دانشگاه شهید چمران اهواز
دانشکده فنی و مهندسی
گروه برق

پایان نامه کارشناسی ارشد

تاثیر تراکم تولید نیروگاه های خوزستان بر پایداری دینامیکی ولتاژ و سطح اتصال کوتاه شبکه سراسری

مصطفی فلاحی

اساتید راهنما:
دکتر محسن صنیعی
دکتر محمود جورابیان

استاد مشاور:
دکتر محمد رضا آقا محمدی

اردیبهشت ۱۳۸۸

نام خانوادگی: فلاحی نام : مصطفی
عنوان پایان نامه: تاثیر تراکم تولید نیروگاههای خوزستان بر پایداری دینامیکی ولتاژ و سطح اتصال کوتاه شبکه سراسری
درجه تحصیلی:کارشناسی ارشد رشته:برق گرایش:قدرت
دانشکده:مهندسی
تاریخ فارغ التحصیلی: تعداد صفحه:۱۵٦
واژه های کلیدی: آنالیز مدال ، پایداری ولتاژ،الگوی تولید توان اکتیو
چکیده: در این پایان نامه تاثیر تراکم تولید نیروگاه های خوزستان ، بر پایداری ولتاژ ، حداکثر باردهی ، حاشیه پایداری ، نواحی بحرانی و ذخیره توان راکتیو سیستم قدرت ایران بررسی می گردد . همچنین اثرات تراکم تولید در منطقه خوزستان بر سطح اتصال کوتاه شبکه ، به عنوان یک عامل مهم در بهره برداری ، مورد ارزیابی قرار می گیرد. از سوی دیگر به منظور نشان دادن تفاوت افزایش تراکم تولید در منطقه خوزستان ، با حالت بهینه برنامه ریزی تولید نیروگاهها ،آرایش تولیدی مبتنی بر ساختار شبکه قدرت و در جهت بهبود وضعیت پایداری ولتاژ و کنترل نواحی بحرانی با نام الگوی ساختاری پیشنهاد می شود . در طی فصول مختلف این پایان نامه تراکم های مختلف تولید در منطقه خوزستان ، بر روی شبکه ٤۰۰ و ۲۳۰ کیلوولت ایران در سال ۱۳۹۳ پیاده سازی شده و ضمن مقایسه با الگوی ساختاری تولید نیروگاهها، تاثیر آن ، برالف) حاشیه پایداری ولتاژ ، توسط منحنی حاصل از پخش بار پیوسته و کوچکترین مقدار ویژه ماتریس ژاکوبین کاهش یافته شبکه ، ب) پایداری ولتاژ ، توسط اندیسهای بدست آمده برای شینهای تغذیه کننده بارهای شبکه ، ج) کنترل نواحی بحرانی(شامل خطوط و باسهای بحرانی) ، توسط ضرایب حساسیت بدست آمده از آنالیز مدال ، د) ذخیره توان راکتیو ، توسط ضریب مشارکت بدست آمده برای نیروگاهها از آنالیز مدال توسعه یافته ، نشان داده خواهد شد.

فهرست مطالب

۱ مقدمه ٦

۲ معرفی پایداری ولتاژ و روشهای تحلیل آن

۲-۱ مقدمه ۹

۲-۲ مفهوم اساسی پایداری ولتاژ ۱۰

۲-۳ تعریف پایداری ولتاژ ۱۰

۲-٤ مکانیزم فروپاشی ولتاژ ۱۲

۲-۵ دسته بندی وتعیین چهارچوب زمانی پایداری ولتاژ ١٤

۲-٦ تحلیل پایداری ولتاژ ١٦

۲-۷ مدل سیستم قدرت ۱۸

۲-۷-۱ مدلسازی سیستم قدرت با فرض ثابت بودن پارامترهای آن ۱۹

۲-۷-۲ تحلیل دوشاخگی ۲۰

۲-۷-۳ مدلسازی کامل سیستم قدرت ۲۱

۲-۸ روش های استاتیکی تحلیل پایداری ولتاژ ٢٤

۲-۸-۱ روش های پخش بار امکان پذیر LFF ٢٦

۲-۸-۲ روش های پایداری حالت ماندگار SSS ۲۷

۲-۹ روش های دینامیکی تحلیل پایداری ولتاژ ۲۷

۲-۱۰ روش های متفرقه ۲۸

۲-۱۱ جلوگیری از ناپایداری ولتاژ ۲۹

۲-۱۲ حاشیه اطمینان پایداری ولتاژ ۳۱

۳ روش های تحلیل پایداری ولتاژ

۳-۱ انتخاب روش تحلیل ۳۵

۳-۲ منحنی های P-V و Q-V ۳۷

۳-۳ تحلیل مدال ٤٧

۳-۳-۱ تئوری آنالیز مدال برای ارزیابی پایداری ولتاژ ٤٩
۳-۳-۲ ماتریس ژاکوبین کاهش یافته ٤٩
۳-۳-۳ حساسیت مقدار ویژه ٥٥
۳-۳-٤ عامل مشارکت ٥٦
۳-٤ پخش بار تکراری ٥٦
۳-٥ ماتریس ژاکوبین ٥٧

۴ انتخاب روش تحلیل پایداری ولتاژ

٤-۱ مقدمه ٦٠
٤-۲ اندیس FVSI (Fast Voltage Stability Index) ٦١
٤-۲-۱ محاسبه اندیس FVSI ٦١
٤-۳ شاخص پایداری خط ٦٤
٤-۳-۱ محاسبه شاخص ٦٤
٤-٤ فاکتورهای پایداری خط ٦٦
٤-٥ اندیس L ٦٧
٤-٦ ضرایب مشارکت ٧٠
٤-٦-۱ ضریب مشارکت شاخه (Branch Participation) ٧٠
٤-٦-۲ ضریب مشارکت باس ها (Bus Participations) ٧٢
٤-٦-۳ ضریب مشارکت ژنراتور ٧٢

٤-۷ تئوری ضریب مشارکت توان اکتیو ژنراتور ٧٣
٤-۷-۱ تحلیل تئوری ٧٥
٤-۷-۲ مشارکت توان اکتیو ٧٧
٤-۷-۳ تاثیر ژنراتورها بر امنیت سیستم ٧٩

۵ معرفی شبکه و آرایش تولید

٥-۱ مقدمه ٨٤
٥-۲ سیستم انتقال انرژی الکتریکی ایران ٨٤

۵-۲-۱ ظرفیت نصب شده کشور ۸٤
۵-۲-۲ تبادل برون مرزی ۸٦
۵-۲-۳ مصرف داخلی نیروگاهها ۸٦
۵-۲-٤ تولید ویژه و ناویژه ۸٦
۵-۲-۵ مصرف سوخت ۸۷
۵-۳ مشخصات شبکه انتقال و فوق توزیع کشور در سال ۱۳۸٦ ..... ۸۷
۵-۳-۱ مشخصات پستهای انتقال و فوق توزیع ۸۷
۵-۳-۲ مشخصات خطوط انتقال و فوق توزیع ۸۸
۵-٤ مقایسه شرکتهای برق منطقه ای ۸۸
۵-٤-۱ مشخصات تولید برق های منطقه ای ۸۸
۵-٤-۲ مشخصات ظرفیت پستها ۸۹
۵-٤-۳ خطوط ۹۰
۵-۵ تعریف پارامترهای حالت پایه ۹۱
۵-۵-۱ الگوی بار ۹۱
۵-۵-۲ مشخصات منطقه تهران ۹۳
۵-٦ الگوی افزایش تولید ۹٦
۵-٦-۱ الگوی تراکمی تولید ۹٦
۵-٦-۱-۱ مشخصات منطقه خوزستان ۹۷
۵-٦-۲ تولید بر اساس حساسیت میان ولتاژ منابع و بار شبکه ۹۹

۶ شبیه سازی

٦-۱ امکان سنجی شبکه ۱۰٤
٦-۲ تاثیر الگوی تولید برحداکثر باردهی ۱۰۵
٦-۲-۱ بارگیری در حالت پایه ۱۰٦
٦-۲-۲ تاثیر الگوی تراکمی تولید توان اکتیو بر حداکثر باردهی ۱۰۸
٦-۲-۳ تاثیر الگوی ساختاری تولید توان اکتیو برحداکثر باردهی ۱۱۰
٦-۳ تاثیر الگوی تولید توان اکتیو بر کوچکترین مقدار ویژه ۱۱٤
٦-۳-۱ تاثیر الگوی تراکمی بر کوچکترین مقدار ویژه ۱۱٤

٦-٣-٢ تاثیر الگوی ساختاری تولید بر کوچکترین مقدار ویژه ١١٦
٦-٤ تاثیر الگوی تولید بر پایداری ولتاژ ١١٧
٦-٤-١ بررسی پایداری ولتاژ باسها ١١٧
٦-٤-٢ بررسی پایداری ولتاژ خطوط ١٢١
٦-٥ تاثیر آرایش تولید بر پروفیل ولتاژ ١٢٣
٦-٦ تاثیر آرایش تولید توان اکتیو بر نواحی بحرانی ١٢٣
٦-٦-١ تاثیر آرایش تولید بر باسهای بحرانی..... ١٢٤
٦-٦-٢ تاثیر آرایش تولید بر خطوط بحرانی..... ١٢٦
٦-٧ تاثیر الگوی تولید بر ذخیره توان راکتیو سیستم قدرت ١٢٧

٧ تاثیر تراکم تولید نیروگاههای خوزستان بر سطح اتصال کوتاه شبکه

٧-١ مقدمه ١٣٠
٧-٢ روش های محاسبه سطح اتصال کوتاه ١٣١
٧-٢-١ محاسبات اتصال کوتاه با استفاده از قضیه تونن..... ١٣١
٧-٢-٢ محاسبات اتصال کوتاه بر اساس استاندارد IEC..... ١٣١
٧-٣ تاثیر تراکم تولید در خوزستان بر سطح اتصال کوتاه ١٣٣
٧-٤ محاسبه سطح اتصال کوتاه در ترکم های مختلف خوزستان ١٣٥
٧-٥ نتایج ١٣٧

٨ نتیجه گیری و پیشنهاد

٨-١ نتیجه گیری ١٤١
٨-٢ پیشنهادات ١٤٢

پیوست ١٤٥

مراجع ١٥٥

فصل اول:

مقدمه

در حال حاضر سیستم های قدرت به منظور بهره گیری از مزایای فنی و اقتصادی، بـه شـبکه های به هم پیوسته بسیار گسترده ای تبدیل شده اند. به این ترتیب یک شبکه قدرت منفرد ، با داشـتن ارتباطات منطقه ای کافی قادر خواهد بود ، پاسـخگوی میـزان مصـرف خـود باشـد. از طـرف دیگـر گستردگی شبکه قدرت ، با بالا بردن حالتهای مختلف بهره برداری ، امکان رسیدن بـه بهتـرین حاشـیه پایداری را فراهم می آورد. کنترل حاشیه پایداری ، از جمله حاشیه پایداری ولتاژ در یک شبکه قدرت ، نیازمند در اختیار داشتن اطلاعات کاملی از نقاط ضعف و آسیب پذیر سیستم می باشد.

در این پایان نامه سیستم قدرت ایران به عنوان یک شبکه قدرت گسترده در نظر گرفته می شود و تاثیر الگوهای مختلف تولید بر پایداری ولتاژ این شبکه مورد مطالعه قرار مـی گیـرد. بـه منظـور شناسـایی وضعیت پایداری ولتاژ شبکه ، به ازای یک الگوی مشخص تولید توان اکتیو، در فصل چهارم شاخص هایی معرفی شده اند که در نقاط کار مختلف قادر خواهند بود، وضعیت پایـداری ولتـاژ شـبکه را بـه خوبی توصیف نمایند.از جمله این شاخصها ، شاخصی تحت عنوان APF[1] می باشد و به منظور تغییر میزان ذخیره توان راکتیو و میزان مشارکت ژنراتورها در تولید توان اکتیو ، به کار می رود .

بررسی اطلاعات به دست آمده از این شاخص ها می تواند ، نقاط آسیب پذیر و محلهایی که به علت عدم بهره برداری صحیح از ظرفیت نیروگاهی ، در معرض فروپاشی ولتاژ قرار گرفته اند را نشان دهد.

[1] Active Power Participation Factor

نقاط کار مختلف، مربوط به محتمل ترین شرایط بهره برداری است که شبکه در آن قرار خواهد گرفت. و این نقاط با توجه به پیش بینی کوتاه مدت بار مشخص می شوند .در فصل پنجم الگوی بار انتخاب شده مبتنی بر پیش بینی کوتاه مدت بار شبکه ایران تا سال ۱۳۹۳ به منظور تغییر نقطه کار سیستم معرفی شده است.

همچنین در فصل پنجم دو الگوی تولید ، با نام های الگوی تراکمی و الگوی ساختاری معرفی می گردد. الگوی تراکمی مربوط به حالتی است که، در نظر داشته باشیم در منطقه ای جغرافیایی با در اختیار داشتن منابع انرژی و احداث نیروگاه ، ظرفیت تولید انرژی را در منطقه افزایش دهیم. مطالعه این الگو نشان می دهد که ، آیا تراکم و انباشتگی میزان تولید در یک منطقه خاص، می تواند ضمن تامین رشد بار سالهای آتی پایداری ولتاژ شبکه را در وضعیت قابل قبولی قرار دهد ، و یا صرفا با افزایش کل تولید شبکه وتامین بار ، نقاط آسیب پذیری در سیستم ایجاد نموده و سیستم را در معرض ناپایداری ولتاژ قرار می دهد.

الگوی دیگری که در فصل پنجم به معرفی آن پرداخته می شود، الگوی ساختاری است . این الگو براساس توپولوژی شبکه بهترین و مناسب ترین راه تامین بار را شناسایی می نماید و به این ترتیب ، مناسب ترین نیروگاهها جهت تامین میزان مصرف ، در منطقه ای که تحت بارگذاری قرار گرفته ، مشخص می شود.

در فصل ششم با قرار دادن شبکه در نقاط کاری مختلف میزان کل مصرف را تغییر می دهیم ، و به منظور برقراری تعادل میان تولید و مصرف ، هر کدام از الگوهای تولید معرفی شده در فصل پنجم را

به طور جداگانه جهت افزایش تولید و برقراری این تعادل به کار می بریم. از طرفی با محاسبه شاخص های معرفی شده در فصل چهارم ، قبل و بعد از اعمال هر کدام از الگوهای تولید ، تغییر ایجاد شده در حاشیه پایداری ، نواحی بحرانی، میزان ذخیره توان راکتیو ، پروفیل ولتاژ و پایداری خطوط را مورد بررسی قرار می دهیم.

تغییر تراکم تولید در خوزستان با اضافه شدن واحدهای نیروگاهی جدید در محل های مختلف این منطقه صورت می پذیرد. هر تغییر در ساختار شبکه از جمله اضافه یا خارج نمودن یک المان به شبکه معادلات سیستم قدرت را تغییر خواهد داد. با تغییر معادلات سیستم قدرت نتایج محاسبات ، در مطالعات مختلف تحت تاثیر قرار خواهد گرفت و بایستی نتایج به ازای معادلات جدید بدست آید. مطالعات اتصال کوتاه یکی از اساسی ترین مطالعات انجام شده در یک سیستم قدرت می باشد ، که در زمینه های مختلف از جمله انتخاب تجهیزات و طراحی سیستم های حفاظت ضروری است. از این رو تاثیر تغییر تراکم تولید در منطقه خوزستان بر سطح اتصال کوتاه در فصل هفتم این پایان نامه مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

فصل دوم:

پایداری ولتاژ

۲-۱ مقدمه

سیستم های انرژی الکتریکی از بدو پیدایش تا به حال مدام در حال توسعه و گسترش بوده اند به طوری که امروزه سیستمهای قدرت تبدیل به بزرگترین سیستم های ساخت بشر شده اند. این افزایش ابعاد و توجه روز افزون شرکت های تولید کننده به مسائل اقتصادی و لزوم بهره برداری از منابع و تجهیزات موجود ، همچنین ورود سیستم های رفع خطای سریع و کنترل کننده های پیشرفته که مشکل پایداری گذرای سیستم را به طرز قابل ملاحظه ای حل کرده اند ، شرکت های تولید کننده را بر آن داشته است که از شبکه های فوق در حداکثر بارگذاری ممکن استفاده کنند . از طرفی استفاده فراوان از بانک های خازنی که توان راکتیو تولیدی آنها با توان دوم ولتاژ متناسب است ، باعث ایجاد وضعیت شکننده و ناپایدار جدیدی در سیستم های قدرت بزرگ گردید به طوری که در دهه های اخیر با توجه به مسائل فوق برخی مشکلات و مسائل جدی برای پایداری سیستم های قدرت در سطح جهان بوجود آمد که ناشی از ناپایداری ولتاژ بود .

این امر باعث گردید نظر محققان و متخصصان این صنعت به سمت آن جلب شود و چندین مقاله و کنفرانس در جهت بررسی این رخداد و ارائه روشهای حل مشکل فوق نوشته و منتشر گردد.

دامنه پایداری ولتاژ سیستم قدرت بسیار وسیع بوده و شامل تمام ابعاد سیستم های قدرت از جمله تولید ، انتقال و توزیع می گردد.این پدیده از مسائل زیادی در سیستم های قدرت از قبیل مشخصات استاتیکی و دینامیکی سیستم ، کنترل کننده ولتاژ ، جبرانگرها ، پایداری زاویه روتور ،

تجهیزات حفاظتی و عملکرد مراکز کنترل تاثیر می پذیرد .در این بخش پس از تعریف مفاهیم اساسی در زمینه پایداری ولتاژ به شرح روشهای تحلیل و آنالیز این پدیده می پردازیم.

۲-۲ مفهوم اساسی پایداری ولتاژ

ناپایداری ولتاژ در سیستم های تحت بارگذاری شدید اتفاق می افتد و عوامل تاثیر گذار بر آن متنوع و فراوان می باشد . مهمترین دلیل و ضعف سیستم قدرت در رخداد ناپایداری ولتاژ، کمبود منابع و امکانات انتقال توان راکتیو می باشد .لذا تامین منابع قدرت راکتیو و استحکام شبکه های انتقال و سطوح انتقال توان از ضروریات می باشد .البته عوامل مهم دیگری شامل محدودیت های کنترل توان راکتیو یا ولتاژ ژنراتورها، مشخصه های بار، مشخصه های وسائل راکتیو و عمل تجهیزات کنترل ولتاژ از قبیل ترانسفورماتورهای مجهز به تغییر دهنده های تپ زیر بار(ULTC) ، نیز در فروپاشی ولتاژ دخیل هستند.

۲-۳ تعریف پایداری ولتاژ

در مرجع [۱] پایداری ولتاژ بصورت زیر تعریف شده است :

"پایداری ولتاژ عبارت است از توانائی سیستم قدرت برای حفظ ولتاژ ماندگار قابل قبول در تمام شین های سیستم در شرایط عادی عملکرد و بعد از اینکه تحت یک اغتشاش قرار گرفت"

همچنین زمانی که حضور اغتشاش، افزایش تقاضای بار یا تغییر در وضعیت سیستم باعث افت فزاینده و غیر قابل کنترل در ولتاژ گردد، سیستم وارد حالت ناپایداری می شود. دلیل اصلی

ناپایداری ،عدم توانائی سیستم قدرت در تامین توان راکتیو مورد تقاضا است .

همچنین در مرجع [۳] تعریف زیر جهت پایداری ولتاژ ارائه گردیده است:

" سیستم در یک نقطه کار و تحت یک اغتشاش از نظر ولتاژ پایدار گفته می شود اگر ولتاژ نزدیک بارها پس از یک اغتشاش به یک نقطه کار دائمی برسد مشروط بر اینکه این نقطه در ناحیه کشندگی قرار داشته باشد "

ناحیه کشندگی بصورت زیر تعریف می شود :

برای یک ساختار شبکه بعد از اغتشاش ، ناحیه کشندگی عبارت است از مجموعه شرایط اولیه ای که سیستم بعد از اغتشاش ،تحت مدل دینامیکی خود به طور مجانبی به حالت پایدار میل کند.

پایداری ولتاژ و فروپاشی ولتاژ دو عبارتی است که در بسیاری مراجع در کنار هم استفاده شده اند.اساسا با توجه به تعریف فوق برای پایداری ولتاژ ،فروپاشی ولتاژ به حالتی گفته می شود که یا سیستم ناپایدار بوده و یا اینکه سیستم پایدار باشد ولی ولتاژها در محدوده قابل قبول قرار نداشته باشند.[۱۱]

در کنار مفاهیم فوق برخی تعاریف دیگر نیز جهت آنالیز و تحلیل پایداری ولتاژ معمولا در مراجع مختلف ارائه می گردد که کنترل پذیری PQ و PV از آن جمله می باشند[۳].

"چنانچه در سیستمی افزایش ولتاژ باس های تولید و یا کاهش بار باس های مصرف باعث افزایش ولتاژ و یا عدم تغییر آن در تمام باس های سیستم گردد، آن سیستم دارای کنترل پذیری PQ می باشد."

"چنانچه در سیستمی افزایش ولتاژ باس های PV باعث افزایش قدرت راکتیو تولیدی توسط آن

ژنراتور و کاهش قدرت راکتیو تولیدی توسط بقیه ژنراتورهای سیستم گردد به طوری کـه قـدرت راکتیو کل سیستم افزایش یابد ،آن سیستم دارای کنترل پذیری PV می باشد"

۲-٤ مکانیزم فروپاشی ولتاژ

رویدادهای بسیاری در سطح جهان رخ داده است که بررسی های انجام گرفته نشـان مـی دهد:

الف) ممکن است رویداد آغازگر به دلایل مختلفی رخ دهد، تغییرات تدریجی کوچـک سیسـتم از قبیل افزایش طبیعی در بار سیستم، یا اغتشاشات ناگهانی بزرگ از قبیل از دست دادن یـک واحـد تولیدی یا یک خط تحت بار شدید. برخی اوقات ممکن است بروز یک اغتشاش اولیـه بـه ظـاهر غیر مهم ، به رویدادهای پی در پی منجر شود که در نهایت موجب فروپاشی سیستم گردد.

ب) اصل مسئله ،ناتوانی سیستم در برآورده ساختن تقاضاهای راکتیو خود می باشد. معمولا ،ولـی نه همیشه،فروپاشی های ولتاژ مستلزم وضعیتی با خطوط تحت بارگذاری شدید است. هنگامی که انتقال توان راکتیو از ناحیه های مجاور مشکل است ، هر تغییری که مستلزم افـزایش تـوان راکتیـو باشد، می تواند به فروپاشی ولتاژ منجر گردد.

ج) فروپاشی ولتاژ معمولا به صورت یک میرائی کند ولتاژ، ظـاهر مـی شـود کـه نتیجـه فراینـدی تجمعی از عملیات و تداخلهای بسیاری از وسایل ،کنترلها و سیستمهای حفاظتی اسـت. محـدوده زمانی فروپاشی در چنین حالاتی ممکن است در حدود چندین دقیقه باشد.

البته مدت زمان فروپاشی ولتاژ در برخی موارد ممکن است بسیار کوتاه تر و در حدود چند ثانیه

باشد. چنین مواردی معمولا به وسیله مولفه های نامطلوب بار از قبیل موتورهای القائی یا کنورترهای جریان مستقیم به وجود می آید. محدوده زمانی این نوع از ناپایداری ولتاژ ، همانند ناپایداری زاویه ای روتور است. در بسیاری از موارد، ممکن است فرق بین ناپایداری ولتاژ و ناپایداری زاویه ای واضح نبوده و جنبه هائی از هر دو پدیده وجود داشته باشد. این صورت از ناپایداری ولتاژ را می توان به کمک شبیه سازیهای مرسوم پایداری گذرا، تحلیل کرد، مشروط به آنکه مدلهای مناسبی برای نمایش وسایل ، بخصوص برای بارهای موتوری القائی، کنترلهای مختلف و حفاظتهای همراه با ژنراتور و سیستم انتقال ، به کار گرفته شود.

د) فروپاشی به شدت تحت تاثیر وضعیت و مشخصه های سیستم قرار دارد. در زیر عوامل اصلی موثر بر ناپایداری و فروپاشی ولتاژ، آورده شده است :

- فاصله های زیاد میان مراکز تولید و بار
- عمل ULTC[1] در شبکه فشار ضعیف
- مشخصه های نامطلوب بار
- هماهنگی ضعیف بین سیستم های مختلف کنترلی و حفاظتی

و) مسئله فرپاشی ولتاژ ممکن است با بکار گیری بیش از حد جبران سازی خازن شنت تشدید شود ، لذا می توان با انتخاب عاقلانه مجموعه ای از خازنهای شنت، سیستمهای استاتیکی توان راکتیو و احتمالا کندانسورهای سنکرون ،جبرانسازی راکتیو را دارای حداکثر تاثیر نمود.

[1] Under Load Tap Changer

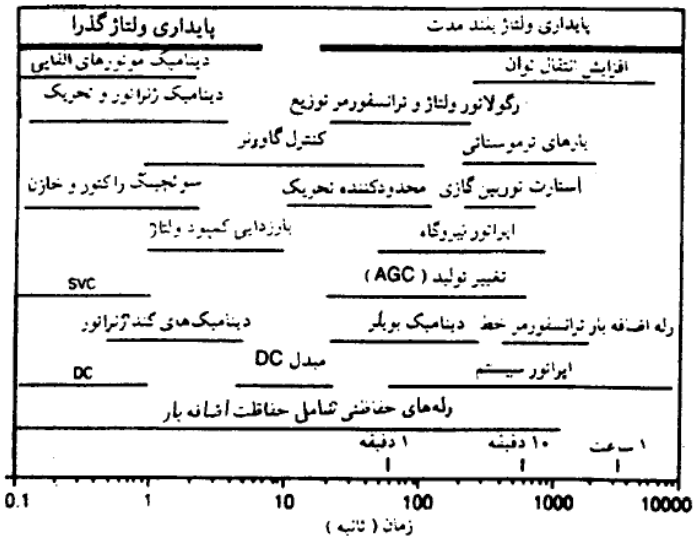
۲-۵ دسته بندی وتعیین چهارچوب زمانی پایداری ولتاژ

مقوله پایداری ولتاژ را مانند دیگر مباحث پایداری(گذرا ،فرکانس پایین ،....) می توان به انواع مختلف دسته بندی نمود . اگر معیار دسته بندی را نوع اغتشاش و شدت آن قرار دهیم ،تقسیم بندی پایداری ولتاژ به دو دسته ، پایداری ولتاژ اغتشاش بزرگ و پایداری ولتاژ اغتشاش کوچک سودمند خواهد بود.این شکل تقسیم بندی نوع ابزار محاسبه را مشخص کرده و پدیده را به دو قسمت تفکیک می کند، قسمتی که باید با روشهای شبیه سازی غیر خطی بررسی گردد و قسمتی که می توان با روشهای تحلیل حالت ماندگار به بررسی آنها پرداخت.

پایداری ولتاژ اغتشاش بزرگ طبق تعریف، توانائی سیستم در کنترل ولتاژ در مواجهه با اغتشاشات بزرگ (همچون قطع خط و تولید) می باشد و برای تحلیل آن باید سیستم را در دوره ای از زمان که برای مطالعه تداخل بین وسایلی از قبیل ULTCها و محدود کننده های جریان تحریک ژنراتور ، کافی است مورد مطالعه قرار داد و از شبیه سازهای غیر خطی در حوزه زمان که در آنها از مدل مناسبی جهت تجهیزات استفاده شده است ،بهره برد. همچنین می توان پایداری ولتاژ اغتشاش بزرگ را با توجه به گستردگی عوامل و تجهیزات تاثیر گذار(شکل...) به محدوده های زمانی گذرا و بلند مدت تقسیم بندی کرد.

پایداری ولتاژ اغتشاش کوچک طبق تعریف ،توانائی سیستم در کنترل ولتاژ در مواجه با اغتشاشات کوچک(همچون تغییر تدریجی بار) در سیستم می باشد. برای تحلیل این نوع پایداری می توان از روش های حالت ماندگار استفاده نمود .این روش ها معادلات غیر خطی سیستم را در

نقطه کار خطی کرده و از روش های تحلیل پایداری خطی همچون مقادیر ویژه و غیره استفاده می کنند.



شکل ۲-۱ تاثیر پاسخ زمانی عناصر مختلف بر پایداری ولتاژ

دینامیک پایداری ولتاژ معمولا رنج وسیعی از زمان ، از درصدی از ثانیه تا چند دقیقه را می پوشانند . شکل(۲-۱) نشان می دهد که بسیاری از عناصر و اجزا سیستم قدرت در پایداری ولتاژ نقش داشته و تاثیر آنها به مشخصات سیستم و نوع اغتشاش ایجاد شده بستگی دارد.

شکل فوق همچنین یک تقسیم بندی برای پایداری ولتاژ به شکل پایداری گذرای ولتاژ و پایداری بلند مدت ولتاژ را نشان می دهد. همانطور که در شکل دیده می شود دینامیک عناصری که در پایداری ولتاژ نقش دارند را می توان به دو دسته با عناصر با پاسخ سریع و عناصر با پاسخ کند تقسیم بندی نمود.بنابراین سیستم قدرت را می توان توسط دو زیر سیستم کند و سریع تقریب زد با توجه به این تقسیم بندی مسئله پایداری ولتاژ را می توان در چهار نوع زیر تعریف نمود :

۱ – سیستم با افت شدید ولتاژ مواجه می شود ولی هنوز امکان کارکرد پایدار خود را دارد.

۲ – سیستم امکان کارکرد پایدار خود را از دست داده و فروپاشی ولتاژ اتفاق می افتد که این نوع خود به دو قسمت زیر تقسیم می گردد.

۲–۱) ناپایداری به دلیل فاکتورهای دینامیکی یا پاسخ کند همچون تپ چنجرها، بارهای ترموستاتی، عملکرد اپراتور و ... می دهد.

۲–۲) ناپایداری به دلیل فاکتورهای دینامیکی با پاسخ سریع همچون مشخصه بار، AVR ژنراتورها و غیره رخ می دهد که این نوع ناپایداری خود به دو دسته زیر تقسیم بندی می شود :

۲–۲–۱) انشعاب استاتیکی

۲–۲–۲) انشعاب دینامیکی

ناپایداری ولتاژ معمولا با نوع ۱ شروع شده و به یکی از انواع دیگر ختم می شود. روش های مبتنی بر پخش بار برای مطالعه نوع ۱و ۲–۲–۱ مناسب می باشد در حالی که نوع **۲-۲-۲** احتیاج به شبیه سازی غیر خطی داشته و جهت بررسی نوع **۲-۱** آنالیزهای حالت ماندگار و مطالعات مقادیر ویژه کفایت می کند.

۲-٦ تحلیل پایداری ولتاژ

هدف از تحلیل پایداری ولتاژ در یک وضعیت مشخص ،پاسخ به دو سوال اساسی زیر است:

۱- سیستم چقدر به ناپایداری ولتاژ نزدیک است؟

نزدیک بودن به ناپایداری ولتاژ را میتوان بر حسب کمیت های فیزیکی و ریاضی مختلف تعریف نمود. کمیتهای فیزیکی چون سطح بار، مقدار توان عبوری از یک ناحیه و ذخیره توان راکتیو و کمیت های ریاضی چون کوچکترین مقدار استثنائی و مقدار ویژه .استفاده از هر کدام از معیارهای فوق به سیستم و کاربرد مورد نظر آن بستگی دارد . البته در بررسی وضعیت سیستم باید اغتشاشات احتمالی مانند قطع خط و از دست دادن تولید و بار را نیز در نظر گرفت .

۲- چرا و چگونه ناپایداری ولتاژ رخ می دهد؟

شناخت عوامل کلیدی که در ناپایداری ولتاژ موثر هستند و مشخص سازی نواحی ولتاژ ضعیف در انتخاب مکانیزم ها و اقدامات لازم که جهت بهبود پایداری موثر می باشند.

شبیه سازی های حوزه زمان، که در آنها از مدلسازی مناسبی جهت تحلیل پایداری ولتاژ استفاده شده باشد، رویدادها و روندی که منجر به ناپایداری شده است را نمایش می دهند ، ولی این روش بسیار زمانبر بوده و اطلاعات لازم در ارتباط با درجه ناپایداری را ارائه نداده و تحلیل و بررسی نتایج آنها نیز احتیاج به اطلاعات مهندسی داشته و پاسخ سوال اول را به سادگی نمی توان از آنها استخراج نمود. ولی این روش برای مطالعه تفضیلی موقعیت های ویژه ناپایداری ولتاژ و هماهنگی تجهیزات و کنترل ها و ارائه روش ها برای مطالعه تفضیلی موقعیت های ویژه ناپایداری ولتاژ و هماهنگی تجهیزات و کنترل ها و ارائه روش های بهبود مناسب بوده و لذا برای پاسخ به سوال دوم مناسب می باشند.

از طرف دیگر از آنجا که دینامیک های سیستم که بر پایداری ولتاژ تاثیر می گذارند معمولا کند هستند، در بسیاری از مواقع می توان مسئله پایداری ولتاژ را با استفاده از روش های