



یک روش موثر حفاظت تطبیقی شبکه توزیع با منظور کردن تولیدات پراکنده

علی مهر آیین**

مسلم بخشیان

ابوالفضل زبردست**

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر

ایران

واژه‌های کلیدی: شبکه توزیع، تولید پراکنده، آنالیز اتصال کوتاه، حفاظت تطبیقی

چکیده

سیستم‌های توزیع متداول اغلب بصورت شعاعی هستند که شامل یک منبع قدرت در بالادست برای تغذیه شبکه‌ای از فیدرها در پایین دست می باشد. طرح حفاظتی سیستم توزیع بصورت ابتدایی شامل فیوز و ریکلوزر می باشد. در برخی موارد نیز از رله‌هایی که با فرض شعاعی بودن شبکه طراحی شده اند استفاده می شود. پس از اتصال تولیدات پراکنده قسمتی از شبکه خاصیت شعاعی خود را از دست داده و هماهنگی فیوزها و ریکلوزرها از بین می رود. در این مقاله اثر تولیدات پراکنده بر هماهنگی عناصر حفاظتی بررسی و یک طرح حفاظت تطبیقی برای حل مشکلات یاد شده ارائه می شود. در این روش، شبکه توزیع به زونهای مختلف تقسیم می شود. وقتی خطایی در هر یک از زون‌ها اتفاق می افتد، رله تطبیقی بصورت آنالیز محل خطا را تشخیص داده و

ناحیه وقوع خطا را قطع خواهد کرد بنابراین زون‌های دیگر، عملکرد طبیعی خود را ادامه داده و قابلیت اطمینان شبکه بطور چشمگیری افزایش خواهد یافت.

۱- مقدمه

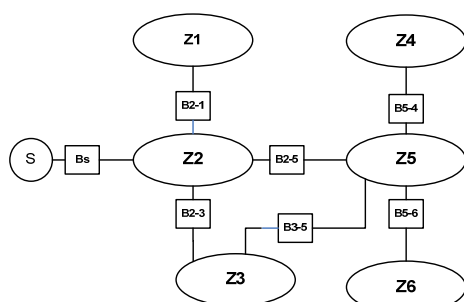
سیستم‌های توزیع اغلب به صورت شعاعی بوده و نامتعادل می باشند. این سیستم‌ها شامل شبکه‌ای از خطوط تکفاز، دوفاز و سه فاز هستند، از طرفی بارهای متعلق به باس‌ها می توانند نامتعادل باشند. از این رو تحلیل سیستم‌های توزیع، تحلیل یک شبکه سه فاز نامتعادل تغذیه شونده توسط یک منبع سه فاز خواهد بود. در سیستم حفاظتی به صورت عمده از ریکلوزرهایی در فیدرهای اصلی که با فیوزهای کناری خود هماهنگ هستند، استفاده می شود. ریکلوزرها این فرصت را به خطاهای گذرا می دهند که قبل از ذوب شدن فیوزها

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

تمام سیستم توزیع غیر عملی خواهد بود. بنابراین نیاز به یک تحلیل کلی برای تشخیص دقیق مشکلات هماهنگی فیوز-فیوز و فیوز-ریکلوزر با وجود DG خواهیم داشت. در مراجع [۶-۹] تحقیقاتی در مورد هماهنگی عناصر حفاظتی ذکر شده با حضور DG انجام گرفته است.

۲- طرح پیشنهادی

با وجود تولیدات پراکنده، بخشی از شبکه توزیع خاصیت شعاعی خود را از دست می‌دهد و ممکن است هماهنگی سیستم حفاظتی از بین برود. برای حفظ هماهنگی بین دستگاه‌های حفاظتی، تولیدات پراکنده باید بعد از هر خطا حتی برای خطاهای گذرا از شبکه جدا شوند. وضعیت ایده‌آل برای هر طرح حفاظتی اینست که تنها بخش دچار خطا از سیستم جدا شود. با توجه به از بین رفتن خاصیت شعاعی سیستم توزیع پس از اضافه شدن تولیدات پراکنده، هماهنگی بین فیوز-فیوز، فیوز-ریکلوزر و فیوز-رله از بین می‌رود. بهترین رویکرد، تقسیم کردن سیستم توزیع به نواحی مختلف می‌باشد که این موضوع در شکل (۲) نشان داده شده است. این نواحی باید به وسیله کلید قدرت از یکدیگر جدا شوند و این کلیدها بایستی قابلیت سیستم همزمان‌سازی و قطع و وصل مکرر در اثر دریافت یک سیگنال از رله اصلی واقع در پست را داشته باشند [۹].

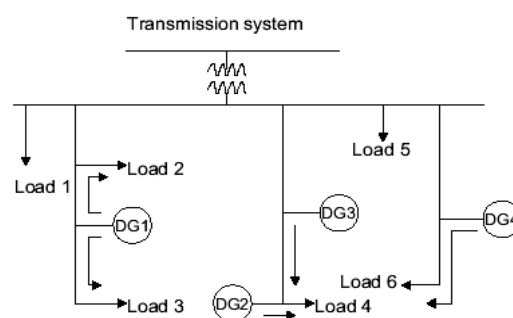


شکل ۲- سیستم توزیع تقسیم شده به چند ناحیه

طرح کلی حفاظت به این صورت می‌باشد که رله ابتدا خطا در سیستم و خطا در تولید پراکنده را تشخیص می‌دهد، اگر خطا در تولید پراکنده باشد، رله تطبیقی منتظر می‌ماند تا سیستم حفاظتی تولید پراکنده خطا را تشخیص داده و تولید پراکنده

برطرف گردند. یک رله جریان معکوس نیز معمولاً در داخل پست و در محل شروع فیدر قرار دارد. هماهنگی میان این عناصر با فرض شعاعی بودن سیستم توزیع قابل انجام است [۱]. نیروگاه‌های کوچک نامتمرکز (تولیدات پراکنده) شامل نیروگاه‌هایی با توان تولیدی از چند کیلووات تا چند مگا وات هستند که در پست، فیدرها و محل مصرف کننده ها به شبکه وصل می‌شوند [۱].

انتظار می‌رود تولیدات پراکنده در آینده بهترین راه پیشنهادی برای تغذیه برخی از مشترکین باشند. به جای توان تولیدی ژنراتورهای بزرگ که در فاصله دوری قرار دارند توان، توسط تعداد زیادی از تولیدات پراکنده کوچک جهت مصالحه با تقاضای بار تامین خواهد شد. از مهمترین نیروگاه‌های کوچک می‌توان به نیروگاه‌های آبی، بادی، پیل‌های سوختی، سلول‌های خورشیدی، میکروتوربین‌ها، سیستم‌های زمین گرمایی و تلمبه ذخیره ای اشاره کرد [۲-۴]. با اضافه شدن تولیدات پراکنده به سیستم توزیع، نحوه تحلیل رخدادهایی که در شبکه اتفاق می‌افتند از این تولیدات متأثر خواهد شد [۵]. شکل (۱) یک شبکه توزیع به همراه DG ها را نشان می‌دهد. در چنین سیستمی، DG، بارهای اطراف خود را تغذیه خواهد کرد. غالباً فرض اساسی شعاعی بودن سیستم توزیع در اینحالت برقرار نیست. لذا عنصر حفاظتی در یک سیستم دارای چندین منبع باید دارای حساسیت جهتی باشد [۱].



شکل ۱- سیستم توزیع با تولیدات پراکنده

فیوزها و ریکلوزرها خواص جهتی ندارند، در حالی که رله‌ها می‌توانند به آسانی با حساسیت جهتی ساخته شوند. از لحاظ اقتصادی جابجایی فیوزها و ریکلوزرها با رله های جهتی در

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

تولید پراکنده و منبع اصلی برای جریان‌های خطای مختلف در هر شین است. محاسبات مربوط به آنالیزهای اتصال کوتاه بعد از هر تغییر عمده‌ای در بار، تولید پراکنده و یا شکل سیستم باید تغییر کرده و به‌روز شود. لذا بعد از هر تغییر در شکل شبکه، آنالیز اتصال کوتاه به صورت آنلاین انجام می‌گیرد و بلافاصله اطلاعات مورد نیاز به رله تطبیقی جهت تجزیه و تحلیل و صدور فرمان مورد نیاز ارسال می‌شود.

۲-۴- تعیین خطا

در شرایط عملکرد عادی، مجموع جریان همه منابع (منبع اصلی و همه DGها) برابر مجموع جریان بار است. در حالت خطا، مطابق رابطه (۱) داریم:

$$[I_{fabc}] = \sum_{i=1}^n [I_{fabc}]_i \quad (1)$$

در رابطه فوق، $[I_{fabc}]$ کل جریان خطا و $[I_{fabc}]_i$ سهم جریان خطا در منبع i ام و n تعداد منابع است.

در این طرح حفاظتی اگر خطا در تولید پراکنده وجود داشته باشد طبق رابطه (۱) جمع جریان منابع تقریباً برابر جریان بار می‌شود با این تفاوت که جریان هر منبع به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. در این حالت سیستم حفاظتی تولید پراکنده دچار خطا، جریان اتصال کوتاه را حس کرده و فرمان قطع به کلید قدرت تولید پراکنده ارسال می‌کند. در صورتی که خطا بر روی هر بخشی از سیستم رخ دهد، مجموع این جریان‌ها به طور قابل توجهی از کل بار شبکه بیشتر می‌شود. به عبارت دیگر هنگامی که خطا در هر جای سیستم رخ می‌دهد، مجموع مقادیر همه جریان‌هایی که از همه منابع شرکت دارند برابر جریان بار و جریان خطا خواهد شد. این نشان می‌دهد که چگونه خطای تولید پراکنده از یک خطا در سیستم متمایز می‌شود. اگر خطای سیستم گذرا باشد، ابتدا فرمان قطع به کلید قدرت تولید پراکنده در ناحیه دچار خطا ارسال می‌گردد و تا زمانی که خطای سیستم رفع نشود این تولیدات پراکنده وارد سیستم نمی‌شوند، رله تطبیقی بلافاصله آنالیز اتصال کوتاه و پخش بار را براساس شبکه جدید (بدون تولیدات پراکنده

دچار خطا را از شبکه جدا کند، سپس کلید قدرت تولید پراکنده یک سیگنال به رله تطبیقی ارسال می‌کند تا رله تطبیقی آنالیزهای لازم را برای شرایط جدید انجام دهد. اگر خطا در شین‌های سیستم باشد رله تطبیقی آنالیز اتصال کوتاه را به صورت آنلاین انجام داده و محل خطا و ناحیه دچار خطا را به صورت آنلاین شناسایی می‌کند و فرمان قطع به کلید قدرت ناحیه دچار خطا و کلیدهای قدرت تولیدات پراکنده آن ناحیه ارسال می‌کند. در نتیجه تنها ناحیه دچار خطا از شبکه جدا می‌شود و سایر نواحی به فعالیت عادی خود ادامه می‌دهند.

۲-۱- ورودی‌ها

برای این طرح، اندازه‌گیری‌های زیر توصیه می‌شوند:

- جریان موثر سه فاز در هر تولید پراکنده و منبع اصلی سیستم
- یک سیگنال نشان‌دهنده جهت جریان در هر یک از کلیدهای ناحیه و تولید پراکنده
- سیگنال نشان‌دهنده جریان، وضعیت کلید قدرت هر ناحیه و تولیدات پراکنده (باز یا بسته بودن) را به رله اصلی گزارش می‌دهد تا رله اصلی براساس شرایط موجود، الگوریتم را اجرا کند [۱۰].

۲-۲- محاسبات همزمان

روش کار الگوریتم بدین صورت است که در ابتدا اطلاعات شبکه از قبیل بار، مشخصات خطوط ارتباطی بین شین‌ها، اطلاعات منابع (ژنراتورها)، اطلاعات ترانسفورماتورها، ولتاژ شین‌ها، وضعیت کلیدها و جریان‌های اندازه‌گیری شده خوانده می‌شود و مراحل زیر به صورت همزمان برای تعیین نوع خطا که در تولید پراکنده رخ داده و یا در شین‌های سیستم و همچنین محل خطا (در اینجا ناحیه) انجام می‌گیرد، سپس فرمان لازم جهت جدا کردن بخش دچار خطا صادر می‌شود.

۲-۳- آنالیز اتصال کوتاه

این روش نیازمند آنالیز کامل اتصال کوتاه برای همه انواع خطاهای حادث شده در فازهای مختلف و تعیین سهم هر

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

تولید پراکنده	S (MVA)	R (PU)	X (PU)
DG1	0.4	0.0462	0.4335
DG2	0.15	0.0924	0.5807
DG3	0.45	0.0693	0.2903
DG4	0.17	0.0924	0.7258
DG5	0.1	0.0462	0.5807
ترانسفورماتور	نسبت تبدیل	R (PU)	X (PU)
T1	0.690/20	0.0001	0.002
T2	0.690/20	0.0001	0.002
T3	0.690/20	0.0001	0.002
T4	0.690/20	0.0001	0.002

که از آنالیز اتصال کوتاه حاصل می‌شود فراخوانی کرده و مقدار اختلاف جریان اندازه‌گیری شده با نتایج حاصل از اتصال کوتاه را برای همه شین‌های شبکه به دست می‌آورد و مقدار کمینه را در نظر گرفته و ناحیه دچار خطا را مشخص می‌کند. همانطور که در فلوچارت شکل (۳) نشان داده شده است خطا چه گذرا باشد یا دائمی، رله، بلافاصله فرمان قطع را به کلید قدرت تولید پراکنده که مجهز به سیستم همزمانی است ارسال می‌کند و سپس عمل بازبست را در سه مرحله در زمان‌های t1 و t2 و t3 روی کلید قدرت ناحیه انجام می‌دهد.

۷-۲- شبکه مورد مطالعه

چنانچه گفته شد، طرح حفاظتی مورد بحث برای شبکه شبیه‌سازی شده و آنالیز اتصال کوتاه و الگوریتم حفاظت تطبیقی باید در کنار هم و به صورت آنلاین بررسی شوند. برای شبیه‌سازی شبکه و برنامه الگوریتم تطبیقی از نرم افزار PSCAD و برای آنالیز اتصال کوتاه شبکه از نرم‌افزار MATLAB استفاده شده است. با توجه به این که بعد از هر تغییر در شکل شبکه نتایج مربوط به آنالیز اتصال کوتاه تغییر می‌کنند لذا برای پوشش کامل تغییرات شبکه توسط طرح حفاظتی باید نتایج آنالیز اتصال کوتاه بصورت آنلاین در اختیار رله تطبیقی قرار گیرد. از آنجا که آنالیز اتصال کوتاه توسط نرم‌افزار MATLAB و شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار PSCAD انجام شده است، باید با لینک کردن این دو نرم‌افزار، اطلاعات آنلاین مورد نیاز بین این دو نرم‌افزار منتقل شود.

شبکه توزیع شبیه‌سازی شده برای این طرح یک فیدر توزیع ۶۶ شینه می‌باشد که شبکه مورد استفاده در جنوب شرقی آمریکاست. در شکل (۱) ضمیمه، دیاگرام تک‌خطی مشخصات بار، موقعیت فیوزها، بازبست‌ها و تولیدات پراکنده مشخص شده است. کل بار شبکه ۲/۲ مگا ولت آمپر و ولتاژ شبکه ۲۰ کیلو ولت می‌باشد. همچنین مشخصات تولیدات پراکنده و ترانسفورماتورها در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- مشخصات تولیدات پراکنده و ترانسفورماتور

تولیدات پراکنده با یک منبع و امپدانس پشت سر آن مدل شده و اتصال داخلی ترانسفورماتورها D/YG11 در نظر گرفته شده است [۱۰].

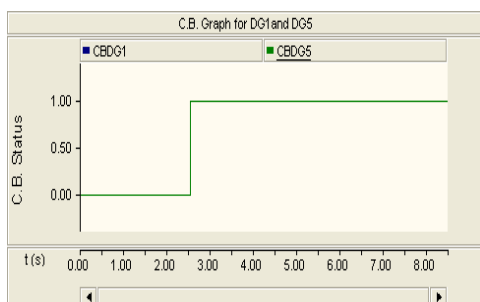
برای اجرای طرح ارائه شده، این شبکه به چهار ناحیه تقسیم شده است. ناحیه اول به وسیله کلید قدرت CBZ1 مشخص شده است که شامل DG3 می‌باشد، ناحیه دوم با CBZ2 مشخص شده و شامل DG2 می‌باشد، ناحیه سوم با CBZ3 مشخص شده است و شامل تولیدات پراکنده DG5 و DG1 می‌باشد و ناحیه چهارم در برگیرنده CBZ5، منبع اصلی و DG4 می‌باشد.

۳- نتایج شبیه‌سازی

برای اطمینان از عملکرد صحیح الگوریتم پیشنهادی، این الگوریتم تحت شرایط مختلف شبکه توزیع (تحت خطاهای مختلف) مورد بررسی قرار گرفته است، که این حالات عبارتند از:

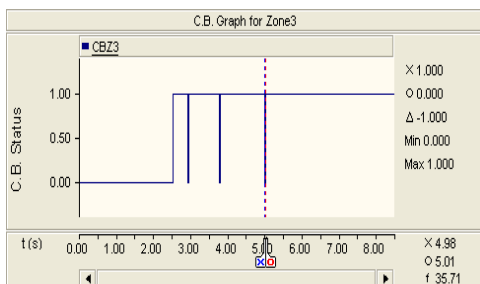
- خطا در تولید پراکنده
- خطای دائمی در شین‌های سیستم
- خطای گذرا در شین‌های سیستم

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق



شکل ۶- وضعیت کلیدهای قدرت تولیدات پراکنده در خطای دائمی

شکل های (۶) و (۷) نشان می دهند که رله تطبیقی سریعاً فرمان قطع به کلید قدرت تولیدات پراکنده و کلید قدرت ناحیه سوم صادر می کند. با توجه به این که خطای دائمی می باشد، رله تطبیقی به تولیدات پراکنده حتی پس از حذف شدن خطا، اجازه وصل شدن به شبکه را نمی دهد. این رله پس از خارج کردن تولید پراکنده، عمل بازبست را روی کلید قدرت ناحیه سوم انجام می دهد. رله تطبیقی عمل بازبست اول را در زمان 0.4 ثانیه پس از خطا و بازبست دوم و سوم را در زمان های $1/2$ و $2/4$ ثانیه پس از خطا بر روی کلید قدرت انجام می دهد. این موضوع در شکل (۷) نشان داده شده است. با توجه به اینکه خطای دائمی می باشد، در هر مرحله بازبست، رله، خطا را حس می کند و فرمان قطع صادر می کند. رله تطبیقی بعد از بازبست سوم فرمان قطع به کلید قدرت ناحیه صادر می کند و ناحیه را از شبکه جدا می کند.

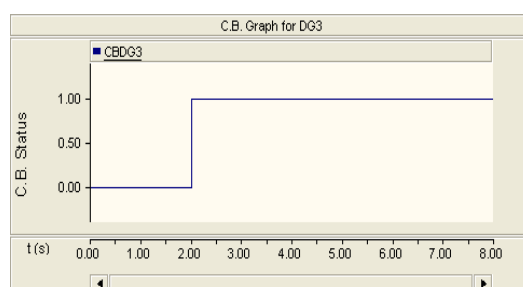


شکل ۷- عمل بازبست روی کلید قدرت ناحیه سوم

در طرح ارائه شده تنها بخش دچار خطا و تولیدات پراکنده همان ناحیه از شبکه جدا شده و در نتیجه سایر نواحی می توانند به فعالیت خود ادامه دهند. لذا همان طور که در

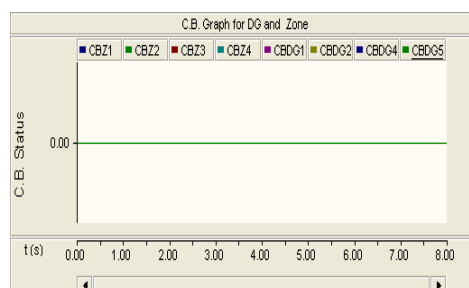
نحوه عملکرد رله تطبیقی به ازای برخی از خطاهای مذکور در ذیل آورده شده است.

در حالتی که خطا در تولید پراکنده حادث شود، رله تطبیقی منتظر می ماند تا سیستم حفاظتی، تولید پراکنده را از شبکه خارج کند. هنگامی که خطا در تولید پراکنده سوم رخ می دهد، همان طور که در شکل (۴) نشان داده شده است، مقایسه کننده جریان اجازه می دهد تا رله تولید پراکنده فرمان قطع صادر کند.



شکل ۴- عملکرد سیستم حفاظتی تولید پراکنده

هنگام حادث شدن خطا در تولید پراکنده تنها تولید پراکنده باید از شبکه خارج شود و بقیه قسمت های شبکه باید به فعالیت عادی خود ادامه دهند. از مقایسه شکل های (۴) و (۵) بطور واضح این شرط حفاظتی مشاهده می شود.

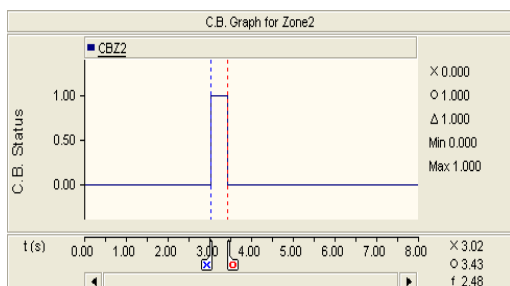


شکل ۵- عملکرد رله تطبیقی به ازای خطا در تولید پراکنده

برای شبیه سازی حالت وقوع خطای دائمی در شین های سیستم فرض شده است که خطا در ناحیه سوم بر روی شین ۴۳ حادث شود. زمان حادث شدن خطا در $t=2/5$ s و مدت زمان خطا ۳ ثانیه است.

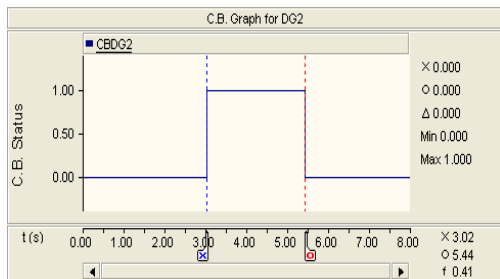
بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

چنانچه در شکل های (۱۰) و (۱۱) نشان داده شده است، رله تطبیقی پس از حس خطا فرمان قطع به کلید قدرت ناحیه دوم و تولید پراکنده آن صادر می‌کند.



شکل ۱۰- عملکرد رله تطبیقی به هنگام رفع خطا قبل از بازبست اول

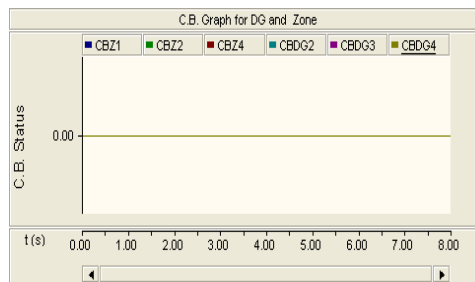
پس از زمان 0.4 ثانیه عمل بازبست روی کلید قدرت ناحیه انجام می‌شود. با توجه به اینکه مدت زمان خطا 0.2 ثانیه می‌باشد، رله تطبیقی پس از بازبست اول جریان خطا را در شبکه حس نکرده، لذا فرمان وصل به کلید قدرت ناحیه صادر می‌شود. از آنجائی که نیاز می‌شود تولید پراکنده بعد از رفع خطا وارد شبکه گردد، باید عمل همزمانی روی کلید قدرت تولید پراکنده انجام شود. همانطور که در شکل (۱۱) مشاهده می‌شود رله تطبیقی پس از 2 ثانیه اجازه وصل به کلید قدرت تولید پراکنده می‌دهد تا عمل همزمانی انجام شود.



شکل ۱۱- وضعیت کلید قدرت تولید پراکنده به هنگام رفع خطا قبل از بازبست اول

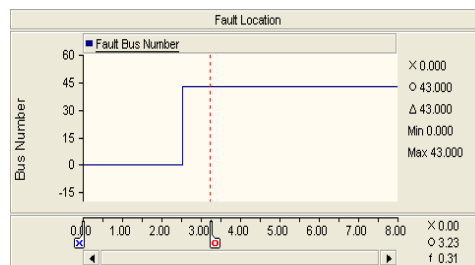
لازم به یادآوری است که رله تطبیقی تنها بر روی ناحیه دچار خطا عمل بازبست را انجام می‌دهد و سایر ناحیه‌ها به فعالیت عادی خود ادامه می‌دهند که چگونگی این امر در شکل (۱۲) نشان داده شده است.

شکل (۸) دیده می‌شود کلیدهای قدرت سایر نواحی و تولیدات پراکنده به شبکه متصل می‌باشند.



شکل ۸- وضعیت سایر کلیدهای قدرت برای خطای دائمی در ناحیه سه

برای این که بخش دچار خطا در کوتاه‌ترین زمان ممکن بعد از رفع خطا به شبکه برگردد، باید محل خطا به درستی تشخیص داده شود تا نسبت به رفع آن اقدام شود. در شکل (۹) عملکرد رله تطبیقی در تشخیص صحیح محل خطا مشاهده می‌شود.



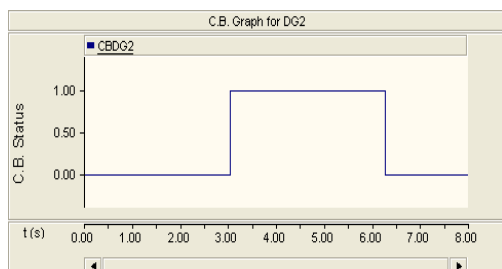
شکل ۹- تشخیص محل خطا توسط رله تطبیقی در حالت خطای دائمی

در ادامه بررسی عملکرد رله تطبیقی، حالتی که خطای شبکه گذرا باشد بررسی می‌شود. مدت زمان خطای شبکه در سه حالت در نظر گرفته شده است تا عملکرد رله تطبیقی در سه مرحله بازبست مشاهده شود. در این شبیه‌سازی مرحله اول بازبست 0.4 ثانیه پس از خطا، عمل بازبست دوم 0.8 ثانیه پس از بازبست اول و بازبست سوم 1.2 ثانیه پس از بازبست دوم انجام می‌شود.

- محل خطا در شین ۵۷ ناحیه دوم، مدت زمان خطا 0.2 ثانیه و زمان خطا در $t=3$ s باشد.

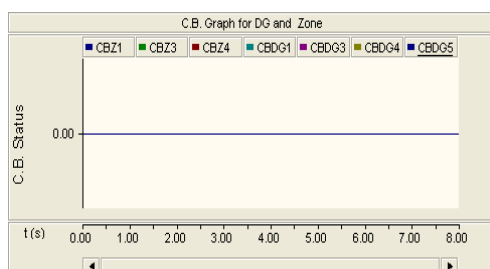
بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق

کند مطابق شکل (۱۴) بعد از ۲ ثانیه اجازه می‌دهد که تولید پراکنده بصورت همزمان وارد شبکه گردد.



شکل ۱۴- عملکرد رله تطبیقی بر روی کلید قدرت تولید به هنگام رفع خطا قبل از بازبست دوم

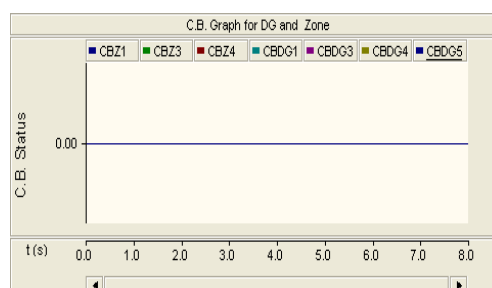
در وضعیت توضیح داده شده، سایر نواحی باید به صورت عادی در مدار بوده و عمل کنند. شکل (۱۵) وضعیت کلیدهای قدرت نواحی و تولیدات پراکنده در سایر نواحی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل (۱۵) مشاهده می‌شود در این حالت نیز رله تطبیقی بدرستی عمل کرده و سایر نواحی در شرایط عادی به سر می‌برند.



شکل ۱۵- عملکرد رله تطبیقی بر روی سایر کلیدهای قدرت به هنگام رفع خطا قبل از بازبست دوم

۴- نتیجه‌گیری

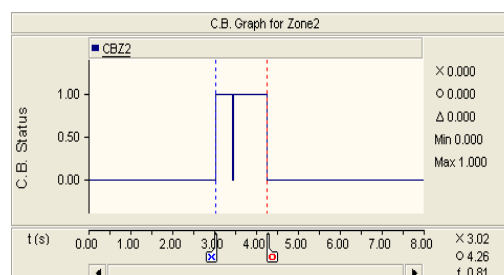
تولید پراکنده دارای خصوصیات بالقوه فراوانی برای بهبود عملکرد سیستم می‌باشد. استفاده از تولیدات پراکنده در شبکه مزایای زیادی خواهد داشت که می‌توان از بهبود قابلیت اطمینان سیستم، کاهش تلفات، کاهش هزینه‌های توسعه پیکزدایی بار شبکه و بهبود کیفیت توان نام برد. اما استفاده از تولیدات پراکنده در شبکه معایبی نیز در بر خواهد داشت که عبارتند از: تداخل در سیستمهای حفاظتی، مشکلات کنترل



شکل ۱۲- عملکرد رله تطبیقی بر روی سایر کلیدهای قدرت

- محل خطا در ناحیه دوم، مدت زمان خطا ۰/۶ ثانیه و زمان خطا در $t=3s$ می‌باشد.

در این حالت نیز پس از اینکه خطا در شبکه، بوسیله رله تطبیقی حس شد، بلافاصله فرمان قطع به کلید قدرت ناحیه تولید پراکنده ارسال می‌شود. در شکل‌های (۱۳) و (۱۴) چگونگی عملکرد رله نشان داده شده است.



شکل ۱۳- عملکرد رله تطبیقی بر روی کلید قدرت ناحیه به هنگام رفع خطا قبل از بازبست دوم

همان‌طور که در شکل (۱۳) مشاهده می‌شود، رله تطبیقی ابتدا بازبست اول را روی کلید قدرت ناحیه انجام می‌دهد. با توجه به اینکه خطا بیش از ۰/۴ ثانیه است، رله تطبیقی، خطا را در بازبست اول حس نموده و سریعاً فرمان قطع به کلید قدرت ناحیه ارسال می‌شود.

رله تطبیقی پس از ۰/۸ ثانیه بعد از بازبست اول، فرمان وصل به کلید قدرت ناحیه ارسال می‌کند. با توجه به اینکه مدت زمان خطا ۰/۶ ثانیه می‌باشد رله، در بازبست دوم خطایی را مشاهده نکرده و اجازه وصل به کلید قدرت ناحیه را می‌دهد. از آنجاییکه رله تطبیقی در بازبست دوم خطایی مشاهده نمی‌

۵- مراجع

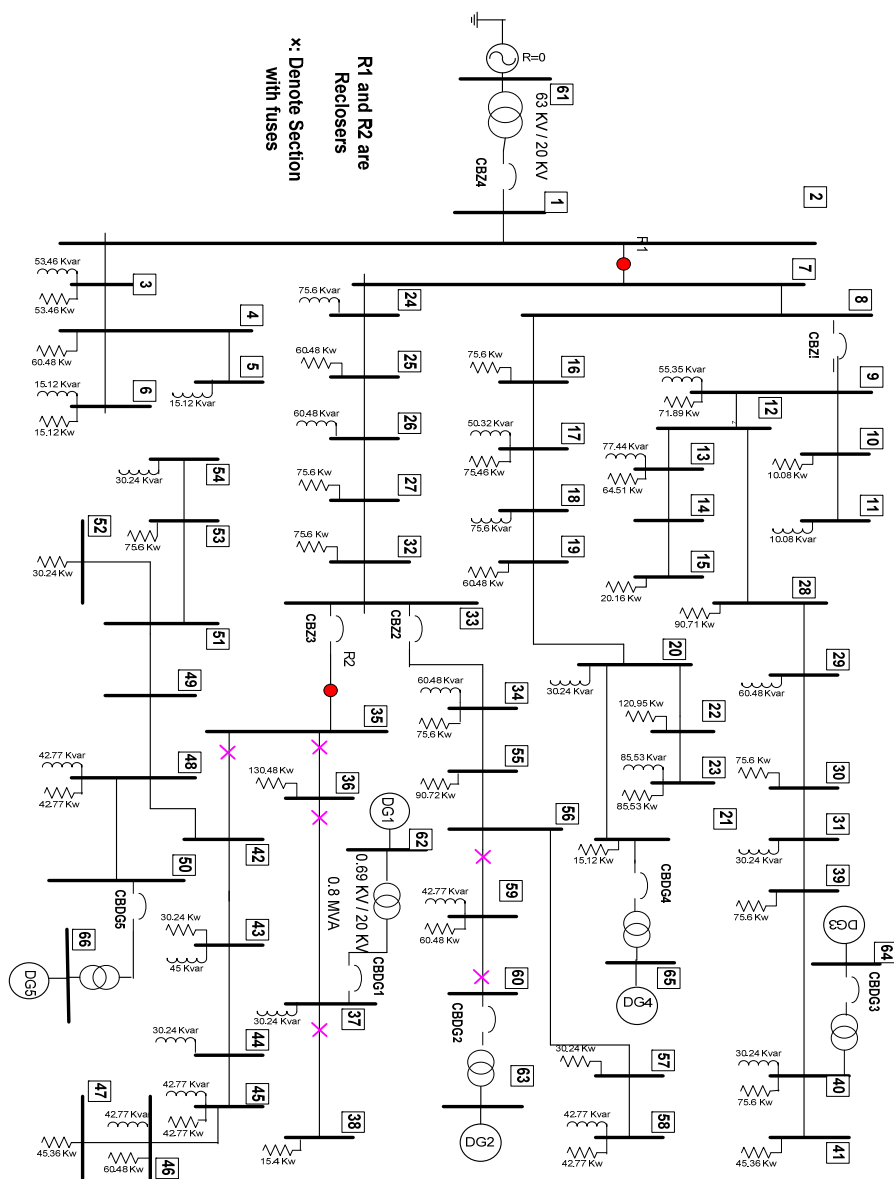
- [1] Sukumar M. Brahma; "Development of Adaptive Protection Scheme for Distribution Systems with High Penetration of Distributed Generation", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 19, No. 1, January 2004, pp. 56-63.
- [2] Edward M. Petrie and H. Lee Willis (ABB) and Masaki Takahashi (World Bank), "Distributed Generation in Developing Countries," unpublished.
- [3] Philip p. Barker and Robert W. de Mello "Determining the Impact of Distributed Generation on Power Systems: part1-radial distribution systems," IEEE Trans. Power Delivery, vol. 15, pp. 486-493, Apr. 2000.
- [4] Roger C. Dugan and Thomas E. McDermott, "Operating conflicts for Distributed Generation interconnected with Utility Distribution Systems," IEEE Industry Applications Magazine, 19-25, Mar/Apr.2002.
- [5] Sujatha Kotamarty, Sarika Khushalani, Noel Schulz " [Impact of Distributed Generation on Distribution Contingency Analysis](#) Electric" ELSEVIER Power Systems Research, Volume 78, Issue 9, September 2008, Pages 1537-1545
- [6] Girgis, S. Brahma, "Effect of Distributed Generation on Protective Device Coordination in Distribution System", Proc. Large Engineering Systems Conference on Power Engineering, Halifax, Canada, 2001, pp. 115-119.
- [7] P. Barker, and R. W. De Mello, "Determining the Impact of Distributed Generation on Power Systems: Part 1-Radial power systems," in Proc., IEEE Power Eng. Soc. Summer Power Meeting, 2003, pp. 1645-1658.
- [8] S. Brahma, A. Girgis, "Microprocessor-Based Reclosing to Coordinate Fuse and Recloser in a System with High Penetration of Distributed Generation", Proc. IEEE Power Eng. Soc. Winter Meeting, New York, U.S.A., 2001, PP. 453-458
- [9] S.P. Chowdhury, S. Chowdhury, P.A. Crossley " [Islanding Protection of Active Distribution Networks with Renewable Distributed Generators: A comprehensive survey](#)" ELSEVIER Electric Power Systems Research, Volume 79, Issue 6, June 2009, Pages 984-992.
- [10] Sukumar M. Brahma; " Development of Adaptive Protection Scheme for Distribution Systems with High Penetration of Distributed Generation", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 19, No. 1, January 2004 pp. 56-63.

ولتاژ، کاهش کیفیت توان و پدیده جزیره‌ای شدن تولیدات پراکنده.

هنگامی که یک تولید پراکنده وارد شبکه می‌گردد، بخشی از شبکه، خاصیت شعاعی خود را از دست داده و هماهنگی بین دستگاه‌های حفاظتی از بین می‌رود و در صورتی که نفوذ تولید پراکنده بالا باشد هماهنگ کردن دستگاه‌های حفاظتی با روش‌های معمولی عملاً غیر ممکن است. طرح تطبیقی ارائه شده آنالیز اتصال کوتاه را به صورت آنلاین انجام می‌دهد و هر زمانی که تغییر در شکل شبکه ایجاد گردد بلافاصله این آنالیزها اجرا و جدول مراجعه‌ای تشکیل می‌شود. یعنی با تغییر ساختار شبکه، این طرح به صورت آنلاین، آنالیز اتصال کوتاه را انجام خواهد داد. طرح تطبیقی ارائه شده محل خطا، شین دچار خطا و ناحیه‌ای که دچار خطا شده است را به صورت آنلاین تشخیص می‌دهد.

در حالتی که خطا دائمی باشد، رله تطبیقی تنها ناحیه دچار خطا و تولیدات پراکنده مربوط به آن ناحیه را از شبکه خارج می‌کند و سایر قسمت‌های شبکه به فعالیت عادی خود ادامه می‌دهند. در صورتی که خطا گذرا باشد رله تطبیقی فرمان قطع به کلیدهای قدرت مربوط به تولیدات پراکنده همان ناحیه ارسال کرده و سپس عمل بازبست را در سه مرحله زمانی روی کلید قدرت ناحیه انجام داده و در هر مرحله‌ای که خطا رفع شود فرمان وصل به کلید قدرت ناحیه و بعد از ۲ ثانیه فرمان وصل به کلید قدرت تولید پراکنده ارسال می‌کند. این رله تولیدات پراکنده ناحیه دچار خطا را چه در زمانی که خطا گذرا باشد یا دائمی از شبکه جدا می‌کند.

بیست و چهارمین کنفرانس بین‌المللی برق



نمودار تک‌خطی شبکه توزیع با ۶۶ شین