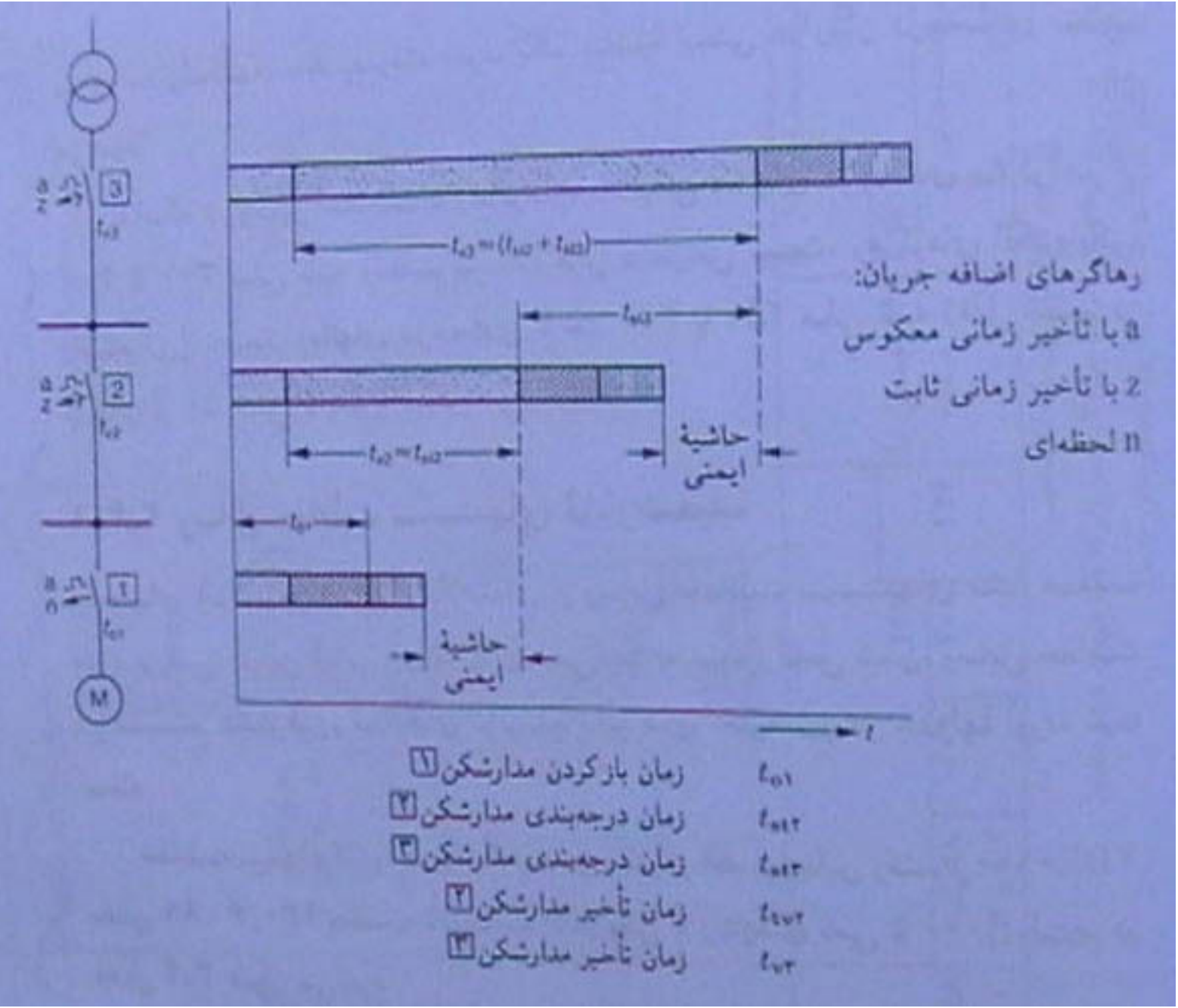


راهنمایی بیشتر در رابطه با تجهیزات کلیدزنی و حفاظت فشار ضعیف در نشریه « کتاب راهنمایی فشار ضعیف » زمنس ارائه شده است . این کتاب « راهنمایی برای برنامه ریزی طرح براساس کلیدافزار ، تابلوکلیدها و تابلوهای توزیع » به شمار می رود .
جداسازی زمانی در طرف فشار قوی

برای تعیین زمان درجه بندی Tst در طرف فشار قوی باید موارد زیر را در نظر داشت :

پس از تحريك شدن وسيله حفاظت (شكل ۴-۱-۴) زمان تنظيم شده ، پيش از آنكه فرمان رها سازي به رهاگر شنت يا کاهش ولتاژ مدارشكن را صادر كند ، سپري مي شود (زمان عملكرد tk) .

رهاگر باعث مي شود مدارشكن باز شود . پس از خاموش شدن شعله ، جريان اتصال کوتاه قطع مي شود . تنها پس از آن است كه سيستم حفاظت به وضعيت عادي (سكون) خود باز مي گردد (زمان رها سازي) شكل ۴-۱-۳



زمان درجه بندي Tst بين وسايل حفاظت پستهاي متوالي بايد از مجموع زمان كل برطرف سازي Tg مدارشكن و زمان رها سازي سيستم حفاظت بيشتر باشد .

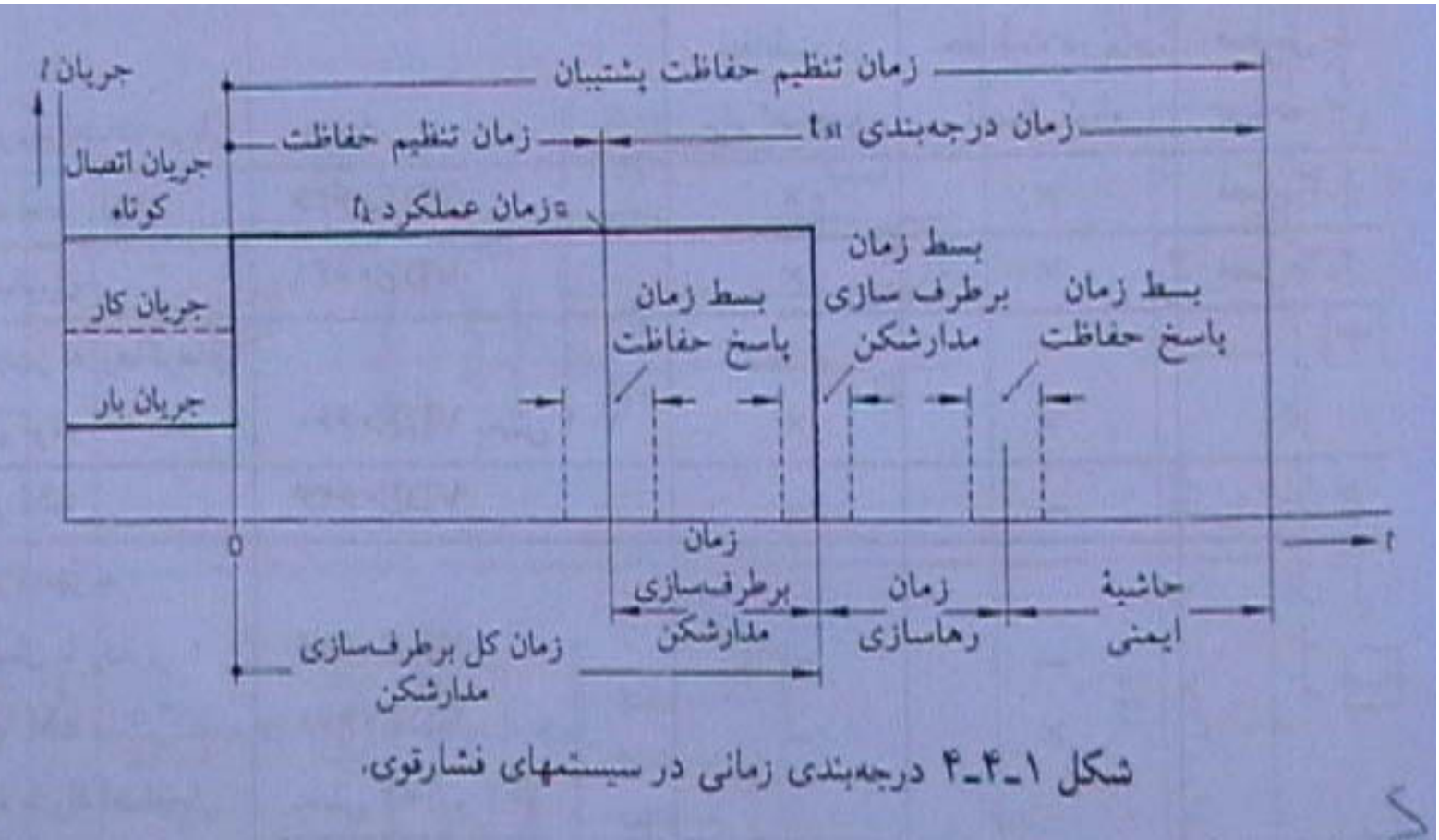
چون به سبب عوامل مختلف ، بسط فاصله هاي زماني در وسايل حفاظت و در مدارشكنها بايد پذيرفته شود ، يك حاشيه ايمني در زمان درجه بندي منظور مي شود .

با اينكه در وسايل حفاظت با رهاگرهاي مكانيكي زمانهاي درجه بندي Tst كوتاهتر از ۴۰۰ تا ۳۰۰ ميلي ثانيه (تنظيم پيوسته) قابل دسترسي نيست ، رهاگرهاي الكترونيكي (استاتيكي) جديدتر زمانهاي درجه بندي تا حد ۳۰۰ تا ۲۵۰ ميلي ثانيه (قابل تنظيم در گامهاي از ۵۰ ميلي ثانيه) را ممكن مي سازند .

۴-۱-۲- وسايل حفاظت سيستمهاي فشار ضعيف

جدولهاي ۴-۱-۲ و ۴-۱-۳ خلاصه اي از وسايل حفاظت سيستمهاي فشار ضعيف مورد بررسي در اين كتاب راهنما را ارائه مي كند ؛ به منظور كامل شدن ، وسايل حفاظت در سيستم فشار قوي مدارهاي ترانسفورماتورهاي تغذيه نيز در جدولها آورده شده است .

حفاظت سیمها و کابلها در برابر گرم شدن بیش از حد ، براساس رهنمود VDE۱۰۰ بخش ۴۳۰/۶۰۸۱ « نصب تاسیسات الکتریکی با ولتاژهای نامی تا ۱۰۰۰ ولت » در فصل ۳-۲ عنوان می شود .
 شکل ۴-۴-۱



شکل ۴-۴-۱ درجه بندی زمانی در سیستمهای فشارقوی.

جدول ۲-۴-۱

جدول ۲-۴-۱ خلاصه وسایل حفاظت کابل در برابر اضافه جریان مورد بحث در این کتاب و پهنه حفاظت آنها				
وسایل حفاظت در برابر اضافه جریان	رهنمود	حفاظت در برابر اضافه بار	حفاظت در برابر اتصال کوتاه	فصل یا صفحه
فیوزهای حفاظت خط gL	VDE۰۶۳۶	×	×	فصل ۱-۳
مدار شکنهای مینیاتوری	VDE۰۶۴۱	×	×	فصل ۲-۳
مدار شکنهای مجهز به رهاگرهای اضافه بار و اتصال کوتاه	VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۱	×	×	
فیوزهای کلیدافزار aM	VDE۰۶۳۶	—	—	
مجموعه کلیدافزار مجهز به فیوزهای پشتیبان با رده عملکرد gL یا aM و کنتاکتگر همراه با رله اضافه بار	VDE۰۶۳۶ VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۲ و ۱۰۴	— — ×	— — ×	
یا کنتاکتگر موتوری و کنتاکتگر همراه با رله اضافه بار	VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۱ VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۲ و ۱۰۴	— — ×	×	

سیمها و کابلها باید بر طبق این رهنمود با وسایل حفاظت در برابر اضافه جریان ، در مقابل اضافه گرم شدنی که ممکن است به علت هم اضافه بارهای بهره برداری و هم اتصال کوتاههای کامل پدید آید ، محافظت می شوند .

۱-۴-۳ مدار شکنهای حفاظتگر

انواع مدارشکن

مدارشکنها عمدتا برای حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه و همچنین برای حفاظت در برابر نشت به زمین و کاهش ولتاژ به کار می رود . آنها برطبق عملکرد حفاظتییشان ، به شرح زیر دسته بندی می شوند (جدول ۱-۴-۴ را ببینید) :

مدارشکنهاي ویژه حفاظت سیستم بر طبق vde۶۶۰ بخش ۱۰۱ و مدارشکنهاي ویژه حفاظت موتوربه به عنوان راه انداز موتور بر طبق vde۶۶۰ بخشهای ۱۰۱ و ۱۰۴ .

مدارشکنهاي مورد استفاده در سیستمهای توزیع برق از نظر ساختمان بر دو نوع اند :

مدارشکن نوع بسته (کلید خودکار) مثل سری ۷۳ زیمنس

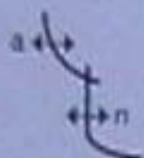
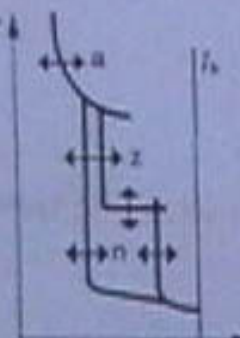
ولتاژ کار نامی ue ۶۶۰ v و ۵۰ hz

ماکزیم جریان نامی مداوم ، سه قطبی ۶۳۰ تا ۴۰۰۰ آمپر

ماکزیم جریان نامی مداوم ، چهار قطبی ۶۳۰ تا ۱۶۰۰ آمپر

که عمدتا در تابلو کلیدهای نوع ۸ pu (فصل ۱-۱۱) در سیستمهای توزیع اصلی و در تابلوهای توزیع به عنوان واحدهای mcc (مرکز کنترل موتورها) (فصل ۱-۱۱) به کار گرفته می شوند .

جدول ۱-۴-۴ انواع مدارشکن از نظر عملکرد حفاظتی و کاربرد						
عملکرد حفاظتی	حفاظت سیستم	حفاظت موتور	ساختمان	ماکزیم جریان نامی مداوم (A) / _u		کاربرد
				نشانه	رهاگرهای اضافه جریان نشانه های مشخص رهاگر	
مدارشکن ویژه حفاظت موتورها	—	۳VE	بسته در داخل محفظه پلاستیکی	۱۶ ، ۸۵ ، ۳۲ ، ۶۳۰ ، ۲۵۰ ، ۱۶۰	an	
مدارشکن راه انداز	—	۳VN	MCCB) مدارشکن با محفظه بکپارچه)	۱۶ ، ۵۸ ، ۳۲ ، ۸۰۰ ، ۲۵۰ ، ۱۶۰	n	
مدارشکن توزیع	۳VT	—		۶۳ ، ۲۵۰ ، ۱۶۰ ، ۱۲۰۰ ، ۶۳۰	an	
قطع مدار با حفاظت در برابر اتصال کوتاه	۳VP	—		۱۶۰ ، ۲۵۰ ، ۸۰۰		
مدارشکن ویژه حفاظت با ظرفیت کلیدزنی زیاد (محدوده کننده جریان)	۳VS			۲۰۰ ، ۲۲۵ ، ۱۰۰ ، ۸۰۰ ، ۶۰۰	an	

	an	.۲۰۰ , .۲۲۵ , .۱۰۰ .۸۰۰ , .۶۰۰		۳VS	مدار شکن ویژه حفاظت با ظرفیت کلیدزنی زیاد (محدوده کننده جریان)
	azn or az, an ,zn z,n	.۱۰۰۰ , .۸۰۰ , .۶۳۰ .۱۶۰۰ , .۱۲۵۰ .۲۵۰۰ , .۲۰۰۰ .۲۰۰۰ , .۳۱۵۰	بار، در سه اندازه برای I تأسیسات II کشویی و III ثابت	۳WE	مدار شکنهای با جریان نامی زیاد برای تمام کارستهای حفاظتی

۱. برای دستیابی به جزئیات بیشتر در مورد انواع مشخصه های رهاگرهای اضافه جریان به جدول ۱-۴-۶ رجوع کنید.

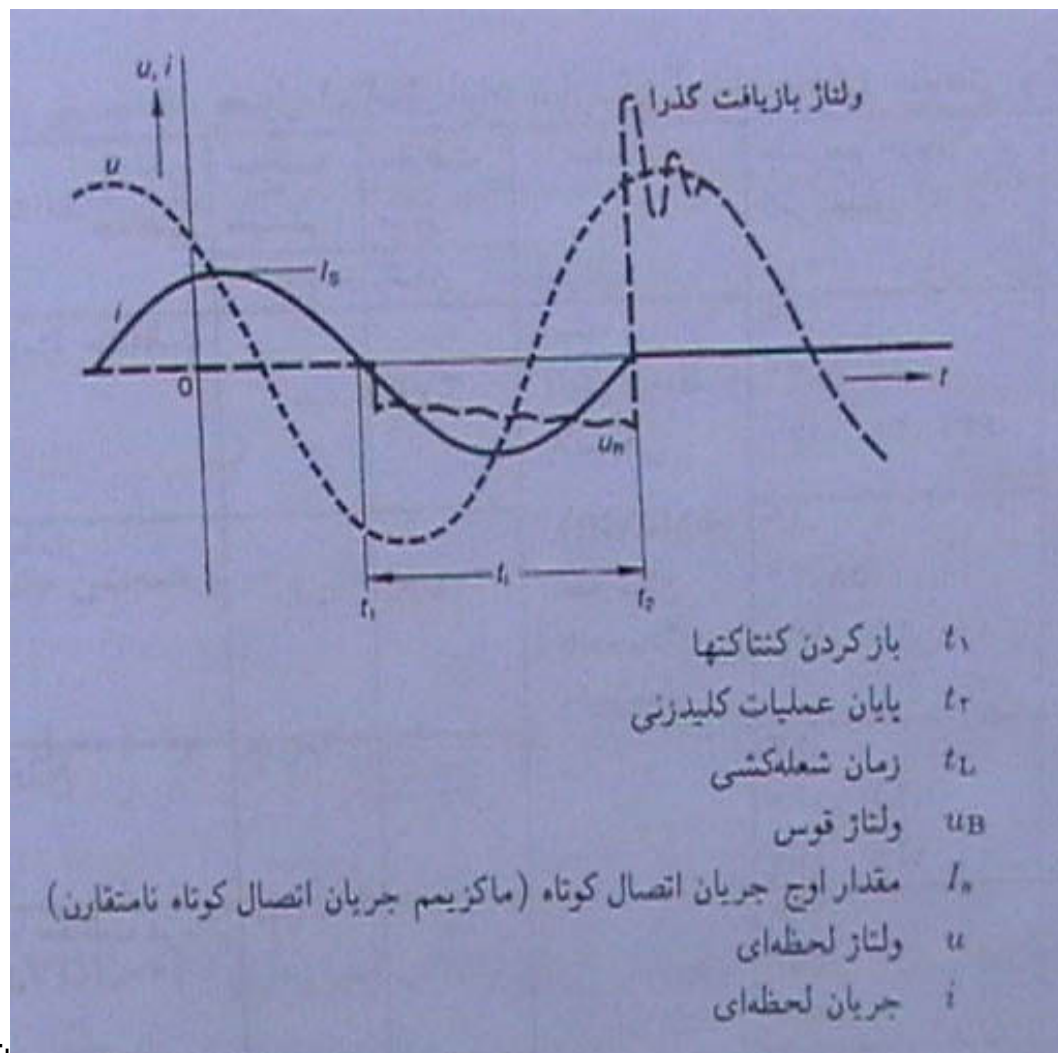
۲. مدار شکن نوع ۳VS با ظرفیت قطع اتصال کوتاه نامی زیاد ($50 \text{ kA} \leq$ در 380 V) یا خیلی زیاد (100 kA در 380 V) در دسترس است.

۳. مدار شکنهای کشویی اندازه III، در بعضی موارد، جریانهای نامی مداوم کمتری دارند.

مدار شکنهای ac بر طبق روش قطع جریان در شرایط اتصال کوتاه ، به دو گروه تقسیم می شوند :

مدار شکنهای با قطع در جریان صفر

مدار شکنهای محدود کننده جریان



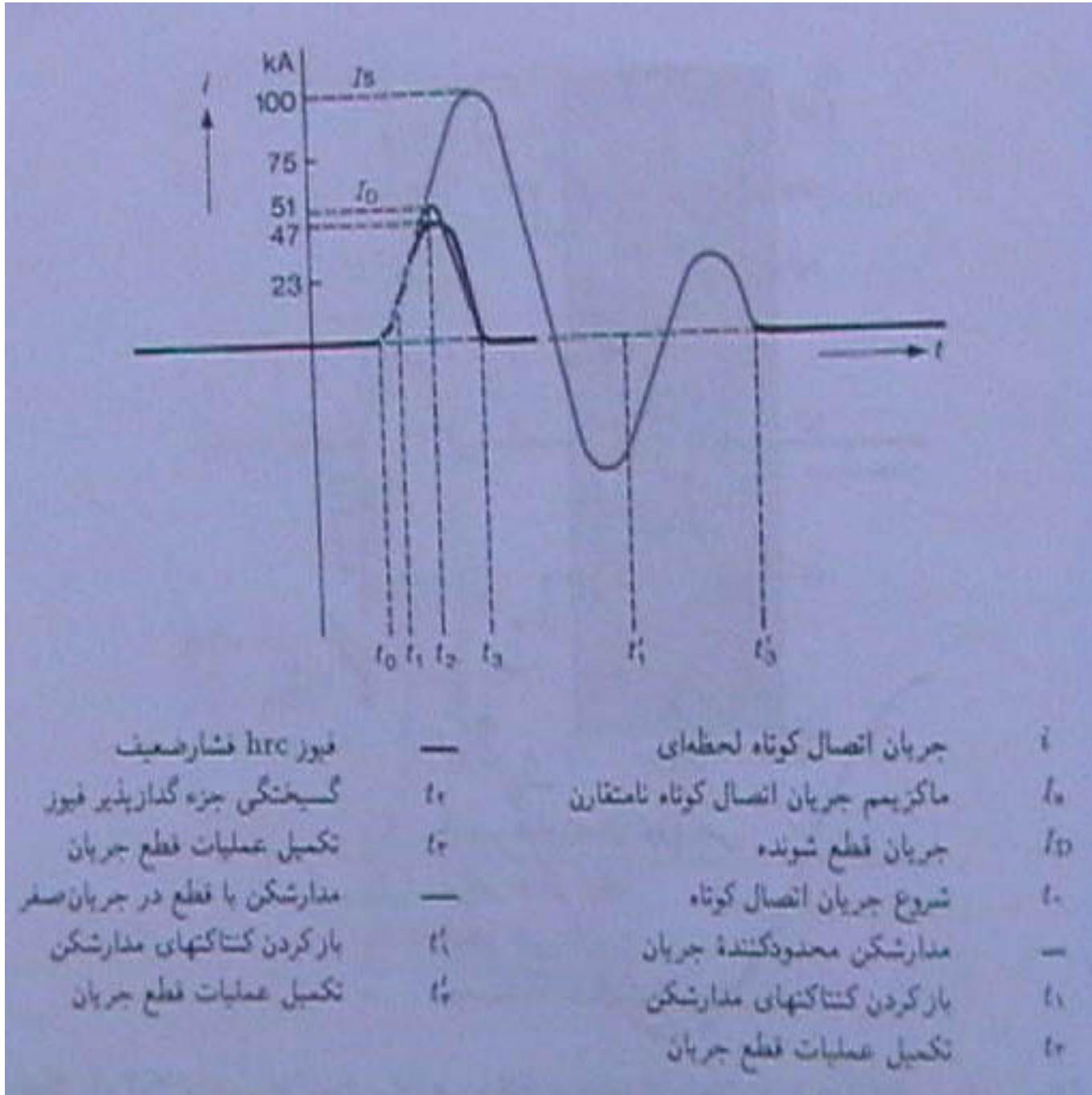
مدار شکنهای با قطع در جریان صفر

مدار شکنهای با قطع در جریان صفر قوس ناشی از کلیدزنی ac را زمانی که جریانی در نیم سیکل دومش، به طور طبیعی از صفر می‌گذرد خاموش می‌کنند

مدار شکنهای محدودکننده جریان

منظور از محدود کردن جریان این است که جریان اتصال کوتاه در حالی که هنوز در نیم سیکل اول، پیش از رسیدن به مقدار اوج (ماکزیمم جریان اتصال کوتاه نامتقارن I_{as}) در حال افزایش یافتن است قطع می‌شود و در نتیجه به جریان قطع شونده (I_d) کمتری محدود می‌شود. محدود کردن جریان می‌تواند به وسیله روشهای متعددی حاصل شود.

شکل ۱-۴-۶ مقایسه ای بین قطع جریان اتصال کوتاه در یک قطب به وسیله فیوز hrc را با مدار شکنی با و بدون محدود کردن جریان نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴-۶

روشهای محدود کردن جریان

مدار شکنهای با رهاگرهای اضافه جریان پرمقاومت

در مدار شکنهایی که رهاگر اضافه جریان با تاخیر زمانی معکوس (حرارتی) دارند، مقاومت مسیر جریان در سیم پیچ گرمکن تسهیم دو فلزی، به علاوه پیچ رهاگر اضافه جریان الکترومغناطیسی، بسیار زیاد است. مقاومت مدار شکن R_s می‌تواند آنقدر زیاد باشد که جریان اتصال کوتاه I_k را به حدی محدود کند که مدار شکن بتواند آن را از نظر حرارتی و دینامیکی کنترل و قطع کند. چنین مدار شکنی «پاد اتصال کوتاه» است و آن را می‌توان

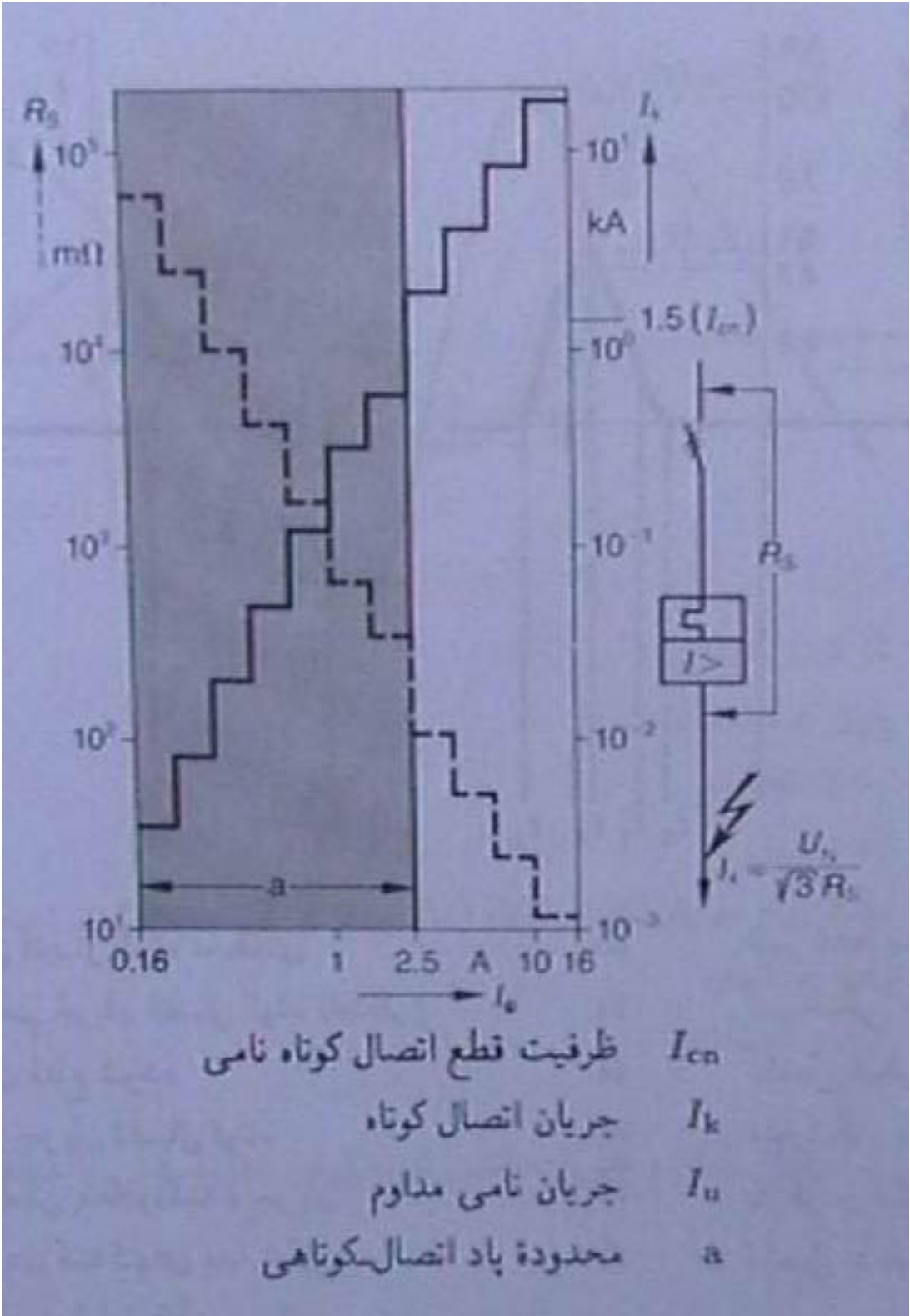
تواند در نقاطی از سیستم که در آنها جریانهای اتصال کوتاه متجاوز از ۵۰ ka انتظار می رود به کار گرفت . محدوده تنظیمی که مدارشکن تا آن حد هنوز پاد اتصال کوتاه است به ظرفیت کلید زنیش بستگی دارد . چون این هم به نوبه خویش به ولتاژ نامی بستگی دارد ، « توانایی پاد اتصالی » با ولتاژ نامی فرق می کند .

شکل ۱-۴-۷ با کمک مثالی از مدارشکن ویژه حفاظت موتور نوع ۱VE۳ ، این واقعیت را به نمایش می گذارد که جریان اتصال کوتاه گذرنده از مقاومت R_s مدارشکن ، چه با جریانهای نامی مداوم I_u تا حد ۲,۵ آمپر و چه با اتصال کوتاه کاملی در سرهای مدارشکن ، در ولتاژ ۳۸۰ ولت از ۱,۵ کیلو آمپر (ظرفیت قطع اتصالی نامی I_{cn} مدارشکن) تجاوز نمی کند . بنابراین ، می توان آن را در نقاطی از سیستم که جریان اتصال کوتاه ممکن است از ، برای مثال ۵۰ کیلوآمپر بیشتر باشد به کار گرفت .

مداشکنهاي با زمان ازگیردرآمدن فوق العاده کوتاه و ولتاژ قوس زیاد

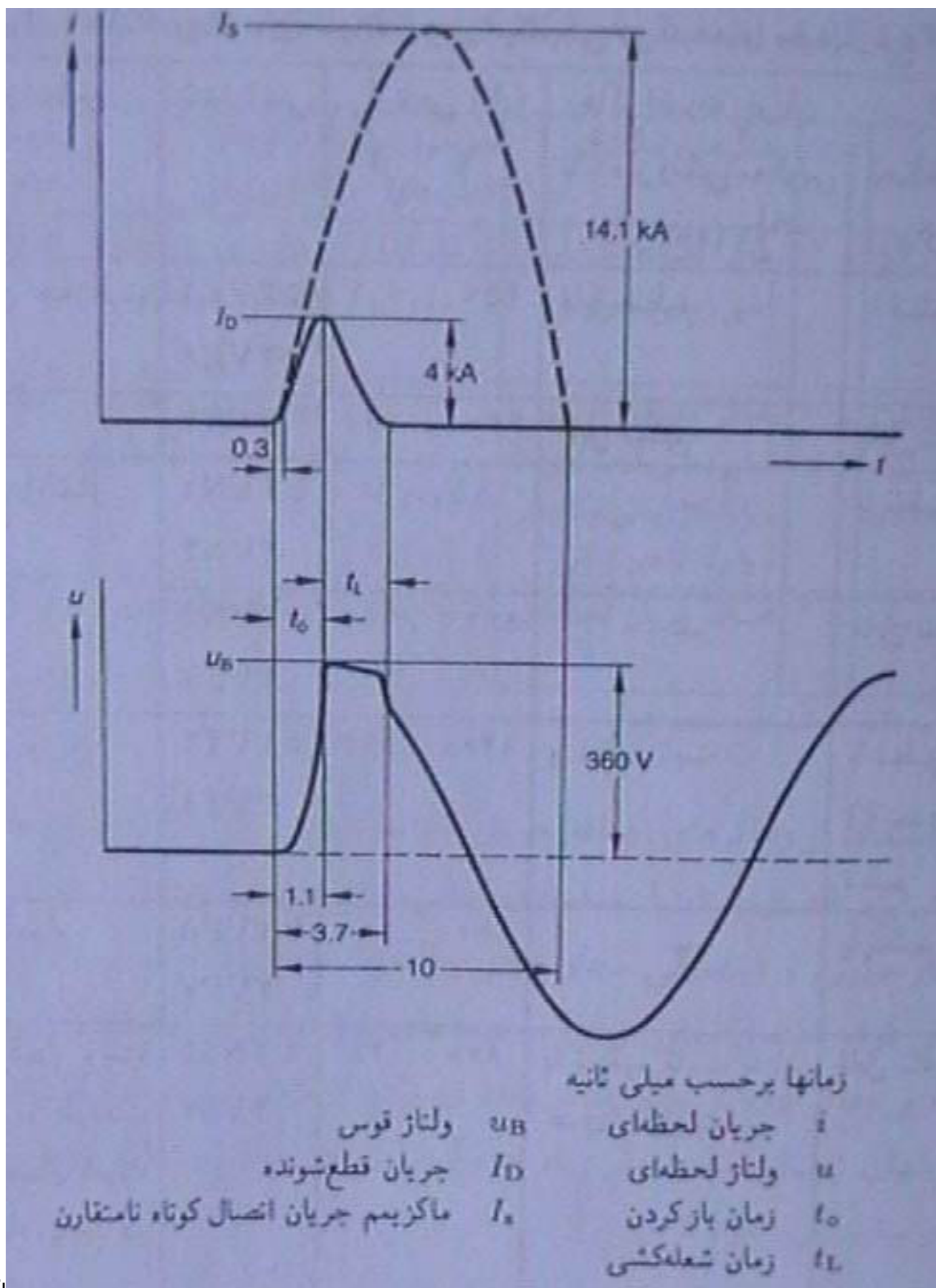
مدار شکنهای محدود کننده جریان مکانیزم رهاسازی ، باز کردن و شعله خاموش کنی دارند که آثارشان ، مطابق شکل ۱-۴-۸ به شرح زیر است : کنتاکتها پیش از فرارسیدن ماکزیم جریان اتصال کوتاه نامتقارن I_s باز می کنند و در نتیجه بلافاصله ولتاژ قوس u_b بزرگی ، متقابلا همراه با یک مقاومت بزرگ ، در مدار پدید می آید .

شکل ۱-۴-۷









صورتی از انواع رهاگرهاي اضافه جريان موجود ، مکانیکی یا الکترونیکی (تنها برای مدارشکتهای نوع باز we ۳) در جدولهای ۵-۴-۱ تا ۷-۴-۱ داده شده است .

رهاگرهاي اضافه جريان را می توان به صورت بخشی از ساختمان داخلی مدارشکن ساخت و یا آنها را به صورت مدولهایی جداگانه برای نصب بر روی مدارشکتهای موجود یا نشاندن به جای رهاگرهای قدیمی تولید کرد . موارد استثنا را سازندگان در برگه های مشخصات مشخص می کنند .



جدول ۱-۴-۵ نمادهای رهاگرهای اضافه جریان بر طبق کاربرد حفاظتی آنها

کاربرد حفاظتی	نماد زیمنس	مشخصه تأخیر زمانی رهاگر اضافه جریان	نمادهای نمایشی بر طبق DIN ۴۰۷۱۳ نمودار بلوکی یا نمودار مداری
حفاظت در اضافه بار	a	تأخیر زمانی معکوس	 
حفاظت در برابر اتصال کوتاه یا جداسازی زمانی	z	تأخیر زمانی ثابت به وسیله عنصر زمانگیری	 
حفاظت در برابر اتصال کوتاه	n	لحظه ای	 

از این پس، مجموعه رهاگرها تنها به وسیله نمادهای حرفی مشخص خواهند شد، مثل رهاگرهای «an»، «az»، «zn» و «n».

جدول ۱-۴-۶ رهاگرهای اضافه جریان مکانیکی در کلیدهای خودکار نوع ۳۷

نوع کلید بر اساس کاربرد	شماره قتی	I_{II} نامی (A) از تا	رهاگر اضافه جریان با تأخیر زمانی معکوس (رهاگر «a»)	لحظه ای (رهاگر «n»)
مدارشکن حفاظت موتوری	۳VE۱ تا ۳VE۶	۱٫۰ ... ۲۵۰	قابل تنظیم	با تنظیم ثابت
	۳VE۷	۱۶۰ ... ۶۳۰	قابل تنظیم	قابل تنظیم
مدارشکن راه انداز	۳VN۱ تا ۳VN۴	۱ ... ۸۵	—	با تنظیم ثابت
	۳VN۵ تا ۳VN۷	۱۰۰ ... ۸۰۰	—	قابل تنظیم
مدارشکن توزیع	۳VT۴ تا ۳VT۸	۶۳ ... ۱۲۰۰	با تنظیم ثابت	با تنظیم ثابت یا (تا حدی) قابل تنظیم

مدار شکن توزیع	۳۷T۴ تا ۳۷T۸	۶۳...۱۲۰۰	با تنظیم ثابت	با تنظیم ثابت یا (تا حدی) قابل تنظیم
قطع کننده مدار	۳۷P۵ تا ۳۷P۷	۱۰۰...۸۰۰	—	با تنظیم ثابت
مدار شکن ویژه حفاظت با ظرفیت قطع اتصال کوتاه نامی زیاد I_{CN} در ۳۸۰ ولت $\leq 50\text{ kA}$	۳NS۵ تا ۳VS۷	۴۰...۸۰۰	با تنظیم ثابت یا (تا حدی) قابل تنظیم	قابل تنظیم
۱۰۰ kA	۳VSA	۶۰...۸۰۰	با تنظیم ثابت	قابل تنظیم

روشهای محدود کردن جریان

مدار شکنهای با رهاگرهای اضافه جریان پرمقاومت

در مدار شکنهایی که رهاگر اضافه جریان با تاخیز زمانی معکوس (حرارتی) دارند، مقاومت مسیر جریان در سیم پیچ گرمکن تسمه دو فلزی، به علاوه پیچ رهاگر اضافه جریان الکترومغناطیسی، بسیار زیاد است. مقاومت مدار شکن R_s می تواند آنقدر زیاد باشد که جریان اتصال کوتاه I_k را به حدی محدود کند که مدار شکن بتواند آن را از نظر حرارتی و دینامیکی کنترل و قطع کند. چنین مدار شکنی «پاد اتصال کوتاه» است و آن را می تواند در نقاطی از سیستم که در آنها جریانهای اتصال کوتاه متجاوز از 50 kA انتظار می رود به کار گرفت. محدوده تنظیمی که مدار شکن تا آن حد هنوز پاد اتصال کوتاه است به ظرفیت کلید زنیست بستگی دارد. چون این هم به نوبه خویش به ولتاژ نامی بستگی دارد، «توانایی پاد اتصالی» با ولتاژ نامی فرق می کند.

شکل ۱-۴-۷ با کمک مثالی از مدار شکن ویژه حفاظت موتور نوع $VE1\ 3$ ، این واقعیت را به نمایش می گذارد که جریان اتصال کوتاه گذرنده از مقاومت R_s مدار شکن، چه با جریانهای نامی مداوم I_u تا حد $2,5$ آمپر و چه با اتصال کوتاه کاملی در سرهای مدار شکن، در ولتاژ 380 ولت از $1,5$ کیلو آمپر (ظرفیت قطع اتصالی نامی I_{cn} مدار شکن) تجاوز نمی کند. بنابراین، می توان آن را در نقاطی از سیستم که جریان اتصال کوتاه ممکن است از، برای مثال 50 کیلوآمپر بیشتر باشد به کار گرفت.

مدار شکنهای با زمان ازگیر در آمدن فوق العاده کوتاه و ولتاژ قوس زیاد

مدار شکنهای محدود کننده جریان مکانیزم رها سازی، باز کردن و شعله خاموش کنی دارند که آثارشان، مطابق شکل ۱-۴-۸ به شرح زیر است: کنتاکتها پیش از فرار سیدن ماکزیمم جریان اتصال کوتاه نامتقارن I_s باز می کنند و در نتیجه بلافاصله ولتاژ قوس u_b بزرگی، متقابلاً همراه با یک مقاومت بزرگ، در مدار پدید می آید.

رهاگرهای اضافه جریان

صورتی از انواع رهاگرهای اضافه جریان موجود، مکانیکی یا الکترونیکی (تنها برای مدار شکنهای نوع باز $we\ 3$) در جدولهای ۱-۴-۵ تا ۱-۴-۷ داده شده است.

رهاگرهاي اضافه جريان را مي توان به صورت بخشي از ساختمان داخلي مدارشكن ساخت و يا آنها را به صورت مدولهاي جداگانه براي نصب بر روي مدارشكنهاي موجود يا نشانين به جاي رهاگرگيهاي قديمي توليد كرد . موارد استثنا را سازندگان در برگهاي مشخصات مشخص مي كنند .

رهاگر اضافه جريان (حرارتي) به تاخير زماني

قابليت استقامت در برابر اتصالي و ظرفيتهاي نامي وصل و قطع اتصال کوتاه

جریانهای نامی

ولتاژ سیستم ، در ارتباط با تعیین

ولتاژ عایق بندی نامی ui و

ولتاژ نامی ue عاملی اساسی در انتخاب مدارشکن است

ولتاژ عایقبندی نامی ui مقدار ولتاژ استاندارد شده ای است که عایقبندی مدارشکن و اجزای مرتبط با آن ، بر اساس ۱۱۰ vde و مطابق با گروه عایقبندی c برای آن ولتاژ طراحی می شوند .

ولتاژ نامی ue مدارشکن ولتاژی است که ظرفیتهای نامی قطع و وصل اتصال کوتاه و رده پاسخ کلید به اتصال کوتاه به آن ولتاژ مربوط می شود .

اندازه نامی ue مدارشکن ولتاژی است که ظرفیتهای نامی قطع و وصل اتصال کوتاه و رده پاسخ کلید به اتصال کوتاه به آن ولتاژ مربوط می شود.

اندازه جریان اتصال کوتاه در محل نصب ، از نظر تعیین

توانایی استقامت در برابر اتصالي ، و

ظرفیتهای نامی وصل و قطع اتصال کوتاه ، عاملی اساسی در انتخاب مدارشکن است .

توانایی استقامت دینامیکی در برابر اتصالي ، طبق تعریف ، همان ماکزیم جريان اتصال کوتاه نامتقارن is است . این کمیت بیشترین مقدار لحظه ای مجاز جريان اتصال کوتاه مورد انتظار در مسیر عبور جريانی است که تحت بیشترین تنش قرار دارد . توانایی استقامت حرارتي در برابر اتصالي همان مقدار جريان کوتاه مدت نامي (جريان يك ثانيه) را داراست . این کمیت جريانی است که مدارشکن توانایی تحمل آن را به مدت يك ثانيه دارد .

ظرفیت نامی کلید زنی اتصال کوتاه مدارشکن ، طبق تعریف ، همان ظرفیت نامی وصل اتصال کوتاه و ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه ، در ارتباط با رده پاسخ به اتصال کوتاه ۱ - p با ۲ - p است . (جدول ۱ - ۴ - ۱۰ را ببینید) .

ظرفیت نامی وصل اتصال کوتاه جريان اتصال کوتاهی است که مدارشکن قادر است در ولتاژ کامي نامي به اضافه ۱۰ % فرکانس نامي و ضریب تواني مشخص آن جريان را وصل کند . این کمیت به صورت ماکزیم مقدار اوج جريان اتصال کوتاه مورد انتظار تعریف می شود . و حداقل برابر است با ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه ضرب در ضریب n داده شده در جدول ۱ - ۴ - ۹ .

ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه icn

ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه icn جريان اتصال کوتاهی است که مدارشکن قادر است در ولتاژ کار نامي به اضافه ۱۰ % فرکانس نامي و ضریب تواني مشخص آن جريان را قطع کند . این کمیت به صورت مقدار موثر مولفه متقارن جريان تعریف می شود .

مقادیر مینیمم وابسته به جريان نامي مدارشکن در ۰۶۶۰ vde بخش ۱۰۱ تعریف شده اند .

رابطه بین ظرفیت قطع نامي ، ضریب توان و ظرفیت وصل نامي در جدول ۱ - ۴ - ۹ نشان داده شده است .

رده های پاسخ در برابر اتصال کوتاه رفتار مدارشکن در شرایط اتصال کوتاه و وضعیت قابل قبول مدارشکن پس از آزمایش ظرفیتهای نامی وصل و قطع اتصال کوتاهش در يك توالی کلید زنی معین را توصیف می کنند .

مي بايد بين جريانهاي نامي زير ، با توجه به مشخصه هاي حرارتي کليد ، فرق گذاشت :

جريان مداوم نامي iu و

جريان نامي کار ie

جريان مداوم نامي iu جرياني است که مدارشکن مي تواند به مدت نامحدود تحت شرايط کار و محيطي عادي بدون عمليات کليد زني ، بدون نياز به مداخله و بي آنکه دمایش از مقدار مجاز تجاوز کند از خود بگذراند .

در رهاگرها و رله هاي حرارتي قابل تنظيم ، جريان مداوم نامي همان ماکزيمم جريان تنظيمي ir است .

جريان کار نامي ie جرياني است که به وسيله شرايط ويژه کار مدارشکن تعيين مي شود .

در دماي محيط بالاتر مي توان جريان کار نامي کم تري براي مدارشکن در نظر گرفت .

جريان کار نامي براي مدارشکنهاي کشويي نيز ممکن است با مقدار مربوط به مدارشکنهاي ثابت با همان اندازه فرق داشته باشد .
انتخاب مدارشکنهاي بر مبناي صرفه جويي

پس از مشخص شدن آرايش کلي مدار شامل بارها و محاسبات اتصال کوتاه مربوطه ، نوع مدارشکنها را مي توان به طور کلي به کمک نمودار شکل ۱ - ۴ - ۹ تعيين کرد . مي توان به کمک اين نمودار ، بر مبناي صرفه جويي ، و با توجه به جريان مداوم نامي iu و ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاه icn در ولتاژ کار نامي U_e معادل ۳۸۰ ولت و ۵۰ هرتز ، از ميان بيشتر مدارشکنها انتخاب سريعي انجام داد .

در بسياري موارد ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاه icn در ولتاژهاي کار نامي به غير از ۳۸۰ ولت مقادير متفاوتي دارد . در آن صورت ، در هنگام انتخاب مدارشکن بايد به جديد ترين داده هاي فني سازندگان رجوع کرد .

۱ - ۴ - ۲ - ۲ واحد هاي کليد زني مرکب

واحد هاي کليد زني مرکب آرايشهاي متوالي از وسايل کليد زني و حفاظت با وظايف مختلف اند . که در آنها اولين وسيله ، برحسب جهت گذر توان ، حفاظت در برابر اتصال کوتاه را تامين مي کند .

در بيشترين موارد واحدهاي کليد زني مرکب به صورت واحد هاي فرعي سوار مي شوند .

واحد هاي کليد زني مرکب فيوز دار

فيوزها و مدارشکنها

اگر جريان اتصال کوتاه مورد انتظار ik در محل مدارشکن از ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاه icn آن بيشتر باشد ، بايد از فيوز در فرادست مدارشکن استفاده کرد .

فيوزها بايد طوري انتخاب شوند که پيش از آنکه جريان اتصال کوتاه مدار ik از ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاه icn مدارشکن بيشتر شود آن را قطع کنند (شکل ۱ - ۴ - ۱۰)

مناطق حفاظت و عمليات معيني براي هر وسيله در واحد کليد زني مرکب تعريف مي شود . جريانهاي اضافه بار به وسيله رهاگر (a) شناسايي مي شوند ، در حالي که جريانهاي اتصال کوتاه تا حدود ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاه icn مدارشکن به عهده رهاگر (n) گذاشته مي شوند .

بنابراين ، مدارشکن حفاظت در برابر تمام اضافه جريانها را تا حدود ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاهش icn به عهده مي گيرد و باز کردن همه قطبها و آمادگي براي باز بست را تعيين مي کند .

فيوزها وظيفه قطع اتصال کوتاه را تنها در شرايط جريانهاي اتصال کوتاه ik بسيار بزرگ به عهده دارند . در آن صورت باز هم مدارشکن تقريباً به طور همزمان تمام قطبهايش را که بر اثر عبور جريان قطع شونده id فيوز از رهاگر (n) رها مي شوند ، باز مي کند . در نتيجه ، فيوز بايد طوري انتخاب شود که جريان قطع آن id از ظرفيت قطع اتصال کوتاه icn مدارشکن بيشتر نباشد .
فيوزها ، کنتاکتگر و رله اضافه جريان با تاخير زماني حرارتي

از کنتاکتگر برای روشن و خاموش کردن موتور استفاده می شود . حفاظت موتور ، کابل موتور و کنتاکتگر در برابر اضافه بار را رله اضافه جریان تامین می کند . در حالی که فیوزهای نصب شده در فرادست کنتاکتگر و رله اضافه جریان حفاظت کل تجهیزات ، از جمله موتور و کابلش را به عهده دارند . به این منظور ، مناطق حفاظت و مشخصه های همه اجزا باید به دقت هماهنگ شوند (شکل ۱ - ۴ - ۱۱) .

شکل ۱ - ۴ - ۱۱ واحد مرکب متشکل از فیوزها ، کنتاکتگر و رله اضافه جریان با تاخیر حرارتی .

واحد کلید زنی مرکب حاوی کنتاکتگر و رله اضافه جریان را راه انداز موتور ، یا در مورد راه اندازی مستقیم موتور سه فاز راه انداز مستقیم روی خط نامند .

کنتاکتگر ها تحت پوشش رهنمود ۰۶۶۰ vde بخش ۱۰۴ قرار می گیرند .

این دو بخش از دستور کار فوق هر کدام موارد زیر را عنوان می کنند .

در جدول I رده های کاربرست برای کاربردهای نمونه وار

در جدول ii شرایط وصل و قطع کردن مرتبط با رده های کاربرست

در پیوست (ج) و « هماهنگی وسایل حفاظت در برابر اتصال کوتاه » قسمت ۴ c « نوع حفاظت و شرایط اضافی مربوط »

برای جریانهای مازاد بر ظرفیت های قطع عنوان شده در جدولهای II .

برای کنتاکتگرها ، رده های درجات خسارت « a » تا « c »

بنابر تعریفهای زیر مجاز به حساب می آیند .

« a » تخریب و تعویض همه یا بخشهایی از کنتاکتگر

« b » به هم جوش خوردن کنتاکتها و تغییر دائمی در مشخصه رها سازی رله جریان

« c » به هم جوش خوردن کنتاکتها

حفاظت و پهنه کار تجهیزات

پهنه های حفاظت و مشخصات مربوطه وسایل تشکیل دهنده یک واحد کلید زنی مرکب که به عنوان راه انداز موتور به کار رفته

در شکل ۱ - ۴ - ۱۱ به نمایش گذاشته شده است .

فیوزهای مورد استفاده در این واحد باید دارای ویژگیهای زیر باشند :

مشخصه های جریان - زمان فیوزها و رله اضافه جریان باید اجازه دهند موتور به سرعت نامی خود برسد .

فیوزها باید رله اضافه جریان را در برابر تخریب بر اثر جریانهای بیش از ده برابر جریان نامی رله محافظت کنند .

فیوزها باید اضافه جریانهای فراتر از توانایی کنتاکتگر را قطع کنند . (جریانهای بزرگتر از هشت برابر جریان کار نامی I_c

برای رده کار بست ۳ - ac و ده برابر برای ۴ - ac) .

فیوزها باید کنتاکتگر ها را در شرایط اتصال کوتاه حفاظت کنند . در این رابطه یکی از دو ضابطه زیر باید رعایت شود .

به هم جوش خوردن کنتاکتها اصلاً مجاز نیست ، یا

به هم جوش خوردن جزئی و جدا شونده کنتاکتها قابل قبول است .

(کنتاکتگرها باید بتوانند وصل شدن جریانهای موتوری از I_{e1} تا I_{e2} را ، بسته به جریان کار نامی I_e بدون جوش خوردن

کنتاکتها تحمل کنند) .

برای ارضای این شرایط باید ، مطابق شکل ۱ - ۴ - ۱۱ ، حاشیه های ایمنی a تا C بین بضی از مشخصه های وسایل رعایت

شود .

برای حفاظت رله اضافه جریان مشخصه جریان - زمان پیش شعله کشی فیوز (در این مثال ، فیوز کلید افزار فشار ضعیف HRC در رده کار AM - صفحات ۲۱۸ و ۲۱۹ را ببینید) باید به اندازه حاشیه A پایینتر از محل تقاطع مشخصه رهاسازی رله اضافه جریان (۱) با منحنی بقایش (۲) قرار گیرد .

برای حفاظت کنتاکتگر در برابر جریان قطع بیش از حد ، مشخصه جریان - زمان پیش شعله کشی فیوز در مقدار جریانی که معرف ظرفیت قطع کنتاکتگر است (۲) باید به اندازه B پایینتر از مشخصه رهاسازی رله اضافه جریان (۱) قرار گیرد .
برای حفاظت کنتاکتگر در برابر به هم جوش خوردن کنتاکتها ، جریانهای بار را تا آن بخش از مشخصه زمانی می توان اعمال کرد که یا

کنتاکتها اصلاً به هم جوش نخورده اند و یا

به طور جزئی و قابل جداسازی به هم جوش بخورند . (مشخصه ۴ در شکل ۱ - ۴ - ۱۱)

در هر دو مورد فوق ، فیوز باید جریان را در زمان مناسب قطع کند . مشخصه زمان از گیردر آمدن فیوز (۶) باید به اندازه حاشیه C پایینتر از مشخصه جریان - زمان کنتاکتگر (۴) قرار گیرد (زمان از گیر در آمدن مجموع زمانهای پیش شعله کشی و شعله کشی است .)

انتخاب فیوز

بنابراین ، فیوزهای به کار رفته در راه اندازی موتور طوری انتخاب می شوند که

در صورت بروز اتصال کوتاه ، صدمه وارد به کنتاکتگر یا رله اضافه جریان طوری باشد که تعویض آنها ضروری شود یا در صورت بروز اتصال کوتاه ، هیچ صدمه ای به کنتاکتگر یا رله اضافه جریان وارد نشود و تغییری نیز در مشخصه عملکردی رله رخ ندهد .

فیوزهای کلید افزار فشار ضعیف HRC با رده کار am در مقایسه با فیوزهای با رده کار gl حفاظت خط ، مطابق مقایسه انجام شده در شکل ۱ - ۴ - ۱۲ با پاسخ سریعتری که در محدوده جریانهای بالاتر دارند ، در کاهش اثر جریانهای ضربه ای بزرگ بر کنتاکتگر ها بسیار موثرند .

به این دلیل در جریانهای کار بالاتر با نقطه تنظیم رله در بیشتر از ۸۰ آمپر ، استفاده از فیوزهای کلید افزار بر فیوزهای حفاظت خط که توانایی کمتری در محدود کردن جریانهای اتصال کوتاه دارند ارجحیت دارد .

جدول ۱ - ۴ - ۱۱ تقسیم بندی فیوزها را بر اساس ویژگیهای کاربردی نشان می دهد .

تقسیم بندی فیوزهای فشار ضعیف hrc و مقایسه مشخصه ها بین رده های gl و am فیوزهای فشار ضعیف hrc بر اساس رده های کاربردی و عملکردیشان به دو نوع تقسیم بندی می شوند .

رده کاربردی g به فیوزهای تمام پهنه ای اختصاص دارد که می توانند جریانهایی را حداقل تا حد جریانهای نامی خود دائماً بکشند و جریانهایی را از حد مینیمم جریان ذوب کننده تا جریان نامی قطع اتصال کوتاه قطع کنند .

این رده ، فیوزهای با رده عملکردی gl را برای حفاظت سیمها و کابلها شامل می شود .

رده کاربردی a به فیوزهای پشتیبان اختصاص دارد که می توانند جریانهایی را حداقل تا حد جریان نامی خود دائماً بکشند و جریانهایی بیش از مضربق معینی از جریانهای نامی خود را تا حد جریان قطع نامی قطع کنند .

این رده کاربردی به فیوزهای کلید افزار با رده عملکردی am مربوط است که مینیمم جریان قطع آنها در حدود چهار برابر جریان نامیشان است . و در نتیجه تنها برای حفاظت در برابر اتصال کوتاه در نظر گرفته می شوند . بنابراین فیوزهای با رده کاربردی a نباید لازم باشد جریانهایی را که در پهنه بین جریان نامی و مینیمم جریان قطع خود در هیچ ومقطعی از زمان بکشند . در نتیجه ، همراه با این فیوزها همواره وجود نوعی وسیله حفاظت در برابر اضافه بار - مثل رله با تاخیر حرارتی - ضروری است .

مشخصه هاي جريان - زمان پيش شعله كشي فيوزهاي فشار ضعيف hrc با رده هاي عملياتي gl و am براي ۲۰۰ آمپر جهت مقايسه در شكل ۱ - ۴ - ۱۲ نشان داده شده است .

واحدهاي كليد زني مركب بدون فيوز

اتصال زنجيره اي مدارشكنهاي خودكار نوع 3v

اگر دو مدارشكن با رهاگرهاي (n) از يك نوع در مداري به صورت متوالي بسته شوند در صورت بروز اتصالي در نقطه k نزديك به تابلوي توزيع ، آن دو همزمان باز خواهند كرد (شكل ۱ - ۴ - ۱۲) .

به اين ترتيب ، جريان اتصال کوتاه را دو وسيله قطع كننده تشخيص مي دهند و به طور موثر برطرف مي كنند . فايده اين كار اين است كه مدارشكن فرودستي با ظرفيت كليد زني كمتر را مي توان در محلي نصب كرد كه جريان اتصال کوتاه مورد انتظار از ظرفيت كليد زنيش بزرگتر است .

(شكل ۱ - ۴ - ۱۳ الف) نمودار بلوكي و شكل ۱ - ۴ - ۱۳ ب) اساس كار اتصال زنجيره اي را نشان مي دهد . جريان نامي مدارشكن فرادستي بر اساس جريان كارش انتخاب مي شود .

كش ۱ - ۴ - ۱۳ الف) نمودار تك خطي اتصال زنجيره اي در يك تابلوي توزيع فرعي ب) اساس كار اتصال زنجيره اي براي مثال ، مدار شكن ممكن است به عنوان مدارشكن اصلي يا به عنوان مدارشكن اصلي يا به عنوان مدارشكن گروه براي تعدادي خوراننده هاي خروجي در پستهاي فرعي نصب شود . رهاگر (N) اين مدارشكن براي جريان كار بسيار بالايي - در صورت امكان براي ظرفيت نامي قطع اتصال کوتاه مدارشكنهاي بعدي - تنظيم مي شود . مدارشكن خوراننده خروجي حفاظت در برابر اضافه بار را تامين مي كند و همچنين بدون نياز به كمك ، جريانهاي اتصال کوتاه نسبتاً كوچك را كه ممكن است بر اثر اتصال به بدنه ، خرابي عايقبندي يا اتصال کوتاههاي ته خطها و كابلهاي بلند پديد آيند برطرف مي سازد . مدارشكن فرادستي تنها در صورت جاري شدن جريان اتصال کوتاه بزرگ ناشي از اتصال کوتاه كامل در نزديكي مدارشكن خوراننده خروجي به طور همزمان باز مي كند .

شكل ۱ - ۴ - ۱۴ مثالي از مدل و آرايش فيزيكي مدارشكنهاي زنجيره اي براي مثال در تابلوي توزيع فشرده نوع HL ۸ . به اين ترتيب ، اتصال زنجيره اي امكان ايجاد آرايشي با صرفه را براي پستهاي فرعي فراهم مي سازد . زيرا در بسياري موارد نيازي نيست مدارشكنهاي خروجي آنها را بر اساس جريان اتصال کوتاه كامل انتخاب كرد . ليكن مزيت طراحي با صرفه يك تابلوي توزيع را بايد در برابر عيب از دست رفتن جداسازي در جريانهاي اتصال کوتاه بزرگ قرار داد . اگر چه اين عيب غالباً پذيرفتني است .

مثالهايي از مدارها و آرايش مدارشكنا در اتصالهاي زنجيره اي براي مثال در تابلوهاي توزيع فشرده نوع HL ۸ (فصل ۱ - ۱۱ را ببينيد) در شكل ۱ - ۴ - ۱۴ نشان داده شده است .

مدارشكن با رهاگر (AN) همراه با يك كنتاكنگر

مدارشكن حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه را ، از جمله براي كنتاكنگر تامين مي كند در حالي كه كنتاكنگر وظايف كليد زني را انجام مي دهد (شكل ۱ - ۴ - ۱۵) همان شرايطي كه در واحد كليد زني مركب (فيوز ، كنتاكنگر و رله اضافه جريان) براي فيوز وجود دارد (شكل ۱ - ۴ - ۱۱) در اين مورد براي مدارشكن صادق است .

۱ - ۴ - ۲ انتخاب وسايل حفاظت

مدارهاي منشعب از سيستمهاي توزيع و كنترل را مي توان به وسيله فيوز يا به وسيله مدارشكن بدون فيوز به حفاظت در برابر اتصال کوتاه مجهز كرد . ميزان مورد نظر براي محدود كردن جريان ،

شكل ۱ - ۴ - ۱۶ واحد كليد زني مركب شامل مدارشكن حفاظت موتور با رهاگر (A) قابل تنظيم كنتاكنگر و رله با تاخير حرارتي (A)

جدول ها و شکل های مربوطه *****

جدول ۱-۴-۷ رهاگرهای اضافه جریانی مکانیکی و الکترونیکی برای مدارشکتهای نوع بار
۸ ~ ۱ WE ۳

کاربرد حفاظتی	نماد	رهاگرهای مکانیکی	موجود برای اندازه های	رهاگرهای الکترونیکی	موجود برای اندازه های
حفاظت در برابر اضافه بار	a	رهاگر اضافه جریانی با تأخیر زمانی معکوس	III, II, I	رها سازی با تأخیر زمانی معکوس (طولانی)	III, II, I
حفاظت انتخابی در برابر اتصال کوتاه به وسیله درجه بندی زمانی	z	رهاگر اضافه جریانی با تأخیر زمانی ثابت (کوتاه) - با تأخیر زمانی مکانیکی - با رله تأخیر زمانی ^۱	II, I III, II, I	رها سازی با تأخیر زمانی ثابت (کوتاه)	III, II, I
حفاظت در برابر اتصال کوتاه	n	اضافه جریانی لحظه ای	III, II, I	رها سازی لحظه ای	III, II, I

۱. باید به طور جداگانه در تابلوکلید نصب شود.

جدول ۱-۴-۸. تنظیم رهاگرهای اضافه جریان بر طبق تجهیزات مورد حفاظت

تقسیم رهاگر اضافه جریان برای						رهاگر اضافه جریان		شماره فنی	مذارشکن	جهیزات مورد حفاظت
I_{umax} مدارشکن			اتصال کوتاه، به صورت ضریبی از I_{ra} رهاگر «ab»			اضافه بار	الکترونیکی			
x/n	x	n	x/n	x	n	a				
-	-	-	-	-	۱۴۵۸	I_N	-	•	۳VE	بارها، از قبیل
			-	'۸۵۲	'۱۴۵۳		•	•	۳WE'	موئورها
			-	-	۱۴۵۶	$I_N \leq I_Z$	-	•	۳VT	کابلها
			۲/۱۴۵۲	۶۵۲	۶۵۳		•	•	۳WE	
$\sim 8/14$	~ 8	۱۲ ۱۲					•	•	۳WE	دریونیدی
-	-	-	ab			I_N			۳WE	پیک ترانسفورماتور مستقل
			$I_k \geq 22kA$				•	•		
			$A/\geq 1452$	۸۵۲	-		•	•		
			$A/\geq 1454$	-	-		•	•		
										ترانسفورماتورهای میواری بنامهم (سه دستگاه یا بیشتر)

ادامہ جدول بالا

				I_N		TWE	مولدها $S < T^{\circ} = \text{kVA}$
-	FCT	-			.	-	$S > T^{\circ} = \text{kVA?}$
-	FCT	-			.	-	
-	-	> $9 \cdot I_N$	معمولاً بدون رهاگر نهان	-	.	FVT	خازنها $I_N \leq T^{\circ} = A$
-	-	> $6 \cdot I_N$	اما اگر داشته باشد	-	.	FVS	$\leq 70^\circ A$
-	-	> $2 \cdot I_N$	$1/23 I_N$.	.	TWE?	> $70^\circ A$

جدول ۹-۴-۱ رابطه ظرفیت نامی وصل اتصال کوتاه با ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه I_{cn} (بر اساس VDE۰۶۶۰)

ظرفیت نامی وصل اتصال کوتاه (مینیم)	ضریب توان	ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه
$n \cdot I_{cn}$	$\cos \varphi$	$I_{cn} (A)$
$1.41 \cdot I_{cn}$	۰.۹۵	$I_{cn} \leq 1500$
$1.42 \cdot I_{cn}$	۰.۹	$1500 < I_{cn} \leq 3000$
$1.47 \cdot I_{cn}$	۰.۸	$3000 < I_{cn} \leq 4500$
$1.7 \cdot I_{cn}$	۰.۵	$6000 < I_{cn} \leq 10000$
$2.0 \cdot I_{cn}$	۰.۳	$10000 < I_{cn} \leq 20000$
$2.1 \cdot I_{cn}$	۰.۲۵	$20000 < I_{cn} \leq 50000$
$2.2 \cdot I_{cn}$	۰.۲	$50000 < I_{cn}$

جدول ۱۰-۴-۱ رده‌های اتصال کوتاه بر اساس VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۱، قسمت ۴-۳-۶

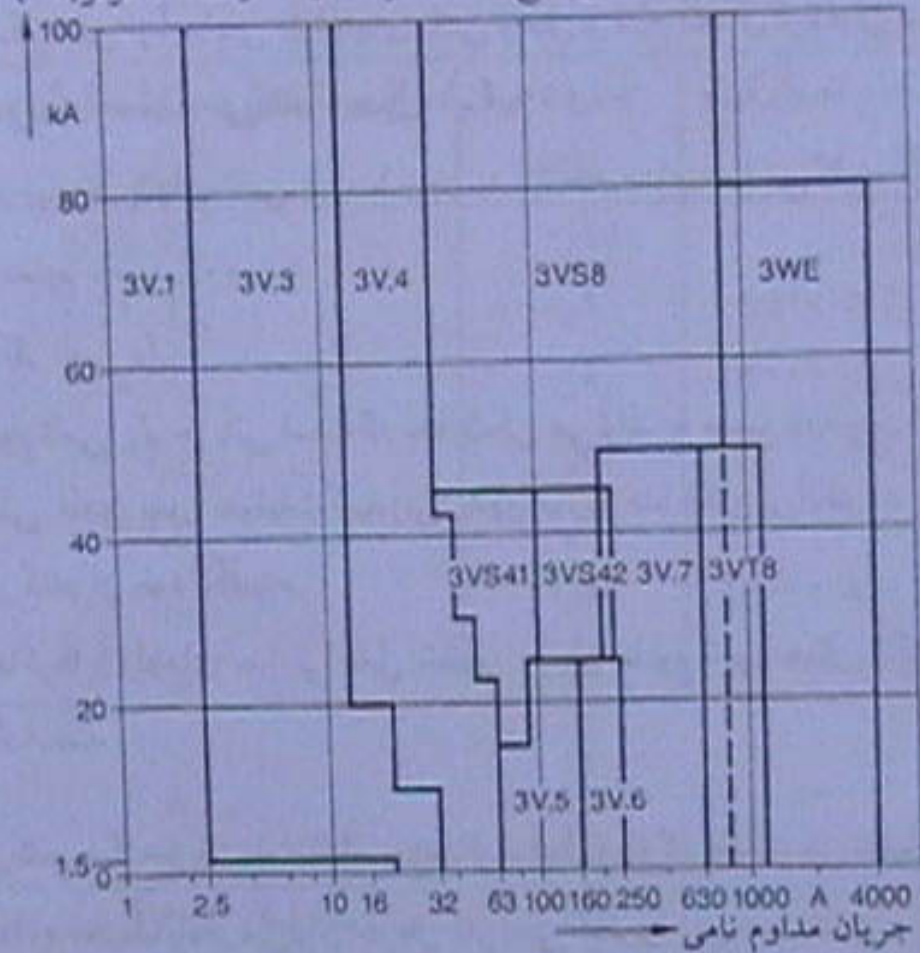
وضعیت مدار شکن پس از آزمایش اتصال کوتاه	توالی کلیدزنی برای آزمایش ظرفیت نامی کلیدزنی اتصال کوتاه	رده اتصال کوتاه
مناسب برای کار، تنها در اندازه‌های نامی کاهش یافته (VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۱، قسمت‌های ۱۰-۴-۲-۸ و ۱۰-۴-۲-۸ را ببینید)	O-t-CO	P-۱
مناسب برای کار عادی (VDE۰۶۶۰، بخش ۱۰۱، قسمت‌های ۱۰-۴-۲-۸ و ۲-۱۰-۴-۲-۸ را ببینید)	O-t-CO-t-CO	P-۲

O باز کردن

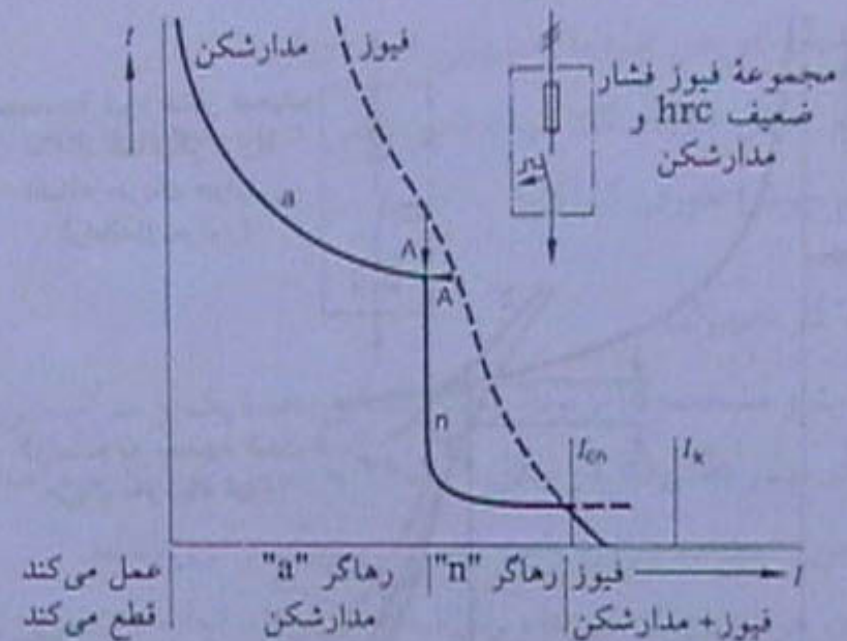
CO بستن، و سپس بی‌درنگ باز کردن با رهاگر لحظه‌ای یا تأخیری

t فاصله زمانی مشخص شده (VDE۰۶۶۰ بخش ۱۰۱، قسمت ۳-۴-۲-۸ را ببینید)

ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه در ۳۸۰ ولت، ۵۰ هرتز (P-1)

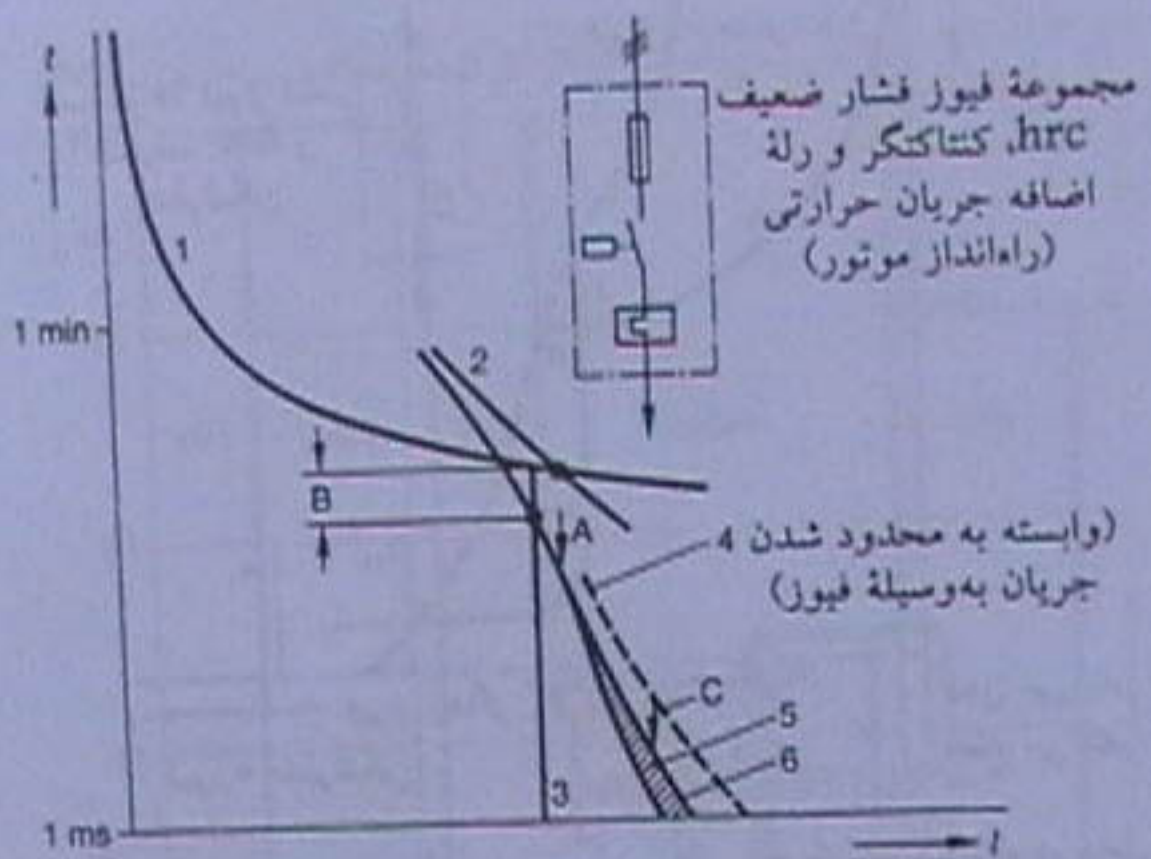


شکل ۱-۴-۹ نمودار انتخاب مدارشکن بر مبنای صرفه جویی، با توجه به جریان مداوم نامی I_n و ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه I_{cn} در ۳۸۰ ولت، ۵۰ هرتز با رده اتصال P-1.

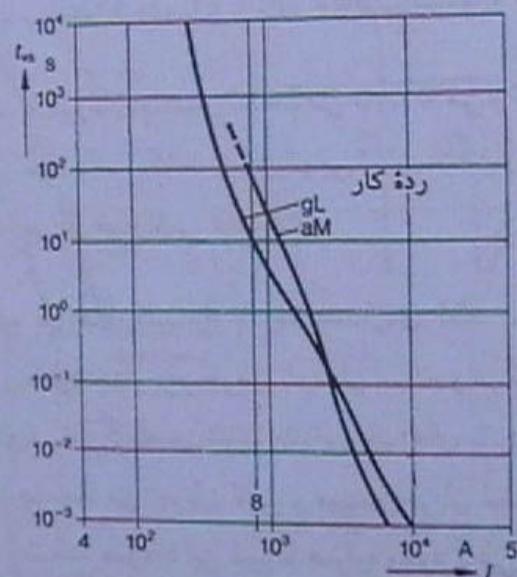


I_k : جریان اتصال کوتاه در محل نصب
 I_{cn} : ظرفیت نامی قطع اتصال کوتاه مدارشکن
 a : رهاگر «a»
 n : رهاگر «n»
 A : حاشیه های ایمنی

شکل ۱-۴-۱۰ واحد کلیدزنی مرکب شامل فیوز و مدارشکن.

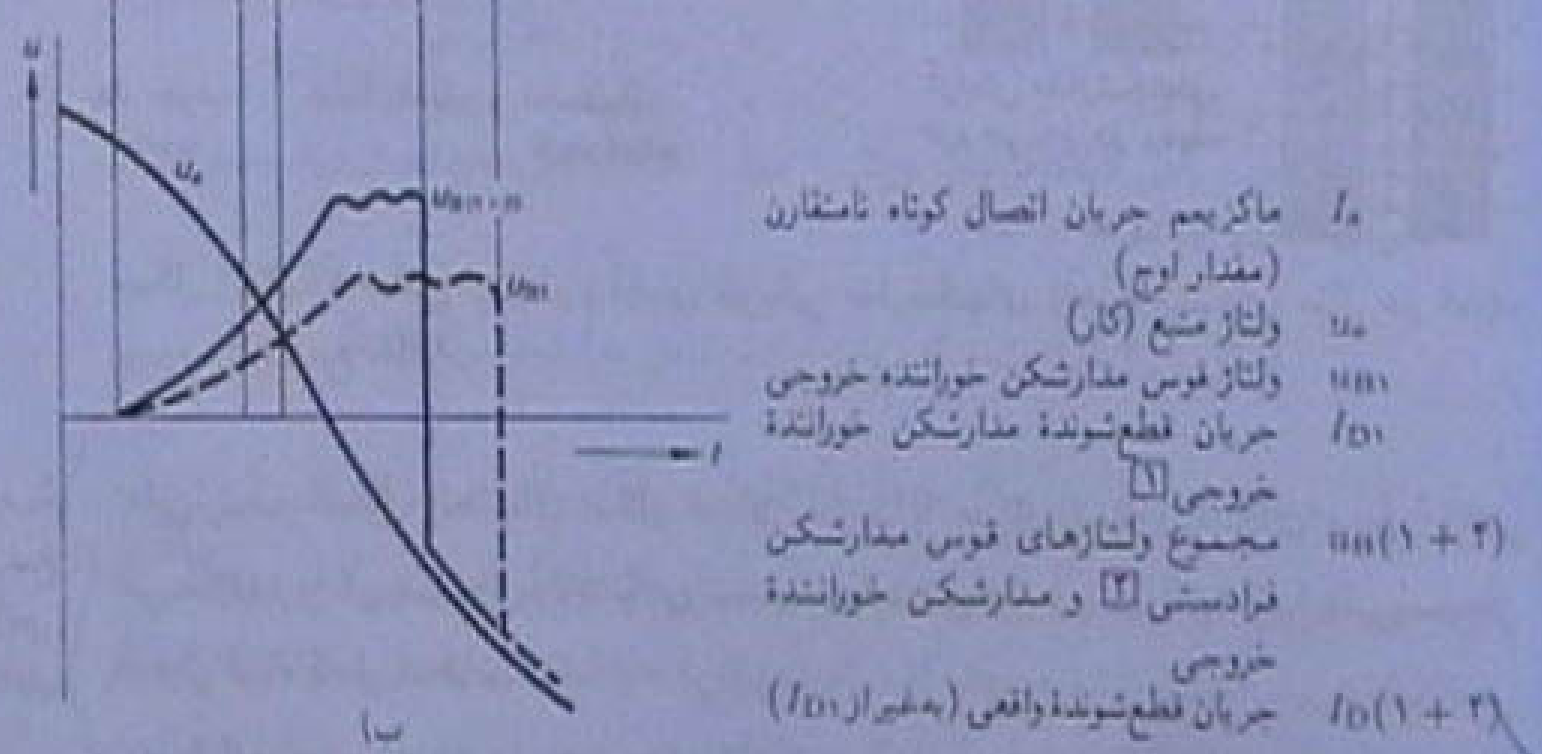
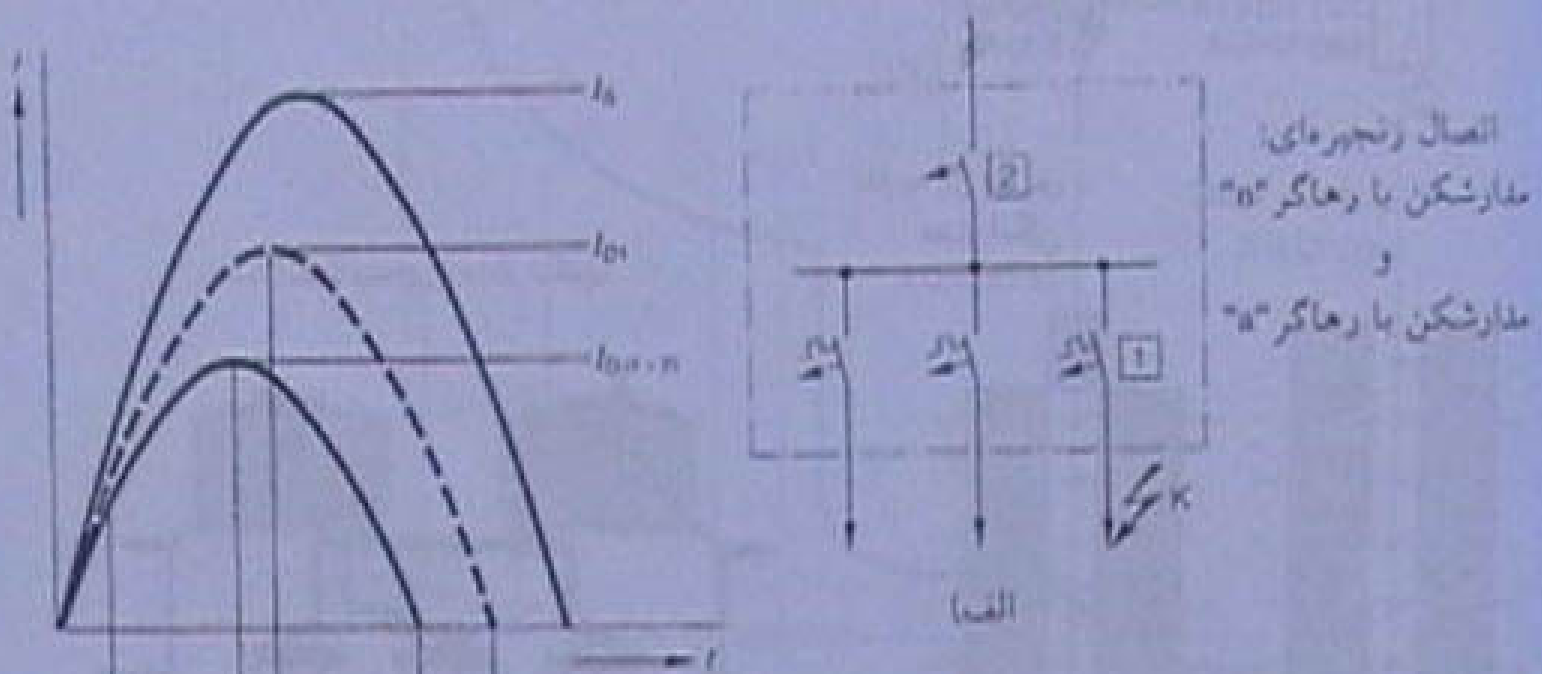


- ۱ مشخصه رهاسازی رله اضافه جریان حرارتی
 - ۲ مشخصه بقای رله اضافه جریان حرارتی
 - ۳ ظرفیت قطع کتاکنگر
 - ۴ منحنی جریان نامی کتاکنگر برای جوش خوردن آسان جدا شونده کتاکنها
 - ۵ مشخصه جریان - زمان پیش شعله کشی فیوز، رده کار aM
 - ۶ مشخصه زمان برطرف سازی فیوز aM
- A, B, C حاشیه های ایمنی برای حفاظت مطمئن در برابر اتصال کوتاه



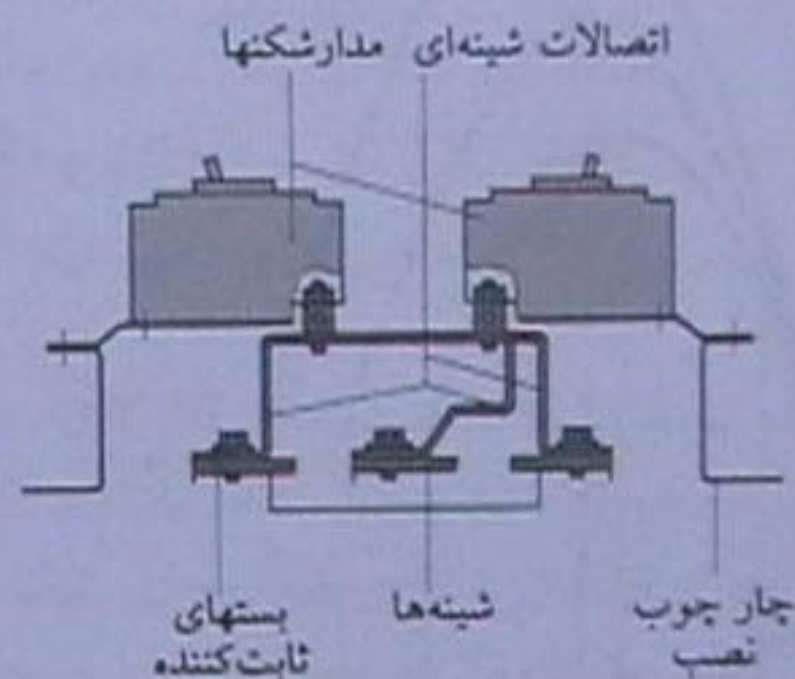
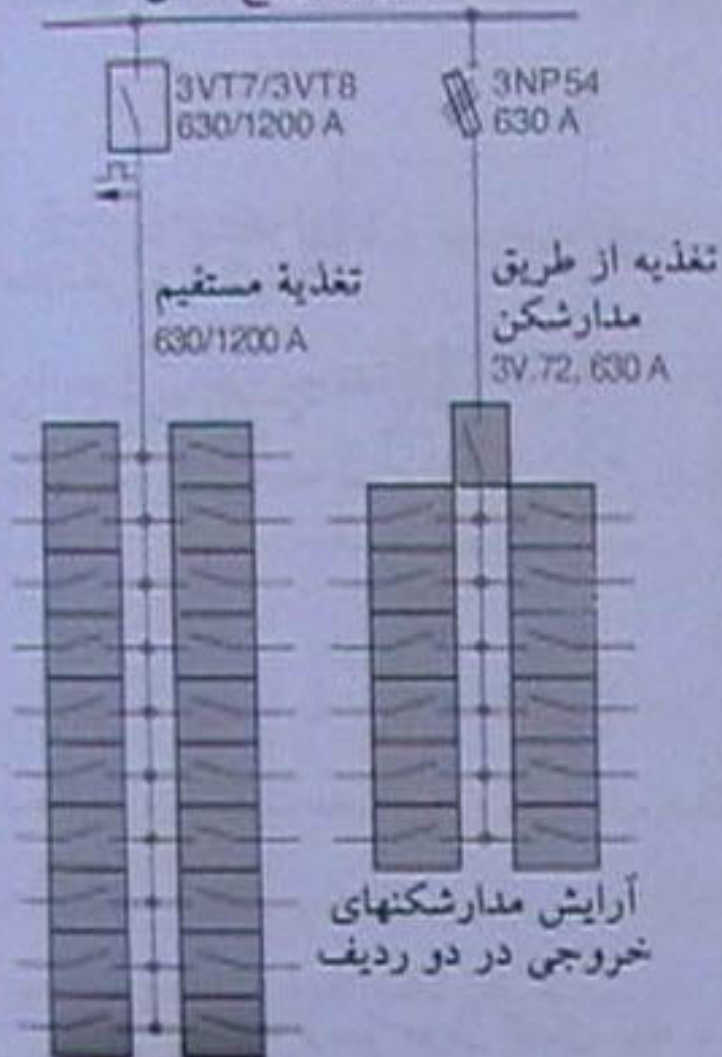
شکل ۱-۴-۱ مقایسه مشخصه های جریان - زمان پیش شعله کشی فیوزهای فشار ضعیف hrc
با رده های کار gL و aM، جریان نامی ۲۰۰ آمپر.

شده در ۶۳۶ VDE بخش ۱				
رده کاربردی		رده عملکردی		
نامگذاری	جریان مداوم تا حد	جریان قطع	نامگذاری	حفاظت
فیوزهای تمام - پهنه‌ای				
g	I_N	$\geq I_{min}$	gL	سیم‌ها و کابلها
			gR	نیم‌رساناها
			aB	تأسیسات معدنیها
فیوزهای پشتیبان				
a	I_N	$\geq 4I_N$	aM	وسایل کلیدزنی
		$\geq 2.7I_N$	aR	نیم‌رساناها
I_{min} مینیمم جریان قطع				



شکل ۱-۴-۱۳

تابلوی توزیع اصلی



شکل ۱-۴-۱۴ مثالی از مدار و آرایش فیزیکی مدارشکنها زنجیره‌ای - برای مثال در تابلوی توزیع فشرده نوع AHL.

