٣٠٠٩٩

۱۳۷۹ /۵۱/ ۲۵
مرکز اطلاعات علمی ایران
دانشگاه مراغه

دانشگاه علم و صنعت ایران

دانشکده مهندسی برق

حذف بار برای جلوگیری از ناامنی ولتاژ در سیستمهای قدرت با ااستفاده از منطق فازی

مهدی تولیت ابوالحسنی

پایان نامه برای دریافت درجه معادل کارشناسی ارشد

6953

استاد راهنما : دکتر شهرام جدید

پائیز ۱۳۷۸

۳۰۰۹۹

چکیده

امروزه بیش از هر زمانی طراحی و بهره برداری از سیستم های قدرت با بالاترین میزان قابلیت اعتماد و ایمنی ، جهت تأمین برق مداوم و با کیفیت برای مصرف کنندکان ، حائز اهمیت می باشد . هر چند که تاکنون رخدادهای گوناگون و پیشامدهای پیش بینی نشده ای باعث فروپاشی ولتاژ در چندین شبکه بزرگ شده اند . پس ضروری است ، در صورت رخداد اغتشاش های ناگوار در سیستم قدرت بتوان میزان سطح امنیت شبکه را سنجید تا در صورت امکان بتوان اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه مقتضی را جهت بهبود وضعیت امنیت سیستم انجام داد . حذف قسمتی از بار بعنوان آخرین راه حل حفظ پایداری و امنیت شبکه های قدرت می باشد .

دراین پژوهش نیز برای رسیدن به اهداف بالا ، الگوریتی جهت تعیین محل و مقدار حذف بار در شبکه های قدرت ، برای جلوگیری از ناامنی در سیستم قدرت با استفاده از منطق فازی ارائه و پیاده سازی شده است.در این مطالعه ، ابتدا با استفاده از پایگاه دانش و قواعد مسلم حاکم بر سیستم قدرت و انجام استنتاج فازی ، سطح امنیت سیستم قدرت بدنبال رخداد هر اغتشاش سنجیده می شود سپس در صورت نا امن تشخیص داده شدن سیستم ، با یک استنتاج تقریبی فازی محل و مقدار بارزدایی لازم جهت برگشت امنیت به سیستم تعیین می گردد . این الگوریتم بر روی شبکه های ۸ شینه و ۳۰ شینه IEEE و شبکه برق منطقه ای فارس امتحان شده است و بررسی نتایج این شبکه ها ، نشان از کارا بودن این روش را می دهند .

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول	۴
۱-۱ مقدمه	۵
۱-۲ معیارهای طراحی و بهره برداری برای پایداری	۸
۱-۳ ارزیابی پایداری در مقابل پیشامدهای معمولی	۸
۱-۴ ارزیابی پایداری در مقابل پیشامدهای شدید	۹
۱-۵ پایداری ولتاژ	۱۰
۱-۶ فروپاشی ولتاژ	۱۱
۱-۷ مشخصات پدیده فروپاشی ولتاژ براساس رویدادهای واقعی	۱۲
۱-۸ جلوگیری از پدیده فروپاشی ولتاژ	۱۴
۱-۸-۱ بکارگیری وسایل جبران ساز توان راکتیو	۱۴
۱-۸-۲ کنترل ولتاژ شبکه و خروجی توان راکتیو	۱۴
۱-۸-۳ هماهنگی حفاظتها و کنترلها	۱۴
۱-۸-۴ کنترل تغییردهنده های تپ ترانسفورماتور	۱۴
۱-۸-۵ بارزدایی	۱۵
۱-۹ اثر مشخصه بار	۱۶
۱-۱۰ امنیت سیستمهای قدرت	۱۷
۱-۱۰-۱ اهداف اساسی قابلیت اطمینان و امنیت سیستمهای قدرت	۱۹
۱-۱۰-۲ اجزای اصلی تحلیلگر امنیت در سیستمهای قدرت	۲۰
۱-۱۰-۳ لزوم وجود یک نشانگر برای ارزیابی امنیت	۲۱
۱-۱۰-۴ تحلیل امنیت سیستمهای قدرت	۲۲

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۵-۱۰-۱ مشکلات موجود در تحلیل امنیت سیستمهای قدرت	۲۴
۱۱-۱ جمع بندی	۲۵
فصل دوم	۲۶
۱-۲ مقدمه	۲۷
۲-۲ بارزدایی با استفاده از رله های فرکانسی	۲۷
۳-۲ برنامه ریزی بارزدایی دینامیکی	۲۹
۴-۲ بارزدایی براساس برنامه ریزی خطی	۳۰
۵-۲ بررسی بارزدایی به منظور تصحیح ولتاژ شین ها	۳۱
۶-۲ انجام بارزدایی با استفاده از سیستمهای خبره	۳۲
۷-۲ بارزدایی با استفاده از سیستم استنتاج فازی	۳۴
۸-۲ جمع بندی و مقایسه	۳۴
فصل سوم	۳۶
۱-۳ مقدمه	۳۷
۲-۳ دلایل استفاده از مجموعه های فازی	۳۸
۳-۳ تعیین سطح امنیت ولتاژی با استفاده از منطق فازی	۳۹
۱-۳-۳ پایگاه دانش و قواعد زبانی	۴۰
۲-۳-۳ اساس استدلال فازی	۴۲
۳-۳-۳ فازی سازی متغیرهای انتخاب شده	۴۳
۴-۳-۳ امکان ناامنی ولتاژ	۴۴
۵-۳-۳ شاخص شدت ناامنی	۴۵
۶-۳-۳ روش عملکرد تشخیص	۴۶

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
۳-۴ حذف بار با استفاده از منطق فازی	۴۷
۳-۴-۱ پایگاه دانش و قواعد زبانی	۴۸
۳-۴-۲ نتایج کلی استدلال و غیرفازی کردن خروجیها	۵۱
۳-۴-۳ ارتباط مقدار حذف کار و پیشگویی در حین کار	۵۱
۳-۴-۴ فازی سازی پارامترها	۵۳
۳-۵ الگوریتم حذف بار برای جلوگیری از ناامنی ولتاژ با استفاده از منطق فازی	۵۳
۳-۶ توضیح الگوریتم پیاده سازی شده با مثال عددی	۵۵
۳-۷ جمع بندی و نتیجه گیری	۵۹
فصل چهارم	۶۱
۴-۱ مقدمه	۶۲
۴-۲ بررسی نتایج بدست آمده بر روی شبکه ۳۰ شینه IEEE	۶۳
۴-۳ بررسی نتایج بدست آمده بر روی شبکه انتقال برق منطقه ای فارس	۶۶
۴-۴ جمع بندی	۶۹
فصل پنجم	۷۷
ضمیمه	۸۱
مراجع	۹۱

فهرست شکلها

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱)- حالات کاری سیستم قدرت	۷
شکل (۱-۳)- تابع های عضویت برای فازی سازی	٤۳
شکل (۲-۳)- تابع های عضویت هفت گانه امکان ناامنی ولتاژ	٤٥
شکل (۳-۳)- الگوریتم حذف بار برای جلوگیری از ناامنی ولتاژ فازی	٥٤
شکل (٤-۳)- تابع های عضویت متغیر V_2	٥٥
شکل (٥-۳)- تابع های عضویت متغیر Q_7	٥٦
شکل (٦-۳)- مقادیر شاخص شدت ناامنی برای مجموعه آموزش	٥٦
شکل (۷-۳)- تابع عضویت مقدار حذف بار y	٥۸
شکل (۱-٤)- مقادیر شاخصهای شدت ناامنی برای مجموعه آموزش	٦٤
شکل (۱-ض)- شمای تک خطی شبکه انتقال برق منطقه فارس	۹۰

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول (۱-۲)- مقایسه روشهای مختلف بارزدائی	۳۵
جدول (۱-۳)- پارامترهای تابع عضویت فازی سازی	٤٤
جدول (۲-۳)- پارامترهای تابع عضویت امکان ناامنی ولتاژ	٤٦
جدول (۳-۳)- طبقه بندی حذف بار برای شبکه ۸ شینه IEEE	۵۷
جدول (٤-۳)- نتایج و مقدار حذف بار در شبکه ۸ شینه IEEE	۵۹
جدول(۱-٤)- نتایج حاصل از وضعیتهای عملکردی مختلف شبکه ۳۰ شینه IEEE	۷۰
جدول (۲-٤)- طبقه بندی مقدار حذف بار برای شبکه ۳۰ شینه IEEE	۷۲
جدول (۳-٤)- مقادیر لازم برای حذف بار در وضعیت چهار فرض شده شبکه ۳۰ شینه IEEE	۷۳
جدول (٤-٤)- نتایج حاصل از وضعیتهای عملکردی مختلف شبکه برق منطقه ای فارس	۷٤
جدول (۵-٤)- طبقه بندی نشانگرهای فازی و مقدار حذف بار برای شبکه برق منطقه ای فارس	۷۵
جدول (٦-٤)- مقادیر لازم حذف بار در وضعیت چهارم شبکه برق منطقه ای فارس	۷٦
جدول (۱-ض)- اطلاعات خطوط شبکه ۸ شینه IEEE	۸۲
جدول (۲-ض)- اطلاعات شینهای شبکه ۸ شینه IEEE	۸۲
جدول (۳-ض)- اطلاعات خطوط شبکه ۳۰ شینه IEEE	۸۳
جدول (٤-ض)- اطلاعات شینهای شبکه ۳۰ شینه IEEE	۸٤
جدول (۵-ض)- اطلاعات خطوط شبکه انتقال برق منطقه ای فارس	۸٦
جدول (٦-ض)- اطلاعات شینهای شبکه انتقال برق منطقه ای فارس	۸۷

مقدمه

از آغاز تولد صنعت برق بعلت وجود مشکلات گوناگون در طراحی و بهره برداری از سیستم های قدرت ، همواره متخصصان این صنعت ، سعی در بهینه سازی سیستم های قدرت از دیدگاه های مختلف را داشته اند.هر چند که اصلی ترین هدف صنعت برق، تامین برق مداوم و بدون وقفه و حفظ کیفیت آن برای مصرف کنندگان می باشد، ولی در بعضی از شرایط به علت پیشامدهای ناگهانی و پی در پی، تداوم این کیفیت به خطر می افتد و در صورتیکه در این شرایط بحرانی کنترلهای لازم و اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه مناسب انجام نگیرد، ثبات وضعیت سیستم قدرت به خطر می افتد و ممکن است به فروپاشی بخش اعظمی از سیستم قدرت بیانجامد. پس ضروری است پس از بروز هر اغتشاش کوچک و یا بزرگی، مفهوم عدم وجود خطر قطع سرویس دهی مداوم و با کیفیت و یا "سطح امنیت" سیستم قدرت، مورد ارزیابی قرار گیرد و در صورت احتمال سطح امنیت ضعیف، کنترلهای لازم و اقدامات پیشگیرانه مقتضی انجام پذیرد.

در بعضی از شرایط، با وجود انجام کنترلهای لازم بر سیستم قدرت، همچنان سیستم در وضعیت ناامن قرار می گیرد و ممکن است در صورتیکه هیچ اقدامی صورت نگیرد، به فروپاشی و خاموشی کل شبکه بیانجامد. در اینجا تنها راه چاره برای جلوگیری از این پیشامد ناخوشایند، حذف قسمتی از بار می باشد.این تصمیم گیری باید با سرعت و دقت با تعیین مقدار لازم حذف بار و محل آن، صورت پذیرد تا بتوان به موقع از بروز پیشامدهای ناگوار بعدی، پیشگیری نمود.

در این پژوهش نیز با پیگیری اهداف بالا، الگوریتمی جهت تشخیص سطح امنیت سیستم قدرت و انجام حذف بار برای رسیدن به وضعیت امن در سیستم قدرت، با استفاده از منطق فازی، ارائه و به دنبال آن پیاده سازی شده است.در این روش با استفاده از قواعد مسلم و از پیش تعریف شده ای که در پایگاه دانش وجود دارد، با یک استنتاج تقریبی فازی بدون استفاده از مدل های پیچیده دینامیکی(فصل اول) به یک نتیجه قطعی و منطقی می توان رسید.مزیت این الگوریتم در این است که با توجه به اینکه ساختار سیستم و حدود مرزها در حالت ناپیوسته شکل گرفته است

می تواند در حالت حین کار به صورت مناسب مورد استفاده قرار گیرد.الگوریتم ارائه شده در این پژوهش با برنامه نویسی در محیط نرم افزار **Matlab** و با استفاده از برنامه پخش بار سازمان برق ایران، پیاده سازی شده است. این برنامه برروی شبکه های ۸ شینه و ۳۰ شینه نمونهIEEE و همچنین شبکه برق منطقه ای فارس مورد آزمایش قرار گرفته است که همچنانکه نتایج در فصل های سوم و چهارم نشان می دهد، این پژوهش از قابلیت کارائی بالا و دقت و سرعت مناسب برخوردار است.

در ادامه این بخش، در فصل اول به بیان مسائل کنترل و بهره برداری از سیستم قدرت و مفاهیم فروپاشی و امنیت پرداخته شده است. در فصل دوم مروری بر روشهای مختلف بارزدایی صورت گرفته است که در پایان مقاسیه ای بین این روشها نیز انجام شده است. ارائه الگوریتم این پژوهش و پیاده سازی ان برروی یک شبکه نمونه در فصل سوم گنجانده شده است. فصل چهارم مربوط به بررسی نتایج پیاده سازی این پژوهش بر روی شبکه ۳۰ شینه IEEE و شبکه برق منطقه ای فارس پرداخته شده است و در فصل پنجم نیز نتیجه گیری از این پژوهش و پیشنهاداتی برای ادامه کار ارائه شده است.

فصل اول

مسائل بهره برداری و کنترل

سیستم‌های قدرت

۱-۱ مقدمه

با رشد روز افزون جوامع صنعتی، نیاز به انرژی الکتریکی مطمئن و مداوم انکار ناپذیر است. اطمینان از تداوم عملکرد درست سیستم قدرت بستگی مستقیم به سطح پایدار مقاومی[1] دارد که سیستم در آن وضعیت کار می کند و اگر این سطح از یک حد قابل قبول کمتر شود. اعمال بازدارنده ای می‌باید انجام گیرد که سیستم را مجدداً به حالت ایمن ببرد. غالباً خطائی که در سیستم منجر به خاموشی عمده می شود از یک اغتشاش ساده نمی تواند نتیجه شود، بلکه چنین رویدادهایی به دلیل کاهش سطح ایمنی سیستم است و آن نیز ناشی از انباشتگی اثرات مجموعی از خطاهای محدود است. بنابراین آگاهی بر حالت فعلی سیستم قدرت در تعیین اعمال تصحیح کننده و بازدارنده نقش اساسی دارد.

حالتهای کار سیستم قدرت را می‌توان به ترتیب ذیل برشمرد:

- حالت عادی NORMAL STATE
- حالت اخطار ALERT STATE
- حالت اضطراری EMERGENCY STATE
- حالت بازیابی مجدد RESTORATIVE STATE

در حالت عادی تولید برابر با مصرف بوده و هیچ دستگاهی اضافه بار ندارد. اگر سطح ایمنی از حدی کمتر گردد، سیستم وارد حالت اخطار می شود. در این حالت غیر امن، به منظور بازیابی سیستم به حالت نرمال، اعمال بازدارنده می باید انجام گیرد. اگر قبل از اینکه این اعمال انجام شود خطایی به اندازه کافی بزرگ رخ دهد، سیستم به حالت اضطراری وارد می شود. در این هنگام در واقع سطح ایمنی به زیر صفر رفته و عملاً نمی تواند موجود باشد، معهذا سیستم هنوز سالم است و به منظور بازیابی مجدد سیستم یا حداقل، رساندن سیستم به حالت اخطار، اعمال کنترل اضطراری می باید انجام گیرد.

1- Robustness Level

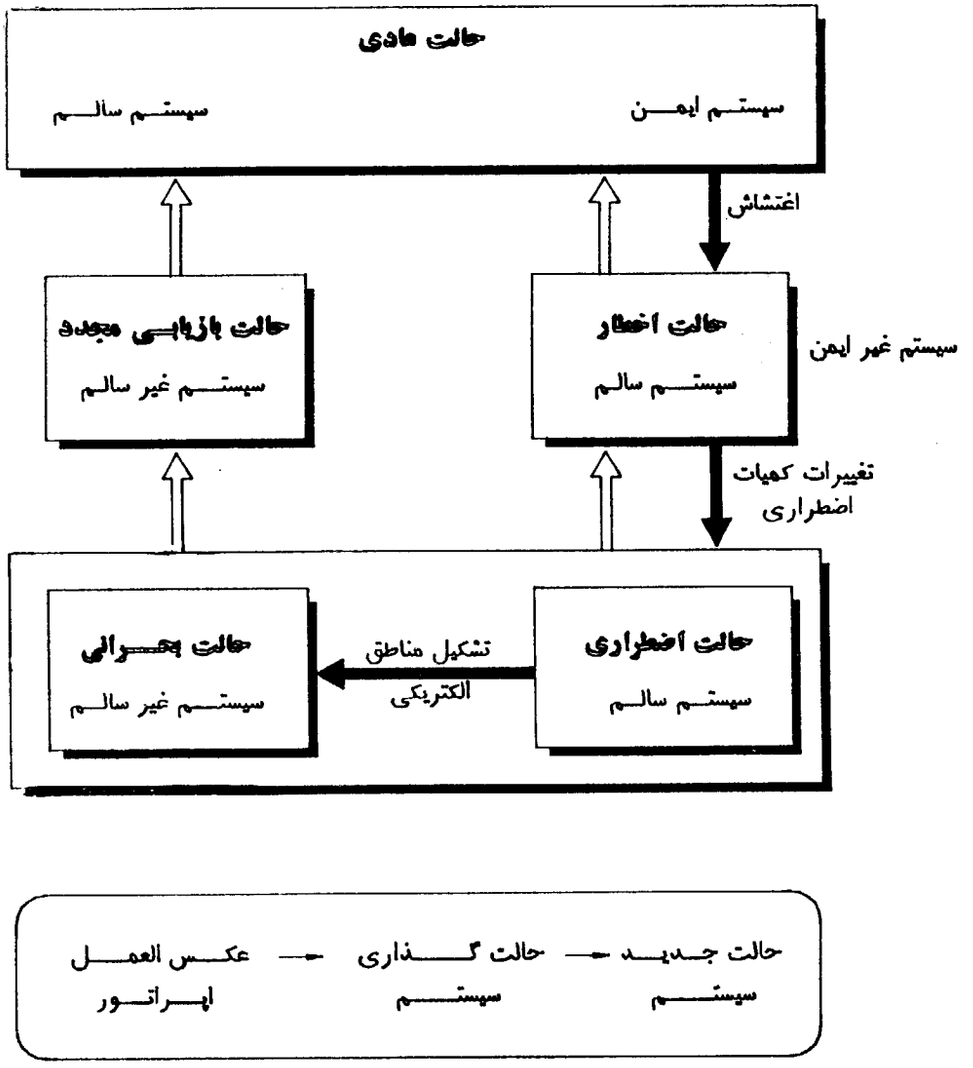
بعضی از حالتهای اضطراری عبارتند از: اضافه بار خط،بحرانهای پایداری، افت ولتاژ، ظرفیت ادوات سیستم، کم باری و قطع بار که ممکن است موجب افزایش ولتاژ گردد،اگر اصلاح حالتهای فوق به موقع انجام نگیرد و یا به مقدار ناکافی انجام گیرد و همچنین اگر اغتشاش و رخدادهای متعاقب آن به اندازه کافی شدید باشد، در این صورت سیستم شروع به متلاشی شدن می کند و در حالت بحرانی قرار می گیرد.

در این حالت سیستم سالم باقی نمی ماند و قسمت اعظم بار سیستم می بایستی حذف گردد. اعمال کنترل اضطراری می باید در جهتی باشد که حتی الامکان قسمتهایی از سیستم را حفظ کند تا از اضمحلال کامل سیستم ممانعت شود. همین که اضمحلال سیستم متوقف شد، در واقع سیستم وارد حالت بازیابی مجدد شده است و با اعمال کنترلی که می باید انجام گیرد، تمام بارهایی که خارج شده‌اند دوباره به سیستم وصل می گردند. شکل (۱-۱) حالتهای مختلف کاری سیستم قدرت را که شرح آن داده شده، بیان می دارد.

با توجه به اینکه حفظ کیفیت و کمیت مطلوب انرژی الکتریکی، اصلی ترین هدف می باشد، ضروری است که کلیه اغتشاشها به دقت و سرعت مورد بررسی قرار گیرند. و در صورتی که سیستم، به دلیل وجود اغتشاشات، به حالت اخطار و یا اضطراری وارد گردد، بایستی سریعاً کنترلهای لازم جهت بازگشت سیستم به حالت امن صورت پذیرد که اولین قدم جهت بازیابی مجدد سیستم، تشخیص و شناخت به موقع خطا می باشد. تا از گسترش خطا جلوگیری و منطقه خطا از سیستم جدا گردد.

در هنگام وضعیت اضطراری سیستم قدرت، اپراتور برای حفظ سیستم تلاش می کند و برای انجام این کار از کلیه وسائل موجود استفاده می نماید. در صورتی که سیستم وارد حالت اضطراری گردد، تصمیم گیریها و اعمال کنترلی سنجیده برای بازگشت سیستم به حالت نرمال یا حتی حالت اخطار انجام می گیرد.

در ساختار کنترلی سیستم قدرت، بعضی از کنترل کننده‌های اجزای سیستم قدرت، نظیر سیستمهای تحریک، محرکها (توربین)، دیگهای بخار، تغییر دهنده های تپ ترانسفورماتورها و



شکل ۱-۱ - حالات کاری سیستم قدرت