دانشگاه زنجان
دانشکده فنی و مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مهندسی برق – قدرت

عنوان : مدل‌سازی و شبیه‌سازی رله‌ی توالی منفی دیجیتال برای حفاظت نامتعادلی ژنراتور

استاد راهنما: دکتر کاظم مظلومی

نگارش : محمد نوری

محمد تیموری

(**تاریخ دفاعیه:** تیرماه 1392) تیرماه 92

فهرست مطالب

مقدمه.....1

فصل اول تولید.....2

نیروگاه دیزلی.....2

نیروگاه گازی.....3

نیروگاه بخاری.....4

نیروگاه سیکل ترکیبی.....5

نیروگاه برق آبی.....6

نیروگاه هسته‌ای.....7

نیروگاه تلمبه ذخیره‌ای.....8

نیروگاه خورشیدی.....9

نیروگاه بادی.....10

نیروگاه زمین گرمایی.....11

نیروگاه آبی جذر و مدی.....11

فصل دوم حفاظت.....13

سلکتیویته.....14

سلکتیویته جزئی.....14

قابلیت اطمینان.....15

قطع گزینشی.....16

پایداری.....16

سرعت.....16

حساسیت.....17

حفاظت پشتیبان و مقدم..... 17
توافق‌های متعارف در حفاظت پشتیبان..... 17
تجهیزات حفاظت فشار ضعیف..... 17
وسایل حفاظت..... 18
فصل سوم رله‌ها..... 20
تعریف رله..... 21
انواع رله..... 21
ویژگی‌های رله..... 23
کاربرد رله‌های حفاظتی درشبکه‌های توزیع..... 23
رله‌گذاری حفاظتی درشبکه توزیع..... 24
رلهٔ حرارتی..... 28
رلهٔ بوخهلتس..... 28
رلهٔ توی‌بر..... 29
رلهٔ ولتاژی..... 30
رله اضافه شار یا اضافه تحریک..... 31
رله دیفرانسیل..... 32
رله فرکانسی..... 37
رله سنکرونیزم..... 37
رله زمانی..... 38
فصل چهارم خطاها و حفاظتهای ژنراتور..... 39
انواع خطاهای معمول در ژنراتورها..... 39
روشهای حفاظت استاتور..... 39
روشهای حفاظت رتور ژنراتورها در مقابل انواع خطاها..... 43

حفاظت در مقابل بار ناخواسته..... 45
رله جریان توالی منفی سنج..... 46

فصل پنجم

مدل‌سازی و شبیه‌سازی رله‌ی توالی منفی دیجیتال برای حفاظت نامتعادلی ژنراتور

چکیده..... 49
مقدمه..... 49
مشخصاتِ رله‌ی جریان زیاد توالی منفی..... 50
مدل‌سازی رله‌ی توالی منفی..... 51
شبیه‌سازی و نتایج..... 54
نتیجه‌گیری..... 59
ضمیمه..... 59
فهرست منابع و مراجع..... 60

مقدمه

در یک سیستم قدرت هنگامی اتصال کوتاه رخ می‌دهد که عایق‌بندی تجهیزات آن آسیب ببیند، این موضوع ناشی از اضافه ولتاژهای به وجود آمده در سیستم حاصل از صاعقه یا امواج کلیدزنی یا کثیفی عایق‌ها و یا علل مکانیکی و طبیعی دیگر است. طراحی، بهره‌برداری و نگهداری دقیق می‌تواند رخداد اتصال کوتاه را به حداقل برساند، اما قادر به حذف آنها نمی‌باشد.جریان‌های اتصال کوتاه چندین مرتبه از جریان‌های بهره‌برداری شرایط عادی بزرگترند و اگر حذف نگردند، ممکن است باعث آسیب دیدگی عایق، ذوب شدن هادی، آتش‌سوزی، و انفجار شوند. سیم‌پیچ‌ها و باس‌بارها نیز ممکن است متحمل آسیب دیدگی مکانیکی ناشی از نیروهای مغناطیسی هنگام وجود عیب شوند. بدیهی است که عیوب باید به سرعت از سیستم قدرت حذف گردند.

بلک برن حفاظت را به عنوان علم، مهارت، هنر اعمال و تنظیم رله‌ها و یا فیوزها برای به وجود آوردن حداکثر حساسیت نسبت به عیوب و شرایط نامطلوب و نیز جلوگیری از عمل نمودن آنها در شرایط قابل قبول و یا قابل تحمل تعریف می‌کند.

فیوزها و کلیدهای باز و بست سریع(کلیدها با ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری) و رله‌ها استفاده وسیعی در سیستم‌های مهم توزیع در جهت حفاظت دارند.

IEEE یک رله را به‌عنوان وسیله‌ای که وظیفه آن اعمال عملکرد کنترلی مناسب در قبال تشخیص خطوط و دستگاه‌های معیوب یا شرایط غیر عادی و خطر ساز در سیستم قدرت است،تعریف می‌کند.

فصل اول

تولید

نیروگاه‌ها مکان‌های تولید انرژی هستند که انرژی در آن‌ها به وسیله‌ی توربین‌ها تولید و بعد از تحویل به پست‌های افزاینده روی خطوط انتقال به‌سمت مصرف کننده‌ها هدایت می‌شوند. انواع نیروگاه‌ها در بخش زیر شرح داده شده‌اند.

1-1 نیروگاه دیزلی:

در این نوع نیروگاه‌ها نیروی محرکه ژنراتور توسط یک موتور درونسوز دیزلی تأمین می‌شود. امروزه از نیروگاه‌های دیزلی به عنوان یک نیروگاه پایه کمتر استفاده می‌شود و بیشتر برای مواقع اضطراری و احتمالاً بار حداکثر شبکه از این نیروگاه‌ها استفاده می‌گردد. در حال حاضر در مناطقی ازایران که به شبکه سراسری متصل نیستند از نیروگاه‌های دیزلی استفاده می‌شود. این نیروگاه‌ها معمولاً دارای توان تولیدی 630KWتا12000KWهستند. در شکل 1 تصویری از نیروگاه دیزلی نمایش داده‌شده است.

شکل 1 نیروگاه دیزلی

1-1-1 مزایای نیروگاه دیزلی عبارتند از:

1. این نیروگاه‌ها به آب نیاز ندارند.
2. به‌عنوان برق اضطراری در مکان‌هایی مثل بیمارستان‌ها، دانشگاه‌ها و... مورد استفاده قرار می‌گیرند.
3. در مراکز دور افتاده‌ای که هزینه انتقال برق از هزینه تولید نیروگاه دیزلی بیشتر است مورد استفاده قرار می‌گیرند.

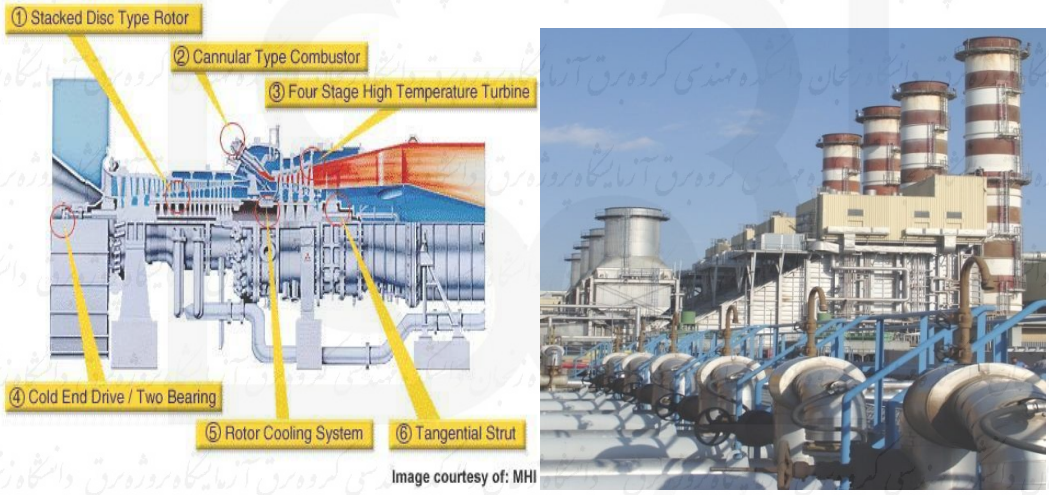
1-1-2 معایب نیروگاه دیزلی عبارتند از:

1. رنج تولیدی این نیروگاه‌ها پایین است.

2. این نوع نیروگاه به‌دلیل حرکت‌های مکانیکی زیادی که در آنها وجود دارد دارای عمر کمیهستند.
3. این نوع نیروگاه‌ها دارای راندمان پایینی می‌باشند. (راندمان عبارت است از نسبت انرژی گرفته شده از نیروگاه به انرژی داده شده به نیروگاه)
4. به دلیل راندمان پایین این نیروگاه‌ها، هزینه برق تولیدی آنها بالاست.

1-2 نیروگاه گازی:

در نیروگاه‌های گازی سیالی که سبب چرخش توربین می‌شود هوای محیط است. در این نیروگاه‌ها از کمپرسور استفاده می‌شود. کمپرسورها وسایلی هستند که با مکش هوای محیط به درون خود، هوا را فشرده کرده و فشار آن را افزایش می‌دهند. معمولاً برای افزایش راندمان نیروگاه، هوای ورودی را از مجاورت گازهای خروجی از دودکش توربین عبور می‌دهند تا هوای ورودی به کمپرسور گرم شود. هوای فشرده شده در کمپرسور وارد اتاق احتراق می‌شود و در آنجا با سوخت فسیلی ترکیب می‌شود و می‌سوزد و گاز داغی با فشار بالا از اتاق احتراق خارج می‌شود که آلاینده نیز می‌باشد. برای اینکه گاز داغ پرفشار ورودی به توربین، محور چرخنده آن را به حرکت درآورد باید این گاز با سرعت زیاد وارد توربین شود. این عمل توسط نازل ابتدای توربین انجام می‌شود.بنابراین گاز پرفشار و داغ با سرعت زیاد به پره‌های توربین برخورد می‌کند و سبب چرخش روتور توربین می‌شود و حرکت دورانی روتور توربین نیز سبب چرخش ژنراتور و در نتیجه تولید برق می‌شود. سوخت این نیروگاه‌ها معمولاً مازوت، گاز و گازوئیل است. در شکل 2 تصویری از نیروگاه گازی نمایش داده شده است.



شکل 2 نیروگاه گازی

1-2-1 مزایای نیروگاه گازی عبارتند از:

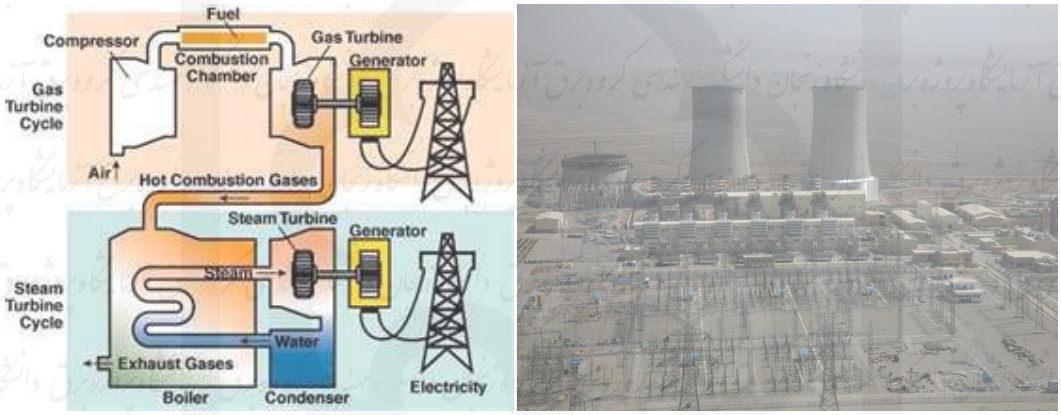
1. این نیروگاه‌ها به آب نیاز ندارند.
2. زود ساخته می‌شوند. (حدوداً ساخت یک نیروگاه گازی 6 ماه زمان می‌برد)
3. این نیروگاه‌ها سرعت مانور بالایی دارند. (کم و زیاد کردن تولید نیروگاه را مانور کردن نیروگاه می‌گویند)
4. این نیروگاه‌ها را خیلی زود می‌توان روشن کرد.

1-2-2 معایب نیروگاه گازی عبارتند از:

1. راندمان این نیروگاه‌ها پایین است.
2. عمر این نیروگاه‌ها کوتاه است.
3. هزینه برق تولیدی آنها بالاست.
4. رنج تولید انرژی این نیروگاه‌ها پایین است.

1-3 نیروگاه بخاری:

در این نیروگاه‌ها از سوختن سوخت‌های فسیلی مثل نفت و گاز طبیعی و مازوت، حرارتی تولید می‌شود که توسط آن آب درون دیگ بخار به بخار خشک تبدیل می‌شود. بخار خشک یعنی بخاری که کاملاً به صورت گازی باشد و هیچ گونه قطره آبی در آن نباشد و دمای آن بالای 500 درجه سانتی گراد باشد. این بخار خشک وارد توربین‌هامی‌شود و روتور توربین‌ها را به چرخش در می‌آورد. در اثر چرخش محور توربین‌ها، ژنراتور شروع به چرخش می‌کند و برق تولید می‌شود. بخارهای خشک خارج شده از توربین‌ها وارد کندانسور شده و به مایع تبدیل می‌شوند. کندانسور وسیله‌ای است که بخار خشک را سرد کرده و به مایع تبدیل می‌کند. مایع حاصل توسط پمپ‌هایی مجدداً به دیگ بخار پمپاژ می‌شوند. در شکل 3 تصویری از نیروگاه بخاری نمایش داده شده است.



شکل 3 نیروگاه بخاری

1-3-1 مزایای نیروگاه بخاری عبارتند از:

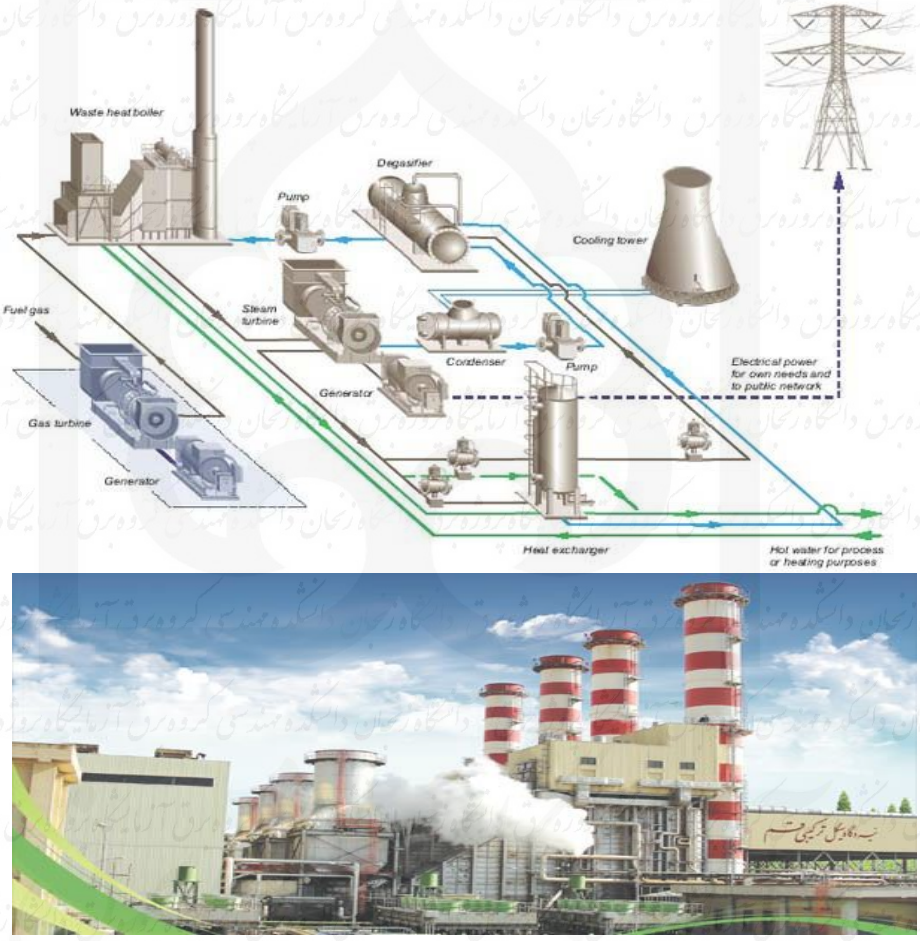
1. راندمان این نیروگاه‌ها از نیروگاه‌های گازی بهتر است.
2. رنج تولیدی این نیروگاه‌ها بیشتر از نیروگاه‌های گازی است.
3. عمر این نیروگاه‌ها بیشتر از نیروگاه‌های گازی است.

1-3-2 معایب نیروگاه‌های بخاری عبارتند از:

1. این نیروگاه‌ها به آب نیاز دارند.
2. سرعت مانور این نیروگاه‌ها کمتر از نیروگاه‌های گازی است.
3. ساخت این نیروگاه‌ها نسبت به نیروگاه‌های گازی زمان بیشتری می‌برد.
4. هزینه برق تولیدی این نیروگاه‌ها بیشتر از نیروگاه‌های گازی است.

1-4 نیروگاه سیکل ترکیبی:

این نوع نیرگاه‌ها ترکیبی از دو نیروگاه گازی و بخاری می‌باشند. در نیروگاه‌های گازی مقداری از گازهای پرانرژی از طریق دودکش توربین‌ها از چرخه تولید برق خارج می‌شوند و همین امر سبب کاهش راندمان نیروگاه‌های گازی می‌گردد. گاز خارج شده از دودکش توربین‌های گازی دمای زیادی دارد و قادر است آب مایع را به بخار خشک تبدیل کند یعنی همان عملی که در نیروگاه‌های بخاری انجام می‌شود.بنابراین در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی دو نیروگاه گازی و بخاری را در کنار یکدیگر قرار می‌دهند. در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی برای فعالیت توربین‌های گازی از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌کنند اما برای فعالیت توربین‌های بخاری از گازهای خارج شونده از دودکش توربین‌های گازی استفاده می‌کنند. به این ترتیب به ازای مقدار معینی سوخت، در نیروگاه‌های سیکل ترکیبی انرژی بیشتری نسبت به نیروگاه‌های گازی تولید می‌شود و در نتیجه نیروگاه‌های سیکل ترکیبی دارای راندمان بیشتری نسبت به نیروگاه‌های گازی و بخاری می‌باشند. در شکل 4 تصویری از نیروگاه سیکل ترکیبی نمایش داده شده است.



شکل 4 نیروگاه سیکل ترکیبی

1-5 نیروگاه برق آبی:

در این نیروگاه‌ها از آب جمع شده در پشت سدها برای تولید برق استفاده می‌شود. آب جمع شده در پشت سدها با برخورد به پره‌های توربین سبب چرخش روتور توربین می‌شود. چرخش روتور توربین نیز سبب چرخش ژنراتور و در نتیجه تولید برق می‌شود. در شکل 5 تصویری از نیروگاه برق آبی نمایش داده شده است.

شکل5نیروگاه برق آبی

1-5-1 مزایای نیروگاه برق آبی عبارتند از:

1. آلودگی محیط زیست ندارد.
2. هزینه سوخت ندارد.
3. عمر بالایی دارد. (اگر خوب ساخته شود تا 100 سال هم کار می‌کند)
4. سرعت و قدرت مانور بالایی دارد.
5. هزینه نگهداری این نیروگاه‌ها بسیار پایین است.
6. با گذشت زمان بازده این نیروگاه‌ها تغییر نمی‌کند.
7. پرسنل مورد نیاز نیروگاه‌های آبی نسبت به بقیه نیروگاه‌ها بسیار کمتر است.
8. آب مورد نیاز برای کشاورزی و شرب را تأمین می‌کند.
9. از سیل‌ها و سیلاب‌ها جلوگیری می‌کند.
10. در اطراف سدها می‌توان فضای تفریحی مناسب‌ایجاد کرد.

1-5-2 معایب نیروگاه برق آبی:

1. هزینه ساخت این نیروگاه‌ها بسیار زیاد است.
2. در سال‌های کم آبی، میزان تولید این نیروگاه‌ها با مشکل همراه خواهد بود.
3. مدت زمان مورد نیاز برای ساخت سد خیلی زیاد است.
4. مخزن نیروگاه‌های آبی، زمین‌های زیادی را زیر آب می‌برد.
5. قابلیت نصب نیروگاه‌های آبی در مکان‌های بسیار خاص می‌باشد.

5. نتیجه‌گیری

این مقاله، مدل‌سازی رله‌های توالی منفی دیجیتال را با استفاده از متلب ارائه داد. در مقایسه با دیگر مدل‌های رله‌های قدرت، در نرم‌افزارهای سیستم قدرتِ موجود، متلب از نظر انعطاف پذیری دارای مزیت می‌باشد. محققین می‌توانند پارامترهای آزمایش را به علاوه‌ی طراحی رله تغییر دهند.

این مدل‌ها برای تقویتِ Power System Tools، در منابعِ آنلاینِ متلب به اشتراک گذاشته شده است. اثرگذاریِ رله‌ی پیشنهادی، با در نظر گرفتن مثال‌های متفاوت به صورت موردی بررسی شد. این مدل، روش‌های موثری را برای تشریح رفتار رله‌های توالی منفی تحت شرایط عملکرد متعدد و تغییر پارامترهای طراحی ارائه می‌دهد. رله‌ی دیجیتال، مزیت خوبی از نظر حساسیت و رنج کنترل وسیع دارا می‌باشد.

6. ضمیمه

ژنراتور

V_{L-L}–400V f–50Hz S–100MVA

بارها :

Load 1: 3Φ (Fixed)	V_{L-L}=400V	f=50Hz	P=15kW
Load 2: 3Φ	V_{L-L}=400V	f=50Hz	P=8kW
Load 3: 1Φ	V_{L-L}=400V	f=50Hz	P=4kW

فهرست منابع و مراجع:

[1] رله‌ها و حفاظت‌ها. تالیف: عسگریان ابیانه ،حسین. دانشیار دانشگاه صنعتی امیرکبیر ناشر: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر(پلیتکنیک).

[2] رله و حفاظت تالیف: سلطانی، مسعود استاد دانشگاه تهران. ناشر: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

[3] رله و حفاظت سیستم قدرت در تاسیسات صنعتی نویسنده: ت.دیویس. گردآوری و ترجمه:خیبر میرجانی کارشناس ارشد رله‌های حفاظتی شرکت نفت. انتشارات: مهریار اهواز.

[4]بررسی قابلیت اطمینان در شبکه توزیع تالیف: دکتر احمدیان

[5] آران رله. صنایع رله ایران

[6] طراحی پست‌های فشار قوی. تالیف: دکتر رحمت الله هوشمند

[7] تاسیسات الکتریکی در توزیع انرژی. تالیف: فرحبخش سیف. ناشر کانون نشر علوم

[8] حفاظت تجهیزات شبکه‌های توزیع در برابر اضافه ولتاژهای مخرب سیستم قدرت. محسن نیاستی دانشگاه علم و صنعت ایران دانشکده مهندسی برق

[9] مقالات مختلف ارائه شده در کنفرانس‌های بین‌المللی برق ایران از جمله:

- تجزیه تحلیل علل قطعی‌ها و ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش آنها در شبکه توزیع استان قزوین. طاهر کیامهر، شرکت توزیع نیروی برق استان قزوین.

[10]Protective Relize Aplication GuideGeneral Electric Co(England)

[11]Billinton.R, Allon R.N., "Reliability Evaluation of Power Systems", Plenum Press,New York, Second Edition.

[12] J.L. Blackburn, Protective Relaying(New York,1987).

[13] Muhammad Mohsin Aman , Qadeer Ahmed Khan , Ab. Halim Bin Abu Bakar , Mohd Noor Abdullah , Modeling and Simulation of Digital Negative Sequence Relay for Unbalanced Protection of Generator