دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

حفاظت اضافه شار ترانسفورماتور

نگارش:

حسن طاهری جم

تابستان 98

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این

سرد ترین روزگاران بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در

پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیز و خواهر نازنینم تقدیم می کنم

فهرست مطالب

پیش گفتار 1

فصل اول حفاظت خطوط انتقال 2

1-1مقدمه 3

1_2 رله دیستانس 4

1-2-1 اصول کار رله دیستانس[1] 4

1-2-2 ساختمان رله دیستانس 5

1-2-3 ناحیه های حفاظتی رله های دیستانس 6

1-2-4 مشخه امپدانسی(تخت) 7

1-2-5 مشخصه راکتانسی 9

1-2-6 مشخه مهو(MHO) 10

1-2-7 مشخه چهارگوش(QUAD) 11

1-2-8 مختصری راجع به نوسان توان(POWER SWING) 12

1-2-9 رله بلاک کننده نوسان توان(POWER SWING BLOCKING RELAY) 13

1-3 حفاظت اضافه جریان (OVER CURRENT PROTECTION) 14

1-3-1 انواع حفاظت های جریان زیاد: 14

1-3-2 ویژگی های رله جریان زیاد 15

1-3-3 انواع رله های جریان زیاد 16

فصل دوم حفاظت ترانسفورماتورهای قدرت 19

2-1 مقدمه 20

2-2 خطاهای ترانسفورماتور قدرت 20

2-3 حفاظت دیفرانسیل ترانسفورماتور قدرت 22

2-3-1 رله دیفرانسیل 25

2-4 حفاظت خطاي زمين محدودشده 26

فصل سوم حفاظت اضافه شار ترانسفورماتورهای قدرت 28

3-1مقدمه 29
3-2 دلایل و تاثیرات اضافه شار 30
3-2- 1 دلایل اضافه شار در ترانسفورماتور: 30
3-2- 2تاثیرات اضافه شار ترانسفورماتور: 30
3-4 نیازها و تکنیک شبیه سازی مساله 31
3-5 رله اضافه شار 32
3-6 شبیه سازی 34
3-7 شکل کلی شبیه سازی 34
3-8بررسی عملکرد رله در شرایط مختلف 36
فهرست منابع و مراجع 39

پیش گفتار

دستیابی به یک سیستم قدرت با امنیت کاری مناسب ازاهداف ضروری و بسـیار مهم صنعت برق می باشد. از طرفی بروز اختلالات بزرگ و تهدید آمیز برای ایـن سیسـتم اجتنـاب ناپـذیر است؛ لذا چگونگی پرهیز از این مشکل و رسیدن به نقطه کار مناسب پس از وارد شدن اختلال به سیستم برای مهندسان برق به صورت دقدقه ای جدی در آمـده است.

گستردگی شبکه های برق و مدل های پیچیده عناصر قدرت پایداری سیستم را از حالت ساده شبکه های کوچک خارج ساخته،و عوامل مختلفی را دراثر گـذاری بر پایداری این شبکه ها دخیل نموده است.

در این پایان‌نامه به بررسی انواع روش های حفاظت از خطوط انتقال و ترانسفورماتور های قدرت پرداخته می شود و درنهایت روش حفاظت اضافه شار ترانسفورماتور(over flux protection of transformers) به صورت مفصل شرح داده می شود.

به منظور ارزیابی روش معرفی شده، خطای معرفی شده را در نرم‌افزار Matlab/Simulink شبیه‌سازی کرده و از نتایج به دست آمده برای سیستم، جهت تحلیل خطاها استفاده می‌کنیم.

کلمات کلیدی:

حفاظت اضافه تحریک، خطا در سیستم‌های قدرت، over flux relay، سیستم های حفاظتی

فصل اول

حفاظت خطوط انتقال

1-1 مقدمه

در یک **شبکه قدرت** هدف تولید وانتقال انرژی الکتریکی و تحویل بـه مصـرف کننده ها[1] می باشد؛ شبکه قدرت باید بگونه ای طراحی شود که با مدیریت مناسب در بهره برداری از آن بتوان عملیات مربوط به تولید وانتقال انرژی را به صورت بهینـه یعنی با کمترین هزینه اقتصادی و با قابلیت اطمینان بالا انجام داد .

نکته ای که از دیدگاه مصرف کننده بسیار اهمیت دارد این است که تولید وانتقال انرژی الکتریکی به صورت دائمی و بدون وقفه باشد. از طرفی شبکه قـدرت کـه شامل ژنراتور، ترانسفورماتورهای قدرت و خطوط انتقال وسـایر تجهیـزات مـی باشد در معرض وقوع خطا است که این خطا ها در کارکرد عـادی شـبکه قـدرت اختلال ایجاد می نماید.

این خطاها به طور عمده شامل اتصال کوتاه های بین فـاز و زمین و نیز پارگی خطوط انتقال یا کاهش قدرت عایقی مقره ها[2] می باشـد؛در چنین شرایطی یک سیستم نظارت و کنترل مورد نیاز خواهد بود؛تا هر بخـش از شبکه را که در آن خطا رخ داده است تشخیص داده ودر سریع ترین زمان ممکن از سایر بخش های سالم شبکه جدا نماید؛ زیرا تا هنگامی که خطا از شـبکه رفـع نشده باشد کل شبکه بخـاطر تـاثیرات ناشـی از وقـوع خطـا در معـرض خطـر است چنین سیستم نظارت وکنترل کننده ای در واقـع یـک **سیسـتم حفاظـت** محسوب می شود.

در یک سیستم حفاظتی مجموعه ای از رلـه هـا و کلیـدهای قدرت کار می کنند . برای یک شبکه قدرت ممکن است سیستم های حفاظتی مختلفی مطرح شوند که به منظور مقایسه و ارزیابی این سیستم ها بایکدیگر بایستی خصوصیات و معیارهـای یک سیستم حفاظتی مناسب را در نظر گرفت و سپس سیستم های حفاظتی مختلف را بر طبق این معیارها با یکدیگر مقایسه و مورد ارزیابی قرارداد و بهترین آن هـا را انتخاب نمود.

از مهم ترین معیارها می توان به سرعت عمل سیستم حفـاظتی و قابلیت اطمینان[3] و قابلیت انتخاب و حساسیت و اقتصادی بودن سیستم حفـاظتی اشاره نمود؛ در یک سیستم حفاظتی، رله های حفاظتی مهمترین نقش را ایفا می کنند .

رله حفاظتی عنصری است که با توجه به مقادیر پارامترهای شبکه همچون جریان و ولتاژ یا فرکانس شبکه، وضعیت عادی را از غیر عادی تشخیص داده و در صـورت غیر عادی بودن وضعیت به کلیدهای قدرت فرمان می دهد تـا عناصـری کـه در معرض خطا یا عملکرد نا مطلوب قرار گرفته است را جدا کند.

---

[1] _Consumers
[2] _Insulators
[3] _Relibility

سیستم با توجه به نوع حفاظت محدوده عملکرد رله نیز تعیین می شود . اگر **حفاظت واحد** [۴]مد نظر باشد ، رله فقط مجاز به حفاظت یـک قسـمت خـاص از شبکه می باشد و در صورت وقوع خطا در نواحی دیگر هیچگونه عکس العملـی از خود نشان نمی دهد. این نـوع حفاظـت در ماشـین هـا ، ترانسـفورماتورها ، ژنراتورها و خطوط انتقال هوایی کوتاه استفاده می شود.

ولی اگر حفاظـت غیـر واحد یا درجه بندی شده مد نظر باشد هر رله علاوه بر حفاظت از محدوده اصلی خودش، می تواند به عنوان پشتیبان برای محدوده ای غیر از محدوده خود باشـد و در صورتی که رله اصلی آن قسمت عمل ننماید رله پشـتیبان عمـل نمـوده وخطا را رفع می نماید.

بنابراین مفهوم حفاظت اصلی و پشتیبان و نحوه هماهنگی بین آن ها مطرح می شود که در ادامه به تشریح آن خواهیم پرداخت.

2_1 رله دیستانس

رله های دیستانس برای حفاظت خطوط انتقال به کار می روند و از آنجا که فاصله خطا را با اندازه گیری امپدانس مشخص می کنند، بدین نام مشهور شده اند. به طور کلی وقتی اتصالی در شبکه رخ می دهد اینگونه رله ها نقش حفاظتی خط و تعیین فاصله اتصالی تا رله را به عهده دارند.

معمولا حفاظت اصلی خطوط انتقال رله های دیستانس و حفاظت پشتیبان این خطوط رله های اضافه جریان هستند. دلیل این امر آن است که زمان عملکرد رله های دیستانس بر روی خطی که رله روی آن است بسیار کم و زمان عملکرد رله جریان زیاد نسبتا زیاد است.

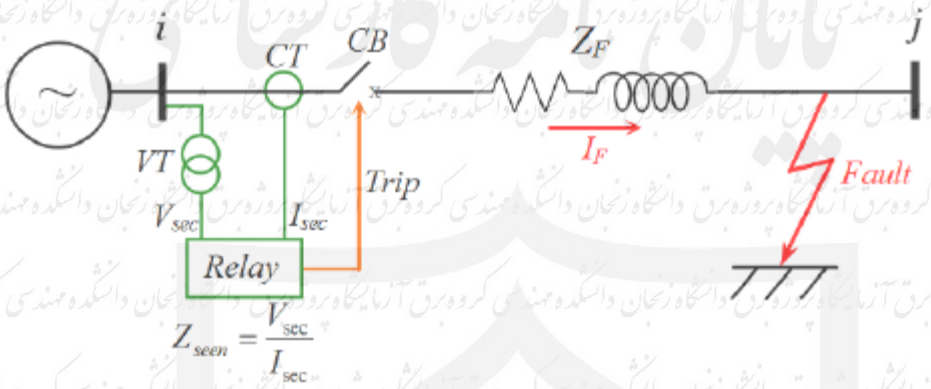
1-2-1 اصول کار رله دیستانس[1]

رله های دیستانس صرف نظر از انواع مختلف آن ها، بر مبنای اندازه گیری فاصله الکتریکی رله تا محل خطا کار می کنند. در مواقعی که حداقل جریان خطا قابل مقایسه با جریان بار باشد، این رله ها کاربرد وسیعی

[4] _Unit Protection

پیدا می کنند؛ این امر از آنجا ناشی می شود که رله های دیستانس به جریان حساس نیستند، بلکه امپدانس ظاهری (فاصله الکتریکی) تا محل خطا را می سنجند.

رله های دیستانس دارای یک امپدانس داخلی به نام امپدانس تنظیم رله می باشند. این امپدانس (Z_S) برابر امپدانس قسمتی از خط است که رله باید آن قسمت را مورد حفاظت قرار دهد.



شکل 1_1: شمای کلی حفاظت دیستانس

1–2–2 ساختمان رله دیستانس

این رله با دو عنصر ولتاژ و جریان سر و کار دارد و نسبت این دو پارامتر را می سنجد. یعنی در اصل از دو ترانس ولتاژ و جریان تشکیل شده است. به طور کلی می توان گفت که یک رله دیستانس از قسمت های زیر تشکیل شده است:

1- عضو تحریک کننده

2 - عضو سنجشی رله دیستانس (عضو زمانی)

3- عضو جهت یاب

4- تعداد زیادی رله کمکی

طرز کار بدین صورت است که از سیم پیچ عمل کننده جریانی متناسب با جریان اتصال کوتاه می گذرد و هنگامی که جریان خطا به یک آستانه مشخص رسید، این سیم پیچ تحریک شده و کنتاکت های مربوطه را به هم وصل می کند در نتیجه رله عمل کرده و مدار قطع می گردد و در ضمن سیم پیچی که سیم پیچ بازدارنده نام دارد نیروی مقاوم یا نیروی بازدارنده را تولید می کند و باعث تولید گشتاور در خلاف جهت گشتاور حاصل از سیم پیچ عمل کننده می گردد. لذا هر چه ولتاژ بیشتر باشد یا نقطه اتصال کوتاه از رله دورتر باشد نیروی سیم پیچ بازدارنده بیشتر شده و در اصل مقاومت ظاهری خط تا نقطه اتصالی بیشتر می شود.

به طور کلی در یک رله دیستانس از یک تحریک جریان زیاد و یک تحریک ولتاژ کم و در نتیجه از تحریک توسط امپدانس کم استفاده می شود. در تحریک توسط جریان زیاد از یک رله جریان زیاد که برای 8.0 تا 2 برابر جریان نامی ترانسفورماتور جریان قابل تنظیم است، استفاده می شود و می توان با توجه به نوع شبکه، در مواقعی که نقطه صفر ستاره آن ایزوله باشد، از دو رله استفاده کرد.

در مواقعی که شبکه مستقیما به زمین وصل شده باشد از سه رله استفاده می کنند، البته رله سوم، رله اتصال زمین می باشد.

تحریک توسط رله های جریان زیاد در شبکه هایی قابل استفاده است که حداقل جریان اتصال کوتاه فازی از ماکزیمم جریان کار عادی و نرمال شبکه بیشتر باشد. ولی در تحریک توسط امپدانس کم نباید حداقل جریان اتصال کوتاه از ماکزیمم جریان عادی شبکه بیشتر شود. تحریک کننده امپدانس کم، نسبت ولتاژ و جریان را می سنجد.

1-2-3 ناحیه های حفاظتی رله های دیستانس

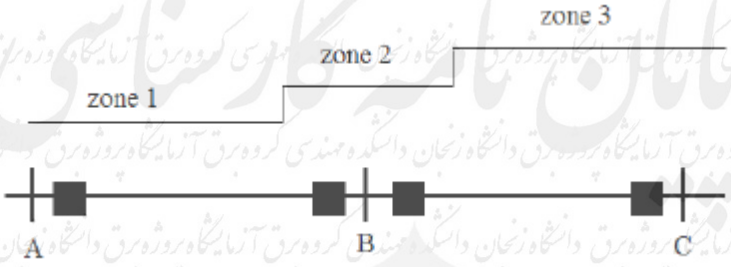
رله های دیستانس با توجه به «امپدانس تنظیم» عمل می کنند.

این امپدانس مقداری مختلط است؛ در نتیجه دارای دامنه و فاز خواهد بود. با توجه به این موضوع می توان محدوده عملکرد رله ها را در صفحه مختلط R-X توسط یک منحنی بیان نمود.

یک رله دیستانس با هر نوع منحنی مشخصه ای دارای سه ناحیه حفاظتی می باشد. در ناحیه 1 معمولا امپدانس معادل 80 ٪ خط اول (خط اصلی) تنظیم می شود و زمان عملکرد آن خیلی سریع یعنی حدود 01.0 ثانیه است و به عنوان حفاظت اصلی خط به کار می رود. علت اینکه کل خط اصلی به عنوان ناحیه اول انتخاب نمی شود آن است که به واسطه خطاهای ناشی از ترانسفورماتور جریان یا ولتاژ عملکرد این رله با رله ی روی خط بعدی همزمان نباشد.

امپدانس تنظیم ناحیه دوم رله معمولا برابر کل امپدانس خط اصلی به اضافه حدود 50٪ امپدانس خط بعدی می باشد و زمان عملکرد آن حدود 0.4 ثانیه است.

ناحیه سوم رله دیستانس دارای امپدانس تنظیمی برابر کل خط اول به اضافه کل خط دوم به علاوه حدود 25٪ خط سوم است. بدیهی است زمان عملکرد این ناحیه حدود 0.8 ثانیه است.



شکل1-2: ناحیه های مختلف حفاظتی رله دیستانس

مشخصه های مختلف رله دیستانس و معایب و مزایای آن ها

1-2-4 مشخه امپدانسی(تخت)

این مشخصه ساده ترین مشخصه از نظر ساختمان و عملکرد می باشد. مشخصه این رله دایره ای است که مرکز آن مبدا مختصات و شعاع آن به اندازه قدر مطلق امپدانس تنظیم آن می باشد.($R = |Z_S|$)

در شکل(1-3) مشخصه این رله نشان داده شده است؛ این رله فقط به دامنه امپدانس رله تا محل خطا حساس است و برای خطا هایی که قدر مطلق امپدانس رله تا آن خطا کمتر از $|Zs|$ باشند صرف نظر از جهت جریان خطا، عمل می کند.

دانشجویان محترم:

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

فهرست منابع و مراجع

[1] Neha Bhatt, Sarpreet Kaur, Nisha Tayal, "Causes and Effects of Overfluxing in Transformers and Comparison of Various Techniques for its Detection", International Conference on Advance in Emerging Technology (ICAET), 2016.

[2] P. J. Hindle, N. Robinson, A. Wixon, "Coping with Abnormal Flux Conditions when Applying Transformer Protection", Development in Power System Protection, Conference Publication No. 434, March 1997.

[3]A. K. Sawhney, Dr. A. Chakrabarti, "Electrical Machine Design", Dhanpat Rai and Co.(P) Ltd., 2009.

[4] Y. G. Paithankar and S. R. bhide, "Fundamentals of Power System Protection", Prentice-Hall of India Private Limited, 2003.

[5] U. A. Bakshi and M. V. Bakshi, "Protection and Switchgear", Technical Publication, Pune.

[6] M. V. Sudhakar, Lumesh Kumar Sahu, "Simulation of Generator Over-Flux Protection using MATLAB", International Journal of Innovation Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET), Vol. 6, Issue 5, 2017.

[7] Vrushali Borikar and T. G. Arora, "Numerical Relay Based TransformerProtection", International Conference on Electrical, Electronics, Computer Science, Mathematics, Physical Education and Management (ICEECMPE), Pune, 2017.

[8] G. Sybille, M. M. Gavrilovic, J. Belanger and V.Q. Do, "TransformerSaturation Effect on EHV System Overvoltages", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. 104, pp. 671-680, 1985.

[9] Louie J. Powell, "Current Transformer Burden and Saturation", IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 15, pp. 294-303, 1976.

[10]T. R. Specht, "Transformer Magnetizing Inrush Current", Transaction on the American Institute of Electrical Engineering, vol. 70, pp. 323-328, 1951.

[11] K. W. Chen and S. T. Glad, "Estimation of Primary Current in a Saturated Transformer", Proceeding of the IEEE Conference on Decision and Control, vol. 3, pp. 2363-2365, 1991.

[12] Arish P. Kharel, Robert J. Rusch and Robert Thornton-Jones, "Review of Generation System Overflux Limiters and Protection and Consequences of Incorrect Settings", IEEE PES General Meeting, pp. 1-6, 2010.

[13] N. Renuka, Ms. P. Bency, "Incorporating Overcurrent and Over flux Protection for Transformer using Different Time Characteristics" International Journal for Scientific Research and Development (IJSRD), vol. 4, Issue 03, 2016.

[14] Pankaj B. Thote, Manoj B. Daigavane, Prema M. Daigavane and S. P.Gawande, "An Intelligent Hybrid Approach Using KNN-GA to Enhance the Performance of Digital Protection Transformer Scheme", Canadian Journal of Electrical and Computer Engineering, vol. 40, no. 3, pp. 151-161, 2017.