هماهنگی بهینه حفاظتی بین فیوزهای فیدر فشار متوسط و تجهیزات حفاظتی در پستهای فوق توزیع

فرشاد فرامرزی محمد علی کریمی مهدی توکلی دکتر ابراهیم فرجاه

شرکت برق منطقه ای فارس دانشگاه شیراز

چکیده

هماهنگی حفاظت بین فیوزهای فیدرهای فشار متوسط با رله‌ها یا ریکلوزرهای سر خط در پستهای فوق توزیع همواره یکی از مشکلات حفاظتی شکبه توزیع بوده است. این مشکل ناشی از تفاوت عمده منحنی عملکرد فیوزها و رله‌ها 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 پیچیده‌تر می گردد که تجهیزات حفاظتی سرخط مانند رله های زمان ثابتDTOC و معکوسIDMT با مشخصات مختلف باشد. از آنجا که تا کنون در مراجع مختلف بهترین روش هماهنگی بین فیوزها با رله و ریکلوزرهای گوناگون با توجه به جزئیات مشخص نگشته در این مقاله سعی شده با بررسی منحنی عملکرد فیوزها و حفاظتهای مختلف سر خط پستهای فوق توزیع شرائط هماهنگی حفاظتی و ناحیه ناهماهنگی حفاظتی آنها مشخص گردد. در این مقاله منحنی‌های واقعی فیوزها، رله‌ها و ریکلوزرهای حفاظتی استفاده شده در شبکه‌های برق در نظر گرفته شده است.

واژه های کلیدی: فیوز–رله جریان زیاد– رله اتصال زمین– ریکلوزر– هماهنگی رله ها

۱– مقدمه

هماهنگی میان فیوزهای فیدرهای فشار متوسط بارله‌ها و ریکلوزرهای سر خط همواره یکی از مسائل مهم حفاظتی کارشناسان حفاظت شرکتهای توزیع بوده است. این موضوع زمانی پیچیده تر به نظر می‌آید که مشخص می‌گردد در بسیاری از موارد این هماهنگی بطور کامل امکان‌پذیر نبوده [1]وبنابراین اهمیت بررسی و انتخاب مناسب‌ترین نوع و بهترین محل برای فیوزها و مشخص کردن ناحیه ناهماهنگی حفاظتی در هر حالت، روشن می‌گردد.

در کتابها و مقالات مختلف ناحیه هماهنگی میان فیوزها و ریکلورزها از لحاظ کلی نشان داده شده است [2]و [3] . ولی در عمل تا کنون 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 رله‌ها و ریکلوزرهای سرخط در فیدرهای فشار متوسط مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به منحنی واقعی فیوزهای مورد استفاده و تنظیم واقعی رله‌ها ی 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 می‌گردد.

همچنین هماهنگی بین فیوزها با رله‌ها و ریکلوزرها در رابطه با عملکرد و احد لحظه‌ای رله‌ها نیز توضیح داده می‌شود.

۲- هماهنگی فیوز با رله‌های جریان زیاد زمان ثابت (*DTOC*)

رله‌های 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 رله‌های *DTOC* همواره مهیا نبوده و به ازاء یک محدوده جریانهای خطا بسته به منحنی فیوز و تنظیم رله، رله 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 مربوطه بر این 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 عملاً در شرکتهای توزیع مورد استفاده قرار گرفته و منطبق با استاندارد *IEC* بوده نشان داده شده است[4] از آنجا که عملاً از فیوزهای تندسوز (T) در فیدرهای فشار متوسط به منظور حفاظت قسمتی از فیدر کمتر استفاده می‌گردد، تنها فیوزهای کند سوز (K) مورد بررسی قرار گرفته است.

در شکل (۲) همین منحنی‌ها با منحنی یک رله جریان زیاد زمان ثابت *(DTOC)* با جریان عملکرد ۳۰۰ آمپر و زمان ۰/۵ ثانیه برخورد داده شده و مشخص می‌گردد که به ازاء جریانهای اتصالی قبل از محل برخورد منحنی رله با هر فیوز، رله سریعتر از فیوز عمل خواهد نمود. اگر منحنی‌های رله زمان ثابت در تنظیم‌های مختلف جریانی با معنی فیوزها برخورد داده شود،محدوده جریان خطا که رله سرخط، سریعتر از فیوز عمل می‌کند بدست خواهد آمد که نتایج آن در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. بدیهی است که جریانهای خطای کمتر از تنظیم رله با عث عملکرد رله نخواهند شد و بنابراین محدوده نشان داده شده در جدول (۱)، محدوده‌ای است که رله سر خط سریعتر از فیوز عمل نموده و در واقع محدوده نامناسب حفاظتی می‌باشد. برای مثال چنانچه رله سر خط با تنظیم جریانی ۳۰۰ آمپر بوده و روی فیدر خروجی یک فیوز ٦٣ آمپر نصب باشد به ازاء جریانهااتصالی در محدوده بین ۳۰۰ تا ٤٩٧ آمپر، که بعد از فیوز رخ می‌دهد، رله سریعتر عمل می‌کند. 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 وهم حفاظت در برابر فول بارشدن هیچ ناهماهنگی حفاظتی بوجود نخواهد آورد.

بنابراین توسط جدول (۱) می‌توان نقاط ناهماهنگی حفاظتی یک فیدر که رله و فیوزگذاری آن مشخص باشد را تعیین نمود. در شکل (۳) مقادیر حداکثر جریان خطا که رله سریعتر از فیوز عمل می‌کند با ستاره مشخص شده است. با استفاده از جدول (۱) و شکل (۳) می‌توان مناسب‌ترین فیوزگذاری حفاظتی با کمترین ناهماهنگی را به دست آورد که در زیرشرح داده می‌شود. در شکل (٤) یک فیدر شعاعی در نظر گرفته شده که در نظر است محل و نوع مناسب فیوز F_1 تا F_n برای آن مشخص گردد. فرض بر این است که جریان تنظیمی رله و زمان آن مشخص وثابت بوده وهمچنین سطح اتصال کوتاه در ابتدا خط نیز معلوم باشد که با توجه به مشخصات خط، جریان اتصالی در هرفاصله‌ای 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 شده‌اند، در هر شرائطی اشکالی را ایجاد نمی‌کند. در غیر اینصورت فیوز انتخاب شده و محل آن باید به گونه‌ای انتخاب شوند که جریان خطا که به دلیل اتصال پس از فیوز رخ می‌دهد، از حداکثر محدوده جریان خطای عنوان شده در جدول (۱) بیشتر باشد و درغیر اینصورت باید فیوز به سمت رله به گونه‌ای جابجا گشته یا نوع فیوز تعویض شود که این شرائط حاصل گردد. اگر این شرایط حاصل نگردد در محدوده‌ای که در بالا توضیح داده شده، ناحیه نامناسب حفاظتی وجود داشته ورله سریعتر از فیوز عمل خواهد نمود.

مثلاً 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 *IF1=700A* باشد، باید از فیوز ۸۰ آمپر و کمتر استفاده نمود و در صورتی که استفاده از فیوز ۱۰۰ آمپری اجتناب‌ناپذیر باشد، باید محل فیوز به سمت رله جابجا شده به گونه‌ای که جریان اتصالی بعد از آن از ۸۱۸آمپر 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 شکل (۲)، جدولی مشابه جدول (۱) برای این حالت قابل تنظیم خواهد بود.

۳- هماهنگی فیوز با رله های جریان زیاد معکوس (IDMT)

رله‌های جریان زیاد معکوس *(IDMT)* بر خلاف رله های زمان ثابت *(DTOC)*، زمان ثابتی نداشته و زمان عملکرد آن بسته به جریان عبور از آن رله داشته، که میزان آنرا منحنی رله تعیین می‌کند. یک رله IDMT می‌تواند منحنی‌های مختلفی داشته باشد ولی از آنجا که در روی فیدرهای خروجی معمولاً از منحنی معکوس استاندارد (SI) استفاده می‌گردد، در اینجا نیز همین منحنی برای رله در نظر گرفته شده است. معمولاً رله‌های فیدرهای خروجی بر اساس TMS=5% تنظیم می‌گرد ولی از آنجا که بدلیل محدودیت برخی رله‌ها و ملاحضات دیگر از TMS=10% 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=300A 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 منحنی‌های *TMS=5%* و *TMS=10%* نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌گردد استفاده از رله معکوس نسبت به زمان ثابت، در شرائط یکسان، انتخاب بیشتری از فیوزهایی که مطمئناً 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. مثلاً برای یک رله معکوس با جریان آستانه عملکرد *Ib=200A* و *TMS=5%*، 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 مثلاً برای فیوز ۱۰۰ آمپر در نوع ثابت، ناحیه نامناسب حفاظتی به ازاء جریان اتصالی (200A <IF<818A) بود در صورتیکه از رله معکوس این مقدار به میزان (100A<IF<1175A) افزایش یافته است.

بنابراین با استفاده از جداول (۲) و (۳) می‌توان در یک فیدر خاص ناحیه نامناسب حفاظتی در هر شرائطی را تعیین نمود.

در رله‌های معکوس نیز انتخاب نوع و محل فیوزهای فیدر مربوطه، به منظور بهترین فیوزگذاری حفاظتی به صورتی که ناحیه نامناسب حفاظتی وجود نداشته یا حداقل گردد، مانند آنچه در رله زمان ثابت توضیح داده شد و با استفاده از جداول (۲) و (۳) قابل انجام است.

٤- هماهنگی فیوز با واحد لحظه‌ای رله‌های جریان زیاد

واحد لحظه‌ای رله‌ها جریان زیاد به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که به منظور جلوگیری از آسیب دیدن تجهیزات پستهای فوق توزیع، در اتصالیهای شدید، بدون تأخیری زمانی در حداکثر سرعت، باعث عملکرد رله گردد. بنابراین بدیهی است که در این حالت هماهنگی میان فیوز ورله امکان‌پذیر 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.

٥- هماهنگی فیوز با رله اتصال زمین

معمولاً تنظیم زمانی رله‌های اتصال زمین فیدرهای فشار متوسط مانندرله‌های جریان زیاد بوده و بنابراین هماهنگی بین فیوزها و این رله‌ها، همزمان با هماهنگی با رله‌های جریان زیاد، انجام خواهد داشت. ولی چنانچه یک اتصالی با آمپدانس بالا در فیدر رخ دهد که فیوز با تأخیر قابل ملاحظه ذوب گردد، امکان عملکرد سریعتررله اتصال زمین به دلیل تنظیم یائین وجود خواهد داشت که این موضوع بسته به آمپدانس اتصالی، امپدانس سیستم زمین و امپدانس مولفه صفر سیستم دارد [1].

٦- هماهنگی با ریکلوزرها

در ابتدا فرض می‌شود که ریکلوزری می‌تواند برای چندین بازو بست برنامه‌ریزی شده که در هر بار عملکرد با یک منحنی ثابت مانند منحنی رله‌های زمان ثابت یا معکوس باشد [5] و [6]. برخی از ریلکوزرها بر اساس منحنی‌های *Mcgraw* عمل می‌کنند که در کشورهای آمریکایی معمول بوده و به دلیل اینکه در ایران کمتر مورد استفاده بوده در نظر گرفته نمی‌شوند.

تفاوتی که هماهنگی بین فیوزها و ریکلوزرها در مقایسه با رله‌ها 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 وصل‌های دوم وبالاتر، هنوز فیوز بطور کامل حرارت ناشی از عبور جریان اتصالی را دفع نکرده وبنابراین منحنی فیوز تغییر می‌کند. روشی که در مقالات برای در نظر گرفتن این اثر پیشنهاد می‌گردد، این است که منحنی فیوز در این حالت 75% منحنی فیوز در حالت نرمال در نظر گرفته می‌شود [2] و [3] درشکل (٦) منحنی برخورد ریکلوزرکه بصورت معکوس وبا پارامترهای $Ib=300A$ و $TMS=5\%$ فرض شده است، با منحنی‌های فیوز در صورتی که ضریب 75% برای آن در نظر گرفته شده، نشان داده می‌شود.

بنابراین اگر بدترین حالت یعنی همان بازوبست اولیه در نظر گرفته شود، هماهنگی فیوزها با ریکلوزرها مانند رله‌های جریان زیاد معکوس میباشد. این نتیجه بدیهی است زیرا در بازوبستهای دوم و سوم، فیوز گرم بوده وسریعتر ذوب شده و ناحیه ناهماهنگی حفاظتی کمتر خواهد بود. ولی در ریکلوزرهای جدید این قابلیت وجود دارد که برای عملکرد رله در بازوبستهای مختلف، از منحنی‌های متفاوت استفاده گردد. لذا در این حالت پیشنهاد می‌گردد که در بازوبست اولیه، ریکلوزر بصورت لحظه‌ای عمل کرده تا در صورت گذرا بودن اتصالی، بدون ذوب شدن فیوزها، اتصالی رفع گشته و در بازوبست‌های بعدی که اتصالی بصورت پایدار تشخیص داده شده، ریکلوزر بر روی منحنی‌های تنظیم شده و هماهنگ با فیوزها عملکرد داشته باشد تا فیوزها سریعتر از ریکلوزر عمل نموده ومحل اتصالی را جدا کند[2] و [3] .

در شکل (٧) برخورد منحنی‌های واقعی فیوزها [4] و منحنی عملکرد ریکلوزر بصورت لحظه‌ای و با منحنی زمانی با $I_b=300A$ و $TMS=5\%$ با استفاده از منحنی واقعی ریکلوزر GVR [5] با در نظر گرفتن ضریب 75% نشان داده شده است. در این حالت ناحیه هماهنگ بین فیوز و ریکلوزر، نواحی است که عملکرد فیوز بین دو منحنی لحظه ای و تأخیری قرار گرفته باشد. بنابراین مشخص است که نواحی ناهماهنگ بین ریکلوزر و فیوز به دو قسمت مختلف شکسته می‌گردد.

در جدول (٤) و (٥)، محدودهای ناهماهنگی حفاظتی بین ریکلوزر و فیوز بصورتی که در بالا شرح داده شده نشان داده شده است.

با استفاده از جدول (٤) و (٥) می‌توان مناسب‌ترین فیوزگذاری حفاظتی با کمترین ناهماهنگی را به دست آورد که روش آن مطابق آنچه در قسمت ٢ شرح داده شد و با توجه به شکل ٤ خواهد بود.

با مقایسه جداول (٤) و (٥) با جداول (٢) و (٣) مشخص می گردد که استفاده از ریکلوزر در حالت شرح داده شده نسبت به رله‌ها، محدودیت بیشتر از لحاظ هماهنگی حفاظتی با فیوزها دارد ولی به دلیل رفع اتصالیهای گذرا بدون آسیب رسیدن به فیوز، از برتری خاص برخوردار است. برای مثال در جدول (٢) مشخص می گردد که در تعداد زیادی از نقاط ناحیه هماهنگی میان فیوز و رله وجود دارد (نشان داده شده با $N.O.$) ولی در جدول (٥) در هیچ ناحیه ای بصورت کامل ناحیه هماهنگی وجود نداشته اما در شرایط مشابه ناحیه ناهماهنگی محدودتر می گردد .

٧- نتیجه گیری

هماهنگی فیوزها در فیدرهای فشار متوسط با واحد تاخیری رله‌های جریان زیاد با توجه به نتایج جدوال (١) تا (٣) و با ریکلوزرها با توجه به نتایج جداول (٤) و (٥) امکان پذیر می‌باشد. گاهی اوقات این هماهنگی بطور کامل امکان‌پذیر نبوده، ولی با استفاده از این جداول و روش شرح داده شده می‌توان به گونه‌ای محل و نوع فیوزها را انتخاب نمود که محدوده ناهماهنگی حفاظتی مشخص بوده و حداقل گردد.

هماهنگی میان فیوزها با واحد لحظه‌ای رله‌های جریان و اتصال زمین همواره امکان‌پذیر نبوده و گاهاً عملکرد سریعتر یا همزمان رله ها با فیوز در این حالتها اجتناب‌ناپذیر بوده 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. ولی 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 ودر 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 ۰/ ثانیه)سریعتر از فیوز عمل میکند

جني فيوز(آمپر) ليم 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.	100-16	100-49	100-03	100-53	100-52	100-22	100-97	100-40	100-18
150	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	150-03	150-53	150-52	150-22	150-97	150-40	150-18
200	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	200-03	200-53	200-52	200-22	200-97	200-40	200-18
250	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	250-53	250-52	250-22	250-97	250-40	250-18
300	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	300-52	300-22	300-97	300-40	300-18
350	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	350-52	350-22	350-97	350-40	350-18
400	.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	400-22	400-97	400-40	400-18
450	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	450-97	450-40	450-18
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.	500-40	500-18
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.	550-40	550-18
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.	600-40	600-18

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 منحني ٥%)سریعتر از فیوز عمل میکند

منحني فيوز(آمپر) تنظيم 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.	111-206	106-298	100-442	100-575	100-750	100-1019	100-1374
150	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	157-385	155-508	152-668	150-927	150-1266
200	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	245-301	221-440	216-589	207-847	200-1175
250	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	N.O.	314-495	268-769	259-1096
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.	344-682	320-1023
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.	389-933
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.	473-838
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(۳)- محدوده جریان خطا (بر حسب آمپر) که رله سر خط (معکوس با منحنی ٪۱۰)سریعتر از فیوز عمل میکند

منحني فيوز (آمپر) / تنظيم 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 آمپر) که رله سر خط (ریکلوزر با منحني %٥) با فیوز نا هما هنگي حفاظتي دارد.

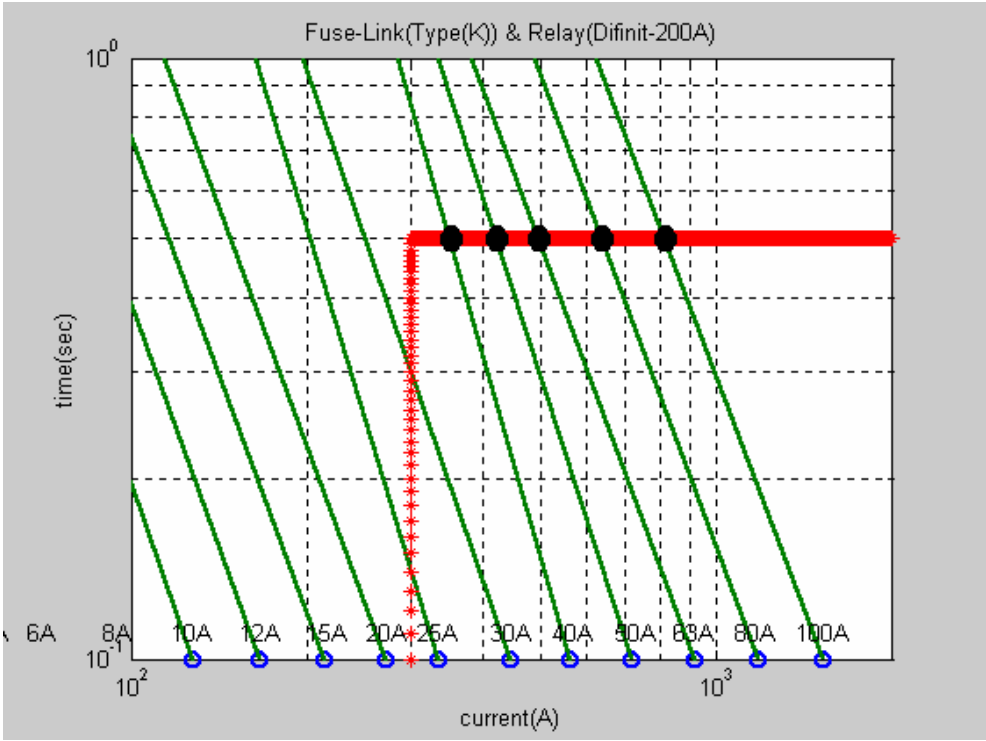
منحني فيوز (آمپر) / تنظيم رله(آمپر)	3	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	63	80	100
100	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
150	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
200	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
250	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>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.

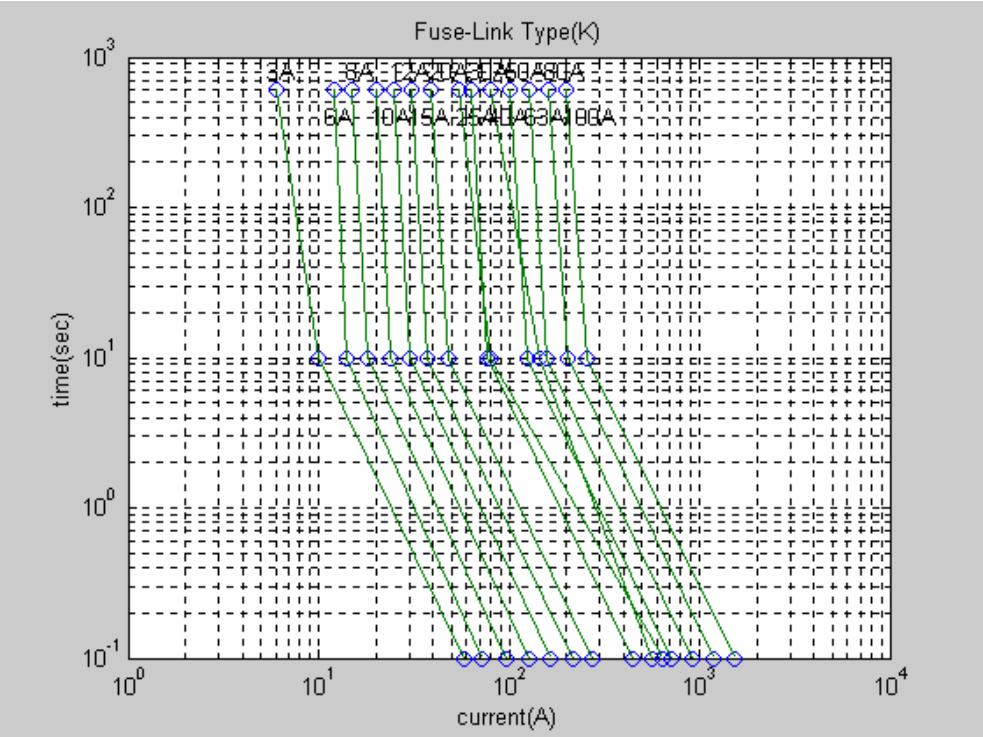
جدول(۵)- محدوده جريان خطا (بر حسب آمپر) كه رله سر خط (ريكلوزر با منحني ۱۰%) با فيوز نا هما هنگي حفاظتي دارد.

منحني فيوز(آمپر) تنظيم 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	>470	>607	>789	>1013	>1038
150	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
200	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>1038
250	>50	>61	>83	>109	>142	>185	>234	>318	>380	>470	>607	>789	>1013	>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

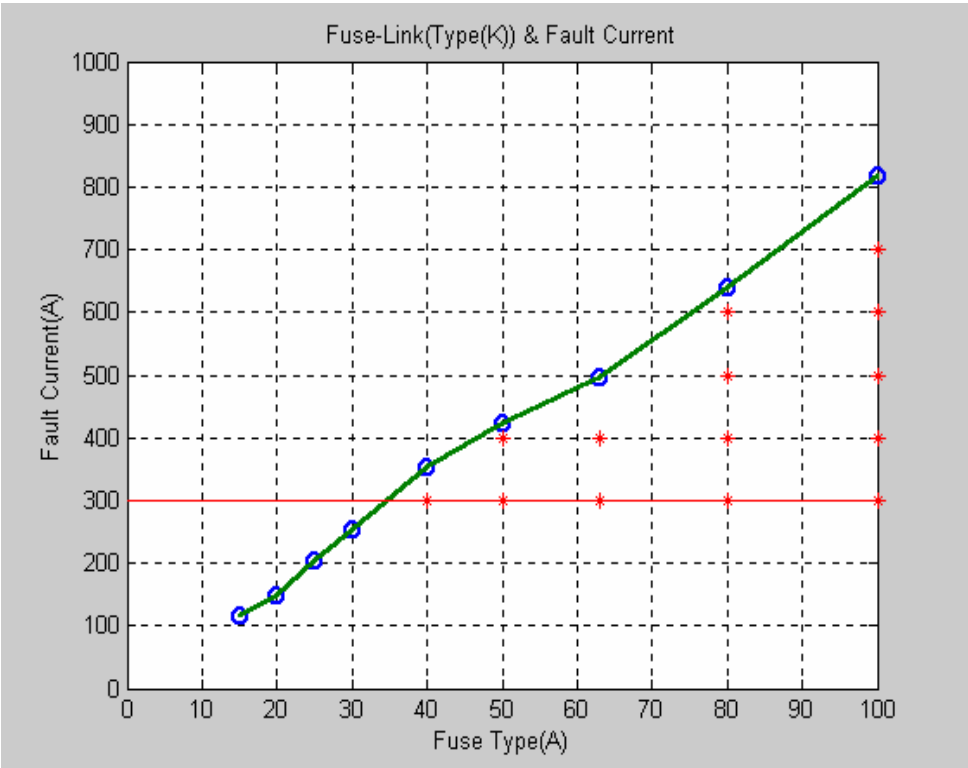
N.O.(No Operation): همواره فيوز سريعتر از رله عمل ميكند.



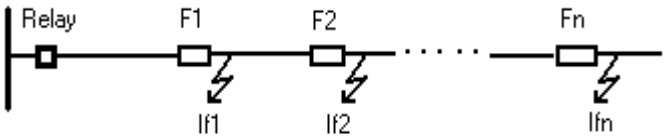
شكل(۱) – منحنی فيوزهای نوع K بر طبق استاندارد IEC



شکل(۲) – برخورد منحنی فیوزها با رله **DTOC**

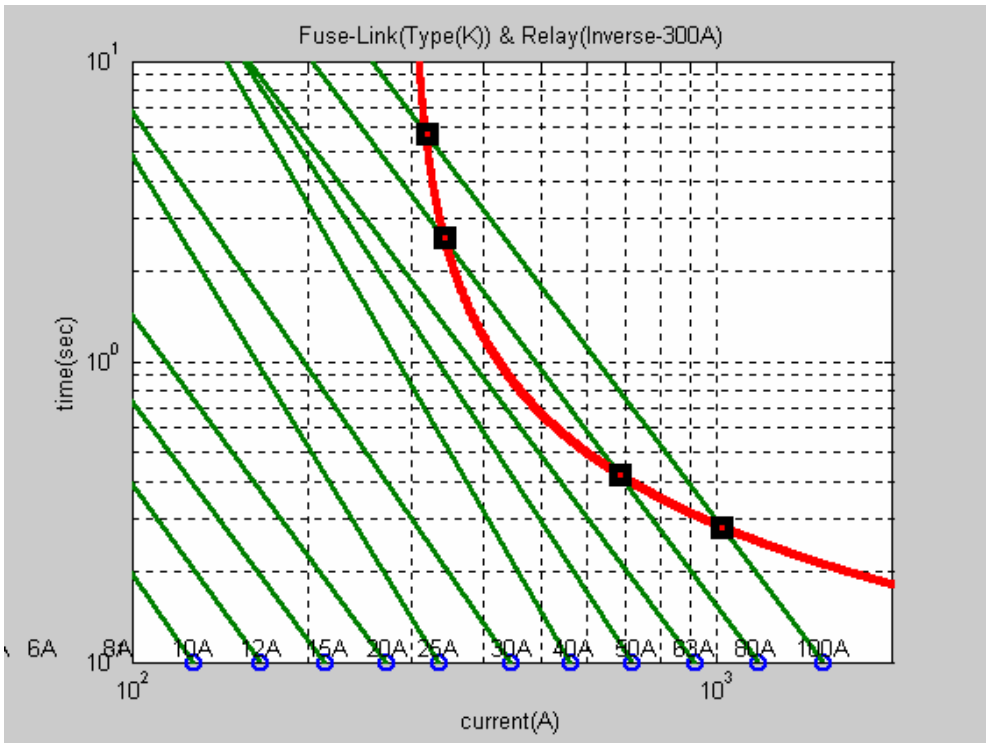


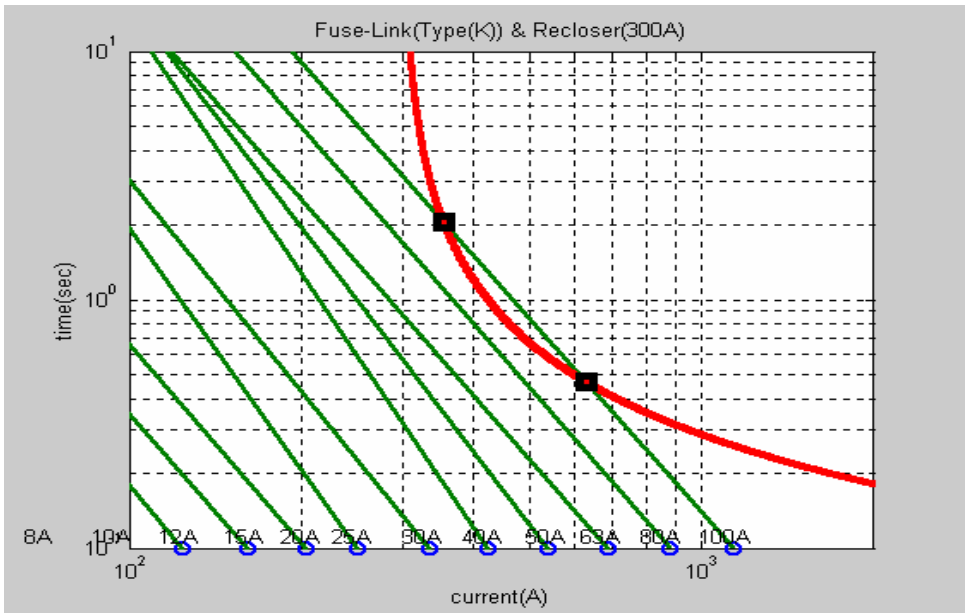
شکل(۳) – مقادیر حداکثر جریان خطا که رله سریعتر از فیوز عمل می کند



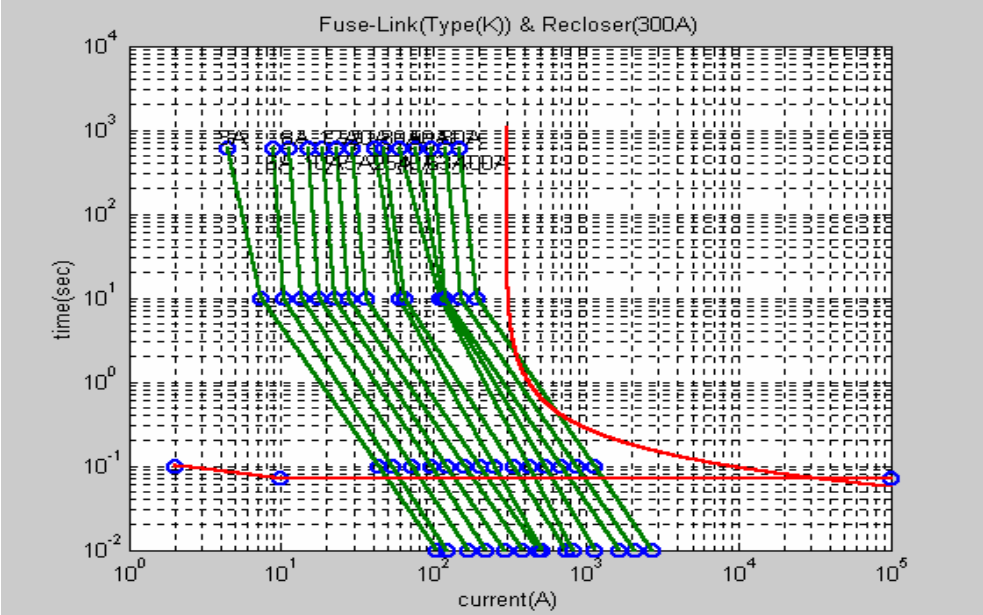
شکل(٤) – فیوز کداری حفاظتی در یک فیدر

شکل(٥) – برخورد منحنی فیوزها با رله **IDMT**





شکل(٦) – 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)

مراجع

[1] Co-ordination Principles and Methods Using Fuse and Relays by "Geoff Fielding ". 1999 The Institution of Electrical Engineers. IEE.

[2] Electric Power Distribution System Engineering by"Toran Gonen" . Mac-Graw Hill Book Company.

[3] Power System Protection Edited by The Electricity Training Association.Short Run Press Ltd.Vol . 3:Application.

[4]استاندارد کات اوت فیوزهای ۱۱،۲۰و۳۳ کیلوولت– وزارت نیرو– تحقیقات و تکنولوژی استانداردها.

[5] Installation , Operation and Maintenance Manual GVR Auto-Recloser-GVRI5 & M,DG,CEIS,7 , tssuec Jule 1996.

[6] Microtrip 2 Recloser Relay- by: "F.R .Levers"