



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

CT حفاظت دیفرانسیل باس بار با در نظر گرفتن اثر اشباع

استاد راهنما:

دکتر کاظم مظلومی

نگارنده:

آبان ۱۳۹۷

چکیده

در این مقاله ابتدا به معرفی ترانسفورماتورهای جریان، اثر اشباع آن بر روی حفاظت باسبار و سپس به معرفی باسبار و حفاظت دیفرانسیل می پردازیم. و در ادامه به شبیه سازی یک شبکه نمونه و بررسی نتایج حاصله از آن در حضور خطای خارجی و داخلی و سپس به اثر کلید زنی بار در شبکه مورد مطالعه پرداخته می شود. سیستم

مورد مطالعه در نرم افزار های ATP/EMTP و MATLAB شبیه سازی شده است. حفاظت پیشنهادی الزامات سرعت بالا در برابر خطا، حساسیت در برابر خطاهایی با مقاومت بالا، قابلیت اطمینان در برابر تبعیض میان

خطاهای داخلی و خارجی و همچنین مانع از تاثیر شدید اشباع CT می شود. طرح پیشنهادی تحت تاثیر آزمایشگاه پروژه شرایط خطا مانند موقعیت خطا، مقاومت خطا، زمان شروع یا نوع خطا نیست. همچنین، توسط سوئیچینگ بار تحت تاثیر قرار نمی گیرد.

واژه های کلیدی:

ترانسفورماتور جریان، باس بار، شینه، حفاظت دیفرانسیل، ATP/EMTP، اثر اشباع

فهرست عناوین

مقدمه ۱

۱ فصل اول ۲

ترانسفورماتورهای جریان ۲

۱.۱ وظایف CT گروه برق ۴

۲.۱ انواع ترانسفورماتور جریان ۴

۱،۲،۱ از نظر کاربرد ۴

۲.۲.۱ از نظر ساختار ۴

۱.۲.۲.۱ ویژگی های CT هسته بالا ۴

۲.۲.۲.۱ ویژگی های CT هسته پایین ۵

۳.۱ ویژگی های CT (تفاوت های CT ها با ترانسفورماتورهای قدرت) ۵

۱.۴ مدار معادل و عملکرد CT ۶

۱،۴،۱ ضرایب مهم در CT ۷

۱،۱،۴،۱ ضریب زمان کوتاه مدت ۸

۲،۱،۴،۱ ضریب حد دقت ۸

۵.۱ انواع خطاها در CT ها ۸

۱،۵،۱ خطاهای دامنه ۸

۲.۵.۱ خطای زاویه ۹

۳.۵.۱ خطای مرکب ۱۰

۶.۱ پارامترهای مهم در انتخاب CT ها ۱۰

۱،۶،۱ نسبت تبدیل ۱۰

۲،۶،۱ کلاس دقت CT ۱۱

۱،۲،۶،۱ CT های اندازه گیری ۱۱

۲،۲،۶،۱ CT های حفاظتی ۱۱

۳.۶.۱ توان نامی ثانویه CT ها ۱۲

۱،۳،۶،۱ نحوه محاسبه توان CT ها ۱۲

۴،۶،۱ جریان اتصال کوتاه عبوری ۱۳

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

۲ فصل دوم

اثر اشباع CT ۱۴

۱.۲ اشباع CT ۱۵

۲.۲ اشباع در انواع CT ها ۱۵

۱.۲، ۲ اشباع هسته CT اندازه گیری ۱۵

۲، ۲، ۲ اشباع هسته CT حفاظتی ۱۶

۳.۲ روش های جبران سازی اثر اشباع CT ۱۸

۱، ۳، ۲ روش اول ۱۸

۲، ۳، ۲ روش دوم ۱۸

۳، ۳، ۲ روش سوم ۱۸

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

3 فصل سوم

باسبار و حفاظت دیفرانسیل ۲۰

۱.۳ اصول شینه بندی ۲۱

۲.۳ انواع شینه بندی ۲۲

۳.۳ حفاظت دیفرانسیل ۲۲

۱، ۳، ۳ اصول حفاظت دیفرانسیل و عوامل ایجاد خطا در آن ۲۳

۲.۳.۳ عوامل ناپایداری حفاظت دیفرانسیل: ۲۴

۳.۳.۳ روش های پایدار سازی رله های دیفرانسیل ۲۴

۱، ۳، ۳، ۳ روش استفاده از مقاومت پایدار ساز ۲۴

۲، ۳، ۳، ۳ روش پایدار ساز با استفاده از بایاس ۲۶

۴، ۳، ۳ اصول حفاظت دیفرانسیل ۲۸

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و دانشگاه زنجان و انستیتو مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

4 فصل چهارم شبیه سازی ۳۰

۱.۴ شبیه سازی ۳۱

۲.۴ انواع خطا ۳۳

۱.۲.۴ خطای داخلی ۳۳

۱.۱.۲.۴ خطای سه فاز ۳۳

۲.۱.۲.۴ خطای تکفاز ۴۴

۲.۲.۴ خطای خارجی ۵۱

۱.۲.۲.۴ خطای سه فاز ۵۱

مقدمه

باسبار هسته شبکه است. در طراحی یک حفاظت عالی برای باسبار، قابلیت اطمینان بالا، امنیت و سرعت بسیار مهم است زیرا عدم حفاظت از آن باعث از بین رفتن کل شبکه یا تریپ دادن همه کلید های متصل به باسبار شود. بنابراین حفاظت از باسبار بر ثبات و امنیت کل شبکه تاثیر می گذارد [1] و [2]. طرح های ریاضی حفاظت کامل برای تمام سطوح ولتاژ و انواع باس بار را فراهم می کند [3]. ایدئولوژی حفاظت از باسبار معمولاً بر اساس معادلات مبتنی بر دیفرانسیل و همچنین مبتنی بر مقایسه و مبتنی بر گذرا دسته بندی می شود [4]. ملاحظات اولیه حفاظت از باسبار، سرعت برای محدود کردن آسیب، قابلیت اطمینان برای جلوگیری از تریپ غیر ضروری و انتخابی تنها به تریپ منطقه زون خطا در مرجع [5] آورده شده است.

حفاظت دیفرانسیل به خوبی برای خطاهای ناحیه ای انجام می شود، در صورتی که CT ها درست جریان اصلی را تولید کنند. اما پس از اشباع ترانسفورماتورهای جریان، جریان دیفرانسیل غیر واقعی از رله دیفرانسیل عبور می کند. چنین جریانی می تواند باعث عملکرد اشتباه رله ها شود [6].

طرح حفاظت دیفرانسیل امپدانس در شرکت MV برای حفاظت باسبار از سال ۱۹۳۰ استفاده می شود [7]. منابع [8] و [9]. حفاظت پیشنهادی دارای ایمنی در برابر مقاومت خطا است، زیرا سیگنال رله ای پیشنهادی پس از خطا را تقویت می کند در حالی که قبل از خطا وحدت باقی می ماند. حفاظت فوق العاده با سرعت بالا برای بهبود قابلیت اطمینان و حساسیت حفاظت از رله ها مهم است [10] و [11]. برای حفاظت پیشنهاد شده، زمان تشخیص متوسط ۰٫۱ میلی ثانیه است. حفاظت دیفرانسیل به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد، اما عملکرد آن تحت تاثیر اشباع جریان ترانسفورماتور قرار دارد [12].

پیشنهادی دارای ایمنی نسبت به اشباع CT است زیرا تصمیم گیری در سرعت فوق العاده بالا قبل از حضور اشباع است. بسیاری از مقالات اخیر به منظور معرفی تکنیک های ایمنی به زمان شروع تولید خطا، نوع خطا و موقعیت خطا به رشته تحریر درآمده است [13]. این مقاله یکی از این مقالات است. حفاظت پیشنهادی دارای ایمنی به زمان شروع تولید خطا، نوع خطا و موقعیت خطا است. همچنین، توسط سوئیچینگ بار تحت تاثیر قرار نمی گیرد. علاوه بر این، یکی از مزایای حفاظت پیشنهادی، استفاده از اندازه گیری توسط ترانسفورماتورهای جریان است. جبران سازی شکل موج جریان اشباع شده در سه روش کلی در مراجع [14] و [15] و [16] و

[17] آورده شده است

پایان نامه کارشناسی

فصل اول

ترانسفورماتورهای جریان

در این فصل به معرفی اجمالی ترانسفورماتور جریان و همچنین انواع آن از نظر کاربرد و ساختار می پردازیم.

در ابتدا تعریفی از ترانسفورماتور جریان ارائه میکنیم.

ترانسفورماتور جریان مانند ترانسفورماتورهای قدرت از هسته و سیم پیچ تشکیل شده است و به صورت سری در مدار قرار می گیرد. اما تفاوت هایی باهم دارند که در ادامه به آن می پردازیم.

به دلیل بالا بودن جریان در شبکه های انتقال برق برای اندازه گیری جریان، از ترانسفورماتورهای جریان استفاده می شود. بنابراین CT^1 ها جریان غیر قابل اندازه گیری را تا حدی کاهش می دهند تا بتوان به سادگی از این جریان در تجهیزات اندازه گیری و حفاظتی استفاده کرد. جریان سمت اولیه CT توسط شبکه تعیین میشود ولی جریان سمت ثانویه را تجهیزات اندازه گیری و یا حفاظتی متصل به آن تعیین میکنند که معمولاً ۱ آمپر و ۵ آمپر می باشد.

این ترانسفورماتورها برای اندازه گیری جریان در شبکه های انتقال برق استفاده می شود. بنابراین CT^1 ها جریان غیر قابل اندازه گیری را تا حدی کاهش می دهند تا بتوان به سادگی از این جریان در تجهیزات اندازه گیری و حفاظتی استفاده کرد. جریان سمت اولیه CT توسط شبکه تعیین میشود ولی جریان سمت ثانویه را تجهیزات اندازه گیری و یا حفاظتی متصل به آن تعیین میکنند که معمولاً ۱ آمپر و ۵ آمپر می باشد.

^۱Current transformer

۱.۱ وظایف CT

به طور کلی میتوان وظایف CT ها را به شرح زیر دسته بندی نمود:

۱. کاهش جریان به میزان مناسب برای وسایل اندازه گیری و حفاظتی

۲. ایجاد ایزولاسیون بین مدارات فشار قوی و فشار ضعیف

۲.۱ انواع ترانسفورماتور جریان

۱.۲.۱ از نظر کاربرد

از نظر کاربرد CT

۱. CT حفاظتی (دقت بالا تا ۱۲۰٪ جریان نامی)

۲. CT اندازه گیری (دقت مناسب در جریان های خطا)

۲.۲.۱ از نظر ساختار

۱. CT هسته بالا:

هادی اولیه این نوع CT یک شمش مسی بوده که تلفات آن

بسیار کم است، هسته این ترانسفورماتور و سیم پیچ ثانویه دور

آن قرار گرفته شده است. عایق به کار رفته برای ترانسفورماتور

های هسته بالا روغنی می باشد.

۱.۲.۲.۱ ویژگی های CT هسته بالا

- عدم نیاز به سرویس و نگهداری
- استفاده در ولتاژهای کم تر به دلیل عدم استحکام



شکل (۱-۱): ترانسفورماتور جریان هسته بالا

Hair-pain type transformer

دانشجویان محترم:

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

۴.۴ نتیجه گیری

در این پروژه، انواع خطاها در نقاط مختلف شبکه و با مقادیر مختلف قرار داده شد و نتایج آن در قالب منحنی‌هایی نشان داده شد. این طرح با استفاده از شبکه ۲۳۰ کیلوولت واقعی با استفاده از برنامه ATP/EMTP و

MATLAB شبیه‌سازی شده است. نتایج حاکی از این است که طرح دارای حساسیت و قابلیت اطمینان خوب است و این توانایی را دارد تا همه خطاهای ناحیه را حس کند حتی خطاهای خارجی سخت افزاری اشباع CT برای دستیابی به امنیت بهتر. متوسط زمان تشخیص خطا 0.1 میلی ثانیه است. انواع خطاها با مقاومت

های مختلف خطا، زمان شروع تولید خطا و موقعیت‌های خطا مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، توسط سوئیچینگ بار تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. دلیل تفاوت بین مقدار منحنی‌های مربوط به ATP/EMTP با

MATLAB به خاطر تفاوت در مقادیر اولیه و منحنی‌های اشباع می‌باشد. متأسفانه به دلیل عدم دسترسی به

منحنی‌های اشباع، منحنی‌های تقریبی برای ترانسفورماتورها لحاظ شده است. اما با این وجود نتایج بدست آمده قابل قبول است

منابع و مراجع

- [1] Song, S., & Zou, G. (2015). A novel busbar protection method based on polarity comparison of superimposed current. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 30(4), 1914-1922.
- [2] Chothani, N. G., & Desai, A. K. (2014, March). A new dual slope differential relaying scheme for the protection of various busbar arrangement. In *Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT), 2014 International Conference on* (pp. 102-107). IEEE.
- [3] Chothani, N., & Bhalja, B. (2011, May). A new differential protection scheme for busbar considering CT saturation effect. In *Electrical and Computer Engineering (CCECE), 2011 24th Canadian Conference on* (pp. 000007-000010). IEEE.
- [4] Suonan, J., Deng, X., & Song, G. (2010, March). A novel busbar protection based on fault component integrated impedance. In *Power and Energy Engineering Conference (APPEEC), 2010 Asia-Pacific* (pp. 1-6). IEEE.
- [5] Xu, L., Grasset, H., Dong, X., Xu, C., & Xu, R. (2010). A new method for busbar protection stability improvement.
- [6] Suonan, J. L., Deng, X. Y., Song, G. B., & JIAO, Z. B. (2010). Model-parameter Identification Based Bus-bar Protection Principle. *Proceedings of the CSEE*, 30(22), 92-99.
- [7] Zhou, L., Yijun, Y., Shan, Z., & Weifu, W. (2014, September). Applications and discussions of arc flash protection relay as a main busbar protection in MV switchboards. In *Electricity Distribution (CICED), 2014 China International Conference on* (pp. 1806-1813). IEEE.
- [8] Shiqiang, D., Yutao, Q., Jing, W., & Weihong, H. (2014, September). Extension strategy for 110kV Bus-Bar Differential Protection in smart substation. In *Electricity Distribution (CICED), 2014 China International Conference on* (pp. 522-524). IEEE.
- [9] Shiqiang, D., Yutao, Q., Jing, W., Wenlian, W., & Sen, L. (2014, September). Extension strategy for Bus-Bar Differential Protection in smart substation. In *Electricity Distribution (CICED), 2014 China International*

Conference on (pp. 591-593). IEEE.

[10] Wang, D., Gao, H., Zou, G., & Luo, S. (2017). Ultra-high-speed travelling wave directional protection based on electronic transformers. *IET Generation, Transmission & Distribution*, 11(8), 2065-2074.

[11] Aguilar, R., Pérez, F., Orduna, E., & Rehtanz, C. (2013). The directional feature of current transients, application in high-speed transmission-line protection. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 28(2), 1175-1182.

[12] Tang, L., Dong, X., Luo, S., Shi, S., & Wang, B. (2017). A new differential protection of transmission line based on equivalent travelling wave. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 32(3), 1359-1369.

[13] Namdari, F., & Salehi, M. (2017). High-speed protection scheme based on initial current traveling wave for transmission lines employing mathematical morphology. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 32(1), 246-253.

[14] Kang, Y. C., Park, J. K., Kang, S. H., Johns, A. T., & Aggarwal, R. K. (1997). An algorithm for compensating secondary currents of current transformers. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 12(1), 116-124.

[15] Kang, Y. C., Lim, U. J., Kang, S. H., & Crossley, P. A. (2004). Compensation of the distortion in the secondary current caused by saturation and remanence in a CT. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 19(4), 1642-1649.

[16] Khorashadi-Zadeh, H., & Sanaye-Pasand, M. (2006). Correction of saturated current transformers secondary current using ANNs. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 21(1), 73-79.

[17] Pan, J., Vu, K., & Hu, Y. (2004). An efficient compensation algorithm for current transformer saturation effects. *IEEE Transactions on Power delivery*, 19(4), 1623-1628.