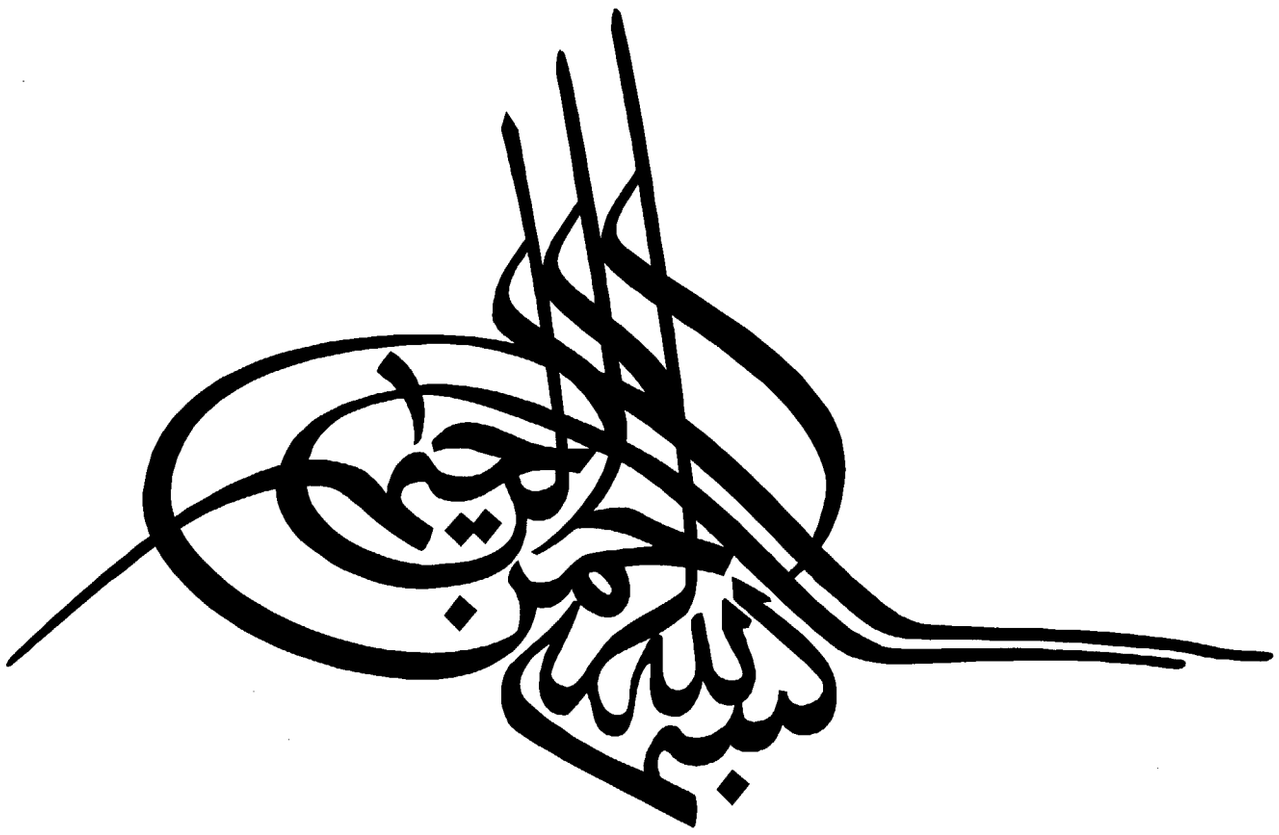

٤٠٨٦١

017349

۱۳۸۱ /۲/ ۱۰

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

جابجایی بهینه خازن در شبکه‌های فوق توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک

علیرضا محبعلی زاده

استاد راهنما:

دکتر محمودرضا حقی فام

استاد مشاور:

دکتر غلامرضا خوش خلق

زمستان ۷۹

۴۰۸۶۱

۴۰۸۶۱

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای **علیرضا محبعلی‌زاده** پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **جایابی بهینه خازن در شبکه‌های فوق توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک** در تاریخ **۷۹/۱۲/۲۳** ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق باگرایش قدرت پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنمـــا :	آقای دکتر حقی‌فام	
۲ـ استاد مشـــاور :	آقای دکتر خوش‌خلق	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر یزدیان	
	آقای دکتر گلکار	
۴ـ مدیـــر گـــروه :	آقای دکتر پارسامقدم	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان ... تایید می‌شود

امضای استاد راهنما:

بسمه تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ برق - قدرت است که در سال ۷۹ در دانشکدهٔ فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر حقی نام ، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر محسن خلق و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ——— از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب علیرضا محبعلی زاده دانشجوی رشته برق - قدرت مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

علیرضا محبعلی زاده

نام و نام‌خانوادگی: [signature]

تاریخ و امضا: ۸۰/۱/۲۵

سپاس و قدردانی

ضمن سپاس بیکران خداوند متعال، از زحمات استاد عالی قدر خود جناب آقای دکتر حقی فام که در انجام این تحقیق مرا صمیمانه یاری فرموده اند و در تمام مراحل تحقیق وقت گرانبهای خود را بصورت کامل در اختیار من قرار دادند تشکر و قدردانی می کنم همچنین از زحمات استاد گرامی آقای دکتر خوش خلق مدیر عامل محترم شرکت برق منطقه ای هرمزگان که در جمع آوری اطلاعات شبکه هرمزگان ما را صمیمانه یاری نمودند و همچنین پرسنل محترم شرکت برق منطقه ای هرمزگان که ما را در جمع آوری اطلاعات شبکه یاری کردند کمال تشکر را دارم.

چکیده

جایابی بهینه توان راکتیو در شبکه های فوق توزیع یکی از مسایل مهم در طراحی مهندسی برق می باشد. در این پایان نامه یک روش موثر برای جایابی بهینه خازن در شبکه های فوق توزیع بر اساس الگوریتم ژنتیک ارایه شده است. در این روش برای تغییرات بار در طول زمان، برای چندین سطح بار خازن گذاری انجام می شود که بدین منظور الگوریتم ژنتیک توسعه داده شده است. از طرفی در این پایان نامه برای تابع هدف، بار بصورت مقادیر فازی در نظر گرفته شده و پخش بار بصورت فازی انجام می شود. و در نهایت برنامه تهیه شده برای یک شبکه نمونه و همچنین یک شبکه واقعی اجرا شده و جوابهای کاملا رضایت بخشی بدست آمده است.

کلید واژه: الگوریتم ژنتیک، جایابی بهینه، توان راکتیو، پخش بار فازی.

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول

۱-۱- مقدمه ۲

فصل دوم

کنترل توان راکتیو ۶

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- جایابی خازن بر روی فیدر توزیع شعاعی بدون شاخه فرعی (حالت خاص) ۸

۲-۳- بررسی روشهای غیرخطی ۱۱

۲-۳-۱- روش حل بر اساس سطوح برابر ۱۲

۲-۴- روشهای مبتنی بر جستجو و روشهای ابتکاری ۱۵

۲-۴-۱- روش جستجوی ابتکاری ۱۷

۲-۴-۲- روش جستجوی تابو TS ۲۰

۲-۴-۳- روش گرادیان برداری ۲۷

۲-۵- روش منطق فازی ۳۰

۲-۶- روش آبکاری فولاد ۳۱

۲-۷- الگوریتم ژنتیک ۳۵

۲-۸- بیان چند تابع هدف ۳۶

فصل سوم

روش پیشنهادی ۴۲

۳-۱- مقدمه ۴۳

عنوان **صفحه**

۲-۳- سطوح بار ۴۴

۳-۳- بار فازی و پخش بار فازی ۴۶

۴-۳- الگوریتم ژنتیک ۵۱

۵-۳- تابع هزینه ۵۸

۶-۳- جداول کلیدزنی ۶۲

۷-۳- بهترین سطح بار ۶۲

۸-۳- الگوریتم نهایی ۶۴

فصل چهارم

نتایج عددی ۶۶

۱-۴- مقدمه ۶۷

۲-۴- شبکه ۲۳ باس نمونه ۶۷

۳-۴- شبکه هرمزگان ۷۵

۴-۴- شبکه هرمزگان با تغییر امپدانس خط ۸۳

۵-۴- شبکه هرمزگان با تغییر بار یک باس ۸۶

فصل پنجم

نتیجه گیری و پیشنهادها ۹۰

۱-۵- نتیجه گیری ۹۰

۲-۵- پیشنهادها ۹۳

منابع ۹۴

پیوستها ۹۷

عنوان **صفحه**

پیوست ۱ - تئوری مجموعه های فازی ۹۸

پیوست ۲ - الگوریتم ژنتیک ۱۰۴

پیوست ۳ - نرم افزار ۱۱۱

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

در عمل تمام تجهیزات یک سیستم قدرت برای ولتاژ مشخصی یعنی ولتاژ نامی طراحی می شـوند. اگر ولتاژ از مقدار نامی خود منحرف شود ممکن است باعث صدمه رساندن به تجـهیزات سیسـتم و یـا کاهش عمر آنها باشد. برای مثال گشتاور یک موتور القائی با توان دوم ولتـاژ ترمینالـهای آن متناسـب است و یا شار نوری یک لامپ مستقیماً با ولتاژ آن تغییر می کنـد. بنـابراین تثبیـت ولتـاژ نقـاط یـک سیستم قدرت کاملاً ضروری است. بدیهی است که کنترل ولتاژ و تثبیت ولتـاژ تمـام نقـاط سیسـتم از لحاظ اقتصادی عملی نمی باشد.

همچنین بنا به آمارهای موجود وزارت نیرو حدود دو سوم (۱۴ الـی ۱۵ درصـد تولیـد) از کـل تلفـات انرژی سیستم مربوط به سیستم توزیع می باشد. در حالیکه حـدود ۴ درصـد تلفـات انـرژی در شـبکه اصلی انتقال نیرو آنچنان جائی را برای مانور باقی نمی گذارند بلکه با توجه به مسـاحت زیـاد کشـور در مقایسه با اکثر کشورهای اروپائی می توان آنرا کم و بیش اجتناب ناپذیر تلقی نمود امـا در مقـابل ۱۰ الی ۱۱ درصد سهم تلفات انرژی در شبکه توزیع نیرو جای همه گونه مانور و بازی را دارد.

از طرفی خطوط انتقال با توجه به محدودیت در نوع کابل های انتخاب شده که در کشور فقط سه نـوع کابل (کرلو[۱] ـ کاناری[۲] ـ هاک[۳])موجود و قابل استفاده می باشد همچنین نوع برج های انتخـاب شـده که چند شرکت خاص طراحی های ثابتی دارند و همچنین محدودیت تعداد باندل هـا کـه (۲ و ۳ و ۴) می باشند، دارای ظرفیت محدودی می باشند از طرفی در مناطق مختلف با توجـه بـه شـرایط موجـود

---

[۱]- Cerlow

[۲]- Canary

[۳]- Howk

منطقه از سطح ولتاژ خاصی استفاده می شود بنابراین باید از ماکزیمم ظرفیت انتقالی خطوط انتقال برای انتقال توان اکتیو استفاده نمود.

جایابی و تعیین ظرفیت بهینه خازنهای موازی بمنظور کاهش تلفات توان و انرژی و بهبود پروفیل ولتاژ و استفاده از حداکثر ظرفیت انتقالی خطوط انتقال یکی از مسائل مرسوم در طراحی و کنترل سیستم های قدرت است که تا بحال تحقیقات وسیعی بر روی آنها صورت گرفته و روشهای گوناگونی در طی سالیان متمادی ارائه شده است.

اغلب اجزاء سیستم قدرت توان راکتیو مصرف می کنند همچنین اکثر بارهای الکتریکی موجود در شبکه های قدرت دارای مصرف توان راکتیو هستند از طرفی توان انتقالی شامل توان راکتیو نیز می باشد بنابراین مناسب است در محلی که مورد نیاز است آنرا تولید کنیم که در یک شبکه جبران سازی موازی بصورت خازنهای موازی در سیستم توزیع و راکتورهای موازی در سیستم انتقال مشاهده می شود . استفاده از خازنهای موازی پروفیل ولتاژ را بهبود بخشیده و تلفات سیستم را کاهش داده و از ظرفیت خطوط انتقال برای انتقال توان اکتیو بیشتری می توان استفاده نمود. خازنها با کاهش انتقال توان راکتیو خط از محل پست اصلی تا محل نصب خازن جریان خطوط را کاهش داده و در نتیجه تلفات را در مسیر جریان کاهش می دهند.

با بررسی مطالعات انجام شده ملاحظه می شود بیشتر کارهای اولیه با توجه به ملاحظات غیر واقعی (توزیع بار یکنواخت ، اندازه فیدر یکنواخت، بارهای ثابت ، یک سطح بار و . . .) هستند که فاقد جواب بهینه مناسبی می باشند.

با توجه به این موضوعات امروزه در حل مسائل گوناگون از جمله مسائل بهینه ساز ی که کاربرد زیادی در سیستم های قدرت دارند، سعی می شود از روش های ابتکاری و هوشمند برای حل اینگونه مسائل استفاده گردد. اخیراً محققین به فکر ایجاد یک ائتلاف مناسب از تکنیکهای ابتکاری و هوشمند در کنار روش های متداول برای حل بعضی مسائل افتاده اند. این عمل به منظور تقویت بهبود ولتاژ و

بهبود مدلهای ریاضی و روش های عددی صورت می گیرد. بعلاوه کارایی محاسبات نیز با انجام این عمل حفظ می شود. با توجه به عدم قطعیتی که در کارهای گوناگون وجود دارد منطق فازی در این گونه کارها کارایی مناسبی دارد و می تواند جوابهای بهتری را نسبت به حالت کلاسیک ارائه نماید. از مهمترین مسائلی که در جایابی خازنها وجود دارد فقدان داده های مناسب می باشد با توجه به این موضوع که همیشه عدم قطعیتی در پیش بینی و مدل سازی بار وجود دارد منطق فازی راهکار مناسبی برای حل مسئله مورد نظر می باشد. الگوریتم فازی یکی از روش های هوشمند است که بر اساس فازی سازی پارامترهایی که عدم قطعیت دارند عمل می کند.

اکثر روش هایی که بصورت موفقیت آمیز در سیستم های قدرت بکار رفته اند دارای مشکلاتی می باشند. اولاً این روش ها بعلت محدودیت های خود مجبور به در نظر گرفتن فرضیات زیادی برای تابع هدف مساله هستند. دومین مشکل به دام افتادن سیستم در یک جواب بهینه محلی است که این عمل به سادگی اتفاق می افتد. از آنجائی که مسئله جایابی خازنها یک مساله محدب ریاضی نیست بیشتر تکنیکهای مرسوم بجای یک نقطه بهینه کلی منحصر بفرد، بسمت یک نقطه بهینه محلی همگرا می شوند. اگر نقطه آغازین شرایط اولیه در نزدیکی نقطه بهینه کلی باشد پاسخ بدست آمده درست خواهد بود که البته تضمینی برای این موضوع وجود ندارد. همچنین اگر محدودیتهای قوی برای متغیرهای حالت بکار روند گاهی اوقات پاسخ ها غیر ممکن می شوند. مشکل بعدی مساله اعداد صحیح می باشد. بیشتر متغیر های کنترلی اعداد صحیح هستند. بدون توجه به دقت اعداد پیوسته بدست آمده تخصیص این اعداد به طور مستقیم به متغیرهای کنترلی غیر ممکن است و باید به اعداد صحیح تبدیل شوند و محاسبات گرد کردن ساده معمولاً منجر به خطاهای قابل ملاحظه ای می شود.

الگوریتم ژنتیک یکی از روش های جدید است که به منظور بهینه سازی بکار رفته و با استفاده از مکانیزم تکاملی طبیعی مقدار بهینه تابع هدف را جستجو می کند نتایج تجربی در بسیاری از کاربردها نشان می دهند که جواب نهایی معمولاً بسیار نزدیک به جواب بهینه است در این روش بجای یک

عضو، یک جمعیت بسوی هدف در حرکت هستند و در نتیجه مساله همگرائی به نقطه بهینه محلی تا حدود زیادی بر طرف می شود. همچنین این روش با خود تابع هدف کار می کند و نیاز به هیچ شرط اضافی مثال مشتق پذیر بودن و پیوسته بودن تابع هدف ندارد. در مجموع این روش دارای کارآئی خوب و مقاومی است.

همچنین از آنجایی که بار به هیچ عنوان مقدار ثابتی نیست و در پی گذر زمان تغییر می کند ولی هیچ روشی تا بحال برای جایابی همزمان سطوح بار ارائه نشده است و چنانچه خواهان جایابی برای سطوح مختلف بار باشند به اجبار الگوریتم جایابی باید به تعداد دفعات سطوح بار تکرار شود. در حالیکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و تغییر کروموزم موجود می توان این عمل را انجام داد.

در این تحقیق با توجه به اطلاعات ورودی و عدم قطعیت در پیش بینی بار پخش بار را بصورت فازی در نظر گرفته و پخش بار را بصورت فازی انجام می دهیم سپس مقادیر بدست آمده را بصورت اطلاعات ورودی در الگوریتم ژنتیک مورد استفاده قرار داده و با استفاده از یک کروموزم جدید جایابی را برای تمام سطوح بار انجام می دهیم. سپس نرم افزار آماده شده را برای یک شبکه نمونه و شبکه مورد مطالعه (شبکه هرمزگان) در شرایط مختلف اجرا نموده و نتایج را مورد مطالعه قرار می دهیم.

فصل دوم

کنترل توان راکتیو