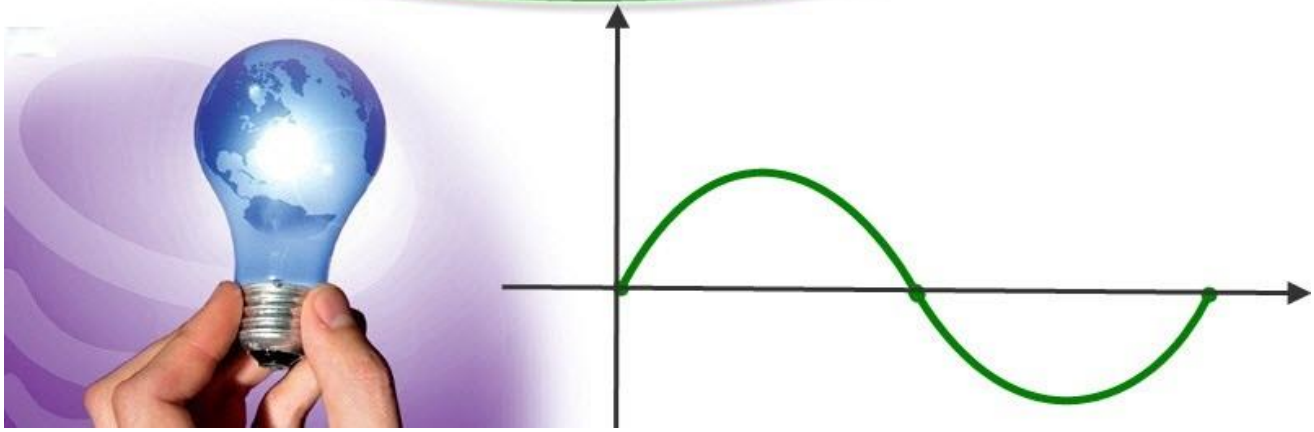
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

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:

کاربرد AVR و PSS در ژنراتورها

WikiPower.ir

برای خرید فایل wordاین پروژه اینجا کلیک کنید.

(شماره پروژه = ۳۷۶)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

فهرست عناوین:

مقدمه ۵

فصل اول : مروری برکنترل سیستم های قدرت

۱,۱. کنترل سیستم های قدرت ۶

۱,۲. پایداری سیستم های قدرت ۷

۲. فصل دوم : کاربرد AVR در سیستم های قدرت

۲,۱. رگولاتور اتوماتیک ولتاژ ۱۱

۲,۲. نحوه عملکرد ۱۲

۲,۳. طراحی AVR ۱۳

۲,۴. کنترل ولتاژ ژنراتور ۱۵

۲,۵. کنترل توان اکتیو و راکتیو ۱۷

۲,۵,۱. اهمیت کنترل توان راکتیو ۱۸

۲,۶. کنترل ولتاژ و توان راکتیو ۱۹

۲,۶,۱. مدل تقویت کننده ۲۱

۲,۶,۲. مدل تحریک ۲۱

۲,۶,۳. مدل ژنراتور ۲۲

۲,۶,۴. مدل حسگر ۲۳

۲,۶,۵. مثال شبیه سازی یک سیستم قدرت با AVR ۲۴

۳. فصل سوم : پایدار ساز سیستم های قدرت (PSS)

۳,۱. طراحی پایدار ساز قدرت در شبکه ها..... ۳۶

۳,۲. اثر بکارگیری PSS در سیستم تحریک..... ۴۰

۳,۳. اثر بکارگیری PSS بر توان حقیقی P_e ۴۳

۳,۴. اثر بکارگیری PSS بر انحراف سرعت محور ژنراتور..... ۴۴

۳,۵. اثر بکارگیری PSS بر انحراف سرعت محور ژنراتور و توان حقیقی P_e... ۴۵

۳,۶. اثر بکارگیری PSS بر مبنای ولتاژ پایانه ژنراتور و فرکانس F_E..... ۴۶

۳,۷. طراحی PSS..... ۴۷

۳,۸. کاربرد PSS در تنظیم کننده‌ی سرعت توربین..... ۴۸

نتیجه گیری..... ۵۰

مراجع..... ۵۱

مقدمه:

در این مقاله آشنایی با عملکرد و کاربرد تنظیم کننده ی اتوماتیک ولتاژ و پایدار ساز سیستم قدرت مورد بررسی قرار می گیرد.با توجه به رشد جمعیت در جامعه و نیاز فراوان این جمعیت به انرژی برق،کنترل و پایداری سیستم های قدرت در مقابل نیاز مردم امری ضرروری می باشد.با طراحی و بهره برداری مناسب از یک سیستم قدرت می توان پایداری و پاسخ دینامیکی آن را بهبود بخشید.خطر از دست رفتن پایداری را می توان با استفاده از عناصر اضافی که برای بهبود به پاسخ دینامیکی در سیستم قرار داده می شوند کاهش داد.این کار معمولا به بهبود پایداری موسوم بوده و موضوع اصلی "پایدار ساز سیستم قدرت" است.سیستم های امروزی از نواحی به هم پیوسته تشکیل شده اند. که در آن ها هر ناحیه دارای مرکز کنترل مربوط به خودش می باشد.مرکز کنترل اطلاعاتی را شامل فرکانس ناحیه، خروجی واحد ها و سیلان توان خطوط رابط را دنبال می کنند.هزینه های بهره برداری در واحد های کنترل شده بسیار متنوع است. واحد های بزرگ تر بازدهی بیشتری دارند اما هزینه ی متغیر سوخت های گوناگون مانند نفت، گاز یک فاکتور مهم است.[۵]

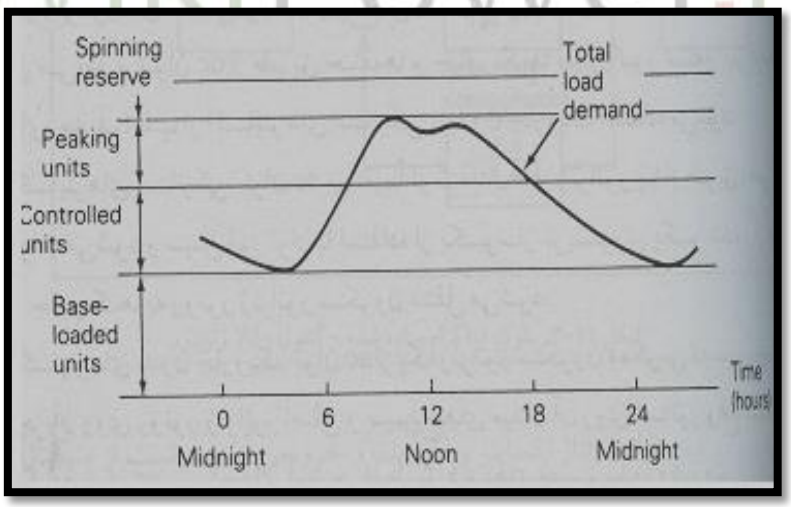
در این پروژه، مدل های ساده ی عناصر ضروری به کار گرفته شده در سیستم های کنترل نیز ارائه شده است.هدف از خط مشی کنترل، تولید و تحویل توان در یک سیستم به هم پیوسته به نحوی است که تا حد امکان اقتصادی و قابل اعتماد بوده و همزمان با آن تغییرات ولتاژ و فرکانس در یک محدوده ی مجاز نگه داشته شود.[۵]

فصل اول : مروری برکنترل سیستم های قدرت

۱,۱. کنترل سیستم های قدرت :

سیستم های کنترل اتوماتیک به طور گسترده ای در سیستم های قدرت به کار گرفته می‌شوند. کنترلر های محلی به واحد توربین، گاورنر ها، و باس های کنترل ولتاژ اعمال می گردند و کنترلرهای مرکزی به مراکز کنترل ناحیه اعمال می‌شوند. در سیستم های قدرت مدرن کنترلر های محلی نقش مهمی را بازی می‌کنند. سیستم های امروزی از نواحی بهم پیوسته تشکیل شده اند. که در آن ها، هر ناحیه دارای مرکز کنترل مربوط به خودش می باشد، این بهم پیوستگی دارای مزایای زیادی است. برای مثال، نواحی بهم پیوسته می توانند رزرو را بین خود تقسیم کنند تا پیک های بار پیش بینی شده و همچنین خروجی های پیش بینی نشده‌ی ژنراتورها را برآورده سازند. همچنین نواحی بهم پیوسته، تغییرات بار بزرگتری را با اغتشاش فرکانسی کمتری نسبت به نواحی ایزوله تحمل می‌کنند.

شکل (۱-۱) نشان می دهد که یک ناحیه‌ی نوعی چگونه با سیکل بار روزانه مواجه می‌شود،بار پایه توسط ژنراتورهای بار پایه که در ۱۰۰٪ بار نامیشان در ۲۴ ساعت کار می‌کنند،تامین می‌شود. [۱]



شکل (۱- ۱) : سیکل بار روزانه

۱,۲. مسئله‌ی پایداری :

تعریف IEEE از پایداری ولتاژ توانایی یک سیستم قدرت در نگهداری ولتاژ دائمی، بعد از بروز اغتشاش در شرایط مشخصی از بهره برداری ،در همه باسهای سیستم است. اغتشاش ممکن است خروج ناگهانی یکی از تجهیزات یا افزایش تدریجی بار باشد. هنگامی که توان الکتریکی انتقالی به بار رو به افزایش است تا بتواند بار اضافه شده را تامین کند (بار ممکن است مکانیکی، حرارتی یا روشنایی باشد)، چنانچه هر دو مؤلفه یعنی توان و ولتاژ قابل کنترل بمانند، سیستم قدرت پایدار ولتاژی خواهد بودو اگر سیستم بتواند بار الکتریکی را منتقل کند و ولتاژ از دست برود سیستم ناپایدار ولتاژ است. فروپاشی ولتاژ هنگامی رخ می دهد که افزایش بار باعث غیرقابل کنترل شدن ولتاژ در ناحیه مشخصی از سیستم قدرت گردد. بنابراین ناپایداری ولتاژ در طبیعت خود یک پدیده ناحیه ای است، که می تواند بدون هیچ پاسخ سریعی بصورت فروپاشی ولتاژ کلی بدل گردد. [۳]

پایداری سیستم های قدرت،خاصیتی از سیستم است که به ماشین های سنکرون سیستم توانایی می دهد تا به اختلال در وضعیت کار عادی پاسخ دهند و به وضعیت کار عادی دیگری باز گردند. بررسی های پایداری،بسته به ماهیت و اندازه‌ی اختلال معمولا بر سه نوع : بررسی پایداری در حالت گذرا، در حالت دینامیک، و در حالت مانا می‌باشند. [۳]

امروزه بررسی پایداری حالت گذرا، راه تحلیلی اصلی برای بررسی رفتار پویای الکترومکانیکی سیستم قدرت است. هدف از بررسی های پایدار حالت گذرا تعیین این است که آیا سیستم به دنبال اختلال های بزرگی نظیر اتصالی های سیستم انتقال، تغییر های ناگهانی بار، از کار افتادن واحد های تولید، یا کلیدزنی خط،همزمان خواهد بود یا نه. چنین بررسی هایی از ۵۰ سال پیش آغاز شده است. سیستم های قدرت امروزی، سیستم های گسترده‌ی بسیار به هم تنیده و با صدها ماشین است که میتوانند از طریق شبکه های واسطه‌ی با ولتاژ بسیار بالا (EHV) و ولتاژ بسیار بسیار بالا(UHV) بر کار دینامیکی یکدیگر تاثیر بگذارند. لذا، سیستم تحریک و سیستم کنترل فرمان توربین این ماشین ها باید در برخی حالت ها اما نه

در همه‌ی حالت ها برای انعکاس درست پاسخ دینامیکی مناسب سیستم قدرت به اختلال های معین، مدلسازی شود.

حوزه‌ی بررسی پایداری های حالت دینامیک و حالت مانا تنگتر است و شامل یک یا فقط چند ماشین است که وضعیت کارشان به آرامی یا به تدریج دستخوش تغییر می‌شود. بنابراین، بررسی پایداری های حالت دینامیک و حالت مانا به پایداری مکان نقاط کار حالت اساساً مانای سیستم، ارتباط میابد. در مسائل پایداری حالت مانای ژنراتور، مدل خیلی ساده ای بکار می رود که ژنراتور را منبعی با ولتاژ ثابت در نظر می گیرند. شیوه‌ی حل مسائل پایداری حالت مانا و حالت دینامیک، بررسی پایداری سیستم در هنگام تغییر های جزیی حول یک نقطه‌ی تعادل است. [۱]

به بررسی های پایداری حالت گذرا عموماً بیشتر می پردازند زیرا در عمل اهمیت بیشتری دارند. در این مسائل اختلال ها چنان بزرگند که نمی توان فرآیند خطینگی را به کار برد و باید معادله های غیر خطی دیفرانسیل و جبری را به روش مستقیم یا به روش گام به گام حل کرد. میتوان مسائل پایداری حالت گذرا را به مسائل پایداری در تابخورد اول و در چند تابخورد تقسیم کرد. روش های کنترل پایداری و طراحی سیستم های انتقال در جهت افزایش پایداری کل سیستم است. طرحواره‌های کنترلی شامل موارد زیر است:

- سیستم های تحریک
- کنترل شیر بخار توربین
- عملکرد تک قطبی مدارشکن ها

وقتی یک اتصالی در سیستم رخ می دهد ولتاژ همه‌ی شینه ها کاهش می یابد. تنظیم کننده های خودکار ولتاژ، کاهش ولتاژ بین سرهای ژنراتور را حس می‌کنند و با تغییر تحریک، ولتاژ را به حالت اول باز می گرداند. تاثیر کلی سیستم تحریک، کاهش زاویه‌ی تابخورد ابتدایی روتور در اثر اتصالی است. این کار را تقویت کننده های در جهت مستقیم تنظیم کننده های ولتاژ، با افزایش ولتاژ اعمال شده به سیم پیچ

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

تحریک ژنراتور انجام می دهند. سیستم های تحریک امروزی با استفاده از کنترلر های تریستوری،سریعا به کاهش ولتاژ شینه پاسخ می دهند و می توانند زمان بحرانی حذف اتصالی های سه فاز در طرف شینه‌ی فشار قوی ترانسفورماتور افزاینده‌ی ولتاژ ژنراتور را از نیم تا یک و نیم سیکل افزایش دهند. [۲]

WikiPower.ir

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

فصل دوم

WikiPower.ir

فصل دوم : کاربرد AVR در سیستم های قدرت

۲,۱. رگولاتور اتوماتیک ولتاژ(AVR)

تنظیم کننده های اتوماتیک ولتاژ AVR[1] نوعی از سیستم های تحریک هستند که خروجی آن ها بطور اتوماتیک تنظیم می‌شود. AVR ها تجهیزاتی الکترومکانیکی هستند که به صورت سیستم تحریک با مقدار زیاد رئوستا و مقاومت های سوئچی و اتصالات متحرک میباشند. این تجهیزات معمولا دارای پاسخ آهسته بوده و برای تغییر وضعیت قسمت های متحرک نیاز به زمان کافی دارند. AVR های اولیه دارای کنترل کننده های مغناطیسی بودند. در حالیکه AVR های آنالوگ پیشرفته شامل تقویت کننده های عملیاتی و مدارات الکتریکی می باشند. AVR های دیجیتال میکروپروسسوری نیز دارای مداراتی برای بالا بردن سرعت پاسخ هستند. تنظیم کننده های ولتاژ دارای دو نوع اصلی برای کنترل سیستم تحریک بصورت کنترل دستی(تنظیم کننده‌ی DC) و کنترل خودکار(تنظیم کننده‌ی AC) می باشند. [۱و۲]

۲,۲. نحوه‌ی عملکرد:

رگولاتور ولتاژ، توان خروجی اکسایتر(تحریک) ژنراتور را به منظور کنترل دامنه‌ی ولتاژترمینالی V_t تنظیم می کند. هرگاه ولتاژ مبنای V_{ref} افزایش(یا کاهش) یابد، ولتاژ خروجی vr رگولاتور Efd را افزایش(یا کاهش) می دهد که به آن سیم پیچ میدان ژنراتور اعمال می گردد و در نتیجه، vt افزایش (یا کاهش) می

[1] - Automatic voltage regulator and control

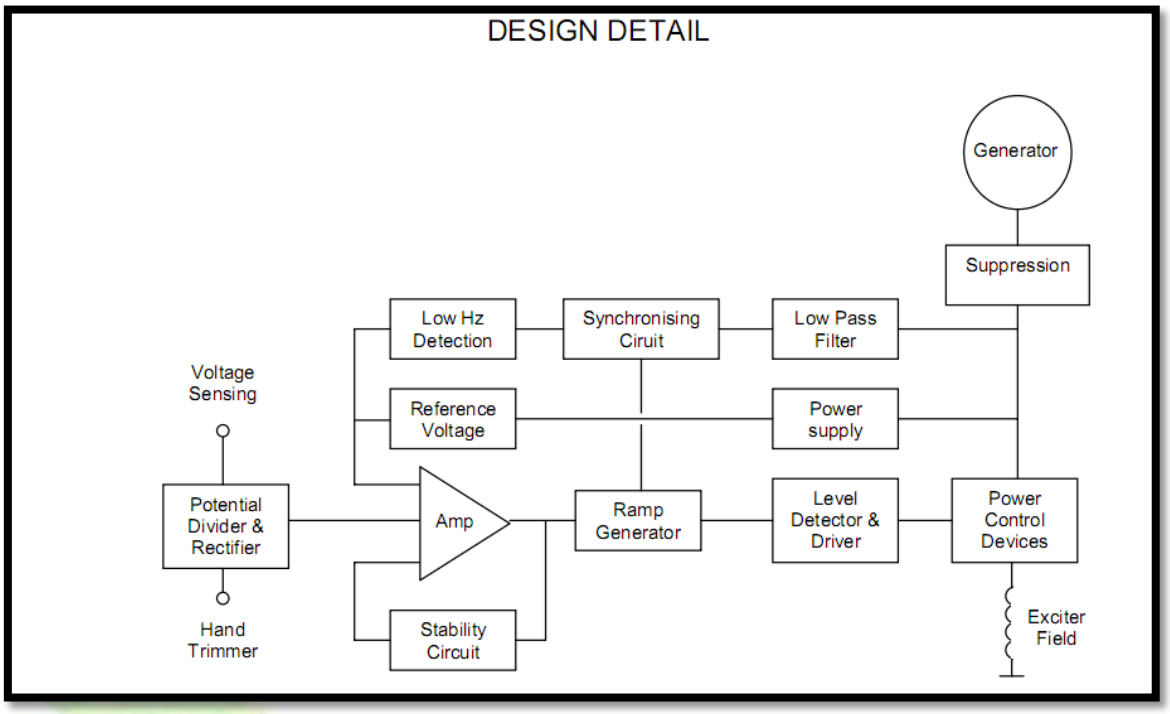
یابد. همچنین یک ترانسفورماتور ولتاژ و یکسو کننده، تغییرات vt را دنبال می‌کنند. این مجموعه به عنوان سیگنال فیدبک رگولاتور ولتاژ به کار گرفته می‌شود. اگر vt کاهش یابد، رگولاتور ولتاژ، vr را افزایش میدهد تا Efd افزایش یابد و در نتیجه vt افزایش خواهد یافت. [۵]

توربین- گاورنر نشان داده شده در شکل (۲- ۱) موقعیت شیر بخار را برای کنترل توان مکانیکی خروجی توربین p_m تنظیم می کند. هنگامیکه سطح توان مبنای p_{ref} افزایش(یا کاهش) می یابد، گاورنر شیر بخار را بازتر (یا بسته تر) می کند تا p_m را افزایش یا کاهش دهد. همچنین گاورنر سرعت روتور w_m را دنبال می کند. w_m به عنوان سیگنال فیدبک جهت کنترل تعادل بین p_m و توان الکتریکی خروجی p_e ژنراتور به کار گرفته می‌شود. [۷]

با صرفه نظر کردن از تلفات، اگر p_m بزرگتر از p_e باشد، w_m افزایش یافته و گاورنر شیر بخار را می بندد تا p_mکاهش یابد. به طور مشابه، اگر p_m کوچک تر از Pe باشد، w_m کاهش یافته و گاورنر شیر بخار را باز تر می کند. علاوه بر رگولاتور های ولتاژ در باس های ژنراتوری، تجهیزاتی جهت کنترل دامنه ولتاژ در باس های انتخاب شده‌ی دیگر نیز به کار گرفته می‌شوند. ترانسفورماتورهای تغییر دهنده‌ی تپ ،بانک های خازنی سوییچ شونده و SVS ها را میتوان جهت کنترل سریع ولتاژ به صورت اتوماتیک به کار گرفت. [۴]

۲,۳. طراحی AVR :

در شکل (۲- ۱) جزییات طراحی یک نوع AVR به نام sx440 را مشاهده می کنید



شکل (۲- ۱)

توابع اصلی AVR عبارت اند از:

- تقسیم کننده ولتاژ و یکسو کننده: این بخش ولتاژ خروجی نسبی ژنراتور را می گیرند و آن راتضعیف می نمایند. این سلسله مقاومت های ورودی شامل پتانسیو متر متغیر و تریمر هایدستی که ولتاژ ژنراتور را تنظیم می کنند. یک یکسو کننده سیگنال های ac را برای پردازش بیشتر به سیگنال های dc تبدیل می کند.

- تقویت کننده(مقایسه کننده) ی اصلی: ولتاژ حسی را با ولتاژ مرجع مقایسه می کند و سیگنال خطا(ΔV) را به منظور فراهم آوردن یک سیگنال کنترلی برای اجزا قدرت، تقویت می نماید. ژنراتور شیب و آشکارکننده سطح به طور نامحدود سیکل هدایت اجزا کنترل قدرت را کنترل می کند و از این رو سیستم تحریکی با توان لازم برای حفظ ولتاژ ژنراتور در حدود مشخصی، فراهم می آورد.
- آشکار ساز فرکانس پایین: که این قسمت بازه های هر سیکل الکتریکی را اندازه گیری می کند و باعث می شود که ولتاژ مرجع با تناسبی خطی نسبت به سرعت تحت آستانه ی از

پیش تنظیم شده، کاهش یابد. یک دیود تشعشع نورانی LED اجرای زیر سرعت(نرمال) را نشان می دهد. مدار پایداری فیدبک ac قابل تنظیمی را به منظور اطمینان از (حصول) حالت ماندگار مناسب و کارآیی گذرای سیستم کنترلی، مهیا می کند.

- فیلتر پایین گذر از تاثیر شکل موج های شکسته روی کارکرد AVR ، ممانعت به عمل می آورد.
- اجزا قدرت: که به عنوان تریستور های نیم موج و دیود های آزاد تنظیم شده اند، تا جریان میدان تحریک را در پاسخ به سیگنال خطایی که در ادامه ی مقایسه گر اصلی آمده است،تغییر دهند.
- اجزا خنثی: که به منظور جلوگیری از سیکل ولتاژ گذرای نوک تیز که برای اجزا AVR زیان آور هستند، اضافه شده اند و همچنین میزان نویز تریستور AVR را در ترمینال های اصلی ژنراتور کاهش می دهند.
- منبع تغذیه: که اجزا آن شامل دیود های زنر و مقاومت افت دهنده و یکنواخت کننده که به منظور فراهم آوردن ولتاژ مورد نیاز برای مدارهای جمع کننده و ولتاژ مرجع، مورد استفاده قرار می گیرند.

WikiPower.ir

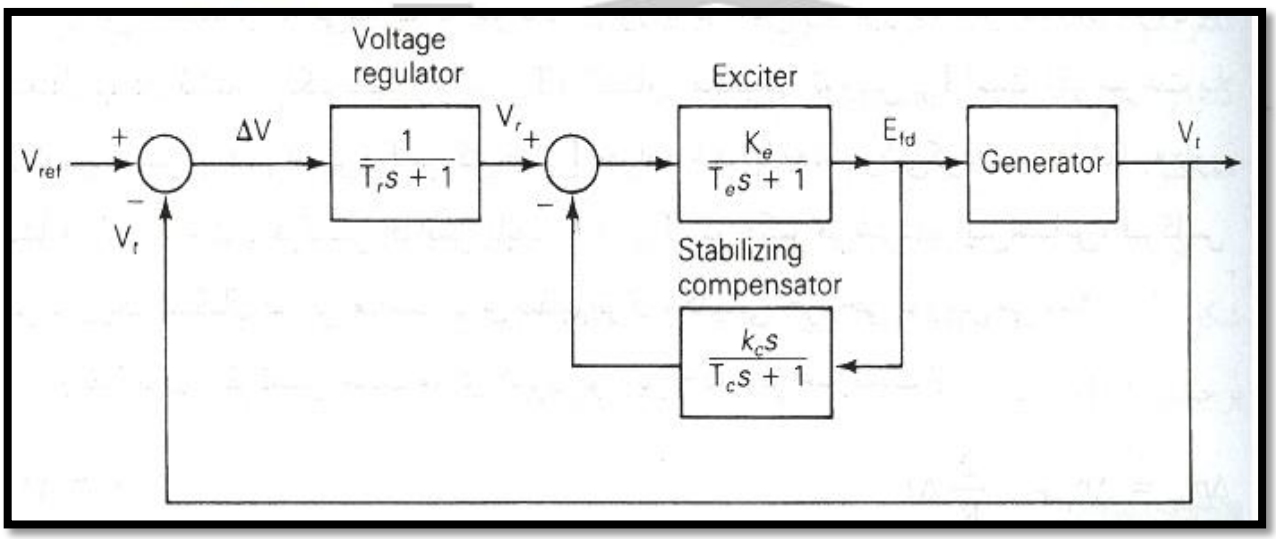
۲,۴. کنترل ولتاژ ژنراتور:

اکسایتر به سیم پیچ میدان ژنراتور سنکرون که روی روتور آن قرار گرفته، توان dc تحویل می دهد. در ژنراتور های قدیمی تر، اکسایتر شامل یک ژنراتور dc بود که توسط روتور ژنراتور به گردش در می آمد و توان dc از طریق حلقه ها و جاروبک ها به روتور منتقل می گردید. در ژنراتورهای جدید، اغلب از اکسایتر های الکترواستاتیکی یا بدون جاروبک استفاده می‌شود. [2]

دراکسایترهای استاتیکی، توان ac مستقیما از ترمینال های ژنراتور یا از طریق باس پست مجاور گرفته می‌شود و سپس این توان با استفاده از یکسوساز تریستوری یکسو شده و از طریق حلقه ها و جاروبک ها به روتور ژنراتور سنکرون منتقل می‌شود. [2]

در اکسایترهای بدون جاروبک، توان ac از یک ژنراتور سنکرون معکوس که سیم پیچ های سه فاز آرمیچر آن روی روتور ژنراتور اصلی و سیم پیچ های میدان آن روی استاتور واقع شده اند،تامین می گردد. توان ac سیم پیچ های آرمیچر از طریق دیودهای نصب شده روی روتور، یکسو شده و مستقیماً به سیم پیچ میدان منتقل می‌شود. در این طراحی،حلقه ها و جاروبک ها حذف می‌شوند.[2]

بلوک دیاگرام چند نمونه‌ی استاندارد از سیستم های کنترل ولتاژ ژنراتور توسط گروه کاری IEEE تهیه شده است. یک بلوک دیاگرام ساده از کنترل ولتاژ ژنراتور ،در شکل (۲- ۲) نشان داده شده است. غیر خطی بودن در اثر اشباع اکسایتر و محدودیت های خروجی اکسایتر در این شکل نشان داده نشده اند. [۴]



شکل(۲- ۲) : بلوک دیگرام ساده شده کنترل ولتاژ ژنراتور

در شکل (۲- ۲) ولتاژ ترمینالی v_t با ولتاژ مرجع Vref مقایسه شده و ولتاژ خطای ΔV را به وجود میآورد که به رگولاتور ولتاژ اعمال میگردد. بلوک Voltage Regulator تاخیر زمانی رگولاتور ولتاژ را مدل می کند، که در آن s عملگر لاپلاس و Tr ثابت زمانی رگولاتور است. توجه کنید که اگر یک پله

واحد به بلوک Voltage Regulator اعمال شود، خروجی به صورت نمایی با ثابت زمانی Tr به مقدار واحد رسید.

در شکل (۲- ۲) با صرفه نظرکردن از جبران ساز پایداری، ولتاژ خروجی Vr رگولاتور ولتاژ به اکسایتر اعمال شده که با بلوک Exciter نشان داده می‌شود. خروجی بلوک اکسایتر عبارتست از ولتاژ میدان E_d ، که به سیم پیچ میدان ژنراتور اعمال شده و برای تنظیم نمودن ولتاژ ترمینالی ژنراتور وارد عمل می‌شود. بلوک ژنراتور، که تغییر E_{fd} را به v_t ارتباط می دهد را می توان از معادلات سنکرون به دست آورد. [۲]

در عمل اکسایترهای با بهره زیاد و پاسخ سریع ،افزایش بزرگ و سریع ولتاژ میدان E_{fd} را در خلال شرایط اتصال کوتاه در ترمینال های ژنراتور به منظور بهبود پایداری گذرا پس از رفع عیب ایجاد می‌کنند. معادلات ارائه شده در این بلوک دیاگرام را می توان جهت محاسبه‌ی پاسخ گذرای کنترل ولتاژ ژنراتور به کار گرفت. [۱]

۲,۵. کنترل توان اکتیو و راکتیو:

کنترل توان های اکتیو و راکتیو به منظور حفظ سیستم در حالت ماندگار ضروری است. تغییر در توان اکتیو به طور عمده بر روی فرکانس سیستم تاثیر می گذارد، در حالیکه توان راکتیو به تغییر فرکانس حساسیت کمتری داشته و به طور عمده به تغییر در اندازه ولتاژ بستگی دارد. بنابر این می توان توان های اکتیو و راکتیو را به طور جداگانه ای کنترل نمود. حلقه‌ی کنترل بار فرکانس(LFC)، توان حقیقی و فرکانس را کنترل کرده و حلقه‌ی تنظیم کننده‌ی خودکار ژنراتور (AVR)، توان راکتیو و اندازه ولتاژ را تنظیم می‌کند. [۴]

اکثر مصرف کننده ها که بار سیستم محسوب می شوند توان راکتیو مصرف می کنند.بنابراین شبکه باید قابلیت تامین این توان راکتیو را داشته باشد. این امر در مورد توان اکتیو هم صادق است اما قیود و محدودیت های مربوط به انتقال آن به مراتب کمتر از توان راکتیو است.[۳]

ولتاژ خط باید به اندازه ای بالا باشد که بتواند بارها را تحمل کند و از طرفی نباید از حد شکست عایقی فراتر رود.عمل کنترل ولتاژها در نقاط کلیدی، طی سالیان گذشته و از دیرباز و در سطح وسیع به وسیله ی تولید یا مصرف توان راکتیو در نقاط کلیدی صورت می گیرد. فشار روزافزون در جهت بهره برداری حداکثر ممکن از سیستم های انتقالی، لزوم این عمل کنترلی را بیش از پیش آشکار می سازد.[۳]

۲,۵,۱. اهمیت کنترل توان راکتیو:

کنترل توان راکتیو به دلایل متعددی اهمیت روزافزون پیدا کرده است. با توجه به قیمت سوخت نیاز به بهره برداری بهینه از سیستم های قدرت افزایش پیدا کرده است. یک اصل مهم این است که برای توزیع یک مقدار معین توان با به حداقل رساندن پخش توان راکتیو کل، تلفات کاهش می یابد.از طرف دیگر به خاطر میزان بالای نرخ سود و خصوصا به خاطر مشکلات مربوط به حریم خطوط انتقال، از توسعه و احداث شبکه های انتقال جلوگیری می شود.این در حالی است که کارخانجات و صنایع مادر مجبورند به منظور افزایش بهره وری در حداکثر توان خود کار کنند و صنایع جدید رو به افزایش است که باید بار آن ها را به شبکه تحمل کنند. در این جا نیز لزوم استفاده از وسایل کنترل توان راکتیو و بهبود پایداری احساس می شود.[۴]

نکته ی دیگر دوری منابع تولید انرژی از مراکز مصرف است. برای انتقال ac در فواصل طولانی، مسائل مربوط به پایداری و کنترل ولتاژ به توان راکتیو مربوط می شود.به واسطه ی مصرف روز افزون وسایل الکترونیکی حساس نظیر رایانه و تلویزیون های دیجیتالی و همچنین رشد صنایع با فرآیند پیوسته، نیاز به داشتن تغذیه با کیفیت بالا افزایش یافته است. کاهش ولتاژ یا فرکانس، اثرات نامطلوبی را بر روی چنین بارهایی اعمال می کند و قطع تغذیه می تواند خیلی پرهزینه و زیان آور باشد.

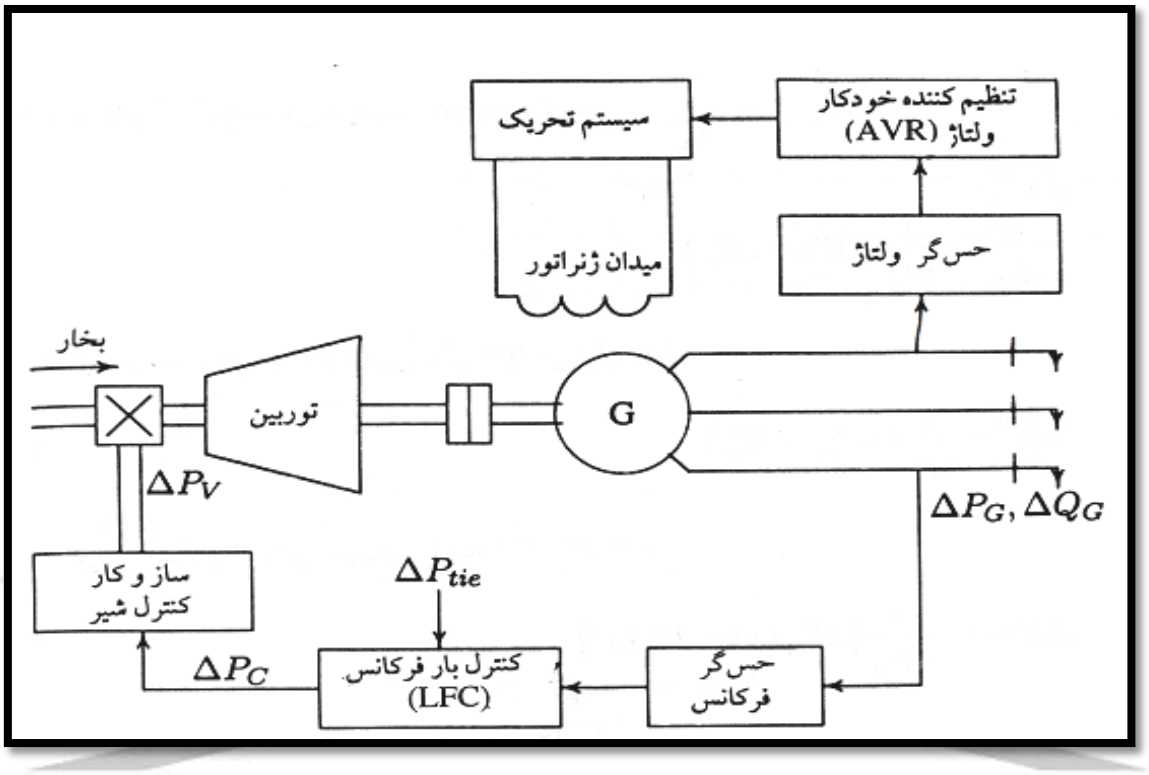
کنترل توان راکتیو یک ابزار اساسی در حفظ کیفیت تغذیه است. به خصوص برای جلوگیری از اغتشاشات ولتاژ که از عمومی ترین نوع اغتشاشات می باشد. از منظر دیگر با احداث و توسعه ی خطوط انتقال dc ، در سمت مصرف کننده های ac برای بهبود عمل کموتاسین و تثبیت ولتاژ باید توان راکتیو کنترل شود. [۴]

۲,۶. کنترل ولتاژ و توان راکتیو:

سیستم تحریک ژنراتور حفظ ولتاژ و کنترل توان راکتیو جاری را به عهده دارد. تحریک ژنراتور سیستم های قدیمی تر ممکن است از طریق حلقه های لغزشی و جاروبک ها توسط ژنراتورdc نصب شده روی محور روتور ماشین های سنکرون فراهم شود. با این وجود، سیستم های تحریک پیشرفته معمولا از ژنراتور های ac با یکسوسازهای گردان که سیستم های تحریک بدون جاروبک نامیده می‌شوند، استفاده می‌کنند.

همانطور که در بخش (۲,۴) ذکر شد، تغییر در تقاضای توان حقیقی در اساس روی فرکانس اثر می گذارد، در حالیکه تغییر در توان راکتیو به طور عمده روی اندازه ولتاژ موثر است. اثرات متقابل بین حلقه های کنترل ولتاژ و فرکانس معمولاً آنقدر ضعیف است که تجزیه و تحلیل جداگانه‌ی آن ها را ممکن میسازد. منابع تولید توان راکتیو عبارتند از: ژنراتورها، خازن ها و راکتورها. توان راکتیو ژنراتورها توسط میدان های تحریک آن ها کنترل می‌شود. دیگر روش های کمکی بهبود پروفیل ولتاژ در سیستم های انتقال الکتریکی عبارتند از:ترانسفورمرهای با تغییر دهنده‌ی تپ زیر بار،خازن های قابل قطع ووصل،تنظیم کننده های پله ای ولتاژ و تجهیزات کنترل استاتیکی توان راکتیو. منبع اصلی کنترل توان راکتیو ژنراتور،کنترل تحریک آن با استفاده از تنظیم کننده‌ی خودکار ولتاژ (AVR)میباشد. نقش یک AVR

نگهداشتن اندازه ولتاژ پایانه ژنراتور سنکرون در سطح تعیین شده است. نمایش ساده تری از یک سیستم AVR در شکل (۲- ۳) نشان داده شده است :



شکل (۲- ۳) : نمایش ساده تری از AVR یک ژنراتور سنکرون

WikiPower.ir

افزایش در توان راکتیو بار یک ژنراتور با کاهش اندازه ولتاژ پایانه آن همراه است. اندازه ولتاژ از طریق یک ترانسفوراتور ولتاژ در یک فاز حس می‌شود. این ولتاژ یکسو شده و با سیگنال نقطه تنظیم dc مقایسه می‌شود. سیگنال خطای تقویت شده، میدان تحریک را کنترل کرده و ولتاژ پایانه تحریک را افزایش میدهد. بنابراین،جریان تحریک ژنراتور افزایش یافته، که منجر به افزایش مقدار emf تولید شده می‌شود. تولید توان راکتیو به نقطه تعادل جدیدی افزایش یافته که به افزایش ولتاژ پایانه به مقدار دلخواه میگردد. چندین شرکت در حال کار بر روی طرح های خاص برای کنترل ولتاژ های شبکه و توان راکتیو هستند. برای نمونه، شرکت های تولید برق فرانسه و ایتالیا (ENEL و EDF) در حال کار بر روی طرح های "کنترل ولتاژ ثانویه" برای کنترل مرکزی ولتاژ های شبکه و خروجی های راکتیو ژنراتورها می باشند. شرکت برق

توکیو نیز طرح کنترل تطبیقی تغذیه توان راکتیو را در برنامه دارد. حال به طور مختصر،مدل های ساده‌ی عناصر تشکیل دهنده یک سیستم AVR مورد بررسی قرار خواهند گرفت. [۵]

۲,۶,۱. مدل تقویت کننده :

تقویت کننده‌ی سیستم تحریک ممکن است تقویت کننده‌ی مغناطیسی،تقویت کننده‌ی گردان و یا تقویت کننده‌ی الکترونیکی پیشرفته باشد. تقویت کننده با یک بهره‌ی k_a و یک ثابت زمانی τ_A نمایش داده می‌شود و تابع تبدیل آن به صورت زیر است:

رابطه (۲-۱)

$$\frac{V_R(s)}{V_e(s)} = \frac{k_A}{1+\tau_A S}$$

مقادیر نوعی kA در حدود ۱۰ تا ۴۰۰ است. ثابت زمانی تقویت کننده خیلی کوچک بوده و در محدوده ۰/۰۲ تا ۰/۱ ثانیه است و اغلب از آن چشم پوشی می‌شود.

WikiPower.ir

۲,۶,۲. مدل تحریک:

تنوع زیادی در انواع سیستم های تحریک مختلف وجود دارد. با وجود این، سیستم های تحریک پیشرفته از منابع توان ac که از طریق یکسوکننده های نیمه هادی(SCR) یکسو می‌شوند، استفاده می کنند. به علت پدیده اشباع در مدار مغناطیسی ولتاژ خروجی تحریک یک تابع غیر خطی از ولتاژ میدان است. بنابراین، هیچگونه رابطه ساده ای بین ولتاژ پایانه و ولتاژ میدان تحریک وجود ندارد. چندین مدل با درجات پیچیدگی متفاوت توسعه یافته و در نشریات IEEE توصیه شده اند. یک مدل ساده از تحریک کننده پیشرفته مدل خطی شده ای است که ثابت زمانی اصلی را در نظر گرفته و از پدیده اشباع و سایر عوامل خطی چشم

پوشی میکند. در ساده ترین شکل،تابع تبدیل یک تحریک کننده‌ی پیشرفته را می توان با یک ثابت زمانی τ_E و یک بهره‌ی k_E به صورت رابطه (۲- ۲) نمایش داد :

رابطه (۲-۲)

$$\frac{V_f(S)}{V_R(S)} = \frac{k_E}{1+\tau_E S}$$

ثابت زمانی تحریک کننده های پیشرفته خیلی کوچک هستند.

۲,۶,۳.مدل ژنراتور

نیروی محرکه‌ی الکتریکی(emf) تولید شده توسط ماشین های سنکرون تابعی از منحنی مغناطیس کنندگی ماشین بوده و ولتاژ پایانه آن به ولتاژ بار ژنراتور بستگی دارد. در مدل خطی شده،تابع تبدیل که ولتاژ پایانه ژنراتور را به ولتاژ میدان آن مربوط می سازد را می توان با بهره‌ی K_G و ثابت زما نی τ_G به صورت رابطه (۲- ۳) نمایش داد:

WikiPower.ir

رابطه (۲-۳)

$$\frac{Vt(s)}{VF(s)} = \frac{K_G}{1+\tau_G S}$$

این ثابت ها به بار وابسته هستند. مقدار K_G می تواند بین ۰/۷ تا ۱ و مقدار τ_G بین ۱ و ۲ ثانیه از حالت بار کامل تا حالت بی باری تغییر می کند. [۳]

۲,۶,۴. مدل حسگر:

ولتاژ از طریق ترانسفورماتور ولتاژ حس می‌شود و بوسیله‌ی یک پل یکسو ساز یکسو می‌شود. حسگر توسط یک تابع تبدیل ساده مرتبه اول مدل سازی می‌شود که به صورت (۲- ۴) است:

رابطه (۲- ۴)

$$\frac{Vs(s)}{Vt(s)} = \frac{K_G}{1+\tau_r S}$$

ثابت زمانی τ_r خیلی کوچک بوده و می توان آن را در محدوده‌ی ۰/۰۱ تا ۰/۰۶ ثانیه فرض کرد.

با استفاده از مدل های بالا ،نمایش بلوکی یک AVR مطابق شکل (۲- ۴) است. تابع تبدیل حلقه باز نمایش بلوکی شکل (۲- ۴) برابر است با :

رابطه (۲- ۵)

$$KG(s)\ H(s) = \frac{K_A K_E K_G K_R}{(1+\tau_a S)(1+\tau_e S)(1+\tau_g S)(1+\tau_r S)}$$

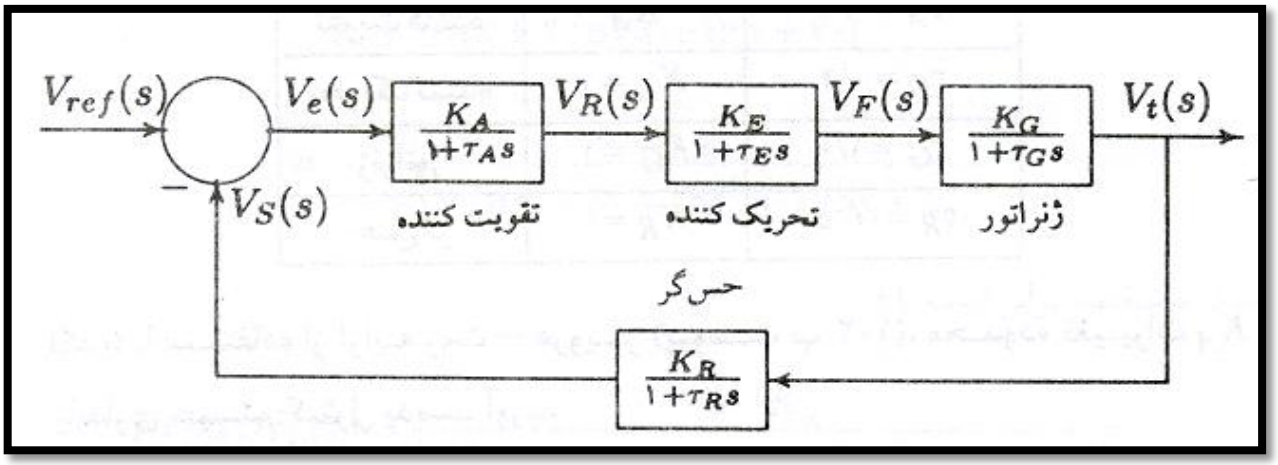
و تابع تبدیل حلقه بسته که ولتاژ پایانه Vt(s) را به ولتاژ مرجع Vref(s) مربوط می سازد به صورت زیر است :

رابطه (۲- ۶)

$$\frac{V_t(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{K_A K_E K_G K_R(\tau_r s + 1)}{(\tau_a s + 1)(\tau_e s + 1)(\tau_g s + 1)(\tau_r s + 1) + K_A K_E K_G K_R}$$

یا به صورت رابطه (۲- ۷) :

$$Vt(s) = T(s)\ Vref\ (s)$$



شکل (۲- ۴) : نمایش بلوکی سیستم AVR

برای ورودی پله داریم:

V_{ref} (s)= 1/S

با استفاده از قضیه مقدار نهایی، پاسخ ماندگار برابر است با :

رابطه (۲- ۸)

$$V_{tss} = \lim_{s\to 0} sV_t(s) = \frac{Ka}{1+Ka}$$

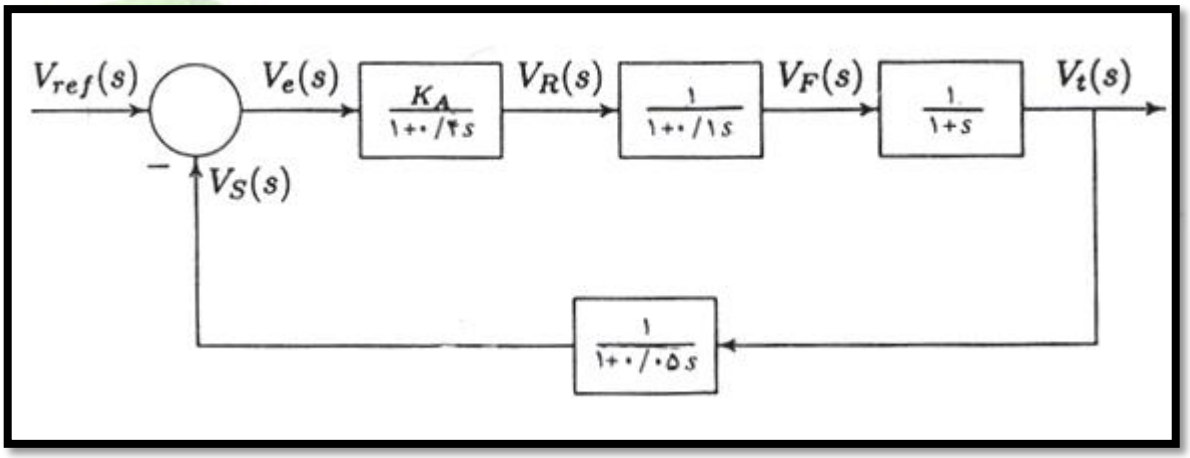
۲,۶,۵. مثال شبیه سازی یک سیستم قدرت با AVR

سیستم AVR یک ژنراتور دارای پارامترهایی مطابق جدول زیر است:

جدول(۲-۱) : داده های مثال ۲,۶,۵

عنصر	بهره	ثابت زمانی
تقویت کننده	K_A	$T_A=0.1$
تحریک کننده	$K_E=1$	$T_E=0.4$
ژنراتور	$K_G=1$	$T_G=1$
حسگر	$K_R=1$	$T_R=0.05$

با جایگزینی پارامترهای سیستم در نمایش بلوکی AVR که در شکل (۲- ۴) نشان داده شده است، نمایش بلوکی شکل (۲-۵)حاصل می‌شود:



شکل (۲- ۵) : نمایش بلوکی AVR برای مثال

تابع تبدیل حلقه باز سیستم AVR نشان داده شده در شکل (۲- ۵) به صورت رابطه (۲-۹) است:

رابطه (۲- ۹)

$$KG(s)H(s)=\frac{K_A}{(1+0.1S)(1+0.4S)(1+S)(1+0.05S)}$$

$$= \frac{500\ K_A}{(S+10)(S+2.5)(1+S)(S+20)}$$

$$= \frac{500K_A}{(S+10)(S+2.5)(1+S)(S+20)}$$

$$= \frac{500K_A}{S^4 + 33.5S^3 + 307.5\ S^2 + 775\ S + 500}$$

معادله‌ی مشخصه برابر است با:

$$1 + K\,G(s)H(s) = 1 + \frac{500K_A}{S^4 + 33.5\ S^3 + 307.5\ S^2 + 775\ S + 500} = 0$$

که منجر به معادله‌ی چند جمله ای زیر می‌شود:

$$S^4 + 33.5\ S^3 + 307.5\ S^2 + 775S + 500 + 500K_A = 0$$

WikiPower.ir

آرایه روث- هرویتز برای این چند جمله ای به صورت زیر است:

S^4	1	307.5	$500 + 500K_A$
S^3	33.5	775	0
S^2	284.365	$500 + 500K_A$	0
S^1	$58.9K_A - 716.1$	0	0
S^0	$500 + 500K_A$		

در سطر S^1 مشاهده می‌شود که برای پایداری سیستم کنترل ، K_A باید کمتر از ۱۲ /۱۶ باشد و همچنین از سطر S^0 میتوان نتیجه گرفت که K_A باید بزرگتر از ۱- باشد. بنابراین، با مقادیر مثبت K_A ، برای پایداری سیستم کنترل بهره‌ی کنترل کننده باید به صورت زیر باشد:

$$K_A < ۱۲ /۱۶$$

برای $K_A = ۱۲ / ۱۶$ معادله‌ی کمکی از سطر S^2 برابر است با:

$$284.365 S^2 + 6580 = 0$$

یا:

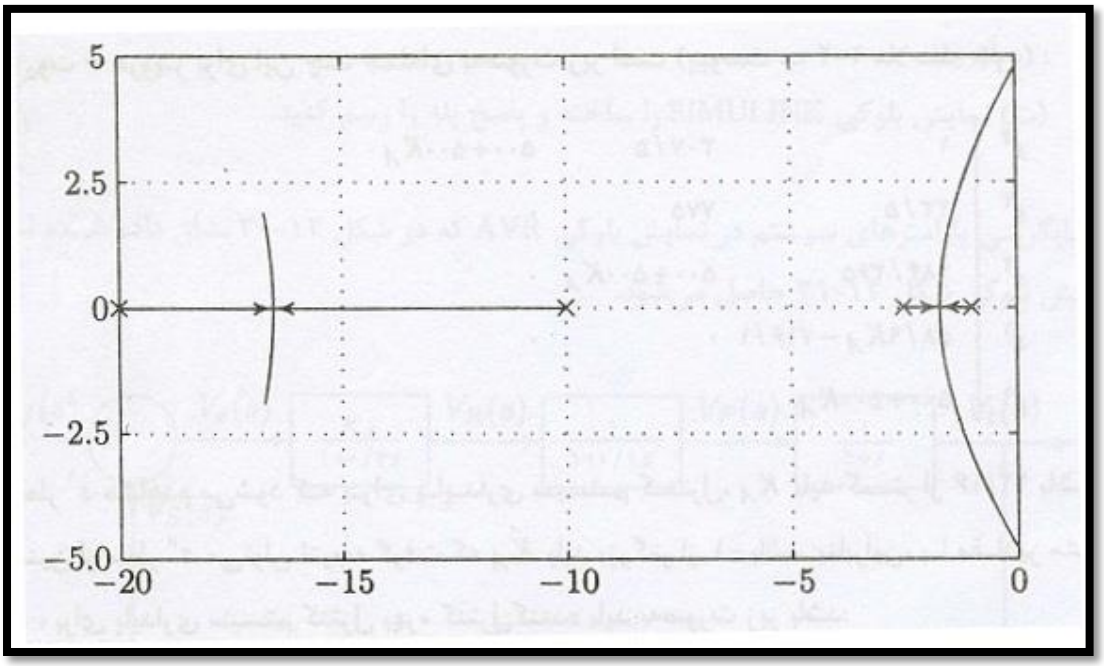
$$S = \pm 4.81$$

یعنی برای KA=12. 16 یک جفت قطب مزدوج روی محور jwخواهیم داشت و یک سیستم کنترل پایدار حدی است.

می توان با اجرای فرامین زیر در مطلب، مکان هندسی ریشه ها در محدوده‌ی K_A از ۰ تا ۱۲ /۱۶ را رسم نمود:

```
Num=500;
Den[1  33.5  307.5  775  500];
Figure(1) , rlocus(num , den);
```

نتیجه در شکل (۲- ۶) نشان داده شده است. این مکان هندسی محور $j\omega$ را در نقاط s = ±j 4. 81 بازای k =12. 16 قطع می‌کنند، بابراین این سیستم برای k = 12. 16 پایدار حدی است.



شکل (۲- ۶) : نمودار مکان هندسی ریشه ها برای مثال

تابع تبدیل حلقه بسته سیستم که در شکل (۲- ۵) نشان داده شده است به صورت رابطه (۲- ۱۰) است :

رابطه (۲- ۱۰)

$$\frac{Vt(s)}{Vref(s)} = \frac{25K_A(s+20)}{s^4+33.5\,s^3+307.5s^2+775s+500+500K_A}$$

بازای تقویت کننده $K_A=10$ ،پاسخ حالت ماندگار برابر است با:

رابطه (۲- ۱۱)

$Vt_{ss} = 10/(1+10) = 0.909$

و خطای حالت ماندگار به صورت زیر بدست می آید:

رابطه (۲- ۱۲)

$Ve_{ss} = 1 - 0.909 = 0.091$

برای کاهش خطای حالت ماندگار ، بهره‌ی تقویت کننده باید افزایش یابد که منجر به یک سیستم کنترل ناپایدار می‌شود.

حال برای بدست آوردن پاسخ پله و مشخصات عملکرد در حوزه‌ی زمان فرامیت زیر در MATLAB اجرا می گردد:

برنامه :

```
KA=10;
num=KA * [25  500];
denc=[1  33.5  307.5  775  500+500* KA];
t= 0: 0.05: 20;
c=step(numc,denc,t);
figure(2) , plot(t,c),grid
timespec(numc,denc)
```

مشخصات عملکرد در حوزه‌ی زمان به صورت زیر هستند:

Peak time: 0.791

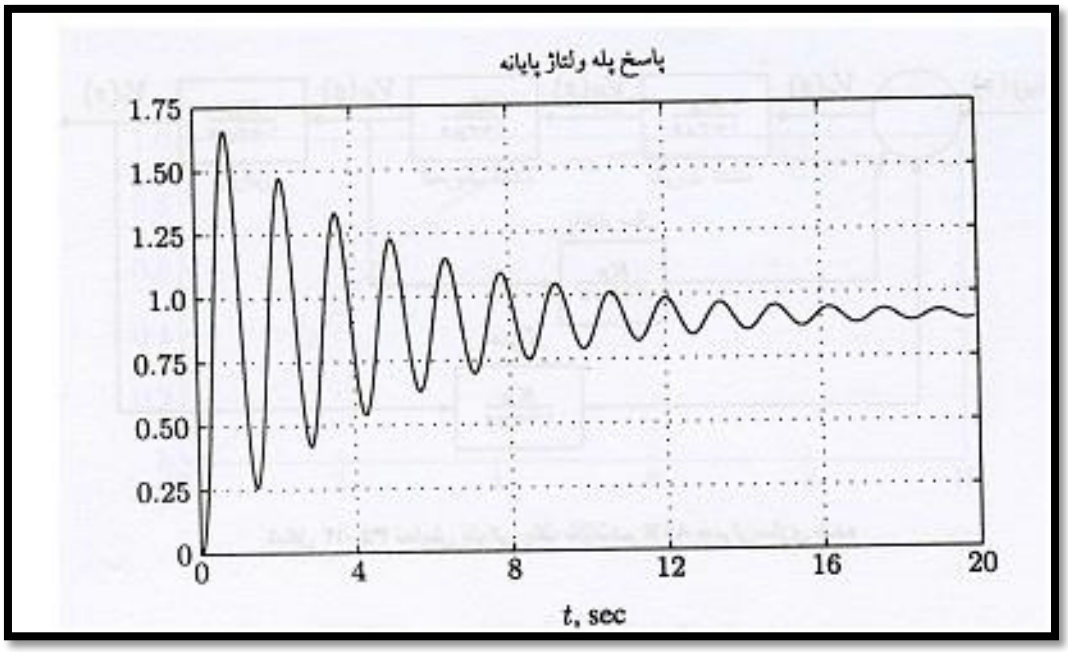
Rise time: 0.247

Settling time: 19.04

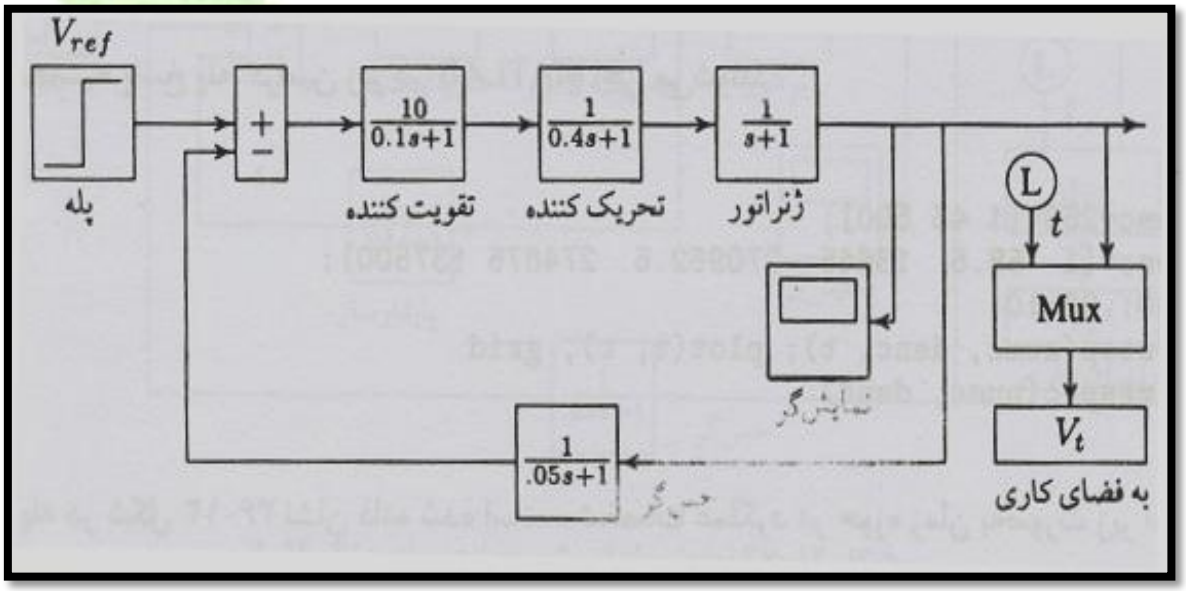
Percent overshoot: 82.46

پاسخ پله ولتاژ پایانه در شکل (۲- ۷) نشان داده شده است.

همچنین مدل Simulink نیز برای این مثال شبیه سازی شده و در شکل (۲- ۸) آورده شده است



شکل (۲- ۷) : پاسخ پله ولتاژ پایانه برای مثال



شکل (۲- ۸) : نمایش بلوکی شبیه سازی برای مثال

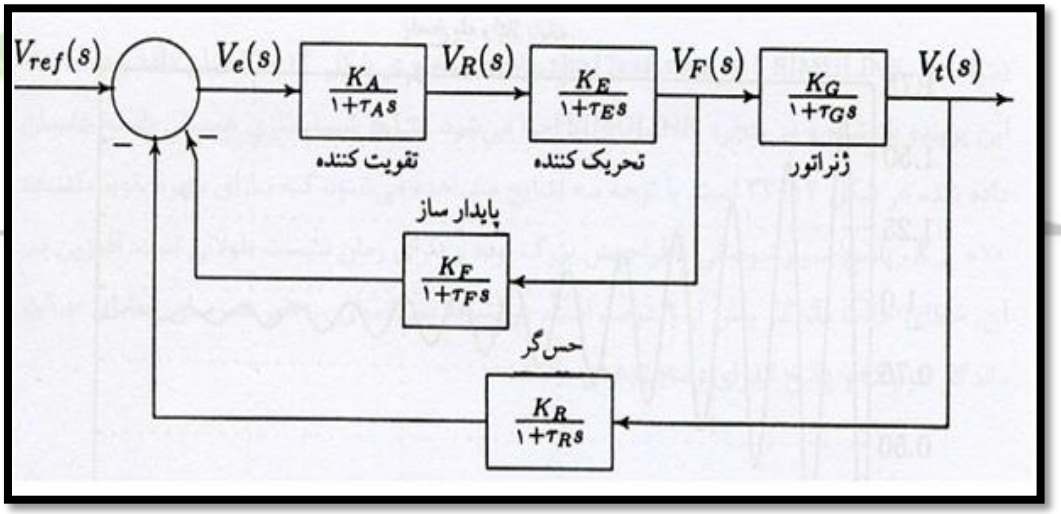
همانطور که در این مثال مشاهده نمودیم, حتی برای بهره ی کوچک تقویت کننده KA=10 پاسخ پله سیستم AVR رضایتبخش نیست و مقادیر بزرگ تر از ۱۶ / ۱۲ منجر به پاسخ نا پایدار می شود.حال اگر یک پایدار ساز پس خور نسبی به سیستم AVR این مثال افزوده شود، می توان پایداری نسبی سیستم

را با افزودن یک صفر به تابع تبدیل افزایش داد. ثابت زمانی پایدار ساز τ_F =۰/۰۴ و بهره در مقدار K_F=2 تنظیم شده است.[۶]

با جایگزینی پارامترها در نمایش بلوکی شکل (۲- ۸) و به کارگیری رابطه ی بهره ی میسون، تابع تبدیل حلقه بسته ی رابطه (۲- ۱۳) بدست می آید:

رابطه (۲ - ۱۳)

$$\frac{V_t(s)}{V_{ref}(s)} = \frac{250(S^2 + 45s + 500)}{S^5 + 58.5\,S^4 + 13645S^3 + 270962.5S^2 + 274875S + 137500}$$



شکل (۲- ۹) : نمایش بلوکی یک سیستم AVR جبران سازی شده

پاسخ حالت ماندگار برابر است با :

رابطه (۲- ۱۴)

$$V_{tss} = \lim_{n\to\infty} sV_t(S) = \frac{(250)(500)}{13750} = 0.909$$

برای محاسبه ی پاسخ پله، فرامین زیر در مطلب اجرا می شوند:

رابطه (۲- ۱۵)

Numc= 250* [1 45 500]

Denc= [1 58.5 13645 270962 274875 137500]

T=0: .05 : 10

C= step(numc , denc, t); plot(t, c), grid

پاسخ پله در شکل (۲- ۱۰) نشان داده شده است.مشخصات عملکرد در حوزه ی زمان به صورت زیر است:

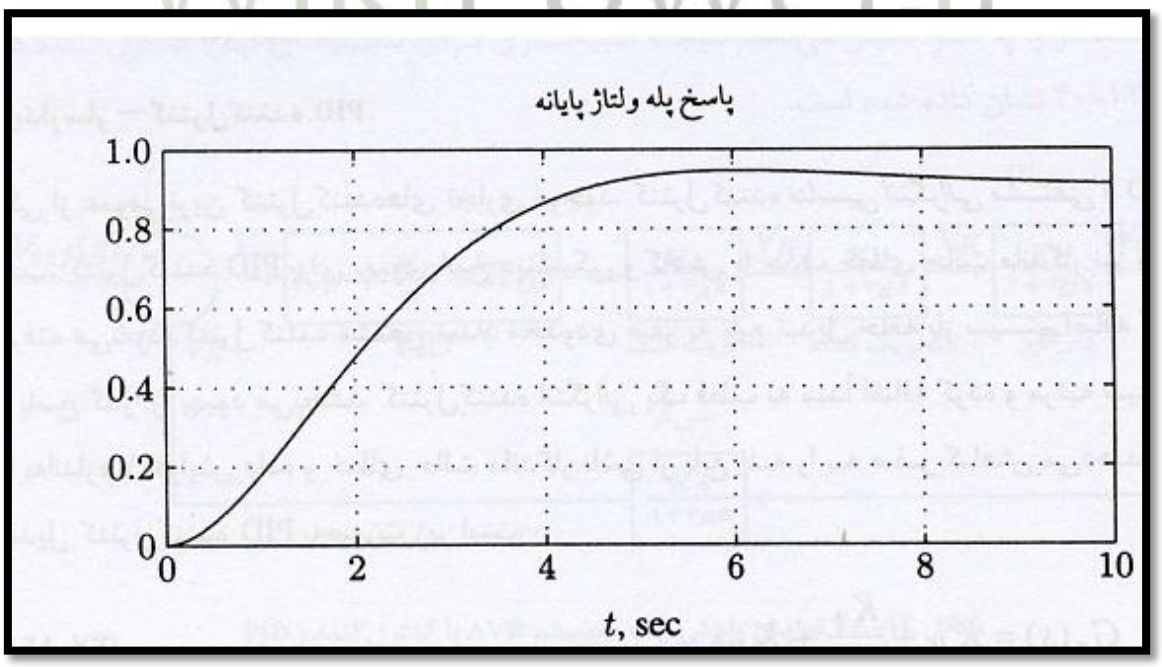
Peak time= 6.08

Rise time= 2.95

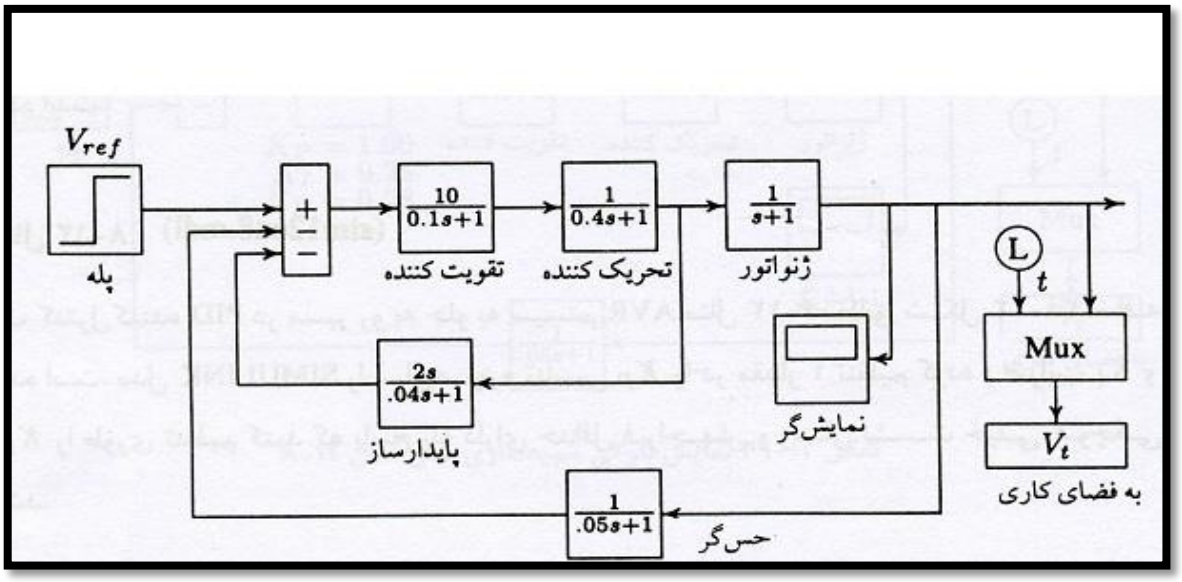
Settling time= 8.08

Percent overshoot= 4.13

مدل Simulink در شکل (۲- ۱۱) و پاسخ پله ی ولتاژ پایانه در شکل(۲- ۱۰) نشان داده شده است[۶]



شکل (۲- ۱۰) : پاسخ پله ولتاژ پایانه برای سیستم AVR جبران سازی شده

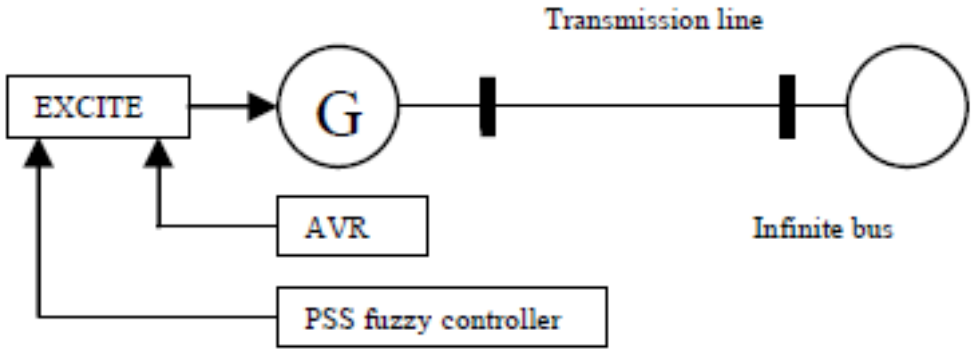


شکل (۲- ۱۱) : نمایش بلوکی شبیه سازی شده برای سیستم AVR جبران سازی شده

فصل سوم : پایدار ساز سیستم های قدرت (PSS)

هرگاه شرایط خط انتقال متصل به ژنراتور و بارهای متصل به آن ضعیف باشند(ژنراتور قوی متصل به یک خط انتقال بلند) نیاز به سیستم PSS در کنار تنظیم کننده‌ی ولتاژ AVR است. PSS دارای سیگنال فیدبک اضافی (از جنس سرعت، فرکانس یا قدرت) است که با جبران بهره و اضافه نمودن آن به سیگنال خطای تنظیم ولتاژ باعث می‌شود تا نوسان ماشین با افزایش مقدار دمپینگ طراحی شده‌ی ماشین کاهش یابد. PSS معمولاً برای اکثر ژنراتورهای بزرگ با شرایط اتصال ضعیف به سیستم قدرت ضروری است.[۱]

با طراحی و بهره برداری مناسب یک سیستم قدرت می توان پایداری و پاسخ دینامیکی آن را بهبود بخشید. پایدار ساز سیستم قدرت(PSS) وسیله ای است که حلقه های کنترل تکمیلی را برای سیستم تنظیم کننده‌ی خودکار ولتاژ (AVR) و سیستم تنظیم کننده‌ی توربین یک واحد تولید کننده فراهم میکند. این پایدار ساز کنترل کننده ای کمکی است که با ا فزودن سیگنال کمکی به سیستم تحریک، عملکرد دینامیکی سیستم قدرت را بهبود می بخشد. این پایدار ساز معمولا از سیگنال هایی از قبیل سرعت روتور، فرکانس و توان پایانه‌ی ژنراتور، استفاده کرده و با میرا کردن نوسانات فرکانس پایین آن ها بر پایداری سیگنال کوچک سیستم تاثیر مطلوب می گذارد. [۱]



شکل (۳- ۱) : بکارگیری PSS و AVR برای جلوگیری از بروز اغتشاشات در شبکه

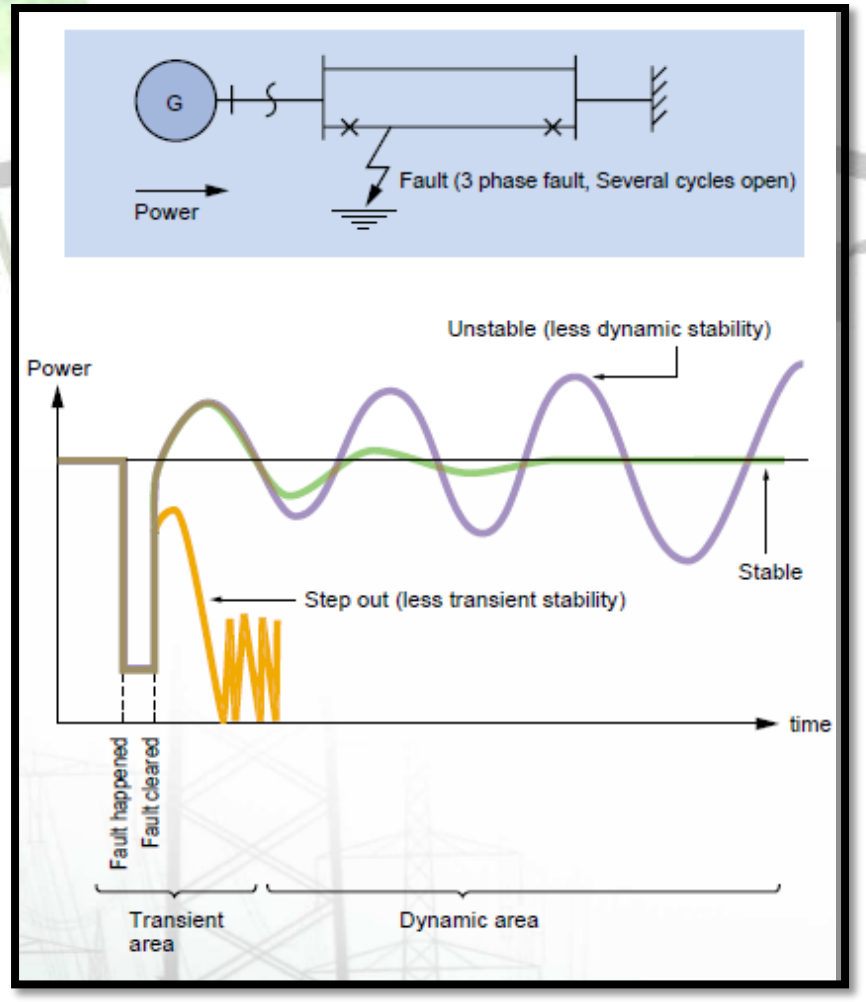
پایدار ساز سیستم قدرت اقتصادی ترین روش برای میرا سازی نوسانات الکترومکانیکی است. اساساً از PSS برای میرا کردن آن دسته از مود های محلی استفاده می‌شود که در اثر استفاده از سیستم تحریک با بهره‌ی بالا و پاسخ سریع، در شرایط بارگذاری سنگین و خطوط انتقال طولانی شبکه، نامیرا می‌شود. اگر تنظیم PSS به درستی صورت نگیرد ممکن است بر روی نوسانات بین ناحیه ای تاثیر منفی گذاشته و باعث نامیرایی آن ها گردد. [۱]

برای بدست آوردن عملکرد مناسب پایدار ساز در گستره‌ی بزرگی از فرکانس ها، استفاده از PSS با چند گستره فرکانسی پیشنهاد شده است. وجه مشترک تمام پایدار ساز های موجود استفاده از سیگنال های محلی است، یعنی سیگنال های ورودی PSS نظیر سرعت، توان و فرکانس همه مربوط به ژنراتوری است که PSS بر روی آن نصب می‌شود[۷]

۳,۱. طراحی پایدار ساز قدرت در شبکه ها

طراحی پایدار سازهای قدرت سنتی($Cpss_s$)بر اساس مدل خطی سیستم های قدرت در نقاط مشخص کاری ثابت صورت می گرفت تا بتواند نوسانات فرکانسی کم را در خطوط انتقال حذف نماید. مطالعات در خصوص طراحی PSS جهت افزایش و کیفیت بهره برداری سیستم های قدرت بطور پیوسته ادامه دارد. انواع مختلف PSS نظیر PSS های مبتنی بر کنترل تطبیقی طراحی شده است.این کنترل کننده ها بدلیل محاسبه ی پارامترهای همزمان با شرایط کاری ژنراتورها قادر خواهند بود تا عملکرد مناسبی را

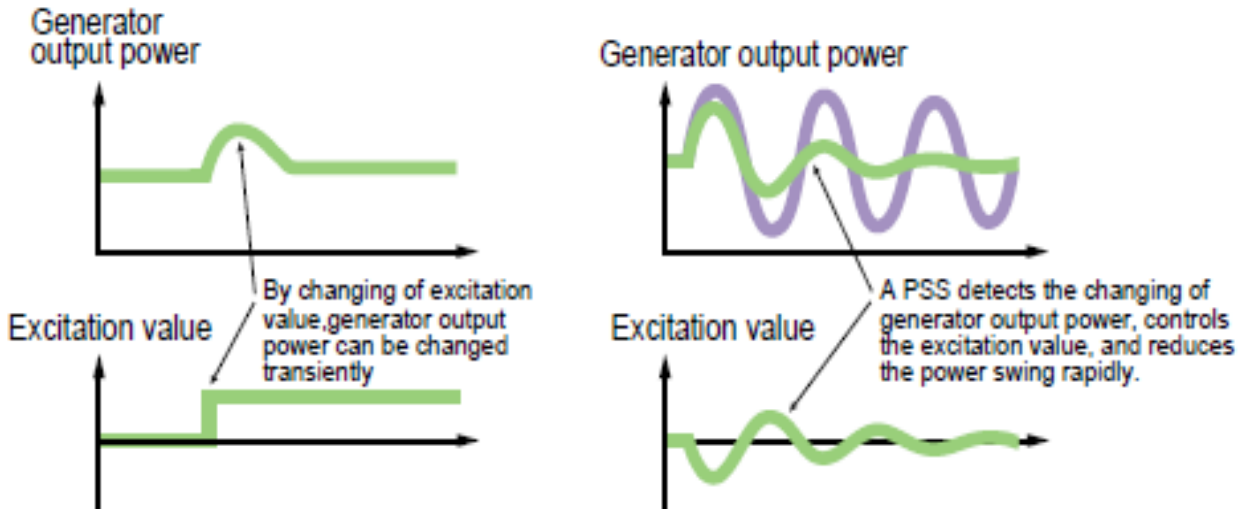
ارائه دهند.اشکال این کنترل کننده ها حجم زیاد محاسبات و پردازش آن ها در زمان کوتاه می باشد. در تحقیقات جدید روی PSS ها که هنوز هم ادامه دارد از کنترل کننده های فازی(FLC)و شبکه های عصبی مصنوعی(ANNs)استفاده شده است.مزیت این PSS نسبت به نسل قبلی، سرعت بالای عملکرد آن ها می باشد و عملاً حجم پردازش اطلاعات بطور چشم گیری کاهش نموده است.آنچه که در طرحی این PSS ها مهم است مدل کردن دقیق شبکه مورد مطالعه می باشد.زیرا پارامترهای این کنترل کننده ها تحت تاثیر مدل شبکه و ژنراتور خواهد بود.از آنجاییکه شکل شبکه با گسترده تر شدن آن به علت افزایش تقاضای بیشتر مصرف انرژی بصورت پریودیک در حال تغییر است لزوم دارد تا پارامترهای این کنترل کننده ها با ایجاد تغییرات حادث شده به شبکه تنظیم گردند.[۶]



شکل (۳- ۲) : نقش PSS در شبکه

یک پایدار ساز سیستم قدرت که در تنظیم کننده ی اتوماتیک ولتاژ ژنراتور نصب می شود، می تواند پایداری سیستم قدرت را بهبود بخشد . بنابراین PSS کارآیی اقتصادی فوق العاده ای به جای ساختارهای آرایش های سیستم قدرت دارد .PSS های امروزی سیستم های متعددی دارند، مثلاً نوع آنالوگ یا دیجیتال بودن آنهاو با ورودی های نوع ΔP (تغییر توان الکتریکی ژنراتور)یا ΔW (انحراف سرعت محور ژنراتور)یا ΔF (تغییرات فرکانس ولتاژ پایانه ژنراتور) که می تواند به بسیاری از نیازهای مصرف کننده ها پاسخ دهد.

اگرچه توان خروجی یک ژنراتور توسط گشتاور مکانیکی توربین تعیین می شود، توان خروجی یک ژنراتور نیز می تواند به طور گذرا با تغییر اندازه ی تحریک، تغییر کند. یک PSS تغییرات توان خروجی ژنراتور را شناسایی می کند، اندازه ی تحریک را کنترل می کند، و نوسان توان را به سرعت کاهش می دهد.



(ب) (الف)

شکل (۳- ۳) : الف : با تغییر اندازه تحریک ، توان خروجی ژنراتور می تواند به صورت گذرا تغییر کند .
ب : یک pss تغییرات توان خروجی ژنراتور را شنا سایی می کند ، اندلزه تحریک را کنترل می کند و نوسانات توان را به سرعت کاهش می دهد .

نوع PSS به وسیله سیگنال شناسایی شده مشخص می شود. ساده ترین ومعمولی ترین نوع PSS ، PSS با ورودی ΔP است. و اخیراً ، نوع با ورودی ΔW و نوع با ورودی ΔF نیز به منظور بهبود یک پایداری از

حالت بین مکانی به سبب افزایش اخیر سیستم های قدرت و مسیر یابی مجدد قدرت، تطبیق پیدا نموده است.

هر کدام از این ویژگی ها مطابق زیر است :

۱- نوسان توان با مد محلی :

اگر ژنراتورها به صورت منفرد بوده و بر ضد سیستم نوسان کنند، فرکانس سیستم تقریباً ۱ هرتز است ،بهتر است PSS از نوع با ورودی هایی مثل ΔP و ΔW و ΔF در نظر گرفته شود. ، PSS های نوع ΔP موثرتر می باشند.

۲- نوسان توان با مد بین مکانی :

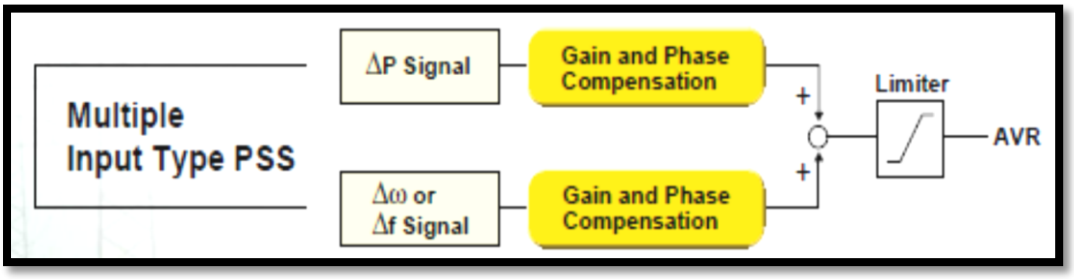
کل سیستم با مسافتی طولانی و اتصال سیستم انتقال قدرت عظیم،نوسان می کند. فرکانس از ۰/۲ تا ۰/۵ می باشد در این حالت PSS از نوع تک ورودی مثل ΔP ، ΔW، ΔF انتخاب می گردد. ، در این حالت PSS از نوع ΔW یا ΔF موثرتر است.

WikiPower.ir

شکل (۳- ۴) : نحوه بکارگیری انواع مختلف pss

۳- نوسان قدرت ترکیبی :

مد نوسان قدرت ترکیبی به عنوان نمونه می تواند مجموع مدهای محلی و بین مکانی باشد، در این حالت PSS از نوع چند ورودی مثل نوع $\Delta P + \Delta W$ یا $\Delta F + \Delta W$ موثرتر است.

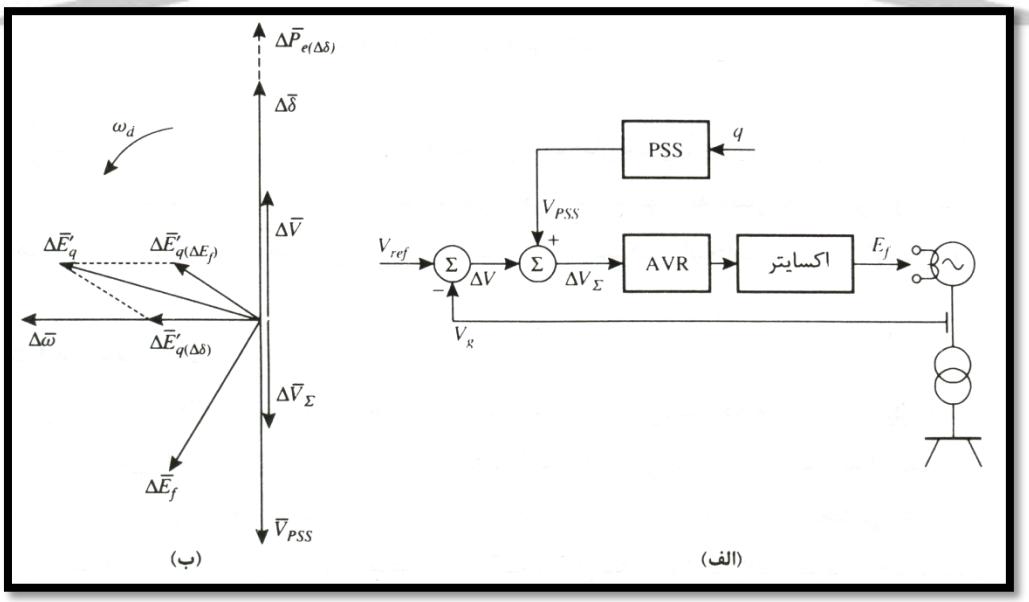


۳,۲. اثر بکارگیری PSS در سیستم تحریک:

اضافه شدن حلقه های کنترل تکمیلی به AVR ژنراتور یکی از معمول ترین روش های افزایش پایداری(حالت ماندگار) سیگنال کوچک و پایداری(گذرای) سیگنال بزرگ است. اضافه شدن این حلقه های

اضافی کنترلی باید با دقت زیادی انجام شود. کاهش گشتاور میرایی در وهله‌ی اول ناشی از اثرات تنظیم ولتاژ، شامل جریان های اضافی در مدار روتور می باشد که با جریان های القایی بر اثر انحراف سرعت روتور(Δw) مخالفت می کند. [۲]

ایده اصلی پایدار سازی سیستم قدرت تشخیص دادن این موضوع در حالت ماندگار است بدین معناکه چنانچه انحراف سرعت ، صفر یا نزدیک صفر شود، کنترل کننده‌ی ولتاژ باید توسط خطای ولتاژ Δv تحریک گردد. به هر حال در حالت گذرا سرعت ژنراتور ثابت نبوده، روتور نوسان می کند و Δv دستخوش نوسانات ناشی از تغییرات زاویه‌ی روتور می‌شود. وظیفه‌ی PSS اضافه کردن یک سیگنال اضافی است که نوسانات Δv را جبران نموده و مولفه‌ی میراکننده ای همفاز با Δw مهیا می کند. این موضوع در شکل (۳- ۵ الف) ، که درآن Vpss به سیگنال اصلی خطای ولتاژ اضافه شده است، نشان داده شده است. در حالت ماندگار Vpss باید صفر باشد تا در فرآیند تنظیم ولتاژ اختلالی ایجاد نکند. شکل (۳- ۵ ب) نمودار فازوری سیگنال ها را در حالت گذرا نشان می دهد.[۲]

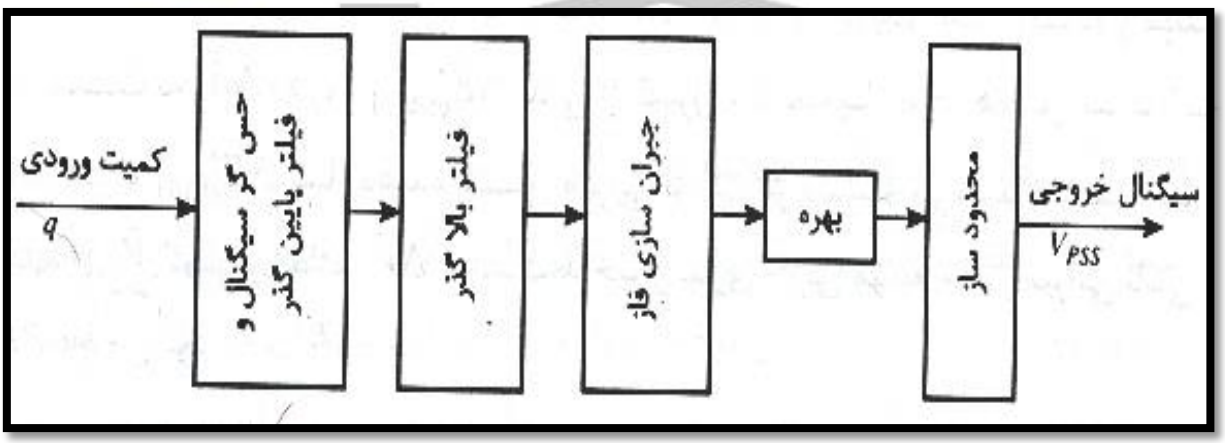


شکل (۳- ۵)

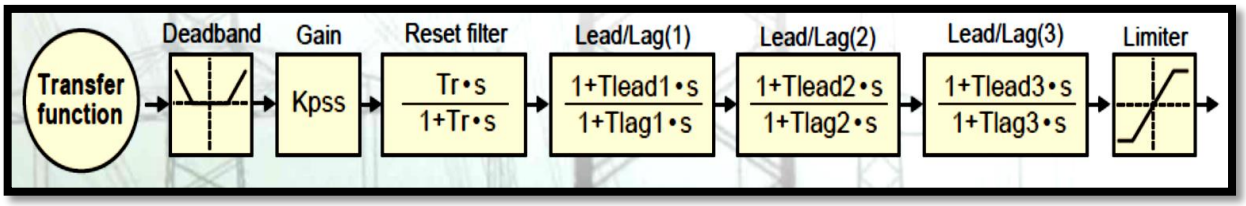
در اینجا فرض می‌شود که هر سیگنال به طور سینوسی با نوسانات روتور تغییر نموده و بنابراین می توان آن را با یک فازور نمایش داد. فازور Vpss به طور مستقیم با Δv مخالفت نموده و بزرگ تر از آن است.

فازور خطای ولتاژ ΔV_{Σ} در اینجا،از فازور انحراف سرعت Δw جلوتر است. چنانچه اندازه‌ی Vpss کمتر از اندازه‌ی Δv باشد، فقط جبران سازی جزیی مولفه‌ی منفی میرایی ناشی از AVR انجام می‌شود. [۲]

ساختار کلی PSS در شکل(۳- ۶) نشان داده شده است که در آن سیگنال PSS (یعنی Vpss) را می توان از تعدادی از سیگنال های ورودی مختلفی که در پایانه های ژنراتور اندازه گیری می‌شود به دست آورد. کمیت های اندازه گیری شده از فیلتر های بالاگذر و پایین گذر عبور می کند. سپس سیگنال فیلتر شده از یک عنصر پیش فاز و یا پس فاز عبور کرده و جابجایی فاز مورد نیاز به دست آمده و در نهایت سیگنال مذکور تقویت شده و به یک محدود کننده می رسد. هنگام طراحی جبران سازی فاز لازم است جابجایی فاز سیگنال ورودی و سیگنالی را که توسط سیگنال های بالا گذر و پایین گذر به وجود آمده است، در نظر گرفت. بعضی اوقات فیلترها طوری طراحی می‌شوند که در فرکانس نوسانات روتور جابجایی فاز صفر شود.[۸]

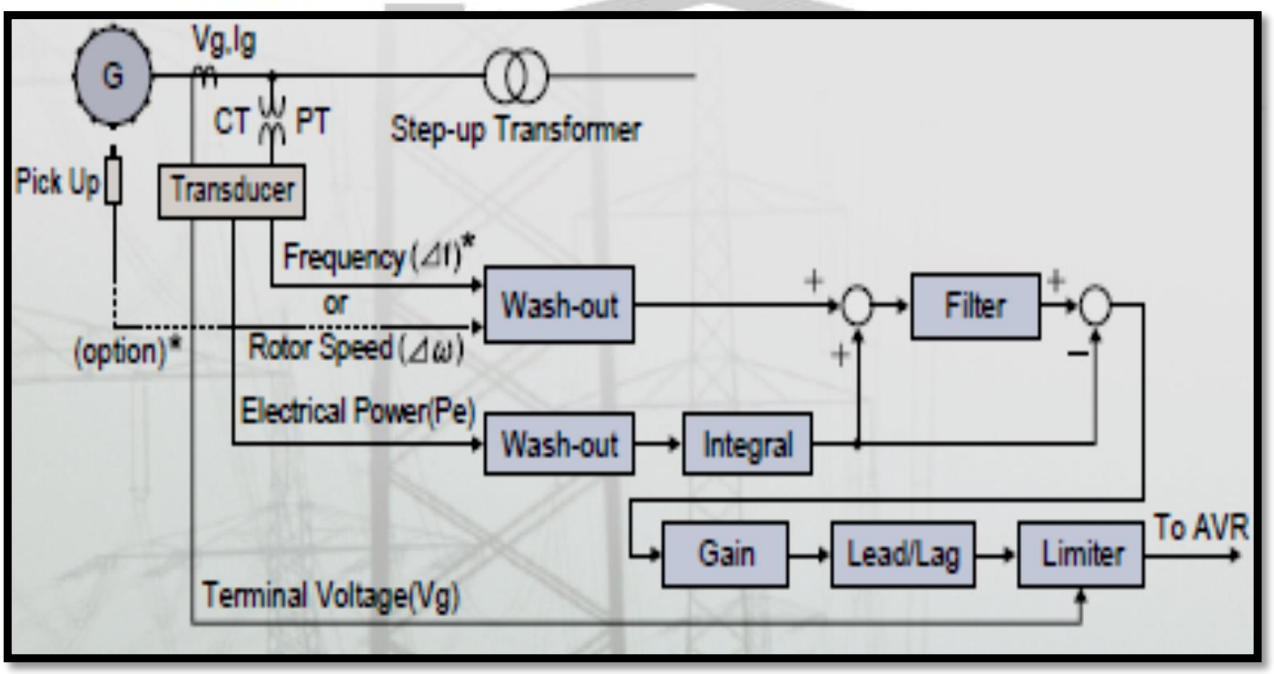


شکل (۳- ۶) : عناصر اصلی یک PSS



جدول (۳- ۱) : مشخصات اجزای تشکیل دهنده PSS

عملکرد اجزای تشکیل دهنده PSS	مشخصات اجزا
CT PT	مبدل توان : ۰- ۱کیلو وات / ۰- ۳۰ میلی ولت ، زمان پاسخ کمتر از ۱۰ میلی ثانیه مبدل ولتاژ : ۰- ۱۵۰ ولت AC / ۰- ۵ ولت DC
بهره Kpss	۰/۱ – ۰/۳ پریونیت
Reset filter	Tr = 1- 20 s
جبران ساز ۱	T lead1 =0.08 – 2.2 s T lag1 =0.07-2.2 s
جبران ساز ۲	T lead 2 =0.008 – 0.22 s T lag 2 =0.007-0.22 s
محدود ساز	بسته به ولتاژ ژنراتور ± 0.1 پریونیت تنظیم استاندارد ± 0.05 پریونیت

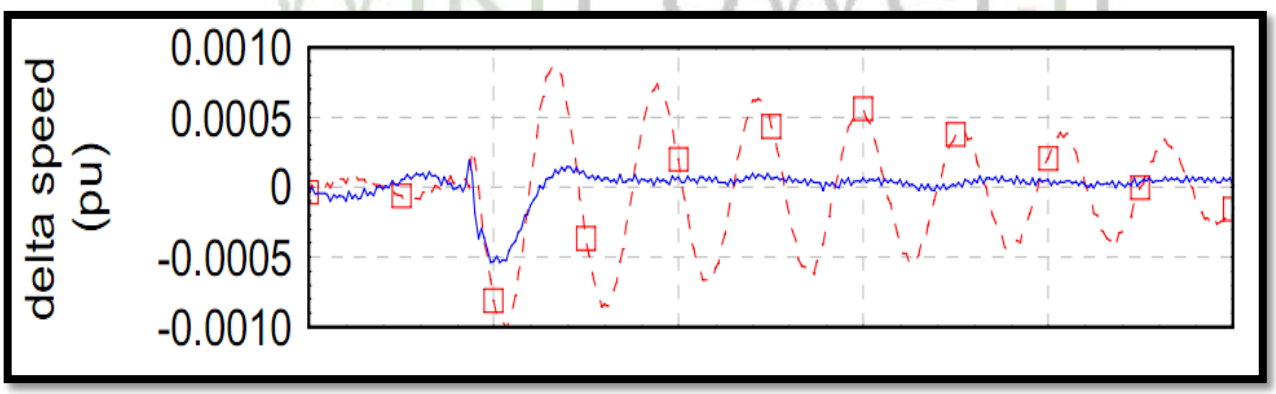


شکل (۳- ۷) : پیکر بندی PSS

کمیت های اندازه گیری شده که به عنوان سیگنال های ورودی برای PSS استفاده می‌شوند، انحراف سرعت روتور، توان اکتیو ژنراتور یا فرکانس مربوط به ولتاژ پایانه‌ی ژنراتور است. راه های ممکن زیادی برای ساختن PSS وجود دارد که به سیگنال انتخاب شده بستگی دارد. [۸]

۳,۳. کارکرد PSS بر مبنای انحراف سرعت محور ژنراتور

قدیمی ترین نوع PSS از اندازه گیری انحراف سرعت محور ژنراتور استفاده می کرد . بدیهی است که این سیگنال باید پردازش شود تا تمام نویز های اندازه گیری را فیلتر نماید. مسئله‌ی اصلی این روش هنگام اعمال بر روی محور بلند توربوژنراتورها که مستعد نوسانات پیچشی هستند، انتخاب موقعیت اندازه گیری بر روی محور است که نشان دهنده‌ی انحراف سرعت قطب های مغناطیسی روتور است. در محور های بلند لازم است انحراف سرعت در تعدادی از نقاط محور اندازه گیری شده و از این اطلاعات برای محاسبه‌ی مقدار متوسط انحراف سرعت استفاده شود. علاوه بر آن، بهره‌ی پایدار ساز توسط اثری که PSS بر نوسانات پیچشی دارد، محدود می‌شود. این مسائل توسط دانشمندان[۱] تشریح شده اند. [۷]

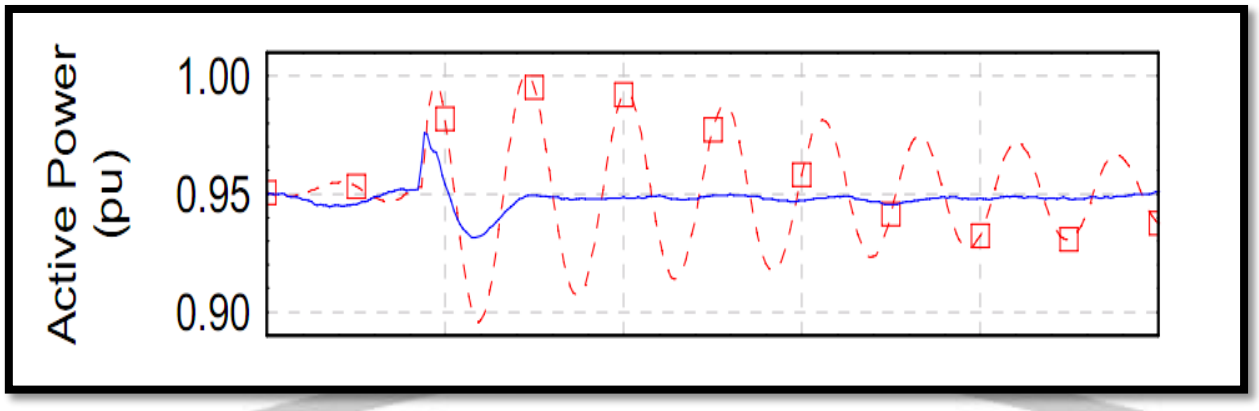


شکل (۳- ۸) : تصحیح انحراف سرعت ژنراتور با بکارگیری PSS

۳,۴. کارکرد PSS بر مبنای توان حقیقی P_e

2- Watsone –Coultes -Lee kundu

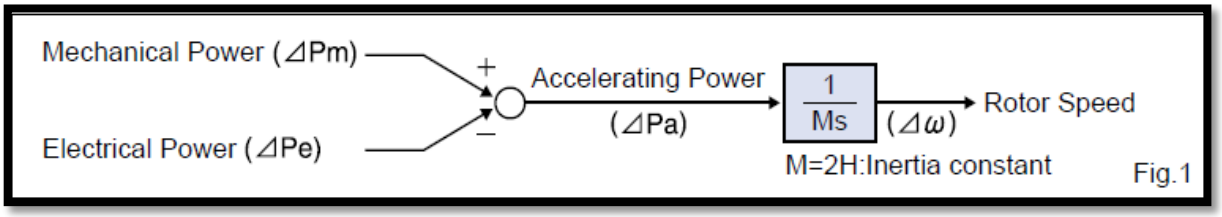
شکل ساده شده ای از PSS را که در شکل (۳- ۹) نشان داده شده است را می توان با چشم پوشی از اندازه گیری سرعت وتنها با اندازه گیری توان الکتریکی ژنراتور Pe به دست آورد. با این آزمایش فقط سیگنال ورودی مورد نیاز است، اما از آن فقط هنگامی می توان استفاده کرد که توان مکانیکی را بتوان ثابت فرض کرد. اگر توان مکانیکی متغیر باشد، به عنوان مثال ناشی از کنترل ثانویه‌ی فرکانس، این روش منجر به نوسانات گذرا در ولتاژ و توان راکتیو می‌شود که به طور ناخواسته تحت تاثیر PSS قرار گرفته و تغییرات توان مکانیکی به صورت نوسان در توان دیده می‌شود. [۸]



شکل (۳- ۹) : تصحیح توان اکتیو با بکارگیری PSS

۳,۵. کارکرد PSS بر مبنای انحراف سرعت محور ژنراتور و توان حقیقی Pe

نیاز به اندازه گیری انحراف سرعت در تعدادی از نقاط در طول محور با محاسبه‌ی متوسط انحراف سرعت از کمیت های الکتریکی اندازه گیری شده قابل پرهیز است. این روش انحراف سرعت معادل Δw_{eq} را به طور غیر مستقیم از انتگرال توان شتاب دهنده محاسبه می کند:



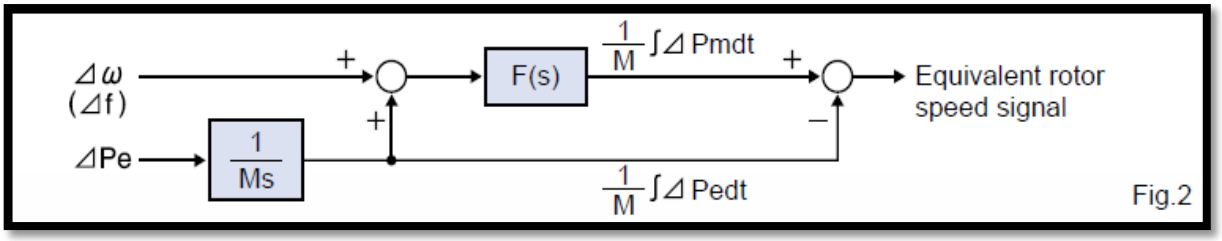
رابطه (۳- ۱)

$$\Delta w_{eq} = \frac{1}{M}\int(\Delta Pm - \Delta Pe)dt$$

که در آن ΔPe از اندازه گیری توان حقیقی Pe و M[1] ثابت اینرسی محاسبه می‌شود. انتگرال تغییر توان مکانیکی ΔPm را می توان به صورت زیر به دست آورد:

رابطه (۳-۲)

$$\int \Delta Pm\, dt = M\Delta w_{measured} + \int \Delta Pe\, dt$$



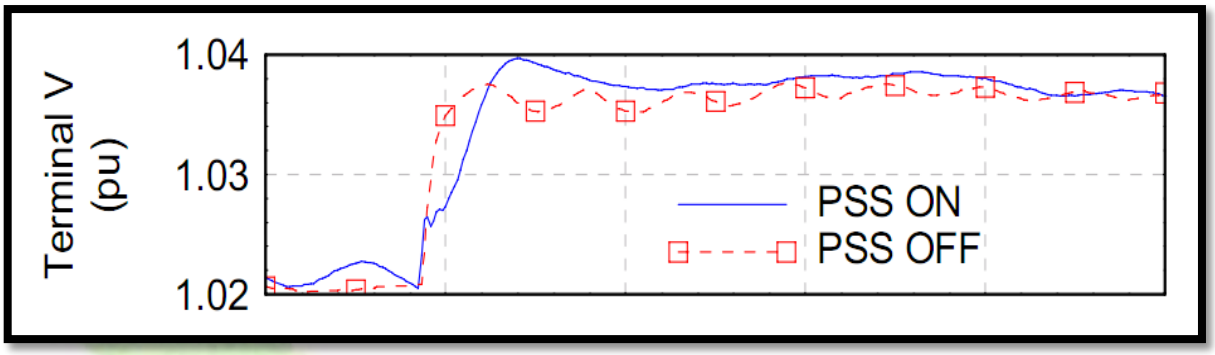
که در آن $w_{measured}$ بر اساس سیستم حس کنندگی سرعت انتهای محور بنا شده است. از آنجاییکه تغییر توان مکانیکی نسبتا کند است، انتگرال بدست آمده از توان مکانیکی را میتوان از یک فیلتر پایین گذر عبور داده و فرکانس های پیچشی را در اندازه گیری سرعت حذف نمود، در نتیجه PSS دارای دو سیگنال ورودی $\Delta w_{measured}$ و ΔPe خواهد بود، که برای محاسبه‌ی Δw_{eq} به کار میروند. سیگنال نهایی Vp_{ss} طوری طراحی می‌شود که منجر به Δw_{eq} شود. نمودار بلوکی سیستم در شکل ۱۱ نشان داده شده است که در آن G(s) تابع انتقال فیلتر پیچشی است. این نوع PSS با دو سیگنال ورودی این امکان را فراهم می نماید که بهره‌ی بزرگی مورد استفاده قرار گیرد تا میرایی خوبی برای نوسانات توان به دست آید . [۹]

۳,۶. کارکرد PSS بر مبنای ولتاژ پایانه ژنراتور و فرکانس F_E

اندازه گیری سرعت محور را میتوان با اندازه گیری فرکانس ولتاژ پایانه‌ی ژنراتور f_{vg} جایگزین نمود. از معایب این روش آنست که شکل موج ولتاژ پایانه ممکن است دارای نویزی باشد که در اثر بارهای صنعتی بزرگ نظیر کوره ها به وجود آمده باشد. دقت این سیگنال سرعت اندازه گیری شده را میتوان با اضافه کردن افت ولتاژ دو سر راکتانس گذرا به دو سر ژنراتور برای تعیین emf گذرا (E') و فرکانس آن

[1] - Inertia constant

F_E، افزایش داد. در اینجا PSS دو سیگنال جریان ژنراتور و ولتاژ ژنراتور را دریافت می کند. مانند حالتی از PSS که از انحراف سرعت محور اندازه گیری شده استفاده می نمود، بهره‌ی PSS توسط اثر نوسانات پیچشی محور محدود می شد. مزیت این روش در مقایسه با انواع دیگر پایدار ساز ها افزایش میرایی نوسانات بین ناحیه ای در سیستم های قدرت به هم پیوسته است.[۸]



شکل (۳- ۱۰) : تصحیح ولتاژ ترمینال با بکارگیری PSS

۳,۷. کاربرد PSS در تنظیم کننده‌ی سرعت توربین:

از آنجاییکه همه‌ی ژنراتورهای سیستم قدرت از طریق شبکه‌ی انتقال به یکدیگر متصل هستند، کنترل ولتاژ در هر یک از ژنراتو رها پاسخ دینامیکی دیگر ژنراتورها را تحت تاثیر قرار می دهد. در نتیجه، یک PSS که میرایی یک ژنراتور را بهبود می بخشد لزوما میرایی دیگر ژنراتورها را بهبود نخواهد داد. بنابراین طراحی محلی ممکن است پاسخ بهینه‌ی جامع را فراهم نسازد و لذا یک روش ترکیبی هماهنگ مورد نیاز است. این هماهنگی محاسبات طراحی را افزایش داده و معمولا فقط برای پیکر بندی شبکه ها و شرایط بار گذاری معتبر است. هنگامیکه یک خطای شدید رخ دهد، ساختار شبکه پس از خطا و همچنین بار، ممکن است به میزان قابل توجهی از شرایط پیش از خطا متفاوت بوده و نوسانات به کندی میرا شوند. به خاطر این عوامل، استفاده از گاورنر(تنظیم کننده‌ی سرعت) توربین برای میرا سازی نوسانات محلی و بین ناحیه ای مفید است. استفاده از سیگنال PSS در سیستم های تنظیم کننده‌ی سرعت توربین با هدف بهبود میرا

سازی موضوع تازه ای نیست. در سال ۱۹۷۲ برخی از راه حل ها مربوط به توربین های آبی توسط Moussa و Yu بیان گردید. اساس تولید گشتاور میرایی اضافی توسط گاورنر مشابه اضافه کردن حلقه‌ی pss به سیستم تحریک است. ثابت های زمانی توربین- گاورنر یک جابجایی فاز بین نوسانات در انحراف سرعت Δw و توان مکانیکی توربین ایجاد می کند. چون سیگنال ورودی به حلقه‌ی کنترلی تکمیلی PSS با Δw متناسب است، تابع انتقال PSS باید طوری انتخاب شود که در فرکانس نوسانات روتور، جابجایی فاز ایجاد شده توس طتوربین-گاورنر را جبران نماید. در نتیجه PSS تغییراتی را در توان مکانیکی ΔP ایجاد می نماید که همفاز با Δw بوده و میرایی مثبتی را فراهم می نماید. [۸]

مزیت اصلی اعمال حلقه‌ی PSS به گاورنر آنست که دینامیک توربین- گاورنر وابستگی کمی به بقیه‌ی سیستم دارد. در نتیجه پارامترهای PSS به پارامترهای شبکه ندارند. در سال ۱۹۹۳ نتایج شبیه سازی جالبی برای سیستم های مجهز به PSS ، که به گاورنر های توربین های تجاری اعمال می‌شوند،توسط Wang و همکارانش ارائه شد. اگرچه این نوع PSS ها در حال حاضر در عمل مورد استفاده نمی باشند، لیکن چنین راه حلی نباید در آینده از نظر دور شود[۸]

WikiPower.ir

۳,۸. طراحی PSS:

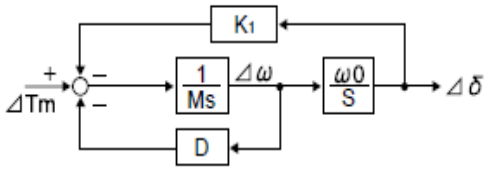
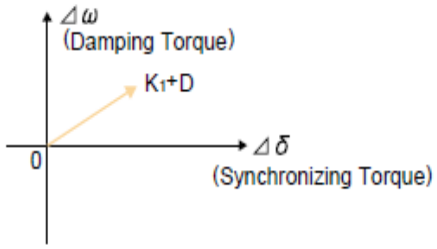
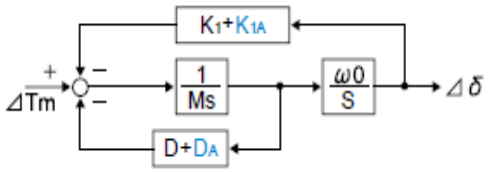
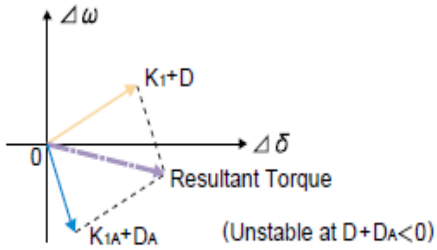
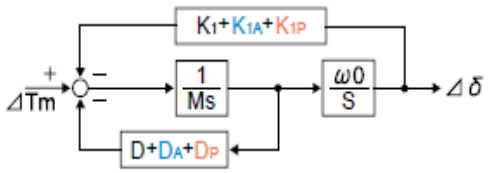
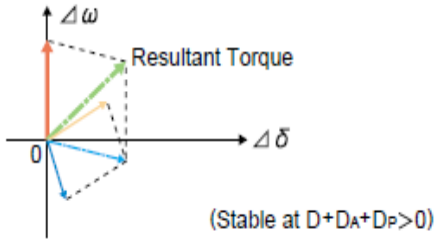
طراحی و کاربرد PSS ساده نبوده و به تجزیه و تحلیل کامل ساختار تنظیم کننده و پارامترهای آن نیاز دارد. یک PSS با طراحی نامناسب می تواند منبع انواع نوسانات ناخواسته باشد. شایان ذکر است که نمودارهای فازوری فقط برای سیستم ساده‌ی ژنراتور متصل به شین بینهایت، که در آن از همه‌ی مقاومت های اهمی و بارهای محلی چشم پوشی شده است، معتبر میباشد. تجزیه وتحلیل با جزییات بیشتر نشان میدهدکه جابجایی فاز بین ΔE_f و $\Delta E'q$ (ΔE_F) به طور دقیق ۹۰ درجه نبوده و به میزان بار گذاری و پارامترهای سیستم بستگی دارد. این کار به دقت بیشتری در تطبیق جبران سازی فاز با بارگذاری دقیق و پارامترهای سیستم نیاز دارد.[۹]

پارامترهای یک PSS معمولاً نسبت به میرایی نوسانات توان اختلالات کوچک بهینه می‌شوند. به هر حال، یک PSS با طراحی خوب در شرایط اختلالات بزرگ نیز میرایی را افزایش می دهد. برای بهبود پایداری گذرای نوسان اول، می توان یک حلقه‌ی کنترل اضافی را به PSS اضافه نمودکه مانند تحریک اجباری در سیستم های قدیمی AVR الکترومکانیکی عمل می کند. چنین تحریک اجباری با اتصال کوتاه کردن مقاومت اهمی در سیم پیچ تحریک اعمال می‌شود تا E_f را تا مقدار سقف آن برای حدود ۰/۵ ثانیه افزایش دهد. سپس این مقاومت های اهمی دوباره در مدار قرار گرفته و E_f کاهش می یابد. روش مشابهی با عنوان سیستم های کنترل ناپیوسته‌ی تحریک مورد استفاده قرار می گیرد. در روشی که توسط آقایان Lee و Kundur بیان شده است، یک عنصر اضافی توسط یک رله وارد مدار می‌شود. این عنصر با PSS موازی بوده و سیگنالی را فراهم می کند که به تحریک اعمال شده و مقدار تحریک را افزایش می دهد. هنگامیکه انحراف سرعت تغییر می کند(یعنی هنگامیکه شتاب روتور کاهش می آید) این عنصر از مدار خارج می‌شود. در شبکه های قدرت پیشین ، حلقه های تکمیلی کنترل PSS در AVR به کار نمی رفتند، اما در عوض از تنظیم کننده های چند متغیره با حلقه های فیدبک داخلی استفاده می شد. [۹]

WikiPower.ir

نتیجه بکارگیری PSS و AVR در شبکه

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

	Block Diagram	Torque Characteristics
Constant Excitation	 K1 : Synchronizing Torque D : Damping Torque M : Inertia	
AVR	 K1A : Synchronizing Torque by AVR DA : Damping Torque by AVR	
AVR + PSS	 K1P : Synchroning Torque by PSS DP : Damping Torque by PSS	

WikiPower.ir

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

نتیجه گیری :

در این پروژه تاثیر تنظیم کننده های ولتاژ و پایدار ساز های سیستم قدرت را در کنترل ولتاژ و پایداری شبکه ها و طرق عملکرد آن ها و طراحی و شبیه سازی آن ها را در سیستم قدرت مورد بررسی قرار دادیم. همانطور که مشاهده نمودیم تاثیر PSS در انحراف سرعت محور روتور و ولتاژ پایانه ی ژنراتور و همینطور توان اکتیو بسیار چشم گیر می باشد. تنظیم کننده های ولتاژ نیز نقشی حیاتی در تنظیم ولتاژ پایانه ی ژنراتور ها، با توجه به سیکل بار متغیر روزانه دارند. علاوه بر آن چنان چه در شبکه های قدرت اغتشاشی رخ دهد و باعث ناپایداری سیستم گردد، این کنترلر ها با طراحی مطلوب می توانند از بروز هرگونه ناپایداری جلوگیری به عمل آورند و سطح ولتاژ شبکه را همواره در محدوده ی قابل اطمینان حفظ نمایند. امروزه به کمک رایانه های دیجیتال، به منظور تجزیه و تحلیل سیستم ها، مطالعه ی سیستم های بزگ فراهم شده است و امکان به کار گیری مدل های دقیق تر و پیچیده تر کنترل کننده ها را فراهم نموده است.در دوران نزدیک به بحران انرژی و کمبود منابع، عملکرد مطمئن و بهینه ی سیستم های قدرت از اهمیت زیادی برخوردار است. پدیده های پایداری دینامیکی سیستم قدرت دارای جایگاه ویژه ای برای حفظ همبستگی آن پس از رخداد اختلالات عمده است. کاربرد پایدار ساز های سیستم قدرت و کنترلر های گسسته برای پایداری گذرا حاشیه های پایداری را بویژه در شرایط وقوع خطا افزایش می دهد.

مراجع:

[1]. هادی سعادت، ترجمه: حیدر علی شایان فر، شهرام جدیدی، احد کاظمی " بررسی سیستم های قدرت(جلد دوم)" ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

[2]. J.Machowski, J.Bialek, J.R.Bumby ، ترجمه: حیدر علی شایان فر، احد کاظمی، " دینامیک و پایداری سیستم های قدرت(جلد دوم) " ، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

[3]. Brown , H.E, Shipley, R.B., coleman, D. , Nied, R.B. " A study of stability equivalents" IEEE trans., PAS-88, No. 3, 1969

[4]. www.powerengineering.blogfa.com

[5]. Wood, A.J, Wollenberg, B.F. power Generation Operation And Control. 2nd ed., Wiley, 1996.

[6]. 0.1 Elgerd Electric Energy Systems Theory, 2nd . (New York: McGraw-Hill, 1982)

[7]. Das, R., Sachdev, M. S. and Sidhu, T . S., "A fault Location for subtransmission and distribution Lines", IEEE Power Engeneering Society Summer Meeting, Seatle Washingtone, ISBN: 0-7803-6423-6,2000

[8]. DEMELLO, F, .P., CONCORDIA, C.: " Concepts of Synchronous Machine Stability as Affected by Excitation Control" , IEEE Trans., PAS- 88, 1969, 316-329

[9]. LARSEN, E.V., SWANN , D.A.: " Applying Power System Stabilisers" . IEEE Trans., PAS-100, 1981, pp. 3017-3046