روش صحیح تنظیم رله‌های جریانی در شبکه‌های توزیع

سیدمحمود حق‌شناس

شرکت مهندسی سایپا

چکیده :

تنظیم رله‌های جریانی براساس محاسبات اتصال کوتاه سه‌فاز انجام میگیرد. اما با درنظرگرفتن نوع ترانسفورماتورهای تبدیل مورد استفاده در شبکه‌های توزیع که عموما" ستاره - مثلث هستند، میتوان گفت که درتمام شرایط،این نتایج کارآمد نیستند. زیرا دراثر بروز خطای دو فاز دریک سمت ترانسفورماتور، از طرف دیگر جریان سه فاز خواهد گذشت و این پدیده فاصله زمانی لازم بین عملکرد رله‌های 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 هوائی توزیع از اتصال کوتاه سه‌فاز به‌مراتب بیشتر است.

دراین مقاله سعی میشود تا از طریق بسط یک دیدگاه نظری، روشی عملی جهت محاسبات هماهنگی رله‌ها ارائه‌گردد تا درنهایت بهترین تنظیم های جریانی و زمانی ممکن را برای رله‌های جریان زیاد مورد استفاده در شبکه‌های توزیع و فوق توزیع فراهم آورد.

شرح مقاله :

۱- مقدمه :

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

در شبکه‌های توزیع از این رله‌ها بعنوان حفاظت اصلی و درشبکه‌های 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 رله‌ها هماهنگی برقرار گردد . یعنی میان زمان عملکرد رله اصلی و رله پشتیبان همواره حداقل فاصله زمانی معینی وجود داشته باشد تا از عملکرد نابجای رله‌ها و بی برق شدن بی دلیل بخشی از شبکه ممانعت بعمل آید.

باتوجه به اینکه با رعایت فاصله زمانی لازم برای هماهنگی بین رله‌های اصلی و پشتیبان ، زمان عملکرد انتهائی ترین رله نسبت به محل مصرف شدیدا" افزایش می یابد، معمولا" درشبکه‌های توزیع و خصوصا" شبکه‌های فوق توزیع از رله‌های جریانی با منحنی مشخصه عملکرد معکوس (Inverse) استفاده میکنند که با افزایش جریان خطا، زمان عملکرد رله نیز کاهش می یابد. بدین ترتیب زمان عملکرد رله‌های دورتر ازمحل مصرف برای خطاهای مخرب با جریان بالا کمتر شده و امکان استفاده از این رله‌ها برای شبکه‌های بزرگ و بهم پیوسته فراهم میگردد.

بیشترین جریان خطا برای هماهنگی رله‌های فازی ، جریان اتصال کوتاه سه‌فاز است . این مطلب را می توان با استفاده از روابط موجود میان مدارهای معادل در آنالیز سیستم های قدرت نشان داد [۲ و ۱] . از این تحلیل میتوان نتیجه گرفت که جریان اتصال کوتاه سه فاز ۱۵٪ از جریان اتصال کوتاه دو فاز در شرایط مساوی بیشتر است و بنابراین میتوانند مبنای مناسبی برای محاسبات هماهنگی و تنظیم رله‌های جریان زیاد باشد . زیرا باتوجه به طبیعت این رله‌ها، اگر هماهنگی بازای بیشترین جریان خطا برقرار باشد میتوان ادعا کرد که هماهنگی بازای جریانهای پائین تر نیز برقرار خواهد بود.

۲- طرح مسئله :

در تنظیم رله‌های جریانی یک شبکه شعاعی ، فرض براین است که از رله‌های اصلی و پشتیبان هنگام وقوع خطاجریانی برابر میگذرد. براین‌اساس ، تنظیم زمانی رله‌های اصلی و پشتیبان با یک جریان خطا محاسبه می شود . اما مشکلی که بواسطه وجود ترانسفورماتورهای ستاره - مثلث در شبکه‌های 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 سه‌فاز ظاهر خواهد شد که این پدیده سبب کم شدن فاصله زمانی میان عملکرد رله‌های اصلی و پشتیبان شده و در نهایت احتمال عملکرد نابجای رله پشتیبان بجای رله اصلی را بیشتر خواهد کرد . دلیل وقوع این پدیده را باتوجه به جریانهای گذرنده از سیم پیچهای ترانسفورماتور در زمان وقوع خطا میتوان نشان داد [۱] .

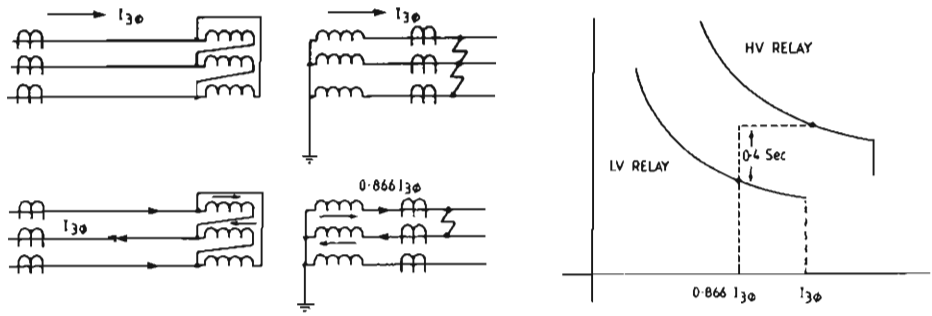
این مسئله خصوصا" از آن جهت قابل تامل است که احتمال وقوع خطاهای دوفاز در خطوط هوائی توزیع از خطای اتصال کوتاه سه‌فاز به مراتب بیشتر است . بادرنظر گرفتن این حقیقت که‌بیشتر خطاهای تکفاز با زمین ناشی از پارگی هادیهای خطوط یا شکستن مقره‌ها نیز بدلیل مقاومت بالای محل خطا بویژه درنواحی گرم و خشک ، توسط رله‌های اتصال زمین قابل تشخیص نبوده و در نهایت بدلیل بالا بودن سطح ولتاژ روی مقره‌های مجاور نسبت به‌زمین ، به خطای دوفاز منجر خواهدشد . از اینرو گاهی توسط پرسنل بهره‌برداری 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 .

۳- راه حل پیشنهادی :

ممکن است پیشنهاد شود که برای رفع این مشکل از جریان خطای دو فاز برای هماهنگی رله‌های اصلی و پشتیبان استفاده کنیم . اما همانطوریکه در قسمتهای قبلی اشاره شد ، مقدار جریان خطای دوفاز از جریان خطای سه‌فاز کمتر است و اگر تنظیم زمانی بین منحنی ها با استفاده ازجریان کمتر انجام شده باشد، درصورت وقوع خطای سه فاز دیگر فاصله زمانی لازم وجود نخواهد داشت و هماهنگی بهم خواهد خورد. این حقیقت با استفاده از رسم منحنی های رله‌های اصلی و پشتیبان درایک صفحه مختصات جریان - زمان قابل رویت می باشد [۱] .

پس برای انجام هماهنگی با درنظر گرفتن پدیده مورد بحث ، بایستی بدترین شرایط را درنظر بگیریم و آن حالتی است که از رله اصلی جریان دو فاز و از رله پشتیبان جریان سه‌فاز میگذرد . بنابراین بایستی تنظیم زمانی رله اصلی برمبنای

خطای دو فاز و تنظیم رله پشتیبان براساس خطای سه‌فاز محاسبه گردد. این روش با استفاده از نمایش ترسیمی و منحنی های مشخصه رله‌های اصلی و پشتیبان در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل (۱) : نمایش ترسیمی تنظیم رله‌های جریانی در شبکه‌های توزیع

۴- روش محاسباتی تنظیم رله‌های جریانی :

همانگونه که از نمایش ترسیمی در شکل (۱) پیداست ، بایستی برای پیدا کردن تنظیم‌های زمانی رله‌های طرفین ترانس ، ابتدا زمان عملکرد رله اصلی را با استفاده از جریان خطای دوفاز بدست آورده و سپس با افزودن فاصله زمانی لازم (0.4 sec)، زمان عملکرد رله پشتیبان را پیدا کنیم . آنگاه با استفاده ازجریان 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 می نیمم مقدار خود (مثلا" 0.05) قرار میدهیم . آنگاه زمان عملکرد این رله را بازای جریان خطای دوفاز در محل کلید اصلی (با فرض باز بودن کلید انتهای خط) به کمک روش ترسیمی و یامعادله ریاضی معرف منحنی مشخصه رله (این معادله را بادقت بسیارخوبی باروشهای عددی برازش خم میتوان پیدا کرد) پیدا نموده و t1 می نامیم. به این زمان ، فاصله زمانی لازم برای هماهنگی رله‌های اصلی و پشتیبان (C.T.I) را

اضافه میکنیم. زمان عملکرد لازم برای رله پشتیبان بدست می‌آید که آنرا t2 می‌نامیم. به کمک t2 و جریان خطای سه‌فاز کذرنده از رله پشتیبان با استفاده از معادله مشخصه رله، تنظیم زمانی یا T.D.S رله پشتیبان بدست می‌آید. بهمین ترتیب TDS بدست آمده را مبنا قرارداده و T.D.S رله پشتیبان آنرا پیدا میکنیم تا همه رله‌ها هماهنک شوند.

۵- مزایا و معایب روش پیشنهادی :

همانکونه که از نمایش ترسیمی روش فوق در شکل (۱) مشهود است، با استفاده از این روش فاصله زمانی میان منحنی های مشخصه رله‌های اصلی و پشتیبان نسبت به حالتی که تنظیم های زمانی با استفاده از جریان اتصال کوتاه سه‌فاز محاسبه شوند، قدری بیشتر میشود. این مسئله در فاز محاسباتی با بیشتر شدن مقدار عددی T.D.S رله پشتیبان نسبت به حالت قبل خودنمائی میکنند. هردو این رخدادها معرف این حقیقت است که با بهره‌گیری از این روش، زمان عملکرد رله پشتیبان و رله‌های بعدی به ازای وقوع خطای سه‌فاز درمحل کلید اصلی نسبت به‌حالت قبل قدری بیشترمی شود که البته مطلوب ما نیست .چرا که یکی از اهداف عمده در هماهنکی رله‌های حفاظتی کاستن از زمان عملکرد رله‌ها و پاک شدن خطا در کوتاهترین زمان ممکن است. اما در عوض، با صرفنظر کردن از این پدیده، احتمال بی برق شدن بی دلیل بخشی از شبکه در نتیجه وقوع خطا در ناحیه مجاور آن افزایش می یابد که کاهش قابلیت اطمینان برای معرف کنندکان انرژی الکتریکی را بدنبال خواهد داشت.

با مقایسه این دو وضعیت متضاد، میتوان استفاده ازاین روش را بطور منطقی توصیه کرد. چرا که اولا" همانکونه که اشاره‌شد احتمال وقوع خطای دوفاز درشبکه‌های توزیع از خطای سه‌فاز بیشتر است و ثانیا" زمان عملکرد سیستم حفاظتی در شبکه‌های توزیع به اندازه شبکه‌های فشارقوی انتقال انرژی ازحساسیت برخوردار نیست. زیرا در آن شبکه‌ها درصورت پاک نشدن خطا درمدت 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. امادرشبکه‌های توزیع، رساندن برق

مطمئن به مصرف کنندگان انرژی از اولویت برخوردار می باشد. از اینروست که بکار بردن این روش در تنظیم رله‌های جریانی توصیه میگردد.

۶- نتیجه گیری :

در این مقاله ضمن اشاره به روشهای حفاظت جریانی در شبکه‌های توزیع ، به طرح مسئله تنظیم رله‌های جریانی با حضور ترانسفورماتورهای ستاره - مثلث پرداخته شد و ضمن اشاره به‌کار آمد نبودن روشهای موجود در بدست آوردن تنظیم‌های مناسب ،روشی پیشنهادگردید که تنظیم‌های زمانی را با درنظرگرفتن حداکثر قابلیت اطمینان برای مصرف کنندگان بدست دهد . سپس مزایا و معایب این روش برشمرده شد و باتوجه به اهمیت رساندن برق مطمئن به مصرف کنندگان،استفاده از این روش در تنظیم رله‌های جریانی شبکه‌های توزیع پیشنهاد گردید.

۷- مراجـــع :

۱- دکتر حسین عسکریان ابیانه ، مهندس محمود حق شناس ، دکتر مسعود شفیعی " هماهنگی بهینه رله‌های جریان زیاد با درنظرگرفتن اثرگروههای ترانسفورماتوری " دانشگاه‌صنعتی خواجه‌نصیر - مرکز تحقیقات نیرو ، دانشگاه صنعتی‌امیرکبیر ، کنفرانس توانیر ، آبان ماه ۱۳۷۱ .

۲- عباس اخوان ، " مطالعات اتصال کوتاه " دفتر برنامه‌ریزی برق وزارت نیرو ، ۱۳۶۲ .