دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان‌نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان

روش جدید مبتنی بر فرآیند انتقال مساوی در حفاظت دیستانس شبکه‌های انتقال

استاد راهنما: دکتر کاظم مظلومی

نگارش

مهدی جعفری، علی شکوری

شهریور ۱۳۹۴

تقدیم به سه وجود مقدس

.

.

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

موهایشان سپید شد تا ما روسفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود ما و روشنگر راهمان باشند...

.

.

پدرانمان

مادرانمان

استادانمان

فهرست مطالب

پیشگفتار.. ب

فصل اول ۱

مقدمه ۱

فصل دوم ۶

معرفی رله دیستانس ۶

۲-۱ رله دیستانس (رله مقاومت سنج) ۷

۲-۲ ساختمان و طرز کار ۹

۲-۳ نحوه‌ی عملکرد رله‌ی دیستانس ۱۲

فصل سوم ۱۵

ساختمان ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی و رفتارگذرای آنها ۱۵

فصل چهارم ۱۹

روش حفاظت دیستانس با سرعت بالا ۱۹

۴-۱. بازسازی ولتاژ در نقطه‌ی خطا ۲۰

۴-۲ روش انتقال از CCVT دیجیتالی ۲۱

۴-۳ کاربرد الگوریتم معادله دیفرانسیل R-L ۲۲

۴-۴ تکرار محاسبات برای محاسبه فاصله خطا ۲۴

۴-۵ شاخص تنظیم تاخیر زمانی معکوس ۲۵

فصل پنجم ۲۷

شبیه‌سازی ۲۷

نتایج شبیه سازی ۳۰

فصل ششم ۳۵

نتیجه‌گیری ۳۵

مراجع ۳۷

پیشگفتار

افزایش برد[1] حفاظت دیستانس که علت آن CCVT[2] می‌باشد هنوز یک مشکل جدی برای خطوط با حفاظت سرعت بالا می‌باشد. طبق نظریه‌ی فرآیند انتقال یکسان خطوط انتقال ETPTLs[3]، مشخصه‌ی یک رله‌ی دیستانس[4] با سرعت عملکرد بالا به منظور غلبه به مشکل فوق پیشنهاد می‌شود. راهکار این است که جریان ها و ولتاژهای سه فازی را در محل رله و ولتاژی در نقطه‌ی خطا ایجاد کرده، به طوری که همان لینک‌های ارتباطی را همراه با برتری طراحی جدید داشته باشد. سه مرحله ی عمده ی روش جدید به این شکل است: بازسازی ولتاژ در نقطه‌ی خطا، انتقال اطلاعات به روش دیجیتالی و حل معادله دیفرانسیلی R- L. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که روش جدید باعث کاهش خطای گذرای ناشی از CCVT می‌شود و به وسیله‌ی یک سری از تکنیک‌های اندازه‌گیری سرعت عملکرد بهبود می‌یابد که این تکنیک‌ها تکرار محاسبات اندازه‌گیری فاصله‌ی خطا و شاخص تنظیم تاخیر زمانی معکوس می باشد.

---

1 overreach
2 coupling capacitor voltage transformer
3 Equal transfer processes transmission lines
4 distance relay

فصل اول

مقدمه

پایان نامه کارشناسی
دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق
آزمایشگاه پروژه برق

حفاظت دیستانس برای خط انتقال، حفاظت اصلی می باشد[۶-۱]. اما افزایش برد حفاظت دیستانس ناشی از CCVT هنوز یک مشکل جدی برای خطوط با حفاظت سرعت بالا می‌باشد. در شرایط عادی، سیستم قدرت در حالت مانا[5] کار می‌کند. در این حالت، صحت و درستی انتقال از CCVT رضایت بخش و قانع کننده است. اما وقتی خطا در هر قسمت از شبکه‌ی انتقال رخ می‌دهد، ولتاژ سیستم به‌طور ناگهانی کاهش می‌یابد. خروجی CCVT به‌خاطر ظرفیت خازنی و اندوکتانس خیلی بزرگ خود نمی‌تواند ورودی را هم‌زمان دنبال کند و ممکن است حالت گذرا برای یک دوره طولانی از زمان ادامه داشته باشد. مشخصه‌های گذرای CCVT رابطه‌ی خطی بین ولتاژ ثانویه که وارد تجهیزات حفاظتی می‌شود و ولتاژ اولیه خط را مورد اعوجاج قرار می‌دهد، که ممکن است موجب افزایش برد گذرای حفاظت دیستانس شده و باعث به خطر افتادن امنیت و پایداری سیستم‌های قدرت شود [۱۱-۷]. زون[6] اول حفاظت دیستانس روی ۰/۸ امپدانس کل خط تنظیم می‌شود. به منظور جلوگیری از افزایش برد گذرا، اگر حفاظت ملزم باشد که بین ۵ میلی ثانیه و ۱۰ میلی ثانیه عمل کند، برد حفاظت فقط می‌تواند تا حدود ۲۴% از کل طول خط برسد. اگر زمان عملکرد بخواهد بین ۱۰ میلی‌ثانیه و ۲۰ میلی‌ثانیه باشد، می‌تواند ۵۶% از کل طول خط حفاظت شود. میزان افزایش برد گذرای ناشی از CCVT با SI R[7] در ارتباط است که ثابت شده است [۱۱]. درحال حاضر روش معمول حفاظت برای جلوگیری از این نوع افزایش برد این است که زمان تاخیر در عملکرد را افزایش بدهند. اما به منظور بهبود در سرعت عملکرد و قابلیت اعتماد حفاظت دیستانس، مطالعات زیادی بر روی شبیه سازی CCVT انجام شده و اینکه چگونه می‌توان مشخصه‌ی گذرای آن را بهبود بخشید. برای این موضوع برخی روش‌ها پیشنهاد شده است، برای مثال روش برآورد خطای گذرا روش پایه است. استراتژی‌های متفاوت تاخیر زمانی

---

[5] Steady state
[6] zone
[7] Source impedance ratio

با توجه به میزان خطا انجام می‌شود. در این مورد سرعت حفاظت در مقایسه با حفاظت دیستانس معمولی بهتر است[۱۲]. خطای اندازه‌گیری می‌تواند به وسیله ی مقدار SIR برآورد شود. وقتی SIR به نسبت کوچک باشد این خطا هم کوچک می‌شود. در این مورد، زمان تاخیر به خاطر صدور سیگنال تریپ[8] می تواند کاهش یابد [۱۳]. ترکیب انواع الگوریتم‌های فیلتر دیجیتالی می‌تواند برای بهبود دقت اندازه‌گیری خطا به وسیله ی کاهش تاثیر بخش گذرای CCVT قابل قبول باشد[۱۴]. اما تنها تا حدودی دقت اندازه‌گیری خطا را کاهش می‌دهد. بنابراین کاهش زمان تاخیر ناشی از تریپ حفاظت رضایت‌بخش نیست. ایده‌آل‌ترین روش، تکرار ولتاژ ورودی CCVT است. اما بازسازی سیگنال ورودی با توجه به سیگنال خروجی از یک مدار پیچیده، بسیار سخت است. در [۱۵]، یک مدل ساده شده از CCVT و پارامترهای متناظر به منظور بهبود و اصلاح خطای اندازه‌گیری ولتاژ ثانویه استفاده شده است که می‌تواند خطا را برای برخی از بردها کاهش دهد. اما خطای اندازه‌گیری در طول اولین سیکل بعد از رخداد خطا هنوز خیلی بزرگ است.

سیگنال‌های ولتاژ و جریان استفاده شده به وسیله‌ی حفاظت دیستانس به دلیل اینکه از CCVT عبورکرده اند دقیقا مثل سیگنال‌های واقعی خطوط حفاظت شده نیستند، که نتیجه‌ی آن افزایش برد در رله‌های دیستانس می‌باشد.

به منظور جلوگیری از افزایش برد گذرای رله‌ی دیستانس باید تضمین کرد که اختلاف ولتاژ بین محل قرارگیری رله و نقطه‌ی خطا، نسبت به جریان اندازه‌گیری شده توسط رله‌ی دیستانس با در نظرگرفتن پارامترهای توزیع شده می‌تواند از مدل واقعی خط انتقال پیروی کند.

---

[8] trip signal

ETPTLs نشان می‌دهد [۱۷-۱۶] که اگر ولتاژ توزیع شده و جریان یک خط انتقال توسط مدار خطی مشابهی منتقل شوند و از مدل پارامتر توزیع خط انتقال اصلی تبعیت نمایند، رابطه‌ی بین آن‌ها تغییری نمی‌کند. به طور کلی CCVT را می‌توان به عنوان یک مدار انتقالی خطی در نظر گرفت چرا که ترانسفورماتور متناوب CCVT همیشه در حالت اشباع نخواهد بود.

بنابراین برای رسیدن به این هدف که اختلاف ولتاژ بین محل قرارگیری رله و نقطه‌ی خطا نسبت به جریان اندازه‌گیری شده توسط رله‌ی دیستانس از مدل پارامتر توزیع خط انتقال اصلی پیروی نماید، باید سیگنال-های ولتاژ و جریان در موقعیت رله و همچنین ولتاژ در نقطه‌ی خطا از لینک‌های انتقالی یکسانی عبور کنند.

برای حل مشکلات فوق، مشخصه‌ی یک حفاظت دیستانس سریع که می‌تواند از افزایش برد گذرای ناشی از CCVT جلوگیری کند پیشنهاد می‌شود.

سه اقدام جبران‌کننده به طریق زیر می‌باشند:

در مرحله‌ی اول ولتاژ نقطه‌ی خطا بازسازی می‌شود. قبل از وقوع خطا ولتاژ نقطه‌ی خطا، ولتاژ باسی که رله در آنجا قرار دارد در نظر گرفته می‌شود، و بعد از وقوع خطا ولتاژ این نقطه افت ولتاژ روی مقاومت خطا حساب می‌شود.

در مرحله‌ی دوم روش انتقال دیجیتالی انجام می‌شود که می‌تواند تضمین کند جریان در محل رله و ولتاژ نقطه‌ی خطا از لینک انتقال دیجیتالی عبور می‌کنند که مشخصه‌ی انتقالشان مانند CCVT واقعی در محل رله می‌باشد.

در مرحله‌ی سوم با استفاده از ولتاژ در موقعیت رله که بوسیله‌ی CCVT واقعی منتقل می‌شود و جریان نقطه‌ی رله و ولتاژ نقطه‌ی خطا که توسط CCVT مجازی منتقل می‌شوند، الگوریتم معادله‌ی دیفرانسیل R-L برای محاسبه فاصله خطا استفاده می‌شود.

دانشجویان محترم:

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

در این مقاله علت این کهCCVT منجر به افزایش برد گذرای رله‌های دیستانس می‌شود، براساس ETPTL تجزیه و تحلیل شده است.دراینجا اشاره شد که مشخصه‌ی انتقال ولتاژ و جریان درگیر در محاسبه حفاظت دیستانس یکسان نیستند. بنابراین اختلاف ولتاژ بین محل رله و نقطه خطا، همچنین جریان اندازه‌گیری شده توسط رله دیستانس، نمی‌تواند مطابق با مدل خط انتقال حفاظت شده باشد.برای غلبه بر مشکل فوق، طرح حفاظت سریع که می‌تواند از افزایش برد گذرای ناشی از CCVT جلوگیری کند، مطرح شده است. نتایج حاصل از آزمون‌های شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش جدید می‌تواند به‌طور موثری خطای گذرای ناشی از CCVT را به کمتر از %۵ در ۱۵ میلی‌ثانیه بعد از وقوع خطا کاهش دهد، که به وضوح از الگوریتم های مختلف حفاظت تطبیقی براساس تخمین خطای گذرای CCVT یا SI R برتر است.علاوه بر این، در مقایسه با الگوریتم‌های حفاظت دیستانس معمولی، سرعت عملکرد روش جدید بسیار بالاتر است.

مراجع

[1] Sadeghi Hadi. A novel method for adaptive distance protection of transmission line connected to wind farms. Int J Electr Power Energy Sys 2012;43(1):1376–82.
[2] Ghorbani Amir, Khederzadeh Mojtaba, Mozafari Babak. Impact of SVC on the protection of transmission lines. Int J Electr Power Energy Syst 2012;42(1):702–9.
[3] Al-Kandari Ahmad, Gilany Mahmoud, Madouh Jamal. An accurate technique for locating faults by distance relays. Int J Electr Power Energy Syst 2011;33(3):477–84.
[4] Lin X, Li Z, Ke S, Gao Y. Theoretical fundamentals and implementation of novel self-adaptive distance protection resistant to power swings. IEEE Trans Power Deliv 2010;25(3):1372–83.
[5] Ricardo Caneloi dos Santos a. Eduardo cesar senger, transmission lines distance protection using artificial neural networks. Int J Electr Power Energy Syst 2011;33(3):721–30.
[6] Xia Jingde, Jiale Suonan, Song Guobing, Wang Li, He Shien, Liu Kai. Transmission line individual phase impedance and related pilot protection. Int J Electr Power Energy Syst 2011;33(9):1563–71.
[7] Marti JR, Linares LR, Dommel HW. Current transformers and couplingcapacitor voltage transformers in real-time simulations. IEEE Trans Power Deliv 1997;12(1):164–8.
[8] Kezunovic M, Kojoric L, Skendzic V. Digital models of coupling capacitor voltage transformers for protective relay transient studies. IEEE Trans Power Deliv 1992;7(4):1927–35.
[9] Fernandes Jr D, Neves WLA, Vasconcelos JCA. Coupling capacitor voltage transformer: a model for electromagnetic transient studies. Electr Power Syst Res 2007;77(2):125–34.
[10] Tziouvaras DA, McLaren P, Alexander G. Mathematical models for current, voltage and coupling capacitor voltage transformers. IEEE Trans Power Deliv 2000;15(1):62–72.
[11] Pajuelo E, Ramakrishna G, Sachdev MS. Strengths and limitations of a new phasor estimation technique to reduce CCVT impact in distance protection. Electr Power Syst Res 2010;80(4):417–25.

[12] Benteng He, Yiquan Li, Bo ZQ. An Adaptive Distance Relay Based on Transient Error Estimation of ccvt. IEEE Trans Power Deliv 2006;21(4):1856–61.
[13] Kasztenny B, Sharples D, Asaro V, Pozzuoli M. Distance relays and capacitive voltage transformers—balancing speed and transient overreach. General
Electric Company, GER-3986; 2000.
[14] Dadash Zadeh MR, Sidhu TS. FPAA-based mho distance relay considering CVT transient supervision. IET Gen Trans Distrib 2009;3(7):616–27.
[15] Izykowski J, Kasztenny B. Dynamic compensation of capacitive voltage transformers. IEEE Trans Power Deliv 1998;13(1):116–22.
[16] Wen Minghao, Chen Deshu, Yin Xianggen. Instantaneous value and equal transfer processes-based current differential protection for long transmission lines. IEEE Trans Power Deliv 2012;27(1):289–99.
[17] Minghao Wen. A new scheme of the protection based on the principle of balance of energy with virtual cvts. Proc CSEE 2007;27(24):11–6 [in Chinese].
[18] H.J. Vermeulen, "Equivalent Circuit Modeling of a Capacitive Voltage Transformer for Power System Harmonic Frequencies," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 10 no. 4, October 1995.
[19]T. Segui, P. Bertrand, P. Hanchin, P. Bastrand, "Fundemental basis for distance relaying with parametrical estimation," *IEEE Trans. Power Del*., vol. 16, no.1, pp.99-104, Jan. 2001.