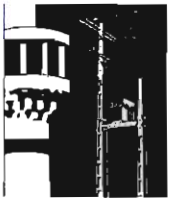


پنجمین کنفرانس شبکه‌های توزیع نیروی برق

حفاظت عملی در توزیع و کوردینه آن با فوق توزیع

علی‌صفر نورالله - جمال‌الدین طباطبائی

شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

چکیده:

هدف اصلی از ارائه این مقاله آن است که یک فیدر ۲۰ کیلوولت با کلیه انشعابات فرعی آن را از نقطه نظرهای توزیع بارهای مصرفی، کاربرد انواع گوناگون تجهیزات حفاظتی مانند فیوز، سکشنولایزر، اتوریکلوزر و رله‌های حفاظتی "OC ، EF ، SEF" مورد مطالعه و بررسی قرار داده و نحوه صحیح و اصولی کوردینه این تجهیزات حفاظتی را مخصوصاً در ارتباط مستقیم با دستگاههای حفاظتی فوق توزیع، بطور کاملاً عملی و کاربردی نشان دهد.

مقدمه

بدیهی است تعدیل و بهینه‌سازی در کاربرد انرژی، رمز اصلی پایداری و ثبات یک جامعه پویا و دینامیک بوده و کارآیی انرژی الکتریکی امری روشن و جایگاهی ویژه و ممتاز دارد.

از آن نظر که تأمین انرژی الکتریکی به مصرف کنندگان هدف اصلی از احداث نیروگاهها، خطوط انتقال، ایستگاههای مبدل ولتاژی و تمامی هزینه‌های مالی و اداره مربوطه آن می‌باشد، لذا در تحقق ارسال انرژی مورد نیاز به مراکز مصرف، بایستی تدابیر حفاظتی خاصی صورت پذیرد.

در این راستا، بکارگیری دستگاههای حفاظتی مناسب در شبکه‌های توزیع از یک سو و کوردینه و هماهنگی این دستگاهها با تجهیزات حفاظتی شبکه‌های فوق توزیع از سوی دیگر بایستی به نحو شایسته‌ای انجام گردد.

هر چه از مقادیر انبوه و سطوح بالای انرژی به طرف مصارف کوچکتر آن در شبکه‌های توزیع به پیش می‌رویم، پیچیدگی و ناهمواریهای راه نمایان‌تر و اطلاعات جدید و کامل کمتر یافت می‌شود.

به خاطر عدم وجود بانکهای اطلاعاتی صحیح و منسجم و در نتیجه فقدان عملکرد به موقع تجهیزات حفاظتی و یا نقصان آنها در شبکه‌ها مسلماً ثبات ارسال انرژی برای مصرف‌کننده با اندک مخاطره‌ای که ناشی از انواع اتصالی و یا عیوب شبکه است، بهم خورده و یک فشار دو طرفه‌ای را برای شرکتهای توزیع و مصرف کنندگان به همراه خواهد داشت.

برای طراحی سیستم حفاظتی، یک فیدر ۲۰ کیلوولت از ایستگاه ۶۳/۲۰ کیلوولت زیار در جنوب‌شرقی اصفهان انتخاب گردیده است، زیرا این فیدر اولاً منطقه وسیعی را تحت پوشش قرار داده و تنوع بار مصرفی کاملی را دارا بوده و ثانیاً در فصل تابستان تعداد بی‌شماری از پرندگان در اطراف خط ۲۰ کیلوولت و انشعابات فرعی آن در حال پرواز و یا نشست و برخاست می‌باشند و وجود درختان گوناگون نیز در حوالی و یا زیر خط مزبور دلیل دیگری بر انتخاب این فیدر بوده است. با استفاده از این طرح حفاظتی تعداد خاموشیهای فیدر مزبور که فعلاً نزدیک به ۴۰ مرتبه در ماه می‌باشد، بطور چشمگیر و قابل ملاحظه‌ای در حد فقط چند قطعی در ماه کاهش می‌یابد.

شرح مقاله:

شبکه انتخابی ۲۰ کیلوولت مورد مطالعه، از فیدر شماره ۷ ایستگاه ۶۳/۲۰ کیلوولت زیار تغذیه می‌شود و ایستگاه زیار نیز خود از طریق دو خط ۶۳ کیلوولت به ایستگاه ۲۳۰/۶۳

کیلوولت آبشار اصفهان در شبکه سراسری انتقال اتصال دارد، لذا برای هر چه دقیق‌تر بودن محاسبات اتصال کوتاه، با توجه به مقدار درصد امپدانس تونن مثبت و صفر باسبار ۲۳۰کیلوولت آبشار و اخذ مقادیر دقیق آن از دفتر طرح و برنامه وزارت نیرو در سازمان برق ایران، داریم:

$$\%Z_1 = \%\ (۰/۶۴۱ + j\ ۲/۲۶۹)$$

$$\%Z_0 = \%\ (۰/۹۱۲ + j\ ۲/۹۰۵)$$

با توجه به امپدانس درصد هر کدام از دو ترانسفورماتور ۶۳/۲۳۰کیلوولت ایستگاه آبشار به مقدار "$\%Z = \%۱۱/۷۴$" و امپدانس هر کدام از دو خط پارالل ۶۳کیلوولت تغذیه کننده ایستگاه ۶۳/۲۰کیلوولت زیار به مقدار:

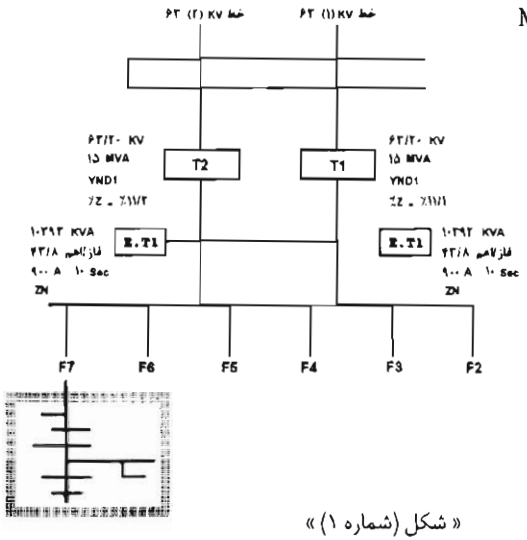
$$Z_1 = (۴/۸۴۷۴ + j\ ۹/۰۸۲) \quad (اهم)$$

$$Z_0 = (۸/۵۶۷۸ + ۲۵/۶۹۸) \quad (اهم)$$

و اطلاعات ارائه شده در نقشه کامل ایستگاه ۶۳/۲۰کیلوولت زیار در شکل ۱، مقدار حداکثر شدت جریان سه فاز و مقدار حداقل جریان اتصال کوتاه تک فازه را برای باسبار ۲۰کیلوولت زیار با استفاده از برنامه کامپیوتری، محاسبه شده که برابر است با:

Max.Isc = ۷۷۵۱ (آمپر)

Min.Isc = ۵۶۷ (آمپر)



« شکل (شماره ۱) »

برای جبران افت ولتاژ فیدرهای ۲۰کیلوولت دستگاه "AVR" ایستگاه زیار طوری تنظیم می‌نمائیم که ولتاژ ثانویه ترانسفورماتورهای قدرت به مقدار ۲۱کیلوولت باشد.

به دلیل اینکه طول مسیر مستقیم خط ۲۰ کیلوولت ۲۶۸۳۰ متر می‌باشد و مقاومت مخصوص زمین در طول این مسیر متفاوت بوده، مقدار متوسط آن یعنی ۱۰۰ اهم متر احتساب شده و امپدانس نقطه اتصالی در حالت تک فاز بطور متوسط، به اندازه ۱۰ اهم برآورد گردیده است. نوع هادی بکار رفته در مسیر اصلی فیدر سیم Dog با مشخصات امپدانسی:

$$Z_1 = (۰/۳۰۶ + j\ ۰/۳۹۴) \quad \text{(اهم)}$$

$$Z_0 = (۰/۴۵۴۸ + j\ ۱/۶۱۵) \quad \text{(اهم)}$$

و مسیرهای T.off با نوع سیم Mink با مشخصات امپدانسی:

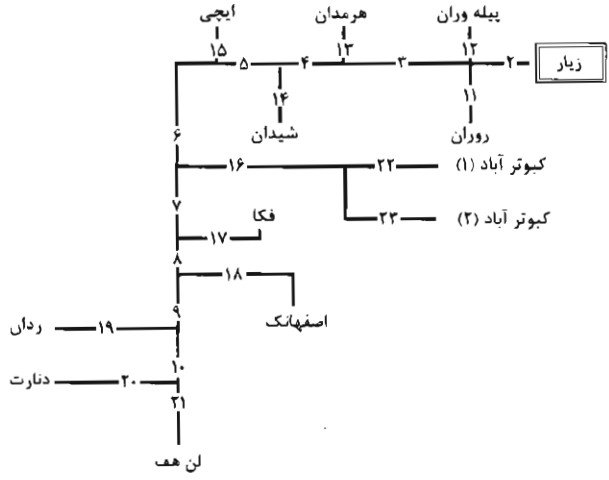
$$Z_1 = (۰/۵۱۲ + j\ ۰/۴۰۲) \quad \text{(اهم)}$$

$$Z_0 = (۰/۶۶۱ + j\ ۱/۶۲۴) \quad \text{(اهم)}$$

می‌باشد. ضریب قدرت این فیدر بطور متوسط "P.F = ۰/۸۳۷" بوده و مجموعاً به مقدار ۵۹۶۲کیلووات و ۳۸۹۵ کیلووار بار مصرفی این فیدر می‌باشد که با توجه به دفتر گزارشات روزانه موجود در ایستگاه ۶۳/۲۰ کیلوولت زیار، شدت جریان این فیدر حداکثر به مقدار ۲۰۰ آمپر در ماههای تابستانی ثبت شده است.

چون که انشعابات فرعی این فیدر دارای شاخه‌های زیادی بوده و برای ارائه طرح حفاظتی مورد نظر می‌توان آن را مدل‌سازی نمود، شبکه تحت پوشش این فیدر مانند شکل ۲ ترسیم می‌گردد.

برای دسته‌بندی و نظم اطلاعات، هر قسمت از شبکه در نقشه زیر، دارای شماره‌ای می‌باشد.



« شکل (شماره ۲) »

مشخصات خطوط ۲۰ کیلوولت در جدول ۱ و مقادیر بارهای مصرفی هر قسمت در جدول ۲ مرتب و آورده شده است.

قسمت	سیم	طول مسیر (m)	قسمت	سیم	طول مسیر (m)
۲	Dog	۲۷۰۰	۱۳	Mink	۶۰۰
۳	Dog	۳۳۵۰	۱۴	Mink	۴۸۰۰
۴	Dog	۱۴۰۰	۱۵	Mink	۲۲۰۰
۵	Dog	۱۱۰۰	۱۶	Dog	۲۰۰۰
۶	Dog	۱۳۸۰	۱۷	Mink	۳۰۰۰
۷	Dog	۵۳۰۰	۱۸	Mink	۵۲۰۰
۸	Dog	۴۳۰۰	۱۹	Mink	۳۳۰۰
۹	Dog	۲۸۰۰	۲۰	Mink	۱۴۰۰
۱۰	Dog	۱۵۰۰	۲۱	Mink	۲۰۰۰
۱۱	Mink	۲۷۰۰	۲۲	Mink	۲۰۰۰
۱۲	Mink	۲۴۰۰	۲۳	Mink	۲۵۰۰

« جدول (شماره ۱) »

قسمت	(KW)	(KVAR)	قسمت	(KW)	(KVAR)
۲	۲۱۹	۱۳۵	۱۳	۲۰۱	۱۲۳
۳	۲۰۱	۱۲۳	۱۴	۳۶۹	۲۴۹
۴	۱۴۴	۹۰	۱۵	۳۶۶	۲۲۸
۵	۳۶	۲۱	۱۶	–	–
۶	۲۰۱	۱۲۳	۱۷	۲۵۵	۱۵۹
۷	۹۱۵	۵۶۷	۱۸	۳۳۰	۲۰۴
۸	۸۴۰	۵۲۲	۱۹	۲۰۱	۱۲۳
۹	۶۹۹	۴۵۳	۲۰	۷۵	۴۸
۱۰	۹۰	۵۷	۲۱	۲۴۹	۱۵۶
۱۱	۶۲۱	۳۸۴	۲۲	۵۴۹	۳۴۲
۱۲	۲۵۵	۱۵۹	۲۳	۳۳۰	۲۰۴

« جدول (شماره ۲) »

و نتایج کامپیوتری "Load Flow" در جدول ۳ آمده است.

قسمت	آمپراژ (A)	ولتاژ (KV)	قسمت	آمپراژ (A)	ولتاژ (KV)
۱	۱۹۹/۵۲	۲۰/۶۱	۱۳	۵/۴۳	۱۹/۸۰
۲	۱۹۹/۵۲	۲۰/۲۲	۱۴	۱۰/۹۳	۱۹/۶۲
۳	۱۷۰/۴۹	۱۹/۸۱	۱۵	۱۰/۰۸	۱۹/۵۲
۴	۱۵۹/۶۸	۱۹/۶۴	۱۶	۲۴/۴۱	۱۹/۵۳
۵	۱۴۴/۸۲	۱۹/۵۳	۱۷	۷/۲۰	۱۹/۰۳
۶	۱۳۳/۷۷	۱۹/۴۰	۱۸	۹/۳۹	۱۸/۸۳
۷	۱۰۳/۸۴	۱۹/۰۴	۱۹	۵/۷۲	۱۸/۷۸
۸	۷۱/۰۲	۱۸/۸۶	۲۰	۲/۱۶	۱۸/۷۹
۹	۳۷/۷۹	۱۸/۸۰	۲۱	۷/۱۳	۱۸/۷۹
۱۰	۱۱/۸۸	۱۸/۷۹	۲۲	۱۵/۲۶	۱۹/۳۵
۱۱	۱۶/۴۸	۲۰/۲۰	۲۳	۹/۱۵	۱۹/۳۳
۱۲	۶/۷۸	۲۰/۲۱			

« جدول (شماره ۳) »

نتایج کامپیوتری "Short Circuit" در جدول ۴ حاصل می‌شود.

قسمت	سه فاز (A)	تک فاز (A)	قسمت	سه فاز (A)	تک فاز (A)
۱	۷۷۵۱	۵۶۷	۱۳	۲۶۹۹	۴۴۱
۲	۴۴۹۱	۵۰۸	۱۴	۱۹۱۶	۳۶۶
۳	۲۹۱۲	۴۵۱	۱۵	۱۸۶۶	۳۸۵
۴	۲۵۳۶	۴۳۰	۱۶	۱۷۳۲	۳۷۳
۵	۲۳۰۲	۴۱۵	۱۷	۱۲۲۱	۳۱۶
۶	۲۰۶۲	۳۹۸	۱۸	۹۲۵	۲۷۲
۷	۱۴۷۳	۳۴۳	۱۹	۹۱۴	۲۶۸
۸	۱۱۹۵	۳۰۹	۲۰	۹۴۳	۲۷۱
۹	۱۰۶۴	۲۹۰	۲۱	۹۳۶	۲۶۹
۱۰	۱۰۰۵	۲۸۱	۲۲	۱۴۹۰	۳۵۰
۱۱۰	۲۹۰۵	۴۵۵	۲۳	۱۴۴۰	۳۴۵
۱۲	۳۰۲۷	۴۶۰			

« جدول (شماره ۴) »

رله‌های حفاظتی موجود فیدر، رله‌های اضافه جریان "OC" اتصال زمین "EF" و اتصال زمین حساس "SEF" بوده و از نوع استاتیکی می‌باشد.

به خاطر اینکه رله اتصال زمین حساس از نوع زمان ثابت می‌باشد، ابتدا آن را بررسی می‌نمائیم. این رله از طریق یک "CT"که هر سه فاز فیدر از درون آن می‌گذرد، تغذیه شده و فقط در مقابل عدم تعادل بار و اتصالی زمین با جریان بسیار کم حساس می‌باشد. نسبت تبدیل "CT"این رله [۱/ ۲۰۰ = n]بوده و رله مزبور دارای تنظیم جریان از ۰/۰۵ تا ۱/۱۵ آمپر بوده و به صورت زمان ثابت یک ثانیه‌ای فرمان قطع کلید دژنکتور فیدر را صادر می‌نماید.

رله‌های اضافه جریان و اتصال زمین دارای مشخصات یکسانی می‌باشند و منحنی‌های جریان ـ زمان آنها در این فیدر به صورت "Normal Inverse" بوده که از ۰/۰۵ تا ۱/۱ قابل تنظیم و دکمه جریان تأخیری آنها نیز از ۰/۵ تا ۴ آمپر در اختیار و دکمه آنی رله نیز از ۲ تا بینهایت قابل تنظیم می‌باشد.

برای هر چه کوتاه‌تر نمودن تحریک رله اضافه جریان و اتصال زمین بر روی فیدر فوق و کوردینه آن با سایر تجهیزات حفاظتی در ایستگاه ۶۳/۲۰کیلوولت، از منحنی " ۰/۱ = TMS" برای نقطه شروع کوردینه استفاده می‌شود.

نسبت تبدیل "CT" نصب شده برای هر کدام از فازهای " ۱/ ۴۰۰ = n" بوده و بستگی به سطح اتصالی و دکمه "PSM" رله که در اینجا چون ۲۰۰ آمپر عبوری ماکزیمم از فیدر گزارش شده است، و در نظر گرفتن یک ضریب برای جریانهای هجومی به مقدار متوسط ۱/۵، شدت جریان به ۳۰۰ آمپر رسیده و با توجه به نسبت تبدیل "CT"، دکمه تأخیری را بر روی ۰/۷۵ تنظیم می‌نماییم. حال می‌توان زمان عملکرد رله را از روی منحنی مذکور بدست آورد. در مورد اتصالیهای بزرگ نیز با توجه به متوسط احتمالی آنها و در نظر گرفتن نسبت تبدیل ترانسفورماتور جریان رله، مقدار ۱۰ برابر جریان نامی را تنظیم می‌نماییم.

تمامی دکمه‌های رله اتصال زمین نیز دقیقاً متناسب با حداقل شدت جریان اتصال زمین در کوچک‌ترین مقدار خود برای این فیدر تنظیم می‌گردند که همانطوری که در جدول شماره ۴ مشاهده می‌شود، مینیمم جریان تک فاز به مقدار ۲۶۸ آمپر بوده که انتخاب دکمه "PSM" برابر با ۰/۵ مناسب می‌باشد.

از نقطه شروع فیدر به جلو رفته و مطابق با شکل ۲، ملاحظه می‌نماییم که در بین راه به پنج "T.OFF" روران، پیله وران، هرمدان، شیدان و ایچی خواهیم رسید که مشخصات کامل مداری آنها به صورت مدل‌سازی شده قبلاً آورده شده‌است. به ترتیب فیوزهای "F1 تا F5" را به عنوان اصلی‌ترین وسیله حفاظتی آنها متناسب با شدت جریانهای شاخه‌ای عبوری و رعایت ضریب

جریانهای هجومی و کوردینه منحنی عملکرد آنها در رابطه با منحنی‌های رله‌های اضافه جریان و اتصال زمین بطوری انتخاب می‌نمائیم که زمان قطع فیوزها همانند شکل ۳ باشد.

باز به جلوتر رفته و به دستگاه ریکلوزر واقع در بعد از انشعاب ایچی در شکل ۲ می‌رسیم. برای انتخاب صحیح ریکلوزر بایستی مراحل شش گانه زیر را در نظر بگیریم.

ـ ولتاژ نامی دستگاه با ولتاژ فازی خط مطابقت داشته باشد.

ـ ماکزیمم شدت جریان اتصالی که در اینجا اتصالی سه فاز می‌باشد از حداکثر جریان اتصال کوتاه قابل تحمل ریکلوزر کمتر باشد.

ـ شدت جریان بار عبوری از دستگاه در حد مجاز آن باشد.

ـ حداقل شدت جریان اتصالی در میدان دید و عمل ریکلوزر باشد.

ـ دستگاه انتخابی توانائی هماهنگی و کوردینه با سایر تجهیزات حفاظتی طرف منبع و طرف بار مصرفی را داشته باشد.

ـ در مقابل حداقل شدت جریان اتصال زمین عمل نماید.

به ترتیب مراحل فوق را دنبال نموده و سطوح ولتاژ فازی معادل ۲۴ KV را انتخاب نمود. ماکزیمم جریان اتصالی در محل نصب ریکلوزر ۲۳۰۲ A می‌باشد، بنابراین می‌توان با توجه به استانداردهای موجود مقادیر از ۳۰۰۰ تا ۶۰۰۰ آمپر را انتخاب نمود. جریان بار عبوری از آن ۱۳۳/۷۷ A بوده که بنابراین بایستی ریکلوزری در نظر گرفت که جریان بار بالاتری را بین ۱/۵ تا ۲ برابر جریان مزبور تحمل نموده و با نوسانات بار تحریک نگردد. حداقل جریان اتصالی نیز ۲۶۸ A بوده که با انتخاب ریکلوزری با حداقل جریان قطع ۲۰۰ آمپر به راحتی انتظار ما برآورده می‌شود. با توجه به اینکه اصولاً ریکلوزرها دارای منحنی‌های جریان ـ زمان می‌باشند، توانائی هماهنگی با سایر ادوات حفاظتی را دارا هستند. در مورد حداقل جریان اتصالی تک فاز مطابق با جدول ۴ نیز با در نظر گرفتن ریکلوزری با حداقل جریان ۲۰۰ A، مشکل خاصی وجود ندارد.

اصولاً هر ریکلوزر دارای چهار مرحله وصل مجدد بوده که می‌توان آن را به دلخواه بطور سریع یا تأخیری تنظیم نمود. عملکرد سریع دستگاه بر روی منحنی "A" و تأخیری آن می‌تواند در حالتهای انتخابی "B و C" یا "D و E" باشد. در مواقعی که فقط بایستی ریکلوزر با فیوز کوردینه شود دو عملکرد سریع و دو عملکرد تأخیری مناسب بوده و در صورتی که دستگاه سکشنولایزر نیز بین آن دو قرارگیرد، برای کوردینه صحیح آنها بایستی ریکلوزر برای یک مرتبه سریع و سه مرتبه تأخیری تنظیم گردد و بهتر است از ریکلوزر الکترونیکی استفاده شود.

برای انجام عمل کوردینه در این قسمت بهتر است ابتدا ریکلوزر را با فیوزهای "F6 و F7" انشعابات کبوترآباد کوردینه نموده و با توجه به جدول ۳، فیوزهای "F6 و F7" را به ترتیب ۲۵ و ۱۵ آمپر مطابق با جدول ۵ با رعایت دو شرط زیر انتخاب می‌نماییم.

ـ برای انواع اتصالی در طرف مصرف کننده، حداقل زمان ذوب فیوز بایستی بزرگتر از زمان عمل سریع ریکلوزر باشد.

ـ برای انواع اتصالی در طرف مصرف کنندگان، حداکثر زمان قطع فیوز نبایستی بزرگتر از زمان عمل تأخیری ریکلوزر باشد.

در ضمن کوردینه ریکلوزر با فیوزهای تحت پوشش، باید آن را با رله‌های حفاظتی فیدر مذکور در ایستگاه زیار نیز کوردینه نمائیم. با توجه به ریکلوزر انتخابی A ۲۰۰، مطابق با شکل ۳ در صفحه مقاله، منحنی تأخیری "D" آن، خواسته ما را برآورده می‌سازد.

اکنون به بررسی دستگاه سکشنولایزر واقع در ابتدای انشعاب اصلی کبوترآباد مطابق با شکل ۲ می‌پردازیم که دارای هیچ گونه منحنی زمان ـ جریان نبوده و توانائی قطع جریان بار را نیز ندارد، بلکه این دستگاه در این مدار تعداد قطعیهای ریکلوزر را شمرده و هر گاه تعداد آنها به تعداد از قبل تنظیم شده آن رسید، در موقع قطع ریکلوزر و پیش از وصل مجدد آن و در صورتی که اتصالی از محدود عملکرد فیوزهای انشعابی خارج باشد، مدار تحت حفاظت خود را باز می‌نماید.

در مورد این دستگاه نیز بهتر است از نوع الکترونیکی آن با قابلیتهای بیشتر آن نسبت به نوع هیدرولیکی، استفاده نمائیم. در انتخاب سکشنولایزر نیز علاوه بر رعایت سطح ولتاژ، ماکزیمم جریان بار، ماکزیمم جریان اتصالی و قابلیت کوردینه، باید به دو نکته اساسی در انجام کوردینه آن با ریکلوزر توجه نمود.

ـ حداقل جریان سکشنولایزر نباید از ۸۰٪ حداقل جریان قطع ریکلوزر بیشتر باشد.

ـ تعداد شمارشهای سکشنولایزر یکی کمتر از مراحل قطع ریکلوزر باشد، که در اینجا روی سه تنظیم می‌شود.

برای انجام کوردینه سکشنولایزر شماره ۲ واقع در ابتدای قسمت ۷ در شکل ۲ نیز دقیقاً نکات فوق باید رعایت شود.

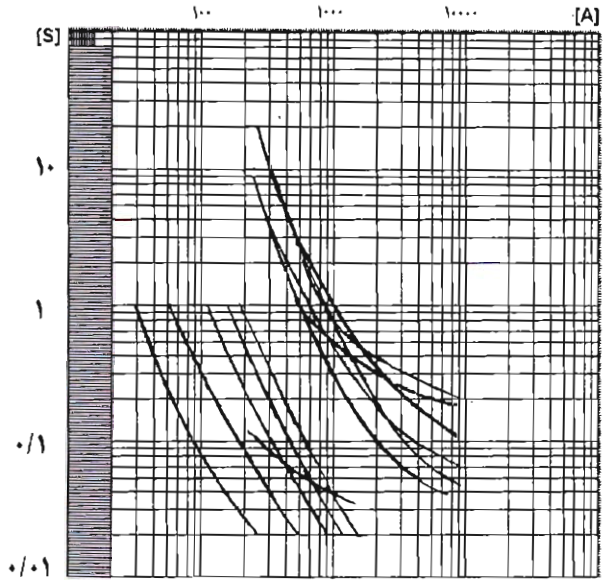
نتیجه‌گیری :

در جدول ۵ مناسب‌ترین ادوات حفاظتی ارائه شده است.

قسمت	حفاظت	Vn (v)	In (A)	Isc.max (A)
۱۱	F1	۲۴-۳۴/۵	۲۵	۶۰۰۰
۱۲	F2	۲۴-۳۴/۵	۱۵	۶۰۰۰
۱۳	F3	۲۴-۳۴/۵	۱۰	۶۰۰۰
۱۴	F4	۲۴-۳۴/۵	۲۰	۶۰۰۰
۱۵	F5	۲۴-۳۴/۵	۲۰	۶۰۰۰
۶	R	۲۴-۳۴/۵	۲۰۰	۶۰۰۰
۱۶	S1	۲۴-۳۴/۵	۸۰	۶۰۰۰
۲۲	F6	۲۴-۳۴/۵	۲۵	۶۰۰۰
۲۳	F7	۲۴-۳۴/۵	۱۵	۶۰۰۰
۷	S2	۲۴-۳۴/۵	۱۶۰	۶۰۰۰
۱۷	F8	۲۴-۳۴/۵	۱۵	۶۰۰۰
۱۸	F9	۲۴-۳۴/۵	۱۵	۶۰۰۰
۱۹	F10	۲۴-۳۴/۵	۱۰	۶۰۰۰
۲۰	F11	۲۴-۳۴/۵	۶	۶۰۰۰

« جدول (شماره ۵) »

منحنی‌های عملکرد تجهیزات حفاظتی و نحوه کوردینه آنها با هم دیگر به عنوان نتیجه تمامی تحقیقات، مطالعات و بررسیهای فیدر مزبور در شکل تمام لگاریتمی ۳ در زیر آورده شده است. با کوردینه فوق عملاً میزان قطعیهای فیدر مزبور به شدت کاهش می‌یابد و پیشنهاد می‌گردد برای تمامی فیدرهای ۲۰ کیلوولت طولانی با تعداد قطعیهای بیش از ۱۵ مرتبه در ماه به مورد اجرا درآید.



شکل (شماره ۳)

منابع :

1 - Distribution System Protection Manual McGRAW - EDISON Company.

2 - ASEA Relay System : Volumes 1 & 2 & 3.

3 - GEC Protective Relays Application Gudie.