کتاب فیوز

فهرست مطالب

۱-فیوز (حفاظت از مدار وهمیشه سبز)..... ۵
۲-استاندارد فیوز (یک اجبار)..... ۶
۳-فیوزها چگونه تعریف می‌شوند؟..... ۸
۳-۱- فیوز های تیپ D (فیوز های پیچی)..... ۹
۳-۲-- فیوزهای تیپ NH..... ۱۲
۳-۳ فیوزهای HH..... ۱۵
۴- فیوزهای محدود کننده جریان چگونه ساخته می‌شوند؟..... ۱۷
۴-۱- ساخت فیوز لینک‌های NH..... ۱۷
۴-۲- ساخت فیوزلینک های HH..... ۱۹
طراحی‌های خاص با طول تیوب‌های متفاوت:..... ۲۲
۵-فیوزهای الکتریکی چگونه عمل می‌کنند؟..... ۲۵
۵-۱- فیوزهای full range-قطع کنند اضافه جریان..... ۲۶
۵-۲- محدود کردن جریان- قطع مدار..... ۲۷
۵-۳- فیوز HH Backup..... ۲۸
۶- منحنی مشخصاتی (طراحی شده برای هر گونه استفاده)..... ۳۰
۶-۱- منحنی "Time-Current"..... ۳۰
۶-۲- منحنی قطع..... ۳۱
۶-۳- زمان مجازی و I^2t..... ۳۲
۷-هماهنگی..... ۳۳
۷-۱-هماهنگی بین فیوزها..... ۳۳
۷-۲- هماهنگی بین فیوزها وکلید..... ۳۵
۷-۳- هماهنگی در تاسیسات مسکونی..... ۳۷
۷-۴- هماهنگی در شبکه های رینگ شده..... ۳۸

۸- علامت گذاری..... ۳۹

۹- علامت گذاری رنگی..... ۴۲

۱۰- انتخاب فیوزهای فشار ضعیف..... ۴۳

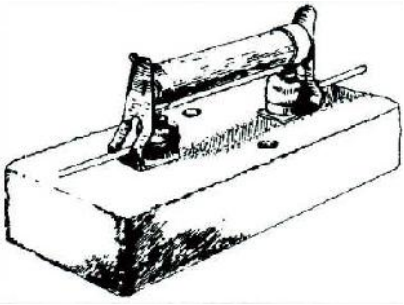
۱-۱۰- معیارهای انتخاب برای فیوزهای فشار ضعیف..... ۴۳
۲-۱۰-حفاظت کابل و خط ۴۶
۳-۱۰- حفاظت ترانس بوسیلهٔ فیوزهای NH ۴۷
۴-۱۰-حفاظت مدار موتوری ۴۸
۵-۱۰-فیوزها جهت حفاظت نیمه هادی ها- فیوز های بسیار سریع..... ۵۱
۶-۱۰- حفاظت مدار DC..... ۵۶
۷-۱۰حفاظت باتری ها در UPS..... ۶۰

۸-۱۰-حفاظت خازنهای تصحیح ضریب توان..... ۶۲
۱۱- انتخاب فیوزهای HH- تنها توسط افراد متخصص استفاده می شود..... ۶۶
۱-۱۱-معیارهای کلی انتخاب فیوزها..... ۶۶
۲-۱۱-حفاظت ترانسفورماتور براساس استاندارد VDE 0670 بخش 4 و بخش 402..... ۶۸
۳-۱۱-حفاظت ترانس براساس استاندارد VDE 0671 بخش 105..... ۷۰
۴-۱۱-تجهیزات قطع کنندهٔ حرارتی..... ۷۳
۵-۱۱- حفاظت مدارات موتوری فشار قوی..... ۷۴
۱۲- تعویض وکارکردن با فیوزهای مدل NHدر زیر بار..... ۷۷
۱۳-تعویض وکارکردن با فیوزهای مدل Dدر زیر بار:..... **۷۹**
۱۴- واحدهای ترکیبی فیوزی..... ۸۱
۱-۱۴- کلیدفیوزهای مدل: NH..... ۸۳
۲-۱۴- کلیدفیوز ریل NH(کلید فیوز عمودی)..... ۸۴
۳-۱۴- فیوز- کلید..... ۸۵
۱۵-ترکیبات فیوز کلید فشار قوی..... ۸۷

۱۶-فیوز حفاظت از کارکنان خط گرم ۹۱
۱۷-اتصال موازی فیوزها..... ۹۲
۱۸-فیوزهای متصل به صورت سری..... ۹۴
۱-۱۹- دمای هوای محیط بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد..... ۹۴
۲-۱۹- دمای هوای محیط کمتر از ۵ درجه:..... ۹۶
۳-۱۹-HH فیوزها در محفظه(تابلوهای تکفاز)..... ۹۶
۴-۱۹-NHفیوزها در محفظه:..... ۹۶
۵-۱۹-رطوبت وآلودگی..... ۹۸
۶-۱۹-محیطهای خورنده(کنتاکتهای روکش نیکل)..... ۹۸
۷-۱۹-لرزشهای غیر نرمال وتاثیرضربه..... ۹۹
۲۰- تلفات توان..... ۱۰۰
۲۱-کیفیت داخلی..... ۱۰۲
۲۲- سیستم فیوز هوشمند..... ۱۰۳
۲۳- بازیافت فیوز..... ۱۰۶

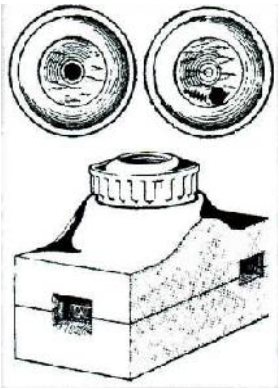
۱-فیوز (حفاظت از مدار وهمیشه سبز)

فیوز یکی از اولین اجزای تاریخ مهندسی برق است. ساخت این قطعه از اواسط سده ۱۹ میلادی آغاز شد. در آن زمان از یک رشته ساده پلاتین جهت حفاظت کابلهای تلگراف زیر دریا استفاده می‌شد، که نتیجه پیشرفت آن فیوزهای مدرن با کارایی بالا شدند. بدون فیوز استفاده از انرژی الکتریکی به عنوان منبع انرژی به دلیل ریسک بالابرای همه غیر قابل تصور بود. به علت ساختار ساده و عملکرد مطمئن بر اساس قوانین نقض ناپذیر فیزیکی، فیوزها یکی از بهترین راهکارها جهت حفاظت مدارها می باشند.



شکل ۱,۱فیوزپر شده با ماده خاموش کننده قوس ،ساخته شده توسط آقای Mordey در سال ۱۸۹۰

اصول کار فیوزهای مدرن امروزی نسبت به سال ۱۸۹۰، که برای اولین بار آقای W.M.MORDEY فیوزی را با قرار دادن المنت در قوطی محتوی گرانول با خاصیت خاموش کنندگی قوس اختراع کرد ، تغییر نکرده است.(شکل۱,۱)



شکل ۲,۱فیوزهای نوع Diazedساخته شده توسط برادران زیمنس در سال ۱۹۰۶

در اوایل قرن بیستم میلادی در آلمان برای اولین بار فیوز پیچی توسط برادران زیمنس ساخته شد، و تحت نام تجاری دیازد (Diazed) فروخته شد.(شکل۱,۲)
طراحی ساده و ارزان قیمت و در عین حال قدرت قطع بالا و مشخصات قطع دقیق اثبات کرد که این طراحی می تواند تصحیح شود و پیشرفت کند. در حالی که تجهیزات حفاظتی متنوع و گوناگونی (که بر اساس قوانین متفاوت فیزیکی عمل می-کنند) نیز طراحی و ساخته شده‌اند، هنوز امروزه فیوز جایگاه خود را در سیستم‌های قدرت حفظ کرده است. دلیل مهم برای افزایش روز افزون فیوز علاوه بر قیمت مناسب نسبت به عملکرد خوب و نیاز به جای کم ، اطمینان بالا از عملکرد آنهاست ،و به همین علت از فیوز به عنوان آخرین خط دفاعی یاد می‌کنند.

۲-استاندارد فیوز (یک اجبار)

در ابتدا استاندارد فیوزها در واقع همان استاندارد ابعادی بود که به جهت سهولت در تعویض و جلوگیری از اشتباه در انتخاب تدوین شده بود.با افزایش قدرت اتصال کوتاه و همچنین استفاده روز افزون از انرژی الکتریکی آزمایشهایی برای شناخت بعضی از خواص فیوزها مانند منحنی جریان- زمان، قدرت قطع و توان تلف شده تعریف شد. قوانین سخت و رقابت شدید میان تولید کنندگان فیوز در آلمان این اطمینان را افزایش می دهد. امروزه اکثر مشخصات الکتریکی فیوزهای قدرت با استاندارد IEC60269 (برای فیوزهای فشار ضعیف) و استاندارد IEC60282 (برای فیوزهای فشار متوسط) در سراسر جهان یکسان سازی شده است. این استاندارد انتخاب و تعویض فیوز را برای حفاظت های خاص تسهیل می‌کند. استاندارد اروپا (EN) معمولاً مشابه استاندارد IEC می باشد وعلیرغم تفاوتهایی که ممکن است وجود داشته باشد برای کشورهای اروپایی قابل اجرا است.
استاندارد آلمان (DIN EN,VDE) (بجز در برخی از موارد) ترجمه استانداردهای مشابه جهانی است.برای فیوزهای فشار ضعیف طبقه بندی خاصی وجود دارد. تمامی سیستمهای فیوزی که دارای استاندارد جهانی هستند به صورت یکسان در استاندارد اروپا تعریف شده اند ، بنابراین هر نوع فیوزی را می‌توان با استفاده از استاندارد ملی هر کشور اروپایی انتخاب کرد. برای جلوگیری از اشتباهات خطر ساز دو سیستم NH و D/D0 به سیستم آلمانی DIN VDE 0636 اضافه شده است.

به علاوه برخی از استاندارد های VDE وجود دارند که مشابهی برای آن در استاندارد جهانی ذکر نشده است (جدول ۲,۱). که به شرح ذیل می باشند:
فیوز NH و HH محدود کننده جریان برای حفاظت ترانسفورماتورها :

فیوزهای NH مخصوص تجهیزات معدن
فیوزهای ۱۰۰۰ ولت برای حفاظت مدار موتورها
فیوزهای تیپ D با المنت E16 تا ۲۵ آمپر
فیوزهای تیپ D تا ۷۵۰ ولت برای قطارهای الکتریکی
فیوزهای تیپ D تا ۵۰۰ ولت برای استفاده در معدن
فیوزهای D0 ۶۹۰ ولت
فیوز کلید های مدل D0
همچنین تعدادی فیوزهای قدیمی تر مطابق با استاندارد VDE 0660 وجود دارندکه هنوز جهت جایگزینی تولید می‌شوند.

IEC	VDE	Content
Low Voltage fuses		
60269-1	0636 Part 10	General requirements
60269-2	0636 Part 20	Fuses for use by authorized persons
(60269-2-1)	0636 Part 201	Example of standardized fuse types(e.g. NH system)
	0636 Part 2011	National supplement 1: Protection of special electrical installation (gTr,gB and aM AC 1.000V)
20269-3	0636 Part 30	Fuses for use by unskilled persons
(60269-3-1)	0636 Part 301	Example of standardized fuse types(e.g. D0 system)
	0636 Part 3011	National Supplement 1: U=AC 690V and U=DC 600V
20269-4	0636 Part 40	Fuses for the protection of semiconductor devices
(60269-4-1)	0636 Part 401	Example of standardized fuse types

61818(60269-5)	E 0636 Part 129	Application guide for low-voltage fuses
	0635	D type fuses E 16 up to 25A ,500V; D type fuses up to 100A, 750V;500V
	0638	Switch-fuse units;D0 system
60947-3	0660 Part 107	Fuse-combination units
High-voltage fuses		
60282-1	0670 Part 4	High-voltage fuses
60644	0670 Part 401	Requirements for high-voltage fuse-link for motor circuit applications
60549		High-voltage fuses for the external protection of shunt power capacitors
60787	0670 Part 402	Section of high-voltage current-limiting fuse- link for transformer circuits
62271-105	0671 Part 105	High-voltage switch-fuse combination
62271-107	06710Part 107	Alternating current fused circuit-switchers

جدول۲,۱-خلاصه ای از استاندارد های فیوزها

فیوزهایDL توسط هیچ استاندارد بین المللی و محلی تعریف نشده اند ولی با اینحال هنوز به علت اهمیتی که برای کاربر دارند با استفاده از استاندارد سابق GDR تولید می‌شوند. این سیستم در بر گیرنده فیوزهای سایز E16 نیز می‌باشد، که با سیستم E16 استاندارد VDE0635 همسان نیست.

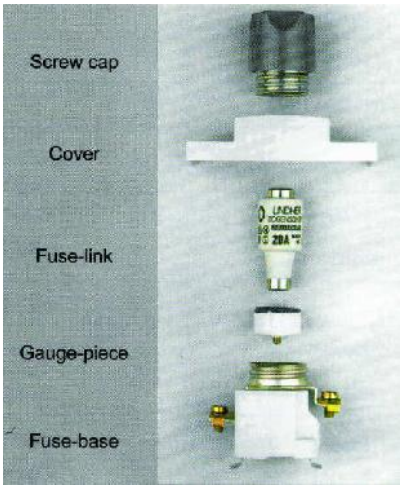
جدول ۲,۱ طبقه بندی جدید IEC60269(چاپ شده با حروف آبی)را نیز در لیست گنجانده است.استانداردهایی که داخل پرانتز آورده شده اند دیگر دارای اعتبار نیستند.

۳-فیوزها چگونه تعریف می‌شوند؟

از دیدگاه اهل فن فیوز به معنای قطعه تعویض شونده یا همان فیوز لینک است، که در این کتاب نیز از این به بعد لفظ فیوز به همین معنی به کار می‌رود. از دیدگاه

استاندارد فیوز به معنای کلیه تجهیزاتی است که یک دستگاه کامل را تشکیل می-دهند. بنابراین فیوز تشکیل شده از

- ✓ پایه فیوز (جایی که فیوز روی آن نصب می‌شود)
- ✓ فیوز لینک
- ✓ نگهدارنده فیوز (دسته فیوز، کلاه پیچی فیوز)
- ✓ بخش تست(فشاری،پیچی)
- ✓ پوشش برای جلوگیری از شوک الکتریکی و دیواره های جدا کننده برای استفاده چند فیوز کنار هم



شکل۳,۱-فیوزهای مدل D

۱-۳- فیوز های تیپ D (فیوز های پیچی)

محافظت در برابر شوک الکتریکی و رفتار ثابت در برابر تغییرات جریان از خواص این نوع فیوزها است. بدین معنی که فیوز لینک موجود در یک فیوز تیپ D قابل تعویض با فیوز لینکی با جریان بیشتر از جریان قابل تحمل پایه فیوز نمی‌باشد. با استفاده از قطعه محدود کننده ابعادی نصب شده در پایه ی فیوز این امکان فراهم می گردد که جایگزین نمودن فیوز لینک هایی با آمپراژ بیش از ۱۱۰ آمپر عملاً در این نوع فیوزها میسر نمی باشد .فیوز لینک تیپ D فقط قابل نصب در پایه فیوزهایی که مجهز به قطعه محدود کننده ابعادی با جریان نامی متناسب یا بزرگتر از فیوز لینک است می باشند. قطعه محدود

کننده ابعادی فقط با استفاده از ابزار خاص قابل نصب است. بنابراین این فیوز قابل استفاده **توسط افراد بی تجربه** نمی باشد.

شکل ۳,۲-قطعه محدود کننده ابعادی

فیوزتیپ D برای اولین در آلمان توسط برادران زیمنس در اویل قرن بیستم ساخته شد. و در سراسر جهان با نام تجاری DIAZED فروخته شد. دارا بودن سقف ولتاژ مشابه ۵۰۰ ولت AC و DC و سطح اتصال کوتاه ۵۰کیلو آمپر AC و ۸ کیلو آمپر DC با عث شد که فیوز تیپ D هم برای مصارف خانگی و هم صنعتی به عنوان یک محصول با کیفیت شناخته شود. در پایان دهه ۱۹۶۰ دو شرکت زیمنس و لیندر مدل جدید فیوز تیپ D را وارد بازار کردند، که ولتاژ قابل تحمل آن 400 V AC و 250 V DC بود، و توان تلفاتی پایینتر و ابعاد کوچکتری داشت. این فیوز با نام NEOZED در بازار به فروش رسید. این تیپ در طبقه بندی اندازه با تیپ D0 شناخته می‌شود. در زبان عام این دوتیپ فیوز هنوز با با نام D0 و D و یا با نامی که سازندگانشان ذکر می‌کردند یعنی Neozed و Diazed که به صورت کلمات ثبت شده در آمده شناخته می‌شوند.

به طور کلی فیوزها معمولاً با اندازه المانشان طبقه بندی می‌شوند جدول۳,۱ را مشاهده کنید. برای کامل شدن مدلها، تیپ پیچی E16 نیز به طبقه بندی اضافه می‌شود. این تیپ در نواحی قدیمی هنوز دیده می‌شود و به منظور تامین لوازم یدکی هنوز از خط تولید خارج نشده است.

در پنجاه نوع مدل فیوزی که تا به حال تولید شده تیپ NDz به عنوان با صرفه ترین فیوز از نظر اشغال فضای مورد نیاز شناخته شده است. این مدل در مدارهای کنترل و اندازه‌گیری استفاده می‌شود. و بر طبق استاندارد VDE 0635 تعریف شده‌است. این فیوزها به دو صورت عملکردسریع و عملکرد تاخیری

وجود دارند (TNDz). نسخه فعلی استاندارد VDE 0635 فقط **مدل تاخیری** را در بر دارد که با علامت **حلزون** روی آن قابل تشخیص است.

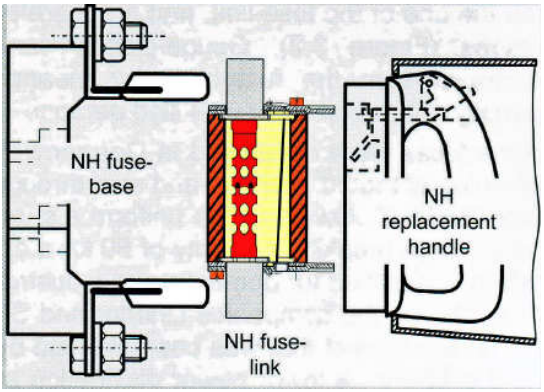
Type	Thread	Rated current	Rated voltage	Breaking capacity	Standard
D01	E 14	2 A to 16 A	a.c 400V d.c.250V	a.c 50 KA d.c.8 KA	VDE 0636
D02	E 18	20 A to 63 A			
D03	M 30x2	80 A to 100 A			
D II	E 27	2 A to 25 A	a.c 500V d.c.500V	a.c 50 KA d.c.8 KA	VDE 0636
D III	E 33	35 A to 63 A			
D IV	G1 1/4	80 A to 100 A			
NDz	E 16	2 A to 25 A	a.c 500V d.c.500V	a.c 4 KA d.c.1.6 KA	VDE 0635
DL	E 16	2 A to 20 A	a.c. 80V	a.c. 20V	WS

جدول ۳,۱-خلاصه ای از فیوزهای مدل پیچی

امکان اشتباه گرفتن فیوزهای NDz و E16 DL که هنوز در سراسر آلمان استفاده می‌شود، وجود ندارد. فیوزهای DL به عنوان جایگزینی برای D0 در آلمان شرقی(سابق) تولید شده و هنوز در ساختمان‌های باقیمانده از آن زمان وجود دارد. این فیوزها بر اساس استانداردهای آن دوره ساخته شده و با هیچ یک از استانداردهای ملی موجود قابل بررسی نیست. با این حال هنوز قابل استفاده هستند، و به منظور تامین یدکی هنوز از خط تولید نیز خارج نشده است.

امروزه فیوزلینکهای تیپ DL با توجه به مفاد استاندارد VDE0636 بخش 301 ساخته می‌شوند. که شامل نشان دهنده ای می‌شود که در طراحی اولیه وجود نداشته است ، و ولتاژ آن از ۳۸۰ ولت به ۴۰۰ ولت تغییر یافته است.

از تیپ E16 دو مدل وجود دارد با طولهای متفاوت که ۳۶ میلیمتری آن DL و ۵۶ میلیمتری آن NDZ است.



شکل ۳,۳- سیستم فیوز NH

۲-۳- فیوزهای تیپ NH

با توجه به استاندارد جهانی فیوز، فیوز NH را می‌توان به صورت عامیانه "فیوزی با فیوزلینکی دارای کنتاکتهای تیغه ای " تعریف کرد.کلمه NH در زبان آلمانی از کلمه‌ای با معنای (فیوز فشار ضعیف با قدرت قطع بالا) گرفته شده است. به این دلیل که اکثر این فیوزها دارای قدرت قطع بالای 100 KA می‌باشند. بنابراین قدرت مواجه با انواع جریان های اتصال کوتاه قابل مشاهده در فشار ضعیف را دارند.

از دید مصرف کننده این بدین معناست که **اگر از فیوز NH جهت محافظت استفاده می‌کنید دیگر نیازی به محاسبات پیچیده اتصال کوتاه نمی-باشد.**

فیوزهای **سری NH فیوزهایی برای استفاده افراد خبره** می‌باشد. بدین معنی که استفاده کننده باید از دانش الکتریکی بالا و تجهیزات کافی برخوردار باشد. بنابراین حفاظتهایی چون عدم امکان جایگزینی در مدلهای مختلف و حفاظت شدن در برابر برق گرفتگی را نیاز ندارد. با اینحال در سیستمهای NH تجهیزاتی فراهم شده که از برخورد احتمالی دست با بخشهای برقدار جلوگیری شود.

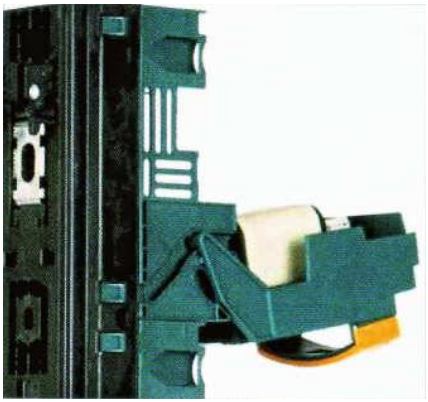
فیوز NH (شکل ۳,۳) تشکیل شده از

- ✓ پایه فیوز: با کنتاکتهای تحت فشار فنر ،که برای درگیر شدن با کنتاکتهای تیغه ای ساخته شده‌اند.(شکل۳,۴)
- ✓ فیوزلینک: به عنوان قطعه مرکزی فیوز
- ✓ دستگیره تعویض: جهت حمل یا تعویض فیوز

شکل ۳,۴-کنتاکت پایه فیوز

دستگیره تعویض با توجه به استاندارد VDE 0636 بخش 201 متناسب با عملکرد و ابعاد فیوزها استاندارد شده است. دستگیره تعویض در شرایط برقدار بودن مدار قابل استفاده است. بنابراین این دستگیره باید با توجه به استاندارد VDE 0680 بخش 4 عایق شود.

اگر دستگیره حمل فیوز به صورت مکانیکی به پایه فیوز متصل شده باشد، به آن کلید فیوز می‌گویند. (شکل ۳,۵) برای فیوزهای سایز 4a کلید فیوز با قفل همراه می‌شود.

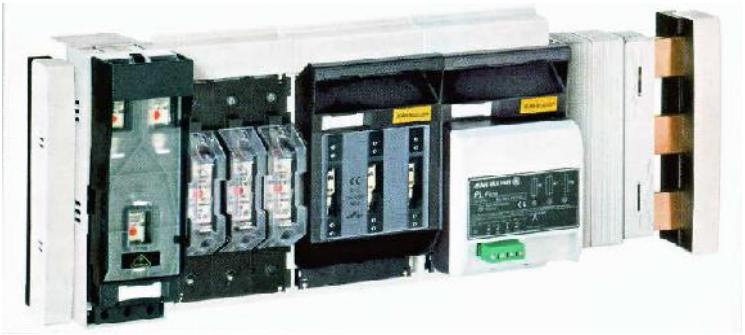


شکل ۳,۵-کلید فیوز

سیستم فیوز NH از پایه فیوزهای سایز های مختلف و فیوز لینکهایشان تشکیل می‌شود. برای هر سایز بالاترین جریان نامی و بالاترین توان تلفاتی (توان تلفاتی نامی) مشخص شده است (جدول ۳,۲ را مشاهده فرمایید). به علت شکل کنتاکتهای پیچ شده در سایز 4 ،این فیوز لینکها به عنوان استثنایی در بین فیوزهای NH است. که این گروه نیز به طور گسترده ای با سری 4a جایگزین شده اندکه دارای کنتاکتهای تیغه‌ای می‌باشد. سایز 0 فیوزلینکها بجز در فیوز لینکهای مجهز به استرایکر که در طراحی‌های جدید نیز استفاده می‌شوند فقط به عنوان یدکی ساخته می‌شود.

برای فیوزهای‌سایز 000 (00C سابق)، هیچ پایه فیوز استانداردی وجود ندارد و این نوع را بر روی پایه فیوزهای تیپ 00 استفاده می‌کنند. ولی وقتی بر اساس مشخصات استاندارد استفاده می‌شود، کوچک بودن سایز آنها مزیتی محسوب نمی شود. با اینحال پایه فیوزها و کلید فیوزهای غیر استانداردی وجود دارند، که می‌توان از مزایای طراحی کوچک این فیوز لینک با توجه به کاهش جریان نامی استفاده کرد.

گسترش "کلید فیوزهای قطع کننده" درجه بالایی از حفاظت را برای کاربران نسبت به فیوزهای NH ممکن می سازد.



شکل ۳,۶- پایه فیوز قابل نصب بر روی باسبار

قابلیت نصب مستقیم بر روی باسبار (**ریل فیوز و پایه فیوز قابل نصب بر روی باسبار**) مدل NH را ابزاری مقرون به صرفه برای سیستمهای توزیع فشار ضعیف می‌سازد.

فیوز ریل‌های NH از سایز NH 00 تا سایز NH 3 برای مونتاژ روی باسبار با فاصله ۱۸۵ میلیمتر و NH00 برای مونتاژ روی باسبار با فاصله ۱۰۰ میلیمتر به صورت جهانی استاندارد شده اند. همچنین پایه فیوزهایی با فاصله باسبار۴۰ میلیمتر در استاندارد جهانی وجود دارند.

شکل ۳,۷-فیوزهای مدل HH

۳-۳- فیوزهای HH

فیوزهای HH در واقع فیوزهای فشار متوسط با قدرت قطع بالا برای ولتاژ متناوب بیش از یک کیلوولت می باشند. کلمه "فیوز با قدرت قطع بالا" به معنی قطع جریانهای اتصال کوتاه توسط فیوز بدون ایجاد شعله و تشعشع در بدنه فیوز می باشد. فیوزهای غیر محدود کننده جریان نیز که با خروج پر صدای گاز داغ عمل می‌کنند استفاده زیادی در سراسر جهان دارند. البته این نوع فیوزها در شبکه های با کارایی بالا که نیاز زیادی به آن می‌باشد مانند شبکه برق آلمان، استفاده نمی‌شوند. فیوزهای HH شامل : یک فیوز لینک ،یک پایه فیوز و نشانگرهای مربوطه می باشند.

شکل ۳,۸- محفظه فیوزهای HH

پایه فیوزها برای استفاده در فضای بسته (شکل ۳,۷) و فضای آزاد (شکل ۳,۹) با کنتاکتهای مجهز به فنر موجود می‌باشند و زمانی که داخل تابلو استفاده می‌شوند، فیوز لینک در داخل جای فیوزی قرا می‌گیرد (شکل ۳,۸)

در استاندارد VDE 0670 بخش۴، سقف ولتاژ تا سطح ۷۲/۵ کیلوولت و سطح جریان تا سقف ۱۰۰۰ آمپر آورده شده اند. فیوزهایی که به طور معمول در آلمان استفاده می‌شوند (۴,۲ را مشاهده کنید)، با کنتاکتهای سیلندری به قطر ۴۵ میلیمتر ساخته می‌شوند، که امکان داشتن ماکزیمم جریان داده شده در جدول ۳,۲ را در ماکزیمم استاندارد ابعاد می دهند.

جریان نامی پایه فیوز بین ۲۰۰ الی ۲۵۰ آمپر می‌باشد. فیوزهایی با طراحی خاص (طول بیشتر) نیز وجود دارند که قدرت تحمل جریان تا ۵۰۰ آمپر را دارند. برای این فیوزها نیز ضرایب تعدیل بر اساس جریان نامی را باید در نظر گرفت. فیوزهای HH قدرت قطعی در حدود چندین مگا ولت آمپر دارند که با توجه به فضای مورد نیاز و قیمت، قابل مقایسه با باقی ادوات محافظت اتصال کوتاه نیستند.

شکل ۳,۹- فیوزهای Outdoor

Rated current	Rated voltage	Breaking capacity
7.2 KV	≤250 A	63 - 80 KA
12 KV	≤200 A	40 - 63 KA
17.5 KV	≤200 A	40 - 63 KA
24 KV	≤125 A	31.5 - 63 KA
36 KV	≤63 A	31.5 - 40 KA

شکل ۳,۲-مدلهای معمول فیوزهای HH

فیوزهای HH در زمان عبور جریان نامی و بویژه در حال عبور دادن جریان اتصال کوتاه بسیار گرم می‌شوند بنابراین پیشنهاد می‌شود ابزار مناسب جهت تعویض فیوزها استفاده شود (شکل ۳,۷).

۴-فیوزهای محدود کننده جریان چگونه ساخته می‌شوند؟

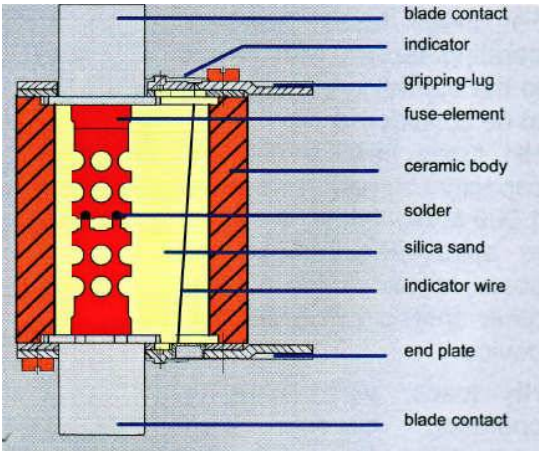
۴-۱- ساخت فیوز لینک‌های NH

همانطور که در شکل۴,۱ نشان داده شده است، ساختار معمول فیوزلینک NH از المان فیوزی که بین دو کنتاکت تیغه مانند لحیم شده اند تشکیل شده است و مجموعه داخل بدنه لوله مانند فیوز با سطح مقطع مستطیلی یا تخم مرغی قرار دارد.

کنتاکت‌ها در دو طرف بدنه قرار می‌گیرندو دو قلاب جهت گرفتن فیوز توسط گیره فیوز در دوسر آن تعبیه می‌شود. نشانگری در روی صفحات انتهای نصب شده، که در صورت سوختن المان فیوز رها می‌شود.

با اینکه فیوز از نظر ساختار بسیار ساده به نظر می‌رسد، ولی برای عملکرد مطمئن ، مشخصات هر قطعه اهمیت خاصی پیدا می کند.

- ✓ المان فیوز قطعه اصلی تعیین کننده منحنی "Time-Current" فیوز لینک و عامل افزایش دمای فیوز است که در هسته فیوز واقع است و از جنس نوار نقره یا مس می باشد ، و در ساخت آن دقت بالایی به کار رفته است. یکنواختی قطر نوارها ، هدایت الکتریکی خوب، برش-های دقیق و تلفات کم ، متناسب بودن با منحنی "Time-Current" را تضمین می‌کند.



شکل ۴,۱ – فیوز مدل NH

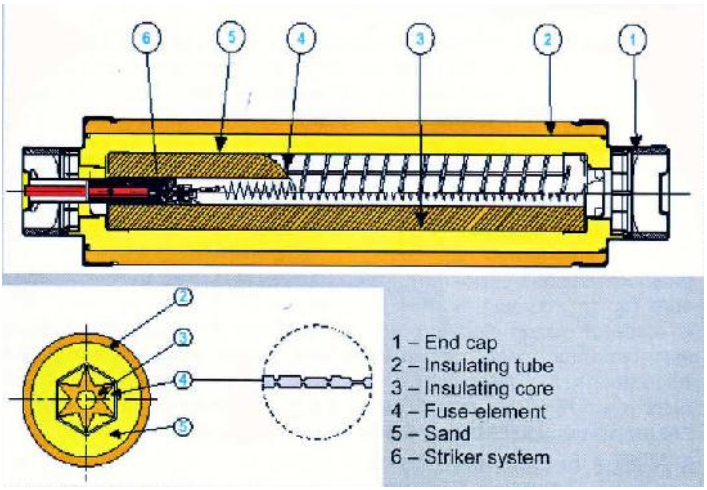
- ✓ بدنه عایق از پخش شدن گازهای داغ و فلز ذوب شده در محیط جلوگیری می‌کند. این بدنه سرامیکی مرغوب از جنس steatite یا AL_2O_3 می باشد که دما و فشار داخلی بالایی که به دلیل عملکرد فیوز حاصل می‌شود را تحمل می‌کنند.
- ✓ صفحه‌هایی در دوسرفیوز قرار دارند که مجهز به قلاب‌های نگهدارنده به منظور درگیری با دستگیره نگهدارنده استاندارد فیوز NH جهت

برداشتن و گذاشتن فیوزلینک می‌باشند.دو صفحه به همراه بدنه سرامیکی بدنه‌ای ضد ضربه جهت تحمل قوس الکتریکی را می‌سازند.

- ✓ ماسه بخشی مهم در محدود کردن جریان می‌باشد و معمولاً برای این منظور از ماسه کریستال کوارتز باخلوص بالای فیزیکی وشیمیایی (درصد SiO_2 بیش از 99.5%) استفاده می‌شود. این کریستال‌ها به علت خشک شدن با آتش کاملاً بی آب هستند.دانه بندی های مشخص و بسته بندی با چگالی دقیق از فاکتورهای ضروری برای عملکرد دقیق است.
- ✓ قطعه نشانگر، تشخیص سریع فیوز عمل کرده را امکانپذیر می-سازد.ضمناً در صورتی که نیروی فنری کافی داشته باشد می‌تواند به عنوان استرایکری برای عملکرد یک میکرو سوییچ یا وسیله قطع کننده باشد .
- ✓ لحیم کاری باعث تغییر منحنی "Time-Current" به سمت ذوب در جریان پایینتر شده و به شکلی انتخاب می شود که با مواد المان فیوزی واکنش انجام ندهد، لحیمها باید در نقطه صحیح قرار داده شوندو همچنین تعداد لازم آن نیز باید مورد بررسی قرار گیرد.
- ✓ کنتاکت‌های تیغه‌ای به نحوی طراحی شده اند که ارتباط مکانیکی والکتریکی فیوز را با پایه برقرار کنند. این قطعات از مس یا آلیاژهای مس ساخته میشوند، و سطح آنها نقره اندود شده است. برای استفاده خاص در محیط‌های با خورندگی بالا کنتاکتهای قلع اندود یا با روکش نیکل استفاده می‌شود.

۲-۴- ساخت فیوزلینک های HH

فیوزهای Backup، مهمترین تیپ فیوزهای HH هستند. به طور کلی آنها همان اجزایی را دارند که NH فیوزها دارا می‌باشند (شکل ۴,۲) و جهت کار در سیستم‌های قدرت و تحمل جریان پایین‌تر و ولتاژ بالاتر ساخته شده‌اند. المان فیوزی این فیوزها باریکتر و بلندتر است، که باعث حساسیت عملکرد بیشتر آن می‌شود.



شکل ۴,۲ – فیوز پشتیبان مدل HH

همانطور که در بالا ذکر شد، محدودیت در سری کردن المان‌ها بستگی به ولتاژ نامی سیستم، یا به طور دقیق بستگی به ولتاژ برگشتی سیستم دارد. هرچه ولتاژ بیشتر باشد طول المان فیوزی بلندتر است، در نتیجه برای یک شبکه ۲۰ کیلوولت طول المان ۱/۲ متر می‌شود، و بنابراین امکان قرار دادن این المان به صورت کشیده در داخل تیوب نخواهد بود، بنابراین به صورت مارپیچ به دور یک قطعه عایق به نحوی که کمترین جا را بگیرد پیچیده می‌شود.بنابراین ساختار درونی و مونتاژ فیوز HH به مراتب پیچیده تر از نوع NH است.

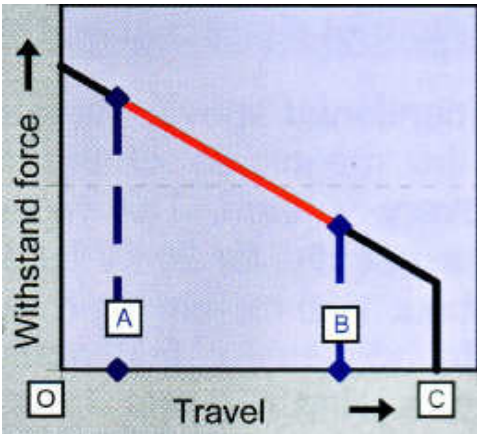
- ✓ المان فیوز از یک نوار نازک و دقیق نقره،به قطر کمتر از ۰/۰۳ میلیمتر و عرض ۰/۲ تشکیل شده است. از آنجاییکه مس امکان برقراری دوباره جریان را فراهم می‌سازد بنابراین در جریان‌های پایین‌تر به جای نقره از مس استفاده می‌شود (آزمایش‌هایی در کشورهای کمونیستی سابق برای ساخت المان فیوز از فلزهای کم ارزش‌تر مانند آلومینیوم انجام شد که نتیجه بخش نبود). بخاطر طول المان فیوزی این المان به دور قطعه عایق پیچیده می‌شود(شکل ۴,۲)، قطر قطعه عایق بسته به تکنیک مونتاژ می باشد. برای جریان‌های بیش از ۱۰ آمپر، معمولاً از چند المان فیوزی به صورت موازی استفاده می‌شود.
- ✓ مغزی عایق با سطح مقطعی به شکل ستاره و تو خالی می‌باشد (شکل ۲-۴ پایین). این قطعه با المان فیوز فقط در یک نقطه تماس دارد و باعث می‌شود

که المان تا حد امکان به طور کامل در ماسه قرار گیرد. سیم متصل به استرایکر در مغزی این قطعه قرار دارد.

- ✓ کلاهک‌های دو سرکنتاکت‌های فیوز ، که قطر آنها طبق استاندارد ۴۵ میلیمتر است. این قطعه ارتباط فیزیکی و الکتریکی فیوز را با پایه بر قرار می‌سازد. این قطعه بر روی بدنه پرس و آبندی شده است. کنتاکت‌های فیوزهای HH از مس و آلیاژهای مس ساخته شده است که جنس نقره اندود و نیکل اندود آن نیز موجود است.

شکل ۴,۳ – فیوز HH

- ✓ تیوب عایق به علاوه دو کنتاکت کلاهکی ، قطعه مقاوم در برابرفشار را می‌سازد (تا bar۱۰۰). واز جنس چینی براق وعایق الکتریکی ساخته شده‌است. در قدیم چینی سفید برای مصارف Indoor و چینی قهوه‌ای برای Outdoorاستفاده می‌شده، که امروزه این تفاوت وجود ندارد. بعضی فیوزهای سفید قدیمی ممکن است آب بندی نباشند و به درد استفاده در فضای آزاد نخورند.



شکل ۴,۴ – دیاگرام عمل استرایکر

- ✓ ماسه همان کارایی و همان کیفیت ماسه در فیوزهای NH را دارد. پر کردن کامل تیوب فیوز بعنوان محلی که قطع در آن صورت می‌پذیرد، و آب بندی قابل اطمینان، کارکرد سیستم را گارانتی می‌کند.
- ✓ سیستم استرایکر به عنوان نشانگر و به عنوان عاملی برای کارکردن سیستم تریپ دهنده می باشد. امروزه تقریباً تمامی فیوزها مجهز به استرایکری هستند که قدرت کافی برای تریپ دادن کلیدهای مکانیکی را دارند. استرایکر نقش مهمی در ساختار کلید فیوزها بازی می‌کند (بخش ۱۵ را مشاهده کنید). در استانداردها ی مربوط به فیوز استرایکر به سه تیپ ، بر اساس میزان انرژیی که بعد از رهایی آزاد می‌کند، تقسیم شده است.(جدول ۴,۱ . شکل۴,۴ را مشاهده کنید). برای استرایکرهای سبک که فقط به عنوان نشانگر قابل استفاده می باشند قابلیت تحمل نیروی زیادتعریف نشده است. علامت خاصی محل استرایکر را بر روی فیوز لینک نشان می‌دهد.
- ✓ طول طراحی شده یا طول بدنه واقع شده بین دو کنتاکت، (شکل۴,۳) در استاندارد ها بر اساس ولتاژ نامی طبقه بندی شده و احتمال اشتباه را از بین می‌برند.
- ✓ قطر تیوب در بالاترین رنج، ماکزیمم ۸۸ میلیمتر است، بنابراین معمولاً به بالاترین جریان هر سطح ولتاژ محدود می‌شود.

Type	Energy Nm	Free travel O-A	Energy travel A-B	Total actual travel O-C	Minimum withstand force N
Light	0.3± 0.25	2mm	8mm	30mm	n.a.
Medium	1± 0.5	4mm	16mm	40mm	20
Heavy	2± 1	4mm	6mm	16mm	40

جدول ۴,۱ – ویژگیهای مکانیکی Striker

طراحی‌های خاص با طول تیوب‌های متفاوت:

فیوزهای HH با یک یا دو درجه کوچکتر یا بزرگتر از طول استاندارد نیز ارائه می-شوند که باید با دقت خاصی استفاده گردند.

نکته: فیوزهای کوتاهتر، افزایش دمای بیشتری دارند زیرا فضای کمتری برای تهویه گرمای حاصل از کارکرد دارند. فیوزهای با طول بیشتر برای مناطقی با ولتاژ سیستم بیشتر استفاده می‌شود.

فیوزهای HH تیپ Backup معمولترین فیوز مورد استفاده در کشور آلمان هستند و فیوزهای full range وgeneral مورد استفاده کمتری دارند.

Rated voltage KV	Center dimension mm
7.2KV	192
12KV	292
17.5KV	367
24KV	442
36KV	537

جدول ۴,۲ – طول فیوزهای HH

فیوزهای full range: این فیوزها قابلیت قطع هر نوع جریانی را که باعث ذوب شدن المانشان می‌شود تا سقف جریان قطع نامیشان را دارند. این‌فیوزها بسیار پیچیده‌ترند و نیاز به ابعاد بزرگتری نسبت به فیوزها ی Backup دارند. بنابراین مدلهای جریانی محدود تری نیز دارند. ساختمان فیوز در شکل ۴,۵ نشان داده شده است. در جریان پایین یک میله فشاری توسط المان فیوزی خاصی تحریک می‌شود، و المان اصلی را در چند نقطه قطع میکند، وبه این ترتیب منحنی "Time-Current" قطع را کنترل می‌کند.

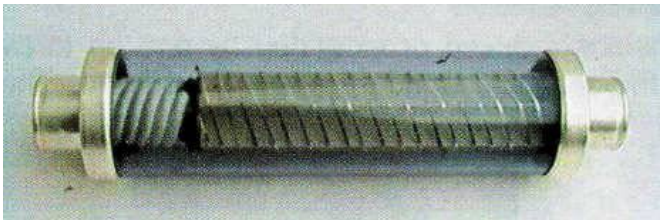
فیوزهای general: توانایی قطع مطمئن تمامی جریان‌هایی که با عث ذوب شدن آنها دریک ساعت می‌شوند،را تا سقف جریان نامی دارند. در مقایسه با فیوزهای Backup، جریان قطع این فیوزها به علت پیچیده بودن ساختار المان محدوده قطع جریانهای پایین تری را در بر می گیرد، بدین معنی که کمی افزایش جریان درنقاط دارای دمای ذوب پایین باعث قطع فیوز می گردد. به جای المان‌های فیوزی سری که کل المان در قطع شرکت دارند(شکل۴,۶)، یک المان فیوز ممکن است دارای

نقاط میانی با درجه ذوب پایین و تلفات حرارتی پایین باشد(نقاط داغ). سوختن در جریان بالا برای فیوزها ی Backup هم به همین شکل اتفاق می‌افتد.

شکل ۴,۵ – فیوزهای Full Range

- بالا: نو - پایین: عمل کرده

نکته: بقیه طبقه بندی‌های فیوزهای HH در استاندارد وجود ندارند و معمولاً از دید تولید کننده همان فیوز general می‌باشند.



شکل ۴,۶ – فیوزهای General

به علت گران بودن فیوزهای general و full range فقط در حفاظت‌های خاص مثل شاخه‌ای از مدار که جریان اتصال کوتاه پایینی دارد ویا کلید فیوزهایی که قابلیت قطع ندارنداستفاده می گردندکه این امر در بعضی تابلو های قدیمی دیده می‌شود. به علت هزینه های بالاتر این فیوزها در موارد تعویض تابلو شاید مقرون به صرفه تر باشد.

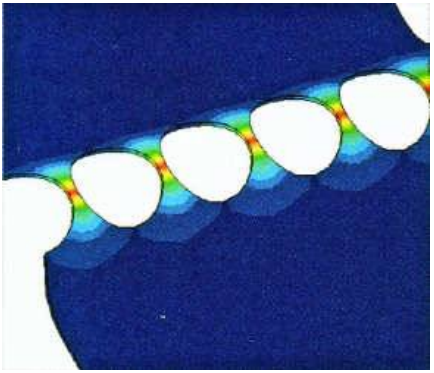
فیوزهای HH در محفظه روغن که به عنوان حفاظت اتصال کوتاه ترانس به کار-می‌روند، دارای مزیت صرفه جویی در فضا وکاهش قیمت می باشند. این تکنیک که امروزه بیشتر در امریکا وبرای ترانسهای کوچک توزیع استفاده می‌شود در اروپا نیز

مصرف روز افزون دارد و معمولا برای توربین‌های بادی و ترانسهای هوایی استفاده می‌گردد.

جابجایی: فیوزهای HH سنگین و با ظاهری بسیار سخت ومحکم می باشند، ولی بر خلاف ظاهر آنها به علت ساختمان ظریف المان داخلی ، بسیار نسبت به ضربه‌های خارجی آسیب پذیر هستند. بنابر این باید فیوزهای HH را درست قبل از استفاده از جعبه خارج کردو مانند رله‌ها و تجهیزات اندازه‌گیری باید با دقت کامل حمل شوندودر صورت مشاهده آثار ضربه یا صدمه بر روی دو کلاهک فیوز، و یا بر روی بدنه عایق به هیچ وجه نباید مورد استفاده قرار گیرند، بلکه باید برای باز یافت فرستاده شوند.

۵-فیوزهای الکتریکی چگونه عمل می‌کنند؟

فیوزها یا به طور دقیق‌تر، فواصل نقطه‌چین در المان فیوز ضعیف‌ترین نقطه در مدار الکتریکی هستند. بنابراین سریعتر گرم می‌شوند و به گرمترین نقطه مدار تبدیل می-شوند. (عکس مادون قرمز شکل۵,۱ را مشاهده کنید).



شکل ۵,۱ – نقاط باریک بر روی المان فیوز

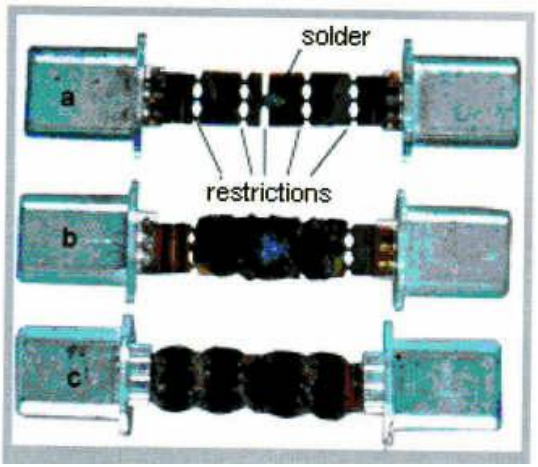
توضیح بیشتر: بخش باقی‌مانده اتصال در نقطه‌چین از فیوز NH (مجموع تمام مسیرهای موازی)، حدود ۱ یا ۲ درصد سطح مقطع هادی متصلی است که قرار است حفاظت شود. حتی در حفاظت ادوات نیمه هادی این مقدار به کمتر از ۱٪ تقلیل می‌یابد.

به محض عبور جریان بیش از حد ، برای مدت زمان کافی جهت ذوب شدن اتصالات نقطه‌چین عمل شکست فیوز آغاز می شود و با پیشرفت قوس ادامه می یابد. دمای

ذوب المان فیوز مس خالص ۱۰۸۰ درجه و برای نقره ۹۶۰ درجه سانتیگراد است. بنابراین این المان‌ها فقط برای قطع جریان‌ها ی بالا که رسیدن به دمای ذوب سریع اتفاق می‌افتد، ایده‌آل می باشند. در جریان‌های بالای دائمی که در آنها قطعه به دمای ذوب نمی‌رسد یا رسیدن به دمای ذوب با سرعت بسیار کندی صورت می-پذیرد، فیوز لینک بسیار داغ می‌شود و باعث آسیب دیدن کنتاکت‌ها و همچنین تجهیزات کنار فیوز می‌شود. استفاده از فیوز در این بازه جریانی ممنوع است. برای فیوزلینک‌هایی با المان مس یا نقره خالص بدون هیچ گونه موادی با نقطه ذوب پایین، معمولاً دارای محدوده ممنوعه ای برای رنج های جریانی مشخص شده هستند، و فیوز باید تنها در این رنجهای محدودی برای حفاظت اتصال کوتاه استفاده شود.

۱-۵- فیوزهای full range-قطع کنند اضافه جریان

برای قطع اضافه جریان‌های کوچکتر(اضافه بار)، یک نقطه لحیم با دمای ذوب پایین از جنس قلع یا آلیاژهای قلع درست در وسط نقطه چین موجود در المان فیوز که گرمترین نقطه فیوز است قرار می‌دهیم (شکل۵,۲ بخش a).



شکل ۵,۲ -المان فیوز NH

a) نو b)پس از اضافه بار c)پس از قطع به دلیل اتصال کوتاه

(لحیم‌هایی از جنس سرب یا کادمیم که قبلاً استفاده می‌شده، با فلزات بی خطرتر جایگزین شده‌است.) زمانی که لحیم ذوب می‌شود بخش نقطه چین شروع به حل

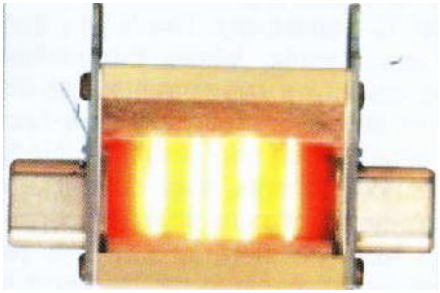
شدن می‌کند، و قوس در دو جهت شروع به سوزاندن المان می‌کند، تا با صفرشدن سیکل جریان این سوختن قطع شود. سرد کردن قوس که توسط شنهای کوارتز ذوب شده صورت می‌پذیرد، از بازگشت قوس به علت ولتاژ برگشتی جلوگیری می‌کند. در محل قوس ماده ای عایق متشکل از فلز المان فیوزی، لحیم و کوارتز تشکیل می‌شودکه با توجه به شکلش معمولاً به کرم سنگی معروف است(شکل ۵,۲ بخش b).

با توجه به شکل سنگی باقیمانده از فیوز افراد ماهر با دقت نسبتا بالایی می‌توانند جریانی را که باعث این پدیده شده است تخمین بزنند. در جریان‌های خیلی بالا تمامی نقطه‌چین‌ها تقریباً همزمان ذوب می‌شودو یک سری قوس به تعداد نقطه‌چین‌های موجود تشکیل می‌شود که تشکیل یک قطعه یکپارچه سنگی در تمام طول فیوز را می دهند، که شکل معمول آن برای قطع جریان اتصال کوتاه نشان داده شده است. (شکل۵,۲بخش c).

۲-۵- محدود کردن جریان- قطع مدار

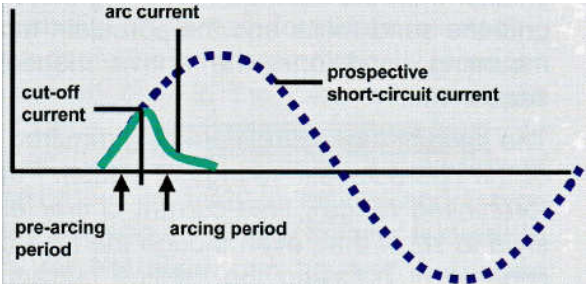
در جریان‌های بالای حاصل از اتصال کوتاه تمامی نقطه‌چین‌ها با سرعت بالا همزمان داغ می‌شوند(شکل۵,۳). تا زمانی که این اتصالات بخار شود. بخار فلز درفاصله هوایی بین ماسه‌ها با فشاری زیاد، متراکم می‌شود، و تدریجاً در سطوح خارجی سرد می‌شود. از آنجاییکه فشار داخلی فیوز ثابت است، سایز ماسه‌ها و میزان پر کردن نقش اساسی را در یک قطع موفق بازی می‌کنند.

اگر ماسه بسیار زیاد فشرده شده باشد(به واسطه میزان گرد وخاک زیاد)، فشار داخلی زیادی تولید می‌شود که می‌تواند باعث شکستن بدنه فیوز گردد. اگر فاصله هوایی بین دانه‌های ماسه زیاد باشد قوس می‌تواند تا بدنه فیوز یا



شکل ۵,۳ – قطع اتصال کوتاه

صفحات فلزی دو سر ادامه یابد و به آنها آسیب بزند. ماسه درست دانه بندی شده و فراوری شده می‌تواند تدریجاً قوس را با جذب انرژی از آن خنک کرده، و قوس را قبل از صفر شدن جریان خاموش کند که باعث افزایش ولتاژ قوس به بیش از ولتاژ نامی می‌شود. ولی جریان پیک، به هیچ وجه به جریان اتصال کوتاه نمی‌رسد (شکل ۵,۴).

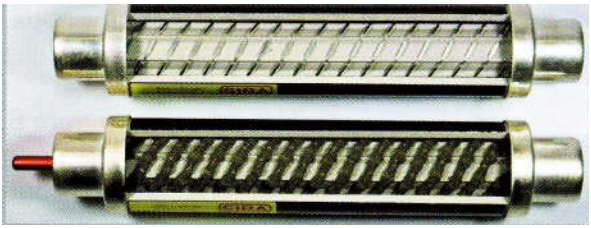


شکل ۵,۴ – محدود سازی جریان اتصال کوتاه

در نتیجه، محدود کردن جریان یکی از خواص ارزشمند فیوز است، که قابل مقایسه با دیگر تجهیزات حفاظتی جریانی نمی‌باشد. جریان های اتصال کوتاه معمولاً پیک اولیه بالایی دارند که معروف به ضربه جریان اتصال کوتاه است. میدان مغناطیسی حاصل ، نیروی غیر قابل تصور و بزرگی بر هادی حامل جریان، کابلشوهای مربوطه، و مقره‌های اتکایی وارد می‌کند. استفاده از فیوزهای محدود کننده جریان ، میزان نیروی الکترومغناطیس حاصل از اتصال کوتاه را کاهش داده و آن را کنترل میکند. فیوزهای محدود کننده جریان نه تنها جریان را محدود می‌کنند بلکه انرژی را که بر اساس رابطه I^2t تعریف می‌شود، یعنی انرژی تلف شده در محل قوس را نیزکاهش می‌دهند. بنابراین محدود کردن جریان در واقع محدود کردن خطرات ممکن برای افرادی است که با تجهیزات برقدار کار می‌کنند .(فصل ۱۶ را مطالعه فرمایید).

۵-۳- فیوز HH Backup

در جریان‌های بالا فیوز HH Backup مشابه فیوز NH عمل می‌کند با این تفاوت که اولاً تعداد نقطه‌چین‌ها در طول المان بیشتر است بنابراین تعداد قوس های جزیی حاصل نیز متناسب با ولتاژ بازگشتی افزایش می‌یابد. قطعه سنگی شکل حاصل از سوختن به همان شکل المان، به دور قطعه عایق می‌پیچد (شکل۵,۵).



شکل ۵،۵ – فیوز HH قبل(بالا) وبعد(پایین) از عمل کردن

هرچه المان طولانی تر بسوزد قطعه سنگی کلفت تر می‌شود. بنابراین فاصله هر دور المان با دور بعد باید به اندازه کافی زیاد باشد تا قوس بجای انتخاب مسیرمستقیم در طول فیوز مجبور به دنبال کردن مسیر المان باشد ، همچنین باید فاصله المان از لوله عایق به اندازه کافی زیاد باشد تا المان ملتهب باعث آسیب دیدن لوله عایق نشود.

قطع ولتاژ بالا و محدودکردن موثر جریان فقط به وسیله فشار بالاو خنک کنندگی قوس توسط ماسه‌های ذوب شده حاصل می‌شود. جریان اتصال کوتاه بالا فشار بسیار بالایی (تا bar۱۰۰) در تیوب فیوز بوجود میآورد که اثر تشدید کننده‌ای در سوختن فیوز دارد. قدرت قطع فیوز فقط توسط قدرت تحمل فشار بدنه آن محدود می‌شود. ماکزیمم جریان قابل قطع فیوز I_1 که بر روی بدنه فیوز نوشته می‌شود، باید بیشتر از جریانی باشد که انتظار می‌رود فیوز با آن مواجه شود. برای مطمئن شدن از شرایط ایده‌آل برای عملکرد مناسب ، جریان مینیمم قطع فیوز برای اینکه فشار داخلی به حد کافی برای قطع برسد نیز باید تعیین شود. فیوزهای Backup HH قابلیت قطع افزایش جریان‌های کم را ندارند.در جریان‌های کمتر از جریان قطع مینیمم، المان فیوز گداخته می‌شود، وقوس طولانی مدت می‌سوزد تا همه ماسه ذوب شده و تیوب چینی فیوز آسیب ببیند. بر اساس شرایط نصب فیوز پدیده ذکر شده می‌تواند حوادث مختلفی به بار آورد.

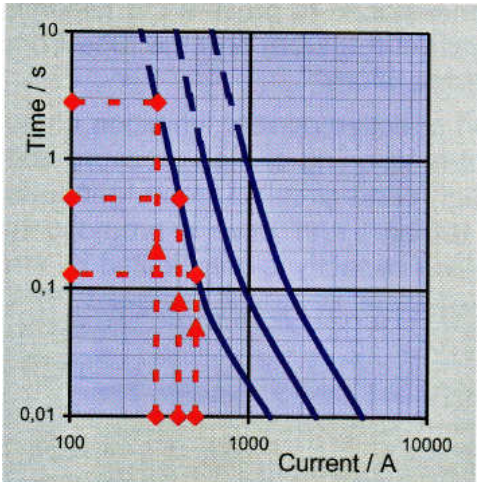
مینیمم جریان قطع فیوز I_3 که لازم است روی فیوز نوشته شده باشد از مشخصات فنی فیوز است. جریان‌های کمتر از I_3 ، به عنوان مدلهای محدود کننده یاد می-شوندو در منحنی زمان- جریان به صورت نقطه‌چین نشان داده شده اند. و به این معنی می باشد که در این نقاط المان فیوز ذوب می‌شود ولی فیوز قدرت قطع جریان را ندارد. اگر در مداری که فیوز Backup HH نصب می‌شود، جریان‌های در رنج نقطه

چین عبور می‌کند، لازم است برای حفاظت مدار از وسایل جانبی چون، کلیدفیوز که برای قطع چنین جریان هایی طراحی شده‌اند استفاده کرد.

۶-منحنی مشخصاتی (طراحی شده برای هر گونه استفاده)

۶-۱- منحنی "Time-Current"

فاصله زمانی بین وقوع اضافه جریان و ذوب نقاط ضعیف شده المان (قبل از قوس) متناسب با میزان افزایش جریان است. بنابراین برای هر فیوز در جریان‌های متفاوت زمان قبل از قوس اندازه‌گیری می‌شود. رابطه بین زمان قبل از قوس و جریان قطع به صورت منحنی "Time-Current" تهیه شده است (شکل ۱,۶). منحنی "Time-Current" پارامتر مهمی در تعین مشخصات فیوز است.



شکل ۶,۱ – مشخصه Time - Current

برای مقایسه بهتر منحنی‌ها اندازه های لگاریتمی به صورت دو برابر استاندارد شده اند. برای فیوزهای Prartial Range نقاطی که حتی در صورت بالا رفتن دما ، فیوز قابلیت عملکرد ندارد، بعنوان منطقه ای که اگر حتی فیوز در آن محدوده به دمای ذوب نیز برسد عمل نمی‌کند به صورت نقطه چین مشخص شده است.(شکل ۱,۶).

منحنی "Time-Current" داده‌های مهمی برای تعیین اثر حفاظتی و تناسب فیوز با دیگر تجهیزات حفاظتی است.دو نوع منحنی زمان جریان موجود است:

- ✓ منحنی "Time-Current" قبل از قوس.

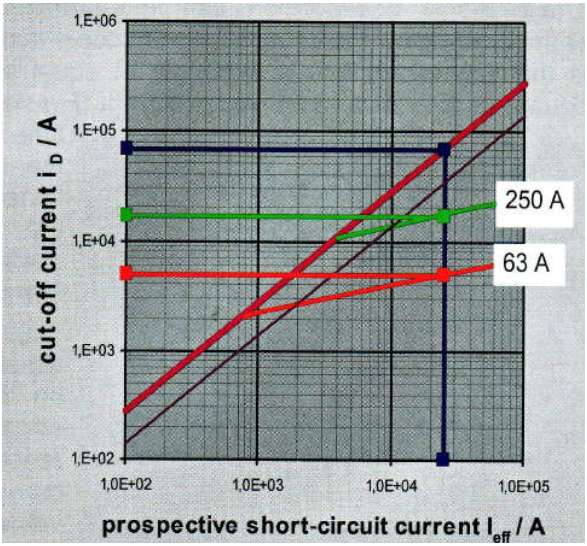
- ✓ منحنی "Time-Current" که زمان قوس زدن را نیز در بر دارد (شکل ۵,۴).

برای منحنی "Time-Current" معمولاً زمان‌های بیش از ۱۰۰ میلی ثانیه در نظر گرفته می‌شود. زمان قبل از قوس و زمان عملکرد فیوز تقریباً برابر است. زمان قوس را باید در حدود چند میلی ثانیه در نظر گرفت. سازندگان معمولاً منحنی "Time-Current" میانگین را در کاتالوگهای خود فراهم می‌کنند، که تا ۲۰٪ برای HH فیوز و در حدود ۱۰٪ برای NH فیوز و D فیوز تفاوت دارد. تحت شرایط دقیق کنترل شده توسط سازنده، میزان خطا به میزان ۱۰٪ برای HH فیوز و ۷٪ برای NH فیوز می‌رسد. برای بعضی استفاده‌های خاص مانند کلیدفیوز های فشار قوی طبق استاندارد VDE 0671 بخش ۱۰۵ خطای کمتری نیاز است.

تلرانس منحنی "Time-Current" فیوزهای فشارضعیف در استاندارد VDE0636 ذکر شده که باید رعایت شود.

۲-۶- منحنی قطع

ماکزیمم جریان اتصال کوتاه لحظه‌ای قابل قطع توسط فیوز به عنوان منحنی قطع توسط سازنده منتشر می‌شود (شکل ۶,۲).



شکل ۶,۲ – منحنی قطع

از روی منحنی مشخص می‌شود که فیوز تا چه حدی جریان اتصال کوتاه احتمالی را کاهش می‌دهد. لازم به ذکر است که مقادیر جریان مورد استفاده در منحنی مقادیر لحظه‌ای وبعنوان جریان تولید کننده نیروی مغناطیسی بین دو هادی می باشد. جریان اتصال کوتاهی که در روی محور مختصات دیده می‌شود در واقع همان جریان RMS ، ۵۰ هرتز اتصال کوتاهی است که بدون در نظر گرفتن فیوز محاسبه می‌شود. در زمانی که حفاظتی وجود ندارد این جریان در هنگام اتصال کوتاه ایجاد می‌شود. در(شکل ۶,۲) به طور مثال جریان اتصال کوتاه محتمل باس 25KA در نزدیکی ژنراتور به ماکزیمم جریان اتصال کوتاه ضربه ای تا 70KA می‌رسد .(بالاترین نقطه منحنی). جریان اتصال کوتاه دورتر از ژنراتور دارای پیک 35KA است (نقطه چین). فیوز 250A gG جریان قطع را به 17KA محدود می‌کند، و فیوز 63A این جریان را به 5KA محدود می‌کند.

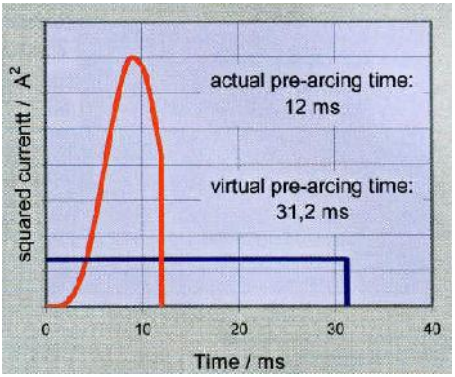
۳-۶-زمان مجازی و I^2t

منحنی "Time-Current" که توسط سازنده فراهم می‌شود، پارامتر مهمی برای انتخاب مناسب فیوز است. این فیوزها برای زمان قبل از قوس بیش از ۱۰۰ میلی ثانیه به همراه فیوز ها وتجهیزات کلید زنی استفاده می‌شوند. در زمان‌های پیش از قوس بیش از ۱۰۰ میلی ثانیه مقدارزمان بدست آمده از منحنی حقیقی است. برای مقادیر زمانی کمتر از ۱۰۰ میلی ثانیه زمان مجازی در منحنی دیده می‌شود، که به راحتی با استفاده از انتگرال I^2t قابل محاسبه است. مشخصه I^2t به روشهای های مختلف قابل تعریف است. به‌طور مثال I^2t نشان دهنده اثر گرمایی جریان است، که باعث عملکرد فیوز می‌شود (بنابراین به آن انتگرال ژول نیز می‌گویند).

نمودار I^2t یک مشخصه فیزیکی واقعی فیوز است، و فقط وابسته به ساخت فیوز می-باشد، ولی زمان قبل از قوس در مدلهای پایین تابعی از تغییرات جریان بر حسب زمان است.

تغییرات منحنی جریان اتصال کوتاه با استفاده از زاویه قطع و امپدانس سیستم تعیین می‌شود. برای تعیین رفتار ذوب شدن فیوز، زمان مجازی قبل از قوس فیوز برای منحنی "Time-Current" فیوزمحاسبه می‌شود.

زمان قبل از قوس مجازی t_v را می‌توان با محاسبه سطح زیر منحنی توان دوم جریان بر حسب زمان محاسبه کرد.



شکل ۶,۳ – زمانهای واقعی ومجازی

۷-هماهنگی

-ایجاد قابلیت اطمینان بیشتر در منبع

هماهنگی بین تجهیزات حفاظتی از پیش فرضهای مهم برای قابلیت اطمینان منبع در یک سیستم قدرت می باشد.حفاظت انتخابی باعث دسترسی بیشتر به انرژی و محدود کردن خسارتها ی ایجاد شده توسط خطاها می شود و به آسانی توسط فیوزها امکان پذیر می باشد ، این هماهنگی می تواند بوسیله ترکیبات فیوزها و دیگر تجهیزات حفاظتی مانند کلید هم ایجاد گردد.

هماهنگی یعنی این که مادامیکه دیگر مدارها به صورت موازی ودر حال کار کردن می باشند تنها شبکه معیوب از مدار خارج گردد،به این معنا که جریان خطا تنها بوسیله حفاظت خاص همان مدار محدود گردد. مدارهای سالم دیگر نباید به هیچ عنوان تحت شرایط خطا عمل کنند.

هماهنگی به صورت زیر تعریف می گردد:

انطباق کامل،در صورتی که برای مدلهای کامل جریانهای خطا طراحی گردند.

انطباق نسبی،در صورتیکه تنها برای محدوده کوچکی از جریانهای خطا طراحی شوند.مثالهای زیر برای نشان دادن تعدادی از موارد ایجاد هماهنگی می باشد.

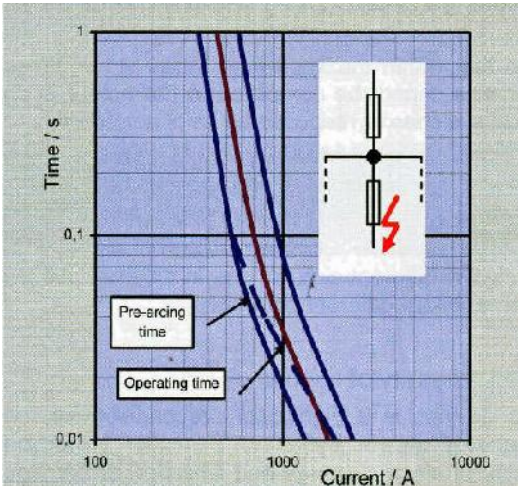
۷-۱- هماهنگی بین فیوزها

حفاظت انتخابی به آسانی و مادامی که منحنی های قبل از قوس مشخصه Time-"Current" در بازه کامل جریانهای خطا موازی باشند واز هم عبور نکنند بوسیله

فیوزها قابل دستیابی است.(شکل ۷,۱)

برای سیستمهای قدرت شعاعی حفاظت انتخابی بوسیله فیوزهای استاندارد شده gGبه آسانی ممکن می باشد.

فیوزهای gG با رنجهای جریانی بین ۱۶ تا ۱۲۵۰ آمپر جدا شده با نسبت ۱:۱,۶(دو سطح جریانی)همیشه دارای هماهنگی انتخابی برای محدوده کامل جریانهای خطا می باشند.



شکل ۷,۱ – حفاظت انتخابی در شبکه های شعاعی

برای تمام انواع دیگر فیوزها شامل فیوزهای HH محاسبات هماهنگی بر پایه اطلاعات تولید کنندگان فیوز انجام می گیرد.مشخصه های" Time-Current "قبل از قوس برای تعیین حفاظت اضافه بار به کار می رود،به منظور محاسبه خطاهای اتصال کوتاه (جریانهای قوس زیر ۱۰۰میلی ثانیه)زمان عملکرد (زمانهای قبل ازقوس+زمان قوس)باید مد نظر قرار بگیرند.(شکل ۷,۱)

هماهنگی بین فیوزها ی متصل شده به صورت سری هنگامی ممکن می باشد که زمان قبل از قوس فیوز بزرگتر بالا دست طولانی تر از زمان عملکرد نزدیکترین فیوز به محل خطا باشد.

اثر قانون ژول(مقدار I^2t)می تواند به جای مشخصه " Time-Current "مورد استفاده قرار گیرد.

۲-۷-هماهنگی بین فیوزها وکلید

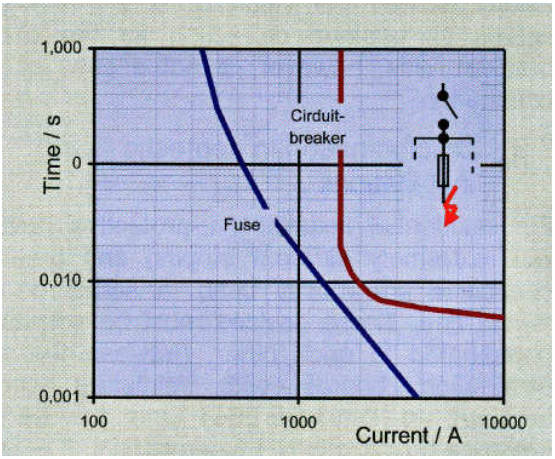
کلیدها هم مانند فیوزها پس از یک بازه زمانی خاص عمل می کنند،مقدار این زمان تابعی از دامنه جریان می باشد. این ارتباط بوسیله مشخصه " Time-Current "که باعث هماهنگی بین فیوزها میشود ایجاد می گردد.(شکل۷,۲)

مشخصه های قطع یک کلید شامل یک خط عمودی در نقطه جریان خطا و یک خط جریان تقریبا افقی منطبق با یک زمان قطع ثابت می باشد. منحنی ویژگی فیوزها نمایانگر یک خط تقریبا مورب است که به خاطر انتگرال ذوب ثابت به صورت یکنواخت حتی در جریانهای خیلی بالا کاهش می یابد.بسته به اینکه منحنی ها چگونه به هم مرتبط می گردند ممکن است در نقاط خاصی همدیگر را قطع کنند که نشان دهنده محدودیتهای هماهنگی است.(شکل۷,۳)

برای اتصال سری فیوزها وکلید دو نمونه مختلف از آرایش باید مد نظر قرار بگیرند:

الف)کلید بالادست فیوزها

این نحوه اتصال (شکل ۷,۲) غالبا در سیستمهای توزیع اصلی و شبکه های فشار متوسط مورد استفاده قرار می گیرد،با هماهنگی کامل و بدون هیچگونه تداخلی در منحنی ها تطابق برای مدلهای کامل جریانهای خطا (تطابق کامل)ایجاد می گردد. مشخصه " Time-Current "اعمالی فیوز باید با مشخصه قطع کلید مقایسه گردد.

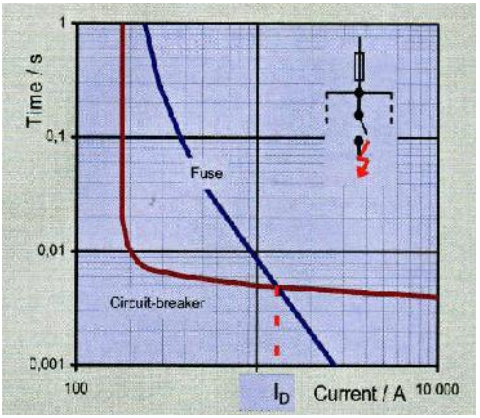


شکل ۷,۲ – کلید بالادست فیوز

توجه: برای زمانهای زیر۱۰۰میلی ثانیه زمانهای مجازی ونه واقعی که از قانون اثر ژول(مقادیرI^2t) به دست می آیند در مشخصه " Time-Current "داده شده اند.زمانهای واقعی بستگی به لحظه آغاز جریان اتصال کوتاه دارند،و به طور موثری از مقادیر مجازی تغییر می یابند.به همین علت است که مشخصه های " Time-Current "تنها در صورتیکه بر پایه مقادیر I^2tبه دست آیند قابل استفاده می باشند.

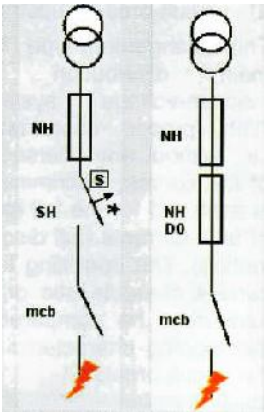
ب)فیوز بالادست کلید

این نوع آرایش (شکل۷,۳) معمولا برای مصارف خانگی استفاده می گردد و می تواند در پستهای توزیع دارای کلید اصلی و در بخش فشار ضعیف استفاده گردد.بواسطه رفتار متفاوت آنها همیشه نقطه ای وجود دارد که منحنی ها همدیگر را قطع می کنند.



شکل ۷,۳ – فیوز بالادست کلید

این نقطه نشان دهنده جریان حدی I_D است که تا آن جریان (نسبی)هماهنگی می تواند وجود داشته باشد.در جریانهای خطای کمتر از I_Dکلید قبل از ذوب فیوز عمل می کند . در جریانهای بالاتر فیوز سریعتر عمل میکند ودر جریانهای نزدیک جریان حدی هر دو ابزار حفاظتی با هم عمل می کنندو حفاظت ایجاد شده دیگر انتخابی نخواهند بود.
چنین پدیده ای هنگامی که قدرت قطع کلید از مقدار جریان I_D خیلی بیشتر نباشد باعث میگردد که فیوز بعنوان یک حفاظت Backup برای کلید عمل کندو به معنای عدم هماهنگی نمی باشد.



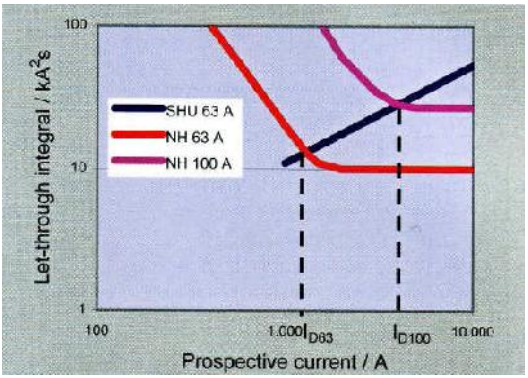
شکل ۷,۴ – حفاظت انتخابی در تاسیسات مسکونی

۷-۳-هماهنگی در تاسیسات مسکونی

برای تاسیسات مسکونی تجهیزات حفاظتی با مشخصات وقدرتهای قطع کاملا متفاوت به صورت سری در یک خط فیدر نصب می گردند.این تجهیزات باید به صورت انتخابی با هم انطباق داشته باشند.بین خروجیهای تابلوهای توزیع با فیوز مینیاتوری مطابق با DIN VDE 0641 و تابلوهای توزیع ورودی با فیوزهای NH مطابق با DIN VDE 0636 تجهیزات حفاظتی اضافه جریان در بالادست دستگاههای انداره گیری نصب می گردد که انتظار میرود به صورت انتخابی از طرف هر دو حفاظت عمل کند.علاوه بر فیوزهای NH یا کلیدهای ترکیب شده با فیوزهای D0 با مشخصه gG انتخابی ، کلید های اصلی (بریکرهای SH) مطابق با پیش نویس DIN VDE 0643یا پیش نویس DIN VDE 0645 نیز استفاده می گردند که حفاظتی انتخابی با فیوز های مینیاتوری ایجاد می کنند.(شکل۷,۴)

برای خطاهای پایین دست یکm.c.b (خطای اتصال کوتاه در پریز) استفاده از فیوز NH یا D0تنها در صورتی که جریانهای خطا کمتر از I_D باشند، (شکل۷,۳)کارساز می‌باشد.

در جریانهای خطای بالاتر فیوزهای نصب شده در بالادست کنتور هم ممکن است عمل کنند. در صورت هماهنگی درست جریانها کلیدهای SHدر این مورد تا قدرت قطع m.c.b به صورت انتخابی عمل می کنند. در هر دوی این موارد فیوز ورودی که در مدار است سالم باقی می ماند.این مساله برای پایداری وتداوم انرژی در شبکه ها ومنازل مسکونی بسیار مهم است.



شکل ۷,۵ – محدودیتهای هماهنگی

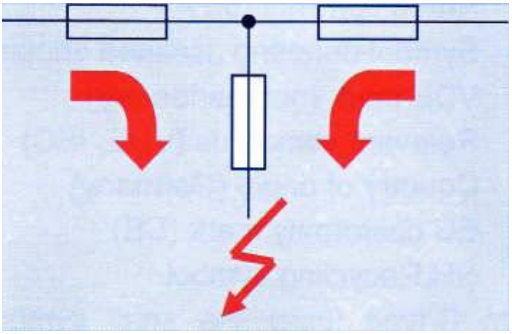
در صورت ایجاد جریانهای خطا در بالادست تابلوهای توزیع (خطای اتصال کوتاه رایزر کابل)،فیوزهای gGانتخاب شده مطابق با جریان نامی با نسبت 1:1,6تا ماکزیمم جریانهای خطا به صورت انتخابی عمل می کنند و به این ترتیب انرژی برق را در مدارات اندازه گیری مجاور حفظ می کنند.

Over Current Protective device	CharacteristicsNon tripping current	Non Tripping current	Tripping current
Fuse	gG	1.25 I_N	1.45 $I_{N*)}$
SH Breaker	E	1.05 I_N	1.20 I_N
M.c.b	B	1.13 I_N	1.45 I_N
*) Melting Current according to VDE 0636,special tests for cable overload protection			
Table 7.3-Tripping behaviour			

۷-۴-هماهنگی در شبکه های رینگ شده

شبکه های حلقوی از قبیل سیستم های توزیع فشار ضعیف، به دلیل تغذیه گره از هردو طرف ، درجهٔ بالایی از قابلیت اطمینان در عملکرد را فراهم می کنند. بدلیل پیچیدگی های مربوطه شبکه های حلقوی به طور قابل ملاحظه ای در حلقه های باز همانند سیستم های شعاعی با مرتبه بندی حفاظتی معین استفاده می گردند. ملاحظات زیر تنها برای شبکه های تماما حلقوی کاربرد دارند که در آنها فیوزهای gG با جریان نامی یکسان

بر روی تمام شاخه های شبکه نصب شده باشند. از این رو، اضافه جریان های موجود بر روی یک شاخه همیشه توسط دو جریان جزئی از یک گره تغذیه می شوند. (شکل ۷،۶) بنابراین دو فیوز بالادست به طور موازی برای هر فیوز وجود دارد. اگر یک اضافه جریان به طور مساوی بین دو فیوز بالادست تقسیم شود فیوز نصب شده بر روی شاخه ای که خطا در آن رخ داده است و یا دارای اضافه بار است اگر چه جریان نامی برابر با فیوز بالادست دارد به طور انتخابی عمل می کند. نسبت جریان ماکزیمم در هر یک از شاخه های بالادست به کل جریانی که فیوزها قادر به عملکرد انتخابی در آن باشند، موسوم به نسبت **هماهنگی** می باشد. فیوزهای استاندارد gG دارای نسبت **هماهنگی** 0.63 هستند، یعنی اگر هیچکدام از جریانهای بالادست بیشتر از 0.63 جریان کل نباشند، قطع اضافه جریان به طور انتخابی انجام خواهد شد.



شکل ۷،۶- گره یک شبکه رینگ

نسبت هماهنگی بزرگتر یا مساوی با 0.8 را می توان تنها به وسیلهٔ فیوزهای یکسان از یک سازنده بدست آورد که این فیوزها ترجیحاً باید فیوزهای مخصوص شبکه های رینگ باشند. چنین فیوزهایی با یک شاخص ولتاژ بسیار کم در حد چند ولت استفاده می شوند تا ولتاژ برگشت پایین رخ داده شده توسط قطع اضافه بار را شناسایی کنند.

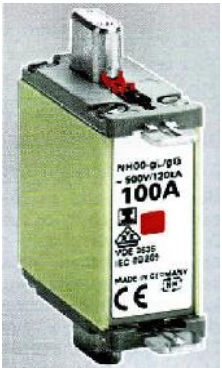
بر خلاف یک شبکهٔ شعاعی عملکرد فیوزهای مجزای ناشی از اضافه بار موقت مادامیکه تأمین منبع تغذیه از طریق شاخه های موازی تأمین می شود در یک شبکه حلقوی مورد توجه قرار نمی گیرند. از این رو پیشنهاد می شود که به طور منظم تمامی فیوزها چک شوند تا از کاهش نامحسوس قابلیت اطمینان جلوگیری شود.

۸- علامت گذاری

- تهیهٔ اطلاعات برای کاربر

فیوزلینک ها با اطلاعات مختلفی علامتگذاری می شوند (۸،۱) علاوه بر نام سازنده و مرجع شناسایی محصول، که در اینجا به دلیل کم اهمیت بودن حذف شده انـد، اطلاعات زیر بر روی فیوز لینک موجود می باشند (از بالا به پایین شکل ۸،۱)

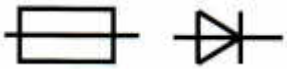
- اندازه - نوع (NH 00)
- طبقه بندی استفاده (g L / g G)
- ولتاژ نامی A.C (N 500V)
- ظرفیت قطع نامی (120 KA)
- جریان نامی (100 A)
- علامت نشان دهندۀ وضعیت عایقی"gripping- lug"
- علامت VDE (اجباری نیست)
- استانداردهای مربوطه (IEC, VDE)
- کشور سازنده (Germany)
- علامت مطابقت با اتحادیه اروپا (CE)
- علامت بازیابی NH



شکل ۸،۱- علامتگذاری فیوزهای NH

بر روی فیوزهای نوع D، علامت حلزونی شکل نشان دهنـدۀ مشخـصه تـأخیر زمـانی است که هنوز هم به طور مکرر بر روی فیوزها دیده می شود.

فیوزها برای حفاظت قطعات نیمه هادی، با ترکیبی از علائم ذیل بر روی سمت چپ علامتگذاری می شوند که شامل علامت مداری برای فیوز و یک دیود می باشد.



نشان دهنده ها : برای فیوزهای NH اجباری هستند. آنها ممکن است در مرکز قسمت جلو یا انتهای صفحه بالایی فیوز لینک قرار بگیرند. هر دو مورد موسوم به شاخص ترکیبی هستند که در شکل ۸,۱ نشان داده شده است. فیوزها معمولاً توسط یک کد تاریخ علامت گذاری می شوند که می توان به وسیلهٔ آن تاریخ ساخت فیوز را پیگیری نمود.

طبقه بندی استفاده gL، که توسط gG جایگزین شده است هنوز هم به عنوان قسمتی از علامتگذاری فیوزها محسوب می شود، (جدول ۱۰,۲) را ببینید. هم چنین علامت حلزونی شکل یک علامت دائمی بر روی فیوزهای پیچی می باشد. (شکل۸,۲) امروزه این علامت تنها در VDE 0635 موجود می باشد و برای استفاده در فیوزهای TNDz طراحی شده است. نگهدارنده های فیوز باید بوسیلهٔ نام سازنده و یک کد به عنوان یک مرجع شناسایی منحصر به فرد علامت گذاری شوند. پارامترهای مهم برای کاربران عبارتند از جریان نامی برای تعیین ظرفیت بارگذاری حرارتی و ولتاژ نامی برای تعیین ویژگیهای عایقی. نگهدارنده های فیوز عموماً برای کاربرد در هردو نوع ولتاژ AC و DC مناسب هستند. و به این دلیل علامت متمایزی در رابطه با این پارامتر برروی فیوزها درج نمیشود.

توجه: جریان نامی پایه فیوزها و نگهدارنده ها به طبقه بندی کاربردی فیوز لینک های gG مربوط می شود. اتلاف توان مجاز ، متناظر با اتلاف توان ماکزیمم (اتلاف توان نامی) یک فیوز gG می باشند. (جدول۲,۳ و۸,۱ در ضمیمه) اگر فیوز لینکهای با طبقه بندی کاربردی دیگری استفاده شده باشند، برای مثال gR یا gS، ضرایب تصحیح را باید مورد نظر قرار داد. این مساله برای فیوزهای نوع D هم که تنها با طبقه بندی استفادهٔ gG استاندارد شده اندکاربرد دارد اگر چه به عنوان فیوزهای aM یا gR با تلفات بسیار بالاتر نیز پیشنهاد می شوند.

شکل ۸،۲ – علامتگذاری فیوزهای مدل D

۹- علامت گذاری رنگی

از بین بردن اشتباه

جابجایی فیوزها با یکدیگر ممکن است منجر به عملکرد ناقص، زیاد گرم شدن یا حتی عدم عملکرد فیوز گردد. برای تمایز بهترمیان فیوزها علامت گذاری رنگی علاوه بر اطلاعات چاپ شده بر روی فیوز در استانداردهای مربوطه ذکر شده است. علامتگذاری رنگی برای مقاصد زیر مورد استفاده قرار می گیرد:

۱) طبقه بندی استفاده و ولتاژهای نامی برای فیوزهای NH

۲) جریانهای نامی برای فیوزهای پیچی

gG	aM	gTr	gB
400V*	400V	400V	
500V	500V		500V
690V	690V		690V
1000V	1000V		1000V
* Alternatively black			

شکل ۹،۱ – علامت رنگها در فیوزهای NH

برای فیوز لینک های NH با ولتاژ نامی 500 V بر روی فیوز با چاپ معمولی (Positive) حک شده است در حالی که ولتاژ های نامی 400 V و 690 V با یک رنگ مخصوص به صورت نگاتیو چاپ شده اند. فیوزهای gTr به رنگ قهوه ای و فیوزهای gB به رنگ قرمز علامتگذاری می شوند (جدول ۹،۱) فیوزهای 400V gG ممکن است دارای نوارهای رنگی سیاه یا آبی باشند برای فیوزهای نوع D نشان دهنده ها و قطعات اندازه گیری به صورت

رنگی علامتگذاری می شوند که برای مشخص کردن جریان نامی فیوز لینک یا پایه فیوز می باشد (جدول۹,۲)

شکل ۹،۱- مکانیزم نشانگر فیوزهای مدل D

I_N/A	2	4	6	10	13	16	20	25	35	50	63	80	100
Colour	Pink	Brown	Green	Red	Black	Grey	Blue	Yellow	Black	white	Coppery	Silver	Red

جدول ۹،۲ – علامت رنگهای فیوز مدل D

۱۰- انتخاب فیوزهای فشار ضعیف

فیوزهای مناسب برای هر کاربرد:

۱-۱۰- معیارهای انتخاب برای فیوزهای فشار ضعیف

انتخاب فیوز مناسب به عوامل زیر بستگی دارد:

- اطلاعات مربوط به منبع تغذیه با توجه به قطع منبع در زمان خطا.
- عملکرد حفاظتی یا تجهیزاتی که باید محافظت گردند.

برای منبع تغذیه معیارهای زیر را باید لحاظ کرد:

- ماکزیمم ولتاژ مجاز کاری فیوز باید بزرگتر از ماکزیمم ولتاژ شبکه باشد.

Rated voltage of the fuse	Maximum System Voltage
230V	253V
400V	440V
500V	550V
690V	725V

جدول ۱۰،۱ – ولتاژ کاری مجاز

توجه: بر خلاف فیوزهای HH هیچ مینیمم ولتاژ کاری برای فیوزهای نوع D و نوع NH در نظر گرفته نمی شود. به هر حال نشان گرها (Strikerها) ممکن است در ولتاژهای برگشت بسیار پایین عمل نکنند فیوز باید متناسب با نوع جریان و نوع فرکانس سیستم طراحی شده باشد. قابلیت استفاده درجریان مستقیم یا جریان متناوب نیز باید به طور جداگانه ذکر شود. مگر این که محدودهٔ فرکانس 42HZ یا 62HZ مشخص شده باشد.

قدرت قطع فیوز باید بزرگتر از جریان اتصال کوتاه محتمل برای سیستم باشد.

توجه: حتی اگر ولتاژ کاری از 250V بیشتر نباشد فیوزهای مینیاتوری برای حفاظت تجهیزات الکترونیکی که مستقیماً به یک باسبار با ظرفیت اتصال کوتاه بزرگ متصل هستند مناسب نمی باشددراین حالت ابزار محدود کننده جریان برای مثال مقاومت های سری که قادر به تحمل ولتاژ شبکه می باشند، مورد نیاز هستند. برای حفاظت تجهیزات معمولی، فیوزهای مناسبی با مشخصات مناسب طراحی شده اند. فیوزها برای هادی های عایق شده، مدارات موتوری و ابزار نیمه هادی دارای استانداردهای بین المللی هستند. فیوز لینک ها با علامت هایی نشانه گذاری می شوند که نشان دهندهٔ کاربرد خاصی می باشند.

اولین حرف با حروف کوچک نشان دهندهٔ محدودهٔ قطع فیوز می باشد.

جدول ۲-۱۰ طبقه بندی کاربردی

کاربرد (مشخصه ها)	طبقه بندی استفاده
فیوز لینک با ظرفیت قطع محدودهٔ کامل برای کاربرد عمومی- عمدتاً برای حفاظت خط و کابل	gG
فیوز لینک با ظرفیت قطع جزئی برای حفاظت اتصال کوتاه مدارات موتوری	aM
فیوز لینک با ظرفیت قطع محدودهٔ کامل برای حفاظت ابزارهای نیمه هادی (سریعتر از gs)	gR
فیوز لینک با ظرفیت قطع محدودهٔ کامل برای حفاظت ابزارهای نیمه هادی	gS
فیوز لینک با ظرفیت قطع محدودهٔ جزئی برای حفاظت اتصال کوتاه تجهیزات نیمه هادی	aR

gB	فیوز لینک با ظرفیت قطع کامل برای کاربرد معدن کاری
gTr	فیوز لینک با ظرفیت قطع کامل برای حفاظت ترانس،(به جای جریان نامی (A) با واحد توان ظاهری نامی (KVA) علامتگذاری می شود).
gM	فیوزهای قدیمی یا فیوزهایی که کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. فیوز لینک های با ظرفیت قطع کامل برای حفاظت مدار موتوری- دارای دو مقدار نامی (معمولاً در انگلیس استفاده می شود)
gN	فیوزهای حفاظت خط و کابل (بیشتر در آمریکای شمالی بکار برده می شوند)
gD	فیوز تأخیر زمانی که عمدتاً برای حفاظت مدارات موتوری استفاده می شوند (بیشتر در آمریکای شمالی بکار برده می شوند)
gl	فیوز تأخیر زمانی ، که توسط فیوز های gG جایگزین شده
g ll	فیوز های باعملکرد سریع (مطابق استاندارد IEC) □ که توسط فیوز های gG جایگزین شده
gL	فیوز های حفاظت هادی (مطابق استاندارد VDE) ، که توسط فیوز های gG جایگزین شده
gRL	علامت ویژۀ کمپانی سازنده فیوز- که به عنوان gS استفاده شده است
gGR	علامت ویژۀ کمپانی سازنده فیوز - که به عنوان gS استفاده شده است
gT	فیوز تأخیر زمانی (مطابق استاندارد VDE) ، که توسط فیوز های gG جایگزین شده
gF	طبقه بندی کاربردی (مطابق استاندارد VDE) – با عملکرد سریع- که توسط فیوز های gG جایگزین شده
gTF	فیوز تأخیر زمانی/ با عملکرد سریع (مطابق استاندارد VDE) که توسط فیوز های gB جایگزین شده

"g " نشانگر فیوز لینک با ظرفیت قطع محدودۀ کامل می باشد و به معنای این است که فیوز لینک قابلیت قطع تمام اضافه جریان ها از مینیمم جریان ذوب تا ظرفیت قطع خود را دارد. فیوز لینک با ظرفیت قطع کامل را می توان به عنوان ابزار حفاظتی واحد بکار برد.

"a" نشانگر فیوز لینک با ظرفیت قطع محدودهٔ جزئی می باشد و به معنای این است که فیوز لینک قادر است تنها جریان های بالای چندین برابر مقدار نامی خود را قطع کند. فیوز لینک های با ظرفیت قطع محدودهٔ جزئی برای حفاظت اتصال کوتاه طراحی شده اند و همراه با تجهیزات دیگر می توانند به منظور حفاظت اضافه جریان بکار برده شوند. این فیوزها همچنین به عنوان حفاظت پشتیبان برای دیگر ابزارهای کلید زنی که دارای ظرفیت قطع پایینتری هستند مثل کنتاکتورها یا کلید ها ، مورد استفاده قرار می گیرند.

حرف بزرگ دوم نشانهٔ مشخصه می باشد، در جدول ۱۰,۲ طبقه بندی کاربردی استاندارد و کاربردهای مربوطه فهرست شده اند.

فیوزها محصولاتی با طول عمر طولانی هستند. از این رو کاربران با علامتهایی بر روی این تجهیزات برخورد می کند که در هیچ استاندارد جدیدی توصیف نشده اند. به همین دلیل برخی علامتها که قبلاً برای فیوزها مورد استفاده واقع می شدند، به جدول ۱۰,۲ اضافه گردیده است.

برخی انواع فیوزها که دارای استاندارد بین المللی هستند ولی معمولاً مورد استفاده قرار نمی گیرند نیز در جدول لیست شده اند .

۲-۱۰- حفاظت کابل و خط

حفاظت کابلها و خطوط بوسیلهٔ فیوزهای gG یکی از گسترده ترین موارد کاربرد فیوزها می باشد. مشخصات جریان زمان این فیوزها مطابق ظرفیت جریان هادی های عایق شده تنظیم شده است. جریان نامی این فیوز لینک ها متناسب با ظرفیت جریان کابل با استفاده از معادلهٔ زیر محاسبه می شود:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

که در آن

Ib = جریان کاری مدار

I_z = ظرفیت عبور جریان پیوسته هادی (استاندارد VDE را ملاحظه نمایید)

In = جریان نامی فیوز

هادی های عایق شده می توانند تا ۴۵٪ اضافه بار را تحمل کنند ، در نتیجه، ابزار حفاظتی اضافه جریان باید قادر باشند که **۱/۴۵برابرجریان** نامی را تحمل کنند-

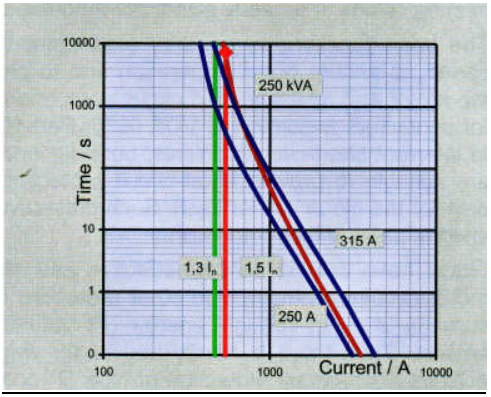
فیوزهای نوع D با جریان نامی بزرگتر از 10A و فیوزهای NH با جریان نامی بزرگتر از 16A در این شرط صدق می کند .

توجه: جریان ذوب فیوزهای gG حدود In 1.6 می باشد که این مقدار در مقایسه با دیگرتجهیزات حفاظتی مانندکلیدهای مینیاتوری، کاملاً دقیق نمی باشد. نتایج آزمایش های مختلف که به مرور زمان تبدیل به استانداردی برای فیوزها شده است حاکی از این است که مشخصه قطع فیوزهای gG متناظر با ظرفیت اضافه بار هادیهایی است که بایستی حفاظت شوند.

۳-۱۰- حفاظت ترانس بوسیلهٔ فیوزهای NH

در سمت (فشار ضعیف) ترانس های توزیع تا 1000KVA معمولاً فیوزهایی برای حفاظت در برابر اضافه بار و اتصال کوتاه باس بار نصب می شوند. کلید فیوزهای NH یا ریل های کلید فیوز مجهز شده به فیوزهای gG یا gTr معمولاً برای این منظور مورد استفاده قرار می گیرند. کلید فیوز ها یا فیوزهای NH نیز برای قطع ترانس ها و مدارات توزیع فشار ضعیف مناسب هستند.

حفاظت در برابر خطاهای داخلی ترانس ها، مثل اتصال کوتاه ترمینال فشار ضعیف، بوسیلهٔ فیوزهای HH در سمت فشار قوی انجام می شود.(۱۱,۲ را ببنید) از آنجاییکه هادی ها ی بین ترمینال های ترانس و کلید فیدر در سمت فشار ضعیف از لحاظ تئوری حفاظت نشده باقی می مانند از این رو عایق بندی شده و با توجه و دقت زیادی نصب می شوند.جریان فیوزها با جریان ترانسفورمر ها مطابقت نمی کنند.(چون ترانسها با توان ظاهری تعریف می شوند وبنابراین تعریف جریانی برای آنها بی معنی است).از این رو فیوزهای gTr و NH که متناسب با ظرفیت حرارتی ترانسها می باشند برای حفاظت ترانس ها طراحی شده و در آلمان استاندارد سازی شده اند. فیوزهای gTr برای مطابقت با توان ظاهری نامی ترانس ها برحسب KVA درجه بندی شده اند .فیوزهای gTr با توجه به KVAترانسها استاندارد شده اند وبیشترین میزان باردهی را برای ترانسهای توزیع دارای ولتاژ ۴۰۰ ولت ثانویه ممکن می سازند.



شکل ۱۰،۱۰- محافظت بهینه ترانسفورماتور با استفاده از فیوز gTr

این فیوزها می توانند جریانی معادل ۱،۳ برابر جریان نامی را در یک پریود زمانی ۱۰ ساعته تحمل کنند و طی مدت دو ساعت می توانند در جریانی معادل ۱،۵ برابر جریان نامی عمل کنند .

(شکل۱۰،۱) مشخصه جریان نامی یک فیوز 250KVA با جریان نامی 361A را در مقایسه با یک فیوز gG 315A و یک فیوز 250A نشان می دهد. با توجه به شکل اختلاف اصلی منحنی ها در شیب زیاد آن برای زمان های طولانی قبل از قوس می باشد. درجریانهای بالا منحنی ها مشابه هم می باشند.

فیوز gTr به طور انتخابی هماهنگ با فیوزهای حفاظتی هادی پایین دست در سیستم توزیع عمل میکند. اگر مقادیر عددی نامی فیوز در معادله $X\ (KVA) \geq I\ (A)$ صدق کند، به معنای این است که یک فیوز gTr با پارامتر X=250KVA یا بیشتر هماهنگ با فیوز gG پایین دست با پارامتر Y = 250A عمل می کند (شکل ۱۱،۱).

شرایط هماهنگی در سمت فشار قوی در VDE 0670 در بخش 402 تعریف شده است (۱۱،۲ را ببینید)

مشخصات فنی فیوزهای gTr دراستاندارد VDE 0616 بخش 2011 ذکر شده است.

فیوزهای gTr با ولتاژ نامی 400V و ظرفیت قطع 25KA موجب می شوند تلفات توان به اندازه ای کاهش یابد که بتوان فیوزهای gTr 1000KVA با جریان نامی 1442A را درپایه فیوز های با سایز 4a (حتی با جریان نامی 1250A) نصب کرد. باید اطمینان حاصل کرد که اتصالات برای سطح مقطع های هادی های مورد نیاز به طور مناسب انتخاب شده اند.

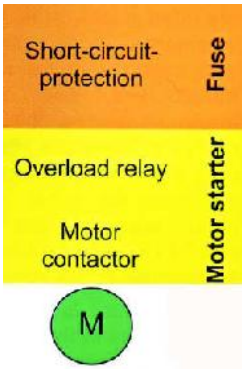
۴-۱۰- حفاظت مدار موتوری

المنتهای اصلی یک مدار موتوری علاوه بر خود موتور و کابلهای ارتباطی- عبارتند از راه اندازی موتور و ابزار حفاظتی اتصال کوتاه. شکل ۱۰,۲ یک دیاگرام از یک مدار موتوری نمونه را نشان می دهد. (کابلهای ارتباطی، اگر به درستی محاسبه شده باشند به طور اتوماتیک محافظت می شوند). عمل اصلی یک راه انداز موتور، رساندن موتور به سرعت نامی می باشد تا بتواند عملکرد عادی موتور را تضمین کند و حفاظت اضافه بار برای موتور و تمام مؤلفه های مداری مربوطه را فراهم آورد. بر طبق استاندارد VDE 0660 بخش 102 راه اندازهای موتوری و یا کنتاکتورهای موتوری معمولاً برای قطع جریان های اتصال کوتاه طراحی نشده اند ولی تجهیزات اضافی مورد نیاز است که نه تنها حفاظت اتصال کوتاه را برای موتور بلکه برای راه انداز موتور نیز فراهم می کند. چنین تجهیزات حفاظتی لزوماً جزو قطعات اصلی راه انداز موتور نیستند.

فیوزها برای مدارات موتوری تجهیزات حفاظتی قابل اطمینان و مقرون به صرفه ای هستند. در مقایسه با دیگر تجهیزات حفاظتی، ماکزیمم جریان قطع و انرژی عبوری مجاز (مقادیر $I^2 t$) در فیوزها عمدتاً مقادیر کوچکتری هستند. از این رو بندرت می توان روش بهتری برای حفاظت اتصال کوتاه طبقه بندی (هماهنگی) نوع "۲"بر طبق استاندارد VDE 0660 بخش 102 یافت.

طبقه بندی (هماهنگی) نوع"۲" به این معنی می باشد که:

- جریان های اتصال کوتاه به خوبی قطع می شوند.
- هیچ خطری برای افراد و تجهیزات نصب شده وجود ندارد و پس از بازرسی راه انداز دوباره می توان آن را مورد استفاده قرار داد، کنتاکتهایی که دارای قوس زدگی جزیی باشند به شرطی که به آسانی قابل جدا کردن باشند قابل استفاده مجدد می باشند.
- در مقایسه با طبقه بندی (هماهنگی) نوع ۲، طبقه بندی (هماهنگی) نوع ۱ که شرایط سختگیرانه تری دارد، به لزوم تعویض راه انداز و قطعات آن پس از رخ دادن خطای اتصال کوتاه، اشاره میکند.



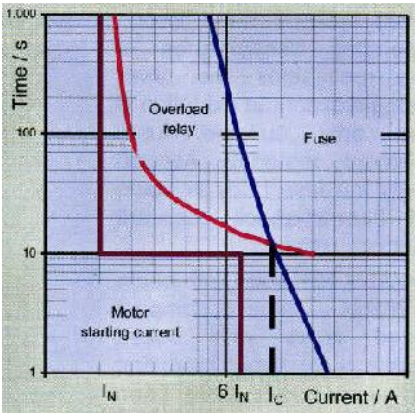
شکل ۱۰،۲- دیاگرام مدار موتور

برای فرآیندهایی که در آنها نیاز به حضور مداوم تجهیزات حفاظتی می باشد، فیوزها جایگزین مقرون به صرفه ای برای راه اندازهای موتوری با اندازهٔ بزرگ می باشند.

هماهنگی مناسب فیوزها و راه انداز موتور باید مطابق شرایط زیر انجام پذیرد:

- *موتور و راه انداز باید در برابر اثرات اتصال کوتاه محافظت شوند.*

برای این منظور ماکزیمم جریان قطع و انرژی مجاز (I^2t) فیوز باید کمتر از سطح پایداری کنتاکتور در حالت خطا باشد. تمامی اطلاعات مربوطه را می توان از مستندات سازنده بدست آورد. علاوه بر این جریان Ic انتقالی ، به عنوان جریانی که در آن فیوزها فرمان قطع را از رله اضافه بار می گیرند، باید کمتر از ظرفیت قطع کنتاکتور موتور باشد



شکل ۱۰،۳- انتخاب فیوزهای حفاظتی موتورها

- *از ایجاد اختلال در عملکرد فیوز ها باید جلوگیری کرد.*

این امر نیازمند فاصلهٔ زیاد بین مشخصه زمان- جریان فیوز و مشخصه جریان راه انـدازی موتور می باشد. در
راه اندازی مستقیم موتور جریانی معادل ۶ برابر جریان نامی برای یک پریـود ۱۰ ثانیـه ای داریم. (شکل ۱۰,۳)

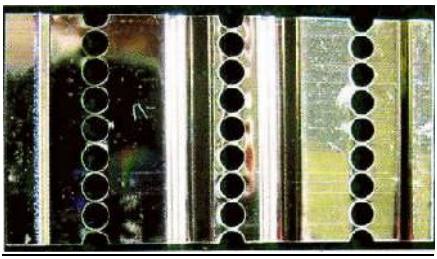
با توجه به شرایط عملکرد موتور و طبقه بندی کـاربردی فیـوز، جریانهـای نـامی فیـوز و موتور لزوماً با هم مطابقت ندارند.در عمل جریان نامی فیوز می تواند چندین برابـر بزرگتـر از جریان نامی موتور باشد.

فیوزهای gG و aM معمولاً برای حفاظت مدارات موتورها استفاده می شوند. از این رو اگـر چه فیوزهای gD و gM، به صورت بین المللی برای مقاصد یکسانی استاندارد شده انـد، در اینجا صرفنظر شده اند. در دسترس بودن گسترده و مقرون به صـرفه بـودن، جنبـه هـای سودمند فیوزهای gG هستند. اگر تجهیزات کوچک با تلفات توان کم مـورد نظـر باشـند، فیوزهای aM مناسبتر خواهند بود.

۵-۱۰- فیوزها جهت حفاظت نیمه هادی ها- فیوز های بسیار سریع

زمانی که دیودهای نیمه هادی قدرت در دهه ۱۹۵۰ وارد بازار شدند، نیازبه حفاظت مـوثر تجهیزات حساس به دما در همان زمان بوجود آمد. در آن زمان فیوزهـای الکتریکـی تنهـا تجهیزات مرتبط برای این منظور بودند.

در واقع یافتن روشی برای هماهنگی مشخصه ذوب یک المنت فلزی فیوز با ظرفیت اضافه بار حرارتی یک نیمه هادی، حائز اهمیت می باشد.

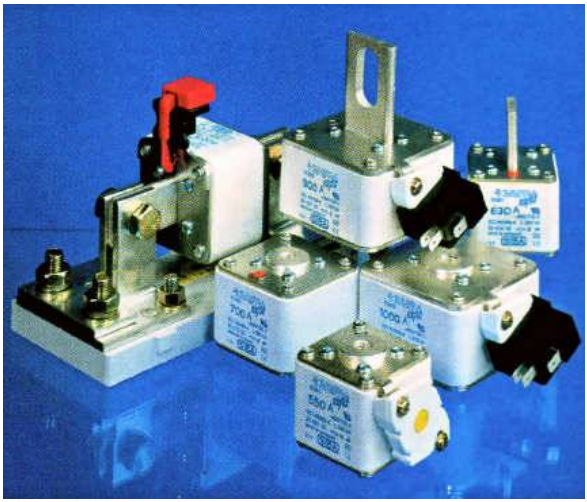


شکل ۱۰،۴ – المان در فیوزهای حفاظتی نیمه هادیها

از این رو، حفاظت موثر به معنای این است که اضافه جریان ها بـه سـرعت قطـع گردنـد برای این منظور، فیوزهای بسیار سریع با سطح مقطع محدود سازی شـده بـسیار کوچـک مورد استفاده قرار می گیرند. (شکل ۱۰,۴)

به دلیل دمای کاری بالا، نقره مقاوم در برابر اکسیداسیون تنها مادۀ مناسب به عنوان المان فیوز، می باشد. براین اساس بدنۀ فیوز سرامیکی از پودر آلومینا می باشد و مقاوم در برابر ضربه حرارتی ساخته می شود. به جز فیوزهای NH با کنتاکت های تیغه ای، انواع فشرده تری برای نصب بر روی ریل های مسی ساخته شده اند (شکل۵،۱۰) برای بهبود بیشتر اتلاف حرارت، شن توسط مواد چسبنده غیر آلی مستحکم می شود.

تمامی انواع فیوزها را می توان مجهز به میکرو سوئیچ ها نمود تا نشان دهند که چه زمانی فیوز عمل کرده است (شکل۵،۱۰)



شکل ۵،۱۰ – انواع فیوزها برای حفاظت نیم هادیها

نیمه هادی ها نسبت به اضافه ولتاژ حساس هستند، در حالی که فیوزها برای عملکرد سریع نیاز به ولتاژ سوئیچینگ بالا دارند. از این رو طراحان فیوز با یک عمل بهینه سازی دشوار روبرو می شوند. برخی از این نیازها به شرح زیر:

مشخصۀ عملکرد سریع

ظرفیت عملیاتی کوچک

ظرفیت جریان بالا

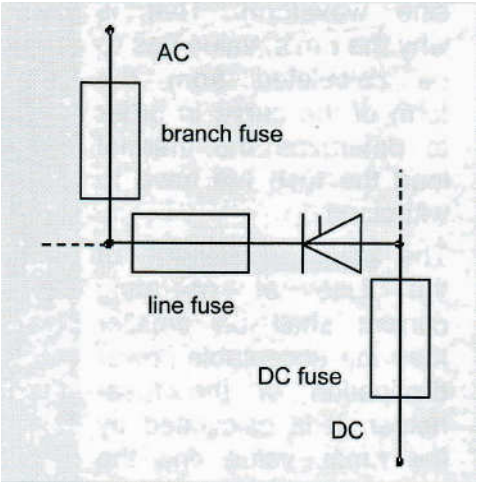
توان تلفات بسیار کم

ولتاژ کلیدزنی مناسب

این امر به بهترین نحو توسط فیوزهای با ظرفیت قطع Partial- range از گروه aR برآورده می شود.

این فیوزها تمامی جریانهای منجر به قطع فیوز در مدت زمان ۳۰ ثانیه تا ظرفیت قطع نامی خود راقطع می کنند. اگر احتمال وجود اضافه جریان زیر محدودهٔ قطع فیوز aR باشد، تجهیزات حفاظتی اضافی مورد نیاز باید قادر به محدود کردن چنین جریانهایی باشند.

با توجه به مکانی که فیوز نصب می شود (شکل۱۰،۶) نیازهای مرتبط به طور مجزا ارزیابی می شوند و نتیجتاً طبقه بندی کاربردی زیر را می توان استفاده نمود:



شکل ۱۰،۶ – مدار حفاظتی نیم هادیها

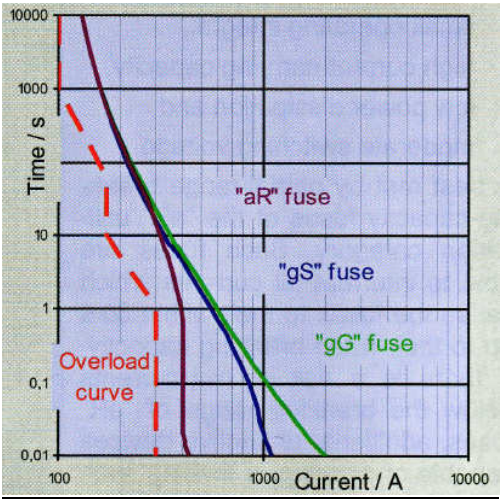
- زمانی که به عنوان یک مدار یا سلول فیوزی بر روی سمت نیمه هادی نصب می شوند، فیوزهای aR مستقیماً با تجهیزات نیمه هادی هماهنگ می شوند تا از آنها محافظت کنند.
- در شبکه های مجهز به Converter فیوزهای aR و gR به عنوان فیوزهای حفاظت خط مورد استفاده قرار می گیرند.
- در سمت بار DC، فیوزهای gG یا gR برای حفاظت اضافه بار استفاده می شوند. هماهنگی با فیوزهای بالا دست در زمان اتصال کوتاه ممکن نمی باشد.
- تابلو های فوق توزیع با فیوز لینک های با ظرفیت قطع محدوده کامل به مدلهای gR و gS مجهز شده اند که حفاظت کابلهای ارتباطی را نیز تامین می

کنند. فیوزهای gR به گونه ای بهینه سازی می شوند که مقادیر I^2t کوچکی داشته باشند، در حالی که برای فیوزهای gS اتلاف توان برحسب استفاده با کلیدفیوزها یا پایه فیوزهای استاندارد، کمتر می باشد. هر دو نوع طبقه بندی کاربردی حفاظت اضافه بار برای کابل را فراهم می آورند.

انتخاب صحیح و مناسب فیوزها برای حفاظت تجهیزات نیمه هادی براساس مقادیر محدود کننده تجهیزات حفاظت شده و همچنین جریان خطا و بار هایی که در هنگام رخ دادن اتصال کوتاه باید قطع شوند، انجام می گیرد.

موارد زیر را باید مد نظر قرار داد:

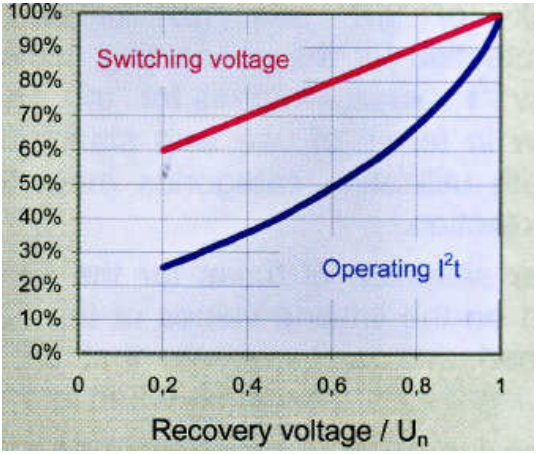
- فیوز باید قادر باشد که جریانهای کاری پیوسته و اضافه بارهای مجاز را بدون آسیب حرارتی تحمل کند. شکل موج جریان در مدارهایی که تجهیزات نیمه هادی دارند معمولاً سینوسی نمیباشد. و به این دلیل است که باید برای تعیین بار حرارتی قابل تحمل فیوز ، مقادیر RMS را از روی منحنی های مربوطه محاسبه کنیم.
- اتلاف توان فیوز در جریان نامی باید کوچکتر از اتلاف توان مجاز پایه فیوز باشد. این پارامتر به وسیلهٔ مقدار RMS و اطلاعات سازنده محاسبه می شود. مقادیر اتلاف توان در محدودهٔ ۵۰٪ تا ۱۰۰٪ جریان نامی فیوز لینک می باشد.



شکل ۱۰،۷ – مشخصه Time-Current فیوزهای gS-gG و aR با منحنی اضافه بار

برای جریانهای بار دوره ای وپالسی شکل منحنی های اضافه بـار توسـط سـازندگان فیـوز (شکل۱۰,۷) نشان دهنده این است که دامنهٔ پـالس هـای جریـان هـیچ تغییـری را بـرای مشخصه زمان – جریان فیوز در محدودهٔ زمانی انتخابی ایجـاد نمـی کنـد.بارهـای پالـسی شکل نیاز به ساخت فیوز هایی با المنتهایی خاص با طـرح کلـی قابـل تغییـر بـین نقـاط محدود المنت (موجدار) دارند تا از بارهای کششی و فشاری ناشی از دمای بـالا جلـوگیری کنند. بدون چنین محاسباتی در طراحی، امکان خطر شکست و عملکرد ناقص وجود دارد.

- در زمان ایجاد عیب برای تجهیزات، جریـان خطـای عبـوری از تجهیـزات نیمـه هادی را باید قبل از آسیب رساندن به تجهیزات، قطع کـرد. (بـرای ایـن منظـور جریان قطع و پارامتر I^2t فیوز باید کوچکتر از مقادیر محدود کنندهٔ نیمه هـادی حفاظت شده باشند). مجموع مقادیر I^2t در زمان پیش از قوس و در زمان قـوس زدن (شکل ۵,۴) بستگی به ولتاژ برگشت دارد. منحنی های متنـاظر بـه وسـیلهٔ سازندهٔ فیوز ارائه می شوند. (شکل۱۰,۸)



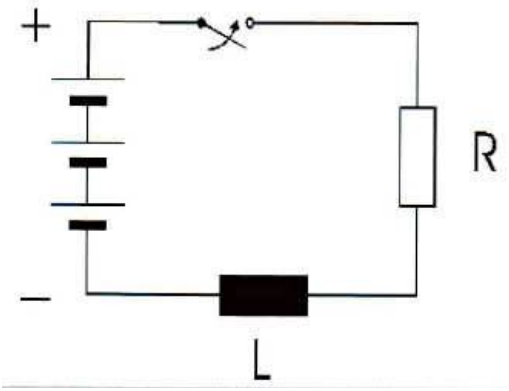
شکل ۱۰،۸ – بالابردن سطح ولتاژ کلید زنی ومجموع عملکردها

ولتاژ کلیدزنی که در زمان عمل کردن فیوز در آن ظاهر می شود نباید بیشتر از ولتاژ قابل تحمل نیمه هادی باشد. همچنین می توان براساس داده های سازنده آن را برای ولتاژهای برگشتی کمتر از ولتاژ نامی فیوز انتخاب کرد(شکل ۱۰,۸). جریان نامی و جریانهای خطـا و ولتاژ برگشت بستگی به محل قرار گرفتن فیوز در مدار مبدل دارند. چون فیوزهـا بـرای حفاظت تجهیزات نیمه هادی به صورت گسترده ای بکـاربرده مـی شـوند، در اینجـا تنهـا

اطلاعات اولیه ضروری گردآوری شده اند. در اغلب موارد به کاربران پیشنهاد می شود که برای داشتن اطلاعات کافی با سازنده ها در ارتباط باشند.
توجه: هر گونه اطلاعات اضافی برای حفاظت مبدل ها در IEC 60146-6 موجود می باشد. (راهنمای کاربردی برای حفاظت مبدلهای نیمه هادی در برابر اضافه جریان بوسیلهٔ فیوزها)

۶-۱۰- حفاظت مدار DC

در حالی که فیوزهای DC به طور گسترده ای در کاربردهای الکترونیکی و اتوماسیون برای حفاظت مدارات فشار ضعیف با جریانهای اتصال کوتاه نسبتاً پایین مورد استفاده قرار می گیرند، فیوز قدرت DC هنوزهم کاربرد دارد مثل موتورهای کششی، مدارات اندازه گیری و کنترلی، وسایل نقلیهٔ برقی از قبیل کامیونها، جرثقیل و ....
در طی سالهای اخیر این کاربردهای خاص به چندین کاربرد مدرن از قبیل منابع تغذیه بدون وقفه (UPS) در پست های اصلی برای مقاصد مخابراتی و تجهیزات کامپیوتری و همچنین به عنوان جایگزینی مناسب برای منابع تغذیه فسیلی و فتوولتیک .... و برای ماشین های با سوخت باطری، گسترش یافته است. از این رو انتظار می رود که کاربرد فیوزهای قدرت DC در آینده افزایش یابد.



شکل ۱۰.۹ - مدار DC

فیوزهای محدود کنندهٔ جریان هم برای کاربردهای DC و هم برای کاربردهای AC طراحی شده اند اگرچه مقادیر نامی آنها براساس کاربرد مختلف فیوزها، متفاوت می باشد.

مقادیر نامی AC را نمی توان به راحتی به مقادیر نامی DC تبدیل نمود، مقدار نامی DC را باید از طریق آزمایش محاسبه نمود.
مقدار نامی ولتاژ DC معمولاً کمتر از مقدار نامی ولتاژ AC می باشد. هر دو مقدار نامی را باید جداگانه نشان داد. اگر هیچ مقدار نامی برای ولتاژ DC ذکر نشده باشد، می توان آن را از سازنده سوال کرد. **به عنوان یک قانون سرانگشتی برای فیوزهای gG، مقدار نامی ولتاژ DC را حداقل برابر با نصف مقدار نامی AC در نظر می گیریم.**
پایه های فیوز علامت گذاری شده با مقادیر نامی AC را می توان برای ولتاژ DC نیز بکار برد.
مقدار نامی جریان DC تنها به وسیلهٔ شرایط حرارتی محاسبه می شود و با جریان نامی AC یکسان می باشد. از این رو علامتی به طور مجزا برای آن نشان داده نمی شوند.
ظرفیت قطع DC یک فیوز نباید مقدار ثابتی باشد، ولی باید در ارتباط با ثابت زمانی مدار در نظر گرفته شود. هر چه ثابت زمانی بزرگتر باشد، ظرفیت قطع پایین تر خواهد بود و هر چه ثابت زمانی کوچکتر باشد، ظرفیت قطع بزرگتر خواهد بود. جریان قطع را نمی توان از مشخصه " Time-Current "متناوب بدست آورد، زیرا به ثابت زمانی مدار بستگی دارد. داده های مربوطه را می توان برای تعیین جریان قطع از سازنده در خواست کرد. برخی ثابت زمانی های نمونه برای کاربردهای متداول در جدول ۱۰,۳ فهرست شده اند.

ثابت زمانی	کاربرد
< = 10ms	کنترلر های صنعتی
< = 5ms	مدارات باتری
۲۰ تا ۴۰میلی ثانیه	موتورها و درایوها
تا ۱۰۰۰میلی ثانیه	مگنتهای الکتریکی

جدول ۳-۱۰- ثابت زمانی

براساس استاندارد VDE 0636 مینیمم ظرفیت قطع فیوزهای NH در ثابت زمانی 15ms برابر 25KA می باشد. برای فیوزهای نوع D این مقدار معادل حداقل 8KA برای ثابت زمای 15ms می باشد. از این رو اکثر مدارات کنترلی و بارهای صنعتی به وسیلهٔ فیوزهایی با این مقادیر نامی حفاظت می شوند.

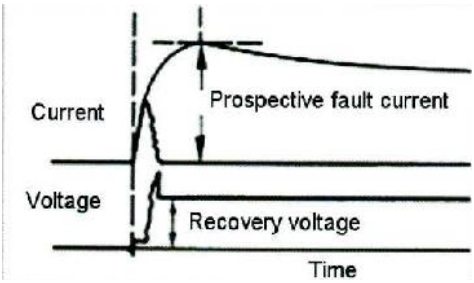
فیوزهای طراحی شده برای استفاده در مدارات باطری ظرفیت قطع بسیار بالاتری دارند، در حالی اگر از سلفهای محدود کننده جریان استفاده شود فیوزهای مورد استفاده می‌توانند ظرفیت قطع کوچکتری داشته باشند.

در ابتدا،برای درک بهتر مشخصه فیوزهای DC ، فرآیند قطع جریان DC، توضیح داده می شود. در حالی که ظرفیت قطع AC تجهیزات کلید زنی بستگی به ضریب قدرت دارد، ثابت زمانی $\tau = \frac{L}{R}$ (شکل ۱۰,۹) عامل تعیین کننده ای نه تنها برای ظرفیت قطع DC بلکه برای مشخصه " Time-Current "و جریان قطع می باشد.

هر چه ثابت زمانی بزرگتر باشد انرژی ذخیره شده در مدار که در مدت فرآیند قطع تبدیل به قوس می شود، بزرگتر خواهد بود. اگر قابلیت جذب انرژی یک فیوز لینک محدود باشد، ظرفیت قطع DC آن به وسیلهٔ ثابت زمانی مدار محدود می شود که علاوه بر آن، افزایش جریان و نتیجتاً زمان پیش ازقوس و جریان قطع فیوز را نیز تعیین می کند.

نکته: مداراتی که انرژی مغناطیسی در آنها ذخیره شده است، محدودیت هایی برای کاربردهای فیوز DC ایجاد می کنند.

قطع جریان اتصال کوتاه در سیستم های DC مشابه عمل قطع جریانهای AC می باشد. (شکل ۵,۴) یک ولتاژ قوس بزرگ درون فیوز تولید می شود که هر چه از ولتاژ برگشتی بیشتر می شود جریان را به مقدار صفر نزدیکتر می کند (شکل ۱۰,۱۰) افزایش جریان، اگر چه بوسیلهٔ زمان قطع و ضریب توان تعیین نمی شود ولی بوسیلهٔ ثابت زمانی مشخص می شود.

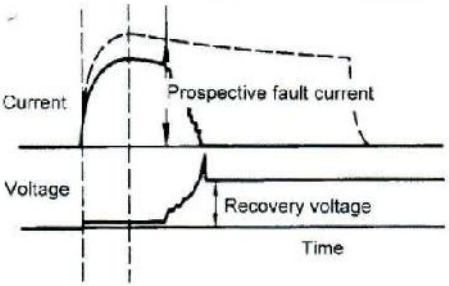


شکل ۱۰،۱۰ – قطع جریان اتصال کوتاه DC

قطع در هنگام اضافه جریانها، در مواقعی که جریان تنها زمانی که از مقدار ماکزیمم خود بیشتر می شود قطع می گردد،کاملاً با قطع جریان AC متفاوت است. (شکل۱۰,۱۱)

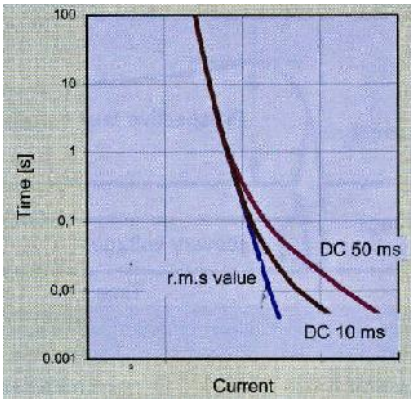
چون جریانهای مستقیم هیچ نقطه صفر پریودیکی ندارند درهیچ لحظه ای بدون انرژی مغناطیسی نخواهند بود واین مساله باعث طولانی تر شدن عمل خاموش شدن قوس می-گردد. قوس تازمانی که ولتاژآن از ولتاژ سیستم بیشتر نشود، خاموش نمی شود و پس از آن است که جریان به مقدار صفر میرسد. زمانی که جریان های DC قطع می شوند، انرژی مغناطیسی ذخیره شده در مدار در قوس جذب می شود. تنش حرارتی وارد بر فیوز طی چنین فرآیند قطعی بسیار بزرگتر از مقدار آن در زمان قطع جریان AC می باشد. این امر بیان کننده کوچکتر بودن ظرفیت قطع DC فیوز از ظرفیت قطع AC می باشد واینکه چرا مشخصه جریان DC به ثابت زمانی مدار بستگی دارد.

مشخصه جریان- زمان تعیین شده بوسیلهٔ سازندگان فیوز، مقادیر RMS مجازی جریان قبل از قوس را نشان می دهند که به این معنی است که منحنی ها با فرض افزایش سریع جریان به مقدار RMS و ثابت ماندن تا زمان ذوب فیوز در هنگام رخ دادن یک خطای اتصال کوتاه، بوجودآمده اند. تحت شرایط پایدار (زمانهای پیش از قوس بزرگتر از ۲۰ برابر ثابت زمانی) چنین مشخصات جریان- زمان با مشخصات DC یکسان می باشند.



شکل ۱۰،۱۱ – قطع اضافه بار DC

این منحنی ها، اگر چه به طور عمده در محدودهٔ زمانی کوتاه (ثابت زمانی t <20) که در آنها جریان DC به سرعت افزایش نمی یابد، متفاوت هستند، ولی در زمان های طولانی تر براساس ثابت زمانی از هم متفاوت نیستند. در محدودهٔ زمانی کوتاه، زمان قبل از قوس جزء مشخصات ذاتی فیوز در نظر گرفته نمی شود. ولی به ثابت زمانی مدار بستگی دارد (شکل ۱۰،۱۲). مشخصات جریان – زمان DC را می توان از مشخصات مجازی زمان – جریان ارائه شده توسط سازنده با استفاده از یک روش محاسباتی توصیف شده در استاندارد IEC TR 61818 بدست آورد.



شکل ۱۰،۱۲ –مشخصه Time-Current جریان مستقیم

۱۰-۷-حفاظت باتری ها در UPS

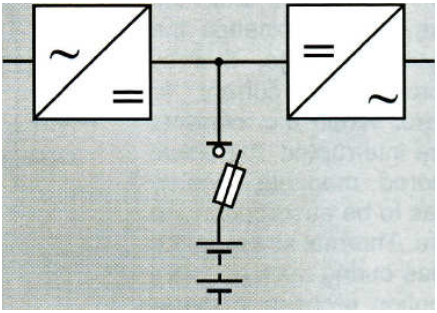
اتصال تابلوهای باتری به مدار DC به وسیلهٔ کلید فیوزهای NH تک پل می باشد.

چنین تجهیزاتی موارد زیر را فراهم می کنند:

یک نقطهٔ اتصال معین بین باتری و UPS

امکان قطع کردن باطری در حین انجام کارهای تعمیرات و نگهداری

حفاظت باتری و کابلهای ارتباطی در برابر تخریب ناشی از الکترودها و گرم شدن بیش از حد

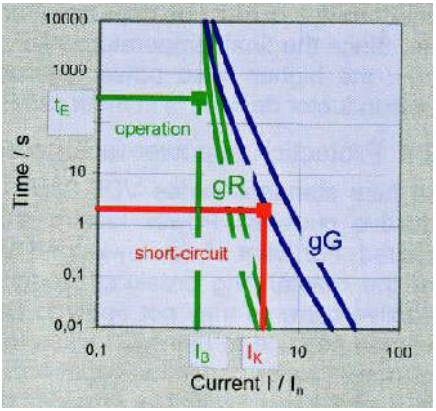


شکل ۱۰،۱۳- مدار کلید زنی یک سیستم UPS

حفاظت باتری ها در UPS حالت خاصی از کاربردهای فیوز های DC می باشد. جریان اتصال کوتاهی که انتظار می رود در چنین مواردی رخ دهد به ظرفیت باتری، نوع باتری و سالم بودن باتری بستگی دارد. برای زمانهای کاری کم UPS، ظرفیت باتری و نتیجتاً جریان اتصال کوتاه، در مقایسه با جریان کاری، مقدار کمتری است. از این رو برای

حفاظت موثرتر مشخصه زمان – جریان فیوزها باید شیب مناسب داشته باشد. و در اغلب موارد می توان فیوز هایی راکه برای حفاظت نیمه هادی ها استفاده می شوند را بکاربرد.
(شکل۱۰،۱۴) هر چه نقطهٔ کار به منحنی قبل از قوس فیوز نزدیک تر باشد، حفاظت موثرتر خواهد بود. بنابر این داشتن اطلاعات مربوط به تلرانس دقیق مشخصه جریان-زمان الزامی می باشد. بهترین راه جهت دریافت این اطلاعات (تماس با سازنده فیوز می باشد).

زمان عملکرد در UPS نیز یک معیار انتخابی مهم می باشد. حفاظت بهینه در مقادیریکسان جریان نامی بایستی فیوزهای با جریان نامی کوچکتررا برای زمان های عملکرد کوتاه سیستم و فیوزهای با جریان نامی بزرگتررا برای زمان عملکرد طولانی تر بکاربرد. نکات زیر را باید در انتخاب فیوز مناسب مورد توجه قرارداد. مقادیر نشان داده شده در زیر مقادیر مرجع برای استفاده می باشند (در صورتی که مقادیر دقیق در دسترس نباشد).



شکل ۱۰،۱۴- انتخاب یک فیوز باتری جهت استفاده در سیستمهای UPS

نقطهٔ کار (I_e/I_B) باید با فاصلهٔ مناسبی در زیر مشخصه جریان – زمان پیش از قوس فیوز باشد و این مساله مانع ازعملکرد فیوز در طی مدت فعالیت عادی می باشد (شکل ۱۰،۱۴) ماکزیمم جریان عملکرد باتری از توان خروجی اکتیو P_W باتری و ولتاژ تخلیه U_E محاسبه می شود: $I_B = \frac{P_W}{U_E}$ (در زمان پایانی عملکرد، ولتاژ باتری تا مقدار ولتاژ تخلیه کاهش

پیدا می کند که می توان آن را ۸۵٪ مقدار نامی تخمین زد البته این امر به اصول طراحی UPS بستگی دارد.

نقطهٔ اتصال کوتاه (I_k/I_t) بایستی بالاتر از باند تلرانس مشخصه جریان – زمان فیوز واقع شود.

جریان اتصال کوتاه I_k مورد انتظار که باید هر چه سریعتر (درمدت کمتر از 10s) قطع شود ، با توجه به ظرفیت باتری محاسبه می شود. با توجه به فرسودگی باتری و تخریب سریع آن به دلیل جریان اتصال کوتاه اولیه پارامتر K می تواند یک مقدار مرجع برای محاسبهٔ جریان اتصال کوتاه باشد.

$$I_k\ (A) = 5K\ (Ah)$$

نکته مهم: این مقدار جریان اتصال کوتاه تنها برای انتخاب مناسب مشخصات جریان-زمان کاربرد دارد.

مینیمم ظرفیت قطع مورد نیاز فیوز باید حداقل ۲۰ برابر ظرفیت باتری باشد: $I_1\ (A) \geq 20K(Ah)$ به جز برای باتری های بسیار کوچک، فیوزهای با ظرفیت قطع بالا حتی برای ولتاژهای DC زیر 8V مورد نیاز هستند.

کلیدهای باتری ها باید قادر باشند که اتلاف توان فیوز را تحمل کنند. از آنجایی که افزایش دمای نهایی طی مدت زمان های کاری کوتاه حاصل نمی شود، اتلاف توان نامی بزرگتر فیوزها برای حفاظت تجهیزات نیمه هادی در اغلب موارد ، بحرانی نمی باشد.

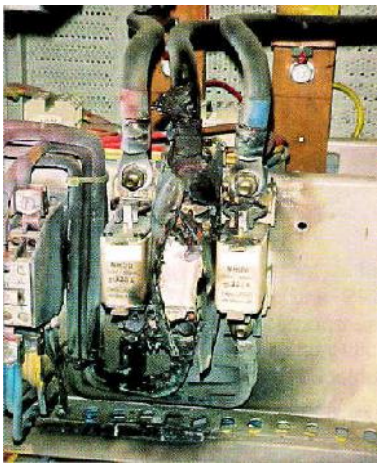
۸-۱۰-حفاظت خازنهای تصحیح ضریب توان

سری استاندارد VDE 0636 مشخصات فیوزهایی که برای قطع جریان های القائی بکار می روند را بیان میکند.

ضریب توانهای پایین تر از ۰,۱ و مدارات خازنی شامل این موارد نمی باشند. برای آشنایی با چگونگی شرایط انجام آزمایشات باید فرض کرد که ویژگیهای قبلی قطع فیوزها در زمان قطع جریانهای القائی ممکن است برای جریانهای خازنی کاربرد نداشته باشند. به هر حال استفاده از فیوزهای gG برای حفاظت مدارات خازنی مانند خازنهای اصلاح ضریب توان متداول و مرسوم می باشد و از نقطه نظر فنی، به شرط اینکه دیگر قوانین کاربردی نیز مدنظر قرار گرفته باشند، کاملاً قابل توجه است. مهمترین قانون این است که **فیوزها هرگز نباید تحت تأثیر جریانهای خازنی عمل کنند** .حفاظت اضافه بار خازن ها به وسیلهٔ فیوزهای قطع کننده اضافه فشار داخلی خود خازن Over pressure تأمین می

شود. فیوزهای الکتریکی فقط برای حفاظت خازن ها یـا بانکهـای خـازنی در برابـر اتـصال کوتاه داخلی با خطاهـای ترمینـال خروجـی طراحـی مـی شـوند. ایـن فیوزهـا برحـسب مشخصات فنی خود جریانهای القائی را به راحتی قطع می کنند در نظر نگرفتن این قانون می تواند منجر به اختلال عملکرد خازنهای تصحیح ضریب توان شود. (شکل۱۰,۱۵)

داشتن اطلاعات کافی در رابطه با مدارهای خازنی و انتخـاب فیـوز مناسـب مـی توانـد در جلوگیری از چنین وقایعی موثر باشد. اطلاعات مهم مرتبط با عملکرد خازن، که باید برای انتخاب فیوز مورد توجه قرار بگیـرد، در اسـتاندارد VDE 0660 بخـش 46 کـه در مـورد خازنهای قدرت با قابلیت خود ترمیمی می باشند موجود می باشد.

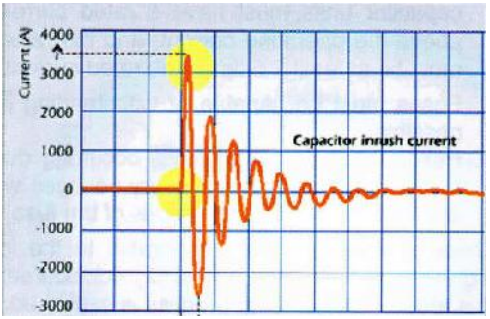


شکل ۱۰،۱۵ – قطع نا موفق جریان رزونانس

قوانین زیر عموماً برای انتخاب فیوزها جهت حفاظت خازن های شنت مورد اسـتفاده قـرار می گیرند:

فیوزها باید قادر باشند که به طور پیوسته ماکزیمم جریان کاری خازن ها با مقـدار 1.5In را تحمل کنند (VDE 0560 بخش 46)

از این رو پیشنهاد می شود که یک فیوز با جریان نامی حداقل ۱/۶ برابـر تـا ۱/۸ برابر جریان نامی خازن انتخاب شود.



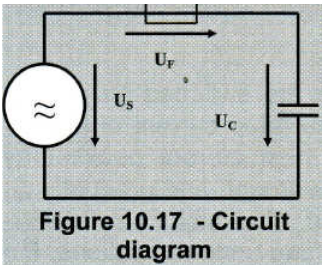
شکل ۱۰،۱۶ – جریان هجومی خازنی

فیوزها باید بتوانند جریان هجومی خازن را تحمل کنند. در لحظه ای که خازن یا بانک خازن سوئیچ می شود، جریان هجومی بسیار بزرگی تا ۱۰۰ برابر جریان نامی خازن ممکن است، رخ دهد. (شکل ۱۰،۱۶) چنین پیک های جریانی ممکن است باعث صدمه دیدن المنت فیوز گردد و به تدریج ظرفیت جریان فیوز را کاهش دهد و این منجر به گرم شدن بیش ازحد فیوز و عملکرد ناگهانی فیوز گردد و فیوز دیگر قادر به عمل کردن مناسب نشود. این اثرات را می توان با انتخاب فیوزهای با جریان نامی (حداقل ۱/۶ الی ۱/۸ برابر مقدار جریان نامی خازن) از بین برد . **فیوزها و خازن ها نبایستی در معرض تنشهای ایجاد شده توسط هارمونیک ها و پدیدهٔ رزونانس قرار گیرند.** با توجه به امپدانس خازنی تعریف شده، پدیدهٔ اضافه بار در فرکانس نامی سیستم برای خازن رخ نمی دهد. جریان هارمونیکی که به وسیلهٔ بارهای غیر خطی مخصوصا تجهیزات نیمه هادی و کنترلر ها ایجاد می شود یک تنش اضافی بر روی خازن و فیوز ایجاد می کند. **هارمونیک جریان در شبکه های صنعتی ممکن است به راحتی باعث شود که مقدار RMS جریان خازن تا دو برابر جریان نامی خازن افزایش پیدا کند** که نتایج آن گرم شدن بیش از حد و عملکرد ناقص فیوزهایی است که جریان نامی مناسب ندارند. (شکل۱۰،۱۵) چنانچه مقادیر جریان های هارمونیک خیلی بزرگ باشند فقط بارهای سلفی (راکتورهای سری) می توانند از اضافه بار غیر مجاز بر روی خازن ها جلوگیری کنند.

جریانهای تزریقی بین بانکهای خازنی مجاور هم ، باید در زمان انتخاب فیوز مناسب، مد نظر قرار گیرند. زمانی که بانک های خازنی به طور جداگانه سوئیچ می شوند یا خطایی در یونیتهای خازنی به صورت جداگانه رخ می دهد جریان تزریقی از بانکهای خازنی مجاور به سمت بانک مذکور جریان پیدا می کند. برای چنین آرایشی در بانک های خازنی،

فیوزهای انتخابی برای حفاظت یونیتهای خازنی باید دارای جریان نامی به اندازه یک یا دو مرتبه بالاتر ازجریان کاری خازن باشند و **جریان نامی فیوزهای گروهی باید حداقل ۲/۵ برابر جریان نامی فیوزهای مجزا باشد.**

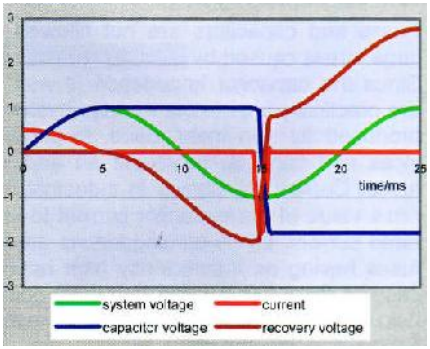
فیوزها باید قادر به تحمل کردن ولتاژهای برگشتی (تا حد امکان بالاتر) باشند. عمل رزونانس و قوس زنی طی زمان قطع خازن می تواند ولتاژهای برگشتی بسیار بالا تولید کند که بیشتر از ولتاژ نامی سیستم و همچنین ولتاژ نامی فیوزها باشد. این پدیده ها با قطع طولانی خطوط فشارقوی بدون بار قابل مقایسه است و بندرت برای سیستم های فشار ضعیف مورد توجه قرار می گیرد. به همین دلیل فرآیند قطع به طور خلاصه با استفاده از یک دیاگرام مداری توضیح داده می شود.



شکل ۱۰،۱۷– دیاگرام مداری

در جریان صفر، هم ولتاژ سیستم U_S و هم ولتاژ خازن U_C به مقادیر پیک خود می رسند. زمانی که قوس در جریان صفر خاموش می شود، ولتاژ خازن به همان مقدار باقی می ماند، در حالی که ولتاژ سیستم به سمت مقدار پیک مخالف خود کاهش می یابد (شکل۱،۱۸) در حالی که در طی مدت 5ms ولتاژ برگشت که از فیوز می گذرد U_f تا مقدار ۲ برابر مقدار پیک، حتی در سیستم های سه فاز تا ۲/۵ برابر مقدار پیک سیستم افزایش می یابد. در سیستم ممکن است که دوباره قوس بوجود آید، با تغییر و معکوس شدن سریع پلاریته خازن، افزایش ولتاژ تا تخریب فیوز و تجهیزات مجاور ایجاد می‌شود. خطر اینکه فیوزها قادر نباشند که فرآیند قطع را به دلیل ولتاژ های برگشت بالا انجام دهند، با انتخاب فیوزهای با مقادیر نامی بزرگتر از ولتاژ کاری و با استفاده از پایه فیوزهای بزرگتر، کاهش پیدا می کند. (فیوزی با سایز بزرگتر) جدول۱۰،۴ پیوست، یک بررسی از فیوزهای NH از طبقه بندی کاربردی gG برای مقادیر توان نامی متداول ولتاژهای نامی مختلف از خازنهای تصحیح ضریب قدرت، را نشان می دهد که توسط سازندگان فیوزها

پیشنهاد شده اند. با استفاده از این مقادیر پیشنهادی و با در نظر گـرفتن معیارهـای فـوق می توان خطر اختلال در عملکرد فیوز را به حداقل رساند.



شکل ۱۰،۱۸- دیاگرام قطع خازنی

برای تجهیزاتی با مقادیر KVA متفاوت، جریان نامی فیوز را می توان با استفاده از فاکتور K محاسبه نمود که به ولتاژ کاری بستگی دارد و از روش تجربی زیر محاسبه می شـود: /

$I_N \, A \geq K \times QN / KVAR$

در برخی حالات که یونیتهای خازنی همراه با فیلتر هارمونیـک مـورد اسـتفاده قـرار مـی گیرند و پس از شناخت دقیق شرایط سیستم قدرت، می توان از فیوزهای با جریـان نـامی یک درجه پایین تر از مقادیر نامی پیشنهادی نیز استفاده نمود.

۱۱- انتخاب فیوزهای HH- تنها توسط افراد متخصص استفاده می شود.

۱-۱۱-معیارهای کلی انتخاب فیوزها

استاندارد IEC (60282-1) و اسـتاندارد المـانی VDE 0670 بخـش 4 هـیچ مشخـصات " Time-Current "برای فیوزهای HH مشخص نکرده است و حتی مقادیر نامی تنها بوسیلهٔ افزایش دمای معین قطعات کنتاکت تعیین شده اند. از این رو جریان نـامی فیوزهـای HH از سازنده های مختلف را نمی توان، به طور مستقیم با هم مقایـسه کـرد. انتخـاب چنـین فیوزهایی تنها براساس داده های سازنده انجام پذیر است. (اسـتاندارد المـانی VDE 0670 بخش 402 استثناهایی را بیان می‌کند (11.2 را ملاحظه کنید) جریان نامی فیوزهـای HH بسیار بزرگتر از جریان کاری هـستند و **معمولاً معادل با مقدار مینیممـی حـداقل دو برابر جریان کار می باشند.** برای انتخاب فیوزها باید موارد زیر را در نظر گرفت:

- جریان کاری عادی
- جریان های اضافه بار ممکن، که شامل هارمونیکهای پیوسته موجود در سیستم نیز می شود.
- جریانهای جبران سازی مدار مرتبط با سوئیچ زنی ترانس ها و موتورها و خازن ها
- هماهنگی با دیگر تجهیزات حفاظتی
- حداقل جریان قطع، طی عملکرد فیوز، (جریان نباید پایین تر از این مقدار حداقل افت کند.)

ولتاژ نامی فیوزهای HH ماکزیمم ولتاژ کاری مجاز می باشد که با توجه به موارد زیر در نظر گرفته می شود.

* حداقل معادل ماکزیمم مقدار ولتاژ فاز به فاز سیستم باشد. البته اگر در یک سیستم سه فاز که به صورت یکپارچه زمین شده یا توسط مقاومت یا امپدانس زمین شده باشند، مورد استفاده قرار گیرند.

* حداقل معادل با ۱۱۵٪ بیشترین ولتاژ تکفاز مدار باشد، البته اگر در یک سیستم تکفاز مورد استفاده قرار می گیرد و ۱۱۵٪ بزرگترین ولتاژ فاز به فاز مدار، اگر در یک سیستم سه فاز که سیستم زمین ایزوله یا سیستم زمین رزونانسی دارد، مورد استفاده قرار می گیرد (که در این شبکه ها یک خطای دوبل یا یک خطا در سمت منبع تغذیه و یک خطا در سمت بار از فیوز بر روی یک فاز دیگر ممکن است رخ دهد). فیوزهای HH عموماً بوسیلهٔ دو مقدار ولتاژ علامت گذاری می شوند که مقدار بزرگتر نشان دهندهٔ ولتاژ نامی است. مقدار ولتاژ کوچکتر یک ولتاژ کاری مینیمم را نشان می دهد که از ولتاژ ضربه ای سوئیچ زنی فیوز ناشی می شود و باید کوچکتر از سطح عایقی مدار باشد. ولتاژ کاری این سیستم باید بین محدودهٔ دو مقدار ولتاژ علامت گذاری شده بر روی فیوز باشد. ظرفیت قطع فیوز (مقدار نامی، جریان قطع ماکزیمم I_1) باید بزرگتر از ماکزیمم جریان خطای مورد انتظار از یک سیستم باشد.

اخطار

عملکرد فیوزهای HH در جریانی پایین تر از I_3 غالباً در نتیجهٔ استفاده دوباره از فیوزها می باشد. پس از قطع جریان خطا در یک سیستم سه فاز تمامی فیوزهای HH باید

برداشته شود و به سطل زباله بازیافت منتقل شـوند. **حتی اگر Striker یکی از فیوزهـا عمل نکرده باشد** و هنوز جریان از فیوز عبور کند، المنتهای فیوز حتماً آسیب دیده اند و ظرفیت جریان آنها به مقدار زیادی کاهش یافته است و از این رو می توان پیش بینی کرد که در صورتی که دوباره مورد استفاده قرار گیرد نتایج ناموفقی حاصل شود.

۲-۱۱-حفاظت ترانسفورماتور براساس استاندارد VDE 0670 بخش 4 و بخـش 402

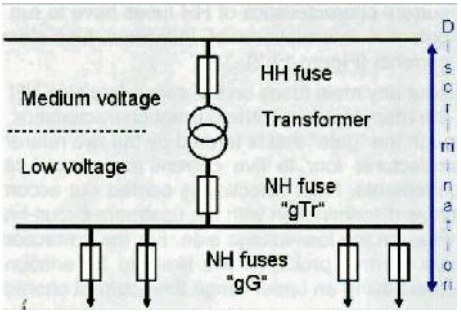
حفاظت ترانس برای شبکه های توزیع گسترده ترین کاربرد فیوزهای HH مـی باشـد. چند فیوز پشتیبان بایستی برای حفاظت اتصال کوتاه مورد استفاده قرار بگیرد. حفاظت به وسیلهٔ فیوزها در برابر اضافه بار، که ممکن است در شـبکه رخ دهـد، بـر روی سـمت فشار ضعیف انجام می شود. (۱۰,۳ را ملاحظه کنید). با استفاده از فیوزها براحتـی مـی توان حفاظت انتخابی از سمت ولتاژ فشار متوسط تا خروجی کابل تابلوی فـشار ضـعیف را حاصل نمود. (شکل -۱۱,۱) فیوزهای HH در سمت فشار قوی برای حفاظـت تـرانس در برابر آسیب دیدگی نصب نمی‌شوند بلکه حفاظت محیطی در برابر اثرات اتصال کوتاه را فراهم می آورند. و این نیازمند هماهنگ بودن با دو حالت خاص ترانس می باشد.

* فیوزهای HH باید قادر به قطع جریان اتصال کوتاه در سمت ثانویهٔ ترانس در زمان 2Sec باشند.

تجهیزات حفاظتی ترانس باید حداقل جریان اتصال کوتاه داخلی را به سرعت قطع کند تـا از انفجار تانک ترانس در اثر اضافه فشار داخلی، جلوگیری کند. براساس اسـتاندارد VDE 0532-76-2 تانک ترانس باید یک اتصال کوتاه را برای مدت ۲ ثانیه تحمل کند. از ایـن رو فیوزها باید جریان اتصال کوتاه ترمینال سمت ثانویه را در پریود زمانی یکسان قطـع کنـد یعنی مشخصه جریان – زمان فیوز HH باید زیر نقطهٔ اتصال کوتاه باشد.

(شکل۱۱,۲) جریان اتصال کوتاهٔ ترمینال I_{sc} از جریان نامی تـرانس In_{tr} تقـسیم بـر ولتـاژ اتصال کوتاه متناظر

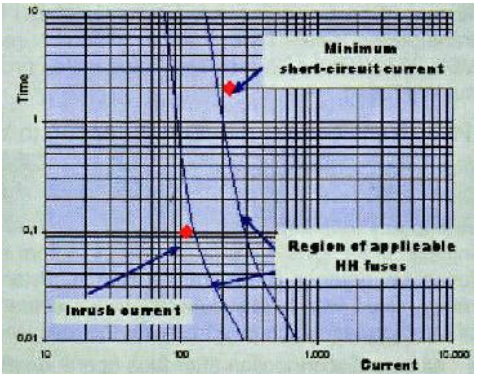
U_k محاسبه می شود. $Isc = \frac{I_{NTR}}{U_K}$



شکل ۱۱،۱- حفاظت ترانسفورماتور

در یک ولتاژ اتصال کوتاه ۴٪ مینیمم جریان اتصال کوتاه I_{nrt} 25 می باشد در حالی که در ولتاژ اتصال کوتاه ۶٪ مینیمم جریان اتصال کوتاه معادل I_{nrt} 14.7 می باشد.

جریانهای هجومی که در حین عملکرد ترانس رخ می دهند نباید باعث عمل کردن فیوزهای HH شوند. زمانی که ترانس بی بار است یا بار کمی دارد و عمل کلید زنی صورت می پذیرد، (اضافه جریان های گذرا، جریانهای هجومی) پدید میآیند. جریانهای هجومی ترانس در نتیجه پس ماند مغناطیسی هستهٔ ترانس رخ می دهند. مقدار آنها به عواملی از قبیل زاویهٔ کلیدزنی، نوع ترانس، کیفیت هسته ترانس و ترکیب شبکه بستگی دارد. با توجه به نوع و اندازهٔ ترانس، جریانهای هجومی می توانند I_{nrt} 4 تا I_{nrt} 25 باشند. یک مقدار نمونه برابر با ۱۲ برابر جریان نامی ترانس برای مدت 100ms انتخاب شده و در استانداردهای مربوطه به عنوان نقطهٔ مرجع استفاده می شود.



شکل ۱۱،۲ – حفاظت ترانسقورماتور مطابق با استاندارد VDE 0670 Part 4

مشخصات " Time-Current "فیوزهای HH باید بالاتر از این نقطه باشد تا بتواند مانع از قطع المانهای منفرد فیوز در برابر جریان هجومی شود. بدون اینکه هیچ فیوز اصلی در

سمت ثانویه استفاده شده باشد از فیوزهای HH براساس مشخصهٔ " Time-Current "استفاده می کنیم بگونه ای که منحنی ها از محدوده ای که توسط دو نقطه مرجع ایجاد شده عبور کنند.

با توجه به مشخصاتی که توسط سازنده ارائه می شود، ۴ الی ۵ برابر جریان نامی قادر به تامین این شرط خواهند بود. انتخاب نهایی براساس معیارهای اضافی از قبیل هماهنگی با کلیدهای بالا دست و تجهیزات حفاظتی در سمت فشار ضعیف انجام می پذیرد. برای حفاظت تجهیزات داخلی، که در آنها مسائل حرارتی رخ میدهد، فیوزی را باید انتخاب کرد که مشخصهٔ " Time-Current "با مدل بالاتری داشته باشد. انتخاب فیوزها براساس منحنی های مشخصه های " Time-Current "برای کاربران دشوار می باشند. به همین دلیل است که کمیتهٔ آلمانی مربوطه راهنمای کاربردی بین المللی IEC 60787 برای انتخاب فیوزهای محدود کنندهٔ جریان فشار قوی برای مدارات ترانس به عنوان استاندارد آلمانی VDE 0670 بخش 402 به همراه استانداردهای مکمل ملی، معرفی می کند.

این ویرایش المانی موارد دیگری را برای مشخصات " Time-Current "تعریف می کند که شامل موارد زیر است:

- هماهنگی بین فیوزهای فشار قوی با یک نسبت جریان نامی 1:2
- هماهنگی با فیوزهای NH از طبقه بندی کاربردی gTr بر روی سمت فشار ضعیف

مشخصات VDE 0670 بخش 402 در سطح بین المللی پذیرفته شده است.

کاربران استاندارد المانی می توانند به راحتی فیوزهای HH را براساس جریانهای نامی آنها انتخاب کنند. (جدول۱۱,۱ را در پیوست ببینید). یک تا دو برابر جریان نامی از فیوزهای HH برای هر اندازهٔ ترانس انتخاب می شود. اگر چه فیوزهای HH از سازنده های مختلف بر طبق استاندارد VDE 0670 بخش 402 (به شرط اینکه مقدار نامی یکسانی داشته باشند) با یکدیگر قابل تعویض هستند.

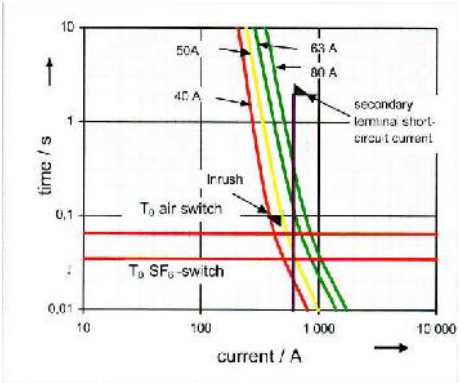
۳-۱۱-حفاظت ترانس براساس استاندارد VDE 0671 بخش 105

در ابتدا منحنی های Striker به عنوان نشانگرهایی بودند که نشان می دادند یک فیوز به روی دکل های برق از فاصلهٔ دور عمل کرده است یا نه. امروز این فیوزها عمدتاً در پستهای Indoor برای تحریک مکانیزم Trip-free کلیدهای ترانس مورد استفاده قرار می گیرند. یعنی برای موارد زیر:

- قطع تمامی فازها پس از عملکرد فیوز
- حفاظت محفظهٔ فیوز در برابر گرم شدن بیش از حد (بخش۱۱,۴)

اگر چه چنین کاربردهایی بندرت آیتم های مشترکی با اهداف تعیین شده در VDE 0671 بخش 105 و فعالیتهای مورد نیاز برای آزمایش دارند، واحد عملکردی کلید و فیوز در حیطهٔ این استاندارد می باشد. VDE 0670 بخش 105 یک استاندارد برای سوئیچگیرها می باشد. اگر چه علاوه بر نیازهای فنی برای ترکیب کلید – فیوز، شامل یک دستور مهم برای انتخاب فیوزهای HH برای حفاظت مدارات ترانسفورماتوری می باشد.
این قانون بیان می کند که در هنگام روی دادن یک جریان اتصال کوتاه ترمینال، تمامی فازها باید بوسیلهٔ یک فیوز (قبل از باز شدن کلید تحت عملکرد Striker اولین فیوز) قطع شوند. این امر برای جلوگیری از عملکرد ناقص کلید می‌باشد. در نتیجه یک معیار مهم دیگر برای انتخاب فیوزهای HH مورد استفاده برای تمام مدارات ترانسفورماتوری علاوه بر آنهایی که در۱۱,۲ ذکر شد، وجود دارد. انتخاب فیوز مناسب بوسیلهٔ پارامتر زمان باز شدن کلید T تعیین می شود.
باتوجه به نوع کلید، مینیمم جریان قطع اتصال کوتاه را باید در مدت زمان 20 الی 80 میلی ثانیه قطع کرد. (به جای 2 ثانیه در قانون حفاظت ترانسفورماتوری) این به معنا است که انتخاب فیوز بیش از پیش پیچیده تر می شود و تنها سازندگان فیوز و کلید می توانند از عهدهٔ آن برآیند. قبل از جایگزینی یک فیوز، کاربر باید فهرست ارائه شده به وسیلهٔ سازندهٔ کلید را که جداول تخصیص برای هر نوع کلید و فیوز مطرح ساخته است، را مطالعه کند. علاوه بر این فیوزهای مختلفی باید برای اندازه های یکسان ترانسفورماتوری به کار روند که این به تجهیزات کلید زنی بستگی دارد. اثر واقعی این امر در شکل ۱۱,۳ برای یک ترانس 10KV با توان ظاهری 630KVA و U_K نشان داده شده است. بر طبق VDE 0670 بخش 4، یک فیوز با جریان نامی 80A باید برای این نوع ترانس مورد استفاده قرار گیرد که منحنی مشخصه جریان – زمان آن تقریباً در وسط ناحیهٔ (گیت) بین جریان هجومی و اتصال کوتاه ترمینال با تلرانس کافی از هر طرف، قرار می گیرد. اگر یک فیوز با یک کلید با عایق هوا با زمان باز شدن T0= 65ms ترکیب شود، آنگاه فیوز، باید در این پریود زمانی عمل کند. برای انتخاب راحت تر، یک "صلیب کلیدی" شامل یک خط عمودی که از نقطهٔ اتصال کوتاه آغاز می شود و یک خط افقی که از نقطهٔ زمان باز شدن کلید عبور می کند، بر روی منحنی کشیده می شود. تنها

فیوزی که مشخصه آن از ناحیهٔ سمت چپ زیر نقطهٔ تقاطع دو خط عبور می‌کند با شرایط VDE 0671 بخش 105 مطابقت دارد. در مثال داده شده، این امر تنها برای فیوزهای با In ≤ 50A کاربرد دارد. فیوزهای با مشخصات " Time-Current "عبور کننده از سمت چپ بالای ناحیهٔ صلیب (In ≥ 63A) با این استاندارد مطابقت ندارند.



شکل ۱۱،۳ –انتخاب فیوز مطابق با VDE 0671,Part 105

این مساله برای کلیدهای SF6 که اساسا به دلیل طراحی فشرده ، زمان های باز شدن بسیار کوچکی دارند، مشکل تر است. در مثال نمودار کشیده شده، زمان باز شدن 35ms می باشد. برای چنین ترکیبی معمولاً تطابق با دو استاندارد، غیر ممکن می باشد. اگر چه یک فیوز با جریان نامی 40A می تواند قبل از باز شدن کلید عمل کند، اما می تواند بوسیلهٔ جریان های هجومی ترانس تحت تأثیر قرار گیرد.

انتخاب فیوز بر طبق VDE 0671 بخش 105، نه تنها برای کاربر پیچیده می باشند، در مقایسه با VDE 0671 قسمت 105 (جدول ۱۱،۲) در اغلب موارد منجر به انتخاب فیوزهایی با مقادیر نامی کمتر می شود که مشکلات زیر را به وجود می‌آورد:

- افزایش دمای بیشتر
- حساسیت بیشتر در مقابل جریان هجومی
- فقدان هماهنگی با فیوزهای gTr

همانگونه که در جدول ۱۱،۲ نشان داده شده است، این مسأله در موارد زیر پیچیده تر می شود:

- زمان های کوتاهتر باز شدن کلید (کلیدهای SF6)
- ترانس های بزرگتر یا مساوی 630 KVAR

- ولتاژ اتصال کوتاه نسبتاً زیاد (6%)
- ولتاژ اولیهٔ کوچک (10KV و کوچکتر)

در گذشته ناهماهنگی بین دو استاندارد اهمیتی نداشت، با وجود اینکه در آغاز ویرایش المانی استاندارد بین المللی برای ترکیب کلید ، فیوز یک بخش امکان رجوع به فعالیت های آلمانها و تجارب کاری مفید آنها وجود دارد- چنین اختلافات بین المللی در استانداردهای المانی مجاز نیستند و به این دلیل است که مسأله ناهمخوانی در حیطهٔ هماهنگ سازی استانداردهای اروپایی دوباره به وجود آمده است.

راه حل:

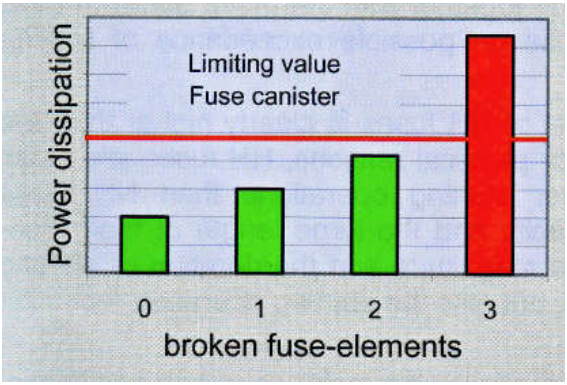
از آنجایی که این مسأله از فعالیتهای ملی و استانداردها ریشه می گیرد، کمیتهٔ DKE پیشنهاد می کند که در هر زمان ممکن استاندارد VDE 0670 بخش 402 و VDE 0971 بخش 105 را تا زمانی که استانداردهای مربوطه ویرایش نشده اند را با هم مطابقت دهند. در حالتهای بینابین، عبارت مشکل آفرین بخش 8.101.2 از استاندارد VDE 0971 قسمت 105 را نباید مورد نظر قرار داد.

تجربه در المان انتخاب فیوزها را بر طبق VDE 0670 بخش 402 برای سالیان متمادی اثبات کرده است.

۴-۱۱-تجهیزات قطع کنندهٔ حرارتی

فیوزهای HH طراحی شده برای استفاده در ترکیب کلید- فیوز غالباً همراه با تجهیزات قطع کنندهٔ حرارتی می باشند. این امر برای جلوگیری از آسیبهای ناشی از افزایش حرارت به محفظهٔ فیوز و دیگر تجهیزات مجاور مخصوصاً کلیدهای SF6 با اتلاف گرمای محدود می باشد. این تجهیزات سیستم های Striker ویژه ای را برای عمل قطع کلیدها و ایزوله کردن ترانس از سیستم برای ممانعت از بیش از حد گرم شدن تجهیزات به همراه دارند. اگر فیوزها به طور مناسبی انتخاب شده باشند، (حتی در ماکزیمم اضافه بار ترانس) هیچ ریسکی برای افزایش دما و گرما وجود ندارد و همچنین ریسک ذوب شدن در جریان زیر I_3 وجود ندارد. تجهیزات قطع کنندهٔ حرارتی عمدتاً برای جلوگیری از گرم شدن ناشی از فیوزهای از قبل آسیب دیده، مورد استفاده قرار می گیرند که در آنها اتلاف توان حتی تحت شرایط کاری عادی بدلیل قطعی در المنتهای فیوز در بین المنتهای چندتایی موازی، تا مقادیر بسیار زیادی افزایش می یابد (شکل ۱۱,۴) از پیش صدمه دیدن فیوز به دلیل قطع المنت به عنوان یک اختلال در عملکرد، فوراً شناخته نمی شود.

زیرا جریان در طول المنتهای باقیمانده جاری می باشد. به هر حال فیوز بیشتر و بیشتر به بارهای پیک و جریانهای هجومی حساس تر می شود و ظرفیت جریان آن کاهش می یابد که منجر به پیشرفت تدریجی صدمه دیدگی فیوز می شود.



شکل ۱۱،۴ –اثرات دمایی المانهای فیوزی ذوب شده

برای یک فیوز که ۴ المنت به طور موازی دارد، شکل(۱۱،۴) چگونگی افزایش تلفات توان برحسب افزایش تدریجی آن بین المنتها تا زمانی که تلفات توان مجاز ماکزیمم محفظهٔ فیوز بیش از حد شود را نشان می دهد. به دلایل بی توجهی یا درک نادرست اقتصادی فیوزهای از پیش صدمه دیده در اثر خطا دوباره در مدار مورد استفاده قرار میگیرند.

کاربران با این عمل این حقیقت را که اغلب در این موارد Striker فیوز دیگر در زمان رخدادن اتصال کوتاه در یک شبکه دارای نقطه نول ایزوله یا رزونانسی دیگر عمل نمی کند، را نادیده می گیرند.) از این رو تعویض تمامی فیوزها در یک مدار سه فاز که در آن خطا رخ داده است همانگونه که توسط سازندگان پیشنهاد می شود، نباید به عنوان یک پیشنهاد بلکه به عنوان یک تذکر اجباری همواره در نظر گرفته شود.

تذکر: اگر پین های striker در جهت عکس باشند، حتی بهترین ابزار قطع کننده حرارتی نیز در چنین شرایطی نمی توانند عمل کنند به همین دلیل است که محل قرار گرفتن STRIKER بر روی فیوز مشخص شده است.

۵-۱۱- حفاظت مدارات موتوری فشار قوی

فیوزهای HH غالباً برای حفاظت موتورهای ولتاژ بالا در مدل توان تا حدود 2MW و ولتاژ تا 12KV مورد استفاده قرار می گیرند. معیارهای انتخاب مانند فیوزهای NH می باشد. (۱۰,۴ را ببینید). برای موتورهای مستقیم راه اندازی شونده بر روی خط (D.O.L) مهمترین معیار انتخاب، قابلیت فیوز در تحمل جریان های راه اندازی موتوری بالا می باشد که نباید عمل کرده و نباید از پیش صدمه دیده باشند.

تذکر: انتخاب فیوز معیوب درجریانهای راه اندازی بالا ممکن است باعث یک قطعی در المنتهای مجزای المنتهای چند فاز موازی فیوزهای HH پشتیبان شود و چنانچه این عمل مکرراً انجام شود، باعث می شود که فیوز در یک جریانی پایین تر از جریان قطع مینیمم عمل کند. چون فیوز قادر نیست که فرآیند قطع را در چنین محدوده جریانی انجام دهد، ممکن است که منجر به صدمه های بیشتر گردد.

وابستگی دمایی جریان نامی یک فیوز در اغلب موارد برای انتخاب فیوزهای HH طراحی شده برای موتورهای راه اندازی شونده مستقیم دارای اهمیت نمی باشند .(فیوزهایی که در راه انداز موتور استفاده می شوند استثنا می باشند) .

همانند فیوزهای NH جریان نامی فیوزهای HH بالاتر از جریان موتور در بار کامل می باشد. به هر حال به دلیل فیزیکی، فیوزهای HH نسبت به فیوزها NH به عملکرد راه اندازی موتور بسیار حساس هستند که به دلیل ظرفیت حرارتی پایین آنها و طول زیاد المنتهای فیوز می باشد. به این خاطر است که نه تنها دامنه و مدت زمان پالسهای جریان راه اندازی ، بلکه تعداد دفعات راه اندازی را هم باید مورد توجه قرار داد.

انتخاب فیوز معمولاً براساس شرایط عملکرد موتور می باشد که در زیر بیان شده اند:

مدت زمان جریان راه اندازی 10s

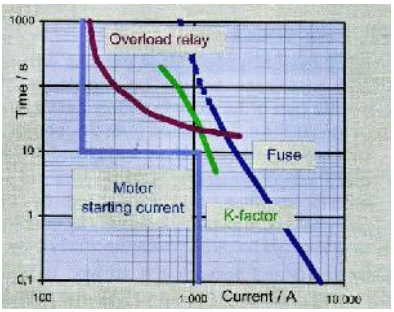
تعداد استارتهای متوالی 2

زمان تکرار استارتها هر ۶ ساعت

انحراف از این شرایط استاندارد، برای مثال عملکرد معکوس، ممکن است نیازمند مقادیر نامی متفاوت فیوزها باشد و در اغلب موارد نیازمند مشاوره با سازندگان فیوز می باشد. اصولاً تمامی انواع فیوزهای HH اگر به درستی انتخاب شده باشند، می توانند برای حفاظت مدار موتوری مورد استفاده قرار گیرند. به هر حال پیشنهاد می شود که طبق استاندارد VDE 0670 بخش 401 مینیم جریان ذوب در 10s مشخص شود تا از این طریق از عملکرد فیوز طی راه اندازی موتور و ماکزیمم مقادیر جریان ذوب شونده در 0.1s

برای حفاظت اتصال کوتاه ماکزیمم کلیدها، خطوط، موتورها و ترمینالهای مدار موتوری، جلوگیری شود. این استاندارد همچنین شامل شرایطی برای تست بر روی جریانهای ضربه ای راه اندازی غیر نرمال و نرمال می شود که مورد دوم طی زمان راه اندازی اولیه رخ می دهد. برای تعیین مشخصات اضافه بار (شکل ۱۱،۵) چنین فیوزهایی به وسیله سازنده یک ضریب k (k<1) به آن اعمال می شود.

کاربران می توانند برای محاسبه مشخصات اضافه بار برای یک تعداد معلوم عملکرد راه اندازی در ساعت، جریان پیش از قوس مشخصه " Time-Current "را در ضریب k ضرب کنند.



شکل ۱۱،۵ – حفاظت موتورها توسط فیوزهای HH

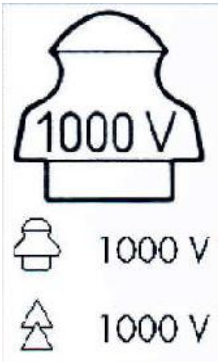
برای سیکلهای طولانی سوئیچینگ موتور ، کنتاکتورهای خلاء به همراه فیوزهای HH به عنوان حفاظت پشتیبان، در جاهایی که فیوزها باید حفاظت اضافی برای تجهیزات سوئیچیگ را فراهم آورند، معمولاً مورد استفاده قرارد می گیرند. هماهنگی براساس مشخصه " Time-Current "می باشد و بر طبق معیار۱۰،۴ انجام می شود. موتورهایی که راه اندازی نرم دارند (در حالت استفاده از راه اندازهای موتوری) را می توان با فیوزهایی با مقادیر نامی کمتر، حفاظت نمود. به هرحال توجهات ویژ ه ای باید در مورد افزایش دما تحت شرایط عملکرد بار کامل و اتلاف حرارت مبذول نمود که می توان آنها را زمانیکه فیوز در محفظه راه انداز قرار داده می شود محدود کرد.

شکل ۱۲,۱ – جایگزینی وکارکردن با فیوزهای NH در زیر بار

۱۲- تعویض وکارکردن با فیوزهای مدل NHدر زیر بار

- فقط مخصوص اشخاص واجد صلاحیت

- تعویض و کارکردن با فیوزهای NHدر زیر بار در استاندارد مورد توجه واقع نشده است و به همین خاطر تستهای مورد نظر دراستاندارد آورده نشده ا ند با این وجود مدل NH معمولا برای سوییچ شدن در زیر بار مناسب می باشد. مشخصات مربوطه در مقررات با زدارنده تصادفات BGV A3 (قبلا VBG4) نصب تجهیزات الکتریکی و VDE0105,بخش100 عملکرد تجهیزات الکتریکی و در VDE0680, Part4 یافت می شوند . برای تعویض وجابجایی ایمن فیوزها زیر بار تفاوت مشخصی بین افراد ماهر ومجاز وجود دارد.



شکل ۱۲,۲ – علائم سطح عایقی

شکل ۱۲,۳ – دستگیره های تعویض فیوز ها با دستگیره وماسک ایمنی

اشخاص مجاز:

- دارای مهارتهای برقی: اشخاصی با آموزشهای مناسب،اطلاعات وتجربه مانند دانستن مقرراتی که او را قادر به ارزیابی کار مورد نظر وشناخت خطرات ناشی از الکتریسیته نماید.به طور کلی فرد ماهرباید دوره های مورد نظر را طی کرده باشد.
- اشخاص دارای آموزشهای الکتریکی: اشخاصی که آموزش کافی برای فعالیت خاص مورد نظر داده شده باشند وتوسط شخصی که دارای مهارتهای برقی می باشد (کارکنان تعمیرات ونگهداری) نظارت گردند تا قادر به شناخت ریسکها وخطرات ممکن توسط برق گردند.

تنها افراد صلاحیت دار مجاز به تعویض فیوزهای NHدر زیر بار با استفاده از تجهیزات ایمنی شخصی ودستگیره های استاندارد می باشند. (شکل12.1)دستگیره های تعویض دارای دستکشهای مخصوصی با علامت عایقی آن می باشند.(شکل12.2) داشتن علامتهای مورد تایید (VDE,GS)از آزمایشگاههای مستقل اجباری نمی باشد ولی حتما در استانداردهای کاری کاربر مورد نیاز می باشند.

نکته:دستگیره ها ودستکش های مورد استفاده برای تعویض فیوزها حتما پیش از استفاده برای مشخص شدن ایراد احتمالی باید بازدید شوند.

در مقایسه با سیستمهای فیوزی دیگر استفاده از فیوزهای مدل NHکه در آن فیوز بعنوان کنتاکت متحرک استفاده میگردد بعنوان یک ویژگی متمایز و برجسته می باشد.در آلمان وارد کردن وخارج کردن فیوزهای تحت بار برای مدتی طولانی است که انجام می

گیرد.این روش به طور قابل توجهی عملکرد سیستمهای الکتریکی را بویژه در هنگام قطع یا وصل کابلها در شبکه های رینگ شده افزایش می دهد.
پس ازاینکه فیوزهای کاردی برداشته شدند پایه فیوز ونگهدارنده های فیوزها باید دارای فواصل عایقی مورد نیاز باشند.
بر طبق قوانین ایمنی آلمان BVG A3کار کردن در روی خط برقدار در صورتی مجاز می باشد که خطر عبور جریان و همچنین قوس های ممکن از بدن وجود نداشته باشد این امردر صورت استفاده از ماسک ایمنی ودستگیره های تعویض فیوزهای NHبه همراه دستکش های محکم متصل به آن امکان پذیر است .(شکل12.3)
در شرایط نرمال شبکه های توزیع افراد باتجربه که برای این کار آموزش دیده باشند می توانند مدارهایی تا جریان نامی فیوز را با خارج کردن فیوز NH از پایه فیوز مربوطه درزیر بار قطع کنند .
حتی وصل تصادفی فیوز تحت جریان اتصال کوتاه به شرط استفاده از دستگیره ،ماسک ایمنی ودستکش مخصوص می تواند توسط افراد ماهر بدون خطر جدی انجام پذیرد .(شکل12.1)
برای انجام عمل قطع ووصل اضافه جریانها به مقدارخیلی کم ودر صورت داشتن جریانهای اتصال کوتاه زیاد فیوزهای کاردی مدل NHمی توانند بعنوان قطع کننده های کلید فیوزی و بر طبق استاندارد واحدهای ترکیبی فیوزها ,VDE 0660بخش107استفاده گردند.فیوزهای کاردی که به این منظور استفاده می گردند خواه حرکت آنها با دستگیره باشد وخواه به عنوان بخش متحرک کلید ، باید دارای کنتاکتهایی مناسب از مس یکدست یا آلیاژ ی از آن باشند.ثابت شده است که کنتاکتهای سوراخدار یا آلومینیومی برای این منظور مناسب نمی باشند زیرا قوس حاصله از سوییچینگ به سرعت آنها را خراب می کند .

۱۳-تعویض وکارکردن با فیوزهای مدل Dدر زیر بار:

- مجاز ولی دارای محدودیت

بر خلاف فیوزهای مدل NHفیوزهای مدل Dشاید توسط افراد بی تجربه مورد استفاده واقع شوند.با اینحال این مساله تنها برای ولتاژها وجریانهای موجود در مصارف خاص قابل اعمال می باشند. برای کاربردهای صنعتی با ولتاژ بالاتر از 400ولت وولتاژ DCبالاتر از 25

ولت تنها افراد با تجربه و با محدودیتهای خاص مجاز به وارد وخارج کردن فیوزهای مدل Dدر زیر بار می باشند.

بر طبق استانداردهای VDE0105بخش100کمیته تدوین استاندارد های آلمان K224 اقدام به مشخص کردن این محدودیتها برپایه تجربیات عملی مطابق با جدول13.1 نموده است.

Type	Rated Voltage	Unskilled persons	Authorized persons
D,D0	≤a.c. 400V	≤63A	≤63A
D	> a.c. 400V	no	≤16A
D,D0	≤d.c. 25V	yes	yes
D0	d.c. 25V to 60V	no	≤ 6A
	d.c. >60V to 120V	no	≤ 2A
	d.c>120V	no	no
D	d.c.>25V to 60V	no	≤16A
	d.c.>60V to 120V	no	≤5A
	d.c. >120V to 750V	no	≤1A
	d.c.> 750V	no	no

جدول ۱۳،۱ – قطع ووصل فیوز تیپ D تحت بار

(جریانهای آورده شده در جدول مربوط به جریان نامی فیوزها می باشند)

مطابق این جدول فیوزهای مدلD و مدل D0تا جریان 63Aکه در شبکه های فشار ضعیف توزیع استفاده می گردند با ایمنی بالا می توانند توسط افراد بی تجربه هم تعویض گردند،در حالیکه در شبکه های صنعتی باولتاژهای بالاتر از 400Vو جریانهای تا 16Aفقط افراد با تجربه می توانند اینکار را انجام دهند.

در صورت نیاز به تعویض فیوز تحت جریان مستقیم برای ولتاژهای بالاتر از 25Vافراد بدون مهارت مجاز به انجام این کار نمی باشند، و حتی افراد مجاز نیز در محدوده جریانی خاصی مجاز به انجام این کار میباشند،و در صورت وجود جریانهای بالاترامکان این کار فقط با قطع جریان وجود خواهد داشت.

قطع ووصل زیر بارجریانهای مستقیم بالاتر از 16Aبا ولتاژ بالاتر از 25V برای افراد ماهر نیز غیر مجاز محسوب می شوند!

۱۴- واحدهای ترکیبی فیوزی

یک ترکیب قدرتمند

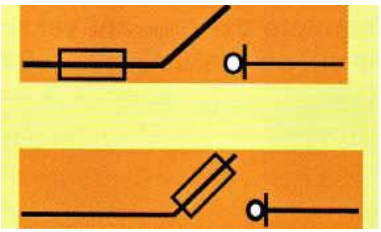
مدارات الکتریکی معمولا به وسایل قطع و وصل و حفاظتی نیاز دارند. به همین منظور تجهیزاتی که هر دو قابلیت در آنها وجود دارد برای کم کردن فضا و هزینه استفاده می گردند . این تجهیزات با نام واحدهای ترکیبی فیوزی مطابق با استاندارد فشار ضعیف VDE0660بخش107 وفشار قویVDE0671بخش105 مورد استفاده می باشند.(بخش15)

واحدهای ترکیبی فیوزی در فشار ضعیف با عملکرد دستی بر طبق تعاریف زیر دسته بندی می گردند:

-وابسته به سرعت اپراتور:که در این حالت سرعت ونیروی عملکرد تنها به اپراتور بستگی دارد.

-مستقل از سرعت اپراتور:که در این حالت انرژی ذخیره شده در فنر باعث عملکرد سیستم می گردد وبه همین خاطر مستقل از سرعت اپراتور خواهد بود.

به علاوه دارای تقسیم بندی زیر نیزخواهیم بود:



فیوز–کلید:که در این ابزار فیوزها با ابزارهای قطع و وصل مکانیکی به صورت سری قرار می گیرند.

کلید– فیوز:که در این حالت فیوزها بخش متحرک کلید را تشکیل می دهند.

ترکیبهای فیوزی در فشار ضعیف دارای طبقه بندیهای متفاوت متناسب با نوع کارکرد می باشند:(جدول14.1)

B:طبقه بندی Bکه تنها برای استفاده های خیلی کم از فیوز– کلید می باشد مانند قطع مدارها به منظور تعمیرات.

A:طبقه بندی Aکه برای استفاده های کم طراحی شده است و در طول تستهای استقامتی دارای تعداد قطع ووصل بیشتر خواهند بود.

طبقه بندی AC23شامل کلید زنی به تعداد خیلی کم برای موتورهای انفرادی که در آن کلید زنی های متوالی بارهای موتوری (راه اندازی،لرزش،توقف) مجاز نمی باشد.

Category A frequent use	Category B infrequent use	Typical applications
AC 20A DC 20A	AC 20 B DC 20 B	Connecting and disconnecting under no-load conditions
AC 21 A DC 21 A	AC 21 B DC 21 B	Switching of resistive loads, including moderate overloads
AC 22 A	AC 22 B	switching of lightly inductive loads(p.f>0.65) including moderate overloads
AC 23 A	AC 23 B	switching of highly inductive loads, e.g. motors (p.f.>0.35)
DC 22 A	DC22 B	Switching of lightly inductive loads(L/R <2.5ms) including moderate overloads
DC 23 A	DC 23 B	Switching of lightly inductive loads e.g. series motors (L/R < 15ms)

جدول ۱۴،۱ – طبقه بندی واحدهای ترکیبی فیوزی

شرایط سوییچینگ برای خازنها وروشناییها در استاندارد مربوط VDE0660,Part 107 مشخص نشده اند و باید از سازنده خواسته شود.

تمام ترکیبهای فیوزی دارای ظرفیتهای وصل اتصال کوتاه در محدوده های مشخص می باشند و مانع از ایجاد خسارت مالی وجانی به هنگام وصل اتفاقی در هنگام اتصال کوتاه می گردند.ظرفیتهای وصل وقطع در ترکیبهای فیوزی با عبارت جریان اتصال کوتاه نامی مشروط بیان می شودکه شامل قابلیت قطع ووصل اتصال کوتاهی که فیوز در برابر آن محافظت شده است می باشد .به همین خاطر مقادیر مناسب همیشه از روی مشخصه های قطع فیوزها ی مورد استفاده در ترکیبات فیوزی خوانده می شوند.

نکته:مقدار متناوب جریان اتصال کوتاه مشروط واحدهای ترکیبی فیوزها مقادیر موثر جریان خطا را نشان میدهند،در غیر اینصورت قدرت نامی وصل اتصال کوتاه دیگر کلیدها نشان دهنده مقدار پیک جریان خطا می باشد.جریان نامی 50KAدر یک واحد ترکیبی فیوز برای مثال با بیشتر از دو برابر قدرت وصل اتصال کوتاه یک کلید برابر است.

تجهیزاتی که مستقل از حالت عملکرد اپراتور عمل می کنند باید به سرعت قطع ووصل گردند تا بتوانند عملکرد مورد نظر را انجام بدهند.کلیدفیوز های مدل NHوریل

کلیدفیوزها در برابر شوکهای الکتریکی محافظت شده اند وممکن است بدون نیاز به استفاده از تجهیزات اختصاصی حفاظتی استفاده گردند.

۱۴-۱- کلیدفیوزهای مدل: NH

شکل ۱۴,۱ – کلید فیوز افقی

فیوزها با کنتاکتهای چاقویی برای استفاده به عنوان بخش متحرک یک کلید قابل استفاده می باشند وامکان طراحی ارزان تجهیزات محافظتی وکلید ها را میدهند.

به همین خاطر شاید اینکه کلیدفیوزهای مدل NHبیشترین تولید واستفاده را بعنوان واحدهای ترکیبی فیوزها در آلمان دارند چیز عجیبی نباشد.

کلیدفیوزهای سه فاز تحت عنوان قطع کننده به همراه فیوزهای کاردی قرار گرفته به صورت افقی(شکل14.1) و ریلهایی با فیوز کاردی هایی که به صورت عمودی قرار گرفته اند (شکل14.2) برای نصب مستقیم بر روی باسبارها در بازار موجود می باشند.

در واقع قبل از اینکه دستگیره های مدرن در استاندارد تعریف گردند تنها محفظه های فیوز یا پوشش کلیدها بعنوان دستگیره های سه فاز فیوزها مورد استفاده بودندکه باید مانع از اشتباه در قرار دادن فیوزهای NHو خطرهای موجود ناشی از آن می شدند.

چنین ابزارهایی مخصوصا برای قطع کردن مدارات الکتریکی مناسب بودند به همین دلیل واژه قطع کننده برای مدلی که دارای سه فیوز افقی بود استفاده می شد.در مرحله بعدی توسعه کارآیی این قطع کننده ها وایمنی موجود برای کاربر با اضافه کردن محفظه های خاموش کننده قوس بیشتر شد.حتی برای این تجهیزات واژه فنی NH-Disconnector باقی ماند.قطع کنند های NHدر مدلهای تکفاز تا چهارفاز تو لید می گردند که می توانند بر روی صفحات یا مستقیم بر روی باسبار هایی با فاصله 40mm تا 60mm نصب گردند.

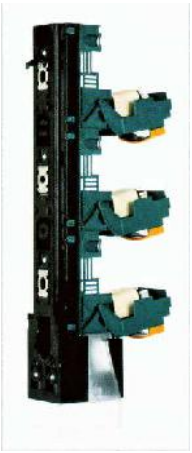
امروزه قطع کننده های NHسطح بالایی از محافظت را در برابر شوکهای الکتریکی و خطرات قوس ها فراهم می آورند.آنها همچنین توجیه پذیر ترین نوع فیوزسوییچ های NHمی باشند. نوع قطع کننده بعنوان عمده ترین ابزار برای محافظت انفرادی تجهیزات

یا بعنوان فیدر سوییچ شونده برای سیستمهای دارای باسبار مورد استفاده هستندشکل(14.3)

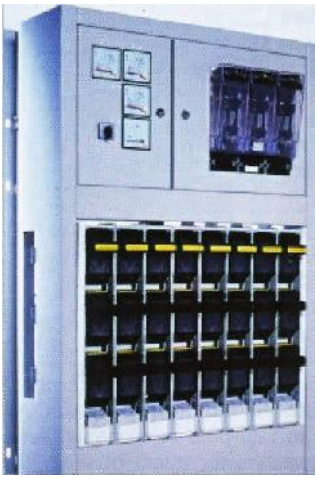
۲-۱۴- کلیدفیوز ریل NH(کلید فیوز عمودی)

در اواسط قرن بیستم کلیدفیوز های ریلی مدل NH بعنوان واحدهای سه فاز برای اتصال مستقیم بر روی باسبار توسعه پیدا کردند.از آن به بعد آنها عمیقا طراحی شبکه های توزیع برق را تحت تاثیر قرار دادند.(شکل ۳،۱۴و۴،۱۴).

اندازه های NH00تاNH3 برای ریلهای توزیع وبرای باسبارهایی که دارای 185mm فاصله می باشند ،استاندارد شدند.سایز NH00هم برای باسبارهایی با فاصله 100mmتولید می گردد.در سال ۱۹۷۰ این فیوز ریلها تجربه توسعه به سمت یک ابزار سوییچ کننده بار را نیز پیداکردند.در سیستمهای توزیع عمومی ابزار تکفاز سوییچ کننده بار به صورت گسترده ای استفاده می گردند(شکل14.2) در صورتیکه در شبکه های صنعتی نوع سه پل آن مورد استفاده می باشد. از آنجاییکه کلیدفیوزهای ریلی مدل NHفضای بسیار کمی را اشغال میکنند کار برد آنها در شبکه های توزیع گسترده با تعدادخروجیهای زیاد مناسب می باشد.عرض ریلهای ساخته شده از 50mm برای مدل 00 تا 100mmبرای مدل های NH1تا NH3می باشد.



شکل ۱۴،۲ – کلید فیوز ریلی

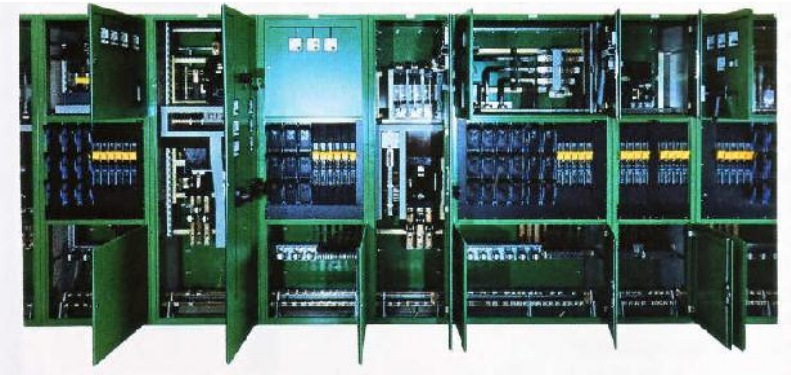


شکل ۱۴،۳ – تابلوی توزیع با کلید فیوز عمودی

کلیدفیوز های ریلی مدل NHبه شبکه های توزیع اجازه کمپکت شدن وطراحی هماهنگ وداشتن قیمت پایین تر را می دهند . شکل(14.4)

کلیدفیوز های مدل NHدر طراحی تابلوها وسیستمهای توزیع بسیار مناسب می باشند و به واسطه رنج وسیع جریانها وطبقه بندی

های موجود طیف گستردهای از کاربردها را پوشش می دهند ،که باعث طراحی یک تابلوی بهینه خواهند شد. تطبیق با نیازهای انواع مشتریان ،حتی با تابلوهای موجود به راحتی و با قرار دادن فیوز مناسب قابل انجام است.تعداد زیادی از فیوز کاردیهای مختلف در همه سایزها موجود می باشند.(جدول14.2 پیوست)

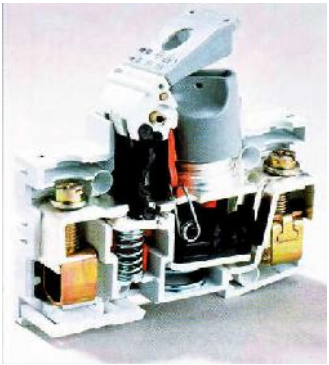


شکل ۱۴،۴- تابلوی توزیع فشار ضعیف با کلید فیوز ریلی

نکته:در صورت استفاده از فیوزهایی غیر از مدل gGتلفات توان نباید از حد مشخصی تجاوز کند.علاوه بر کاربردهایی که در جدول 14.2 داده شده کلیدفیوز های مدل NHدارای کاربردهای خاص دیگری مانند زمین کردن ، اتصال کوتاه کردن ،وصل کردن ژنراتورهای اضطراری،کار بر روی خط برقدار(بخش 16 را ملاحظه کنید)یا اندازه گیری وکنترل کردن (بخش۲۲را ملاحظه کنید)می باشند.

۳-۱۴- فیوز- کلید

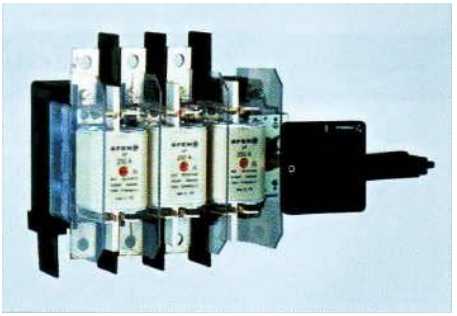
این نوع از تجهیزات زمانی به کار می روند که سیستم فیوز دارای کنتاکتهای مناسب برای سوییچینگ نمی باشد (فیوزهای مدل D،فیوزهای سیلندری،فیوزهای پیچی)یا سوییچ هایی که گمان می شود توسط افراد ناماهر یا دارای مهارت کمتر استفاده می گردند.برای این تجهیزات عمل سوییچینگ بدون وابستگی سرعت کاربر عامل قطع کردن



شکل ۱۴،۵ –فیوز کلید D_0

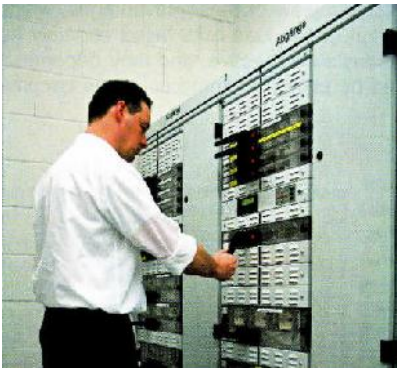
جریانها می باشد.فیوزها به صورت سری با کلید قرار گرفته اند وتنها در حالت بدون بار وبدون ولتاژ در دسترس می باشند.در آلمان از موارد استفاده این تجهیزات تابلوهای ساختمانی وتابلوهای برق موقتی می باشند.فیوز کلیدهای مدل D0بیشترین مدل مورد استفاده در آلمان میباشند،که بویژه برای کاربردهای داخل کشور ، وحفاظت بالادست دستگاههای اندازه گیری استفاده می گردند ودارای استاندارد VDE0638می باشند. (.شکل14.5)

فیوز کلیدها بیشتر در کشورهایی استفاده میشوند که سیستمهای فیوزی بدون کنتاکت های چاقویی در آنها استفاده می گردند(نوع پیچی یا سیلندری)و برای استفاده توسط افراد ناماهر با فیوزهای NH هم تولید می گردند.(شکل14.6)



شکل ۱۴,۶ – فیوز کلید NH

فیوز کلیدها همچنین غالبا به عنوان تعویض کننده حالت سوییچ بین دو منبع قدرت مختلف (شبکه وژنراتور اضطراری) و تعویض کننده اتوماتیک در صورت اتصال به موتور مورد استفاده می باشند.این تجهیزات برای استفاده از منابع قدرت دوم دارای اهمیت روز افزونی می باشند.



شکل ۱۴,۷ – تابلوی توزیع صنعتی

فیوز کلیدهای مدل رک در شبکه های توزیع قدرت در مجتمع های ساختمانی بزرگتر (شکل14.7و14.8) به

کار می روند.

شکل ۱۴،۸ – فیوز کلید NHمدل رک

این تجهیزات در بیشتر مواقع به صورت افقی نصب می گردند و توسط کنتاکتهای فشاری به یک سیستم باسبار عمودی متصل می گردند،و به این ترتیب اجازه استفاده بهتر از فضا را نسبت به فیوز ریلهای NHنصب عمودی فراهم می کنند و می توانند توسط افراد عادی وغیر ماهر استفاده گردند یا حتی به صورت اتوماتیک سوییچ گردند وممکن است به ابزار کنترلی واندازه گیری مختلفی مجهز گردند.اتصالات ماژولار وبازشو از مشخصات بازر این سیستم می باشند،که به هر رکی اجازه جایگزینی بدون نیاز به قطع کردن کل باسبار را می دهند.تجهیزات به هم فشرده و جریان هوای افقی محدود، به هر حال نیازمند توجه خاص به رفتار دمایی قسمتهای حساس به دما می باشد.(19.4 رابببنید)

۱۵-ترکیبات فیوز کلید فشار قوی

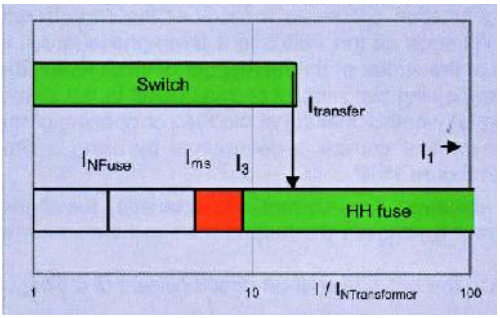
استاندارد آلمان برای ترکیبات فیوز کلیدهای فشار قوی ,VDE0671بخش105در مورد تمام سوییچها وفیوزهای محدودکننده جریان که از طریق یک سیستم STRIKER ترکیب شده اند اعمال می گردد.

تا سال 1994 کمیته ملی تصمیم گیرنده درآلمان به دلیل عدم مطابقت با تجربیات عمومی آلمانها وتا حدی تعارض با آن مخالف سازماندهی استانداردهای بین المللی مربوطه بود،چیزی تا حالا عوض نشده است به جز اینکه در حال حاضر اصلاحیه IECبدون

شکل ۱۵،۱ – ترکیب کلید فیوزی

هیچگونه تغییراتی باید در مشخصات کدهای استانداردهای ایمنیVDE آورده شود.حتی اگر نیازمندیهای مقدماتی برای واحدهای ترکیبی در مقررات حال حاضر آلمان نقش عمده ای را بازی نکنند با اینحال باید به آن اشاره گردد، برای اینکه جزئی از قوانین قابل اعمال آلمان می باشندو به طور دائمی باعث سر درگمی کاربران می گردند.ترکیب سوییچهای فشار قوی شامل فیوزهای HHبعنوان تجهیزات محافظت در برابر اتصال کوتاه و قطع ترانسفورماتورهای قدرت در طی سالها موفقیت خود را ثابت کرده اند و به همین خاطر به صورت گسترده ای مورد استفاده می باشند. (شکل15.1)

,VDE0671بخش105در حال حاضر چنین ترکیباتی را بعنوان تجهیزات سوییچنگ بدون محدودیت تعریف می کنند که قابلیت قطع کردن اضافه جریانها واتصال کوتاه ها تا حد قدرت قطع فیوزها را دارند.(شکل15.2).

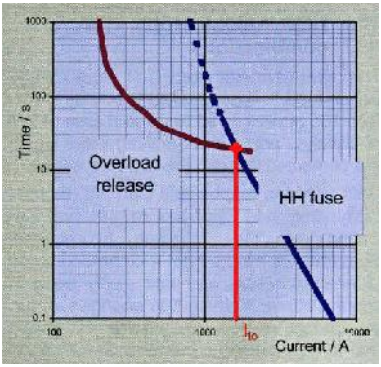


شکل ۱۵،۲ – محدوده قطع ترکیبات کلید فیوزی

به منظورهماهنگی کامل با این استاندارد ,VDE0671بخش105مقادیر مشخصی را برای مشخصه های "Time-Current " تعیین می کند،که در هر سه فاز می توانند تنها با فیوزهایی از یک نوع و از یک کارخانه سازنده برآورده شوند. همچنین به منظور جایگزینی فقط فیوزهایی که در لیست تولید کننده تابلو به آنها اشاره شده است می توانند استفاده گردند.به علاوه تعدادی از تستهای نسبتا پیچیده بر روی فیوزها ی مورد نظر اعمال می شوند،که در صورتیکه این فیوزها تنها برای حفاظت اتصال کوتاه مانند شبکه های رینگ آلمان استفاده گردند ، لازم نمی باشند.

الف-جریان take over

در مواردی که سوییچ هایی با رله حفاظت اضافه جریان استفاده می گردند فیوزها حفاظت BACK UP را برای سوییچ فراهم می کنند. عملکرد قطع در زمان اضافه جریان از سوییچ به فیوز منتقل می گردد که نقطه تلاقی دو منحنی می باشد. شکل (15.3)



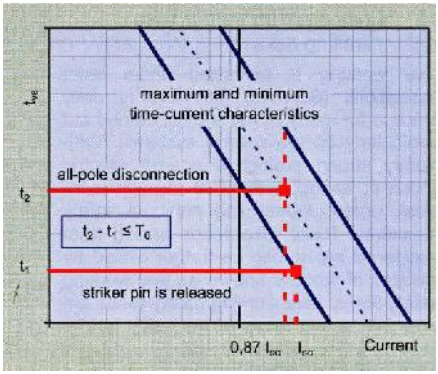
شکل ۱۵،۳ – جریان انتقالی

جریان take-overکلید فیوز ترکیبی باید از قدرت قطع کلید کمتر باشد.

ب-جریان انتقالی

جریان انتقالی کلید فیوز ترکیبی باید از قدرت قطع کلید کمتر باشد.

برای کلیدهایی بدون مکانیزم رله قطع کننده فیوزها و کلید خاصیت قطع کنندگی خود را درجریان انتقالی با هم عوض می کنند.تعویض ویژگی قطع کنندگی بعنوان نتیجه ای از تلورانس مشخصه " Time-Current "اتفاق می افتد.به مجرد اینکه سوییچ در یک مدار سه فاز وبر اثر عمل striker سریعترین فیوزدر سه فاز رها گردد خاصیت قطع کنندگی دو فاز باقی مانده بسته به اینکه ذوب فیوز یا باز شدن کلید هر کدامیک که زودتر عمل کنند به کلید یا فیوز بعدی منتقل می گردد،.جریان انتقالی بوسیله یک روش ساده و مطابق با شکل 15.4مشخص می گردد:



شکل ۱۵،۴ – تعیین جریان انتقالی

-در سریعترین فاز(پایین ترین مشخصه Time-Current)جریان اتصال کوتاه سه فازباعث ذوب شدن فیوز وعمل striker در زمان t_1امیشود.

- اندازه جریان خطا به مقدار جریان اتصال کوتاه دو فاز $0.87I_{sc}$ کاهش می یابد
- قطع جریان اتصال کوتاه تمامی فازها بوسیله دومین فیوز از لحاظ سرعت در زمان t_2 انجام می گیرد.(مشخصه Time-Current وسط).
- اختلاف زمانی بین عملکرد striker وقطع تمامی فازها t_2-t_1باید کمتر از زمان باز شدن T_0کلید باشد.با یک محاسبه تخمینی جریان انتقالی بعنوان جریانی است که باعث ذوب شدن سریعترین فیوز در زمان 0.9_{To} می گردد وبرابراست با:

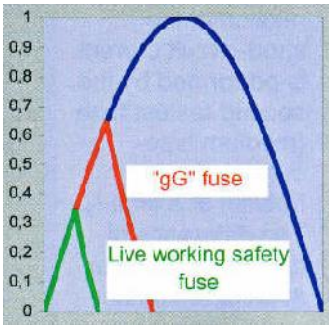
کوچکترین مشخصه Time-Current $I_{transfer} = I_{(0.9T_0)}$

بااینحال تولید کنندگان نه فقط مینیمم و ماکزیمم را ارائه نمی دهند بلکه فقط مشخصه میانگین را ارائه می دهند.نتیجتا فرمول فوق هیچ ارزشی برای کاربر ندارد به همین دلیل بهتر است به انجام محاسبات بر مبنای مشخصه میانگین توجه کنیم:

مشخصه زمان – جریان میانگین $I_{transfer} = I_{(0.9T_0)}$

ج-ماکزیمم زمان تحمل قوس

این عبارت و روشهای تست مربوطه به استاندارد فیوز مدل HH در VDE0670بخش4 اضافه شده اند وبا توجه به هدف استفاده از فیوز در ترکیب فیوز کلید و به دلیل مطابقت با VDE0670, بخش105این استاندارد به ذوب فیوز



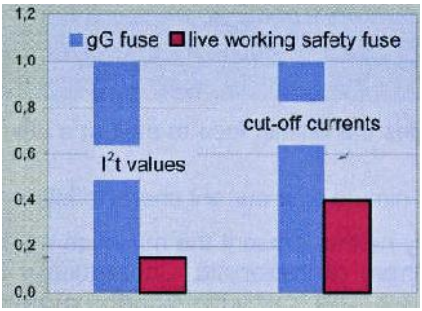
شکل ۱۶،۱ – محدودیتهای جریانی

BACK UP در زیر محدوده قطع آن اشاره می کند.فیوز قادر به تحمل قوس های داخلی با دامنه جریان تقریبی I_3برای مدت زمان 100ms بدون خسارت خارجی می باشد.مدت زمان ماکزیمم تحمل قوس بدو ن خسارت برای فیوزها باید طولانی تر از زمان باز شدن STRIKER سوییچ باشد.این الزام نه برای سیستمهایی که فیوزهای آن در رنج کامل و یا همه کاره می باشند استفاده می شود و نه برای فیوزهای BACK UP با رله حرارتی.

۱۶-فیوز حفاظت از کارکنان خط گرم

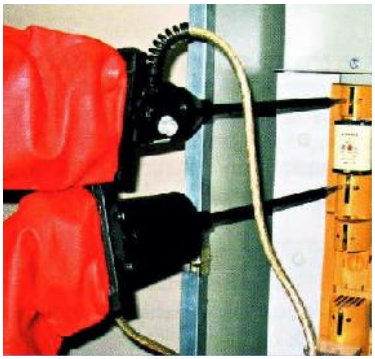
-خطرات موجود

کار بر روی خط برقدار تنها تحت مقررات خاصی مجاز می باشد(BGV A3,&8) این امر یک مساله همیشگی برای شرکتهای برق می باشدکه بخصوص بر روی سیستمهای فشار ضعیف انجام می پذیرد.حفاظت های کافی وقوی در برابر شوکهای الکتریکی و یا قوس بوسیله اقدامات ایمنی شخصی وفنی وسازمانی تضمین می گردد.خطرات ناشی از ایجاد قوس های غیر قابل پیش بینی بوسیله استفاده از تجهیزی به نام فیوز حفاظت از کارکنان خط برقدار باز هم قابل کاهش است. فیوز حفاظت از کارکنان خط برقدار فیوزهایی بسیار سریع مانند gSgaR,gR می باشند که از آنها به جای فیوزهای همه کاره gGدر مدت کار بر روی خط برقدار استفاده می گردد.در صورت خطا آنها مقدار ماکزیمم جریان خطا را به کمتر از نصف مقدار(شکل۱۶,۱) محدود می کنند و مقدار انرژی قوس را به یک دهم مقدار به دست آمده برای فیوزهای همه کاره کاهش می دهد.(شکل ۱۶,۲)



شکل ۱۶,۲ – مقادیر قطع جریانی

تلفات توان در فیوزهای ایمنی مخصوص خط برقدار حدودا دو برابر مقدار فیوزهای gGمی باشد.این فیوزها به همین خاطر تنها برای استفاده


شکل ۱۶,۳ –تعمیرات بایپاس

موقت مناسب می باشند. آنها مطمئنا برای چندین بار استفاده و تا قبل از اینکه عمل کنند و یا خراب شوند مناسب می باشند.از آنجاییکه این فیوزها معمولا بوسیله خودروهای واحد تعمیرات جابجا می شوند باید دارای طراحی یکدست و اتصالات پیچی غیر قابل لرزش باشند.استفاده ازخط برقدار برای جلوگیری از قطع جریان می باشد .به همین خاطر تعویض فیوزهای ایمنی خط برقدار و فیوزهای همه کاره باید به صورت طبیعی بدون قطع مدار انجام گیرد. به همین خاطر تعمیرات بایپاس واحدها (شکل ۱۶,۳) مجهز به پینهای کنتاکت تحت فشار با فنر برای ترمینالها وکنتاکت پایه فیوز هستند.فیوز نصب شده بر روی جامپر خط قادر به عبور دادن جریان نامی برای یک پریود ۳۰ثانیه ای تا دو دقیقه ای می باشد.در طول این زمان فیوزها می توانند تعویض گردند.

۱۷-اتصال موازی فیوزها

-توسعه رنج جریانی

اتصال موازی فیوزها معمولا برای افزایش رنج جریانی آنها انجام می گیرد. نتیجتاً اگر دو فیوز ریل NH3در حالت موازی در طرف منبع تغذیه دارای سیستم باسباربه جای یک NHفیوزریل 4a قرار گیرند تجهیزات در شبکه های فشار ضعیف می توانند کمپکت تر گردند، (شکل ۱۷,۱).

شکل ۱۷,۱ –کلید فیوزهای دوبل

همچنین برای توربینهای بادی معمولا چندین فیوز ریل NH به صورت موازی در طرف تغذیه فشار ضعیف قرار می گیرند.اتصال موازی فیوزهایNH هم در مدارات موتوری بطور معمول انجام می شود. بغیر از نگهدارنده های فیوز ها که از تولید کننده به صورت کاملا مونتاژ شده خریداری می گردند قوانین ودستورالعملها ی زیر برای اتصال موازی فیوزها باید در نظر گرفته شوند:

- فیوزها باید از یک نوع ،سایز واندازه باشند وترجیحا دارای ساختمان یکسان باشند.

- کابلهای ورودی وخروجی ، توزیع یکسان جریان را تضمین می کنند.برای طول کابل های بیشتر توصیه می گردد که اندازه گیری های آزمایشی انجام گیرد.از طرف دیگر ترمینال های کابلها در کلیدفیوزهای ریلی به صورت داخلی به هم وصل شده اند.(شکل۱۷,۲)در این مورد کابلهای متصل شده به صورت مجزا محافظت نمی گردند بلکه فقط به صورت موازی محافظت می شوند.

شکل ۱۷,۲- اتصالات کابل

فیوزهای NH که به صورت موازی متصل گردیده اند مجهز به دستگیره های مکانیکی کوپل شده می باشند که به راحتی قابل استفاده می باشند. (شکل۱۷,۳)

شکل ۱۷,۳ –دستگیره کوپل شده

-مقدار جریان نامی n فیوز که به صورت موازی وصل گردیده اند به واسطه توزیع جریانهای نا مساوی کمتر ازمجموع جریان هر یک از فیوزها n*In می باشد.

مقدار جریان cut off برایn فیوز کاردی متصل به صورت موازی تقریبا برابر با$n*I_C$ مربوط به یک فیوز کاردی و در جریان اتصال کوتاه مربوطه I_P/nمی باشد.

- باید بدانیم که ماکزیمم ظرفیت قطع ترکیب فیوزها بزرگتر از I_1یک فیوز به تنها یی نمی باشد.

-برای فیوزهای HH BACK UPحداقل جریان قطع ،کمتر از $n*I_3$ نمی باشد وبرای فیوزهای NH این مقدارکمتر از $n*k_2I_n$ نمی باشد.

-با توجه به اینکه این محاسبات برای یک مدار با یک بار تنها می باشد مشخص کردن افزایش دما باید بر مبنای جریان کامل اعمالی برای تعداد n عدد تجهیزات سوییچینگ انجام پذیرد.

نکته: فاکتور های بار کمتر که دراستاندارد ترکیبات کلیدفیوزها در فشار ضعیف ,VDE0660بخش500مشخص شده اند برای تستهای افزایش دما قابل اعمال نیستند.(شکل ۱۹,۴ را ببینید)

۱۸-فیوزهای متصل به صورت سری

- بر خلاف اتصال موازی رنج کاربری و بویژه رنج ولتاژ اعمالی نمی تواند با اتصال سری فیوزها گسترش یابد.بعنوان یک نتیجه از تلورانس های غیر قابل اجتناب محصولات همیشه این باید فرض شود که حتی در صورت اتصال سری فیوزهای مشابه هر فیوز به تنهایی باید قادر به قطع مدار در ولتاژ بازگشتی کامل باشد.به همین خاطر رنج کارکرد فیوزها نمی توانند با استفاده از اتصال سری فیوزها افزایش یابد.

در مورد فیوزهای انتخاب شده برای حفاظت نیمه هادیها، سازندگان در صورت اطمینان از اینکه جریان اتصال کوتاهی که انتظار می رود در هنگام کاراتفاق بیفتد دارای قوس های اولیه خیلی کوتاه (کمتر از 10ms)باشد با اتصال سری فیوزها بمنظور رسیدن به یک سطح ولتاژ بالاتر موافقت می کنند. در این مورد گرفتن تاییدیه از سازنده فیوز توصیه می گردد.

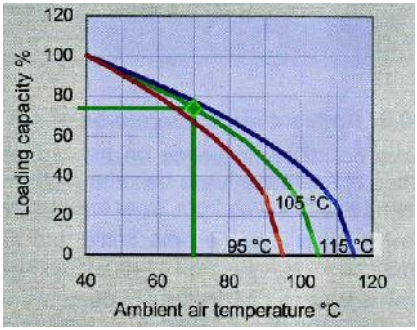
شرایط محیطی:

– وقتی شرایط غیر نرمال می باشد

استانداردهای فیوز ها شرایط نرمالی را که تحت آن فیوز کار می کند تعریف می کنندوشامل دمای هوای محیط وسایر شرایط جوی نیز می باشند.حتی اگر فیوزها نسبت به تغییر شرایط نرمال محیطی حساسیت نداشته باشند با اینحال پیشنهاد می شود که به موارد زیر توجه شود وبا سازنده در مورد شرایط بسیار متفاوت عملکرد تماس گرفته شود. برخی از این تغییرات به شرح زیر می باشند:

۱-۱۹- دمای هوای محیط بالاتر از ۴۰ درجه سانتیگراد:

این پارامتر تغییر زیادی درعملکرد درست فیوزهای Partial Range ورفتار قطع آنها نمی دهد.قابلیت قطع کاملا بدون تغییر باقی می ماند.(HHفیوزهای شکل ۱۹,۲)



شکل ۱۹,۱ – قدرت قطع HH فیوزها

برای دما های ذوب (نقره ۹۶۰) و (مس ۱۰۸۰) تاثیرات ناشی از تغییرات دمای هوای محیط با توجه به رفتار ذوب فیوزها قابل صرفنظر می باشد.با اینحال محدودیتهای دمایی کنتاکتها وترمینال ها ی هادیهای جریان عملکرد ماکزیمم را محدود می کنند و باید مورد توجه قرار گیرند .منحنی های تغییر سطح داده شده برای کنتاکت فیوزهای HH مختلف در هوا در شکل ۱۹,۱به شرح ذیل نشان داده شده اند:

-کنتاکتهای فنری:

قلع اندود(۹۵ درجه)

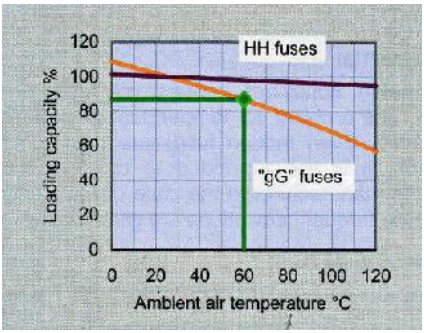
نقره ونیکل اندود(۱۰۵درجه)

-کنتاکتهای پیچ شده:

نقره یا نیکل اندود(۱۱۵ درجه)

برای کنتاکتهایی که در روغن غوطه ور است، یا دارای روکش های متفاوت است، مقادیر محدود کننده دما متفاوت می باشد، در حالیکه منحنی های Derate انها مشابه است.

نکته: هرچند derate کردن فیوز در محیطهایی با دمای بالا در ابتدا ضروری به نظرمی‌آید. ولی در حقیقت فاکتور زیاد مهمی نیست. با توجه به این واقعیت که HHفیوزها عموماً در نصف جریان نامی کار می کنند فاکتورهای derating ندرتاً اعمال می شوند.



شکل ۱۹,۲- ظرفیت باردهی فیوزهای قدرت

برای فیوزهای Full Range (مانند فیوزهای gG) با دماهای ذوب زیر ۲۰۰ درجه مشخصه های "Time Current" به سمت جریانهای ذوب کوچکتر تغییر جهت پیدا می کنند به این معنی که ظرفیت بار دهی به طور موثری با افزایش دما کاهش می یابد. منحنی ظرفیت باردهی در شکل ۱۹,۲ در مورد فیوزهایی که در شبکه های توزیع استفاده می شوند و دارای جریان آزاد هوا در اطراف فیوز هستند اعمال می گردند.
جریان هوای محدود شده در تابلوهای کوچک با سیستم خنک کنندگی به شکل متفاوت باید مورد توجه قرار گیرند(شکل ۱۹,۳ و۱۹,۴ را ببینید).

۲-۱۹- دمای هوای محیط کمتر از ۵ درجه:

اثر مهمی بر روی عملکرد درست فیوزها ندارند.زمان قوس های ابتدایی فیوزهای رنج کامل اندکی طولانی تر و برای فیوزهای Partial Range تاثیرات ناشی ازدماهای پایین تر قابل صرفنظر هستند.
قسمتهای پلاستیکی ممکن است شکسته شوند و حساسیت بیشتری نسبت به شکستگی تحت تاثیر فشار داشته باشند.(پایه فیوزها وGripping lugs)
دمای هوای محیط پایین عموما تاثیر خوبی بر روی ظرفیت باردهی فیوزها، واحدهای ترکیبی فیوزها وترکیبات فیوز کلیدها دارند.

۳-۱۹-HH فیوزها در محفظه(تابلوهای تکفاز)

اندازه گیری ظرفیت بار فیوزهای HH در تابلوهای کوچک ومحفظه های فیوزها تنها با اندازه گیری افزایش دما امکان پذیر است. که از لحاظ تئوری با ماکزیمم دمای مجاز کنتاکتها محدود می شود. عملا بااینحال مقدار زیادی از گرما در محفظه فیوزها از طریق تشعشع به دیواره های داخلی آن تلف می شودکه ظرفیت حرارتی دیواره ها جریان نامی فیوزها را محدود می کند. بنابراین سازند گان تابلوهای SF6 مقادیر ماکزیمم مورد قبول برای تلفات توان داخل محفظه های فیوزها را در شرایط نرمال ارائه می دهند. تاثیرات مخرب افزایش غیر مجاز دما در محفظه فیوزها که به دلیل فیوزهای از پیش آسیب دیده می باشد که ممکن است با استفاده از سیستمهای قطع کننده حرارتی کلید را در اسرع وقت قطع کند. (بخش ۴-۱۱ را ملاحظه کنید.)

۴-۱۹-NHفیوزها در محفظه:

هنگامیکه ارتباط بین فیوزها ودیگر تجهیزات تولید کننده گرما در تابلو که تلفات قابل توجهی را ایجاد می کنند وجود داشته باشد، ظرفیت بار دهی محدود به اندازه تابلو و نوع

سیستم خنک کنندگی مورد استفاده در آن می باشد.تست افزایش دما مطابق با استاندارد VDE0660بخش500در مورد مجموعه سیستمهای فشار ضعیف وکنترلی با توجه به اینکه معمولا تمام مدارات در یک زمان به صورت کامل زیر بار نمی روند انجام می پذیردوبسته به تعداد مدارات برای تست افزایش دما ضریب بار کمتر از یک تعیین شده است.این فاکتور صحیح است مگر اینکه تولید کننده برای شرایط نصب ویژه ، مقادیر دیگری ارائه دهد.

ظرفیت بار فیوزهای NHدر محفظه های با تراکم بالا وتهویه محدود تنها با اندازه گیری افزایش دما قابل تعیین می باشد.محدودیتهای افزایش دمای موجود در استانداردها در بیشتر مواقع مفید نیستند.

Number of circuite	Load factor
1	1
2-3	0.9
4-5	0.8
6-9	0.7
≥10	0.6

جدول ۱۹,۱ – فاکتور بار در تابلوهای توزیع

مقدار ماکزیمم مجاز دمای هوای محیط (۴۰ درجه در فاصله یک متری) وهمچنین محدودیت افزایش دمای مجاز ترمینالها(65K)که متاثر از هادیهای PVCعایق شده می باشند برای تعیین ظرفیت بار مناسب می باشند. برای تعدادی از انواع پایه فیوزها بویژه آنهاییکه به صورت نصب مستقیم بر روی باسبار استفاده می گردند ترمینالها از لحاظ حرارتی و به صورتی موثر از فیوز بوسیله ارتباطی بلند جدا شده اند.در این مورد دمای ترمینالها نمی توانند ملاک ظرفیت بار دهی فیوز استفاده گردند.

توجه: طبق تعاریف استاندارد VDE0636 هنگام افزایش دمای محیط به ۵۵ درجه فیوزهایgG در تابلوها مجاز به کار در جریان نامی خود نیستند.این مقدار در استانداردهای بین المللی وارد نشده وبه همین خاطر از VDE0636هم حذف گردیده است.

از آنجاییکه قانون کلی برای محاسبه ظرفیت بار NH فیوزها وجود ندارد،تعدادی از توصیه های کاربردی (پیش نویسVDE0636بخش129) توسط گروه کاری بین المللی بسط داده

شدIEC SC 32B/WG14 ودر آن پیشنهاد داده شده است که از دمای تیغه کنتاکتها بعنوان یک اصل ارزیابی برای تعیین ظرفیت 'NH'gG فیوزها به دلایل زیراستفاده شود:
– مقدار ماکزیمم ظرفیت بارNH فیوزدر زمان کار با دمای المنت فیوز تعیین می شود.
–تیغه های کنتاکت فیوز نزدیکترین نقطه به المنت فیوز می باشند و به راحتی برای اندازه گیری دما قابل دسترس می باشند.
–کنتاکتهای خالص و یکدست از لحاظ حرارتی نزدیک ومرتبط با المنت فیوز می باشند و اجازه مشخص شدن دقیق ومطمئن دما را می دهند.
–این روش می تواند در مورد کلیه انواع فیوزها تحت هر شرایط نصب اعمال گردد.
– **برای** فیوزهایNH مدل gG در استانداردهای مربوطه تلورانس خطای بسیار کمی در نظر گرفته شده است، تا بتوان فیوزهای تولید کنندگان متفاوت را جایگزین یکدیگر کرد.
–یک محدوده دمایی ۱۲۰ درجه برای فیوزهای gG توسط گروه کاری فوق الذکر ومطابق با استانداردهای تابلوها پیشنهاد داده شد که نباید از این مقدار در طول تست افزایش دما در جریان عملکرد مورد نظر تجاوز کرد.کار دائمی در این دما ممکن است باعث طول عمر کمتر فیوزها گردد.اگر احتمال برود که جریان نامی مربوطه نه برای ساعتها بلکه بیشتر ادامه پیدا کند یک محدوده دمایی ۱۰۰ درجه توصیه شده که نباید از آن تجاوز کند.
برای انواع دیگر فیوزها بویژه آنهایی که ترمینال پیچی دارند محدوده های دمایی متفاوت اعمال می گردد. این اطلاعات باید از تولید کننده در خواست گردد.

۵-۱۹-رطوبت وآلودگی

به صورت جدی عملکرد صحیح فیوزها را تحت تاثیر قرار نمی دهند.با اینحال ممکن است باعث کم شدن فواصل عایقی وزنگ زدگی اتصالات شود که به دلیل آلودگی شدید و رطوبت ایجاد می گردد.برای NH فیوزهایی که به منظور استفاده در محیطهای با درجه آلودگی بیشتر از ۳به کار می روند (VDE0110بخش1)مانند تابلوهای توزیع کابل که تحت تاثیر نمک جاده ها شرایط تست خوردگی در مورد آنها سخت ترو مطابق با VDE0636,بخش201 خواهد بود.

۶-۱۹-محیطهای خورنده(کنتاکتهای روکش نیکل)

در صورت استفاده از فیوزهایی با کنتاکتهای روکش نقره در سایتهای مواد شیمیایی یا مزارع ودامداریها به دلیل خوردگی بیشتر ناشی از سولفور یا ذرات امونیاک کنتاکتها

آسیب می بینند.بنابراین استفاده ازکنتاکتهای قلع اندود یا نیکل اندود که نسبت به چنین تاثیراتی مقاوم تر هستندبهتر می باشد.روکش قلع برای کنتاکتهای پیچی وروکش نیکل برای کنتاکتهای کشویی استفاده می گردد.بااینحال محدوده های دمایی پایین تر که برای چنین کنتاکتهایی مورد استفاده قرار می گردند باید مورد توجه قرار گیرند.این کنتاکتها معمولا نیاز به ضریبی برای Derate شدن برای اعمال به ماکزیمم جریان نامی فیوزها دارند.تنها فیوزهای BACK UP که برای تجهیزات اصلاح ضریب توان بکار می روند یک استثناء می باشند.در مقایسه با سطوح نقره اندود فشار کنتاکت بیشتری جهت کنتاکتهای با روکش نیکل در تجهیزات سوییچینگ یا فیوزهای NH مورد نیاز می باشد.

توجه۱:کاربرد فیوزها در تجهیزات اصلاح ضریب توان واقع در مناطقی با عوامل خوردگی بالا با توجه به ظرفیت جریانی حرارتی کمتر کنتاکتهای روکش نیکل وفشار ناشی از جریانهای هارمونیکی دارای اهمیت زیاد می باشد. فیوزها برای حفاظت چنین تجهیزاتی باید دارای رنج جریانی تا حد امکان بالا باشند.(بخش۸-۱۰ و۲۰ را ملاحظه نمایید.)

شکل ۱۹,۳ – پایه فیوز HH

توجه۲:محدوده های دمایی برای کنتاکتهای با روکش نیکل به روشنی در VDE0636مشخص نشده است.از یک طرف محدوده افزایش دمایی به میزان ۷۰ درجه کلوین ذکر شده است و از طرف دیگر تنها عدم ایجاد خسارت برای تجهیزات اطراف ملاک عمل قرار گرفته است.به این ترتیب با توجه به این محدودیتها تفاوتی بین کنتاکتهای روکش نیکل و روکش نقره وجود ندارد.تجربیات بد تولید کنندگان ومصرف کنندگانی که مخالف این مقررات هستند دراستاندارد آلمانی,VDE0636بخش301 برای مدلهای D باکنتاکتهای روکش نیکل که تنها مجاز به استفاده برای فیوزها در قدرتهای پایین می باشند مورد توجه قرار گرفته اند. برای جریانهایی با لاتر از 63Aکنتاکتهای روکش نقره به خاطر افزایش دماهای احتمالی مورد نیاز می باشند.

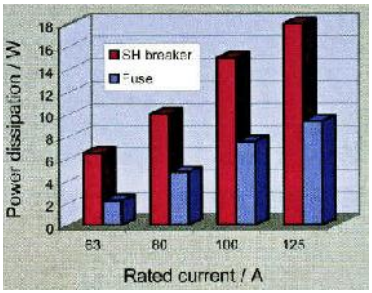
۷-۱۹-لرزشهای غیر نرمال وتاثیرضربه

اگر تجهیزات ایمنی برای جلوگیری ازبیرون افتادن فیوزها از نگهدارنده های آنان به خاطر لرزش نیاز باشد،معمولا از فیوزهای پیچی خاص یا فیوزهای کاردی قفل شده در نگهدارنده توسط تجهیزات قفل کننده استفاده می شود.(کنتاکتهای قفل شده،شکل ۱۹,۳).این خطرات در نقاط زلزله خیز یا وسایل نقلیه یا وسایل ریلی ممکن است بیشتر شود .شرایط ویژه وتستهای مورد نظر باید بین تولید کننده فیوز ومصرف کننده مشخص گردند.

۲۰- تلفات توان

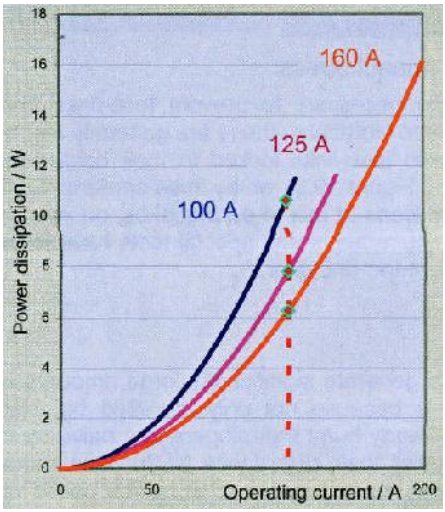
بسیار بدبینانه

فیوزها به اشتباه عامل مقادیر زیاد تلفات توان در نظر گرفته می شوند.ممکن است این مساله به خاطر این باشد که نه تنها افراد ناماهر بلکه افراد مجرب نیز احتمالا هنگام جایگزینی فیوزهای سوخته با فیوز سالم انگشتانشان دچار سوختگی شده است و فیوزها را به خاطر این مساله وبه جای خود متهم می کنند.روش عملکرد فیوزها بر پایه اصل گرم شدن و نیاز به توان الکتریکی برای رسیدن به دمای ذوب برای عمل کرد درست می باشد ولی در مقایسه با تجهیزات الکترومکانیکال والکترونیکی در بیشتر مواقع فیوزها به مقدار برابر و اغلب بسیار کمتر توان تلف می کنند.(شکل ۱-۲۰)



شکل ۲۰,۱- تلفات توان

اگر چه این ویژگی عموما توسط طراحان تجهیزات به منظورتعیین مشخصات دمایی مورد نیاز می باشد اما تعریف این ویژگی در استاندارد تابلوهای فشار ضعیف VDE0660,بخش100 موجود نمی باشد..برای فیوزها تعریف جزییات در مورد تلفات توان اجباری است ودر استانداردهای مورد نظر



شکل ۲۰,۲- تلفات توان فیوزهای NHدر جریانهای مختلف

مقادیر ماکزیمم مشخص شده اند.در برخی موارد مقادیر تولید کنندگان کمتر از مقادیر ماکزیمم است.

خسارتهای ناشی از افزایش دما بر روی فیوزها وتجهیزات تنظیم کننده کنترلی بعنوان نتیجه ای از فهم نادرست معنای تلفات توان نامی فیوز کاردی می باشد ونه کارکرد نادرست فیوز.تلفات توان بالاتر لزوما به معنای افزایش بیشتر دما در هنگا م کار با مقادیر بالاتر نمی باشد.در مورد فیوزهایی با جریانهای نامی مختلف این مساله اتفاقا بر عکس می باشد.برای جریانهای نامی مشابه درسیستم فیوز با جریان نامی پایین تر ونتیجتا تلفات توان کمتر توان تلف شده بیشتری تولید می کند.این تفاوت در شکل ۲۰,۲ برای فیوزهای gGوNH نشان داده شده است.

در یک جریان نامی ۱۲۵ آمپر یک فیوز ۱۰۰ آمپری تلفات توان بیشتر از ۱۰ وات ایجاد می کند در صورتیکه فیوز ۱۲۵ آمپری کمتر از ۸ وات ویک فیوز ۱۶۰ آمپری تنها ۶ وات تولید می کند.

نکته:به همین خاطر فیوزهایی که می خواهند در شرایط دارای مشکلات حرارتی استفاده شوند باید تا حد امکان جریان نامی بالاتری داشته باشند.

کاربردهای معمولی که این قانون برای آن ها استفاده می گردد شامل همه مداراتی می باشد که تنها نیاز به حفاظت اتصال کوتاه دارند مانند :

- فیوزهای HH در تابلوها
- فیوزهای حفاظتی خازنها در شبکه های با جریانهای هارمونیکی
- فیوزهای حفاظتی مدارات موتوری
- جایگذاری بهینه فیوزها در داخل تابلوها به صورت کلی

این قانون به هیچ وجه برای حفاظت اتصال کوتاه و حفاظت در برابر اضافه بار برای فیوزهایی که بصورت مستقیم به یک وسیله الکتریکی تخصیص داده شده اند مانند کابل استفاده نمی شود.

اگر کاربران بخواهند بار حرارتی مرتبط با یک کاربرد ویژه را با استفاده از فیوزهای با جریان نامی پایین تر محدود کنند نتیجه برعکس می شودومشکلات ناشی از افزایش دما حتی جدی تر خواهند شد.(شکل ۲۰,۲ را ببینید)

فیوزهای با جریانهای نامی بالاتر یا آنهاییکه تلفات توان کمتری را ایجاد می کنند می توانند مسایل حرارتی را حل کنند.

۲۱-کیفیت داخلی

- قابل تشخیص از ظاهر

کیفیت فیوزهای الکتریکی بر پایه گسترش محصولات رقابتی ،انتخاب دقیق وآزمایش محصولات نیمه کامل به کار رفته و عملیات مونتاژ دقیق می باشند، به همین خاطر این یک ویژگی داخلی برای فیوز می باشد که برای کاربر در دسترس نمی باشد.

.بر خلاف دیگر تجهیزات الکتریکی فیوزها نمی توانند برای عملکرد درست مورد آزمایش قرار بگیرند.به همین خاطر کاربران آگاه قبل از خواندن لیست قیمت ابتدا باید در مورد قابلیت و کیفیت وقابلیت سازندگان مطمئن گردند.

HH فیوزها وفیوزهای مدل D به هیچ وجه بدون خراب شدن فیوز قابل باز کردن نیستند وباز کردن بدون خرابی فیوزهای NH تنها به صورت ظاهری ممکن است.در واقع این عمل باعث خروج شنها وآسیب های پنهان به المنت فیوز وسیستم نشان دهنده آن می گردد که با نتایج خطرناک در کارکرد فیوز همراه است.اگر یک کاربر پیچهای فیوز NH را به دلیل عدم آگاهی یا به دلیل آزمایش کیفیت ساخت باز کند این فیوز به هیچ وجه در شبکه های الکتریکی قابل استفاده نخواهد بود وبه داخل انبار وچرخه بازیافت منتقل می گردد.با اینحال از نشانه های واضح برای کیفیت فیوز وتولید با کیفیت آن می تواند بر مبنای ویژگیهای خارجی محصول بدون استفاده از تجهیزات اشعه X یا باز کردن فیور باشد.

-تست به روش تکان دادن:

-اگر هر گونه صدا یا درصدی حرکت از شنهای داخل فیوز حتی در هنگام تکان دادن آرام شنیده شود فیوز خراب می باشد.

- تست ریزش:

اگر شنها از فیوز بیرون بیایند یا از قسمت نشانگر وجاهای دیگر فیوز بیرون بریزند خراب می باشد .جمع شدن شن در بسته بندی ازنشانه های خروج شن میباشد.

- تست لمسی:

اگر دست شما در هنگام مالیدن دستتان به آرامی بر روی انتهای تیوب عایقی آسیب ببیند یا بر روی صفحات نصب یا سر کنتاکتها گیر بکند دلایل منطقی در مورد دقت مونتاژ وعملکرد فیوز وجود خواهد داشت. انتهای سیمها ممکن است باعث کاهش قابل

توجه عایق بندی گردد و احتمال وقوع اتصال کوتاه فاز را افزایش دهد.لبه های تیز تیغه های فیوز نه در بالا ونه در پایین قابل قبول نیستند چون ممکن است باعث آسیب به پایه فیوز در هنگام وارد کردن فیوز وباعث پاره شدن پوشش کنتاکتها در هنگام جدا کردن فیوز از پایه فیوز گردند.

- **تست مالش**:

اگر علائم روی فیوز قبلا آثاری از مالیدن را نشان بدهند یا به آسانی بوسیله مالیدن پاک شوند این می تواند نشانه ای از کیفیت پایین تولید باشد.

- **تست خوردگی:**

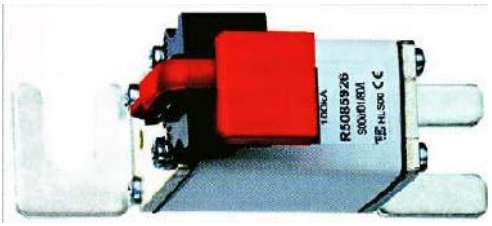
پیچهای ضعیف شده یا خورده شده بعنوان نگهداری نادرست می باشند وبهتر است این فیوزها استفاده نگردند.

حتی با وجود عدم زیبایی کنتاکتهای نقره ای که تغییر رنگ داده اند از نقطه نظر فنی این کنتاکتها مشکلی ندارند واین موارد در انبارهایی که در بسته بندی های آنها در برابر ذرات صنعتی دارای سولفور محافظت نشده اند به چشم می خورد.

۲۲- سیستم فیوز هوشمند

- حتی فیوزها می توانند ارتباط برقرار کنند

در پی پیشرفت سوییچینگ اتوماتیک وتجهیزات حفاظتی نیاز به بالا بردن تواناییهای بیشتر برای ارتباط به معنی فرستادن و حتی دریافت وتحلیل اطلاعات در مسافتهای طولانی تر بیشتر شده است.اگر چه از فیوزها نمی توان انتظار عملکرد هوشمند نظیر میکرو پروسسورها را داشت اما برخی از امکانات مهم ارتباطی برای فیوزهای ساخت آلمان طراحی شده اند.پیش از این طراحی نشانگر چشمی وضعیت عملکرد بطوریکه در شکل ۱,۲ دیده می شود

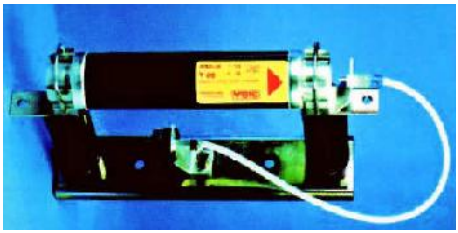


شکل ۲۲,۱- نصب میکرو سوییچ

بعنوان یکی از ویژگی های مهم برای فیوزها بود.در آلمان درست بعد از شروع ساخت فیوزها نشانگر بعنوان یک المنت ضروری در سیستم تمام فیوزهای قدرت بکار گرفته شد.
با توجه به اینکه فیوز تنها دو وضعیت کار کرد دارد.نشانگر قادر به فراهم کردن اطلاعات مورد نیاز می باشد.البته لزوم جمع آوری اطلاعات در سایت بعنوان یک ایراد می باشد.این ایراد دیگر الزام های مرتبط با سیستمهای مانیتورینگ وکنترل را ارضاء نمی کند.این باور باعث تولید striker ها با انرژی بیشتر برای فرمان دادن به میکرو سوییچها و برای فرمان از راه دور یا به صورت اتوماتیک برای شروع دیگر پروسه های سوییچینگ شد.(شکل ۲۲,۱)میکرو سوییچ قرار داده شده برروی فیوز کاردی برای فیوزهای با کنتاکتهای پیچی که در آن gripping lugs مورد نیاز نیست به کار میرود .یک gripping lug بر روی صفحه نشانگر بعنوان یک شاسی برای میکرو سوییچ فرمان دهنده توسط نشانگر عمل می کند.همچنین فیوزهای NH با کنتاکتهای کاردی می توانند به STRIKER های داخلی یاخارجی مجهز گردندکه نوع دوم بر روی نماهای جانبی یا بر روی Gripping lugsبه صورت باز شو نصب می گردد و مناسب برای استفاده در تمام سیستمهای توزیع می باشد.

شکل ۲۲,۲- فیوز NH همراه با استرایکر

فیوزهای NHدارای STRIKERداخلی (شکل ۲۲,۲) دارای استاندارد تعریف شده در VDE0636 می باشند.این امر باعث سهولت جایابی میکروسوییچهای مربوطه در پایه فیوزها و همچنین جایگزینی آنها می گردد.کنتاکتهای نشانگربدو ن ولتاژ هم برای HH فیوزها فراهم می باشند.(شکل ۲۲,۳)


شکل ۲۲,۳-فیوز HH همراه با تجهیزات مانیتورینگ

تجهیزات کمپاکت سوییچینگ می توانند به میکرو سوییچ مجهز گردنداگرچه این امر گاهی اوقات باعث ایجاد مشکل می

گردد.به همین دلیل است که تجهیزان مانیتورینگ الکترونیکی به صورت روز افزونی در مورد NH کلیدفیوزها وNH کلیدفیوز ریلها مورد استفاده هستند.آنها ولتاژ طرف بار وطرف تغذیه فیوزها را با هم مقایسه می کنند وهرگونه قطعی را به صورت سیگنال از طریق LED ورله های خروجی نشان می دهند.برای NH کلیدفیوز ریلها آنها بر روی انتهای بالای واحد یا به صورت خارجی بر روی سرریلهای بالایی نصب می گردند.نقطه های اندازه گیری ولتاژ از کنتاتهای پایه فیوز گرفته می شوند.

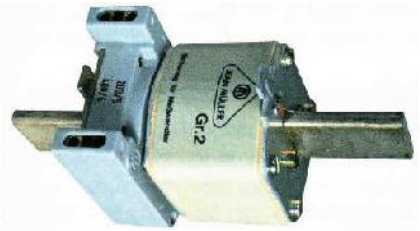
نکته:خطهای ارتباطی بین نقاط اندازه گیری ولتاژ و تجهیزات مانیتورینگ فیوز نباید امکان اتصال کوتاه داشته باشند.در صورت استفاده از فیوزNH قطع کننده تجهیزات مانیتورینگ الکترونیکی فیوزها بر روی کاور نصب می گردند.(FUSE CARRIER).

ولتاژها در Gripping lugs اندازه گیری می شوند.(شکل ۲۲,۴)

در صورت نیاز تجهیزات مانیتورینگ به آسانی با جایگزین کردن کاور fuse carrier بر روی کلیدفیوز قابل اضافه کردن است.

شکل ۲۲,۴ – مانیتورینگ الکترونیکی فیوز

توجه:عملکرد درست تجهیزات مانیتورینگ تنها در حالتی گارانتی می شود که در قسمتهای برقدار gripping lugs از کنتاکتهای الکتریکی با کیفیت بالا استفاده گردد.بر طبق استاندارد VDE0636مربوط به فیوزهای GRIPPING LUG های عایق نشده بعنوان بخش برقدار در نظر گرفته می شود.برای جلوگیری از هر گونه عملکرد نادرست باید از سازنده در مورد اینکه آیا GRIPPING LUGS برای اندازه گیری ولتاژ مناسب هستند یا خیرتوضیح خواسته شود.برای فیوزهای قطع کننده NHدر اکثر مواقع ممکن است که وضعیت عملکرد توسط میکرو سوییچ جاسازی شده مشخص گردد.

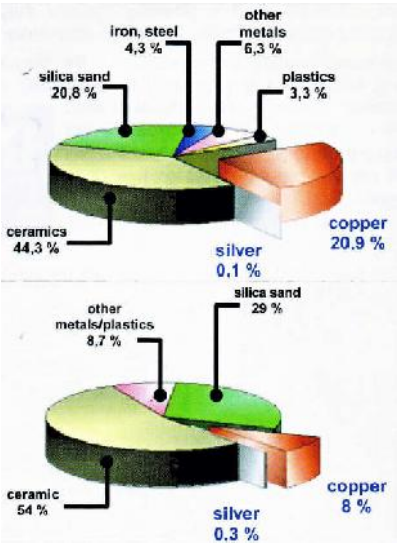


شکل ۲۲,۵ – فیوز اندازه گیری

توجه : برای میکروسوییچهایی که قرار است در کنترلهای الکترونیکی یا کنتاکتهای ویژه سیستمهای باس استفاده گردند (معمولا روکش طلا)داشتن مقاومت کنتاکت بسیار پایین برای عملکرد درست مورد نیاز می باشند.

برای اندازه گیری ومانیتورینگ مدارات الکتریکی ریلهای کلیدفیوزهای مدل NH می توانند به ترانس جریان متصل به باسبار یا ترمینال های کابل مجهز گردند.فیوزهای اندازه گیری یا ترانس جریان (شکل۲۲,۵)

روش خوبی برای جایگذاری پایه فیوز، تجهیزات سوییچینگ NH یا اندازه گیری موقت می باشند.این روش شامل ترکیب یک فیوز قدرت و یک ترانس جریان دارای ابعاد مشابه با یک فیوز کاردی می باشد.این سیستم می تواند به جای یک فیوز استاندارد استفاده گردد.ترانس جریان با باز شوی مادگی برای اتصال اندازه گیری های خط یا اتصال مستقیم آمپر متر می باشد.این ترانسفورمرهای ویژه می توانند در شرایط بی باری هم کار کنند.فیوزسوییچهایNH دارای اندازه گیری ولتاژ وترانس جریان یک سنسور ایده آل وکم جا برای سیستمهای ضبط اطلاعات هستند.



شکل ۲۳,۱ –مواد تشکیل دهنده المان فیوز

بالا:فیوزهای NH

پایین:فیوزهای HH

۲۳- بازیافت فیوز

- مفید حتی پس از استفاده

با توجه به استفاده از محفظه های قوس فیوزهایNH وHH تمام موادی که فیوز از آنها ساخته شده است به صورت اصلی باقی می مانند و حتی پس از عملکرد به خاطر روکشهای نقره ومس (شکل۲۳,۱)

کنتاکتهای فیوزهای عمل کرده NHوHHکمابیش برای باز یابی قستهای فلزی قابل استفاده می باشند،این رویه با اینحال دارای معایبی در زمینه های زیر می باشد:

– بازیافت فلز فیوزها با یک روش سیتماتیک ودر سطح کشور انجام نمی گیرد.

– فلز آلوده در مسیر قوس در اکثر مواقع استفاده نمی شود.

– باز کردن بدنه فیوز نیاز به زمان زیادی دارد وبدون اشکال نیست چنانچه گرد وغبار ریزکوارتز ودر مورد محصولات قدیمی(تولید کنندگان قبل از ۱۹۸۵)حتی مواد سمی ممکن است پخش گردند.

تولید کنندگان آلمانی ZVEI(اتحادیه الکترونیک والکتریکال صنایع آلمان)سیستم بازیافت فیوزهای NHو HH را توسعه دادند تا از چنین معایبی جلوگیری کنند.این سیستم در المنت برای سالهای طولانی مورد استفاده بوده ودارای مزایا و موفقیتهای زیادی بوده است و در حال حاضر توسط کشورهای دیگر در حال استفاده می باشد.فیوزهای ضایعاتی در سطح کشور جمع آوری شده و در پالتهای مشبک(شکل۲۳,۲) قرار می گیرند و تقریبا تمامی فیوزها جمع آوری می گردند.فیوزهایی که از نظر مکانیکی دارای مشکل می باشند به صورت مناسبی در کیسه های پلاستیکی جمع آوری می گردند.این سیتم برای تمام مصرف کنندگان فیوزمجانی می باشد.بعد از اینکه بوسیله فاکس به پیمانکار مربوطه اطلاع داده شد حمل آغاز شده و تمام جعبه های مشبک را جمع آوری کرده وبه محل بازیافت نقره ومس که دوباره ذوب می گردندانتقال داده می شوند.ضایعات باقیمانده برای ساخت جاده وسد استفاده می گردد.در آمد مواد بازیافتی برای پوشش دادن هزینه های حمل ونقل و برای اهداف خیریه مطابق با اصول اتحادیه به کار می رود. مواد مشکل زا در داخل ضایعات ایجاد شده مخلوط شده وبی ضرر می گردند(شکل۲۳,۴).با استفاده از این روش ایمن واقتصادی عملا همه مولفه های فیوزها

شکل ۲۳,۲ –حفاظت از محیط زیست

شکل ۲۳,۳ –علامات بازیافت فیوز HH و NH

بازیافت می گردند.بنا بر این توصیه می شود مشتریانی که به محیط زیست اهمیت می دهند باید به علامت بازیافت NHو HH موجود بر روی فیوزها توجه کنند.شکل(۲۳,۳)

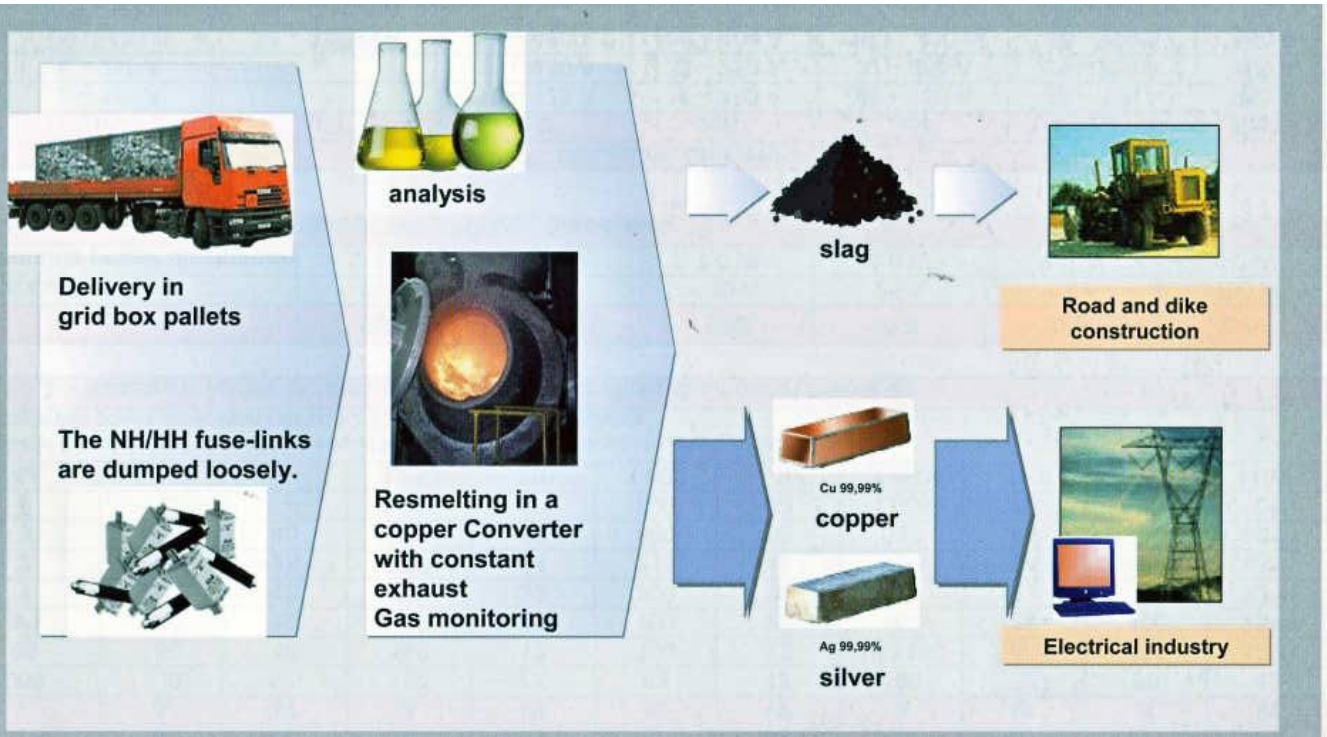


Figure 23.4 - NH-HH fuse-link recycling

Size	„gG"						,,aM"			
	a.c. 400V		a.c. 500V		a.c. 690V		a.c. 400 und 500V		a.c. 690V	
	I_n	P_n	I_n	P_n	I_n	P_n	I_n	P_n	I_n	P_n
	A	W	A	W	A	W	A	W	A	W
000	100	5.5	100	7.5	63	12	100	7.5	80	12
00	160	12	160	12	100	12	100/160	7.5/12	160	12**)
0*)	160	12	160	16	100	25	160	16	100	25**)
1	250	18	250	23	200	32	250	23	250	32**)
2	400	28	400	34	315	45	400	34	400	45**)
3	630	40	630	48	500	60	630	48	630	60**)
4	-	-	1.000	90	800	90	1.000	90	1.000	90**)
4a	1.250	90	1.250	110	1.000	110	1.250	110	1.250	110**)
*)Size NH 0 is no longer allowed to be used in new installation , except for the type with striker.										
**) Acceptable power dissipation rating for fuse-bases and fuse-holders.										
Table 3.2-Maximum value of rated current nad power dissipation of NH fuse-links										

Size	D01	D02	D03	D II	D III	D IV
Rated current	16A	63A	100A	25A	63A	100A
Acceptable power dissipation	2.5w	5.5w	7.0w	4.0w	7.0w	9.0w
Table 8.1-Acceptable power dissipation of D type fuse-bases						

Size	Utilization category						
	„gG"	„gTr"	„gB"	„gR"	„aR"	„aM"	Blade
00	2-160 A	-/-	16-125 A	16-160 A	80-160 A	16-100 A	250 A
1	6-250 A	-/-	16-250 A	35-250 A	32-250 A	25-250 A	400 A
2	25-400 A	50-250 KVA	16-400 A	80-400 A	160-400 A	80-400 A	630 A
3	315-630 A	50-400 KVA	-/-	315-630 A	315-630 A	125-630 A	1.000 A
Table 14.2-Application range of NH fuses							

Operating Voltage	S_N	"gTr" Transformer apparent power/Rated apparent power fuse										
	KVA	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1.000
	U_z[%]	4	4	4	4	4	4	4	4	4/6*)	5/6*)	5/6*)
0.4KV	Rated Current NH fuse [A]	144	180	321	289	361	455	577	722	909	1155	1443
6KV	Rated current Transformer [A]	9.6	12	15	19	24	30	39	48	60.6	77.1	96.3
	Rated current HH fuse [A]	20 25	25 32	32 40	40 50	50 63	63 80	80 100	100 125	125 160	160	160 200
10KV	Rated current Transformer [A]	5.8	7.2	9.2	12	14	18	23	29	36.4	46.2	57.7
	Rated current HH fuse [A]	16	16	20 25	25 32	32 40	40 50	50 63	63 80	80 100	100 125	125 160
20KV	Rated current Transformer [A]	2.9	3.6	4.6	5.8	7.2	9.1	12	14	18.2	23.1	28.9
	Rated current HH fuse [A]	10	10	16	16	16 25	25	25 32	32 40	40 50	63	63
30KV	Rated current Transformer [A]	1.9	2.4	3.1	3.8	4.8	6.1	7.7	9.6	12.1	15.4	19.3
	Rated current HH fuse [A]	6.3	10	10	16	16 20	20 25	25	25 32	31.5 40	40 50	40 50

*) New Atandard values for transformers, which have not been included in VDE 0670, Part 402 so far.

Table 11.1-Selective transformer protection by means of NH and HH fuses

Power factor correction equipment	Rated Voltage (three-Phase system)		
	400V(k=2.5)	525(k=2)	690V(k=1.5)
Fuse-Link	500V	690V	1.000V*
Apparent Power Q_N/Kvar	Rated current of I_N NH fuse		
≤5	16A		
≤7.5	20A		
≤12.5	35A	35A	
≤20	50A		35A
≤25	63A	50A	
≤30	80A	63A	50A
≤40	100A	80A	63A
≤50	125A	100A	80A
≤60	160A	125A	100A
≤80	200A	160A	125A
≤100	250A	200A	160A
≤125	315A	250A	200A
≤160	400A	315A	250A
≤200	500A	400A	315A
≤250	630A	500A	400A
* Alternatively 690V for minimum size 1			

Table 10.4-Selection of fuses for power factor correction equipment

Transformer			Fuse assignment according to		
High Voltage [KV]	Apparent Power [KVA]	Relative Short-circuit voltage	VDE 0670, Part 402[A]	VDE 0670,Part 105[A]*	
				Air Switch	
10	400	4%	50-63	50	40
	500	4%	63-80	63	50
	630	4%	80-100	80	63
	630	6%	80-100	50	50
	800	6%	100-125	63	63
	1.000	6%	125-160	80	80
20	400	4%	25-31.5	31.5	25
	500	4%	31.3-40	40	31.5
	630	4%	40-50	50	40
	630	6%	40-50	31.5	25
	800	6%	63	40	31.5
	1.000	6%	63-80	50	40
* Assignment according to time-current characteristics provided by German manufactures; individual deviations are possible					

Table 11.2-Deviating fuse assignment for switch-fuse combinations according to VDE 0617,Part 105