دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: قدرت

عنوان:

کنترل بار- فرکانس در یک شبکه نمونه، با استفاده از شبیه سازی در محیط MATLAB/SIMULINK

استاد راهنما: جناب آقای دکتر ربیعی

نگارش: سیما خان محمدی

زمستان ۹۴

چکیده

برای کنترل ساده و موثر سیستم های قدرت، معمولا توان های اکتیو و راکتیو به صورت مستقل از هم کنترل می شوند. تغییرات توان اکتیو به طور عمده بر روی فرکانس سیستم اثر می گذارد در حالی که توان راکتیو عمدتا روی اندازه ی ولتاژ تاثیرگذار است.

حلقه ی کنترل بار- فرکانس (LFC) توان حقیقی و فرکانس ژنراتورهای شبکه را کنترل می نماید. در واقع این حلقه، توان حقیقی مرجع هر ژنراتور و فرکانس مرجع شبکه را تثبیت می نماید.

در این پروژه، بنا داریم که یک نمونه از LFC را بر روی یک سیستم قدرت پیاده سازی نموده و تاثیر پارامترهای مختلف نظیر تغییر بار را بر روی عملکرد این سیستم کنترلی مطالعه کنیم و شبیه سازی های لازم را انجام دهیم.

فهرست

فصل اول- مقدمه و معرفی مسئله ۱

مقدمه و معرفی مسئله ۱

۱-۱ حلقه های اصلی کنترل ژنراتور ۲

۱-۲ اهداف اصلی حلقه ی کنترل بار فرکانس ۴

۱-۳ مواردی که در این پروژه بررسی شده است ۵

فصل دوم- کنترل بار فرکانس ۷

مقدمه-کنترل بار فرکانس ۷

۲-۱ مدل ژنراتور ۸

۲-۲ مدل بار ۹

۲-۳ مدل محرک اولیه ۱۰

۲-۴ مدل سیستم تنظیم کننده سرعت ۱۱

فصل سوم- کنترل خودکار تولید ۳۱

مقدمه-کنترل خودکار تولید ۳۱

۳-۱ کنترل AGC در یک سیستم یک ناحیه ای ۳۲

۳-۲ کنترل خودکار تولید (AGC) در یک سیستم چند ناحیه ای ۴۰

۳-۳ کنترل گرایشی خط ارتباطی ۵۱

دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

فصل اول

مقدمه و معرفی مسئله

مقدمه و معرفی مسئله

در این پروژه قصد داریم درباره ی کنترل توان های اکتیو و راکتیو برای حفظ سیستم در حالت ماندگار مطالعه کنیم. افزون برآن، دراین پروژه مدل های ساده عناصر ضروری به کارگرفته شده درسیستم های کنترل نیز ارا ئه شده ا ند. 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.

تغییر درتوان اکتیو به طور عمده بر روی فرکانس سیستم اثر می گذارد، در حالی که توان راکتیو به تغییر فرکانس حساسیت کمتری داشته و به طور عمده به تغییر در اندازه ی ولتاژ بستگی دارد. بنابراین، می توان توان های اکتیو و راکتیو را به صورت جداگانه کنترل کرد. حلقه ی کنترل بارفرکانس (LFC)[1]، توان حقیقی و فرکانس را کنترل کرده و حلقه ی تنظیم کننده ی خودکار ولتاژ (AVR)[2]، توان راکتیو و اندازه ی ولتاژ را تنظیم می کند. با رشد و توسعه ی سیستم های به هم پیوسته، کنترل بار فرکانس اهمیت زیادی کسب نموده و بهره برداری از سیستم به هم پیوسته را میسر نموده است. در حال حاضر نیز این موضوع اساس بیشتر مفاهیم پیشرفته را برای کنترل سیستم های قدرت بزرگ تشکیل می دهد.

روش هایی که برای کنترل ژنراتورها به صورت منفرد و در نهایت کنترل سیستم های بزرگ بهم پیوسته ارائه شده اند، نقشی حیاتی در مراکز پیشرفته کنترل انرژی ایفا می کنند. مراکز پیشرفته ی کنترل انرژی (EEC)[3] به رایانه های در حین کار [4] مجهز شده اند که تمامی علایم دریافت شده از طریق سیستم های

1 - Load Frequency Control (LFC)
2 -Automatic Voltage Regulator (AVR)
3 -Energy Control Centers (ECC)

4 -On-line

کسب اطلاعات از راه دور را که سیستم های کنترل نظارتی و کسب اطلاعات (SCADA)[1] نامیده می شوند پردازش می کنند. در اینجا فقط کنترل سیستم های قدرت معرفی شده است. در این پروژه از بعضی مفاهیم سیستم های کنترل پس خور[2] استفاده می شود.

ابتدا نقش کنترل خودکار تولید (AGC)[3] در بهره برداری سیستم قدرت با توجه به کنترل توان خط ارتباطی [4] در شرایط کارکرد عادی، تجزیه و تحلیل می شود. پاسخ های نوعی[5] به تقاضای توان حقیقی با استفاده از جدیدترین روش های شبیه سازی موجود با بسته ی نرم افزاری SIMULINK در MATLAB تشریح شده است. در نهایت، نیاز به توان راکتیو و تنظیم ولتاژ و تاثیر آنها بر پایداری سرعت و کنترل تحریک با استفاده از علایم مناسب پس خور مورد بررسی قرار می گیرند .

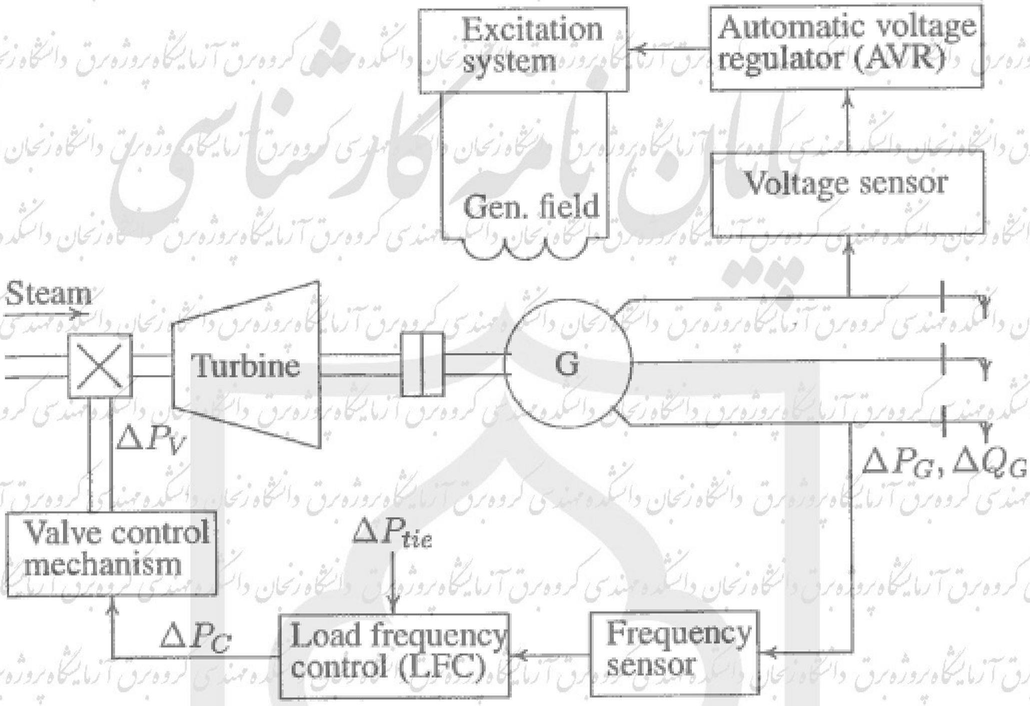
۱ -۱ حلقه های اصلی کنترل ژنراتور

در یک سیستم قدرت بهم پیوسته، تجهیزات کنترل بارفرکانس (LFC) و تنظیم کننده خودکار ولتاژ (AVR) روی هر ژنراتور نصب شده اند. شکل(۱-۱) نمایش ساده ای از حلقه ی کنترل بار فرکانس و حلقه ی تنظیم کننده ی خودکار ولتاژ را نشان می دهد. این کنترل کننده ها برای شرایط عملکرد ویژه ای تنظیم شده و اثر تغییرات جزئی در تقاضای بار را برای نگه داری فرکانس و اندازه ی ولتاژ در محدوده مشخصی خنثی می کنند. تغییرات کوچک در توان حقیقی به تغییرات زاویه ی رتور(δ) و در نتیجه فرکانس بستگی دارد. در حالی که توان راکتیو در واقع به طور عمده به اندازه ی ولتاژ(یعنی جریان تحریک ژنراتور) بستگی دارد. ثابت زمانی سیستم تحریک خیلی کمتر از ثابت زمانی محرک اولیه است و نوسانات گذرای آن خیلی سریع

---

1 -Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)
2 -Feedback control
3 -Automatic Generation Control (AGC)
4 -Tie-line
5 -Typical responses

مستهلک شده و اثری روی دینامیک LFC ندارد. بنابراین، اثرات متقابل بین حلقه LFC و حلقه AVR قابل چشم پوشی بوده و تجزیه و تحلیل کنترل بار فرکانس و کنترل ولتاژ تحریک به طور مستقل انجام می شود.



شکل(۱-۱) نمایش ساده LFC و AVR یک ژنراتور سنکرون

۱-۲ اهداف اصلی حلقه ی کنترل بار فرکانس(LFC)

یکی از اهداف کنترل بار فرکانس (LFC) این است که انحراف فرکانس Δf را به صفر بازگردانیم. در سیستم قدرتی که شامل ناحیه های به هم پیوسته است، هرناحیه مقدار برنامه ریزی شده توان را از خطوط انتقال به هم پیوسته، یا خطوط رابط با نواحی مجاور مبادله می کند. بنابراین، دومین هدف LFC این است که در شرایط عادی، هر ناحیه تغییرات بار مربوط به خودش را جذب نماید. برای رسیدن به این هدف باید سیلان توان خالص خط رابط هر ناحیه را در یک مقدار برنامه ریزی شده نگه داریم.

به طور خلاصه دو هدف اصلی LFC برای سیستم بهم پیوسته به قرار زیر است:

۱-دنبال کردن تغییرات بار، هر ناحیه بایستی در به صفر بازگشتن خطای فرکانس حالت مانا Δf یاری کند.

۲-هر ناحیه بایستی سیلان توان خروجی خالص خط رابط را در مقدار برنامه ریزی شده ی آن نگه دارد، با این هدف که هر ناحیه تغییرات بار خودش را دارد.

هرگاه تغییری در بار یک ناحیه رخ دهد، بهره برداری حالت مانای جدید تنها زمانی قابل حصول است که توان خروجی هر واحد توربین- ژنراتور سیستم بهم پیوسته به مقدار ثابتی برسد. این هنگامی صورت می گیرد که تمامی تنظیمات مبنای توان صفر باشند که یعنی ACE همه ی نواحی صفر باشد. به علاوه، هرگاه که ΔP_{tie} و Δf هردو صفر باشند ACE در تمام نواحی صفر خواهد بود. بنابراین، در حالت مانا، هر دو هدف LFC برآورده می شود.

دو هدف دیگر LFC به صفر برگرداندن مجموع خطای فرکانس و انتگرال خطای خالص خط رابط در حالت مانا است. این دو هدف با تغییرات موقتی در فرکانس خط رابط عملی می گردد. در نهایت LFC باعث حفظ کنترل در طی تغییرات طبیعی در بار و فرکانس می گردد. این تغییرات بزرگ نمی باشند، در شرایط اضطراری وقتی عدم تعادل بزرگی بین بار و تولید به وقوع می پیوندد LFC بای پاس شده و کنترل های اضطراری دیگری اعمال می گردد.

۱-۳ مواردی که در این پروزه بررسی شده است، به قرار زیر است:

در این پروژه، درگام اول یک نمونه از حلقه ی کنترل بار فرکانس (LFC) را بر روی یک سیتم قدرت مجزا پیاده سازی می کنیم و شبیه سازی های لازم را انجام می دهیم. اهداف عملکرد سیستم LFC، حفظ فرکانس در حد مجاز و قابل قبول، تقسیم بار بین ژنراتورها و کنترل برنامه های تبادل توان در خطوط ارتباطی است. ما در اینجا، تاثیر پارامترهای مختلف نظیر تغییر بار را بر روی عملکرد سیستم بررسی می کنیم. به این صورت که مقدار بار را تغییر می دهیم و تاثیر آن را بر روی فرکانس سیستم بررسی می کنیم. در واقع انحراف فرکانس حالت ماندگار را به دست می آوریم. سپس در مرحله بعد با استفاده از شبیه سازی

در نرم افزار MATLAB مشخصات عملکرد در حوزه ی زمان و پاسخ انحراف فرکانس را به تغییر بار پله ای به دست می آوریم و نمایش بلوکی SIMULINK آن را می آوریم.

درگام دوم اثر تغییر بار را بر روی یک سیستم یک ناحیه ای شامل دو واحد تولید موازی تجزیه و تحلیل می کنیم. یعنی پس از تغییر بار، انحراف فرکانس حالت ماندگار و تولید جدید هر واحد را محاسبه می کنیم و با استفاده از شبیه سازی در محیط MATLAB پاسخ انحراف فرکانس را به تغییر بار به دست می آوریم و نمایش بلوکی آن را رسم می کنیم.

درگام بعد، کنترل خودکار تولید را بررسی می کنیم. با توجه به حلقه ی اولیه ی LFC یک تغییر بار در سیستم باعث تغییر فرکانس و انحراف فرکانس در حالت ماندگار می شود. برای بازگرداندن فرکانس به مقدار نامی خود، در این مرحله یک انتگرال گیر به سیستم اضافه می کنیم. واحد انتگرال گیر مقدار متوسط خطا را در یک دوره ی زمانی مشاهده و بر انحراف غلبه خواهد نمود. به علت پیوسته بودن تغییرات بار در سیستم، تولید به صورت خودکار برای بازگرداندن فرکانس به مقدار نامی تنظیم می شود. برای کاهش

انحراف فرکانس به سمت صفر باید یک کنترل کننده ی انتگرالی به قسمت تنظیم بار مرجع اضافه شود.

کنترل کننده ی انتگرالی نوع سیستم را یک مرتبه افزایش داده که این خود انحراف فرکانس نهایی را به صفر می رساند. در اینجا، در واقع به سیستم LFC یک حلقه دوم کنترل انتگرالی اضافه می کنیم و نمایش بلوکی جدیدی حاصل می شود. سپس در این حالت بار را تغییر می دهیم و پاسخ انحراف فرکانس را در حالت ماندگار به دست می آوریم و می بینیم که انحراف فرکانس در حالت ماندگار در این حالت صفر است و فرکانس به مقدار نامی خود بر میگردد. در واقع حلقه ی کنترل کننده ی انتگرالی موجب می شود که دیگر انحراف فرکانس نداشته باشیم.

حال یک سیستم دو ناحیه ای را که دو ناحیه ی آن با واحدهای تولید معادل توسط یک خط ارتباطی بدون تلفات و با یک راکتانس مشخص به هم متصل شده اند را بررسی می کنیم. یک تغییر بار در این سیستم ایجاد می کنیم و پاسخ انحراف فرکانس و تغییر در توان جاری خط ارتباطی را برای آن بدست می آوریم و شبیه سازی می کنیم. توان عبوری از خط ارتباطی به صورت یک افزایش بار در یک ناحیه و یک کاهش بار در ناحیه ی دیگر ظاهر می شود و به جهت عبور توان بستگی دارد. در این حالت سیستم LFC تنها شامل حلقه ی اولیه است. تغییر بار در یک ناحیه در حالت ماندگار باعث انحراف فرکانس یکسان در هر دو ناحیه خواهد شد.

در مرحله ی بعد کنترل گرایشی خط ارتباطی را تجزیه و تحلیل می کنیم. در حالت قبل که سیستم دو ناحیه ای LFC تنها مجهز به حلقه ی کنترل اولیه بود، تغییر توانی که در ناحیه ی یک ایجاد شده بود با افزایش تولید در هر دو ناحیه و با یک تغییر در توان جاری خط ارتباطی و کاهش در فرکانس تامین می شود. حال در اینجا سیستم دو ناحیه ای را با در نظر گرفتن خطاهای کنترل نواحی ساخته و پاسخ فرکانس و توان را برای هر ناحیه به دست می آوریم.

دانشجویان محترم:

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

مراجع

[1] هادی سعادت، بررسی سیستم های قدرت (جلد دوم)، چاپ چهارم، تهران، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۸۷

[2] جی. دی.گلاور— م. سارما، بررسی و طراحی سیستم های قدرت، چاپ دوم، مشهد، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، ۱۳۸۳

[۳] Hadi Saadat, Power Systems Analysis, 4th Edition, Tehran, ELM & SANAT IRAN UNIVERCITY, 2008