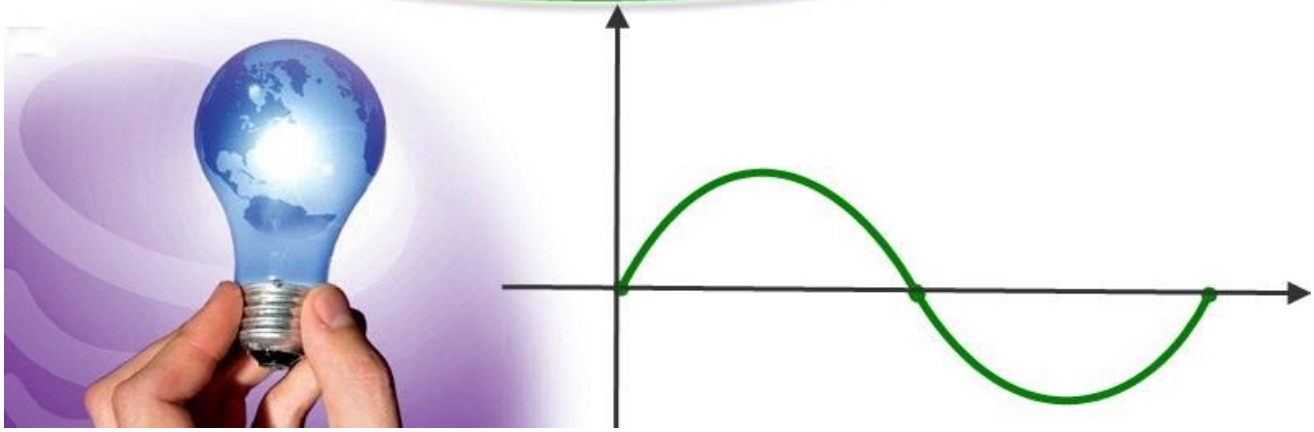
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

بررسی نوسانات ولتاژدر شبکه های برق

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۲۸۱)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست مطالب

فصل ۱- نوسانات ولتاژوتاثیرات موقتی ۷

۱-۱- مقدمه ۷

۱-۲- نوسانات ولتاژناشی از بارهای مختلف ۸

۱-۳- روشهای جبران وتصحیح فلیکر ۸

۱-۴- اضافه ولتاژهای ناشی ازکلیدزنی ۱۰

۱-۵- اضافه ولتاژ ۱۴

۱-۵-۱- مکانیزم انتقال الکترواستاتیکی موج ضربه ۱۴

۱-۵-۲- مکانیزم الکترومغناطیسی انتقال منبع ولتاژ ضربه به ثانویه ۱۵

فصل ۲- وسایل حفاظتی برای انواع سیستمهای برق ۲۰

۲-۱- چکیده فصل ۲۱

۲-۲- هدف فصل ۲۱

۲-۳- فیوز ۲۲

۲-۳-۱- فیوزهای قدرت ۲۳

۲-۳-۲- MOTOR CONTROLLER ۲۳

۲-۳-۳- محدوده جریان فیوزها ۲۴

۲-۳-۴- Seleetive coordination ۲۵

۲-۳-۵- Seleetive coordination fuses ۲۶

۲-۳-۶- دستگاه مکمل اضافه جریان ۲۸

۲-۴- انواع فیوزها ۲۹

۲-۴-۱- کلیدحفاظت از جان یا کلید (f1) ۲۹

۲-۴-۲- کلیدهای قطع کننده محافظ موتور ۳۰

۲-۴-۳- کلیدهای قطع کننده محافظ موتورنوعPKZM0 ..... ۳۱

۲-۴-۴- قطع کننده های حفاظت–ترانسفورمرمحدودکننده ۳۲

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۴-۵- کلیدهایCL- PKZ0 ..... ۳۳

۲-۴-۶- کلیدهای قطع کننده (کلیدهایاصلی) ۳۳

۲-۵- دستگاه رهاکننده شانت (SHUNT RELEASE) A (F3) 34

۲-۶- دستگاه ولتاژ پایین با همراه تاخیرزمانیuv(f4)off ۳۴

۲-۷- تاثیرعوامل مخرب برعملکرد فیوزها ۳۶

۲-۸- پدیده برش جریان درکلیدهای نوع هوای فشرده ۳۹

۲-۹- استفاده از تجهیزات قطع و وصل جریانهای بار در مدارهای خاص ۴۱

۲-۱۰- هماهنگی فیوزهای قدرت و رله اضافه جریان ۴۲

۲-۱۱- هماهنگی فیوز با رله های جریان زیاد زمان ثابت (DTOC) ۴۳

۲-۱۲- هماهنگی فیوز با رله های جریان زیاد معکوس (IDMT) ۴۵

۲-۱۳- هماهنگی فیوز با واحد لحظهای رله های جریان زیاد ۴۶

۲-۱۴- هماهنگی با ریکلوزرها ۴۷

۲-۱۵- جمع بندی ۵۴

فصل ۳- خطوط انتقال با ماکزیمم بار ۵۵

۳-۱- مقدمه ۵۵

۳-۲- ایمنی و انتخابی بودن و عملکرد سریع ۵۶

۳-۳- خطاهای اتصال کوتاه ۵۶

۳-۴- انواع رله های حفاظتی ۵۷

۳-۴-۱- رله های اضافه جریان ۵۷

۳-۴-۲- حفاظت دیستانس ۵۹

فصل۴- بررسی خطرات الکتریکی ۶۳

۴-۱- چکیده ۶۳

۴-۲- مقدمه ۶۳

۴-۳- آشنایی با جریانهای خطا ۶۴

۴-۴- ولتاژ القایی ۶۹

۴-۵- القاء خازنی ۶۹
۴-۶- فلوی مغناطیسی القایی ۷۰
۴-۷- ولتاژهای القایی ناشی از رعدوبرق ۷۲
۴-۸- روشهای ایجاد سیستم زمین حفاظتی ۷۲
۴-۹- سیستم زمین حفاظتی تکفاز یا سه فاز ۷۴
۴-۹-۱- اتصالات و باندژها ۷۵
۴-۱۰- نتیجه ۷۶

فصل ۵- حفاظت بهینه هوشمنداضافه جریان درسیستمهای قدرت ۷۸
۵-۱- مقدمه ۷۸
۵-۲- سیستمهای خیره در حفاظت شبکه های قدرت ۷۸
۵-۳- معادلات هماهنگی بهینه رله های جریان زیاد ۷۹
۵-۳-۱- روش پیشنهادی ۸۰
۵-۴- اجزای سیستم خیره ۸۱
۵-۴-۱- پایگاه اطلاعات ۸۱
۵-۴-۲- قوانین خبره مرتبط با نوع رله ۸۳
۵-۵- نتایج ۸۴

فصل۶- بررسی نقش رله اتصال مجدد در شبکه های توزیع ۸۷
۶-۱- مقدمه ۸۷
۶-۲- عوامل موثر در ایجاد عیوب گذار ۸۸
۶-۳- بررسی فنی عملکرد رله اتصال مجدد ۸۸
۶-۴- دوره زمانی استفاده از رله اتصال مجدد ۸۹
۶-۵- انتخاب کلیدها جهت استفاده از رله ۹۰
۶-۶- بررسی اقتصادی استفاده ازرله اتصال مجدد ۹۰
۶-۷- نتیجه ۹۴

فصل۷- بررسی قطع شدگی فاز در موتورها و نحوه حفاظت آنها ۹۵

۷-۱- مقدمه ۹۵

۷-۲- قطعی فاز در موتورهای اندوکسیونی ۹۷

۷-۲-۱- بررسی حالت تکفازه شدن موتورهادر وضعیتهای مختلف ۹۹

۷-۳- مقایسه قطع شدن فاز در موتورهای با رتور سیم پیچی شده و قفسها ۱۰۱

۷-۴- روشهای مختلف حفاظت ۱۰۱

۷-۴-۱- رله تعادل فازها Phase blanc relay ۱۰۱

۷-۴-۲- رله مولفه منفی جریان زیاد لحظهایinstantaonus neqative sequencc over current . ۱۰۲

۷-۴-۳- رله جریان زیادovcr current relay with the delay ۱۰۲

۷-۴-۴- رله حرارتیthermal relay ۱۰۲

۷-۴-۵- رله ولتاژ فازهای معکوسReverse phase vol taqe relay ۱۰۳

۷-۴-۶- رله قطعی فازphase failure relay ۱۰۴

۷-۴-۷- نتیجه ۱۰۴

فصل ۸- ارزیابی حفاظت خازنهای قدرت و بررسی علل انفجار بانکهای خازنی ۱۰۶

۸-۱- مقدمه ۱۰۶

۸-۲- تحول در ساختار خازنها ۱۰۶

۸-۲-۱- طریقه و عوامل موثر در از کار انداخن سیستمهای عایق ۱۱۱

۸-۲-۲- طریقه به کار افتادن عایقPAPER – FILM ۱۱۳

۸-۳- طریقه از کارافتادن خازن ۱۱۵

۸-۴- نتیجه ۱۱۷

فصل۹- محاسبات هماهنگی رله ها ۱۱۹

۹-۱- خلاصه فصل ۱۱۹

۹-۲- مقدمه ۱۱۹

۹-۳- طرح مسئله ۱۲۰

۹-۴- راه حل پیشنهادی ۱۲۱

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۹-۵- روش محاسباتی تنظیم رله های جریانی ۱۲۲
۹-۶- مزایا و معایب روش پیشنهادی ۱۲۳
۹-۷- نتیجه گیری ۱۲۴

فصل ۱۰- روش صحیح تنظیم رله های جریانی در شبکه توزیع ۱۲۵

۱۰-۱- مقدمه ۱۲۵
۱۰-۲- راه حل پیشنهادی ۱۲۷
۱۰-۳- روش محاسباتی تنظیم رله های جریانی ۱۲۷
۱۰-۴- مزایا و معایب روش پیشنهادی ۱۲۸
۱۰-۵- نتیجه گیری ۱۲۹

فصل ۱۱- هماهنگی رله های جریان زیاد باروشهای بهینه سازی. ۱۳۰

۱۱-۱- مقدمه ۱۳۰
۱۱-۲- الگوریتم ژنتیک ۱۳۲
۱۱-۳- تابع هدف ۱۳۲
۱۱-۴- هماهنگی رله های جریان زیاد با استفاده ازSWARM ۱۳۳
۱۱-۵- یک طرح تطبیقی حفاظتی برای حفاظت بهینه رله های جریان ۱۳۵
۱۱-۶- هماهنگ سازی بهینه رله های جریان ۱۳۷
۱۱-۷- هماهنگی رله های جریان زیاد با روش برنامه ریزی تکمیلی ۱۳۸
۱۱-۸- خلاصه ۱۴۱
۱۱-۹- مشخصات رله اضافه جریان ۱۴۵
۱۱-۱۰-گسسته یا پیوسته بودنTSM ۱۴۷
۱۱-۱۱-اطلاعات الگوریتم ژنتیک: ۱۴۹
۱۱-۱۲-بررسی نتایج ۱۴۹
منابع و مراجع ۱۵۲

نوسانات ولتاژ و تاثیرات موقتی

مقدمه

بحث نوسانات ولتاژو تاثییرات موقتی آن روی سیستم برق شاید در ابتدا به علت موقتی بودن این اثرات از اهمیت زیادی برخوردار نباشد ولی با دقت در این موضوع که این نوسانات با عبور از روی شبکه برق و گذر کردن از روی تجهیزات و وسایل حساس برقی و با توجه به دامنه بالای این اثر می تواند صدمات جبران ناپذیری به تجهیزات وارد کرده و باعث می گردد اهمیت این موضوع دو صد چندان گردد و حتی می تواند باعث ناپایداری خط عبوری انرژی گشته و صدمات جبران ناپذیری ایجاد کند .

بنابراین بحث در مورد عوامل ایجاد کننده و تاثیر گذار بر این موضوع ایجاد راهکاری مناسب برای کم کردن اثرات نامطلوب این موضوع و حدالامکان حذف کردن آن می تواند کمک قابل توجهی به صنعت انتقال و توزیع برق داشته باشد و کمک شایانی به پایداری هر چه بیشتر سیستم انتقال نماید. اما اکنون باید ببینیم چه عواملی ایجاد کننده ی این اثر نامطلوب می تواند باشد اگر از خود بارهای الکتریکی بحث را شروع کنیم می بینیم که بارها نیز می تواند به عنوان یک عامل تاثیر گذار در این موضوع باشند بارهایی نظیر کوره های الکتریکی موتورهای الکتریکی و دستگاههای جوش سهم به سزاییدر این مطلب دارند و پدیده هایی نظیر flicker ولتاژ نیز مسئله با اهمیتی است که در جای خود به بررسی آنها می پردازیم .

در ابتدای تبدیل شدن اختراع برق بعنوان یک صنعت همه گیر از آن بیشتر برای مصارف خانگی استفاده می گردد که این مسائل از اهمیت چندان زیادی برخوردار نبود لیکن با استفاده روز از فزون این پدیده جدید انرژی در صنعت این مسائل اهمیت خود را بخوبی نشان داد . البته باید توجه داشت این موضوع با افت ولتاژ دائمی در طول یک خط انتقال برق کاملا متفاوت می باشد .

۱- نوسانات ناشی از راه اندازی تجهیزات خاص در کارخانجات که در هنگام شروع کار احتیاج به مصرف بالایی دارند .

۲- یکی دیگر از مسائل با اهمیت که باعث بوجود آمدن بحث پیچیده و با اهمیت حفاظت در شبک های مختلف می گردد بحث تغییرات ولتاژ ناشی از خطاهای گذرا در شبکه .

نوسانات ولتاژ ناشی از بارهای مختلف

می توان علت ایجاد این نوسانات را اینگونه بررسی نمود که با وارد شدن انواع بارهای الکتریکی به شبکه با کشیدن جریان به سمت خویش باعث تغییر یکباره میزان انرژی داخل شبکه برق می گردد که با افت ولتاژ ناگهانی در شبکه روبرو خواهیم بود که البته در مورد بارهای کوچک می توان با استفاده از رگولاتورها این مسئله را حل نمود لیکن در مورد بارهای بزرگتر مانند کوره های القایی و موتورهای جوش بزرگ این راه نمی تواند برای نوسانات ناگهانی در ولتاژ خط کار موثری انجام دهد و باعث نوسانات ناگهانی در ولتاژ خط گردد .

اما محدوده مجاز این نوسانات برای بارهای مختلف ؟

برای بررسی آن ابتدا مفهمومی تحت عنوان flicker ولتاژ را بررسی می نماییم .

هر عاملی که باعث تغییر دامنه ولتاژ حتی در زمان خیلی کم گردد می تواند عاملی برای ایجادflicker ولتاژ باشد مانند سوییچ کردن بارهای مختلف چون جریان هجومی در لحظه راه اندازی از جریان حالت دایمی بیشتر می باشد بعنوان مثال راه اندازی موتورها یکی از منابع اصلی و معمولی ایجاد فلیکر می باشد هم چنین بارهایی که بصورت متناوب کار می کنند و مانند دستگاههای جوش قوسی یا نقطه ای و همچنین سوییچ کردن ادوات تصحیح ضریب قدرت مانند انواع بانک های خازنی.

روشهای جبران و تصحیح فلیکر

در این مورد باید به چند نکته توجه داشت که بارهای متصل به شبکه های ضعیف در مقابل بارهای متصل به شبکه های بهم پیوسته (stiff net work) دارای نوسانات بیشتری خواهد بود .

در مورد راه اندازی موتوری می توان با استفاده از راه اندازها این مسئله را کاهش داد

در مورد بانک های خازنی اگر همراه با بار سوییچ گردند هم می توانند اثر نامطلوب وارد شدن خود آنها را کاهش داد بلکه می توان اثرات مخرب بارها را نیز کاهش داد .

بررسی اثرات TOV بر یک شبکه نمونه :

هنگام بی بار بودن شبکه قدرت برای یک مدت طولانی اضافه ولتاژ خطوط متصل به ژنراتور ها می تواند به یک TOV خطرناک منجر گردد و حتی می توند باعث ناپایداری آن قسمت از شبکه گردد و به تجهیزات آن قسمت صدمه وارد می کند بعنوان یک راه مقابله با آن این است که مطمئن باشیم در هنگام ولتاژ فرمان trip توسط دستگاههای حفاظتی داده می گردد و خط جدا می گردد و هنگامی recloser بسته می گردند که اضافه ولتاژ از بین رفته باشد و نوسانات ولتاژ از بین رفته است .

برای تعیین مدت زمان قابل تحمل برای تجهیزات که منجر به از بین نرفتن عایق آنها می باشد به ۳ دسته تقسیم می گردد :

۱- ولتاژ بیش از pu 1/6 ms125

۲- ولتاژ بیش از pu 1/4 ms 250

۳- ولتاژ بیش از pu 1/25 sec1

بر اساس این آزمایش ها نتایج تاثیر اضافه ولتاژ در ۲ پست بدست آمده است :

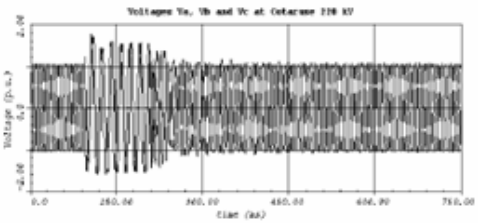


FIG-III.1a: Voltages at the Cotaruse 220 kV Bus bar

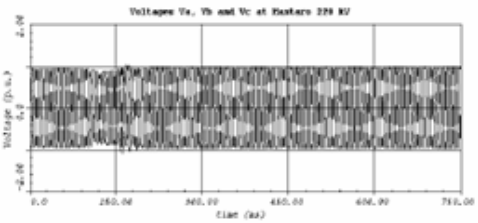


FIG-III.2.1a Voltages at Mantaro 220 kV

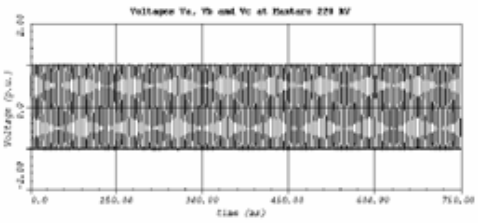


FIG-III.1 b: Voltages at the Mantaro 220 kV Substation

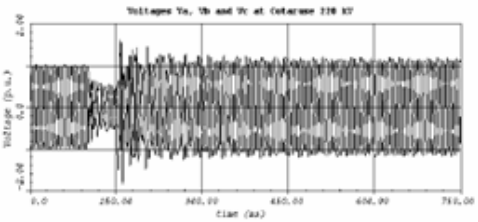
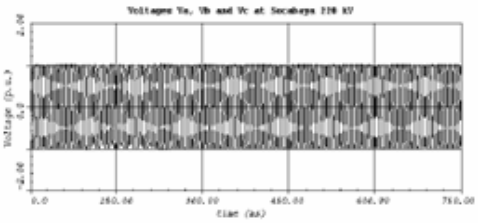
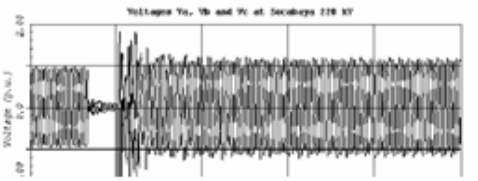


FIG-III.2.1b Voltages at Cotaruse 220 kV





این اضافه ولتاژ ها ناشی از وصل کردن بانک خازنی یا خطا (بعد از رفع کردن ان) یعنی برای خطا بعد از ۶ سیکل و برای بانک خازنی بعد از ۴ سیکل از بین میرود و احتیاج به هیچ وسیله ی حفاظتی نمی باشد .

اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی

اضافه ولتاژهای ناشی از کلید زنی اکثر در خطوط EHV , uhv مطرح می گردد تا در طراحی سطح عایقی خطوط هوایی و کابل های زمینی مورد توجه قرار گیرد اضافه ولتاژ ناشی از کلید زنی در کابل های KV 20 , KV63 قابل توجه می باشد و علت آن هم عدم خود ترمیمی کابل های زمینی می باشد اما این خود ترمیمی چه می باشد .

اگر به یک خط هوایی دقت گردد دیده می شود با آمده اضافه ولتاژ بر روی خط هوای اطراف خط یونیزه شده و برقگیر ها عمل کرده و این اضافه ولتاژ را DAMP می کنند و تا آمدن اضافه ولتاژ بعدی این هوای یونیزه شده جابجا می گردد و دیگر نمی تواند مشکل ساز گردد اما این موضوع در مورد کابل های زمینی متفاوت می باشد چون در آنها این اضافه ولتاژ ها نمی توانند damp گردانند و اگر کابل مورد اصابت نتواند این اضافه ولتاژ لحظه ای را تحمل نماید آن کابل را از دست خواهیم داد .

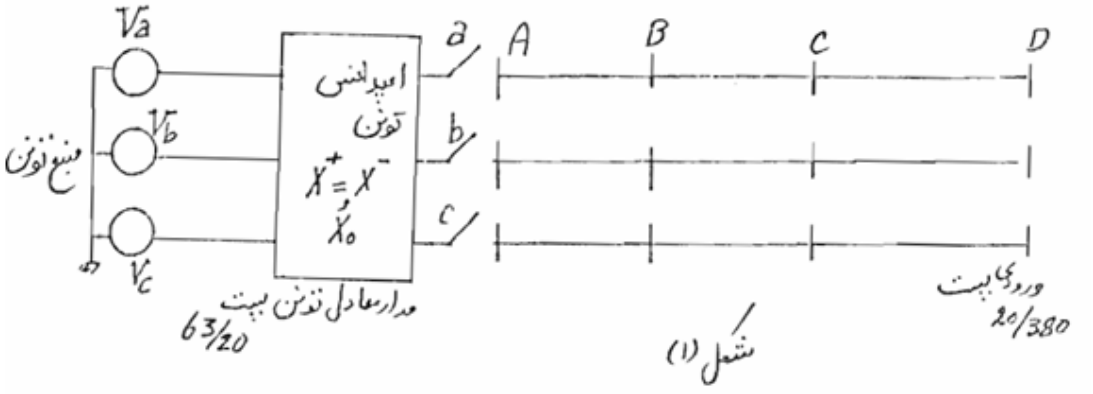
این موضوع در مورد کابل های زمینی که مابین دو قسمت خط هوایی قرار می گردد به شدت تاثیر گذار می باشد و این موضوع با توجه به تعداد خاموشی هایی که بعضی مواقع مواجه هستیم دارای اهمیت فوق العاده بالایی می باشد

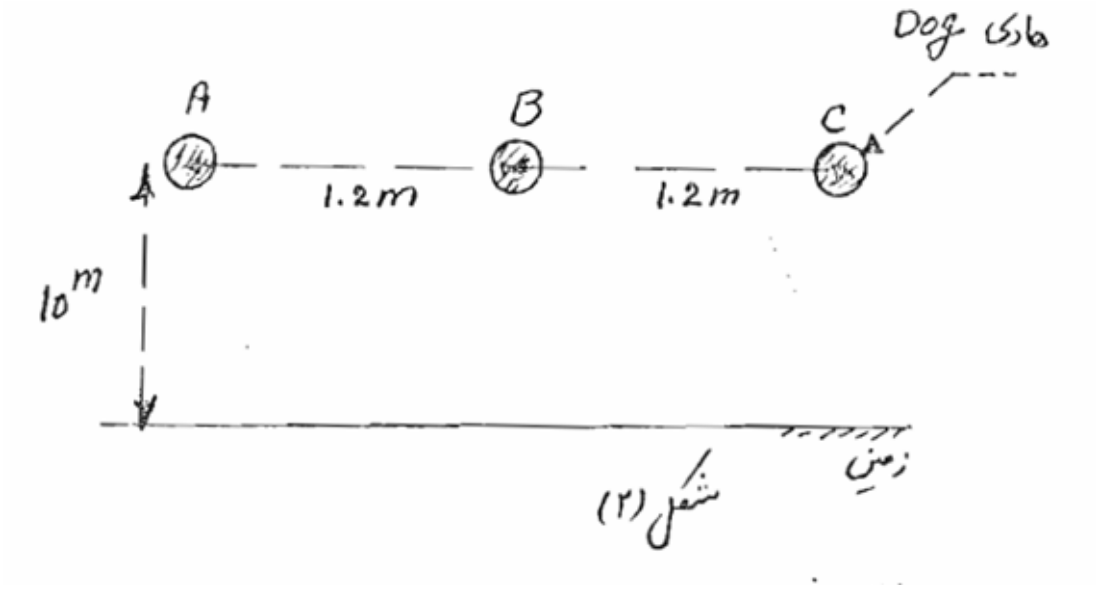
اگر سیستم مورد تغذیه مانند شکل زیر باشد با اطلاعات موجود :

$$V_a = ۱۶/۳۳ \cos(\omega t - ۹۰)\ kv$$

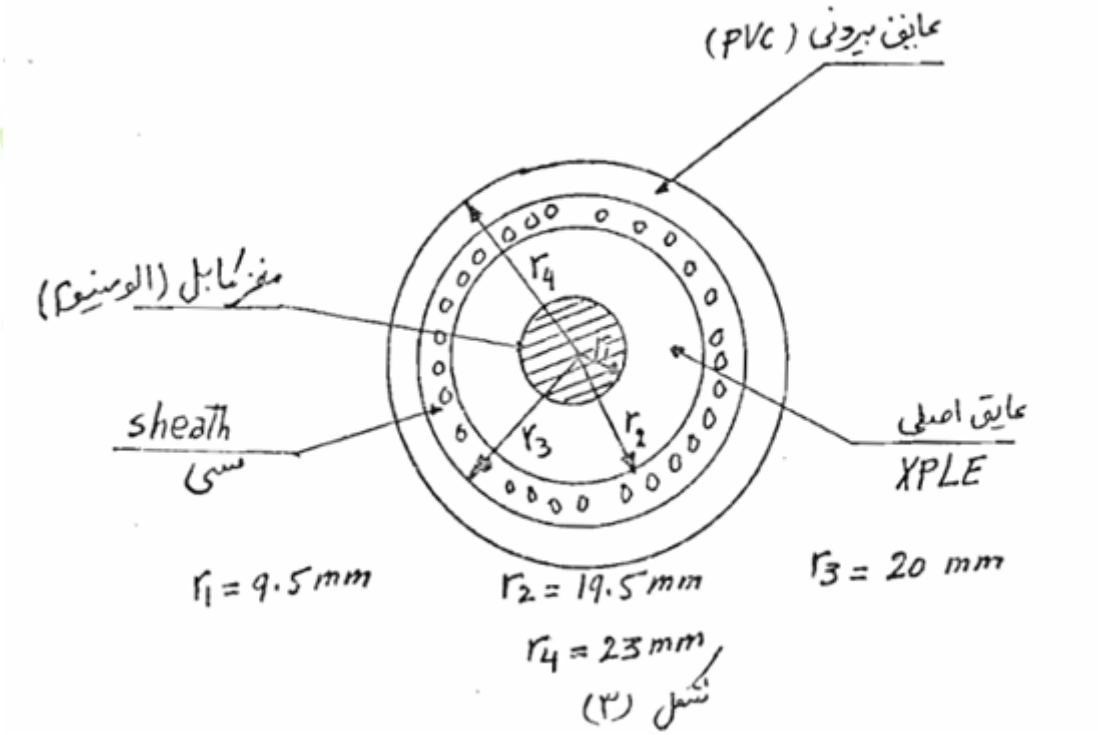
$$V_b = ۱۶/۳۳ \cos(\omega t + ۱۵۰)\ kv$$

$$V_c = ۱۶/۳۳ \cos(\omega t + ۳۰)\ kv$$





شکل (۲)



شکل (۳)

و کابل تغذیه زمینی بصورت ۳ کابل تک فاز زمینی شبیه سازی شده باشد و کابل ها در عمق ۵۰ سانتیمتری از زمین قرار گرفته باشد و فاصله فازها ۱۰ سانتیمتر باشد و جنس عایق اصلی از نوع PVCبوده و عایق بیرونی از نوع XPELE می باشد و دارایSHEA از نوع مس باشد .

به منظور بررسی اضافه ولتاژ ناشی از برقدار کردن این خط ۱۰ عمل کلید زنی انجام گرفته است در زمانهای مختلف و با توجه به یک برقگیر از نوع zno با مشخصه اسمی 21 kv و نتایج بررسی ناشی از این شبیه سازی در جدول زیر آمده است :

	A	B	C	D
فاز a	۱/۱۳۵	۱/۳	۱/۹۵	۲/۰۳
فاز b	۱/۱۲	۱/۴۳	۲/۱۵	۲/۲۸
فاز c	۱/۱۳	۱/۴۲	۲/۱۲	۲/۳۲

و مشاهده می گردد اضافه ولتاژ در انتهای مسیر یعنی نقطه D از همه بیشتر می باشد زیرا با افزایش طول مسیر این اضافه ولتاژ نیز بیشتر می گردد پس باز هم اهمیت این موضوع بیش از پیش تایید می گردد چون در انتها این اضافه ولتاژ به بار می رسد .

در حالت دوم فرض شده است کهSHEATH مسی کابل در ابتدا و انتهای مسیر زمین گذشته است و نتایج به صورت زیر بوده است :

	A	B	C	D
فاز a	۱/۰۹	۱/۷۹	۲/۲۱	۳/۲۲
فاز b	۱/۰۹	۱/۸۴	۲/۱۵	۳/۱۷
فاز c	۱/۱۲	۱/۸۲	۲/۳	۲/۳۲

پس مشاهده می گردد با زمین کردن SHEATH کابل به شدت اثر قابل ملاحظه ای بر کاهش اضافه ولتاژ در انتهای مسیر دارد و علت آن هم بوجود آمدن مسیری برای عبور جریان سوییچینگ می باشد .

اضافه ولتاژهای موجی در شبکه فشار ضعیف و حفاظت مصرف کنندگان در برابر آن :

در بسیاری از موارد شاهد آسیب دیدن تجهیزات و دستگاههای حساس ناشی از اضافه ولتاژهای شبکه در هنگام رعد و برق می باشیم این امر نشان دهنده ی بوجود آمدن دامنه ولتاژ هایی فراتر از حد تحمل عایق دستگاه می باشیم .

الف) اضافه ولتاژهای موقت با فرکانس این اضافه ولتاژها که می توانند از کسری از ثانیه تا مدت های طولانی را دارا باشند عللی از این قبیل دارند :

الف ۱- خرابی عایق بین سیم پیچ های فشار ضعیف و قوی در اثر ایجاد یک خطا درون ترانس .

الف – ۲ : پاره شدن هادی فشار متوسط و افتادن آن روی فشار ضعیف

الف – ۳ : انتقال اضافه ولتاژ از طریق تزویج و القا بین اتصالات زمین ترانس و شبکه در موارد طراحی و اجرای ناصحیح یا خطای متقارن

الف – ۴ : وصل فیوزهای کات اوت سمت فشار متوسط با فواصل زمانی طولانی در نتیجه یک یا دو فاز باقی ماندن شبکه .

الف – ۵: اتصالی های نامتقارن

الف- ۶ : بارهای شدیدا نامتقارن

الف – ۷ : وقوع رزوناس و فرو رزونانس

الف – ۸ : قطع ناگهانی بار

ب) اضافه ولتاژ های گذرا یا فرکانس های کیلو یا مگاهرتز : این اضافه ولتاژ ها که می توانند از کسری از ثانیه تا مدت های طولانی را دارا باشند عللی از این قبیل دارند :

ب- ۱ : اصابت مستقیم صاعقه به خط که البته احتمال آن کم است .

ب- ۲ : تخلیه جریان صاعقه به زمین در نزدیکی خط توزیع می تواند اضافه ولتاژهای بالایی را القا کند :

شکل 1 : اصابت صاعقه به نقطه ای در نزدیکی یک خط توزیع نیروی برق.

ب- ۳ : انتقال اضافه ولتاژ از طرف فشار قوی به فشار ضعیف ترانس بصورت الکتروستاتیکی یا الکترو مغناطیسی

ب- ۴ : کلید زنی نامناسب

راه افتادن این اضافه ولتاژ ها می تواند صدماتی را به تجهیزات وارد کند و برای جلوگیری از این صدمات عایق ها باید بتواند اضافه ولتاژی به اندازه ی (1002+ را تحمل کنند پس بهتر است راهی برای حفاظت آن انجام دهیم .

اضافه ولتاژ

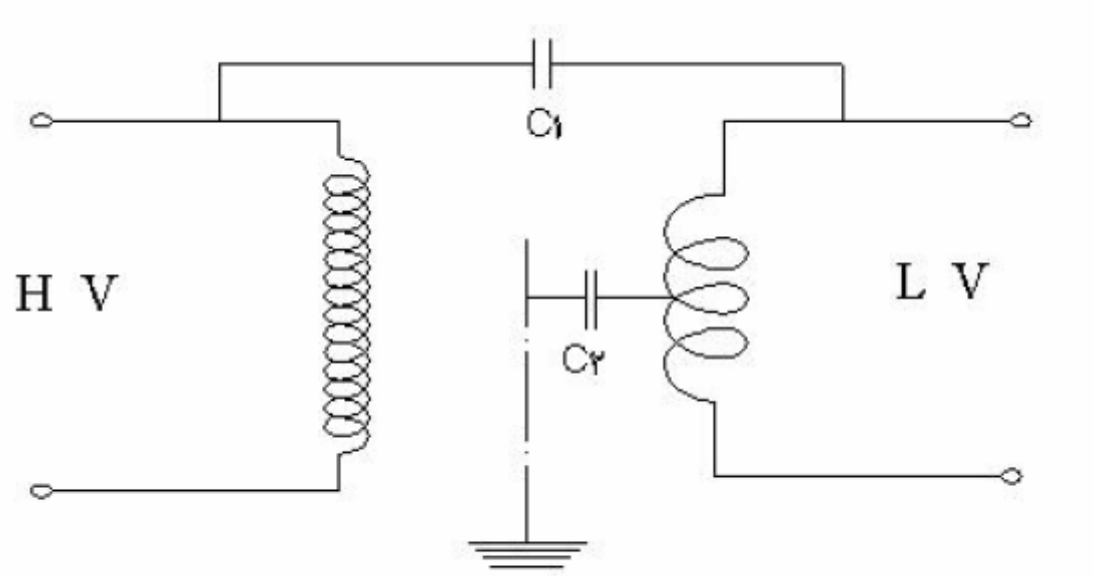
یکی از مهمترین راههای انتقال اضافه ولتاژ از طریق ترانس ها می باشد که اضافه ولتاژ را از فشار قوی به فشار ضعیف انتقال می دهند .

این اضافه ولتاژ به دو صورت الکترواستاتیکی و الکترومغناطیسی می باشد :

مکانیزم انتقال الکترواستاتیکی موج ضربه

هنگامی که یک موج ولتاژ ضربه مانند صاعقه ای که به خط می خورد به ترانس می رسد در اولین لحظه فقط خازنهای ذاتی سیم پیچ دخالت دارند و نقش توزیع و تقسیم ولتاژ را بر روی سیم پیچ فشار قوی باز می کنند .

سیم پیچ فشار ضعیف که به هسته زمین شده ی ترانس نزدیکتر است یک خازن کلی زمین شده ی c1 را تشکیل میدهد:



شکل ۱ : ظرفیت های خازنی کلی C1 بین شیم پیچها و C2 بین سیم پیچ فشار ضعیف و هسته.

با توجه به مدار معادل شکل ۱ مدار بصورت مقسم خازنی عمل کرده و در این حالت

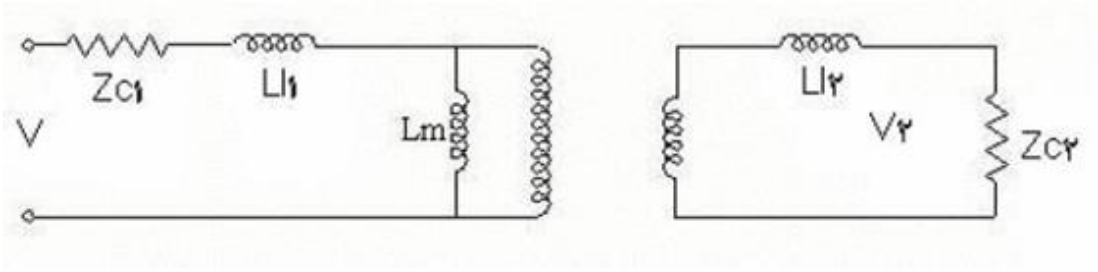
$$V_2 = V_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

دامنه اضافه ولتاژ منتقل شده به طرف ثانویه ربطی به نسبت تبدیل سیم پیچ هـای تـرانس نـدارد و تـابع شکل ساختمانی سیم پیچ، جنس عایقی سیم پیچ و فواصل عایقی ترانس خواهد بود .

القا الکترو استاتیکی از سمت فشار قوی به فشار ضعیف دارای مدت زمان بسیار کوتاهی است زیـرا بعـد از مدت زمانی اجزای سیم پیچ یعنی سلف و مقاومت آن وارد کار شده و موج ولتاژ را damp می کنند امـا به علت بزرگی دامنه آن می تواند تاثیر خود را داشته باشد . برای کاهش این القا می توان ۲ کار انجام داد طریق اول آن است که c2 را بزرگتر انتخاب نماییم و روش دوم آنست که حفـاظ زمـین شـده یعنـی از earthed shield استفاده نماییم که هر دو روش کاربرد عملی دارد .

مکانیزم الکترو مغناطیسی انتقال منبع ولتاژ ضربه به ثانویه

مدار معمولی ترانس دارای ۲ سلف سری و یک سلف موازی می باشد . سلف های سری بیانگر فوران مغناطیسی ناشی از فضای سیم پیچ ها را کانال عایقی ما بین آنها می باشد سلف موازی نشان دهنده ی فوران اصلی عبوری از هسته ترانس می باشد .



شکل ۲ : مدار معادل ترانسفورماتور همراه با امپدانس موجی خطوط دو طرف

در اولین لحظه ی برخورد موج ضربه به ترانس توزیع ولتاژ تابع ظرفیت خازنی ترانس می باشد و موج ضربه به طور الکترومغناطیسی به ثانویه منتقل می گردد در این حالت فرکانس غالب حدود کیلو هرتز می باشد امپدانس موجی خط که C , L آن به ترتیب نشانگر اندوکتانس سری و خازن موازی خط می باشد طبق رابطه زیر تعریف می گردد

$$Z_C = \sqrt{\frac{l}{c}}$$

با استفاده از مدار معادل ترانس دامنه ولتاژ ضربه منتقل شده به سمت فشار ضعیف به طریقه الکترو مغناطیسی پس از برخورد یک اضافه ولتاژ پله ای با دامنه V به سمت فشار قوی ترانس برابر خواهد بود با :

$$V_2 = \frac{2nZ_{c2}V}{Z_{c1}+n^2Z_{c2}}\left\{\exp\left[\frac{-Z_{c1}n^2Z_{c2}t}{L_m(Z_{c1}+n^2Z_{c2})}\right]-\exp\left[\frac{-Z_{c1}+n^2Z_{c2}}{L_{l1}+n^2L_{l2}}\right]\right\}$$

در تشریح این پدیده باید گفت بعد از مرحله اول که القا فقط بصورت خازنی فقط می باشد ایجاد جریان ر اثر موج صاعقه در سیم پیچ اولیه القا ولتاژ به ثانویه از طریق میدان مغناطیسی بیرون هسته آغاز و پیشانی موج ولتاژ ضربه ساخته می گردد پس از لحظاتی کوتاه میدان مغناطیسی در هسته نیز آغاز می گردد و با فعال شدن شاخه موازی مدار معادل پشت موج ولتاژ القا شده به ثانویه نیز ساخته می گردد و

انتقال موج ضربه نیز به سرعت انجام می گردد و می تواند برای عایق های طرف ثانویه و تجهیزات طرف ثانویه خطر آفرین باشد دامنه ولتاژ القا شده به ثانویه تا ۱۵ درصد دامنه اولیه نیز گزارش شده است تحمل عایقی سمت فشا قوی ترانس بسته به کلاس عایقی مربوطه در برابر ولتاژ های ضربه ای برابر با ۹۵ یا ۱۲۵ کیلو وات است .

در عمل به وجود آمدن اضافه ولتاژ هایی با دامنه حداکثر ۹۰ کیلو ولت متحمل می باشد به همین علت نصب و راه اندازی برقگیرهای ZNO در طرف فشار ضعیف و برای مصرف کنندگان مورد بررسی گردیده است .

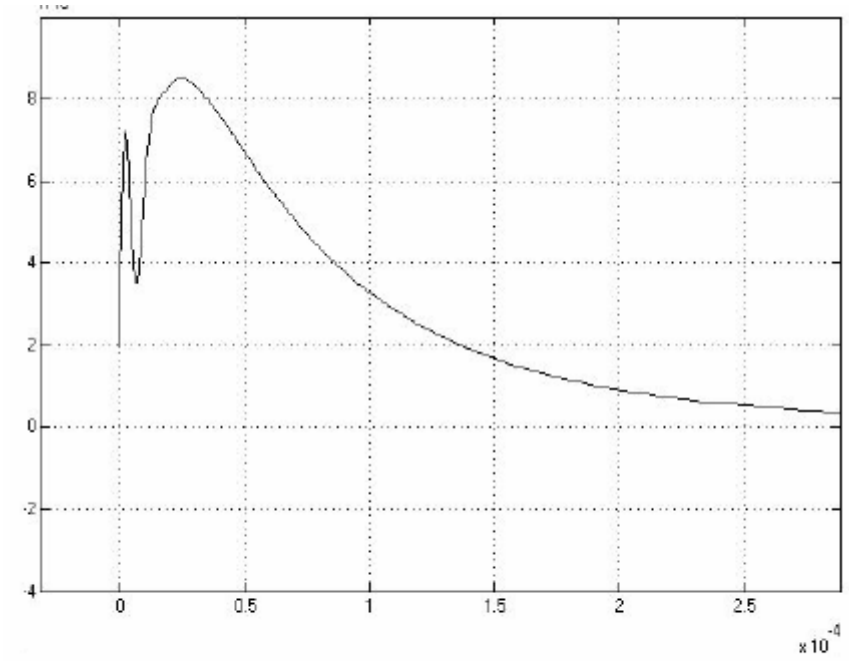
بررسی قرار دادن برقگیر در سمت فشار ضعیف

در اینجا با بررسی یک موضوع عملی تاثیر قرار دادن برقگیر را در سمت ثانویه یک ترانس توزیع را مورد بررسی قرار می دهیم .

یک ولتاژ ضربه ای ناشی از صاعقه دامنه ولتاژی به اندازه ۸۰ کیلو ولت به ترانس رسانیده است ترانس مزبور در سمت فشار ضعیف دارای برقگیر بوده است در سکل ۵ موج ضربه ولتاژ القا شده به سمت ثانویه این ترانس در حالیکه دارای برقگیر می باشد را می توان مشاهده نمو همانگونه که در شکل ملاحظه می گردد دامنه این اضافه ولتاژ با توجه به نوع برقگیر انتخاب شده به کمتر از ۳۰۰ ولت رسیده است که بهیچوجه برای ثانویه ترانی مضر نمی باشد.

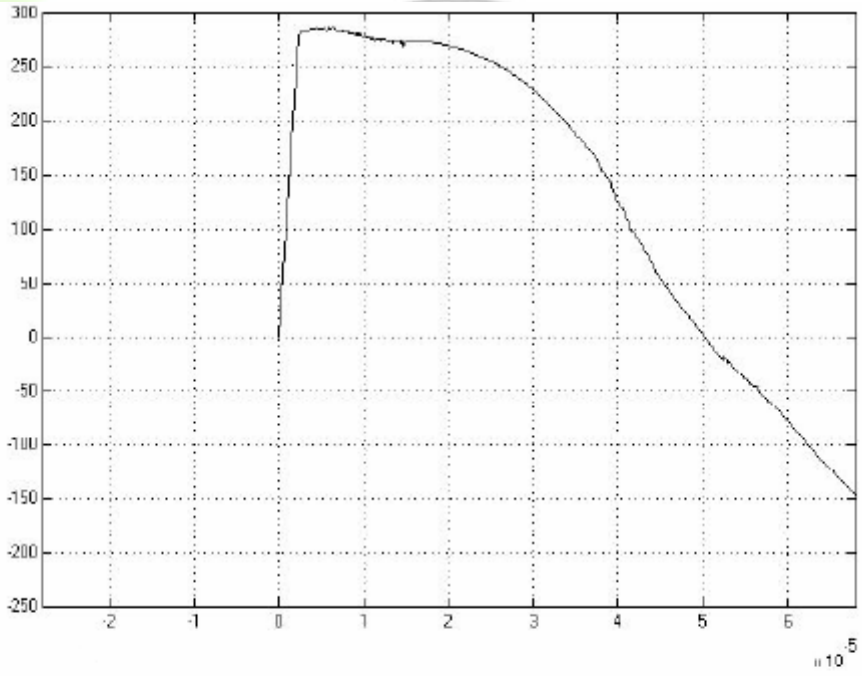
لازم به ذکر است طراحی و انتخاب برقگیرهای فشار ضعیف باید به طور خاص انجام گیرد برقگیرهای فشار ضعیف برخلاف فشار متوسط می بایستی TOV برای مدت طولانی و بدون ناپایداری حرارتی تحمل نماید .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 4 : موج اضافه ولتاژ رسیده به ترمینال فشار قوی یک ترانسفورماتور توزیع.

(محور افقی : زمان به ثانیه، محور قائم : ولتاژ به ولت)



شکل 5 : موج ولتاژ ضربه القاء شده از سمت فشار قوی به طرف فشار ضعیف ترانسفورماتور توزیع مذکور در شکل 4

در حالت وجود برقگیر اکسید روی در ترمینالهای فشار ضعیف آن (محور افقی : زمان به ثانیه، محور قائم : ولتاژ به ولت).

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سئوالی که در اینجا مطرح است آن است که برقگیر فشار ضعیف را کجا باید قرار داد .
گزینه های مختلفی در این مورد می تواند مطرح گردد گزینه اول آن است که برقگیر در سمت ترومینال های فشار ضعیف ترانس می بایستی قرار گیرد گزینه دوم این است که در محل انشعابات ترانس دز سمت فشار ضعیف قرار دهیم و گزینه سوم آن است که در محل قرا رگیری مصرف کنندگان قرار دهیم .
در مورد گزینه اول این نکته مطرح است قرار دادن برقگیر در محل ترمینال های ترانس در سمت فشار ضعیف دارای این حسن است که کل ترانی و خط حاصله از آن را می توان محافظت نمود لیکن قدرت برقگیر حاصله می بایستی به شدت بالا بوده که این موضوع برای شرکت و تزیع زیاد مقرون به صرفه نیست علاوه بر آن نمی تواند جلوی دامنه ولتاژ ضربه ای را نیز به خوبی گرفته و آن را damp کند .
در مورد گزینه دوم استفاده از برقگیر در سر انشعابات به نفع بوده چون جریان کمتری می بایستی تحمل نموده و انشعابات کمتری را نیز support می کند ولی بهترین گزینه برای هر مصرف کننده می باشد ولی از لحاظ صرفع اقتصادی نمی توان به خوبی آنرا توجیه نمود .

وسایل حفاظتی برای انواع سیستم های برق

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده فصل

با پیشرفت روزافزون صنعت برق و استفاده های وسایل برقی باعث شد که احتیاج بـه کنتـرل کننـده هـا وسایل حفاظتی برای انواع سیستم های برق یکی از ضروری ترین اجزاء آن باشد تا بتواند در مواقعی کـه یک خطا یا اتفاق تا خوشایند برای آن سیستم به وجود آید در کمترین زمـان ممکـن آن سیسـتم یـا آن وسیله برقی را از شبکه برق جدا نماید و از خرابی آن دستگاه جلوگیری کند

استفاده از این فیوزها و کلیدهای برقی می توان با کمترین خسارت ممکن سیستم اصلی برق را نجات داد که همین موضوع محققان را بر آن داشت که روی این موضوع تحقیق نمایند که نتایج آن را می تـوان در زندگی امروزه از یک فیوزه ساده با تحمل چندین آمپر تا یک فیوز بزرگ با ظرفیت تحمـل چنـدین کیلـو امپر مشاهده نمود در صنعت انتقال و توزیع .

هدف فصل

در این فصل سعی بر این است که با بعضی از انواع پر کاربرد دین فیوزها در صنعت برق (انتقال و توزیع) و همچنین تاثیر بعضی از عوامل مخرب بر عملکرد این سیستم حفاظتی آشنا شوید و مـوارد اسـتفاده آن ها را در بعضی از قسمت های صنعت برق با هم بررسی نماییم و از چگونگی نحوه انتخاب آن ها در مـوارد متعدد مطلع شویم .

برای فیوزهای مختلف رنج حداکثر تحمل جریان تعریف می کنند که با رنج قطع کردن آن فیـوز یکسـان نیست رنج قطع یا max جریان موجود برای یک فیوز یا مدار قطع کـن circuit breaker مـی توانـد بطور مطمئنی آن سیستم را زیر شرایط تست برای آن سیستم آن را قطع نماید پارامتر دیگری که تعریف می گردد برای سیستمهای حفاظتی scc است که در وضعیت آزمایش بصورت انفرادی یا بصوت دوتـایی برای اجرای سیستم نصب می گردد .

فیوز

فیوزها شاید به ظاهر وسایل ساده ای به نظر می رسند که برای حفاظت به کار می روند ولی با مطالعه رفتار سیستمها می توان فهمید که آنها دارای ساختمان چندین ساده ای نیستند مدار های متفاوت احتیاج به فیوز دارند تا بتوانند یک قطع در مدار ضروری را ایجاد نمایند از طریق اجازه دادن عبور جیران تا مقدار پیک آن و زمان ذوب جزء خصوصیات جریان عبوری از فیوز می باشد فیوز یک وسیله حرارتی می باشد که وارد مدارهای الکتریکی و با توجه به ELEMENT موجود در فیوز دستور به قطع آن را می دهد المنت فیوز می تواند با استفاده از فلزهایی مانند بیسموت، کادمیم، سرب، قلع، نقره، مس، آلمینیوم وهر ترکیب و الیاژی از آنها ساخته می گردد برای اینکه برسیم به یک خصوصیت حرارتی متناسب با جریان پیک بخار برای فیوز تا بتوان یک سیستم حفاظتی مناسب داشته باشیم میزان توانایی یک فیوز و آزمایش آن بستگی زیادی به نحوه ساخت انوری دارد حتی صحیح عمل کردن آن و عمر آن نتیجه به موقع عمل کردن یک فیوز که باعث سوختن خود آن می گردد حفظ شاید حتی میلیونها سرمایه در قبال چندین دلار قیمت یک فیوز می باشد زمان تاخیر المنت اجازه یک جریان اضافه را می دهد که این با بالا بردن دقت فیوز می تواند هر چه سریعتر عمل نماید و باعث گردد که صدمه کمتری فیوز بیند فیوزها را در سیستم های قدرت می تواند مانند CUT = OUT سیستمهای توزیع فیوزهای ارتباطی؛ فیوزهای ثانویه ، فیوز قدرت ، کلیدهای هوایی تک قطبی توزیع، کلید های قطع کننده می توان دید چیز هایی که می تواند یک فیوز را در داخل خرابی قرار دهد مانند گرد و غبار بیش از حد بعضی از گازها بخارهای هادی، آب نمک، رطوبت یا قطرات آب بیش از حد ، یک شک زیاد کاهش های غیر معمولی و حتی تاثیرات فرکانس روی آن می توانند بر روی عملکرد فیوز تاثیر ندارد و آن را حتی تا مرز نابودی پیش برد از یک جهت دیگر فیوزها می توان به چند دسته :

۱- فیوزهای ولتاژ پایین
۲- ولتاژ بالا
۳- PLAYFUSE
۴- فیوزهای کارتریج

تقسیم می گردد که فیوزهای ولتاژ پایین تا مرز 1000 V می رسند از لحاظ محدودیت دارای سه محدودیت می باشند از لحاظ فرکانس ، پیک max جریان وmax پیک انرژی حرارتی فیوزهای

پلاگ نوعی از فیوزها هستند که زیر v720 و A30 کار می کننـد و دارای رنـج قطـع نمـی باشـند فیوزهای کارتریج این فیوزها تجدید پذیر هستند .

فیوزهای قدرت

این فیوزها به فیوزهای بالاتر از 1000 V اطلاق می گردد که باید در آن نکـات زیـر در نظـر گرفتـه شود این فیوزها هنگامی استفاده می گردند بـرای جلـوگیری از SHORT CIRCURR هنگـامی کـه SWITCH BREAKER از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست که اکثرا در قدرت بـرای حفاظـت اولیه یا ثانویه ترانس استفاده می گردد

هم چنین یرای مدارهای فیدر ها و بانک های خازنی چون آنها برای کار اتوماتیک طراحی شـده انـد ولی باید به صوت دستی جایگزین گـردد ولـی فیوزهـا اکثـراً در قسـمت توزیـع در کـات اوت هـا یـا کلیدهای ارتباطی استفاده می گردند این فیوز مجبور است از یک سیستم جرقه ای استفاده کنـد تـا بتواند دستور قطع را صادر نماید.

WikiPower.ir

MOTOR CONTROLLER

این وسایل حفظاتی می بایست ثبت شود بر روی دستگاه یا بر روی شناسنامه آن ولتاژ جریان و توان آن باید مشخص باشد جریان اتصال کوتاه و سای اطلاعات مورد نیاز را در حالت نامی مشخص نمایـد برای اینکه تشخیص نماید که دستگاه در وضعیت مطلوب است یا نه .

جریان محدود کننده های فیوز در حالت «بالای نرمال » در وضعیت اتصا کوتاه آزمایشی بدست می آید تا بوسیله آن فیوز را مشخص نمود .

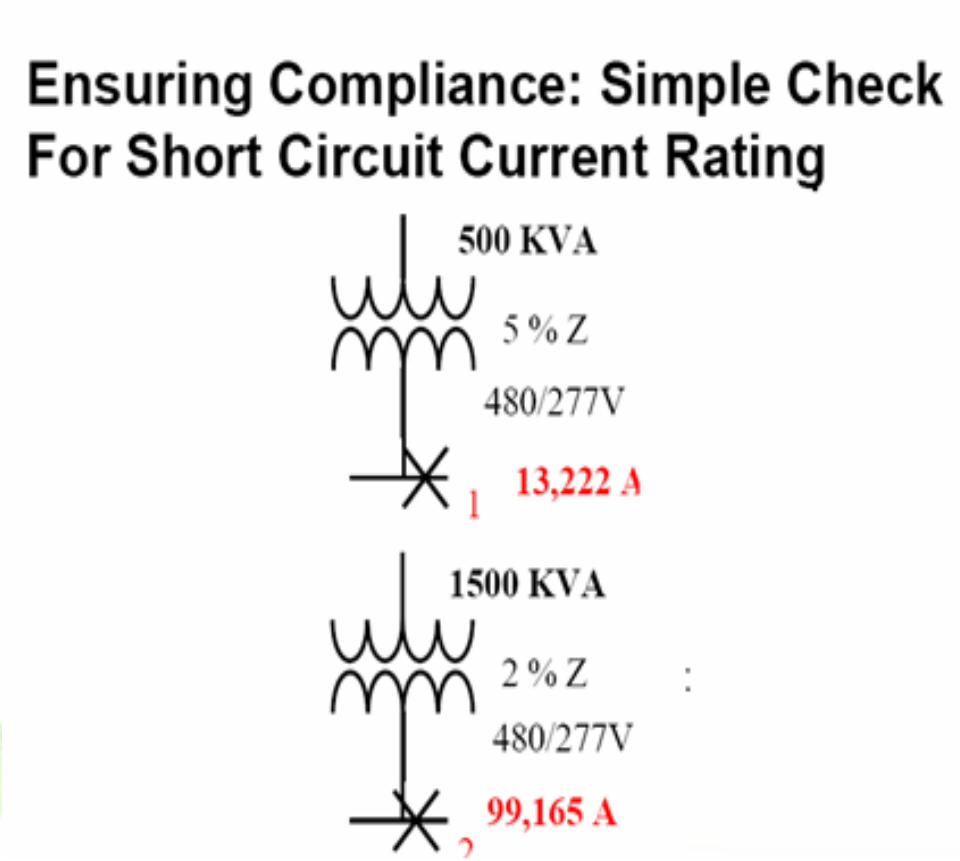
نمونه ای از یک بر چسب وسیله الکتریکی که در موارد حفاظتی را مشخص می نماید که آن .

یک مثال برای تسبت جریان نامی در اتصال کوتاه

می توان در شکل زیر نحوه بررسی یک سیستم ساده را برای بدست آوردن شرایط نامی مشاهده نمود :

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



WikiPower.ir

در بدست آوردن محدوده مجاز برای یک فیوز و در شرایط نامی آن باید به موارد زیر توجه داشت :

محدوده جریان فیوزها

۱- انرژی خط را کاهش دهد

۲- بتواند استفاده شود تا به دست آید یک شرایط نامی برای کنترل کننده ها موکورها و اسمبلرهای اجزای سیستم و ....

۳- در اینجا با هم به بررسی بعضی از اصطلاحات سیستم های حفاظتی می پردازیم:

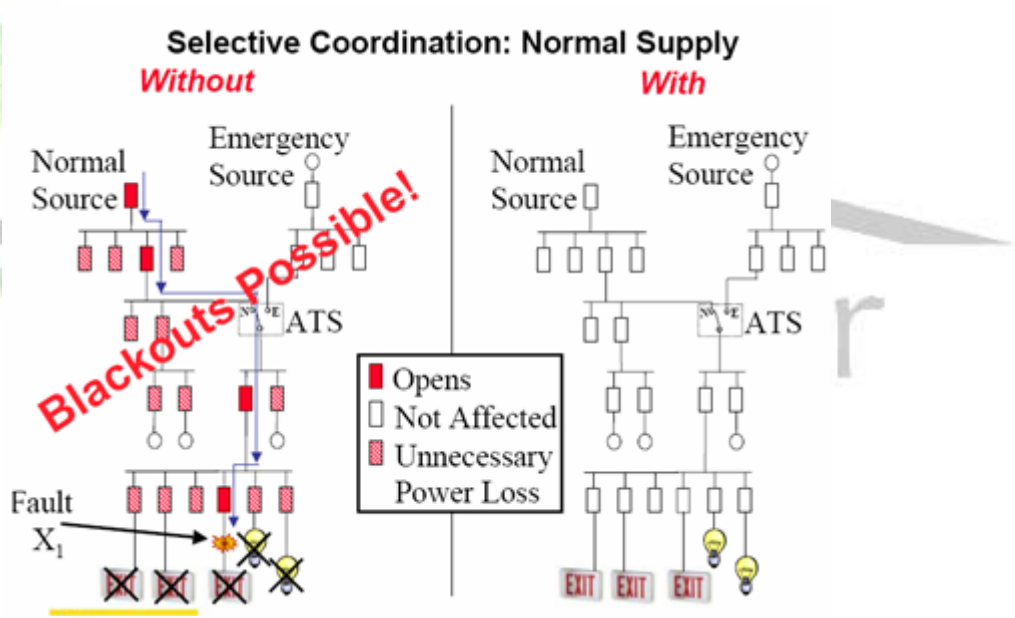
Coordination (هماهنگی)

به محل با یک اضافه جریان برای محدود کردن وسیله یا مداری که در آن اتفـاق افتـاده اطـلاق مـی گردد که به وسیله دستگاه های حفاظت اضافه جریان و تنظیم های آنها به انجام می رسد.

Sel eeti ve coordi nati on

به ازومر کردن یا از تحت بار خارج کردن یک مدار دچار خطا شده می گوینـد بایـد در ایـن وضـعیت فقط نزدیک ترین وسیله یا فیوز حفاظتی به سرچشمه خطا آن را از سیستم خارج نماید .

علت احتیاج شدید به این موضوع نیز این است که با استفاده از آن میزان قابلیت اعتماد سیستم بـالا می رود .



حال که مسئله coordination را متوجه شدیم و علل استفاده از آن را فهمیدیم مـی پـردازیم بـه کیا سیستم دچا خطا شده یا به اصطلاح در حالت اورژانسی این سیستم یم بایسـت حتـی بـا اضـافه جریانی که در آن اتفاق می افتد به کار خـود ادامـه دهـد و بتوانـد بـه نـوعی در خـود سیسـتم یـک Seleetive coordination بوجود آید تا هر چه بتون میزان ضـرر احتمـالی را ناشـی از black

out دادن سیستم کاهش داد و این میزان را به حداقل خودش رساند این موضوع در مکان هایی مانند هتل ها، تناتر، بیمارستان، ورزشگاه ، محل های نظامی و ... مورد بررسی قرار می گیرد که در آنها احتیاج به یک panic control می باشد و هم چننی باید در این شرایط انرژی برای سیستم های تحویه محل یاب، آتش ، آتش خاموش کن ها ، آسانسورها ، ارتباط های درون شهری بسرعت برقرار باید گردد که برای این موضوع نوع خاموشی سیستم و نوع تغذیه این نوع موارد خاص باید به گونه ای باشد که کمترین ضرر را ایجاد نماید حال چه چیزی در این مورد باید مورد توجه قرار گیرد ؟

Sel eet i ve coordi nat i on f uses

انواع فیوزهایی که برای سیستم هایی که باید هماهنگ گردند با توجه به نوع بار و نوع مدار سیستم فرق می نماید و دارای استانداردهای بخصوصی است .

و هم چنین مدار تکن ها نیز در این سیستم ها دارای خصوصیات زیر هستند .

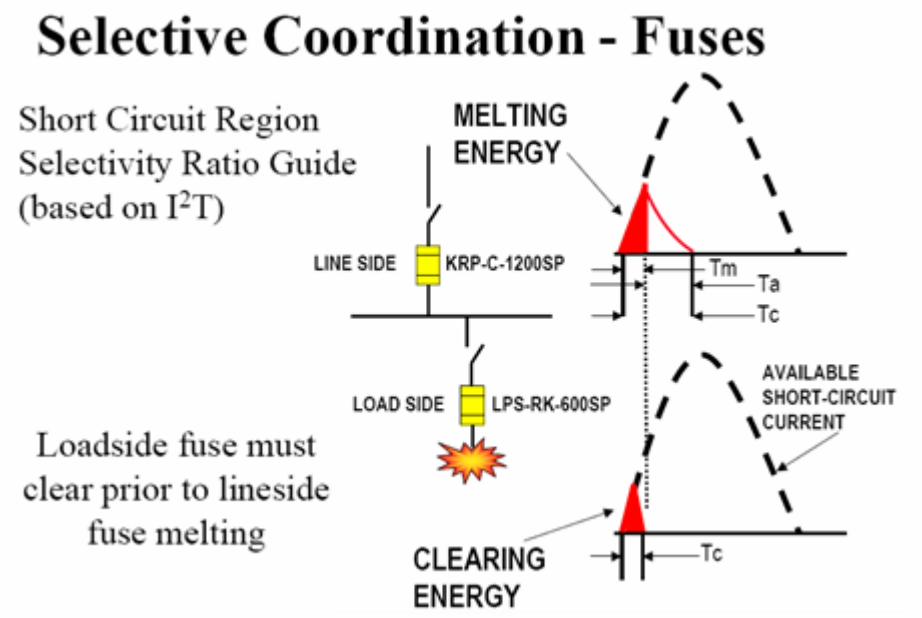
۱- بستگی به خصوصیات و تنظیمات آنها دارند .

۲- بدست آوردن و مناسب آنها سخت است .

۳- ممکن گران شوند .

۴- قبل از وصل آنها خطا در سیستم ضروری است .

۴- یک تحلیل و بیان مناسب ازمطالعات باید بیان گردد .



این نوع مدار شکن ها

۱- تاخیر ذاتی طولانی بین فرمان قطع و اعمال آن بوسیله دستگاههای مکانیکی مدار شکن ورود .

۲- دارای این خصوصیت خوب هستند که آن که نزدیک به خطا است سریع تر از بقیه قطع می گردد و می تواند خطا را از بین ببرد .

۳- نبودن یک Seleetive coordination در منطقه خطا .

خوب دیده شد که خود فیوزها و مدار شکن ها دارای قدرت کمی اند لحاظ تحمل جریان و نرخ طرفیت آن ها می باشند برای بالا بردن این ظرفیت امروزه با پیشرفت تر انس ها این امکان بوجود آمده که ظرفیت مدار شکن ها بالا می رود با اینکار دارای یک hazard مطمئن خواهیم بود .

برای نصب یک فیوز متناسب با سیستم یابد مراحل زیر طراحی گردد . ابتدا تحت یک super visor مهندسی مراحل نصب پیش بینی گردد بعد ظرفیت وسایل و تحلیل سیستم با هم ترکیب گردد و تحت یک قرار داد حرفه ای مهندسی به یک نتیجه منقول برسد نتایج می بایست با شرح کامل خطر ها نوع پیش بینی و خطا و .... باید ثبت گردد و آنها همیشه موجود باشد برای طراحی و نصب آن سیستم حفاظتی این قرار داد حرفه ای می تواند مشخص کند که چه نوع فیوز یا مدار تکنی با چه رنجی و در کجا باید استفاده شود .

و برای یک هما هنگی بین فیوز و مدار شکل روبرو باید مورد توجه قرار گیرد :

۱- چک شود که قطع فیوز در بالای آن مدار تکن آیا می توانند استفاده گردد با چه رنجی

۲- پیش بنی گردد آیا با همان شرایط می توان درعمل از آن فیوز استفاده گردد ؟

۳- تست آن با شرایط بالا انجام گیرد .

۴- با تحلیل انجام شده باید به این مرحله بر سیم که آیا فیوز صلاحیت استفاده در بالای یک مدار شکن را دارد یا نه ؟

فیوزها با پیک کم تا 300000 A دارای یک قطع رنج خوب هستند برای سیستم های تا رنج CC 5 کمتر برای پایداری سیستم احتیاج به نگه داری دوره ای و تست روی فیوزها نمی باشد .

دستگاه مکمل اضافه جریان

یک دستگاه به وجود آمده تا تامین کند محدوده اضافه جریان حفاظتی را برای دستگاه های بخصوص و وسایلی مانند نور افکن ها و ....

بعد ازبررسی و شناختن اجزا و اصطلاحات مربوط به فیوزهای الکتریکی و سیستمهای حفاظتی در این قسمت به بررسی و معرفی بعضی از جدید ترین و پر کاربردترین کلیدها Circuit breaker & ها می پردازیم .

انواع فیوزها

کلید حفاظت از جان یا کلید (f ۱)

این کلید به وسله جریانهائی که از فاز و نول (سیم برگشت جریان) عبور مـی کنـد ، جریـان عبـوری یـا نشتی به زمین (ارت) را مشخص می کند این وسیله به اندازه ای حساس است که مـی توانـد جریانهـای نشتی کوچک را که باعث عملکرد فیوز نمی شد ولی می توانند بـرای شـروع یـک آتـش سـوزی یـا بـرق گرفتگی کافی باشند بیاید چنین جریانی باعث قطع این کلیدو در نتیجه جدا شدن منبـع تغذیـه خواهـد شد .

این کلید شخصی را که احتمالا بین دو فاز و نول دچار شوک می شـود ، محافظـت نخواهـد کـرد و فقـط انسان را در مقابل اتصالی بین فاز و زمین محافظت می کند .

اگر شخصی از قسمتی که نسبت به زمین برقرار است دچار شوک الکتریکی شود به دلیـل جریـانی کـه از بدن وی به زمین عبور می کند این کلید در چند صدم ثانیه منبع تغذیه را قطع مـی کنـد . لازم بـه یـاد آوری است که این کلید مقدار جریان را کاهش نخواهد داد بلکه تنها مدت زمان شوک را محـدود خواهـد کرد .

سیمهای فاز و نول از یک ترانسفور ماتور جریان (CT) عبور می کند و سیم پیچ ثانویه آن به یک اشکارگر الکترونیکی حساس متصل می شود که می تواند باعث قطع یک کلید قطع کننـده (بریکـر) شـود و خـط ۲۲۰ ولت و ۵۰ هرتز یا ۱۱۰ ولت و ۶۰ هرتز سری باشد .

تحت شرایط عادی در یک مصرف کننده تکفاز جریاهایی که از سیم فاز و سـیم نـول عبـور مـی کنـد بـا یکدیگر برابرند و جریان کل (IW- IN) عبوری از اولیه ترانسفور ماتور جریـان مسـاوی اسـت و در نتیجـه هیچ شاری مغناطیسی در هسته ایجاد نیم شود و ولتاژ القـایی EF هـم صـفر خواهـد بـود و کلیـد قطـع نخواهد شد حال اگر جریان خطا به طور مستقیم از سیم فاز به زمین نشت کند ، مثلاً اگـر شخصـی یـک ترمینال برقدار را لس کند یا اگر انگشت خود را داخل سرپیچ لامپی بکنـد و یـا اگـر موتـوری داخـل آب بیفتد و یا اگر عایق بین موتور و بدنه زمین داخل ترانسفور ماتور جریان صفر نبوده و برابر با IF می باشـد

شار مغناطیسی ودر نتیجه ولتاژ القایی EF به وجود می آید و باعث قطع کلید می شود جنس هسته ترانسفور ماتور باید در چگای های شار پایین فوق العاده نفوذ پذیر و حساس باشد .

این نوع کلید برای مصرف کنندگان ۳ فاز نیز قابل استفاده است و هر چهار هادی برقدار (سه فاز و نول) از داخل هسته ترانسفور ماتور جریان عبور می کند . در حالت عادی جمع جبری جریانهایی که از سه فاز عبور می کند برابر صفر خواهد بود از این رو در هسته ترانسفور ماتور هیچ جریانی القاء نمی شود و ولتاژی بر روی ثانویه به وجود نمی آید و کلید قطع نخواهد شد .

این نوع کلید یک نوع وسیله الکترومکانیکی قابل اعتماد است که مانند هر وسیله مکانیکی دیگر شرایط محیطی مانند رطوبت و گرد و غبار می تواند بر عملکرد آن اثر بگذارد هر تاخیری در عملکرد نیز می تواند کشنده باشد به همین جهت یک دکمه آزمایش دارد که باید از طریق آن عملکرد کلید آزمایش شود و در صورتی که اشکالی دارد رفع گردد

کلیدهای قطع کننده محافظ موتور

- مدل PKZ0
- مدل PKZ2

کلیدها قطع کننده محافظ موتور قطع کننده هایی هستند که جهت عمل سونچینگ حفاظت قطع مدار اولیه با بار موتور استفاده می گردند ضمنا این کلیدها محافظ خوبی در مقابل استارت مجدد در زمان قفل روتور اضافه بار اتصال کوتاه و قطع فاز در تغذیه سه فاز می باشند .

این کلیدها دارای حفاظت حرارتی جهت حفاظت سیم پیچ های موتور هستند (حفاظت اضاه بار) و یک قطع کننده مغناطیسی (حفاظت اتصال کوتاه) نیز انها را حمایت می کند

جانبی های زیر را می توان با این کلید های قطع کننده محافظ موتور به کار گرفت .

- قطع کننده ولتاژ پایین
- قطع کننده موازی (SHUNT) قطع کننده های شنت
- کنتاکت کمکی
- کنتاکت کمکی همراه با نشان دهنده – قطع

کلیدهای قطع کننده محافظ موتور شرکت مولر طبق استاندارد آلمان

مدل PKZO یا مدل PKZZ

مدل PKZO است که جهت عمل سونچینگ و حفاظت بـار موتـور و ترانسـفور مرهـای تـا 25A مناسـب هستند .

این نوع شامل انواع زیر است

- قطع کننده حفاظت موتور
- قطع کننده حفاظت ترانسفورمر .
- نوع کنتاکت با ظرفیت بالا

سیستم PKZ۲

این نوع حفاظت موتور و حفاظت از مدار توزیع می باشد PKZ2 محـافظ موتـوری اسـت جهـت حفاظـت سونچینگ سیگنالینگ و کنترل از راه دور موتورها و سیستم های سوئیچ دنده ای ولتاژ پایینی تا 40A .

این سیستم شامل انواع زیر است :

- قطع کننده حفاظتی
- نوع با ظرفیت کنتاکت بالا
- عملکرد از راه دور .

کلیدهای قطع کننده محافظ موتور نوع PKZM

PKZM0 از نوارهایی بی متالی تاخیری که وابسته به بزرگی جریان هستند اسـتفاده مـی نماینـد . قطـع شدن یا آزاد شدن این نوارها به قطع فاز (دو فاز شدن) و دما نیز حساس هستند مقادیر جریـان تـا 25A در ۱۳ ردیف رد این رله تنظیم می گردد .

- جانبی های این نوع رله می توانند از نوع وسایل زیر باشند .
- رله های زیر ولتاژ U که به پایین آمدن ولتاژ حساس هستند .

- (SHUNT REALEASE) A یا آزاد شدن شانت .
- کنتاکت های کمکی استاندارد NHI
- کنتاکت کمکی نشان دهنده وضعیت قطع (TRIP) .

که موتور را با انواع ثانویه ها دستگاه فوق کامل می کنند .

جانبی های سیستم استارتر به شرح زیر است :

- کنترل ولتاژ پایین تر یا رله های زیر ولتاژ (محافظ ولتاژ) .
- رها کننده شانت (Shunt release) A
- کنتاکت های کمکی استاندارد NH1
- کنتاکت کمکی نشان دهنده وضعیت قطع (TRIP) .

این نوع استارترها از نظر اقتصادی بسیار مقرون به صرف هستند و برای عملیات های قطع و وصل استاندارد نوع ظرفیت بالای آنها جهت سوئیچینگ های خیلی زیاد پروسه های موتورهای الکتریکی طراحی شده اند و جهت موتورهایی طراحی شده ند که قطع آنها خسارت های اقتصادی زیادی را در تولید در بردارد .

که بالاترین ضریب اطمینان تاسیسات را می توان در یک پروسه ها با وجود این استارتر ها ایجاد کرد .

نوع ظرفیت بالای آنها همراه دو نوع حفاظت موتور PKZMO , SOO- PKZ می باشد که کنتاکت این دستگاهها هرگز جوش نمی خورند و در مقابل حتی اتصال کوتاه 100K /400V (بالاتر ز 18.4KW/ 400V) طراحی شده اند .

WikiPower.ir

قطع کننده های حفاظت – ترانسفورمر محدود کننده

(transtormer – proteetive circuit breakers current limiters)

نوع PKZM0 – T

این نوع کید حفاظتی از اولیه های ترانسفور مرهای طراحی گردیده اند .

اتصال کوتاه از انواع 0.16A

تا 20A به طور ثابت باعث قطع دستگاه شده و برحسب U ۲۰ تنظیم می شود .

اضافه بار در این نوع بر حسب تنظیم جریان نامی عمل می کند تمامی جانبی های PKZO هم می توان با این کلید نیز به کاربرد .

کلیدهای CL- PKZ۰

کلیدهای CL- PKZ0 و دستگاههای محدود کردن جریان (Current limiter) هستند و جهت گسترش و ترقی ردیفه های pkzm0 که ضد اتصال کوتاه نیستند طراحی شده اند
مدل های CL دارای همان اندازه و پایانه های PKZ0 برابر است با 100KA در 400V است (در حین اتصال کوتاه) در حین عمل اتصا کوتاه کنتاکت های CL- PKZM0 باز می شوند .
کلید حفاظت موتور از طریق عمل داخلی خود باز شده و آماده وصل مجدد است و اگر سیستم اصلاح شد مجددا کلید 63A وصل می شود .
این سیستم می تواند به صورت انفزادی یا مجزا وصل گردد .

کلیدهای قطع کننده (کلیدهای اصلی)

WikiPower.ir

کلیدهای – اصلی مدلNZM

این مدل کلیدهای الکتریکی بسیار مناسبی را در مقابل اضافه بار حرارتی و اتصال کوتاه دارد در اندازه و سایزهای این کلیده به ترتیب با شماره های NZM 14 , NZM 10, NZM 7 می باشند که ردی های جریان را از 1600A تا ۲۵را در بر می گیرد .
بر حسب نوع مدل این کلیدها دارای حفاظت های از قبیل حفاظت در مقابل عیب جریان حفاظت در مقابل عی اتصال زمین می باشند .
کیدهای اصلی NZM بر حسب شکل ظاهری و جریان مجاز شان از همدیگر تمیز داده می شوند (تا 630 A) این کلیدها را نیز می توان بدون عملکرد عیب مدار نیز بمانند تمامی کلیدهای اصلی نیز قطع نمود .
کلیدهای NZM تماما بر حسب استاندارد جهانی IEC ساخته و کنترل کیفی شده اند .
کلیدهای اصلی مدل IZM

این نوع کلید های اصلی حفاظت مدارهای الکتریکی را از ردیف 6300 A تا ۳۲۰ را در ردیف های مختلف به عهده می گیرند .

این کلیدها دارای عملکرد قطع دیجیتالی الکترونیکی می باشد که در چهار نوع مختلف در دسترس می باشند . این نوع کلیدها بر حسب استاندارد کمیسیون جهانی ساخته و آزمایش و کنترل کیفی می شوند .

واحدهای قطع کننده (tripping) این کلیدها به طور جامع عملکردهای سیگنال اتصال کوتاه و اضافه بار را با در نظر گرفتن مدیریت انرژی با داشتن ارسال داده از راه دور انجام می دهند .

کیدهای – اصلی izm در مدل های IN هم وجود دارد که دارای واحدهای قطع کننده نمی باشد.

دستگاه رها کننده شانت (F۳) A (SHUNT RELEASE)

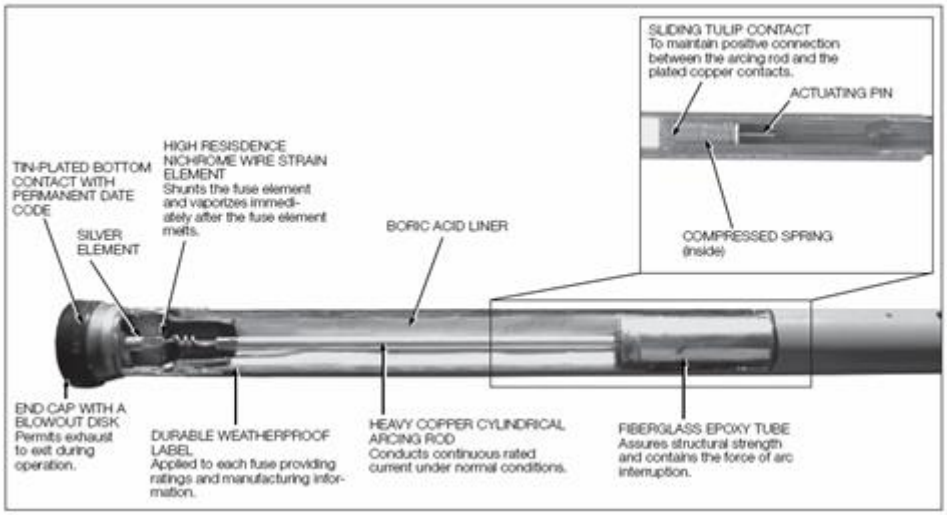
این دستگاه دارای یک آهنربای الکتریکی است که با اعمال ولتاژ از آن برداشته می شود به حالت عادی خود بر می گردد . اگر چنانچه مدار شانت جهت مدارهای چند فرمان انتخاب شد بایستی از کنتاکت های کمکی منایب استفاده شود (NH1/S1) در مجموع دستگاه رها کننده شانت یامدار شانت جهت قطع راه دور مدار استفاده می شود در زمانیکه در زمان خاموش کردن مدار خرابی های مانند قطع شدن سیم شل شدن کنتاکت پایین بودن ولتاژ اعمال می شود در وضعیت عدی قرار می گیرد و عملکرد آنها قطع شدن کنتاکت به وقوع می پیوندد .

این دستگاه ایده آل ترین دستگاه جهت کنترل های اینرلاک (مانند قطع مدار در زمان اضطراری) می باشند و چنانچه ولتاژ در زمان 20ms کم شود این دستگاه مدار را قطع می کند .

این دستگاه در زمانیکه برق قطع شود جهت جلوگیری از استارت مجدد موتورها کید اصلی را قطع می کند و برای ایمنی ها بیشتر مدار که ممکن است رخ دهد مناسب است مانند قطع سیم مدار فرمان کلید اصلی نمی تواند مجددا تا زمانیکه دستگاه ولتاژ پایین تحریک شده بسته شود .

دستگاه ولتاژ پایین با همراه تاخیر زمانی uv(f ۴)of f

این دستگاه جهت تاخیر در قطع مدار اصلی در حین قطع با کم شدن ولتاژ اصلی است و بر حسب نوع آنها زمان تاخیر آن از 0.45 تا 200ms آنرا تنظیم کرد اگر چنانچه برق از زمان تنظیم شده مدت قطع شدن آن بیشتر شود آنگاه دستگاه uv کلید اصلی را قطع می کند .

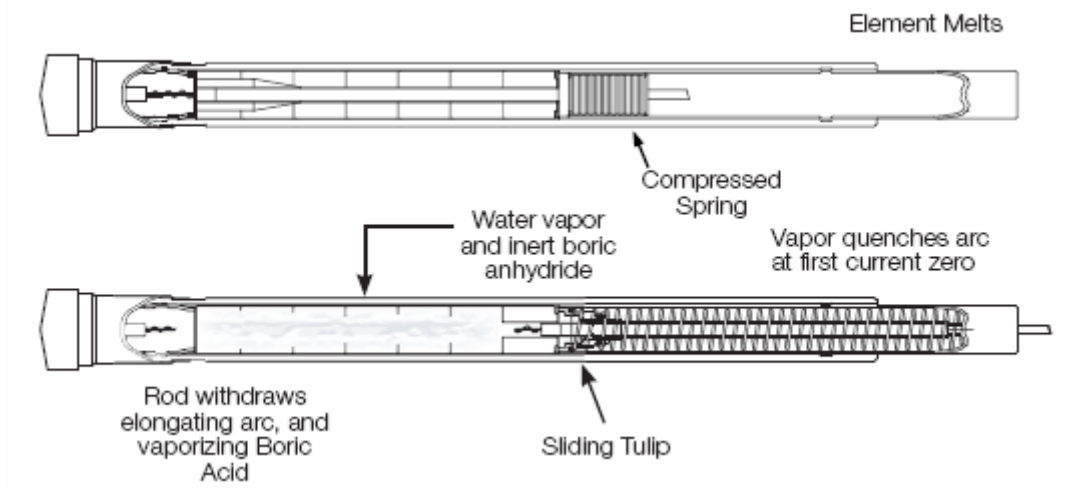


CMU یک اسید بوریک می باشد که تامین می کند یک فیوز قابل تغییر که در ۳ سطح ولتاژ 17, 28, 38 کیلو ولت وجود دارد این فیوزها قابل تعویض در سه سطح استاندارد E تا K موجود می باشد بین A34 تا A20000 وقتیکه این فیوز استفاده می گردد می بایستی انتخاب گردد روی یک بار نرمال پذیرفته شده و قبل از آن می بایستی با جریانهای احتمال ترسیم شده منطبق گردد نحوه عملکرد این فیوز بدین گونه می باشد که هنگامی استفاده می گردد که در یک عمل مسلم اسید بوریک و بونیزه کردن جریان را فرمان قطع می دهد .

Figure 4.
Outdoor application.

در شرایط نرمال دمای المنت فیوز بخوبی زیر دمای ذوب شدن قرار دارد و ذوب نمی گردد مواقعی که FAULT اتفاق می افتد که آنقدر بزرگ است که ELEMENT فیوز را ذوب می کند یک جرقه بزرگ دارد می گردد و بوسیله قسمتهای فنر کشیده می شود جرقه زندن بالا می رود و می رسد به اسید بوریک و داخل آن آب تولید می گردد که باعث یونیزه شدن اسید می گردد نتیجه حاصل به دست می آید جرقه

را در یک جریان طبیعی صفر و خارج می شود و پایین فیوز وصل وسیله وصل بوسیله نیروی فنر مانع از برگشت آن به ناحیه حالت طبیعی می شود .



تاثیر عوامل مخرب بر عملکرد فیوزها

بعد از معرفی چند مدل از فیوزها و CIRCUIT BREAKER ها شناختن آنها و آشنا شدن با کاربرد بعضی از آنها حال اثر استفاده از یک فیوز یا کلید الکتریکی و مدارهای پشتیبانی حفاظتی علت استفاده آنها را بهتر درک می نماییم .

در این بخش سعی می کنیم با هم به بررسی از پدیده های الکتریکی و تاثیر آنها بر روی این وسایل پشتیبانی حفاظتی و فیوزها در صنعت برق آشنا شویم و چگونگی مواجه شدن با آنها را بررسی نماییم .

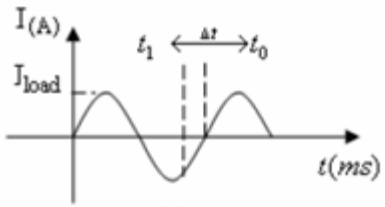
یکی از مهمترین پدیده ها در هنگام قطع و وصل جریانهای بار توسط کلیدهای فشار قوی ، بروز قوس مجدد RESTRIK در محفظه قطع آنان می باشد قوس در هنگام قطع جریانهای بار توسط کلید توانایی قابل ملاحظه کلید پیش بینی شده جهت قطع جریانهای عیب ناشی می گردد

پیش بینی و ساختمان کلید به منظور قطع جریان عیب تا حدود ۱۰۰۰ برابر جریان بار طراحی می شود به عنوان مثال کلید با توانایی متناسب با جریان عیب ۴۰ کیلو آمپر در هنگام قطع جیان بار معادل ۲۰۰-۱۰۰ آمپر با بروز قوس مجدد در محفظه قطع می تواند همراه گردد همچنانکه خواهیم دید این پدیده در کلیدهای نوع هوای فشرده ماهده شده می توان گفت یکی از معایب و پدیده های مختص به کلیدهای نوع هوای فشرده محسوب می گردد ذیلا شرایط بروزاین پدیده را مورد مطالعه قرار می دهیم .

در کلیهی کلیدهای فشار قوی پیش بینی های به عمل آمده در ساختمان و محفظه قطع کلید به منظور ارایه ولتاژ دی الکتریک استاندارد صورت گرفته است آنچنانکه از بروز قوس مکرر و یا REIGNITION در لحظه صفر سوم یا چهارم تغییرات سینوسی جریان جلوگیری شده امکان قطع موفقیت آمیز جریان عیب فراهم گردد پیش بینی فوق شامل سرعت مناسب جابجایی ماده ایزوله انحراف قوس به خارج از فاصله کنتاکتها جلب حرارت قابل ملاحظه توسط ماده ایزوله می باشد هنگامی که جریان مورد قطع و انرژی حرارتی حاصل از آن تا حدود ۱۰۰۰ برابر معادل بار کاهش می یابد در حالی که توانایی کلید شامل سرعت جابجایی ماده ایزوله و قابلیت جذب انرژی حرارتی آن متناسب با جریان عیب پیش بینی گردیده باشد قطع جریان باربا دو تفاوت عمده نسبت به جریان عیب صورت می پذیرد .

۱- قطع جریان در اولین لحظه صفر روی داده حداکثر فاصله زمانی برقراری قوس به کمتر از ۱۰ میلی ثانیه بالغ می گردد .

۲- جریان قبل از صف طبیعی خود خفه گشته لحظه قطع جریان منطبق با لحظه T_0 در شکل (۱) خواهد بود فاصله زمانی لحظه خفه گشتن تا لحظه صفر طبیعی آن با ΔT مشخص گردیده است لحظه T_1 عنوان لحظه صفر کاذب قطع جریان مرسوم می باشد هر قدر توانایی کلید یا نسبت قطع به جریان بار بالاتر باشد خفه گشتن قوس در فاصله زمانی طولانی تر قبل از لحظه صفر روی داده فاصله زمانی ΔT فزونی می یابد با توجه به اینکه این پدیده در اولین لحظه صفر جریان پس از جدا گشتن کنتاکتها روی می دهد مدت برقراری قوس به کمت از ۱۰ میلی ثانیه حداکثر به حدود ۷-۸ میلی ثانیه بالغ می گردد .



شکل (1)

در فاصله زمانی فوق مسیر طی شده توسط کنتاکت متحرک تا چیز بوده ولتاژ دی الکتریک عرضه شده کنتاکتها همزمان با خفه گشتن قوس در اولین لحظه صفر محدود خواهد بود به علت فاصله ناچیز کنتاکتها و ولتاژ دی الکتریک محدود خفه گشتن قوس با بروز قوس مجدد و یا RESTRIK همراه می گرد با توجه به توانایی کلید و جابجایی سریع ماده ایزوله بروز قوس مجدد و خفه گشتن آن متوالیا تکرار گشته بروز قوسها در فاصله زمانی ΔT به ترتیب فوق ادامه می یابد به لعت نوسانات ناشی از بروز این قوسها در ولتاژ استقرار و افزایش ولتاژ استقرار در طی تغییرات گذرا فاصله زمانی بروز قوسها به ΔT نبوده

تا چند سیکل همچنان ادامه می یابد تا هنگامی کـه کنتاکتهـا فاصـله ایزولاسـیون مطمـئن و لازم را دارا گردند چون فاصله هوایی کنتاکتهای کلید یا فاصله بروز قوس بطور سری در شبکه واقـع مـی باشـد بـروز متوالی قوسها و ولتاژهای موجی ناشی از آنان به ولتاژ اسمی شبکه افزوده گشته بصورت اضـافه ولتآژهـای موجی قطع و وصل در طول هادیهای متصل به کلید منتشر می گردند .

بروز متوالی قوسها در طول چند سیکل ادامه یافته اصطلاحاً به RESTRIK موسوم می باشـد بطـور کلـی بروز پدیده RESTRIK در فاصله کنتاکتها با عوارض زیر همراه می باشد .

۱- ظهور اضافه ولتاژهای قطع و وصل با دامنه قابل ملاحظه به طور متوالی و پی در پی شـین هـای خروجی کلید .
۲- انتشار ولتاژهای موجی قطع و وصل حاصل از رژیم گذرای قطع کلید رد طول هادیهای متصل به هر طرف کلید .
۳- خوردگی کنتاکتها و ایجاد فشار الکتریکی و مکانیکی قابل ملاحظه بر محفظه قطع کلیـد و مـاده ایزوله آن
۴- بروز اختلالات و نوسانات گذرا با فرکانس بسیار بالا در کمیات شبکه
۵- بروز قوس درایزولاسیون خارجی و تحریک رله های محافظتی کلید
۶- افزایش مدت برقراری قوس تا بیش از مدت مورد نظر
۷- انفجار محفظه کلید در صورت ادامه مدت برقراری قوسهای RESTRIK تا بـیش از فاصـله زمـانی ΔT .

بر طبق آنچه که در قبل شرح داده شد در کلیدهای نوع هوای فشرده توانایی کلید شامل سرعت جابجایی هوای فشرده لحظه برقراری جریان هوا و مسیر آن مشخص و ثابت بوه تابع فشار مخزن هوای فشرده مـی باشد آنچنانکه به ازای کلیه مقادیر جریانهای مورد نظر از چند آمپر تا چند صد کیلو آمپر هوا تحت فشـار ثابت مخزن همزمان با جدا گشتن کنتاکتها در فاصله کنتاکتها وارد گردیده انرژی حرارتی حاصل از آن را جذب نموده ولتاژ دی الکتریک ثابت و مشخص را عرضه می سازد حداکثر توانایی جـذب حـرارت توسـط هوای فشرده متناسب با جریان قطع اسمی کلید معادل چند صد کیلو آمپر محاسبه و طرح گردیده اسـت به همین علت در هنگام قطع جریانهای بار تا حدود ۱۰۰۰ برابر کمتر از جریان قطع اسمی کلیـد سـرعت قابل ملاحظه جابجایی هوای فشرده موجبان خفه گشتن قوس را قبل از لحظـه صـفر و در فاصـله زمـانی ΔT فراهم می سازد بدین ترتیب این پدیـده در کلیـدهای نـوع هـوای فشـرده بطـور مشـخص و قطعـی مشاهده می گردد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پدیده برش جریان در کلیدهای نوع هوای فشرده

قطع جریانهای مغناطیس کننده به مقدار کم در شبکه های انتقال انرژی در رده ولتاژهای اسمی 63KVUN در هنگام قطع مغناطیس کننده ترانسفورماتور یا راکتور شنت تشکیل داده بر حسب قدرت آن به حدود ۲۰۰- ۵۰ آمپر بالغ می گردد جریان فوق اختلاف فاز ۹۰ درجه را با ولتاژ تغذیه دارا بوده قطع جریان در لحظه صف با حداکثر ولتاژ سیسنوسی همزمان می باشد با جدا شدن کنتاکتها قوس قبل از لحظه صفر جریان خفه می گردد خفه شدن قوس در این لحظه با ولتاژ قابل ملاحظه سینوسی همزمان بوده و بلافاصله پس از قطع جریان ولتاژ نوسانی در کنتاکت طرف راکتور ظاهر خواهد شد بدین ترتیب احتمال بروز قوسهای مجدد در هنگام قطع جریانهای بار از نوع القایی نسبت به جریانهای بار اهمی به دلایل زیر فزونی یافته و اضافه ولتاژهای قطع و وصل با دامنه بالاتر را سبب می گردد .

۱- اختلاف فاز کامل ۹۰ درجه بین ولتاژ تغذیه و جریان مورد قطع

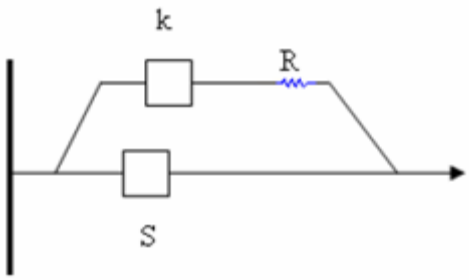
۲- فاصله زمانی بسیار کوتاه برقراری قوس از لحظه جدا گشتن کنتاکتها تا لحظه بروز پدیده .

همچنانکه می دانیم یکی از طرق ابداع شده به منظور جلوگیری از بروز قوس مجدد و کاهش دامنه اضافه ولتاژها برقراری قوس تا جدا گشتن کامل کنتاکتها و واقع گشتن کنتاکت متحرک در انتهای مسیر خود می باشد آنچناکه لحظه خفه گشتن قوس با حداکثر فاصله کنتاکتها و ولتاپ دی الکتریک کلید همزمان گردد قطع جیان قبل از لحظه صفر به عنوان پدیده برش جیان یا CURRENT CHOPPING موسوم بوده تعداد دفعات بروز قوس مجدد به لحظه برش جریان و فاصله زمانی ان از لحظه صفر بستگی خواهد داشت لحظه برش جریان و مقدار لحظه ی جریان مربوط به آن با توجه به خصوصیات شبکه نوع کلید تعیین می گردد .

نصب مقاومتهای موازی در کلیدهای فشار قی نوع هوای فشرده

به منظر کاهش اضافه ولتاژ های ناشی از بروز پدیده RESTRIK در کلیدهای نوع هوای فشرده قطع و یا وصل جریان توسط کلید در دو مرحله بر طبق شکل ۲ صورت می پذیرد کلید مجهز به دو محفظه قطع بوده محفظه S به عنوان محفظه اصلی و محفظه K موازی با آن به عنوان محفظه کمکی محسوب می گردد محفظه K بطور سری بامقاومت R وصل شده است و به منظور قطع جریان ابتدا کنتاکتها در محفظه s سپس در محفظه k از یکدیگر جدا می گردد بدین ترتیب قطع جریان از طریق دو محفظه قطع صورت می پذیرد که جابجایی کنتاکتها در آنان به فواصل زمانی بسیار کوتاه از یکدیگر انجام می شود .

با جدا گشتن کنتاکتها در محفظه s جریان مصرف و تغذیه بار از طریق مقاومت r برقرار می گردد جدا گشتن کنتاکتها در محفظه s در حالی صورت می پذیرد که مقاومت R موازی با آن بوده نوسانات ولتاژ استقرار و ظهور ولتاژهای گذرا با دامنه بالا همزمان با لحظه صفر جریان توسط مقاومت موازی جذب گردیده از دامنه آنان کاسته می گردد . بدین ترتیب مقاومت فوق به عنوان مستهلک کننده یا جذب کننده نوسانات مرسوم بوده اصطلاحا مقاومت DRMPER نامیده می شود .



شکل۲

پس از جذب ولتاژهای ناشی از بروز قوس مجدد جریان برقرار شده در مقاومت توسط محفظه کمکی K قطع می گردد . مراحل قطع جریان بر طبق آنچه که شرح داده شد به طور اتوماتیک صورت می پذیرد .

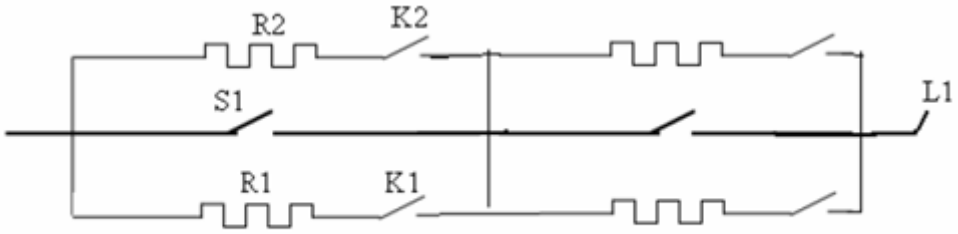
در این کلید بخش عمده جریان همراه با ظهور ولتاژ استقرار و بروز پدیده قوس مجدد توسط محفظه قطع کلید اصلی S و بخش محدود آن توسط محفظه قطع کمکی K قطع می گردد به همین علت حجم محفظه قطع اصلی کلید نسبت به محفظه قطع کمکی قابل ملاحظه بوده با پیش بینی های بیشتر به منظور خفه نمودن قوس همراه می باشد هر دو محفظه مجهز به کنتاکتهای متحرک و ثابت بوده جابجایی کنتاکتهای متحرک در محفظه قطع کمکی با فاصله زمانی بسیار کوتاه نسبت به محفظه قطع اصلی صورت می پذیرد .

تاخیر زمانی جابجایی کنتاکتها در محفظه قطع کمکی نسبت به محفظه قطع اصلی قابل تنظیم بوده بطور معمول در حدود ۱۰-۴ میلی ثانیه متغییر می باش در برخی از کلیدها محفظه های قطع کمکی و اصلی در مجاور یکدیگر در محفظه قطع مشترک پیش بینی گردیده اند .

نمونه های دیگر از این کلید کلید نوع جدید کارخانه BBC موسوم به DLF و کلید ساخت کارخانه آلستوم فرانسه مشاهده می شود در شکل ۳ کلید ساخت کارخانه آلستوم فرانسه با دو مرحله مقاومت موازی R1 و R2 برای هر محفظه نشان داده شده است کنتاکتهای اصلی با S و کنتاکتهای کمکی با K1K2 مشخص گردیده اند .

به منظور قطع جریان ابتدا کنتاکتهای متحرک در محفظه قطع اصلی S جدا گشته و مقاومتهای R1 و R2 موازی با یکدیگر در مسیر جریان بار واقع می گردند درمرحله سوم یا مرحله آخر کنتاکتهای کمکی

درمحفظه قطع کمکی K2 باز شده بدین ترتیب قطع جریان کامل گشته هر سه کنتاکت باز و جریان قطع می گردد .



شکل 3

استفاده از تجهیزات قطع و وصل جریانهای بار در مدارهای خاص

روشی دیگر به منظور جلوگیری از بروز قوس مجدد و ظهور اضافه ولتاژهای موجی در هنگام وصل جریانهای بار توسط کلیدهای فشار قوی استفاده از تجهیزات قطع و وصل جریان با یا اصطلاحا Load break می باشد پیش بینی سکسیونرهای Load break در مدارها با جریان بار مشخص و ثابت مناسب تر می باشد به عنوان مثال قطع و وصل جریانهای مغناطیس کننده و راکتورهای شنت واقع در سیم پیچی سوم ترانسفور ماتورها و راکتورهای شنت با اتصال مستقیم به خطوط می تواند توسط سکسیونرهای قابل قطع زیر بار صورت گیرد جریان مغناطیس کننده این نوع تجهیزات به حدود ۵۰ الی ۲۰۰ آمپر بالغ گردیده قطع و وصل آنان توسط کلیدهای نوع هوای فشرده با بروز پدیده برش جریان قوسهای RESTRIK و ظهور اضافه ولتاژهای موجی در ناحیه مشخصه دی الکتریک کلید همراه می گردد همچنانکه اشاره گردید کلیدهای فشار قوی با توانایی کافی جهت قطع جریانهای عیب بالغ بر چندین کیلو آمپر پیش بینی گردیده استفاده از آنان به منظور وارد و خارج نمودن دستی راکتورها و قطع و وصل جریان های القایی معادل ۵۰ الی ۲۰۰ آمپر را تشکیل می دهد در این حالت قطع و وصل دستی کلیدها بدون استثنا با پدیده برش جریان و قوسهای RESTRIK همراه می باشد بر طبق بررسی های صورت گرفته موارد متعدد از انفجار و آسیب دیدگی سریع کلیدها در این نوع مدارها گزارش گردیده است بنابراین در قطع و وصل اینگونه بارها کلیدها به همراه سکسیونرهای قابل قطع زیر بار در مدار سری قرار گرفته و قطع و وصل دستی راکتورها با سکسیونر انجام می گیرد و فقط قطع و وصل اتوماتیک در صورت عیبهای بوجود آمده در این تجهیزات کلیدهای نوع هوای فشرده جریان عیب را قطع می کنند .

همانطور که دیدیم بعضی از اتفاقها و عوامل نه تنها می تواند روی شبکه برق بلکه حتی روی وسایل حفاظتی می تواند تاثیری مخرب داشته باشد و باعث خرابی و بد عملکرد آنها گردد .

در این قسمت می خواهیم به بررسی شاید یکی از مهمترین کارهایی که باید بعد از انتخاب اجزای سیستم قدرت انجام دهیم بپردازیم اونم هماهنگی بین اجزای یک سیستم حفاظتی قدرت می باشد عاملی که اگر بد اجرا گردد و بصورت علمی مورد بررسی قرار نگیرد می تواند سیستم قدرت را به جای اینکه به سمت پایداری سوق دهد آنرا به مرز ناپایداری ببرد و این ناهماهنگی می تواند باعث خاموشی بی علت شبکه گردد و خوب نبودن فرمان رله ها و مدار شکن ها و همچنین فیوزها به همین در این قسمت به بررسی نحوه هماهنگی بین فیوزهای قدرت و رله ها می پردازیم پس :

هماهنگی فیوزهای قدرت و رله اضافه جریان

هماهنگی حفاظت بین فیوزهای فیدرهای فشار متوسط با رله ها با ریکوزرهای سر خط در پستهای فوق توزیع همواره یکی از مشکلات حفاظتی شبکه توزیع بوده است این مشکل ناشی از تفاوت عمده منحنی عملکرد فیوزها و رله ها بوده به نحوی که هماهنگی کامل حفاظتی بین آنها در تمام محدوده ها مقدور نبوده و همواره به ازاء یک محدوده جریان خطا ناهماهنگی حفاظتی وجود خواهد داشت این قضیه زمانی پیچیده تر می گردد که تجهیزات حفاظتی سرخط مانند رله های زمان ثابت DTOC و معکوس IDMT با مشخصات مختلف باشد از آنجا که تاکنون در مراجع مختلف بهترین روش هماهنگی بین فیوزها با رله و ریکلوزرهای گوناگون با توجه به جزییات مشخص نگشته در این مقاله سعی شده با بررسی منحنی عملکرد فیوزها و حفاظتهای مختلف سر خط پستهای فوق توزیع شرایط هماهنگی حفاظتی و ناحیه ناهماهنگی حفاظتی آنها مشخص گردد در این مقاله منحنی های واقعی فیوزها رله ها و ریکوزرهای حفاظتی استفاده شده در شبکه های برق در نظر گرفته شده است .

هماهنگی میان فیوزهای فیلرهای فشار متوسط بارله ها و ریکلوزرهای سر خط همواره یکی از مسائل مهم حفاظتی کارشناسان حفاظت شرکتهای توزیع بوده است این موضوع زمانی پیچیده تر به نظر می آید که مشخص می گردد در بسیار از موارد این هماهنگی بطور کامل امکان پذیر نبوده (۱) بنابراین اهمیت بررسی و انتخاب مناسب ترین نوع و بهترین محل برای فیوزها و مشخص کردن ناحیه ناهماهنگی حفاظتی در هر حالت روشن می گردد .

در کتابها و مقالات مختلف ناحیه هماهنگی میان فیوزها و ریکورزها از لحاظ کلی نشان داده شده است (۲) و (۳) ولی در عمل تاکنون در مراجع مختلف بهترین روش هماهنگی و مشخص نمودن ناحیه ناهماهنگی با رله های گوناگون با توجه به جزئیات مشخص نگشته است در این مقاله هماهنگی بین فیوزها با رله ها و ریکلوزرهای سرخط در فیدرهای فشار متوس مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به منحنی واقعی فیوزهای مورد استفاده و تنظیم واقعی رله های سرخط ناحیه ناهماهنگی حفاظتی در هر حالت مشخص گشته و بهترین روش فیوزگذاری حفاظتی به منظور از بین بردن یا به حداقل رساندن این ناحیه بیان می گردد .

همچنین هماهنگی بین فیوزها با رله ها و ریکوزرها در رابطه با عملکرد واحد لحظه ای رله ها نیز توضیح داده می شود .

هماهنگی فیوز با رله های جریان زیاد زمان ثابت (DTOC)

رله های جریان زیاد زمان ثابت به ازاء جریان عبور کننده بیش از جریان تنظیمی رله پس از یک مدت زمان ثابت و قابل تنظیم عمل خواهد نمود نظر به اینکه منحنی فیوز بصورت معکوس بوده مشخص خواهد بود که هماهنگی کامل بین فیوزها و رله های DTOC همواره مهیا نبوده و به ازاء یک محدوده جریانهای خطا بسته به منحنی فیوز و تنظیم رله، رله و سرخط سریعتر از فیوز عمل خواهد نمود در ابتدا فرض بر این است که رله DTOC بر روی زمان عملکرد ۰/۵ ثانیه (که عمومیت دارد) تنظیم بوده جداول و محاسبات مربطوه ب راین اساس بدست خواهد آمد بدیهی است که در صورت مغایرت داشتن زمان عملکرد با این مقدار جداول و محاسبات آن با توجه به منحنی ارائه شده براحتی قابل دسترس خواهد بود .

در شکل (۱) منحنی فیوزهای نوع کند سوز (K) که عملا درشرکتهای توزیع مورد استفاده قرار گرفته و منطقه با استاندارد IEC بوده نشان داده شده است (۴) از آنجا که عملا از فیوزهای تند سوز (T) در فیدرهای فشار متوسط به منظور حفاظت قسمتی زا فیدر کمتر استفاده می گردد تنها فیوزهای کند سوز (K) مورد بررسی قرار گرفته است .

در شکل (۲) همین منحنی ها با منحنی یا رله جریان زیاد زمان ثابت (DTOC) با جریان عملکرد ۳۰۰ آمپر و زمان ۰/۵ ثانیه بر خورد داده شده و مشخص می گردد که به ازاء جریانهای اتصالی قبل از محمل برخورد منحنی رله با هر فیوز رله سریعتر از رله سرخط سریعتر از فیوز عمل می کند بدست خواهد آمد

که نتایج آن در جدول شماره (۱) نشان داده شده است بدیهی است که جریانهای خطای کمتر از تنظیم رله باعث عملکرد رله نخواهد شد و بنابراین محدوده نشان داده شده در جدول (۱) محدوده ای است که رله سرخط سریعتر از فیوز عمل نمده و در واقع محدوده نامناسب حفاظتی می باشد برای مثال چنانچه رله سرخط با تنظیم جریانی ۳۰۰ آمپر بوده و روی فیدر خروجی با فیوز ۶۳ آمپر نصب باشد به ازاء جریانها اتصالی در محدوده بین ۳۰۰ تا ۴۹۷ آمپر که بعد از فیوز رخ می دهد رله سریعتر عمل می کند با توجه به جدول مشخص است که فیوزهایی که با N.O(NO Operation) مشخص هستند همواره سریعتر از رله عمل نموده و بنابراین استفاده از آنان هم به عنوان حفاظت در مقابل اتصال کوتاه و هم حفاظت در برابر قول بار شدن هیچ ناهماهنگی حفاظتی بوجود نخواهد آورد .

بنابراین توسط جدول (۱) می توان نقاط ناهماهنگی حفاظتی یک فیدر که رله و فیوز گذاری آن مشخص باشد را تعیین نمود در شکل (۳) مقادیر حداکثر جریان خطا که رله سریعتر از فیوز عمل می کند با ستاره مشخص شده است با استفاده از جدول (۱) و شکل (۳) می توان مناسب ترین فیوزگذاری حفاظتی با کمترین ناهماهنگی را به دست آورد که در زیر شرح داده می شود در شکل (۴) یک فیدر شعاعی در نظر گرفته شده که در نظر است محل و نوع مناسب فیوز F_1 و F_N برای آن مشخص گردد فرض بر این است که جریان تنظیمی رله و زمان آن مشخص و ثابت بوده و همچنین سطح اتصال کوتاه در ابتدا خط نیز معلوم باشد که با توجه به مشخصات خط جریان اتصالی در هر فاصله ای مشخص خواهد بود فرض بر این است که در ابتدا فیوز گذاری بر اساس جریان هر قسمت از فیدر انجام می گردد بدیهی است که گذاشتن فیوزهایی که در جدول (۱) با N.O مشخص شده اند در هر شرایطی اشکالی را ایجاد نمی کند در غیر اینصورت فیوز انتخاب شده و محل آن باید به گونه ای انتخاب شوند که جریان خطا که به دلیل اتصال پس از فیوز رخ می دهد از حداکثر محدوده جریان خطای عنوان شده در جدول (۱) بیشتر باشد و در غیر اینصورت باید فیوز به سمت رله به گونه ای جابجا گشته یا نوع فیوز تعویض شود که این شرایط حاصل گردد اگر این شرایط حاصل نگردد در محدوده ای که در بالا توضیح داده شده ناحیه نامتناسب حفاظتی وجود داشته و رهل سریعتر از فیوز عمل خواهد نمود .

مثلا با توجه به جدول (۱) یا شکل (۳) اگر تنظیم جریانی رله ۳۰۰ آمپر با زمان عملکرد ۰/۵ باشد انتخاب فیوز تا ۳۰ آمپر مشکلی را ایجاد نخواهد نمود و در هر محلی قابل نصب هستند ولی به ازاء فیوزهای بالاتر باید قانون گفته شده صادق باشد مثلا اگر IFI = 700 A باشد باید از فیوز ۸۰ آمپر و کمتر استفاده نمود و در صورتی که استفاده از فیوز ۱۰۰ آمپری اجتناب پذیر باشد باید محل فیوز به سمت رله جابجا شد هبه گونه ای که جریان اتصالی بعد از آن از ۸۱۸ آمپر بیشتر گردد .

تمام جداول و محاسبات گفته شده برای تنظیم زمانی رله بر روی ۰/۵ ثانیه بوده بدیهی است چنانچه تنظیم زمانی رله با این مقدار تفاوت کند قوانین کلی ثابت بوده و براحتی با توجه به کشل (۲) جدولی مشابه جدول (۱) برای این حالت قابل تنظیم خواهد بود .

هماهنگی فیوز با رله های جریان زیاد معکوس (IDMT)

رله های جریان زیاد معکوس (IDMT) بر خلاف رله های زمان ثابت (DTOC) زمان ثابتی نداشته و زمان عملکرد آن بسته به جریان عبور آن رله داشته که میان آنرا منحنی رله تعیین می کند یک رله IDMT می تواند منحنی های مختلفی داشته باشد ولی از آنجا که در روی فیدرها خروجی معمولا از منحنی معکوس استاندارد (SI) استفاده می گردد در اینجا نیز همین منحنی برای رله در نظر گرفته شد ه است معمولا رله های فیدرهای خروجی بر اساس TMS = 5 % تنظیم می گردد ولی از آنجا که بدلیل محدودیت برخی رله ها و ملاحظات دیگر از TMS= 5% نیز استفاده شده در این مقاله هر دو حالت در نظر گرفته شده است .

در شکل (۵) محل برخورد منحنی رله IDMT با تنظیم جریان آستانه عملکرد Ib = 300 A و TMS = 5% با منحنی فیوزها نشان داده شده است در جدول (۲) و (۳) محدوده جریانی که رله سریعتر از فیوز عمل خواهد نمود بر اساس تنظیمات مختلف جریان آستانه عملکرد رله برای کلیه فیوزها به ترتیب برای منحنی ها TMS = 5% , TMS= 10 % نشان داده شده است همانگونه که مشاهده می گردد استفاده از رله معکوس نسبت به زمان ثابت در شرایط یکسان انتخاب بیشتری از فیوزهایی که مطمئنا از رله سریعتر عمل خواهند نمود (نشان داده شده با N.O) وجود خواهد داشت ولی محدوده عملکرد نامناسب حفاظتی برای بقیه فیوزها بیشتر خواهد بود مثلا برای یک رله معکوس با جریان آستانه عملکرد TMS = 5% , Ib= 200 A استفاده از فیوز تا ۳۰ آمپر هیچ اشکالی را ایجاد نخواهد کرد در صورتی که رله زمان ثابت این انتخاب تا فیوز ۲۰ آمپر بود ولی از طرف دیگر مثلا برای فیوز ۱۰۰ آمپر در نوع ثابت ناحیه نامناسب حفاظتی به ازاء جریان اتصالی (200 A < IF < 818 A) بود در صورتیکه از رله معکوس این مقدار به میزن (100A < IF < 1175 A) افزایش یافته است بنابراین با استفاده از جداول (۲) و (۳) می توان در یک فیدر مربوطه به منظور بهترین فیوز گذاری حفاظتی به صورتی که ناحیه نامناسب حفاظتی وجود نداشته یا حداقل گردد مانند آنچه در رله زمان ثابت توضیح داده شده و با استفاه از جداول ((۲) و (۳) قابل انجام است .

هماهنگی فیوز با واحد لحظه ای رله های جریان زیاد

واحد لحظه ای رله های جریان زیاد به گونه تنظیم می شوند که به منظور جلوگیری از آسیب دیدن تجهیزات پستهای فوق توزیع در اتصالهای شدید بدون تاخیری زمانی در حداکثر سرعت باعث عملکرد رله گردد بنابراین بدیهی است که در این حالت هماهنگی میان فیوز رله امکان پذیر نبوده و تنها راه حل آن محدود کردن ناحیه عملکرد واحد لحظه ای رله به قبل از اولین فیوز حفاظتی با توجه به سطح اتصال کوتاه آن می باشد .

۵- هماهنگی فیوز با رله اتصال زمین

معمولا تنظیم زمانی رله های اتصال زمین فیدرهای فشار متوسط مانند رله های جریان زیاد بوده و بنابراین هماهنگی بین فیوزها و این رله ها همزمان با هاهنگی با رله های جریان زیاد انجام خواهد داشت ولی چنانچه یک اتصالی با آمپدانس بالا در فیدر رخ دهد که فیوز با تاخیر قابل ملاحظه ذوب گردد امکان عملکرد سریعتر رله اتصال زمین به دلیل تنظیم پایین وجود خواهد داشت که این موضوع بسته به آمپدانس اتصالی امپدانس سیستم زمین و امپدانس مولفه صفر سیستم دارد .

هماهنگی با ریکلوزرها

WikiPower.ir

در ابتدا فرض می شود که ریکلوزری می تواند برای چندین بازو بست برنامه ریزی شده که در هر بار عملکرد با یک منحنی ثابت مانند منحنی رله های زمان ثابت یا معکوس باشد (۵) و (۶) برخی از ریلکوزرها بر اساس منحنی های Megraw عمل می کنند که در کشورهای آمریکایی معمول بود و به دلیل اینکه در ایران کمتر مورد استفاده بوده در نظر گرفته نمی شوند .

تفاوتی که هماهنگی بین فیوزها و ریکلوزرها در مقایسه با رله ها وجود دارد این است که ریکلوزر بسته به برنامه در نظر گرفته شده برای آن تا چندین مرتبه عمل قطع و وصل را انجام داده و در وصل های دوم و بالاتر هنوز فیوز بطور کامل حرارت ناشی از عبور جریان اتصالی را دفع نکرده و بنابراین منحنی فیوز تغییر می کند روشی که در مقالات برای در نظر گرفتن این اثر پیشنهاد می گردد ای است که منحنی فیوز در این حالت ۷۵ ٪ منحنی فیوز در حالت نرمال در نظر گرفته می شود (۲) و (۳) در شکل (۶)

منحنی برخورد رکلوزر که بصورت معکوس و با پارامترهای TSM = 5% , Ib = 300 A فرض شده است با منحنی فیوز در صورتی که ضریب ۷۵٪ برای آن در نظر گرفته شده نشان داده می شود .

بنابراین اگر بدترین حالت یعنی همان بازویست اولیه در نظر گرفته شود هماهنگی فیوزها با ریکلوزرها مانند رله های جریان زیاد معکوس می باشد این نتیجه بدیهی است زیرا در بازویستهای دوم و سوم فیوز گرم بوده و سریعتر ذوب شده و ناحیه ناهماهنگی حفاظتی کمتر خواهد بود ولی در ریکوزرهای جدید این قابلیت وجود دارد که برای عملکرد رله در بازبستهای مختلف از منحنی های متفاوت استفاده گردد لذا فیوزها اتصالی رفع گشته و در بازوبست های بعدی که اتصالی بصورت پایدار تشخیص داده دشه ریکلوزر بر روی منحنی های تنظیم شده و هماهنگ با فیوزها عملکرد داشته باشد تا فیوزها سریعتر از ریکلوزر عمل نموده و محل اتصالی را جدا کن د(۲) و (۳) .

در شکل (۷) برخورد منحنی های واقعی فیوزها (۴) و منحنی عملکرد ریکلوزر بصورت لحظه ای و با منحنی زمانی با I_b = 300 A و TMS = 5% با استفاده از منحنی واقعی ریکلوزر GVR (۵) با در نظر گرفتن ضریب ۷۵ ٪ نشان داده شده است در این حالت ناحیه هماهنگ بین فیوز و ریکوزر نواحی است که عملکرد فیوز بین دو منحنی لحظه ای و تاخیری قرار گرفته باشد بنابراین مشخص است که نواحی نا هماهنگ بین ریکلوزر و فیوز به دو قسمت مختلف شکسته می گردد .

در جدول (۴) و (۵) محدودهای ناهماهنگی حفاظتی بین ریکلوزر و فیوز بصورتی که در بالا شرح داده شده نشان داده شده است .

با استفاده از جدول (۴) و (۵) می توان مناسب ترین فیوزگذاری حفاظتی یا کمترین ناهماهنگی را به دست آورد که روش آن مطابق آنچه قسمت ۲ شرح داده شد و با توجه به شکل ۴ خواهد بود .

با مقایسه جداول (۴) و (۵) با جداول (۲) و (۳) مشخص می گردد که استفاده از ریکلوزر در حالت شرح داده شده نسبت به رله ها محدودیت بیشتر از لحاظ هماهنگی حفاظتی با فیوزها تدارد ولی به دلیل رفع اتصالیهای گذرا بدون آسیب رسیدن به فیزو از برتری خاص برخوردار است برای مثال در جدول (۲) مشخص می گردد که در تعداد زیادی از نقاط ناحیه هماهنگی میان فیزو و رله وجود دارد (نشان داده شده با N. O) ولی در جدول (۵) در هیچ ناحیه ای بصورت کامل ناحیه هماهنگی وجود نداشته اما در شرایط مشابه ناحیه هماهنگی محدودتر می گردد .

هماهنگی فیوزها در فیلرهای فشار متوسط با واحد تاخیری رله های جریان زیاد با توجه به نتایج جدول (۱) و (۳) و با ریکلوزرها با توجه به نتایج جدول (۴) و (۵) امکان پذیر می باشد گاهی اوقات این هماهنگی بطور کامل امکان پذیر نبوده ولی با استفاده از این جدول و روش شرح داده شده می توان به

گونه ای محل و نوع فیوزها را انتخاب نمود که محدوده ناهماهنگی حفاظتی مشخص بوده و حداقل گردد .

هماهنگی میان فیوزها با واحد لحظه ای رله های جریان و اتصال زمین همواره امکان پذیر نبوده و گاها عملکرد سریعتر یا همزمان رله ها با فیوز در این حالتها اجتناب ناپذیر بوده و تنها راه حال آن محدود کردن ناحیه عملکرد واحد لحظه ای رله به قبل از اولین فیوز حفاظتی با توجه به سطح اتصال کوتاه آن می باشد و لی در هماهنگی میان فیوزها با واحد لحظه ای ریکلوزرها بایستی ریکلوزر را به گونه ای برنامه ریزی نمود که در عملکردهای اول واحد لحظه ای و در عملکرد آخر واحد تاخیری با هماهنگی مناسب عمل نماید .

جدول(۱)- محدوده جریان خطا (بر حسب آمپر) که رله سر خط (زمان ثابت با تنظیم ۵/ ثانیه)سریعتر از فیوز عمل میکند

100	80	63	50	40	30	25	20	15	12	10	8	6	3	جنس فیوز (آمپر) / تنظیم رله(آمپر)
100-18	100-40	100-97	100-22	100-52	100-53	100-03	100-49	100-16	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	100
50-18	150-40	150-97	150-22	150-52	150-53	150-03	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	150
200-18	200-40	200-97	200-22	200-52	200-53	200-03	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	200
250-18	250-40	250-97	250-22	250-52	250-53	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	250
300-18	300-40	300-97	300-22	300-52	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	300
350-18	350-40	350-97	350-22	350-52	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	350
400-18	400-40	400-97	400-22	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	O.	400
450-18	450-40	450-97	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	450
500-18	500-40	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	500
550-18	550-40	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	550
600-18	600-40	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	600

N.O.(No Operation) همواره فیوز سریعتر از رله عمل میکند.

جدول(۲)- محدوده جریان خطا (بر حسب آمپر) که رله سر خط (معکوس با منحنی ۵%)سریعتر از فیوز عمل میکند

100	80	63	50	40	30	25	20	15	12	10	8	6	3	منحنی فیوز (آمپر) / تنظیم رله(آمپر)
100-1374	100-1019	100-750	100-575	100-442	106-298	111-206	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	1
150-1266	150-927	152-668	155-508	157-385	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	1
200-1175	207-847	216-589	221-440	245-301	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	2
259-1096	268-769	314-495	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	2
320-1023	344-682	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	3
389-933	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	3
473-838	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	4
N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	4
N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	5
N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	5
N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	6

N.O.(No Operatic همواره فیوز سریعتر از رله عمل میکند.

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول(۳)- محدوده جریان خطا (بر حسب آمپر) که رله سر خط (معکوس یا منحنی ۱۰٪)سریعتر از فیوز عمل میکند

منحنی فیوز (آمپر) / تنظیم رله(آمپر)	3	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	63	80	100
100	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	117-195	101-339	100-429	100-537	100-739	100-1000
150	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	169-277	162-363	161-459	150-656	150-907
200	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	254-355	217-578	200-826
250	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	305-480	270-747
300	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	350-655
350	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
400	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
450	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
500	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
550	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.
600	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.

N.O.(No Operation)همواره فیوز سریعتر از رله عمل میکند.

جدول(٤)- محدوده جریان خطا (بر حسب امپر) که رله سر خط (زیکلوزر با منحنی ٥٠%) با فیوز نا هما هنگی حفاظتی دارد.

منحنی فیوز (آمپر) / تنظیم رله(آمپر)	3	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	63	80	100
100	>50	>61	>83	>109	>14 2	>18 5	>23 4	>31 8	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
150	>50	>61	>83	>109	>14 2	>18 5	>23 4	>31 8	>380	184-225 >470	166-330 >607	162-442 >789	155-635 >1013	150-883 >1038
200	>50	>61	>83	>109	>14 2	>18 5	>23 4	>31 8	>380	>470	>607	269-324 >789	219-557 >1013	209-803 >1038
250	>50	>61	>83	>109	>14 2	>18 5	>23 4	>31 8	>380	>470	>607	>789	314-451 >1013	272-724 >1038
300	>50	>61	>83	>109	>14 2	>18 5	>23 4	>31 8	>380	>470	>607	>789	>1013	355-628 >1038
350	>50	>61	>83	>109	>14 2	>18 5	>23 4	>31 8	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038

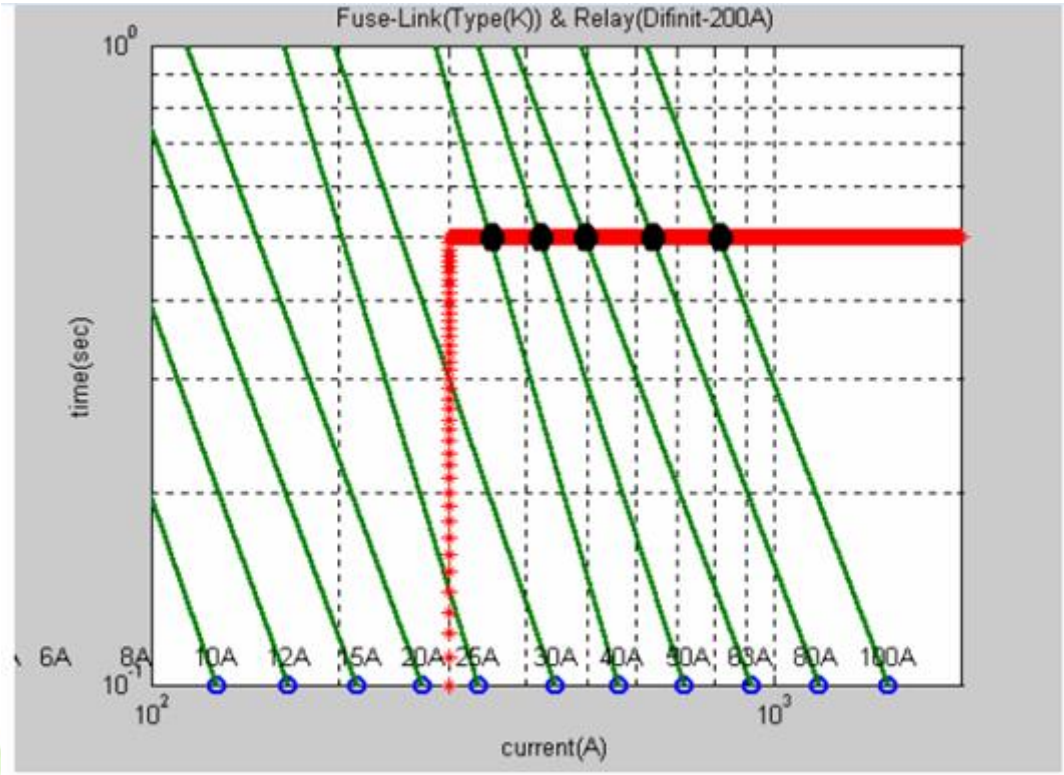
N.O.(No Operation): همواره فیوز سریعتر از رله عمل میکند.

جدول(٥)- محدوده جریان خطا (بر حسب امپر) که رله سر خط (زیکلوزر با منحنی ۱۰%) با فیوز نا هما هنگی حفاظتی دارد.

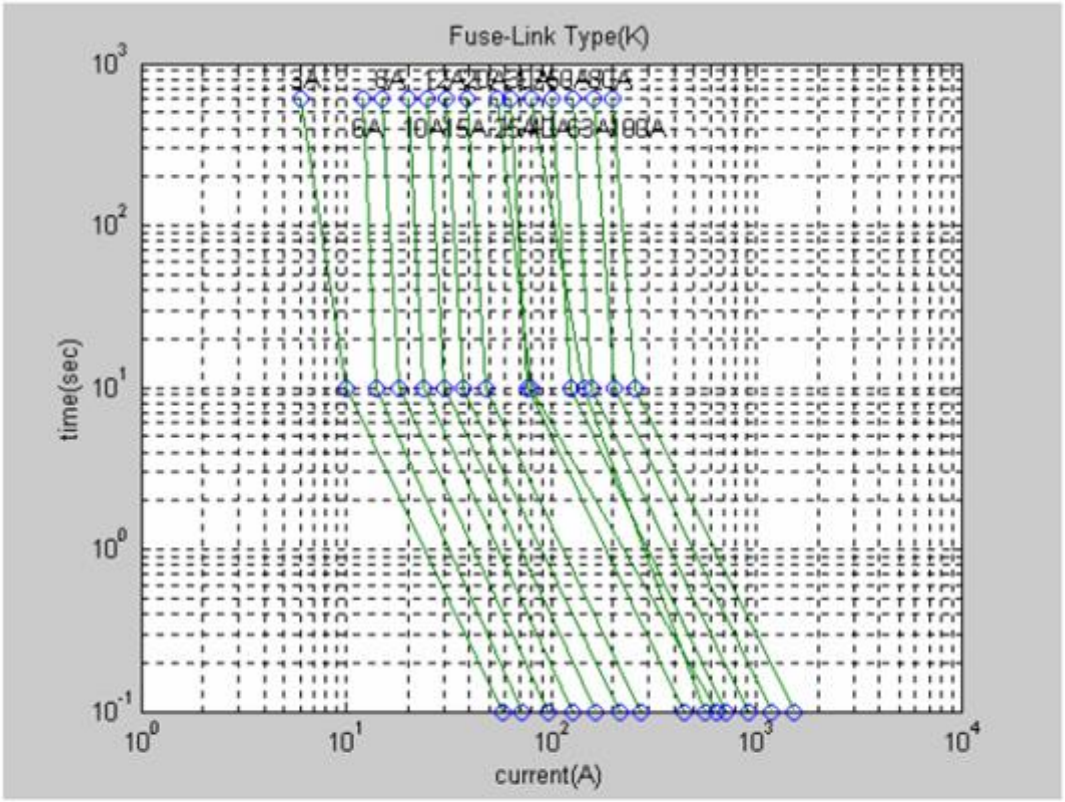
منحنی فیوز (آمپر) / تنظیم رله(آمپر)	3	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	63	80	100
100	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	106-226 >470	102-290 >607	100-363 >789	100-513 >1013	100-702 >1038
150	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	191-266 >789	163-434 >1013	100-620 >1038
200	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	221-539 >1038
250	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	331-417 >1038
300	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
350	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038

N.O.(No Operation): همواره فیوز سریعتر از رله عمل میکند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



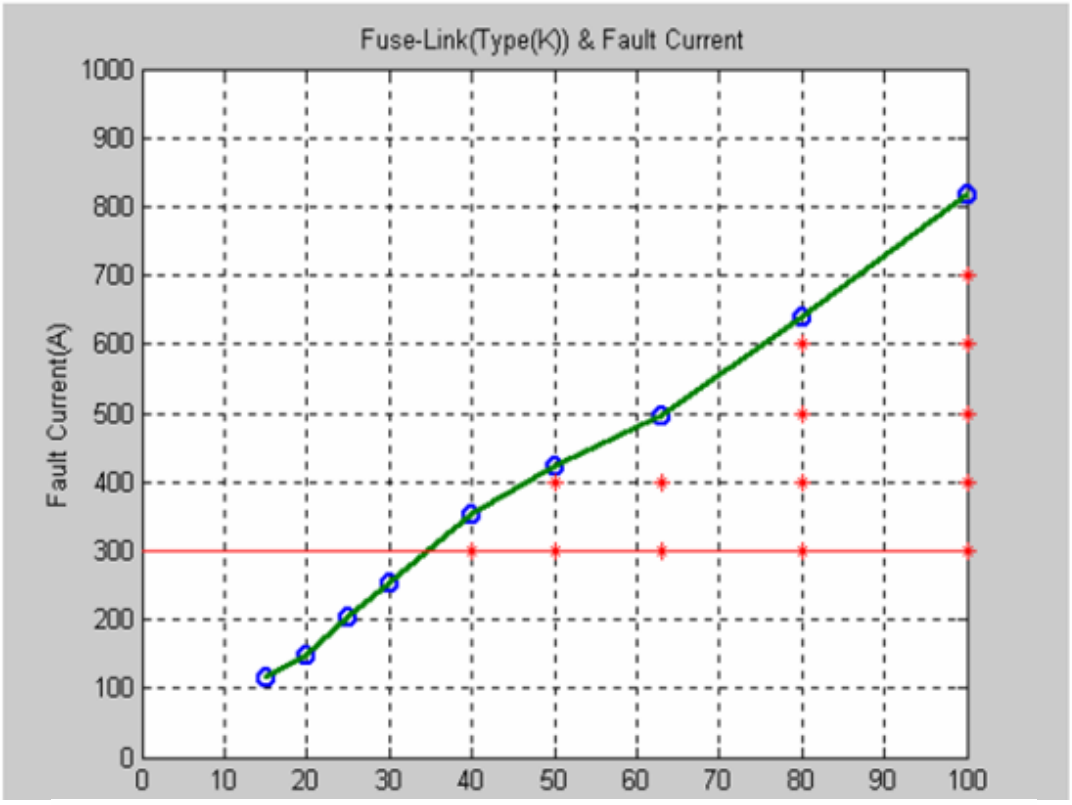
شکل(۱) – منحنی فیوزهای نوع K بر طبق استاندارد IEC



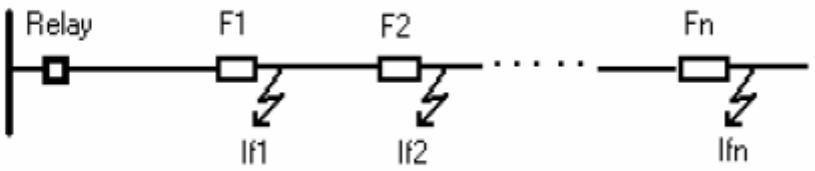
شکل(۲) – برخورد منحنی فیوزها با رله DTOC

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل(۲) – برخورد منحنی فیوزها با رله DTOC



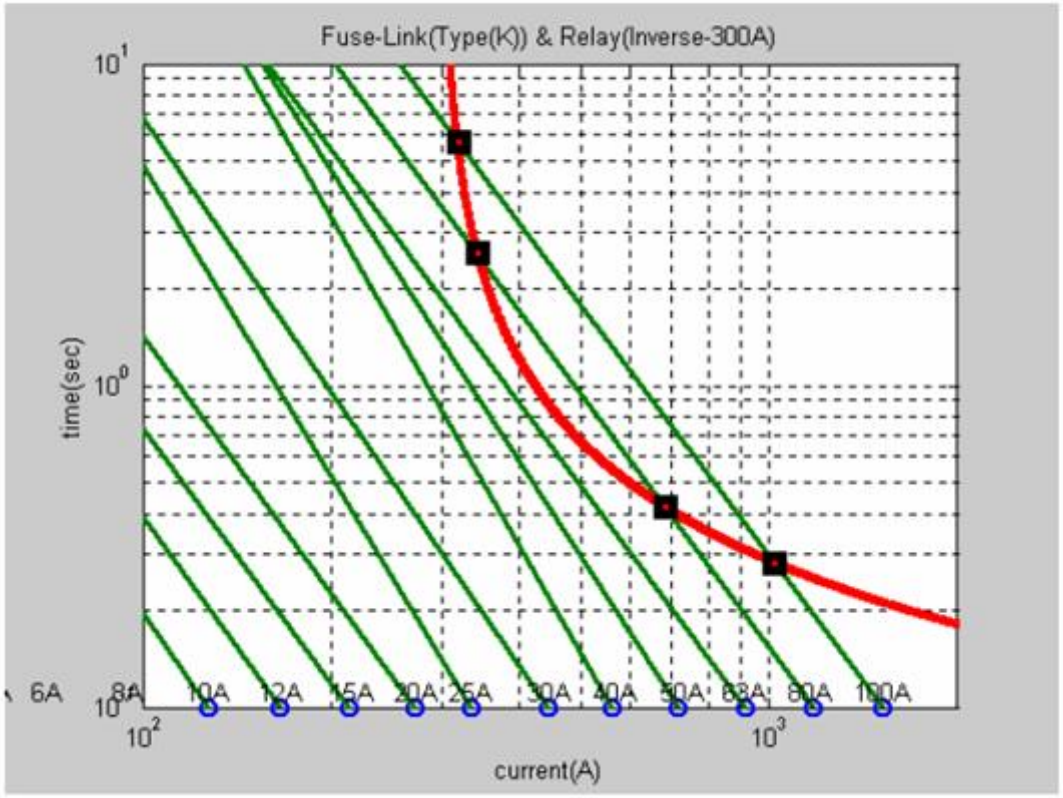
شکل(۳) – مقادیر حداکثر جریان خطا که رله سریعتر از فیوز عمل می کند

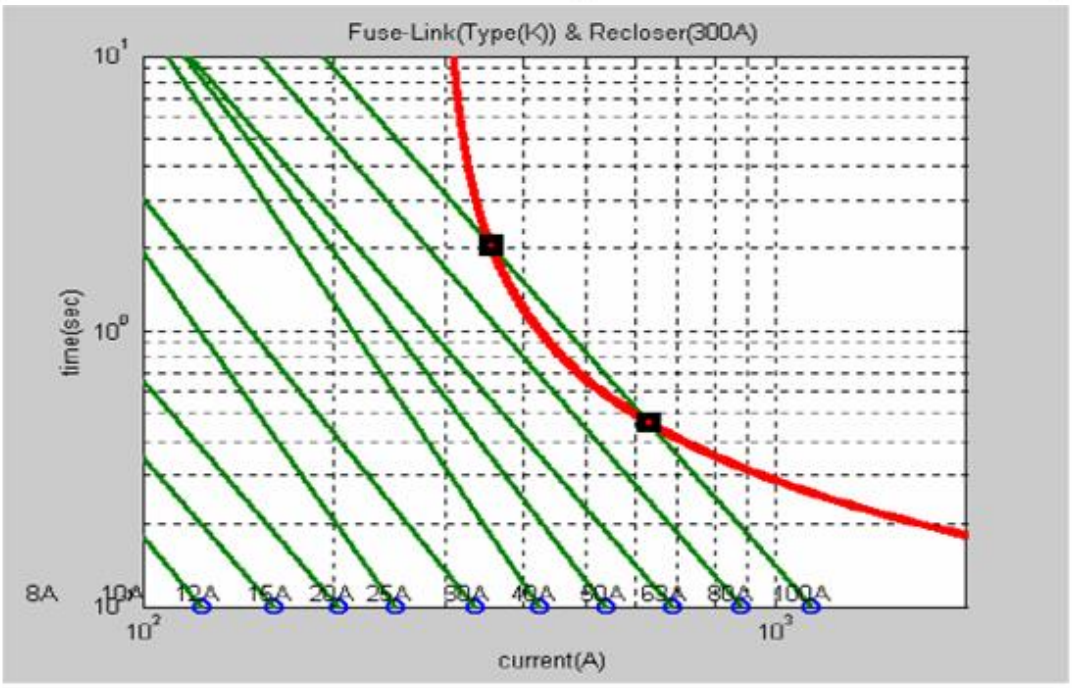


شکل(٤) – فیوز کداری حفاظتی در یک فیدر

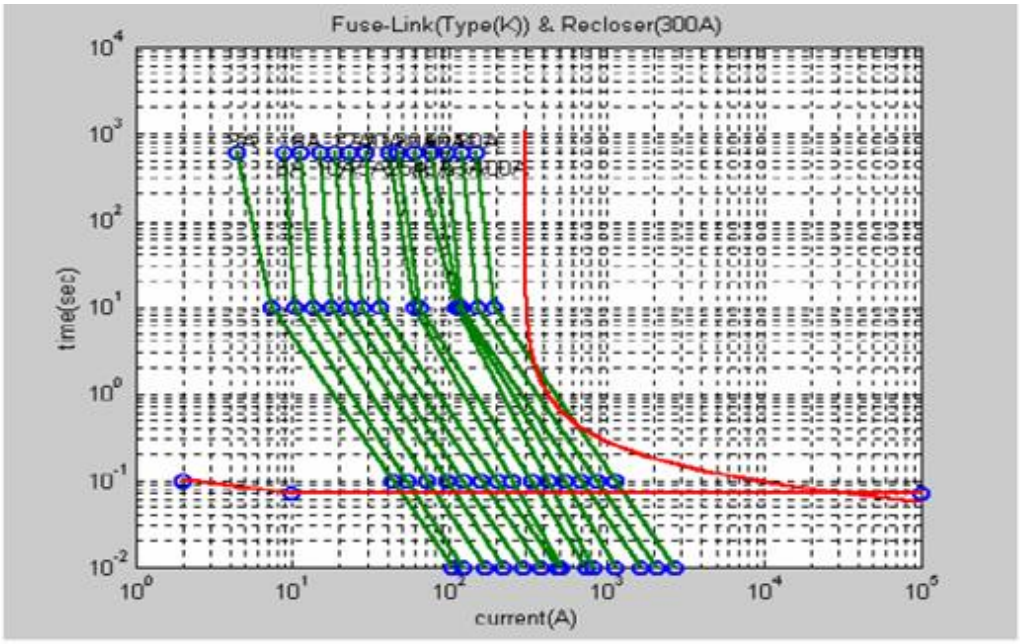
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل(۵) – برخورد منحنی فیوزها با رله IDMT





شکل(۶) – برخورد منحنی فیوزها با ریکلوزر در عملکرد IDMT



شکل (۷) – برخورد منحنی فیوزها با دو نوع عملکرد رله (واحد لحظه ای در عملکرد اول و واحد تاخیری در عملکرد آخر)

جمع بندی

خوب در این فصل سعی بر این بود که تا حدودی با فیوز ها سکسیونر ها و سایر ادوات حفاظتی قدرت که به اسم فیوز و قطع کننده قدرت الکتریکی شناخته می شوند آشنا شدیم و دیدیم که همگام با پیشرفت عظیم صنعت برق این وسایل حفاظتی نیز پیشرفت نموده اند طوریکه تصور یک سیستم قدرت حتی ساده مثلا ۱۰ شینه نیز بدون داشتن ادواتی مانند فیوزهای قدرت و سکسیونر ها غیر قابل قبول است چون با احتمال خیلی بالایی ما آن سیستم قدرت را از دست خواهیم داد و پیشرفت این وسایل به معنی کم کردن هزینه های ناشی از پشتیبانی از یک سیستم قدرت می باشد بنا بر این با توجه به کاربرد گسترده این وسایل قدرت همانطور که دیدم احتیاج به یک هماهنگی خاص بین آنها و آن سیستم قدرت می باشد که این مساله شاید جزء حیاتی ترین قسمتهایی نصب و طراحی این آلمانها خواهد بود پس می توان گفت که برای داشتن یک سیستم قدرت پیشرفت لازم به داشتن یک سیستم حفاظتی پیشرفته تر می باشد که فیوزها و CIRCUIT BREAKER ها جزء لاینفک این سیستم حفاظتی است . در این فصل سعی بر آن بود با تعدادی از این فیوزها که در گسترده وسیعی از یک موتور الکتریکی تا سیستم قدرت

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

استفاده می شد آشنا می شویم کمی بیشتر اهمیت این ادوات به ظاهر دارای ساختمان ساده را متوجه باشیم .

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

خطوط انتقال با ماکزیمم بار

مقدمه

امروزه در سیستمهای قدرت استفاده از خطوط انتقال با ماکزیمم بار ممکن مساله مهمی است چون بروز خطا در سیستمها غیر قابل پیشگیری است ما باید از سیستمهای حفاظتی اتوماتیک در خطوط استفاده کنیم که در کوتاهترین زمان ممکن خطا را در سیستم رفع کنند و باید با ایمنی بالا و عملکرد سریع و بدون دخالت اپراتور کار خود را انجام دهند در بیشتر موارد حفاظت خطوط انتقال خیلی مشکلتر از حفاظت باس بارها است در این مقاله تاکید ما بیشتر بر روی حفاظت خطوط انتقال است خطوط انتقال دارای تجهیزاتی برای انتقال انرژی و رله های حفاظتی است . وظیفه رله ها حفاظت از خط در مقابل خسارات فیزیکی است به عنوان مثال جریان زیاد د رمدت زیاد رله ها باید عملکرد سریع داشته باشند تا از ناپایداری سیستم جلوگیری کنند و فاکتور حفظ پایداری سیستم و عملکرد سریع و مطمئن رله فاکتورهایی هستند که با هم در تضادند چون ناپایداری ولتاژ در یک مدت زیاد باعث اضافه جریان می شود و یا قطع اشتباهی رله باعث ناپایداری سیستم شود این مشکلات و پیکر بندی مختلف شبکه های قدرت باعث مشکلات حفاظتی برای سیستم های قدرت می شود که بر طرف کردن آنها به تجربیات و نقشه های پیشرفته نیاز دارد یک راه حل آن این است که ما بین سیستم های حفاظتی در یک شبکه هماهنگ سازی بوجود بیاوریم با پیشرفت سریع فناوری اطلاعات که مساله مهم و قابل دسترس است استفاده از این روش برای سیستم های حفاظتی قدرت مورد توجه قرار گرفته است یکی از روشهایی که جدیدا استفاده شده سیستمهای اندازه گیری فازوری است که سنکرون کردن آن توسط سیستمهای اندازه گیری ماهواره ای (WAMS) انجام می شود مزیت این سیستم های اندازه گیری این است که یک حفاظت جامعه و کامل از شبکه می کنند بر خلاف حفاظتهای محلی که فقط در آن رله ها برای محل کار خود تنظیم می شود هدف کلی ما در این مقاله ارائه روشی برای جلوگیری کردن از فروپاشی و ناپایداری شبکه ها و جلوگیری از خسارت دیدن تجهیزات قدرت است . برای اینکه ایده ما عملی شود در ابتدا باید با یک سری مفاهیم کلی ک در ارتباط با فروپاشی و ناپایداری شبکه و خسارت تجهیزات می باشند آشنا شویم.

ایمنی و انتخابی بودن و عمل کرد سریع

ایمنی یعنی اینکه اپراتور در برابر تشخیص خطا عمل کند تا حد امکان خسارات وارد بر سیستم کم شود تشخیص خطا و رفع آن باید انتخابی باشد . یک سیستم حفاظتی خوب باید مشکلات بوجود آمده برای سیستم را رفع کند بدون اینکه دیگر نقاط سیستم آسیب ببیند و یا قطع شود و فقط قسمتی از سیستم که خطا در آن اتفاق افتاده باید از مدار خارج شود و بقیه سیستم به عملکرد خود ادامه دهد . انتظاری که از سیستم اتوماتیک می رود این است که باید خیلی سریعتر از یک اپراتور عمل کند و علاوه بر ان تصمیماتی که یک انسان نمی تواند یا خیلی دیر و یا هر گز عملی کند انجام دهد هر چه یک رله سریعتر کار کند وقفه خاموشی سیستم ما کمتر است و خسارت کمتری به سیستم ما وارد می شود .

خطاهای اتصال کوتاه

یکی از دلایلی که اتصال کوتاه باید سریع در شبکه رفع شود این است که پایداری گذرای شبکه نباید از بین رود و باید خطا سریع رفع شود به دلیل محدودیت جذب انرژی در خطوط انتقال و کابلهای فشار قوی ما باید سریع خطای اتصال کوتاه را رفع کنیم زیرا در اتصال کوتاه جریان زیادی از آنها عبور می کند و گرمای شدیدی در آنها بوجو می آید که خسارت جبران ناپذیری به آنها وارد می کند همانطور که در معادله زیر نشان داده شده است .

$$dQ = I_{sc}^2(t) \cdot R \cdot dt \cdot 10^{-3} = mc \cdot d\vartheta \qquad (3\text{-}1)$$

$$R = \rho_0[1 + \alpha(\vartheta - \vartheta_0)]\frac{l}{A} \qquad (3\text{-}2)$$

$$m = l \cdot A \cdot d \qquad (3\text{-}3)$$

هنگامی که معادله (۳-۲) و (۳-۳) را در (۳-۱) قرار دهیم رابطه زیر بدست می آید

$$\int_0^{t_k}\left(\frac{I_{sc}(t)}{A}\right)^2 dt = \frac{dc}{\rho_0 \alpha}\ln\frac{1+\alpha(\vartheta_2-\vartheta_0)}{1+\alpha(\vartheta_1-\vartheta_0)} \qquad (3\text{-}4)$$

رابطه جریان و گرما را مشاهده می کنید که درجه حرارت اولیه در آن ماکزیمم دمای حالت نرمال سیستم است مشکل ما در مدت اتصال کوتاه این است که گرمای شدیدی در تجهیزات ما بوجود می آید و تجهیز هم نمی تواند آن را با محیط مبادله کند و باعث بالا رفتن دمای آن شده و عمر تجهیز را کم می کند .

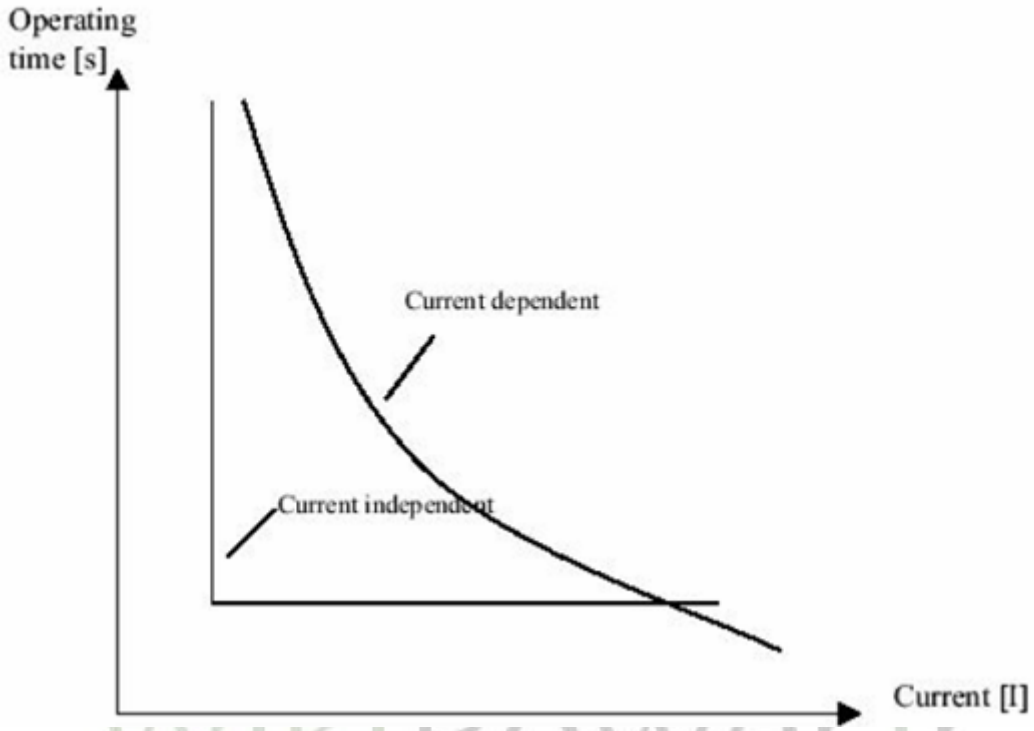
انواع رله های حفاظتی

رله های اضافه جریان

سه نوع رله اضافه جریان داریم : رله اتصال کوتاه رله اتصال زمین و رله اضافه بار .
عملکرد این رله ها بر اساس مقایسه بین جریان عبوری از آن و جریان تنظیم شده برای آن است رله های اضافه جریان دارای ساختاری ساده و قیمت ارزانی هستند ولی کاربرد آنها و نصب آنها خیلی مشکل است مهمترین مشکل در خصوص این رله ها تنظیم ماکزیمم جریان عبوری بر حسب زمان است تنظیم خصوصیات مختلف رله و هماهنگی آنها ممکن است موجب ایجاد علکرد اشتباه در رله شود و این یکی را دلایلی است که این رله ها فقط به عنوان حفاظت پشتیبان و با حفاظت شبکه های توزیع شعاعی استفاده می شود به همین دلیل ما در این مقاله فقط شبیه ساز رله های اتصال کوتاه را بررسی می کنیم .

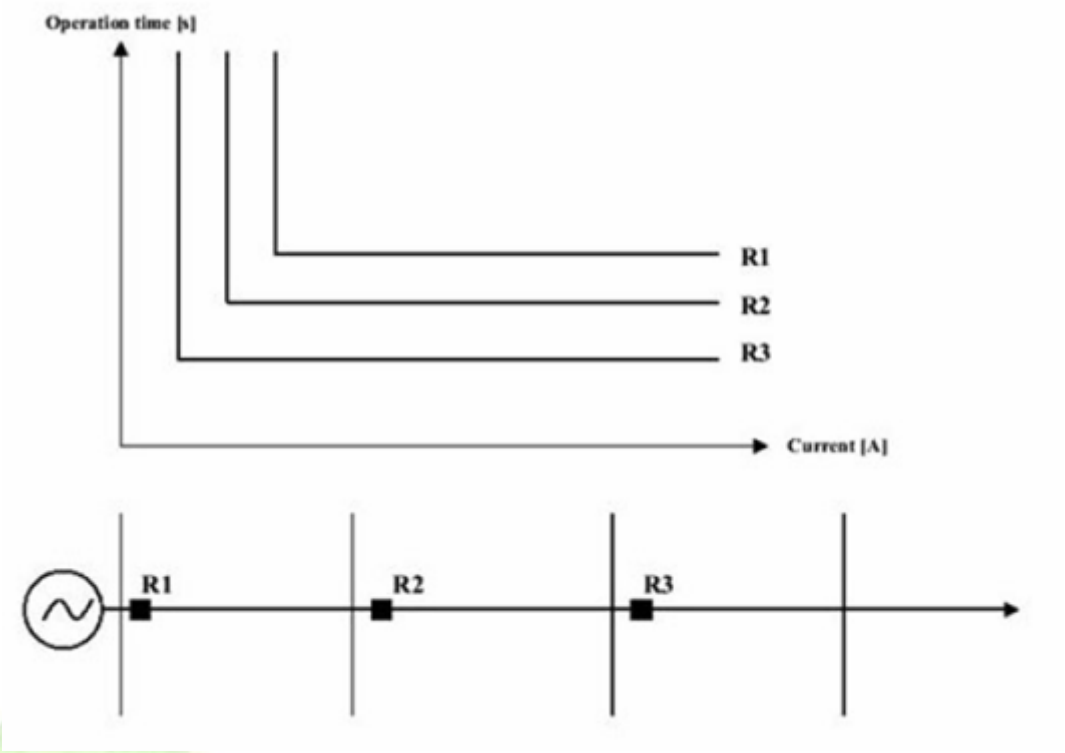
رله های اضافه جریان – اتصال کوتاه

جریان خطوط انتقال با ورودی متغیر وارد این رله ها می شود و عملکرد این رلـه هـای مسـتقل از جهـت جریان است اگر تشخیص جهت جریان مهم باشد ولتاژ به عنوان یک ورودی دیگـر اضـافه مـی شـود رلـه های اضافه جریان به دو دسته مستقل از زمان و وابسته به زمان تقسیم می شود و بسته بـه کـاربرد آنهـا این رله ها انتخاب می شوند و انتخاب یک رله با یک مشخصات خاص زیاد مهم نیست .



مشخصه قطع رله های اضافه جریان

در اروپا انتخاب رله بیشتر به محل کاربرد آن دارد در آمریکا انتخاب رله بسته به جریـان آن دارد انتخـاب رله خود یک مساله است و هماهنگی بین رله ها در شبکه مساله دیگـر اسـت . جریـان عملکـرد رلـه هـا همیشه جریانی است که بیشتر از ماکزیمم جریان عبوریاز رله در حالت نرمال آن اسـت بـرای جلـوگیری کردن از قطع کردن رله ها در مورد غیر لزوم جریان عملکرد رله ها باید طوری تنظیم شود کـه حفـاظتی برای سکشنهای بعدی ما ایجاد کند و همچنین پشتیبانی باشد برای دیگر رلـه هـا بـه عنـوان مثـال اگـر خطایی در انتهای خط بعدی اتفاق افتد از آن به عنوان یک پشتیبان حفاظت کند .



رله های حفاظت اتصال زمین

WikiPower.ir

در سیستمهای قدرت که به صورت متعادل کار می کند اختلاف جریان بین فازها بسیار کم است در صورت بروز خطای اتصال زمین اختلاف جریان فازها تفاوت زیادی با هم خواهند داشت بنابراین برای تشخیص بروز این خطا در شبکه از اختلاف جریانها استفاده می شود که به جریان بار بستگی نداشته باشد در نقاطی که نقطه صفر ما زمین شده باشد همان حفاظت اضافه جریان این کار را انجام می دهد و در دیگر شبکه ها حفاظت دیستانس این کار را انجام می دهد .

حفاظت دیستانس

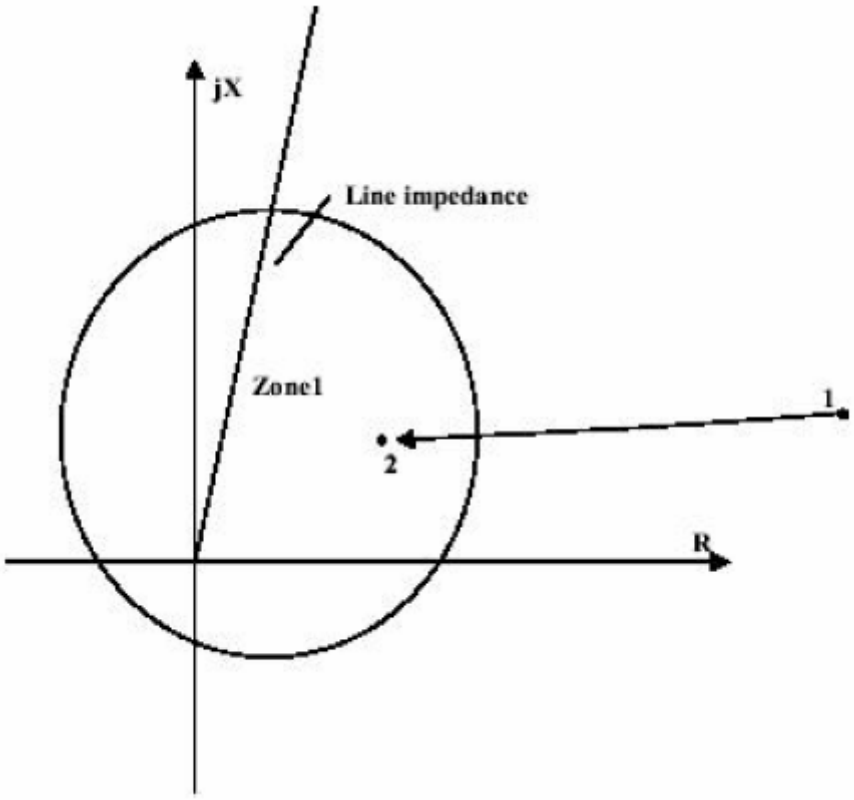
این نوع حفاظت کاربرد زیادی در شبکه های قدرت دارد اساس عملکرد بیشتر رله ها مقایسه جریان ورودی و خروجی است و خطوط انتقالی که فاصله دو طرف آنها خیلی زیاد است باید طول مدارات رله به اندازه طول خط انتقال باشد بنابراین در خطوط انتقالی که طول آنها زیاد است از حفاظت دیستانس

استفاده می شود که یک حفاظت دارای انتخاب بالا و قابل اطمینان است و استفاده آن در خطوط انتقال به سرعت در حال پیشرفت است

اساس عملکرد حفاظت دیستانس

حفاظت دیستانس هماهنگ کردن حفاظت سیستم است که بسته به جهت عبور جریان و مقاومت سیستم دارد حفاظت دیستانس نوع واحدی از حفاظت نیست و دارای این توانایی است که میان خطاهای رخ داده در بخش های گوناگون سیستم بر مبنای امپدانس اندازه گیری شده خطای رخ داده را تشخیص دهد اساسا این امر به معنای مقایسه جریان خطای دیده شد .

با افزایش مسافت بین محل خطا و محل نصب رله زمان قطع رله افزایش می یابد رله های دیستانس با اندازه گیری امپدانس خط عمل می کند و در حالت عادی امپدانس زیادی را می بیند هنگام بروز خطا امپدانسی را که می بیند امپدانس محل رله تا محل خطا است و مقاوتی که باعث محدود شدن جریان خطا می شود و بسته به نوع خطا دارد رله با مقایسه بین حالت عادی و حالتی که جریان افزایش می یابد آن را تشخیص می دهد . با اندازه گیری ولتاژ و جریان رله مقدار نهایی مقاومت و راتانس را محاسبه کند اگر مقدار محاسبه شده کمتر از مقدار تنظیم شده داخل رله باشد و خطا در محدوده حفاظتی آن رخ داده باشد رله عمل می کند نمودار R- X رله در شکل ۳ نشان داده شده است این ناحیه امپدانسی برای خطا لازم است چون ممکن است مقاومت خط نامعلوم باشد و بسته به نوع خطای اتفاق افتاده دارد .

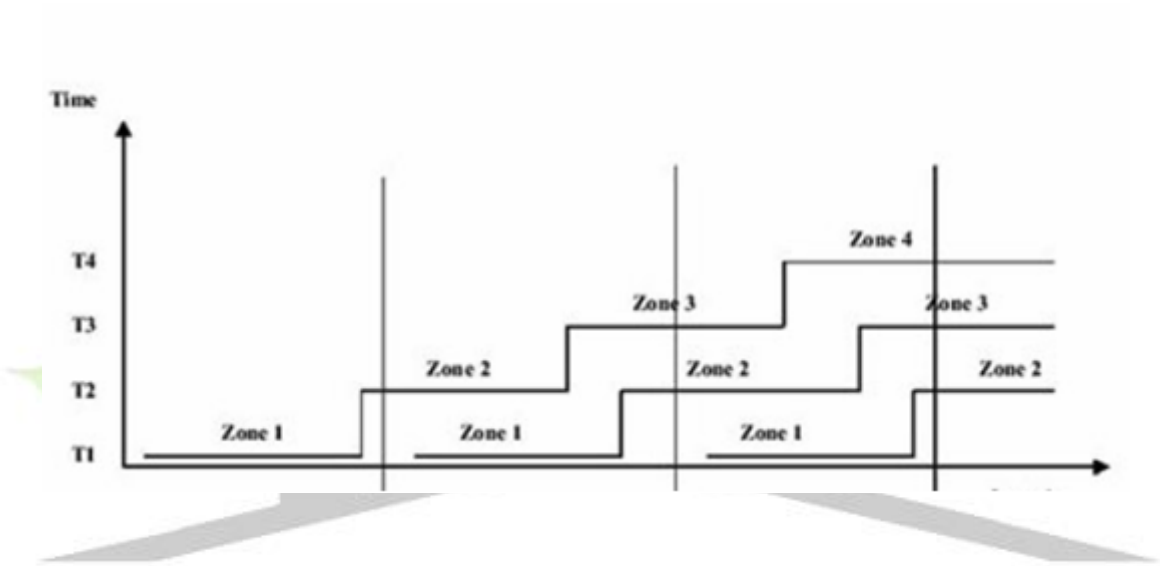


در حالت عادی نقطه مورد نظر باید در سمت راست مبدا و به فاصله زیادی از آن قرار گرفته باشد (نطقه ۱) در هنگام بروز خطا نقطه به سمت مبدا حرکت می کند و داخل منحنی مشخصات قطع رله می شود (نقطه ۲) نکته حائز اهمیت این است که پارامترهای خط همیشه ثابت نیست و عواملی مانند شرایط بار و محیط و جبرانگرهای افت و لتاژ در شبکه بر ان تاثیر می گذراد ترانسورماتورهای اندازه گیری و رله ها نیز درصدی از خطا دارند که با خطای پارامرتی خط با هم خنثی می شوند .

در شکل ۴ نمودار حفاظت دیستانس نشان داده شده است این نکته در نمدار دیده می شود که رله ها حفاظت اصلی برای ناحیه خود و پشتیبانی برای خطهای دیگر هستند .

هماهنگی این رله ها با زمان بندی مختلف آنها انجام می شود ناحیه اول باید ۸۰ درصد خط خود را بدون هیچ تاخیری پوشش دهد به علت خطاهایی که در پارامترهای خط وجود دارد و قبلا به آن اشاره شد و مقاومت ناحیه ۱ نمی تواند تمام طول خط را توسط ناحیه ۱ حفاظت کرد ناحیه دوم ۲۰ درصد باقیمانده خط خود را پوشش می دهد بعلاوه پشتیبانی برای رله شماره ۲ است ناحیه سوم پشتیبانی برای رله ۲ و ۳ است هنگامی که در خط ۲ خطایی بین رله ۲و ۳ رخ دهد نه تنها رله ۲ این خطا را از مدار خطا را می بیند R1 نیز آن را تشخیص می هد در این حالت R2 باید خط ۲ را از مدار خارج کند چون این رله اول خطا را تشخیص داده است و در نهایت ناحیه ۲ همان رله نیز این خطا را تشخیص داده است رله R1 نیز در ناحیه ۲و ۳ خود این خطا را تشخیص می دهد ولی آنقدر باید منتظر بماند تا این خطا در ناحیه عمل

کرد آن بماند و یا رله R2 عمل نکند در عمل طول ناحیه دوم ۱۲۰- ۸۰٪ طول خط اول است بعلاوه ۲۰٪ خط اول که باقیمانده و حفاظت پشتیبان یا اضافی نامیده می شود وظیفه آن حفاظت از انتهای خط اول باس بار است طول ناحیه ۳ معمولا ۱۲۰ ٪ بزرگترین خط مجاور است استفاده بیشتر از ۳ ذون خیلی کم و به ندرت برای شبکه های قدرت استفاده می شود به هر حال اساس ناحیه ۳ تامین کردن ۱۰۰ درصد حفاظت پشتیبان است برای کلید مدارهای جانبی و زمان عمل کرد آن بسته به مدارات جانبی دارد .



برخی مشکلات و محدودیت های حفاظت دیستانس

WikiPower.ir

یکی از محدودیت های رله دیستانس این است که ناحیه اول حفاظتی رله دیستانس در مقایسه با طرح های حفاظتی دیگر مانند حفاظت دیفرانسیل نمی تواند تمام مدار را پوشش دهد .

حفاظت کلاسیک دیستانس خطوط مشکلاتی را نیز در حالت های خاص نشان می دهد که برخی از این مشکلات عبارتند از : سیستم های زمین شده با امپدانس بلا خطاهای امپدانس بالا، حفاظت کال، خطوط کوتاه ، خطوط جبران شده با خازن سری وجود تولید گسترده در شبکه خطوط چند ترمینالـه و غیره . همچنین با گسترش شبکه الکتریکی و پیچیده تر شدن آن دستیابی به یک تنظیم مناسب برای هماهنگی بین رله های دیستانس و کاهش زمان عملکرد آن مشکل است .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بررسی خطرات الکتریکی

چکیده

در این فصل در جهت بررسی خطرات الکتریکی موجود در محیط های کاری کارگران و بررسی و تجزیه و تحلیل اینگونه خطرات تدوین و در نهایت در جهت محدود نمودن اختلاف ولتاژ بین هر دو نقطه قابل دسترسی کارگران در اطراف محیط کار به میزان ولتاژ ایمن با توجه به استانداردهای موجود در صنعت برق پیشنهاداتی را ارائه می نماید.

مقدمه

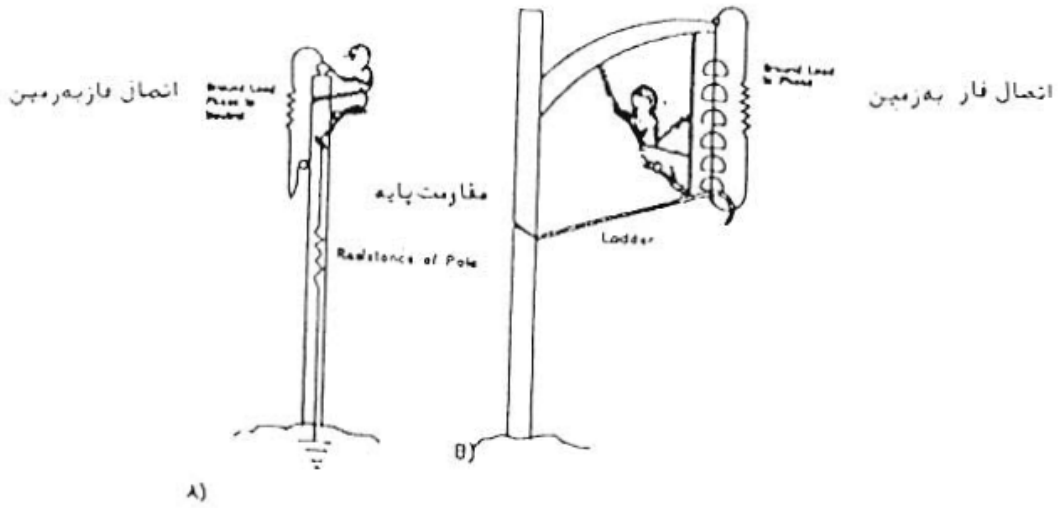
در زمان انجام کارهای تعمیراتی در شبکه علیرغم بی برق بودن شبکه به دلایل اشتباه در مانورهای عملیاتی یا اتصال شبکه بی برق با مدارات برقدار و یا بعلت القاء الکتریکی به دلیل در حوزه بودن خط و همچننی ولتاژهای ناشی از صاعقه امکان برقدار شدن خط می باشد زمانی که سیم هادی زمین برقدار می گردد جریان عبوری از قسمتهای زمین شده در صورت عدم وجود زمین حفاظتی مناسب باعث اختلاف ولتاژ زیادی بین قسمتهای زمین شده می گردد .

شکل ۱ – بیانگر وضعیت کاری کارگران برقکار در محیط کاری می باشد که در آن ولتاژ غیر نرمالی ظاهر گردیده است .

شکل ۲- بیانگر وجود ولتاژ تماس در پای یک ستون یا دکل فلزی برق می باشد که در آن امکان حادثه جهت سیمبان وجود خواهد داشت .

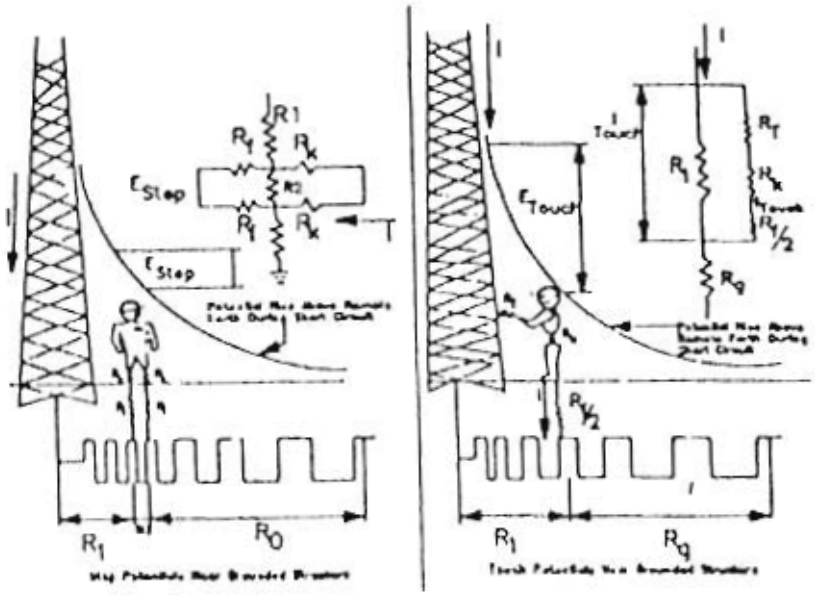
ایجاد زمین حفاظتی مناسب در محیط کار و پایین بودن میزان مقاومت سیستم زمین باعث محدود کردن ولتاژ در محیط های کاری و در ارتفاع گردیده و اجرای روش های صحیح انجام کار تا حد زیادی مشکلات ناشی از ولتاژ گام و ولتاژ تماس جهت کارگران را کاهش می دهد . شکل ۱.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(کارروی خطوط انتقال) (کارروی خطوط توزیع)

شکل (۱)



شکل (۲)

نمایش ولتاژ گام و ولتاژ تماس درپای کارکه جهت کارگران حادثه‌ساز می‌باشد

شکل (۶) نمایانگر این مطلب است که امپدانس خط با دور شدن محل خطا از باس بار پست باعث تقلیل در مقدار جریان خطا در سیستم می گردد .

نظر به اینکه سیستم حفاظتی زمین ممکن است بین یک فاز با زمین یا بین دو یا سه فاز و سپس به زمین نصب گردد لذا خطایی که بر اساس آن سیستم زمین طراحی می گردد ممکن است به صورت خط به زمین یا فاز به فاز به زمین یاسه فاز خطا باشد بنابراین در طراحی سیستم زمین ها ی حفاظتی حداکثر مقدار جریان خطا با توجه به وضعیت های ارائه شده فوق می بایستی بررسی و مد نظر قرار گیرد .

در دسترس ترین زمان عبور جریان بر اساس حوادث قبلی و تجربیات در ولتاژ خاص می تواند در طراحی سیستم ارت حفاظتی مبناء قرار گیرد معمولا زمان تداوم نقص در سیستم برای حفاظت های ثانویه بر اساس تجربیات مبنای محاسبه برای سیستم های حفاظتی زمین قرار می گیرد .

جریان ناشی از خطا به ندرت می تواند ابتداعا مقداری بیش از مقدار حالت تعادل آن را که معمولاً بعد از چند سیکل بدست می آید گردد (شکل ۷) .

نیروهای مکانیکی وارده به سیستم زمین در زمان وقوع خطا متناسب بانوان دوم مقدار جریان لحظه ای می باشد بنابراین :

مقدار حداکثر جریان خطا نقش مهمی در تعیین زمین حفاظتی مناسب دارد .

جدول شماره (۴) نمایانگر نمونه ای از نیروهای مکانیکی وارده با توجه به آمپراژ خطا در یک سیستم می باشد .

با توجه به جدول ملاحظه می شود اگر چه مقدار یک نیروها بالا هستند اما نیروهای مخرب پیش از نیروهایی که نیاز به ثابت نگاه داشتن یک کابل است که نیروهای مکانیکی وارده آن را شتاب داده و به سرعت بالایی رسانیده اند در سیستم ظاهر می گردند بنابراین در طراحی و اجرای سیستم :

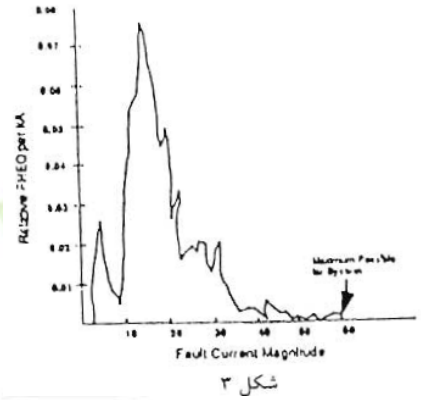
محل قرار گرفتن کابل حفاظتی زمین با توجه به موقعیت محل کار کارگران با عنایت به نیروهای مکانیکی وارده به کابل در زمان عبور جریان خطا می بایستی انتخاب گردد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

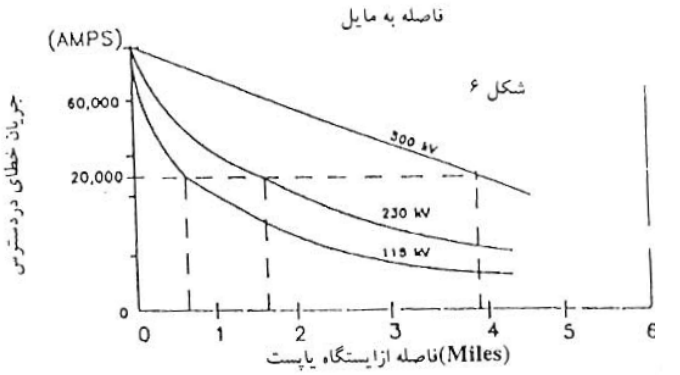
ارتباط جریان خطا ونیروی مکانیکی ایجاد شده

جریان خط		قدرت مکانیکی
حالت ثابت	پیک	
10 kA	12 kA	18 lb/ft
10 kA	20 kA	60 lb/ft
30 kA	40 kA	200 lb/ft
30 kA	60 kA	450 lb/ft

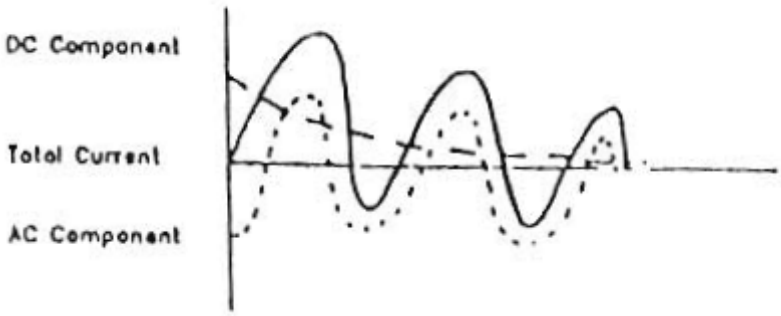
جدول شماره ۴



شکل ۳



شکل ۶



شکل ۷

زمین های حفاظتی در حقیقت هادی های عایقی هستند که می بایستی قابلیبت هدایت جریان و تحمل نیروهایی مکانیکی در مدت تداوم جریان را دارا باشد بنابراین وضعیت سیم زمین بستگی به عوامل زیر دار .

الف : بستگی به ظرفیت هدایت جریان توسط کابل مربوطه .

ب : بستگی به ظرفیت هدایت جریان کلمپ کابل ارتباطی و اتصالات آن

ج : بستگی به چگونگی اتصال از نظر سطح تماس و محکم بودن اتصال نقاط انتهایی کابل

د: بستگی به شمای فیزیکی مدار .

ه : بستگی به مقاومت کامل سیستم زمین .

الف : نوع کابل :

منحنی ذوب تعدادی از انواع سایز کابل های مسی در شکل ۸ نمایش داده شده است چنانچه جریان عبوری از سیستم زمین باعث گداخته شدن کابل در زمان وقوع خطا گردد مقاومت کال افزایش یافته و باعث افزایش افت ولتاژ کابلهای سیستم زمین می گردد بنابراین سایر کابل معمولا باید طوری انتخاب گردد که با توجه به حداکثر مقدار جریان عبوری ناشی از خطا و زمان تداوم جریان گداختگی در کابل ایجاد نگردد .

ب : نوع کلمپ

بعد از تعیین کلمپ برای سایز معینی از کابل و هادی که اتصال به آن انجام می شود بهتر است بصورت نمونه آزمایش کافی بر روی سیستم نمونه ارت در حداکثر جریان در نظر گرفته شده انجام گردد . از عوامل مهم در این کار انتقال کابل جریان بین کابل و نقطه اتصال داده شده و مقدار استقامت مکانیکی لازم در بدترین شرایط وقوع خطا د رسیستم می باشد با توجه به اینکه نیروهای مکانیکی وارده به کابل ممکن است باعث حرکت کلمپ گردد بهتر است کلمپ طوری به محل اتصال وصل گردد که چنین حرکاتی باعث کنده شدن کامل کلمپ نگردد .

ج : اتصال کلمپ

مراقبت لازم در حین کار در جهت آماده سازی سطح نقطه تماس می بایستی انجام گردد . بطوری که مقاومت سطح تماس به حداقل رسیده تا از داغ شدن و تغییر شکل دادن کلمپ جلوگیری گردد کوتاهی در برداشتن لایه اکسید شده نقطه تماس ممکن است باعث افزایش حرارت ناشی از مقاومت زیاد نقطه تماس گردیده و در نتیجه منجر به ذوب شدن محل نقطه و شل شدن کلمپ گردد .

ه : شمای فیزیکی مدار

وضعیت خط از نظر تک مدار بودن یا دو مدار بودن شبکه در طراحی سیستم زمین حفاظتی نقش بسزایی دارد نیروی مکانیکی وارده بر کابل زمین نسبت عکس یا فاصله از مسیر جریان عبوری سیم هادی کناری دارد بنابراین نزدیکی و شکل مسیر هادیهای دیگر که باقیمانده مدارات شده را تشکیل می دهد اهمیتی بسزایی در نیروهای مکانیکی وارده به کابلهای سیستم ارت دارد در زمان آزمایش سیستم زمین مسیر جریان برگشتی را می توان تعیین نمود توصیه می گردد که بدترین شکل که امکان برخورد در محیط کار را دارد برای آزمایش نمونه سازی گردد .

و : مقاومت سیستم زمین :

در اکثر مواقع دو قسمت هادی که سیستم کابل زمین به آنها متصل است بطور همزمان در دسترسی کارگران قرار می گیرد در این گونه مواقع اختلاف پتانسیل بین این دو قسمت می بایستی در زمان وقوع اتصالی ایمن باشد در بیشتر مواقع سایز کابلهای مورد احتیاج به منظور تطبیق با جریان خطا دارای مقاومت در واحد طول کمتری از آنچه مورد نیاز سیستم است می باشد .

در این گونه مواقع افت ولتاژ در جامپرها و اتصالات نادیده گرفته می شود به جز در مواردی که طول کابل بسیار زیاد باشد که در آن افت ولتاژ اتصالات نیز مد نظر قرار می گیرد .

ولتاژ القایی

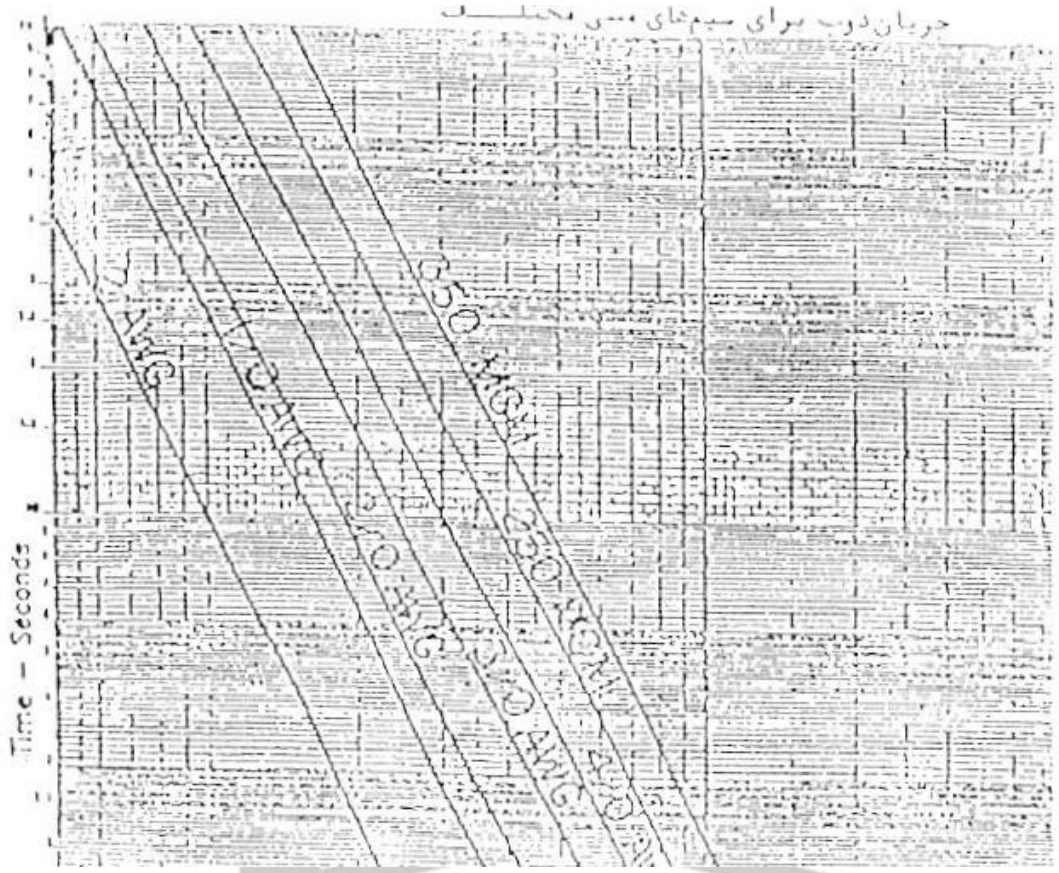
زمانی که یک خط ایزوله شده بی برق در جواریک یا چند خط برقدار قرار گیرد خط مذکور در معرض القاء خازنی و مغناطیسی ناشی از خط برقدار می باشد (شکل ۹)

القاء خازنی

WikiPower.ir

به دلیل القاء خازنی بین هر یک از خطوط برقدار و هر یک از خطوط بی برق ولتاژ به خط بی برق القاء می شود ولتاژ القاء شده بستگی به ولتاژ اسمی خط و موقعیت قرار گرفتن فازهای خط برقدار داشته و می تواند برای کارگران بسیار خطرناک باشد .

چنانچه خط بی برق در یک نقطه زمین گردد جریان القاء شده نسبت مستقیم به طول دو خط همجوار دارد .



در مثال فوق تا زمان وصل زمین حفاظتی در صورت در حوزه خازنی قرار گرفتن خط هیچگونه مشکلی جهت کارگران بوجود نخواهد آمد اما چنانچه سیستم زمین مربوطه طقع گردد در آن صورت ممکن است عبور جریان خطا باعث جرقه زدگی گرد و در آن صورت پرسنل مشغول به کار در خطر خواهد بود آزمایش نشان داده است که طول جرقه کاملا غیر قابل پیش بینی بوده و بستگی به جریان اولیه عبوری ولتاژ بعد از خاموش شدن جرقه آب و هوای غالب در منطقه و نهایتا سرعت بیرون کشیدن کلمپ های سیستم زمین دارد .

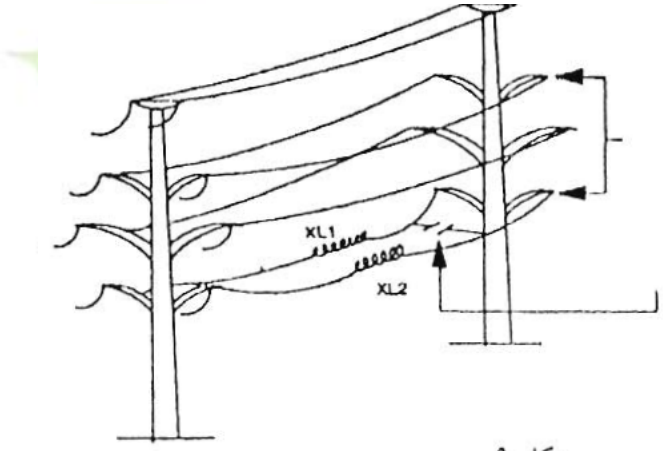
فلوی مغناطیسی القایی

با توجه به نیروی القایی بین هر یک از فازهای برقدار و بی برق یک خط باردار برقدار ولتاژ القایی در یک خط بی برق که در موازات خط برقدارکشیده شده ایجاد می نماید چنانچه مدار بی برق در دو نقطه که از طریق سیستم سوئیچینگ ارت زمین حفاظتی شده باشد یک جریان گردش از طریق زمینهای حفاظتی ممکن است در حد چند صد آمپر باشد که برای مدت طولنی جریان خواهد داشت در نتیجه این امر

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

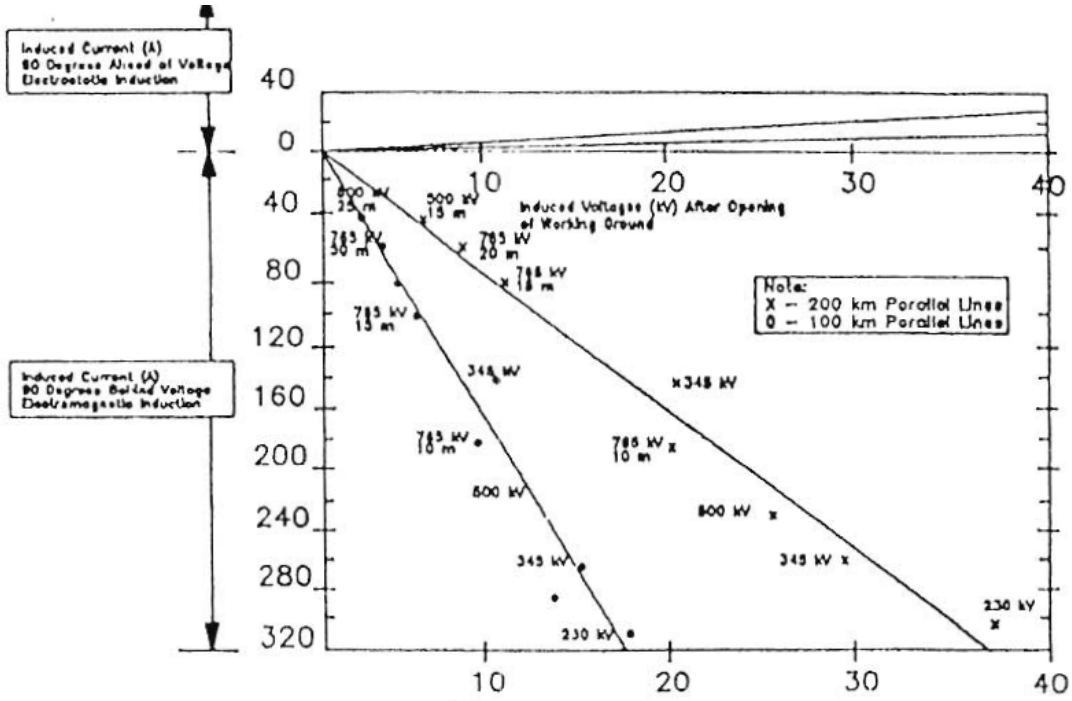
تولید ولتاژ و جریان باز یافت برداشتن سیستم های زمین کاری مشکل می باشد و امکان ایجاد مشکل جهت پرسنل برقکار را خواهد داشت ابزارهای سوئیچینگ و روشهای مناسب کار در اینگونه مواقع می بایستی مورد عمل قرار گیرد .

علاوه بر مشکلات مربوط به جمع آوری کابلهای زمین به جریان القایی پیوسته که در سیستم ارت حفاظتی در حین کار ایجاد می شود به دلیل تغییرات در مقاومت زمین امکان ایجاد ولتاژ غیر ایمن و خطرناک را خواهد داشت جریان القایی فوق الذکر نسبت مستقیم به جریان موجود در خط برقدار همجوار داشته و می تواند در بسیاری از موارد در صورت ایجاد خطا در مدار برقدار همجوار افزایش یابد از آنجا که سیستم زمین ایجاد شده بر مبنای حداکثر جریان خطای ایجاد شده سیستم و طارحی گردیده است بسیار مفید می باشد که جریان القایی توسط خط برقدار معیوب همجوار بتواند از ظرفیت مجاز سیستم زمین خط بی برق تجاوز نماید این امر حتی در زمانی که کار بر روی یک سیستم فشار ضعیف که در مجاورت یک شبکه فشار متوسط یا فشار قوی انجام شود نیز صدق می نماید .



شکل ۹

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



ولتاژ های القایی ناشی از رعد و برق

اگر چه که انجام کار در مواقع طولانی و رعد و برق منع گردیده است به هر حال نمی توان این امر را تضمین نمود که رعد وبرق در نزدیکی محل کار اتفاق نیفتد بنابراین امکان وجود ولتاژ ناشی از رعد و برق عبوری از هر دو جهت محل کار می باشد .

این موج سینوسی در حین جابجایی در طول خط ضعیف تر می گردد ولی علیرغم ضعیف ولتاژ وجود چنین ولتاژهایی بر شبکه حتی در محل های دور از محل کار امکان خطر جهت کارگران را در بر خواهد داشت .

ایجاد سیستم حفاظتی زمین با سایز کابلهای مناسب، قابلیت ایستادگی سیستم زمین حفاظتی در سخت ترین شرایط رعد و برق را امکان پذیر می نماید .

در هر حال ولتاژ بوجود آمده در سیم ها به زمین هدایت و ولتاژهای گام و تماس بوجود آمده در پایه های تاسیسات ممکن است خطراتی را در فواصل حتی دور از محل ایجاد رعد و برق موجب گردد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

روشهای ایجاد سیستم زمین حفاظتی

در این بحث روشهای متداول کا با توجه به استانداردهای بین المللی موجود توضیح داده می شود زمان استفاده از سیستم حفاظتی زمین موقت و تعیین محل آن و همچنین تعیین نوع الکترود به کار رفته و چگونگ انجام کار و نکات ایمنی مورد نیاز در حین کار از موارد مورد بحث در این قسمت می باشد.

نکات تئوری

چنانچه خطی که جهت تعمیرات ارت گردیده است به دلایل مختلف برقرار گردد ولتاژ به وجود آمده در محل بستگی به عوامل مختلف به شرح ذیل دارد .

۱- جریان خطا در آن نقطه
۲- موقعیت مکانی سیستم حفاظت زمین به نسبت محل انجام کار و منبع جریان خطا
۳- تعداد فازهایی که زمین شده است .
۴- صحت اتصال و بانداژ بین هادی و سطح که کارگر روی آن ایستاده است .

کارگرانی که در پای کار قرار دارند در معرض ولتاژی قرار دارند که بستگی به روش اتصال پایه به سیستم ارت و همچنین نسبت مستقیم به موارد ذکر شده در بندهای یک و دو فوق الذکر دارد .

در یکی از روشهای به کار رفته مبادرت به زمین کردن شبکه در تیرهای جانبی محیط کار می شود در این روش با استفاده از دو دستگاه اتصال زمین موقت پایه های قبل و بعد از پایه محیط کار زمین می گردند .

روش دوم استفاده از یکدستگاه اتصال زمین موقت وایجاد سیستم حفاظتی تک نقطه ای روی تیری است که برقکار در روی آن مشغول به کار می باشد .

در روش ایجاد زمین حفاظتی در دو طرف محل کار جریان از طریق دستگاههای اتصال زمین نصب شده در پایه های دو سمت محیط کار تخلیه می گردند این امر باعث افزایش ولتاژ در سیستم زمین پایه بعدی می گردد و با توجه به اینکه محل کار انجام تخلیه می گردند این امرباعث افزایش ولتاژ در سیستم زمین پایه بعدی می گردد و با توجه به اینکه محل کار نیز پایه بعدی می باشد این امر باعث ایجاد اختلاف ولتاژ در پایه بعدی و هادی می شود و در نتیجه کارگر سیمبان در معرض ولتاژ بین هادی و پایه ای که روی آن کار می نماید می باشد که بسیار خطرناک می باشد با توجه به شکل ۱۲ ملاحظه می شود که تخلیه جریانی به قدرت ۱۰۰۰ آمپر از طریق زمین حفاظتی دو پایه جانبی محل کار با مقاومت زمین ۱۵ اهم

می گردد این امر باعث ایجاد ۱۵ کیلو ولت ولتاژ در پایه ای که کارگر روی آن کار می نماید شده و در نتیجه اختلاف پتانسیل پایه و هادی ایجاد خطر مرگ جهت سیمبان خواهند نمود ولتاژ تماس و گام ایجاد شده در پای دکلهای زمین شده ایجاد مشکل جهت کاراگران پای کار خواهد داشت که می باید به کارگران توصیه های لازم ایمنی گفته شود .

در سیستم ایجاد زمین حفاظتی تک نقطه ای روی تیری که برقکار روی آن مشغول می باشد.

حداقل امپدانس مسیری که موازی با بدن سیمبان می باشد حاصل خواهید گردید که در نتیجه حداقل امکان برخورد ولتاژ در محیط با بدن برقکار وجود خواهد داشت در این روش پرسنل پای کار در معرض ولتاژ گام و ولتاژ تماس بیشتری نسبت به روش قبلی خواهند بود که در اینگونه سیستم ها توصیه می گردد به پرسنل پای کار توصیه گدد که فاصله لازم را از پایه دکل در نظر گرفته و از نزدیک شدن به آن خودداری فرمایند (شکل ۵و ۶) .

با توجه به مقایسه خطرات ناشی از روشهای فوق توصیه می گردد که با توجه به خطرات زیاد در سیستم ایجاد زمین حفاظتی در پایه های جانبی محل کار از روش ایجاد سیستم زمین تک نقطه ای استفاده گردد که این امر در کاهش خطرات مفید و موثر خواهد بود .

سیستم زمین حفاظتی تک فاز یا سه فاز

WikiPower.ir

مقدار جریان اتصال کوتاه شده سه فاز ممکن است بیشتر از مقدار آن در حالت تک فاز باشد و این امر مخصوصا در مواردی که مقاومت زمین بالا می باشد بیشتر مشهود می شود در حقیقت جریان خطای تک فاز یک شبکه سه فاز توزیع که در یک فاز زمین حفاظتی با مقاومت بال شده است ممکن است به میزان کافی جهت باز کردن کلید CIRCUIT BREAER کافی نباشد .

زمین های حفاظتی اعمال شده روی کلیه فازها در صورت بالابردن میزان مقاومت زمین تاثیر بسزایی در عملکرد به موقع کلیدهای قطع کننده مدار دارد .

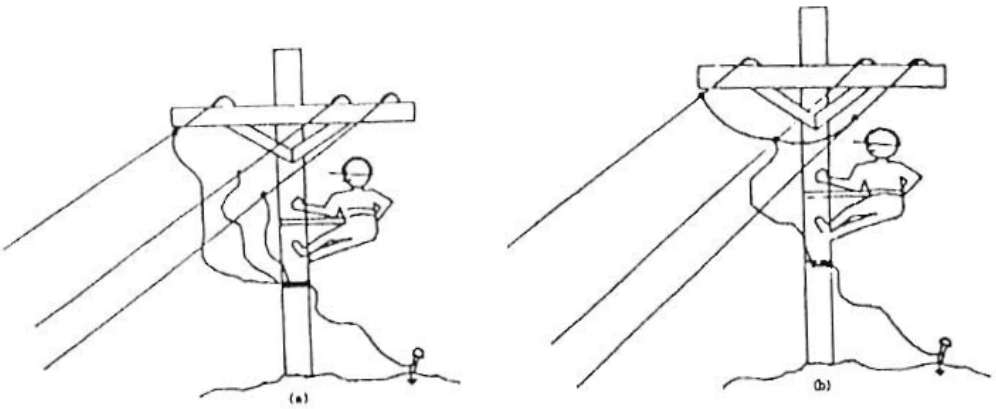
علاوه بر این زمین سه فاز بدان معنی است که فقط قسمت کمی از جریان خطا به زمین در پای تاسیسات جریان می یابد و بنابراین باعث کاهش در ولتاژ گام و ولتاژ تماس در پای کار خواهد گردید .

استفاده از زمین حفاظتی روی یک فاز از سه فاز موجود فقط در مواردی که مقاومت زمین محل کار به قدر کافی پایین باشد توصیه می گرد که این امر باعث پایین آوردن میزان ولتاژ تماس و گام به حد قابل

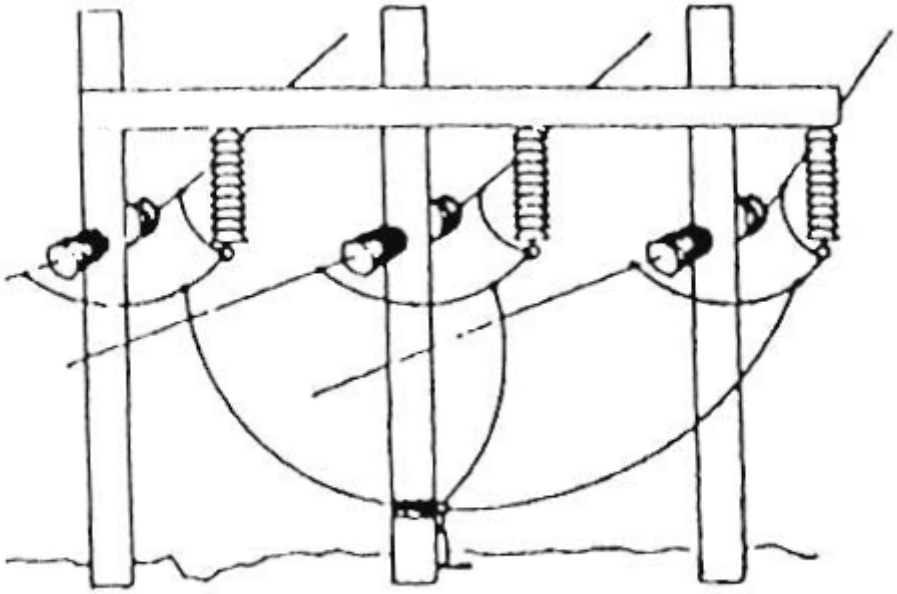
قبولی خواهد شد در هر حال فضای حفاظتی لازم می بایستی جهت فازهای زمین نشده مد نظر قرار گیرد و به کارگران توصیه های لازم ایمنی در این مورد داده شود .

اتصالات و بانداژها

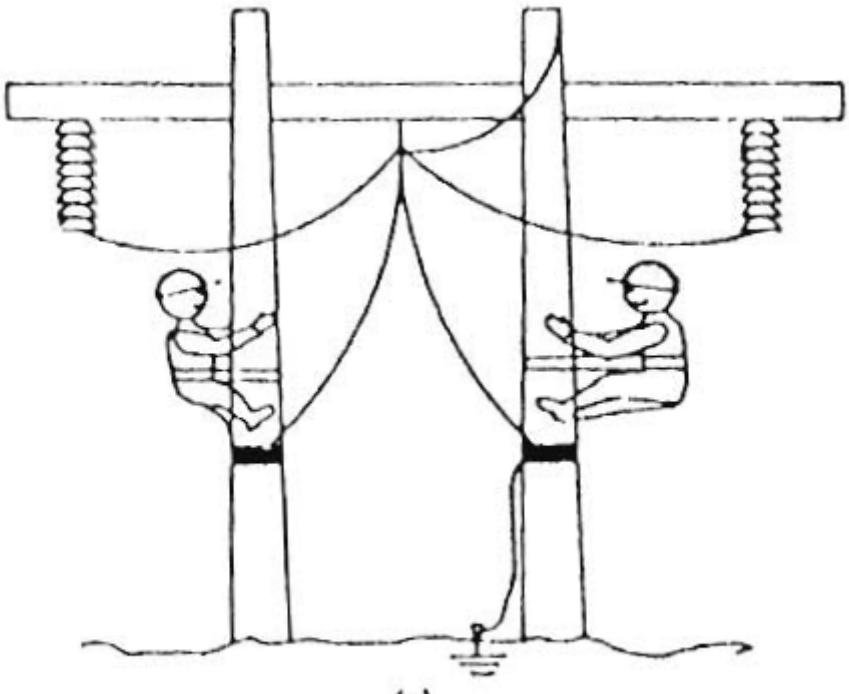
علاوه بر آنکه هادی در محل کار زمین می گردد ممکن است که محلی که کارگر در روی آن ایستاده است نیز به سیم زمین متصل می گردد نیازمند این چنین بانداژی می باشددر صورتی که مدار بصورت اتفاقی برقدار گردد اینگونه بانداژها کارگر را با تاسیسات برقدار هم پتانسیل می نماید .
با توجه به اینکه مقاومت یک تیر چوبی در حد ۲۰۰۰ اهم در فوت تخمین زده است تیرچوبی مربوطه می بایستی از دیدگاه ایجاد حوادث منج به شوک بعنوان یک هادی جریان الکترویکی تلقی گردد . متاسفانه مقاومت اینگونه تیرها آنچنان بالا است که نمی توان یک اتصال زمین مناس جهت کارگران صعود کننده از اینگونه تیرها در نظر گرفت به همین منظور با نصب یک خاموت مناس روی تیر در پایین محلی که کارگران روی تیر مشغول به کار می باشند ضمن اتصال پایه به سیستم ارت حفاظتی کابل مربوطه به پای تیر هدایت می گردد .
ضمناًاز جهت مطئنن شدن از صحت کار بهتر است همیشه قبل از نصب سیستم زمین مبادرت به کنترل کابل هادی زمین از نظر قطع شدگی و لایه لایه شدن نمود .



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(a)



(c)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه

با توجه به جریانهای خطا در سیستم زمین حفاظتی و همچنین خطرات ناشی از ولتاژهای القاء خازن و فلوی مغناطیسی القایی از خطوط برقدار مجاور و ولتاژهای القایی ناشی از رعد و برق به جهت ایمن نمودن محیط کار کارگران برقکار شبکه توزیع موارد زیر توصیه می گردد .

۱- پیشنهاد می گردد در سیستم ایجاد زمین حفاظتی به دلیل وجود خطرات از روش ایجاد زمین حفاظتی در پایه های جانبی محل کار خود داری و فقط از روش ایجاد سیستم زمین تک نقطه ای استفاده گردد .

۲- استفاده از زمین حفاظتی روی یک فاز از سه فاز موجود فقط در مواردی که مقاومت زمین محل کار به قدر کافی پایین باشد توصیه می گردد که این امر باعث پایین آوردن میزان ولتاژ تماس و گام به حد قابل قبولی خواهد شد .

۳- اتصال محلی که کارگر روی آن ایستاده به سیستم زمین و هم پتانسیل کردن کارگر با تاسیسات برقدار توصیه می گردد .

WikiPower.ir

حفاظت بهینه هوشمند اضافه جریان در سیستمهای قدرت

مقدمه

در این فصل روشی بر اساس سیستمهای خبره ارائه می گردد که در ان بر اساس مکان قرار گرفتن رله نوع جریان اتصال کوتاه جریان تنظیمی رله و تعداد رله های پشتیبانی کننده از یک رله ضرایب خبره محاسبه می گردد و در هنگام محاسبات هماهنگی بهینه اعمال می شود علاوه بر این نحوه آرایش بندی پایگاه اطلاعات و عملکرد موتور استنتاج نیز ارائه می شود در انتها از شبکه ۲۳۰ کیو وات تهران برای بدست آمده نشان می دهد که از روش های پیشنهادی می توان در افزایش سرعت محاسبات هماهنگی بهنیه رله های جریان زیاد برای کاربردهای بهنگام استفاده نمود .

امروزه با گسترش شبکه های قدرت و پیچیده تر شدن ارتباطات سیستمها جهت تامین انرژی قابل اطمینان برای مصرف کننده ها لزوم حفاظت مناسب اینگونه شبکه ها بیشتر احساس می گردد در این رابطه حجم اطلاعات تنوع آنها و محاسبات وقت گیر لزوم استفاده از کامپیوتر را اجتناب ناپذیر می نماید و دیگر نمی توان از روشهای گرافیکی یا بدستی و بصورت سعی وخطا در تنظیم رله ها استفاده نمود در این میان استفاده از روشهای کامپیوتری که با تکنیکهای هوشمند تلفیقی شده اند می تواند در رسیدن به پاسخ کمک شایانی نماید (۱و۲و ۳) .

سیستمهای خیره در حفاظت شبکه های قدرت

در چند سال اخیر نیز کاربرد سیستمهای خیره در حفاظت شبکه های قدرت مورد توجه قرار گرفته است اما به دلیل یک سری محدودیتها نظیر حساسیت عملکرد حفاظتی عملکرد رله ها در یک محدوده زمانی مشخص و کوچک اهمیت حفاظت وابستگی تنظیم رله ها به محاسبات پخش بار اتصال کوتاه و نحوه اتصال شبکه باعث گردیده است که بیتشر از سیستم ES در زمینه های خاصی نظیر تشخیص خطای امپدانس بالا محل خطا ، تعیین خطای پست و تعیین خطای ترانسفورماتورها بیشتر استفاده گردد (۴)

سیستمهای خیره از اجزاء اصلی زیر تشکیل می شوند

پایگاه اطلاعات

متور استنتاج

واسط کاربر

اطلاعات در قسمت پایگاه اطلاعات به دو صورت بیان می شود دسته اول مربوط به قوانین کی هستند که بعنوان پایه برای سیستم محسوب می شوند و معمولا توسط استفاده کننده به سیستم داده می شود این اطلاعات در قسمتی از پایگاه اطلاعات بنام حافظه کاری ذخیره می گردد (۵) دسته دوم اطلاعات مربوط به قوانین و تجربیات شخص خیره است این اطلاعات بر اساس آنها و با استفاده از روشهای جلو برنده و یا پس رونده و یا ترکیبی از آنها عمل نتیجه گیری توسط موتور استنتاج صورت می گیرد (۶) در این ارتباط زبانهای برنامه نویسی مختلفی استفاده شده اند که می توان آنها را به صورت ذیل نام برد

برنامه هایی مانند PROLOG LISP

پوسته های سیستم خیره مانند opss . EL

برنامه های سطح بالا مانند C, pascal

بنابراین با توجه به نوع کاربرد و سادگی می توان از برنامه های مختلفی برای نوشتن و ایجاد یک سیستم خیره استفاده نمود آخرین قسمت از یک سیستم خیره مربوط به واسط کاربر می باشد که کاربران می توانند با آن با سیستم خیره در ارتباط باشند و نتایج و یا پیشنهادات ارائه شده از طرف سیستم را مشاهده کنند و یا به سئوالاتی مطرح شده از طرف سیستم پاسخ دهند .

در این فصل به منظور پیوستگی مطالب در ابتدا معادلات هماهنگی بهینه رله های جریان زیاد خیره بطور خلاصه معرفی می گردند و سپس الگوریتم سیستم خیری پیشنهادی به همراه قوانینی که بر اساس آنها به اتصال کوتاه و تشکیل پایگاه اطلاعات نوشته شده و سپس روش پیشنهادی بر روی شبکه ۲۳۰ کیلو ولت تهران مورد ارزیابی قرار می گیرد

معادلات هماهنگی بهینه رله های جریان زیاد

در مسائل بهینه سازی یک تابع هدف تعریف می گردد و مسئله بهینه سازی در هماهنگی منجر به حداقل رسندن مقدار این تابع هدف تحت شرایط و قوید حاکم بر شبکه می باشد توابع هدف مختلفی که در سیستمهای قدرت به نظر گرفته می شند که کی یاز آنها عبارتند از :

$$\text{Minimize} \quad Obj = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} OT_n \tag{1}$$

$$\text{Subject to:} \quad (TMS/TDS)_{\min} \le (TMS/TDS) \le (TMS/TDS)_{\max} \tag{2}$$

$$OT(br) - OT(pr) \ge CTI \tag{3}$$

$$\begin{bmatrix} TDS_{\min} \\ TDS_{\min} \\ . \\ ..... \\ TDS_{\min} \\ -- \\ CTI \\ . \\ CTI \end{bmatrix} \ge \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ . \\ . \\ X_m \\ ---- \\ X_{m+1} \\ . \\ X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1\ 0\ 0\ 0.....0 \\ 0\ 1\ 0\ 0.....0 \\ 0\ 0\ 1\ 0.....0 \\ ..... \\ 0\ 0\ 0\ 0.....1 \\ ---------- \\ \\ A_{IJ} \\ \\ \end{bmatrix}$$

روش پیشنهادی

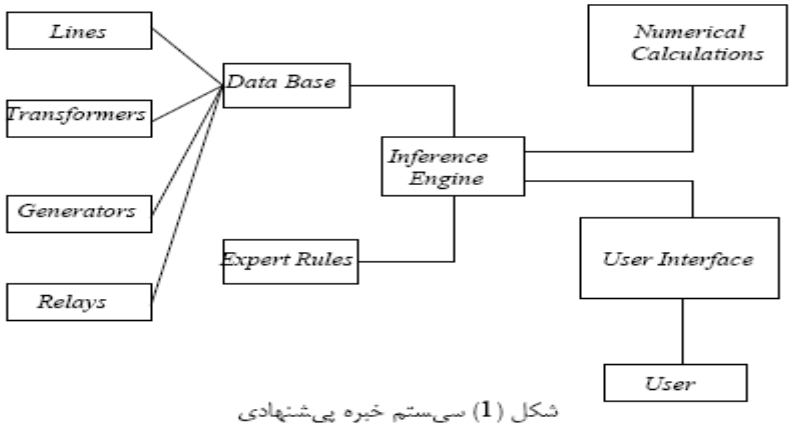
روش پیشنهادی در جهت تعیین ضرایبی است که باعث سرعت بخشیدن در رسیدن به پاسخهای بهینه می گردد این ضرایب برای تمام رله ها شبکه بر اساس استفاده از سیستم خبره بدست می آیند و در هنگام اجرای عمل بهینه سازی مورد استفاده قرار می گیرند .

نحوه استفاده از این ضرایب خبره با توجه به الگوریتم بهینه سازی که در بخش ۲ آورده شده بدین صورت است که از رابطه ۵ برای تعیین مقایر جدید متغیرهای بهینه سازی استفاده می گردد مقادیر x_{new} برابر با بزرگترین مقادیر بدست آمده $X_{obtained}$ می باشد

$$X_{New} = X_{Obtained} + \alpha_{Expert}.(X_{Obtained} - X_{Old}) \qquad (5)$$

که در آن

$X_{obtained}$: مقدار جدید بدست آمده x_{old} : مقدار قبلی بدست آمده α_{EXPERT} : مقدار ضریب خبره برای تعیین مقادیر α_{EXPERT} در روش پیشنهادی از ساختار پیشنهادی خبره که در شکل (۱) آورده شده استفاده می گردد .



شکل (1) سیستم خبره پیشنهادی

در این شکل موتور استنتاج با استفاده از اطلاعات موجود در پایگاه اطلاعات و انجام محاسبات اقدام به تعیین ضرایب α_{EXPERT} می نماید که در ادامه به توضیح هریک از اجزای سیستم خبره پیشنهادی می پردازیم .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

اجزای سیستم خبره

پایگاه اطلاعات

پایگاه اطلاعات در روش پیشنهادی از دو قسمت تشکیل شده است که عبارتند از :

اطلاعات سیستم

اطلاعات مربوط به سیستم قدرت در قسمتی از پایگاه که Data Base نامیده می شود ذخیره می گردد این قسمت شامل اطلاعات ذیل می باشد .

اطلاعات ترانسها

اطلاعات ژنراتورها

اطلاعات خطوط

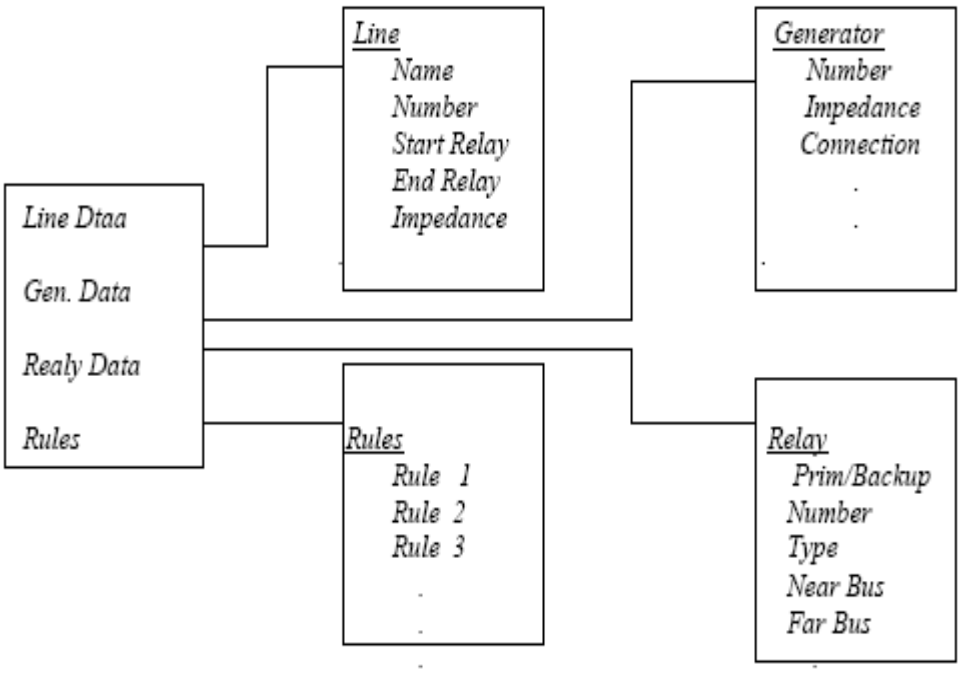
اطلاعات رله ها

اطلاعات رله های اصلی و پشتیبان

هر یک از این اطلاعات خود شامل مجموعه دیگری از اطلاعات می باشد که در واقع ساختار بندی اطلاعات در سیستم خبره را شکل می دهد زیرای کیی از مواردی که در سیستم خبره در مودر پایگاه اطلاعات اهمیت دارد در این است که اطلاعات لازم چگونه در قسمت Data Base ساختار بندی شده اند شکل (۲) نحوه ساختار بندی اطلاعات را نشان می دهد .

قسمت دیگر پایگاه اطلاعات از قوانین ذخیره تشکیل شده است در این قسمت از قوانین استفاده می شود که بر اساس آن می توان ضرایب خبره را برای هر رله تعیین نمود در واقع موتور استنتاج با استفاده از قوانین و اطلاعاتی که در Data Base موجود است اقدام به تعیین ضرایب خبره می نماید .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (2) ساختار بندی اطلاعات در سی‌ستم خبره پی‌شنهادی

عواملی در تعین مقادیر ضرایب خبره دارای اهمیت می باشند که عبارتند از :

- نوع رله
- مکان قرار گرفتن رله در شبکه
- تعداد رله های پشتیبانی کننده از رله اصلی
- تعداد تکرار یک رله در قیود بعنوان پشتیبان از رله های دیگر
- مقدار جریان خطای عبوری از رله
- مقدار تنظیم جریانی رله

قوانین خبره مرتبط با نوع رله

یکی از عواملی که در تعیین نوع رله در شبکه دارای اهمیت است در رابطه با زمان عملکرد رله می باشد بطوریکه از رله های خیلی معکوس برای حفاظت سریع و از رله با تاخیر زیاد برای حفاظت کند استفاده می گردد این قوانین عبارتند از :

قوانین خبره مرتبط با مکان قرار گرفتن رله در شبکه

یکی دیگر از عواملی که در تعیین مقدار ضریب خیره دارای اهمیت می باشد مکان قرار گرفتن رله در شبکه است راه هایی که به منبع تولید انرژی نزدیک هستند لازم است که دارای زمان عملکرد کوچکی باشند معیار پیشنهادی استفاده از جریان خطای عبوری از رله است هر چقدر رله از منبع دورتر باشد مقدار جریان خطای عبوری از رله کمتر استفاده از جریان خطای عبوری از رله است هر چقدر رله از منبع دورتر باشد مقدار جریان خطای عبوری از رله کمتر می باشد و هر چقدر نزدیک تر باشد مقدار این جریان بیشتر است .

قوانین خبره مرتبط با تعداد رله های پشتیبانی کننده از یک رله

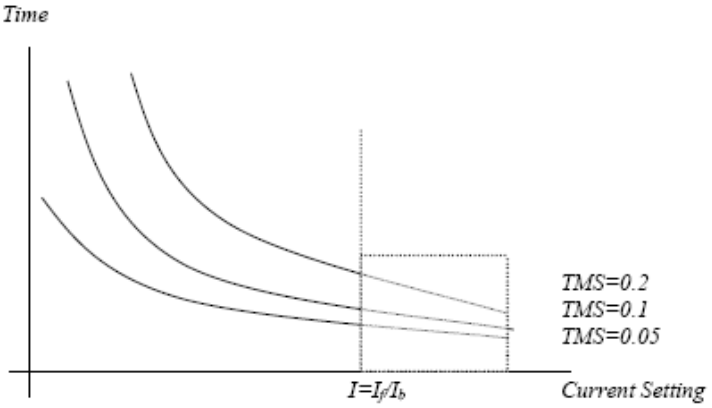
هر چقدر تعداد رله هایی که از یک رله پشتیبانی می کنند بیشتر باشد بی انگر این است که تعداد رله های وابسته به آن رله چه میزان است حال هر چقدر مقدار تنظیم زمانی رله مربوطه سریعتر در الگوریتم بهینه سازی پیدا گردد در اینصورت زمان رسیدن به پاسخ و سریعتر هماهنگ شدن سیستم کمتر می گردد زیرا امکان یافتن پاسخ برای رله های وابسته بیشتر می گردد در این ارتباط قانون مربوطه بصورت

قوانین خبره مرتبط با مدقار تنظیم جریانی رله

هر چقدر مقدار نسبت جریان تنظیم رله زیادتر باشد ناحیه عملکرد رله به انتهای منحنی جریان زمان نزدیک تر است در این ناحیه که در شکل (۳) نشان داده شده است منحنی های زمان جریان رله به یکدیگر نزدیک می شوند هر چقدر این منحنی ها به یکدیگر نزدکیتر باشند در نتیجه مقدار تغییرات در رابطه (۵) می بایست کوچکتر گردد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

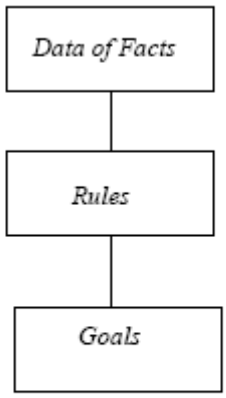
If I_{fi}/I_{bi} is big then the varation of Δx_i will be small and Coefficient_Current=1- [$(I_{fi}/I_{bi})/(I_{fi}/I_{bi})_{Max}$]



شکل(3) منحنی‌های رله جریان زیاد

در روش پیشنهادی با استفاده از روش forward chaning که در شکل (۴) نشان داده شده است اقدام به تعیین ضرایب خیره می نماید.

موتور استنتاج با استفاده از قوانین مربوطه و اطلاعات موجود در Data Base اقدام به شناسایی رله مربوطه می کنند و ضرایبی را به آن رله اختصاص می دهد تمامی این ضرایب بین ۰ تا ۱ می باشند



Forward Chaning شکل(4) روش

نتایج

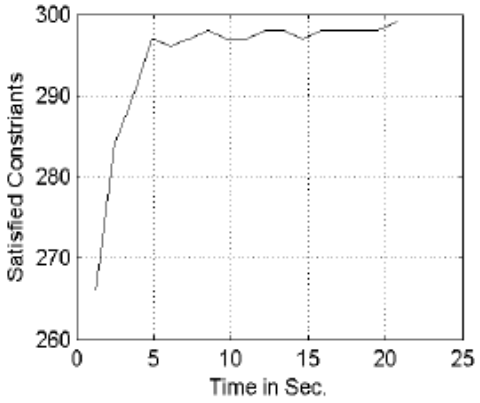
در این قسمت به نتایج حاصل از اجرای روش پیشنهادی روی یک شبکه کعلمی که شبکه ۲۳۰ کیلو ولت تهران می باشد می پردازیم اطلاعات این شبکه در مرجع (۸) آورده شده است با توجه به روش

پیشنهادی ابتدا برای هر یک از رله های شبکه تهران ضرایب را تعیین می کنیم این ضرایب بر اساس قوانین ارائه شده در قسمت ۳ در جدول (۱) آورده شده است .

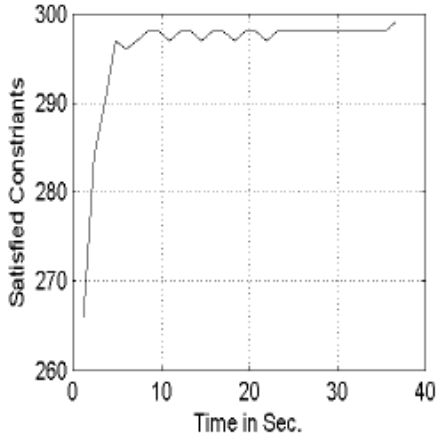
جدول (1) ضرایب خبره رله های شبکه تهران

Relay Number	ES Coefficient	Relay Number	ES Coefficient	Relay Number	ES Coefficient
1	0.5048	22	0.3293	43	0.4356
2	0.3214	23	0.3763	44	0.52
3	0.5629	24	0.3508	45	0.5227
4	0.4793	25	0.52	46	0.4431
5	0.532	26	0.3786	47	0.5531
6	0.3053	27	0.5656	48	0.6314
7	0.3984	28	0.4749	49	0.4773
8	0.3838	29	0.6047	50	0.6599
9	0.5379	30	0.606	51	0.4214
10	0.4316	31	0.4803	52	0.4242
11	0.477	32	0.5342	53	0.4787
12	0.479	33	0.6274	54	0.5673
13	0.2852	34	0.6308	55	0.5701
14	0.2932	35	0.543	56	0.5724
15	0.5983	36	0.5351	57	0.5765
16	0.2959	37	0.5188	58	0.5302
17	0.601	38	0.4836	59	0.5528
18	0.4098	39	0.5474	60	0.5076
19	0.3976	40	0.6415	61	0.7432
20	0.3989	41	0.4301	62	0.5872
21	0.3866	42	0.5152		

بااعمال این ضرایب در روش بهینه سازی و استفاده از رابطه (۵) در تغییر مقدار متغیرهای بهنیه سازی در هر تکرار مقدار زمان لازم برای تعیین جوابهای بهینه کاهش می یابد که در شکلهای (۵) و (۶) نشان داده شده است مقایسه دو شکل (۵) و (۶) نشان می هد که ازثانیه سیستم به بعد مدت زمان زیادی از برنامه برای همگرا شدن تعداد محدودی از قیود صرف می گردد در صورتی که با اعمال ضرایب خیره این مقدار زمان صرفه جویی شده و در زمان کمتری می توان به پاسخ دست یافت مدت زمان اجرای برنامه بهینه سازی از ۳۶/۵۸۸ ثانیه به ۲۰/۷۳۳ ثانیه کاهش یافته است که این مقدار تغییرات بیانگر 43% کاهش در زمان اجرای برنامه می باشد



شکل(5) برآورده شدن قیود با اعمال ضرایب خبره



شکل(6) برآورده شدن قیود بدون اعمال ضرایب خبره

در این فصل براساس روشی پیشنهادی و با استفاده از قوانین خبره ارائه شده ضرایبی برای رله های جریان زیاد بدست آمد با بکار گیری این ضرایب عمل هماهنگی بهینه رله های جریان زیاد با سهولت و سرعت بیشتری صورت می گیرد و نتایج بدست آمده بر روی شبکه عملی ۲۳۰ کیلو ولت تهران نشان داد که نزدیک به ۴۳ درصد در زمان هماهنگی بهبود بخشیده میشود علت استفاده از شبکه ۲۳۰ کیلو ولت تهران بار نشان دادن قابلیت روش پیشنهادی در شبکه های بزرگ یا حلقه های متعدد می باشد .

بررسی نقش رله اتصال مجدد در شبکه های توزیع

WikiPower.ir

مقدمه

نقش بسزایی شبکه های گسترده و پراکنده توزیع در تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز بخشهای مختلف مصرف به این شبکه ها اهمیت ویژه ای بخشیده است معهذا به علت گستردگی و پراکندگی شبکه های توزیع و عبور آن از حاشیه شهرها و روستاها و نیز مزارع و نقاط پر درخت و کوهستانی جلوگیری از بروز عیوب گذرا در این شبکه ها که وجب خاموشیها ناخواسته می شود را مشکل ساخته است .

در این فصل نقش رله اتصال مجدد در فیدرهای خروجی پستهای فوق توزیع جهت کاهش زمان خاموشی ناشی از عیوب گذرا در سیستم توزیع مورد بررسی قرار گرفته است .

خطور خروجی از پستهای فوق توزیع با ولتاژ فشار متوسط ۳۲ کیلو ولت از مسیرهای مختلف عبور کرده و ترانسهای توزیع منصوبه را تغذیه می نمایند حفاظت این خطوط به عهده ره های حفاظتی بوده که این رله ها به محض وقوع هر گونه عیبی (اعم از گذرا یا پایدار) فرمان قطع کلید را صادر می نمایند در اینجا با یک تحلیل آماری سهم عیوب گذرا در قطع کلیدهای خطوط فشار متوسط را مورد بررسی قرار می

شدن عیب ضروری می باشد این ضرورت در مورد ایستگاههای دور دست از اهمیت بیشتری برخوردار می باشد .

بررسی فنی عملکرد رله اتصال مجدد

برای وصل کلید بلافاصله پس از رفع عیب گذرا می بایست از رله اتصال مجدد استفاده کرد که این رله به هنگام عبور جریان اتصال کوتاه فرمان قطع به کلید صادر کرده و پس از زمان کوتاهی دوباره وصل می نماید چنانچه عیب ماندگار باشد پس از چند بار عمل قطع و وصل از پیش از تنظیم شده (معمولاً ۳ یا ۴ بار) کلید به حالت قطع باقی می ماند لیکن چنانچه عیب گذرا باشد در هر یک از اتصال مجدد روی کلید روغنی نصب شده و در مدار موجود می باشد در عیوب پیش آمده ماندگار سه بار کلید روغنی پس از قطع اولیه تحت ولتاژ اتصال کوتاه وصل و قطع خواهد شد و چنانچه عیب گذرا اما با زمان زیاد باشد ممکن است دو الی چهاربار وصل و قطع شود .

به هر حال کدام از این قطع و صلها باعث سیاه و فاسد شدن روغن کلید و همچنین خوردگی کنتاکتهای داخلی آن شده و عملا دوره های زمانی آزمایش و تصفیه روغن و زمان تعمیرات اساسی (OVERHAL) کلید روغنی را کوتاهتر می کند از طرف دیگر قطع و وصل متوالی برق با فواصل کوتاه باعث ضرر و زیان مشترکین و آسیب رسیدن به دستگاهها و تجهیزات شده و در مواقع پیک بار سیستم را دچار اشکال خواهد نمود از این رو توصیه می شود رله اتصال مجدد را برای وصل یک بار با حداکثر زمان تنظیم نمود تا در واقع ضمن وصل کلید و برقدار کردن خط پس از برطرف شدن عیب گذرا اشکلات فوق در بر نداشته باشد .

این حالت شبیه این است که اپراتور پس از رسیدن به ایستگاه یکبار اقدام به وصل کلید کرده باشد منتهی دیگر مدت زمان تلف شده برای رسیدن اپراتور به پست صرفه جویی شده است ضمنا ضمن تهیه یک دستورالعمل برای مسئولین عملیات باید اپراتورها را با نحوه عملکرد اینگونه رله آشنا نمود لذا چنانچه کلیدی بر اثر عملکرد رله بصورت اتوماتیک قطع شده باشد (قطع مانده باشد) حاکی از وجود عیب ماندگار در شبکه بوده ونیاز به بازدید و بازرسی خط و عیب یابی سیستم می باشد .

دوره زمانی استفاده از رله اتصال مجدد

با بررسی میزان بار مصرفی در پستهای ناحیه شمال خوزستان در فصول مختلف سال مشخص می شود که بار فیدرهای مختلف در فصول بهار و تابستان حداکثر بوه و اغلب تجهیزات سیستم تحت شرایط زیاد و درجه حرارت بالا بکار ادامه می دهند طبیعی است در چنین حالتی اصولا کلید زنی در ساعات پیک بار اغلب از ساعت ۱۲ الی ۱۸ بعد از ظهر غیر ممکن بوده و تنها تبا هماهنگی مرکز دیسپاچینک خوزستان امکان پذیر می باشد .

از طرفی در فصول پاییز و زمستان بار خطوط کمتر بوده و نیز عوامل بوجود آورنده عیوب گذرا از قبیل باد و طوفان، رعد و برق، پرندگان مهاجر و ... بیشتر می باشند بنابراین توصیه می شود رله اتصال مجدد فقط در فصلهای پاییز و زمستان در مدار قرار داده شود .

انتخاب کلیدها جهت استفاده از رله

جهت انتخاب بهینه کلید (فیدر) مورد نظر پنج ایستگاه مختلف در شمال خوزستان را در نظر گرفته شده که نمودار قطعی اتوماتیک (عیوب گذرا) کلیدهای این ایستگاهها در فصول پاییز و زمستان در شکلهای (۱) و (۲) نشان داده شده است .

الف – ایستگاه فتح : این ایستگاه دارای سه فیدر خروجی ۲۳ کیلو ونت می باشد (A3) کلید مربوط به فیدری است که بخش کوهستانی سر دشت را تغذیه گردد و در طول مسیر از مناطق روستایی و کشاورزی و شرکها عبور می نماید این کلید نیست به دو کلید دیگر که مناطق شهری را تغذیه می کنند عملکرد اتوماتیک بیشتری داشته است .

ب- ایستگاه دزفول این ایستگاه تغذیه کننده مناطق شهری دزفول بوده و همانطور که از نمودار پیداست کلیدهای آن تعداد قطعی پایینی دارند .

ج – ایستگاه صفی آباد : این ایستگاه دو کلید دارد که کلید (C2) آن تغذیه کننده شهرکها می باشد و از مناطق پر درخت و باغات و مزارع عبور می کند و دارای تعداد قطعی گذرای بالایی بوده و خود ایستگاه نیز از شهر فاصله نسبتا زیادی دارد .

د- ایستگاه اندیمشک – این ایستگاه دارای چهار فیدر می باشد که بجز فیدر (d2) بقیه کلا مناطق شهری را تغذیه می کنند.

ه – ایستگاه دیمچه – این ایستگاه دارای سه بریگر است ، که (E1) و (E3) مناطق برون شهری و روستایی و کوهستانی را تغذیه می کنند و دارای آمار قطعی بالاتری نسبت به کلید سوم می باشند .

حال با توجه به نمودارها و توضیحات داده شده به این نتیجه می رسیم که اصولا فیدرهای طولانی و پراکنده که از مناطق روستایی، کوهستانی و پرداخت عبور می نمایند لازم است که با نصب رله اتصال مجدد در مقابل عیوب گذرا محافظت شوند (از قبیل (A3) ، (C2) و (E3) .

بررسی اقتصادی استفاده از رله اتصال مجدد

جهت بررسی اقتصادی رله اتصال مجدد برای به کلید مذکور در ایستگاههای فتح ، علی آباد و دیمچه، آمار قطع گذرای کلیدها (در فصل پاییز سال ۱۳۷۰) زمان هر قطع تعداد دفعات قطع و میزان کاهش فروش انرژی به علت خاموشی در جدول (۲) ارزیابی می شود در مجموع انرژیفروش نرفته ناشی از قطعی کلیدهای روغنی برابر است با

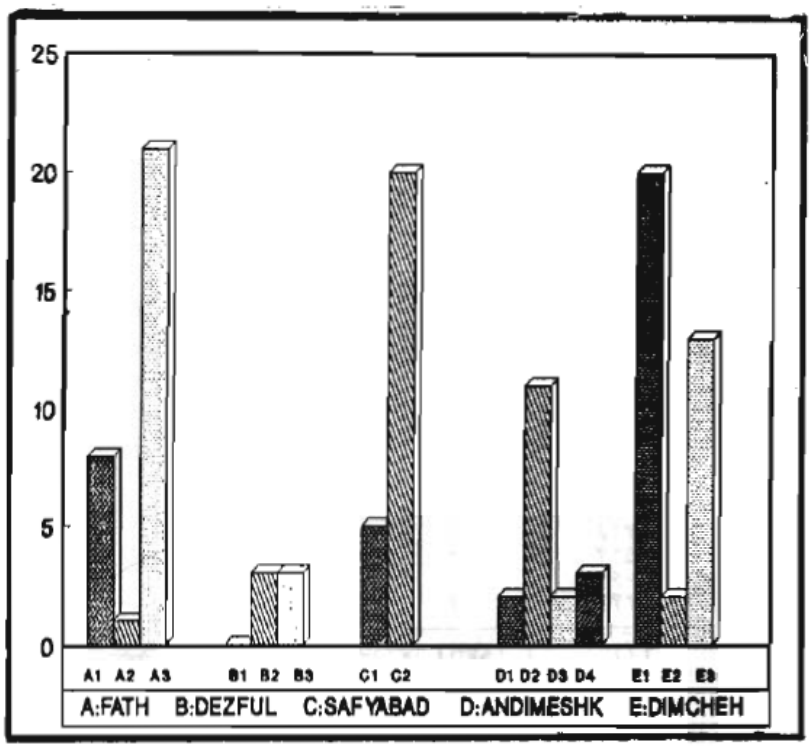
الف – ایستگاه فتح (A3) ۳۳۷۱۲ کیلووات ساعت

ب- ایستگاه صفی آباد (C2) ۹۲۹۷۰ کیلو وات ساعت

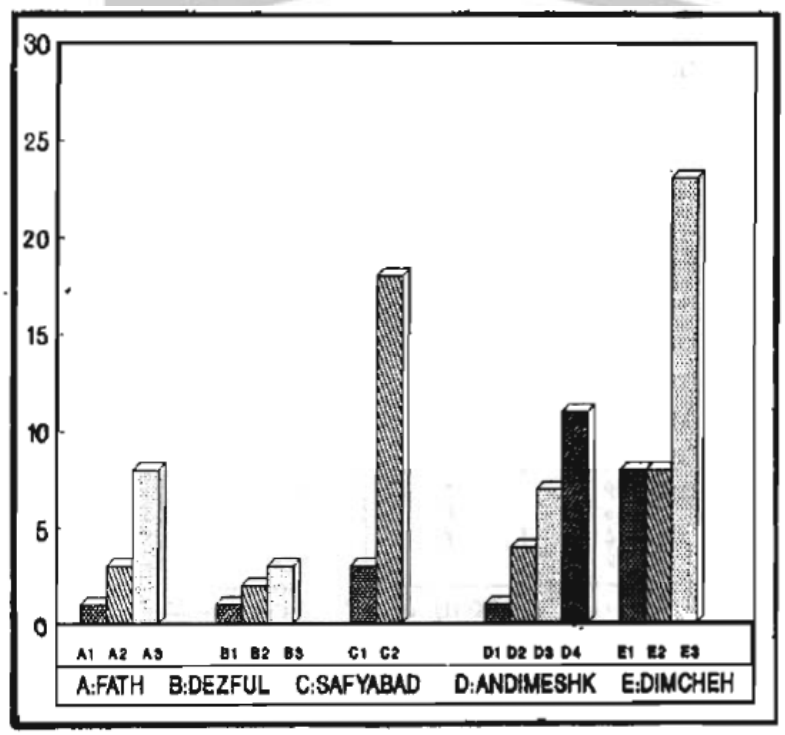
ج – ایستگاه دیمچه (E3) ۵۰۰۷۵ کیلو وات ساعت

در واقع ملاحظه می شود که هر چند پست فوق توزیع از اداره عملیات فاصله بیشتری داشته باشد به علت بعد مسافت و دیر رسیدن اپراتور به محل زمان خاموشیها بیشتر بوده و بالطبع انرژی فروش نرفته نیز بیشتر خواهد بود لذا در صورت استفاده از رله های اتصال مجدد مشکل کاهش درآمد حاصل از فروش انرژی ناشی از قطعی ناخواسته نیز برطرف خواهد شد .

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱ - قطعی‌های ناشی از عیوب کذرا در پستهای فوق توزیع فتح ، دزفول ، صفی‌آباد ، اندیمشک و دیمچه در پائیز سال ۱۳۷۰



شکل ۲ - قطعی‌های ناشی از عیوب کذرا در پستهای فوق توزیع فتح ، دزفول ، صفی‌آباد ، اندیمشک و دیمچه در زمستان سال ۱۳۷۰

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شماره ردیف	مدت قطع (min)	توان قطع شده (MW)	کاهش فروش انرژی (KWH)
۱	۱۴	۳/۵	۸۱۶
۲	۳۰	۴	۲۰۰۰
۳	۲۷	۴	۱۸۰۰
۴	۳۰	۴	۲۰۰۰
۵	۲۷	۴	۱۸۰۰
۶	۱۰	۳	۵۰۰
۷	۱۰	۴	۶۶۶
۸	۱۵	۳	۷۵۰
۹	۷	۳	۳۵۰
۱۰	۱۰	۵	۸۳۳
۱۱	۸	۵	۶۶۶
۱۲	۱۵	۲/۶	۶۵۰
۱۳	۱۰	۴/۵	۷۵۰
۱۴	۲۵	۳	۱۲۵۰
۱۵	۱۵۲	۴	۱۰۱۳۳
۱۶	۵۷	۴	۳۸۰۰
۱۷	۳۰	۳	۲۰۰۰
۱۸	۵	۵	۴۱۶
۱۹	۸	۴	۵۳۳
۲۰	۱۰	۴	۶۶۶
۲۱	۲۰	۴	۱۳۳۳
جمع کاهش فروش انرژی (KWH)			۳۳۷۱۲

جدول ۲ - آمار قطعی‌های ناشی از عیوب گذرا
مربوط به فیدر ۵۰۳۲ ایستگاه فرعی فتح (A3)

شماره ردیف	مدت قطع (min)	توان قطع شده (MW)	کاهش فروش انرژی (KWH)
۱	۴۲	۵	۳۵۰۰
۲	۸۵	۳	۴۲۵۰
۳	۱۳۰	۳/۵	۷۵۸۳
۴	۵۵	۵	۴۵۸۳
۵	۳۰۰	۲	۱۰۰۰۰
۶	۲۳	۴	۱۵۳۳
۷	۴۳	۴	۲۸۶۶
۸	۲۷	۳	۱۳۵۰
۹	۳۶	۴/۵	۲۷۰۰
۱۰	۸۵	۸	۱۱۳۳
۱۱	۲۲	۵	۱۸۳۳
۱۲	۲۵	۵	۲۰۸۳
۱۳	۲۷	۵	۲۲۵۰
۱۴	۳۱	۷	۳۶۱۶
۱۵	۲۰	۵	۸۳۳
۱۶	۵۰	۹	۷۵۰۰
۱۷	۱۱۰	۲	۳۶۶۶
۱۸	۱۳۹	۶	۱۳۹۰۰
۱۹	۱۱۳	۷/۵	۱۴۱۲۵
۲۰	۲۰	۸	۲۶۶۶
جمع کاهش فروش انرژی (KWH)			۹۲۹۷۰

جدول ۳ - آمار قطعی‌های ناشی از عیوب گذرا
مربوط به فیدر ۵۰۲۲ ایستگاه فرعی صفی‌آباد (C2)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شماره ردیف	مدت قطع (min)	توان قطع شده (MW)	کاهش فروش انرژی (KWH)
۱	۸۵	۳	۴۲۵۰
۲	۲۵	۲	۸۳۳
۳	۴۹	۳/۵	۲۸۵۸
۴	۷۰	۲	۲۳۳۳
۵	۷۰	۲	۲۳۳۳
۶	۹۵	۲	۳۱۶۶
۷	۷۵	۲/۵	۳۱۲۵
۸	۱۶۳	۲	۵۴۳۳
۹	۵۰	۲	۱۶۶۶
۱۰	۲۷	۳/۵	۱۵۷۵
۱۱	۶۰	۲	۲۰۰۰
۱۲	۲۵	۳	۱۲۵۰
۱۳	۲۵	۶	۱۲۵۰
۱۴	۳۸	۳	۳۸۰۰
۱۵	۲۵	۳/۶	۱۲۵۰
۱۶	۳۲	۳	۲۵۲۰
۱۷	۱۳	۳	۶۵۰
۱۸	۶۵	۳	۳۲۵۰
۱۹	۵۰	۳	۲۵۰۰
۲۰	۸۰	۸	۴۰۰۰
جمع کاهش فروش انرژی (KWH)			۵۰۰۲۵

جدول ۴ - آمار قطعی‌های ناشی از عیوب گذرا
مربوط به فیدر ۵۰۴۲ ایستگاه فرعی دیمجه (C2)

WikiPower.ir

نتیجه

با توجه به بررسیهای انجام شده از نظر فنی ، عملیاتی و اقتصادی در صورتی که کلیه های روی خطوط تغذیه کننده پستهای توزیع در مناطق برون شهری و روستایی نصب شده و فاصله آن پست تا مرکز عملیات (محل استقرار اپراتورها) زیاد باشد می توان با نصب رله اتصا مجدد (ریکلوزر) روی آن کید به میزان زیادی در قطبهای اتوماتیک کاسته و سرویس برق مشترکین را بر قرار نمود . همچننی در مواقع بحرانی که شرایط جوی نامساعد بوده و وضعیت شبکه غیر عادی می باشد وقت پرسنل عملیات صرف رسیدگی به چنین مواردی نخواهد شد و فرصت بیشتری برای گروه عملیات جهت عدی سازی شبکه ایجاد خواهد شد .

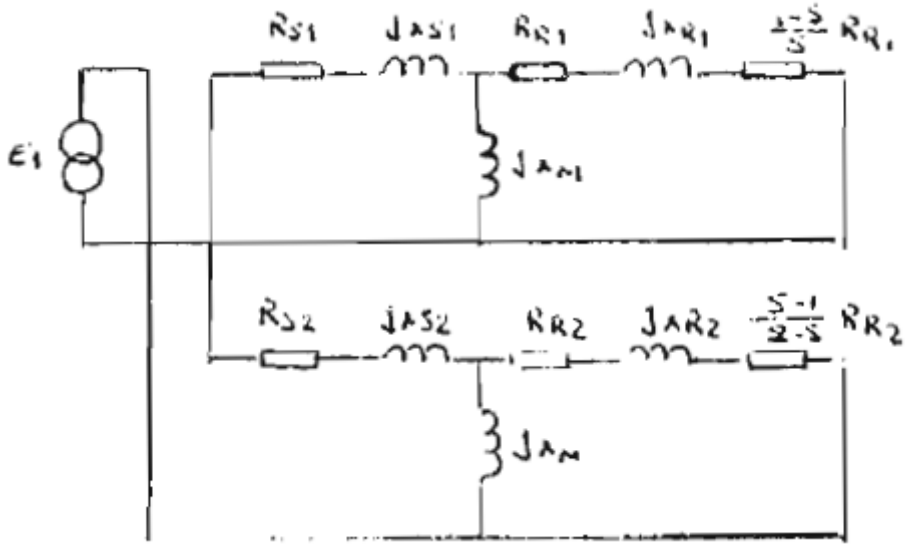
بررسی قطع شدگی فاز در موتورهای و نحوه حفاظت آنها

مقدمه

در صورت قطعی فاز در مدار تغذیه موتورهای سه فاز یا در اتصالات سیم پیچی استاتور موجب نامتعادلی جریان خط و ایجاد مولفه منفی جیان در سیم پیچی موتور می گردد که بدترین نوع این حالت از نظر نامتعادلی نامتعادل شدن ولتاژ تغذیه موتور می باشد که منجر به ایجاد مولفه منفی جریان و در نتیجه بالا رفتن جریان در سیم پیچی موتور و تولیدات حرارت در سطح روتور می گردد که در صورت ازدیاد این جریان از میزان مجاز آن منجر به صدمه دیدن روتور می گردد لذا در موتورهای با قدرت زیاد که از نظر اقتصادی نیز حائز اهمیت می باشد می بایست حتی المقدرو در هنگام وقوع قطعی فاز در موتور آنرا از مدار خارج تا از صدمات احتمالی بعدی که ناشی از افزایش حرارت در اثر عبور جریان نامتعادل می باشد جلوگیری نمود لذا این فصل در ابتدا سعی نموده است قطعی فاز در موتورها را هم از نظر قطعی فاز در منبع تغذیه و هم در سیم پیچی (فاز) موتورها مورد بررسی قرار دهد و سپس با ارائه نحوه حفاظتهای مختلف مناسبترین رله جهت تشخیص (Phase fauure) قطعی فاز را با توجه به شرایط فنی واقتصادی معرفی نماید .

هنگامیکه قطعی فازی در موتورهای اندوکسیونی یاسنکرون در منعب تغذیه با سیم پیچی موتور اتفاق می یافتد یک جریان شامل مولفه منفی در ماشین جاری خواهد شد که این جریان مولفه منفی در داخل ماشین میدانی ایجاد خواهد نمود که در جهت عکس چرخش ماشین عمل نموه و یک جریان زیاد فوکو در سطح روتور بوجود می آورد این جریان مولفه منفی موجب دوبرابر شدن فرکاس جریان روتور می گردد و در اثر جاری شدن جریان در سطح روتور و لبه های غیر مغناطیسی آن بعلت افت RI^2 به سرعت باعث افزایش حرارت در ماشین می شود و اگر درجه حرارت از میزان حد مجاز ماشین فراتر رود و یا بیش از حد مجاز جریان مولفه منفی جاری شود هسته آهن روترو ذوب خواهد شد و به ساختمان آن خسارت وارد می شود ساده ترین قطعی فاز در موتور ها قطع یکی از فیوزهای موتور در اثر جریان ضربه ای ناشی از راه اندازی ممکن است باشد که موجب نامتعادلی ولتاژ خواهد شد و در این نامتعادلی ولتاژ هیچگونه ارتباطی بین مولفه مثبت جریان و مولفه منفی جریان نمی توان بین نمود و در اصل بستگی به میزان نامتعادل بودن ولتاژ همچنین نسبت مولفه های منفی به مولفه های مثبت ولتاژ در ماشین دارد این نسبت می تواند از مدار معادل موتورهای اندوکسیونی بدست آید که در شکل زیر مدار متعادل مولفه مثبت و منفی در یک موتور اندوکسیونی سه فاز را هنگامیکه موتور دو فاز شده است را نشان می دهد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



لازم به یادآویست که میزان مولفه منفی جریان بستگی به میزان نامتعادلی ولتاژ با نسبت مولفه منفی امپدانس به مولفه مثبت امپدانس دارد که جهت میزان مولفه مثبت امپدانس ماشینها در لغزشهای مختلف و درحالت ایستاده و همچنین مولفه منفی امپدانس در لغزشهای مختلف و حتی درحالت سرعت نامی هنگامیکه لغزش کم باشد می توان از فرمولهای ذیل تعیین نمود :

مولفه مثبت امپدانس در لغزشهای مختلف :

$$Z^{+} = \left[\left(R_{s1} + \frac{R_{R1}}{s} \right)^2 + \left(X_{s1} + X_{R1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

مولفه مثبت امپدانس در حالت

توقف (S= 1)

$$Z^{+} + \left[\left(R_{s1} + R_{R1} \right)^2 + \left(X_{s1} + X_{R1} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

مولفه منفی امپدانس در لغزشهای مختلف :

$$Z^{-} = \left[\left(R_{s2} + \frac{R_{R2}}{2-s} \right)^2 + \left(X_{s2} + X_{R2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

مولفه منفی امپدانس در سرعت نامی هنگامیکه لغزش کوچک می باشد .

$$Z = \left[\left(R_{s2} + \frac{R_{R2}}{s} \right)^2 + \left(X_{s2} + X_{R2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

از آنجائیکه در موتورهای اندوکسیونی میزان مقاومت تقریبا در مقابل راکتاس کوچک می باشد . منفی امپدانس در سرعت نامی تقریبا برابر مولفه مثبت امپدانس در حالت ایستاده می باشد $Z_{20} = Z_{10}$ و نسبت مولفه مثبت به مولفه منفی امپدانس ماشین در حالت سرعت نامی می تواند تقریبا برابر جریان راه اندازی به جریان نامی باشد :

$$\frac{Z_{1s}}{Z_{2s}} = \frac{I_{st}}{I_n} \qquad \text{or} \qquad \frac{I_2}{V_2} = \frac{I_{st}}{I_n}$$

به عنوان مثال در ماشینهایی که جریان راه اندازی آنها تقریبا ۶ برابر جریان نامی روتور می باشد در ۵٪ مولفه منفی ولتاژ تغذیه تقریبا به اندازه ($6 \times 5\% = 30\%$) به میزان ۳۰٪ مولفه منفی جریان خواهیم داشت بنابراین جریان منفی در روتور ایجاد می کند که فرکانس موثر آن تقریبا دو برابر فرکانس نامی خواهد شد (100H Z)

از آنجاییکه نسبت مقاومت AC روتور در فرکانس به مولفه dc آن تحت گردش نامی معمولا بین ۳ تا ۶ برابر خواهد بود بنابراین مولفه منفی جریان بیشتری از مولفه مثبت ایجاد می نماید این نابرابری حرارت در طراحی رله ها می بایست به حساب آید که در آن جهت حفاظت مطمئنی را در مقابل نامتعادی داشته باشیم که از فرمول زیر بدست می آید:

$$Ieq = \left(I_1^2 + 6 I_2^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

I_1 : مولفه مثبت جریان تغذیه

I_2 : مولفه منفی جریان تغذیه

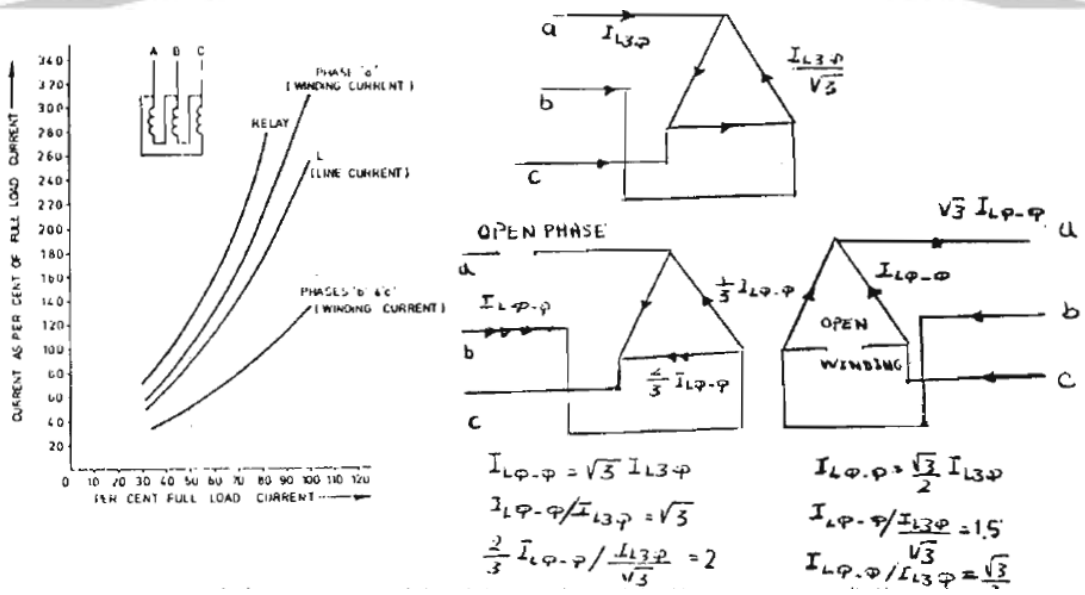
Ieq : جریان عملکرد

ضریب ۶ در فرمول فوق برای جریان I_2 به علت انتخاب ستینک مناسب برای رله می باشد که برای تماس موتور های می توان در نظر گرفت .

قطعی فاز در موتورهای اندوکسیونی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

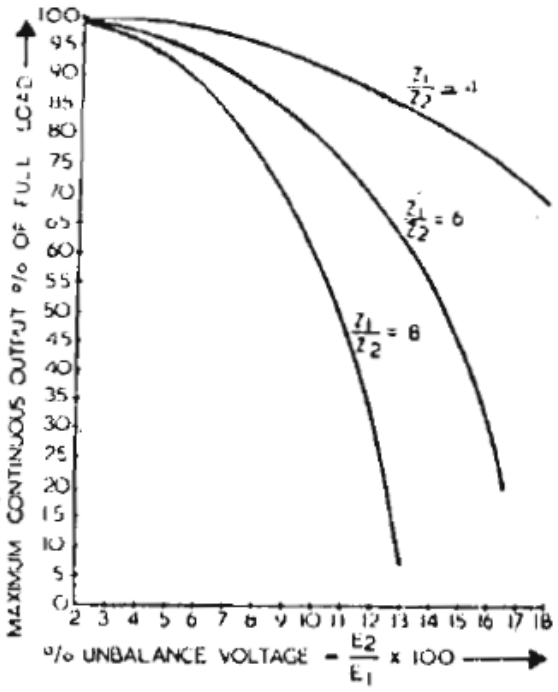
مولفه منفی امپدان در موتورهای اندوکسیونی متاثر از میزان مولفه مثبت جریان در هنگام قطیع فـاز مـی باشند بنابراین در هنگام وقوع خطا مولفه مثبت جریـان کـاهش یافتـه و در نتیجـه موجـب پـایین آمـدن گشتاور قدرت خروجی خواهد شد و همچنین لغزش افزایش نـاچیزی مـی بایـد در نتیجـه ضـریب $\frac{1-s}{s}$ کاهش و مولفه مثبت جریان افزایش می یابد و این تا جایی ادامه دارد که موتور بتوان گشـتاور مـورد نیـاز بار را تامین نماید در چنین حالتی ممکن است لغـزش ۵۰٪ تغییـر نمـوده و در حالیکـه سـرعت 0.5 % تغییر یافته باشد برای تمام لغزشهای محدود بین ۰ تا ۱ مولفه منفـی امپـدانس بـر اسـاس فـاکتور $\frac{1-s}{2-s}$ تغییرات ناچیزی می یابد یک روش قابل تخمین منظور نمودن قطعی فاز در هنگـام وقـوع خطـا و قبـل از وقوع خطا می باشد که در آنصورت ماکزیمم خطا ی جریان حدودا ۱۰٪ بار کامل می باشد جهـت بررسـی دقیقتر لازمست قطعی فاز در تغذیه ورودی موتوری با اتصال مثلث را مورد بررسی قرار دهیم هنگام وقـوع قطعی فاز در فاز c منبع تغذیه درصد افزایش جریان سیم پیچـی سـالم A افـزایش و میـزان آن بیشـتر از افزایش جریان در خط می باشد و در نتیجه رله ازدیاد جریان O/C مطابق دیاگرام ذیل قـادر بـه تشـیص تکفازه شدن موتور نمی باشد لذا حفاظت مطمئنی را ارائه نخواهـد داد وضـعیت جریـان خـط و فـاز بـرای اتصال موتورهای بصورت مثلث و هنگامیکه قطعی فاز در منبـع تغذیـه یـا در سـیم پیچـی فـاز رخ دهـد بصورت ذیل می باشد .



چنانچه ملاحظه می شود جریان در فازها نامتعادل شده و یا نامتعادل شـدن جریـان در خطـوط سـه فـاز زاویه فازها بعلت این قطعی به اندازه ۶۰ درجه جابجا می شوند و موجب افزایش جریان فازهای سـالم بـه

میزان ۵۰٪ می گردد در این حالت رله جریان زاید تکفازه می تواند جریان در دو خط سیم پیچی استاتور را حفاظت نماید و همچنین رله جریان زیاد در خط سوم حفاظت کمکی را بعهده داشته باشد .

لازم به یادآوریست مولفه منفی جریان نمی تواند سهمی در گشتاور داشته باشد و در حقیقت یک گشتاور منفی را بوجود خوهد آورد میزان این گشتاور مولفه منفی جریان حدوداد کمتر از ۰,۵ گشتاور با ر می باشد هنگامیکه یک ولتاژ نامعادلی در حدود ۱۰٪ وجود داشته باشد) اثرات مولفه منفی بیشتر در افزایش تلفات موتور نقش دارد (تلفات مس) بنابراین منجر به کاهش قدرت خروجی موتور می گردد که از ایجاد این حرارت در سیم پیچی بعلت مسائل اشاره شده در فوق دقیقا می بایست خود داری نمود .



شکل مقابل تغییرات مولفه‌های ولتاژوتاثیر آنرادرمیزان قدرت خروجی بوضوح نشان میدهد .

بررسی حالت تکفازه شدن موتورها در وضعیت های مختلف

هنگامیکه موتورهای سه فاز تکفازه یم شوند مسائل الکتریکی و مکانیکی مختلفی بروز خواهند نمود که در سه حالت بارکامل بدون بار حالت و راه اندازی به شرح ذیل می باشد :

حالت بار کامل

- جریان در یکی از فازها مشخصا به صفر می رسد
- سرعت افزایش ناچیزی می یابد .

- ضریب قدرت کاهش می یابد
- مولفه مثبت امپدانس کاهش قابل ملاحظه ای می یابد
- مولفه منفی امپدانس در سرعت نامی ثابت می ماند
- جریانی با فرکانس دوبل (100 HZ) در روتور ظاهر می گردد
- مقاومت مولفه منفی افزایش و اثرات پوستی ظاهر می گردد .
- جریان فازها بیشتر از جریان فازها در حالیکه موتور تکفازه شده است خواهد شد
- مولفه منفی ولتاژ در موتور ایجاد می گرد د
- جریان مولفه منفی از صفر تا جریان نامی یا حتی بیشتر افزایش می یابد
- گشتاور FULL OUT ایجاد شده وکمتر از گشتاور FULL OUT هنگام بار کامل می باشد .
- تلفات روتور در حدود ۵ الی ۶ برابر حالت نرمال خود می گردد
- تلفاس مس استاتور بیش از ۳ برابر از موتور و فازه ای می باشد که بصورت ستاره بسته شده است.

حالت بار ناچیز

- قطعی فاز در موتورهایسه فاز با بار ناچیز تقریبا مطابق با حالت بار کامل اشاره شده در فوق می باشد .

در حالت استارت

- جریان راه اندازی ۸۶٪ جریان راه اندازی حالت نرمال در فازهای سالم خواهد بود .
- مولفه منفی امپدانس برابر مولفه مثبت امپدانس موتور می باشد .
-گشتاور مولفه مثبت براب گشتاور مولفه منفی می باشد .
- مجموع تلفات مس ۵۰ تا ۷۰٪ تلفات هنگام راه اندازی می باشد .
- مولفه منفی جریان ۵۰٪ جریان راه اندازی در حالت نرمال خواهد بود .
- مولفه منفی ولتاژ برابر مولفه مثبت ولتاژ می گردد .

مقایسه قطع شدن فاز در موتورهای بار تورسیم پیچی شده و قفسه ای

جهت حفاظت موتورها با روتورسیم پیچی شده در برابر قطعی فاز می بایست توجه بیشتری به آنها نسبت به موتورهای روتورقفه ای مبذول داشت زیرا که نسبت جریان راه اندازی به جریان بار کامل ارتباطی با مولفه صنفی امپدانس نداشته و میزان مولفه مثبت جریان تخمین زده شده در هنگام وقوع قطع شدگی

فاز معمولا ثابت می باشد و تنها عاملی که در این مقایسه حائز اهمیت می باشد این است که تمرکز حرارت در موتورهای باروتور سیم پیچی شده در مقایسه با روتور قفه ای به میزانی می باشد که موجب وقوع شکست عایقی در روتور و صدمه دیدن آن خواهد شد و این زمان در موتورهای اندوکسیونی نصف زمان موتور مشابه خود باروتور قفسه ای می باشد لذا این زمان در اینگونه موتورها از اهمیت خاصی در هنگام حفاظت برخوردار می باشد.

روشهای مختلف حفاظت

۱-۱-

جهت حفاظت موتورهای اندوکسیونی و سنکرون در مقابل قطعی فاز شرح ذیل می باشد:

رله تعادل فاز ها Phase bl anc rel ay

رله تعادل فازها جهت تشخیص قطعی فاز در یک موتور یا گروهی از موتورها بکار می رود و این رله هنگامی عمل می نماید که نامتعادلی جریان خط بیشتر از جریانی که موتور تحت گردش نامی یا نامتعادلی در ولتاژ تغذیه خود می تواند کار نماید بدون آنکه آسیبی به آن برسد معایب این رله به شرح ذیل می باشد :

- این رله بر اساس اختلاف جریان در خط عمل نموده ومیزان اختلاف جریان در فازهای موتور را نمی بیند .
- رله فوق بدون توجه به در نظر گرفتن جریان مولفه منفی که عامل اصلی حرارت در سطح روتور موتوری که تحت این نامتعادلی کار می کند عمل نمود .
- بازاء کوچکترین نامتعادلی در جریان خط یا بعلت قطع شدگی فاز عمل می نماید .

رله مولفه منفی جریان زیاد لحظه ای i nst ant aonus neqat i ve sequencc over current

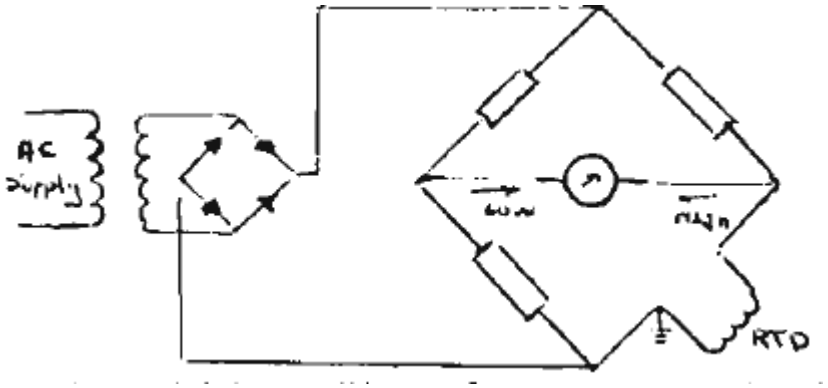
این رله با فیلتر نمودن مولفه های منفی جریان و در صورت افزایش این مولفه از مقدار تنظیم شده عمل می نماید این رله محدودیت در مقابل حفاظت موتورها در برابر قطع شدگی فاز دار دو بیشتر برای حفاظت ژنراتورها در مقابل اتصالهایی که منجر به متعادل شدن جریان و یا بهبر علتی که منجر به جاری شدن مولفه منفی جریان که بیشتر از جریان نمی باشد بکار برده می شود .

رله جریان زیاد ovcr current rel ay wi th the del ay

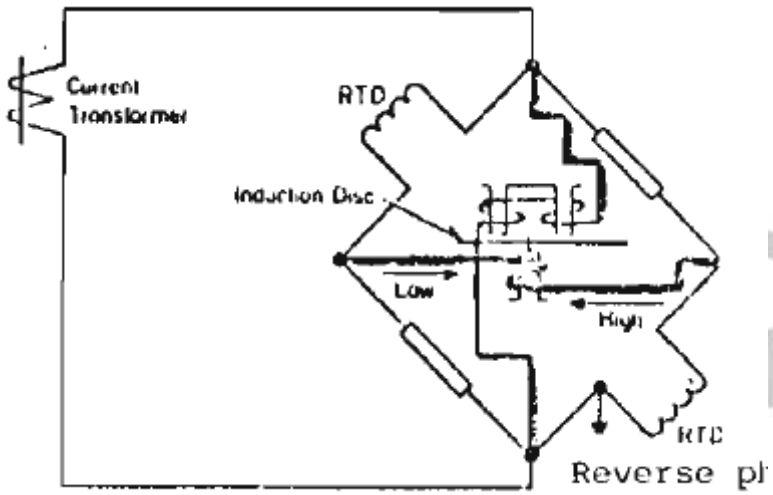
این رله برای حفاظت موتورهای در مقابل ازدیاد جریان ناشی از بار زیاد و یا در صورت وقوع اتصالهای مختلف در موتورها بکار برده ی می شود و بر طبق استاندارد NECمی بایست این رله اضافه بار را برای هر فاز موتور یا حداقل برای دو فاز از موتور بکار برده شود زیرا در صورت قطع شدن یکی از فازهای منبع تغذیه موتوری که متصل به ترانس قدرت یا اتصال مثلث – ستاره پدید آید جریان سه فاز موتور بصورت ۱: ۱: ۲ خواهد بود که در یکی از فازها ممکن است جریان دو برابر شود و در آنصورت موتور بدون حفاظت خواهد ماند لذا بکار بردن حداقل دو رله اضافه بار برای موتورهای پرقدرت ضروری می باشد .
همانطور که در صفحات قبل مطرح گردید در صورتیکه یکی از فازهای منبع تغذیه موتوری یا اتصال مثلث قطع گردد و درصد افزایش جریان در سیم پیچی مربوط به دو سیم پیچ سالم بیشتر از افزایش جریان در خط می باشد و در نتیجه رله جریان زیاد o/c برای تکفازه شدن نمی تواند حفاظت کاملا مطمئنی را برای موتورهای پرقدرت انجام دهد .

رله حرارتی thermal rel ay

موتورهای سه فاز در اثر بار زیاد از حد موتور و یا ناشی از نامتعادلی ولتاژ جریان زیادی از شبکه کشیده می شود که جهت حفاظت آن می توان از سه نوع رله حرارتی که بشرح ذیل می باشد استفاده نمودار اولین نوع آن پل و ستون که از مقاومتهای حرارتی RTD که در شیارهای استاتور تعبیه می کردند می باشد و هنگامیکه میزان حرارت تشخیص داده شده توسط RTD بالا رو مقاومت آن افزایش و موجب نامتعادلی در پل میگردد و گشتاور ایجاد شده نیز موجب عملکرد رله خواهد بود همانطور که در شکل ذیل مشاهده می شود این پل از طریق ترانسفورماتور AC تغذیه می شود .

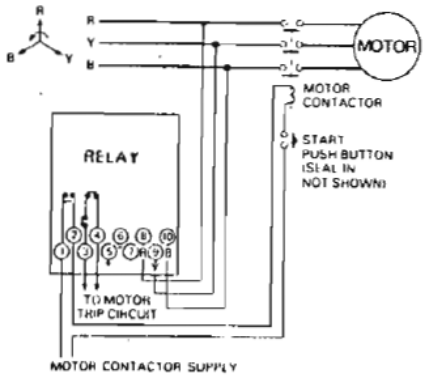


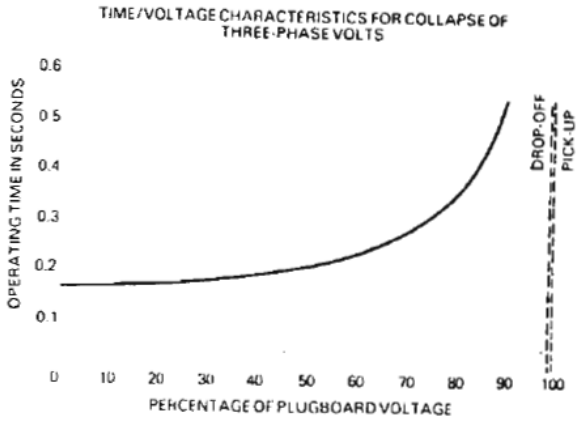
نوع دیگر رله حرارتی از نوع CP می باشد که بر خلاف نوع اول از دومقاومت RTD تشکیل شده است و جریان عبوریاز یک فاز ماشین انرژی لازم پل را تامین می نماید رله مزبور هنگامیکه درجه حرارت سیم پیچ استاتور به اندازه ای بالا بود که جریان ناشی از مقاومتهای حرارتی بیشتر از میزان جریان عبور نموده از طریق ترانس جریان باشد رله مربوط عمل نموده و کنتاکتهای آن بسته خواهد شد .



رله ولتاژ فازهای معکوس Reverse phase vol taqe rel ay

این رله یک موتور یاگروهی از موتورهای را در مقابل دو فازه شدن حفاظت می نماید حتی می تواند قطعی فاز در موتورها را هنگامیکه موتور تحت باز ناچیز کار می نماید نیز حفاظت نماید رله فوق همانند رله و اتمتری می باشد که تغذیه آن از دو ولتاژ به فاز می باشد و هنگامیکه قطع شدگی فازی رخ نداده با شد کنتاکت بسته رله اجازه استارت به موتور را خواهد ودر صورت وقوع قطعی فاز یا معکوس شدن فاز منجر به قطع موتور از شبکه و یا مانع استارت آن خواهد شد یک نوع از این رله مطابق شکل زیر می باشد .





رله قطعی فاز phase fai l ure rel ay

این رله شبیه رله توان جهت دارد می باشد با این تفاوت که دارای دو کویل جریان روی هر فاز می باشد در حالیکه رله و اتمتری دارای یک کویل جریان و یک کویل ولتاژ می باشد مشخصه عملکرداین رله بنحوی است که در ورت افزایش ناچیز مولفه مثبت جریان از مولفه منفی جریان از عملکرد رله جلوگیری می شود و جهت ممانعت از عمکلدر نابجای رله نیز از فنری با مقاومت کم نیز استفاده شده است زیرا اختلاف جزئی مولفه منفی جریان بدون داشتن مولفه مثبت منجر به عملکرد رله و بسته شدن کنتاکت فرمان رله خواهد شد و یا به عبارت دیگر این رله مولفه مثبت جریان و مولفه منفی جریان را با یکدیگر مقایسه می نماید و زمان عملکرد این رله به در صورت وجود هر نوع خطایی که منجر به بزرگتر شدن مولفه منفی جرین از مولفه مثبت جریان باشد حدواد بک سیکل می باشد

نتیجه

از بررسی رله هایی که جهت قطعی شدگی فاز به حل آمد می توان با توجه به موقعیت و محل نصب رله جهت حفاظت موتورها موارد ذیل را در ارتباط با چگونگی حفاظت قطع شدگی فاز را در نظر گرفت .

۱- رله تعادل فازها phase balance relay و رله قطع شدگی فازی phase balance relay و رله مولفه منفی جریان زیاد و رله neqative phse sequence هر سه نوع رله را می توان جهت حفاظت در مقابل قطع شدگی فاز استفاده نمود .

۲- سه رله اشاره شده در فوق قادرند موتورهای اندوکسیونی را حتی در مقابل بارهای ناچیز نیز حفاظت نمایند .

۳- در جاییکه منبع تغذیه ورودی با ترانسفورماتور جهت بارهای موتوری و غیر موتوری استفاده شده باشد بهترین رله جهت تشخیص قطع شدگی فاز در منبع تغذیه رله phase failure می باشد .

۴- در جاهاییکه نامتعادلی جریان فقط جنبه اعلان خبر را داشته باشد و می تون از رله مولفه منفی جریان استفاده نمود .

۵- از سه رله معرفی شده در بند (۱) رله phase blance را بندتر با تایمر مورد استفاده قرار می گیرد .

۶- هنگامیکه تغذیه بارهای موتوری و غیر موتوری توسط ترانسفورماتور قدرت باشد و محل نصب رله جهت قطع شدگی فاز نیز در طرف ثانویه ترانس نصب شده باشد در آنصورت رله حراراتی نیز بیشترین حساسیت را برای موتورها رد مقابل تکفازه شدن نسبت به رله تعادل فازها از خود نشان خواهد داد بشرط آنکه میزان جریان بار موتور مربوطه کمتر از ۱۰٪ بار کامل باشد .

۷- چنانچه ولتاژ معکوس شدن فاز ها در طرف اولیه ترانسفور ماتور قدرت تغذیه کننده بارهای موتوری و غیر موتوری نصب شده باشد در صورتی حفاظت مناسبی را اعمال خواهد نمود که نسبت بارهای موتوری به بار کامل کمتر از ۳۰٪ باشد .

۸-رله phase blance برای سیستم اشاره شده در بند ۷ هنگامی مناسب خواهد بود که نسبت بار موتوری به بار کامل بیشتر از ۳۰٪ باشد

۹- جهت حفاظت مطمئن تر سیستم اشاره شده در بند ۷ بهتر است از دورله phase blance و رله reverse phase voltage استفاده شود تا حفاظت مطمئنی را حتی هنگام تغییرات زیاد بار انجام دهد .

ارزیابی حفاظت خازنهای قدرت و بررسی علل انفجار بانکهای خازنی

مقدمه

با توجه به معضل صدمه دیدن و انفجار بانکهای خازنی در شبکههای توزیع برق کشور و بروز خسارتهای ناشی از آن در این مقاله ابتدا تحول در ساختار خازنها در خلال چند دهه گذشته مورد مطالعه قرار گرفته سپس طریقه و عوامل موثر در از کار انداختن سیستمهای عایقی مختلف بررسی شده و نهایتا روشهای مناسب جهت حفاظت خازنهای قدرت ارزیابی می گردد .

پیشرفت روز افزون در طراحی و ساخت فازهای قدرت کارآیی و اعتماد به خازنها را بطور محسوسی افزایش داده است از جمله این پیشرفتها کاربرد لیزر جهت برش ورق آلومینیوم در سیستم عایق خازن ارتقاء قابل توجه سطح ولتاژ آغاز کننده کرونا و استفاده از تکنیکهای جدید اتصال عناصر درون خازنها است که به خازن اجازه می دهد جریان اتصال کوتاه معادل ۱۰ کیلو آمپر یا ۳۰ کیلو ژول تخلیه موازی را تحمل کند .

تکنیک کاربرد خازنهای قدرت مدرن این فرصت را به مصرف کننده انرژی الکتریکی می دهد تا سیستم وقدرت خود را جهت دستیابی به حداکثر کارآیی اصلاح کند نصب موازی بانکهای خازنی با ولتاژ بالا تلفات انتقال انرژی را کاهش داده و ولتاژ بحرانی زمان پیک بار را پشتیبانی می کند یک شبکه از خازنهای قدرت که شامل تعبیه بانکهای خازنی در محل پستهای ۶۳/۲۰ کیلو وات و همچنین تعبیه تعدادی خازن در شبکه توزیع ۴۰۰/۲۳۰ ولت بمقدار بسیار زیادی کارآیی سیستم قدرت را بهبود می بخشد و نیاز به تولید انرژی اضافی را کاهش می دهد چنین خاصیت مهمی نیاز مبرم به خازنهای قدرت جهت جبران جریان را کتیو را توجیه می نماید تکنولوژی منحصر به فردی که بتازگی در جنس و روش ساخت خازنهای بکار گرفته شده است هنر بهره جویی در این زمینه ها را فراهم می سازد .

تحول در ساختار خازنها

پیشرفت تکنولوژی در ساخت عایقهای جامد سبب گردیده تا خازنها با کیفیت بالاتری ساخته شود به منظور لمس بهتر تکنولوژی سالهای اخیر خلاصه ای کوتاه از توسعه تکنولوژی در مدت ۳۰ سال گذشته بیان می گردد .

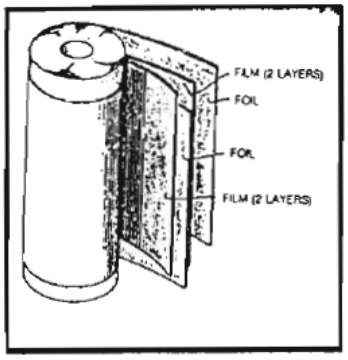
در دهه ۱۹۶۰ هر لایه عایق جامد از چندین صفحه موسوم به KRAFT – PAPER تشکیل می شود خازنهای قدیمی که این نوع عایق در آنها بکار رفته است عموما وزنی بیش از ۰/۵ کیلوگرم به ازاء هر KVAR و تلفاتی در حدود ۲ الی ۳ وات برای هر KVAR داشتند .

در اواسط دهه ۱۹۶۰ ترکیبی از KRAFT – PAPER با صفحه نازک پلی پروپیلین جایگزین شد و صفحه دیگر KRAFT – PAPER در جای خود باقی ماند که بعنوان فتیله عمل کند و اجازه دهد تا مایع عایق در لایه های نازک پلی پروپیلین نفوذ کند با تکنولوژی PAPER – FILM خازنهایی به بزرگی 200KVAR ساخته شد و وزن آنها به زیر ۰/۵ کیلوگرم به ازاء هر KVAR تقلیل یافت مهمتر اینکه تلفات به ۰/۵ الی ۰/۸ وات برای هر KVAR کاهش پیدا نمود و بطور قابل توجهی به اطمینان و کارآیی خازنهای قدرت افزوده شد در اواسط دهه ۱۹۷۰ مایع عایق NON- PCB شناخته و جهت استفاده در

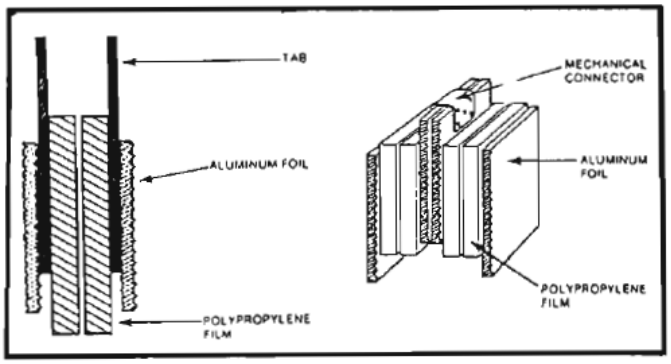
خازنهای قدرت معرفی شد این هم در بهبود عملکرد خازن سهیم بود و به خاطر مشخصه خطرناک PCB برای محیط زیست بطور خاصی مورد توجه قرار گرفت بطوریکه اکنون در برابر دنیا خواسته می شود که جهت عایق خازنها از مایع NON – PCB استفاده شود در دهه ۱۹۸۰ خازنهای ALL-FILM عرضه شد این نوع خازنها در اوائل سالهای ۱۹۷۰ به بازار معرفی شده بود ولی کلا در دهه ۱۹۸۰ برای اولین بار تولید اینگونه خازن در برابر دنیا معمول گردید .

پیشرفت در تکنولوژی ورقهای آلومینیوم و سطوح صفحات نازک امکان آغشته شدن بهتر لایه های نازک پروپیلین بدون نیاز بوجود KPART – PAPER را مهیا ساخت وزن خازنهای ALL- FILM خیلی کمتر از ۰/۵ کیلوگرم برای هر KVAR بوده و تلفات آن تقریبا به ۰/۱ وات برای هر KVAR رسدی اضافه بر عملکرد خوب در بهره بردای خازنهای ALL-FILM از منحنی ترکیدن تانک بسیار خوبی برخوردار هستند بطوریکه خطر بهره برداری از این قبیل خازنها کاهش و ایمنی آن بطور چشمگیری بهبود یافت و همه سازندگان عمده خازنهای قدرت امروزه از عایق ALL-FILM استفاده می کنند مضافا اینکه عایق مایع NON – PCB که برای محیط زیست هم هیچگونه خطری ندارد بعنوان مایع آغشته کننده در همه صنایع بکار گرفته می شود .

یک دستگاه خازن از تعدادی خازنهای جداگانه که اصطلاحا CAPACITOR PACKS نام دارند تشکیل می شوند (شکل ۱) این خازنها معمولا بصورت سری – موازی به همدیگر متصل شده اند تا ظرفیت کلی یکدستگاه خازن (OVERALL RATING) مورد نظر بدست آید یک روش جهت اتصال خازنهای درونی (PACKS) به همدیگر کار گذاشتن با ریکه هایی بین ورق آلومینیوم و لایه های عایق جامد در فواصل معین می باشد که هنگام پیچیدن خازن (PACK) صورت می گیرد روش دیگر اتصال خازنهای درونی که دارای مقاومت پایینتری می باشد با استفاده از ورقهای ممتد آلومینیوم قابل اجراست شکل (۲) فرق بین ساختمان این دو نوع خازن را نشان می دهد .



شکل ۱



شکل ۲

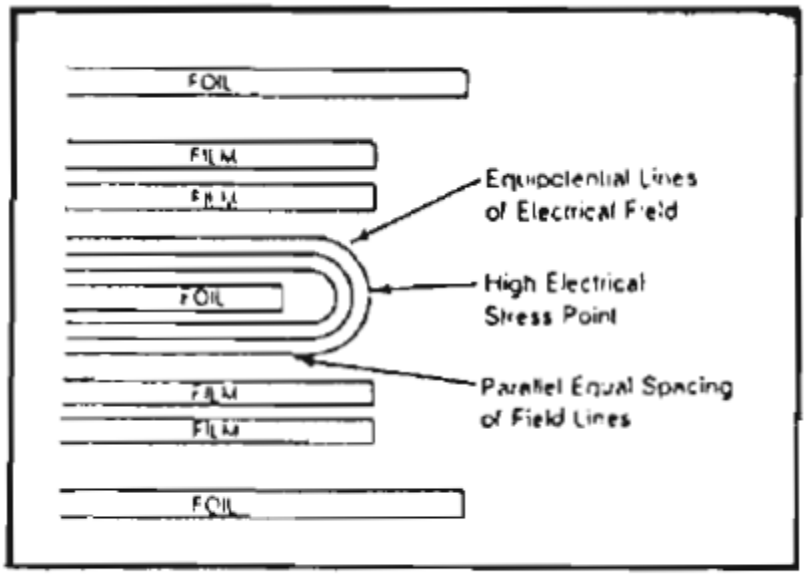
در اتصال خازنها به شیوه استفاده از ورقهای آلومینیوم ممتد لایه های ورق آلومینیوم در اثر از لایه های نازک پلی پروپیلین امتداد داده می شود به شکلی که اجازه دهد با ورق آلومینیوم خازن (PACK) مجاور مستقیما متصل شده یک اتصال الکتریکی با مقاومت پایینتری بوجود آورد .

در تکنولوژی سالهای ۱۹۹۰ به بعد از تجربیات گذشته استفاده شده و در حقیقت خازنهایی که اخیرا عرضه می شوند دارای تکنولوژی تکمیل یافته تری هستند مثلا استفاده از عایق جامد ALL – FILM و عایق مایع NON – PCB و بکار گیری روش ورق آلومینیوم ممتد جهت انجام اتصالات بین خازنهای جداگانه درونی (PACK) و همچنین استفاده از لیزر جهت انجام برش ورق های آلومینیوم می باشد .

همانطوریکه میدانید در خازنهای قدرت ولتاژی که به ترمینالهای خازن اعمال می گردد به نسبت گروههای خازنهای جداگانه درونی (PACK) که با همدیگر سری می باشند تقسیم می شود .

ولتاژ (PACK) بین دو هادی آلومینیوم ظاهر شده باعث می شود فشار الکتریکی به ماده عایق بین و اطراف هادیها وارد شود وقتی ولتاژ دو سر ورق آلومینیوم هادی زیاد شود سطح ولتاژ نتیجتا به حدی خواهد رسید که فشار الکتریکی را ناشی می شود و تخلیه گروهی خازنها بصورت جزئی در یک سطح ولتاژ ثابت شروع می شود که این ولتاژ را اصطلاحا ولتاژ آغاز تخلیه سیستم عایق می نامند عوامل اولیه موثر در این سطح ولتاژ توانایی عایقی مایع و شکل هندسی ورق آلومینیوم هادی می باشد (شکل ۲۳) سطح مقطع سیستم عایق یک خازن همراه با نقشه میدان الکتریکی اطراف هادیها آلومینیومی را نشان می دهد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳

در ناحیه بین هادیهای آلومینیومی؛ فشار الکتریکی کاملا یکنواخت بوده و خطوط هم پتانسیل میدان الکتریکی به موازات سطح آلومینیومی و با فواصل مساوی از همدیگر قرار دارند .

در نقاطی بلافاصله بعد از حاشیه ورق آلومینیوم میدان الکتریکی غیر یکنواخت می گردد این پدیده به خاطر این است که در این ناحیه میدان الکتریکی بین دو سطح موازی و صاف محدود نمی باشد شکل میدان و حداکثر تغییرات و فشار الکتریکی بستگی زیادی به وضع حاشیه ورق آلومینیوم دارد با توجه به مشخصه حاشیه ورق آلومینیوم فشار در این نقاط در مقایسه با فشار بین ورقهای آلومینیوم در درون خازن (PACK) می تواند چندین برابر بیشتر باشد در روش معمول ساخت ورق آلومینیوم از تکنیک برش مکانیکی حاشیه ورق آلومینیوم استفاده می شود که در این روش حاشیه ورق آلومینیوم ناهموار ویکنواخت می شود .

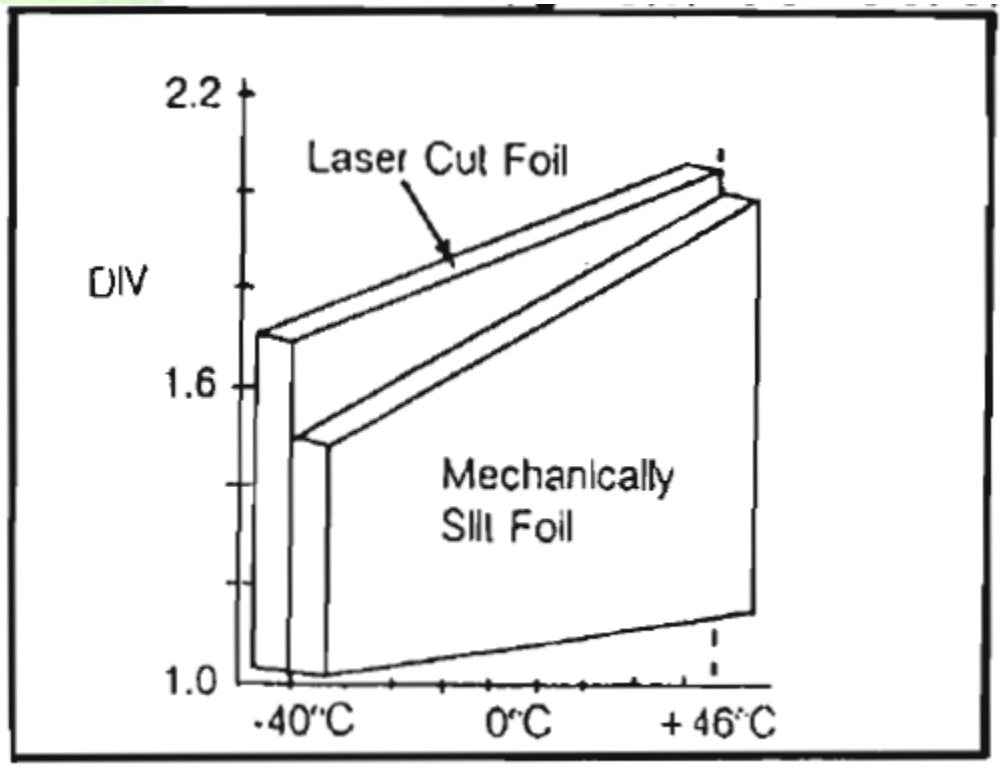
مقدار ازدیاد فشار الکتریکی در حاشیه ورق آلومینیوم بستگی به پیرامون حاشیه ورق دارد .

در نقاشی که خطوط هم پتانسیل به دلیل تیز و ناصاف بودن لبه ورق آلومینیوم متمرکز می شوند فشار الکتریکی فوق العاده بالایی بوجود می آید شیوه معمول مقابله با افزایش فشار الکتریکی در حاشیه ورق آلومینیوم دو لا کردن یا برگرداندن لبه ورق بمنظور دستیابی به یک حاشیه صافتر می باشد هر چند که دو برابر کردن ضخامت آلومینیوم ایجاد یک ناحیه پر فشار در عایق فعال می نماید که در ساختمان خازن از نظر آغشتگی محدودیتی را تحمیل می نماید .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ابداع جدیدی که در ساخت خازنها اخیرا به آن دسترسی پیدا شده است استفاه از برش لیزری جهت حذف و از بین بردن ناهمواری که غالباً بر اثر برش مکانیکی در حاشیه ورق آلومینیوم ایجاد می شود بوده است با بکارگیری این روش حاشیه نسبتا صافی در اطراف ورق آلومینیوم بدست می آید که باعث می گرد یکنواختی میدان الکتریکی حفظ شود فشار الکتریکی بدلیل استفاده از برش لیزری در خازنها به مقدار قابل ملاحظه ای ولتاژ شروع تخلیه جزئی را افزایش می دهد و در نتیجه سیستم عایقی خیلی بهتری بدست خواهد آمد شکل (۴) ولتاژ آغاز تخلیه سیستم عایق خازن (DIV) را برای دو روش برش مکانیکی و لیزری را با همدیگر مقایسه می کند .

مایع NON- PCB بکار رفته در ساخت این خازنها ترکیب منحصر به فردی است که مشخصه عایقی بهتری برای دامنه (RANGE) حرارتی کارکرد خازن فراهم می سازد طریقه آغشتگی خازن با مایع بوسیله سیستم چند راهه صورت می گیرد تا اطمینان حاصل می شود که خود مایع و هر PACK قبل از پر شدن با مایع کاملا از گاز تخلیه شده است ترکیب برش ورق آلومینیوم بوسیله لیزر و روش آغشتگی بهتر توانای و تحمل خازن در برابر ولتاژ را بهبود می بخشد .



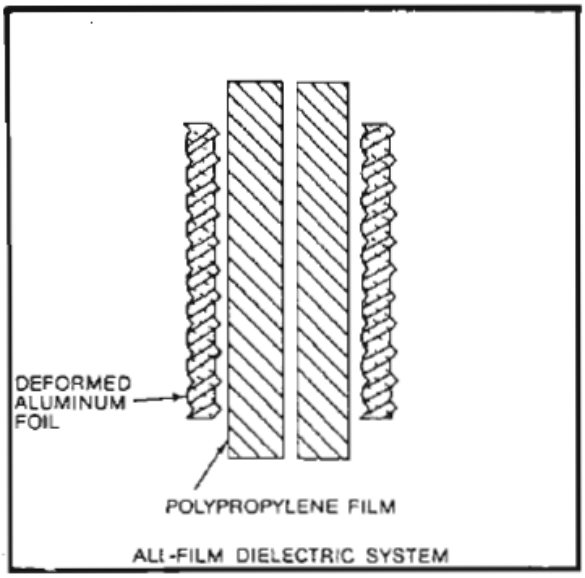
شکل ۴

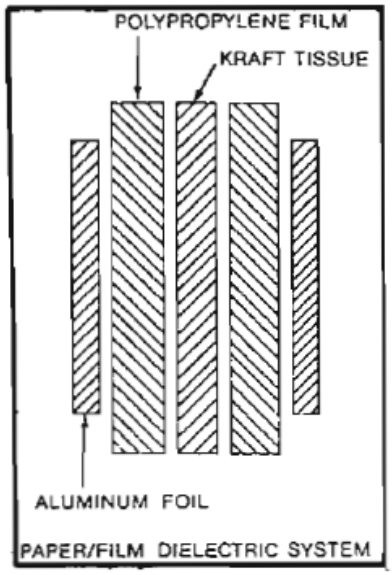
طریقه و عوامل موثر در از کار انداخن سیستمهای عایق

در حال حضر دو نوع خازن توسط سازندگان عرضه می شود که بعضی دارای سیستم عایق PAPER – FILM و برخی دیگر دارای سیستم عایق ALL – FILM می باشند.

به منظور درک بهتر این مطلب که چرا در مواردی جهت تعریف مشخصه ترکیدن تانک خازن از منحنی احتمالی و در بعضی موارد دیگر از منحنی دقیق استفاده می شود لازم است نحوه از کار افتادن دو نوع خازن مذکور مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد شکل ۵- (الف) سیستم عایق PPER – FILM که از دو ورق آلومینیوم جدا شده بوسیله دو صفحه نازک پلی پروپیلین با پوششی از KRAFT – TISUE می باشد را نشان می دهد .

نقش ۵- (ب) سیستم عایق ALL – FILM پیشنهاد شده توسط یک شرکت سازنده خازنهای قدرت را نشان می دهد که از دو ورق آلومینیوم با اعوجاج یکنواخت و مجزا از هم بوسیله دو صفحه نازک پلی پرپیلین خالص تشکیل شده است حال باید دید که هنگام از کار افتادن هر یک از این سیستم ها چه فعل و انفعالی رخ می دهد .

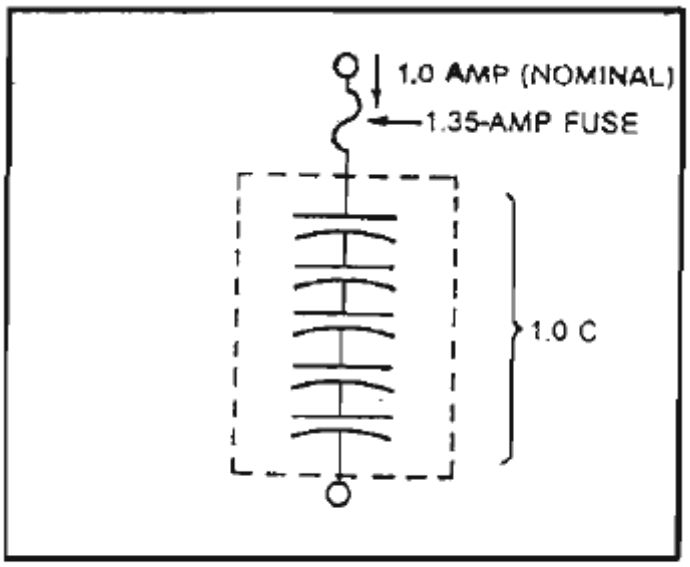




(ب) (الف)

نمونه ای از یک خازن معمولی توزیع متشکل از پنج خازن جداگانه (PACK) که بطور سری به همدیگر متصل شده اند را مورد بررسی قرار می دهیم بدیهی است سازندگان مختل خازنهای متفوتی را از نظر ساختمان عرضه می کنند همانگونه که در شکل (۶) نشان داده شده است فرض می شود پنج خازن (PACK) دارای ظرفیت ۱ میکرو فاوار جریانی معادل ۱ آمپر بکشند برابر استاندارد صنعتی فعلی خازنها باید برای ۱۳۵٪ کیلو وار مورد نظر طراحی شوند .

به عبارت دیگر یعنی ظرفیت واقعی خازن بایستی ۱/۳۵ برابر ظرفیت نامی باشد این خود باعث می شود که حداقل فیوز محافظ به میزان ۱/۳۵ برابر جریان نامی خازن انتخاب گردد البته فرض بر این است که یک فیوزجهت حفاظت یک خازن بکار می رود در غیر اینصورت در یک مجموعه خازنی جهت دو و سه عدد خازن در هر فاز به ترتیب حداقل فیوزهای ۲/۷ و ۴/۰۵ برابر جرین نامی هر خازن لازم است.



شکل ۶

WikiPower.ir

طریقه به کار افتادن عایق PAPER– FILM

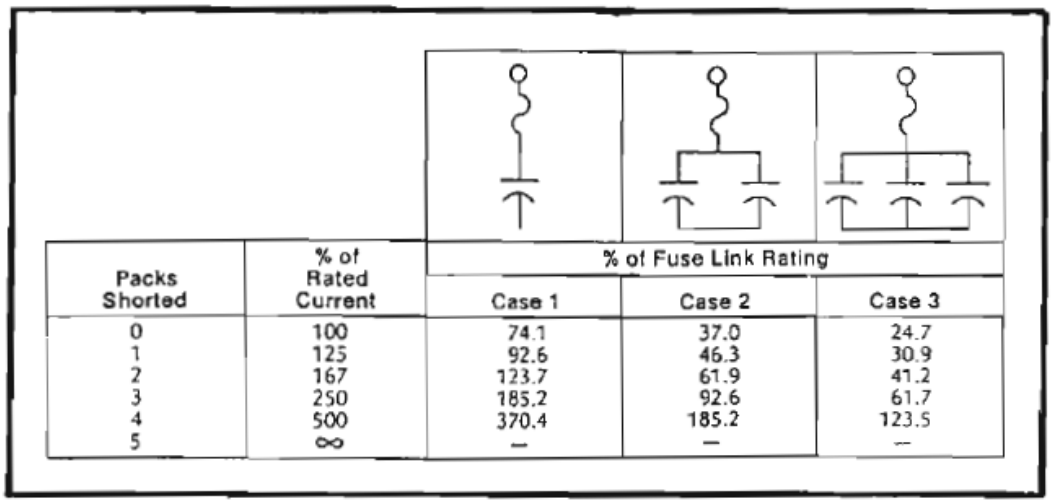
فرض کنیم که یک خازن PAPER – FILM از کار افتاده است از کار افتادن یک خازن به معنای شکسته شدن عایق بین دو ورق آلومینیوم می باشد این باعث می گردد تا جریان ضعیفی از یک ورق آلومینیم به ورق دیگر تخلیه گردد در سیستم عایقPAPER – FILM وقتیکه این تخلیه ضیف برقرار می شود صفحه نازک پلی پروپیلین از محل تخلیه ضعیف برقرار می شود صفحه نازک پلی پروپیلین از محل تخلیه جریان جدا گشته و به عقب کشیده می شود لایه KRAFT0 TISSUE که هنوز بین دو ورق باقی مانده است تجزیه و متلاشی می وشد و از خود مقداری کربن به جای می گذارد بقایای کربن مانند یک مقاومت بین دو ورق آلومینیوم عمل می کند و قوس الکتریکی بین دو ورق را برقرار می سازد .

قوق الکتریکی درون روغن (مایع عایق) تولید حبابهای گاز می نماید حسابهای گاز به قسمت فوقانی محفظه خازن (تانک) صعود کرده و فضای نزدیک به سطح بالایی تانک و بوشینگ را اشغال می کنند

همزمان با تولید گاز حجم داخلی خازن تغییر یافته سبب برآمدگی تانک خازن می شود تا فضای اضافی مورد نیاز گاز تامین شود نتیجتا سطح مایع عایق داخل تانک خازن به پایین رانده شده و نزدیک به قسمت فوقانی مجموعه خازنها (PACK) فضای آلوده به گاز باقی می ماند پس از مدتی باقیمانده کربن شکسته شده اجازه می دهد دو ورق آلومینیوم به همدیگر برخورد نمایند مدت زمان لازم جهت بوقوع پیوستن این عمل مشخص نمی باشد زیرا معلوم نیست که برای چه مدت چه مقدار کاغذ تجزیه و متلاشی می شودولی برای سهولت مطلب فرض کنیم پس از مدتی KRAFT – TISSUE می شکند و دو ورق آلومینیوم به همدیگر متصل می شوند در نتیجه ظرفیت واحد تا مقدار ۱/۲۵ میکروفار اد افزایش خواهد یافت یا بعبارت دیگر ۲۵٪ به جریان افزوده می شود جریان ۱/۲۵ آمپر جهت ذوب فیوز ۱/۲۵ آمپری که قبلا انتخاب شده است کافی نمی باشد لذا چهار PACK سری باقیمانده اکنون تحت فشار سطح ولتاژ بالاتری (۱۲۵٪) نسبت به آنچه درابتدا برای آن طراحی شده اند قرار دارند لاجرم پس از مدتی یکی دیگر از خازنهای سری (PACK) تحت تاثیر سطح ولتاژ بالاتر و سیستم عایق آلوده از کار خواهد افتاد در حقیقت یکبار دیگر مراحل ذکر شده فوق برای خازن بعدی اتفاق خواهد افتاد که نهایتا باعث می شود تا گاز بیشتر ازدیا حجم بیشتر و پایین رفتن سطح مایع از قوس الکتریکی بوجود آمده ناشی گردد تا آنجاییکه شکست ولتاز بین اتصالات وبدنه تانک حاصل شده و متعاقب آن انفجار تانک از قسمت فوقانی بوقوع خوهد پیوست .

محل انفجار تانک بستگی کامل به استحکام مقاومت جنس و جوشکاری تانک خازن دارد اگر جوشکاری تانک خازن مناسب نباشد انفجار تانک ممکن است خیلی زودتر از محل درز جانبی (محل برش) و یا کف تانک اتفاق افتد همه این اتفاقات می تواند قبل از اینکه جریان کافی جهت ذوب فیوز محافظ کشدیه شود حادث گردد بنابراین بقایای کربن ناشی از تجزیه (KRAFT – PAPER بصورت یک مقاومت افزایش جریان را محدود می کند از طرف دیگر مدت زمانی که بقایای کربن در عایق فعال خازن باقی می ماند مشخص نیست روش شبیه سازی شرایط و محیط ازکار افتادن خازنهای با عایق PAPER – FILM هم مقدور نیست زیرا شبیه سازی نمی تواند مجهولات مربوط به متلاشی شدن کاغذ را پیش بینی کند لذا سازندتگان خازنهای PAPER – FILM قارد نخواهند بود بطور دقیق و قطعی منحنی مربوط به مشخصه انفجار تانک این قبیل خازنها را پیش بینی و یا تهیه نمایند به همین دلیل است که از منحنی های احتمالی و تقریبی باید استفاده نمود در این راستا آزمایشات مختلفی توسط سازندگان خازنهای PAPER – FILM جهت تایید و اعتبار بخشیدن منحنی ها احتمای ۱۰٪ اجرا شده است بنابراین خازنی که توسط یک فیوز محافظت می شود مورد بررسی قرار گرتف و مشاهده شد که امکان ترکیدن تانک این نوع خازن بطور قابل ملاحظه ای با افزایش تعداد خازنها افزایش می یابد بطوریکه یک فیوز ۲/۷ آمپری جهت

حفاظت دو خازن و یا یک فیوز ۲/۰۵ آمپری جهت حفاظت به خازن نیاز به اتصال کوتاه شدن مجموعه های (PACK) بیشتری دارند تا ذوب شوند این پدیده موجب می شود تا گاز بیشتری تولید شده و احتمال ترکیدن تانک خازن بطو ر مخصوصی افزای یابد (جدول ۱) .



Packs Shorted	% of Rated Current	% of Fuse Link Rating		
		Case 1	Case 2	Case 3
0	100	74.1	37.0	24.7
1	125	92.6	46.3	30.9
2	167	123.7	61.9	41.2
3	250	185.2	92.6	61.7
4	500	370.4	185.2	123.5
5	∞	—	—	—

جدول ۱- احتمال انفجار تانک خازن

طریقه از کار افتادن خازن

WikiPower.ir

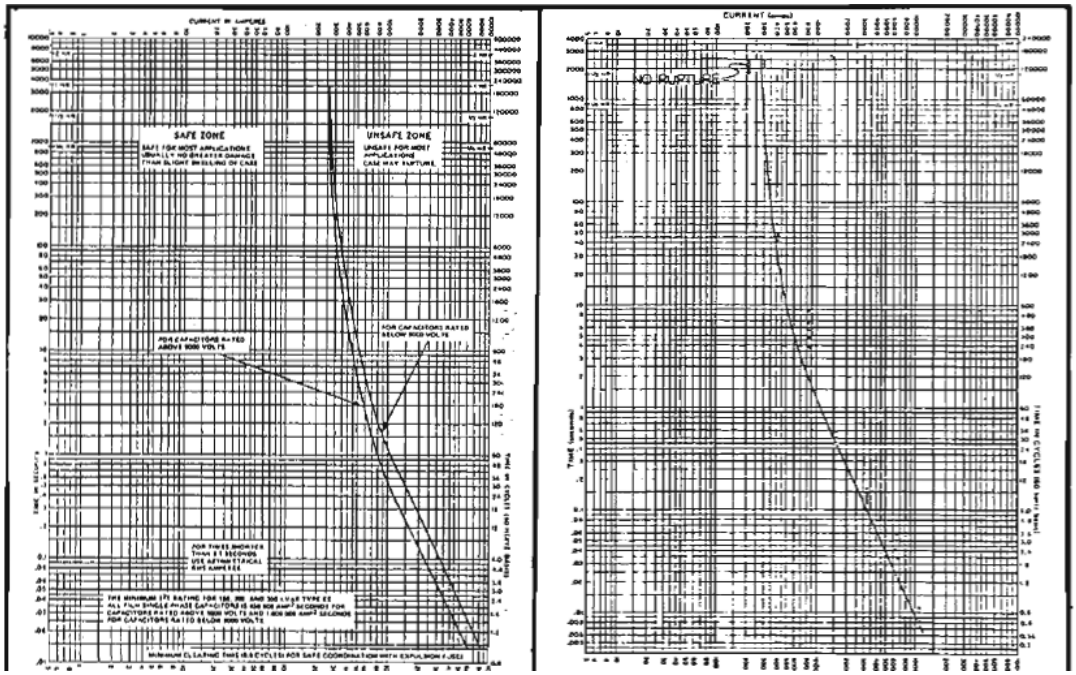
هنگامیکه سیستم عایق ALL- PILM که در شکل ۵- (الف) نشان داده شده است از کار می افتد عایق بین دو ورق شکسته شده باعث می گردد تخلیه جریان ضعیفی از یک ورق به ورق دیگر برقرار گیرد فضای اشغال شده میان دو ورق اکنون لایه نازک پلیپروپیلین خالص است لایه نازک زمانیکه در معرض منبع گرما قرار گیرید جدا گشته و از نقطه گرما به عقب گشیده می شود دو ورق به همدیگر برخورد نموده PACK را اتصا کوتاه می نماید این اتصال بدون تولید گاز و یا با مقدار خیلی کم همراه است زیرا هیچگونه TISSUE یا مقاومت دیگری که منشا قوس الکتریکی بین دو ورق آلومینیوم گردد وجود ندارد .

از اتصال کوتاه شدن یک PACK 25% افزایش جریان منتج می شود متعاقب آن ۱۲۵٪ ازدیاد ولتاژ در خازنهای سری (PACK) باقیمانده بوجود می اید در سطح فشار بالاتر بعد از مدت زمانی یک PACK دیگر از کار افتاده دوباره اتصال کوتاه همراه با کمی و یا بطور کلی بدون تولید گاز رخ خواهد داد و افزایش جریان فیوز را سبب می گردد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آزمایش انفجار تانک نشان می دهد که یک خازن با سیستم عایق ALL- PILM۰شکل ۵- ب) می تواند به اتصال کوتاه کامل ترمینال به ترمینال برسد بدون اینکه مقدار گاز قابل انـدازه گیـری تولیـد نمایـد انجـام آزمایشات عدیده انفجار تانک روی سیستم عایق ALL- PILM برای مصرف کنندگان یک منحنـی انفجـار تانک دقیق را فراهم نموده است روش استفاده شده جهت از کار انداختن خازنها در این آزمایشات در واقع شبیه سازی شرایط واقعی در زمان کارکرد بوده است خازنها تحت فشـار ناشـی از ولتـاژ و درجـه حـرارت بالای محیط در حالیکه جریان زیر نظر بوده است بکار گرفته می شوند کار کردن خازن در فشار و در جـه حرارت بالا عمر آنها را کوتاه می سازد .

پس از اینکه خازنها به این سبک از کار افتاده می شوند آزمایشات ترکیدن تانـک بـر روی آنهـا بـا اعمـال جریان اتصال کوتاه به هر خازن بعمل آمده مدت زمان رسیدن تانک به حد انفجار اندازه گیری مـی شـود شکل (۷) بیانگر اطلاعات واقعی بدست آمده از این آزمایشات است .



همانگونه که مشاهده می شود زمانهای ترکیدن تانک برای سـطوح مختلـف جریانهـای خیلـی نزدیـک بـه همدیگر دسته بندی شده ند از رو یک منحنی ترکیدن تانک در سمت چپ نقاط بدست آمده از اطلاعـات واقعی رسم گردیده که نسبت به منحنی واقعی یک منحنی محافظه کارانه است در نتیجه اگر عمـل فیـوز کردن در سمت چپ این منحنی صورت گیرد یک قطع مطمئن خواهد بود و چنانچـه عمـل قطـع کـردن فیوز در سمت راست این منحنی صورت گیرد هماهنگونه که در شکل (۸) ملاحظه می شود این یک قطع نامطمئن خواهد بود .

۱- ارزیابی انفجار تانک خازن PAPER – FILM به دلیل ابهام ناشی از کاغذ درون سیستم عایق فعال بطور قطعی قابل پیش بنی است لذا ارزیاب جهت تایید منحنی انفجار هر خازنی که دریافت می دارد بایستی اطلاعات مربوط به آزمایش خازن را از سانده مطالبه نماید و پس از تجزیه و تحلیل قانع شود که منحنی های فراهم شده در حد کفایت دقیق می باشند واطمینان پیدا کند که به مناسب ترین و بی خطر ترین مقدار ممکن جهت فیوز محافظ دست یافته است در سالهای اخیربه منظو دستیابی به عمل قطع مطمئن یک فیوز و یا حداقل کاهش تعداد اتفاقات منجر به انفجار خازنهای با سیستم عایق مختلف تلاش زیادی صورت گرفته است .

بطور کلی از دیدگاه حفاظتی اختلاف بسیار زیادی برای انواع مختلفی خازنها وجود دارد که متاسفانه شرح کامل آن از حوصله این مقاله خارج است بطور اجمال مثلا اگر خازن از نوع MIXED DIELECTRIC باشد حفاظت آن بوسیله فیوزهای درونی جداگانه محاسنی از قبیل قطع سریع خازن داخلی (PACK) معیوب کاهش قابل اغماض قدرت خروجی خازن عدم تغییر محسوس در عمر خازنهای باقیمانده احتمال کم انفجار محفظه خازن و امکان ساخت واحدهای بزرگ خازنی را دارد حال اگر نوع سیستم عایق خازن METALLIZED – DIELECTRIC باشد که اختلاف این دو نوع عمدتا در ضخامت ورق آلومینیوم آنها است نوع اخیر از ضخامت ورق کمتری برخوردار است در نتیجه مقاومت الکتریکی الکترودها (ورق آلومینیوم) به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می یابد در عمل ثابت شده که حفاظت با استفاده از روش فیوزهای درونی جداگانه در خیلی از موارد برای این قبیل خازنها اثری ندارد لذا جهت حفاظت خازنها با توجه به شرایط از کار افتادگی خازن نوع سیستم عایق بکار رفته و محل نصب آنها بایستی از روش مناسب استفاده شود از جمله روشهای دیگر حفاظتهای استفاده از قطع مکانیکی خازن استفاده از کلیدهای فشار و بکارگیری حفاظت دو فیوزه برون خازنی می باشد که هیچکدام بصورت صد درصد موثر شناخته نشده است .

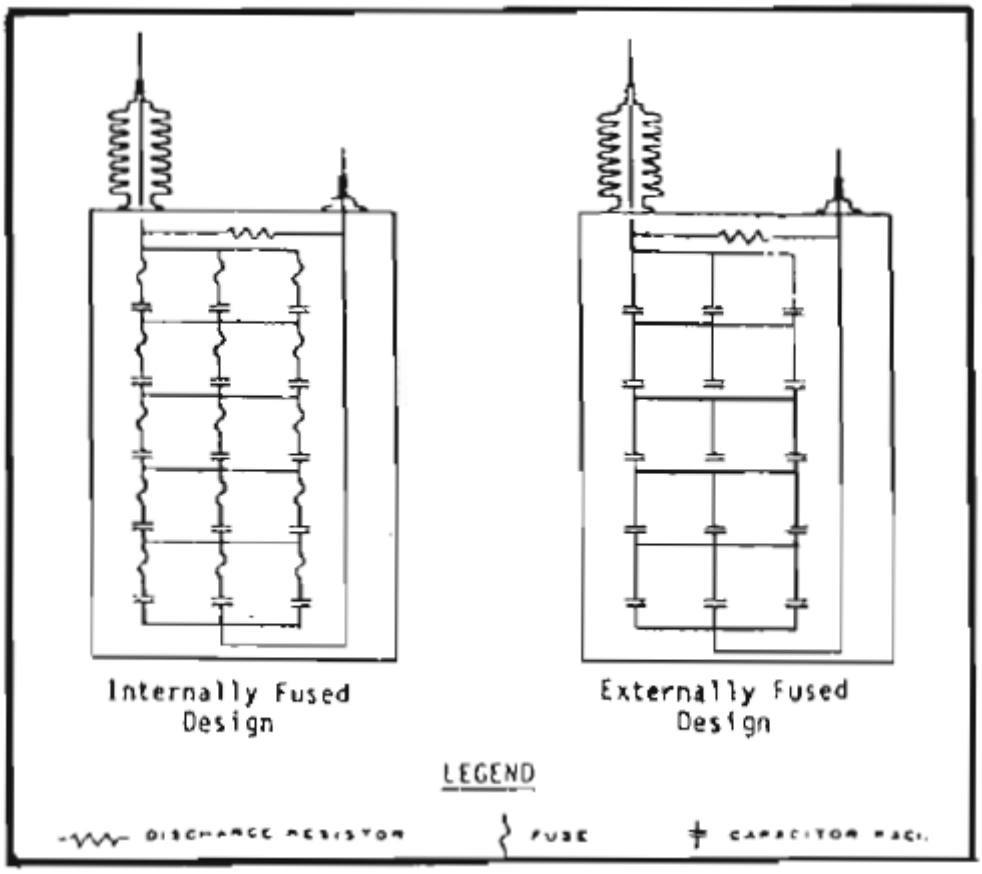
بنابراین راه منطقی این است که از یک سیستم عایقی که هنگام از کار افتادن خازن گاز زیادی از خود متصاعد نکند استفاده شود همانگونه که توضیح داده شد با بکارگیری سیستم عایق ALL- FILM این مهم میسر خواهد شد این نوع سیستم عایق امکان دستیابی به بهترین هماهنگی ممکن بین منحنی انفجار تانک خازن و منحنی مشخصه عملکرد فیوز به مصرف کننده می دهد .

نتیجه

کاربرد خازنهای قدرت علیرغم محاسن و معیب آن اجتناب ناپذیر است لذا با توجه به انواع خازنها و طرحهای حفاظت مختلف که توسط سازندگان ارائه می گردد نهایت دقت در انتخاب نوع سیستم عایق خازن و طرح حفاظتی آن بایستی بعمل آید .

اهمال در بررسی و مطالعه مشخصه فنی خازنها و عدم انتخاب مناسب بانکهای خازنی می تونند علاوه بر تحمیل هزینه سنگین تهیه و خرید خسارتهای جنبی دیگری از قبی صدمه زدن به تاسیسات و دستگاههای مجاور بر اثر احتمال بروز حریق تمیز کاری تعطیل بهره برداری و غیره را وارد نماید خازنهای با سیستم عایق ALL – FILM در شرایط واقعی کار از توانایی بیشتر و بهره برداری مطمئن نسبت به خازنهای با عایق PAPER – FILM برخوردارند .

از جمله این توانایی ها کم بودن تلفات حجم حرارت و هزینه بهره برداری آن است ضمنا قبل از اتخاذ هر گونه تعمیمی در جهت انتخاب خازن و نوع حفاظت آن شخص ارزیابی کننده باید از اهمیتی که شرکت برای ایمنی خازن قائل است مطلع باشد و به هر حال اطمینان حاصل نماید که طرح حفاظت خازن پیشنهادی واقعا می توان خازن خریداری و نصب شده را به نحوی محافظت نماید که فیوز یا هر وسیله حفاظتی دیگر قبل از انفجار تانک عمل نموده و خازن را از مدار جدا سازد .



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

محاسبات هماهنگی رله ها

خلاصه فصل

تنظیم رله های جریانی براساس محاسبات اتصال کوتاه سه فاز انجام می گیرد اما با در نظر گرفتن نوع ترانسفور ماتورهای تبدیل مورد استفاده در شبکه های توزیع که عموما ستاره – مثلث هستند می توان گفت که در تمام شرایط این نتایج کارآمد نیستند زیرا در اثر شرایط این نتایج کارآمد نیستند زیرا در اثر بروز خطای دو فاز در یک سمت ترانسفورماتور، از طرف دیگر جریان سه فاز خواهد گذشت و این پدیده فاصله زمانی لازم بین عملکرد رله هایاصلی و پشتیبان را کاهش داده و سبب عملکرد نابجای حفاظت پشتیبانی بجای اصلی خواهد شد این مسئله بخصوص از آنرو حائز اهمیت است که احتمال وقوع خطای دو فاز در خطوط هوایی توزیع از اتصال کوتاه سه فاز به مراتب بیشتر است .

در این مقاله سعی می شود تا از طریق بسط یک دیدگاه نظری روش عملی جهت محاسبات هماهنگی رله ها ارائه کرد تا در نهایت بهترین تنظیم های جریانی و زمانی ممکن را برای رله های جریان زیاد مورد استفاده در شبکه های توزیع و فوق توزیع فراهم آورد .

WikiPower.ir

مقدمه

استفاده از رله های جریان زیاد (O. C) بمنظور تشخیص خطاهای فازی و رله های اتصال زمین (E/ F) جهت تشخیص خطاهای زمین در شبکه های توزیع و فوق توزیع کاملا متداول است .

در شبکه های توزیع از این رله ها بعنوان حفاظت اصلی و در شبکه های فوق توزیع گاهی بعنوان حفاظت اصلی و گاهی بعنوان حفاظت پشتیبان استفاده می شود .

بمنظور عملکرد صحیح سیستم حفاظتی و اجتناب از قطع بیمورد انرژی مصرف کنندگان بایستی میان تنظیم زمانی رله ها هماهنگی برقرار گردد یعنی میان زمان عملکرد رله اصلی و رله پشتیبان همواره

حداقل فصاه زمانی معینی وجود داشته باشد تا از عملکرد نابجای رله ها و بی برق شدن بی دلیل بخشی از شبکه ممانعت بعمل آید .

با توجه به اینکه با رعایت فاصله زمانی لازم برای هماهنگی بین رله های اصلی و پشتیبان زمان علمکرد انتهایی ترین رله نسبت به محل مصرف شدیدا افزایش می یابد معمولا در شبکه های توزیع و خصوصا شبکه های فوق توزیع از رله های جریانی با منحنی مشخصه عملکرد معکوس (Inverse) استفاده می کنند که با افزایش جریان خط زمان عملکرد رله نیز کاهش می یابد بدنی ترتیب زمان عملکرد رله نیز کاهش می یابد بدین ترتیب زمان عملکرد رله های دورتر از محل مصرف برای خطاهای مخرب با جریان بالا کمتر شده و امکان استفادهازاین رله ها برای شبکه های بزرگ و بهم پیوسته فراهم می گردد .

بیشترین جریان خطا برای هماهنگی رله های فازی جریان اتصال کوتاه سه فاز است . این مطلب را می توان با استفاده از روابط موجود در میان مدارهای معادل در آنالیز سیستم های قدرت نشان داد از این تحلیل می توان نتیجه گرفت :

که جریان اتصال کوتاه سه فاز ۱۵٪ جریان اتصا کوتاه دو فاز در شرایط مساوی بیشتر است و بنابراین می تواند مبنای مناسبی برای محاسبات هماهنگی و تنظیم رله های جریان زیاد باشد . زیرا با توجه به طبیعت این رله ها اگر هماهنگی بازای بیشترین جریان خطا برقرار باشد می تون ادعاد کرد که هماهنگی بازای جریانهای پایین تر نیز برقرار خواهد بود .

WikiPower.ir

طرح مسئله

در تنظیم رله های جریانی یک شبکه شعاعی فرض بر این است که از رله های اصلی و پشتیبانی هنگام وقوع خطا جریانی برابر می گذرد بر این اساس تنظیم زمانی رله های اصلی و پشتیبان با یک جریان خطا محاسبه می شود اما مشکلی که بواسطه وجود ترانسفورماتوری ستاره – مثلث در شبکه های توزیع و فوق توزیع پیش می آید این است که هنگام وقوع خطای دو فاز در یک سمت ترانس، در طرف دیگر در یکی از فازها جریان خطای سه فاز ظاهر خواهد شد که این پدیده سبب کم شدن فاصله زمانی میان عملکرد سبب کم شدن فاصله زمانی میان عملکرد رله های اصلی وپشتیبانی شده و در نهایت احتمال عملکرد نابجای رله پشتیبان بجای رله اصلی را بیشتر خواهد کرد دلیل وقوع این پدیده را با توجه به جریانهای گذرنده از سیم پیچ های تراسفورماتور در زمان وقوع خطا می توان نشان داد .

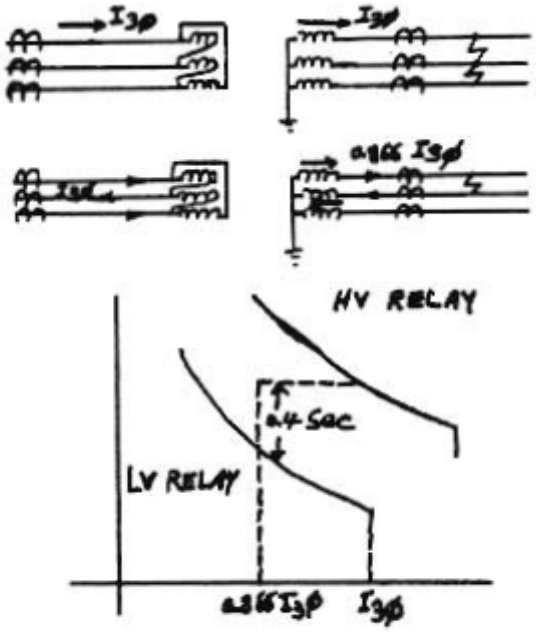
این مسئله خصوصا از آن جهت قابل تامل است که احتمال وقوع خطاهای دو فاز در خطوط هوایی توزیع از خطای اتصال کوتاه سه فاز به مراتب بیشتر است با در نظر گرفتن این حقیقت که بیشتر خطاهای

تکفاز با زمین ناشی از پارگی های سیمهای خطوط با شکستن مقره ها نیز بدلیل مقاومت بالای مح خطا بویژه در نواحی گرم و خشک توسط رله های اتصال زمین قابل تشخیص نبوده و در نهایت بدلیل بالا بودن سطح ولتاژ روی مقره های مجاور نسبت به زمین به خطای دو فاز منجر خواهد شد از اینرو گاهی توسط پرسنل بهره برداری خطوط و پستها عنوان می شود که در اثر وقوع خطا در یکی از فیدرهای خروجی ترانسفورماتور بجای عمل کردن کلید مربوط به آن فیدر و پاک کردن موضعی خطا کلید اصلی طرف دیگر ترانسفورماتور عمل نموده و شینه اصلی را بی برق کرده است .

راه حل پیشنهادی

ممکن است پیشنهاد می شود که برای رفع این مشکل از جریان خطای دو فاز برای هماهنگی رله های اصلی و پشتیبان استفاده کنیم اما همانطوریکه در قسمت های قبلی اشاره شده مقدار جریان خطای دو فاز از جریان خطای سه فاز کمتر است و اگر تنظیم زمانی بین منحنی ها با استفاه از جریان کمتر انجام شده باشد در صورت وقوع خطای سه فاز دیگر فاصله زمانی لازم وجود نخواهد داشت و هماهنگی بهم خواهد خورد این حقیقت با استفاده از رسم منحنی های رله های اصلی پشتیبان در یک صفحه مختصات جریان –ز مان قابل رویت می باشد .

پس برای انجام هماهنگی با در نظر گرفتن پدیده مورد بحث بایستی بدتری شرایط را در نظر بگیریم و آن حالتی است که از له اصلی جریان دو فاز و از رله پشتیبان جریان سه فاز می گذرد بنابراین بایستی تنطیم جریان سه فاز می گذرد بنابراین بایستی تنظیم زمانی رله اصلی بر مبنای خطای دو فاز و تنظیم رله پشتیان سر اساس خطای سه فاز محاسبه گردد این روش با استفاده از نمایش ترسیمی و منحنی های مشخص رله های اصلی و پشتیبان در شکل (۱) نشان داده شده است .



شکل (۱) : نمایش ترسیمی تنظیم

WikiPower.ir

روش محاسباتی تنظیم رله های جریانی

هماهنگونه که از نمایش ترسیمی در شکل (۱) پیداست بایستی برای پیدا کردن تنظیم های زمانی رله های طرفین ترانس ابتدا زمان عملکرد رله اصلی را با استفاده از جراین خطای دو فاز بدست آورده و سپس با افزودن خطای دو فاز بدست آورده و سپس با افزودن فاصله زمانی لازم (0.4 sec) زمان عملکرد رله پشتیبان را پیدا کنیم آنگاه با استفاده از جریان اتصال کوتاه سه فاز و زمان محاسبه شده تنظیم زمانی رله پشتیبان بدست می آید .

روش کار بدین صورت است که ابتدا تنظیم زمانی رله اصلی (T.D.S) را روی مینیمم مقدار خود (مثلا 0.0.5) قرار می دهیم آنگاه زمان عملکرد این رله را بازای جریان خطای دو فاز در محل کلید اصلی (با فرض باز بودن کلیدانتهای خط) به کمک روش ترسیمی و با معادله ریاضی معرف منحنی مشخصه رله (این معادله را با دقت بسیار خوبی با روشهای عددی بر ازش خم می توان پیدا کرد) پیدا نموده و t 1 می نامیم به این زمان فاصله زمانی لازم برای هماهنگی رله های اصلی و پشتیبان (C.T.I) را اضافه می کنیم

زمان عملکرد لازم برای رله پشتیبان بدست می آید که آنرا t_2 می نامیم به کمک t_2 و جریان خطای سه فاز گذرانده از رله پشتیبان با استفاده از معادله مشخصه رله تنظیم زمانی با T.D. S رله پشتیبان بدست می آید بهمین ترتیب TDS بدست آمده را مبنا قرا رداده و T.D. S رله پشتیبان آنرا پیدا می کنیم تا همه رله ها هماهنگ شوند .

مزایا و معایب روش پیشنهادی

هماهنگونه که از نمایش ترسیمی روش فوق در شکل (۱) مشهود است با استفاده از این روش فاصله زمانی میان منحنی های مشخصه رله های اصلی و پشتیبان نسبت به حالتی که تنظیم های زمانی با استفاده از جریان اتصال کوتاه سه فاز محاسبه شوند قدری بیشتر می شود این مسئله در فاز محاسباتی با بیشتر شدن مقدار عددی T.D.S رله پشتیبانی نسبت به حالت قبل خودنمایی می کند هر دو این رخدادها معرف این حقیقت است که با بهره گیری از این روش زمان عملکرد رله پشتیبان و رله های بعدی به ازای وقوع خطای سه فاز در محل کلید اصلی نسبت به حالت قبل قدری بیشتر می شود که البته مطلوب ما نیست چرا که یکی از اهداف عمده در هماهنگی رله های حفاظتی کاستن از زمان عملکدر رله ها و پاک شدن خطا در کوتاه ترین زمان ممکن است اما در عوض با صرف نظر کردن از این پدیده احتمال بی برق شدن بی دلیل بخشی از شبکه در نتیجه وقوع خطا در ناحیه مجاور آن افزایش می باد که کاهش قابلیت اطمینان برای مصرف کنندگان انرژی الکتریکی را بدنبال خواهد داشت با مقایسه این دو وضعیت متضاد می توان استفاده از این روش را بطور منطقی توصیه کرده چرا کهاولا همانگونه که اشاره شد احتمال وقوع خطا دو فاز در شبکه های توزیع از خطای سه فاز بیشتر است و ثانیا زمان عملکرد سیستم حفاظتی در شبکه های توزیع به اندازه شبکه های فشار قوی انتقال انرژی از حساسیت برخوردار نیست زیرا در آن شبکه ها در صورت پاک نشدن خطا در مدت زمان معین احتمال بروز ناپایداری و خارج شدن سیستم از سنکرونیسم وجود دارد بنابراین بایستی از حفاظتی سریعتر و مطمئن تر مانند حفاظت دیستانس استفاده شود اما در شبکه های توزیع رساندن برق مطمئنتر مانند حفاظت دیستانس استفاده شود اما در شبکه های توزیع رساندن برق مطمئن به مصرف کنندگان انرژی از اولویت برخوردار باشد از اینروست که بکار بردن این روش در تنظیم رله های جریانی توصیه می گردد

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه گیری

در این فصل ضمن اشاره به روش های حفاظت جریانی در شبکه های توزیع به طـح مسـئله تنظـیم رلـه های جریانی با حضور تراسنفورماتورهای ستاره – مثلث پرداخته شد و ضـمن اشـاره بـه کارآمـد نبـودن روشهای موجود در بدست آوردن تنظیم های مناسب روشی پیشنهاد گردید که تنظیم های زمـانی را بـا در نظر گرفتن حداکثر قابلیت اطمینان برای .

روش صحیح تنظیم رله های جریانی در شبکه توزیع

مقدمه

تنظیم رله های جریانی بر اساس محاسبات اتصال کوتاه سه فاز انجام می گیرد . اما با در نظر گرفتن نـوع ترانسفورماتورهای تبدیل مورد استفاده در شبکه های توزیع که عموما ستاره – مثلـث هسـتند مـی تـوان گفت که در تمام شـرایط ایـن نتـایج کارآمـد نیسـتند زیـرا در اثـر بـروز خطـای دو فـاز در یـک سـمت ترانسفورماتور از طرف دیگر جریان سه فاز خواهد گذشت و این پدیده فاصله زمان یلازم بین عملکرد رلـه های اصلی و پشتیبان را کاهش داده و سبب عملکرد نابجای حفاظت پشتیبان بجای اصلی خواهد شد این مسئله بخصوص از آنرو حائز اهمیت است که احتمال وقوع خطای دو فاز در خطوط هوایی توزیع از اتصال کوتاه سه فاز به مراتب بیشتر است .

در این فصل سعی می شود تا از طریق بسط یک دیدگاه نظری روشی علمی جهـت محاسـبات همـاهنگی رله ها ارائه گردد تا در نهایت بهترین تنظیم های جریانی و زمانی ممکن را برای رلـه هـای جریـان زیـاد مورد استفاده در شبکه های توزیع و فوق توزیع فراهم آورد .

استفاده از رله های جریان زیاد (O/C) بمنظور تشخیص خطاهای فازی و رله هـای اتصـال زمـین (E/F) جهت تشخیص خطاهای زمین در شبکه هیا توزیع و فوق توزیع کاملا متداول است .

در شبکه های توزیع از این رله ها بعنوان حفاظت اصلی و در شبکه های فوق توزیع گاهی بعنوان حفاظت اصلی و گاهی بعنوان حفاظت پشتیبان استفاده می شود .

بمنظور عملکرد صحیح سیستم حفاظتی و اجتناب از قطع بیمورد انرژی مصرف کننـدگان بایسـتی میـان تنظیم زمان رله ها هماهنگی برقرار گردد یعنی میان زمان عملکرد رله اصی و رله پشتیبان همواره حداقل

فاصله زمانی معینی وجود داشته باشد تا از عملکرد نابجای رله ها و بی برق شدن بی دلیل بخشی از شبکه ممانعت بعمل آید .

با توجه به اینکه با رعایت فاصله زمانی لازم برای هماهنگی بین رله های اصلی و پشتیبان زمان عملکرد انتهایی ترین رله نسبت به محل مصرف شدیدا افزایش می یابد معمولا در شبکه های توزیع و خصوص شبکه های فوق توزیع از رله های جریانی با منحنی مشخصه عملکرد معکوس (Inverbe) استفاده می کنند که با افزایش جریان خطا زمان عملکرد رله نیز کاهش می یابد بدین ترتیب زمان عملکرد رله های دورتر از محل مصرف برای خطاهای مخرب با جریان بالا کمتر شده و امکان استفاده از این رله ها برای شبکه های بزرگ و بهم پیوسته فراهم می گردد .

بیشترین جریان خطا برای هماهنگی رله های فازی جریان اتصال کوتاه سه فاز است این مطلب را می توان با استفاده از روابط موجود میان مدارهای معادل در آنالیز سیستم های قدرت نشان داد (۲و ۱) از این تعطیل می توان نتیجه گرفت که جریان اتصال کوتاه سه فاز ۱۵٪ از جریان اتصال کوتاه دو فاز در شرایط مساوی بیشتر است و بنابراین می تواند مبنای مناسبی برای محاسبات هماهنگی و تنظیم رله های جریان زیاد باشد زیرا با توجه به طبیعت این رله ها اگر هماهنگی بازای بیشترین جریان خطا برقرار باشد می تون ادعاد کرد که هماهنگی بازای جریانهای پایین تر نیز برقرار خواهد بود .

۲- در تنظیم رله های جریانی یک شبکه شعاعی فرض بر این است که از رله های اصلی و پشتیبان هنگام وقوع خطا جریانی برابر می گذرد بر این اساس تنظیم زمانی رله های اصلی و پشتیبان با یک جریان خطا محاسبه می شود اما مشکلی که بواسطه وجود ترانسفورماتورهای ستاره – مثلث در شبکه های توزیع و فوق توزیع پیش می اید این است که هنگام وقوع خطا دو فاز در یک سمت ترانس در طرف دیگر در یکی از فازها جریان خطای سه فاز ظاهر خواهد شد که این پدیده سبب کم شدن فاصله زمانی میان عملکرد رله های اصلی و پشتیبان شده و در نهایت احتمال عملکرد نابجای رله پشتیبان بجای رله اصلی را بیشتر خواهد کرد دلیل وقوع این پدیده را با توجه به جریانهای گذرنده از سیم پیچیهای ترانسفورماتور درزمان وقوع خطا می توادن نشان داد .

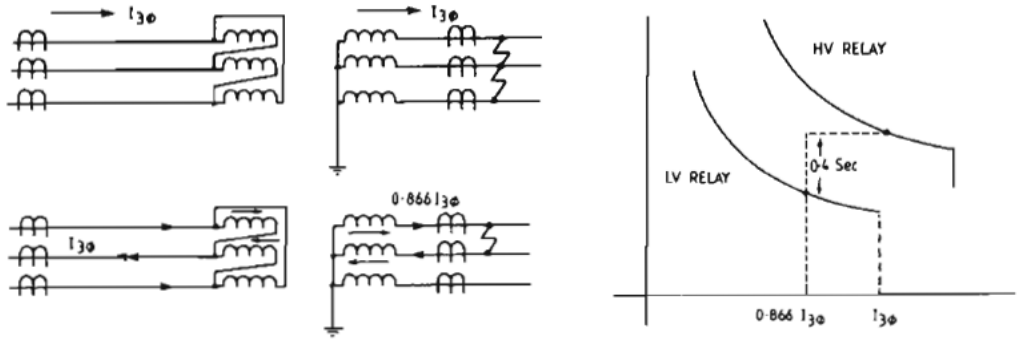
این مسئله خصوصا از آن جهت قابل تامل است که احتمال وقوع خطاهای دو فاز در خطوط هوایی توزیع از خطای اتصال کوتاه سه فاز به مراتب بیشتر است با در نظر گرفتن این حقیقت که بیشتر خطاهای تکفاز با زمین ناشی از پارگی هادیهای خطوط با رله های اتصال زمین قابل تشخیصی نبوده و در نهایت بدلیل بالا بودن سطح ولتاژ روی مقره های مجاور نسبت به زمین به خطای دو فاز منجر خوهد شد از اینرو گاهی توسط پرسنل بهره برداری خطوط و پستها عنوان می شود که در اثر وقوع خطا در یکی از فیدرهای

خروجی ترانسفورماتور بجای عمل کردن کلید مربوط به آن فیدر و پاک کردن موضعی خطا کلید اصلی طرف دیگر ترانسفورماتور عمل نموه واصلی را بی برق کرده است .

راه حل پیشنهادی

ممکن است پیشنهاد شود که برای رفع این مشکل از جریان خطای دو فاز برای هماهنگی رله های اصلی و پشتیبان استفاده کنیم اما همانطوریکه در قسمتهای قبلی اشاره شد مقدار جریان خطا دو فاز از جریان خطای سه فاز کمتر است و اگر تنظیم زمانی بین منحنی ها با استفاده از جریان کمتر انجام شده باشد در صورت وقوع خطای سه فاز دیگر فاصله زمانی لازم وجود نخواهد داشت و هماهنگی بهم خواهد خورد این حقیقت با استفاده از رسم منحنی های رله های اصلی و پشتیبان در یک مختصات جریان – زمان قابل رویت می باشد.

پس برای انجام هماهنگی با در نظر گرفتن پدیده مورد بحث بایستی بدترین شرایط را در نظر بگریم و آن حالتی است که از رله اصلی جریان دو فاز و از رله پشتیبان جریان سه فاز می گذرد بنابراین بایستی تنظیم زمانی رله اصلی بر مبنای خطای دو فاز و تنظیم رله پشتیبان براساس خطای سه فاز انجام گیرد این روش در شکل ۱ نمایش داده شده است:



شکل (۱) : نمایش ترسیمی تنظیم رله های جریانی در شبکه های توزیع

روش محاسباتی تنظیم رله های جریانی

همانگونه که از نمایش ترسیمی در شکل (۱) پیداست بایستی برای پیدا کردن تنظیم های زمانی رله های طرفین ترانس ابتدا زمان عملکرد رله اصلی را با استفاده از جریان خطای دو فاز بدست آورده و سپس با افزودن فاصله زمانی لازم (0.4 sec) زمان عملکرد رله پشتیبان را پیدا کنیم آنگاه با استفاده از جریان اتصال کوتاه سه فاز و زمان محاسبه شده تنظیم زمانی رله پشتیبان بدست می آید .

روش کار بدین صورت است که ابتدا تنظیم زمانی رله اصلی (T.D.S) را روی مقدار خود (مثلاً 0.05) قرار می دهیم آنگاه زمان عملکرد این رله بازای جریان خطای دو فاز در محل کلید اصلی (با فرض باز بودن کلید انتهای خط) به کمک روش ترسمی و یا معادله ریاضی معرف منحنی مشخصه رله (این معادله را با دقت بسیار خوبی با روشهای عددی بر ارزش خم می توان پیدا کرد) پیدا نموده و t1 می نامیم به این زمان فاصله زمانی لازم برای هماهنگی رله های اصلی و پشتیبان (c.t.l) را اضافه می کنیم زمان عملکرد لازم برای رله پشتیبان بدست می آید که آنرا t2 می نامیم به کمک t2 و جریان خطای سه فاز گذرنده از رله پشتیبان با استفاده از معادل مشخصه رله تنظیم زمانی یا T.D.S رله پشتیبان بدست می آید بهمین ترتیب TDS بدست آمده را مبنا قرار داده و T.D.S رله پشتیبان آنرا پیدا می کنیم تا همه رله ها هماهنگ شوند .

مزایا و معایب روش پیشنهادی

WikiPower.ir

هماهنگونه که از نمایش ترسیمی روش فوق در شکل (۱) مشهود است با استفاده از روش فاصله زمانی میان منحنی های مشخصه رله های اصلی و پشتیبان نسبت به حالتی که تنظیم های زمانی با استفاده از جریان اتصال کوتاه سه فاز محاسبه می شوند قدری بیشتر می شود این مسئله در فاز محاسباتی با بیشتر شدن مقدار عددی T.D.S رله پشتیبان نسبت به حالت قبیل خود نمایی می کند هر دو این رخدادها معرف این حقیقت است که با بهره گیری از این روش زمان عملکرد رله پشتیبان و رله های بعدی به ازای وقوع خطای سه فاز در محل کلید اصلی نسبت به حالت قبل قدری بیشتر می شود که البته مطلوب ما نیست چرا که یکی از اهداف عمده در هماهنگی رله های حفاظتی کاستن از زمان عملکرد رله ها و پاک شدن خطا در کوتاهترین زمان ممکناست اما در عوض با صرفنظر کردن از این پدیده احتمال بی برق شدن بی دلیل بخشی از بکه در نتیجه وقوع خطا در ناحیه مجاور آن افزایش می یابد که کاهش قابلیت اطمینان برای مصرف کنندگان انرژی الکتریکی را بدنبال خواهد داشت .

با مقایسه این دو وضعیت متضاد می توان استفاده از این روش را بطور منظمی توصیه کرد چرا که اولا همانگونه که اشاره شد احتمال وقوع خطا دو فاز در شبکه های توزیع از خطای سه فاز بیشتر است و ثانیا

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

زمان عملکرد سیستم حفاظتی در شبکه های توزیع به اندازه شبکه های فشار قوی انتقال انرژی از حساسیت برخوردار نیست زیرا در ان شبکه ها در صورت پاک نشدن خطا در مدت زمانی معین احتمال بروز ناپایداری و خارج شدن سیستم از سنکرونیسم وجود دارد بنابراین بایستی از حفاظتهای سریعتر و مطمئن تر مانند حفاظت دیستانس استفاده شود اما در شبکه های توزیع رساندن برق مطمئن به مصرف کنندگان انرژی از اولویت برخوردار می باشد از اینتروست که بکار بردن این روش در تنظیم رله های جریانی توصیه می گردد .

نتیجه گیری

در این فصل ضمن اشاره به روشهای حفاظت جریانی در شبکه های توزیع به طرح تنظیم رله های جریانی با حضور ترانسفورماتورهای ستاره – مثلث پرداخته و ضمن اشاره به کار آمد نبودن روشهای موجود در بدست آوردن تنظیم های مناسب روشی پیشنهاد گردید که تنظیم های زمانی را با در نظر گرفتن حداکثر قابلیت اطمینان برای مصرف کنندگان بدست دهد سپس مزایا ومعایب این روش برشمرده شد و با توجه به اهمیت رساندن برق مطمئن به مصرف کنندگان استفاده از این روشدر تنظیم رله های جریانی شبکه های توزیع پیشنهاد گردید .

WikiPower.ir

هماهنگی رله های جریان زیاد با روشهای بهینه سازی

مقدمه

همانطورکه می دانیم رله های جریان زیاد برای حفاظت سیستم های انتقال برق در سطوح مختلف ولتاژ با توجه به نحوه کاربرد و عمومیت آنها بطور گسترده مورد استفاده می باشد اما شاید یکی از مهمترین مسئله های حفاظت سیستم ها بوجود آوردن یک مصالح بین دوامر تا حدودی متناقض می باشد .
اینکه همیشه از یک سیستم قدرت انتظار می رود در صورت بروز کوچکترین مشکل در سیستم برق عمل کرده و با خاموشی کمترین مکان ممکنه در کمترین زمان یک سیستم برق همیشه پایدار را که دچار کمترین مشکل باشد را ایجاد نماید اما یک مشکل همیشگی بر سر رله گذاری در یک سیستم پیچیده مانند برق این است که چگونه و در چه زمانی می بایستی عمل کنند و همین موضوع باعث شده که این مسئله در سیستم برق تبدیل به هنر و علم رله گذاری گردیده است .
تا قبل از مطرح شدن روش های بهینه سازی و هوش مصنوعی مهندسین این مشکل را با استفاده از تجربه و یک سری روباط حاکم بر شبکه قدرت انجام می دادند بعد از گرایش علم به سمت این روشها مهندسی حفاظت نیز از این قاعده مستثنی نبوه و مقالات و مباحث زیاد پیرامون این موضوعات انجام گرفته و روش های مختلف این شاخه علم مورد مطالعه قرار گرفته است .
قبل از وارد شدن به این بحث خاص لازم است که توضیحی در مورد روش بهینه سازی داشته باشیم .
یک اصل اساسی پشت این روش ها است و اونم این است که می توان مسائل خیر خطی را حل نمود اما نه به معنای نحل کلاسیک و بدست آوردن یک جواب صریح برای آنها بلکه بدست آوردن یک جواب تقریبی که تا حد ممکن به جواب اصل نزدیک باشد مسائلی مانند محاسبات عددی و مورد استفاده آنها در روش هایی مانند نیوتن ترافسن و ... به همین علت روش های بهینه سازی به شدت مورد توجه قرار گرفته و شالوده این روش ها بر این اساس است که با استفاده از کمتریت اطلاعات واستفاده از روش های خطی نزدیک ترین جواب را به روش هایی مانند الگوریتم ژنتیک ant clony de الگوریتم دفاعی بدن و ... اما استفاده این روش های برای رله های جریان زیاد چیست ؟ خوب مشکل این رله ها هماهنگی آنها می باشد هماهنگی این رله ها مانند هماهنگی اعضای یک تیم فوتبال می باشد که هر چه هماهنگ تر احتمال شکست آنها کمتر خواهد بود رله های جریان همانطورکه از اسمشان پیداست بر این اساس کار می کنند که اگر جریان عبوری از این رله ها بیش از یک مقدار بخصوص دستور trip را به

circuitbreaker مید هد اما نحوه انتخاب این رله ها بر اساس یک سری منحنی ها می باشد کـه اگـر بخواهیم بطور ساده این منحنی ها را توصیف کنیم می توان گفت که این منحنی ها رابطه ای بـر اسـاس دو پارامتر می باشند که نشانی از خصوصیات ذاتی رله ها می باشند مهندس طراح بتواند با توجه با توجـه به این منحنی ها بهترین رله را انتخاب کند خوب بهتر است در ابتدا یک توضیحی در مورد ایـن رلـه هـا داشته باشیم .

رله های اضافه جریان به ۴ دسته ی کلی تقسیم می شوند :

الف : زمان معین

ب : معکوس استاندارد

پ : خیلی معکوس

ت : بسیار زیاد معکوس (بینهایت معکوس)

بهتر است رله های مورد استفاده در یک فیدر از یک نوع باشند . بـرای توصـیف رفتـار رلـه هـای اضـافه جریان می توان از منحنی های مشخصه زمانی جریانی و با روابط ریاضی اسـتفاده کـرد در ایـن فصـل از رابطه های ۱ و ۲ از مرجع «وستینگهاوس » استفاده شده است :

$$PSM = \frac{Isc}{\%set \times Ict}$$ **(رابطه ۱)**

$$t_o = \frac{3 \times TMS}{\log_{10}^{PSM}}$$ **(رابطه ۲)**

WikiPower.ir

که در آن :

TMS : ضریبی است که زمان عملکرد رله ی جریان زیاد را تعیین می کند.

PSM عبارت است از مقدار جریان اولیه شبکه به مقدار جریان تنظیمی رله منتقل شده به طرف شبکه

To : زمان عملکرد رله

Lsc : کمترین جریان اتصال کوتاه در حوزه ی دید رله

Set ٪ : درصد تنظیم رله

Lct : جریان تنظیمی نامی رله نسبت به طرف اولیه شبکه برای هماهنگی رله هـای اضـافه جریـان بایـد کمیتهای PSM و را TMS تعیین کرد تا بتوانیم زمان عملکـرد رلـه هـا را از رابطـه ی ۲ بدسـت آوریـم همانطور که گفته شد این زمانها باید به گونه ای بدست آیند که علاوه بر عدم ناهماهنگی ها بین رلـه هـا حداقل زمان عملکرد را نیز داشته باشیم تا خسارات وارده به شبکه حداقل شود . مقادیر PSM با استفاده از محاسبات اتصال کوتاه شبکه و رابطه ۱ و مقادیر TMS با روشـی کـه در الگـوریتم گفتـه خواهـد شـد بدست می اید .

پس می توان دریافت در انتخاب این رله ها زیاد با مشکل مواجه نیستیم و مشکل اصلی در مورد هماهنگی این رله ها برای یک شبکه ای است که می خواهد به سمت ایده آن بودن حرکت کند .

الگوریتم ژنتیک

در اینجا سعی می کنیم نگاهی هر چند گذرا بر انتخاب الگوریتم ژنتیک که یکی از مداولترین و جز قدیمی مترین روش های بهینه سازی می باشد را با هم بررسی کنیم اصولا روش های بهینه سازی بر خلاف روش های کلاسیک امکان حرکت به سمت جواب ایده آل را از چند جهت می دهد به همین علت احتمال همگرا شدن الگوریتم به شدت بالا می رود و در مورد الگوریتم ژنتیک نیز این موضوع صادق است .

خوب در این روش در ابتدا می بایستی یک تابع هدف تعریف گردد که می تواند این تابع هدف هماهنگی رله ها باشد و این روش دارای این خوبی می باشد که قیود جزء ذاتی تابع هدف می باشد که این امکان را ایجاد می نماید که قیود مانند یک عامل مخالفت کننده عمل ننماید و باعث واگرایی آن نگردد .
الگوریتم ژنتیک مانند سایر روش های بهینه سازی احتیاج به سری مقادیر اولیه دارد که می تواند به صورت تصادفی انتخاب گردد تنظیم زمانی رله های را می توان مجهول مورد نظر تعریف نمود تنظیم زمانی رله ها یا در اصل همان TSM رله ها را بعنوان ژن کروموزم ه ابر اساس شماره رله ها تعریف می کنیم و تعداد آنها بر اساس طول کروموزم ها فضای جمعیت را می سازد .

تابع هدف

می توان گفت که برای مسئله ذکر شده دو مشکل هماهنگی و گسسته بودن TSM رله های جریان زیاد را با تعریف یک تابع هدف مناسب حل نمود در مورد هماهنگی رله ها می توان با تعریف تابع هدف :

$$O.F = \alpha_1 \cdot \sum (t_i)^2 + \alpha_2 \cdot \sum (\Delta t_{bm})^2 \qquad (۱$$

که در آن زمان عملکرد رله I می باشد و می توان با استفاده از آن اختلاف زمان عملکرد آنهارا نیز بدست آورد البته وقتی این تابع هدف را برای یک سیستم نمونه اعمال می کنیم می بینیم که بین عملکرد دو رله ممکن است منفی گردد یعنی سیستم دچار تداخل گردیده است .

برای رفع این مشکل از نسخه اصلاح شده ی آن استفاده می کنند که در آن با تعریف یک تابع هدف جدید که در آن گسسته بودن TSM رله ها را نیز در نظر گرفته سعی نموده شده که این مشکل کمتر از بروز کند و بتواند با استفاده هر داده ی تصادفی به راحتی جواب مورد نظر را بدست دهد .

$$O.F = \alpha_1 \cdot \sum (t_i)^2 + \alpha_2 \cdot \sum (\Delta t_{mb} - \beta_2 \cdot (\Delta t_{mb} - |\Delta t_{mb}|))^2$$

در این روش ها با در نظر گرفتن چمله و ضریب β در تابع هدف جدید این امکان را به الگوریتم داده که اگر منفی گردد با توجه به این که در این حالت تابع هدف این جواب منفی را قبول نمی کند به سراغ تکرار بعدی می رود می توان از روش الگوریتم ژنتیک بعنوان یک گزینه مناسب در مورد این مسئله استفاده نماییم .

هماهنگی رله های جریان زیاد با استفاده ازSWARM

Optimization (pso) :

قبل از توضیح در مورد نحوه استفاده این روش در بهینه سازی برای هماهنگی رله های جریان زیاد لازم می دانم توضیحی هر چند مختصر در مورد این موضوع یعنی OptimizationSWARM داشته باشم .

این روش بهینه سازی بر مبنای رفتار اجتماعی حیواناتی است که علیرغم نداشتن سرگروه یک رفتار اجتماعی منظم و دقیق از خود نشان داده و با دنبال کردن رفتاری هر چند ساده در نهایت یک رفتار دقیق و منظم اجتماعی را نتیجه می دهد مانند انواع پرندگان و ماهیها این زن روش که بر پایه مدل فیزیولوژیکی و نتیجه ای حاصل می شود کشف نقاط بهینه در یک فضای جستجو می باشد .

در این روش هر ذره یک جواب ازمسئله می باشد که حرکت اولیه آنها بصورت تصادفی در فضای جستجو و بصورت یکنواخت و در محدوده ی مسئله تعیین شده و موقعیت بعدی ذره با توجه به رفتار قبلی و توجه به رفتار همسایگان تعیین می گردد و داریم :

$$x_i^d(t+1) = x_i^d(t) + v_i^d(t+1)$$

این بردار سرعت است که ذرات را هدایت می کند به جزءی که اطلاعات شخصی استفاده یم کند جزء فردی و به جزئی که از اطلاعات دیگران استفاده می نماید جزء اجتماعی گفته می شود . و با استفاده از ترکیب خطی این دو جزء ذکر شده سرعتها و مکان های بعدی حاصل می شود .

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

برای استفاده از این روش بهینه سازی مسئله هماهنگی رله ها را بصورت یک مسئله صحیح غیر خطی تعریف کرده و با در نظر گیری مقادیری گسسته برای جریان pick up رله ها مسئله را به جلو هدایت می کند .

در این روش نیز مانند الگوریتم ژنتیک بیشتر بحث بر روی جریان pick up رله ها و این موضوع است که اگر بخواهیم آنها را بصورت گسسته تعریف می کنیم مشکل گرد کردن این مقادیر ذاتا پیوسته در دسر ساز خواهد بود که خوب در این روش سعی بر این است که با استفاده از موقعیت اجتماعی ذرات که در اینجا همان TSM رله ها می باشد با استفاده از یک هماهنگی اجتماعی ذاتی و تجربی به سمت جواب بهینه حرکت نماییم مزیت این روش بر روش GA این است که در این روش حافظه وجود دارد یعنی اگر در یک مرحله از الگوریتم اگر روش خوبی استفاده گردد و مسئله به سمت همگرایی با سرعت بیشتری حرکت نماید این روش بر ای مرحله ی بعدی نیز ذخیره می گردد ولی در روش الگوریتم ژنتیک با آمدن اطلاعات جدید اطلاعات قدیم حذف می گردد .

از آنجاییکه روش PSO برای مسائل بدون محدودیت مناسب است باید در این مسئله هماهنگی رله ها اصلاح گردد .

برای استفاده از این روش با توجه به این خصوصیت رله های جریان زیا یعنی

$$t_{ik} = \frac{(0.14 td_{si})}{\left\{(I_{ik}/I_{pi})\text{^}0.04 - 1\right\}}$$

پس می توان می فهمید مسئله هماهنگی رله های جریان زیاد یک مسئله غیر خطی می باشد که می تواند بصورت پیوسته یا گسسته در نظر گرفته شود که اگر بخواهیم این متغیر را بصورت گسسته در نظر بگیریم می بایستی با تعریف یک متغیر دودویی این مسئله را در نظر بگیریم که روش POS با تعریف Y= جریان تنظیم رله ها را مجموعی از جریان PLCK UP تمام رله ها را در نظر می گیریم یعنی : $I_{PI} = \sum_m Y_{mi} I_{pm}$ که در ان اگر رله l ام انتخاب می گردد $Y_{mi} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$ در صورتی رله l ام انتخاب گردد با این کار مسئله تبدیل به یک مسئله غیر خطی هماهنگ می گردد که اثر رله ها بر روی یکدیگر نیز در نظر گرفته شده است .

در pos حل شدنی به نام particle نامیده می شوند که از طریق problem space به پرواز آمده با توجه به تجربیات خود و دیگران بهترین محل را محل یابی می کنند که در یک فضای n بعدی particle تجایگزین می گردد بوسیله $X_n = [x_{n1} x_{n2} \cdots x_{nd}]$ که در آن n امین حل قبل ثبت می گردد در حل بعدی بوسیله تعریف تابعی بنام p best n و حل هر مسئله بوسیله تابع g best n

پیشرفت می کند و سعی بر این دارد تا محل خود را بهبود ببخشد و بوسیله جزئیات سرعت می تواند بهبود بخشیده شود :

$$V_{nd}^{i+1} = W.V_{nd}^{i1} + C_1.rand().(pbest_{nd} - X_{nd}^{I}) + C_2.rand().(gbest - X_{nd}^{I})$$

$$X_{nd}^{i+1} = X_{nd}^{I} + V_{nd}^{i+1}$$

$$\left|V_{nd}^{i+1}\right| \le V_{\max}$$

V_{max} نوعی مشخص کننده دقت و resolution pso می باشند و ثابت های c نیز نشان دهنده نرخ رشد و شتاب این روش می باشند بنابراین با استفاده از این عوامل تعریف شده می توان با یک سرعت خیلی مطلوبتری به جواب بهینه نزدیک گردید .

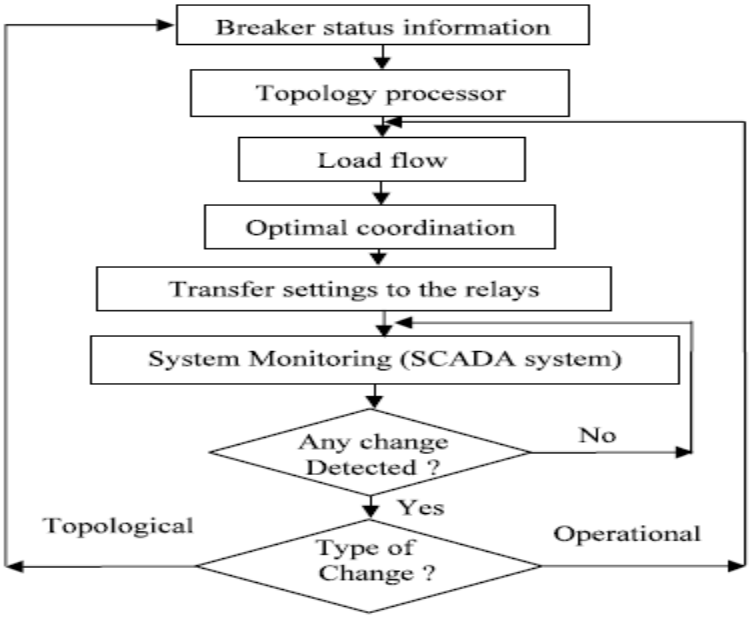
یک طرح تطبیقی حفاظتی برای حفاظت بهینه رله های جریان زیاد:

در این طرح هدف بهینه سازی زمان عملکرد رله های جریان جهت دار به گونه ای است که در آن احتمال های مختلفی را برای شبکه در نظر بگیریم یعنی می بایستی حالت های مختلف شبکه را مورد بررسی قرار دهیم و با استفاده از طراحی یک حالت نرم افزایری مناسب برای شبکه بتوان یک تنظیم مناسب را برای این رله های پرکاربرد ایجاد نمود .
اصولا روش های متداولی که برای هماهنگی رله ها استفاده می شود به ۳ دسته تقسیم می شود :

1- trial& error
2- topo lg ical Analysis
3- optimization

در روش بهینه سازی بعضی محققان استفاده می کنند از یک روش غیر خطی برای تنظیم بهینه جریان رله ها و از یک روش خطی برای تنظیم TDS رله ها و بعضی از آنها سعی بر این دارند که زمان عملکرد رله را مینیمم کنند در صورتیکه جریان آنها را بصورت تجربی تخمین بزنند در این روش سعی بر این است قبل از کاربرد رله ها آنها را بصورت ایده آل برای یک شبکه دارای اتفاقات مشخص هماهنگ کنیم .
پس می بایستی تمام اتفاقات یک شبکه را در نظر گرفت که از لحاظ عملی ممکن نیست پس سعی می شود رله ا را به گونه ای تنظیم کرد که خودشان از اطلاعات خط هر چه سریعتر بهترین تصمیم را بصورت اتوماتیک اعمال کنند روش مورد بررسی دارای فلوچارت عملکرد زیر می باشد :

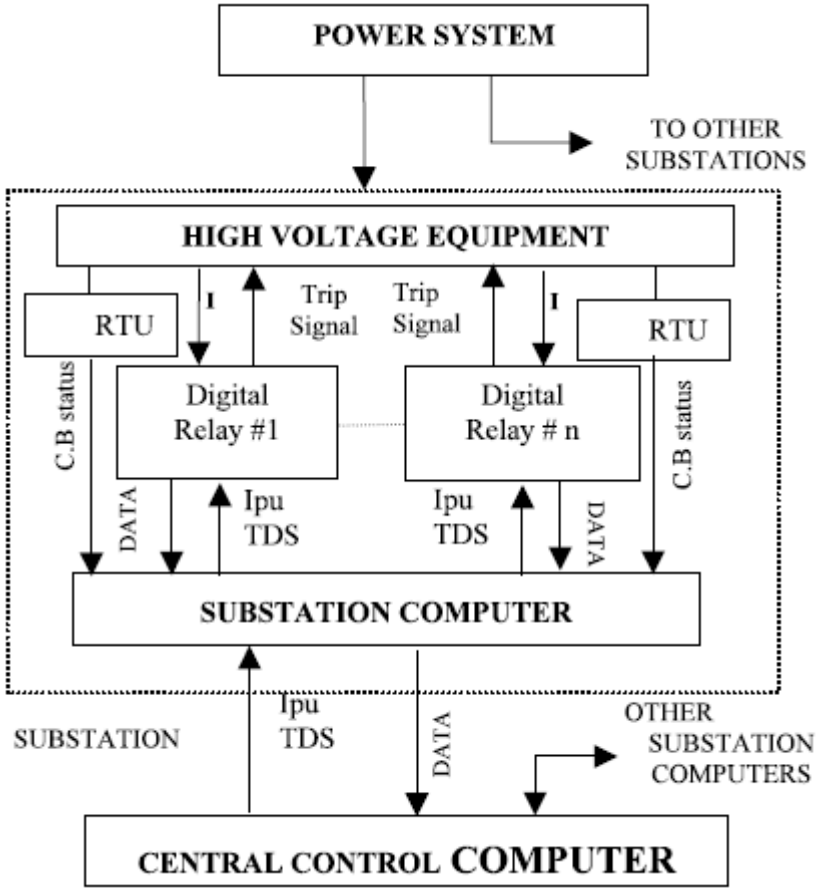
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



و نحوه اثر دهی این فلوچارت در یک شبکه بطور کامل در شکل زیر بصورت نرم افزاری رسم شده و تصویر بهتر از این روش ارائه می نماید :

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



WikiPower.ir

هماهنگ سازی بهینه رله های جریان

در این روش این موضوع می تواند بصورت یک مسئله پارامتری بیان گردد و سعی بر این است که مجموع زمانهای عملکرد رله ار بهینه کنیم با توجه به این که زمان عملکرد هر کدام از انها بهینه شده است ولی محل اعمال یک خطا برای یک رله می تواند خیلی با اهمیت باشد ولی در اینجا چون سعی بر این است بدترین حالت را در نظر بگیرد نمی تواند بعنوان یک فاکتور وزنی معرفی گردد رله ها با استفاده از فرمول حاکم بر آنها یعنی $T = \frac{K_1 TDS}{(M^{k2} - 1)}$ در نظر گرفته می شود تابعی که سعی بر مینیمم کردن آن داریم : $J = \sum_{i=1}^{n} T_{ii}$

می باشد که آن T_{ii} زمان عملکرد رله I ام می باشد و چون زمان عملکرد رله های پشتیبان می بایستی بزرگتر باشد پس آن را بصورت $T_{ji} \geq T_{ii} + CTI$ بیان می گردد و در آن T_{ii} زمان عملکرد رله پشتیبان می باشد و معادله در کل می تواند خطی بیان گردد :

$$J = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot TDS_i \Rightarrow a = \frac{K_1}{M^{k2} - 1} \quad T = a.TDS$$

که با مینیمم کردن تابع جدید می توان زمان عملکرد رله ها را هماهنگ نمود در شکل بالا می توان کاملا متوجه بود که این روش ها بر این پایه استوار می باشد که اطلاعات خط به طور مرتب چک گردیده شده و در هر لحظه خط با سیستم کنترل در تماس باشد .

اما لازم است عملکرد پارامترهای بیان شده در فلوچارت کمی توضیح داده شود:

TOPOLOGY PROCESSOR

حالت سیستم را در هر لحظه دریافت نموده و با توجه به اطلاعات دریافت شده تصمیم به تغییر حالت مطلوب می نماید که مهمترین اطلاعات را از CICUIT BREAKER دریفات می نماید .

OPTIMAL COORDINATION PROCEDURE

که با استفاده از روش ۲ فازی عمل می نماید بدین گونه که در فاز اول یک حل قابل قبول را بدست آورده و در مرحله بعدی یعنی فاز ۲ حل بهینه را پیدا می کند.

WikiPower.ir

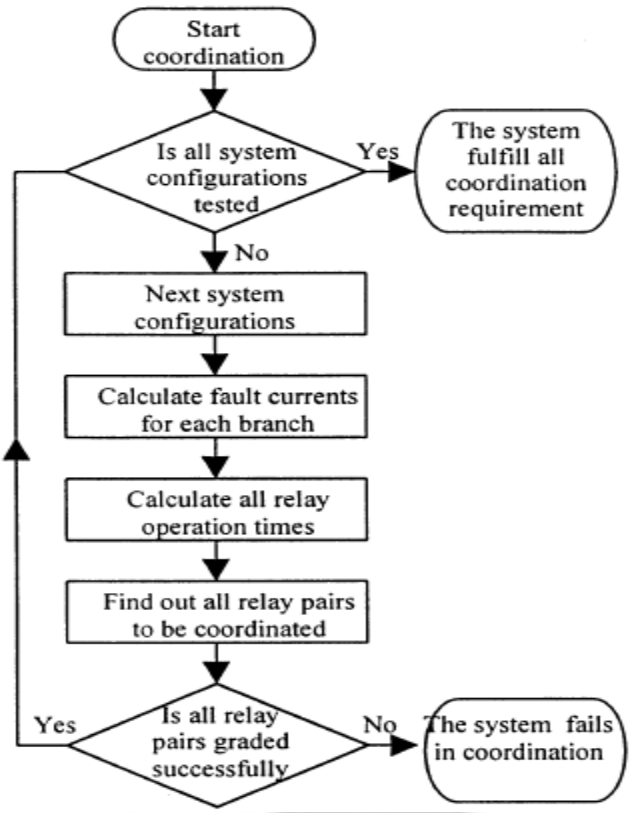
هماهنگی رله های جریان زیاد با روش برنامه ریزی تکمیلی

این روش یک روش بهینه سازی چند نقطه بهینه یابی جستجویی اتفاقی می باشد و دارای این خاصیت است که می تواند مسائل بهینه سازی محلی را دور بزند و احتیاج به درجه بندی رله ها بر اساس جریان عبوری آنها یکی از احتیاجات این روش می باشد .

روش های بهینه سازی و هماهنگ کننده رله ها جریان بر اساس یک جریان PICK UP مشخص tms رله ها را هماهنگ می کنند و نمی توانند شرایط شبکه را بعنوان یک محدودیت بپذیرند و اکثر در نقاط بهینه محلی گیر میفتند و اصولا برای شبکه های دارای چند نقاط بهینه مناسب نیستد مانند شبکه های حلقوی .

این روش دارای فلوچارت عملکرد زیر می باشند :

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



اما این روش در بهینه سازی در جه بندی هماهنگی رله ها یک پروسه بهینه سازی با محدودیت می باشد و با شرایط زیر تایید ی گردند و با شرایط زیر تاثیر می پذیرند

۱- ساختمان احتمالی سیستم :

که در مورد محدودیت های سیستم بحث می کند و توسط فرمول زیر بحث می کند

تعداد شاخه های مواجه با خطا $\rightarrow NC = \sum_{m=1}^{n} 2^{BR(M)} - 1$

تعداد باس بار BRM

۲- زمان عملکمرد رله ها :

هر رله می تواند TMS , csm خود را تنظیم کند بر اساس فرمول زیر:

$$A = \frac{k_d \theta}{\tau_s} \quad t(I) = \frac{A^* TM}{(IP - 1)}$$

۳- درجه بندی جفت رله ها

۴- مناسب بودن هماهنگی

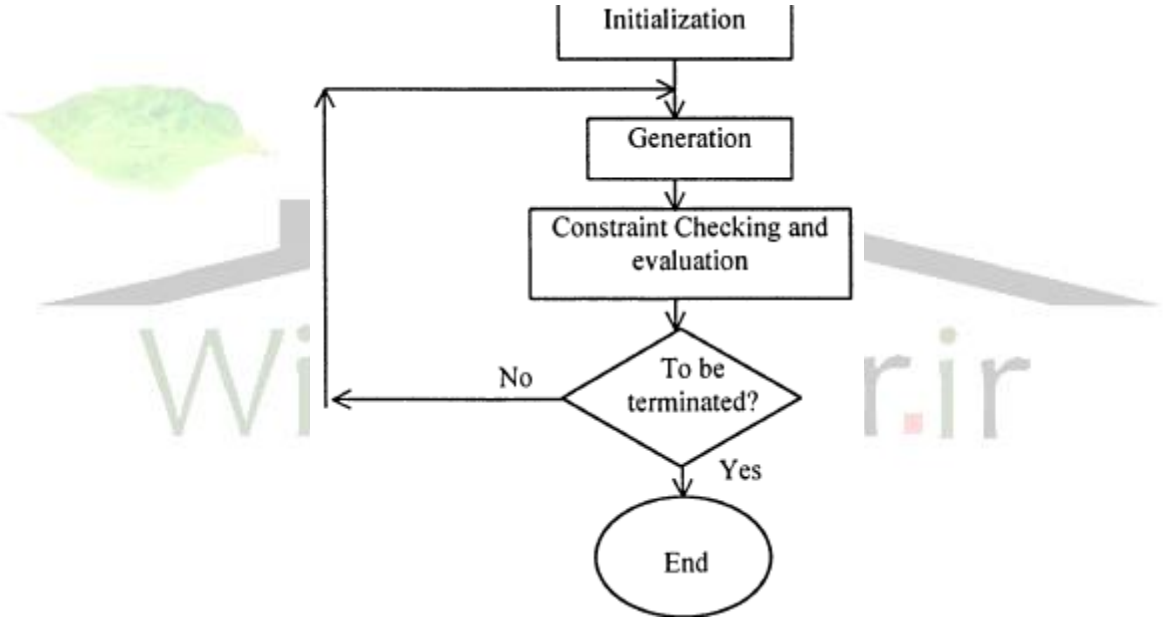
در اینجا باید تعیین گردد که با فرض یک زمان عملکرد برای رله ها آیا سیستم می توند در کمترین زمان ممکن بهترین عکس العمل را داشته باشد و یانه ؟ که این کار توسط فرمول fitness انجام می گیرد .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک سیستم خوب طراحی شده دارای کمترین مقدار برای تابع fitness خواهد بود

$$\begin{aligned}\text{Fitness} = \chi \times \Sigma(\text{relay operating time}) + \beta \\ \times \Sigma(\text{relay TM} - \text{user preferred TM})^2 + \alpha \\ \times \Sigma(\text{relay CSM} - \text{user preferred CSM})^2 + \delta \\ \times \Sigma(\text{Grading time difference} \\ - \text{Grading Margin})^2\end{aligned}$$

تابع fitness و معادلات چک کردن رعایت محدودیت ها آن صفحه چند بعدی چند جوابی را تشکیل می دهند بدبختانه مانند اکثر مسائل بهینه سازی این روش نیز دارای چند نقطه بهینه می باشد که برای گیر نیفتادن در نقاط بهینه محلی از الگوریتم زیر استفاده می گردد :



Initialization-1

تنظیم رله های تولید شده بر اساس فلوچارت زیر بصورت رشته هایی pack می گردد .

produce next generation-2

المانهای رشته هایی تولیدی رشته بعدی را تولید می کند با استفاده از روش mutation که این روش بر اساس فرمول زیر عمل می کند :

$$X_i^{\circ} = X_i + \sigma_i \cdot N_i(0,1)$$

$$\sigma_i = \sqrt{(\beta_i \cdot \phi(\vec{X}) + \nu_i)}$$

X عنصر اول در رشته $\rightarrow X_i$

$\phi(X) = FITNESS$

$\beta_i \rightarrow SCALINGFACTOR$

تابع نرمال نویز گوس $N_i(0,1) \rightarrow$

$\upsilon_i \rightarrow OFFSET$

برای کنترل اجرای EP کار می کند و نویز اضافه شده به سیستم همان نسل جدید خواهد بود

CONSTRAINT CHECKING OF EVOLUTION-3

در این مرحله نسل جدید تولید شده بوسیله این پروسه چک می گردد .

Termination-4

پروسه بعد از چند مرحله تولید بار رسیدن به شرایط مطلوب متوقف می گردد .

خلاصه

رله های اضافه جریان برای حفاظت سیستمهای انتقال شعاعی و حلقوی و همچنین سیستمهای توزیع بطور گسترده مورد استفاده قرار می گیرند هماهنگی این رله دارای مشکلاتی می باشد هماهنگی بهینه رله های اضافه جریان از روشهای برنامه ریزی خطی مانند سیملپکس، سیملپکس دو فاز و سیملپکس دوگان استفاده می کند روش دیگر برای هماهنگی بهینه استفاده از روشهای هوش مصنوعی مانند الگوریتم ژنتیک می باشد در این بخش از یک الگوریتم ژنتیک قوی برای این کار استفاده شده است تابع هدف طوری اصلاح شده که مشکلاتی مانند عدم هماهنگی و گسسته با پیوسته بودن تابع هدف را حل کرده است این روش بر روی یک شبکه نمونه تست شده و نتایج آن بوضوح نشان می دهد که روش جدید کارا، دقیق، جامع و بهینه تر از روشهای قبلی می باشد .

یک سیستم قدرت امروزی شامل رله های حفاظت مختلفی می باشد که برای تشخیص خطا مورد استفاده قرار می گیرند برای اینکه یک سیستم قدرت عملکرد پایداری داشته باشد وانرژی مورد نیاز مشتریان تامین شود یک سیستم حفاظتی با قابلیت اطمینان بالا مورد نیاز می باشد از میان روش های حفاظتی موجود جهت حفاظت خطوط حفاظت جریان زیاد بخاطر ارزانی و سادگی آن بسیار متداول است .

هماهنگی رله های جریان زیاد یک مسئله مهم می باشد هماهنگی به این معنی است که توالی عملکرد رله ها برای هر موقعیت خطای ممکن طوری تعیین شود که محل خطا بدون تاخیر اضافی از سیستم جدا شود رله هایی که به درستی هماهنگ نشده اند باعث قطع خطوط غیر لازم می شوند که تامین توان الکتریکی را دچار وقفه می سازند .

برای انجام هماهنگی رله های اضافه جریان با استفاده از روشهای متداول تلاشهای بسیاری در گذشته انجام شده است در مقالات روشهای بهینه سازی مختلفی برای پیدا کردن تنظیم بهینه رله های اضافه جریان ارائه شده است .

در هماهنگی بهینه موارد زیر مهم می باشند :

روش بهینه سازی

تابع هدف

نوع شبکه (شعاعی یا بهم پیوسته)

مشخصه خطی یا غیر خطی نسبت به TSM

TSM پیوسته یا گسسته

به خاطر پیچیدگی روشهای برنامه ریزی بهینه غیر خطی هماهنگی بهینه رله های اضافه جریان معمولا با روش برنامه ریزی خطی انجام می گیرد که شامل سیمپلکس (۲) و (۳) سیمپلکس دو فاز (۴) و سیمپلکس دو گان (۵) و بعضی روشهای جدید می باشداز آنجاییکه مسئله هماهنگی دارای چند نقطه مینیمم می باشد روشهای بهینه سازی عادی که اساس ریاضی دارند کارایی لازم را نخواهند داشت چون این روشها بر اسسا یک حدس اولیه می باشند و ممکن است در مینمم های محلی یر بیفتند (۱) در روشهای بهینه سازی اختلاف زمانی عملکرد رله های اصلی و پشتیبان بعنوان قیود در نظر گرفته می شوند و پاسخها با در نظر گرفتن تابع هدف و قیود بدست می آیند در مرجع (۶) پاسخهای بهینه با در نظر گرفتن قیود بدست می آید اشکال این روش این است که با توجه به پیچیدگی مسئله بهینه سازی در شبکه های بهم پیوسته وقتی ناهماهنگی ذاتی وجود داشته باشد همگرا شدن مشکل یا غیر ممکن می باشد به عبارت دیگر اگر جفت رله های P/B بخشی از یک سیستم قدرت بهم پیوسته باشد که بعنوان مثال هماهنگ شدن یک یا چند جفت رله P/B مقدور نباشد پاسخ بهینه دچار اختلال خواهد شد .

روشهای بهینه سازی هوشمند مانند الگوریتم ژنتیک می توانند تنظیم رله ها را بدون محدودیتهای ذکر شده نجام دهند در این روش قیود بخشی از تابع هدف می باشند در مرجع (۷) روشی بر اساس مراجع (۸) ، (۹) ، (۱۰) روش هماهنگی بهینه رله ها با استفاده از الگوریتم تکاملی ارائه شده است این روشها دو

مشکل اساسی دارند اولی مسئله عدم هماهنگی و دومی گسسته یا پیوسته بودن TSM توضیح جزییات مربوط به این مسئله در بخش بعد آمده است .

در این مقاله یک روش جدید بر اساس الگوریتم ژنتیک ارائه شده است که مشکلات ذکر شده در آن حل شده است. ۲- مروری بر الگوریتم

الگوریتم ژنتیک مانند همه روشهای بهینه سازی نیاز به مقادیر اولیه دارد که می تواند بصورت تصادفی انتخاب گردد تنظیم های زمانی رله ها محصولات ما در حل مساله بهینه سازی هستند بنابراین تنظیم های زمانی رله ها را به ترتیب شماره رله ها به عنوان ژن های کروموزوم ها در الگوریتم ژنتیک در نظر می گیریم این مقادیر در حقیقت TSM رله ها می باشند که در یک کروموزم به ترتیبی که گفته شد قرار گرفته اند در این مرحله به تعداد جمعیت تعیین شده کروموزم های اولیه ساخت می شوند تعداد جمعیت اندازه فضای جستجوی ما را تعیین می کند اندازه جمعیت باید با توجه به طول کروموزم تعیین شود .

برای ارزیابی شایستگی یک رشته تنظیم زمانی نیاز به یک تابع هدف داریم که هدف ما مینیمم کردن آن می باشد در این مرحله مقادیر با توجه به تابع هدف ارزیابی می گردند و کروموزم هایی که شایستگی داشته باشند برای تولید کروموزم های جدید مورد استفاده قرار می گیرند برای اینکه جواب در مینمم های محلی گیر نیفتد در هر تکرار مرحله ای به نام جهش وجود دارد .

تعداد تکرارها برای اتمام کار در الگوریتم ژنتیک باید تعیین گردد با افزایش تکرارها زمان حل افزایش می یابد در عوض جواب ها بهبود می یابند تعداد تکرارها با توجه به پیچیدگی سیستم و اندازه جمعیت انتخاب می گردد .

همانطور که در بخش ۳ گفته شد در هماهنگی رله های اضافه جریان دو مشکل وجود دار اول مسئله عدم هماهنگی دوم گسسته یا پیوسته در نظر گرفتن TSM

برای روشن کردن مسئله تا هماهنگی در روش های موجود رابطه تابع هاف با بعضی خلاصه سازیها بصورت زیر نوشته می شود .

$$O.F = \alpha_1 \cdot \sum (t_i)^2 + \alpha_2 \cdot \sum (\Delta t_{bm})^2 \qquad (۱$$

T_i زمان عملکرد رله I ام برای خطای رفع شده جلوی C.B مربوطه می باشد

Δt_{mb} اختلاف زمان عملکرد بین هر دو جفت رله می باشد که از فرمول زیر بدست می آید :

$$\Delta t_{mb} = t_b - t_m - CTI \qquad (۲$$

بطوریکه :

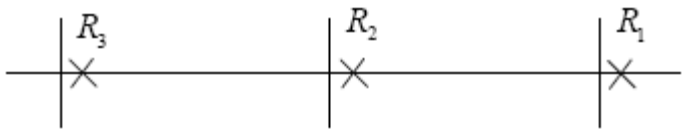
T_Mو T_B زمان عملکرد رله اصلی و پشتیبان برای خطای رفع تشده جلوی C.B رله اصلی می باشد

CTI فاصله زمانی هماهنگی می باشد و ۰/۴ در نظر گرفته شده است .

α_1 ضریب وزنی برای کنترل $\Sigma(t_i)^2$ می باشد .

α_2 ضریب وزنی برای کنترل $\Sigma(\Delta t_{mb})^2$

از رابطه ۱ می توان دید که اگر Δt_{bm} منفی باشد به این معنی است که ناهماهنگی بین رله اصلی و پشتیبانی وجود دارد برای روشن کردن این موضوع شکل ۱ با سه وله (R 1 , R2 , R3) نشان داده شده است .



شکل ۱ : شبکه نمونه

برای توضیح مسئله عدم هماهنگی دو حالت مختلف بصورت زیر در نظر گرفته می شود :

حالت ۱) $\Delta T_{12} = -0.12, \Delta T_{23} = 0.1, 0. F = 0.73$

حالت ۲) $\Delta T_{12} = +0.16, \Delta T_{23} = 0.22, 0. F = 0.82$

Δ_{12} و Δ_{23} از معادله ۲ به ترتیب برای جفت رله های(۱و ۲) و (۲و ۳) به دست می آیند .

فرض می شود که مقادیر تابع (۰,۸ و ۰,۷) از معادله ۱ برای مقادیر Δ_{12} و Δ_{23} داده شده بدست آمده باشد روشهای موجود که از رابطه ۱ به عنوان تابع هدف استفاده می کنند حالت اول را به عنوان مقدار بهینه نسبت به دومی انتخاب می کنند کام با یک نگاه دقیقتر حالت ۲ باید انتخاب شود اگر حالت اول انتخاب شود به علت منفی بودن Δ_{12} ناهماهنگی بین رله های ۱ و ۲ وجود خواهد داشت بنابراین معادله ۱ باید طوری اصلاح شود که این مسئله در نظر گرفته شود جزئیات این روش در بخش ۳ توضیح داده شده است .

در نظر گرفتن TSM در مقالات موجود بصوت زیر می باشد :

الف) برای روشهای با STM پیوسته (۸) ، (۹) ، (۱۰) پاسخ هماهنگی بهینه رله ها بدست می آید که برای رله های با TSM پیوسته مناسب می باشد اما اگر TSM رله ها گسسته باشد جوابهای بدست آمده

از برنامه هماهنگی به پله بالا گرد می شود این روش هماهنگی دقیق نمی باشد چون با گرد کردن ممکن است جوابهای بهینه به هم بخورد مثلا اگر زمان عملکرد رله اصلی در اثر گرد کردن بیشتر از زمان عملکرد رله پشتیبان افزایش یابد فاصله زمانی لازم برای هماهنگی از بین می رود .

روشهایی که جوابهای TSM آنها بطور مستقیم گشته می باشند برای رله هایی که TSM پیوسته دارند نمی توانند مورد استفاده قرار بگیرد در روش ارائه شده در مرجع (۷) جوابهای TSM بطور ذاتی گسسته می باشند به عبارت دیگر مقادیر TSM بصورت کدهای باینری می باشند و این جوابها برای رله های با TSM پیوسته جواب بهینه نمی باشند .

برای حل کردن مشکلات ذکر شده در بالا روش جدیدی بر اساس الگوریتم ژنتیک برای مسئله هماهنگی رله ها ارائه شده است که در بخش ۵ بطور کامل شرح داده شده است .

۴) فرمولاسیون مسئله

۴-۱) تنظیم جریانی رله ها

تنظیم جریانی با PS رله های اضافه جیان از ۵۰ تا ۲۰۰٪ با پله های ۲۵٪ در نظر گرفته شده است .

برای پیدا کردن PS رله ها ابتدا I_bاز رابطه زیر بدست آمده سپس ps محاسبه می شود :

$$I_b = 1.3 I_L , PS = \frac{I_b}{CT} \qquad (۳$$

بطوریکه :

I_b جریان رله در طرف اولیه C.T می باشد

I_L جریان بار می باشد

CT جریان نامی اولیه CT می باشد

ابتدا از رابطه ۳ I_B محاسبه می شود سپس PS از رابطه ۳ محاسبه می شود مقدار بدست آمده برای PS به مقدار گسسته نزدیک گرد می گردد در نهایت با استفاده از رابطه ۳ مقدار IB محاسبه می گردد . IB برای هر رله بین کاکزیمم جریان بار و مینیمم جریان خطا قرار می گیرد . (۱۱) .

مشخصات رله اضافه جریان

برای پیدا کردن زمان عملکرد رله متداولترین فرمول برای تخمین مشخصه رله که بصورت زیر می باشد مورد استفاده قرار می گیرد .

بطوریکه :

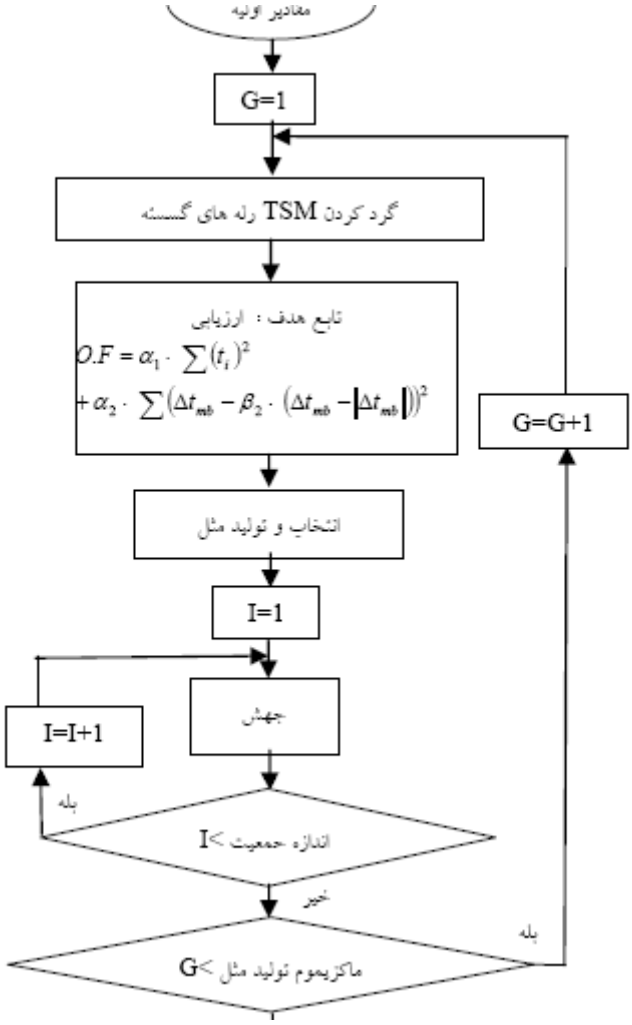
$$\frac{t}{TSM} = a_0 + \frac{a_1}{(M-1)} + \frac{a_2}{(M-1)^2} + \frac{a_3}{(M-1)^3} + \cdots \quad (۴$$

M نسبت جریان رله به جریان تنظیم می باشد

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ضرایب متغیر می باشند که مقادیر آنها نوع رله شبیه سازی شده را تعیین می کند .

۵) روش جدید

فلوچارت روش جدید بصورت شکل زیر می باشد .



همانطور که از شکل ۲ مشاهده می شود مرحله سوم تابع هدف می باشد و امتیاز روش جدید در تابع هدف و همچنین در نظر گرفتن هر دو TSM گسسته و پیوسته می باشد که در بخشهای زیر توضیح داده شده اند .

۵-۱) تابع هدف

در این مقاله تابع هدف در رابطه زیر با رابطه ۱ جایگزین می گردد :

$$O.F = \alpha_1 \cdot \sum (t_i)^2 + \alpha_2 \cdot \sum (\Delta t_{mb} - \beta_2 \cdot (\Delta t_{mb} - |\Delta t_{mb}|))^2 \quad (۵$$

که در آن

β_2 یک ثابت جدید برای در نظر گرفتن ناهماهنگی می باشد

α_1, α_2 مانند بخش ۳ تعریف می گردند .

همانطور که مشاهده می شود Δ_{mb} (رابطه ۱) در رابطه جدید $(\Delta t_{mb} - \beta_2(\Delta t_{mb} - |\Delta t_{mb}|))$ تبدیل می شود .

t_i و Δt_{mb} با قرار دادن خطا مقابل CB مربوط به رله اصلی برای هر جفت رله P/B بدست می آید .

برای توضیح دادن اثر این عبارت جدید ابتدا در نظر بگیرید Δt_{mb} مثبت باشد عبارت مزبور $(\Delta t_{mb} - \beta_2(\Delta t_{mb} - |\Delta t_{mb}|)) = (1 + 2\beta_2)(\Delta T)$ واضح است که به ازای β_2 مثبت مقدا معادله ۶ بزرگتر از حالت قبل می شود که این حالت با توجه به اینکه الگوریتم ژنتیک مقادیری را انتخاب می کند که تابع به ازای آنها کوچکتر باشد در تکرارها حذف می گردد .

به عبارت دیگر الگوریتم ژنتیک در مرحله ارزیابی مناسب بودن هر کروموزم را ارزیابی می کند هر قدر تابع هدف ارزیابی شده مقدارش کوچکتر باشد کروموزم مربوطه که مجموعه ای از TSM هاست بهتر می باشد بنابراین مجموعه TSM هایی که به ازای آنها ناهماهنگی دایم تابع هدف بزرگی بوجود می اورند و بنابراین انتخاب نمی گردند به این ترتیب نتایج بدست آمده دارای ناهماهنگی نخواهد بود مگر این که ناهنماهنگی از نوع ذاتی باشد یعنی ناهماهنگی که ترکیب شبکه به سیستم حفاظتی تحمیل می کند و راهی برای حذف آن وجود ندارد .

گسسته یا پیوسته بودنTSM

در این مقاله روشی ارائه می شود که هر دو حالت گسسته و پیوسته را پوشش می دهد این روش در زیر توضیح داده می شود .

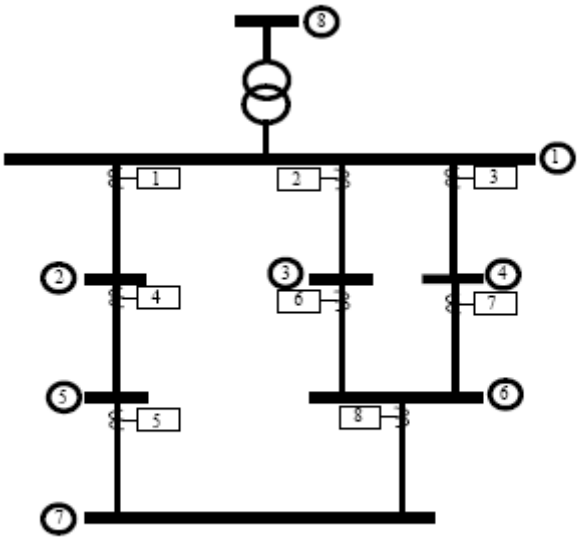
روشهای بهینه سازی و از جمله الگوریتم ژنتیک با انجام تکرارهایی جواب بهینه را پیدا می کنند در روش جدیدی TSM رله ها بصورت پیوسته در نظر گرفته شده و جوابها برای رله های با TSM پیوسته مستقیما می تواند مورد استفاده قرار گیرد ولی در مورد رله های با TSM گسسته همانطور که فلوچارت الگوریتم دیده می شود در هر تکرار قبل از مرحله ارزیابی TSM های بدست آمده به مقدار پله بالا در رله

گردد به این ترتیب مقدار بهینه تابع هدف به ازای TSM های گسسته بدست می آید و جوابهای بدست آمده برای رله های یا TSM گسسته مناسب می باشند

۶) نتایج تست

۶-۱) اطلاعات شبکه

برای بررسی روش ارائه شده یک شبکه نمونه در شکل ۳ نشان داده شده که شامل ۸ خطه ۸ باس و ۱ ترانسفور ماتور می باشد.



شکل۳ : شبکه نمونه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

6	2	507.7	507.7
7	3	567.0	567.0
8	6	608.3	277.7
5	4	339.9	339.9
8	7	608.3	330.8

جدول۵ : جریان اتصال کوتاه رله ها

رله	جریان اتصال کوتاه
1	940.3
2	939.9
3	941.4
4	524.2
5	339.9
6	507.7
7	567.0
8	608.3

جدول۱ : اطلاعات خطوط

Line	R (pu)	X (pu)
1	0.40	0.20
2	0.28	0.19
3	0.24	0.13
4	0.38	0.19
5	0.40	0.23
6	0.30	0.17
7	0.26	0.15
8	0.50	0.22

جدول۲ : اطلاعات ژنراتور

ژنراتور	R (pu)	X (pu)	V (kV)
1	0.10	0.30	10

جدول۳: اطلاعات ترانسفورماتور

ترانسفورماتور	R (pu)	X (pu)
1	0.01	0.30

ضرایب وزنی رله ها بصورت زیر میباشد:

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

زیر می‌باشد.

$$\begin{cases} a_1 = 1.98772 \\ a_2 = 8.57922 \\ a_3 = -0.46129 \\ a_4 = 0.0364465 \\ a_5 = -0.000319901 \end{cases} \quad (۶$$

اطلاعات الگوریتم ژنتیک:

جدول۶ :پارامترهای الگوریتم ژنتیک

پارامترهای الگوریتم ژنتیک	مقدار
تعداد تولید مثل	۳۰۰
اندازه جمعیت	۱۰۰
جمعیت اولیه	تصادفی
جهش	۱

بررسی نتایج

با استفاده از الگوریتم ژ نتیک برای مقادی مختلف پارمتر ها نتایج خروجی برای TSM رله ها بدست آمده است برای مقایسه نتایج علاوه بر TSM ها زمان عملکرد رله ها نیز در جدول ۹ نشان داده شده است .

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

جدول۸: نتایج خروجی الگوریتم ژنتیک

حالتها	حالت۱ $\alpha_1=1$ $\alpha_2=2$ $\beta_2=100$	حالت۲ $\alpha_1=20$ $\alpha_2=1$ $\beta_2=10$	حالت۳ $\alpha_1=1$ $\alpha_2=2$ $\beta_2=0$	حالت۴ $\alpha_1=1$ $\alpha_2=2$ $\beta_2=100$
TSM_1	0.30	0.25	0.15	0.30
TSM_2	0.35	0.30	0.05	0.35
TSM_3	0.35	0.30	0.15	0.30
TSM_4	0.15	0.15	0.10	0.20
TSM_5	0.05	0.05	0.05	0.05
TSM_6	0.20	0.15	0.05	0.20
TSM_7	0.20	0.15	0.01	0.20
TSM_8	0.05	0.05	0.05	0.05
t_1	0.818	0.682	0.370	0.818
t_2	0.863	0.740	0.117	0.864
t_3	0.908	0.778	0.370	0.778
t_4	0.511	0.511	0.288	0.681
t_5	0.219	0.219	0.172	0.219
t_6	0.583	0.437	0.133	0.583
t_7	0.608	0.456	0.281	0.608
t_8	0.208	0.208	0.159	0.208
Δt_{41}	+0.111	-0.059	-.255	-0.059
Δt_{62}	+0.037	+0.037	-.400	+0.037
Δt_{73}	+0.056	+0.056	-.259	-0.095
Δt_{86}	+0.161	-0.031	-.393	+0.161
Δt_{54}	+0.038	+0.038	-.227	+0.257
Δt_{87}	+0.183	-0.014	-.209	+0.183

حالت ۱ و حالت ۲ مربوط به روش جدید با تابع هدف اصلاح شده می باشند روش ۳ مربوط به روش هماهنگی رله های جریان زیاد با استفاده از الگوریتم ژنتیک می باشد که مانند مقالات قبلی با تابع هدف قدیمی انجام شده است در حالت ۴ از تابع هدف جدید استفاده شده است اما مانند روشهای متداول TSM ها پیوسته در نظر گرفته شده اند و در نهایت جوابها گسسته سازی شده اند .

از حالت ۱ (ستون دوم) در جدول ۶ می توان دید که

مقادیر TSM بدست آمده تا حد امکان کوچک می باشند همچنین همه آنها در محدود ۰,۰۵ تا ۱ قرار دارند .

همه مقادیر ΔT کوچک و مثبت می باشند بزرگترین مقدار ΔT ۰,۱۸۳۵ می باشد این به این معنی است که تنظیم رله ها بسیار دقیق و مناسب بوده و هیچگونه ناهماهنگی ندارد .

حالت ۲ (ستون سوم) خروجیها در جدول ۶ با افزایش α_1 و β_2 در حقیقت به زمان عملکرد رله هاوزن بیشتر و به ΔT وزن کمتر می دهد در این حالت انتظار می ورد زمان عملکرد رله ها کاهش یابد اگر چه

بعضی TSM ها همان مقادیر حالت اول را دارند اما زمان عملکرد بعضی رله ها کاهش یافه است در عوض سه عدد ناهماهنگی بوجود آمده است این به این معنی است که اهمیت زمان عملکرد رله ها در این حالت بیشتر است .

در حالت ۳ (ستون چهارم) β_2 صفر در نظر گرفته شده که تابع هدف به شکل رابطه قدیمی در می آید در این حالت همنطور که مشاهده می گردد ۴ عدد ناهماهنگی وجود دارد .

در حالت ۴ (ستون پنجم) که از تابع هدف جدید استفاده شده اما گسسته سازی TSM ها مانند روشهای قدیمی بعد از اجرای الگوریتم ژنتیک انجام گرفته ۲ عدد ناهماهنگی مشاهده می شود پس برای اینکه عدم هماهنگی نداشته باشیم هم از تابع هدف جدید و هم روش گسسته سازی جدید باید استفاده کنیم .

از خروجی شبیه سازیها می توان نتیجه گرفت که حالت ۱ با در نظر گرفتن تابع هدف جدید و روش پیشنهاد شده برای رله های با TSM گسسته و همچنین با استفاده از پارامترهای مناسب روش کارآمدی بوده و بهترین جوابها را بدون وجود ناهماهنگی برای تنظیم TSM رله ها داده است.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مراجع

۱- دکتر حسین عکسریان بیانه ، مهندس محمود حق شناس، دکتر مسعود شفیعی هماهنگی بهینه رله های جریان زیاد با در نظر گرفتن اثر گروههای ترانسفورماتوری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر – مرکز تحقیقات نیرو، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، کنفرانس توانیر؛ آبان ماه ۱۳۷۱.

۲- عباس اخوان «مطالعات اتصال کوتاه » دفتر برنامه ریزی برق وزارت نیرو ، ۱۳۶۲.

IEEE GUIDE FOR PROTECTIVE
CROUNDING OF POWER LINES
MOUSA ABDUL M, NEW GROUNDING PROCEDURES
FOR WORK ON POWER ON DE ENERGIZED LINES
ELECTRONISS MAY 1956
ELECTROSTATIC EFFECTS OF OVERHEAD TRANSMISSION
LINE . APRIL 1972

WikiPower.ir