دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش قدرت

عنوان:شبیه سازی ژنراتور سنکرون و پیاده سازی کنترل فازی بر روی آن

استاد راهنما:دکتر ابوالفضل جلیلوند

نگارش:مهرداد قدوسی

تیر ماه ۸۸

فهرست: صفحه

۱- ماشین سنکرون..... ۱

۱-۱- مقدمه..... ۱

۱-۲-کاربرد موتور سنکرون..... ۱

۱-۳- سیر تکاملی ژنراتور سنکرون..... ۳

۱-۴- اصول کار ماشین سنکرون..... ۱۲

۱-۴-۱- روش های تغذیه جریان تحریک روتور..... ۱۳

۱-۴-۲- مدار معادل ژنراتور سنکرون..... ۱۴

۱-۴-۳-دیاگرام فازور..... ۱۵

۱-۴-۴-توان و گشتاور در ژنراتور سنکرون..... ۱۶

۱-۴-۵-بدست آوردن رابطه توان با δ..... ۱۷

۱-۴-۶ - اثرات تغییر بار روی ژنراتور سنکرون..... ۱۸

۱-۴-۷ – منحنی قابلیت ژنراتور سنکرون..... ۲۰

۱-۴- ۸- مقادیر نامی در ژنراتور سنکرون..... ۲۱

۱-۵ - ژنراتور سنکرون قطب برجسته..... ۲۱

۱-۵- ۱- معادلات گشتاور و قدرت برای ماشین های با قطب برجسته..... ۲۳

۱-۶- نتیجه گیری..... ۲۵

۲- منطق فازی..... ۲۶

۲-۱- مقدمه ۲۶
۲-۱-۱- کجا اتومبیل خود را پارک می‌کنید؟..... ۲۶
۲-۱-۲-دنیای فازی..... ۲۷
۲-۱-۳- مجموعه‌های فازی..... ۲۸
۲-۱-۴-منطق فازی چگونه به‌کار گرفته می‌شود؟..... ۲۹
۱-۲-۵-تفاوت میان نظریه احتمالات و منطق فازی..... ۳۱
۲-۲-کاربردهای منطق فازی..... ۳۳
۲-۳- منطق فازی و هوش مصنوعی..... ۳۳
۲-۴- منطق فازی..... ۳۴
۲-۴-۱-روش های مشخص کردن مجموعه ها..... ۳۵
۲-۴-۲-مجموعه های فازی و توابع عضویت..... ۳۵
۳-۴-۲-تعامد مجموعه های فازی..... ۳۹
۴-۴-۲-کامل بودن مجموعه فازی..... ۴۰
۴-۲-۵- شکل توابع عضویت..... ۴۰
۲-۴-۶-عملگرهای فازی..... ۴۲
۷-۴-۲-مکمل فازی تعمیم یافته..... ۴۳
۸-۴-۲- انواع مکمل های فازی..... ۴۳
۲-۴-۹-تعمیم مفاهیم اجتماع واشتراک از مجموعه های معمولی به فازی..... ۴۵

۲-۴-۹-۱-مثال هایی از *T-norm*.....۴۶

۲-۴-۱۰- اجتماع مجموعه های فازی.....۴۷

۲-۴-۱۰-۱-مثال هایی از *S-norm*.....۴۷

۱۱-۴-۲-رابطه فازی.....۴۸

۱۲-۴-۲-رابطه فازی بین چند مجموعه فازی.....۴۸

۱۳-٤-۲-قواعد فازی.....۴۸

۲-۴-۱۳-۱- قواعد فازی چندگانه.....۴۹

۱۴-۴-۲- مراحل استنتاج فازی.....۴۹

۱۵-۴-۲-تقسیم بندی فازی فضای ورودی.....۴۹

۱۶-۴-۲-موتور استنتاج فازی.....۵۰

۲-۵-انواع سیستم های فازی.....۵۰

۲-۶- روش های مختلف فازی زدایی.....۵۱

۲-۷- خروجی در مدل *TSK* ۵۳

۲-۸- مدل فازی *Tsukamoto*:.....۵۴

۲-۹- مدل سازی فازی.....۵۴

۲-۹-۱-مراحل مدل سازی فازی.....۵۴

۲-۲-۹- طراحی مدل فازی به وسیله ی داده های ورودی-خروجی.....۵۴

۲-۹-۲-۱-طرح ابتدایی مدل فازی COG با تقسیم مدرج.....۵۴

۲-۹-۲-۲- طراحی مدل فازی با تقسیم پراکنده.....۵۶

۲-۱۰-روش های طراحی.....۵۶

۲-۱۱-نتیجه گیری.....۵۷

۳-ژنراتور سنکرون هوشمند.....۶۰

۳-۱-مقدمه.....۵۸

۳-۲-ساختن مدار با کتابخانه *powerlib*.....۵۹

۳-۳-هماهنگ کردن مدار با *Simulink*:.....۶۲

۳-۴-شبیه سازی مدار.....۶۲

۳-۵-تحلیل پایدار.....۶۲

۳-۶-تحلیل فرکانسی.....۶۵

۳-۷-بدست آوردن امپدانس متقابل فرکانسی از مدل فضای حالت.....۶۵

۳-۸-پیاده سازی منطق فازی.....۶۶

۳-۹-پیاده سازی کنترل فازی روی ژنراتور سنکرون شبیه سازی شده.....۶۷

۳-۹-۱-کنترلر *P*:.....۶۹

۳-۹-۲-کنترلر *PD*:.....۷۳

۳-۱۱-نتیجه گیری.....۷۷

۴- مراجع.....۷۹

چکیده:

انسان همواره در تلاش است تا کنترل ابزار و سیستم ها را به خود آن ها واگذار کند. از اینرو مطرح شدن روشی به منظور رسیدن به این هدف از استقبال خوبی برخوردار خواهد بود. البته باید در نظر داشت که این عمل موقعی مطلوب خواهد بود که نتیجه ای حتی بهتر از کنترل سیستم توسط انسان را در بر داشته باشد.

برای کنترل سیستم هایی مانند ژنراتور که نوعا سیستم هایی بد رفتار بوده و با تغییرات مخالفت می کنند استفاده از کنترلری که توانایی ایجاد خروجی مطلوب برای این سیستم ها را داشته باشد مد نظر است. کنترل فازی به دلیل منعطف بودن و همچنین پیاده سازی راحتتر از امتیاز بالاتری برای کنترل اینگونه سیستم ها برخوردار است.

در این پایان نامه سعی بر این بوده است تا با استفاده از منطق فازی که ثمره تجربه انسان برای کنترل سیستمهاست به یک ژنراتور از نوع سنکرون که به تنهایی کار می کند نوعی قدرت تصمیم گیری داده شود تا بتواند به ازای تغییرات بار ناگهانی فرکانس و ولتاژ تولیدی خود را در حد قابل قبولی حفظ کند.

۱- ماشین سنکرون:

۱-۱- مقدمه:

موتورهای جریان متناوب[1] به دو دسته موتورهای سنکرون و موتورهای آسنکرون تقسیم می شوند که موتورهای آسنکرون به علت نداشتن کلکتور و سادگی ساختمان آن بیشتر از موتور سنکرون متداول است.

مزایای موتور سنکرون عبارتند از:۱-این موتور دارای ضریب قدرت مناسب و قابل تنظیم است.۲- بازده عالی دارد. ۳- در مقابل نوسان ولتاژ حساسیت ندارد.۴- امکان بکار بردن آن به طور مستقیم با ولتاژ زیاد وجود دارد. ۵- با تحریک مناسب هیچگونه قدرت راکتیو مصرف نمیکند و فقط قدرت اکتیو مناسب می گیرد.۶- از این موتور می توان به عنوان مولد قدرت راکتیو برای بالا بردن ضریب قدرت خط استفاده کرد.

معایب موتور سنکرون عبارتند از:۱- یک وسیله راه اندازی اولیه که موتور کمکی و غیره می باشد احتیاج دارد.۲- علاوه بر جریان متناوب برای سیم پیچ استاتور، جریان دائم برای قطبهای آن هم مورد احتیاج است در نتیجه قیمت ماشین را نسبت به مشابه خود بالا می برد.۳- سرعت آن ثابت است در نتیجه قابل تنظیم نیست. ۴- نداشتن تحمل اضافه بار(در صورتیکه خیلی زیادتر از حد مجاز به آن بار دهند می ایستد و دوباره بایستی آنرا راه اندازی کرد.)[۵]

۱-۲-کاربرد موتور سنکرون:

به خاطر راه اندازی مشکل موتور سنکرون ، مورد استفاده آن محدود است.

به خاطر سرعت ثابت آن، در مواردیکه دور ثابت نیاز باشد، استفاده می شود. در وسایل دقیق مانند ساعتهای الکتریکی و گرام و ...

کاربرد مهم موتور سنکرون ، برای اصلاح ضریب توان[2] است. بار روی آن قرار نداده یعنی موتور بدون بار کار می کند در این حالت موتور سنکرون را خازن سنکرون گویند.

۱-AC

۲-cosφ

ماشینهای سنکرون به دو دسته تقسیم می شود:

الف) ژنراتور سنکرون یا آلترناتور

ب) موتور سنکرون

البته نوعی ماشین سنکرون به نام «کمپانستور[۳]» یا اصلاح کننده ضریب توان نیز در صنایع موجود است. این ماشینها نیز از دو قسمت تشکیل شده است که قسمت متحرک این ماشینها را «روتور» و قسمت ساکن آنها را «استاتور» می گویند. رتور ماشینهای سنکرون از لحاظ ساختمان دو دسته است. ماشینهای سنکرون با قطب صاف و ماشینهای با قطب برجسته، و همچنین ماشینهای سنکرون - بسته به آنکه نوع وسیله گرداننده روتور آنها چه توربینی باشد - به این صورت تقسیم می شود:

۱) توربو ژنراتور:در این وسیله، گرداننده روتور توربین بخار است و چون توربین بخار جزء ماشینهای تند گرد است. بنابر این، توربو ژنراتور قطبهای صاف دارد و این ماشین توانایی ایجاد دورهای بسیار بالا را در قدرتهای زیاد دارد. امروزه، اغلب توربو ژنراتورها را دو قطبی می سازند، چون با افزایش سرعت گردش کار توربینهای بخار با صرفه تر و ارزانتر تمام می شود.

۲) هیدرو ژنراتور:در این وسیله، گرداننده رتور توربین آبی است و چون توربین آبی دارای دور کم است، بنابر این هیدرو ژنراتور دارای قطب برجسته بوده و دارای سرعت کم است.

۳) دیزل ژنراتور:در قدرتهای کوچک و اضطراری، وسیله گرداننده رتور دیزل است که در این مورد هم قطبهای روتور آن قطب برجسته است. مولدهای متناوب یا آلترناتورها درست مثل مولدهای مستقیم[۴] بر اساس القای الکترومغناطیسی کار می کنند، آنها نیز شامل سیم پیچ آرمیچر و میدانی مغناطیسی است. با این همه، اختلاف مهمی بین این دو وجود دارد؛ در حالی که در ژنراتورهای مستقیم آرمیچر چرخیده می شود و سامانه میدان ثابت است، در آلترناتورها آرایش عکس وجود دارد.

هر موتور سنکرون از نظر الکتریکی مشابه آلترناتور یا ژنراتور متناوب است . در حقیقت، به طور نظری هر ماشین سنکرون را می توان به جای آلترناتور استفاده کرد که به طور مکانیکی راه اندازی شده است، و یا به عنوان موتوری استفاده کرد که به صورت الکتریکی راه اندازی شده باشد. بیشتر موتورهای سنکرون

۳- compensator

۴-dc

دارای مقدار نامی ۱۵۰ کیلووات تا ۱۵ مگاوات بود و دارای محدوده سرعتی ۱۵۰ تا ۱۸۰۰ دور بر دقیقه[۵] کار می کنند .بعضی از ویژگیهای جالب توجه در هر موتور سنکرون عبارت است از:

۱- هم در سرعت سنکرون کار می کند و هم کار نمی کند، یعنی در حال کار سرعت را ثابت نگه می دارد. تنها روش برای تغییر سرعت آن تغییر دادن در شیوه تغذیه است.

۲- ذاتاً خود راه انداز نبوده و مجبور است تا سرعت سنکرون با استفاده از وسیله خاص تا رسیدن به حالت سنکرون به حرکت درآید.

۳- توانایی عمل کردن در محدوده وسیعی از ضریب قدرتهای پس فاز و پیش فاز را دارد، پس ممکن است برای مقاصد تصحیح توان و نیز برای تغذیه گشتاور و راه اندازی بارها استفاده گردد

زمانی که استاتور را به شبکه وصل می کنیم، میدان گردان بوجود می آید که با سرعت سنکرون می چرخد. روتور این موتورها نیز سیم پیچی شده است که توسط منبع مستقیم تغذیه می شود. روتور نیز میدان مغناطیسی ثابتی ایجاد می کند. برای راه اندازی موتور سنکرون، ابتدا روتور را به سرعت سنکرون می رسانیم و بعد جریان استاتور را وصل می کنیم. در این صورت، قفل مغناطیسی به وجود می آید و موتور پس از قطع محرک اولیه، با سرعت سنکرون می چرخد.

میدان دوار:شرط بوجود آمدن میدان دوار یا حوزه مغناطیس دوار، وجود اختلاف فاز زمانی و مکانی ۱۲۰ درجه سیم پیچها در داخل استاتور است.

ماشین سنکرون همواره یکی از مهمترین عناصر شبکه قدرت بوده و نقش کلیدی در تولید انرژی الکتریکی و کاربردهای خاص دیگر ایفاء کرده است.

۱-۳- سیر تکاملی ژنراتور سنکرون:

ژنراتور سنکرون تاریخچه ای بیش از صد سال دارد. اولین تحولات ژنراتور سنکرون در دهه ۱۸۸۰ رخ داد. در نمونه های اولیه مانند ماشین جریان مستقیم، روی آرمیچر گردان یک یا دو جفت سیم پیچ وجود داشت که انتهای آنها به حلقه های لغزان متصل می شد و قطبهای ثابت روی استاتور، میدان تحریک را تامین می کردند. به این طرح اصطلاحاً قطب خارجی می گفتند. در سالهای بعد نمونه دیگری که در آن محل قرار گرفتن میدان و آرمیچر جابجا شده بود مورد توجه قرار گرفت. این نمونه که شکل اولیه ژنراتور سنکرون بود، تحت عنوان ژنراتور قطب داخلی شناخته و جایگاه مناسبی در صنعت برق پیدا

۵-RPM

کرد. شکلهای مختلفی از قطبهای مغناطیسی و سیم پیچهای میدان روی رتور استفاده شد، در حالی که سیم پیچی استاتور، تکفاز یا سه فاز بود. محققان بزودی دریافتند که حالت بهینه از ترکیب سه جریان متناوب با اختلاف فاز نسبت به هم بدست می آید. استاتور از سه جفت سیم پیچ تشکیل شده بود که در یک طرف به نقطه اتصال ستاره و در طرف دیگر به خط انتقال متصل بودند.

هاسلواندر اولین ژنراتور سنکرون سه فاز را در سال ۱۸۸۷ ساخت که توانی در حدود ۸/۲ کیلووات را در سرعت ۹۶۰ دور بر دقیقه (فرکانس ۳۲ هرتز) تولید می کرد. این ماشین دارای آرمیچر سه فاز ثابت و رتور سیم پیچی شده چهار قطبی بود که میدان تحریک لازم را تامین می کرد. این ژنراتور برای تامین بارهای محلی مورد استفاده قرار می گرفت.

در سال ۱۸۹۱ برای اولین بار ترکیب ژنراتور و خط بلند انتقال به منظور تامین بارهای دوردست با موفقیت تست شد. انرژی الکتریکی تولیدی این ژنراتور توسط یک خط انتقال سه فاز از لافن به نمایشگاه بینالمللی فرانکفورت در فاصله ۱۷۵ کیلومتری منتقل می شد. ولتاژ فاز به فاز ۹۵ ولت، جریان فاز ۱۴۰۰ آمپر و فرکانس نامی ۴۰ هرتز بود. رتور این ژنراتور که برای سرعت ۱۵۰ دور بر دقیقه طراحی شده بود، ۳۲ قطب داشت. قطر آن ۱۷۵۲ میلیمتر و طول موثر آن ۳۸۰ میلیمتر بود. جریان تحریک توسط یک ماشین جریان مستقیم تامین می شد. استاتور آن ۹۶ شیار داشت که در هر شیار یک میله مسی به قطر ۲۹ میلیمتر قرار می گرفت. از آنجا که اثر پوستی تا آن زمان شناخته نشده بود، سیم پیچی استاتور متشکل از یک میله برای هر قطب/فاز بود. بازده این ژنراتور ۹۶٪ بود که در مقایسه با تکنولوژی آن زمان بسیار عالی می نمود. طراحی و ساخت این ژنراتور را چارلز براون انجام داد.

در آغاز، اکثر ژنراتورهای سنکرون برای اتصال به توربینهای آبی طراحی می شدند، اما بعد از ساخت توربینهای بخار قدرتمند، نیاز به توربوژنراتورهای سازگار با سرعت بالا احساس شد. در پاسخ به این نیاز اولین توربورتور در یکی از زمینه های مهم در بحث ژنراتورهای سنکرون، سیستم عایقی است. مواد عایقی اولیه مورد استفاده مواد طبیعی مانند فیبرها، سلولز، ابریشم، کتان، پشم و دیگر الیاف طبیعی بودند. همچنین رزینهای طبیعی بدست آمده از گیاهان و ترکیبات نفت خام برای ساخت مواد عایقی مورد استفاده قرارمی گرفتند. در سال ۱۹۰۸ تحقیقات روی عایقهای مصنوعی توسط دکتر بایکلند آغاز شد. در طول جنگ جهانی اولی رزینهای آسفالتی که بیتومن نامیده میشدند، برای اولین بار همراه با قطعات میکا جهت عایق شیار در سیم پیچهای استاتور توربوژنراتورها مورد استفاده قرار گرفتند. این قطعات در هر دو طرف، با کاغذ سلولز مرغوب احاطه میشدند. در این روش سیمپیچهای استاتور ابتدا با نوارهای سلولز و سپس با دو لایه نوار کتان پوشیده می شدند. سیم پیچها در محفظهای حرارت می

دیدند و سپس تحت خلا قرار می گرفتند. بعد از چند ساعت عایق خشک و متخلخل حاصل می شد. سپس تحت خلا، حجم زیادی از قیر داغ روی سیم پیچها ریخته می شد. در ادامه محفظه با گاز نیتروژن خشک با فشار ۵۵۰ کیلو پاسکال پر و پس از چند ساعت گاز نیتروژن تخلیه و سیم پیچها در دمای محیط خنک و سفت می شدند. این فرآیند وی پی آی نامیده می شد.

در اواخر دهه ۱۹۴۰ کمپانی جنرال الکتریک به منظور بهبود سیستم عایق سیم پیچی استاتور ترکیبات اپوکسی را برگزید. در نتیجه این تحقیقات، یک سیستم به اصطلاح رزین ریچ عرضه شد که در آن رزین در نوارها و یا وارنیش مورد استفاده بین لایه ها قرار می گرفت.

در دهه های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ همراه با افزایش ظرفیت ژنراتورها و در نتیجه افزایش استرسهای حرارتی، تعداد خطاهای عایقی به طرز چشمگیری افزایش یافت. پس از بررسی مشخص شد علت اکثر این خطاها بروز پدیده جدا شدن نوار یا ترک خوردن آن است. این پدیده به علت انبساط و انقباض ناهماهنگ هادی مسی و هسته آهنی به وجود می آمد. برای حل این مشکل بعد از جنگ جهانی دوم محققان شرکت وستینگهاوس کار آزمایشگاهی را بر روی پلیسترهای جدید آغاز کرده و سیستمی با نام تجاری ترمالاستیک عرضه کردند.

نسل بعدی عایقها که در نیمه اول دهه ۱۹۵۰ مورد استفاده قرار گرفتند، کاغذهای فایبرگلاس بودند. در ادامه در سال ۱۹۵۵ یک نوع عایق مقاوم در برابر تخلیه جزیی از ترکیب ۵۰ درصد رشتههای فایبرگلاس و ۵۰ درصد رشته های پت[۶] بدست آمد که روی هادی پوشانده می شد و سپس با حرارت دادن در کوره های مخصوص، پت ذوب شده و روی فایبرگلاس را می پوشاند. این عایق بسته به نیاز به صورت یک یا چند لایه مورد استفاده قرار می گرفت. عایق مذکور با نام عمومی پلیگلاس و نام تجاری داگلاس وارد بازار شد.

مهمترین استرسهای وارد بر عایق استرسهای حرارتی است. بنابراین سیستمهای عایقی همواره در ارتباط تنگاتنگ با سیستمهای خنکسازی بوده اند. خنکسازی در ژنراتورهای اولیه توسط هوا انجام می گرفت. بهترین نتیجه بدست آمده با این روش خنکسازی یک ژنراتور ۲۰۰ مگاولت آمپر با سرعت ۱۸۰۰ دور بر دقیقه بود که در سال ۱۹۳۲ در منطقه بروکلین نیویورک نصب شد. اما با افزایش ظرفیت ژنراتورها نیاز به سیستم خنکسازی موثرتری احساس شد. ایده خنکسازی با هیدروژن اولین بار در سال ۱۹۱۵ توسط ماکس شولر مطرح شد. تلاش او برای ساخت چنین سیستمی از ۱۹۲۸ آغاز و در سال ۱۹۳۶ با ساخت اولین نمونه با سرعت ۳۶۰۰ دور بر دقیقه به نتیجه رسید. در سال ۱۹۳۷ جنرال الکتریک اولین

۶-PET

توربوژنراتور تجاری خنک شونده با هیدروژن را روانه بازار کرد. این تکنولوژی در اروپا بعد از سال ۱۹۴۵ رایج شد. در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ روشهای مختلف خنکسازی مستقیم مانند خنکسازی سیم پیچ استاتور با گاز، روغن و آب پا به عرصه ظهور گذاشتند تا آنجا که در اواسط دهه ۱۹۶۰ اغلب ژنراتورهای بزرگ با آب خنک می شدند. ظهور تکنولوژی خنکسازی مستقیم موجب افزایش ظرفیت ژنراتورها به میزان ۱۵۰۰ مگاولت آمپر شد.

یکی از تحولات برجستهای که در دهه ۱۹۶۰ به وقوع پیوست تولید اولین ماده ابررسانای تجاری یعنی نیوبیوم- تیتانیوم بود که در دهه های بعدی بسیار مورد توجه قرار گرفت.

در دهه ۱۹۷۰ تحول مهمی در فرآیند عایق کاری ژنراتور رخ داد. قبل از سال ۱۹۷۵ اغلب عایقها را توسط رزینهای محلول در ترکیبات آلی فرار اشباع می کردند. در این فرآیند، ترکیبات مذکور تبخیر و در جو منتشر میشد. با توجه به وضع قوانین زیست محیطی و آغاز نهضت سبز در اوایل دهه ۱۹۷۰، محدودیتهای شدیدی بر میزان انتشار این مواد اعمال شد که حذف آنها را از این فرآیند در پی داشت. در نتیجه استفاده از مواد سازگار با محیط زیست در تولید و تعمیر ماشینهای الکتریکی مورد توجه قرار گرفت. استفاده از رزینهای با پایه آبی یکی از اولین پیشنهاداتی بود که مطرح شد، اما یک راهحل جامعتر که امروزه نیز مرسوم است، کاربرد چسبهای جامد بود. در همین راستا تولید نوارهای میکای رزین ریچ بدون حلال نیز توسعه یافت.

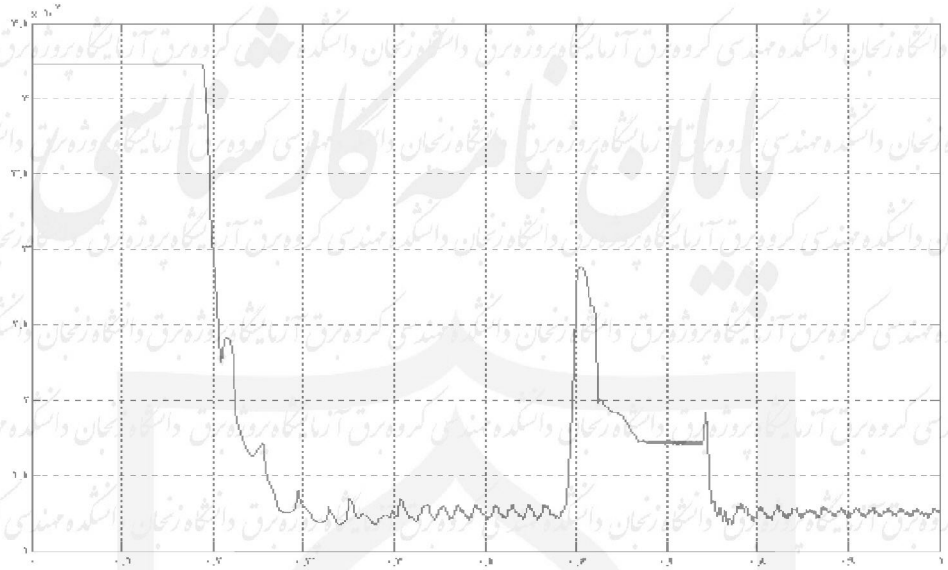
از دیگر پیشرفتهای مهم این دهه ظهور ژنراتورهای ابررسانا بود. یک ماشین ابررسانا عموماً از یک سیم پیچ میدان ابررسانا و یک سیم پیچ آرمیچر مسی تشکیل شده است. هسته رتور عموماً آهنی نیست، چرا که آهن به دلیل شدت بالای میدان تولیدی توسط سیم پیچی میدان اشباع می شود. فقط در یوغ استاتور از آهن مغناطیسی استفاده می شود تا به عنوان شیلد و همچنین منتقل کننده شار بین قطبها عمل کند. عدم استفاده از آهن، موجب کاهش راکتانس سنکرون (به حدود ۵/۰ -۳/۰ پریونیت)در این ماشینها شده که طبعاً موجب پایداری دینامیکی بهتر می شود. همانطور که اشاره شد، اولین ماده ابررسانای تجاری نیوبیوم- تیتانیوم بود که تا دمای ۵ درجه کلوین خاصیت ابررسانایی داشت. البته در دهه های بعد پیشرفت این صنعت به معرفی مواد ابررسانایی با دمای عملکرد ۱۱۰ درجه کلوین انجامید. براین اساس مواد ابررسانا را به دو گروه دما پایین مانند نیوبیوم تیتانیوم و دما بالا تقسیم می کنند. از اوایل دهه ۱۹۷۰ تحقیقات بر روی ژنراتورهای ابررسانا با استفاده از هادی های دما پایین آغاز شد. در این دهه کمپانی وستینگهاوس تحقیقات برای ساخت یک نمونه دوقطبی را با استفاده هادی های دماپایین آغاز کرد. نتیجه این پروژه ساخت و تست یک ژنراتور ۵ مگاولت آمپر در سال ۱۹۷۲ بود.

دانشجویان محترم:

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

دلیل منفی شدن ولتاژ کاهش شار پسماند موجود در هسته ژنراتور جهت کنترل ولتاژ است.

و برای گشتاور اعمالی به ژنراتور:



شکل۳-۱۹ گشتاور اعمالی به ژنراتور پس از اعمال کنترلر تناسبی-مشتق گیر

مشاهده می شود که تغییر هریک از پارامترها روی هر دوی کنترلرها تاثیر می گذارد. بنابراین تنها راه کنترل ژنراتور به منظور هوشمند کردن واکنش های آن هنگام تغییرات بار کار موازی کنترلرهای گشتاور و میدان تحریک است.

۳-۱۱-نتیجه گیری:

کنترل فازی علیرغم چهره پیچیده و انتزاعی آن در واقع نوعی آموزش به حساب می آید. می توان گفت هر انسانی نوعی سیستم با کنترلر فازی است که با استفاده از یادگیری روز به روز کنترلر کاملتری ایجاد می کند که خروجی آن مطلوبتر باشد.

همانگونه که مشاهده شد کنترلر های طراحی شده دارای قواعد فازی کم و همگی دارای وزن ۱ بودند، اما می توان با استفاده از قواعد بیشتر و همچنین دادن وزن های متنوع به قواعد، زمان رسیدن به حالت پایدار را بیشتر کاهش داد.

همچنین همانگونه که مشاهده شد کنترلرها نیز دارای گین بودند که در مدل P باعث کاهش زمان رسیدن به پایداری می شود و در مدل PD نیز فراجهش[۶۵] و t_s را کاهش می دهد.

۶۵-overshoot

۴- مراجع:

[۱] فیض، جواد، اصول ماشینهای الکتریکی، چاپ پنجم، تبریز، دانشگاه تبریز،۱۳۸۴

[۲] لسانی، حمید، ماشین های الکتریکی (تئوری، عملکرد و کاربردها)، تهران، نشر قائم، ۱۳۸۶

[۳] عابدی، مهرداد، اصول ماشینهای الکتریکی با کاربردهائی از الکترونیک قدرت، تهران، نشر دماوند،۱۳۷۰

[۴] سالمی، محمدحسین، ماشینهای الکتریکی، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۲

[۵] قهرمان، محمد، ماشینهای الکتریکی، تهران، نشر نما،۱۳۸۱

[۶] تشنه‌لب، محمد، سیستم‌های فازی و کنترل فازی، چاپ پنجم، تهران، دانشگاه خواجه‌نصیرالدین طوسی، ۱۳۷۸

[۷] Yen, John, Fuzzy logic: intelligence, control, and information, Prentice Hall, ۱۹۹۹

[۸] Ross, Timothy J, Fuzzy logic engineering applications, McGraw-Hill, ۱۹۹۵