دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی برق

پروژه پایانی دوره کارشناسی مهندسی برق – قدرت

عنوان پایان نامه :

محاسبه امپدانس منبع و SIR برای خطوط شبکه قدرت جهت تنظیم و هماهنگی رله های دسیتانس

استاد راهنما:

دکتر کاظم مظلومی

نگارش:

پرویزبیگدلی

فروردین ماه ۱۳۹۶

تقدیم به :

ماحصل آموخته‌هایم راتقدیم می‌کنم به آنان که مهرآسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است. به مقدس‌ترین واژه‌هادرلغت نامه دلم، مادرمهربانم که زندگیم را مدیون مهروعطوفت او می‌دانم.به استوارترین تکیه‌گاهم ، دستان پرمهر پدرم که هرچه آموختم درمکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان راسپاس نتوانم گفت.

تقدیم به او که آموخت مراتا بیاموزم،تقدیم به آنان که وجودم جز هدیه وجودشان نیست وتقدیم به او که مسیح واربا صبرش در تمامی لحظات رفیق راه بود.

تقدیروتشکر :

استادارجمند جناب آقای دکترکاظم مظلومی به پاس نعمت توفیق وادای وظیفه برخود لازم می‌دانم که صمیمانه‌ترین قدردانی‌های خویش را نثار شما بنمایم که دلسوزانه مجموعه علم و دانش خویش را دراختیارمن گذاشتید و در تهیه این پایان‌نامه اگرموفقیتی حاصل گشت قسمت اعظم آن مدیون راهنمایی‌های بی شائبه جنابعالی بوده است.

همچنین ازاستاد داور،جناب آقای دکترمنصوراوجاقی که با دیده اغماض به اینجانب نگریسته سپاس گزاری میکنم.

از تمامی اساتید محترم گروه برق دانشگاه زنجان که طی سال های تحصیلم،افتخارشاگردیشان راداشته ام ، کمال تشکر را دارم .

پرویزبیگدلی

چکیده :

دراین پروژه موضوع SIR که به صورت نسبت امپدانس منبع به امپدانس خط تعریف می‌شود، بحث شده است. SIR یک روش مناسب برای طبقه بندی طول خط به منظوراستفاده در طرح‌های حفاظتی وبه ویژه در تنظیم وهماهنگی رله‌های دیستانس می‌باشد.

دراین پروژه ابتدا درموردسیستم حفاظت دیستانس و چگونکی عملکرد رله‌های دیستانس نکاتی ارائه شده است.سپس مفهوم SIR وکابردهای آن موردتوجه قرار گرفته است.درادامه سه روش برای محاسبه امپدانس منبع در سیستم قدرت معرفی گردیده و یک روش مناسب برای اندازه گیری این پارامترمعرفی و برای دو شبکه نمونه و محدود استفاده شده است.

همچنین شبکه انتقال برق استان زنجان و قزوین که تحت نظرشرکت برق منطقه ای زنجان می‌باشد درنرم افزار دیکسایلنت وباتوجه به مقادیر واقعی شبیه سازی شده و امپدانس منبع و SIR برای تمامی خطوط این شبکه محاسبه شده است و طبقه بندی خطوط بر اساس SIR بدست آمده انجام گرفته است.

فهرست

- مقدمه ۱
- طبقه‌بندی طول خط ۱
- حفاظت دیستانس ۲
- رله‌های دیستانس و عملکرد آنها ۲
- زون بندی رله‌های دیستانس ۴
- SIR ۵

❖ روشهای محاسبه امپدانس منبع ۹

- امپدانس معادل تونن ۹
- روش جایگزین برای تعیین Z_S ۱۱
- روش توصیه شده برای محاسبه امپدانس منبع ۱۱
- محاسبه SIR ۱۳

❖ نمونه‌ها ومثال‌ها ۱۴

- مثال۱.خط کوتاه درسیستم دوتایی بسته ۱۴
- مثال۲.خط ارتباطی بین دو سیستم ۱۶

❖ شبیه سازی برای شبکه واقعی ۱۸

- اطلاعات استفاده شده درشبیه سازی خطوط ۱۹
- مشخصات وپارامترهای مربوط به ترانسفورماتورهای شبکه ۲۰
- مشخصات ژنراتورهای نیروگاه سلطانیه ۲۴

- شمای کلی شبکه ۲۶
- تصاویربخش های مختلف شبکه ۲۸
- نحوه انجام محاسبات ۳۰
- جداول مربوط به نتایج ۳۱
- نتیجه گیری ۴۳

مقدمه :

وظیفه سیستم حفاظت آن است که هرجزء ازشبکه الکتریکی که دچارخطا یا اتصالی شده است را درکمترین زمان ممکن ازمدار خارج سازد، به شکلی که احتمال خطراز بین رفته وکوچکترین بخش از شبکه الکتریکی مجزاگردد.

سیستم‌های حفاظتی نقش اساسی درایمنی، پایداری وقابلیت اطمینان سیستم برق رسانی را عهده دار بوده وازشروع یا گسترش دامنه خسارت ناشی ازخطاهای مختلف جلوگیری می‌نمایند.همچنین عملکرد مناسب وانتخاب سیستم حفاظتی موجب کاهش سطح خاموشی می شود چراکه حداقل ناحیه‌ای راکه برای رفع عیب کافی است ازشبکه جدانموده وباعث تداوم برق‌رسانی به قسمت‌های دیگرشبکه می‌شود. اجزای اصلی یک سیستم حفاظتی شامل رله‌ها، ترانس‌های جریان و ولتاژ وکلیدها هستند که اختلال یا عدم کارکرد صحیح هریک ازاین اجزاء باعث عملکرد نادرست سیستم حفاظتی میگردد.دراین میان رله‌ها وظیفه شناسایی خطا را برعهده داشته و مهم‌ترین جزء سیستم حفاظتی می‌باشند که در ادامه مورد بررسی قرارمی گیرند.

خط انتقال یکی از مهم‌ترین تجهیزات سیستم قدرت است که حفاظت آن از دیدگاه حفظ پایداری سیستم وجلوگیری ازآسیب دیدن تجهیزات دراثرعبور جریان اتصال‌کوتاه دارای اهمیت بسیار زیادی‌است.باتوجه به فاصله زیاد بین ترمینال‌های ابتدا وانتها خط، حفاظت خط انتقال یکی از پیچیده‌ترین انواع حفاظت درسیستم قدرت است.متداول ترین روش حفاظت خط، حفاظت دیستانس می‌باشد.

طبقه‌بندی طول خط:

طبقه‌بندی طول خط درتعیین تنظیمات رله وفلسفه حفاظت ازخط انتقال گام مهمی می‌باشد.طول یک خط اغلب برای کمک به تعیین طرح حفاظتی تخصیص یافته استفاده می‌شود.همچنین برای راهنمایی مهندس نصب

رله درتعیین عناصر قابل استفاده یا انتخاب مواردجنبی به کار می‌رود. طول یک خط را می توان براساس فاصله فیزیکی , امپدانس یا نسبت امپدانس منبع آن (SIR) تعریف کرد.

SIRبرابر با نسبت امپدانس منبع (Z_S) به امپدانس خط (Z_L) می‌باشد. SIR به عنوان روش مناسبی برای طبقه‌بندی طول الکتریکی یک خط با هدف نصب رله‌های حفاظتی ایجاد شده است .

حفاظت دیستانس :

چکیده :

رله‌های دیستانس جزء حفاظت‌های اصلی غیرواحد بوده وعلاوه بر اقتصادی بودن مزایای فنی قابل ملاحظه‌ای دارند.این نوع حفاظت ساده واز نوع حفاظت‌های سریع می باشد.با ترکیب این سیستم با کانال سیگنال می‌توان حفاظت واحد را فراهم نمود وبه این ترتیب هماهنگی رله‌های وصل مجدد دوطرف خط امکان پذیر می‌باشد.

اصول عملکرد رله دیستانس برمبنای اندازه‌گیری امپدانس از محل رله می‌باشد واین امر به کمک سنجش ولتاژ وجریان در محل پایانه رله انجام می گیرد.در هنگام وقوع خطا واتصال کوتاه ، امپدانس اندازه گیری شده متناسب با امپدانس از پایانه رله تا نقطه خطا بوده که بسیار کوچکتر از امپدانس دیده شده توسط رله در حالت عادی کار سیستم است.جهت سنجش امپدانس، بسته به نوع خطا رله مقادیر مختلفی را اندازه‌گیری می‌کند وبه عبارتی ورودیهای جریان و ولتاژمتفاوتی درنظر گرفته می‌شود.

رله‌های دیستانس وعملکردآنها :

رله دیستانس همانطور که از نامش مشخص است بر اساس اندازه‌گیری فاصله رله تا نقطه خطا کار می‌کند .به این ترتیب که اگر طول خط اندازه‌گیری شده از مقدار تنظیم شده برای رله کمتر باشد رله عمل خواهد کرد.رلهٔ دیستانس بهترین رله برای حفاظت شبکه‌های انتقال انرژی می‌باشد .زیرا فقط بوسیلهٔ چنین

دستگاهی هر نوع اتصال در هرکجای شبکه درکمترین مدت قطع می‌شود و به همین جهت برای حفاظت شبکه‌های فشار قوی و فشار متوسط از رلهٔ دیستانس استفاده می‌شود. این نوع رله بطور گسترده‌ای برای حفاظت خطوط مورد استفاده قرار می‌گیرد.

رله دیستانس یک رله حفاظتی است که زمان قطع آن تابع مقاومت طول سیم می‌باشد. در بیشتر اوقات زمان قطع رله باید تابع محل اتصال کوتاه نسبت به رله باشد، و از این رو این زمان باید تابع جهت معینی از انرژی اتصال‌کوتاه باشد .به طوری که می دانیم هرچه محل اتصال کوتاه از رله دور تر باشد، مقاومت ظاهری قطعه سیم بین محل اتصالی تا رله بزرگتر شده و در نتیجه مقاومت اهمی و غیر اهمی آن نیز بزرگتر می‌شود .از آنجا که در رشد تاسیسات برقی رابطه مستقیمی بین مقاومت و طول سیم وجود دارد، لذا با استفاده از رله دیستانس به عنوان رله حفاظتی در سراسر خطوط انتقال انرژی عملا مشکل حفاظت موضعی و تنظیم جهش زمانی رله‌های پی‌درپی برطرف می‌شود.

رله‌های دیستانس صرف نظر از انواع مختلف آنها بر مبنای اندازه‌گیری فاصله الکتریکی رله تا محل خطا کار می کنند .در مواقعی که حداقل جریان خطا قابل مقایسه با جریان بار باشد، این رله‌ها کاربرد وسیعی پیدا می‌کنند و این از آنجا ناشی می‌شود که رله‌های دیستانس به جریان حساس نیستند، بلکه امپدانس ظاهری (فاصله الکتریکی)تا محل خطا را می‌سنجند .رله‌های دیستانس دارای یک امپدانس داخلی به نام امپدانس تنظیم رله می‌باشند .این امپدانس(Z0) برابر امپدانس قسمتی از خط است که رله باید آن قسمت را مورد حفاظت قرار دهد.

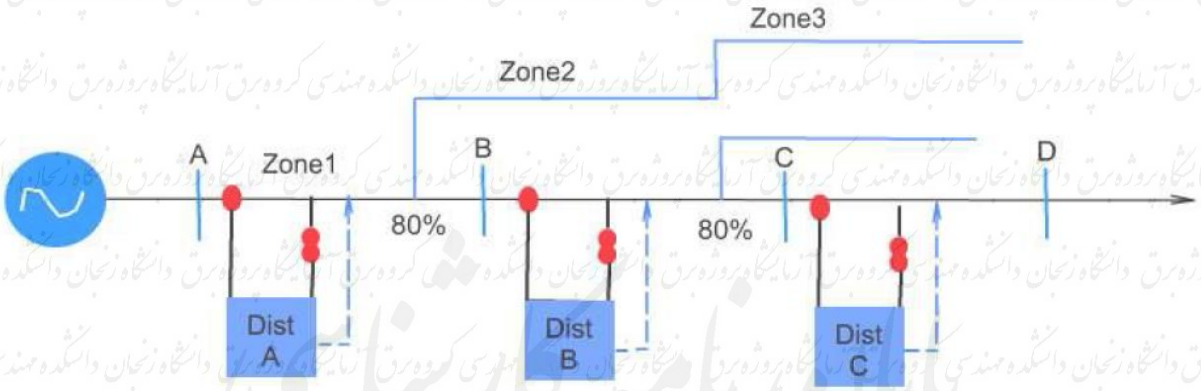
رله دیستانس از لحاظ کار مانند رله جریان زیاد در مقابل اتصال کوتاه می‌باشد و رله دیستانس بر اساس فاصله یا امپدانس عمل می کند .یعنی رله دیستانس زمانی عمل می کند که امپدانس خط از مقدار تنظیم شده کمتر باشد در غیر این صورت عمل نمی‌کند و از لحاظی چون مقاومت مصرف‌کننده‌ها در حد تنظیم نیست از

امپدانس مصرف‌کننده‌ها صرف نظر شده و در زمان اتصال کوتاه طبق رابطه Z=U/I امپدانس کم می‌شود چون جریان زیاد می‌گردد و هر چقدر این امپدانس به رله نزدیکتر شود رله زودترقطع می‌کند.

درضمن در شبکه‌ای که چند رله دیستانس بکار می‌رود در موقع اتصالی همه رله‌های دیستانس تحریک شده ، ولی فقط رله‌ای قطع می‌کندکه به محل اتصال نزدیک بوده و بقیه رله‌ها به حال خود برمی‌گردد. در موقع بروز اتصال کوتاه در نقطه غیر مشخص یک شبکه حلقوی تمام رله‌های دیستانسی که در شبکه نصب شده است و جریان اتصال کوتاه از آنها عبور می‌کند،تحریک می‌شوند ولی فقط نزدیکترین رله به محل اتصالی موفق به قطع سیم اتصالی شده از شبکه می‌شود .زیرا قطعه سیم بین این دو نقطه کوچکترین مقاومت را شامل است و به این خاطر زمان قطع این رله نیز از همه کوتاهتر می‌باشد.

زون بندی رله‌های دیستانس:

معمولا در رله‌های دیستانس به عنوان حفاظت اصلی تا % 80 خط روبروی خود را به عنوان رله اصلی پوشش می‌دهند .دراین حالت یعنی در صورتی که خطایی در فاصله‌ی 80%خط اتفاق بیفتد، رله بدون هیچ گونه تاخیری عمل کرده و خط را قطع می‌کند، زمان این عملکرد که به صورت لحظه‌ای می‌باشد، بستگی به تکنولوژی و توانمندی رله دارد(معمولا بین 40-20 میلی ثانیه). انتخاب درصد تنظیم % 80 خط اول بدلیل احتمال بروز عملکرد نادرست رله Ra به ازای خطاهای نزدیک به Rb می‌باشد که می‌تواند به دلایل مختلف مانند عدم دقت ترانس‌های ولتاژ و جریان و یا عدم دقت خود رله و یا وقوع اتصال کوتاه همراه با مقاومت باشد و انتخاب درصد تنظیم 50 و 20درصد برای خطوط دوم و سوم بدلیل ایجاد هماهنگی با سایر رله‌ها می‌باشد . درزون‌های 2 و 3 می‌توانند به عنوان پشتیبان بلاوقت استفاده شوند که در این صورت در صد تنظیم رله‌ی دیستانس برایZone 2 تا % 50 خط دوم می‌باشد.



SIR :

SIR درطبقه‌بندی طول خط مفیدمی‌باشد زیرا SIR برای تعیین شبکه تقسیم بندی ولتاژروش مناسبی می‌باشد.همانطور که قبلا اشاره شد SIR برابربا نسبت امپدانس منبع (Z_S) به امپدانس خط (Z_L) می‌باشد.

IEEE C37.113 به عنوان راهنمای IEEE برای‌کاربردهای رله حفاظتی درخطوط انتقال، طول خط رابراساس SIR به شکل زیر طبقه‌بندی می‌کند:

- خط کوتاه : $SIR > 4$
- خط متوسط : $0.5 < SIR < 4$
- خط بلند : $SIR < 0.5$

مرز $SIR > 4$ برای خط کوتاه طبق تعریف یک مرز اختیاری می‌باشد که باید مهندس نصب رله درباره عناصر کاربردی وحاشیه‌های مورداستفاده هشیار باشد.به دلیل کوچک بودن امپدانس خطوط کوتاه، نسبت امپدانس منبع به امپدانس خط انتقال عدد بزرگی است.به طور کلی در حفاظت، خط کوتاه به خطی اطلاق می‌شود که SIR آن بزرگ باشد.بنابراین خطی به طول ۳۰ کیلومتر که SIR آن کم است همانند خط بلند خواهد بود.اما یک خط ۱۰۰ کیلومتری که SIR بالایی دارد همانند خط کوتاه رفتار می‌کند.معمولا خطوطی که SIR آنها بزرگتر از ۴ باشد از نظر حفاظتی، خط کوتاه محسوب می‌شوند.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری :

تشخیص زمان کوتاه بودن یک خط برای تعیین طرح‌های مناسب حفاظت خط به منظور تعیین حاشیه مناسب عناصرمحافظ تحت برد، ونیزتریپ (trip) آنی و بی قید وشرط از لحاظ الکتریکی مهم می‌باشد. تضمین می‌کنیم که عناصرتحت برد هرگز برای یک خطای خارج از ناحیه(زون) حفاظت تریپ نمی‌دهند.

استفاده از SIR به عنوان یک روش بهتربرای تعیین طول الکتریکی یک خط با هدف نصب رله‌های حفاظتی خط ارائه شده است. SIR یک روش مناسب برای تعیین شبکه تقسیم بندی ولتاژمی‌باشدکه ولتاژ رله را برای یک خطا در مرز زون حفاظت نشان خواهد داد.در صورتی که تفاوت کمی بین ولتاژرله برای یک فالت داخل زون در مقابل خطای بیرون از زون وجود داشته باشد،خطاهای ترانسفورماتور اندازه گیری و خطای اندازه گیری رله مهم‌ترخواهدشد و رله در تمییز بین خطای داخلی وخارجی مشکل خواهد داشت.رله‌های دیستانس از سیگنال-های جریان و ولتاژ برای اتخاذ تصمیم تریپ استفاده می‌کنند.جریان یک سیگنال عملیاتی و ولتاژیک سیگنال محدود کننده می‌باشد.خطاهای اندازه گیری ولتاژ خطا می‌تواندموجب overreach (خارج از برد) شود.

استفاده از SIR برای تعیین طول یک خط می‌تواندپیچیدگی‌هایی را برای مهندس نصب رله ایجاد کند.یک خط را می‌توان ازکوتاه دریک پایانه و متوسط یا طولانی درپایانه دیگرطبقه‌بندی کرد.همچنین یک خط می تواندبرای خطاهای زمین کوتاه وبرای خطاهای فاز متوسط یا طولانی باشد وبالعکس.

نکته مهم این است که زمان کوتاه لحاظ شدن یک خط با هدف نصب رله‌هامشخص نمی‌باشد.به همین دلیل محاسبه SIR قبل از ایجادعناصرحفاظتی ومحاسبه تنظیمات آن مهم می‌باشد.همچنین توصیه شده است که SIR تحت شرایط N-0 و N-1 برای تضمین آگاهی ازمحدوده ممکن SIR تحت شرایط متفاوت سیستم بررسی شود.خطی که برای شرایط عادی سیستم متوسط یا طولانی می‌باشد، می‌تواند تحت شرایط N-1 کوتاه باشد.

مرز SIR>4 برای یک خط کوتاه یک مرز سخت‌گیرانه نمی‌باشد.بلکه فقط به معنای مقداری می‌باشدکه درآن مهندس نصب رله باید درباره کاربردعناصرتحت برد (underreaching) ، تریپ آنی و استفاده از حاشیه‌ها محتاط باشد.

روش توصیه شده برای محاسبه SIR قرار دادن یک خطا در مرز زون خط(باس دورتر) و محاسبه امپدانس منبع به عنوان کاهش ولتاژ از شین بی‌نهایت تا رله تقسیم بر جریان رله می‌باشد.این روش شرایط مواجهه رله درآینده رانشان می‌دهد.همچنین کاربرد آن ساده بوده وطبق مطالعه خطا وابزارهای محاسبات ریاضی بار چندانی را بردوش مهندس نصب تحمیل نخواهد کرد.

شناخت SIR برای خطوط کوتاه بسیارمهم می‌باشد.امپدانس معادل تونن یا روش دیگرحذف بخش شاخه، تاثیرامپدانس شاخه انتقال را لحاظ نخواهد کردکه طی خطای راه دور به پایانه‌های محلی و راه دور متصل می-شود درحالی که روش توصیه شده آن را لحاظ می‌کند.

پایان