

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



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

موضوع پروژه:

نقش ژنراتورهای القایی در مطالعات پایداری

سیستم های قدرت و بررسی رفتار این ژنراتورها

پس از جدا شدن از شبکه سراسری

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

(شماره پروژه = ۲۷۳)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

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

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	مقدمه ۱
۲	فصل اول: ژنراتورهای القایی (آسنکرون)
۳	۱-۱: چکیده
۷	۱-۲: مزایای ژنراتور القایی
۷	۱-۳: معایب ژنراتور القایی
۸	۱-۴: ملاحظات
۸	۱-۴-۱: جریان هجومی
۹	۱-۴-۲: اتصال کوتاه سه فاز ناگهانی
۹	۱-۴-۳: اتصال کوتاه تک فاز
۹	۱-۴-۴: پدیده خود تحریکی
۱۰	۱-۴-۵: سیستم بهره برداری و کنترل
۱۰	۱-۴-۶: راه اندازی
۱۰	۱-۴-۷: بهره برداری موازی
۱۱	۱-۴-۸: بار گذاری
۱۱	۱-۴-۹: توقف آهسته
۱۱	۱-۴-۱۰: از کار افتادن (SHUT DOWN)
۱۳	فصل دوم: راه اندازی ژنراتور القایی
	چکیده ۱۴
۱۵	۲-۱: پدیده تحریک خودی
۱۵	۲-۱-۱: تغییر پروسه تحریک خودی براساس مدار معادل RLC

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

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۶	۲-۱-۲: تعبیر پروسه تحریک خودی براساس سیستم های خودنوسانی
۱۷	۲-۱-۲-۱: توصیف سیستم خودنوسانی
۱۹	۲-۱-۲-۲: سیستم ماشین القایی
۲۴	۲-۱-۳: تغییر پروسه تحریک خودی براساس پسماند مغناطیسی
۲۶	۲-۱-۳-۱: بررسی های تئوریک
۳۰	۲-۲: نکات عملی در راه اندازی ژنراتور القایی
۳۳	فصل سوم: مدل سازی و عملکرد ژنراتور القایی سرعت ثابت در مطالعات پایداری نوسانات سیستم قدرت
	چکیده ۳۴
۳۵	۳-۱: مقدمه
۳۶	۳-۲: مدل های ژنراتور القایی
۳۶	۳-۲-۱: مدل مرتبه ۵
۳۷	۳-۲-۲: مدل مرتبه سوم
۳۸	۳-۲-۳: مدل مرتبه اول
۳۸	۳-۳: مناسب ترین مرتبه مدل ماشین القایی
۳۹	۳-۳-۱: مقایسات دینامیکی مدل ها با استفاده از تحلیل مدل
۳۹	۳-۳-۲: مقایسه دینامیکی مدل ها با آنالیز پاسخ های فرکانس
۴۰	۳-۳-۳: مقایسه دینامیکی مدل ها با آنالیز پاسخ خطا
۴۲	۳-۴: ژنراتور القایی معادل برای سیستم های چند ماشینه
۴۲	۳-۴-۱: ژنراتور معادل برای گروه ژنراتورهای القایی با بارگذاری منظم

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

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۵	۳-۴-۲: ژنراتور معادل برای گروهی از ژنراتورهای القایی با بار گذاری نامنظم
۴۶	۳-۵: تأثیر ژنراتورهای القایی در نوسانات سیستم قدرت
۴۷	۳-۵-۱: تأثیر مدل بار
۴۸	۳-۵-۲: تأثیر پروفیل بار و سطح تولید
۵۰	۳-۵-۳: تأثیر طول خط اتصالی
۵۰	۳-۵-۴: تأثیر نسبت X/R خط
۵۲	۳-۶: نتیجه گیری
۵۳	فصل چهارم: بررسی رفتار ژنراتور آسنکرون بعد از جدا شدن از شبکه سراسری
	چکیده ۵۴
۵۵	۴-۱: مقدمه
۵۵	۴-۲: استفاده از ژنراتورهای آسنکرون در روش DG
۵۷	۴-۳: بررسی نتایج شبیه سازی
۵۷	۴-۳-۱: حالت ماندگار در کارکرد نرمال ژنراتور
۵۸	۴-۳-۲: جدا شدن ژنراتور از شبکه سراسری
۵۹	۴-۳-۲-۱: باز شدن کلید قدرت
۶۲	۴-۳-۲-۲: باز شدن کلید قدرت
۶۶	۴-۳-۲-۳: باز شدن کلید قدرت
۶۸	۴-۴: بررسی نتایج شبیه سازی
۶۹	۴-۵: نتیجه گیری
۷۰	فصل پنجم: روش هوشمند جدیدی برای حل مساله ی در مدار قرار دادن ژنراتورها

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

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	چکیده ۷۱
۷۲	۵-۱: مقدمه
۷۳	۵-۲: مساله در مدار قرار دادن ژنراتورها
۷۴	۵-۳: حل مساله در مدار قرار دادن واحدها توسط روش پیشنهادی
۷۵	۵-۳-۱: روش توسعه یافته بهینه سازی اجتماع پرندگان
۷۶	۵-۳-۲: روش ابتکاری پیشنهادی جهت حل مساله در مدار قرار دادن ژنراتورها
۷۸	۵-۴: مطالعه موردی: شبیه سازی سیستم ۱۰ ژنراتور
۷۸	۵-۴-۱: حل مساله برای سیستم نمونه توسط روش پیشنهادی
۷۸	۵-۴-۲: مقایسه روش ها
۷۹	۵-۵: نتیجه گیری
۸۱	منابع و مراجع

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

مقدمه

در اوایل قرن بیستم به این واقعیت پی برده شد که ماشین القایی بعد از قطع ولتاژ خط ممکن است در حالت تحریک باقی بماند ولی برای ایجاد چنین تحریکی شرایط خاصی مورد نیاز بود. محققان بعد از پژوهش و تحقیق در یافتند که با اتصال خازن هایی به ترمینال موتور القایی در حال چرخش (توسط توان مکانیکی بیرونی) شرط تحریک پایدار بوجود آمده و ولتاژ بطور پیوسته تولید می شود. بنابراین یک سیستم تولید جدیدی متولد شد که در آن ولتاژ خروجی شدیداً به مقدار خازن تحریک و سرعت روتور و بار بستگی دارد. این نوع تولید تا سال های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ به فراموشی سپرده شد و مطالب کمی در مورد آن نوشته شد.

علت این بی توجهی در اهمیت عملی کم چنین تولیدی مستتر بود. چرا که ژنراتور القایی به تنهایی توانایی کنترل ولتاژ و فرکانس تولیدی را ندارد. از این رو ژنراتورهای سنکرون در واحدهای تولیدی بکار گرفته و هر ساله مقدار زیادی سوخت صرف تولید برق ac می شود. طبیعی است با استفاده روزافزون از آلترناتورهای سنکرون، آنها از نظر مقادیر نامی، روش های خنک سازی، تکنولوژی ساخت و مدلسازی این ژنراتورها دستخوش رشد و تحول شدند، اما ساختار اساسی آنها بدون تغییر ماند ولی بدلیل نگرانی از نرخ کاهش شدید منابع انرژی تجدیدناپذیر و به طبع آن صعود چشمگیر قیمت نفت از یک طرف و ظهور و رشد قطعات نیمه هادی قدرت و پیشرفت کنترل صنعتی از طرف دیگر ژنراتور القایی بازگشت مجددی یافت. از این رو علاقمندی زیادی برای استفاده از انرژی های تجدیدپذیر، مثل باد جهت جایگزینی سوخت و کاهش نرخ مصرف سوخت ایجاد شد و توجه به ژنراتور القایی به خاطر مزایای زیادی که دارد بیشتر شد.

در سال های اخیر کاربرد ژنراتور القایی در تولید برق از توربین های بادی و آبی کوچک مورد توجه زیادی قرار گرفته است. چرا که سادگی نگهداری و کاهش منابع انرژی فسیلی و توانای ژنراتور القایی برای تبدیل توان مکانیکی از فاصله وسیعی از سرعت روتور موجب شده تا به فکر جایگزینی انرژی باد به جای سوخت های فسیلی بیافتند و انبوه تحقیقات در این زمینه نشانگر توانایی آن در رفع مشکلات حاضر است.

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



فصل اول :

ژنراتورهای القایی یا آسنکرون

WikiPower.ir

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

۱-۱: چکیده

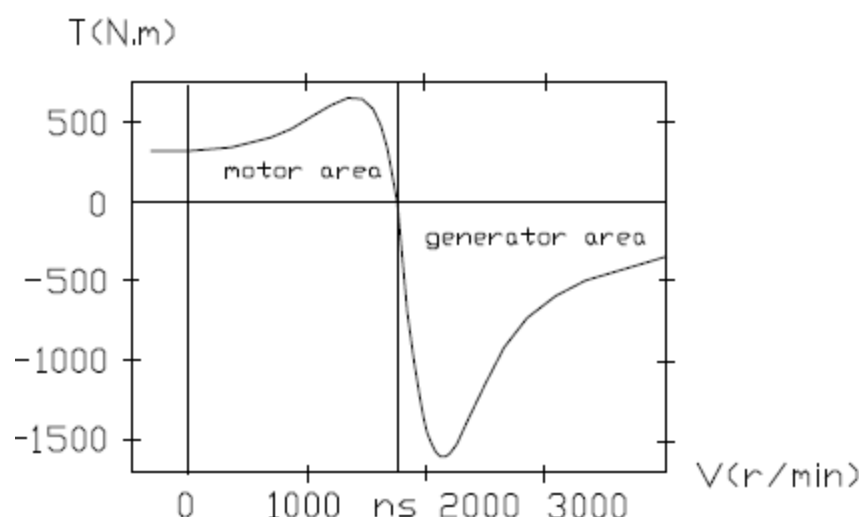
ژنراتور القایی، یک موتور القایی از نوع روتور قفس سنجابی است که با یک محرک اولیه در ما فوق سرعت سنکرون، گردانده شده و برای تولید نیروی برق استفاده می شود و ساختار و مشخصه های آن مثل موتور القایی است. ساختارهای روتور ویاتاقان های آن نیز برای تحمل سرعت فرار توربین طراحی شده است.

وقتی یک موتور القایی با ولتاژ نامی و در حالت بی باری، مورد بهره برداری قرار گیرد، با سرعتی می چرخد که فقط برای تولید گشتاور لازم برای غلبه بر افت ناشی از اصطکاک و مقاومت هوا کافی باشد. اگر یک نیروی مکانیکی خارجی برابر با این افت ها به موتور القایی در همان جهت چرخش اعمال شود، روتور آن به سرعت سنکرون خواهد رسید. هنگامیکه روتور به سرعت سنکرون می رسد، با همان سرعت میدان مغناطیسی ناشی از ولتاژ تغذیه می چرخد و ولتاژ ثانویه ای القا نمی شود زیرا فلوی مغناطیسی هیچ یک از هادی های ثانویه را قطع نمی کند، هیچ جریانی از سیم پیچ های روتور نمی گذرد و فقط جریان تحریک در سیم پیچ های اولیه جریان می یابد.

در صورتی که روتور بواسطه یک نیروی خارجی در سرعتی بالاتر از سرعت سنکرون خود، چرخش کند، جهت ولتاژ القایی ثانویه، خلاف موقعی خواهد بود که به عنوان موتور القایی، چرخش می کرد، زیرا سرعت چرخش هادی روتور فراتر از سرعت چرخش میدان مغناطیسی می شود و گشتاوری که سرعت روتور را کند می کند بین جریان ثانویه ناشی از این ولتاژ القایی و میدان مغناطیسی ایجاد شده و واحد مثل یک ژنراتور، کار می کند.

یعنی، توان مکانیکی خارجی اعمال شده، به توان الکتریکی تبدیل می شود که در سیم پیچ های اولیه تولید شده اند. ماشین القایی دارای منحنی گشتاور-سرعت مثل شکل ۱ می باشد. طبق این مشخصه اگر موتور القایی سرعتی بیش از n_s داشته باشد جهت گشتاور القایی معکوس می شود و بعنوان ژنراتور عمل خواهد کرد. با افزایش گشتاور اعمالی به شفت مقدار توان تولیدی افزایش می یابد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۱: مشخصه گشتاور-سرعت ماشین القایی

همانطوری که از شکل ۱ معلوم است. درمد ژنراتوری یک گشتاور القایی max با افزایش توان ورودی گشتاور القایی به حد max رسیده و بعد از آن ژنراتور به ناحیه ناپایدار وارد می شود. در این حالت فلوی پیوندی بین روتور و استاتور می شکند و به طور ناگهانی روتور آزادانه می چرخد و هیچ توانی تولید نمی شود.

ماشین های القایی درمد ژنراتوری دارای محدودیت های جدی است و بعلت عدم وجود مدار تحریک جداگانه نمی تواند توان راکتیو تولید کند. بنابراین مصرف کننده توان راکتیو است و برای حفظ میدان مغناطیسی استاتور نیاز به یک منبع توان راکتیو بیرونی دارد. علاوه بر این، چنین منبع توان راکتیوی بعلت عدم وجود جریان تحریک مستقل نمی تواند به کنترل V_o کمک کند، چرا که در کار ژنراتور القایی، اشباع هسته نقش عمده ای دارد و برای دستیابی به یک سطح ولتاژ معین، خازن های تحریک باید جریان مغناطیس کننده متناظر با آن سطح را تولید کند.

در راه اندازی ژنراتور القایی پدیده ای بنام تحریک خودی مطرح می شود که براساس آن ولتاژ سازی صورت می گیرد. از این نظر ژنراتور القایی بسیار شبیه ژنراتور DC شنت بوده و در واقع خازن های تحریک معادل مقاومت تحریک یا میدان در ژنراتور DC شنت می باشند. همچنین بطور مشابه با اضافه کردن خازن های سری می توان ژنراتور القایی را بصورت کمپوند اضافی به کار برد. با افزایش

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

توان راکتیو ناشی از خازن های سری، مقداری از توان راکتیو مورد نیاز بار جبران شده و از افت ولتاژ جلوگیری می کند. طبق مشخصه گشتاور-سرعت با تغییر بار، فرکانس ژنراتور القایی تغییر می کند، لذا از آنجاییکه این معنی در محدوده نرمال کاری شیب تندی دارد، تغییر فرکانس تا لغزش معمولاً کمتر از ۵ درصد می باشد. چنین تغییری در فرکانس ژنراتورهای ایزوله و متصل به شبکه قابل قبول است.

در کاربردهای متصل به شبکه قدرت با استفاده از خازن تصحیح ضریب توان صورت گرفته و ولتاژ را می توان به کمک بار یا خود شبکه قدرت کنترل کرد. اصولاً سیستم های مبدل انرژی باد به الکترونیسته را می توان به سه گروه تقسیم کرد:

۱- سیستم سرعت متغیر و فرکانس ثابت (VSCF)

۲- سیستم سرعت و فرکانس ثابت (CSCF)

۳- سیستم سرعت متغیر و فرکانس متغیر (VSVF)

برای اینکه از کلیت موضوع کاسته نشود و بحث منحصر به نیروگاه های بادی نگردد، سیستم VSVF فرض می شود.

یکی از حالت های عملکردی ماشین های الکتریکی القایی (آسنکرون)، حالت ژنراتوری است، بدین معنی که در شرایط خاص کاری، می تواند انرژی مکانیکی دریافتی را به انرژی الکتریکی تبدیل کند. از این پدیده در برخی از نیروگاه های آبی کوچک در نقاط مختلف دنیا استفاده شده است. با توجه به اینکه در کشور ما نیز جایگاه های فراوان جهت احداث نیروگاه های آبی کوچک وجود دارد و فعالیت هایی نیز در زمینه شناسایی، طراحی و اجرای آنها در جریان است، ضروری است مسائل فنی و اقتصادی استفاده از این ژنراتورها مورد بررسی قرار گیرد. در این فصل که عمدتاً از یکی از گزارشات فنی یکی از سازندگان اقتباس شده است، ژنراتور القایی به صورت فشرده توضیح داده شده است. در انتها، لیست خلاصه ای از این نوع نیروگاه ها که در کشور اتریش اجرا شده است به منظور نشان دادن محدوده های عملی کاربرد این نوع نیروگاه ها ارائه شده است.

ژنراتور القایی، یک موتور القایی از نوع روتور قفس سنجابی است که با یک محرک اولیه در مافوق سرعت سنکرون گرداننده و برای تولید نیروی برق استفاده می شود و ساختار و مشخصه های آن عیناً مثل

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

روتور القایی است. ساختارهای روتور و یاتاقان های آن برای تحمل سرعت فرار توربین طراحی شده است. مشخصه های الکتریکی وقتی یک موتور القایی با ولتاژ نامی و در حالت بی باری مورد بهره برداری قرار می گیرد، با سرعتی می چرخد که فقط برای تولید گشتاور لازم برای غلبه بر افت ناشی از اصطکاک و افت ناشی از مقاومت هوا کافی باشد. اگر یک نیروی مکانیکی خارجی برابر با این افت ها به موتور القایی در همان جهت چرخش اعمال شود، روتور آن به سرعت سنکرون خواهد رسید. هنگامی که روتور در سرعت سنکرون می چرخد، روتور با همان سرعت میدان مغناطیسی ناشی از ولتاژ تغذیه می چرخد و ولتاژ ثانویه ای القاء نمی شود زیرا فلوی مغناطیسی هیچیک از هادی های ثانویه را قطع نمی کند و هیچ جریانی از سیم پیچ های روتور نمی گذرد و فقط جریان تحریک در سیم پیچ های اولیه جریان می یابد.

در صورتی که روتور بواسطه یک نیروی خارجی در سرعتی بالاتر از سرعت سنکرون خود، چرخش کند، جهت ولتاژ القایی ثانویه خلاف موقعی خواهد بود که بعنوان موتور القایی چرخش می کرد، زیرا سرعت چرخش هادی روتور فراتر از سرعت چرخش میدان مغناطیسی می شود و گشتاوری که چرخش روتور را کند می کند بین جریان ثانویه ناشی از این ولتاژ القایی و میدان مغناطیسی ایجاد شده و واحد مثل یک ژنراتور کار می کند. یعنی، توان مکانیکی خارجی اعمال شده به توان الکتریکی تبدیل می شود که در سیم پیچ های اولیه تولید شده اند. همان طوری که قبلاً توضیح داده شده، ژنراتور القایی یک موتور القایی است که مافوق سرعت سنکرون کار می کند، مزایا و معایب آن در مقایسه با ژنراتور سنکرون بشرح زیر است:

۱-۲: مزایای ژنراتور القایی

۱- چون به سیستم تحریک احتیاج ندارد و ساختمان آن ساده است در نتیجه تعمیر و نگهداری آن آسان است.

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

- ۲- راه اندازی و بهره برداری از آن آسان است، زیرا نیازی به سنکرونیزاسیون یا تنظیم تحریک ندارد.
- ۳- جریان اتصال کوتاه آن کم است و زمان کاهش آن در مقایسه با ماشین های سنکرون کوتاه تر است، زیرا در هنگام اتصال کوتاه، تحریک قطع می شود و جریان اتصال کوتاه فقط در یک مدت فوق العاده کوتاه جریان می یابد تا اینکه فلوی مغناطیسی ناپدید شود.
- ۴- چون همیشه بطور موازی با ژنراتور سنکرون کار می کند و هرگز مستقلاً مورد بهره برداری قرار نمی گیرد، به ژنراتور سرعت نیازی ندارد.
- ۵- وقتی بار پس زده می شود، جریان تحریک قطع می شود و ولتاژ ناپدید می شود و لذا هیچگونه صدمه و خسارتی به بخش های عایقی دستگاه از جانب ولتاژ اضافی صرف نظر از میزان افزایش سرعت رخ نمی دهد.
- ۶- وقتی ولتاژ سیستم افت می کند، جریان تحریک خود به خود کاهش می یابد.
- ۷- چون گاورنر سرعت مورد استفاده قرار نمی گیرد، لذا تا حدی که سرعت آن از سرعت مجاز توربین هیدرولیکی بیشتر نشود به تولید انرژی ادامه می دهد.
- ۸- در مواقعی که سیستم دچار اختلال می شود، این دستگاه می تواند به صورت پایدار و بدون قطع شدن به کار خود ادامه دهد.

۳-۱: معایب ژنراتور القایی

- ۱- فقط وقتی مثل یک ژنراتور کار می کند که با ماشین سنکرون موازی شده باشد و نمی تواند مستقلاً تولید برق کند.
- ۲- جریان اولیه ژنراتور در ارتباط با ولتاژ خروجی در پیش فاز است. (یعنی با ضریب قدرت پیش فاز ژنراتور سنکرون مطابقت می کند).
- ۳- ضریب قدرت جریان بار بوسیله ضریب قدرت بار تعیین نمی شود، بلکه بوسیله ضریب قدرت ذاتی خود ژنراتور تعیین می شود. این بدان معنی است که ضریب قدرت بوسیله ظرفیت تعیین می شود و قابل کنترل نیست. ژنراتور سنکرونی که بطور موازی به ژنراتور القایی متصل شده است. باید علاوه بر جریان تاخیر فاز مورد نیاز بار جریان تحریک مورد نیاز ژنراتور القایی را هم تامین کند. بنابراین، ضریب قدرت

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

ژنراتور سنکرون بدتر شده و ظرفیت قابل حصول آن نیز کاهش می یابد. این امر همچنین باعث افزایش تلفات در خطوط انتقال می شود. برای جبران این تلفات لازم است از کندانسورها استفاده شود.

۴- در بهره برداری موازی، جریان هجومی بالایی جریان می یابد و ولتاژ سیستم راتحت تاثیر قرار می دهد.

۵- به طور کلی، ماشین های القایی با سرعت های پایین و قطب های زیاد، نسبت به ماشین های سنکرون از لحاظ ضریب قدرت و ابعاد ماشین نامرغوب تر هستند.

۴-۱: ملاحظات

۴-۱-۱: جریان هجومی

در بهره برداری موازی جریان اتصال ژنراتورهای القایی به شبکه، با باز کردن پره های هادی توربین، سرعت ژنراتور بتدریج افزایش داده می شود و پس از آنکه رله سرعت نشان داد که لغزش ژنراتور از مقدار معینی کمتر شده است، ژنراتور به شبکه متصل خواهد شد. جریان هجومی در لغزش های کوچک نیز وجود دارد، حتی اگر ژنراتور در هنگام اتصال به شبکه کاملاً سنکرون شده باشد. این جریان از نظر تئوری دو برابر جریان حالت روتور قفل شده است. به هر حال این جریان گذرا در یک زمان خیلی کوتاه و حداکثر پس از ۱۰ سیکل از بین می رود.

۴-۱-۲: اتصال کوتاه سه فاز ناگهانی

وقتی اتصال کوتاهی در ژنراتور القایی حین بهره برداری بروز می کند، جریان های تحریک بسیار منابع از بین می روند. بهر حال، فلوی مغناطیسی هسته آهنی آن به نقطه صفر کاهش نمی یابد. بنابراین یک جریان اتصال کوتاه در مدت فوق العاده کوتاه جریان می یابد تا اینکه به نقطه صفر برسد. حداکثر مقدار این جریان حدوداً برابر با مقدار جریان هجومی است. این جریان معمولاً چند با حداکثر ۱۰ سیکل و به مقدار بسیار ناچیزی کاهش می یابد، لذا سبب بروز جریان اتصال کوتاه پایدار و بادوام نمی شود.

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

۳-۴-۱: اتصال کوتاه تک فاز

وقتی اتصال کوتاه بین دو خط بروز می کند، حداکثر جریان اتصال کوتاه حدوداً رادیکال ۳ برابر جریان روتور قفل شده خواهد بود.

۴-۴-۱: پدیده خود تحریکی

خود تحریکی هنگامی بروز می کند که ژنراتور و کندانسورها با هم از سیستم قطع شوند که در نتیجه عایق ژنراتور یا کندانسورها ممکن است با افزایش ولتاژ آسیب ببینند. خود تحریکی در حالتی بوجود می آید که ژنراتور توسط جریان پیش فازی که به کندانسور (خازن) تحویل می دهد تحریک شود. مقدار این ولتاژ با استفاده از منحنی اشباع بی باری ژنراتور و مشخصه های ولتاژ و جریان کندانسور تعیین می شود. در ناحیه ولتاژهای زیر نقطه « V_e » ولتاژ ژنراتور تمایل به افزایش دارد زیرا جریان تحریک تامین شده زیر « V_e » در مقایسه با جریان تحریک مورد نیاز بیشتر است. در ناحیه ولتاژهای بالا نقطه « V_e » ولتاژ ژنراتور به دلیل رابطه معکوس کاهش پیدا می کند. بنابراین، در این مثال ولتاژ خود تحریکی نقطه « V_e » خواهد بود که دو منحنی همدیگر را قطع کرده اند. اگر ظرفیت کندانسور کم باشد، شیب خط مشخصه ولتاژ جریان افزایش خواهد یافت و « V_e » به تدریج پایین می افتد و وقتی از نقطه ای مشخص پایین تر بیاید، با منحنی اشباع در حالت بی باری ژنراتور تقاطع نخواهد کرد و پدیده خود تحریکی به وجود نخواهد آمد. افزایش سرعت در ژنراتور القایی نیاز به توجه ویژه دارد. با افزایش سرعت، منحنی اشباع در حالت بی باری و ولتاژ کندانسور و منحنی مشخصه های جریان به سمت منحنی های دیگری انتقال می یابد. تحت این شرایط، ولتاژهای خود تحریکی قوی ممکن است بوجود آیند.

۵-۴-۱: سیستم بهره برداری و کنترل

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

همانطوری که قبلاً توضیح داده شده، سنکرونیزاسیون برای بهره برداری از ژنراتورهای القایی در حالت موازی الزامی نیست، همچنین گاورنر سرعت توربین را می توان حذف کرد، زیرا این ژنراتورها معمولاً مستقلاً مورد بهره برداری قرار نمی گیرند.

۶-۴-۱ : راه اندازی

وقتی شرایط راه اندازی توربین هیدرولیک (آبی) فراهم باشد، فرمان راه اندازی صادر می شود و پره های هادی بتدریج باز می شوند و توربین هیدرولیکی شروع به چرخش می کند. پره های هادی موقتاً در وضعیت مربوط به راه اندازی متوقف می شوند. سپس، توربین هیدرولیکی به تدریج شتاب می گیرد و در آغاز از سرعت سنکرون پیشی گرفته و سپس به آن برمی گردد.

۷-۴-۱ : بهره برداری موازی

چنانچه تنظیم مقدار باز شدگی دریچه های متناظر با حالت بی باری قبلاً به دست آمده باشد، در فاصله زمانی که سرعت توربین در هنگام راه اندازی از سرعت سنکرون بیشتر می شود و مجدداً به سرعت سنکرون برمی گردد، تفاضل حداکثر سرعت توربین و سرعت سنکرون به کمترین مقدار کاهش داده خواهد شد. موازی کردن ژنراتور، در فاصله زمانی فوق الذکر باید انجام شود. هنگامی که رله سرعت، لغزش ژنراتور را کمتر از ۳ درصد تشخیص داد بریگر مربوط به موازی کردن، فرمان وصل دریافت خواهد کرد.

۸-۴-۱ : بار گذاری

پس از کامل شدن عملیات راه اندازی، میزان بار واحد توسط گاورنر تراز آب کنترل خواهد شد. دریچه های هادی، متناسب با سطح آب مخزن بالادست گشوده خواهند شد و ژنراتور القایی بار لازم را با افزایش لغزش تولید خواهد کرد.

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

۹-۴-۱ : توقف آهسته

پره های هادی را به طرف موقعیت بازشدگی مربوط به حالت بی باری بتدریج ببندید و دژنکتور موازی را نزدیک وضعیت لغزش صفر باز کنید. پس از اینکه پره های هادی کاملاً بسته شد و بعد از آنکه سرعت ژنراتور به زیر ۳۰ درصد کاهش یافت، ترمز مکانیکی اعمال شده و سرعت را به صفر می رساند.

۱۰-۴-۱ : از کار افتادن (SHUT DOWN)

اگر در حین کار ژنراتور القایی بطور ناگهانی قطع بار روی دهد، چنانچه باز شدگی پره های هادی بدون تغییر بماند، بدیهی است که سرعت توربین افزایش خواهد یافت. معمولاً توربین ها به گاورنرهایی مجهز هستند که اضافه سرعت را حس کرده و فوراً اقدام به بستن پره های هادی می کند. بهر حال توربین های ژنراتورهای القایی به اینگونه گاورنرها مجهز نیستند. پره های هادی باید سریعاً با استفاده از سیگنال کنتاکت کمکی دژنکتور و یا عملکرد رله اضافه سرعت بسته شوند. بهر حال توربین های ژنراتورهای القایی به اینگونه گاورنرهای مجهز نیستند. پره های هادی باید سریعاً با استفاده از سیگنال کنتاکت کمکی دژنکتور و یا عملکرد رله اضافه سرعت بسته شوند.

لذا چنانچه دژنکتور نیروگاه دچار «تریپ» شود مشکلی بوجود نخواهد آمد و از کنتاکت کمکی آن می توان استفاده کرد. هنگامی که دژنکتور انتهای خط ارتباطی قطع شود، پره های هادی پس از آنکه رله اضافه سرعت عمل کرد، بسته خواهند شد.

به هر حال رله اضافه سرعت به نحوی تنظیم شده است که در سرعت های ۱۰۵ درصد تا ۱۱۰ درصد سرعت نامی عمل می کند. بدلیل اینکه مدتی طول می کشد تا اینکه پره های هادی شروع به تغییر وضعیت بدهند، افزایش سرعت اجتناب ناپذیر است. در ژنراتورهای القایی، قطع بار به معنی فرو نشستن ولتاژ تحریک در چند سیکل است. این پدیده از بروز صدمات به عایق در اثر ولتاژ اضافی جلوگیری می کند. بعلاوه، هیچ افزایش در فرکانس، با توجه به فرونشستن سریع ولتاژ، بوجود نخواهد آمد و بنابراین جای هیچ نگرانی از سرعت های اضافی در موتورهای کمکی که به شبکه داخلی نیروگاه متصل هستند وجود نخواهد داشت.

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



فصل دوم:

راه اندازی ژنراتور القایی

WikiPower.ir

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

چکیده

در ماشین الکتریکی مدار مغناطیسی بعنوان واسطه تبدیل انرژی الکتریکی عمل می کند و وظیفه مهم انرژی دار کردن آن توسط مدار تحریک ایفا می شود. عموماً ژنراتور القایی تنها شامل یک سیم پیچی آرمیچر بنام سیم بندی استاتور و یک روتور قفس سنجابی است و درست بهمین دلیل دارای ساختاری بسیار محکم و ساده می باشد. بنابراین واقعیت فقدان سیم بندی تحریک در ماشین القایی این سوال را پیش می آورد که عامل تحریک مدار مغناطیسی از کجا تأمین می شود؟.

مسئله راهی جز استفاده از یک سیستم کمکی خارجی وجود ندارد. پس جریانی که ماشین را مغناطیس می کند از سیستمی که ماشین به آن وصل است تأمین می شود. با توجه به مدار معادل ژنراتور القایی شکل ۲، برقراری جریان مغناطیس کننده i_m در راکتانس معادل x_m نیاز به اعمال توان راکتیو دارد در نتیجه این سیستم خارجی باید توانایی تولید توان راکتیو پس فاز لازم برای ایجاد جریان مغناطیس کننده یا فلوی فاصله هوایی را داشته باشد. این توان راکتیو از دو راه تولید می شود.

۱- ماشین های سنکرون با تحریک اضافی.

۲- بانک های خازنی موازی.

در اثر این نوع تحریک ایجاد شده یک نیروی محرکه مغناطیسی، در سیم بندی های ماشین القا می شود و بنا به دلایلی که بعداً روشن خواهد شد این پدیده به تحریک خودی معروف است. بنابراین بعد از دستیابی به مدل ریاضی ژنراتور بعنوان ابزار، اولین قدم در جهت درک رفتار ژنراتور القایی بررسی پدیده دینامیکی تحریک خودی و ولتاژسازی است.

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

۲-۱: پدیده تحریک خودی

تحریک خودی ماشین های القایی یک پدیده فیزیکی شناخته شده ای می باشد که کاربرد عملی وسیعی پیدا کرده است. در مواردی مثل طراحی ژنراتورهای خود کنترل و ترمز موتورهای محرک تلاش های زیادی صورت می گیرد تا شرایط گسترش و توسعه بیشتر این پدیده بوجود آید ولی در برخی موارد دیگر تمامی جوانب احتیاط برای جلوگیری از تحریک خودی به منظور پایدار کردن یک شبکه به کار بسته می شود، چرا که وقوع آن منجر به افزایش جدی ولتاژ و به مخاطره افتادن عایق ماشین و یا سبب نوساناتی در گشتاور و سرعت ماشین و در نتیجه کاهش مزایای آن و احتمالاً ازدیاد حرارت قابل ملاحظه می گردد، ولی بهرحال در هر دو نوع از موارد فوق نیاز به تعبیر فیزیکی واضح از جوهره پدیده و همچنین درک روشنی از مکانیزم نوسان و دلایل گسترش آن می باشد. در اینجا ابتدا یک تعبیر از پدیده تحریک خودی و ولتاژ سازی را توضیح می دهیم سپس با تشریح این پروسه براساس دو دید کلی بحث ادامه خواهد یافت.

۲-۱-۱: تعبیر پروسه تحریک خودی براساس مدار معادل RLC

پاسخ گذرای یک مدار RLC، جملاتی بفرم $k_1 \exp(p_1 t)$ دارد که در آن k_1 عدد ثابت و p_1 یکی از ریشه های چند جمله ای مشخصه یا چند جمله ای نظیر معادله دیفرانسیل مدار می باشد. اغلب ریشه p_1 یک کمیت مختلط است که قسمت حقیقی آن بیانگر نرخ کاهش (میرایی) حالت گذرا و قسمت مجازی نشان دهنده فرکانس نوسان است. در اکثر پاسخ های گذرا قسمت حقیقی p_1 منفی است، یعنی با گذشت زمان افزایش یافته و در تئوری به بینهایت میل خواهد کرد. پاسخ های گذرایی که دامنه شان به روش فوق زیاد می شوند، بسیار نادرند چرا که با جاری شدن جریان در مقاومت مدار توان تلف خواهد شد و با یستی منبع انرژی وجود داشته باشد که توان لازم را تولید کند. مثالی از این گذرای نادر، مشخصه ژنراتور القایی خود تحریک است. با دقت در مدل ماشین القایی و در نظر گرفتن عامل تحریک یعنی خازن متوجه می شویم که مدار معادل استاتور ژنراتور و خازن مشابه یک مدار RLC سری است. بنابراین در جریان گذرا جمله بفرم $k_1 \exp(p_1 t)$ وجود دارد که با مثبت بودن قسمت حقیقی p_1 پروسه تحریک خودی در فاصله هوایی ژنراتور القایی

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

شروع و ولتاژ سازی ادامه می یابد تا مدار مغناطیسی ماشین اشباع گردد. سپس در حالت گذرا x_m تغییر کرده، بطوریکه قسمت حقیقی ریشه p_1 صفر گردد. از این به بعد پاسخ گذرا کم و زیاد نمی شود، یعنی ولتاژ فاصله هوایی و جریان به حالت ماندگار خودشان می رسند و منجر به تحریک خودی دائمی و پیوسته می گردد. بنابراین شرایط شروع و حفظ نوسان این است که:

۱- برای شروع $k_1 \neq 0$ $Real(p_1) > 0$ می باشد. برای یک ژنراتور القایی وجود فلوی پسماند مغناطیسی کافی در فاصله هوایی ماشین و یا به طور معادل بار پسماند خازن تحریک شرط $k_1 \neq 0$ را تأمین می کند و انتخاب خازن تحریک مناسب برای سرعت معین روتور $Real(p_1) > 0$ را برآورده می سازد.

۲- برای حفظ نوسان یک منبع انرژی لازم است که همان انرژی جنبشی روتور است. اگر روتور توسط محرکی از بیرون به حرکت درنیاید، انرژی جنبشی آن به سرعت جذب شده و این می تواند برای ایجاد ترمز دینامیکی به کار رود. ولی اگر روتور دائماً چرخانده شود، انرژی جنبشی آن حفظ شده و تحریک خودی و انتقال انرژی بطور پیوسته صورت می گیرد، بنابراین شروع پروسه تحریک خودی یک پدیده گذرا است و با بدست آوردن جریانها و ولتاژ کل لحظه ای رفتار آن بهتر درک می شود.

۲-۱-۲: تعبیر پروسه تحریک خودی براساس سیستم های خودنوسانی

در این قسمت بدون در نظر گرفتن پسماند مغناطیسی، از دید کلی تری پدیده تحریک خودی بررسی می شود. بررسی براساس پسماند کاملاً متفاوت بوده و به دلیل عدم اطمینان به پسماند در عمل کمتر به آن تکیه می شود. در قسمت بعد به تعبیر فیزیکی اثر پسماند بر روی پروسه تحریک خودی پرداخته خواهد شد. سیستم موردنظر شامل ژنراتور القایی، بانک خازنی و محرک می باشد که بعلت وجود پدیده اشباع مغناطیسی کاملاً غیرخطی است.

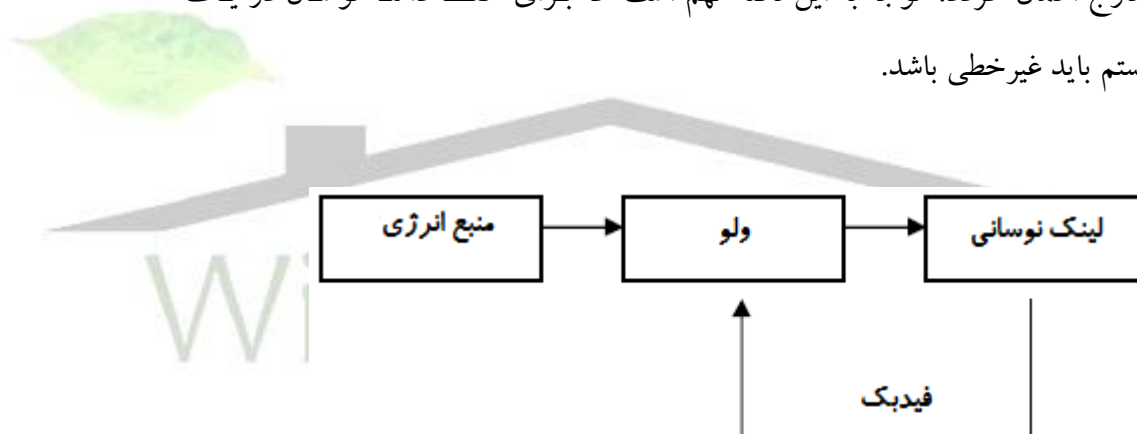
سیستم های غیرخطی می توانند بدون تحریک بیرونی نوسانی با دامنه و فرکانس ثابت ایجاد کنند این نوسانات، نوسانات تحریک خودی نامیده می شوند. در این قسمت نشان داده می شود که سیستم

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

تحت بررسی یک سیستم خودنوسانی است. برای این منظور باید ثابت گردد که شروع نوسان در آن با مشخصه سیستم های خودنوسانی مطابقت دارد.

۲-۱-۲-۱: توصیف سیستم خودنوسانی

همانطوریکه گفته شد تحریک خودی در وسایل و پدیده های متفاوتی وجود دارد. همه اینها را می توان از یک نقطه نظر مورد توجه قرار داد و طبق یک حالت کلی به بررسی آنها پرداخت چرا که مکانیزم رفتارشان یکسان است و از جنبه ساختاری شامل قسمت های مشترکی می باشد را تشکیل می دهد. این سیستم خود نوسانی - که سیستمی با بلوک دیاگرام اساسی شکل ۱ نامیده می شود. در واقع به کمک ولو و فیدبک، سیستم می تواند نوسانات غیرمیرا بوجود آورد، بدون اینکه عوامل پریودیک از خارج اعمال گردد. توجه به این نکته مهم است که برای حفظ دامنه نوسان در یک سطح معین سیستم باید غیرخطی باشد.



شکل ۲-۱: شمای ساختاری سیستم خود نوسانی

اصولاً تحریک خودی براساس میزان نیروی لازم برای شروع نوسان خودی به دو نوع تقسیم می شود:

۱- تحریک خودی سخت.

۲- تحریک خودی نرم.

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

اگر شروع نوسان خودی در سیستم نیاز به نیروی محرک بیرونی معین داشته باشد آنرا تحریک خودی سخت می نامند ولی سایر سیستم هایی که نیاز به چنین محرکی ندارد، تحریک خودی نرم می گویند.

از گروه سیستم های خودنوسانی، سیستم های الکتریکی را انتخاب می کنیم که برای تولید نوسان سینوسی ماندگار در نظر گرفته می شوند. در این صورت عملکرد بلوک های شکل ۱ آشکار می شود. بلوک لینک نوسانی در چنین سیستم های الکتریکی، یک مدار نوسانی خواهد بود که شامل عناصر راکتیو خازنی و القایی است. حال اگر این عناصر ضریب کیفیت کافی داشته باشند، در این صورت پس از اثر یک نیروی محرکه الکتریکی بیرونی مثل بار پسماند خازن یا در اثر تغییرات داخلی مدار و ایجاد نوساناتی در فرکانس تشدید با دامنه میرا خواهد بود. میرایی نوسانات در این مدار بدلیل تلفات اهمی در عناصر مختلف آن می باشد.

واضح است که اگر در هر نوسان اتلاف انرژی با افزایش میدان الکترومغناطیسی اندوکتانس یا میدان الکترواستاتیکی خازن جبران شود، تولید نوسان در آن قسمت مدار می تواند بطور پیوسته ادامه یابد. بنابراین آنچه که از این بدست می آید. شرط مهم و شناخته شده ای برای تحریک خودی است. یعنی در تعادل فاز و دامنه منظور این است که برای ادامه تحریک خودی بایستی شرایطی ایجاد گردد که دامنه و فاز به حالت تعادلی رسیده و ثابت بماند. در عمل انرژی الکترومغناطیسی یک کوئل را به دو طریق می توان جبران نمود:

- ۱- با تغییر پریودیک اندوکتانس و جریان.
 - ۲- با اعمال انرژی اضافی تولیدشده توسط خود سیستم.
- روش دوم در ماشین های الکتریکی بکار می رود بنابراین اگر Γ و r به ترتیب اندوکتانس و مقاومت مدار نوسانی و T پریود نوسان باشند، در این صورت طبق مطالب فوق شرط زیر باید برقرار گردد.

(۲-۱)

$$\frac{Li^2}{2} > \frac{1}{4} ri^2 T$$

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

سمت چپ رابطه فوق متوسط انرژی ذخیره شده در L و سمت راست آن متوسط انرژی تلف شده در r در یک پریود T می باشد.

۲-۱-۲: سیستم ماشین القایی

خازن بعنوان یک سیستم خودنوسانی بعد از توضیح اصول اساسی در قسمت قبل و معرفی سیستم خودنوسانی ثابت می شود. سپس مکانیزم توسط نوسانات در آن بررسی می گردد. برای قرارداد این سیستم در زمره سیستم های خودنوسانی اولاً بایستی حضور تمامی بلوک های خازن بعنوان یک سیستم خودنوسانی بعد از توضیح اصول اساسی در قسمت قبل و معرفی سیستم خودنوسانی ثابت می شود. سپس مکانیزم توسط نوسانات در آن بررسی می گردد. برای قرارداد این سیستم در زمره سیستم های خودنوسانی اولاً بایستی حضور تمامی بلوک های شکل ۳ را ثابت و تأیید کرد ثانیاً عملکرد تناوبی ولو و فیدبک مشخص گردد و ثالثاً برقراری تعادل فاز و دامنه نشان داده شود و در آخر تعیین نمود که سیستم متعلق به کدام گروه تحریک (سخت یا نرم) است.

یک ماشین القایی دو قطب سه فاز خیلی ساده را که شامل استاتور و روتور قفسی است در نظر بگیرید. فرض کنید که ماشین توسط موتور محرک دیگری در چرخش است و یک بانک خازنی به ترمینال های سیم پیچی استاتور وصل می باشد. همچنین فرض می شود که سرعت چرخش روتور ω_r از فرکانس رزنانس ω مدار نوسانی تجاوز نماید. بنابراین بهنگام تولید نوسانات رزنانسی در مدار نوسانی، ماشین بعنوان یک ژنراتور با لغزش منفی کار کرده و توان P_g را در حالت ماندگار تولید می کند:

(۲-۲)

$$P_g = \frac{1-s}{s} P_r$$

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

P_r در رابطه فوق تلفات مسی در مدار روتور و s لغزش می باشد. با دقت در سیستم ماشین خازن

می توان بلوک های موجود در ساختار سیستم خودنوسانی را نتیجه گرفت:

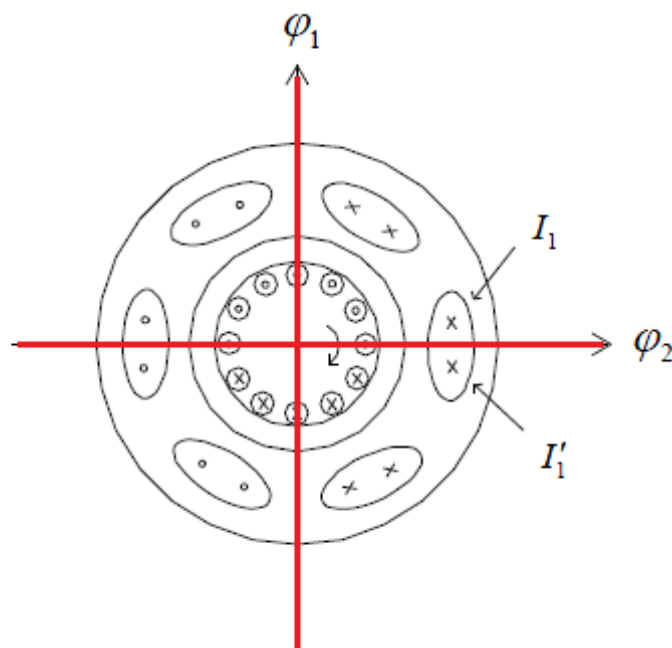
۱- موتور محرک بعنوان منبع انرژی.

۲- حلقه شامل خازن و اندوکتانس ها به عنوان سیستم نوسانی (لینک نوسانی).

۳- کوپلاژ الکترومغناطیسی بین مدارهای استاتور و روتور از طریق فلوی مغناطیسی ماشین بعنوان فیدبک.

۴- مدار روتور بعنوان ولو.

برپایه مطالب گفته شده و کمی تأمل بر روی مدار معادل ژنراتور القایی به راحتی می توان به این موضوع پی برد که نقش ولو توسط مدار روتور ایفا می گردد و کوپلاژ مغناطیسی بین مدارهای استاتور و روتور اثر فیدبک را ظاهر می سازد. ولی برای تفهیم بیشتر توضیح داده می شود که چگونه با عملکرد مدار روتور، انرژی در اندازه های معین در طول مدت نوسان توسط مدار استاتور دریافت می گردد. برای توضیح بهتر و درک فیزیکی پدیده دو حالت حدی در نظر گرفته می شود. فرض کنید لغزش یک مقدار منفی کوچک ($s \approx 0$) دارد و جریان I_1 در سیم پیچی استاتور برقرار است.



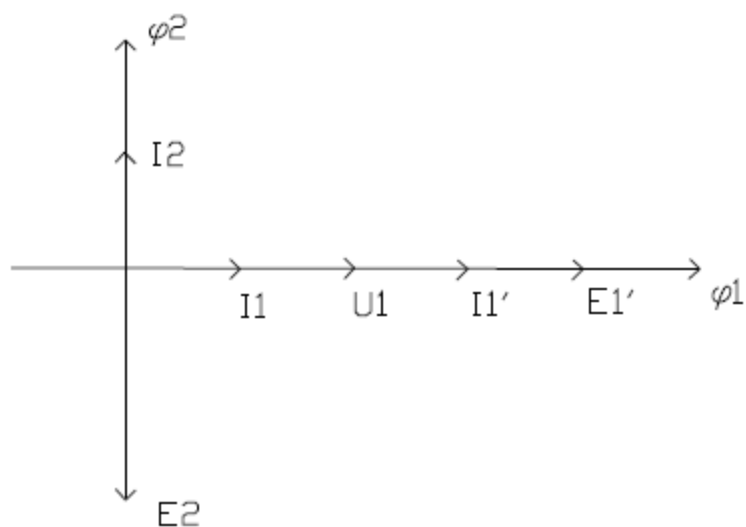
شکل ۲-۲ (الف): میدان مغناطیسی استاتور و روتور در لغزش کوچک و منفی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۲ الف لغزش منفی و کوچک بهنگام بی باری ماشین اتفاق می افتد. در اثر I_1 فلوی φ_1 بوجود می آید و چون روتور سریعتر از میدان مغناطیسی استاتور می چرخد، یک نیروی محرکه الکتریکی E_2 یا $(-\frac{d\varphi}{dt})$ در میل های روتور القایی گردد، که زاویه ۹۰ درجه نسبت به فاز استاتور می سازد. ولتاژ E_2 جریان I_2 می سازد که به علت اهمی بودن امپدانس مدار روتور $(\frac{r_r}{s})$ و مقدار منفی جریان $\frac{r_r}{s}$ بردار جریان ۱۸۰ درجه با E_2 اختلاف فاز دارد. I_2 نیز فلوی مغناطیسی φ_2 را در روتور برقرار می سازد که این هم سیم بندی ثابت استاتور را قطع و ولتاژ E_1' و جریان I_1' را در آن القا می کند. همانطور که گفته شد امپدانس مدار روتور اهمی است. بنابراین هیچ شیفت زمانی بین E_2 و I_2 وجود ندارد، در نتیجه فلوهای φ_1 و φ_2 بطور همزمان عمل کرده و علیرغم اختلاف فاز ۹۰ درجه در فضا در فاز زمانی برهم منطبقند. جریان I_1 و I_1' نیز همزمان در سیم بندی استاتور عمل کرده و جریان می یابند، بنابراین در لحظه ذخیره انرژی الکترومغناطیسی ماکزیمم در سیم بندی استاتور فیدبک به گونه ای عمل می کند که مدار روتور را وادار به تزریق انرژی اضافی به مدار استاتور می سازد. چرا که طبق مطالب گفته شده برای حفظ نوسان باید انرژی الکترومغناطیسی بطریقی افزایش یابد (هدایت ولو) و برعکس با صفر شدن جریان در فاز سیم پیچی استاتور یا با کاهش انرژی کشیده شده از استاتور کوپلاژ الکترومغناطیسی یا فیدبک در جهت عکس العمل کرده و مدار روتور را وادار می سازد که اعمال انرژی به استاتور را کاهش دهد. (عدم هدایت ولو).

با دقت در مکانیزم ولو متوجه می شویم که مدار روتور طوری رفتار می کند که اثر امپدانس منفی در لینک نوسانی بوجود می آید. در مدار معادل نیز بازویی که جایگزین روتور می شود همواره یک مقاومت منفی $\frac{r_r}{s}$ دارد. منظور فوق را می توان با دیاگرام برداری شکل ۲ب نیز توضیح داد. در رسم این دیاگرام I_1 بعنوان مبنا انتخاب شده و موقعیت سایر بردارها را با مطالبی که قبلاً گفته شد می توان بدست آورد.

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

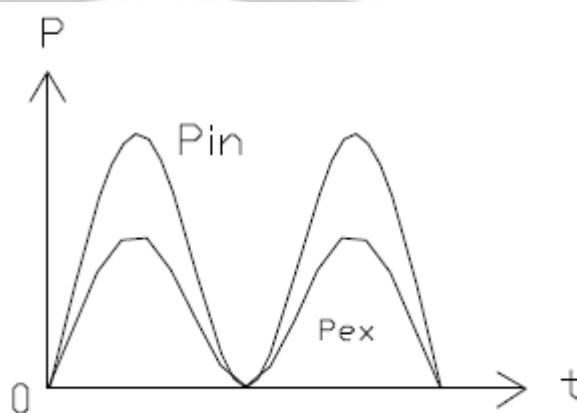


شکل ۲-۲ (ب): دیاگرام برداری کمیت های الکتریکی برای لغزش کوچک و منفی

ارزش دیگر این دیاگرام استفاده از آن برای معین نمودن مقادیر لحظه ای توان اعمالی به مدار نوسانی

$P_{in} = E_1' I_1'$ و توان تولیدی در آن مدار $P_{ex} = U_1 I_1$ می باشد. با نمایش موجی این توان ها یک

توضیح تصویری از رسیدن به شرایط تعادل فاز و دامنه بدست می آید.



شکل ۲-۲ (ج): دیاگرام موجی توان ورودی و خروجی به ازای لغزش کوچک و منفی

شرط $P_{in} > P_{ex}$ به ازای بعضی مقادیر لغزش برقرار می شود. بنابراین مفهوم حد پائین برای سرعت

ممکن است مطرح گردد. با افزایش مقدار خازن حد پائین سرعت کاهش می یابد و شرایط برای

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

تولید انرژی در قسمت روتور بدتر می گردد. بنابراین یکمقدار حدی برای خازن وجود دارد که در مقادیر بیش از آن تحریک خودی باعث کاهش سرعت قطع می شود.

حال به توضیح خاصیت غیرخطی در محدود سازی دامنه نوسان بهنگام ولتاژسازی ناشی از تحریک خودی پرداخته می شود. اگر جریان I_1 در مدار نوسانی برقرار گردد توان کل تولیدشده توسط ماشین $E I_1^*$ در حالیکه توان کل بانک خازنی برابر با رابطه $U_c I_1^*$ خواهد بود. بدیهی است که رشد و توسعه دامنه نوسان به شرطی ممکن می گردد که:

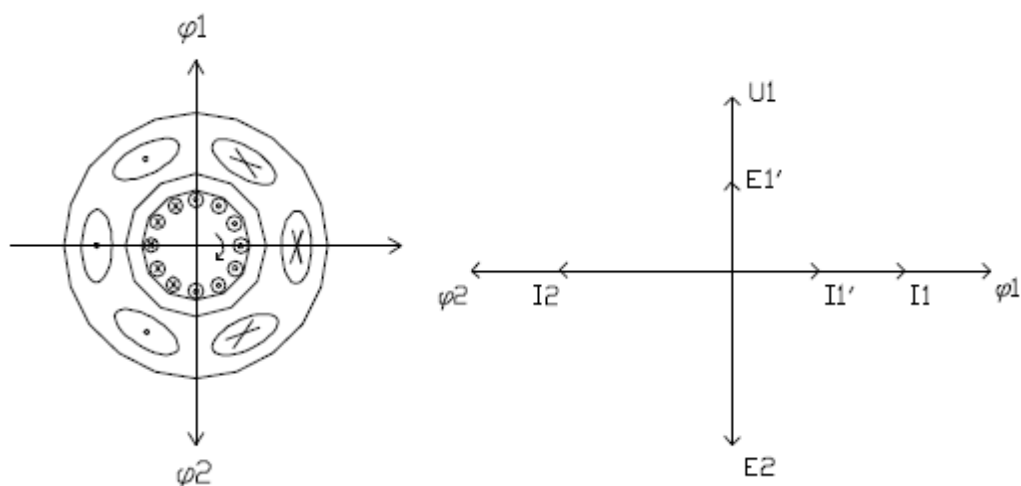
(۲-۳)

$$|E I_1^*| > |U_c I_1^*|$$

هر کدام از حاصلضرب های طرفین رابطه فوق را می توان با یک مستطیل با پایه مساوی I_1 بطور گرافیکی نمایش داد. رابطه مقدار E_1, I_1 توسط منحنی مشخصه بی باری داده می شود که به علت اشباع غیرخطی است ولی رابطه مقدار U_c, I_1 همیشه خطی بوده و توسط مشخصه ولت آمپر خازن معین می شود. مسلماً برای برقراری رابطه ۳ باید مشخصه بی باری بالای مشخصه ولت آمپر خازن قرار گیرد و به علت غیرخطی بودن مشخصه بی باری این دو منحنی همدیگر را در یک جریان قطع می کنند. این نقطه تلاقی محدوده کار وسیله را معین می کند که در آن مقادیر توان های موردنظر قابل مقایسه است.

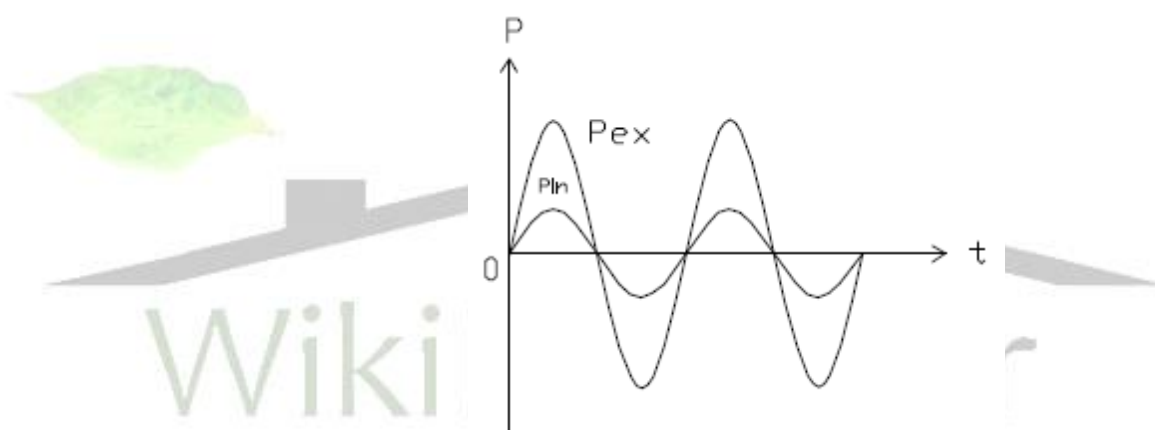
در این نقطه ماشین نمی تواند به عنوان تقویت کننده توان عمل کند و امکان افزایش دامنه نوسان از بین می رود و به علت شارژ و دشارژ متوالی بین خازن و سلف در مدار نوسانی، نوسانات ادامه می یابد. بطور مشابه برای حالتی که لغزش مقدار بزرگی دارد می توان روش آنالیز یکسانی را با فرض سرعت ω_r ثابت و مقدار c متغیر به کار برد. در این حالت نیز با بررسی نتیجه می شود که با افزایش خازن c برقراری رابطه دامنه و فاز مشکل می گردد چرا که فلوی روتور نسبت به فاز اولیه استاتور جابجا شده و مقدار توان قابل انتقال به استاتور کاهش می یابد. (شکل ۳).

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



شکل ۲-۳ (الف)

شکل ۲-۳ (ب)



شکل ۲-۳ (ج)

با افزایش c از یک مقدار معین ولو می تواند انرژی کافی برای مدار استاتور تأمین کند، در نتیجه نوسان متوقف شده و تحریک خودی ماشین از بین می رود. وقتی c ثابت و سرعت ω_r متغیر باشد، بازهم یک سرعت قطع مطرح می شود که بالاتر از آن امکان تزریق انرژی از طرف روتور وجود ندارد و تحریک خودی از بین می رود. طبیعی است با کاهش مقاومت اهمی در مدار نوسانی حدود پائین و بالای سرعت به ترتیب کوچک و بزرگ شده و محدوده کاری بیشتر می گردد.

۲-۱-۳: تغییر پروسه تحریک خودی براساس پسماند مغناطیسی

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

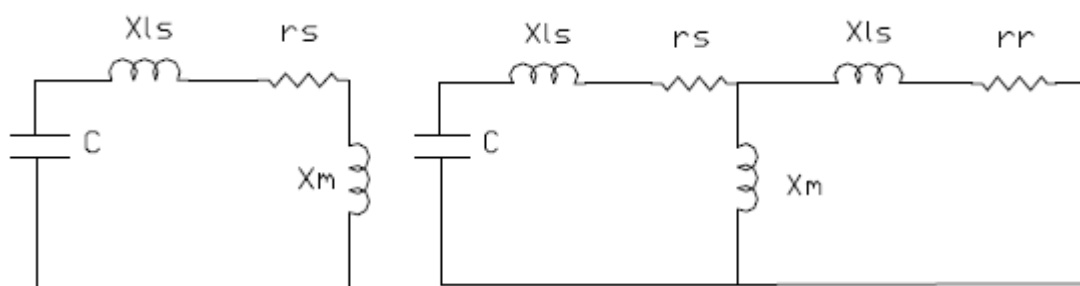
در این قسمت مکانیزم وقوع تحریک خودی براساس پسماند مورد بحث قرار گرفته و چگونگی شروع ولتاژ ترمینال از مقدار جزئی ناشی از پسماند مغناطیسی روتور یا به عبارت دیگر پدیده ولتاژ سازی بررسی خواهد شد. فیزیک این پروسه در مقالات بطور متفاوتی بحث شده است. در اینجا یکی از این دیدها تشریح می گردد.

در پروسه تحریک خودی و ولتاژ سازی رفتار دومرحله ای برای ماشین القایی در نظر گرفته می شود:
 ۱- در ابتدا با توجه به صفر بودن جریان روتور و حرکت از حالت سکون، ماشین القایی طوری رفتار می کند که گویی یک ماشین سنکرون با روتور مغناطیس دائم ضعیف است. این مرحله را مدسنکرون می نامند.

۲- سپس با برقراری جریان در روتور و استاتور، بصورت ماشین آسنکرون عمل کرده و ولتاژ ترمینال به مقدار قابل ملاحظه و معینی افزایش می یابد، این مرحله را مد آسنکرون می نامند.

برای ادامه بحث تئوری دو حالت ممکن ماشین القایی را توسط مدار معادل ساده طبق شکل ۴ نشان می دهیم. با توجه به مدار معادل شکل ۵ ذکر دو نکته ضروری به نظر می رسد.

اول اینکه اثر لغزش مستقیماً در فرکانس مدار روتور وارد شده بنابراین در مدار معادل دو فرکانس داریم این موضوع در مدار معادل مد آسنکرون واضح است. دوم اینکه در مد آسنکرونی جریان روتور صفر است یا به عبارت دیگر لغزش خیلی کوچک و نزدیک صفر بوده و به عبارت دیگر لحظه شروع راه اندازی مشابه لحظه بی باری ماشین القایی است. با توجه به توضیحات فوق به طور خلاصه می توان گفت ماشین به صورت آلترناتور مغناطیس دائم شروع به کار می کند. شکل ۴ الف سپس به ماشین آسنکرون شکل ۴ ب سوئیچ می کند. حالت گذرا به پارامترهای ماشین، سرعت روتور و اندازه خازن تحریک بستگی دارد. فرض می شود تمام پارامترهای مدار به جز اندوکتانس مغناطیس کننده ثابت هستند.



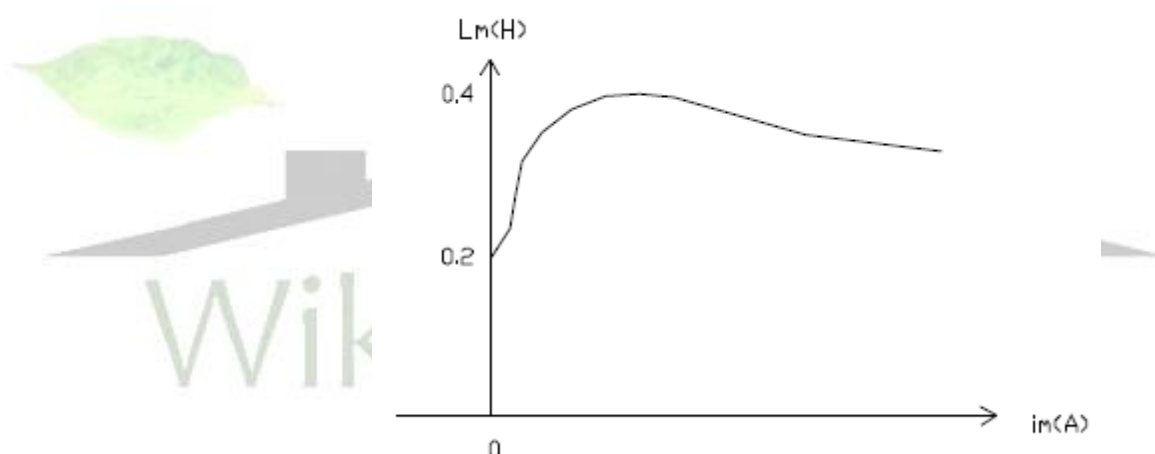
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل ۲-۴

شکل ۲-۴ (ب)

(الف)

تغییرات این اندوکتانس در شکل ۵ نشان داده شده است. افت در اندوکتانس L_m به ازای جریان های مغناطیس کننده بیشتر به خوبی معلوم بوده و تعیین کننده ولتاژ حالت پایدار نهایی است. کوچک بودن L_m در جریان های بسیار پایین مهم است. چرا که روی مشخصات تحریک خودی اولیه بسیار تعیین کننده می باشد.



شکل ۲-۵: تغییرات اندوکتانس مغناطیس کننده با جریان

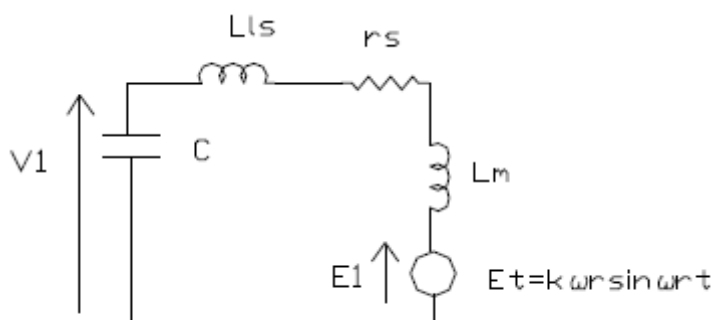
۲-۱-۳-۱: بررسی های تئوریک

برای موشکافی و بررسی این پدیده بهتر است که روابط بین ولتاژ ترمینال، جریان و سرعت روتور را برای مدارهای معادل شکل ۴ بدست آورد. ابتدا از مد سنکرون شروع می کنیم:

۱- مد سنکرون: مدار معادل شکل ۴ الف فرم یک مدار رزنانسی را دارد که تابع محرک در واقع پسماند مغناطیسی در روتور است و علاوه بر آن این مدار شامل جریان های سنکرون در استاتور می باشد.

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

مقدار پسماند مغناطیسی موجود در روتور بر حسب ولتاژ مدار باز (با قطع خازن های ترمینال) در فرکانس نامی اندازه گرفته می شود. برای تعیین پاسخ، تابع محرک را به صورت منبع ولتاژ تغییر نموده که دامنه و فرکانس آن وابسته به سرعت روتور می باشد (شکل ۶). ضریب k شامل اثراتی مثل نداشتن تعریف دقیق توزیع فلوی پسماند در روتور، مقدار نسبتاً بالای ضریب نفوذ مغناطیسی آهن نرم و انحراف از عملکرد خطی می باشد.



شکل ۶-۲

ذکر این نکته مهم می باشد که آلترناتورهای مغناطیسی دائم بصورت قطب برجسته بوده و از متد دو محوری برای آنالیز استفاده می شود. در اینجا آنالیز روتور قطب صاف بکار می رود، زیرا اگرچه تفاوت سطح اشباع در جهت عمود و موازی با محور پسماند مغناطیسی، برجستگی مغناطیسی بوجود می آورد، ولی این اثر فقط در سرعت های پایین روتور که منجر به گذرای سنکرون می گردد، مهم است. از شکل ۶ جریان مغناطیس کننده I_m را می توان بدست آورد.

(۲-۴)

$$I_m = \frac{kc}{r_s + j[\omega_r(L_s + L_m) - \frac{1}{\omega_{rc}}]}$$

که ω_r فرکانس سنکرون متناسب با سرعت روتور $\omega_r = \frac{v_{oc}}{\omega_o}$ متناسب با دانسیته فلوی پسماند مغناطیسی

در روتور و v_{oc} ولتاژ مدار باز در فرکانس نامی ω_o می باشد. با توجه به رابطه بالا در این مدار پاسخ نرمال مدار رزنانس به تابع محرک ورودی توسط اندوکتانس مغناطیسی غیرخطی L_m و تغییر در دامنه

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

تابع محرک با سرعت روتور ω_r تحت تأثیر قرار می گیرد. یعنی براساس رابطه ۴-۲ با استفاده از مقدار L_m از شکل ۵ و پارامترهای ماشین مجموعه ای از نقاط کار سنکرون بدست می آید. باید توجه کرد که منحنی های فوق به همراه منحنی های مد آسنکرون می تواند نسبت به سرعت ماشین با تغییر مقدار خازن متصله جابجا شوند محدوده ۱ تا ۰/۲۵ برابر سرعت پایه مناسب برای موتور محرک ماشین القایی می باشد. این محدوده سرعت با افزایش خازن براحتی کاهش می یابد.

۲- مد آسنکرون: با استفاده از مدار شکل ۴ ب جریان اعمالی به خازن توسط ماشین بصورت زیر است:

(۲-۵)

$$i_s = R_e(I_s \exp(mt))$$

که I_s جریان استاتور (کمیت مختلط) و $m = \alpha + j\omega$ فرکانس مختلط است. بطور مشابه برای مدار روتور داریم:

(۲-۶)

$$i_r = R_e(I_r \exp((m - jv)t))$$

که I_r جریان روتور (کمیت مختلط) و v سرعت الکتریکی روتور است. توجه شود که به دلیل یکسان بودن میرایی فقط قسمت موهومی فرکانس مختلط به اندازه jv تغییر می کند. با استفاده از قوانین کیرشهف برای کمیت های ضروری می توان نوشت:

(۲-۷)

$$I_s(r_s + m(L_s + L_m) + \frac{1}{mc}) + I_r(m - jv)L_m = 0$$

(۲-۸)

$$I_r(r_r + (m - jv))(L_r + L_m) + I_s mL_m = 0$$

با حل معادلات ۲-۷ و ۲-۸ می توان I_r را بدست آورد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

(۲-۹)

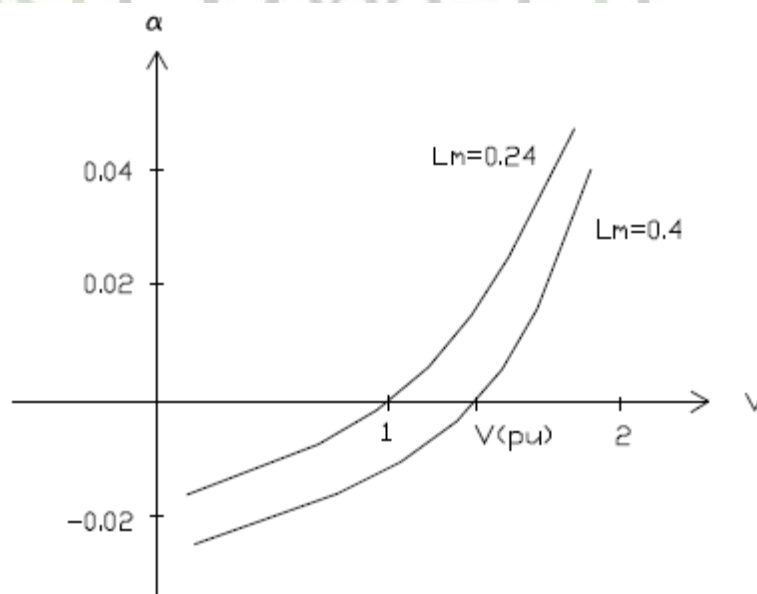
$$[\{m^2 c(L_s + L_m) + mcr_s + 1\} \{-r_s(m - jv)(L_r + L_m)m^2(m - jv)cL_m\}, I_r = 0$$

با فرض $I_r \neq 0$ و ساده سازی معادله و نرمالیزه کردن خواهیم داشت:

(۲-۱۰)

$$\begin{aligned} & \left(\frac{m}{\omega_0}\right)^3 [(X_r + X_m)(X_s + X_m) - X_m^2] + \left(\frac{m}{\omega_0}\right)^2 [(X_s + X_m)r_r + (X_r + X_m)r_s - \\ & jv\{(X_r + X_m)(X_s + X_m) - X_m^2\}] + \left(\frac{m}{\omega_0}\right)[r_s r_r + X_c(X_s + X_m) \\ & - jv(X_r + X_m)r_s] + X_c[r_r - jv(X_r + X_m)] = 0 \end{aligned}$$

ریشه های معادله درجه سه شرایطی را تعریف می کند که تحت آن کارکرد ماشین آسنکرون ممکن گردد. با حل این معادله همیشه دو ریشه با قسمت حقیقی منفی بدست می آید که در اینجا مورد توجه نیست. ولی ریشه سوم قسمت حقیقی α دارد که می تواند + یا - یا صفر باشد و در واقع این ریشه تعیین می کند که جریان روتور جریان ولتاژ استاتور کم یا زیاد می شود یا ثابت می ماند.



شکل ۷-۲: منحنی تغییرات α بر حسب سرعت به ازای دو مقدار اندوکتانس مغناطیسی L_m

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

۲-۲: نکات عملی در راه اندازی ژنراتور القایی

بهنگام راه اندازی ژنراتور القایی ایزوله، مهمترین مشکل تضمین تحریک خودی است، چرا که ماشین در موقع شتاب روتور از سکون پسماند نامعلومی دارد. پسماند مغناطیسی را می توان با یک منبع ولتاژ مدل کرد که تابع سرعت روتور است. بنابراین می توان حدس زد که شتاب روتور نیز در پدیده تحریک خودی اثر دارد. از آنجاییکه نرخ تغییر پسماند روتور توسط هدایت بالای روتور محدود می گردد، پس هنگام تغییر موقعیت روتور، باید پسماند مغناطیسی یک مدت زمان کافی دوام داشته باشد تا تحریک خودی تضمین شود. بنابراین می توان گفت اگر سرعت روتور به آهستگی تغییر کند احتمال عدم تحریک زیادتر می شود. از طرف دیگر در مد آسنکرون با برقراری جریان بیشتر، پسماند در اثر تغییر زیاد زاویه δ کاهش می یابد. بنابراین نوسان آهسته زاویه بار متناسب با شتاب پایین روتور خواهد بود. از این رو با آزمایش عملی می توان به بررسی اثر شتاب روتور پرداخت. این آزمایش شامل به حرکت درآوردن روتور از حال سکون با شتاب ثابت و مختلف a می باشد. پسماند مغناطیسی القایی با دو مکانیزم زیر قابل تغییر است:

۱- در شتاب بالا a جریان های آسنکرون ظاهر می شود اما ممکن است با جریان های سنکرون تداخل داشته باشد.

۲- در شتاب های ثابت a کم، اثر عکس العمل آرمیچر ایجاد شده توسط زاویه بار خاصیت مغناطیسی را کاهش می دهد و تا سرعت های پایین، ماشین را زیر ناحیه مد آسنکرون نگه می دارد. برای راه اندازی مطمئن باید به توصیه های زیر توجه کرد:

از آنجاییکه وجود خازن می تواند باعث کاهش پسماند مغناطیسی شود و هر بار متصل به ماشین نیز قطعاً پسماند مغناطیسی را از بین می برد پس برای بهبود راه اندازی توصیه می شود که بعد از رسیدن روتور به سرعت نهایی خازنها باز شود و تا قبل از تحریک کامل ماشین وصل نشود. علاوه بر این، کاربرد یکی از چهار روش زیر می تواند ضریب اطمینان راه اندازی را افزایش دهد.

۱- قبل از به حرکت درآوردن ماشین جریان مستقیمی (DC) از استاتور عبور داده شود. در این حالت پس ماند مغناطیسی کافی تضمین می شود.

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

۲- خازن های باردار به ترمینال های ماشین وصل شود. اگر خازن ها دارای ولتاژ اولیه در حد ولتاژ نامی ماشین باشند، جریان دشارژ معمولاً برای ایجاد تحریک خودی حتی در روتور بدون پسماند کافی خواهد بود.

۳- سرعت ماشین را به بالاتر از مقدار نامی افزایش داد. این امر باعث می شود که سرعت ماشین از سرعت رزنانسی متناظر در پسماند کم تجاوز کند و بنابراین تحریک خودی شروع می شود.

۴- مقدار خازن های ترمینال اضافه شود تا سرعت رزنانس به زیر سرعت نامی کاهش یابد. در دو روش آخر بایستی مواظب بود که ولتاژ ها خیلی زیاد نشود. به همین دلیل در ماشین هایی که نسبت اندوکتانس مغناطیس کننده خطی به اندوکتانس مغناطیسی در جریان های کوچک عددی بزرگ باشد (۵ به ۱) این دو روش را عملاً نمی توان به کار برد. بنابراین دوروش فوق را فقط در ماشین های کوچک که نسبت فوق در حدود (۲ به ۱) است می توان استفاده کرد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل سوم :

مدل سازی و عملکرد ژنراتور القائی سرعت

ثابت در مطالعات پایداری نوسانات

سیستم قدرت



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

چکیده

در این فصل مدل سازی و تاثیرات ژنراتورهای القایی در مبنای مزرعه های بادی در پایداری نوسانات سیستم های قدرت تشریح می شود ثابت شده است که برای گروه های ۵ و ۱۰ و ۲۰ تایی از ژنراتورهای القایی مشخصات دینامیکی هر گروه از ژنراتورها شبیه مشخصات دینامیکی ماشین معادل مرتبه سوم می باشد خواه ژنراتورها باردار باشند یا بدون بار. فصل حاضر تاثیرات ژنراتورها را القایی بر مبنای باد را در پایداری نوسانات سیستم های چند ماشینه، بطوریکه در استاندارد IEEE30 اشاره شده است، را تحلیل می کند تاثیرات مدل بار ارائه شده، بارگذاری سیستم، خروجی های ژنراتور و پارامترهای خط انتقال شبکه مورد توجه قرار گرفته است. عموماً سیستم های چند ماشینه در شرایط نرمال بهره برداری نوسانات را بخوبی میرا می کند.



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

۳-۱: مقدمه

با توجه به رشد سریع تقاضای انرژی الکتریکی و کاهش ضریب اطمینان منابع سوخت فسیلی توجه جهانی به تولید انرژی الکتریکی توسط نیروی باد بسرعت در حال رشد است قبلاً به نظر می رسید که تأمین ۲۰ درصد توان از طریق باد با توجه به مزارع بادی کنار دریا برای اروپائیان قابل دسترسی می باشد اکثر توربین های باد ژنراتورهای القائی سرعت ثابت بزرگ را می چرخاند در کنار افزایش تعداد این ژنراتورهای القائی لازم است تا به منظور تشخیص تأثیر آنها بر روی دینامیک و پایداری نوسانات سیستم های توان مدل سازی دقیقی از آنها به عمل آید.

برای مباحث پایداری ارائه شده در این فصل لازم است مدل های دینامیکی ساده اما دقیق ژنراتورهای القائی سرعت ثابت تعیین شود. بر مبنای مدل های مرتبه یک و سه و پنج ارائه شده در بخش های ۲ و ۳ ملاحظات کافی برای بررسی رفتارهای ویژه مدل ژنراتور القایی در سیستم های توان چند ماشینه قابل حصول است. قبلاً بررسی پاسخ های فرکانسی با استفاده از اطلاعات آزمایشگاه ماشین نشان می دهد که استفاده از مدل مرتبه ۳ روش خوبی برای تحلیل پاسخ های زمانی توربین باد به ایرادات شبکه ولتاژ می باشد. بخش ۳ این نتیجه را از طریق تحلیل های اضافی ۳ مدل ژنراتور القائی از مرتبه های مختلف تأیید می کند.

بحث اول این فصل این است که برای سیستم های چند ماشینه و چند ژنراتور القائی بارگذاری شده بصورت اتفاقی می تواند با یک ژنراتور القائی معادل از مرتبه ۳ مدل سازی شود یا نه. این یک بسط مفید از نتایج دو ماشین برای بارگذاری اتفاقی ماشین های ارائه شده در مرجع ۴ می باشد. همچنین مرجع ۵ نیز از طریق پاسخ های خطا و آنالیز مدل معین می کند که مشخصات اساسی دینامیکی گروهی از ژنراتورها شبیه یک ماشین معادل می باشد یا نه.

در این قسمت نیز تنها حالت بارگذاری منظم بررسی شده است نقطه اصلی دوم که مورد توجه است این است که چگونه پارامترهای مختلف سیستم قدرت مانند طول خطوط ارتباطی بر روی رفتار نوسانی سیستم قدرت تأثیر می گذارد سیستم باس IEEE30 بدین منظور استفاده شده است. این فصل قصد دارد با ملاحظات سیستماتیک پارامترهای سیستم قدرت تا مطالعات قبلی را که با تمرکز بروی تأثیرات

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

پارامترهای ماشین القایی در مشخصات دینامیکی سیستم های محلی و منطقه ای را انجام شده اند را تکمیل نمایند.

۳-۲: مدل های ژنراتور القایی

۳-۲-۱: مدل مرتبه ۵

مدل دینامیکی مرتبه ۵ ماشین القایی که دارای جزئیات بیشتری است بنام مدل پارک معروف است که با در نظر گرفتن حالت ژنراتوری جریان های استاتور i_s وقتی که به سمت شبکه جاری می شوند مثبت هستند همانطوریکه وقتی به شبکه تزریق می شوند توان اکتیو یا راکتیو می باشند معادلات به محورهای مستقیم (d) و محور (q) منتقل می شوند با در نظر گرفتن اینکه محورها با سرعت سنکرون ω_s در حال چرخش می باشند مدل پریونیت ماشین القایی مرتبه ۵ در محورهای d و q به شکل زیر می باشند ولتاژهای استاتور V_{ds} و V_{qs} برابرند با:

$$\begin{aligned} V_{ds} &= R_s i_{ds} - \omega_s \lambda_{qs} + \frac{d}{dt} \lambda_{ds} \\ V_{qs} &= R_s i_{qs} + \omega_s \lambda_{ds} + \frac{d}{dt} \lambda_{qs} \end{aligned} \quad (3-1)$$

که در این معادلات V_{qs} و V_{ds} به ترتیب ولتاژهای استاتور در محورهای d و q هستند و R_s ، i_s به ترتیب مقاومت و جریان استاتور می باشند ولتاژهای روتور V_{dr} و V_{qr} برابر با:

$$\begin{aligned} V_{dr} &= R_r i_{dr} - s \omega_s \lambda_{qr} + \frac{d}{dt} \lambda_{dr} = 0 \\ V_{qr} &= R_r i_{qr} + s \omega_s \lambda_{dr} + \frac{d}{dt} \lambda_{qr} = 0 \end{aligned} \quad (3-2)$$

که در این معادلات V_{qr} و V_{dr} به ترتیب ولتاژهای روتور در محورهای d و q می باشند R_r و i_r به ترتیب مقاومت و جریان روتور هستند و S لغزش روتور می باشد. حلقه های شار λ_{ds} و λ_{qs} و λ_{dr} و λ_{qr} در چهار معادله دیفرانسیلی ۳-۱ و ۳-۲ و ۳-۳ و ۳-۴ برابر حلقه های شار روتور و استاتور ارائه شده اند. حلقه های شار استاتور λ_{ds} و λ_{qs} برابر با:

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

(۳-۳)

$$\lambda_{ds} = L_{ss}i_{ds} + L_m i_{dr}$$

$$\lambda_{qs} = L_{ss}i_{qs} + L_m i_{qr}$$

و حلقه های شار روتور λ_{qr} و λ_{dr} برابر با:

$$\lambda_{dr} = L_{rr}i_{dr} + L_m i_{ds}$$

$$\lambda_{qr} = L_{rr}i_{qr} + L_m i_{qs}$$

(۳-۴)

که در این معادلات L_m اندوکتانس متقابل می باشد. علاوه بر دینامیک های الکتریکی روتور و استاتور ۱ و ۲ معادله حرکت ماشین القایی با معادله نوسان روتور ۵ تعیین می شود. معادله نوسان روتور:

(۳-۵)

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{2H}(T_m - T_e)$$

که در این معادله ω سرعت روتور و H همان ثابت اینرسی و T_m گشتاور اعمال شده به شفت و T_e گشتاور الکترو دینامیکی می باشد که در معادله ۳-۶ ارائه شده است.

$$T_e = \lambda_{qr}i_{dr} - \lambda_{dr}i_{qr}$$

(۳-۶)

معادلات ۳-۱ و ۳-۲ و ۳-۵ دینامیک مدل ماشین القایی مرتبه ۵ را ارائه می دهد.

۳-۲-۲: مدل مرتبه سوم

با صفر قرار دادن ۲ مشتق در معادله ولتاژ استاتور معادله (۳-۱)، مدل مرتبه ۵ ماشین القایی به مدل مرتبه سوم تبدیل می شود مدل دینامیکی مرتبه سوم معمولاً بعنوان مدل پایداری گذرا شناخته می شود و به عبارت دیگر این مدل را از حالت های گذرا استاتور صرف نظر می کند با اضافه کردن معادله نوسان روتور (۳-۵) این معادله تکمیل می شود.

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

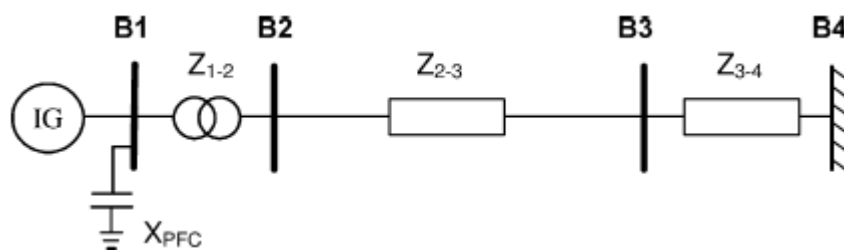
۳-۲-۳: مدل مرتبه اول

با صفر قرار دادن هر چهار مشتق در معادلات ولتاژ روتور و استاتور معادلات ۳-۱ و ۳-۲ مدل مرتبه اول ماشین القایی حاصل می شود معادلات منتهی برای حالت پایداری با معادله نوسان روتور (۳-۵) ترکیب می شود تا مدل مرتبه اول ماشین القایی حاصل شود.

۳-۳: مناسب ترین مرتبه مدل ماشین القایی

با ارائه سه مدل ژنراتور القایی در بخش ۲ معادلات مناسب ترین مدل برای مطالعات پایداری سیستم قدرت بدست می آید. مرتبه مدل بایستی به اندازه کافی بالا باشد تا رفتارهای دینامیکی مورد نظر در تمام رنج فرکانس مورد نظر دربر گیرد بعلاوه این مرتبه خیلی بالا نباشد تا شبیه سازی سیستم های بزرگ قدرت چند ماشینه سریعاً امکان پذیر باشند. این هدف با آنالیز جامع دینامیک های هر سه مدل ماشین ژنراتور القایی از طریق آنالیز مدل حلقه ای، آنالیز پاسخ فرکانسی و پاسخ دینامیکی به خطاها قابل دسترسی هست.

یک ژنراتور القایی سرعت ثابت تک قفسه ۳ MW که مستقیماً به شبکه وصل شده است را در نظر بگیرید شکل ۳-۱ مشخصات دینامیکی ماشین القایی در ضمیمه B داده شده است. ظرفیت نامی خازن شنت در ۳۰٪ توان نامی ژنراتور القایی تنظیم شده است امیدانس ترانسفورماتور $Z_{1-2} = 0.059 pu$ و امیدانس کل سیستم $Z_{2-4} = 0.016 pu$ در توان ظاهر مبنای ۶۰ MVA می باشد نسبت X/R سیستم ۱۰ می باشد.



شکل ۳-۱: باس بی نهایت ژنراتور القایی با خازن شنت

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

جدول ۱-۳: مقادیر مربوط به مدل های ژنراتورهای القایی برای مرتبه های مختلف

Model order	Eigenvalue 1	Eigenvalue 2	Eigenvalue 3
First-order	$-23.2 \pm 0i$	N/A	N/A
Third-order	$-5.91 \pm 0i$	$-3.641 \pm 13.03i$	N/A
Fifth-order	$-5.92 \pm 0i$	$-3.644 \pm 13.03i$	$-13.376 \pm 441i$

۱-۳-۳: مقایسات دینامیکی مدل ها با استفاده از تحلیل مدل

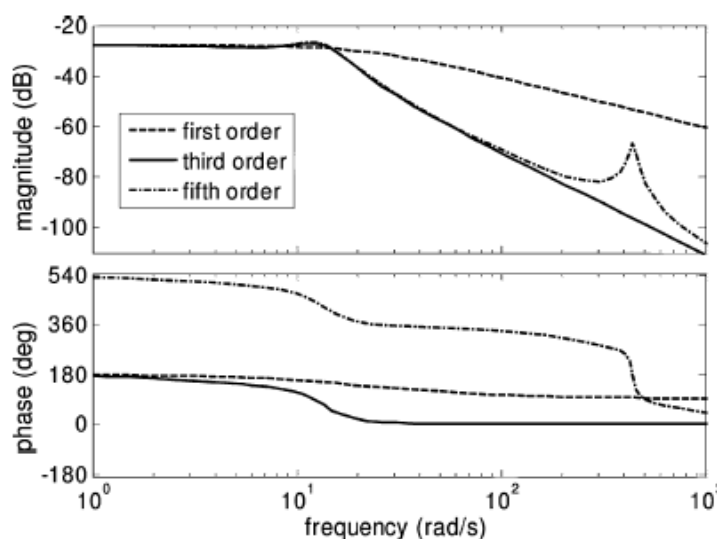
مقادیر مربوط به سه مدل ژنراتور القایی در جدول یک داده شده است برای مدل مرتبه اول تنها یک مقدار $(-23/2)$ با قسمت واقعی منفی مربوط به نوسانات دینامیکی روتور وجود دارد. برای مدل مرتبه سوم یک جفت مقادیر مختلف اضافی $i - 3.641 \pm 13.03$ مربوط به ناپایداری های شار روتور در محورهای d و q وجود دارد. برای مطالعات ماشین سنکرون که بیشتر استفاده می شود. این جفت مختلط از مقادیر نشان دهنده میراشدن خوب نوسانات شار روتور در حوالی $13rad/s (2Hz)$ می باشد. بالاخره مدل مرتبه ۵ در جدول یک دارای یک جفت مقادیر مختلط اضافی نیز می باشد که مربوط به خفه شدگی جزئی نوسانات شار استاتور در محورهای d و x می باشد. این نوسانات شار استاتور در $440rad/s (70Hz)$ در فرکانس بسیار بالاتر از رنج فرکانس موردنظر می باشد می تواند بصورت معقولی حذف شود.

۲-۳-۳: مقایسه دینامیکی مدل ها با آنالیز پاسخ های فرکانس

اگرچه تحلیل مقادیر جدول یک برای تشخیص حالت های دینامیکی مهم ماشین القایی مفید است این ضعف را دارد که تنها شامل فرکانس های طبیعی این سیستم ها می باشد. به منظور تعیین دینامیک های سیستم در محدوده فرکانسی موردنظر یک تحلیل پاسخ های فرکانسی ورودی و خروجی ضروری است از آنجائیکه عمده ترین خطای درگیر با ژنراتورهای القایی در نتیجه مشخصات اتفاقی سرعت باد است

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

پاسخ های فرکانسی سرعت روتور ولتاژ ترمینال و گشتاور الکتریکی به ورودی ناپایدار گشتاور شفت مدنظر است تنها پاسخ فرکانسی ولتاژ ترمینال برای سه مدل مختلف در شکل ۲ ارائه شده است. مشخص است در شکل ۲ پاسخ فرکانس مدل مرتبه ۳ در رنج فرکانس 220rad/s (35Hz) تقریباً مانند پاسخ فرکانس مدل مرتبه ۵ می باشد. اختلاف اساسی بین پاسخ های فرکانسی دو مدل در شکل ۲، در حالت رزونانس نوسان شار استاتور در 440rad/s (70Hz) آشکار می شود که مربوط به مقدار مختلط $(-13.376 \pm 441 i)$ ارائه شده در جدول یک می باشد پاسخ های فرکانسی مشابه برای سایر متغیرهای ژنراتور القایی مانند لغزش روتور گشتاور الکتریکی توان اکتیو ژنراتور و توان راکتیو نیز بدست می آید. نتیجه می شود که در محدوده فرکانسی تا 35Hz برای گشتاور و تحریک شفت مدل مرتبه سوم به اندازه کافی دقیق می باشد.



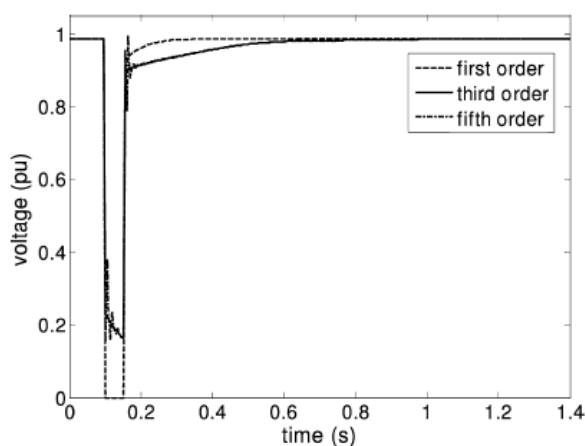
شکل ۲-۳: پاسخ فرکانسی ولتاژ ترمینال به اختلال گشتاور شفت

۳-۳-۳: مقایسه دینامیکی مدل ها با آنالیز پاسخ خطا

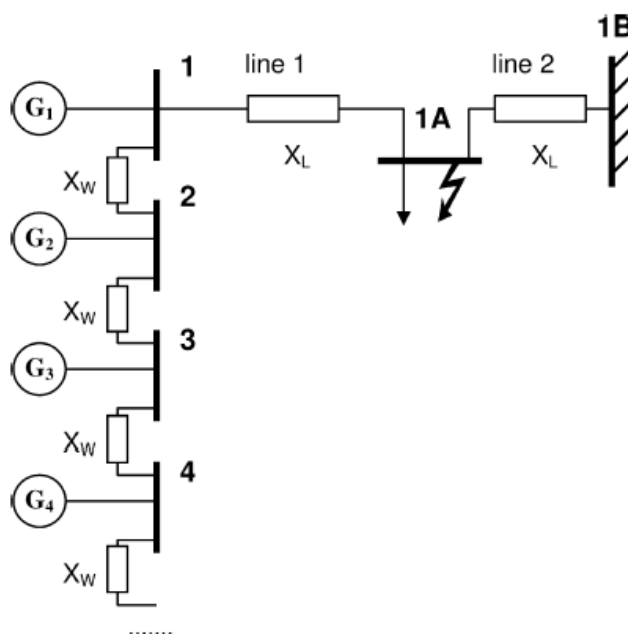
بعنوان نقطه مقابل تحلیل مقادیر سیگنال های کوچک و پاسخ فرکانسی فوق و پاسخ غیرخطی ولتاژ ترمینال به خطای اتصال زمین ۳ فاز در باس ۳ در شکل ۳ نشان داده شده است. حالت گذاری ابتدایی و سریع شار استاتور در پاسخ مدل مرتبه ۵ ارائه شده است و اما در پاسخ مدل مرتبه ۳ ارائه نگردیده است

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

صرف نظر کردن از این گذرانی سریع و ابتدائی شار استاتور تنها انحراف بسیار کوچکی را در مقایسه با مدل ۵ در مدل مرتبه ۳ ایجاد می کند. مطابق با تحلیل پاسخ فرکانس و مقادیر قبلی مدل مرتبه ۳ ژنراتور القایی سرعت ثابت بهترین مدل از نظر دقت و سادگی به منظور بررسی و پایداری سیستم قدرت می باشد در حالیکه پاسخ سیگنال بزرگ ولتاژ ترمینال به خطای اتصال زمین ۳ فاز در شکل ۳ کفایت مدل مرتبه ۳ ژنراتور برای مطالعات پایداری گذار را نشان می دهند و تمرکز این فصل در پایداری نوسانات سیستم قدرت می باشد.



شکل ۳-۳: پاسخ ولتاژ ترمینال به خطای سه فاز به زمین در باس ۴



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

شکل ۴-۳: گروه ژنراتورهای القایی متصل به باس بی نهایت

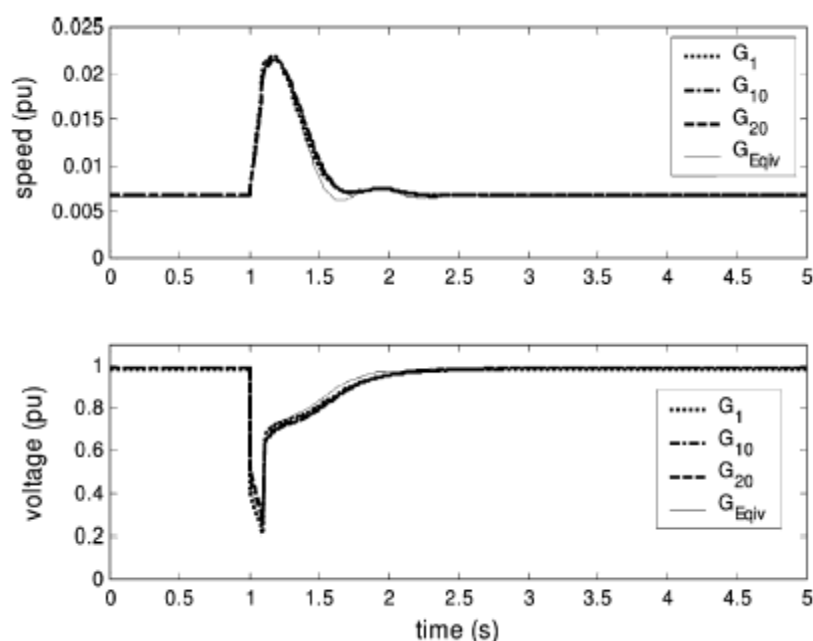
۴-۳: ژنراتور القایی معادل برای سیستم های چند ماشینه

سوال این است که آیا چندین ژنراتور القایی مرتبه ۳ با سادگی مورد نظر می تواند با یک ژنراتور القایی معادل از مرتبه ۳ مدل شود یا نه یک سیستم چند ماشینه در شکل ۴ نشان داده شده است. حالت به ترتیب با ۵ و ۱۰ و ۲۰ ژنراتور القایی یکسان که با خط یک به قسمتی از سیستم انتقال توان متصل شده است مورد توجه قرار گرفته است ماشین القایی معادل توان نامی و اینرسی برابر با جمع توان های نامی و اینرسی های ماشین های مورد نظر می باشد و امپدانس (برحسب پریونیت) این ماشین برابر امپدانس هر یک از ماشین های گروه می باشد. فرض براین است که اتصال داخلی نیروگاه بادی (یعنی امپدانس های بین توربین های مختلف) به میزان قابل ملاحظه ای کمتر از امپدانس خطوط متصل کننده ۱ و ۲ باشد (یک نسبت عکس از $Xl / Xw \approx 27$ در شکل ۴ به سیستم اعمال شده است).

۴-۳-۱: ژنراتور معادل برای گروه ژنراتورهای القایی با بارگذاری منظم

ابتدا فرض براین است که تمام ژنراتور بصورت منظم بارگذاری شوند یک خطای سه فاز متعادل 100ms به باس ۱A در شکل ۴ اعمال می شود و پاسخ های ژنراتورها و ژنراتور معادل شبیه سازی شده است نتایج برای گروه بیست ماشینه با بارگذاری منظم در شکل ۵ ارائه شده است نتایج برای گروه های ۱۰ و ۵ ماشینه با بارگذاری منظم تقریبا یکسان است. از این نتایج به وضوح دیده می شود که یک ماشین معادل منفرد به جای هر گروه از ماشین القایی با بارگذاری منظم در موقع پاسخ به خطاهای سیستم قدرت خیلی دقیق است.

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



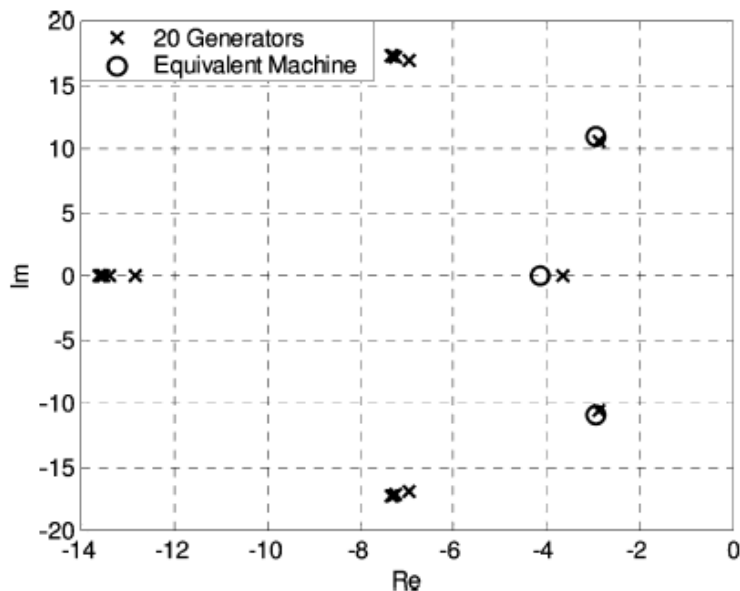
شکل ۵-۳: پاسخ خطای ولتاژ و سرعت برای ۲۰ ژنراتور با بارگذاری منظم و یک ماشین معادل

در حالتیکه خطای ۱۰۰ms در نزدیکی ژنراتور G1 قرار داده می شود نتایج معادل در مقایسه با نتایج شکل ۵ از دقت کمتری برخوردار هستند. هنوز مدل ماشین القایی معادل مدل مناسبی از رفتار دینامیکی گروه را ارائه می نماید.

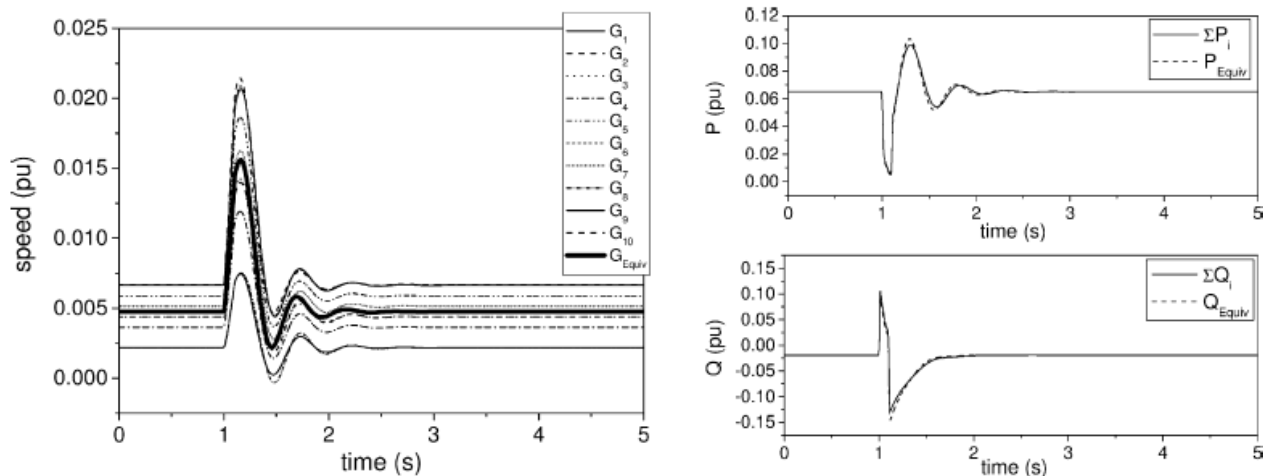
روش دوم برای مقایسه مشخصات دینامیکی هر گروه از ماشین های القایی با مشخصات دینامیکی ماشین القایی معادل استفاده از مدل آنالیز نشان داده شده در شکل ۶ برای یک گروه بیست ماشین از ماشین های القایی با بارگذار منظم می باشد. نتایج برای گروه های ۵ و ۱۰ ماشین با بارگذاری منظم یکسان است. مشاهده می شود که ۳ مقدار تاثیر گذار در موقعیت یکسانی در نیمه سمت چپ صفحه برای ماشین معادل قرار گرفته اند (مقادیر نزدیک تر به محور موهومی) و این نشان می دهد که مشخصات دینامیکی اساسی هر گروه از ماشین ها شبیه مشخصات ماشین معادل است اما این نتیجه به این معنا نیست که یک گروه که شامل چند ماشین دلخواه از ژنراتورهای القایی با بارگذاری منظم همیشه می تواند از نظر رفتار دینامیکی با یک ماشین منفرد معادل جایگزین شود. این بستگی به حالت های تاثیر

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

گذاری داخلی گروه دارد که به سرعت کاسته می شود و حالت های تاثیر گذارتر را نزدیک به مشخصات ماشین معادل قرار می دهد همانطور که در شکل ۶ نشان می دهد.



شکل ۶-۳: مقایسه مقادیر با ژنراتور معادل برای یک گروه بیست ماشین با بارگذاری منظم

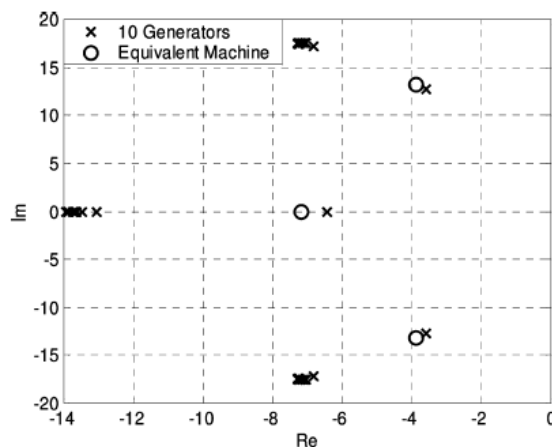


شکل ۷-۳: مقایسه ژنراتور معادل با ۱۰ گروه از ژنراتورها با بارگذاری نامنظم

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

۲-۴-۳: ژنراتور معادل برای گروهی از ژنراتورهای القایی با بارگذاری نامنظم

مطالعه دوم رفتار یک گروه ۱۰ ماشینه از ژنراتورهای القایی با بارگذاری نامنظم را در مقایسه با یک ژنراتور القایی معادل معین می کند. نتایج شبیه سازی در شکل ۷ نشان می دهد که سرعت ماشین معادل در حالت بارگذاری نامنظم برابر با سرعت میانگین کل ماشین های گروه می باشند. همچنین در شکل ۷ توان اکتیو و راکتیو ماشین معادل به ترتیب برابر با جمع توان های اکتیو و راکتیو تمام ماشین های گروه می باشند. بررسی مقادیر شکل ۸ نشان می دهد که هم ارزی ماشین منفرد به ۱۰ ژنراتور القایی با بارگذاری غیر منظم از نظر ۳ مقدار تأثیر گذار قرار گرفته در نیمه چپ صفحه مختلط با ماشین معادل یکسان است هر چند بایستی توجه داشت که وقتی که ماشین های از انواع مختلف با بارگذاری مختلف اتصال یافته با خطوطی که امپدانس ها قابل صرف نظر کردن نیست در این حالت ممکن است ماشین منفرد معادل خیلی دقیق نباشد باس بی نهایت ژنراتور القایی معادل مدنظر بر اساس مطالعات پایداری شبکه مزرعه بادی UK ساخته شده است در بخش بعد یک سیستم چند ماشینه عمومی تر ارائه شده است.

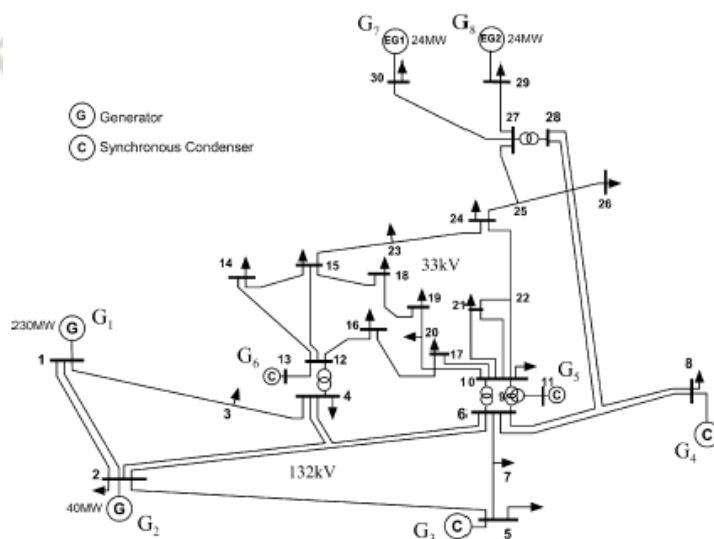


شکل ۸-۳: مقایسه مقادیر ماشین معادل با گروه ۱۰ ماشینه از ژنراتور ها با بارگذاری نامنظم

۳-۵: تأثیر ژنراتورهای القایی در نوسانات سیستم قدرت

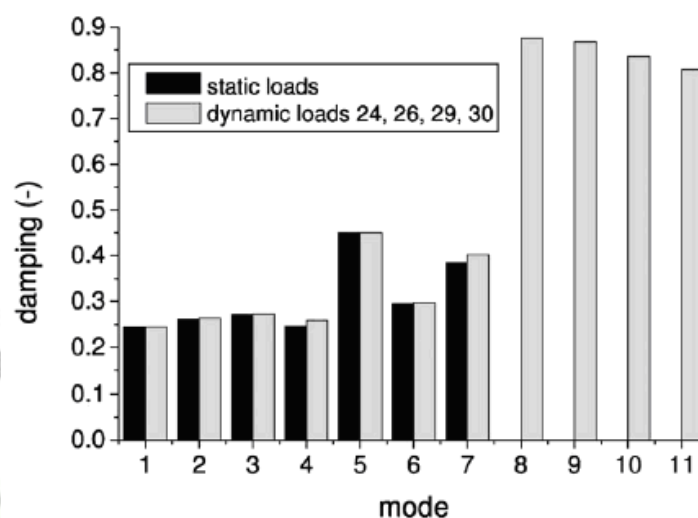
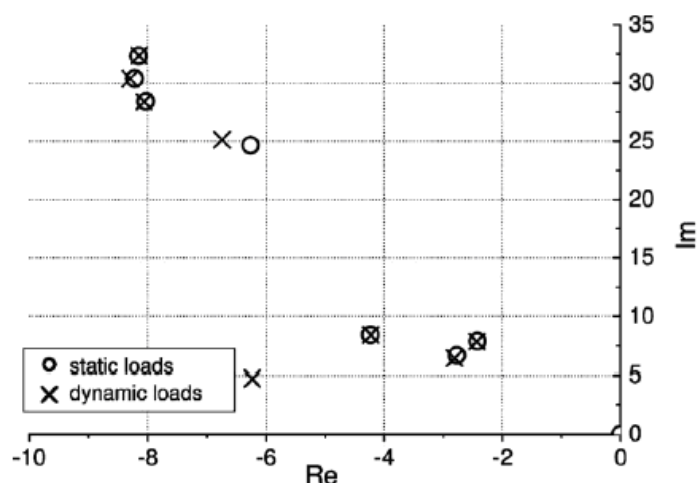
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قبلاً نشان داده شده است که یک سیستم چند ماشینه مشکل از ماشین های القایی می تواند با یک ماشین القایی معادل از مرتبه ۳ مدل شود. هدف از این مدل تشخیص تأثیر توربین های بادی سرعت ثابت در پایداری سیگنال کوچک سیستم های چند ماشینه القایی می باشد سیستم قدرت مدنظر سیستم باس IEEE30 نشان داده شده در شکل ۹ است هدف بررسی تأثیر پارامترهای مختلف سیستم قدرت مانند مدل بار و پروفیل بار و سطح تولید و طول خط اتصال دهنده و نسبت X/R خط در رفتار نوسانی سیستم قدرت چند ماشینه است. سیستم شامل ۴ ماشین بزرگ سنکرون ($G1$ و $G4$) دو کندانسور سنکرون ($G5$ و $G6$) و دو مزرعه بادی ($G7$ و $G8$) نشان داده شده با ژنراتورهای القایی سرعت ثابت معادل می باشد. بعلاوه سیستم اصلی با حذف خط 33 kV متصل کننده باس های ۲۹ و ۳۰ به منظور نزدیکتر کردن سیستم به سیستم توزیع شعاعی تصحیح شده است. دو ژنراتور القایی $G7$ و $G8$ هر کدام (24 MW) یک سیستم قدرت با سطح حدود 1.18% را تشکیل می گردد در اطلاعات دینامیکی استفاده شده به منظور نشان دادن ژنراتورهای القایی جا داده شده بطور خلاصه در ضمیمه C موجود است. مطالعه سیستم قدرت چند ماشینه بروی تأثیر پارامترهای مدل بار و پروفیل بار و سطح تولید و طول خط اتصال و نسبت X/R خط بروی حالت های نوسان سیستم قدرت تمرکز دارد.



شکل ۹-۳: سیستم باس IEEE30 با دو ژنراتور القایی $G7$ و $G8$

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



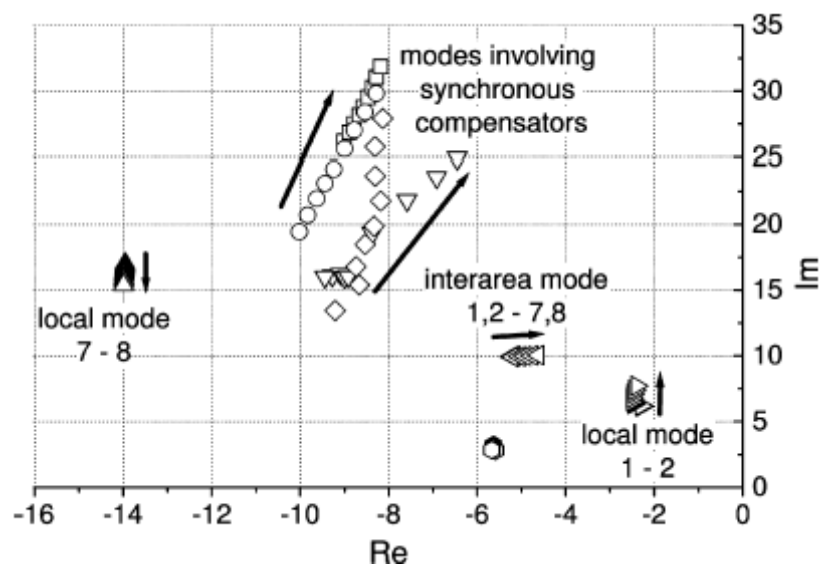
شکل ۱۰-۳: تأثیر نمایش بار بر دینامیک سیستم قدرت

۳-۵-۱: تأثیر مدل بار

این بررسی ابتدائی برای تعیین تأثیر مدل سازی بار بروی مشخصات دینامیکی کلی سیستم می باشد. یک مطالعه مقایسه ای نیز انجام شده است که در آن بعضی از بارهای استاتیکی موجود (در باس های ۲۴ و ۲۶ و ۲۹ و ۳۰) در شکل ۹ ابتدا بصورت بارهای استاتیکی ثابت نشان داده شده اند و سپس با موتورهای القایی جایگزین شده اند. همانطوریکه در نتایج شکل ۱۰ دیده می شود مقادیر جدید ظاهر شده نتیجه حضور بارهای القایی دینامیکی می باشد. اگر چه حالت های جدید به میزان بالائی میرا می

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

باشند (ضریب میرایی بیش از ۰/۸) بنابراین می توان از آنها در مطالعات پایدار دینامیکی صرف نظر کرد.



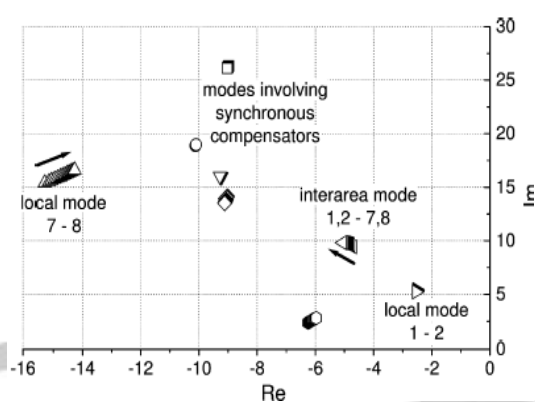
شکل ۱۱-۳: تاثیر سطح بار سیستم در حالت های نوسانی سیستم

۲-۵-۳: تاثیر پروفیل بار و سطح تولید

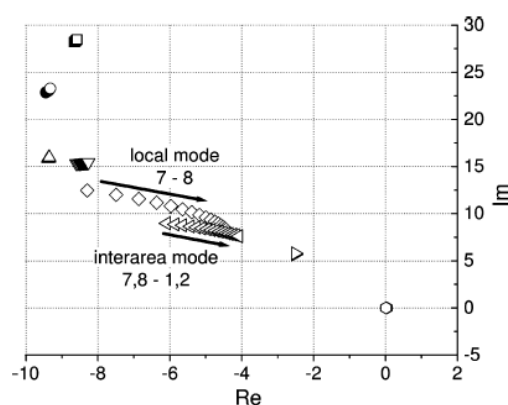
تاثیر پروفیل های بار و تولید در عملکرد دینامیکی سیستم با تحلیل یک سری از مدل های خطی سیستم تحت تغییرات سطح بار (شکل ۱۱) و تغییرات سطح تولید (شکل ۱۲) بررسی شده است بردارها جهت تغییرات مقادیر را در نتیجه افزایش پارامترهای سیستم را نشان می دهند در شکل ۱۱ پروفیل بار سیستم از ۳۰٪ تا ۱۰۰٪ حداکثر تقاضا دسته بندی شده است همزمان سطح تولید بار در ۱۰۰٪ ثابت نگه داشته شده است (یعنی ۲×۲ mw برای ژنراتورهای G7 و G8) در شکل ۱۲ بار سیستم در ۳۰٪ ثابت است. تولید القائی مزرعه های بادی G7 و G8 در شکل ۹ از ۳۰٪ تا ۱۰۰٪ ظرفیت ژنراتور تغییر می کند. به منظور تشخیص اینکه کدام یک از ژنراتورها در حالت خاصی از نوسان سیستم بیشترین تولید را دارد از بردارهای نرمال شده استفاده شده است.

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

نتایج ارائه شده در شکل ۱۱ مشخص می کند که تاثیرات سطح بار سیستم اساسا حالت های مرتبط با تنظیم ولتاژ سیستم را تحت تاثیر قرار می دهد. تنها حالت های مربوط به سرعت های ماشین هائی که بعنوان جبران کننده های سنکرون کار می کند با تغییر سطح بار سیستم تحت تاثیر قرار می گیرند. سایر حالت های باقی مانده مربوط به ژنراتورهای القایی با تغییرات سطح بار تقریبا بدون تغییر باقی می ماند همچنین نتایج نشان داده شده در شکل ۱۲ نشان می دهد که تحت تغییرات سطح تولید القایی سیستم حالت های نوسان خیلی تحت تاثیر قرار نمی گیرند.



شکل ۱۲-۳: تاثیر سطح تولید القایی در حالت های نوسان سیستم



شکل ۱۳-۳: تاثیر طول خط ارتباطی در حالت های نوسان سیستم (a) ضریب میرائی و (b)

فرکانس نوسان

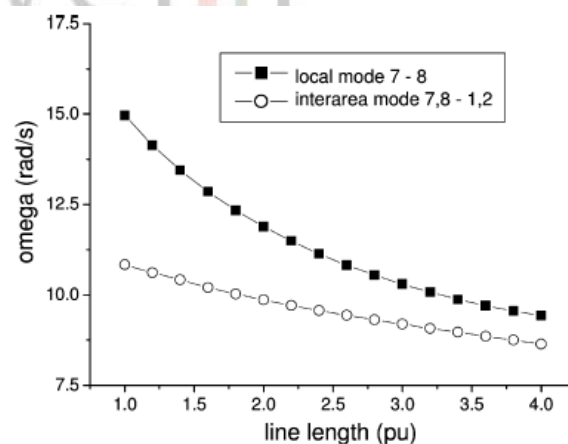
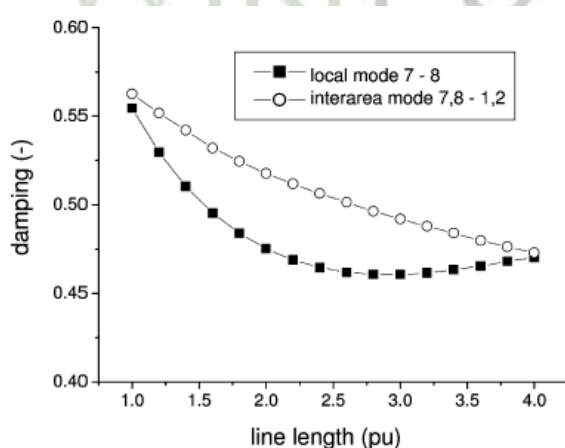
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۳-۵-۳: تاثیر طول خط اتصالی

تاثیر طول خط متصل کننده ژنراتور القایی در مدل خطی در سیستم قدرت شکل ۹ بررسی شده است. طول خط متصل کننده ۲۷ به ۲۹ و ۲۷ به ۳۰ بین ۱۵ km تا ۶۰ km تغییر می کند. تغییرات مربوط به حالت های نوسان سیستم در شکل ۱۳ ارائه شده است. بعلاوه شکل ۱۴ فرکانس های میرایی و نوسان سیستم را در حالت ها محلی و منطقه ای نشان می دهند و می توان نشان داد که هر دو حالت سیستم بروش مشابهی تاثیر می پذیرند. میرایی و فرکانس با افزایش طول خط کاسته می شوند اگرچه حالت ها خیلی پایدار می ماند.

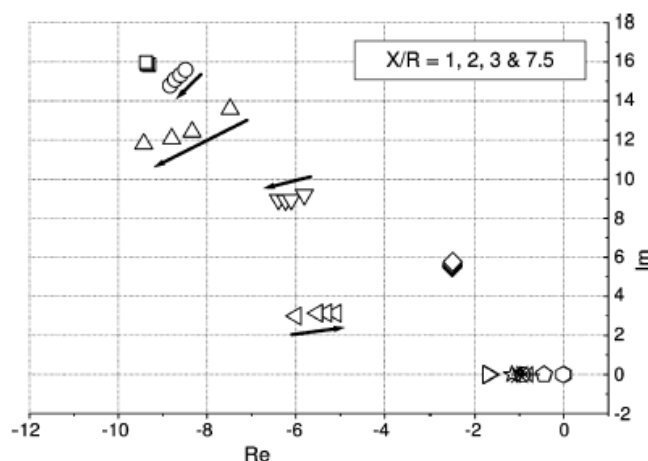
۳-۵-۴: تاثیر نسبت X/R خط

علاوه بر طول خط ارتباطی تاثیر نسبت X/R خط نیز برای سیستم قدرت با ژنراتورهای القایی جاسازی شده G7 و G8 در شکل ۹ نیز بررسی شده است. نتایج ارائه شده در شکل ۱۵ نشان دهنده تاثیر کم نسبت X/R در حالت های نوسان سیستم است.



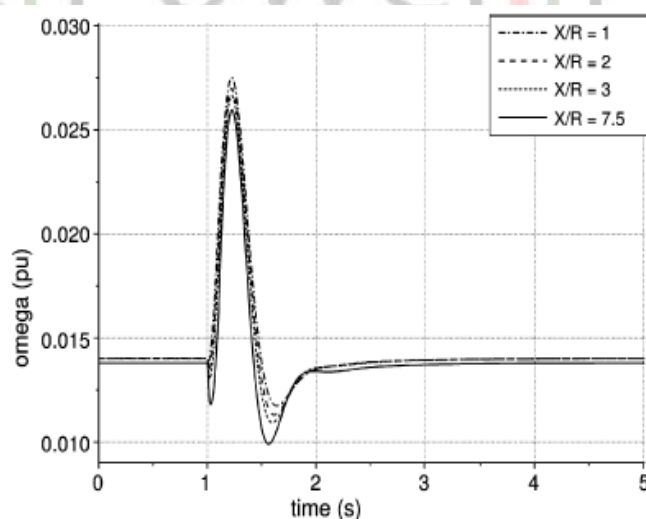
شکل ۱۴-۳: تاثیر طول خط ارتباطی بر میرایی و فرکانس حالت های نوسان سیستم

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



شکل ۱۵-۳: تأثیر نسبت X/R در حالت های نوسان سیستم

رنج بررسی شده نسبت X/R از یک تا $7/5$ بگونه است که بیشتر خطوط توزیع در عمل در این محدوده قرار دارد نتایج شبیه سازی دینامیک پاسخ سرعت ژنراتور به خطای 10 ms در شکل ۱۶ نشان می دهد که تأثیر نسبت X/R بر حالت های نوسان سیستم خیلی ناچیز است مسائل ناپایداری زمانی شروع به رشد می کنند که نسبت X/R خط کمتر از یک باشد.



شکل ۱۶-۳: تأثیر نسبت X/R خط بر پاسخ خطای سرعت

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

۳-۶: نتیجه گیری

این فصل مدل سازی و عملکرد ژنراتورها القایی سرعت ثابت در مطالعات پایداری نوسانات سیستم قدرت را مورد توجه قرار داده است مدل ساده اما دقیق ارائه شده از ژنراتورهای القایی سرعت ثابت برای سیستم چند ماشینه مورد استفاده قرار گرفته است. مدل مرتبه ۳ ماشین القایی سرعت ثابت از نظر دقت و سادگی بعنوان بهترین گزینه برای مطالعه پایداری سیستم قدرت انتخاب شده است.

نتیجه اصلی اولیه که از طریق آنالیز مدل و پاسخ های خطا بدست آمده این است که مشخصات اساسی دینامیکی یک گروه از ژنراتورها شبیه مشخصات ماشین معادل است خواه ژنراتورها بصورت منظم یا نامنظم بارگذاری شده باشد. این نتیجه بستگی به حالت های عملکرد متقابل گروه دارد که به سرعت از بین می رود و حالت های موثرتر گروه ژنراتورها را نزدیک به مشخصات ژنراتور القایی معادل قرار می دهد. نتایج اصلی دیگر با استفاده از سیستم باس IEEE30 به منظور تعیین تأثیر اساسی تولید بادی بر مبنای ژنراتور القایی در پایداری نوسانات سیستم های چند ماشینه بدست آمده اند. جایگزین کردن یک بار استاتیکی با یک بار دینامیکی حالت جدید میراکنندگی جزئی را به سیستم اضافه نمی کند تحلیل های بعدی بارها استاتیکی سیستم و پروفیل های تولید القایی مشخص کردند که به هیچ وجه تأثیر ویژه ای بروی پایدار نوسانات سیستم ندارند. طول خطوط ارتباطی بیشترین تأثیر را دارد زیرا باعث می شود حالت های منطقه ای و محلی به سمت نیمه راست صفحه مختلط گرایش پیدا کند هرچند که حتی با خطوط ارتباطی بلند ۶۰ KM میرائی سیستم در منطقه پایدار قرار دارد همچنین مقدار نسبت X/R خط تأثیر کمی در میرائی سیستم تحت مقادیر خاصی از X/R بین یک و هفت دارد. سیستم های تست مد نظر در این فصل رفتار نوسانی خوبی را از نظر میرائی تحت شرایط نرمال بهره برداری نشان دادند روش های ارائه شده در این فصل با موفقیت به مطالعات پایداری تجاری شبکه های قدرت شامل نیروگاه ها بادی اعمال شده اند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل چهارم:

بررسی رفتار ژنراتور آسنکرون بعد از

جدا شدن از شبکه سراسری



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

چکیده

استفاده از ژنراتورهای القایی با توجه به قابلیت اطمینان بالا، قیمت پایین و تعمیر و نگهداری کم در واحدهای نیروگاهی کوچک مناسب است. در این فصل پدیده خودتحریکی و رفتار الکترودینامیکی ژنراتورهای القایی به هنگام جدا شدن آن از شبکه سراسری بررسی شده است. نتایج شبیه سازی نشان می دهد وقتیکه ژنراتور آسنکرون از شبکه جدا می شود، اضافه ولتاژهای بزرگی بوجود می آید که ممکن است به عایق ژنراتور و تجهیزات متصل به آن صدمه بزند. دامنه این اضافه ولتاژ به سطح جبران سازی خازنی، توان مکانیکی محرک اولیه و بار باقیمانده متصل به ژنراتور بستگی دارد. در این فصل جهت شبیه سازی از نرم افزار MATLAB استفاده شده است.



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

۴-۱: مقدمه

نیروگاه های کوچک محلی می توانند دارای ژنراتورهای با ظرفیت تولیدی کم (عموماً از چند کیلووات تا چند مگاوات) باشند، که انرژی الکتریکی را در نقاط نزدیک مصرف کننده ها تولید می کنند. به این روش تولید اصطلاحاً تولید نامتمرکز DG (Dispersed Generation) بادی، خورشیدی، ژنراتورهای با محرک موتور احتراق داخلی، پیل های سوختی، ژنراتورهای موجود در مراکز صنعتی، تجاری و مجتمع های مسکونی، موتورهای صنعتی بزرگ که در ساعات بیکاری و بالاخص در پیک بار می توان از آنها به عنوان ژنراتور استفاده نمود، از جمله نیروگاه های کوچک محلی می باشند. صاحب نظران عقیده دارند که با تحقق این روش (تولید محلی) مشکل ایجاد آلودگی بیش از حد نیروگاه های بزرگ و نیاز به آب نسبتاً زیاد برطرف شده و هزینه خطوط انتقال، توزیع و تلفات ناشی از آنها کاهش قابل ملاحظه ای می یابد. این موضوع با توجه به تلفات قابل توجه شبکه انتقال و توزیع در ایران حایز اهمیت بسیاری است. از طرف دیگر استفاده از واحدهای کوچک نیروگاهی، صنعت برق را به سمت خصوصی سازی (Restructuring) سوق می دهد. در شبیه سازی های انجام شده در این فصل از شبکه ای مشابه استفاده شده است که بتوان نتایج حاصله را با آن مقایسه نمود. البته در این مقاله از نرم افزار MATLAB که در دسترس همگان می باشد، استفاده شده است. لازم به ذکر است که در حالت باز شدن CB_2 کلید به دلیل اختلاف بین شبیه سازی با MATLAB و EMTDC، نتایج شبیه سازی با هر دو نرم افزار نشان داده شده است.

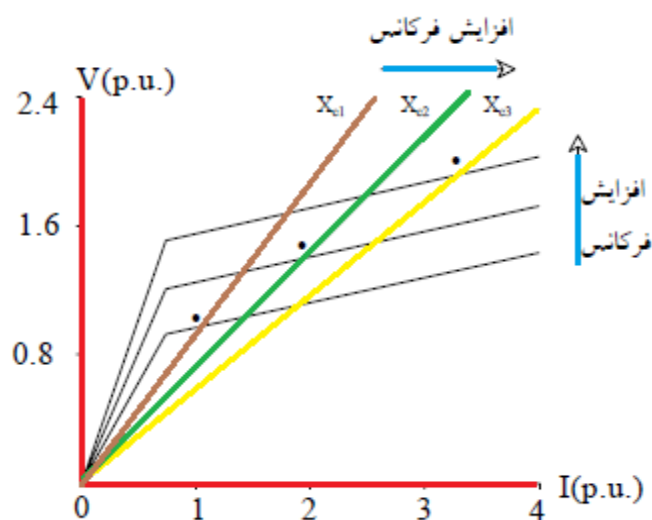
۴-۲: استفاده از ژنراتورهای آسنکرون در روش DG

با توجه به قابلیت اطمینان زیاد، قیمت کم و نیاز به تعمیر و نگهداری کم، ژنراتورهای القایی جایگزین

مناسبی برای ژنراتورهای سنکرون در واحدهای نیروگاهی کوچک هستند. ژنراتورهای القایی به طور وسیعی در نیروگاه های بادی بعضی از کشورها بکار می روند. به عنوان نمونه در کانادا نیروگاه های غیر دولتی از ژنراتورهای القایی جهت تولید انرژی الکتریکی استفاده می کنند. ژنراتور القایی جهت تامین شار فاصله هوایی و شار پراکندگی سیم پیچ نیاز به توان راکتیو خازنی دارد. نقطه کار ماندگار

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

ولتاژدر ژنراتورهای ایزوله از شبکه، محل تقاطع منحنی مشخصه مغناطیسی و خطی با شیب XC (راکتانس خازن متصل به ژنراتور) است. با توجه به شکل ۱ اگر XC بیشتر از شیب قسمت خط منحنی مشخصه مغناطیسی باشد، ولتاژ در حالت ماندگار به وجود نمی آید.



شکل ۱-۴: تغییر نقطه کار ماندگار با تغییر فرکانس

- زمانی که ژنراتور القایی به شبکه سراسری متصل است، تمام و یا قسمتی از توان راکتیو مورد نیاز توسط شبکه سراسری تامین می شود. با قطع ژنراتور از شبکه، تعادل توان اکتیو و راکتیو به هم خورده و در صورت کاهش بار متصل به ژنراتور و یا کاهش توان راکتیو مورد نیاز، ولتاژ و یا فرکانس ژنراتور تغییر می کند. میزان اضافه ولتاژ و تغییر فرکانس به عوامل زیر بستگی دارد:
- ۱- رفتار دینامیکی توربین و زمان مورد نیاز جهت تشخیص این مشکل و قطع توربین از ژنراتور.
 - ۲- میزان بار باقیمانده به هنگام جدا شدن ژنراتور از شبکه و نقطه کار قبلی ژنراتور.
 - ۳- میزان جبران سازی توسط خازن متصل به ژنراتور و خازن موازی خطوط متصل به ژنراتور.
 - ۵- مشخصه مغناطیسی ژنراتور و ترانسفورماتور.

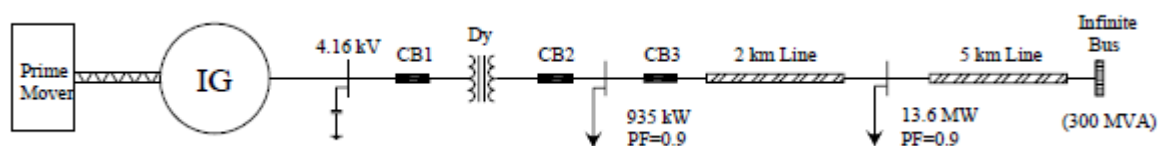
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به عنوان نمونه در شکل ۱ منحنی مشخصه مغناطیسی ژنراتور با دو خط راست تقریب زده شده است. و همانطور که مشخص است با توجه به فرکانس ماندگار ژنراتور پس از جدا شدن از شبکه سراسری (به میزان ۱، ۱/۲۵، ۱/۵، پرینیت) نقطه کار ماشین تغییر می کند. جهت بررسی رفتار ژنراتور القایی به هنگام جدا شدن از شبکه سراسری سیستمی مشابه شکل ۲) شبیه سازی شده است که شامل یک ژنراتور القایی با ولتاژ ۴۱۶۴ ولت و توان ۱/۵ MW و محرک اولیه با گشتاور ثابت و بانک خازنی با اتصال مثلث و ترانسفورماتور اشباع پذیر با اتصال Dy و بار امپدانسی ثابت و شبکه سراسری با سطح اتصال کوتاه ۳۰۰ MVA می باشد. در این فصل تاثیر عوامل مختلف در میزان فرکانس و ولتاژ تولیدی ژنراتور مورد بررسی قرار می گیرد.

۳-۴: بررسی نتایج شبیه سازی

۱-۳-۴: حالت ماندگار در کارکرد نرمال ژنراتور

در حالت اتصال به شبکه سراسری فرکانس و ولتاژ ژنراتور از شبکه سراسری تبعیت می کند و با توجه به گشتاور مکانیکی محرک اولیه، توان اکتیو تزریقی ژنراتور به شبکه تعیین می شود. در این بررسی ولتاژ و توان ژنراتور و شبکه به ازاء سطوح مختلف جبران سازی تعیین گردید، که نتایج آن در جدول ۱ مشخص شده است.



شکل ۲-۴: شمای سیستم مورد مطالعه

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

جدول ۱-۴: مقادیر ماندگار به ازاء سطوح جبران سازی مختلف

C μF	U_g V	I_g A	P_g kW	Q_g kVAR	Q_c kVAR	P_s kW	Q_s kVAR
80.6	4035	298	1391	1550	1484	12338	7321
64.5	3955	301	1390	1502	1141	12278	7645
48.4	3877	305	1390	1502	823	12221	7940
40.8	3841	306	1390	1492	681	12195	8080
32.2	3814	307	1391	1478	529	12221	8247
16.1	3728	313	1389	1466	253	12114	8523
0	3664	315	1391	1435	0	12071	8785

در این جدول U_g , I_g , P_g , Q_g بترتیب توان راکتیو، توان اکتیو، جریان آرمیچر، ولتاژ خط به خط ژنراتور می باشد. Q_c توان راکتیو خازن متصل به ژنراتور و P_s , Q_s توان اکتیو و توان راکتیو شبکه سراسری می باشد. همانطور که مشخص است با کاهش ظرفیت خازن جبران ساز توان راکتیو مورد نیاز ژنراتور از شبکه سراسری تامین می شود و لذا افت ولتاژ مسیر باعث کاهش ولتاژ در خروجی ژنراتور می شود.

۲-۳-۴: جدا شدن ژنراتور از شبکه سراسری

این حالت می تواند در اثر باز شدن یکی از سه کلید CB_1 , CB_2 یا CB_3 ایجاد شود. نقطه کار جدید ژنراتور در این حالت جایی است که توان اکتیو و راکتیو ژنراتور و بار متعادل باشند. در این حالت بایستی کل توان راکتیو مورد نیاز ژنراتور از طریق بانک خازنی متصل به آن تامین شود. بنابراین هر چه ظرفیت بانک خازنی بیشتر باشد، توان راکتیو مورد نیاز ژنراتور در ولتاژ کمتری تامین می شود. در

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

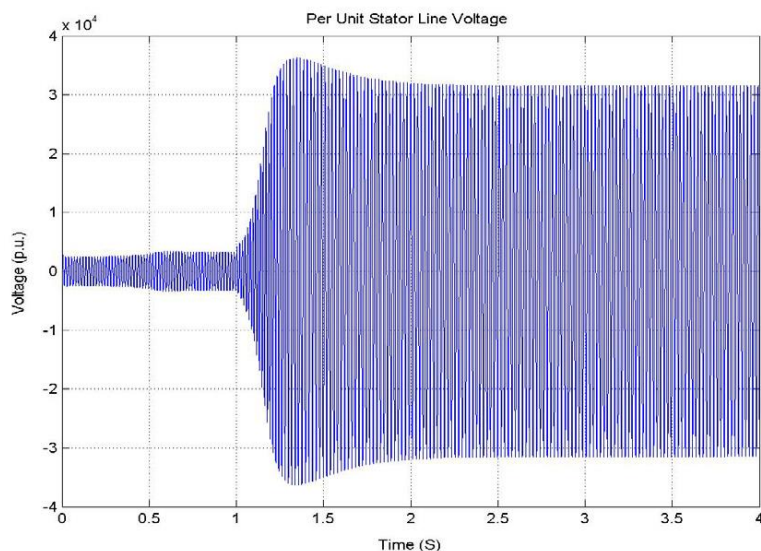
ضمن در نقطه کار جدید علاوه بر تعادل توان راکتیو، بایستی بین توان مکانیکی ورودی با تلفات توان و توان بار باقیمانده تعادل برقرار شود. در حالت بعد از خطا ممکن است تغییر فرکانس و ولتاژ ژنراتور به تجهیزات آسیب برساند، لذا در قسمت های بعدی فصل نتایج شبیه سازی به ازاء باز شدن هر یک از کلیدهای CB_1 ، CB_2 یا CB_3 بررسی می شود.

۱-۲-۳-۴: باز شدن کلید قدرت CB_1

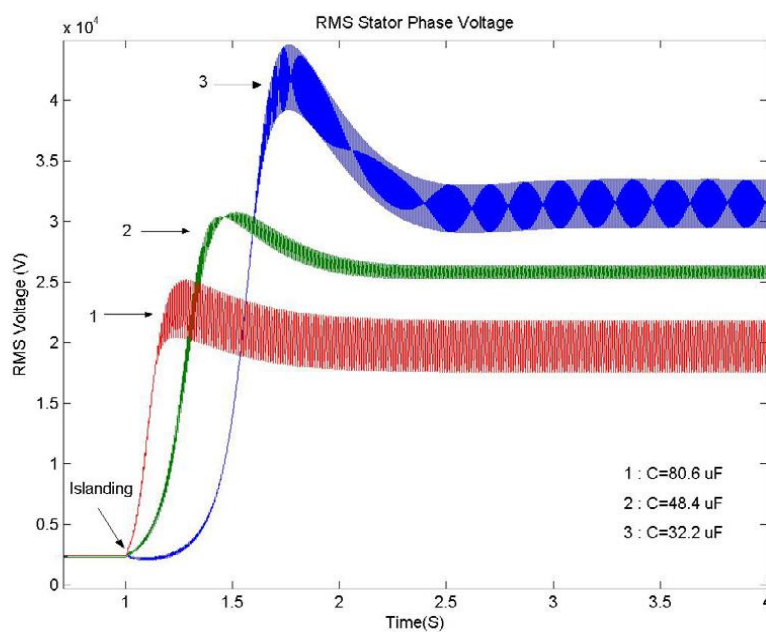
در این حالت ژنراتور القایی فقط به بانک خازنی متصل است. لذا با توجه به سطح جبران سازی، مقدار اضافه ولتاژ متفاوت می باشد، که البته دامنه اضافه ولتاژ به حدی زیاد است که می تواند به تجهیزات آسیب جدی وارد سازد. هنگامی که ژنراتور از شبکه جدا می شود با کاهش بار ژنراتور، سرعت به تدریج افزایش یافته و توربوژنراتور شتاب می گیرد.

با افزایش سرعت و افزایش ولتاژ، جریان گذرنده از ژنراتور زیاد می شود و لذا گشتاور مقاوم (بار اکتیو و تلفات توان) زیاد می شود، بنابراین سرعت توربوژنراتور به تدریج کاهش می یابد و در نقطه کار ماندگار جدیدی تثبیت می شود. هر چه مقدار خازن جبران ساز بیشتر باشد توربوژنراتور در ولتاژ و فرکانس کمتری متعادل می شود. در کلیه شبیه سازی ها فرض می شود کلید قدرت CB_1 در زمان $t = 1$ باز شده است. شکل ۳ ولتاژ تولیدی در ترمینال های ژنراتور را به ازاء سطح جبران سازی خازنی ۱۰۰٪ نشان می دهد. شکل ۴ مقدار موثر (RMS) ولتاژ تولیدی را به ازاء جبران سازی معادل ۵۰٪، ۱۰ و ۱۲۵٪ توان راکتیو نامی ژنراتور نشان می دهد.

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



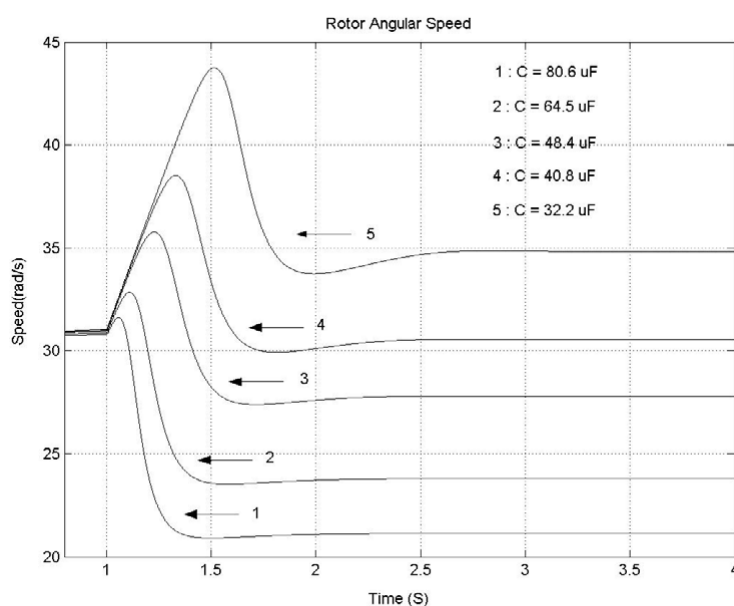
شکل ۳-۴: ولتاژ فاز استاتور



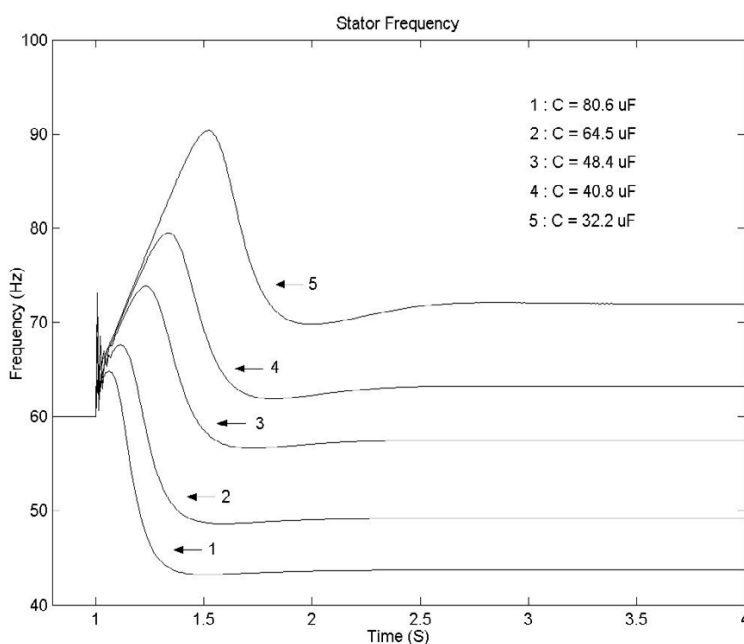
شکل ۴-۴: ولتاژ موثر فاز استاتور

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

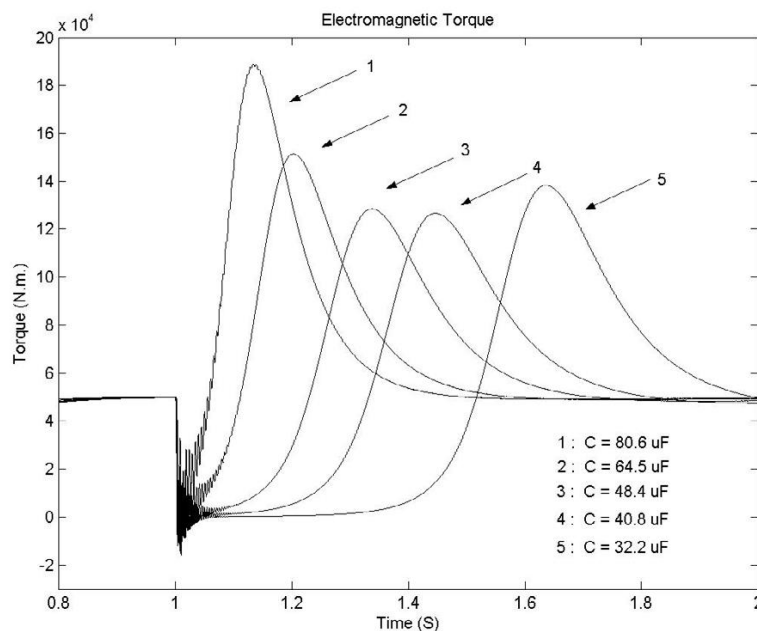
همانطور که مشخص است در این حالت اضافه ولتاژی حدود ۱۵ برابر ولتاژ نامی ژنراتور ایجاد می شود. شکل ۵ و شکل ۶ به ترتیب سرعت زاویه ای روتور و فرکانس استاتور را به ازاء سطوح مختلف جبران سازی خازنی نشان می دهد. شکل ۷ گشتاور الکترومغناطیسی ژنراتور القایی را نشان می دهد.



شکل ۵-۴: سرعت زاویه ای



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



شکل ۶-۴: فرکانس استاتور

شکل ۷-۴: گشتاور الکترومغناطیسی

۲-۳-۴: باز شدن کلید قدرت CB_2

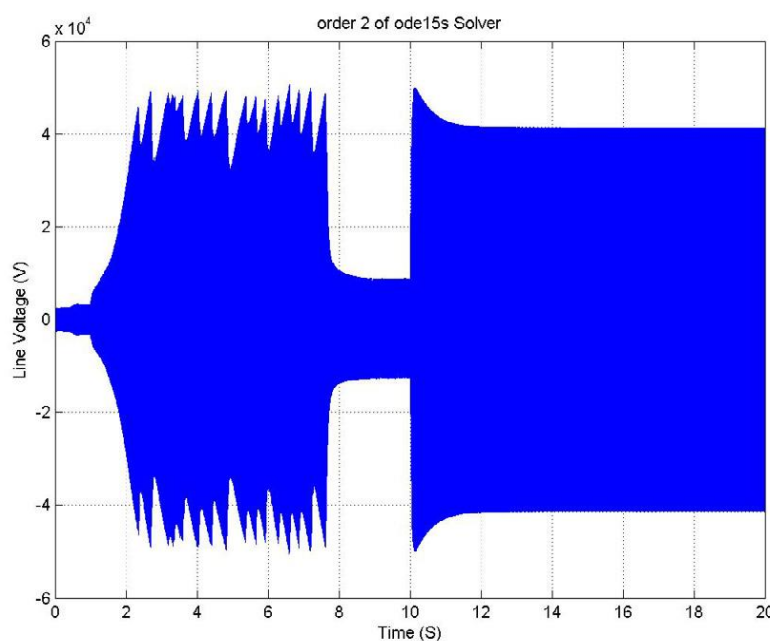
در این حالت ژنراتور القایی، علاوه بر بانک خازنی، به ترانسفورماتور قدرت نیز متصل است. در این حالت با افزایش ولتاژ، ترانسفورماتور به اشباع رفته و راکتانس مغناطیس کنندگی آن کاهش می یابد و لذا خازن های جبران ساز سریعاً در آن تخلیه می شوند. چنین مداری در حالت فرورزنانس قرار می گیرد. در این فصل از نرم افزار Power System که یکی از Block set های نرم افزار Simulink است، جهت شبیه سازی سیستم مورد مطالعه استفاده شده است.

در این نرم افزار جهت حل معادله حالت حاصل از سیستم قدرت مورد مطالعه، از روش های مختلف حل معادله دیفرانسیل استفاده می شود. برخی از روش های حل معادله دیفرانسیل عبارتند از روش رانج کوتا، روش روسنبروک اصلاح شده، روش مبتنی بر فرمول های مشتق عددی، و غیره. حل

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازمه

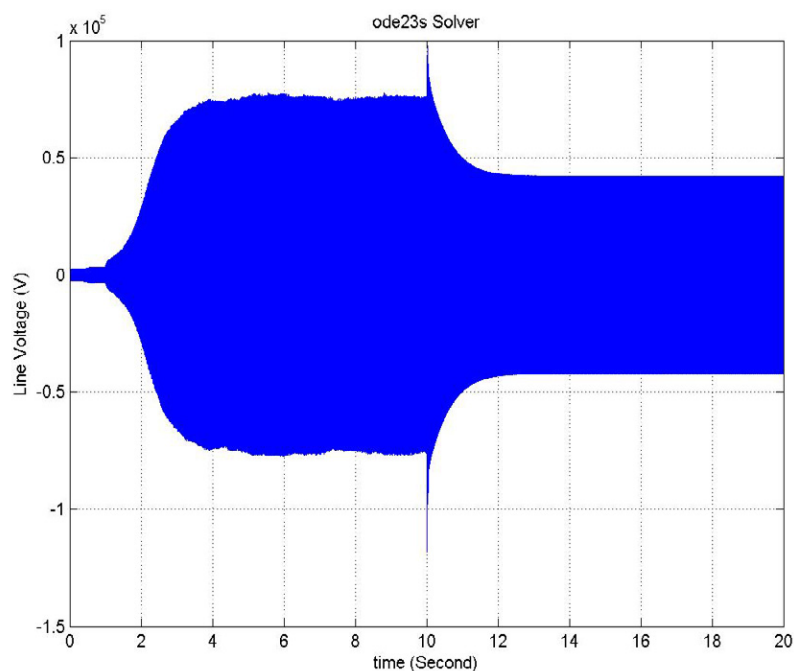
کننده پیش فرض، می باشد. با توجه به پیچیدگی سیستم مورد مطالعه و سرعت و دقت شبیه سازی با حل کننده پیش فرض می توان یکی از حل کننده های مناسب تر را استفاده کرد که البته ممکن است جواب های متفاوتی با حل کننده های مختلف بدست آید و لذا بایستی ضمن انتخاب حل کننده مناسب، سیستم مورد نظر را با روش های دیگر نیز مورد مطالعه قرار داد.

در این فصل از نرم افزار EMTDC نیز جهت شبیه سازی و مقایسه با نتایج نرم افزار MATLAB استفاده شده است. البته به دلیل متفاوت بودن برخی پارامترهای شبیه سازی در دو نرم افزار مذکور، نتایج کاملاً مشابهی بدست نیامده است. در شکل ۱۱ نتیجه شبیه سازی با نرم افزار EMTDC نشان داده شده است و در شکل ۱۲ قسمتی از شکل موج ولتاژ فاز به نول شکل ۱۱ بزرگ نمایی شده است. همانطور که مشاهده می شود به دلیل وقوع فرورزنانس، شکل موج ولتاژ معوج می شود و در این شرایط ممکن است رله های حفاظتی عملکرد درستی نداشته باشند.

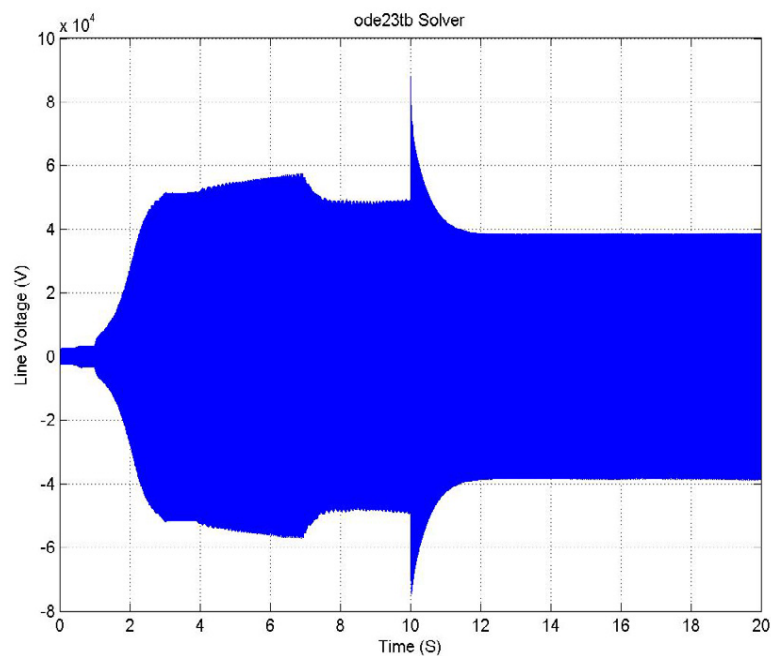


شکل ۸-۴: ولتاژ فاز به نول بر حسب V با استفاده از حل کننده ode15s

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

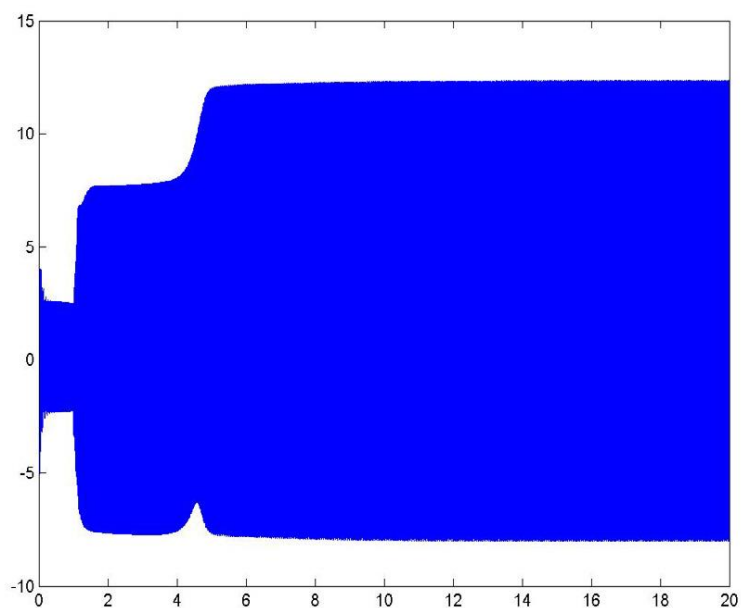


شکل ۹-۴: ولتاژ فازبه نول بر حسب V با استفاده از حل کننده ode23s

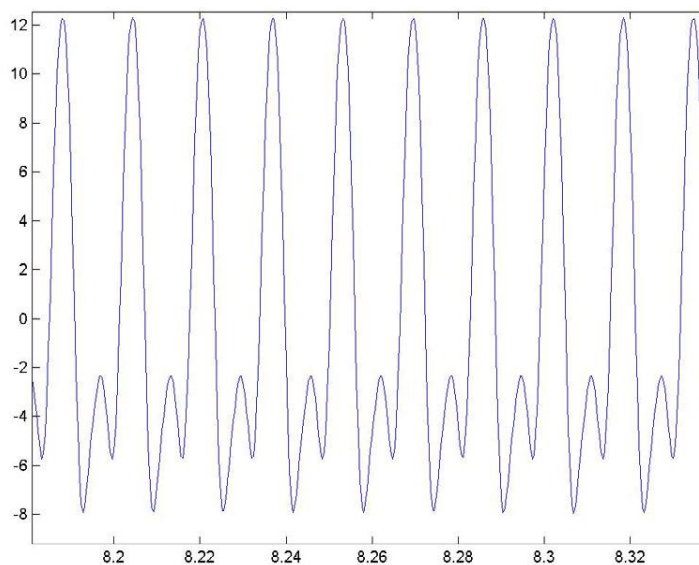


شکل ۱۰-۴: ولتاژ فازبه نول بر حسب V با استفاده از حل کننده ode23fb

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



شکل ۱۱-۴: ولتاژ فازبه نول بر حسب kv با استفاده از حل کننده EMTDC



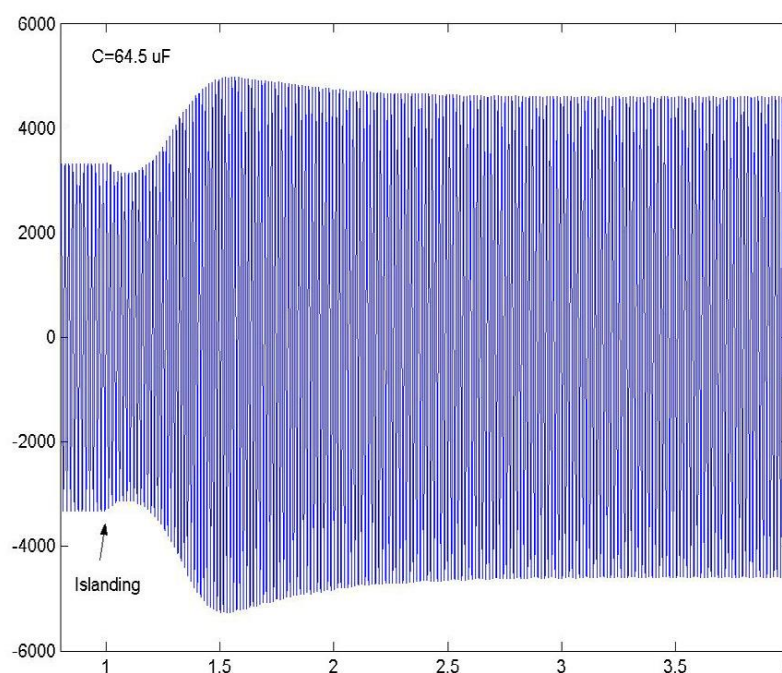
شکل ۱۲-۴: ولتاژ فازبه نول بر حسب kv و بزرگنمایی شده برای نمایش وقوع فرورزنانس

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

لازم به ذکر شده است که در سایر شبیه سازیهای این مقاله، نتایج شبیه سازی با نرم افزار MATLAB و نرم افزار EMTDC و همچنین با نتایج مشابه یکسان بوده ولی در حالت فوق الذکر نتایج نسبتاً متفاوتی حاصل شده است.

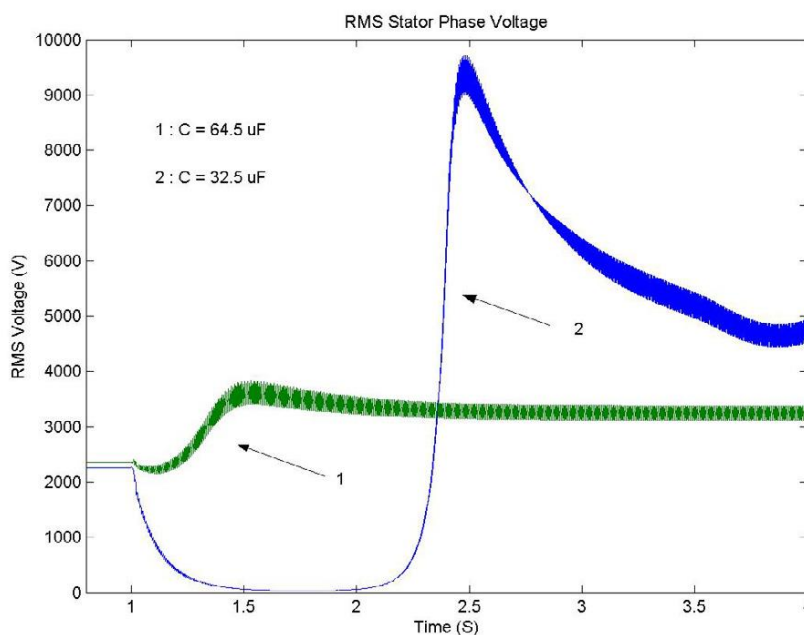
۳-۲-۳-۴: باز شدن کلید قدرت CB_3

در این حالت ژنراتور به یک بار ۹۳۵ کیلوواتی با ضریب توان ۰/۹ پس فاز متصل می باشد. شکل ۱۲ ولتاژ تولیدی در ژنراتور القایی به ازاء جبران سازی معادل توان راکتیو نامی ژنراتور را نشان می دهد. شکل ۱۳ ولتاژ RMS ژنراتور را به ازای ۵۰٪ و ۱۰۰٪ سطح جبران سازی خازنی نشان می دهد. همانطور که مشخص است در این حالت چنانچه مقدار بار متصل به ژنراتور پس از جدا شدن آن از شبکه افزایش یابد، اضافه ولتاژ تولیدی خیلی کمتر از حالت اول می باشد. شکل ۱۵ فرکانس استاتور را به ازاء سطوح جبران سازی مختلف نشان می دهد.

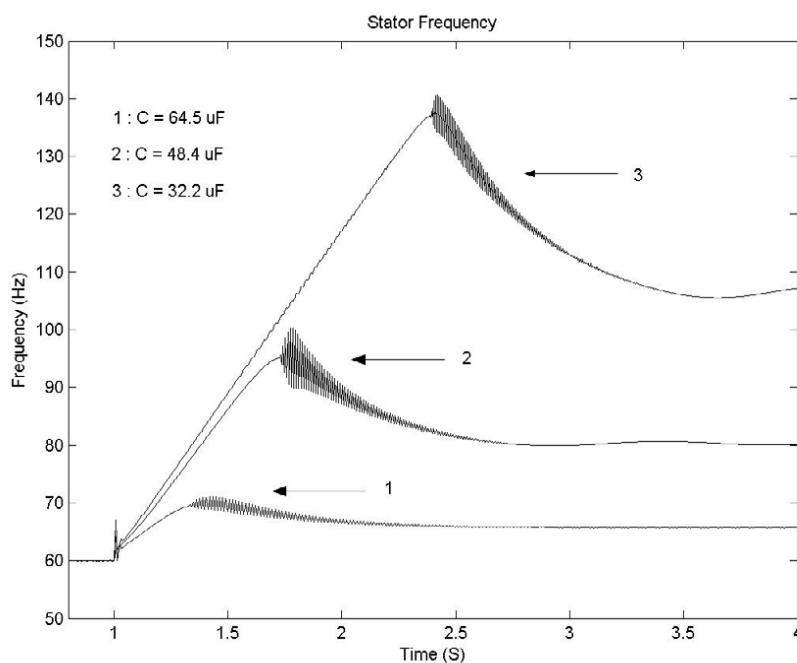


شکل ۱۳-۴: ولتاژ فاز استاتور

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



شکل ۱۴-۴ : ولتاژ موثر فاز استاتور



شکل ۱۵-۴ : فرکانس ولتاژ استاتور

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

۴-۴: بررسی نتایج شبیه سازی

از شبیه سازی در حالات مختلف مشخص است که زمان رسیدن ولتاژ به حداکثر مقدار خود به سطح جبران سازی و میزان بار باقیمانده بستگی دارد. در کلیه شبیه سازی ها فرض شده است که محرک اولیه در تمام مدت شبیه سازی به ژنراتور وصل بوده و مقدار ثابتی دارد. عملا می توان برای جلوگیری از اضافه ولتاژهای خطرناک، با توجه به دامنه ولتاژ و یا اندازه فرکانس (و یا آهنگ تغییرات آنها) توربین را از ژنراتور قطع کرد. ولی برای تشخیص این حالت با توجه به نوسانات ولتاژ و فرکانس در لحظه جدا شدن ژنراتور از شبکه جهت اطمینان از اینکه این حالت به دلیل حالات گذرا در سیستم قدرت نمی باشد، لازم است مقداری تاخیر در ارسال فرمان حفاظتی یا کنترلی مورد نظر (نظیر قطع ژنراتور از سایر تجهیزات الکتریکی و قطع یا کاهش گشتاور محرک مکانیکی) ایجاد گردد. جهت تسریع در تشخیص خطا می توان علاوه بر استفاده از دامنه و نرخ تغییر فرکانس و ولتاژ استاتور، پس از قطع شدن هر یک از کلید های قدرت CB_1 ، CB_2 یا CB_3 با توجه به مقدار بار باقیمانده و سطح جبران سازی در مورد فرمان کنترلی یا حفاظتی مناسب سریعاً تصمیم گیری نمود. برای اتخاذ تصمیم مناسب در این مورد می توان از شبکه های عصبی نیز استفاده کرد.

WikiPower.ir

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

۴-۵: نتیجه گیری

در این فصل، پدیده خود تحریکی در ژنراتورهای القایی بعد از جدا شدن از شبکه سراسری بررسی شده است. در این حالت ولتاژ و فرکانس ژنراتور و سرعت مکانیکی توربوژنراتور و زمان رسیدن به ولتاژ ماکزیمم به سطح جبران سازی خازنی، توان خروجی ژنراتور قبل از جدا شدن از شبکه و مقدار بار باقیمانده بستگی دارد. بنابراین اگر تاخیر عملکرد رله های حفاظتی زیاد باشد، اضافه ولتاژ ایجاد شده به تجهیزات صدمه جدی وارد می کند. لذا با توجه به پیشرفت هایی که در زمینه کنترل حفاظت دیجیتال شده است، به هنگام قطع ژنراتور از شبکه سراسری می توان بر اساس وضعیت سیستم بعد از جدا شدن از شبکه، کنترل و حفاظت مناسب را انجام داد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل پنجم:

روش هوشمند جدیدی برای حل مساله ی در مدار قرار دادن ژنراتورها



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

چکیده

در این فصل روشی جدید برای حل مساله در مدار قرار دادن ژنراتورها مبتنی بر روش بهینه سازی اجتماع پرندگان پیشنهاد شده است. این روش محدوده جستجو را با در نظر گرفتن شرایط بار سیستم و پیشینه تولید آن مشخص می نماید و آنگاه با اعمال الگوریتم PSO هزینه ترکیبات مختلف ژنراتورها را حداقل می نماید. بهترین پاسخ از بین حالات فوق جواب مساله خواهد بود. در این فصل تغییراتی در تابع هدف نسبت به سایر مقالات موجود اعمال شده که سرعت همگرایی PSO به نقطه بهینه را افزایش می دهد. روش پیشنهادی بر روی سیستم ۱۰ ژنراتوری آزمایش شده است و نتایج بهتری را نسبت به سایر روش های ارائه شده نشان می دهد.



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

۱-۵: مقدمه

در سیستم قدرت، برای تامین برق مشتریان با کیفیت بالا، امنیت و صرفه اقتصادی، در مدار قرار دادن واحدهای حرارتی، یکی از بهترین راه های مورد استفاده است. مقصود کلی مساله UC، حداقل کردن هزینه بهره برداری کل سیستم با در نظر گرفتن همه قیودی است که سطح مشخصی از امنیت را تامین می کنند. روش های مختلفی، از پیچیده ترین روابط و روش های تئوری گرفته تا روش های سرانگشتی برای حل بهینه مساله به کار گرفته شده اند. روش هایی چون، یکایک شماری لیست حق تقدم، برنامه ریزی دینامیکی برنامه ریزی خطی و عدد صحیح بهینه سازی نقطه داخلی و... همچنین روش های هوشمندی چون، جستجوی، سیستم های خبره سیستم های فازی شبکه های عصبی الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی اجتماع پرندگان از آن جمله اند.

روش های ابتکاری و اکتشافی برای حل مسائل بهینه سازی بدنبال یافتن پاسخی در یک زیرفضا از کل ناحیه جستجو می باشند. مهمترین قابلیت روش های هوشمند این است که با فرض های محدود کننده در ناحیه جستجو مواجه نمی شوند، فرض هایی از قبیل پیوستگی، وجود مشتق تابع هدف و... مشابه الگوریتم ژنتیک، PSO یک روش بهینه سازی مبتنی بر هوش جمعی است. سیستم با گروهی از پاسخ های تصادفی مقداردهی اولیه می شود و با تجدید کردن مقادیر آنها بدنبال پاسخ بهینه می گردد. کاربردهای موفق PSO در مسائل مختلف بهینه سازی، مانند حداقل نمودن توابع و طراحی شبکه های عصبی نشان از قابلیت های این روش دارد.

در این فصل روشی جدید با بهره گیری از روش بهینه سازی اجتماع پرندگان ارائه شده است که می تواند بخوبی پاسخ بهینه مساله UC را بدست دهد. این روش بر روی یک سیستم تولید با ۱۰ واحد پیاده شده و نتایج با روشهای GA و PSO باینری مقایسه شده است. با روش پیشنهادی، هزینه به میزان بیش از ۵۰۰۰ دلار در روز کاهش می یابد.

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

۵-۲: مساله در مدار قرار دادن ژنراتورها

هدف مساله UC حداقل کردن هزینه بهره برداری در افق برنامه ریزی است. بدین ترتیب تابع هدف به صورت حاصل جمع هزینه های سوخت و راه اندازی واحدهای تولید در نظر گرفته می شود. برای N واحد تولید، تابع هدف مساله به صورت کلی زیر بیان می شود:

(۵-۱)

$$OC = \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T FC_{it}(P_{it}) + ST_{it}$$

در این رابطه T تعداد ساعات افق مورد نظر است. همینطور $FC_{it}(P_{it})$ هزینه سوخت منحنی ورودی خروجی است که معمولاً به صورت درجه دو مطابق رابطه زیر مدل می شود. در این رابطه a_i ، b_i و c_i ضرایب هزینه هستند.

(۵-۲)

$$FC_{it}(P_{it}) = a_i \cdot P_{it}^2 + b_i \cdot P_{it} + c_i$$

در رابطه ۵-۱، ST_{it} هزینه راه اندازی واحدهاست که از رابطه زیر بدست می آید.

(۵-۳)

$$ST_{it} = \sigma_i + \delta_i \left(1 - e^{\left(\frac{-T_{it}^{OFF}}{\tau_i} \right)} \right)$$

که در آن σ_i ، τ_i ، δ_i ، ضرایب هزینه راه اندازی واحد i ام و T_{it}^{OFF} مدت زمان خاموش بودن این واحد پیش از ساعت t ام است. OC کل هزینه تولید با N واحد را در T ساعت نشان می دهد. هدف UC مساله حداقل نمودن این هزینه است با توجه به قیودی که در ادامه بیان می شوند.

۱- قید تعادل توان

این قید برابری کل توان تولیدی را با کل بار پیش بینی شده تضمین می نماید:

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

(۵-۴)

$$\sum_{i=1}^N P_{it} U_{it} = D_t$$

این رابطه باید در تمامی ساعات t در افق مورد نظر برقرار باشد. U_{it} وضعیت روشن خاموش بودن واحد را به صورت ۰/۱ مشخص می نماید.

۲- قید رزرو چرخان

$$\sum_{i=1}^N P_{i(\max)} U_{it} \geq D_t + R_t$$

(۵-۵)

در این مقاله رزرو چرخان با استفاده از معیار قطعی به میزان ۵٪ در نظر گرفته شده است.

۳- قید محدودیت تولید

(۵-۶)

$$P_{i(\min)} \leq P_{it} \leq P_{i(\max)}$$

۴- قید حداقل زمان روشن بودن

(۵-۷)

$$X_i^{on}(t) \geq MU_i$$

در این رابطه $X_i^{on}(t)$ مدت زمان روشن بودن واحد i تا ساعت t و MU_i حداقل زمان مجاز روشن بودن این واحد است.

۵- قید حداقل زمان خاموش بودن

$$X_i^{off}(t) \geq MD_i$$

در این

(۵-۸)

رابطه $X_i^{off}(t)$ مدت زمان خاموش بودن واحد i تا ساعت t و MD_i حداقل زمان مجاز خاموش بودن واحد مربوطه است.

۳-۵: حل مساله در مدار قرار دادن واحدها توسط روش پیشنهادی

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

روش ابتکاری به کاررفته در این فصل ، مساله UC را به صورت ساعت به ساعت و با در نظر گرفتن حالاتی خاص از ترکیب واحدها، با توجه به تجربه موجود از سیستم، چنانکه در ادامه بیان خواهد شد؛ حل می نماید. یافتن پاسخ بهینه در هر حالت با بهره گیری از روش توسعه یافته بهینه سازی اجتماع پرندگان انجام می گیرد. در قسمت ۱-۳-۵ به بررسی این روش پرداخته شده است.

۱-۳-۵: روش توسعه یافته بهینه سازی اجتماع پرندگان

الگوریتم PSO یکی از جدیدترین روش های جستجوی مبتنی بر جمعیت می باشد. این روش در واقع بر پایه شبیه سازی رفتار جمعی گروهی از پرندگان و حشرات در دسته های بزرگ پروازی شکل گرفته است.

در PSO ، P_i نشان دهنده هر ذره و $x_i(t)$ موقعیت ذره i ام در تکرار t ام است. هر ذره P_i علاوه بر داشتن بردار موقعیت $v_i(t)$ نیاز به بردار دیگری تحت عنوان سرعت ذره در تکرار t ام $v_i(t)$ دارد. ارزش ذرات با توجه به تابع مورد نظر در مساله بهینه سازی تعیین می شود. بیشترین ارزش هر ذره i که در طول حرکتش یافت شده است در متغیری به نام $Pbest_i$ ذخیره می شود. همچنین موقعیت متناظر با آن که بهترین مکانی است که ذره در طول حرکتش در تکرارهای مختلف الگوریتم از آن گذشته است \vec{x}_{Pbest_i} نامیده می شود. مشابه با $Pbest_i$ و \vec{x}_{Pbest_i} دو متغیر $gbest$ و \vec{x}_{gbest} نیز بهترین ارزش و بهترین موقعیت در میان تمام ذرات و در تمام طول حرکتشان می باشد. سرعت ذرات طبق رابطه زیر تغییر می یابد:

$$\vec{v}_i(t) = w \cdot \vec{v}_i(t-1) + r_1 C_1 (\vec{x}_{pbest_i} - \vec{x}_i(t)) + r_2 C_2 (\vec{x}_{gbest} - \vec{x}_i(t)) \quad (5-9)$$

که در آن C_1 و C_2 اعداد مثبتی هستند و r_1 و r_2 ضرایب شتاب نامیده می شوند و اعداد تصادفی در بازه (۰،۱) می باشند. w ضریب وزن اینرسی است. حرکت ذرات در یک تکرار الگوریتم به موقعیت های جدیدشان طبق رابطه زیر صورت می گیرد:

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

(۵-۱۰)

$$\vec{x}_i(t) = \vec{x}_i(t-1) + \vec{v}_i(t)$$

در حین اجرای الگوریتم به مرور جمعیت به سمت جواب بهینه همگرا می شود. برای یافتن جواب مساله خاص مورد نظر می توان \vec{x}_{gbest_t} را به عنوان جواب انتخاب نمود. ثوابت C_1 و C_2 وزن جملات شتاب تصادفی را نشان می دهند که هر ذره x_i را به سمت موقعیت های \vec{x}_{gbest_t} و \vec{x}_{pbest_i} می کشاند. W اغلب در طول فرآیند بهینه سازی کاهش می یابد. این ضریب را می توان از طریق رابطه زیر در هر تکرار بدست آورد.

(۵-۱۱)

$$w = w_{\max} - \frac{w_{\max} - w_{\min}}{\text{iter}_{\max}} \times \text{iter}$$

که iter_{\max} حداکثر تعداد تکرارها و iter شماره مرحله تکرار جاری است. عملگر ریاضی جهش که دینامیک و غیر یکنواخت است جهت خروج از مینیمم های محلی به کار گرفته شده است برای یک ذره خاص P اگر P_k برای جهش در نظر گرفته شود، نتیجه با احتمال برابر از دو حالت زیر انتخاب می شود:

(۵-۱۲)

$$\begin{cases} O_k = P_k - r(a_k + P_k)(1 - \frac{t}{T})^c \\ O_k = P_k + r(b_k - P_k)(1 - \frac{t}{T})^c \end{cases}$$

که a_k و b_k مرزهای بالا و پایین p_k و r یک عدد تصادفی بین صفر و یک، t شماره مرحله جاری، T حداکثر تعداد مراحل و C پارامتری ثابت است که درجه غیریکنواختی را مشخص می کند. در این مطالعه، عمل جهش در هر تکرار به کار گرفته شده است.

۲-۳-۵: روش ابتکاری پیشنهادی جهت حل مساله در مدار قرار دادن ژنراتورها

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

روش پیشنهادی این مقاله از ترکیب PSO با روشی ابتکاری برگرفته از روش های یکایک شماری بدست آمده است. در این روش ابتدا همه ترکیبات مختلف ممکن از وضعیت روشن / خاموش بودن واحدها در طول ۲۴ ساعت در نظر گرفته می شوند. آنگاه با در نظر گرفتن برخی ملاحظات، تعداد زیادی از حالات نامناسب حذف می گردند. این ملاحظات به شرح زیرند:

در هر ساعت مجموع Pmax در واحدهای روشن باید از مجموع بار و رزرو مورد نیاز کمتر نباشد. در هر یک از حالات ۲۴ ساعته باید قید حداقل زمان های روشن و خاموش ارضا شده باشد. تجربه نشان می دهد که در این سیستم نیازی به بیش از دو تغییر در حالت واحدها در هر ساعت نیست. در بارهای کمتر نیازی به روشن کردن واحدهای گران قیمت نیست. در هر یک از حالات باقیمانده، ابتدا ظرفیت تولید واحدها با استفاده روش لیست حق تقدم مشخص می گردد. بدین ترتیب حداکثر هزینه تولید هر ساعت مشخص می گردد. البته این تخصیص تولید موقتی است و در ادامه بهینه سازی بر روی حالات نهایی انجام خواهد گرفت.

حال با در نظر گرفتن هزینه راه اندازی و تولید، هزینه کل تولید از اولین ساعت تا ساعت مورد نظر محاسبه می گردد و حالت های ممکن تولید در این ساعت با توجه به هزینه ذکر شده مرتب می گردند. در این مرحله حداکثر سی حالت از حالات فوق حفظ شده، بقیه حالات که هزینه بیشتری را ارائه می دهند حذف می گردد. این کار تا رسیدن به ساعت انتهایی انجام می گیرد. بدین ترتیب بعد از پایان مرحله اول ۳۰ ماتریس از حالات مختلف تولید در ۲۴ ساعت در اختیار است. در مرحله دوم الگوریتم PSO بر هر یک از حالات بدست آمده اعمال می گردد. بدین ترتیب تابع هدف در نظر گرفته شده برای حل مساله بهینه سازی با استفاده از PSO به صورت زیر است:

(۶-۱۳)

$$Fitness(t) = \sum_{i=1}^N FC_{it}(P_{it}) + C_1 \cdot \sum_{i=1}^N (P_{it}U_{it} - D_t)$$

تفاوت این رابطه با روابط معمول بکار گرفته شده در حل این مساله در هزینه راه اندازی و میزان رزرو است. با توجه به اینکه در این روش بهینه سازی در وضعیت های مشخص ۲۴ ساعته انجام می گیرد، برای اعمال PSO نیازی به در نظر گرفتن هزینه راه اندازی نیست و تنها برای مقایسه بین وضعیت های

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

فوق الذکر و پس از محاسبه حالات بهینه این وضعیت ها، هزینه راه اندازی به هزینه محاسبه شده توسط PSO اضافه می گردد مقدار ضریب C_1 میزان اهمیت جمله مربوط به آن را مشخص می نماید. این ضریب در این فصل از یک مقدار اولیه آغاز شده و در طی تکرارهای مساله به صورت نمایی افزایش می یابد. بدین ترتیب همگرایی PSO سریعتر انجام می گیرد. در طی اعمال PSO پس از نیمی از مراحل تکرار، نیمی از ماتریس های ۲۴ ساعته که هزینه بیشتری دارند حذف می گردند. بدین ترتیب سرعت اجرای برنامه افزایش می یابد.

۴-۵: مطالعه موردی: شبیه سازی سیستم ۱۰ ژنراتور

سیستم مورد مطالعه این فصل یک سیستم با ۱۰ واحد ژنراتوری است. داده های این سیستم در جدول ۵-۲ و داده های بار در جدول ۳-۵ آمده است. این داده ها از مرجع انتخاب شده است. در این قسمت نتایج اعمال روش فراابتکاری پیشنهادی این فصل، به سیستم فوق ارائه می گردد. در ادامه نتایج با دو روش الگوریتم ژنتیک و BPSO مقایسه می گردد.

۱-۴-۵: حل مساله برای سیستم نمونه توسط روش پیشنهادی

برای پیاده سازی روش PSO در هر حالت ۲۰ ذره و حداکثر ۵۰۰ تکرار $W_{min}=0.4$ ، $W_{max}=0.9$ و $C_1 = 2.1$ و $C_2 = 2.8$ و $V_{max}=P_{max}-P_{min}$ در نظر گرفته شده است. همچنین معیار ۵٪ به عنوان میزان رزرو سیستم در نظر گرفته شده است. همچنین در تابع هدف، مقدار اولیه C_1 برابر ۱۰۰۰۰ انتخاب شده است.

۲-۴-۵: مقایسه روش ها

در این قسمت می توان نتایج اعمال روش ابتکاری پیشنهادی را به سیستم نمونه معرفی شده، مشاهده نمود جدول ۱-۵ نتایج مقایسه روش پیشنهادی براساس مقادیر نهایی حاصل از ده بار اعمال روش را با

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

نتایج حاصل از ۵۰ تکرار روشهای مبتنی بر الگوریتم ژنتیک و BPSO آمده در مرجع مقایسه می نماید. چنانکه از این جدول ملاحظه می شود روش پیشنهادی باعث کاهش هزینه تولید به میزانی نزدیک به ۶۰۰۰ دلار شده است.

جدول ۱-۵: مقایسه روش پیشنهادی با سایر روش ها

روش پیشنهادی	BPSO	GA	روش
560140	565804	570781	کمترین هزینه تولید (\$)
568070	566992	576791	بیشترین هزینه تولید (\$)
565490	567251	574280	میانگین (\$)

۵-۵: نتیجه گیری

در این فصل روشی مبتنی بر روش بهینه سازی اجتماع پرندگان پیشنهاد شده است. این روش محدوده جستجو را با در نظر گرفتن شرایط بار سیستم و پیشینه تولید آن مشخص می نماید و با استفاده از مساله را حل می نماید. نتایج بدست آمده نشان می دهد که این روش از حیث نزدیکی به نقطه بهینه، به مراتب بهتر و دقیق تر از سایر روش ها ارائه شده می باشد.

جدول ۲-۵: داده های واحدهای تولیدی

Unit No.	P_{max} (MW)	P_{min} (MW)	a (\$)	b (\$/MWh)	c (\$/MWh ²)	MU (h)	MD (h)	Init. St	σ	δ	τ
1	455	150	1000	16.19	0.00048	5	5	8	4500	4500	4
2	455	150	970	17.26	0.00031	5	5	8	5000	5000	4
3	130	20	700	16.6	0.00200	2	2	-5	550	550	2
4	130	20	680	16.5	0.00211	2	2	-5	560	560	2
5	162	25	450	19.7	0.00398	2	2	-6	900	900	2
6	80	20	370	22.26	0.00712	2	2	-3	170	170	2
7	85	25	480	27.74	0.00790	1	1	-3	260	260	2
8	55	10	660	25.92	0.00413	0	0	-1	30	30	1
9	55	10	665	27.27	0.00222	0	0	-1	30	30	1
10	55	10	670	27.79	0.00173	0	0	-1	30	30	1

جدول ۳-۵: داده های بار ساعتی

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

ساعت	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
بار (MW)	700	750	850	950	1000	1100	1150	1200	1300	1400	1450	1500
ساعت	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
بار (MW)	1400	1300	1200	1050	1000	1100	1200	1400	1300	1100	900	800

جدول ۴-۵: حل مساله UC با روش پیشنهادی مقاله

ساعت	واحد تولید										Cost(\$)	Load	St. Cost(\$)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	455	245	0	0	0	0	0	0	0	0	13683	700	0
2	455	295	0	0	0	0	0	0	0	0	14554	750	0
3	455	395	0	0	0	0	0	0	0	0	16302	850	0
4	455	365	0	130	0	0	0	0	0	0	18638	950	1109.7
5	455	391.23	0	129.57	0	24.2	0	0	0	0	20002	1000	334.87
6	455	455	86.714	83.286	0	20	0	0	0	0	22395	1100	1096.3
7	443.12	428.5	129.44	128.94	0	20	0	0	0	0	23234	1150	0
8	455	455	130	84.684	0	50.302	25.014	0	0	0	25024	1200	518.25
9	455	455	130	113.44	124.68	21.88	0	0	0	0	26653	1300	1799.2
10	455	455	130	130	162	43	25	0	0	0	29370	1400	362.3
11	455	455	130	130	162	80	25	13	0	0	31224	1450	59.999
12	455	455	130	130	162	80	25	41.547	0	21.453	33237	1500	60
13	455	455	130	130	162	42.48	25.52	0	0	0	29373	1400	0
14	455	455	130	130	110	20	0	0	0	0	26589	1300	0
15	455	455	130	0	140	20	0	0	0	0	24349	1200	0
16	455	455	115	0	25	0	0	0	0	0	20934	1050	0
17	455	389.97	130	0	25.03	0	0	0	0	0	20051	1000	0
18	455	455	130	0	60	0	0	0	0	0	21891	1100	0
19	455	455	130	0	140	20	0	0	0	0	24349	1200	302.07
20	455	455	130	130	162	43	25	0	0	0	29370	1400	1581.1
21	454.96	454.23	95.7	130	144.89	20.22	0	0	0	0	26718	1300	0
22	455	455	0	130	60	0	0	0	0	0	21860	1100	0
23	455	420	0	0	25	0	0	0	0	0	17685	900	0
24	455	345	0	0	0	0	0	0	0	0	15427	800	0
560140\$											کل هزینه		

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

منابع و مآخذ

- 1- Jian Zhang , Adam Dy'ško , John O'Reilly , William E. Leithead , " Modelling and performance of fixed-speed induction generators in power system oscillation stability studies" , Electric Power Systems Research 78 (2008) 1416–1424 .
- ۲- جاوید خراسانی ، علی اکبر قره ویسی . " روش هوشمند جدیدی برای حل مساله ی در مدار قرار دادن ژنراتورها" . بیست و سومین کنفرانس بین المللی برق، تهران ، آبان ۸۷ .
- ۳- احد کاظمی، حسن مقبلی. " کنترل و توزیع توان راکتیو بین ژنراتورهای القایی با تغذیه دوگانه در یک نیروگاه بادی، به روش فازی - عصبی " دانشگاه علم و صنعت ایران .
- ۴- حمید لسانی ، وحید مرتضی پور ، علیرضا عباس زاده ، ایمان احمدی جنیدی. " بررسی سرعت و زمان رفع خطای بحرانی در ژنراتورهای القایی دوسو تغذیه". بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق، تهران ، آبان ۸۸ .
- ۵- میترا حاجی علی مددی ، مینا سراجیان "الگوریتم های ژنتیک" ، دانشجوی فناوری اطلاعات IT ، مرکز تحصیلات تکمیلی در علوم پایه زنجان .
- ۶- پایگاه اطلاع رسانی خدمات مهندسی و صنایع برق ، www.sabainfo.ir
- ۷- آموزش الگوریتم بهینه سازی ، دپارتمان آموزش هوشمند متلب سایت .
- ۸- ماشین های الکتریکی ، استفن . جی . چاپمن .