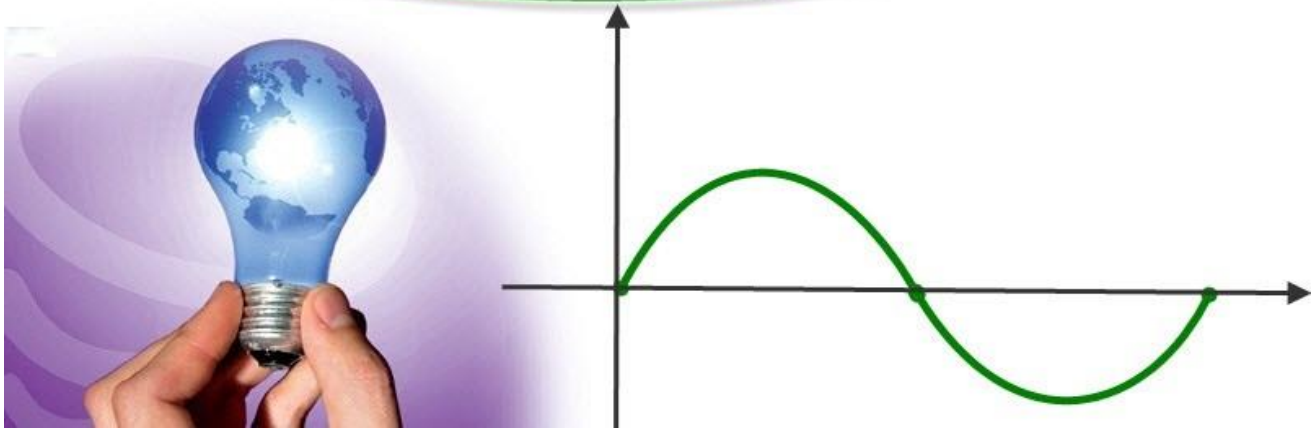
برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم



برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

مدل سازی و شبیه سازی کنترل کننده SVC برای بهبود پایداری سیستم های قدرت

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳۴۷)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
چکیده	۱
مقدمه	۲
دیباچه	۴
فصل اول: **مشخصه های عمومی سیستمهای مدرن قدرت**	
۱-۱- پیدایش و تکامل سیستمهای قدرت	۷
۱-۲- ساختار سیستم قدرت	۱۱
۱-۳- کنترل سیستم قدرت	۱۳
۱-۳-۱: حالات بهره برداری یک سیستم قدرت و روشهای کنترل	۱۵
۱-۴ سلسله مراتب کنترل سیستم قدرت	۱۹
۱-۴-۱: معیارهای طراحی و بهره برداری برای پایداری	۱۹
۱-۴-۲: ارزیابی پایداری در مقابل پیشامدهای معمولی	۲۰

۱-۴-۳: ارزیابی پایداری در مقابل پیشامدهای شدید

۲۱

۱-۴-۴: طراحی سیستم از دیدگاه پایداری

۲۲

فصل دوم:مقدمه ای بر مسألهٔ پایداری سیستمهای قدرت

۲-۱ مفاهیم اولیه و تعاریف

۲۴

۲-۱-۱: نظریه و مدلسازی ماشینهای سنکرون

۲۴

۲-۱-۲: پایداری زاویه ای روتور

۲۶

۲-۱-۲-۱: مشخصه های ماشینهای سنکرون

۲۷

۲-۱-۲-۲: رابطهٔ توان – زاویه

۲۸

۲-۱-۲-۳: پدیدهٔ پایداری

۲۹

۲-۱-۳: پایداری ولتاژو فورپاشی ولتاژ

۳۵

۲-۲: با نسبتهای مختلف P_R/P_{RMAX}

۳۷

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳: طبقه بندی پایداری

۳۸

۲-۴: مروری بر تاریخچهٔ مسائل پایداری

۴۰

فصل سوم: نظریه و مدلسازی ماشینهای سنکرون

۳-۱: نظریه و مدلسازی ماشینهای سنکرون

۴۷

۳-۲: طبقه بندی طول خط

۴۷

۳-۳: پارامترهای نوعی

۴۸

فصل چهارم:سیستمهای تحریک

۴-۱: سیستمهای تحریک

۵۰

۴-۲: نکات مربوط به سیستم تحریک

۵۰

۴-۲-۱: ملاحظات مربوط به ژنراتور

۵۰

۴-۲-۲: ملاحظات مربوط به سیستم قدرت

۵۱

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۳: اجزاء سیستم تحریک

۵۲

۴-۴: انواع سیستم تحریک

۵۴

۴-۴-۱: سیستمهای تحریک جریان مستقیم

۵۵

۴-۲-۲: سیستمهای تحریک جریان متناوب

۵۷

۴-۴-۳: سیستمهای تحریک استاتیکی

۶۱

۴-۴-۴ :پایدارساز سیستم قدرت

۶۳

۴-۴-۵ : جبرانگر بار

۶۳

۴-۴-۶: محدود کنندهٔ زیر تحریک

۶۶

۴-۴-۷: محدود کنندهٔ فوق تحریک

۶۷

۴-۴-۸: محدود کننده و حفاظت ولت بر هرتز

۶۹

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۴-۹: مدارهای اتصال کوتاه کنندهٔ تحریک

۷۰

۴-۵: مدل سازی سیستم های تحریک

۷۲

۴-۵-۱: سیستم های استاتیکی توان راکتیو

۷۳

۴-۵-۱-۱: اصطلاحات

۷۳

۴-۵-۱-۲: انواع SVC

۷۴

۴-۵-۱-۳: عملکرد فرکانس اصلی

۷۵

۴-۶: راکتور قابل کنترول به وسیله ی تریستور (TCR)

۸۰

۴-۷: خازن قابل کلید زنی مکانیکی (MSC)

۸۷

۴-۸: سیستم های عملی استاتیکی توان راکتیو

۸۷

۴-۹: کاربرد جبرانگرهای استاتیکی توان راکتیو

۸۹

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۹-۱: اصول جبران سازی سیستم انتقال

۹۱

۴-۱۰: جبران سازی شنت و سری ثابت یکنواخت توزیع شده

۹۱

۴-۱۱: مثال توضیحی

۹۳

نتیجه گیری و پیشنهادات

۹۷

منابع فارسی

۹۸

منابع غیر فارسی

۹۹

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱
۱۶
شکل ۱-۲
۱۸
شکل ۲-۱- طبیعت پاسخ اغتشاش کوچک
۳۲
شکل ۲-۲ پاسخ زاویه روتور به یک اغتشاش گذرا
۳۴
شکل ۲-۳ مشخصه ههای V_R - Q_R مربوط به سیستم
۳۷
شکل ۲-۴: طبقه بندی پایداری سیستم قدرت
۳۹
شکل ۴-۱ نمودار بلوکی تابعی سیستم کنترل تحریک ژنراتور سنکرون
۵۳
شکل ۴-۲ سیستم تحریک DC با تنظیم کنندهٔ ولتاژ آمپلی دین
۵۶
شکل ۴-۳ سیستم تحریک از نوع یکسوساز آلترناتوری با تحریک کنترل شده
۵۸

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۴-۴ سیستم تحریک تغذیه آلترناتوری با یکسوساز کنترل شده

۵۹

شکل ۴-۵ سیستم تحریک بدون جاروبک

۶۰

شکل ۴-۶ سیستم تحریک منبع ولتاژ با یکسوساز کنترل شده

۶۲

شکل ۴-۷ پایدار ساز سیستم کنترل تحریک با فیدبک مشتقی

۶۳

شکل ۴-۸ نمودار نمادین جبرانگر بار

۶۵

شکل ۴-۹ هماهنگی بین UEL، رلهٔ LOE و حد پایداری

۶۷

شکل ۴-۱۰: هماهنگی محدود سازی فوق تحریک با قبالیت گرمایی تحریک

۶۸

شکل ۴-۱۱ مدار کنارگذار تحریک با استفاده از اهرم

۷۱

شکل ۴-۱۲ مدار کنار گذار تحریک با استفاده از وریستر

۷۲

شکل ۴-۱۳ سیستم ایده آل استاتیکی توان راکتیو

۷۵

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۴-۱۴ مشخصه V/I مربوط به جبرانگر ایده آل

۷۶

شکل۴-۱۵مشخصه های ترکیبی SVS

۷۶

شکل ۴-۱۶

۷۸

شکل ۴-۱۷

۷۹

شکل ۴-۱۸

۸۰

شکل ۴-۱۹ مشخصهٔ ولتاژ - جریان فرکانس اصلی TCR

۸۲

شکل ۴-۲۰ خازن قابل کلید زنی به وسیلهٔ تریستور (TSC)

۸۴

شکل ۴-۲۱ کار کلید زنی TSC

۸۵

شکل ۴-۲۲ طرح TSC

۸۵

شکل ۴-۲۳مشخصه های V/I مربوط به TSC و سیستم قدرت

۸۶

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۴-۲۴ سیستم نوعی استاتیکی توان راکتیو

۸۸

شکل ۴-۲۵ مشخصه های حالت ماندگار SVS

۸۹

شکل ۴-۲۶

۹۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱

۷۰

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چکیده:

در این مقاله اثر svc(static var compen sator) به عنوان یک جبران کننده موازی بر پایداری مولفه های گذرای موثر اتورهای سنکرون و پایداری حالت گذار در مدل دینامیک سیستم قدرت مورد بحث قرار می گیرد . ناپایداری ایجاد شده در سیستم قدرت بر اثر عوامل همچون سویچینگ باد(load switehing) بروزیک خطا(fault) یا وقوع یک اتصال کوتاه (short circut) بصورت موقت بر روی بخشی از سیستم قدرت بوجود می آید .مثلا یک خطالی موقتی ایجاد شده در سیستم می تواند منجر به نوسانی شدن برخی مولفه های ژنراتور ها مانند ولتاژ و جریان پایانه ژنراتور ها و گشتاوالکترومغناطیسی و افزایش بیش از حد زاویه باد شود و باعث می شود که ژنراتور از حالت سنکرون خارج شده و در انتقال توان وقفه حاصل شود . Sve یک جبران سازا بستامی توان راکتیواست که سریع عمل می کنند آنگاه بتواند نوسانات توان را میسر کرده و از عهده شکلات ولتاژ که ناشی از کمبود توانراکتوراست بر آید . در این مقاله از نرم افزار از مطالب برای شبیه سازی سیستم قدرت و دسترسی به نتایج لازم استفاده می شود.

WikiPower.ir

مقدمه:

امروز پایداری گذرای ژنراتور ها از اهمیت و یژه ای برخوردار است . بطور کلی پایداری گذرا یعنی قابلیت سیستم قدرت در حفظ همزمانی (syn chronism) آن , آنگاه که تحت تاثیر یک اختلال گذرای شدید از قبیل بروز یک خطال برروی تجهیزات خط انتقال , فقدان تولید و یا از دست دادن یک بار بزرگ قرار گیرد . پاسخ سیستم به چنین اختلا لاتی گردش های بزرگ زذایای روتور ژنراتور , بخش با قدرت , ولتاژ های شین و دیگر متغیر های سیستم را درگیر می کند .اگر نتیج تفکیک زاویه ای بین ماشین ها در سیستم در داخل ناحیه خاص قرار گیرد , سیستم همزمانی را حفظ می کند از دست دادن همزمانی بدلیل ناپایدار ی گذرا اگر بوجود آید معمولاً در عض دو تا سه ثانیه , اختلال اولیه مشهور و خواهد بود . در ناپایداری گذرا نوسانات الکترو مکانیکی مشاهده می شوند . نوسانات الکترو مکانیکی در بسیاری از سیستم های قدرت در تمام دنیا وجود دارند . این نوسانات ممکن است برای یک تک ژنراتور یا یک نیروگاه محلی باشند و نوسانات محلی (local oscillations) یا ممکن است تعدادی ژنراتور که به لحاظ جغرافیایی , به طور گسترده از یکدیگر فاصله دارند را درگیر کنند . نوسانات داخل ناحیه ای inter-area oscillations نوسانات محلی اغلب زمانی رخ می دهند و یک اکساتیر excter سریع برروی ژنراتور به کار گرفته شودو برای پایدار کردن این نوسانات , داخل ناحیه ای ممکن است بدین صورت ظاهر شوند که اثر بار گذاری سیستم ها در طول خط انتقال ضعیف در سیستمی که این نوسانات را بوجود می آورد افزایش یابند . اگر این نوسانات کنترل شوند ممکن است به یک وقفه کلی و جزئی در انتقال توان نجامد .

دمپ کردن نوسانات الکترومکانیکی یک پیامد و موضوع مهم در عملکرد یک سیستم قدرت الکتریک می باشد . کاربرد پایدار سازهای سیستم قدرت به عنوان یک از اولین ادوات برای دمپ کردن بیشتر نوسانات توان بوده است.بدلیل افزایش اثر بارگذاری خط انتقال در طول مسافت طولانی این امکان وجود دارد مناسب نوسانات توان را در مد داخل ناحیه ای فراهم نکنندر این مقاله استفاده ازsvc به عنوان یکی از ادوات facts , (flexible ac trans mission) برای دمپ کردن نوسانات داخل ناحیه ای پیشنهاد شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دیباچه

به نقل از مهندس نامدار برق،چارلز اشتاین متز[۱]، سیستم قدرت به هم پیوسته آمریکای شمالی، بزرگترین و پیچیده ترین ماشین ساخت بشر است. در حقیقت،بهت آور است که چنین سیستمی با درجهٔ بالایی از قابلیت اعتماد برای بینش از یک قرن کار کرده است .

قوام یک سیستم قدرت به وسیلهٔ توانایی آن در کارکرد حالت تعادل طی وضعیت عادی و آشفته اندازه گیری می شود. پایداری سیستم قدرت،مطالعهٔ رفتار این سیستمها را در موقعیتهایی از قبیل تغییر ناگهانی در بار یا تولید یا اتصال کوتاه بر خطوط انتقال در برمی گیرد. یک سیستم قدرت در صورتی پایدار است که واحدهای به هم پیوستهٔ تولید در حالت سنکرونیزه باقی بمانند.

توانایی سیستم قدرت در حفظ پایداری، تا حد زیادی به میرا کردن نوسانهای الکترومکانیکی به وسیلهٔ کنترلهای موجود روی سیستم است از این رو، مطالعه و طراحی کنترلها بسیار مهم است.

از میان پدیده های پیچیده مربوط به سیستم قدرت، پایداری سیستم قدرت، از نظر درک، بغرنج ترین، و از نظر تحلیل، مشکلترین است. سیستمهای قدرت الکتریکی قرن بیست و یکم،بحث برانگیزتر هم خواهند بود زیرا که از آنها نزدیکتر به حدود پایداری، بهره برداری می شود.

من نمیتوانم به جز دکتر پرابها کُندور[۲]، به فرد شایستهٔ دیگری برای نوشتن کتابی در زمینهٔ پایداری و کنترل سیستم قدرت،فکر کنم. او فرد شناخته شده ای در سطح بین المللی در زمینهٔ پایداری سیستم قدرت است. تخصص و تجربهٔ عملی او در ارائه راه حلهای مسائل پایداری، همتا ندارد. وی نه تنها درک

[۱]- Charles Steinmetz

[۲]- Prabba Kundur

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

عمیقی از مفاهیم اصلی دارد،بلکه سرتاسرجهان برای حل مسائل پایداری سیستم تأمین برق،کارکرده است دکتر کندور،دروس بسیاری را تدریس کرده،در مجامع حرفه ای و گردهمایی های کمیتهٔ صنعت، مطالب عالی را ارائه نموده و در زمینه پایداری و کنترل سیستم قدرت،مقاله های فنی بیشماری را به رشتهٔ تحریر در آورده است .

برای من باعث کمال مسرت است که بر این کتاب ارزمند، دیباچه ای بنویسم که مطمئن هستم برای مهندسان کاربردی و دانشجویان مهندسی قدرت، بسیار گرانقدر خواهد بود .

دکتر نیل.ج.بالو[۱]

مدیر برنامه ها

برنامه ریزی و بهره برداری سیستم قدرت

بخش سیستمهای الکتریکی

انستیتو پژوهش توان الکتریکی[۲]

WikiPower.ir

۱- Dr. Neal J.Balu

۲- Electric Power Research Institute

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول:

مشخصه های عمومی سیستمهای مدرن قدرت

هدف از این فصل مقدماتی ،آن است که ضمن بیان تاریخچه ای از پیدایش و تکامل سیستمهای قدرت،شرح کلی از اینگونه سیستمها را به تصویر کشد. پس از آن،مشخصه های اصلی و ساختار سیستمهای مدرن قدرت بیان خواهد گردید. همچنین،شروط لازم برای عملکرد ی سیستم قدرت با طراحی صحیح و سطوح مختلف کنترلی مورد نیاز برای تأمین این شروط، شرح داده خواهد شد. این فصل به همراه فصل دوم، دورنمای اطلاعاتی کلی و نیز زمینهٔ مورد نیاز برای بقیهٔ فصول کتاب را فراهم می آورد.

۱-۱- پیدایش و تکامل سیستمهای قدرت

در اواخر دههٔ ۱۸۷۰ میلادی،زمانی که لامپهای قوسی[۱] برای روشنایی منازل و خیابانها به کار رفت، استفادهٔ تجاری از برق آغاز شد. توماس ادیسون اولین سیستم کامل قدرت(شامل یک ژنراتور،کابل،فیوز،اندازه گیر و بار) را در نیروگاه تاریخی خیابان پیرل[۲] شهر نیویرک پایه ریزی کرد کهدر سپتامبر ۱۸۸۲ میلادی مورد

[۱]- Arc Lamps

[۲]- Pearl

بهره برداری قرار گرفت. این نیروگاه ، یک سیستم برق جریان مستقیم بود که از یک ژنراتور جریان مستقیم تشکیل میشد که به وسیلهٔ یک توربین بخار می چرخید و قدرت مورد نیاز ۵۹ مشتری را در منطقه ای به شعاع ۱/۵ کیلومتر تأمین می کرد. بار که تماماً شامل لامپها توری[۱]می شد به کمک یک سیستم کابل زیر زمینی با ولتاژ۱۱۰ ولت تغذیه می گردید. ظرف چند سال، سیستمهای مشابهی در اغلب شهرهای بزرگ جهان به کار گرفته شد. با ظهور موتورهای الکتریکی،که توسط اسپراگ[۲] در سال ۱۸۸۴ میلادی طراحی و تولید شده،اینگونه موتورها به بار سیستمهای قدرت اضافه شد. این آغاز چیزی بود که سرانجام منجر به پیدایش یکی از بزرگترین صنایع دنیا منجر گردید.

علی رغم استفاده گسترده اولیه از سیستمهای جریان مستقیم،بعدتر اینگونه سیستمها،تقریباً به طور کامل،با سیستمها،تقریباً به طور کامل، با سیستم های جریان متناوب جایگزین شد.

تا سال ۱۸۸۶ میلادی،محدودیتهای سیستمهای جریان مستقیم به طور فزاینده ای اشکار شد،چه، آنها فقط می توانستند قدرت مورد نیاز را در مسیری کوتاه از ژنراتور تأمین نمایند و برای حفظ حد تلفات انتقال (RI[۲]) و افت ولتاژ، بایستی سطح ولتاژ در مسیرهای طولانی بالا می بود. اما این چنین سطوح ولتاژی از نظر تولید و مصرف عملی نبود . از این رو دستیابی به وسیلهٔ مناسبی برای تبدیل ولتاژ، یک ضرورت بود.

پیدایش ترانسفورمر و انتقال جریان متناوب به دست گاولارد[۳] و گیبس[۴] از شهر پاریس (فرانسه) منجر به تشکیل یک سیستم قدرت جریان متناوب شد. پس از آن ،وستینگهاوس[۵] حقوق قانونی را در مورد بسط و توسعه اینگونه سیستمها در ایالات متحده امریکا کسب کرد. در سال ۱۸۸۶ میلادی،استانلی[۶]،همکار وستینگهاوس، موفق شد یک سیستم توزیع جریان متناوب و ترانسفورمر را در بعد عملی و تجاری برای

۱- Incandescent Lamps
۲- Frank Sprague
۳ - L. Gaulard
۴- J.D Glbbs
۵- G. Westinghouse
۶- William Stanley

۱۵۰ لامپ در شهر بارینگتن[۱] در ماساچوست[۲] طراحی کرده،مورد آزمایش قرار دهد. در سال ۱۸۸۹ میلادی، اولین خط انقال جریان متناوب به طول ۲۱ کیلومتر و در ولتاژ ۴۰۰۰ ولت بین دو شهر ویلامت فالز[۳] و پرتلند[۴] در امریکای شمالی به صورت تک فاز مورد بهره برداری قرار گرفت.

با پیدایش سیستمهای چند فاز به وسیلهٔ نیکلاتسلا[۵]، سیستمهای جریان متناوب موردتوجه بیشتری قرار گرفت به طوری هکه او تا سال ۱۸۸۸ میلادی صاحب چندین ثبت اختراع در زمینهٔ موتورهای الکتریکی،ژنراتور، ترانسفورمر و سیستمهای انتقال شد. ویستنگهاوس مجوز این اختراعات را خرید و سیستمهای جریان متناوب امروزی را پایه گذاری کرد.

در دههٔ ۱۸۹۰ میلادی بحث فراوانی در خصوص این در گرفت که آیا باید صنعت برق را بر اساس جریان مستقیم استاندارد کرد،یا جریان متناوب. اینگونه بحثها بیشتر بین ادیسون (که از جریان مستقیم حمایت می کرد) و وستینگهاوس (که به نفع جریان متناوب شعار می داد) مطرح بود. تا آخر قرن نوزدهم، سیستمهای جریان متناوب به دلایل ذیل بر سیستمهای جریان مستقیم فائق شد :

* در جریان متناوب،می توان سطوح ولتاژ را براحتی تبدیل کرد. بدین ترتیب قابلیت انعطاف در استفاده از ولتاژهای مختلف در قسمتهای تولید،انتقال و توزیع فراهم می شود.

* ژنراتورهای جریان متناوب،بسیار ساده تر از ژنراتورهای جریان مستقیم هستند.

* موتورهای جریان متناوب،بسیار ساده تر و ارزانتر از موتورهای جریان مستقیم هستند.

در سال ۱۸۹۳ میلادی اولین خط ۱۲ کیلومتری ۲۳۰۰ ولت سه فاز در امریکای شمالی و در کالیفرنیای جنوبی مورد بهره برداری قرار گرفت. در همین زمان، در آبشار نیاگارا سیستم جریان متناوب برای انتقال

---

[۱] - Great Barrington

[۲]- Massachusetts

[۳] - Williamette Falls

[۴]- Porttand

[۵]- Nikola Tesla

توان به بوفالو[۱] ،که ۳۰ کیلومتردورتر بود،انخاب شد،زیرا سیستم جریان مستقیم برای انجام این کار عملی نبود. این تصمیم به بحث و مجادله در خصوص انتخاب جریان مستقیم یا جریان متناوب پایان داد و پیروزی سیستمهای جریان متناوب را قطعی کرد.

در اوایل دوران سیستمهای انتقال جریان متناوب،فرکانس،استاندارد نبود و فرکانسهای مختلفی از جمله ۲۵، ۵۰، ۶۰، ۱۲۵ و ۱۳۳ هرتز مورد استفاده قرار می گرفت. این موضوع اتصال سیستمهای مختلف به هم را مشکل می کرد. سرانجام در امریکای شمالی، فرکانس ۶۰ هرتز به صورت استاندارد در آمد؛ اگرچه در بسیاری کشورهای دیگر،فرکانس ۵۰ هرتز انتخاب شده است .

نیاز روزافزون به انتقال مقادیر بیشتر توان در مسیرهای طولانی تر باعث استفاده از سطوح باز هم بیشتر ولتاژ گردید. سیستمهای اولیهٔ جریان متناوب،ولتاژهای ۱۲، ۴۴ و ۶۰ کیلو ولت (مقدار مؤثر[۲]،خط به خط) را استفاده می کردند. این سطوح در سال ۱۹۲۲ میلادی به ۱۶۵ کیلو ولت،در سال ۱۹۲۳ میلادی به ۲۲۰ کیلو ولت، درسال ۱۹۳۵میلادی به ۲۸۷ کیلو ولت، در سال ۱۹۵۳ میلادی به ۳۳۰ کیلو ولت و در سال ۱۹۶۵ میلادی به ۵۰۰ کیلو ولت، افزایش یافت . شرکت هیدروکِبک[۳]اولین خط ۷۳۵ کیلوولتی خود را در سال ۱۹۶۶ میلادی مورد بهره برداری قرار داد. خط ۷۶۵ کیلو ولتی در ۱۹۶۹ میلادی در ایالات متحده مورد استفاده قرار گرفت. صنعت برق به منظور جلوگیری ازتعدد وسیع سطوح ولتاژ، این سطوح را به صورت استاندارد در آورد. اکنون سطوح ۱۱۵، ۱۲۸، ۱۶۱ و ۲۳۰ کیلو ولت در طبقه بندی فشارقوی[۴] (HV) و سطوح ۳۴۵، ۵۰۰ و ۷۶۵ کیلو ولت در طبقه بندی فشار بسیار قوی[۵] (EHV) به صورت استاندارد در آمده اند [مراجع ۱ و ۲].

۱- Buffalo

۲- RMS

۳- Hydro Quebec

۴- High Voltage

۵- Extra - high Voltage

با پیدایش لامپهای قوس جیوه ای[۱] در دهۀ ۱۹۵۰ میلادی، سیستمهای انتقال جریان مستقیم فشار قوی[۲] (HVDC) در شرایط بخصوصی به صورت اقتصادی در آمدند و خطوط مزبور برای انتقال مقادیر زیاد توان در مسیرهای طولانی مورد توجه قرار گرفتند. مسافتی که بالاتر از آن، انتقال به صورت جریان مستقیم رقیب جدی برای انتقال به صورت جریان متناوب است معمولاً برای خطوط هوایی، حدود ۵۰۰ کیلومتر و برای کابلهای زیرزمینی و دریایی در حدود ۵۰ کیلومتر است . زمانی که اتصال دو سیستم جریان متناوب به دلیل مسایل پایداری سیستم و پایه این علت که فرکانس سیستمها متفاوت است، امکان پذیر نباشد،می توان از سیستم انتقال به صورت HVDC استفاده کرد. اولین استفادۀ تجاری مدرن از خطوط HVDC رد سال ۱۹۵۴ میلادی روی داد که در آن زمان سرزمین سوئد و جزیره گات لند[۳] با یک کابل زیر دریایی ۹۶ کیلومتری به یکدیگر متصل شدند.

با اختراع مبدلهای تریستوری[۴] ، سیستمهای انتقال HVDC بیشتر مورد توجه قرار گرفتند. اولین استفاده از این نوع در سال ۱۹۷۲ میلادی در ایل ریور[۵] روی داد که در آن سیستمهای قدرت کِبک ونیوبرونزویک[۶] به صورت دو طرفه به یکدیگر متصل شدند. با کاهش هزینه ها و ابعاد تجهزات مبدلها، و نیز افزایش قابلیت اعتماد آنها،انتقال به صورت HVDC مورد توجه روز افزون قرار گرفته است .

اتصال شبکه های برق مؤسسات مجاور یکدیگر، معمولاً باعث بهبود قابلیت اطمینان[۷] و بهره برداری اقتصادی از سیستم می شود. بهبود قابلیت اطمینان به این دلیل رخ می دهد که شبکه های مجاور در شرایط اضطراری می توانند تبه یکدیگر کمک متقابل نمایند،حال آنکه نیاز کمتر به ظرفیت ذخیره[۸] در هر شبکه

---

۱ - Mercury Arc Valves

۲- High Voltage Direct Current

۳- Gotland

۴- Thyristor

۵- Eel River

۶- New Brunswick

۷- Securtty

۸- Reserve Capaclty

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

باعث بهبود بهره برداری اقتصادی می گردد. بعلاوه، اتصال، این امکان را فراهم می آورد که مؤسسات مجاور با یکدیگر تبادل اقتصادی توان داشاه باشند و بدین وسیله پر بازده ترین منابع تولید توان بهره مند گردند. این منافع از ابتدا تشخیص داده شده بود و بدین دلیل اتصالات روز به روز گسترده تر می شوند تا آنجا که اکنون،تقریباً همهٔ مؤسسات برق در ایالات متحدهٔ امریکا و کانادا بخشی از یک سیستم به هم پیوسته هستند. در نتیجه سیستم بسیار بزرگی با پیچیدگی فراووان ایجاد شده است. براستی طراحی و بهره برداری مطوئن از چنین سیستمی مسائلی پیچیده ای را به دنبال دارد .

۱-۲- ساختار سیستم قدرت

سیستمهای قدرت از نظر اندازه و اجزای ساختاری با یکدیگر متفاوت هستند. با وجود این ، مشخصه های اصلی مشابهی دارند:

* همگی در سیستم سه فاز جریان متناوب و در ولتاژ تقریباً بهر برداری می شوند. در بخشهای تولید و انتقال، از تجهیزات هسه فاز استفاده می شود. بارهای صنعتی، همگی سه فاز هستند؛ حال آنکه بارهای خاکی و تجاری تک فاز، بین فازها به گونه ای توزیع می شوند که به طور مؤثر یک سیستم سه فاز متعادل را تشکیل دهند.

* همگی از ژنراتورهای سنکرون جهت تولید برق استفاده می کنند. چرخاننده ها،منابع اولهٔ انرژی (فسیلی،هسته ای و آبی) را به انرژی مکانیکی تبدیل می نمایند که این انرژی به کمک ژنراتورهای سنکرون به انرژی الکتریکی تبدیل می شود .

* همگی، توان ا از طریق مسافتهای طولانی به مصرف کننده هایی که در مناطق وسیعی پراکنده شده اند، انتقال می دهند. لازمهٔ این موضوع،داشتن سیستم انتقالی شامل زیر سیستمهای متنوع است که در سطوح ولتاژ متفاوت بهره برداری شوند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۱-۱ اجزای اصلی یک سیستم مدرن قدرت را به تصویر کشیده است. توان الکتریکی در نیروگاهها[۱] (GS) تولید می گردد و از طریق شبکهٔ پیچیده ای شامل اجزای گوناگون از جمله خطوط انتقال، ترانسفورمرها و ابزار کلیدزنی[۲] به مصرف کننده ها منتقل می شود. معمول است که شبکهٔ انتقال را به زیر سیستمهای زیر تقسیم نمایند :

۱- سیستم انتقال

۲- سیستم انتقال ثانویه (زیر انتقال)[۳]

۳- سیستم توزیع[۴]

سیستم انتقال،تمام نیروگاههای اصلی و مراکز عمدهٔ مصرف در سیستم را به یکدیگر متصل می کند. این سیستم، استخوان بندی سیستم مجتمع قدرت را تشکیل می دهد و در بالاترین سطوح ولتاژ (به طور نمونه ۲۳۰ کیلوولت و بالاتر) مرود بهره برداری واقع می شود. ولتاژ زنراتورها معمولاً در محدوده ۱۱ تا ۳۵ کیلوولت است. این ولتاژها ابتدا به سطح ولتاژ انتقال، تبدیل شده ،توان به پستهای انتقال[۵] فرستاده می شود که در آنجا ولتاژ به سطح انتقال ثانویه (به طور نمونه ۶۹ تا ۱۳۸ کیلو ولت) کاهش داده می شود. اغلب،قسمت تولید و زیر سیستمهای انتقال را به عنوان بخش عمدهٔ سیستم قدرت می شناسند[۶].

سیستم انتقال ثانویه توان دار در حجمی کمتر از پستهای انتقال به پستهای توزیع می دهد. معمولاً مصرف کننده هایعمده و بزرگ صنعتی مستقیماً از طریق سیستم انتقال ثانویه تغذیه می شوند. در بعضی از سیستمها، مرز مشخصی را بین بخش انتقال و بخش زیر انتقال نمی توان قائل شد. زمانی که سیستم

۱- Generating Station

۲- Switching Devices

۳ - Subtransmission

۴ - Distribution

۵ - Substation

۶- Bulk Power System

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

گسترش پیدا می کند و سطوح ولتاژ بالاتر جهت انتقال مورد نیاز واقع می شود، اغلب،خطوط قدیمی انتقال،نقش سیستم ثانویه را ایفا می نمایند.

سیستم توزیع آخرین مرحله را در انتقال توان به مصرف کننده ها نشان می دهد؛ولتاژ اولیهٔتوزیع عموماً بین ۴ تا ۳۴/۵ کیلوولت قرار دارد. مصرف کننده های صنعتی کوچک، به وسیلهٔ فیدرهای اولیه ای در این سطح ولتاژ،تغذیه می شوند. فیدرهای ثانویهٔ توزیع، مصرف کننده های صنعتی و تجاری را در ولتاژ ۱۲۰ یا ۲۴۰ ولت تغذیه می کنند.

واحدهای کوچک تولید ، که نزدیک به مراکز مصرف قرار دارند، اغلب به طور مستقیم به سیستم انتقال ثانویه یا سیستم توزیع،متصل می گردند و معمولاً اتصال به سیستمهای قدرت مجاور،در سطح سیستم انتقال پیاده می شود.

از این رو سیستم قدرت از منابع چند گانه تولید و چندین طبقهٔ شبکهٔ انتقال تشکیل می شود. این موضوع باعث می شود که از دید ساختاری،امکانات اضافه ای داشته باشیم تا سیستم را قادر سازد در برابر پیشامدهای[۱] غیر معمول بدون قطعِ خدمات به مصرف کننده ها،مقاوم باشد.

WikiPower.ir

۱-۳- کنترل سیستم قدرت

وظیفهٔ سیستم قدرت این است که انرژی را از یکی از صورتهای طبیعی موجود به صورت انرژی الکتریکی در آورد و آن را به نقاط مصرف منتقل نماید . انرژی بندرت به صورت الکتریکی مصرف می شود بلکه به شکلهای دیگر از قبیل حرارتفروشنایی و انرژی مکانیکی تبدیل می گردد. حسن صورت الکتریکی انرژی ،این است که می تواند براحتی منتقل شود و با درجه بالایی از بازده و قابلیت اعتماد،نسبتاً بسادگی کنترل شود. از این رو یک سیستم قدرت با طراحی و بهره برداری صحیح باید نیازهای اساسی ذیل را برآورده سازد:

[۱]- Contingencies

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱. سیستم باید بتواند تقاضای بار حقیقی[۱] و راکتیو[۲] مرتباً در حال تغییر را تأمین نماید. بر خلاف سایر انواع انرژی، انرژی الکتریکی را نمی توان براحتی در مقادیر زیاد ذخیره کرد. از این رو باید همیشه ذخیرهٔ چرخان[۳] کافی از توان حقیق و راکتیو را حفظ و به طور مناسب کنترل کرد .

۲. سیستم باید انرژی را با کمترین هزینه و حداقل تأثیر زیست- محیطی تأمین نماید .

۳. کیفیت توان عرضه شده باید با توجه به عوامل زیر دارای حدقل استانداردهای لازم باشد:

ب) تثبیت ولتاژ؛

ج) سطح قابلیت اعتماد.

به منظور تأمین نیازهای فوق، سطوح مختلف کنترل شامل مجموعهٔ پیچیده ای از تجهیزات به کار گرفته می شود. این موضوع در شکل ۱-۲ نشان داده شده است که زیر سیستمهای[۴] یک سیستم قدرت به همراه کنترلهای مربوطه را نشان می دهد.در این ساختار کلی، کنترل کننده هایی وجود دارد که مستقیماً بر اجزای سیستم قدرت عمل می نماید. در یک واحد تولید، این کنترل کننده ها شامل کنترلهای چرخانندهٔ اصلی[۵] (محرک) و سیستم تحریک[۶] است . کنترل کنندهٔ چرخاننده(محرک)،وظیفه تنظیم و سرعت و کنترل متغیرهای سیستم تغذیه انرژی از قبیل : فشار، درجه حرارت و جریان سیال در دیگ بخار[۷] را به عهده دارد . وظیفهٔ کنترل کننده در سیستم تحریک، تنظیم ولتاژ ژنراتور و توان راکتیو خروجی آن است. تضمین توان حقیقی خروجی مطلوب هر واد، به کمک سیستم کنترل تولید انجام می پذیرد.

۱- Active

۲- Reactive

۳- Spinning

۴- Subsystem

۵- Prime Mover

۶ - Excltion

۷ - Boller

وظیفه اصلی سیستم کنترل تلید آن است که تعادل بین کل سیستم از یک طرف و بار و تلفات را از طرف دیگر تأمین نماید به طوری که فرکانس مطلوب و سطح مورد نیاز تبادل توان با سیستمهای مجاور را از طریق خطوط ارتباطی حفظ نماید.

کنترل کننده های بخش انتقال سیستم، شامل ابزاری است که توان و ولتاژ را کنترل می کنند که از آن جمله می توان از جبرانگرهای استاتیکی توان راکتیو[۱]، کندانسورهای سنکرون[۲]، خازنها و راکتیوهای قابل کلیدزنی[۳]،ترانسفورمرهای با تپ قابل تنظیم،ترانسفورمرهای تغییر دهندهٔ فاز[۴] و سرانجام از کنترل کننده هایخطوط فشار قوی جریان مستقیم (HVDC) نام برد .

کنترل کننده های یاد شده با حفظ ولتاژ، فرکانس و سایر متغیرهای سیستم در محدودهٔ مجاز،بهره برداری مناسب از آن را عملی می سازند. همچنین این کنترل کننده ها،تأثیر زیادی بر عملکرد دینامیکی سیستم و قدرت مقابلهٔ آن با اغتشاشها دارند .

اهداف کنترل کننده ها بستگی به شرایط کاری و بهره برداری از سیستم قدرت دارد . در حالت عادی ، هدف این است که در عین اینکه ولتاژ و فرکانس نزدیک به مقادیر اسمی باشند سیستم را با بازده هر چه بهتر مورد بهره برداری قرار داد. زمانی که وضعی غیرعادی اتفاق می افتد، اهداف جدیدی را باید مد نظر قرار داد تا بتوان هر چه سریعتر،سیستم را به حالت عادی باز گرداند.

بندرت اتفاق می افتد که تنها یک اغتشاش جدی و بزرگ در سیستم منجر به وقفه ای عمده و فروپاشی سیستمی بظاهر مطمئن شود. چنین وقفه هایی معمولاً در اثر ترکیبی از پیشامدهایی روی می دهد که سیستم را مافوق توانایی اش، تحت فشار قرار می دهد. اغتشاشهای طبیعی سنگین (از جمله گردباد،توفانهای شدید و برف و یخبندان)، عملکرد ناصحیح تجهیزات، خطاهای انسانی و سرانجامبه فروپاشی

---

[۱]- Static Var Compensators

[۲]- Synchronous Condensers

[۳]- Switched Copocitors and Reactors

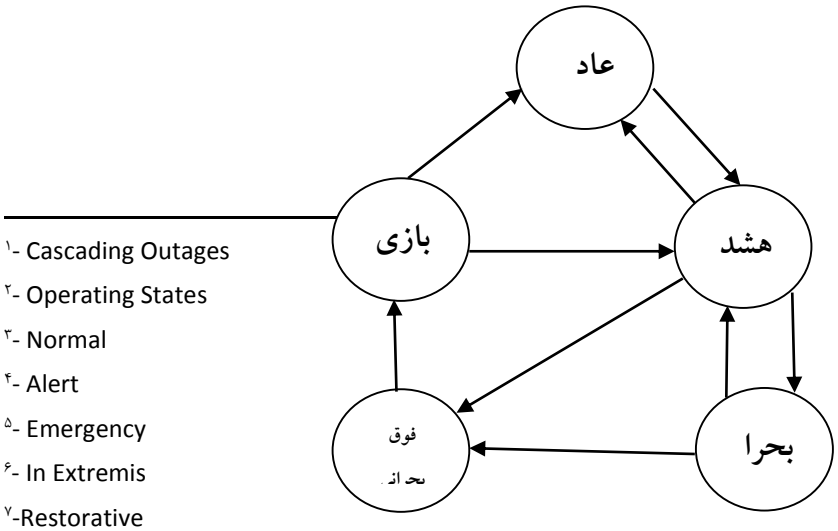
[۴]- Phase - shifting

آن منجر شوند. این موضوع ممکن است به وقفه های متوالی[۱] بینجامد که باید برای جلوگیری از بروز خاموشیهای عمده، این وقفه ها را در بخشی کوچک از سیستم محدود کرد .

۱-۳-۱: حالات بهره برداری[۲] یک سیستم قدرت و روشهای کنترل [۴, ۳]

به منظور بررسی قابلیت اطمینان سیستم قدرت و طراحی سیستمهای مناسب کنترلی، مفید است اگر حالات بهره برداری سیستم را به پنج حالت، عادی[۳]، هشدار[۴]، بحرانی[۵]، فوق بحرانی[۶] و بازیابی[۷]،تقسیم کرد . شکل ۱-۳ این حالتها و نیز نحوه انتقال از یک حالت به حالت دیگر را به تصویر کشیده است .

در شرایط عادی،تمام متغیرهای سیستم در محدودهٔ مجاز واقع شده اند و بر هیچ یک از تجهیزات،اضافه بار تحمیل نشده است . سیستم در حالتی مطمئن،بهره برداری می شود و قادر است اغتشاشی[۸] (پیشامدی) را بدو اینکه انحرافی از قیود ایجاد شود، تحمل نماید. اگر قابلیت اطمینان کمتر از حد مشخص قابل قبول شود یا اینکه امکان بروز اغتشای (نظیر شرایط بد آب و هوایی مانند توفانهای شدید) افزایش یابد، سیستم وارد مرحلهٔ هشدار می شود. در این وضع،هنوز متغیرهای سیستم در محدودهٔ مجاز واقع شده اند و تمام قیود رعایت گردیده اند. با وجود این، سیستم تا حدی تضعیف شده که ممکن است بروز یک اغتشاش باعث اضافه بار تجهیزات و در نتیجه وارد شدن سیستم به حالت بحرانی گردد. اگر اغتشاش بسیار شدید باشد، ممکن است سیستم، مستقیماً از وضعیت هشدار به وضعیت فوق بحرانی برسد .



۱- Cascading Outages
۲- Operating States
۳- Normal
۴- Alert
۵- Emergency
۶- In Extremis
۷-Restorative
۸- Contingency

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۱-۱

برای بازیابی سیستم به وضع عادی، می توان اعمالی را از جمله جابجایی تولید یا افزایش ظرفیت ذخیره به کار بست. اگر اینگونه اعمال موفق نباشد، سیستم همچنان در وضعیت هشدار باقی می ماند. اگر زمانی که سیستم در وضعیت هشدار است، اغتشاشی به اندازه کافی سخت[۱] اتفاق افتد، سیستم وارد مرحلهٔ بحرانی می شود. در این حالت، ولتاژ بسیاری از شینها کم و یا بارگذاری تجهیزات از حد نامی اضطراری کوتاه مدت[۲] فراتر رفته است. در این وضع، سیستم هنوز حالت فعال خود را حفظ کرده است و اگر بتوان با اعمال کنترلی لازم نظیر رفع خطا، کنترلسیستم تحریک، باز و بست سریع شیرهای بخار و دریچه های آب، تولید زدایی،بکارگیری ظرفیت ذخیره،کمک گرفتن از خطوط فشار قوی جریان مستقیم و سرانجام بارزدایی به کمک آن شتافت ممکن است به حالت هشدار منتقل شود. اگر اعمال فوق اجرا نشود و یا اجرای آنها موفقیت آمیز نباشد، سیستم وارد حالت فوق بحرانی می گردد که نتیجهٔ آن وقفه های متوالی و احتمالاً خاموشی بخش عمده ای از سیستم خواهد بود. در این وضع اعمال کنترلی از قبیل بارزدایی و پارگی تحت کنترل سیستم باید اجرا شود تا حتی المقدور بتوان آن را از یک خاموشی فراگیر رهاند.

حالت بازیابی وضعی را نشان می دهد که در آن اعمال کنترلی به منظور وصل مجدد تجهیزات و بارها انجام می پذیرد و ممکن است سیستم، از این مرحله، بستگی به وضعیت، به حالت هشدار یا عادی منتقل شود.

---

[۱]- Severe

[۲]- Short - term Emergency Rating

تقسیم حالات کاری یک سیستم قدرت به پنج حالت فوق چارچوبی را فراهم می آورد که در آنمی توان روشهای کنترلی مناسب را برگزید و اعمال اپراتورها را به منظور برخورد مؤثر با هر یک از آنها تنظیم و مشخص کرد.

برای سیستمی که به آن اغتشاش وارد شده و درجهٔ قابلیت اطمینان آن کاهش یافته است، کنترلکننده های سیستم قدرت به اپراتور کمک می کند تا سیستم را به وضع عادی باز گرداند. اگر اغتشاش، کوچک باشد، کنترل کننده ها ممکن است خود قادر به انجام این کار باشند در غیر این صورت ممکن است اعمای نظیر جابجایی تولید یا کلید زنی اجزایی از سیستم ضروری باشد تا سیستم به وضع عادی بازگردد.

فلسفهٔ تأمین نیازهای کنترلی گوناگون رد حالتهای متفاوت منجر به یک سیستم کنترلی سلسله مراتبی[۱] مطابق با شکل ۱-۴ شده است . در این ساختار، بعضی از کنترل کننده ها بر اجزای سیستم قدرت نظیر سیتمهای تحریک،محرکها (تربین)،دیگهای بخار،تغییر دهنده های تپ ترانسفورمرها و کنتورهای جریان مستقیم، مستقیماً عمل می نمایند. معمولاً نوعی کنترل کننده کلی وجود دارد که کنترل اجزای نزدیک و متصل به هم را،هماهنگ می نماید. این کنترل کننده ها به نوبهٔ خود به وسیلهٔ کنترل کننده های سیستم در مراکز دیسپاچینگ هدایت می شوند. کنترل کننده های سیستم، خود به وسیلهٔ مرکز کنترل سیستم ائتلافی[۲] هماهنگ می شوند. از این رو تمام سیستم کنترل به صورت گسترده است[۳] و بر انواع متفاوت و فراوان سیگنالهای کنترلی و سنجش شده از دور متکی است . سیستمهای کسب اطلاعات و کنترل نظارتی (SCADA)[۴] ، اطلاعات مورد نیاز را برای نمایش وضعیت سیستم فراهم می آورند. برنامه های تخمین حالت[۵]، اطلاعات سنجش شده را پردازش کرده، تصویری دقیق از وضعیت سیستم را ارائهمی دهند. اپراتور

---

۱ - Hierarchical

۲ -Pool : اگر سیستم برق چند کشور به هم متصل شود یا اینکه نظیر امریکا،شبکه برق از سیستمهای به هم متصل تشکیل گردد، می توانند تشکیل مجموعه ای اشتراکی دهند که به ائتلاف مشهور است (م).

۳- Distributed

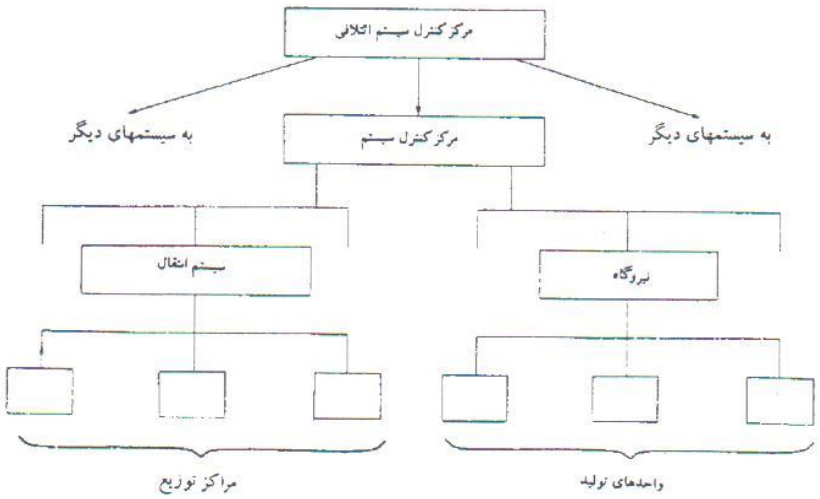
۴- Supervisory Control and Data Acquisition

۵- State Estimation

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نقش مهم، کلیدی و ارتباطی را در سطوح مختلف این کنترل سلسله مراتبی ایفا می نماید. وظیفهٔ اصلی او نظارت بر عملکرد سیستم و مدیریت منابع موجود است به گونه ای که در عین



شکل ۱-۲

WikiPower.ir

۱-۴ سلسله مراتب کنترل سیستم قدرت

حفظ کیفیت و قابلیت اعتماد مورد نیاز، بهره برداری اقتصادی از سیستم را عملی سازد. در وضعیتهای بحرانی، اپراتور با هماهنگ کردن اطلاعات مربوطه از منابع مختلف و اتخاذ تصمیم های مقتضی به منظور بازیابی سیستم، به وضع مطمئنتر بهره برداری،نقش اساسی و کلیدی را بازی می کند.

۱-۴-۱: معیارهای طراحی و بهره برداری برای پایداری

به منظور تأمین انرژی مطمئن برای مصرف کنندگان ،باید سیستم قدرت، توانایی تحمل انواع گوناگون اغتشاشها را داشته، همچنان فعال باقی بماند. از این رو،باید سیستم را به نوی مورد طرح و بهره برداری قرار داد که بتواند بدون قطع بار (بجز این که به قسمت دارای خطا متصل است) اغتشاشهای بیشتر محتمل

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نماید. بدین صورت شدیدترین اغتشاشهای ممکن نیز منجر به قطعی برق غیرقابل کنترل، گسترده و متوالی نخواهد شد.

خاموشی کامل در نوامبر سال ۱۹۶۵ میلادی در بخش شمالی ایالات متحدهٔ امریکا و اُنتاریو[۱] تأثیر عمیقی بر صنعت برق، بخصوص در شمال امریکا گذاشت. سؤالات زیادی در خصوص ملی قابلیت اعتماد سیستم قدرت[۲] (NERC) در سال ۱۹۶۸ میلادی گردید . هدف این شورا، افزایش قابلیت اعتماد و کفایت سیستمهای قدرت در امریکای شمالی بود. NERC از ۹ شورای منطقه ای تشکیل شده که تقریباً تمام سیستمهای قدرت در امریکا و کانادا را در بر می گیرد.معیارهای قابلیت اعتماد به منظور طراحی و بهر برداری سیستم به وسیلهٔ هر شورای منطقه ای تعیین می شود. به علت تفاوتهای موجود از نظر جغرافیایی،الگوی بار و منابع تولید، این معیارها در مناطق مختلف تا حدی متفاوت است . معیارهای طراحی و بهره برداری نقشی اساسی را در جلوگیری از بروز اغتشاشهای عمده ای که ممکن است به دنبال پیشامدهای سخت اتفاق افتد، ایفا افتد،می نماید. استفاده از این معیارها، ما را مطمئن می کند که سیستم در مقابل تمام اغتشاشهای محتمل،در بدترین وضع از حالت عادی به حالت هشدار تغییر وضعیت خواهد داد و هیچگاه به حالتهای بحرانی نخواهد رسید. زمانی که سیستم وارد مرحله هشدار شود،اپراتورها می توانند اقدامات لازم را برای بازگرداندن سیستم به حالت عادی انجام دهند.

مثال زیر نمونه ای از معیارهای طراحی و بهره برداری مربوط به پایداری سیستم را بر اساس شورای هماهنگی شمال شرق[۳] (NPCC)[۶] نشان می دهد. در اینجا سعی بر این نیست که تما معیارها مجدداً آورده شود بلکه هدف این است که نمونه ای از انواع اغتشاشها و پیشامدهایی را که برای ارزیابی پایداری استفاده می شود،مطرح گردد.

۱-۴-۲: ارزیابی پایداری در مقابل پیشامدهای معمولی

---

[۱] - Ontario

[۲] - Notional Electric Reliability Council

[۳]-Northeast Power Coordinating Council

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بر اساس معیارهیا NPCC از دیدگاه پایداری لازم است که سیستم در طی و بعد از وقوع شدیدترین اغتشاشها،که ذیلاً آورده می شود، وبا توجه به تجهیزات باز بست[۱]، مقاوم باقی بماند. این اغتشاشها و پیشامدها بر این اساس انتخاب شده اند که با توجه به تعداد زیاد اجزای تشکیل دهندهٔ سیستم قدرت، احتمال وقوع بیشتری دارند :

الف) اتصال کوتاه دائم سه فاز بر هر ژنراتور،خط انتقال،ترانسفورمر یا شین، با رفع در زمان عادی و با توجه به تجهیزات باز بست؛

ب) اتصال کوتاه دائم همزمان فاز به زمین بر دو فاز متفاوت دو خط انتقال مجاور متصل به یک دکل چند مداره،با رفع در زمان عادی؛

ج) اتصال کوتاه فاز به زمین بر هر خط انتقال، ترانسفورمر یا شین با رفع تأخیری به علت عملکرد ناصحیح کلیدها[۲]، رله ها یا کانال مخابراتی ؛

د) از دست دادن هر یک از اجزا بدون وقوع خطا ؛

هـ) اتصال کوتاه دائم فاز به زمین بر یک کلید، با رفع در زمان عادی؛

و) از دست دادن قائم همزمان هر دو قطب یک وسیلهٔ دو قطبی[۳] جریان مستقیم .

بر اساس این معیارها به دنبال هر یک از پیشامدهای مذکور،باید پایداری سیستم حفظ شود و ولتاژ و بارگذاری خطوط و تجهیزات در محدوده مجاز باقی بماند. معیارها در دو وضعیت پایه ریز اعمالمی شوند :

۱. تمام تجهیزات در مدار هستند .

۲. یک ژنراتور،خط و یا ترانسفورمر کلیدی خارج از مدار با این فرض که تولید و توانهای انتقالی ناحیه، بین وقفه ها با استفاده از یک ذخیرهٔ ۱۰ دقیقه ای،تنظیم شده اند .

۱-۴-۳: ارزیابی پایداری در مقابل پیشامدهای شدید

[۱] - Reclosing

[۲]- Circuit Breaker

[۳] - Bipolar

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بر اساس معیارهای NPOC ،ممکن است سیستم در معرض پیشامدهایی واقع شود که شدیدتر از پیشامدهای معمولی که قبلاً ذکر شد، باشد. هدف این است که مشخص شود که تأثیر این پیشامدهای شدید بر عملکرد سیستم چیست به گونه ای که بتوان قدرت سیسیتم را ارزیابی کرد و تعیین نمود که تا چه حد،اغتشاش می تواند گسترده گردد. هر چند که احتمال وقوع این پیشامدهای شدید بسیار کم است. بعد از بررسی و ارزیابی اینگونه پیشامدها باید رد صورت امکان اقدامات لازم را به کار بست تا احتمال وقوع چنین پیشامدهایی را کاهش داد و یا عواقبی را که ممکن است به دلیل وقوع آنها ایجاد شود، تخفیف داد.

پیشامدهای شدید شامل موارد ذیل است :

الف) از دست دادن تمام ظرفیت یک نیروگاه؛

ب) قطع تمام خطوط منشعب از یک پست نیروگاه با یک پست کلید زنی؛

ج) قطع تما خطوط انتقال یک مسیر تأمین مشترک ؛

د)اتصال کوتاه دائم سه فاز بر هرژنراتور،خط انتقال، ترانسفورمر یا شین، با رفع تأخیری و با توجه به تجهیزات باز بست؛

هـ) از دست دادن ناگهانی یک بار عمده یا یک مرکز عمدهٔ بار ؛

و) تأثیر نوسانهای شدید توان که دراثر اغتشاشهای خارج از محدودهٔ سیستم NPCC اتفاق افتاده؛

ز) وقفه با عملکرد ناصحیح یک سیستم حفاظتی خاص نظیر سیستم حذف تولید[۱]، سیستم باربرداری یا سیستم قطع خطوط .

۱-۴-۴: طراحی سیستم از دیدگاه پایداری

طراحی یک سیستم بزرگ به هم پیوسته قدرت به نحوی که با حداقل هزینه بهره بردار، از پایداری آن اطمینان حاصل شود، مسألهٔ بسیار پیچیده ای است و اگر بتوان این مسأله را حل کرد،منافع اقتصادی بیشماری بر آن مرتبت است. از دیدگاه نظریهٔکنترل، سیستم قدرت فرآیندی از درجهٔ بسیار بالا و چند

[۱] - Generation Rejection

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

متغیره است که در یک محیط دائماً در حال تغییر، کار می کند. به علت درجه بالا و پیچیدگی سیستم لازم است که ساده سازیهایی صورت پذیرد و هر مسألهٔ مشخص را با جزئیات صحیح و لازم از مدلسازی سیستم مورد ارزیابی و بررسی قرار داد. لازمهٔ این امر آن است که از مشخصه های کلی سیستم و نیز تک تک اجزای آن اطلاعات کافی و مناسب وجود داشته باشد .

سیستم قدرت یک سیستم بسیار غیرخطی است که عملکرد دینامیکی آن تحت تأثیر مجموعه وسیعی از تجهیزات تشکل دهندهٔ آن قرار دارد که هر یک، عکس العمل زمانی و مشخصهٔ متفاوتی دارند. پایداری سیستم را نباید به صورت یک مسأله بلکه باید از دیدگاههای مختلف مودر توجه قرار داد. در فصل آینده انواع گوناگون پایداری سیستمهای قدرت شرح داده خواهد شد.

تقریباً مشخصهٔ هر یک از اجزای اصلی سیستم قدرت بر پایداری آن تأثیر می گذارد . اطلاع کافی از این مشخصه ها برای درک و مطالعهٔ پایداری سیستم قدرت ضروری است. از این رو مدلسازی و مشخصه های تجهیزات در بخش دوم کتاب مورد بررسی قرار می گیرد. پیچیدگی جنبه های فیزیکی انواع مختلف پایداری سیستم،روشهای بررسی آنها و اقدامات خاص به منظور بهبود عملکرد پایداری سیستم قدرت، در بخش سوم کتاب عرضه شده است .

WikiPower.ir

فصل دوم:

مقدمه ای بر مسألهٔ پایداری سیستمهای قدرت

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مقدمه ای بر مسألهٔ پایداری سیستمهای قدرت

در این فصل به معرّفی کلّی مسألهٔپایداری قدرت شامل مفاهیم فیزیکی، طبقه بندی و تعاریف واژه های مربوطه پرداخته می شود. بررسی ساختارهای ابتدایی سیستم قدرت با استفاده از مدلسازی ایده آل،ویژگیهای اساسی پایداری سیستم قدرت را نشان می دهد. به علاوه، بر پیدایش انواع مسائل پایداری که در حین تکامل سیستمهای قدرت شکل گرفته ،ضروری شده، بسط و توسعه روشهای مطالعل آنها شرح داده خواهد شد. هدف این است که دیدگاهی کلّی از پدیدهٔ پایداری سیستم قدرت عرضه شود و پایهٔ لازم بر اساس دلایل فیزیکی نسبتاً ساده بنیانگذاری گردد. این موضوع کمک خواهد کرد در فصول آینده به بررسی جامع موضوع از جنبه های مختلف پرداخته شود .

۲-۱ مفاهیم اولیه و تعاریف

پایداری سیستم قدرت را می توان به طور کلّی آن ویژگی از سیستم قدرت دانست که آن را قادر می سازد تا تحت وضع عادی ، در حالت تعادل رباقی بماند و در صورتی که تحت تأثیر اغتشاشی قرار گیرد،مجدداً حالت قابل قبول متفاوتی را به دست آورد. ناپایداری در یک سیستم قدرت ممکن است بستگی به ترکیب سیستم و حالت کاری آن به شکلهای مختلفی بروز کند. معمول بوده است که مسأله پایداری را به عنوان مسأله حفظ عملکرد سنکرون ژنراتورها بشناسند.

۲-۱-۱: نظریه و مدلسازی ماشینهای سنکرون

ژنراتورهای سنکرون، منابع تأمین الکتریکی در سیستمهای قدرت هستند. بارهای بزرگ زیادی به وسیلهٔ موتورهای سنکرون به حرکت در می آیند. گاهی از کندانسورهای سنکرون[۱] به عنوان وسیلهٔ تأمین توان راکتیو و کنترل ولتاژ استفاده می شود. اساس کار این تجهیزات مشابه هم است و در مجموع از آنها به نام ماشینهای سنکرون یاد می شود. همچنان که در فصل دوم مطرح شد،مسألهٔ پایداری سیستم قدرت به طور عمده، حفظ حالت سنکرونیزه بین ماشینهای سنکرون یاد می شود. همچنان که در فصل دوم مطرح شد، مسألهٔ پایداری سیستم قدرت به طور عمده، حفظ حالت سنکرونیزه بین ماشینهای سنکرون به هم پیوسته است. از این رو، درک مشخصه و مدلسازی دقیق عمس العمل دینامیکی آنها، اهمیت زیادی در مطالعه پایداری سیستمهای قدرت دارد .

مدلسازی و بررسی ماشینهای سنکرون همیشه مورد توجه بوده است . دربارهٔ این مسألهٔ در دههٔ ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ میلادی را زیادی انجام پذیرفت [۱، ۲ و ۳] و حتی در سالهای اخیر مورد بررسی واقع شده است [۴ تا ۹]. همچنین نظریهٔ و عکس العمل ماشینهای سنکرون در بعضی کتب بیان شده است [۱۰ تا ۱۴]. در این فصل، مدل ریاضی یک ماشین سنکرون به طور مشروح و عملکرد حالت ماندگار و گذاری آن به طور خلاصه، مورد بحث قرار می گیرد .

برای عملکرد قابل قبول سیستم این است که همهٔ ماشینهای مزبور با یکدیگر در حالت سنکرون یا هماهنگ باقی بمانند این جنبهٔ پایداری تحت تأثیر دینامیک روابط زاویهٔ روتور و توان حقیقی- زاویه ژنراتور قرار دارد

همچنین ممکن است سیستم بدون آنکه سنکرون از دست برود ،ناپایدار شود. به عنوان مثال ممکن است سیستمی شامل یک ماشین سنکرون که از طریق یک خط انتقال، یک موتور القایی را تغذیه می کند،در اثر فروپاشی[۲] ولتاژبار،ناپایدار شود. حفظ عملکرد سنکرون در این حالت مطرح نیست بلکه مسألهٔ پایداری

[۱]- Synchronous Condensers

[۲]- Coilapse

و حفظ ولتاژ است . این نوع ناپایداری می تواند در مورد بارهایی که در یک محدودهٔ وسیع قرار دارند و از یک سیستم بزرگ تغذیه نیز اتفاق افتد.

در ارزیابی پایداری، مسألهٔ مهم رفتارسیستم در زمانی است که تحت تأثیر یک اغتشاش گذرا قرار گیرد. اغتشاش ممکن است کوچک یا بزرگ باشد. اغتشاشهای کوچک به شکل تغییرات بار دائماً اتفاقمی افتد و سیستم خود را با وضعیت متغیر حاصل، تنظیم می کند. سیستم باید قادر باشد که تحت این حالت، عملکرد قابل قبولی داشته باشد و بتواند حداکثر مقدار بار را تأمین نماید. نیز باید بتواند در مقابل اغتشاشهای سخت از قبیل اتصال کوتاه یک خط انتقال، از دست دادن یک ژنراتور یا بار بزرگ و یا ازدست دادن خط ارتباطی بین دو زیر سیستم، مقاوم باقی بماند. عملکرد سیستم در مقابل اغتشاش عمدتاً ناشی از نحوهٔ عملکرد تجهیزات تشکیل دهندهٔ آن است. به عنوان مثال، اتصال کتاهی که بر یک جزء حساس واقع می شود و آن جزء به وسیلهٔ رله های محافظ از سیستم جدا می گردد، باعث می شود که تغییراتی را در تانهای انتقالی خطوط ارتباطی، سرعتهای روتور ژنراتورها و ولتاژ شینها داشته باشیم. تغییرات ولتاژ خود باعث عملکرد تنظیم کننده هایولتاژ ژنراتورها و سیستم انتقال می شود، حال آنکه تغییرات سرعت روتور ژنراتورها، گاورنر محرکها (توربینها) را به عکلس العمل وا می دارد . تغییرات ولتاژ و فرکانس باعث می شود که بستگی به مشخصات آنها، بارهای سیستم به درجات متفاوتی تغییر نماید. به علاوه، سیستمهای محافظ اجزا ممکن است نسبت به تغییرات در متغیرهای سیستم، عکس العمل نشان دهد و بدینگونه بر عملکرد سیستم تأثیر بگذارد. با وجود این، در هر وضع بخصوص، عکس العمل تعداد محدودی از تجهیزات ممکن است قابل توجه باشد. از این رو معمولاً فرضیات زیادی انجاممی پذیرد تا مسأله، ساده شود و بتوان کار را بر روی عواملی که بر روی یک مسألهٔپایداری بخصوص تأثیر می گذارند، متمرکز کرد. درک مسائل پایداری را می توان تا حد زیادی با طبقه بندی آن به انواع مختلف، تسهیل کرد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بخشهایی که به دنبال می آید مختلف ناپایداری سیستمهای قدرت به همراه مفاهیم مربوط و نیز در موارد لازم ، ترکیب سادهٔ سیستم قدرت را مطرح می نماید. بررسی چنین سیستمهایی با استفاده از مدلهای ایده آل کمک می نماید تا ویژگیهای اساسی هر شکل از شکلهای پایداری را تشخیص داد.

۲-۱-۲: پایداری زاویه ای روتور[۱]

پایداری زاویه ای روتور توانایی ماشینهای به هم پیوسته سنکرون یک سیستم قدرت است که در حالت سنکرون با یکدیگر باقی بمانند. مسألهٔ پایداری در این حالت شامل مطالعه نوسانهای الکترومکانیکی است که به طور ذاتی در سیستمهای قدرت وجود دارد. عامل مهم دراین مسأله،نحوهٔ رفتار توانهای خروجی ماشینهای سنکرون در مقابل نوسانهای روتور آنهاست. در گام اول، بحث کوتاهی در خصوص مشخصه هیا ماشینهای سنکرون می تواند در درک مفاهیم اولیهٔ مربوطه، مفید واقع شود .

WikiPower.ir

۲-۱-۲-۱: مشخصه های ماشینهای سنکرون

مشخصه ها و مدلسازی ماشینهای سنکرون به طور مفصل در فصول سوم، چهارم و پنجم مطرح خواهد شد. در اینجا بحث به مشخصه های اولیه مربوط به عملکرد سنکرون محدود می شود .

یک ماشین سنکرون دو جزء اساسی شامل تحریک و آرمیچر دارد . معمولاً، تحریک روی روتور و آرمیچر روی استاتور واقع است . سیم پیچ تحریک با استفاده از جریان مستقیم تغذیه می شود. زمانی که روتور را با یک محرک (توربین) بچرخانیم،میدان مغناطیسی دوارِ سیم پیچ تحریک ،ولتاژهای متناوبی در سه فاز سیم پیچهای آرمیچر استاتور،القا می نماید. فرکانس ولتاژ متناوب القا شده و جریانهای حاصل در سیم پیچهایاستاتور (زمانی که ابر به آنها متصل است) بستگی به سرعت روتور دارد. از این رو مشاهده می شود

[۱]- Rotor Angle Stability

که فرکانس متغیرهای الکتریکی استاتور با سرعتع مکانیکی روتور،سنکرون یا هماهنگ شده اند. از این روست که واژۀ ماشین سنکرون به کار می رود.

زمانی که دو یا چند ماشین سنکرون به یکدیگر متصل می شوند، باید ولتاز و جریاناستاتور همۀ ماشینها دارای یک فرکانس باشند و سرعت مکانیکی هر یک با این فرکانس، هماهنگ باشد. از این رو روتور تمام ماشینهای سنکرون به هم پیوسته، باید با یکدیگر سنکرونیزه باشند.

ترکیب فیزیکی (توزیع فضایی) سیم پیچهای آرمیچر استاتور به گونه ای است که جریانهای متغیر با زمانی که از سیم پیچهای سه فاز عبور می کنند، در حالت ماندگار[۱] میدان مغناطیسی دواری را ایجاد می کنند که با سرعت روتور می چرخد (به فصل سوم بخش ۳-۱-۳ مراجعه شود). میدانهای روتور و استاتور بر یکدیگر تأثیر می گذارند و از اینکه دو میدان سعی می کنند در یک جهت قادر گیرند، گشتاور الکترومغناطیسی ایجاد می شود. در یک ژنراتوور، این گشتاور با جهت حرکت روتور مقابله می کند به گونه ای که لازم است گشتاوری مکانیکی به وسیله توربین اعمال شود تا چرخش روتور همچنان حفظ گردد. گشتاور (با توان) الکتریکی خروجی ژنراتور تنها زمانی تغییر می کند که گشتاور ورودی مکانیکی که بوسیلۀ محرک اعمال می شود، تغییر نماید. تأثیر افزایش گشتاور مکانیکی آن است که روتور را در وضعیت جدیدی قرار می دهد که نسبت به میدان دوار مغناطیسی استاتور جلوتور واقع می شود. یا برعکس،کاهش گشتاور با توان مکانیکی ورودی ،روتور را عقبتر از میدان دوار مغاطیسی استاتور قرار می دهد. در حالت ماندگار،میدان روتور و میدان دوار حاصل از جریانهای استاتور دارای سرعت مشابه هستند. با وجود این ، مقداری اختلاف زوایه ای بین آنها وجود دارد که بستگی به گشتاور (توان) خروجی الکتریکی ژنراتور دارد. در یک موتور سنکرون نقش گشتاورهای الکتریکی و مکانیکی نسبت به آنچه که در ژنراتور وجود دارد، جابجا می شود. گشتاور الکتریکی چرخش را حفظ می کند حال آنکه بار مکانیکی با چرخش،مخالف می کند. افزایش بار مکانیکی باعث عقب افتادن موقعیت روتور نسبت به میدان دوار استاتور می شود.

[۱]- Steady State

در بحث فوق دو واژهٔ توان و گشتاور تواماً استفاده شد. این مسألهٔ در فرهنگ پایداری سیستمهای سیتمهای قدرت رایج است زیرا که سرعت چرخشی متوسط ماشینها ثابت است هر چند که ممکن است تغییرات زودگذری،بالا و پایین سرعت سنکرون افتد. در حقیقت مقادیر توان و گشتاور در مبنای واحد[۱] ،تقریباً با هم مساوی است .

۲-۱-۲-۲: رابطهٔ توان - زاویه

مشخصهٔ مهمی که در خصوص پایداری سیستم قدرت اهمیت دارد رابطهٔ بین توان مبادله شده و موقعیت زاویه ای روتور ماشینهای سنکرون است. این رابطه بشدت غیرخطی است. برای نشان دادن موضوع،سیستم ساده شکل ۲-۱ "الف" را در نظر بگیرید. این سیستم شامل دو ماشین سنکرون است که از طریق خط انتقالی باراکتانس X_L به بکدیگر متصل شده اند. از مقاومت و ظرفیت خازنی خط صرف نظر شده است.فرض کنید که ماشین شمارهٔ ۱ ژنراتور سنکرونی است که ماشین شمارهٔ۲ را ، که یک متور سنکرون است، تغذیه می کند. توان انتقال یافته از ژنراتور به موتور تابعی از زاویه δ خود از سه مؤلفه تشکیل شده است : یکی زاویهٔ داخلی ژنراتور به نام δ_G (که زاویه ای است که روتور ژنراتور نسبت به میدان حاصل از استاتور آن حلوتر است)،دیگری δ_L ، ختلاف زاویهٔ بین ولتاژهای پایانهٔ ژنراتور و موتور (یعنی زاویه ای که میدان استاتور ژنراتور از میدان استاتور متور جلوتر است) و دیگری δ_m،زاویه داخلی موتور(که زاویه ای است که روتور موتور نسبت به میدان حاصل از استاتور عقبتر است). شکل ۲-۱ "ب" مدلی از سیستم را نشان می دهد که به کمک آن می توان رابطهٔ توان - زاویه را به دست آورد. برای هر ماشین ، مدل ساده ای شامل یک منبع داخلی ولتاژ و یک راکتانس مؤثر فرض شده است .

۲-۱-۲-۳: پدیدهٔ پایداری

پایداری حالت تعادل بین نیروهای متضاد را نشان می دهد. مکانیزمی که به وسیلهٔ آن ماشینهای سنکرون به هم پیوسته، حالت سنکرون را بین یکدیگر حفظ می کنند از طریق نیروهای بازیافت است که،زمانی عمل

[۱] - Per Unit

می نماید که نیروهایی وجود داشته باشد تا یک یا چند ماشین را نسبت به سایر ماشینها شتاب مثبت یا منفی دهد. در حالت ماندگار، تعادل بین گشتاور مکانیکی ورودی و گشتاور الکتریکی خروجی وجود دارد و سرعت،ثابت باقی می ماند. اگر سیستم دستخوش تغییر شود این تعادل از بین می رود و در نتیجه رتور ماشینها بر اساس قوانین حرکت اجسام دوار، شتاب مثبت یا منفی پیدا می کند. اگر به طور موقت ژنراتوری نسبت به دیگری سریعتر بچرخد، موقعیت روتور آن نسبت به ماشین کندتر، جلوتر قرار می گیرد. بسته به رابطهٔ توان- زاویه، اختلاف زاویهٔ بین روتور دو ماشین باعث می شود تا بخشی از بارِ ماشین کُند به ماشین تند منتقل شود . این موضوع سبب می شود که اختلاف سرعت و در نتیجه اختلاف زاویهٔ روتورها کاهش یابد. همچنان که ذکر شد، رابطهٔ توان - زاویه بشدت غیرخطی است. بالاتر از حد مشخصی، افزایش در اختلاف زاویهٔ، باعث کاهش در توان مبادله شده می شود. این موضوع سبب می شود که اختلاف زاویه باز هم بیشتر شود و منجر به ناپایداری گردد. در هر وضعیت بخصوص، پایداری سیستم به این بستگی دارد که آیا انحرافات زوایای روتور ماشینها منجر به گشتاورهای بازیافت کافی می شود یا خیر. زمانی که یک ماشین سنکرون، حالت سنکرونیزه یا هماهنگ خود با سایر ماشینها را از دست داد، روترو آن در سرعتی بالاتر یا پایینتر از سرعتی که برای تولید ولتاز در فرکانس سیستم لازم است، می چرخد. لغزش بین میدان دوار استاتور (مربوط به فرکانس سیستم) و تحریک روتور منجر به تغییرات بزرگی در توان خروجی، جریان و ولتاژ ماشین می شود. این موضوع باعث می شود که سیستمهای حفاظتی،ماشین ناپایدار را از سیستم جدا کنند.

از دست رفتن حالت سنکرونیز،ممکن است بین یک ماشین و بقیهٔ سیستم یا بین گروهی از ماشینها اتفاق افتد. در حالت دوم، ممکن است بعد از جدایی گروههای از یکدیگر، حالت سنکرونیزه بین ماشینهای هر گروه را حفظ کرد .

عملکرد سنکرونیزه ماشینهای سنکرون به هم پیوسته را می توان به مجموعه ای از خودروهایی تشبیه کرد که به کمک تسمه هیا لاستیکی به یکدیگر متصل شده اند و در یک مسیر دایره وار می چرخند. روتور

ماشینهای سنکرون به خودرو و خطوط انتقال به تسمه تشبیه شده است. زمانی که خودروها با یکدیگر همنوا و هم سرعت باشند تسمه های لاستیکی دست نخورده باقی می مانند. زمانی که نیروی یکی از خودروها افزایش یابد، سرعت آن نیز موقتاً افزایش می یابد. این موضوع باعث می شود که تسمهٔ متصل به آن کش بیاید که در نتیجه سرعت آن کاهش و سرعت سایر خودروها افزایش می یابند. بدین ترتیب عکس العملی زنجیروار اتفاق می افتد تا مجدداً تمام خودروها در سرعت مشابه ادامه طریق دهند. اگر نیروی وارده به یکی از تسمه ها از حد توانایی آن بیشتر شود، پاره می شود و باعث می شود که یک یا چندین خودرو از سایر خودروها جدا شوند.

در سیستمهای قدرت می توان با بروز اغتشاش،تغییرات گشتاور الکتریکی یک ماشین سنکرون را،به دو مؤلفه تجزیه کرد :

$$\Delta T_e = T_s \Delta\delta + T_D \Delta\omega \qquad (۲-۲)$$

که $T_s \Delta\delta$ مؤلفه ای از تغییرات گشتاور است که با تغییرات زاویهٔ روتور، $\Delta\delta$،همفاز است و از آن به نام مؤلفهٔ گشتاور سنکرون کننده[۱] یاد می شود. T_s ،ضریب گشتاور سنکرون کننده است. $T_D \Delta\omega$ مؤلفه ای از تغییرات گشتاور است که با تغییرات سرعت، $\Delta\omega$، همفاز است و از آن به نام مؤلفه گشتاور میرا کننده[۲] یاد می شود . T_D ، نیز ضریب گشتاور میراکننده است .

پایداری سیستم بستگی به وجود هر دو مؤلفهٔ گشتاور برای هر ماشین سنکرون دارد . کمبود گشتاور سنکرون کننده منجر به ناپایداری از طریق رانش غیرنوسانی[۳] زاویهٔ روتور می شود. از طرف دیگر، کمبود گشتاور میراکننده هم منجر به ناپایداری نوسانی[۴] می شود .

به منظورسهولت در امر بررسی پایداری و کسب نگرشی مفید بر طبیعت مسائل پایداری، مناسب است که پدیدهٔ پایداری زاویهٔ روتور را بر حسب دو طبقه بندی ذیل، تقسیم کرد :

۱- Synchronizing Torque

۲ - Damping Torque

۳- Aperiodic Drift

۴ - Oscillatory

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

الف) پایداری اغتشاش کوچک یا سیگنال کوچک[۱] ، توانایی سیستم را برای حفظ حالت سنکرونیزه در اثر اغتشاشهای کوچک نشان می دهد. این اغتشاشها به علت تغییرات کوچک بار و تولید، دائماً اتفاق می افتد. اغتشاشها را می توان به اندازه کافی کوچک به حساب آورد تا اجازهٔ خطی کردن معادلات سیستم را برای بررسی پایداری داشته باشیم. ناپایداری که ممکن است اتفاق بیفتد می تواند به دو صورت باشد: یکی اینکه زاویهٔ روتور به علت کمبود گشتاور سنکرون کننده دائماًافزایش یابد و دیگری حالتی که به علت کمبود توان میراکننده، نوسانهای روتور با دامنهٔ در حال افزایش اتفاق افتد. عکس العمل سیستم رد مقابل اغتشاشهای کوچک، به عوامل چندی از جمله : نقطه کار اولیه، قدرت سیستم انتقال و نوع سیستم کنترل تحریک بستگی دارد. برای ژنراتوری که به طور شعاعی به یک سیستم قدرت بزرگ متصل است، ناپایداری در غیاب تنظیم کننده های خودکار ولتاژ (AVR)[۲] (یعنی با ولتاژ تحریک ثابت)، به علت کمبود گشتاور سنکرون کننده اتفاق می افتد. این مسأله منجر به ناپایداری غیرنوسانی مطابق با شکل ۲-۲ "الف" می شود. با وجود تنظیم کننده خودکار ولتاژ، زمانی سیستم در مقابل اغتشاش کوچک پایدار است که اطمینان حاصل شود نوسانهای سیستم میرایی کافی دارند. ناپایداری معمولاً خود را به صورت نوسانهایی با دامنهٔ در حال افزایش نشان می دهد. شکل ۲-۲ "ب" عکس العملسیستم را با وجود تنظیم کنندهٔ خودکار ولتاژ به تصویر کشیده است .

در سیستمهای قدرت امروزی، پایداری اغتشاش کوچک، عمدتاً به علت کمبود میرایی نوسانها اتفاق می افتد. پایداری انواع نوسانهای زیر مورد توجه است :

* **مُدهای محلی**[۳] **یا مُدهای ماشین** - سیستم که مربوط به نوسانهای واحدهای یک نیروگاه نسبت به بقیهٔ سیستم قدرت است . واژه محلی به این دلیل استفاده می شود که نوسانها به یک نیروگاه یا بخشی کوچک از سیستم قدرت محدود می شود .

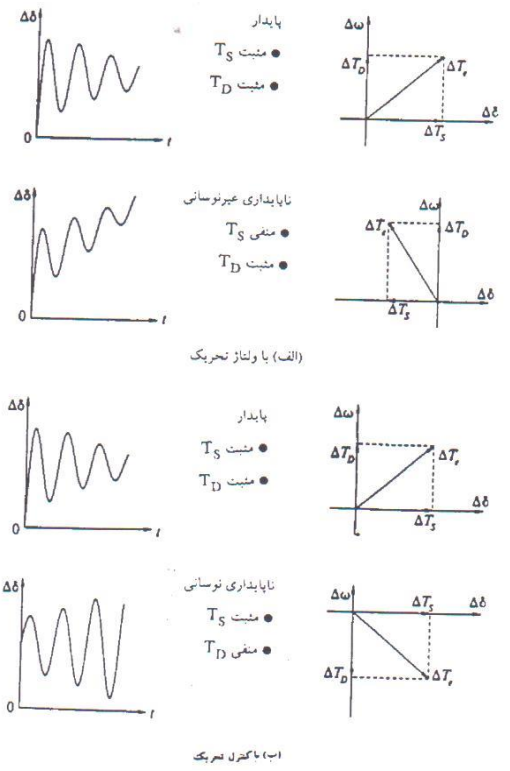
۱- Small Signal

۲- Automatic Voltage Regulator

۳- Local Modes

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

***مُدهای بین ناحیه ای**[۱] که مربوط به نوسانهای تعدادی ماشین سنکرون در یک بخش سیستم نسبت به ماشینهای سنکرون سایر بخشهاست. این مُدها زمانی اتفاق می افتد که دو یا چند بخش که هر بخش از تعدادی ماشین سنکرون کاملاً نزدیک به هم متصل تشکیل شده است ، به وسیلهٔ خطوط ارتباطی ضعیف به هم متصل شده باشند.



شکل ۲-۱- طبیعت پاسخ اغتشاش کوچک

***مدهای کنترلی**[۲] که مربوط به کنترلگرهای نیروگاه و سایر کنترلگرهاست. معمولاً در صورتی که سیستمهای تحریک، گاورنرها، کنوتورهای HVDC و و جبرانگرهای استایکی توان راکتیو (*SVC*)، بد تنظیم شده باشند، ناپایداری این گونه مُدها اتفاق می افتد.

۱- Intercrea Modes
۲- Control Modes

*مُدهای پیچشی[۱] که مربوط به اجزای چرخان روی محور توربین - ژنراتور است . ناپایداری این مُدها ممکن است به علت تأثیر متقابل اجزای مذکور با سیستم تحریک، گاورنر،کنترلگرهای *HVDC* و خطوط انتقالی که با خازن سری جبران شده اند، اتفاق افتد.

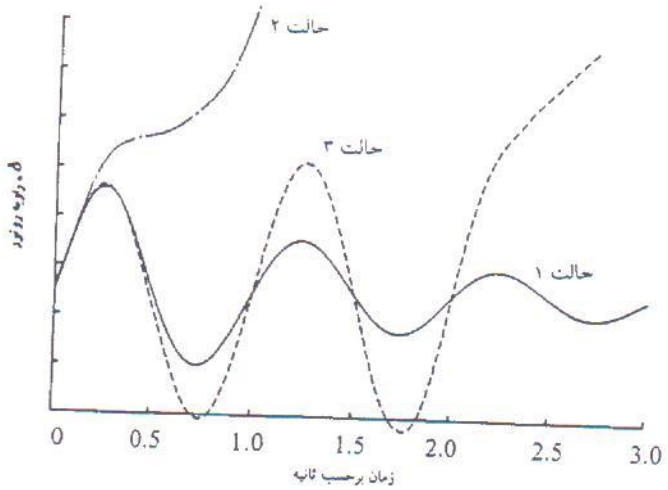
ب) پایداری گذار ، توانایی سیستم را به منظور حفظ حالت سنکرونیزه در اثر بروز یک اغتشاش شدید گذرا نشان می دهد. عکس العمل سیستم ، شامل تغییرات بزرگ زاویهٔ روتور ژنراتو راست و از رابطهٔ غیرخطی توان - زاویهٔ تأثیر می پذیرد. پایداری، هم به نقطهٔ کار اولیهٔ سیستم و هم به شدت اغتشاش بستگی دارد . معمولاً در این حالت، سیستم دستخوش تغییر می شود به گونه ای که نقطهٔ کار حالت ماندگار سیستم بعد از اغتشاش با نقطهٔ کار قبل از اغتشاش متفاوت است .

در سیستم ممکن است اغتشاشهایی با شدت درجات و احتمال وقوع بسیار متفاوت روی دهد. با وجود این ، سیستم به گونه ای طراحی می شود که در مقابل مجموعه ای از پیشامدهای برگزیده، پایدار بماند. عاین پیشامدها،عموماً اتصال کوتاه فاز به زمین، فاز به فاز به زمین و سه فاز است . معمولاً اتصال کوتاه را روی خطوط انتقال فرض می کنند اما گاهی اتصال کوتاه در شین یا ترانسفورمر نیز در نظر گرفته می شود . فرض می شود که به وسیلهٔ کلید زنی لازم، بخشی که تحت تأثیر خطا واقع شده از بقیهٔ سیستم جدا می گردد. در بعضی شرایط، می توان باز بست سریع را فرض کرد .

شکل ۲-۳ رفتار ماشینی سنکرون را در وضعیتهای پایدار و ناپایدار نشان می دهد. این شکل، عکس العمل زاویهٔ روتور را برای یک حالت پایدار و دو حالت ناپایدار نشان می دهد . در حالت پایدار (حالت۱)،زاویهٔ روتور ابتدا افزایش یافته ، به حداکثر خود می رسد و سپس کاهش یافته و با دامنهٔ در حال کاهش به صورت نوسانی در می آید تا اینکه به حالت ماندگار می رسد. در حالت ۲، زاویهٔ روتور به طور پیوسته و یکنوا افزایش می یابد تا اینکه حالت سنکرون از دست برود این شکل ناپایداری موسوم به ناپایداری موسوم به

[۱]- Torsional Modes

ناپایداری اولین نوسان[۱] است و به علت کمبود گشتاور سنکرون کننده ایجاد می شود. در حالت ۳، سیستم ابتدا در اولین نوسان پایدار است اما با افزایش دامنهٔ نوسانها،تدریجاً ناپایدار می شود . این شکل ناپایداری عموماً زمانی اتفاق می افتد که شرایط حالت ماندگار سیستم بعد از خطا، خود از دیدگاه سیگنال کوچک ناپایدار است و لزوماً به علت اغتشاش گذرا اتفاق نمی افتد.



شکل ۲-۲: پاسخ زاویه روتور به یک اغتشاش گذرا

در سیستمهای قدرت بزرگ، ممکن است ناپایداری گذرا همیشه به صورت ناپایداری اولین نوسان بروز نکند بلکه می تواند به علت جمع آثار چندین مُد نوسانی باشد که باعث تغییرات شدید زاویهٔ رتور بعد از اولین نوسان می شود. در مطالعات پایداری گذرا، زمان مطالعه معمولاً محدود به ۳ تا ۵ ثانیه بعد از اغتشاش می شود هر چند که ممکن است برا یسیستمهای بسیار بزرگ با مُدهای نوسانی بین ناحیه ای غالب،این زمان به ۱۰ ثانیه هم برسد.

از واژه پایداری دینامیکی[۲] نیز در آثار چاپ شده به عنوان نوعی از پایداری زاویهٔ رتور یادشده است. با وجود این،نوسیدنگان مختلف از این واژه برای جنبه های متفاوت پدیده استفاده کرده اند. در امریکای شمالی، از

[۱]- First Swing
[۲] - Dynamic Stablilty

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

این واژه به همان معنای پایداری سیگنال کوچک با وجود تجهیزات کنترل خودکار(عمدتاً تنظیم کننده های ولتاژ ژنراتور) در مقابل پایداری بدون وجود این تجهیزات یاد شده است [۱, ۲]. در فرانسه و آلمان، از این واژه به همان معنای پایداری گذار،که در اینجا استفاده شده است یاد گردیده است. از آنجا که استفاده از این واژه ابهامات زیادی را ایجاد کرده، هم *CIGRE* و هم *IEEE* به عدم استفاده از آن توصیه نموده اند [۳, ۴].

۲-۱-۳: پایداری ولتاژ[۱] و فورپاشی ولتاژ[۲]

پایداری ولتاژ عبارت است از توانایی سیستم قدرت برای حفظ ولتاژ ماندگار قابل قبول در تمام شینها سیستم در شرایط عادی عملکرد و بعد از اینکه تحت یک اغتشاش قرار گرفت. زمانی که حضور اغتشاش، افزایش تقاضای بار، یا تغییر در وضعیت سیسیتم باعث افت فزاینده و غیر قابل کنترل در ولتاژ گردد سیستم وارد حالت ناپایداری ولتاژ می شود. دلیل اصلی ناپایداری، عدم توانایی سیستم قدرت درتأمین توان راکتیو مورد تقاضاست. قلب مسألهٔ معمولاً افت ولتاژی است که به هنگام عبور توان حقیقیو راکتیو از راکتانسهای خطوط انتقال ایجاد می گردد [۵ تا۷].

یکی از معیارهای پایداری ولتاژ آن است که در وضعیت کاری خاصی، در هر شین سیستم و در زمانی که توان راکتیو تزریقی به آن شین افزایش می یابد، دامنهٔ ولتاژ نیز افزایش یابد. سیستم، از دید ولتاژ، ناپایدار است اگر حداقل برای یک شین سیستم، افزایش توان راکتیو تزریقی به آن (*Q*)، باعث کاهش دامنهٔ ولتاژ آن (*V*) شود. به عبارت دیگر سیستمی از نظر ولتاژ پایدار است که حساسیت *V-Q* آن برای هر شین مثبت باشد و ناپایدار است اگر این حساسیت[۳] حداقل برای یک شین منفی شود .

افت فزآینده در ولتاژ شین ممکن است به علت از دست رفتن حالت سنکرونیزه و افزایش زاویهٔ روتور نیز صورت پذیرد. به عنوان مثال ، هاز دست دادن تدریجی حالت سنکرونیزه ماشینها، زمانی که زوایای روتور

۱- Voltage Srability

۲- Valtage Collapse

۳ - Sensitivity

بین دو گروه از ماشینها به 180° نزدیک شده یا از آن فراتر رود، منجر به ولتاژهای بسیار پایین در نقطه واسطه ای از شبکه می شود(به فصل سیزدهم،بخش ۱۳-۵-۳ مراجعه کنید). در مقابل،کاهش مدام ولتاژ،که مربوط به ناپایداری ولتاژ است، زمانی اتفاق می افتد که از نظر پایداری زاویهٔ روتور مشکلی وجود نداشته باشد .

اساساً ناپایداری ولتاژ یک پدیدهٔ محلی است. با وجود این، آثار آن ممکن است تأثیر فراگیر داشته باشد. فروپاشی ولتاژ پدیده ای پیچیده تر از ناپایداری سادهٔ ولتاژ است معمولاً اثر رشته ای از حوادث ناپایداری ولتاژ است که منجر به ولتاژ پایین در بخش عمده ای ازسیستم قدرت می شود .

ناپایداری ولتاژ ممکن است به صورتهای مختلفی بروزکند. در ساده ترین شکل، موضوع را می توان با توجه به شبکه ساده شکل ۲-۴ نشان داد [۲]. این شبکه، شامل یک منبع ثابت ولتاژ(E_S) است که برای (Z_{LD}) را از طریق یک امپدانس سری(Z_{LN}) تغذیه می کند. این شبکه نمونه ای از یک سیستم شعاعی است که در آن با یا ناحیه ای از بارها به وسیلهٔ یک خط انتقال از سیستمی بزرگ تغذیه می شود. جریان $\tilde{I}$ در شکل ۲-۴ برابر است با :

$$\tilde{I} = \frac{\widetilde{E_S}}{\widetilde{Z_{LN}}+\widetilde{Z_{LD}}} \qquad (۳-۲)$$

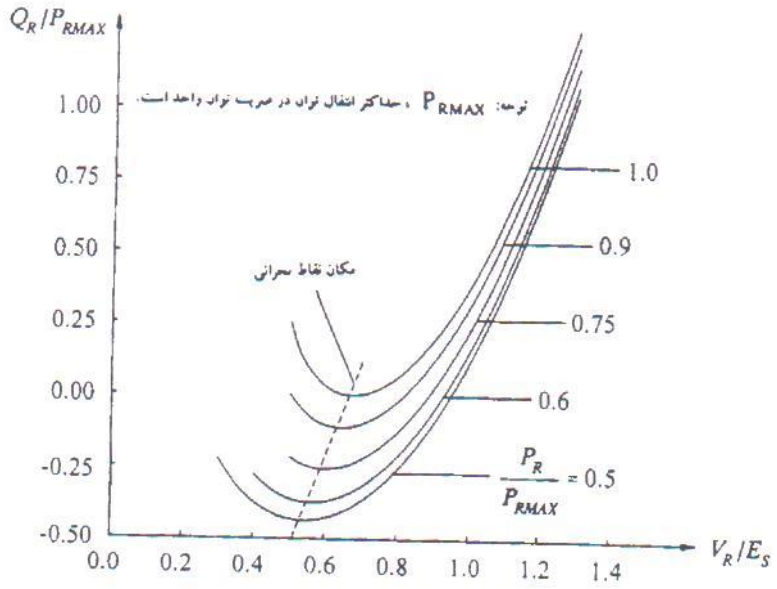
که $\tilde{I}$ و $\widetilde{E_S}$ مقادیر فازوری هستند و داریم :

$$\widetilde{Z_{LN}} = Z_{LN}\angle\theta, \widetilde{Z_{LD}} = Z_{LD}\angle\emptyset$$

در یک سیستم عملی پیچیدهٔ قدرت، عوامل زیادی به فرآیند فروپاشی ولتاژ سیستم در اثر ناپایداری ولتاژ، کمک می کنند؛ از آن جملهٔ می توان قوت[۱] سیستم انتقال،سطوح توانهای انتقالی، مشخصه های بارها،حدود

[۱]-Strengit

توانایی توان راکتیو ژنراتورها و مشخصه های تجهیزات جبرانگر توان راکتیو نام برد. در بعضی حالات،مسأله با عملکرد ناهماهنگ سیستمهای گوناگون حفاظتی و کنترل، ترکیب می شود .



شکل ۲-۳: مشخصه ههای Q_R - V_R مربوط به سیستم

۲-۲: با نسبتهای مختلف P_R/P_{RMAX}

کاربردهای دیگر بررسی پایداری بلند مدت و کوتاه مدت، در خصوص بررسی دینامیکی پایداری ولتاژ است که نیازمند به شبیه سازی تأثیر تغییر دهنده های تپ ترانسفورمرها، حفاظت فوق تحریک[۱] ژنراتورها، حدود منابع توان راکتیو و بارهای ترموستاتی[۲] است. در این حالت، کمتر محتمل است که نوسانهای بین ماشینهای سنکرون ،مهم میباشد. با وجود این ، باید دقت کرد که از بعضی عکس العملهای دینامیکی سریع چشم پوشی نکرد .

در خصوص بررسی پایداری بلند مدت و میان مدت تجربه و مطالعه به صورت محدود انجام گرفته است . همچنان که بر تجربه ها افزوده گردد و روشهای بهبود یافته در خصوص شبیه سازی عکس العملهای دینامیکی کُند و سریع مطرح شود، تمایز بین پایداری میان مدت و بلند مدتاهمیت کمتری پیدا می کند.

[۱] - Overexcitation
[۲] - Thermostatic

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۳: طبقه بندی پایداری

پایداریسیستم قدرت یک مسألهٔ منفرد است اما عملی نیست که آن را بدین صورت مطالعه کرد. همچنان که در بخش قبل مطرح گردید، ناپایداری یک سیستم قدرت می تواند شکلهای مختلفی داشته باشد و از عوامل گوناگونی تأثیر پذیرد. با طبقه بندی مناسب پایداری،می توان بررسی مسائل مربوطه،تشخیص عوامل اصلی سهیم در ناپایداری و ایجاد روشهای بهبود عملکرد پایداری سیستم را تا حد زیادی تسهیل بخشید. این طبقه بندی بر اساس نکات زیر صورت می پذیرد:

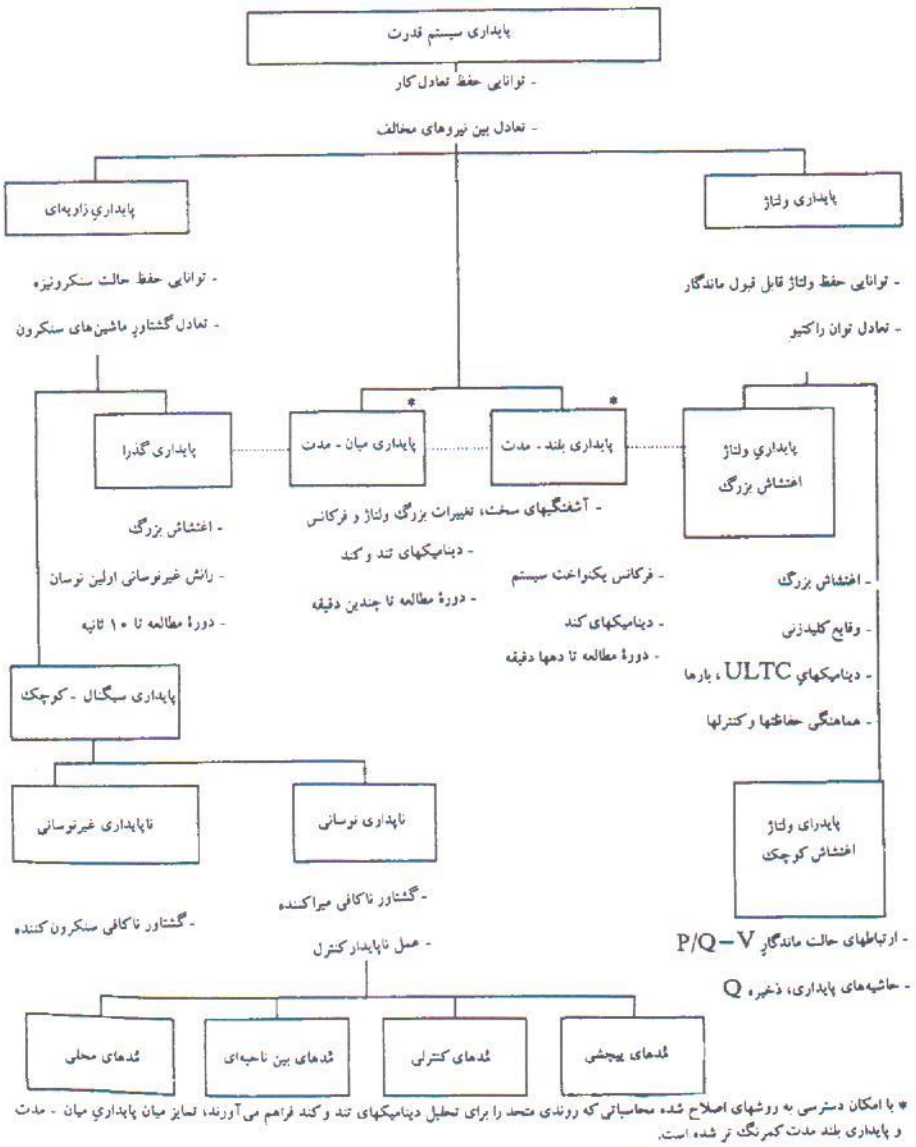
* طبیعت فیزیکی ناپایداری حاصل؛

* اندازه اغتشاش موجود؛

*تجهیزات فرآیندها و محدودهٔ زمانی که برای تعیین پایداری لازم است مورد توجه قرار گیرند؛

*مناسب ترین روش محاسبه و پیش بینی پایداری.

شکل ۲-۹ شکل کلی مسألهٔ پایداری سیستم قدرت را به تصویر کشیده است که در آن با امکان دسترسی به روشهای محاسباتی که روندی متحد را برای تحلیل دینامیکهای تند و کند فراهم می آورند؛ تمایز میان پایداری میان - مدت و پایداری بلند مدت کمرنگ تر شده است .



شکل ۲-۴: طبقه بندی پایداری سیستم قدرت

طبقات و زیر طبقه ها بر اساس آنچه که در بخش قبلی بیان گردید،مشخص شده اند. از بُعد عملی، طبقه بندی بر اساس نکات تنوعی انجام گرفته که مرزبندی مشخص را بین طبقات و تعیین تعاریفی را که دقیق و در عین حال از دید عملی مفید باشند، مشکل می نماید. به عنوان مثال، همیشه نوعی همپوشانی[۱] بین پایداری میان مدت،بلند مدت و پایداری ولتاژ وجود دارد. با مدلسازی مناسب بارها، تغییر دهنده زیر بار تپ ترانسفورمرها و حدود توان راکتیو ژنراتورها،شبیه سازی پایداری میان مدت و بلند مدت،مناسب بررسی

[۱]- Overiap

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دینامیکی پایداری ولتاژ نیز خواهد بود. به طور مشابه، همپوشانی بین پایداری گذرا، میان مدت و بلند مد وجود دارد،بدین صورت که از روشهای محاسباتی مشابه برای پیش بینی عکس العمل غیر خطی زمانی سیستم در مقابل اغتشاشهای بزرگ استفاده می کنند. اگر چه این سه طبقه، مسألهٔ پایداری را از جنبه های مختلف مورد توجه قرار می دهند، از دیدگاه محاسباتی و شبیه سازی ، تعمیمی از دیگری است و مرزبندی مشخص ، مشکل است .

هر چند که طبقه بندی پایداری سیستم قدرت ، وسیلهٔ مؤثر و مناسبی در برخورد با پیچیدگیهای موجود در مسألهٔ است، اما باید همواره پایداری کلی سیستم را مد نظر داشت. حل مسألهٔ پایداری یک طبقه نباید منجر به تأثیر منفی بر پایداری طبقهٔ دیگر شود. این نکته اساسی است که باید تمام جنبه های پدیدهٔ پایداری را مورد توجه قرار داد و هر جنبه را از بیش از یک دیدگاه بررسی کرد. لازمهٔ این امر آن است که انواع روشهای محاسباتی گوناگون ایجاد گردد و از آنها به صورت منطقی استفاده شود. در این صورت است که تا حدی، همپوشانی در پدیدهٔ مورد بررسی، مطلوب است .

۲-۴: مروری بر تاریخچهٔ مسائل پایداری

پچایداری سیستم قدرت، موضوع پیچیده ای است که در طول سالها مورد توجه و بحث مهندسان سیستم قدرت بوده است. مروری بر تاریخچه موضوع به درک بهتر مسائل امروزی پایداری کمک می کند.

پایداری سیستم قدرت ابتدا در سال ۱۹۲۰ میلادی به عنوان یک سألهٔ مهم در سیستم قدرت مطرح گردید [۱۶]. نتایج اولین آزمایشها بر روی سیستمهای با مقیاس کوچک در سال ۱۹۲۴ میلادی ارائه شد [۱۷]. اولین ازمایشهای میدان[۱]، مربوط به پایداری بک سیستم قدرت واقعی رد سال ۱۹۲۵ میلادی انجام پذیرفت [۱۸ و۱۹]. در ابتدا مسائل پایداری مربوط به نیروگاههای آبی می شد که از راه دور و از طریق خطوط انتقالی طولانی، مراکز بار شهری را تغذیه می کردند. به دلایل اقتصادی،این سیستمها را نزدیک به حدود پایداری حالت ماندگار خود مورد بهره برداری قرار می دادند. در بعضی حالات،ناپایداری در حالت بهره

[۱]- Field Tests

برداری ماندگار سیستم اتفاق می افتاد؛ اما اغلب به دنبال خطاهای اتصال کوتاه و سایر اغتشاشهای سیستم، واقع می شد [۲۰]. پایداری سیستم تا حد زیادی از قوت سیستم انتقال،تأثیرمی پذیرفت و ناپایداری به علت کمبود گشتاور سنکرون کننده رخ می داد. سیستمهای رفع خطا کُند بودند و در محدودهٔ ۰/۵ تا ۲/۰ ثانیه (و حتی بیشتر) عمل می کردند.

مدلها و روشهای محاسباتی مورد استفاده، به جهیزات محاسباتی روز پیشرفت در مسألهٔ نظریهٔ پایداری سیستمهای دینامیکی بستگی داشت. با وجود خط کشهای محاسباتی[۱] و ماشینهای حساب[۲] مکانیکی ، مدلها و روشهایمحاسباتی بایستی ساده می بودند. به علاوه، روشهای تصویری از جمله معیار سطوح مساوی[۳] و تصاویر دایره ای[۴] مطرح شده بودند. این روشها برای بررسی سیتمهای ساده که بتوان آنها را به صورت سیستم دو واحدی در نظر گرفت، مناسب بودند. پایداری ماندگار و گذرا به طور جدا مورد مطالعه قرار می گرفتند. پایداری گذرا را به شیب و اوج منحنی توان - زاویه ربط می دادند و این موضوع را که نوسانها میرا می شود، بدیهی می انگاشتند.

بتدریج که سیستمهای قدرت رشد کرد و به هم پیوستن سیتمهای مستقل از دیدگاه اقتصادی جنبهٔ عملی به خود گرفت، پیچیدگی مسائل پایداری، افزایش یافت. اکنون دیگر نمی شد سیستمهای را به صورت دو واحدی مدل کرد. گامی مهم در بهبود روشهای محاسباتی پایداری، با ساخت تحلیلگر شبکه[۵] در سال ۱۹۳۰ میلادی برداشته شد. این وسیلهٔ، در حقیقت مدلی با مقیاس کوچک از یک سیستم قدرت جریان متناوب بود که با استفاده از مقاومتها ،راکتورها و خازنهای قابل تنظیم،شبکه انتقال و بار را مدل می نمود. برای نمایش ژنراتورها ،از منابع ولتاژ با دامنه زاویهٔ قابل تنظیم و اندازه های به منظور اندازه گیری جریان، ولتاژ

۱- Silde Rule

۲ - Calculator

۳- Equal Area

۴ - Circle Diagram

۵- Network Analyzer

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

و توان در سرتاسر شبکه استفاده می شد. این وسیله،امکان مطالعه و بررسی پخش بار[۱] شبکه های چند ماشینه را فراهم می کرد. با وجود این، هنوز می بایست معادلهٔ حرکت با تاب[۲] (نوسان)، با روشهای دستی و با استفاده از انتگرالگیری گام به گام[۳] حل می شد.

آنچه از دیدگاهنظری در دههٔ ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ میلادی انجام پذیرفت.، پایهٔ لازم برای درک مسألهٔ پایداری سیستم قدرت از طرف صنعت گران بنیان گذاشت. در این زمان، دانش مربوط به پایداری سیستم قدرت، به علت مطالعهٔ مربوط به انتقال در طی مسیرهای طولانی، فراهم گردید و از دیدگاه نظری ماشینهای سنکرون مورد توجه نبود. تأکید، بر شبکه بود و ژنراتورها را به صورت منابع ولتاژ به دنبال آن یک راکتانس ثابت و بارها را به صورت امپدانس ثابت مدل می کردند. مشأله ، به دلیل ابار محاسباتی موجود دیکته می شود زیرا این ابزار،برای حل معادلات جبری و نه معادلات دیفرانسیل، مناسب بود .

امکان بهبود پایداری سیستم با استفاده از سیستمهای رفع خطاهای سریعتر و تنظیم کننده های ولتاژ با عملکرد پیوسته و بدون باند راکد[۴] فراهم گردید. منافع یک سیستم تحریک با عکس العمل سریع، در اوایل دههٔ ۱۹۲۰ میلادی به منظور افزایش پایداری حالت ماندگار مطرح گردید. با وجود این ،در ابتدا این محدودهٔ پایداری دینامیکی برای عملکرد معمولی پیشنهاد نمی شد بلکه به عنوان یک حاشیهٔ اضافی در تعیین حدود کاری سیستم، استفاده می شود. با افزایش درک تواناییهای سیستم تحریک با عکس العمل سریع در محدود کردن اولین نوسان ناپایداری گذرا و نیز افزایش حدود انتقال توان حالت ماندگار،استفاده از آنها رواج پیدا کرد. با این همه، استفاده از چنین سیستمهای در بعضی حالات منجر به کاهش میرایی نوسانهای توان گردید . از این رو، ناپایداری نوسانی[۵] به صورت یک مسأله مطرح شد حال آنکه عملاً ناپایداری حالت ماندگار به صورت رانش یکنوای زاویهٔ روتور حذف گردید. این مسائل نیازمند ابزار محاسباتی بهتری بود. بایستی

۱- Power Flow

۲- Swing

۳Step by Step

۴- Dead Band

۵ - Oscillatory Instability

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ماشین سنکرون و سیستم تحریمک با جزئیات بیشتری مدل می شدند و شبیه سازی برای محدودهٔ زمانی طولانی تری صورت می پذیرفت .

در اوایل دههٔ ۱۹۵۰ میلادی،کامپیوترهای آنالوگ برای بررسی مسائلی که نیازمند مدلسازی مشروحتر ماشین سنکرون، سیستم تحریک و گاورنر سرعت بودند، مورد استفاده واقع شدند. چنین شبیه سازیهایی برای مطالعهٔ عمیق تأثیر مشخصه های تجهیزات و نه رفتار کلی سیستم چند ماشینه مناسب بودند. در دههٔ ۱۹۵۰ میلادی، کامپیوترهایی حدود سال ۱۹۵۶ میلادی پیاده شد. مدلهای مورد استفاده دربرنامه های کامپیوتری اولیه مشابه مدلهای مورد استفاده در تحلیلگرهای شبکه بود. بزودی مشخص شد که این کامپیوترها برای مطالعهٔ شبکه از دید اندازه و ابعاد شبکه و امکان مدسازی مشروحترمشخصه های دینامیکی تجهیزات، بر تحلیلگرهای شبکه برتری دارند. اینها وسیله مناسبی برای مطالعهٔ مسائل پایداری سیستمهای به هم پیوسته ای بودند که هبیشتر به صورت سیستمهای مستقل تعمل می کردند.

در دههٔ ۱۹۶۰ میلادی اغلب سیستمهای قدرت موجود در ایالات متحدهٔ امریکا و کانادا به صورت بخشی از دو سیستم به هم پیوسته بزرگ، یکی در شرق و دیگری در غرب درآمد. درسال ۱۹۶۷میلادی، خطوط کم ظرفیت ارتباطی فشارقوی جریان مستقیم، بین سیستمهای شرق و غرب برقرار شد .

در حال حاضر، عملاً سیستمهای قدرت موجود در این دو کشور،یک سیستم بزرگ را تشکیل داده اند. در حالی که به هم پیوستگی سیستمها از دیدگاه بهره برداری اقتصادی و افزایش قابلیت اعتماد از طریق همکاری متقابل،مهم است، از دیدگاه مسائل پایداری، به افزایش پیچیدگی منجر می شودو عواقب ناپایداری را افزایش می دهد. خاموشی کامل در نهم نوامبر سال ۱۹۶۵ میلادی در منطقهٔ شمال شرق این موضوع را کاملاً آشکار ساخت و باعث شد که مسألهٔ پایداری و اهمیت قابلیت اعتماد سیستمهای قدرت از محدودهٔ توجه مهندسان به سطح عموم و مؤسسات استاندارد کشانده شود.

از دههٔ ۱۹۶۰ میلادی،بیشتر تلاش و توجه صنعت به پایداری گذرای سیستم معطوف بوده است. سیستمهای قدرت از دیدگاه معیارهای مربوط به پایداری گذرا طراحی و بهره برداری می شوند. در نتیجه، ابزار اصلی

مطالعه پایداری در طراحی و بهره برداری، برنامهٔ پایداری گذرا بوده است . برنامه های تقدرتمندی تهیه شده که امکان نمایش سیستمهای بسیار بزرگ و مدلسازی مشروح تجهیزات در آنها فراهم آمده است . با پیشرفت روشهای عددی و تکنولوزی کامپیوترهای دیجیتال، این موضوع تا حد زیادی تسهیل شده است. همچنین، پیشرفت زیادی زمینهٔ مدلسازی و آزمایش تجهیزات، بخصوص در مورد ماشینهای سنکرون، سیستمهای تحریک و بار صورت گرفته ؛ بعلاوه بهبود چشمگیری در عملکرد پایداری گذرای سیستم قدرت از طریق استفاده از تجهیزات سریع رفع خطا،سیستمهای تحریک باعکس العمل سریع، خازنهای سری و روشهای خاص تقویت پایداری ،حاصل شده است .

همراه با پیشرفتهای مذکور، تمایل سیستمهای قدرت به ناپایداری نوسانی ،افزایش یافته است. سیستمهای تحریک با عکس العمل سریع هر چند به بهبود پایداری گذرا کمک می کنند، لیکن بر پایداری اغتشاش کوچک مُد محلی نوسانی باکاهش میرایی،تأثیر سوء می گذارند. تأثیر منفی سیستمهای تحریک سریع با کاهش قدرت سیستمهای انتقال نسبت به اندازهٔ واحدهای تولید، باز هم افزایش می یابد چنین مسائلی با استفاده از پایداری سازهای سیستم های قدرت حل شده است (به فصل دوازدهم مراجعه نمایید).

موضوع دیگری که به ناپایداری نوسانی کمک می کند تشکیل، و در نتیجه رشد به هم پیوستگی بین سیستمهای قدرت، گروه های بزرگی از ماشینهای نزدیک به هم متصل است که از طریق خطوط ارتباطی ضعیف به هم متصل شده باشند. در توانهای انتقالی زیاد، چنین سیستمهایی مُدهای موضوع مهمی شده است.

وضعیت موجود در برنامه ریزی و بهره برداری سیستمهای قدرت منجر به انواع جدیدی از مسائل پایداری شده است. مسائل مالی و شرایط استاندارد باعث شده شرکتهای تولید کننده برق، سیستمهای قدرت را با افزونگی کمتری بسازند و آنها را نزدیکتر به حدود پایداری گذرا مورد بهره برداری قرار دهند. به هم پیوستنها با استفاده از تکنولوژی هایجدید و از جمله سیستم انتقال فشار قوی جریان مستقیم چند پایانه ای،همچنین در حال رشد است. علاوه بر این استفاده وسیعتری از خازنهای موازی صورت می پذیرد ترکیب و مشخصه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

های بارها تغییر می کند. این موضوعها باعث شده تا در مشخصه های دینامیکی سیستمهای مدت قدرت ،تغییرات فراوانی صورت پذیرد. مُدهای ناپایداری پیچیدگی روز افزونی پیا می کنند و بررسی آنها نیازمند توجه جامع به جنبه های مختلف پایداری سیستم است . بخصوص ناپایداری ولتاژ و نوسانهای فرکانس کم بین ناحیه ای ،نسبت به گذشته نیازمند توجه بیشتری است. در حالی که بیشتر این مسائل در شرایط و موقعیت های خاصی اتفاق می افتاد، اکنون تقریباً در همه جا رایج شده است . نیاز به بررسی عکس العمل دینامیکی بلند مدت سیستم به دنبال وقوع آشفتگی های شدید در سیستم و اطمینان از هماهنگی صحیح بین سیستمهای کنترلی و حفاظتی نیز مورد توجه قرار گرفته است .

درسالهای اخیر تحقیقات و پیشرفتهای بسیاری انجام شده که به درک بهتر جنبه های فیزیکی مسائل جدید پایداری و نیز ایجاد ابزار محاسباتی لازم برای بررسی و طراحی بهتر سیستم، کمک نماید. پیشرفت در زمینهٔ نظری سیستمهای کنترل و روشهای عددی، تأثیر شگرفی بر این کار گذاشته است. فصولی که به دنبال می آید این پیشرفتها را مطرح می نماید و بررسی جامعی از موضوع پایداری سیستمهای قدرت را ارائه می دهد.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل سوم:

نظریه و مدلسازی ماشینهای سنکرون

۳-۱: نظریه و مدلسازی ماشینهای سنکرون

ژنراتورهای سنکرون، منابع عمدهٔ تأمین انرژی الکتریکی در سیستمهای قدرت هستند. بارهای بزرگ زیادی به وسیلهٔ موتورهای سنکرون به حرکت در می آیند. گاهی زا کندانسورهیا سنکرون به عنوان وسیلهٔ تأمین توان راکتیو و کنترل ولتاژ استفاده می شود. اساس کار این تجهیزات مشابه هم است و درمجموع از آنها به نام ماشینهای سنکرون یاد می شود . همچنان که در فصل دوم مطرح شد، مسألهٔ پایداری سیستم قدرت به طور عمده،حفظ حالت سنکرونیزه بین ماشینهای سنکرون به هم پیوسته است. از این رو، درک مشخص و مدلسازی دقیق عکس العمل دینامیکی آنها،اهمیت زیادی در مطالعه پایداری سیستمهای قدرت دارد . مدلسازی و بررسی ماشینهای سنکرون همیشه مورد توجه بوده است. دربارهٔ این مسأله در دههٔ ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ میلادی کار زیادی انجاد پذیرفت [۱, ۲, ۳] و حتی در سالهای اخیر مورد بررسی واقع شده است [۴ تا ۹]. همچنین نظریه و عکس العمل ماشینهای سنکرون در بعضی کتب بیان شده است [۱۰ تا ۱۴]. در این فصل ، مدل ریاضی یک ماشین سنکرون به طور مشروح و عملکرد حالت ماندگار و گذرای آن به طورخلاصه، مورد بحث قرار می گیرد .

* برای خطوط هوایی،fkm / ۱۰۰۰۰>۱(۱۷۰ کیلومتر در ۶۰ هرتز) باشد؛

*برای کابلهای زیر زمینیfkm / ۳۰۰۰> (۵۰ کیلومتر رد ۶۰ هرتز) باشد.

۳-۲: طبقه بندی طول خط

بر اساستقریبهای استفاده شده در مدلسازی خطوط، می توان آنها را از دیدگاه طولی،طبقه بندی نمود:

الف) خطوط کوتاه: خطوطی هستند که طول آنها کمتر از ۸۰ کیلومتر (۵۰مایل) است و می توان از خازن موازی آنها چشمپوشی کرد و آنها را فقط با امپدانس سری خود مدل کرد .

ب) خطوط متوسط: خطوطی هستند که طول آنها بین ۸۰ تا ۲۰۰ کیلومتر ت(۱۲۵مایل) است و آنها را می توان با مدار معادل π اسمی مدل کرد .

ج)خطوط بلند: خطوطی هستند که طول آنها از ۲۰۰ کیلومتر بیشتر کرد. برای چنین خطوطی، تأثیر پراکندگی پارامترهای خط چمشگیر است و لازم است آنها را با مدار معادل π مدل کرد. راه دیگر آن است که خط را به پاره خطهای کوچکتر متوالی تشبیه کرد و برای هر پاره خط از مدار معادل π اسمی استفاده کرد.

WikiPower.ir

۳-۳: پارامترهاینوعی

الف) خطوط هوایی

در جدول ۶-۱ نمونه ای از پارامترهای خطوط هوایی در بازۀ ولتاژ اسمی بین ۲۳۰ تا ۱۱۰۰ کیلو ولت داده شده است . مشاهده می شود که امپدانس ضربه ای خطوط فشار بسیار قوی (EHV)[۱] و فشار فوق العاده قوی (UHV)[۲] در بازۀ ۲۳۰ تا ۲۹۰ اهم قرار دارد. عملاً مقدارβ برای تمام یکسان است. این موضوع قابل انتظار است زیاد که $\sqrt{LC}$ ، سرعت انتشار امواج الکترو مغناطیسی است که در خطوط هوایی، مقدار آن

[۱]-Extra High Voltage

[۲]- Ultra High Voltage

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

کمی کمتر از سرعت نور (۳۰۰۰۰۰km/s) است . در فرکانس ۶۰ هرتز،β تقریباً مساوی ۳- rad/km ۱/۲۷×۱۰ است . طول موج مربوطه ($\lambda = 2\pi/\beta$) تقریباً مساوی ۵۰۰۰km است.

فصل چهارم:

سیستمهای تحریک

WikiPower.ir

۴-۱: سیستمهای تحریک

وظیفهٔ اصلی سیستم تحریک،تأمین جریان مستقیم سیم پیچ تحریک ماشین سنکرون است. بعلاوه،سیستم تحریک، با کنترل ولتاژز تحریک،با کنترل ولتاژ تحریک (و در نتیجه جریان تحریک)، وظائف کنترل و حفاظت را که در عملکرد مناسب یک سیستم قدرت مهم است، اجرا می کند. وظایف کنترل، شامل کنترل ولتاژ و توان انتقالی راکتیو و تقویت پایداری سیستم است . توابع حفاظتی این اطمینان را فراهم می آورد که از حدود توانایی ماشین سنکرون، سیستم تحریک و دیگر تجهیزات تجاوز نشده باشد .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در این فصل مشخصه ها و مدلسازی انواع گوناگون سیستمهای تحریک بیان می گردد. ضمناً معیارهای عملکرد دینامیکی مورد بحث قرار می گیرد و تعاریفی در خصوص واژه های مورد استفاده در شناسایی و مشخصه های مورد نیاز سیستم تحریک مطرح می شود . این موضوع در چندین گزارش IEEE مطرح شده است [۱ تا۸]. این اطلاعات مبنای مناسبی برای شرکتها،سازندگان و تحلیلگران سیستم است که با اصطلاحات مشترک،مدلهای استاندارد و روشهای شناسایی مشخصه های و آزمایشهای مربوط به آن سرو کار دارند . مدلها و واژه های مورد استفاده در این فصل به طور عمده بر این گزارشها منطبق است .

۴-۲: نکات مربوط به سیستم تحریک

وظایف سیستم تحریک با توجه به ملاحظات مربوط به ژنراتور سنکرون و سیستم قدرت تعیین می شود [۶ و۹].

۴-۲-۱: ملاحظات مربوط به ژنراتور

وظیفهٔ اصلی سیستم تحریک آن است که به منظور ثابت نگه داشتن ولتاژ پایانهٔ ماشین هنگام تغییر خروجی، جریان تحریک ماشین سنکرون را در محدودهٔ ظرفیت پیوستهٔ ژنراتور،تأمین و به طور خودکار تنظیم نماید. این وظیفه را می توان با استفاده از منحنیهای V شکل ژنراتور (شکل ۵-۱۹ از فصل پنجم) مجسم کرد هنگامی که ظرفیت نامی توان حالت ماندگار تعیین می شود، باید حاشیهٔ اطمینانی برای تغییرات دما،خرابی اجزا، اضافه بار در حالت اضطراری و غیره به حساب آید. معمولاً ظرفیت سیستم تحریک حدود ۲/۵ تا ۳/۵ کیلو وات به ازای هر مگاوات ظرفیت ژنراتور است .

علاوه بر این باید سیستم تحریک قادر باشد با تنظیم تحریک منطبق با تواناییهای لحظه ای و کوتاه مدت ژنراتور،در مقابل اغتشاشهای گذرا عکس العمل نشان دهد . تواناییهای ژنراتور دراین مورد با چندین عامل محدود می شود: شکست عایقی روتور ناشی از ولتاژ تحریک قوی، گرم شدن روتور به علت عبور جریان شدید تحریک، گرم شدن استاتور ناشی از عبور جریان شدید بار آمیچر،گرم شدن انتهای هسته هنگام عملکرد زیر تحریک و گرم شدن ناشی از شار بیش از حد (ولت بر هرتز). حدود گرمایی، مشخصه هایی

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

وابسته به زمان دارند و قابلیت کوتاه مدت ژنراتور ممکن است بین ۱۵ تا ۶۰ ثانیه باشد . به منظور اطمینان از استفادهٔ حداکثر از سیستم تحریک، این سیستم باید قادر باشد با به کارگیری مناسب و کامل از قابلیتهای کوتاه مدت ژنراتور و بدون انحراف و محدوده های مجاز، نیازهای سیستم را بر آورده سازد .

۴-۲-۲: ملاحظات مربوط به سیستم قدرت

از دیدگاه سیستم قدرت، باید سیستم تحریک به کنترل مؤثر ولتاژ و تقویت پایداری شبکه کمک نماید. این سیستم باید قادر باشد به منظور تقویت پایداری گذرا سریعاً به اغتشاش پاسخ دهد و به منظور تقویت پایداری اغتشاش کوچک،به تحریک ژنراتور،سیگنال مناسب را اعمال نماید.

از نظر تاریخی ،وظیفه و نقش سیستم تحریک در تقویت عملکرد سیستم قدرت همواره فزونی داشته است . سیستمهای تحریک اولیه برای تأمین ولتاژ مناسب پایانهٔ ژنراتور و بارگذاری توان راکتیو به طور دستی کنترل می شدند. زمانی که کنترل ولتاژ به صورت خودکار در آمد، این سیستمها بسیار کند بودند و عملاً نقش یک اپراتور را بازی می کردند. اوایل دههٔ ۱۹۲۰ میلادی،امکان بالقوهٔ بهبود پایداری گذرا و اغتشاش کوچک سیستم با استفاده از تنظیم کننده های پیوسته و سریع تشخیص داده شد. توجه بیشتری به طراحی این سیستمها معطوف گردید و تحریک کننده و تنظیم کننده های ولتاژ با عکس العمل سریع تر به صنعت وارد شد. از آن تاریخ،سیستمهای تحریک،پیوسته رشد و تکامل داشته اند. در اوایل دههٔ ۱۹۶۰ میلادی با اعمال سیگنالهای کمکی پایه سازی (علاوه بر سیگنال خطای ولتاژ) به ورودی آن به منظور کنترل ولتاژ تحریک و میرا کردن نوسانهای سیستم، نقش مهمتری به سیستمهای تحریک داده شد. این بخش از کنترل سیستم تحریک به پایدارساز سیستم قدرت[۱] موسوم است. سیستمهای مدرن تحریک عملاً قادرند به صورت لحظه ای عکس العمل نشان دهند و دارای ولتاژهای سقفی[۲]بالایی هستند. استفاده از ترکیب قابلیت سرعت و حد بالای سیستم تحریک و نیز سیگنالهای کمکی پایه ساز، به تقویت عملکرد کلی دینامیکی سیستم کمک زیادی می نماید.

۱- Power System Stablilzer

۲- Celiing Valtage

این موضوع به طور مشروح در فصول ۱۲، ۱۳ و ۱۷ مطرح خواهد شد.

برای اجرای شایستهٔ وظایف فوق، در سیستم تحریک باید نکات زیر رعایت شود:

* معیارهای عملکرد را ارضا کند .

* با استفاده از توابع محدود کننده و حفاظتی، از آسیب به خود،ژنراتور و دیگر تجهیزات جلوگیری نماید .

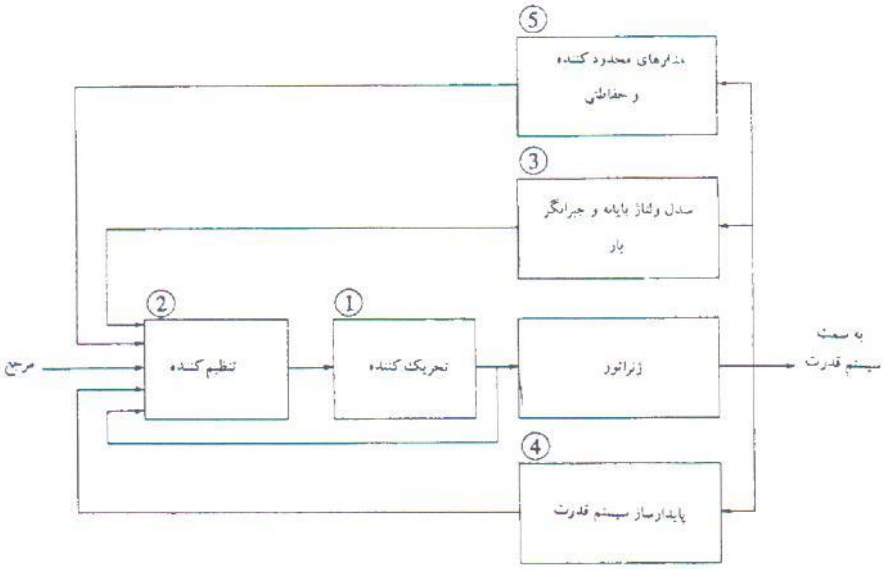
* جهت انعطاف در بهره برداری نکات لازم را رعایت نماید.

* با در نظر گرفتن افزونگی[1] لازم و تشخیص داخلی خطا و قابلیت جداسازی،قابلیت اعتماد و امکان دسترسی مطلوب را فراهم آورد .

۴-۳: اجزاء سیستم تحریک

شکل ۸-۱ نمودار بلوکی یک نمونه سیستم کنترل تحریک را برای ژنراتورهای سنکرون بزرگ نشانمی دهد.

در اینجا شرح مختصری از هر بلوک شکل بیان می شود :



شکل ۴-۱ نمودار بلوکی تابعی سیستم کنترل تحریک ژنراتور سنکرون

[1]- Redundancy

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱. تحریک کننده[۱] : تأمین کننده توان جریان مستقیم مورد نیاز سیم پیچ تحریک ماشین سنکرون است و بخش توان سیستم تحریک را تشکیل می دهد.

۲. تنظیم کننده[۲] : سیگنالهیا ورودی را به سطح و شکلی که برای کنترل تحریک کننده، مناسب است، تقویت و پردازش می نماید . این بلوک عملاً شامل تنظیم تکننده و نیز توابع پایدار ساز سیستم تحریک (به صورت سیگنال فقیدبک[۳] یا جبرانگرهای پیش- پس فاز[۴]) است.

۳. مبدل[۵] **ولتاژ پایانه و جبرانگر بار**[۶]: ولتاژ پایانهٔ ماشین را اندازه گیری و یکسوسازی کرده ، آن را به کمیت جریان مستقیم تبدیل می کند و سپس با مرجعی که نشاندهندهٔ ولتاز مطلوب پایانه است مقایسه می نماید. بعلاوه،اگر خواستار آن باشیم که ولتاژ را در نقطه ای که از نظر الکتریکی از پایانهٔ ژنراتور دور است (مثلاً ترانسفورمر بالا برنده)،ثابت نگه داریم،این بلوک دارای جبرانگر بار نیز خواهد بود .

۴. پایه ساز سیستم قدرت[۷] : تأمین کنندهٔ سیگنال ورودی اضافی به تنظیم کنند، ولتاژ، برای میرا کردن نوسانهای سیستم قدرت است. سیگنالهای ورودی مرسوم شامل انحراف سرعت روتور،توان شتاب دهنده و انحراف فرکانس است.

۵. مدارهای محدود کننده و حفاظتی : شامل مجموعه ای وسیع از توابع کنترلی و حفاظتی برای اطمینان از ایت موضوع است که از حدود توانایی تحریک کننده و ژنراتور تجاوز نشود. بعضی از توابع مرسوم شامل محدود کنندهٔ جریان تحریک ، محدود کنندهٔ حداکثر تحریک، محدود کنندهٔ ولتاژ پایانه،تنظیم کننده و سیستم حفاظتی ولت بر هرتز و محدود کنندهٔ حداکثر زیر تحریک است. معمولاً این توابع شامل مدارهای مشخصی هستند و سیگنالهای خروجی آنها را می توان در محلهای مختلف به صورت جمع کننده

۱- Exciter
۲-Regulator
۳-Feedback
۴- Lead - lag Compensation
۵- Transducer
۶- Load Compensator
۷-Power System Stabilizer

به سیستم تحریک اعمال کرد . به منظور سهولت در شکل ۸-۱ ،این مجموعه در یک بلوک جای داده شده اند.

۴-۴: انواع سیستم تحریک

در طول دورهٔ تکامل، سیستمهای تحریک شکلهای مختلفی به خود گرفته اند . بر اساس منبع توان تحریک، این سیستمها را می توان به سه طبقه عمده تقسیم کرد [۴ و۸]

* سیستمهای تحریک جریان مستقیم؛

*سیستمهای تحریک جریان متناوب؛

*سیستمهای تحریک استاتیکی ؛

در این بخش مروری بر طبقه بندیهای فوق،صورتهای مختلفی که در هر طبقه وجود دارد و ساختار کلی آنها خواهیم داشت. جزئیات مربوط به توابع مختلف تنظیم کننده و حفاظتی،که اغلب در سیستمهای تحریک وجود دارد، در بخش ۸-۵ مطرح خواهد شد .

۴-۴-۱: سیستمهای تحریک جریان مستقیم

سیستمهای تحریک از این نوع، از ژنراتورهای جریان مستقیم به عنوان منبع توان تحریک استفادهمی کنند که از طریق جاروبکها،جریان مورد نیاز تحریک ژنراتور را فراهم می کنند. تحریک کننده، ممکن است به وسیلهٔ یک موتور و یا محور ژنراتور چرخانده شود و ممکن است خود تحریک مستقل،تحریک آن از طریق یک تحریک کنندهٔ کمکی[۱]، که دارای میدان مغناطیسی دائم[۲] است، تأمین می شود .

سیستمهای تحریک جریان مستقیم،سیستمهای اولیه ای بودند که از دههٔ ۱۹۶۰ میلادی این سیستمها با سیستمهای تحریک جریان متناوب جایگزین شدند. تنظیم کننده های ولتاژ چنین سیستمهایی ممکن است از انواع اولیه رئوستایی غیرپیوسته(گسسته و مرحله ای) تا انواع جدیدتری باشد که از چندین مرحله

[۱]- Pilot Exciter

[۲]- Per manent Maget

تقویت کنندهٔ مغناطیسی[۱] و چرخان[۲] استفاده کنند [۱۰و ۱۱]. این سیستمها رفته رفته از صحنهٔ نیروگاهها حذف می شوند و اکنون اغلب آنها جای خود را به سیستمهای تحریک جریان متناوب یا استاتیکی داده اند. در بعضی حالات فقط بخش تنظیم کننده های ولتاژ آنها با انواع جدیدتری از نوع الکترونیکی نیمه رسانا،جایگزین شده اند. از آنجا که هنوز بسیاری از این سیستمهای مشغول به کار هستند،باید به طور مناسب در مطالعات پایداری مدل شوند.

در شکل ۸-۲ نموداری ساده از یک نمونهٔ سیستم تحریک جریان مستقیم که از تنظیم کننده ولتاژ دین استفاده می کند، نشان داده شده که از یک تحریک کنندهٔ کمو تاتوری جریان مستقیم تشکیل شده که جریان مستقیم مورد نیاز تحریک ژنراتور اصلی را از طریق جاروبکها تأمین می نماید. تحریک این تحریک کننده، به وسیلهٔ آمپلی دین کنترل می شود .

آمپلی دین نوع خاصی از طبقه کلی تقویت کننده های چرخان به نام متادین[۳] است [۱۱ و ۱۲]. آمپلی دین نوعی ماشین جریان مستقیم و دارای دو مجموعه زغال است که با یکدیگر ۹۰° الکتریکی اختلاف موقعیت دارند . یک مجموعه از زغالها روی محور طولی و مجموعهٔ دیگر روی محور عرضی قرار دارد. سیم پیچهای کنترل تحریک روی محور d واقع هستند . یکسیم پیچ جبرانگر به طور سری با بار محور طولی قرار دارد که شاری مساوی و مخالف با شار جریان آرمیچر محور طولی ایجاد می کند و به این ترتیب اثر فیدیک منفی[۴]،عکس العمل آرمیچر را خنثی می کند. زغالهای موجود روی محور q ایجاد کند. میدان مغناطیسی اصلی به وسیلهٔ جریان محور q ایجاد می شود و توان مورد نیاز برای حفظ جریان محور q به طور مکانیکی از طریق موتوری که آن را می چرخاند،تأمین می شود،در نتیجه ،آمپلی دین، تقویت کننده ای با تقویت توان حدود ۱۰۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ و ثابت زمانی در حدود ۰/۰۲ تا ۰/۲۵ ثانیه است .

---

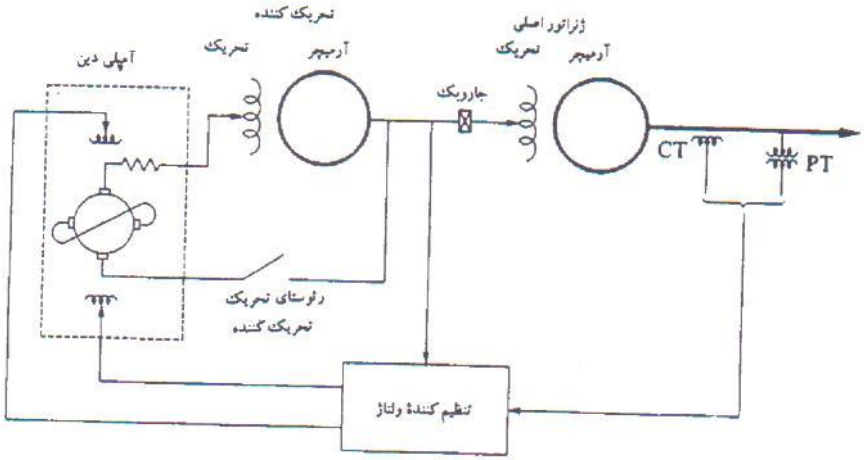
۱ - Magnetic Amplifler

۲- Rotating Amplifler

۳- Metadyne

۴- Negative Feedback

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴-۲ سیستم تحریک DC با تنظیم کنندهٔ ولتاژ آمپلی دین

در سیستم تحریک شکل ۸-۲، آمپلی دین در یک طرح تقویتی، تغییرات افزایشی تحریک کننده را فراهم می کند. بقیهٔ تحریک مورد نیاز تحریک کننده با استفاده از خروجی آن به صورت خود تحریک تأمین می شود. اگر تقویت کننده آمپلی دین از مدار خارج شود، تحریک تحریک کننده را می توان روی کنترل دستی قرار داد و با استفاده از تنظیم رئوستای تحریک، آن را تغییر داد .

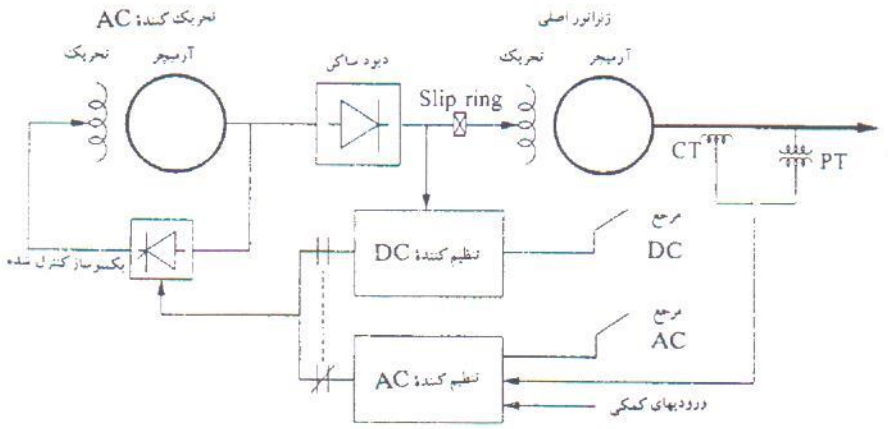
۴-۲-۲: سیستمهای تحریک جریان متناوب

سیستمهای تحریک از این نوع، از ژنراتورهای جریان متناوب برای تأمین تحریک مورد نیاز ژنراتور اصلی استفاده می کنند. معمولاً تحریک کننده، روی همان محور اصلی توربوژنراتور قرار دارد. خروجی جریان متناوب تحریک کننده های با و یا بدون کنترل، یکسوسازی شده تا جریان مستقیم مورد نیاز تحریک ژنراتور فراهم شود. یکسو کننده ها ممکن است ساکن یا چرخان باشند. سیستمهای اولیه تحریک جریان متناوب از ترکیبی از تقویت کننده های مغناطیسی و چرخان به عنوان تنظیم کننده استفاده یم کردند [۱۱]. اغلب سیستمهای جدید از تقویت کننده های الکترونیکی استفاده می کنند.

بدین ترتیب مشاهده می شود که ممکن است سیستمهای تحریک جریان متناوب بسته به ترکیب یکسو سازها، روش کنترل خروجی تحریک کننده و نیز منبع تحریک کننده صورتهای مختلفی به خود بگیرند[۱۳ تا۱۷]. در اینجا شرحی بر انواع مختلف مرسوم این سیستمها خواهیم داشت .

الف)سیستمهای با یکسوساز ساکن

اگر یکسوسازهای ساکن باشند، خروجی جریان مستقیم آنها از طریق جاروبکها به سیم پیچ تحریک ژنراتور اصلی اعمال می شود. در صورتی که از یکسوسازی بدون کنترل استفاده شود،تنظیم کننده،تحریکِ تحریک کنندهٔ جریان متناوب را کنترل می کند که آن نیز به نوبهٔ خود، ولتاژ خروجی تحریک کننده را کنترل می نماید.نموداری از چنین سیستم تحریکی در شکل ۸-۳ نشان داده شده است. در این سیستم که نشان دهندهٔ سیستمهای تحریک آلترکس[۱] از جی ای سی[۲] است [۱۴]،تحریک کننده به وسیلهٔ روتور ژنراتور اصلی چرخانده می شود. در اینجا تحریک کننده به صورت خود تحریک عمل می کند و توان تحریک آن از طریق یکسوسازهای تریستوری تأمین می شود. تنظیم کنندهٔ ولتاژ، توان مودر نیاز خود را زا طریق ولتاژ خروجی تحریک کننده تأمین می نماید. نوع دیگری از همین سیستم از یک تحریک کنندهٔ کمکی برای تأمین توان تحریک کنندهٔ اصلی استفاده می کند.



شکل ۴-۳ سیستم تحریک از نوع یکسوساز آلترناتوری با تحریک کنترل شده

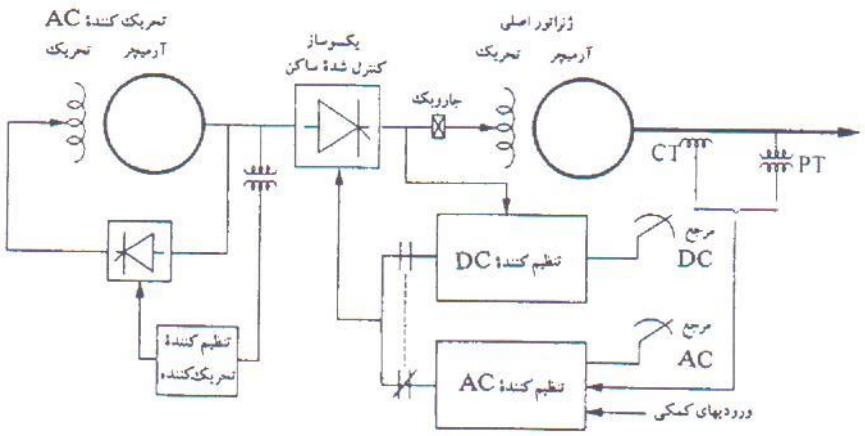
در صورتی که از یکسوسازی (تریستوری) قابل کنترل استفاده شود، تنظیم کننده به طور مستقیم،کنترل ولتاژ جریان مستقیم خروجی تحریک کننده را به عهده می گیرد. نموداری از این نوع، رد شکل ۸-۴ نشان

[۱]- ALTEREX

[۲]- General Electric Company

داده شده که مربوط به نوع آلتی رکس[۱] از جی ای سی است [۱۷]. تنظیم کنندهٔ ولتاژ، نقطهٔ آتش تریستورها را کنترل می کند. تحریک کننده خود تحریک می کند. از آنجا که تریستورها به طور مستقیم خروجی تحریک کننده را کنترل می نمایند، عملاً این سیستم عکس العمل اولیه سریعی (پاسخ زمانی کوتاه) دارد

.



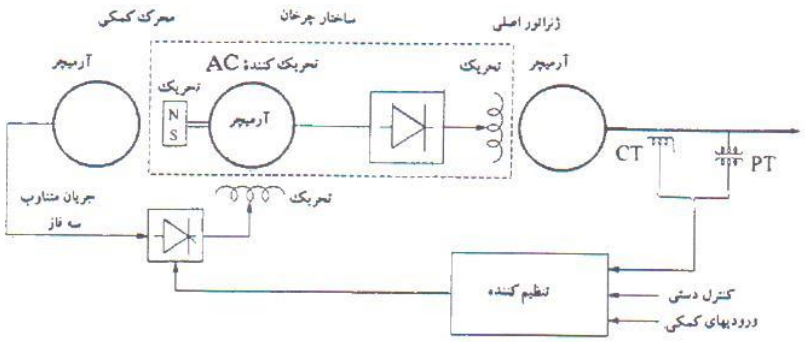
شکل ۴-۴ سیستم تحریک تغذیه آلترناتوری با یکسوساز کنترل شده

مطابق با دو شکل ۸-۳ و ۸-۴، در هر شکل دو مُد تنظیم وجود دارد : ۱) تنظیم کنندهٔ جریان متناوب که به طور خودکار ولتاژ پایانهٔ استاتور اصلی را در مقدار مطلوب که مطابق با مقدار مبنای جریان متناوب است،حفظ می کند و ۲) تنظیم کنندهٔ جریان مستقیم که ولتاژ تحریک ژنراتور را در مقدار مطلوب، که مطابق با مقدار مبنای جریان مستقیم است، حفظ یم نماید. تنظیم کنندهٔ جریان مستقیم یا حالت کنترل دستی برای مواقعی است که تنظیم کنندهٔ جریان متناوب جریان است و یا لازم است از کار انداخته شود. تنظیم کنندهٔ جریان متناوب امکان اعمال سیگنالهای اضافی را فراهم می سازد که می توانند وظایف کنترلی و حفاظتی را انجام دهند. این موضوع در بخش ۸-۵ مطرح خواهد شد.

ب)سیستمهای با یکسو چرخان

[۱]- ALTHTREX

در صورتی که یکسوسازها،چرخان باشندنیاز به جاروبکها یا زغال حذف می شود و خروجی جریان مستقیم تحریک کننده به طور مستقیم به تحریکگ ژنراتور اصلی اعمال می شود. مطابق با شکل ۸-۵، در این حالت آرمیچر تحریک کنندهٔ جریان متناوب و یکسوسازهای دیودی با تحریک ژنراتور اصل می چرخند. یک تحریک کنندهٔ کمکی جریان متناوب که دارای روتور مغناطیس دائم آهنربای NS در شکل ۸-۵ است، به همراه آرمیچر تحریک کننده و یکسوسازهای دیودی می چرخد. خروجی یکسوسازی شدهٔ استاتور تحریک کنندهٔ کمکی، تحریک ساکن تحریک کنندهٔ جریان متناوب را تغذیه می کند. تنظیم کنندهٔ ولتاژ، تحریکِ تحریک کنندهٔ جریان متناوب را کنترل می کند که آن نیز به نوبهٔ خود تحریک ژنراتور اصلی را کنترل می نماید .



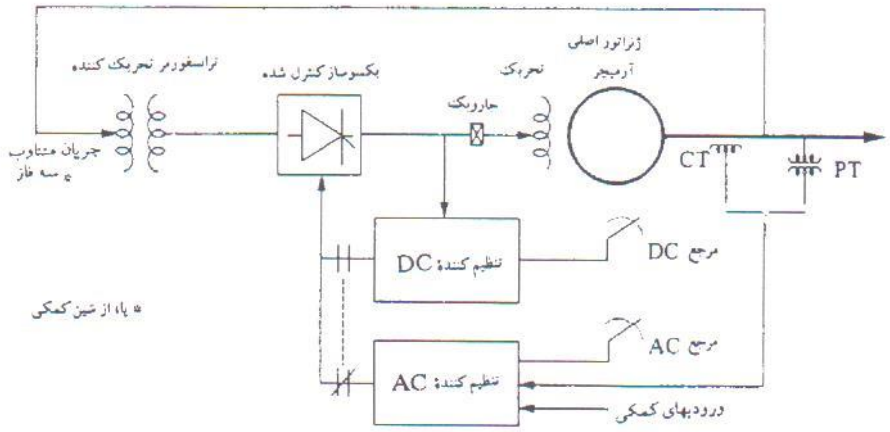
شکل ۴-۵ سیستم تحریک بدون جاروبک

چنین سیستمی به سیستم تحریک بدون زغال[۱]موسوم است . این سیستم بدین منظور ابداع شد که از مسائلی که در اثر استفاده از زغال هنگام تأمین جریانهای شدید تحریک ژنراتورهای بسیار بزرگ (به عنوان مثال توان مورد نیاز تحریک یک ژنراتور ۶۰۰ مگاواتی، حدود یک مگاوات است) ایجاد می شود، اجتناب گردد. اما در صورتی که جاروبکها و زغالها به طور صحیح و مرتب تعمیر و نگهداری شوند مسألهٔ مهمی در این خصوص اتفاق نمی افتد. از این رو سیستمهای تحریک جریان متناوب با و یا بدون زغال هر دو خوب عمل کرده اند .

[۱]- Brushless Excitation System

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

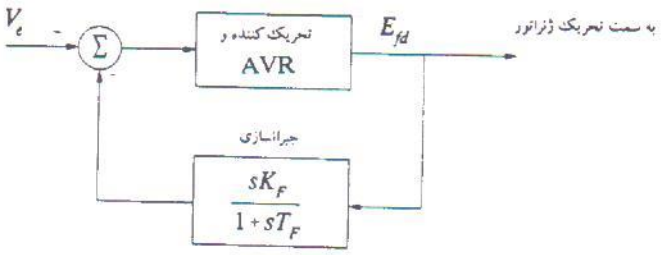
سقف تحریک کننده کاهش می یابد . این محدودیت تا حد زیادی به وسیلهٔ عکس العمل عملاً لحظه ای و توانایی بالای تحریک اجباری آن بعد از اغتشاشها،جبران می شود[۱۸و ۱۹]. بعلاوه سیستم،گران نیست و براحتی قابل تعمیر و نگهداری است . برای ژنراتورهایی که به یک سیستم بزرگ قدرت متصلند،چنین سیستمهای تحریکی،عملکرد مطلوبی از خود نشان می دهند[۱۸]. روشهای ترکیبی که شرح داده خواهد شد،معمولاً در چنین حالاتی استفاده نمی شود، بلکه بیشتر برای ژنراتورهایی است که توان را مستقیماً به شبکه های کوچک صنعتی عرضه می کنند و دارای سیستمهای کُند رفع خطا هستند .



شکل ۴-۶ سیستم تحریک منبع ولتاژ با یکسوساز کنترل شده

به عنوان نمونه سیستم تحریک سی جی اس ، سیستم تحریک نوع پی اس شرکت و ستینگهاوس، سیستم تحریک استاتیکی منبع ولتاژ شرکت جی ای و سیستمهای تحریک استاتیکی شرکتهای اِ بی بی ، جی ای سی الیوت، توشیبا، میتسوبیشی و هیتاچی از این نوع هستند. سیستم کنترل تحریک (با سیگنال فیدبک از ولتاژ استاتور ژنراتور) در حالتیکه ژنراتور مدار باز باشد،ناپایدار خواهد بود. بنابراین ،باید از پایدارساز به طور سری یا از طریق جبرانگر فیدبک،برای بهبود عملکرد دینامیکی سیستم کنترل تحریک استفاده شود. مرسوم ترین روش، استفاده از یک جبرانگر مشتقی مطابق با شکل ۸-۱۵ است . تأثیر جبرانگر این است که تغییر فاز را که در اثر تأخیرهای زمانی پیش می آید، در یک بازهٔ انتخاب شده فرکانسی، حداقل سازد[۳]. این موضوع باعث عملکرد پایدار ژنراتور در حالت بی باری (به عنوان مثال درست قبل از سنکرون کردن آن

با سیستم و یا بعد از یک باربرداری) می شود. می توان با تنظیم پارامترهای مدار فیدبک، عملکرد ژنراتور را در حال کارنیز بهبود بخشید. بستگی به نوع سیستم تحریک، ممکن است سطوح زیادی از پایدارساز شامل یک حلقهٔ خارجی اصلی و حلقه های داخلی فرعی، وجود داشته باشد. سیستمهای کنترل تحریک استاتیکی تأخیر زمانی ندارند و از این رو به پایه ساز برای حصول اطمینان از پایداری خود در حالت بی باری ژنراتور نیاز ندارند (به انتهای مرجع ۲۱ مراجعه شود).



شکل ۴-۷ پایدار ساز سیستم کنترل تحریک با فیدبک مشتقی

۴-۴-۴ :پایدارساز سیستم قدرت

پایدار ساز سیستم قدرت وسیله ای است که با افزون سیگنالهای کمکی به سیستم تحریک، عملکرد دینامیکی سیستم قدرت را بهبود می بخشد. این پایدار ساز معمولاً از سیگنالهایی از قبیل سرعت محور، فرکانس و توان پایانهٔ ژنراتور تغذیه می شود و بر عملکرد دینامیکی سیستم قدرت با میرا کردن نوسانهای آن، مطلوب می گذارد. این روش، روش بسیار مؤثری در تقویت عملکرد پایداری سیگنال کوچک سیستم است .

اصول مربوط به عملکرد پایدارسازهای سیستم قدرت و ساختار و نحوهٔ تنظیم آنها به طور مشروح در فصول دوازدهم و هفدهم بیان خواهد شد .

۴-۴-۵ : جبرانگر بار[۱]

[۱]- Load Compensator

تنظیم کنندهٔ خودکار ولتاژ (AVR)[۱] ، معمولاً ولتاژ پایانهٔ استاتور ژنراتور را کنترل می کند. گاهی، از جبرانگر بار برای کنترل ولتاژی که نمایشگر ولتاژ نقطه ای درون یا خارج از ژنراور است، استفاده می شود. این موضوع با افزودن مداری اضافیبه حلقهٔ تنظیم کنندهٔ خودکار ولتاژ مطابق با شکل ۸-۱۶ عملی می شود. جبرانگر، دارای مقاومت (R_c) و راکتانس اندوکتیو (X_c) قابل تنظیم است که می تواند امپدانس بین پایانه های ژنراتور و نقطه ای را که ولتاژ آن کنترل می شود، نشان دهند. با استفاده از این امپدانس و جریان اندازه گیری شدهٔ آرمیچر،افت ولتاژ محاسبه می شود وبه ولتاژ پایانهٔ افزوده یا از آن کم می گردد. دامنهٔ ولتاژ جبران شدهٔ حاصل (V_c) که به تنظیم کنندهٔ خودکار ولتاژاعمال می شود، برابر است با :

$$V_c = \left|\tilde{E}_L + (R_c + jX_c)\tilde{I}_L\right| \qquad (۱-۸)$$

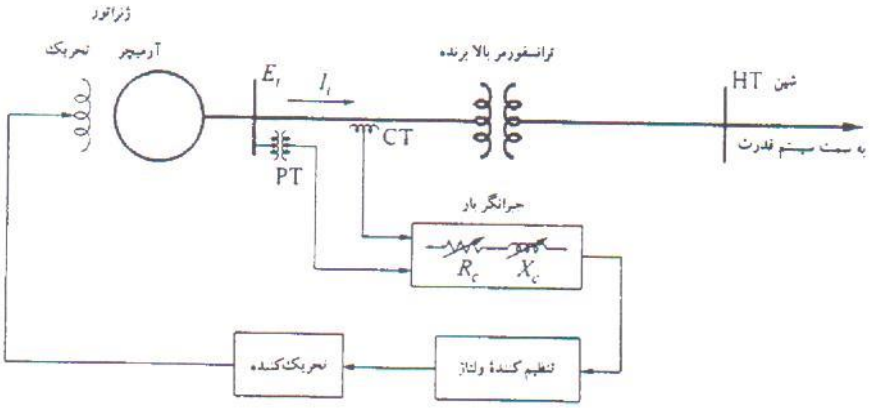
با مثبت بودن R_c و X_c در معادلهٔ ۸-۱،افت ولتاژ دو سر جبرانگر به ولتاژ پایانه افزوده می شود. جبرانگر،ولتاژ را در نقطه ای درون ژنراتور تنظیم می کند و بنابراین شیب افتی ولتاژ[۲] را تأمین می کند. در این صورت از تقسیم صحیح توان راکتیو بین دو ژنراتوری که به یک شین متصلند و دارای یک ترانسفورمر بالا برندهٔ مشترک هستند، اطمینان حاصل می شود. چنین ترکیبی معمولاً در مورد واحدهای آبی و واحدهای حرارتی ترکیبی متقاطع[۳] به کار می رود. جبرانگر با ایجاد تزویج مصنوعی بین ژنراتورها،به صورت یک جبرانگر جریان راکتیو عمل می کند. بدون این وسیله، یکی از ژنراتورها سعی در کنترل ولتاژ پایانه، کمی بالاتر از دیگری دارد . از این رو یک ژنراتور تمام توان راکتیو مورد نیاز را تأمین می کند در حالی که دیگری تا اندازه ای که حد زیر تحریک آن اجازه دهد، توان راکتیو جذب می نماید .

[۱]- Automatic Valtage Regulator

[۲]- Voltage Droop

[۳]-Cross - compound

www.wikipower.ir
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۴-۸ نمودار نمادین جبرانگر بار

اگر Rc وXc منفی باشند،جبرانگر، ولتاژ را در نقطه ای خارج از پایانه های ماشین، تنظیم می کند. این شکل جبرانسازی،زمانی استفاده می شود که دو یا تعداد بیشتری واحد از طریق ترانسفورمرهای خود به هم متصل شده اند و جبرانگر،افت ولتاژ دو سر ترانسفورمر بالا برنده را جبران می کند. به طور نوعی ، ۵۰ تا ۸۰ درصد امپدانس ترانسفورمر جبران می شود و بدین وسیله از شیب افتی ولتاژ در نقطه ای که ژنراتورها با هم موازی شده اند اطمینان حاصل می شود و آنها می توانند به طور رضایت بخشی به صورت موازی به کار خود ادامه دهند. اگر چه همیشه از این وسیله برای جبرانسازی افت ولتاژترانسفورمر استفاده می شود،لیکن معمولاً به جبرانگر افت خط موسوم است . به نظر می رسد که نام آن از جبرانگر مشابهی که بر روی تنظیم کننده های ولتاژ سیستم توزیع استفاده می شود (فصل یازدهم،بخش ۱۱-۲) اخذ شده است . در اغلب حالات، مؤلفهٔ مقاومت امپدانس قابل چشمپوشی است و مساوی صفر فرض می شود. صورتهای دیگری از جبرانگرهای جریان راکتیو و افت خط در مراجع ۸ و ۲۲ شرح داده شده اند.

۴-۴-۶: محدود کنندهٔ زیر تحریک[۱] [۲۳ تا۲۶]

[۱]- Underexcitation Limiter

هدف از محدوده کنندهٔ زیر تحریک آن است که از کاهش تحریک ژنراتور به سطحی که باعث خروج از حد پایداری سیگنال کوچک (حالت ماندگار) یا حد گرمایی ناحیهٔ انتهایی هستهٔ استاتور شود، جلوگیری کند. این محدود کننده به نامهای دیگری از قبیل محدود کنندهٔ زیر تحریک جریان راکتیو و محدود کنندهٔ حداقل تحریک[۱] نیز خوانده می شود.

سیگنال کنترلی این محدود کننده از ترکیبی از ولتاژ و جریان یا توان حقیقی و راکتیو ژنراتور تأمینمی شود. حدود، با افزایش سیگنال بیش از یک مقدار مرجع ، تعیین می شوند. روشهای مختلفی برای پیاده سازی این تابع اوجود دارد . بعضی بر سیگنال خطای ولتاژ،ورودی به تنظیم کنندهٔ خودکار ولتاژ عمل می کنند. زمانی که سیگنال کنترلی به حد خود رسید، یک عنصر غیر خطی (مثل یک دیود) شروع به هدایت می کند سیگنال خروجی محدود کننده، با سیگنالهای دیگر ترکیب شده، سیستم تحریک را کنترل می نماید. در نوع دیگری که بیشتر مرسوم است، سیگنال خروجی محدود کننده به یک مدار مزایده ای[۲] اعمال می شود که با توجه به اینکه هر یک از دو سیگنال تنظیم کنندهٔ ولتاژ محدود کنندهٔ زیر تحریک بزرگتر باشند، کنترل را به آن سیگنال واگذار می کند. زمانی که حد تنظیم محدود کنندهٔ زیر تحریک فرا رسد،محدود کننده،تا زمانی که سیگنال زیر حد تنظیم خود برسد،کنترل کامل سیستم تحریک را به عهده می گیرد .

روشهای تنظیم مشخصه های محدود کنندهٔ زیر تحریک در مراجع ۲۳ تا ۲۵ بیان شده است .

تنظیم بر اساس ملاحضات پایداری سیستم یا حد گرمایی هستهٔ استاتور انجام می گیرد . بعلاوه باید عملکرد محدود کننده با تابع حفاظتی که بی تحریکی ژنراتور را کنترل می کند، هماهنگ شود (به فصل سیزدهم مراجعه شود). شکل ۸-۱۷ طریقی را که در آن مشخصه محدود کننده (در صفحه P-Q) معمولاً با حد پایداری سیگنال کوچک و مشخصهٔ رلهٔ بی تحریکی، هماهنگ میشودهٔ نشان می دهد [۲۸]. اگر قرار باشد که محدود کنندهٔ زیر تحریک برای حفاظت در مقابل حد گرمایی ناحیهٔ انتهایی استاتور به کار می رود،

[۱]- Minimim Excltation Limiter

[۲]- Auctioneering

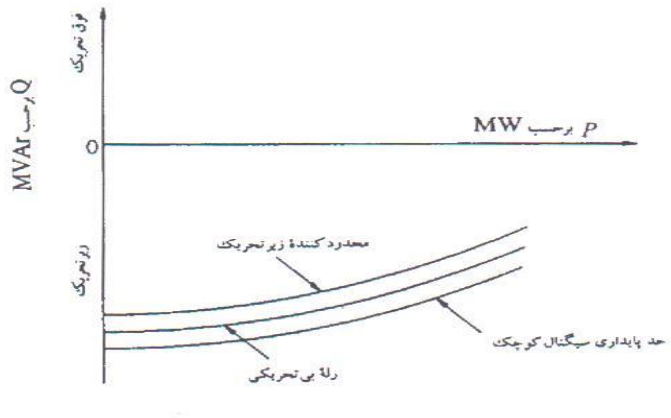
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

هماهنگی به صورت مشابهی صورت می پذیرد با این تفاوت که این بار به جای حد پایداری از حد گرمایی استفاده می شود .

اگر سیگنالهای ورودی به محدود کننده،ولتاژ و جریان استاتور باشند،مشخصهٔ حدی آن در صفحهٔ P-Q به شکل دایره خواهد بود (شکل ۸-۱۷). اگر سیگنالهای ورودی، توان حقیقی راکتیو باشند، در این صورت،مشخصه به صورت یک خط مستقیم است. باید دقت کرد که هنگام بروز یک اغتشاش گذرا،عملکرد محدود کننده بر عملکرد سیستم قدرت تأثیر نامطلوب نداشته باشد [۲۶و۲۷] .

۴-۴-۷: محدود کنندهٔ فوق تحریک

هدف از محدود کنندهٔ فوق تحریک، حفاظت ژنراتور در مقابل گرم شدن بیش از حد در اثر جریان طولانی زیاد تحریک است. این محدود کننده به محدود کنندهٔ حداکثر تحریک نیز موسوم است.



شکل ۴-۹ هماهنگی بین UEL، رلهٔ LOE و حد پایداری

سیم پیچتحریک ژنراتور به گونه ای طراحی می شود که به طور پیوسته در مقدار جریانی که مربوط به شرایط بارنامی است، کار کند. بر طبق استاندارد CANSI ۵۰/۱۳ (سل ۱۹۷۷میلادی)،اضافه بار مجاز حرارتی سیم پیچ تحریک ژنراتورهای روتور استوانه ای، به کمک منحنی تیرهٔ شکل ۸-۱۸ تعیین می شود. منحنی از نقاط زیر عبور می کند :

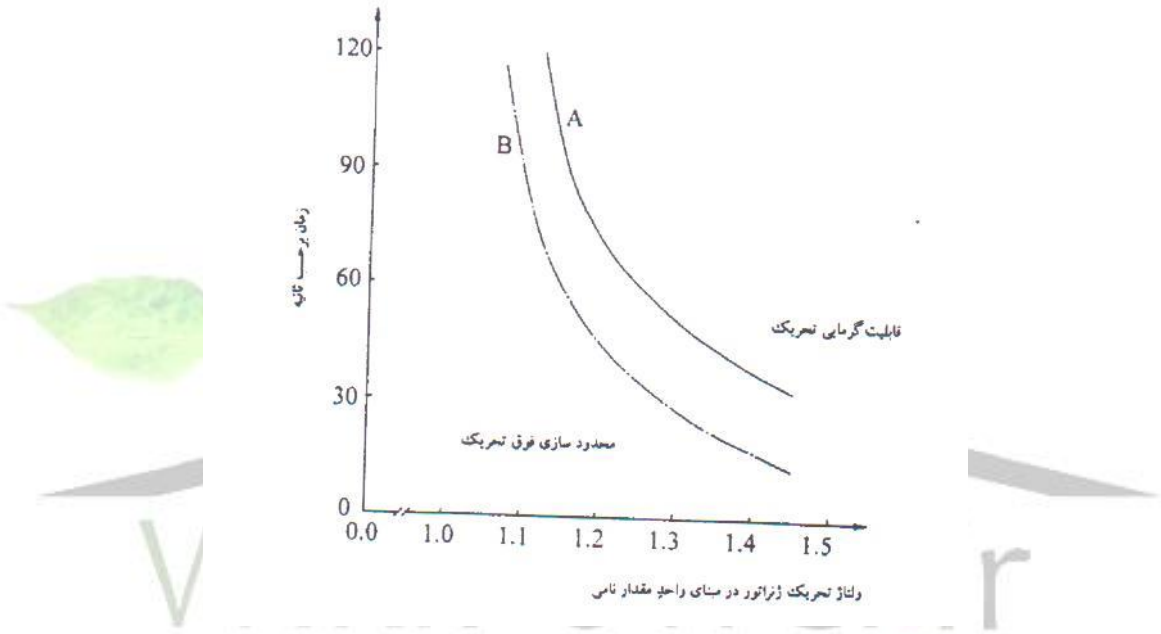
زمان (ثانیه) : ۱۰ ۳۰ ۶۰ ۱۲۰ ؛

ولتاژ یا جریان تحریک : ۲۰۸ ۱۴۶ ۱۲۵ ۱۱۲ ؛

(بر حسب درصد مقدار نامی)

به کارگیری عملی تابع محدود کنندهٔ فوق تحریک، به سازنده و زمان ساخت واحد بستگی دارد .

محدود کننده های مربوط به دو سازنده در مراجع ۲۸ و ۲۹ شرح داده شده است .



شکل ۴-۱۰: هماهنگی محدود سازی فوق تحریک با قبالیت گرمایی تحریک

محدود کنندهٔ فوق تحریک معمولاً جریان زیاد تحریک را تشخیص می دهد و بعد از یک تأخیر زمانی با اعمال از طریق تنظیم کنندهٔ جریان متناوب،تحریک را به یک مقدار معلوم (به طور نوعی ۱۰۰ تا ۱۱۰ درصد جریان نامی تحریک) کاهش می دهد. اگر انجام این عمل، موفقیت آمیز نباشد، در این صورت تنظیم کنندهٔ جریان کنندهٔ جرین متناوب را از مدار خارج می کند و کنترل را به تنظیم کنندهٔ جریان مستقیم می سپارد و نقطهٔ تنظیم را مجدداً در موقعیت مربوط به مقدار نامی قرار می دهد. اگر انجام این عمل باز

هم مقدار تحریک را به حد معقولی نرساند، در این صورت محدود کنندهٔ، تحریکِ تحریک کننده و واحد را از مدار خارج می کند.

در عمل از دو نوع تأخیر زمانی استفاه می شود : الف) زمان ثابت و ب) زمان معکوس . در نوع اول ، محدود کننده بدون توجه به درجهٔ فوق تحریک، زمانی که جریان تحریک از حد مشخصی برای زمان بخصوصی تجاوز کرد، عمل می نماید . در نوع دوم، محدود کننده با زمان تأخیری مطابق با قابلیت حرارتی تحریک (شکل ۸-۱۸) عمل می کند .

تحریک کننده هایی با ولتاژهای سقف بالا ممکن است به یک محدود کنندهٔ اضافی جریان تحریک مجهز شده باشند که از طریق تنظیم کنندهٔ جریان متناوب به طور لحظه ای عمل می کند و جریان تحریک را به حد کوتاه مدت آن (معمولاً ۱۶۰ درصد مقدار نامی) کاهش می دهد.

۸-۴-۴: محدود کننده و حفاظت ولت بر هرتز

این توابع برای حفاظت ژنراتور و ترانسفورمر بالابرنده در مقابل شارهای مغناطیسی شدید حاصل از فرکانس پایین یا اضافه ولتاژ، به کار می روند. شارهایمغناطیسی شدید اگر تداوم یابند می توانند گرمای شدیدی ایجاد کنند باعث تخریب ترانسفرمر واحد و هستهٔ ژنراتور شوند. نسبت ولتاژ مبنای واحد به فرکانس مبنای واحد که به "ولت بر هرتز" موسوم است براحتی قابل اندازه گیری است و متناسب با شار مغناطیسی است . نمونه هایی از مقادیر مربوط برای ژنراتور و ترانسفورمر در جدول زیر نشان داده شده است .

جدول ۴-۱

V/Hz (pu)		۱/۲۵	۱/۲	۱/۱۵	۱/۱۰	۱/۰۵
زمان تخریب به دقیقه	GEN	۰/۲	۱/۰	۶/۰	۲۰/۰	∞
	XFMR	۱/۰	۵/۰	۲۰/۰	∞	

اغلب، مقدار نامی ولتاژ پایین ترانسفورمر بالا برندۀواحد، ۵ درصد کمتر از ولتاژ نامی ژنراتور است. بنابراین ،حدود حفاظت ولت بر هرتز به وسیلۀ ترانسفورمر دیکته می شود . اما اگر ولتاژهای نامی ژنراتور و ترانسفورمر یکسان باشد، حد ژنراتور تعیین کننده است .

محدود کنندۀ ولت بر هرتز(که گاهی تنظیم کنندۀ ولت بر هرتز هم خوانده می شود) زمانی که مقدار ولت بر هرتز ازحد مشخصی فراتر رود، ولتاژ تحریک را کنترل می کند و ولتاژ ژنراتور را بدین وسیله محدود می نماید. در صورتی که مقدار ولت بر هرتز برای زمان مشخصی از حد معلومی فراتر رود، حفاظت ولت بر هرتز، ژنراتور را از مدار خارج می کند. معمولاً از حفاظت دو سطحی استفادهمی شود،یکی با درجۀ تنظیم بالاتر ولت بر هرتز و زمان تنظیم کوتاهتر و دیگری با درجۀ تنظیم کمتر ولت بر هرتز و زمان تنظیم طولانی تر. بدین صورت حفاظت ولت بر هرتز می تواند به عنوان پشتیبان محدود کنندۀ ولت بر هرتز به کار رود .

در بسیاری از واحدها، حفاظت ولت بر هرتز، شامل حفاظت اضافه ولتاژبالای ۶۰ هرتز می شود .

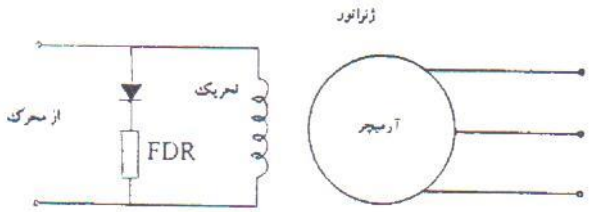
۴-۴-۹: مدارهای اتصال کوتاه کنندۀ تحریک

از آنچه که یکسو کننده ها نمی توانند در جهت مخالف،عمل نمایند جریان تحریک در تحریککننده های جریان متناوب و استاتیکی نمی تواند منفی باشد . در حالت لغزش قطبها (قبل از خروج از حالت سنکرون شدن ژنراتور) و اتصال کوتاه در سیستم، ممکن است جریان القا شده در تحریک ژنراتور منفی شود. اگر مسیر مناسبی برای عبور این جریان منفی وجود نداشته باشد، ولتاژ بسیار بالایی در دو سر مدار تحریک ایجاد خواهد شد. از این رو ، معمولاً مدار خاصی برای عبور این جریان منفی در نظر گرفته می شود تا از تحریک کننده عبور ننماید. معمولا این مدار یا به صورت یک مدار اتصال کوتاه کننده ی تحریک موسوم به اهرم[۱] و با یک وریستور[۲] است [۸ و ۳۰] .

[۱]-Crawbar

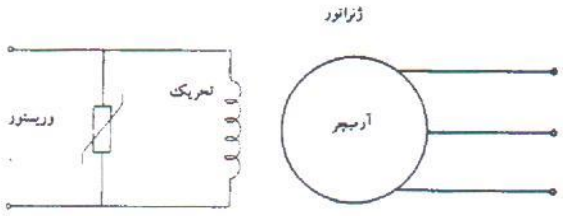
[۲] -Varistor

اهرم از یک تریستور و یک مقاومت تخلیه ی تحریک (FDR)[1] که به دوسر تحریک ژنراتور وصل می شود ، تشکیل شده است (شکل ۸-۱۹). در حالتی که به علت فقدان مسیری برای گذر جریان القایی ، اضافه ولتاژی ایجاد می شود . تریستور عمل می نماید . در این صورت جریان تحریک القا شده از مقاوت عبور می کند .



شکل ۴-۱۱ مدار کنارگذار تحریک با استفاده از اهرم

وریستور یک مقاومت غیرخطی است . زمانی که آن را به دو سر تحریک ژنراتور وصل می کنیم (شکل ۸-۲۰) ، در خالتی که ولتاژهای القایی شدیدی ایجاد شود بخوبی تحریک را با ایجاد مسیر فرعی برای عبر جریان ، حفظ می نماید. زمانی که ولتاژ تحریک کننده مقدار معمول را داشته باشد ، مقاومت وریستور بسیار زیاد است و جریان قابل چشم پوشی از آن عبور می کند . هنگامی که ولتاژ دو سر آن از حد مشخصی فراتر رود ، مقاومت آن کاهش یافته ، جریان عبوری از آن سریعا افزایش می یابد . به این ترتیب و ریستور ، مسیر مناسیب را برای عبور جریان منفی القا شده ایجاد می نماید و ولتاژ دوسر تحریک کننده را محدود می کند.



[1]-Field DischargResistar

شکل ۴-۱۲ مدار کنار گذار تحریک با استفاده از وریستر

در بعضی حالات از مدار خاصی برای اتصال کوتاه کردن تحریک استفاده نمی شود . سیم پیچ های میرا کننده ی مربوط به روتور ، مسیر لازم را برای عبور جریان های منفی القا شده ایجاد می نمایند که باعث می شود ولتاژ القا شده به سطحی محدود شود که تحریک و تحریک کننده ی ژنراتور قدرت تحمل آن را دارند . چون تحریک ، اتصال کوتاه نشده است ، لذا جریانی هم در جهت مخالف از آن عبور نمی کند.

۴-۵: مدل سازی سیستم های تحریک

به دست آوردن مدل های ریاضی سیستم های تحریک برای ارزیابی وظایف مطلوب عملکرد ، طراحی و هماهنگی مدارهای حفاظتی و کنترلی و مطالعات پایداری مربوط به برنامه ریزی و بهره برداری از سیستم ها قدرت ، بسیار ضروری است . جزئیات مدل مورد نیاز بستگی به هدف هر مطالعه ی خاصی دارد . با توجه به شکل ۸-۱۴ ، توابع کنترلی و حفاظتی که در مطالعات پیادارای گذارا و سیگنال کوچک مهم است شامل : تنظیم کننده ی ولتاژ ، پیادار سازی سیستم قدرت و پایدار سازی سیستم کنترل تحریک کننده می باشد . مدار های حفاظتی و محدود کننده که در شکل ، مشخص شده اند باید فقط در مطالعات پایداری میان مدت ، دراز مدت ولتاژ مدل شوند . بعشی از سیستم های تحریک و محدود کننده ی عکس العمل سریع ولتاژ پایانه در ارتباط با پایدار ساز های سیستم قدرت مجهز هستنند که در این صورت باید آن های را در مطالعات پایدارگذرا مدل نمود.

ظرفیت اتصال کوتاه سیستم کمک می کنند و تولید توان راکتیو آن ها از ولتاژ سیستم تاثیر نمی پذیرد. طی نوسان های توان (نوسان های الکترومکانیکی) ،تبادل انرژی جنبشی بین کندانسور ستکرون و سیستم قدرت وجود دارد . لذا هنگام بروز چنین نوسان هایی ، کندانسون ستکرون می تواند مقدار قابل توجهی توان راکتیو (شاید دوبرابر ظرفیت پیوسته ی آن) را تامین نماید . کندانسور دارای قابلیت اضافه بار حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد برای بیشتر از ۳۰ دقیقه است . برخلاف سایر صورت های جبران سازی شنت ، کندانسور یک منبع داخلی ولتاژ دارد و به شکل بهتری توانایی مواجه با حالات ولتاژ کم سیستم را دارد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بعضی واحدهای اوج مصرف توربین احراق را می توان در صورت لزوم ، بصورت کندانسور ستکرون مورد بهره برداری قرار داد. چنین واحدهایی اغلب به کلاچهایی مجهز هستند که زمانی که توان حقیقی از آن مورد نیاز نیست ، می توانند برای جداسازی توربین از ژنراتور به کار روند.

۴-۵-۱: سیستم های استاتیکی توان راکتیو [۳۶ تا ۳۸]

۴-۵-۱-۱: اصطلاحات [۳۶]

جبران گرهای استاتیکی توان راکتیو (SVCs)[۱]، تولید کننده ها و یا جذب کننده های استاتیکی شنتی هستند که خروجی آن ها تغییر می کند به گونه هایی که پارامترهای خاصی از سیستم قدرت الکتریکی را کنترل ننماید . واژه ی استاتیک به این منظور استفاده می شود که نشانن دهد بر خلاف جبرانگرهای سنکرون ، SVCها ، هیچ عنصر اصلی در حال حرکت یا چرخاندن ندارد . بنابراین یک SVCشمال تولید کننده ی استاتیکی توان راکتیو(SCG)[۲] یا وسایل جذب کننده و یک وسیله ی مناسب کنترلی است . یک سیستم استاتیکی توان راکتیو(SVS)[۳]، اجتماعی از SVGها و خازن های قابل کلید زنی مکانیکی (MSCs)[۴]یا راکتورهای قابل کلید زنی مکانیکی (MSRS)[۵] است که خروجی های آن هماهنگ شده است .

WikiPower.ir

۴-۵-۱-۲: انواع SVC

در این حا انواع اصلی عناصر کنترل توان راکتیو که تمام یا بخشی از هر سیستم استاتیکی توان راکتیو را تشکیل می دهند ، بیان می شود :

- راکتیو قابل اشباع(SR)[۶] ؛

---

۱ -.StaticVar Compensators

۲-Static VarGernerator

۳-Static Var System

۴-Mechanically Switched Capacitars

۵-Mechanically Switched Reactors

۶-Saturated

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- راکتور قابل کنترل به وسیله ی تریستور(TCR)[۱] ؛
- خازن قابل کلید زنی به وسیله ی تریستور(TSC)[۲] ؛
- راکتور قابل کلید زنی به وسیله ی تریستور(TSR)[۳] ؛
- ترانسفور مر قابل کنترل به وسیله ی تریستور(TCT)[۴] ؛
- کنورتور خود کموتاسیون یا خط کموتاسیون(SCC/LCC)[۵] ؛

در عمل برای جبران سازی سیستم انتقال ، تعداد متنوعی ترکیبات SVS شامل ترکیبی از یک با تعداد بیشتری از انواع اصلی SVCو مجموعه های خازن ثابت (FC) (یعنی خازن هایی که از طریق کنترل محلی خودکار ، کلید زنی نمی شوند) ، استفاده می شوند . درابتدا اصول کلی SVS در یک سیستم فشار قوی جریان متناوب (HVAC) را با استفاده از یک جبرانگر تقریبا ایده آل مورد بحث قرار خواهیم داد و سپس مشخصه های ترکیبات خاصی را بررسی خواهیم نمود .

سیسستم های استاتیکی توان راکتیو فادر هستند ولتاژ های منفرد فاز شینهای متصل به خود را کنترل کنند . بنابراین ، می توان برای کنترل انحراف های ولتاژ هم مولفه ی مثبت و هم مولفه ی منفی به کار روند . اما در نتیجه علاقه مند به عملکرد فرکانس اصلی متعادل سیستم های قدرت هستیم و بنابراین، تنهای این جنبه ی عملکرد SVS را مورد نظر خواهیم داد.

۴-۵-۱-۳: عملکرد فرکانس اصلی [SVS۳۶ و ۳۷]

مشخصه ی SVSایده آل ، از نظر کار سیستم قدرت ، یک SVS ، معادل با یک خازن شنت و یک راکتور شنت است که هر دو می تواند برای کنترل ولتاژ و توان راکتیو ور پایانه های آن (یا یک شین نزدیک) به صورتی مقرر ، تنظیم شوند (شکل ۱۱-۳۹)

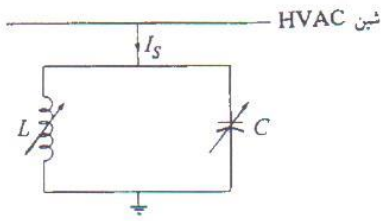
۱-Thyrsitor – contrilled Reactor

۲- Thyristor – swiched Capacitor

۳- Thyristor –switched Reactor

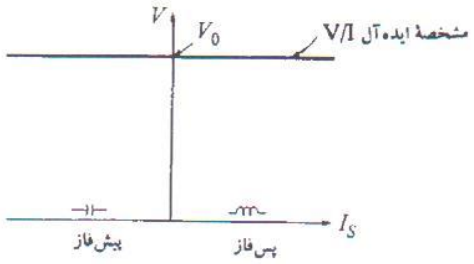
۴- Thyristor –controlled Transformer

۵-. Self or line –Commutated Converte



شکل ۴-۱۳ سیستم ایده آل استاتیکی توان راکتیو

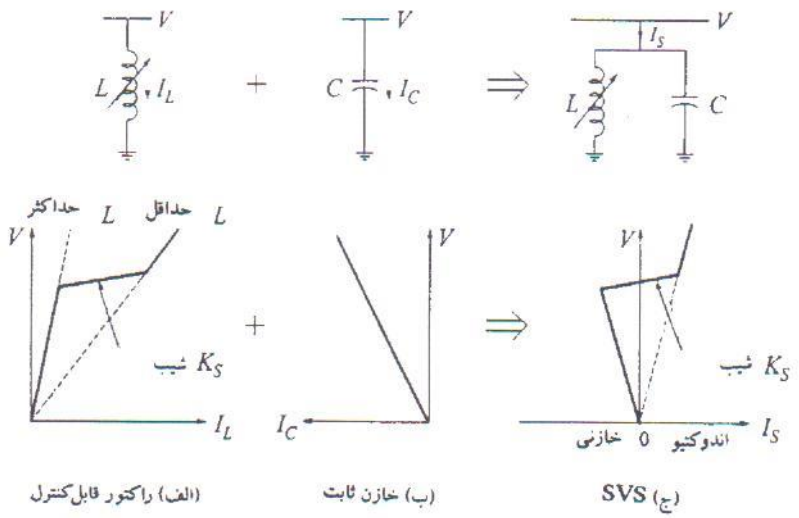
به طور ایده آل ، SVS باید ولتاژ ثابت را حفظ کند (اگر این موضوع هدف مطلوب باشد) ، قابلیت نامحدود تولید و یا جذب توان راکتیو را داشته باشد ، هیچ تلفات توان حقیقی یا راکتیو نداشته باشد و پاسخ لحظه ای را تامین نماید . عملکرد SVS را میتوان بر روی منحنی ولتاژ- جریان متناوب شین تحت کنترل (V) بر حسب جریان راکتیو SVS ، به تصویر کشید . مشخصه ی V/Iیک SVS ایده آل در شکل ۴۰-۱۱ نشان داده شده است. این مشخصه ی ، مشخصه های حالت ماندگار و شبه حالت ماندگار SVS را نشان می دهد.



شکل ۴-۱۴ مشخصه V/I مربوط به جبرانگر ایده آل

مشخصه ی SVSحقیقی ، SVS را شامل یک راکتور قابل کنترل و یک خازن ثابت در نظر می گیریم . مشخصه های حاضر به اندازه ی کافی ، کلی است و در مورد محدوده ی وسیعی از ترکیبات عملی SVS صادق است .

شکل ۴۱-۱۱ نحوه ی بدست آوردن مشخصه ی یک SVS شامل راکتور قابل کنترل و یک خازن ثابت را نمایش می دهد. مشخصه ی ترکیبی با جمع مشخصه های تک به تک عناصر بدست می آید . مشخصه ی شکل ۱۱ -۴۱ الف ، نمایشگر مشخصه های راکتور های عملی قابل کنترل است .



شکل۴-۱۵مشخصه های ترکیبی SVS

مشخصه ی سیستم قدرت به منظور بررسی و مطالعه ی نحوه ی عملکرد SVS هنگام اعمال به یک سیستم قدرت ، لازم است مشخصه های SVS و سیستم قدرت تماماً مورد توجه قرار گیرد .

مشخصه ی V/I سیستم را میتوان با در نظر گرفتن مدار معادل تونن[۱] از دیدگاه شینی که ولتاژ آن قرار است به وسیله ی SVS کنترل شود ، تعیین کرد . این مطلب در شکل ۱۱-۴۲ نشان داده شده است . امپدانس تونن در شکل ۱۱-۴۲ "الف" بطور غالب ، راکتانس اندوکتیو است . مشخصه ی مربوطه ی ولتاژ در مقابل جذبان راکتیو در شکل ۱۱-۴۲ "ب" آورده شده است . ولتاژ V بطور خطی با جریان خازنی ، افزایش و با جریان بار اندوکتیو ، کاهش می یابد .

برای هروضعیت شبکه ، می توان مدار معادلی را شبیه شکل ۱۱-۴۲ "الف "تعریف کرد . شکل های ۱۱-۴۲ "ج" و "د" به ترتیب نشان می دهند که چگونه مشخصه ی V/I شبکه ، از تغییرات در ولتاژ منبع E_{th} و راکتانس معادل سیستم X_{th} ، تاثیر می پیذرد .

مشخصه ی ترکیبی SVS– سیستم قدرت . مشخصه ی سیستم را می توان به صورت زیر بیان کرد :

[۱]- Thevenin

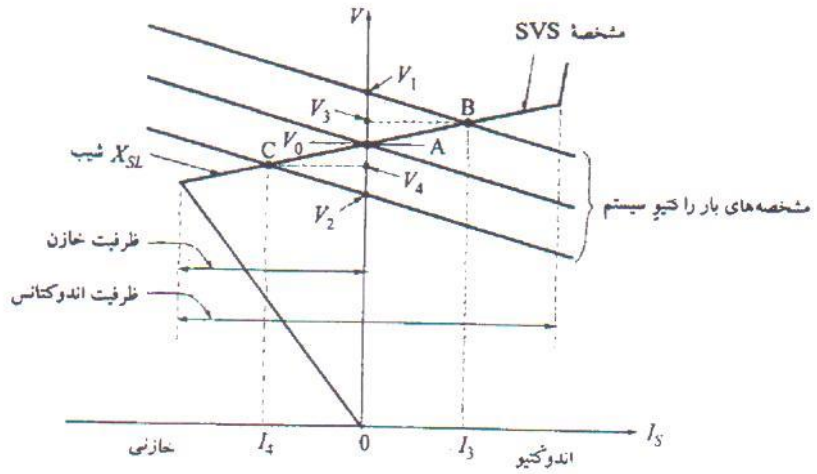
$$V = E_{th} - X_{th}I_s \qquad (۳۱-۱۱)$$

مشخصه ی SVS در محدوده ی کنترلی که به وسیله X_{SL} ، راکتاس شیب ، تعریف می شود به صورت زیر است :

$$\boldsymbol{V = V_{.} + X_{SL}I_S} \qquad (۳۲-۱۱)$$

برای ولتاژ هایی که خارج از بازه کنترلی است ، نسبت V/I_s ، مساوی شیب های دو پاره خط انتهایی شکل ۱۱-۴۱ "ج" است . این دو شیب با توجه به ظرفیت های راکتور و خازن تعیین می شود .

به صورت نموداری حل معدلات SVS و مشخصه ی سیستم قدرت در شکل ۱۱-۴۳ نشان داده شده است . در شکل ، سه مشخصه ی سیستم قدرت ، مطابق با سه مقدار ولتاژ منبع در نظر گرفته شده است . مشخصه ی میانی ، نمایشگر حالت اسمی سیستم است و فرض می شود که مشخصه ی SVS را در نقطه A که $V = V_0$ و $I_s = 0$ است ، قطع می کند .



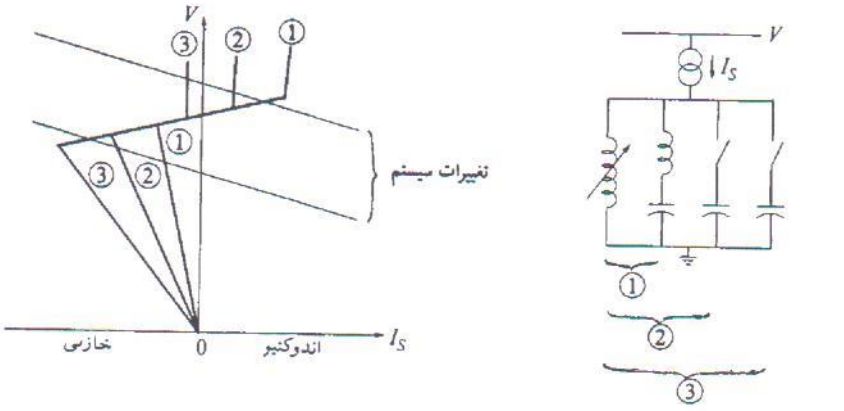
شکل ۴-۱۶

اگر ولتاژ سیستم به اندازه ی ΔE_{th} افزایش یابد (بهعنوان مثال ، به علت کاهشی در سطح بار سیستم) ، بدون SVS ، V به V_1 افزایش خواهد یافت . اما با SVS ، نقطه ی کار به B تغییر خواهد یافت . با جذب جریان اندوکتیو I_3 ، SVS ولتاژ را در V_3 حفظ می کند . به طور مشابه ، اگر ولتاژ منبع کاهش یابد (به

علت افزایش در بار سیستم) ، به جای V_2 بدون SVS ، SVS ولتاژ را در V_4 حفظ می کند . اگر شیب K_S مشخصه ی SVS صفر می بود ، برای هر ۲ حالت مورد نظر فوق ، ولتاژ در V_0 حفظ می شود .

تاثیر استفاده از ولتاژ های قابل کلید زنی ، در مثال مورد توجه در شکل ۱۱-۴۳ ، برای تغییرات بزرگ تر در حالت سیستم ، از محدوده ی کنترل SVS تجاوز خواهد شد . استفاده از مجموعه های خازنی قابل کلید زنی می تواند محدوده ی کنترل پیوسته SVS را گسترش دهد . این مطلب در شکل ۱۱-۴۴ نمایش داده شده که سه مجموعه ی خازنی را (که دو مجموعه از آن قابل کلید زنی است) در نظر گرفته است .

کلید های ترسیتوری یا مکانیکی می توانند برای کلید زنی خودکار ، خارج و یا وارد کردن خازن ها به وسیله ی کنترل های محلی حساس به ولتاژ ، به کار روند . در شکل ، خازن غیرقابل کلید زنی شامل راکتور برای فیلتر کردن هارمونیک هاست .



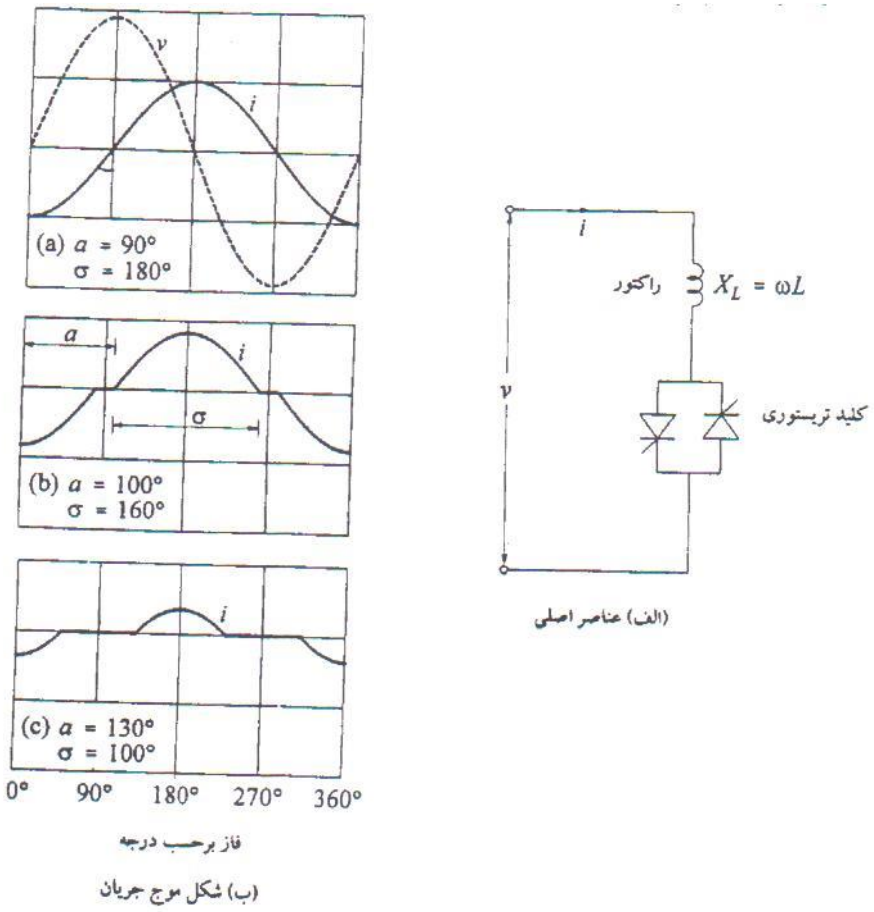
شکل ۴-۱۷

مشاهده می شود که مشابه با کندانسور سنکرون ، SVS یک منبع ولتاژ نیست و در عوض ، با تغییر دادن جریان راکتیو کشیده شده یا تغذیه شده به سیستم ، ولتاژ سیستم در نقطه ی اتصال را تغییر می دهد . در عمل ،SVS به صورت یک بار راکتیو متغیر عمل می کند به گونه ای تنظیم می شود که ولتاژ جریان متناوب ، تقریبا ثابت حفظ شود .

به طور کلی ، عناصر SVSبراساس اصول سوسپانس قابل کنترل ، کار می کنند . سوسپانس قابل کنترل ، یک راکتور یا یک خازن است . در ادامه ی بحث کار عناصر رایجتر یعنی : TCR ، TSC و MSC را مورد بحث قرار خواهیم داد . برای شرح شکل های دیگر جبرانگرهای استاتیکی ، خوانندگان می توانند به مراجع ۳۶ و ۳۷ مراجعه کنند.

۴-۶: راکتور قابل کنترول به وسیله ی تریستور (TCR) [۳۶ و ۳۷]

اصول کار : عنصر اصلی TCR راکتوری است که بطور سری به کلید دوطرفه ی تریستویر مطابق با شکل ۴۵-۱۱ "الف" متصل است .



شکل ۴-۱۸

تریستور ها بسته به زاویه آتش α (که از لحظه ی عبور از صفر ولتاژ ، اندازه گیری می شود) در هر نیم سیکل در میان فرکانس منبع ، هدایت می کنند . هدایت کامل با زاویه ی آتش ۹۰ درجه به دست می

آید . جریان عملا راکتیو و سینوسی است . هدایت جزئی[۱] با زاویه ی آتش بین ۹۰ تا ۱۸۰ درجه مطابق با شکل ۱۱-۴۵ "ب" به دست می آید . زوایای آتش بین ۰ تا ۹۰ درجه مجاز نسیت ، زیرا که آن ها جریان های نامتقارن با مولفه ی جریان مستقیم تولید می کنند .

فرض کنید که زاویه ی هدایت σ به صورت زیر با α مرتب باشد .

$$\sigma = 2(\pi - \alpha) \qquad (۱۱-۳۳)$$

در این صورت جریان لحظه ای i به صورت زیر خواهد بود :

$$\alpha < \omega T < \alpha + \sigma \text{ برای} \qquad (۱۱-۳۴)$$

$$i = \begin{cases} \frac{\sqrt{2}V}{X_L}(cos\alpha - cos\omega t) & \alpha + \sigma < \omega T < \alpha + \pi \quad \text{برای} \end{cases}$$

تحلیل فوریه ی شککل موج جریان ، مولفه ی اصلی زیر را نتیجه می دهد :

$$I_1 = \frac{V}{X_L}\frac{\sigma - \sin\sigma}{\pi} \qquad (۱۱-۳۵)$$

که I_1 و V مقادیر موثر و X_L راکتانس راکتور در فرکانس اصلی است . تاثیر افزایش راکتانس راکتور در فرکانس اصلی است . تاثیر افزایش α (کاهش σ) ، کاهش مولفه ی اصلی I_1 است . این موضوع معادل با افزایش آندوتاکس موثر راکتور است .

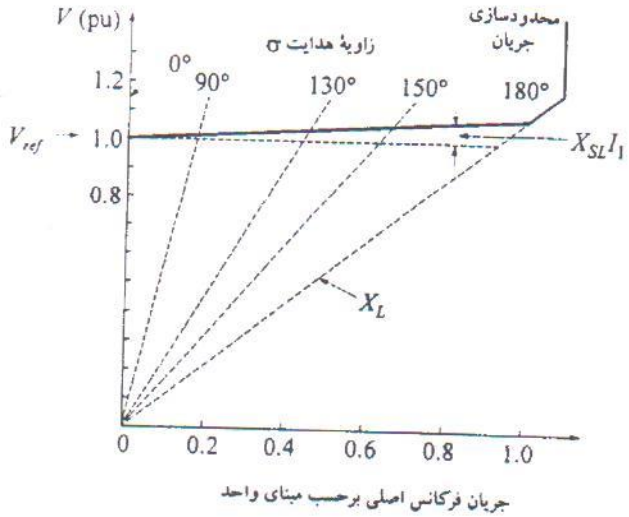
در عمل و تا آن جا که مولفه ی جریان فرکانس اصلی مدنظر است ، TCR، یک سوسپانس قابل کنترل است . سوسپانس موثر ، تابعی از زاویه ی آتش α است .

$$B(\alpha) = \frac{I_1}{V} = \frac{\sigma - Sin\sigma}{\pi X_L} \qquad (۱۱-۳۶)$$

مقدار حداکثر سوسپانس موثر در هدایت کامل (α=۹۰ و X_Lα = ۱۸۰) ۱/ است . حداقل مقدار ، صفر است ک با α = ۱۸۰ یا α = ۰ بهدستمیآید .

[۱]-Partial

این اصل کنترل سوسپانسی با کنترل فاز[۱] موسوم است . سوسپانس در پاره ای قابل کنترل از هر نیم سیکل ، به دورن سیستم کلید زنی می شود . تغییر در سوسپانس و نیز جریان TCR ، هموار یا پیوسته است . TCR نیازمند یک سیستم کنترلی است که لحظات آتش (یعنی زاویه ی آتش α) را که از آخرین عبور از صف ولتاژ اندازه گیری می شود (هماهنگی زوایای آتش) ، تعیین کند. در بعضی طراحی ها ، سیستم کنترل به سیگنالی که مستقیما نمایشگر سوسپانس مقلوب است ، عکس العمل نشان می دهد. در دیگر طراحی ها ، کنترل به سیگنال های خطا از قبیل انحراف ولتاژ ، سیگنال های کمکی پایدار ساز و غیره عکس العمل نشان می دهد . نتیجه ، V/I حالت ماندگاری است که در شکل ۱۱-۴۶ شنان داده شده و می تواند به صورت زیر بیان شود :



شکل ۴-۱۹ مشخصهٔ ولتاژ - جریان فرکانس اصلی TCR

$$V=V_{ref}+X_{SL}\ I_1 \qquad (۳۷-۱۱)$$

که X_{SL} ، راکنانس شیب است که به وسیله ی بهره ی سیستم کنترل تعیین می شود .

[۱]-Phase Control

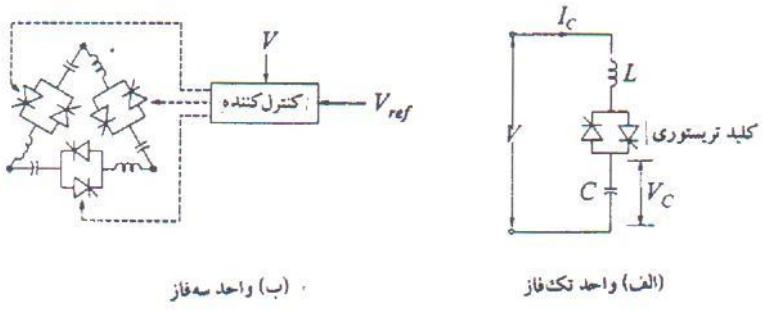
همچنان که در شکل ۱۱-۴۴ مشخص است ، مشخصه ی کنترل ولتاژ TCR را میتوان با افزودن یک مجموعه ی خازنی ثابت یا مجموعه ی خازنی قابل کلید زنی به طور موازی ، به محدوده ی خازنی تعمیم داد.

هارمونیک ها . با افزایش αاز ۹۰ تا ۱۸۰ درجه،شکل موج جریان کمتر وکمترسینوسی می شود . به عبارت دیگر ،TCR ، هارمونیک تولید می کند . برای وسیله ی تک وفازی که تا کنون در نظر گرفته شده است ، اگر آتش تریستورها ، متقارن باشد (برای هردو تریستور مساوی) ، فقط هارمونیک های فرد تولید می شود . برای یک سیستم سه فاز ، ترکیب ارجح این است که که مطابق با شکل ۱۱-۴۷ "الف" سه عنصر TCR تک فار به صورت اتصال مثلث (TCR شش پالسی) داشته باشیم . در شرایط معادل ، تمام هارمونیک های سوم (۳ ، ۹ و ...) در مثلث بسته می چرخند و بنابراین در جریان های خط ، وجود نخواهند داشت . اغلب از فیلتر برای حذف جریان های هارمونیکی استفاده می شود .

با استفاده از دو TCR شش پالسی با ظرفیت مساوی که از سیم پیچ ثانویه ترانسوفرمر های کاهنده ، یک به صورت اتصال ستاره ای و دیگری به صورت اتصال مثلث (مطابق با شکل ۱۱-۴۷ "ب") تغریه می شوند ، حذف هارمونی های پنجم و هفتم عملی می شود . از آنجا که ولتاژ های اعمال شده به TCR ها دارای اختلاف فاز ۳۰ درجه هستند ، هارمونیک های پنجم و هفتم از جریان خط طرف اولیه حذف می شوند . این روش به ترکیب دوازده پالسی موسوم است زیرا که در هر سیکل ولتاژ خط سه فاز ، دوازده تریستور روشن می شوند . با طرح دوازده پالسی ، هارمونیک های مشخصه با کمترین درجه ، یازدهمین و سیزدهمین هستند . این هارمونیک ها را میتوان بامجموعه ی خازنی ساده فیلتر کرد .

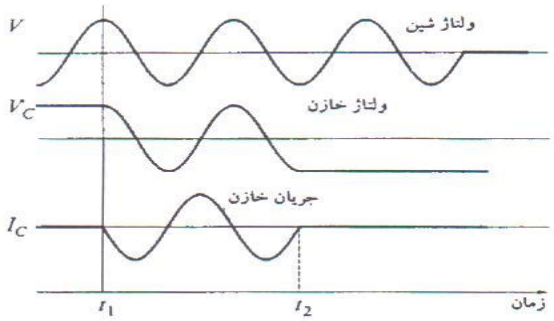
پاسخ دینامیکی . TCR ظرف ۵ تا ۱۰ میلی ثانیه پاسخ می دهد اما ممکن است در اثر مدارهای اندازه گیری و کنترل ، تاخیر هایی ایجاد شود. برای حصول اطمینان از پایداری حلقه ی کنترلی می توان آهنگ پاسخ را محدود کرد . به همین دلایل ، زمان های پاسخ به طور رونوعی ۱ تا ۵ سیکل فرکانس منبع است .

به واحدهایی با اندازه ی مناسب تفکیک می شود و واحد با استفاده از کلید های تریستوری ، وارد و با خارجمی شود . هر واحد تک فاز مطابق با شکل ۱۱-۴۸ " الف" از یک خازن به طور سری با یک کلید دوطرفه تریستوری و یک سلف کوچک (L) تشکیل می شود . هدف از سلف ، محدود کردن آقار گذاری حاصل از کیلد زنی ، میرا کردن جریان های هجومی و جلوگیری از تشدید با شبکه است . در کاربردهای سه فاز واحدهای اصلی مطلبق با شکل ۱۱-۴۸ "ب" به صورت مثلث وصل می شوند .



شکل ۴-۲۰ خازن قابل کلید زنی به وسیلهٔ تریستور (TSC)

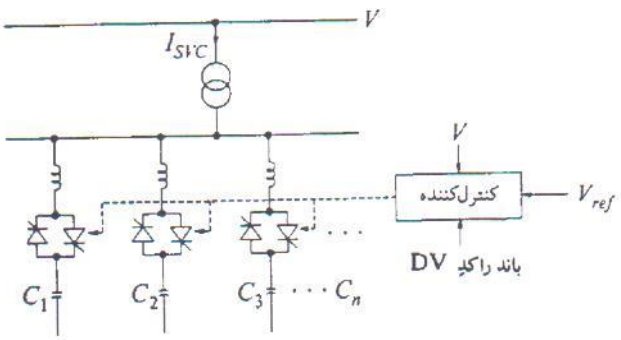
کلید زنی خازن ها ، آقار گذرایی را تحریک می کند که ممکن است بسته به فرکانس تشدید خازن ها با سیستم خارجی ، بزرگ یا کوچک باشد. کنترل های آتش تریستور ها ، برای حداقل آثار گذاری ناشی از کلید زنی ، طراحی می شوند. این کار با انتخاب لحظه ی کلید زنی زمانی که ولتاژ دوسر کلید تریستوری ، در حداقل مقدار (به طور ایده آل صفر) است ، عملی می شود . شکل ۱۱-۴۹ اصول کار را نشان می دهد . لحظه ی وصل شده کلی (t_1) بدین صورت انتخاب می شود که ولتاژ شین ، V، در حداکثر مقدار خود و با همان پلاریته ی ولتاژ خازن باشد . بدین ترتیب ، از یک کلید زنی فارف از آثار گذرا اطمینان حاصل می شود و لحظه ی قطع شده کلید (t_2) منطبق با جریان صفر است . که از آن ، خازن در ولتاژ اوج ، در حالت شارژ باقی می ماند (مثبت یا منفی) و برای وصل شدن بعدی آماده خواهد بود .



شکل ۴-۲۱ کار کلید زنی TSC

اصول کنترل سوسپانسی مورد استفاده به وسیلهی TSC به کنترل چرخهٔ انتگرالی[۱] موسوم است . سوسپانس به تعداد عدد صحیح از نیم سیکل های دقیق ، کلید زنی می شود . سوسپانس به چندین واحد موازی تقسیم شده و مقدار آن با کنترل تعداد واحدهایی از هدایت می کنند ، تغییر میابد . این امکان وجو دارد که در هر نیم سیکل ، غیر انجام پذیرد. این نحوه ی کنترل ، هارمونیک تولید نمی کند .

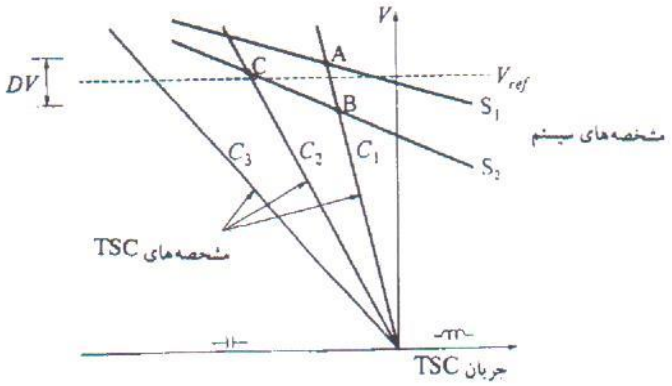
شکل ۱۱-۵۰ طراح اساسی TSCرا ، که از عناصر TSC اتصالی موازی به صورت مثلث و یک کنترل کننده تشکیل شده است ، نشان می دهد . زمانی که ولتاژ شین از مقدار مرجع V_{ref} بعد از باند راکد در هر سو ، منحرف می گردد ، کنترل ، یک یا تعداد بیشتری از مجموعه های خازنی را وصل یا قطع می کند تا زمانی که ولتاژ به محدوده ی باند راکد بازگردد ، به شرطی که تمام مجموعه ها قطع یا وصل نشوند .



شکل ۴-۲۲ طرح TSC

[۱]-Intergral Cycle Control

پاسخ دینامیکی . مشخصه ی V/I یک جبران ساز TSC در شکل ۱۱-۵۱ نشان داده شده است . مشاهده می شود که کنترل ولتاژ تامین شده ، گسسته یا پیله گونه است و به کمک ظرفیت و تعداد واحد های متصل شده ی موازی تعیین می شود . در کاربردهای فشار قوی ، به علت هزینه بالای تریستورها ، مجموعه های خازنی موازی محدود است . مشخصه ی V/I سیستم قدرت ،



شکل ۴-۲۳مشخصه های V/I مربوط به TSC و سیستم قدرت

زمانی که حالت سیستم تغییر می کند ، مشخصه های V/I مربوط به TSC را در نقاط مشخصی قطع می کند. ولتاژ شین V در محدوده ی $V_{ref} \pm DV/2$کنترل می شود که DV ، باند راکد است . زمانی که سیستم به گونه ای کار می کند ه مشخصه ی آن با خط S_1 قابل نمایش است ، خازن C_1 وصل می شود و نقطه ی کار A ، غالب است . اگر مشخصه ی سیستم به طور ناگهانی به S_2 تغییر کند ، در ابتدا ولتاژ شین به مقداری که توسط نقطه ی کار B نمایش داده می شود ، افت می کند و کنترل TSC ، مجموعه C_2 را وصل می کند تا نقطه ی کار به C تغییر نماید و ولتاژ را به بازه ی مطلوب آورد . بنابراین ، جریان جبران ساز می تواند به صورت گامهای منقطع تغییر کند . زمان اجرای هر دستور کنترل کننده از نیم تا یک سیکل ، متغیر است .

۴-۷: خازن قابل کلید زنی مکانیکی (MSC)

به طورنوعی ، طرح MSC شامل یک یا تعداد بیشتری واحد خازنی است که به وسیله ی کلیدی به سیستم قدرت متصل هستند . می توان از یک راکتور کوچک برای میرا کردن اثر گذاری حاصل از انرژی دار کردن و کاهش هارمونیک ها ، بطور سری با خازن ها استفاده کرد . به منظور اجتناب از اضافه ولتاژ های سیستم ناشی از اثر گذاری حاصل از کلید زنی خازنی ، باید از کلید های بدون پیش ضربه[۱] و باز ضربه[۲] استفاده کرد

مشخصه ی V/I ، خطی و مشابه با مشخصه ی TSC است . زمان پاسخ مساوی زمان کلید زنی ترکیب کلید است که بعد از دستور عمل کلید زنی ، حدود ۱۰۰ میلی ثانیه . کلید زنی متواتر عملی نیست مگر این که تجهیزات تخلیه تامین گردد .

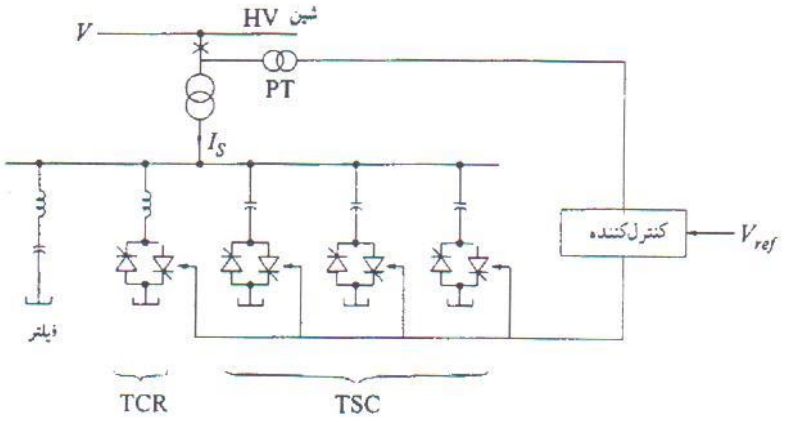
۴-۸: سیستم های عملی استاتیکی توان راکتیو

می توان هر طرح جبران سازی استاتیکی توان راکتیو را با هر بازه کنترلی مطلوب و با استفاده از ترکیباتی از عناصر فوق الذکر تشکیل داد . چند ساختار SVS به طور موفقیت آمیز برای تامین ملاحظات و نیازمندی های مختلف سیستم بکار رفته اند . سرعت مورد نیاز پاسخ ، بازه ی اندازه ، قابلیت انعطاف ، تلفات و هزینه از جمله ملاحظات مهم در انتخاب ترکیب برای هر کاربرد بخصوص است .

شکل ۱۱-۵۲ نمونه ای از طرح های SVS را نشان می دهد که از یک TGR ، یک TSCسه واحدی و فیلتر های هارمونیکی (به منظور فیلتر کردن هارمونیک های تولید شده ی TCR) تشکیل شده است . در فرکانس اصلی توان ، فیلتر ها خازنی هستند و حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد ظرفیت مگاوار TCR ، توان راکتیو تولید می کنند . به منظور اطمینان از حصول مشخصه ی منترلی هموار ، باید ظرفیت جریان TCR کمی بزرگتر از واحد TSC باشد در غیر این صورت باندهای راکد رخ می دهد(به مرجع ۳۷ از فصل هفتم مراجعه کنید)

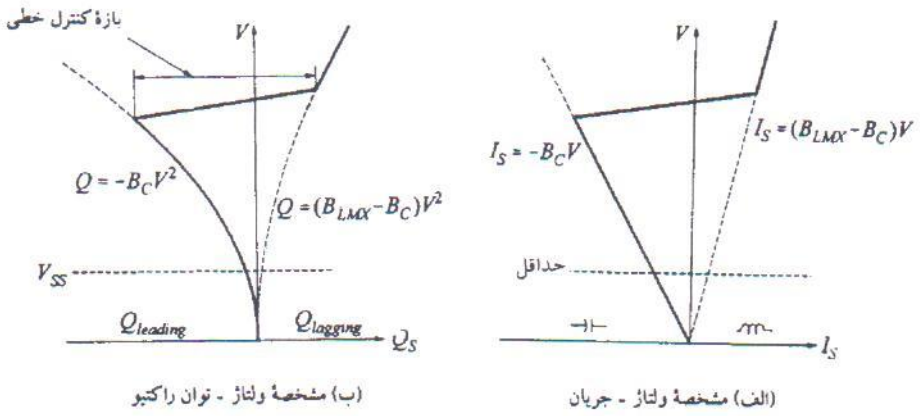
[۱] -Prestrike

[۲] -Restrike



شکل ۴-۲۴ سیستم نوعی استاتیکی توان راکتیو

مشخصه ی حالت ماندگار V/I مربوط به SVS در شکل ۱۱-۵۳ "الف" و مشخصه ی مربوطه ی V/Q در شکل ۱۱-۵۳ "ب" نشان داده شده است . محدوده ی کنترل خطی در محدوده ای که به وسیله ی سوسپانس حداکثر (B_{LMX}) راکتور ، سوسپانس کلی خازن (B_c) که با توجه به مجموعه های خازنی در مدار تعیین می شود و ظرفیت خازنی فیلتر ، مشخص می شود . اگر برای دورده ای طولانی ، ولتاژ زیر حد مشخصی (به طور نوعی 0.3 pμ) افت کند ، ممکن است توان کنترلی و دریچه ای تریستور از دست برود که در این صورت لازم است SVS متوقف شود . به مجرد این که ولتاژ اصلاح شود ، SVSمی تواند دوباره شروع شود . اما ممکن است ولتاژ برای دوره های کوتاه به مقادی کمی افت کند (از قبیل طی خطاهای گذرا) که در این صورت به خارج از مدار شدن SVS منجر می شود.



شکل ۴-۲۵ مشخصه های حالت ماندگار SVS

در محدوده ی کنترل خطی ، SVS، معادل با یک منبع ولتاژ (V_{ref}) سری باراکتاس X_{SL} است . همچنان که از شکل ۴۳-۱۱ مشخص است ، راکتاس شیب X_{SL} تاثیر زیادی بر عملکرد SVS دارد. مقدار بزرگ X_{SL}، SVS را کمتر حساس می سازد یعنی تغییرات در وضعیت سیستم باعث تغییرات بزرگ ولتاژ در شین فشار قوی SVS می شود . مقدار X_{SL} به وسیله ی بهره ی حالت ماندگار کنترل کننده (تنظیم کننده ی ولتاژ) تعیین می شود و نیز ممکن است به وسیله ی یک فیدبک جریان (با کنترل کننده ی PI) تاثیر پذیرد که باید انتخاب آن بر اساس مطالعات مشروح پخش بار و پایداری صورت گیرد . به طور نوعی ، بسته به قدرت سیستم جریان متناوب ، شیب در محدوده ی ۱ تا ۵ درصد تنظیم می شود .

۴-۹: کاربرد جبرانگرهای استاتیکی توان راکتیو

از زمان اولین کاربرد در اواخر دهه ی ۱۹۷۰ میلادی ، از SVSها در سیستم های انتقال به طور پیوسته در حال افزایش بوده است . به علت توانایی آن های در تامین کنترل سریع و پیوسته ی توان راکتیو و ولتاژ ، SVCها می توانند چندین جنبه ی عملکرد سیستم انتقال را تقویت کنند.

کاربردهای SVC شامل موارد زیر است :

- کنترل اضافه ولتاژهای موقتی (فرکانس اصلی توان) ؛

- جلوگیری از فروپاشی ولتاژ ؛
- تقویت پایداری گذرا ؛
- تقویت میرایی نوسان های سیستم ؛

مراجع ۳۹ تا ۴۲ جزئیات کاربرد SVC را در برخی از سیستم های قدرت بیان می کند .

در سطوح سیستم زیر انتقال و توزیع ، از SVCها برای متعادل کردن سه فاز سیستم هایی که بارهای نامتعادل را تامین می کنند ، استفاده می شود . همچنین از آن ها برای حداقل سازی نوسان ولتاژ تغذیه ، که در اثر ذره های مکرر بارهایی از قبیل بارهای ماشین حفاری[۱] در معادن ، نورد[۲] و کوره های قوسی ایجاد می شود ، بهره گرفته می شود .

کوذه های قوسی حالت خاصی از بارهای ضربه ای هستند و باعث نوسان ولتاژ با فرکانسی بین ۲ تا ۱۰ هرتز می شوند . این موضوع منجر به چشمک زنی لامپ های رشته ای در نواحی مجاور مصرف می شود . ممکن است بعضی تجهیزات الکترونیکی و گیرنده های تلوزیونی نیز تحت تاثیر قرار گیرند . از واژه ی چشمک زنی[۳] ولتاژ به منظور چنین نوسان های سریع ولتاژ استفاده می شود . به منظور حداقل کردن تاثیر سو بر نواحی مجاور مصرف ، باید نوسان های ولتاژ زیر سطح حداقل قابل قبول (به طور نوعی 0.3%) حفظ شود . SVCها وسایلی موثر و اقتصادی در حذف پدیده ی چشمک زنی ولتاژ هستند و از اوایل دهه ی ۱۹۷۰ میلادی به طور وسیعی بهکار گرفته شده اند.

۴-۹-۱: اصول جبران سازی سیستم انتقال

در بخش های قبل ، تجهیزات گوناگون مورد استفاده در جبرانسازی سیستم های انتقال تشریح شد . به منظور طراحی و بهره برداری اقتصادی از یک سیستم قابل اعتماد ، کاربرد هماهنگ و برنامه ریزی مناسب این وسایل ، بسیار اساسی است از آنجا که جبران سازی راکتیو بر عملکرد حالت ماندگار و نیز دینامیکی

---

[۱]-Dragline

[۲] -Rolling Mills

[۳]-Ficker

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سیستم تاثیر می گذارد برای ایجاد طرح های مناسب جبران سازی ، مطالعات مشروح طرح بار و پایداری ، مورد نیاز است . مطالعات پخش بار را در بحش ۱۱-۳ شرح خواهیم داد . مطالعات پایداری در فصول دوازدهم تا هفدهم مطرح خواهد شد که در آن ها جنبه های مختلف پایداری سیستم مورد توجه قرار خواهد گرفت .

علاوه بر شبیه سازی های مشروح ، برای انتخاب و کاربرد صحیح وسایل جبران سازی ، درک اصول جبران سازی راکتیو در سیستم های اتقال بسیار ارزشمند است . میلر[۱] بخوبی این مطلب را در مرجع ۳۷ بیان کرده است . در اینجا بطور مختصر این اصول را با در نظر گرفت این که چگونه شکل های گوناگون جبران سازی بر عملکرد یک خط انتقال تاثیر می گذارند ، مرور خواهیم کرد .

در ابتدا حالت های ایده آلی را ، که جبران سیازی بطور یک نواخت توزیع شده است ، در نظر می گیریم زیرا با این روش ، روابط ساده ای نتیجه خواهد شد که به ما در درک طبیعت اصلی هر نوع جبران سازی کمک خواهد کرد . سپس ، ساختار های مشخص جبرانسازی فشرده یا متمرکز را مورد توجه قرار خواهیم داد تا مشاهده کنیم چگونه با حالت های ایده آل ، قابل مقایسه است .

۴-۱۰: جبران سازی شنت و سری ثابت یکنواخت توزیع شده

در فصل ششم (بخش ۶-۱) مشاهده کردیم که عملکرد خط به وسیله ی امپدانس مشخصه ی Z_c و طول الکتریکی Θ (که به زاویه خط نیز موسوم است) ، تعیین شده می شود هدف جبران سازی این است که این پارامترها را با نحوی تغییر دهد که مشخصه ی مطلوب ولتاژ و انتقال توان نتیجه شود . با فرض بدون تلفات بودن خط ، در حالت بدون جبران سازی ، عبارات مربوط به دو پارامتر خط بصورت زیر است :

زاویه ی موثر خط ($\acute{\Theta}$) و بار طبیعی ($P_0^{`}$) به صورت زیر است :

(۵۱-۱۱)

$$\theta = \theta\sqrt{(1-\acute{K}_{sh})(1-K_{se})}$$

[۱] -T.J.E.Miller

برای دریافت فایل wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\acute{P}. = \qquad (۵۲-۱۱)$$

$$P.\sqrt{\frac{1-K_{sh}}{1-K_{se}}}$$

تاثیر جبران سازی بر ولتاژ خط ، در حالت بارگذاری کم ، با استفاده از جبران سازی اندوکتیو شنت ، نمایه ی مسطخی از ولتاژ به دست می آید. به عنوان مثال با $K_{sh} = 1$ (۱۰۰٪ جبران سازی اندوکتیو) ، $\Theta`$ و $P_0`$ به صفر کاهش و $Z_c`$ به بینهایت افزایش می یابد . این موضوع منجر به یک ولتاژ مسطح در بار صفر می شود . در خالت بارگذاری سنگین ، می توان با افزودن جبرانسازی شنت ، به ولتاژ مسطح دست یافت . به عنوان مثال برای انتقال $1.4\ P_0$ با نمایه مسطحی از ولتاژ ، جبرانسازی خازنی شنت با $K_{sh} = -0.96$ مورد نیاز است .

از دیدگاه نظری می توان برای تامین نمایه ی مسطح ولتاژ از جبران سازی خازنی سری در حالات بارگذاری سنگین به جای جبرانسازی شنت استفاده کرد . به عنوان مثال ، در بار $1.4\ P_0$ ، با جبران سازی سریع توزیع شده با $K_{se} = 0.۴۹$ ، می توان به نمایه مسطح ولتاژ دست یافت . در عمل ، خازن های سری فشرده برای کسب نمایه ی همواره ولتاژ در طول خط ، مناسب نیستند . واضح است که در جاهایی که خازن های سری به کار رفته اند، تغیرات پله ای در ولتاژ رخ می دهد اما می توانند تنظیم ولتاژ را در هر نقطه اصلاح کنند .

بدین ترتیب تغییرات ولتاژ با بار کاهش می یابد .

تاثیر جبرانسازی بر توان حداکثر . در فصل ششم رابطه ی مربوط به توان انتقالی خط را به دست آوردیم (معادله ۶-۵۱) . با جبرانسازی ، این رابطه به صورت زیر است :

$$\boldsymbol{P_R = \frac{E_S E_R}{Z_C \sin\acute{\theta}}} \qquad (۵۳-۱۱)$$

بدین ترتیب می توان توان حداکثر (مطابق با $\delta = 90^\circ$) را باکاهش $Z_c`$ یا $\acute{\theta}$(و یا هردو) ، افزایش داد .

امپدانس مشخصه ی $\acute{Z}_c$ را می توان با جبران سازی خازنی شنت کاهش داد اما این موضوع همراه با افزایشی در طول الکتریکی $\acute{\theta}$ است . از طرف دیگر ، جبرانسازی اندوکتیوشنت، $\acute{\theta}$ را کاهش، اما $\acute{Z}_c$ را افزایش می دهد. فقط جبرانسازی خازنی سری به کاهش توأم $\acute{\theta}$ و Z_c کمک می کند. اما،باید درک کرد که همیشه جبرانسازی برای تأمین هر دو هدف مورد نیاز نیست :۱) افزایش، $\acute{P}$ ، سطح توانی که در آن نمایهٔ ولتاژ مسطح است، ۲) کاهش طول الکتریکی به منظور بهبود پایداری . ممکن اتس خطوط کوتاه به تقویت ولتاژ نیاز داشته باشند (یعنی افزایشی در $\acute{P}$)، اگر چه طول ذاتی الکتریکی کم است . این کار می تواند با استفاه از خازنهای شنت عملی شود، به ظرطی که در نتیجه آن $\acute{\theta}$ بیش از حد نشود. از طرف دیگر ،همچنان که در فصل ششم مشاهده کردیم (شکل ۶-۱۳)، خطوط طولانی تر از حدود ۵۰۰km را نمی توان حتی تا P. نیز بارگذاری کرد چرا که در این صورت θ، بسیار زیادی می شود. در چنین حالاتی،کاهش $\acute{\theta}$ اولیت اول است .

۴-۱۱: مثال توضیحی

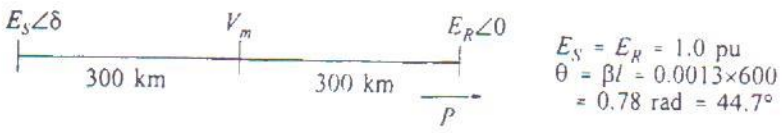
به منظور توضیح موارد فوق ، خط بدون تلفات ۵۰۰ کیلوولتی را که دارای پارامترهای زیر است، در نظر می گیریم :

β=۰/۰۰۱۳ Zcrad/km =۲۵۰Ω(P. = ۱۰۰۰MW)

X_L = ۰/۳۲۵ Ω/bckm = ۵/۲ S/kmμ

طول خط ۶۰۰ km است و مطابق با شکل ۱۱-۵۴، توان را بین دو منبع انتقال می دهد. دامنهٔ ولتاژهای منبع در ۱/۰pu حفظ می شود. هدف ،بررسی عملکرد خط بدون و با جبرانسازی است . جبرانسازی خازنی

و



شکل ۴-۲۶

شنت و سری را به گونه ای در نظر می گیریم که زمانی که توان انتقالی (P) مساوی، P ۱/۴ باشد، ولتاژ در نقطهٔ وسط، به اندازهٔ pu ۱/۰ حفظ شود .

الف) بدون جبرانسازی،رابطه توان - زاویهٔ به صورت زیر است :

$$P = \frac{E_S E_R}{Z_C sin\theta} sin\delta$$

زمانی که Es و ER در مقادیر نامی باشند، داریم :

$$\frac{P}{\text{P.}} = \frac{1}{sin\theta} sin\delta = \frac{1}{sin44/7^{\cdot}} sin\delta = 1/42 sin\delta$$

همچنین با در نظر گرفتن نیمی از خط متقارن، P را می توان بر حسبVM به صورت زیر بیان کرد :

$$P = \frac{E_s V_m}{Z_C \sin\left(\frac{0}{2}\right)} \sin\left(\frac{\delta}{2}\right)$$

$$= P. \frac{\text{v}_\text{m} \sin(\frac{\delta}{2})}{\sin(\frac{24/7^{\cdot}}{2})}$$

بنابراین ،مقدار مبنای واحد ولتاژ نقطهٔ وسط بر حسب تابعی از P به صورت زیر است :

$$V_\text{m} = \frac{\text{p}}{\text{p.}} \frac{0/38}{\sin(\delta/2)}$$

ب) برای حفظ Vm در مقدار pu ۱/۰ زمانی که$P.$ P = ۱/۴ باشد، با جبرانسازی ثابت شنتِ یکنواخت توزیع شده ، داریم :

$$1/4P. = \acute{\text{P}}. = P.\sqrt{1 - k_{sh}}$$

بنابراین ،ksh =۰/۹۶ است . در حقیقت ، این موضوع منجر به ولتاژ pu ۱/۰ در سرتاسر طول خط در P=۱/۴ می شود . مقادیر مربوطه $\acute{\theta}$ ، $\acute{Z}_c$ به صورت زیر است :

$$Z_c = \frac{\text{Z}_\text{c}}{\sqrt{1 - \text{k}_\text{sh}}} = \frac{250}{\sqrt{1 + 0/96}} = 178/57\Omega$$

$$\acute{\theta} = \theta\sqrt{1 - \text{k}_\text{sh}} = 10/92 \text{ rad} = 62/57^{\cdot}$$

توان انتقالی از رابطهٔ زیر به دست می آید :

$$P = \frac{E_S E_R}{\acute{Z}_C \, sin\acute{\theta}} sin\delta$$

بنابراین :

$$\frac{\mathrm{p}}{\mathrm{p.}} = \frac{\mathrm{z_c sin\delta}}{\acute{\mathrm{z}}_\mathrm{c} \, \mathrm{sin\acute{\theta}}} = \frac{1}{58} \mathrm{sin\delta}$$

اکنون ولتاژ نقطهٔ وسط از رابطهٔ زیر قابل محاسبه است :

$$V_\mathrm{m} = \frac{\mathrm{p}}{\mathrm{p.}} \frac{\acute{\mathrm{z}}_\mathrm{c} \mathrm{sin}(\acute{\theta}/2)}{\mathrm{Z_c} \, \mathrm{sin}(\delta/2)} = \frac{\mathrm{p}}{\mathrm{p.}} \frac{0/371}{\mathrm{sin}(\delta/2)}$$

ج)با جبرانسازی ثابت سریِ یکنواخت توزیع شده برای حفظ V_m در ۱/۰pu، زمانی که P. ۱/۴=P است،

داریم :

$$1/4P. = \acute{P}.=P.\sqrt{1-k_{se}}$$

بنابراین K_{se}= ۰/۴۹ است . در این حالت ،پارامترهای خط به مقادیر زیر تغییر می کند :

$$\mathrm{Zc} = \mathrm{Zc}\sqrt{1-k_{se}} = 250\sqrt{1-0/49} = 178/57\Omega$$

$$\acute{\theta} = \theta\sqrt{1-\mathrm{k_{se}}} = 0/557 \text{ rad} = 31/92^{\cdot}$$

و معادلات توان انتقالی و ولتاژ نقطهٔ وسطح به صورت زیر در می آید :

$$\frac{\mathrm{p}}{\mathrm{p.}} = \frac{\mathrm{z_c sin\delta}}{\acute{\mathrm{z}}_\mathrm{c} \, \mathrm{sin\acute{\theta}}} = 2/65 sin\delta$$

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه گیری و پیشنهادات:

براساس شبیه سازی های انجام شده قابلیت های svc را می توان بصورت زیر خلاصه کرد.

Svc در سیستم های قدرت برای ارز یا کارایی بطرق مختلفی مورد استفاده قرار می گیرد.

۱-برای رگوله کردن ولتاژ

۲-بهبود پایداری گذرا

۳-از دیاد ظرفیت انتقال توان

۴-کاهش موقتی از دیاد ولتاژ

۵-یرایی هرچه بیشتر نوسانات توان

۶-جبران بار

۷-کاهش هزینه تمام سیستم

جایگذاری svc مورد توجه بسیار قرار می گیرد . برای شبکه های گسترده جایگذاری svc در محل مناسب باعث کاهش هزینه های اقتصادی و همچنین پاسخگویی بهینه سیستم به اختلالات هم در حالت گذرا و هم در حالت ماندگار می شود . مسئله جایگذاری svc در سیستم قدرت را می توان با روش های soft cowwpuling مانند:

neural net work, antcolony, Fuzzylogic و... حل کرد . همچنین طراحی کنترل کننده های کامل برای کنترل بهینه svc می تواند یکی از مسایل باشد که در آینده مورد پژوهش قرار می گیرد.

منابع فارسی :

پایداری و کنترل سیستمهای قدرت

مولف : پرابهاکندور

ترجمه: دکتر حسین سیفی – دکتر علی خاکی صدیق

منابع غیر فارسی

[1]comparison of pss.svc .and statcom contorllers for damping power system oscillations
Mithulananthan ,N.;canizares ,c.A.;Reeve ,J.;Rogers ,G.J.;
Power system IEEE Transaction on
Volume 18 ,Issue2, May 2003 Page (s):786-792
[2]A Robust Controlcontol strategy for shunt and series reactive compensators To Damp Eiectromec anical Oscillations
Mojtab Norozian. seiorMember .IEEE.Mehrdad ghandhari .student Member . IEEE
IEEE Goran Andersson .Fellow.IEEE.J.Gronquist.Membar.IEEE.andI.Hiskens.senior Member.IEEE
IEEE TRANSACTIONS ONPOWER DELIVERY.VOL.16.NO.4.OCTOBER200
[۳]The Dynamic ModeelingOfStatic Var Systam InPoWerSstem BioCKsAt
E.G.NePomuceno.O.M.Neto.PC.Aleo and E.M.AM.Mendes
FUNREI-Feddral Instition of High Education of sao joao deIRei.BRAZIL
[4]COOrdination of an SVC with a ULTC Reserving compensation Margin for Emergency Control
Kwang M.son.Member.IEEE.kyeong s.Moon. songk, Lee, Member, IEEE, and Jong K. Park, Senior Member, IEEE
IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY, VOL. 15, NO. 4, OCTOBER 2000
[5] Static Var Compensator Models for Power Flow and Dynamic Performance Simulation
IEEE Special Stability Controls Working Group

System Dynamic Performance Subcommittee
Power System Engineering Committee
IEEE Transactions on power Systems, Vol.9 , No.1 February 1994
[6] Single-machine infinite bus system
Rusejla Sadikovic
Internal report
Zurich, 07 . 07 . 2003

WikiPower.ir