دانشکده مهندسی برق

پایان‌نامه کارشناسی

مهندسی برق قدرت

عنوان:

شبیه سازی رله های دیجیتال دیستانس با استفاده از نرم افزار مطلب

نگارنده :

حامد منیعی

استاد راهنما :

دکتر کاظم مظلومی

تیر۹۵

سپاسگزاری :

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق » بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه دکتر کاظم مظلومی

که با کرامتی چون خورشید ، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی های کار ساز و سازنده بارور ساختند ; تقدیر و تشکر نمایم.

(و یزکیهم و یعلمهم الکتاب و الحکمه)

معلما مقامت ز عرش برتر باد همیشه توسن اندیشه ات مظفر باد

به نکته های دلاویز و گفته های بلند صحیفه های سخن از تو علم پرور باد

تقدیم:

به استوارترین تکیه گاهم،دستان پرمهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم،چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره ای از دریای بی کران مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم.

امروز هستی ام به امید شماست بوسه بر دستان پرمهرتان.

فهرست

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ اهمیت رله های حفاظتی در سیستم های قدرت ۱

۱-۲ انواع رله های حفاظتی ۳

۱-۳ رله های حفاظتی واحد و غیرواحد ۵

۱-۴ حفاظت اصلی و پشتیبان ۶

۱-۵ هم پوشانی نواحی حفاظتی ۷

۱-۶ ستینگ رله های حفاظتی ۷

۱-۷ شاخص های ارزیابی رله های حفاظتی ۸

۱-۸ نحوه ارتباط رله های الکتریکی با سیستم قدرت ۱۱

فصل دوم: اصول محاسبات شبکه ۱۴

۲-۱ محاسبات امپدانس سیستم ۱۵

۲-۱-۱ محاسبه راکتانس ۱۵

۲-۱-۲ محاسبه ظرفیت خازنی ۱۷

۲-۱-۳ محاسبه مقاومت ۲۰

۲-۲ محاسبات اتصال کوتاه ۲۰

۲-۲-۱ اتصال کوتاه متقارن ۲۲

۲-۲-۲ اتصال کوتاه نامتقارن ۲۳

۲-۲-۲-۱ اتصال کوتاه تک فاز به زمین (SLG) ۲۸

۲-۲-۲-۲ اتصال کوتاه دو فاز به هم (LL) ۲۸

۲-۲-۲-۳ اتصال کوتاه دو فاز به هم و زمین (DLG) ۲۹

فصل سوم: ترانسفورماتورهای ولتاژ و جریان ۳۰
۳-۱ ترانسفورماتور جریان ۳۰
۳-۱-۱ ساختمان ترانسفورماتورهای جریان ۳۱
۳-۱-۲ بردن ($Burden$) ۳۲
۳-۱-۳ عملکرد ۳۳
۳-۱-۴ ترانسفورماتور جریان مدار باز شده ۳۵
۳-۱-۵ ضریب زمان کوتاه مدت ($Short\text{-}time\ factor$) ۳۶
۳-۱-۶ ضریب حد دقت ($Accuracy\ limit\ factor$) ۳۷
۳-۱-۷ مشخصه ترانسفورماتورهای جریان ۳۷
۳-۱-۸ جریان نامی ثانویه ۳۸
۳-۱-۹ امپدانس سیم پیچ ثانویه ۳۹
۳-۱-۱۰ کاربرد ۳۹
۳-۱-۱۱ اثر جریان مغناطیس کنندگی CT بر روی تنظیم رله ۴۲
۳-۱-۱۲ انواع CT ۴۲
۳-۱-۱۳ استانداردهای ترانسفورماتور جریان ۴۳
۳-۲ ترانسفورماتور ولتاژ ۴۵

فصل چهارم: حفاظت دیستانس ۴۶
۴-۱ حفاظت دیستانس طبقه بندی شده ۴۶
۴-۲ مشخصه های عملکردی رله دیستانس ۴۸
۴-۲-۱ رله دیستانس نوع راکتانسی ۴۸
۴-۲-۲ رله دیستانس نوع امپدانسی ۴۹
۴-۲-۳ رله دیستانس نوع مهو ۴۹
۴-۲-۴ رله دیستانس با مشخصه چهارضلعی ۵۱
۴-۲-۵ سایر مشخصه ها ۵۲
۴-۳ نکات قابل توجه در حفاظت دیستانس ۵۴
۴-۳-۱ مقاومت خطا ۵۴
۴-۳-۲- ازدیاد مجازی امپدانس و ضریب ۵۶
۴-۳-۳ تشخیص جهت در رله های دیستانس ۵۷
۴-۴ طرح های حفاظتی رله دیستانس ۵۷
۴-۵ تنظیمات رله دیستانس و قابلیت های رله ۶۳
۴-۵-۱ وصل کلید خط بر روی اتصالی (*Switch On To Fault*) ۶۳
۴-۵-۲ سیستم قفل نوسان قدرت در رله های دیستانس (*PowerSwing Blocking*) ۶۴
۴-۵-۳ استاب پروتکشن (*Stub Protection*) ۶۵
۴-۵-۴ منطق عکس شدن جریان (*Current Reversal Logic*) ۶۶
۴-۵-۵ ستینگ گذاری رله دیستانس ۶۷

فصل اول:

مقدمه

۱-۱ اهمیت رله های حفاظتی در سیستم های قدرت

امروزه سیستم های قدرت بصورت گسترده و یکپارچه در آمده اند و با گذشت زمان شبکه های قدرت در سطح دنیا بیشتر به یکدیگر متصل و شبکه های بزرگتری را بوجود می آورند. البته این موضوع به دلیل مسائل اقتصادی و تبدیل شدن انرژی الکتریکی به اصلی ترین انرژی در اکولوژی زیستی بشر و عدم وجود مواد اولیه تولید این انرژی در همه نقاط و نیز پیشرفتهای صنعتی و هزینه های سنگین سرمایه گذاری اولیه در تولید انرژی الکتریکی اتصال شبکه های برق اجتناب ناپذیر است.

گسترش سیستم های قدرت موجب افزایش احتمال گسترش خطاها در این شبکه ها می گردد که منجر به عدم تداوم تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز مشترکین خواهد شد. از طرفی وضع قوانین بازدارنده برای عدم تأمین انرژی مورد نیاز مصرف کنندگان موجب شده است که شرکتهای برق بیش از پیش در اندیشه تقویت قابلیت اطمینان شبکه های خود باشند.

از آنجا که عوامل مخاطره آمیز در یک سیستم یکپارچه از داخل و خارج سیستم به آن تحمیل خواهد شد بنابراین افزایش قابلیت اطمینان و عملکرد اجزای سیستم از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

بروز و تداوم خطا آثار و نتایج زیان بار زیر را به دنبال دارد:

- می تواند سبب بر هم خوردن توازن تولید و مصرف شده و به تبع سبب بروز اختلال در فرکانس سیستم قدرت گردد.
- با عبور جریانهای بزرگ (چندین برابر جریان نامی) تجهیزات بیش از حد قابل تحمل گرم شده و به عایق بندی سیستم آسیب وارد می گردد.
- دامنه ولتاژها از میزان قابل قبول خارج می شوند که می تواند زمینه ساز آسیب به تجهیزات گردد.
- با توجه به نحوه زمین شدن شبکه و نوع خطا در بخشهایی از شبکه، سیستم نامتعادل شده و لذا تجهیزات کارکرد مناسبی نخواهند داشت.

رخ دادن حوادث در سیستم قدرت پدیده تصادفی می باشد. تجهیزات سیستم های قدرت برای شرایط بهره برداری معینی تعریف شده اند و برای حفاظت آنها تجهیزات مناسبی پیش بینی شده است تا در شرایط بحرانی محدوده عیب را در سریع ترین زمان ممکن از سایر بخش های سالم سیستم جدا نماید تا حداقل خسارت به سیستم قدرت و مشترکین آن وارد گردد. بروز اتصال کوتاه ها در سیستم قدرت از شدیدترین اختلال های سیستم قدرت می باشد و بایستی تمهیداتی اندیشید که محدوده خطا در حداقل زمان ممکن از سیستم جدا شود تا حداقل خسارت به سیستم قدرت وارد گردد. سیستمی که پس از وقوع خطا، آن را شناسایی نموده و موجب حداقل قطعی برق در شبکه برق رسانی می گردد حفاظت سیستم های قدرت نامیده می شود.

با توجه به اهمیت سیستم های برق رسانی و نیز آثار زیان بار خطاهای سیستم های قدرت ضروری است خطاهای شبکه در زمان های بسیار کمی از سیستم ایزوله گردند. با توجه به محدودیت زمانی رفع خطا سیستم های قدرت بایستی به تجهیزات هوشمندی مجهز گردند که بتوانند در کوتاه ترین زمان خطاهای رخ داده در سیستم قدرت را شناسایی و فرامین مناسب برای رفع آن را صادر نمایند. تشخیص بروز خطا در سیستم های قدرت به وسیله رله های حفاظتی صورت می گیرد که پس از تشخیص، باز و بسته کردن مدارشکن ها سبب می شود که عملکرد وسایل و تجهیزات الکتریکی تحت کنترل و نظارت قرار گیرد و خطا از بخش سالم شبکه ایزوله گردد لذا وظیفه یک رله تشخیص شرایط غیرعادی در بخشی از سیستم قدرت است و عملکرد رله سبب می شود بخش معیوب شبکه قدرت از بقیه بخش های سالم شبکه جدا گردد که این امر باعث عملکرد صحیح بقیه بخش های سیستم و سبب بروز حداقل خسارت خواهد شد.

۱-۲ انواع رله های حفاظتی

یکی از روش های متداول دسته بندی رله ها، تقسیم بندی بر اساس وظیفه آنها است . به عبارت دیگر این تقسیم بندی بر اساس پارامتری که رله اندازه گیری می کند استوار است . در تقسیم بندی بر مبنای کمیت اندازه گیری ، رله ها بر ا ساس تنظیم اولیه معین شده کار می کنند. به طور کلی رله ها را می توان بر مبنای کمیت اندازه گیری به رله های الکتریکی و مکانیکی تقسیم بندی نمود:

الف- **رله های الکتریکی**: این رله ها کمیت های الکتریکی (ولتاژ - جریان) را دریافت و مبتنی بر آن شرایط عادی و غیرعادی را از هم تمیز می دهند که انواع آن به شرح زیر می باشد:

- **رلـه هـای جریـانی**: ایـن رلـه هـا در یـک مقـدار مشـخص تنظـیم جریـان کـه قـبلاً معـین شـده کـار مـی کنـد و چنانچـه جریـان عبـوری بـیش از مقـدار تنظیمـی باشـد رلـه قطـع مـی کنـد. رلـه هـای جریـانی شـامل رلـه هـای جریـان زیـاد و جریان کم هستند.
- **رلـه هـای ولتـاژی:** ایـن رلـه هـا در یـک مقـدار مشخصـی از ولتـاژ کـه قـبلا تنظـیم شـده اسـت شـروع بـه کـار مـی کنـد. رلـه هـای ولتـاژی نیـز هماننـد رلـه هـای جریانی به رله های ولتاژ زیاد و ولتاژ کم تقسیم می شوند.
- **رلـه هـای تـوان:** ایـن رلـه هـا بـر اسـاس یـک میزانـی از قـدرت عمـل مـی کننـد. رلـه های توان به دو دسته قدرت کم و قدرت زیاد تقسیم می شود.
- **رلـه هـای جهتـی:** ایـن رلـه هـا بـر اسـاس ارتبـاط زاویـه فـاز بـین کمیـت هـای آن عمـل می کنند.
- **رلـه هـای فرکانسـی:** رلـه هـای فرکانسـی بـر اسـاس فرکـانس از قبـل تنظـیم شـده عمل می کنند. این رله ها شامل فرکانس کم و فرکانس زیاد هستند.
- **رلـه هـای تفاضـلی:** عملکـرد ایـن رلـه هـا براسـاس تفاضـل مقـداری یـا بـرداری دو کمیت همچون جریان الکتریکی و یا ولتاژ استوار است.
- **رلـه هـای تناسـبی:** ایـن رلـه هـا بـر اسـاس نسـبت دو کمیـت الکتریکـی متمـایز عملکـرد دارنـد از جملـه مـی تـوان بـه رلـه دیسـتانس و اضـافه شـار اشـاره نمـود. (رلـه هـای دیسـتانس براسـاس سـنجش فاصـله محـل وقـوع خطـا از نقطـه اسـتقرار رلـه هـای حفـاظتی عمـل مـی کنـد کـه براسـاس نسـبت ولتـاژ بـه جریـان کارکرد دارد)

ب- رلـه هـای مکـانیکی: ایـن رلـه هـا براسـاس کمیـت هـای مکـانیکی عملکـرد دارنـد کـه ایـن کمیـات مـی توانـد درجـه حـرارت، میـزان فشـار گـاز، میـزان فشـار مـایع و غیـره باشد.

رلـه هـای حفـاظتی از دیـدگاه نـوع تجهیـزات و تکنولـوژی سـاخت بـه شـرح زیـر تقسـیم بندی می شوند:

الـف- رلـه هـای الکترومکـانیکی: ایـن رلـه هـا بـه رلـه هـای جـذب مغناطیسـی، القـاء مغناطیسی، حرارتی و ... تقسیم می شوند.

ب- رلـه هـای اسـتاتیکی: رلـه هـای اسـتاتیکی دارای اجـزاء الکترونیکـی بـا قـدرت کـم هسـتند و در قالـب مـدارات الکترونیکـی و تقویـت کننـدههای عملیـاتی طراحـی شده اند.

ج- رلـه هـای میکروپروسسـوری: رلـه هـای میکروپروسسـوری مبتنـی بـر ریزپردازنـده ها می باشند.

۳-۱ رله های حفاظتی واحد و غیرواحد

سیسـتم حفـاظتی واحـد سیسـتمی اسـت کـه فقـط بـرای شـرایط غیرعـادی منطقـه مـورد حفاظـت عملکـرد دارد، رلـه حفاظـت دیفرانسـیل از نـوع حفاظـت واحـد اسـت. سیسـتم حفاظـت غیـر واحـد، حفاظـت یـک قطعـه واحـد از تجهیـزات شـبکه را بـر عهـده نـدارد. رلـه هـای جریـان زیـاد و دیسـتانس از نـوع رلـه هـای حفاظـت غیـر واحـد هستند.

دانشجویان محترم:

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

نتیجه گیری:

وظیفه سیستم حفاظت آن است که هر جزء از شبکه الکتریکی که دچار خطا یا اتصالی شده را در کمترین زمان ممکن از مدار خارج سازد به شکلی که احتمال خطر از بین رفته و کوچکترین بخشی از شبکه الکتریکی مجزا گردد. سیستمهای حفاظتی نقش اساسی در ایمنی، پایداری وقابلیت اطمینان سیستم برق رسانی را عهده دار بوده واز شروع یا گسترش دامنه خسارت ناشی از خطا های مختلف جلوگیری می نمایند همچنین عملکرد مناسب وانتخاب سیستم حفاظتی باعث کاهش سطح خاموشی می شود .

چرا که حداقل ناحیه ای را که برای رفع عیب کافی است از شبکه جدا نموده و باعث تداوم برق رسانی به قسمتهای دیگر شبکه می شود.

رله دیستانس ، جریان و ولتاژ خط را می گیرد و بر هم تقسیم کرده تا امپدانس خط را بدست آورد امپدانس بدست آمده را در هر لحظه با مقدار واقعی یا طبیعی می سنجد . اگر مقدار امپدانس بدست آمده از مقدار طبیعی کمتر باشد . رله تشخیص خطا می دهد یا به عبارتی یک خطا یا اتصال کوتاه پیش آمده را تشخیص می دهد در نتیجه تمام امپدانس های خط را بای پاس کرده به همین دلیل به این رله ، رله دیستانس یا فاصله می گویند زیرا امپدانسی که اندازه گیری می کند متناسب است با فاصله رله از محل اتصال کوتاه.

حال به منظور رسیدن به نتایج شبیه سازی دقیق می بایست مدل شبکه ی دقیقی ایجاد کنیم .که برای این منظور از شبیه سازی مطلب و سیمولینک پاور سیستم بلوکست استفاده میکنیم.
و از آنجایی که همه ی عناصر مورد نیاز شبیه سازی در آن جای دارد ساخت سیستم قدرت در محیط سیمولینک خیلی راحت میباشد.

منابع:

[1]– حفاظت و رله ها

تالیف : دکترحسین عسگریان ابیانه - مهندس مهدی طالشیان جلودار

انتشارات دانشگاه امیرکبیر

[2]- Modeling and Testing of a Digital Distance Relay Using MATLAB/SIMULINK

Li-Cheng Wu, Chih-Wen Liu,Senior Member,jEEE, Ching-Shan Chen,Member,IEEE

Department of Electrical Engineering, National Taiwan University, Taipei, Taiwan

[3]- Teaching Distance Relay Using Matlab/Simulink Graphical User Interface
Muhd Hafizi Idris School of Electrical System Engineering University Malaysia Perlis Kuala Perlis, Malaysia

Surya Hardi School of Electrical System Engineering University Malaysia Perlis

Mohd Zamri Hasan School of Electrical System Engineering University Malaysia Perlis

[4]- Implementation and Evaluation a SIMULINK Model of a Distance Relay in MATLAB/SIMULINK
Omar G. Mrehel Hassan B. Elfetori AbdAllah O. Hawal
Electrical and Electronic Dept. Operation Department Electrical and Computer dept