١٠٨٢٠٨

دانشگاه شهید باهنر کرمان

گروه مهندسی برق

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق - کنترل

عنوان :

برنامه ریزی بهینه سیستمهای توزیع

استاد راهنما : دکتر سعید رشیدی نژاد

مولف : عبدالباسط صالحزهی

آبان ماه ۱۳۸۶

۱۰۸۲۰۸

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی برق
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو : **عبدالباسط صالح زهی**

استاد راهنما : **دکتر مسعود رشیدی نژاد**

استاد مشاور :

داور ۱ : **دکتر علی اکبر قره ویسی**

داور ۲ : **دکتر عبدالمجید جلایی**

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده دانشکده : **دکترمحمود سموات**

۱۳۸۷ /۹/ ۲۳

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

۱۰۸۲۰۸

تقدیم به:

روح پاک پدرم، مرحوم عبد ا... صالح زهی

و

مادر بزرگوارم حاجیه خانم خاتون سپاهی

تشکر و قدردانی

حمد و سپاس خداوند متعال

بر خود لازم می دانم که از زحمات بی دریغ استاد محترم جناب آقای دکتر مسعود رشیدی نژاد که با راهنماییهای ارزنده خود، چه درطول اجرای پروژه و چه در امر نگارش و بازنگری پایان نامه، مرا در این امر مهم یاری نمودند نهایت تشکر و قدردانی را داشته باشم.

۱۳۸۷ /۹/ ۲۰

چکیده

سیستمهای توزیع انرژی الکتریکی به همراه مصرف کننده های عمده و جزئی از طریق سیستم انتقال به ولتاژ فشار قوی متصل هستندکه در واقع گسترده ترین بخش سیستم قدرت بشمار می روند. اغلب تجهیزات قدرت از قبیل موتورها و ترانسفورماتورها بعنوان بارهای سلفی و اندوکتیو هستند که در نتیجه سبب پس فاز شدن ضریب قدرت می شوند و موجبات کاهش ظرفیت سیستم و افزایش تلفات سیستم و در نهایت کاهش ولتاژ سیستم را فراهم می سازند. مسئله کاهش تلفات و بهبود کارایی تحویل انرژی الکتریکی در سیستم قدرت عمدتاً به بخش سیستم های توزیع برمی گردد به همین منظور سیستم های توزیع نیازمند برنامه ریزی بهینه می باشند که برای این منظور دو روش زیر در نظر گرفته می شود:

۱- جایابی بهینه سکسیونرها به منظورتغییر آرایش فیدر:

تغییر آرایش فیدر یکی از روشهای برنامه ریزی بهینه سیستم های توزیع می باشد که از طریق کلیدزنی در نقاطی که به نقاط مانور موسومند صورت می پذیرد. میزان موفقیت حاصل از انجام عملیات بازآرایی در سطح سیستمهای توزیع شدیداً به تعداد و مکان سکسیونرها وابسته است بنابراین با مکان یابی مناسب این تجهیزات در سیستم می توان تلفات سیستم را به حد چشمگیری کاهش و ولتاژ سیستم را بهبود بخشید.

۲- جایابی بهینه خازنهای موازی:

کاربرد خازن موازی در سیستم های توزیع فوائدی از قبیل امکان کنترل توان راکتیو، افزایش ظرفیت سیستم، کاهش تلفات توان سیستم و در نهایت کاهش هزینه توزیع و انتقال را بدنبال دارد. افزودن خازنهای موازی و جبران توان غیرفعال مورد نیاز سیستم سبب کاهش تلفات اهمی توان می شود. خازنها به تنهایی باعث کاهش تلفات نمی شوند بلکه ضریب توان و پروفیل ولتاژ در سیستم را بهبود می بخشند.

در این رساله با فرض مشخص بودن تعداد سکسیونرها، روشی جهت بهینه سازی سیستمهای توزیع دراین رابطه پیشنهاد شده است. در این روش مکان بهینه سکسیونرها (به منظور بازآرایی) و خازنها بهمراه ظرفیت بهینه خازنها، بصورتهای همزمان و مجزا مشخص می گردد. در همین راستا با استفاده از الگوریتم ژنتیک به

چکیده

تعیین مکان بهینه برای سکسیونرها وخازنها بهمراه ظرفیت خازنها بصورتهای همزمان و مجزا، جهت تـأثیر بـر پارامترهای کاهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ در سیستمهای توزیع پرداخته شده است. این روشها با یکدیگر از جهت تأثیر بر پارامترهای مورد نظرمقایسه می گردد، تا اهمیت روش جایـابی بهینـه سکـسیونرها و خازنهـا بصورت همزمان، در مقایسه با روشهای مجزا به اثبات رسد. نتایج بدست آمده بوسـیله پیـاده سـازی روشـهای فوق بر روی یک شبکه IEEE ارائه و بررسی شده است.

کلمات کلیدی: سیستم های توزیع، جایابی بهینه سکسیونرها وخازنها، کـاهش تلفـات، بهبـود پروفیل ولتاژ، الگوریتم ژنتیک

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: پیشگفتار	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۱-۲ ساختار رساله	۴
فصل دوم: آشنایی با شبکه های توزیع	۵
۲-۱ مقدمه	۶
۲-۲ انواع سیستمهای توزیع انرژی الکتریکی	۶
۲-۲-۱ سیستم شعاعی ساده	۶
۲-۲-۲ سیستم شعاعی با اتصال کمکی	۷
۲-۲-۳ سیستم شعاعی با حلقه اتوماتیک	۸
۲-۲-۴ سیستم شعاعی با حلقه	۸
۲-۲-۵ سیستم حلقوی	۹
۲-۲-۶ سیستم انتخابی نوع اول	۱۰
۲-۲-۷ سیستم انتخابی نوع دوم	۱۰
۲-۲-۸ سیستم توزیع شبکه ای	۱۱
۲-۳ نتیجه گیری	۱۲
فصل سوم: اهداف بازآرایی در شبکه های توزیع	۱۳
۳-۱ مقدمه	۱۴
۳-۲ تغییر آرایشی به منظور بازیابی بار	۱۴
۳-۲-۱ بررسی محدودیت شعاعی بودن شبکه	۱۶
۳-۳ تغییر آرایش به منظور کاهش تلفات انرژی	۱۷
۳-۴ تغییر آرایش به منظور متعادل کردن بار	۲۰
۳-۴-۱ رابطه تعادل بار و تلفات سیستم	۲۱
۳-۵ تغییر آرایش به منظور اصلاح پروفیل ولتاژ	۲۱
۳-۶ تغییر آرایش به منظور سرویس و نگهداری سیستمها	۲۲
۳-۷ نتیجه گیری	۲۴
فصل چهارم: جایابی بهینه خازن در شبکه های توزیع	۲۵
۴-۱ مقدمه	۲۶
۴-۲ آثار خازنهای سری و موازی	۲۷
۴-۲-۱ خازنهای سری	۲۸
۴-۲-۲ خازنهای موازی	۳۰
۴-۳ موارد استفاده و کاربرد خازن	۳۱
۴-۳-۱ تاثیر بانک خازنی ثابت بر پروفیل ولتاژ	۳۱
۴-۳-۲ اضافه ولتاژ ناشی از بانکهای خازنی	۳۲
۴-۴ محاسبه کیلو وار خازنها	۳۳
۴-۵ جایابی بهینه خازن در شبکه های متقارن	۳۴
۴-۵-۱ فیدر با بار متمرکز در یک نقطه	۳۴

عنوان	صفحه
۴-۵-۱-۱ تلفات قبل از نصب خازن	۳۴
۴-۵-۱-۲ محاسبه تلفات با در نظر گرفتن خازن	۳۵
۴-۵-۲ فیدر با بار یکنواخت و توزیع شده یکسان	۳۷
۴-۵-۲-۱ تلفات توان راکتیو قبل از نصب خازن	۳۷
۴-۵-۲-۲ تلفات توان راکتیو بعد از نصب خازن	۳۸
۴-۵-۲-۳ کاهش بهینه تلفات	۴۰
۴-۵-۳ شبکه با بار متمرکز در انتها و بار توزیع شدهٔ یک شکل در طول فیدر	۴۱
۴-۵-۳-۱ تلفات توان راکتیو قبل از خازن گذاری	۴۲
۴-۵-۳-۲ تلفات پس از خازن گذاری	۴۲
۴-۵-۳-۳ کاهش بهینه تلفات	۴۵
۴-۵-۳-۴ استفاده از ۲ بانک خازنی	۴۷
۴-۵-۳-۵ استفاده از ۳ بانک خازنی	۴۸
۴-۵-۳-۶ استفاده از ۴ بانک خازنی	۴۹
۴-۵-۳-۷ استفاده از n بانک خازنی	۴۹
۴-۶ نتیجه گیری	۵۱
فصل پنجم: الگوریتمهای تکاملی و الگوریتم ژنتیکی	۵۲
۵-۱ مقدمه	۵۳
۵-۲ بهینه سازی به روش الگوریتم تکاملی	۵۳
۵-۳ الگوریتمهای ژنتیکی	۵۵
۵-۴ ساختار عمومی الگوریتم ژنتیکی	۵۵
۵-۴-۱ عملیات تکاملی انتخاب	۵۶
۵-۴-۱-۱ انتخاب بر اساس رتبه بندی	۵۶
۵-۴-۱-۲ روش انتخاب	۵۶
۵-۴-۱-۳ انتخاب بر اساس چرخ گردان	۵۸
۵-۴-۱-۴ انتخاب محلی	۵۹
۵-۴-۲ عملگر ترکیب	۶۰
۵-۴-۲-۱ ترکیب مقادیر باینری	۶۰
۵-۴-۲-۲ ترکیب مقادیر حقیقی	۶۵
۵-۴-۲-۳ نرخ عملگر ترکیب	۶۹
۵-۴-۳ عملگر جهش	۶۹
۵-۴-۳-۱ جهش مقادیر باینری	۷۰
۵-۴-۳-۲ جهش مقادیر حقیقی	۷۰
۵-۴-۴ گزینش نسل جدید	۷۱
۵-۵ همگرایی الگوریتمهای تکاملی	۷۱
۵-۵-۱ معیار همگرایی یا توقف الگوریتم	۷۲
۵-۶ نتیجه گیری	۷۳

عنوان	صفحه
فصل ششم: شبیه سازی جایابی بهینه سکسیونر و خازن	۷۴
۶-۱ مقدمه	۷۵
۶-۲ نرم افزار روش پیشنهادی	۷۶
۶-۳ برنامه پخش بار شبکه توزیع	۷۷
۶-۴ مدل سازی مسئله جایابی بهینهٔ سکسیونرها و خازنها بهمراه ظرفیت بهینه خازنها برای حالتهای همزمان و مجزا	۷۷
۶-۴-۱ استفاده از الگوریتم ژنتیک باینری، جهت حل مسئله	۷۹
۶-۴-۱-۱ تعیین تابع برازندگی	۷۹
۶-۴-۱-۲ عملگرهای مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک باینری	۸۰
۶-۴-۱-۳ مشخصات الگوریتم ژنتیک	۸۲
۶-۴-۱-۳-۱ طول کروموزم	۸۲
۶-۴-۱-۳-۲ تعداد نسل و حلقه	۸۳
۶-۵ شبکه ی پایه ی مورد مطالعه	۸۴
۶-۶ نتایج شبیه سازی	۸۷
۶-۶-۱ حالت اول: حالت پایه ی شبکه	۸۸
۶-۶-۱-۱ پروفیل ولتاژ حالت اول	۸۸
۶-۶-۱-۲ تلفات حالت اول	۸۸
۶-۶-۲ حالت دوم: شبیه سازی جایابی بهینه سکسیونرها برای حالت اول	۸۹
۶-۶-۲-۱ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک حالت دوم	۸۹
۶-۶-۲-۲ جایابی بهینه سکسیونرهای حالت دوم	۹۰
۶-۶-۲-۳ پروفیل ولتاژ در حالت دوم	۹۰
۶-۶-۲-۳-۱ مقایسه پروفیل ولتاژحالت دوم با اول	۹۰
۶-۶-۲-۴ مقایسه تلفات اکتیو و راکتیو حالت دوم با اول	۹۱
۶-۶-۲-۵ تأثیر شبیه سازی حالت دوم بر حالت اول	۹۱
۶-۶-۳ حالت سوم: شبیه سازی جایابی بهینه همزمان سکسیونرها و خازنها برای حالت اول	۹۲
۶-۶-۳-۱ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک حالت سوم	۹۲
۶-۶-۳-۲ جایابی بهینه همزمان سکسیونرها و خازنها در حالت سوم	۹۲
۶-۶-۳-۳ پروفیل ولتاژ در حالت سوم	۹۳
۶-۶-۳-۳-۱ مقایسه پروفیل ولتاژ حالت سوم با حالت اول	۹۳
۶-۶-۳-۴ مقایسه تلفات اکتیو و راکتیو حالت سوم با حالت اول	۹۴
۶-۶-۳-۵ تأثیر شبیه سازی حالت سوم بر حالت اول	۹۴
۶-۶-۴ حالت چهارم: شبیه سازی جایابی بهینه خازنها بهمراه ظرفیت برای حالت اول	۹۵
۶-۶-۴-۱ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک حالت چهارم	۹۵
۶-۶-۴-۲ جایابی بهینه خازنها بهمراه ظرفیت در حالت چهارم	۹۵
۶-۶-۴-۳ پروفیل ولتاژ در حالت چهارم	۹۶
۶-۶-۴-۳-۱ مقایسه پروفیل ولتاژ حالت چهارم با حالت اول	۹۶
۶-۶-۴-۴ مقایسه تلفات اکتیو و راکتیو حالت چهارم با حالت اول	۹۷
۶-۶-۴-۵ تأثیر شبیه سازی حالت چهارم بر حالت اول	۹۷

عنوان	صفحه
۶-۶-۵ حالت پنجم: شبیه سازی جایابی بهینه خازن بهمراه ظرفیت برای حالت دوم	۹۸
۶-۶-۵-۱ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک حالت پنجم	۹۸
۶-۶-۵-۱-۱ مقایسه روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در حالتهای دوم تا پنجم	۹۹
۶-۶-۵-۲ جایابی بهینه خازنها بهمراه ظرفیت در حالت پنجم	۹۹
۶-۶-۵-۳ پروفیل ولتاژ در حالت پنجم	۱۰۰
۶-۶-۵-۳-۱ مقایسه پروفیل ولتاژ حالت پنجم با حالت اول	۱۰۰
۶-۶-۵-۴ مقایسه تلفات اکتیو و راکتیو حالت پنجم با حالت اول	۱۰۱
۶-۶-۵-۵ تأثیر شبیه سازی حالت پنجم بر حالت اول	۱۰۱
۶-۶-۶ تعیین شبیه سازی بهینه	۱۰۲
۶-۶-۶-۱ تأثیر پروفیل ولتاژ حالت اول	۱۰۲
۶-۶-۶-۲ تأثیر بر بازآرایی حالت اول	۱۰۳
۶-۶-۶-۳ تأثیر بر تلفات اکتیو و راکتیو حالت اول	۱۰۴
۶-۶-۶-۳-۱ تأثیر بر تلفات اکتیو حالت اول	۱۰۴
۶-۶-۶-۳-۲ تأثیر بر تلفات راکتیو حالت اول	۱۰۵
۶-۶-۶-۴ معرفی بهینه ترین شبیه سازی برای حالت اول	۱۰۵
۶-۶-۷ آنالیز هزینه و منفعت شبیه سازی	۱۰۵
۶-۶-۷-۱ آنالیز هزینه	۱۰۶
۶-۶-۷-۲ آنالیز منفعت	۱۰۷
۶-۷ نتیجه گیری	۱۰۸
فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۰۹
۷-۱ نتیجه گیری	۱۱۰
۷-۲ پیشنهادات	۱۱۲
مراجع	۱۱۳
مقالات مستخرج از پایان نامه	۱۱۸

فهرست جداول

جدول		صفحه
جدول ۶-۱	مشخصات سیستم ۶۹ باس IEEE	۸۶
جدول ۶-۲	تلفات شبکه در حالت اول	۸۹
جدول ۶-۳	مکان بهینه سکسیونرها در باسهای حالت دوم	۹۰
جدول ۶-۴	مقایسه تلفات اکتیو و راکتیو حالت دوم با حالت اول	۹۱
جدول ۶-۵	مکان بهینه سکسیونرها و خازنها در باسهای حالت سوم	۹۳
جدول ۶-۶	ظرفیت بهینه خازنها در باسهای حالت سوم	۹۳
جدول ۶-۷	مقایسه تلفات اکتیو و راکتیو حالت سوم بهمراه مقایسه با حالت اول	۹۴
جدول ۶-۸	مکان بهینه خازنها بهمراه ظرفیت بهینه در باسهای حالت چهارم	۹۶
جدول ۶-۹	ظرفیت خازن و تلفات اکتیو و راکتیو حالت چهارم بهمراه مقایسه با حالت اول	۹۷
جدول ۶-۱۰	مکان بهینه خازنها بهمراه ظرفیت بهینه در باسهای حالت پنجم	۹۹
جدول ۶-۱۱	ظرفیت خازن و تلفات اکتیو و راکتیو حالت پنجم بهمراه مقایسه با حالت اول	۱۰۱
جدول ۶-۱۲	مقایسه تأثیر حالتهای دوم تا پنجم بر ولتاژ حالت اول	۱۰۳
جدول ۶-۱۳	مکان بهینه سکسیونرها و خازنها، حالتهای دوم تا پنجم در باسهای حالتهای مورد نظر	۱۰۴
جدول ۶-۱۴	درصد کاهش تلفات اکتیو کلیه حالتها در حالت اول	۱۰۵
جدول ۶-۱۵	هزینه خازنهای منصوبه در حالتهای دوم تا پنجم بر حسب ریال و دلار	۱۰۶
جدول ۶-۱۶	هزینه تجهیزات و نصب در حالتهای دوم تا پنجم بر حسب ریال و دلار	۱۰۷
جدول ۶-۱۷	هزینه صرفه جویی اقتصادی شبیه سازی حالت های دوم تا پنجم در حالت اول بر حسب ریال و دلار	۱۰۷

فهرست اشکال

شکل		صفحه
شکل ۲-۱	نمونه ای از سیستم شعاعی ساده	۷
شکل ۲-۲	نمونه ای از سیستم شعاعی با اتصال کمکی	۷
شکل ۲-۳	نمونه ای از سیستم شعاعی حلقه اتوماتیک	۸
شکل ۲-۴	نمونه ای از سیستم شعاعی با حلقه	۹
شکل ۲-۵	نمونه ای از سیستم توزیع حلقوی	۹
شکل ۲-۶	نمونه ای از سیستم انتخابی نوع اول	۱۰
شکل ۲-۷	نمونه ای از سیستم انتخابی نوع دوم	۱۱
شکل ۲-۸	نمونه ای از سیستم توزیع شبکه ای	۱۲
شکل ۳-۱	فیدر فرضی با دو نقطه مانور	۱۶
شکل ۳-۲	فیدر نمونه ای برای نمایش سرویس پستها	۲۳
شکل ۴-۱	دیاگرام برداری یک فیدر با بار پس فاز، با و بدون خازن سری	۲۶
شکل ۴-۲	پدیده اضافه جبران ولتاژ انتهای خط (a) یک بار نرمال ، (b) راه اندازی یک موتور بزرگ	۲۹
شکل ۴-۳	دیاگرام فازوری ولتاژ با ضریب قدرت پیش فاز(a) بدون خازن سری، (b) با وجود خازن سری	۲۹
شکل ۴-۴	مدار و دیاگرام فازوری شبکه (a) بدون خازن موازی، (b) با وجود خازن موازی	۳۰
شکل ۴-۵	تأثیر بانک خازنی بر روی پروفیل ولتاژ(a) فیدر با بار توزیع شده یکسان، (b) بار سنگین، (c) سبک	۳۲
شکل ۴-۶	منحنی های ولتاژ، جریان، توان و انرژی قرار گرفته روی یک خازن	۳۳
شکل ۴-۷	(a) مدار، (b) پروفیل توزیع جریان راکتیو در طول فیدر قبل از نصب خازن	۳۴
شکل ۴-۸	تغییرات تلفات توان راکتیو در طول فیدر قبل از نصب خازن	۳۵
شکل ۴-۹	(a) مدار، (b) پروفیل ولتاژ جریان راکتیو بعد از نصب خازن	۳۵
شکل ۴-۱۰	تغییرات تلفات توان راکتیو در طول فیدر بعد از نصب خازن	۳۵
شکل ۴۵-۱۱	کاهش تلفات بر حسب مکان نصب خازن در حالت مختلف سطح جبران خازنی	۳۶
شکل ۴-۱۲	فیدر با بار یکنواخت و توزیع شدهٔ یکسان	۳۷
شکل ۴-۱۳	پروفیل توزیع جریان در طول فیدر قبل از نصب خازن	۳۷
شکل ۴-۱۴	تغییرات تلفات توان راکتیو قبل از نصب خازن	۳۸
شکل ۴-۱۵	(a) مدار، (b) پروفیل توزیع جریان در طول فیدر بعد از نصب خازن	۳۹
شکل ۴-۱۶	تغییرات تلفات توان راکتیو در طول فیدر بعد از نصب خازن	۳۹
شکل ۴-۱۷	کاهش تلفات توان راکتیو بر حسب مکان نصب خازن در حالتهای مختلف سطح جبران خازنی	۴۰
شکل ۴-۱۸	(a) مدار، (b) پروفیل توزیع جریان راکتیو در طول فیدر قبل از نصب خازن	۴۱
شکل ۴-۱۹	تغییرات تلفات توان راکتیو قبل از نصب خازن	۴۲
شکل ۴-۲۰	(a) مدار، (b) پروفیل توزیع جریان در طول فیدر بعد از خازن گذاری	۴۲
شکل۴-۲۱	تغییرات تلفات توان راکتیو پس از نصب خازن در حالت جبران خازنی کامل	۴۳
شکل ۴-۲۲	کاهش تلفات برای یک فیدر با بارهای یکنواخت توزیع شدهٔ یکسان تابعی از محل نصب بانک خازنی و نصب جبران خازنی است ($\lambda = 0$)	۴۴
شکل ۴-۲۳	کاهش تلفات برای یک فیدر با بار متمرکز شده در انتها تابعی از محل نصب بانک خازنی و نسبت جبران خازنی است. ($\lambda = 1$)	۴۵

شکل

صفحه

شکل ۴-۲۴ کاهش تلفات با نصب خازن به هر اندازه تحت شرایطی که خازن در محل بهینه نصب شده باشد، با ترکیبی متفاوت از بارهای متمرکز و بارهای یکنواخت توزیع شده یکسان ۴۷

شکل ۴-۲۵ (a) مدار، (b) پروفیل توزیع جریان در طول فیدر با نصب ۲ بانک خازنی ۴۷

شکل ۴-۲۶ (a) مدار، (b) پروفیل توزیع جریان در طول فیدر با نصب ۳ بانک خازنی ۴۸

شکل ۴-۲۷ مقایسه کاهش تلفات بر حسب سطح جبران خازنی با تغییر تعداد بانکهای خازنی ($\lambda = 1/2$) ۵۰

شکل ۵-۱ مقایسه رتبه گذاری خطی و غیر خطی ۵۷

شکل ۵-۲ حلقه کامل و حلقه نیمه ۵۹

شکل ۵-۳ همسایگی دوبعدی، متداخل نیمه و متداخل کامل ۶۰

شکل ۵-۴ همسایگی دوبعدی، ستاره کامل و ستاره نیمه ۶۰

شکل ۵-۵ عملگر ترکیب تک نقطه ای ۶۱

شکل ۵-۶ عملگر ترکیب چند نقطه ای ۶۳

شکل ۵-۷ موقعیت های ممکن فرزندان بعد از باز ترکیب مجزا ۶۵

شکل ۵-۸ محدوده تغییرات متغیر فرزند ۶۷

شکل ۵-۹ عملگر باز ترکیب میانی ۶۷

شکل ۵-۱۰ عملگر باز ترکیب خطی ۶۸

شکل ۵-۱۱ بازترکیب خطی ۶۹

شکل ۵-۱۲ شماتیک الگوریتم ژنتیکی ۷۱

شکل ۶-۱ نمای تک خطی از یک شبکه شعاعی ۷۸

شکل ۶-۲ سیستم ۶۹ باس IEEE ۸۵

شکل ۶-۳ پروفیل ولتاژ در حالت اول ۸۸

شکل ۶-۴ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در حالت دوم ۸۹

شکل ۶-۵ پروفیل ولتاژ در حالت دوم ۹۰

شکل ۶-۶ پروفیل ولتاژ در حالت اول و دوم ۹۱

شکل ۶-۷ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در حالت سوم ۹۲

شکل ۶-۸ پروفیل ولتاژ در حالت سوم ۹۳

شکل ۶-۹ پروفیل ولتاژ در حالتهای اول و سوم ۹۴

شکل ۶-۱۰ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در حالت چهارم ۹۵

شکل ۶-۱۱ پروفیل ولتاژ در حالت چهارم ۹۶

شکل ۶-۱۲ پروفیل ولتاژ در حالتهای چهارم و اول ۹۷

شکل ۶-۱۳ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در حالت پنجم ۹۸

شکل ۶-۱۴ روند بهینه سازی الگوریتم ژنتیک در حالتهای دوم تا پنجم ۹۹

شکل ۶-۱۵ پروفیل ولتاژ در حالت پنجم ۱۰۰

شکل ۶-۱۶ پروفیل ولتاژ در حالتهای پنجم و اول ۱۰۱

شکل ۶-۱۷ پروفیل ولتاژ در حالتهای اول تا پنجم ۱۰۲

فصل اول

پیشگفتار

۱-۱)مقدمه

صنعت برق در هر کشور از عمده ترین صنایع آن به شمار می رود، چرا که دیگر بخش های صنعتی به نوعی از آن بهره می برند یا با آن سر وکار دارند. ساده ترین تقسیم بندی که می توان در مورد سیستم برق رسانی ارائه نمود شامل تولید، انتقال وتوزیع است. در بخش تولید، انرژی الکتریکی توسط نیروگاه تولید می شود واین انرژی با استفاده از خطوط انتقال الکتریکی به مراکز مصرف نزدیک می شود. در بخش توزیع، انرژی از سیستم انتقال دریافت و به مصرف کنندگان تحویل داده می شود. به جرأت می توان گفت مهم ترین و پیچیده ترین بخش صنعت برق را سیستم توزیع تشکیل می دهد.

تداوم انرژی رسانی به مشترکین و ارائه سرویس با کیفیت مناسب یکی از موارد مهمی است که مورد توجه شرکتهای توزیع قرار گرفته است. گفتنی است که ارائه سرویس مناسب به مشترکین باعث پوشش بارهای مصرف کنندگان و کاهش اعتراضات آنها شده و در نتیجه افزایش فروش انرژی الکتریکی را بدنبال خواهد داشت. در صورت نیل به این اهداف می توان گفت که بهره برداری از شبکه توزیع به نحو مطلوب انجام شده است. به همین منظور سیستمهای توزیع نیازمند برنامه ریزی بهینه می باشند تا علاوه بر سرویس مناسب مشترکین، شبکه توزیع هم از نظر ولتاژ و میزان تلفات در حد قابل قبولی باشد .

یکی از عوامل مهمی که باعث بهبود در بهره برداری از شبکه های توزیع شده است جایابی بهینه سکسیونرها در فیدر به منظور تغییر آرایش فیدر(بازآرایی) می باشد. تغییر آرایش در شبکه های توزیع به معنی تغییر ساختار این فیدر یا فیدرها است. اهداف مختلفی در بحث تغییر آرایش فیدرهای توزیع مورد توجه است که از مهمترین آنها می توان به کاهش تلفات، اصلاح پروفیل ولتاژ و بازیابی بار اشاره کرد. تغییرآرایش در نقاط خاصی از شبکه توزیع انجام می شود، به عبارت دیگر در نقاطی از این شبکه ها سکسیونرهایی وجود دارند که در حالت عادی باز هستند و در مواقع لزوم با بستن آنها بخشی از بارهای هر فیدر (یا همه آن) به فیدرهای مجاور یا شاخه های از فیدر به شاخه های دیگر فیدر منتقل می شود. این نقاط به نقاط مانور موسومند به عملیاتی که منجر به تغییر آرایش فیدر می شود عملیات مانور گفته می شود.

از طرفی هم اغلب اجزاء سیستم قدرت توان راکتیو مصرف می کنند. همچنین اکثر بارهای الکتریکی موجود در شبکه های قدرت دارای توان راکتیو هستند. بنابراین توان راکتیو مصرفی باید از محل مناسبی تامین گردد.

اگر براحتی قادر به انتقال توان راکتیو نباشیم بایستی در محلی که مورد نیاز است آنرا تولید کنیم، که در یک شبکه جبران سازی موازی به صورت خازنهای موازی در سیستم توزیع و راکتورهای موازی در سیستم انتقال مشاهده می شود. استفاده از خازنهای موازی پروفیل ولتاژرا بهبود بخشیده و تلفات سیستم را کاهش می دهد. 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 توجه به این موضو عات امروزه در حل مسائل گوناگون از جمله مسئله بهینه سازی که کاربرد زیادی در سیستم های قدرت دارد سعی می شود از روشهای ابتکاری و هو شمند برای حل اینگونه مسائل استفاده گردد. از طرف دیگر با توجه به رشد روز افزون شبکه های قدرت بدلیل بهم پیوستگی مناطق همجوار و گستردگی شبکه های توزیع بررسی شبکه ها را به منظور های مختلف کنترل و ... با اشکال جدی روبرو کرده است. طبق آمارهای رسمی وزارت نیرو حدود دو سوم از کل تلفات سیستم قدرت به بخش توزیع مربوط می شود. با توجه به این موضوع بار دیگر لزوم بهینه سازی در این بخش از طریق برنامه ریزیهای گوناگون بسیار ضروری بنظر می رسد. در این رساله جهت برنامه ریزی بهینه برای سیستمهای توزیع بجز بررسی جایابی بهینه سکسیونرها که در قبل بدان اشاره شد جایابی وتعیین ظرفیت بهینه خازنهای موازی را با آن بصورتهای همزمان و مجزا به منظور کاهش تلفات توان و بهبود پروفیل ولتاژ که یکی از مسائل مرسوم در طراحی و کنترل سیستم های قدرت است بررسی می شود.

در همین راستا بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات توانهای اکتیو و راکتیو به عنوان مسئله بهینه سازی در نظر گرفته شده است. لذا بر این اساس در این رساله سعی شده ابتدا با معرفی مفاهیم شبکه های توزیع، اهداف بازآرایی، جایابی بهینه خازن در شبکه های توزیع به طرح مسئله پرداخته شود. سپس با استفاده از روشهای ابتکاری و هوشمند و با استفاده از الگوریتم ژنتیکی بعنوان روش بهینه سازی بهترین مکان برای سکسیونرها و خازنها بهمراه ظرفیت خازنها، بصورتهای همزمان و مجزا ازجهت تأثیر بر پارامترهای بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات تعیین می شود. نتایج حاصل از جایابی بهینه سکسیونرها وخازنها بهمراه ظرفیت خازنها، بصورتهای همزمان و مجزا بر پارامترهای موردنظر با یکدیگر مقایسه می شود، که نتایج حاصل بوسیله پیاده سازی روش فوق بر روی یک سیستم استاندارد IEEE به اثبات رسیده است .

۱-۲)ساختار رساله

در ادامه در فصل دوم این رساله مبحث انواع شبکه های توزیع و مقایسه آنها به لحاظ قابلیت اطمینان و ارزیابی اقتصادی نسبت بهم ذکر شده است. در فصل سوم به بحث در مورد اهداف بازآرایی در شبکه های توزیع می پردازد، در این فصل با بعضی از اهداف مهم مانور در شبکه توزیع آشنا می شویم و نقش محل نقاط مانور در انجام مانور را مورد بررسی قرار می دهیم تا بدین وسیله جایابی بهینه سکسیونرها که بعنوان نقاط مانوردر بازآرایی یک فیدر استفاده می شود بهتر درک شود. در فصل چهارم به جایابی بهینه خازن در شبکه های توزیع می پردازیم که دراین فصل مروری بر انواع خازن و جایابی بهینه آن در شبکه های توزیع را داریم تا اهمیت نصب خازنهای موازی را بیان کنیم، تا بدین وسیله بتوانیم در هنگام بررسی جایابی بهینه سکسیونر وخازن بصورتهای مختلف، با دقت عمل بیشتری عمل کرده و احاطه بیشتری بر مطلب داشته باشیم و از اثرات خازن در این امر استفاده کنیم. در فصل پنجم الگوریتم ژنتیکی بعنوان ابزار بهینه سازی معرفی می شود. در این راستا عملگرهای مربوط به این الگوریتم و عوامل عمده در پیاده سازی آن مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

در فصل ششم شبیه سازی یا بعبارتی به پیاده سازی الگوریتم جایابی بهینه سکسیونر و خازن بصورتهای همزمان ومجزا درشبکه توزیع می پردازیم در این فصل الگوریتم ژنتیک باینری بعنوان ابزار بهینه سازی در این راستا معرفی می شود. در همین فصل تأثیر این شبیه سازیها را بر بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات سیستم توزیع بررسی می شود و نتایج اجرای حاصل دراین رابطه بر روی سیستم استاندارد ۶۹ باس IEEE شرح داده و با هم مقایسه می شود از میان این شبیه سازیها، بهینه ترین شبیه سازی معرفی می گردد.

جایابی بهینه سکسیونروخازن بصورتهای همزمان و مجزا علاوه بر بهبود پروفیل ولتاژ تاثیرات متفاوتی بر تلفات سیستم دارد بر این اساس آنالیز اقتصادی انجام می شود. در پایان، فصل هفتم به نتیجه گیری کلی موضوع رساله می پردازد .

فصل دوم

آشنایی با شبکه های توزیع

۲-۱) مقدمه

سیستم توزیع قسمتی از سیستم قدرت است که انرژی را از نقاط عمده بار دریافت کرده و به مصرف کننده ها تحویل می دهد. علیرغم سادگی شبکه های توزیع، سهم عمده ای از سرمایه گذاریها در شبکه به این بخش اختصاص داده می شود. دلیل آن را می توان گستردگی این بخش نسبت به بقیه قسمتها دانست.

در یک تعریف ساده تر، سیستم توزیع آن بخش از سیستم قدرت است که از پستهای فوق توزیع شروع شده و تا کلیدهای پیش از کنتور مصرف کنندگان ادامه می یابد. به منظور تامین رشد بار و جوابگویی به تقاضای مصرف انرژی الکتریکی، طراحان و مجریان طرحهای توسعه شبکه های توزیع با توجه به وضعیت شبکه و با هدف بهینه سازی اقتصادی، ترکیبهای مختلفی از تجهیزات و خطوط را طراحی می کنند و یکی از اهدافی که در طراحی این شبکه ها دنبال می شود کاهش خاموشیهای ایجاد شده به مشترکین و رساندن انرژی با کیفیت مطلوب به آنها می باشد[۴]. در این خصوص نوع سیستم توزیع با توجه به بهبود کیفیت انرژی و ارزیابی اقتصادی انتخاب می شود. در این فصل چند نوع از شبکه توزیع که هر یک برای شرایط خاصی طراحی شده اند معرفی و با یکدیگر مقایسه می شوند.قبل از اینکه به معرفی انواع شبکه های توزیع بپردازیم، به تعریف دو نوع شاخه در فیدرهای توزیع اشاره می کنیم:

- شاخه اصلی: قسمتی از فیدر توزیع است که ابتدای آن به منبع اصلی انرژی متصل است. این شاخه قادر است کل انرژی مصرفی فیدر را به نقاط مختلف بار انتقال دهد.
- شاخه های فرعی: شاخه هایی هستند که تنها قادر به تامین قسمتی از بار شبکه می باشند. ابتدای این شاخه ها به شاخه اصلی فیدر متصل است.

۲-۲) انواع سیستم های توزیع انرژی الکتریکی

۲-۲-۱)سیستم شعاعی ساده

شکل(۲-۱) نمونه ای از سیستم شعاعی ساده را نشان می دهد. این سیستم به منظور سرویس بارهای خانگی و تجاری کوچک طراحی شده است. در این سیستمها هزینه های سرمایه گذاری و تعمیرات و نگهداری پایین است. علت این امر آن است که هیچ نوع وسیله اتوماتیک اضافی در این سیستم بکار نرفته است.