دانشگاه زنجان

پروژه و پایان نامه ی کارشناسی

موضوع : مطالعه و بررسی حفاظت شبکه های هوشمند

استاد راهنما :

آقای دکتر مظلومی

دانشجویان :

سعید نجفلو

امین رجایی

تابستان ۹۱

و در اینجا شایسته است که از زحمات تمامی عزیزان، به خصوص استاد گرامی جناب آقای دکتر مظلومی ونیز جناب آقای دکتر نوروزیان که ما را در ارائه این پروژه علمی یاری رساندند تشکر نماییم.

چکیده

امروزه فرآیند تشخیص خطا ،از طریق محاسبات مکانیزه شده اختلاف پتانسیل وشدت جریان در نقاط حساس و نیز با اهمیت بالا به واسطه CTهاونیز CVTها انجام می گیرد.از این رو با توجه به این نکته که الگوریتم های حال حاضر که مورد استفاده قرار میگیرند نیازمند فرآیندی محاسبه گرانه بااستفاده از هر دوی المان های اندازه گیری شده می باشد ، بنابراین ارائه روشی جدید با این ایده که فرآیند محاسبه وتشخیص خطا فقط به کمک تنها یک المان تشخیصی انجام گردد از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود.باتوجه به این مقوله که در تمامی پروژه های علم برق قدرت موضوع صرفه اقتصادی ونیز استفاده از متد هایی که این صنعت را به سمت صرفه جویی ببرند ، حائز اهمیت می باشند، در ادامه این فرآیند یراحتی می توان به این نتیجه رسید که با حذف هر یک از المانهای تشخیصی به وضوح تمامی هزینه های مربوط به آن المان هاو سیستم های اتصالی سنسور ها از قبیل خطوط ارتباطی اعم از سیستم های عادی ونیز سیتم های ارتباطی بی سیم Wireless و نیز PLC ، از چرخه هزینه ها حذف خواهد شد.

در این پروژه با توجه به نکات بیان شده در بالا ، سعی شده است که تشخیص خطا از طریق اطلاعات جریانی و تنها از طریق محاسبه ی اختلاف عددی موجود ما بین زاویه فازور جریان سه فاز در لحظات قبل از رخداد خطا ولحظه ی بروز خطا انجام گیرد.

فهرست

فصل اول.حفاظت شبکه توزیع.....۷

فصل دوم.روش های هماهنگی رله های جریان زیاد.....۴۲

فصل سوم. تخمین جهت از طریق تغییر فاز در توالی جریان.....۵۶

مقدمه :

تولیدات پراکنده، منابع تولید انرژی الکتریکی هستند که به شبکه های توزیع متصل می شوند. حجم و ظرفیت این مولد ها کمتر از ژنراتورهای بزرگ در نیروگاه های سنتی است و با هزینه ی کمتری راه اندازی می شوند، بازدهی بالاتروآلودگی کمتر از دیگر مزایای این واحدهاست. همچنین اضافه شدن این واحد ها به سیستم توزیع، کاهش تلفات، بهبود ولتاژ، آزادسازی ظرفیت، بهبود کیفیت توان وبسیاری منافع دیگر را به همراه دارد. نیروگاههای آبی، بادی، پیل های سوختی،سلول های خورشیدی، میکروتوربین ها ، باتری ها، نیروگاههای زمین گرمایی و تلمبه ذخیره ای از متداول ترین انواع تولید پراکنده به حساب می آیند. در ایران نیز استفاده از واحدهای گازی در توان کمتر از 25 MW بعنوان منابع تولید پراکنده مقرر شده است.

این مزایا باعث شده که در سال های اخیرگرایش به سمت این واحدها افزایش پیدا کند،اما با وارد شدن این واحد ها توان اکتیو و راکتیو عبوری از خطوط و در نتیجه رفتار کلی سیستم های توزیع تغییر می کند.

از این رو مطالعه ی اثرات متقابل فیدر و واحد تولید پراکنده ضروری است، یکی از مهم ترین اثرات مولد های پراکنده روی سیستم های توزیع نیرو، از بین رفتن هماهنگی میان فیوز، رله ی جریان زیاد و بازبست است که ممکن است باعث اختلال عملکرد سیستم حفاظت شود.

گاهی ممکن است برای یک شبکه ی توزیع داده شده، بتوان اندازه و مکان واحد تولید پراکنده را طوری تعیین کرد که هماهنگی ادوات حفاظتی حفظ شود. البته با توجه به این که مطالعه ی جایابی و پیداکردن سایز مناسب برای مولد های پراکنده در گرو بسیاری از مسائل فنی و غیر فنی است، در گیر کردن مسئله ی حفاظت پیچیده شدن این مطالعات را درپی دارد.

گاهی با اعمال تغییرات سطحی در تنظیم ادوات حفاظتی و یا نصب ادواتی جزئی در شبکه، هماهنگی میان ادوات تحصیل می شود. ادوات حفاظتی سنتی در حضور مولد های پراکنده، بالذات

مشکلاتی دارند، فیوز ها و بازبست های قدیمی ماهیت جهت دار ندارند،جایگزینی همه ی آن ها با واحد های جهت دار ممکن است مقرون به صرفه نباشد. همچنین در مورد عملکرد جزیره ای تولیدات پراکنده اگر عمل بازبست با سنکرونیزم همراه نباشد خسارات زیادی به بار می آورد. از طرف دیگر، مطلوبست که سیستم حفاظت درحضور و در غیاب منابع تولید پراکنده، عملکرد مناسبی داشته باشد، این مهم انعطاف پذیری بیشتر سیستم حفاظت را می طلبد، به این مفهوم که حرکت سیستم حفاظت از سخت افزاری محض به سمت نرم افزاری شدن لااقل در حضور تولیدات پراکنده امری ضروری به نظر می رسد.

فصل اول

حفاظت شبکه توزیع

مقدمه

در این بخش ابتدا به شرح انواع سیستمهای توزیع می‌پردازیم سپس حفاظت شبکه توزیع و قواعد هماهنگی بین تجهیزات حفاظت توزیع توضیح داده می‌شوند. در ادامه مدل منحنی مشخصه رله‌ها و جریانهای اتصال کوتاه مورد نیاز در عمل هماهنگی توضیح داده می‌شوند.

انواع سیستمهای توزیع

دریافت انرژی الکتریکی از نیروگاه و تحویل آن به مصرف کننده‌ها، دربردارنده قسمتهای مختلفی است. قسمتی که تحت عنوان توزیع مورد توجه قرار می‌گیرد از پست تغذیه تا وسایل اندازه‌گیری واقع در محل مصرف کننده‌ها را شامل می‌شود.بخش توزیع یک سیستم قدرت می‌تواند به راحتی به دو بخش فرعی تقسیم شود:

۱) توزیع اولیه که در آن بار به ولتاژی بالاتر از ولتاژ مصرف برده می‌شود و از پست توزیع به محلی که در آن ولتاژ به میزان مصرف است پایین می‌آید تا مشترک انرژی مورد نیاز خود را مصرف نماید.

۲) توزیع ثانویه شامل قسمتی از سیستم است که دارای ولتاژ مصرف کننده بوده و به لوازم اندازه‌گیری مصرف کننده‌ها منتهی می‌شود. منظور از شبکه توزیع، سیستم توزیع اولیه می‌باشد. انتخاب فیوزها و تجهیزات حفاظتی قرار گرفته در بخش توزیع ثانویه با توجه به نوع بارهای تغذیه شونده تعیین می‌گردد که در اینجا مدنظر نمی‌باشد.

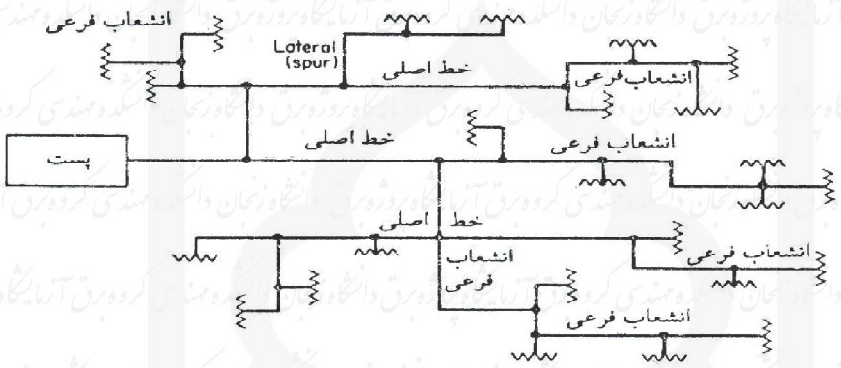
سیستم‌های توزیع اولیه شامل سه نوع اساسی می‌باشد:

- سیستم‌های شعاعی، شامل سیستم‌های دو گانه و تبدیلی
- سیستم‌های حلقوی، شامل حلقوی باز و حلقوی بسته
- سیستم‌های شبکه‌ای

شبکه توزیع در ایران بیشتر شعاعی می‌باشد و در جاهایی که از شبکه حلقوی برای امکان تغذیه از دو سو در موارد قطعی در نظر گرفته شده حلقوی باز می‌باشد.

سیستم‌های شعاعی

سیستم نوع شعاعی ساده ترین و یکی از عمومی‌ترین نوع مورد استفاده است و شامل تغذیه کننده‌ها (فیدرها) و مدارهای شعاعی مجزا بوده که از پست یا منبع منشعب می‌شوند. معمولا هر فیدر سطح معینی را تغذیه می‌کند. فیدر (تغذیه کننده) شامل قسمت اصلی یا تنه مانندی است که با ترانسفورماتور توزیع مرتبط است و از آنجا انشعابات اصلی یا فرعی خارج می‌شود که در شکل۱-۱ نشان داده شده است.



شکل۱-۱: نمودار تغذیه‌کننده فشارمتوسط با خطوط تغذیه اصلی و فرعی

معمولا انشعابات فرعی از طریق فیوز به مدارهای فشار متوسط اصلی متصل می‌شود، به طوری که یک اتصالی در انشعابات فرعی، نمی‌تواند باعث قطع برق در سرتاسر تغذیه کننده بشود. اگر فیوز از رفع اتصالی خط عاجز بماند یا اتصالی در تغذیه کننده اصلی توسعه یابد کلید قدرت در پست یا منبع باز خواهد شد و سرتاسر تغذیه کننده را بی‌برق خواهد کرد. برای پایین نگه داشتن وسعت و مدت قطعی برق، تجهیزاتی جهت جدا کردن تغذیه کننده در نظر گرفته می‌شود، به طوری که قسمت‌های سالم هر چه سریع‌تر دوباره برق‌دار شود. برای به حداکثر رساندن سرعت برق‌دار کردن مجدد، در هنگام طراحی

و ساخت از ارتباط اضطراری به تغذیه کنندههای مجاور استفاده می‌شود. بنابراین هر قسمتی از تغذیه که مشکلی نداشته باشد، می‌تواند به تغذیه کننده‌های مجاور متصل شود. اغلب برای جلوگیری از اضافه‌بار در فیدرها در زمانی که قسمت‌هایی از فیدرهای مجاور و معیوب به آنها وصل می‌شوند، در آنها ظرفیت ذخیره پیش‌بینی می‌شود.

در بیشتر حالات، غیر همزمانی بارها بین تغذیه کننده‌های مجاور به اندازه کافی موجود بوده تا نیازی به نصب ظرفیت اضافی برای مواقع اضطراری نباشد.

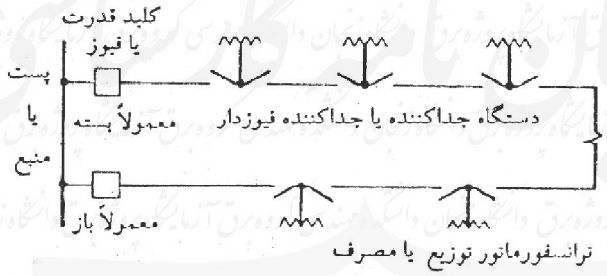
سیستم‌های حلقوی

راه دیگری که طول قطعی برق را محدود می‌سازد، استفاده از تغذیه کننده‌هایی است که به صورت حلقوی طراحی شده و امکان تغذیه از دو سو را برای مصرف کننده‌های بحرانی فراهم می‌سازد. در اینجا اگر تغذیه از یکسو دچار مشکل شود، تمام بار تغذیه کننده از سوی دیگر جریان می‌گیرد. به شرطی که ظرفیت ذخیره کافی در تغذیه کننده در نظر گرفته شود. این نوع سیستم امکان دارد در حالت عادی به صورت حلقوی باز یا حلقوی بسته عمل کند.

حلقوی باز

در سیستم حلقوی باز، بخش‌های متعدد تغذیه کننده از طریق وسایل جدا کننده (فیوز، کلید و غیره) به همدیگر متصل شده و بارها هم به بخش‌های فوق متصل شده‌اند و هر دو سر تغذیه کننده به منبع تغذیه متصل شده است. در یک نقطه از پیش تعیین شده‌ای از فیدر، وسیله جدا کنده به صورت باز نصب می‌گردد. اساسا سیستم حلقوی باز از دو فیدر تشکیل می‌شود که انتهای آنها به وسیله جدا کننده‌ای مانند فیوز، کلید و یا کلید قدرت به هم مرتبط شده باشد.

به هنگام وقوع اتصالی، بخشی از مدار فشار متوسط که اتصالی در آنجا خارج داده‌است، از دو طرف قطع می‌شود و تداوم سرویس‌دهی به قسمت سالم به این صورت انجام می‌شود که ابتدا حلقه در نقطه‌ای که در حالت عادی باز گذاشته شده است، بسته می‌شود و سپس کلید قدرت در پست دیگر وصل می‌شود(شکل۱-۲).



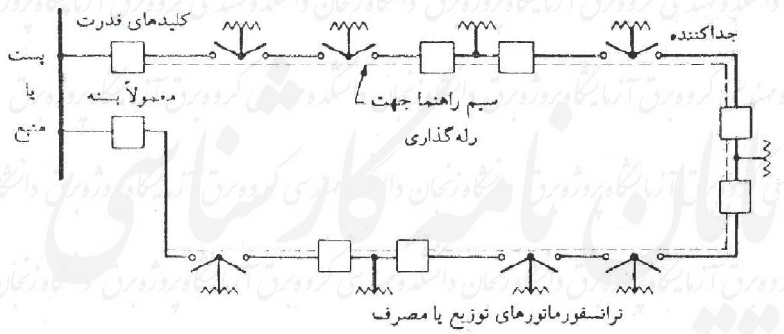
شکل۱-۲: مدار حلقوی باز

چنین حلقه‌هایی در حالت عادی بسته نمی‌شوند، وقتی اتصالی باعث باز شدن قطع کننده ها (یا فیوزها) در دو طرف شوند، سرتاسر تغذیه کننده بی‌برق شده و معلوم نمی‌شود که اتصالی کجا رخ داده است. وسایل جدا شده بین بخش‌ها به صورت دستی باز و بسته می شوند و می‌تواند فیوزها، جدا کننده‌های فیوزدار (کات اوت) یا کلیدهای نسبتا ارزان باشد.

حلقوی بسته

در جایی که درجه بالاتری از قابلیت اطمینان موردنظر است، فیدر به صورت حلقوی بسته مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. در اینجا معمولا وسایل جدا کننده کلیدهای قدرت بسیار گران قیمت می‌باشد. قطع کننده‌ها به وسیله رله‌هایی تحریک می‌شوند تا فقط برای باز کردن کلیدهای قدرت واقع در دو طرف قسمت معیوب عمل نمایند، بقیه قسمت تغذیه کننده سرتاسری برق‌دار باقی می‌ماند. در بیشتر نمونه‌ها، فعالیت مناسب رله فقط به وسیله سیم‌های راهنما صورت می‌گیرد که از کلید قدرتی به

کلید قدرت دیگر کشیده می‌شود که نصب و نگهداری آن پرهزینه می‌باشد. در برخی نمونه‌ها، این سیم‌های راهنما از طریق اجاره خطوط تلفن صورت می‌گیرد(شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳: مدار حلقوی بسته

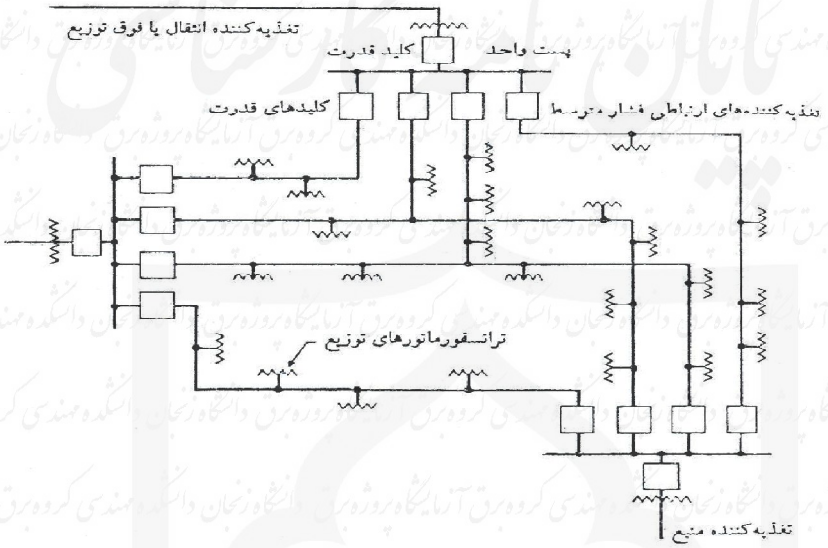
به خاطر پایین نگه داشتن هزینه‌ها، می‌توان فقط بین قسمت‌های معین حلقه تغذیه کننده، کلید قدرت نصب کرد و طبق معمول وسایل جدا کننده ارزان قیمت بین قسمت های میانی نصب نمود. به همین خاطر است که با وقوع یک اتصالی پیدا شد وسایل جدا کننده واقع در دو سر بخش اتصالی باز شده و بخش‌های سالم به وسیله بسته شدن کلیدهای قدرت مناسب دوباره برق‌دار می‌شود.

سیستم‌های فشار متوسط شبکه‌ای (غربالی)

اگر چه مطالعات اقتصادی نشان داده است که سیستم شبکه‌ای (غربالی) طرف اولیه در بعضی از شرایط ممکن است کم هزینه تر و پایدارت از سیستم شعاعی باشد، در عمل تعداد کمی از شبکه‌های غربالی در طرف اولیه مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند و فقط چند مورد از آنها در سرویس‌دهی باقی مانده‌اند. این سیستم از طریق به هم پیوستن شبکه‌های فشار متوسطی که به طور عادی در سیستم‌های شعاعی یافت می‌شود تشکیل شبکه یا غربال (مش) را می‌دهند. شبکه به وسیله چندین ترانسفورماتور قدرت تغذیه می‌شود که ترانسفورماتورها به نوبه خود از خطوط فوق توزیع و انتقال در ولتاژهای فشار قوی تغذیه می‌شوند. یک کلید قدرت کنترل شده با رله‌های جریان معکوس و وصل

مجدد خودکار بین ترانسفورماتور و شبکه قرار دارد و سیستم فشار متوسط شبکه‌ای را از جریان اتصالی تغذیه شده از ترانسفورماتور، ناشی از وقوع اتصالی در خطوط فوق توزیع و انتقال محافظت می‌نماید.

اتصالی‌ها در بخش‌های فشار متوسط که شبکه راتشکیل می‌دهند، به وسیله کلید قدرت و فیوزها جدا می‌شود(شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴: سیستم فشارمتوسط لحظه‌ای (وسایل جداکننده نشان داده نشده‌اند)

این نوع سیستم، پست‌های معمولی و تغذیه کننده‌های طولانی فشار متوسطی اصلی را حذف کرده و آنها را با تعدادی زیادی از پست‌های کیوسکی (واحد) جایگزین نموده که به طور حساس (استراتژیکی) در سرتاسر شبکه قرار می‌گیرد. بدین وسیله مشکل دستیابی به زمین اضافی و ضروری در پست‌های معمولی را حل کرده است. علاوه بر آن، مشکل نگهداری و بهره‌برداری مناسب تنظیم کننده‌های ولتاژ (در جایی که آنها وجود دارند) در تغذیه کننده‌های فشار متوسط به هم پیوسته راتجربه کرده است.

در اینجا زیر نویس های ۰ و۱ و ۲ راجع به مولفه های توالی ها می باشد.این مطلب بیانگر این نکته است که مولفه مثبت جریان در باس B ،همان توالی مثبت جریان در حین بروز خطا است که به مقدار جریان پیش از بروز خطا (pre fault) در نقطه ی رخداد خطا (نقطه ی F) با توجه به رله ی موجود در موقعیت B ،اضافه یا کم می گردد. (down stream یا up stream)

نتیجه گیری :

در نهایت به کمک تمام بررسی های انجام شده در این پروژه توانستیم خطاهای احتمالی در شبکه را تنها از طریق اطلاعات مربوط به فازور جریان تشخیص و جهت رفع خطا اقدام نماییم.

مراجع :

[1] A. G. Phadke and J. S. Thorp, *Computer Relaying for Power Systems*. Taunton, U.K.: Research Studies Press, 1988.

[2] M. S. Sachdev, Co-ordinator, Advancement in microprocessor based protection and communication—tutorial course Publ. No. 97TP120-0,

IEEE Press. New York, 1997.

[3] W. A. Elmore, *Protective Relaying Theory and Applications*, 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2003.

[4] Z. Q. Bo, F. Jaing, Z. Chen, X. Z. Dong, G.Weller, and M. A. Redfern, "Transient based protection for power transmission systems," in *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Winter Meeting*, Singapore, Jan. 2000.

[5] Z. Q. Bo, F. Jaing, Z. Chen, and G. Weller, "New development in directional relay for power line protection," presented at the University Power Eng. Conf., Leicester, U.K., Sep. 1999.

[6] J. Roberts and A. Guzman, Directional Element Design and Evaluation [Online]. Available: www.selinc.com/techpprs/6009.pdf.

[7] T. S. Sidhu, H. Singh, and M. S. Sachdev, "Design, implementation and testing of an artificial neural network based fault direction discriminator for protecting transmission lines," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 10, no. 2, pp. 697–706, Apr. 1995.

[8] A. F. Elneweihi, E. O. Schweitzer, and M. W. Feltis, "Negative-sequence overcurrent element in application and coordination in distribution protection," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 8, no. 3, pp. 924–925, Jul. 1993.

[9] P. G. McLaren, G. W. Swift, Z. Zhang, E. Dirks, R. P. Jayasinghe, and I. Fernando, "A new directional element for numerical distance relays," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 10, no. 2, pp. 666–675, Apr. 1995.

[10] M. M. Eissa, "Evaluation of a new current directional protection technique using field data," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 20, no. 2, pt. 1, pp. 566–572, Apr. 2005.

[11] M. M. Eissa and O. P. Malik, "A new digital directional transverse differential current protection technique," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 11, no. 3, pp. 1285–1291, Jul. 1996.

[12] P. B. Eriksen *et al.*, "System operation with high wind generation," *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 3, no. 6, pp. 65–74, Nov./Dec. 2005.

[13] S. I. Jang, J. H. Choi, J. W. Kim, and D. M. Choi, "An adaptive relaying for the protection of a wind farm interconnected with distribution networks,"

in *Proc. IEEE Power Eng. Soc. Transmission and Distribution Conf. Expo.*, 2003, vol. 1, pp. 296–302.

[14] J. C. Gomez and M. M. Morcos, “Coordination of voltage sag and overcurrent protection inDGsystems,” *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 20, no. 1, pp. 214–218, Jan. 2005.

[15] A. A. Girgis and T. L. D. Hwang, “Optimal estimation of voltage phasors and frequency deviation using linear and non-linear Kalman filtering: Theory and limitations,” *IEEE Trans. Power App. Syst.*, no. 10, pp. 2943–2951, Oct. 1984.