



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی برق

پایان نامه دوره کارشناسی

(گرایش قدرت)

عوامل موثر بر ناپایداری ولتاژ در سیستم های قدرت

تهیه کننده :

آرزو قجه لو

استاد راهنما :

جناب آقای دکتر اوجاقی

زمستان ۱۳۹۲

فصل اول: معرفی پایداری و ناپایداری ولتاژ

۱-۸-۱- حداکثر توان قابل تحویل

الف - توان حداکثر در شرایط بدون قید

ب - توان حداکثر در شرایط ضریب توان بار معین

۲-۸-۱- تعیین حداکثر توان قابل انتقال بدون اعمال فرض مشخصی روی طبیعت بار

الف - به دست آوردن توان حداکثر از معادلات پخش توان

فصل دوم: مروری بر کنترل‌های اضطراری پایداری ولتاژ

۱-۲- مقدمه

۲-۲- معرفی

۲-۳- ناپایداری ولتاژ و راه‌های مقابله

۲-۴- راه‌های کنترل و روش‌های پایداری سیستم

۲-۵- حذف بار

۲-۵-۱- هدف از حذف بار

۲-۵-۲- زمان، مکان و مقدار بارزدایی

۲-۵-۳- طراحی قوانین بارزدایی

۲-۵-۴- مثال‌های طرح‌های بارزدایی (TDST, RPTC, MAIS)

۲-۵-۵- کنترلر بارزدایی بر موارد زیر تکیه دارد:

۲-۶- انواع کنترل‌های اضطراری

۲-۷- طرح‌های حفاظتی سیستم

۲-۸- کنترل‌های اضطراری ولتاژ ژنراتور

۲-۱۰- معیارهای بهره برداری سیستم

فصل سوم: فروپاشی ولتاژ

۱-۳- فروپاشی ولتاژ

۲-۳- طرح نوعی از فروپاشی ولتاژ

۳-۳ انواع فروپاشی ولتاژ

۴-۳ عوامل موثر بر فروپاشی ولتاژ در شبکه

۵-۳ نقش توان راکتیو در فروپاشی ولتاژ

۱-۵-۳ عوامل عدم تامین توان راکتیو

۲-۵-۳ مشخصه های وسایل جبران ساز راکتیو

الف - خازن های شنت

ب - جبران ساز تنظیم شده شنت

ج- خازنهای سری

۳-۶- پیش بینی ناپایداری ولتاژ

۱-۶-۳ تحلیل بوسیله پخش بار:

۲-۶-۳ تحلیل بوسیله متغیرهای زمانی

۳-۶-۳ به کار بردن منحنی های P-V و V-Q

۴-۶-۳ شاخص های کارایی

۱-۴-۶-۳ ضریب حساسیت

۲-۴-۶-۳ آستانه های بار گذاری

۳-۴-۶-۳ آستانه توان راکتیو

در فصل اول مبانی تئوری مسئله پایداری و لتاژ در سیستمهای انتقال مطرح میشود و مکانیزم

های دخیل در وقوع یک ناپایداری و لتاژ معرفی می شوند.

در فصل دوم کنترل‌های اضطراری برای جلوگیری از وقوع فروپاشی و راههای مقابله با

ناپایداری و لتاژ تشریح خواهند شد.

در فصل سوم به فروپاشی و لتاژ و نقش مهم توان راکتیو در فروپاشی و لتاژ و به بررسی مباحث

توان راکتیو در پایداری و لتاژ اختصاص یافته است .

فصل اول: معرفی پایداری و ناپایداری ولتاژ

۱-۱- مقدمه

مسئله ناپایداری ولتاژ دارای جنبه های عملی و تئوری مختلفی در بهره برداری سیستم قدرت

است. بنابراین هرکدام از مقالات و نشریاتی که به این موضوع پرداخته اند، این مسئله را تنها

از دیدگاه مورد نظر خود مورد بررسی قرار داده اند. هر چند این مسئله یکی از مشکلاتی

است که سیستم قدرت از ابتدا دست به گریبان آن بوده است، اما تأثیرات منفی آن اخیراً

بیشتر خود را نشان میدهند. این در حالی است که برای ایجاد یک درک عمیق از این پدیده

باید تا حدودی به تمام ابعاد آن اشراف داشت. به این دلیل در این تحقیق سعی شده تا به

جنبه هایی همچون اصول تئوری، مکانیزم های دینامیکی، روشهای مقابله، روشهای پیش

بینی و موارد دیگر پرداخته شود. به این منظور مباحث مطرح شده در مقالات جدید و کتب

منتشره در قالب فصلهای مختلف در این تحقیق ارائه میشود.

۱-۲- دلایل ظهور ناپایداری ولتاژ

تجدید ساختار در صنعت برق شرکت‌های برق را مجبور کرده تا از تاسیسات انتقال موجود در

سیستم قدرتشان بهتر استفاده کنند. این امر باعث افزایش انتقال توان کاهش حاشیه های انتقال

و کاهش حاشیه های امنیت ولتاژ شده است. در مواردی با وقوع اغتشاشات این شرایط منجر

به مسائل پایداری ولتاژ میشود که یک نتیجه جدی آن فروپاشی ولتاژ است.

در نتیجه ناپایداری ولتاژ در حال تبدیل به یکی از قیود محدود کننده اصلی است و در کنار

پایداری زاویه ای روتور یک مسئله نگران کننده بزرگ برای بهره برداری سیستم قدرت است.

این موضوع از بررسی انجام شده در بسیاری از فروپاشی های مهم سیستم ناشی از ناپایداری

ولتاژ که در دنیا اتفاق افتاده اند، قابل درک است.

مسئله ناپایداری ولتاژ بیشتر در شبکه های تحت فشار که دارای حاشیه های پایداری کاهش

یافته و یا ذخیره های توان راکتیو کاهش یافته هستند اتفاق می افتد.

بهره برداری سیستم قدرت در نزدیکی محدودیت های بارگذاری آنها توسط نیازهای بازارهای

برق تجدید ساختار یافته تحمیل شده است. در نتیجه خاموشی های متعددی به خاطر ناپایداری

ناپایداری ولتاژ اتفاق افتاده اند. این یعنی پایداری ولتاژ یک مسئله نگران کننده مهم برای بهره

برداران سیستم شده است و موضوع سرمایه گذاری های قابل توجه به خاطر اهمیتش از نظر

امنیت سیستم و کیفیت توان است.

پایداری ولتاژ معمولا با منحنی $p-v$ و $s-v$ نشان داده میشود. در نقطه تعادل که ماتریس

ژاکوبین متناظر منفرد میشود فروپاشی اتفاق می افتد. لذا پخش بار بعد از این حد همگرا

نمیشود که ناپایداری ولتاژ را نشان میدهد و میتواند به یک نقطه انشعاب گره زینی مربوط باشد.

۱-۳- معرفی پایداری

پایداری ولتاژ سیستم عبارتست از توانایی سیستم قدرت برای نگه داشتن اندازه ولتاژ مناسب به گونه ای که وقتی بار نامی سیستم افزایش پیدا می کند توان حقیقی منتقل شده به آن بار افزایش یابد. علت اصلی ناپایداری ولتاژ فقدان توان راکتیو در سیستم است.

پایداری ولتاژ را میتوان براساس زمان وقوع به دو دسته تقسیم کرد: پایداری ولتاژ استاتیک و پایداری ولتاژ دینامیک. در منظر دینامیکی مطالعات شامل اثرات دینامیکی مثل تپ ترانسفورماتور و بار موتور القایی و چیزهای دیگر است. در حالی که در مطالعات استاتیکی تغییرات بار را به صورت یک فرآیند کند در بازه زمانی طولانی در نظر میگیرند. در بیشتر مشکلات سیستم قدرت به لحاظ فروپاشی ولتاژ به صورت یک پدیده استاتیکی تحقق پیدا کرده است.

ناپایداری ولتاژ به طور خاص از ناپایداری ترکیب سیستم انتقال و تولید برای تحویل توان درخواستی بارها ناشی میشود. این یک پدیده دینامیکی است که از پاسخ بار به تغییرات ولتاژ ناشی میشود. در یک وضعیت ناپایدار ولتاژ، افت ولتاژهای ناشی از انتقال توان در شبکه دیگر در مقیاس چند درصد کم نیستند. بلکه یک افت قابل توجه و عموماً پیوسته در ثانیه ها و دقایق بعد از یک اغتشاش پدید می آید.

وقتی این کاهش خیلی زیاد شود یکپارچگی سیستم اساسا به خاطر ادوات حفاظتی که

تجهیزات تولید، انتقال و بارها را قطع میکنند به خطر می افتد. این فرایند تجزیه ممکن است

حتی به یک خاموشی به فرم فروپاشی ولتاژ منجر شود.

مسائل دینامیکی دخیل در آنالیز پایداری ولتاژ به انواع مختلفی از پدیده ها و کنترلها مربوط

میشود که میتواند به موارد زیر طبقه بندی شود:

دینامیک کوتاه مدت: به زنراتورها، توربینها، گاورنرها، رگولاتورهای خودکار ولتاژ (AVR)،

جبرانسازی استاتیک توان راکتیو (SVC)، موتورهای القایی، لینکهای HVDC و بقیه عناصر

مربوط میشود که از یک تا چندین ثانیه طول می کشد.

دینامیکهای بلند مدت: کنترل ولتاژ و فرکانس ثانویه، محدودکننده های فوق تحریک

(OEL) زنراتورها، LTCها، خودبازایی بار و غیره که عموما چندین دقیقه و گاهی بیشتر به

طول انجامد.

در عمل دینامیک کوتاه مدت و بلند مدت کاملا از هم مجزا هستند و یک جداسازی بین

پایداری ولتاژ بلند مدت و کوتاه مدت لازم است.

وقتی یک سیستم در معرض یک اغتشاش است ابتدا دینامیک کوتاه مدت تحریک میشود.

در این پریرود چند ثانیه ای متغیرهای بلند مدت هنوز پاسخ نداده اند و میتوان آنها را به عنوان

۱-۴- تحلیل پایداری ولتاژ

تحلیل پایداری ولتاژ برای یک حالت معین سیستم بررسی سه جنبه زیر را در نظر می گیرد:

الف (نزدیکی به ناپایداری و لتاژ :

سیستم چه مقدار به ناپایداری و لتاژ نزدیک است؟ فاصله تا ناپایداری را می توان بر حسب

کمیت های فیزیکی از قبیل سطح بار، عبور توان حقیقی در یک حد فاصل بحرانی و ذخیره

توان راکتیو اندازه گرفت. مناسب ترین میزان برای هر موقعیت مفروض به سیستم مشخص کرده

و کاربرد مورد نظر حاشیه، برای مثال: برنامه ریزی در مقابل تصمیمهای بهره برداری بستگی

دارد. البته باید پیشامد های احتمالی را نیز در نظر گرفت مانند قطع بار، از دست دادن واحد

تولیدی یا منبع توان راکتیو و غیره.

ب) حفاظت ها و کنترل ها:

حفاظت تحریک ژنراتور، اضافه جریان آرمیچر، اضافه جریان خط انتقال، کنترل های بانک

های خازنی و بارزدایی کمبود و لتاژ را باید در مدل هایی از سیستم قدرت برای مطالعه

پایداری و لتاژ بررسی و تحلیل نمود.

ج) مکانیزم ناپایداری و لتاژ :

در مکانیزم ناپایداری و لتاژ چگونگی رخ دادن ناپایداری و عوامل کلیدی ناپایداری و اقدامات

بهبود پایداری بررسی می شود. شبیه سازی های حوزه زمان که در آنها مدل سازی مناسبی

وارد شده است رویدادها و روندشان را که منجر به ناپایداری شده است نشان می دهند. لیکن

چنین شبیه سازی هایی وقت گیر هستند و به سادگی اطلاعات حساسیت و درجه پایداری را

بدست نمی دهد. از طرف دیگر تحلیل دینامیکی برای مطالعه تفصیلی موقعیت های معین

فروپاشی و لتاژ، هماهنگی حفاظت و کنترلرها و آزمون اقدامات چاره ساز سودمند است. شبیه

سازی های دینامیکی همچنین این موضوع را بررسی می کنند که آیا سیستم به نقطه تعادل

ماندگار می رسد و در صورت مثبت بودن پاسخ چگونگی رسیدن به آن را نیز بررسی می

کند.

معمولا دینامیک های سیستم که بر پایداری و لتاژ تاثیر می گذارند کند هستند. بنابراین بسیاری

از جنبه های مسئله را می توان بطور موثر با بکارگیری روش های استاتیکی تحلیل کرد. این

روش ها قابلیت های نقطه تعادل نمایش داده شده به وسیله یک نقطه کار معین سیستم قدرت

را بررسی می کنند. با استفاده از روش های تحلیل استاتیکی می توان گستره وسیعی از

وضعیت سیستم را بررسی کرد و اگر بطور مناسبی بکار گرفته شوند می توانند دید بیشتری

را از ماهیت مسئله مورد نظر بدست بدهند و عوامل کلیدی موثر بر ناپایداری را شناسایی

کنند.

۱-۵- تعاریف

پایداری و لتاژ زیر مجموعه ای از مسائل پایداری سیستم قدرت است. بنابراین تعاریف

پایداری در این حوزه مشابه با تعاریف پایداری برای سایر سیستمهای دینامیکی است. در

ادامه به تعریف پایداری و لتاژ اختلال کوچک و بزرگ ناپایداری و لتاژ فروپاشی و

امنیت و لتاژ می پردازیم.

الف- پایداری و لتاژ اختلال کوچک:

یک سیستم قدرت در یک حالت کار مشخص دارای پایداری و لتاژ اختلال کوچک است. اگر

در پی هر اختلال کوچک اندازه و لتاژ در نزدیکی بارها با مقادیر قبل از اختلال یکسان و یا

به آنها نزدیک باشند. پایداری و لتاژ اختلال کوچک با یک مدل دینامیکی خطی شده حول

نقطه تعادل که دارای مقادیر ویژه با قسمتهای حقیقی منفی است متناظر می باشد. به عبارت

دانشجویان محترم:

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

نتیجه گیری

به طور کلی میشود عوامل ناپایداری ولتاژ را کاهش ولتاژ و فقدان توان راکتیو در سیستم و کاهش حاشیه های پایداری و کاهش ذخیره های توان راکتیو و افزایش سریع بار و بیرون رفتن واحد یا خطی از مدار و وجود اختلال در سیستم را میشود نام برد که اگر برای اینها

اعمال خط دفاعی و راههای کنترل و روشهای پایداری لحاظ نشود باعث ایجاد فروپاشی کلی ولتاژ و خاموشی میشود. خطهای دفاعی در برابر ناپایداری حفظ حاشیه های امنیت توسط (VSA) و طرحهای حفاظتی سیستم (SPS) میباشد. راههای کنترل و روشهای پایداری سیستم

مثل بکار بردن وسایل جبران ساز راکتیو و کنترل خروجی راکتیو ژنراتور و کنترل ولتاژ شبکه و هماهنگی حفاظتها یا کنترلها و کنترل تغییر دهنده های تپ ترانسفورمر و بارزدایی و یا حذف بار. و اعمال کنترل اضطراری میباشد. دانستیم که میشود ناپایداری ولتاژ را پیش گویی

کرد با تحلیل به وسیله پخش بار و بوسیله متغیرهای زمانی و تحلیل مودال و ... و از جمله ابزارهایی که برای تحلیل استفاده میشود نرم افزارهای **VSTAB, NEPLAN** میباشد.

منابع

۱. محمد اسماعیل همدانی گلشن- پایداری و لتاژ سیستمهای قدرت- نشر ۱۳۸۶

۲. دینامیک و کنترل سیستمهای قدرت - دکتر مهدی کراری - دانشگاه صنعتی امیر کبیر

۱۳۸۱

۳. پایداری و کنترل سیستمهای قدرت- پروفسور پرابها شانکار کندور - دانشگاه تربیت

مدرس ۱۳۷۶

سایت ها

۱. www.civilica.ir

مقالات

۱. ارائه یک الگوریتم حذف بار بهینه برای جلوگیری از ناپایداری و لتاژ- توریج امرایی و

وبابک مظفری و علیمحمد رنجبر - دانشگاه صنعتی شریف

۲. ارائه شاخصی جهت پیش بینی ناپایداری و لتاژ و کاربرد آن در تعیین زمان مناسب

حذف بار کاهش و لتاژی- جواد ساده و محمد حسین فردوسی - دانشگاه آزاد اسلامی گناباد

۳. عوامل موثر بر ناپایداری و لتاژ- یاسر آشیخانه - دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران

جنوب

۴. پایداری و لتاژ در شبکه های قدرت - طاها مینویی