

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشکده برق و رباتیک

گروه کنترل

جایابی پست های فوق توزیع با استفاده از الگوریتم های اکتشافی

دانشجو: محسن ملکی دولت سرا

استاد راهنما :

دکتر علیرضا الفی

استاد مشاور:

دکتر محسن اصیلی

شهریور ماه ۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده :

گروه :

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای / خانم.....

تحت عنوان:

در تاریخ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد
مورد ارزیابی و با درجه..... مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم

کہ در تمام مراحل زندگی دلسوزانہ مشوق و راہنمایم بوده اند.

باساس از

اساتید محترم

دکتر علیرضا الفی و دکتر محسن اصیلی

که با بلندای اندیشه و صفای وجودی خود مرا از راه‌های بی‌دینخ و ارزشمندشان بهره‌مند نمودند.

تعهد نامه

اینجانب..... دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته.....

دانشکده..... دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه.....

.....تحت راهنمایی.....متعهد می شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در بدست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

جایابی بهینه پست های فوق توزیع با در نظر گرفتن هزینه افت ولتاژ و افت توان در فیدرهای فشار متوسط که در این پایان نامه مختصراً "طراحی سیستم توزیع"^۱ نامیده می شود یکی از ارکان اساسی در سیستم توزیع است. با توجه به اینکه انرژی تزیقی به سیستم توزیع از طریق پست های فوق توزیع تامین می شود و تنها رابط بین سیستم توزیع و سیستم انتقال پست های فوق توزیع است، بدیهی است که باید پست فوق توزیع بتواند جوابگوی مجموع بار کل منطقه باشد. بنابراین تعیین مکان مناسب یا نامناسب این پست ها می تواند طراحی دیگر بخش های شبکه توزیع همانند پست های توزیع را تحت تاثیر قرار دهد

از این رو در این تحقیق علاوه بر یافتن تعداد، مکان، تعیین ظرفیت و حوزه سرویس دهی بهینه پست های فوق توزیع (HV/MV) روش های جدیدی در بهینه سازی و جایابی بهینه پست های فوق توزیع ارائه گردیده است. در این پایان نامه، از الگوریتم ژنتیک (GA)، الگوریتم اجتماع ذرات (PSO)، الگوریتم بهبود یافته باینری اجتماع ذرات (IBPSO)، الگوریتم بهبود یافته اجتماع ذرات (IPSO)، الگوریتم (H-GA-PSO)، الگوریتم اجتماع ذرات با ضریب انقباض (HPSO)، الگوریتم (LDW-PSO)، الگوریتم (DIW-PSO) و الگوریتم (NDW-PSO) برای حل مسئله پیشنهاد شده و در ادامه با هم مقایسه می شوند. که نتیجه حاصل از اجرای الگوریتم های هوشمند نشان می دهد که الگوریتم ابتکاری H-GA-PSO بهترین عملکرد را بین تمام الگوریتم ها دارا می باشد.

کلمات کلیدی: پست های فوق توزیع، جایابی بهینه، الگوریتم های هوشمند، الگوریتم ابتکاری.

^۱ Distribution System Planning

فهرست

صفحه

عنوان

	۱	مقدمه
۲.....	۱-۱	مقدمه
	۲	طراحی بهینه بکدهای توزیع و مطالعات انجام شده در این زمینه
۶.....	۱-۲	مقدمه
۷.....	۲-۲	معرفی سیستم توزیع
۷.....	۳-۲	ساختار سیستم توزیع
۸.....	۱-۳-۲	مدارهای فوق توزیع
۸.....	۲-۳-۲	پست های فوق توزیع HV/MV
۹.....	۳-۳-۲	فیدرهای اولیه
۹.....	۴-۳-۲	پست های توزیع MV/LV
۱۰.....	۵-۳-۲	مدارهای ثانویه
۱۰.....	۴-۲	طراحی سیستم توزیع
۱۱.....	۱-۴-۲	دسته بندی روش های بهینه سازی بر اساس مدل سازی سیستم توزیع
۱۱.....	۲-۴-۲	دسته بندی روش ها بر مبنای بازه طراحی

- ۳-۴-۲ دسته بندی بر اساس روش های بهینه سازی ۱۲
- ۱-۳-۴-۲ روش های تحلیلی ریاضی ۱۲
- ۲-۳-۴-۲ الگوریتم های ابتکاری ۱۳
- ۳-۳-۴-۲ روش سیستم های هوشمند ۱۵

۳ الگوریتم های پیشنهادی برای طراحی سیستم توزیع

- ۱-۳ مقدمه ۲۱
- ۲-۳ مقدمه ای بر رفتار پرندگان و ایده اولیه PSO ۲۲
- ۳-۳ الگوریتم PSO ۲۳
- ۴-۳ الگوریتم اجتماع ذرات اصلاح شده ۲۷
- ۵-۳ الگوریتم LDW-PSO ۲۸
- ۶-۳ الگوریتم NDW-PSO ۲۹
- ۷-۳ الگوریتم DIW-PSO ۲۹
- ۸-۳ الگوریتم IPSO ۳۰
- ۹-۳ الگوریتم اجتماع ذرات با ضریب انقباض ۳۱
- ۱۰-۳ الگوریتم IBPSO ۳۲
- ۱۱-۳ مزیت های PSO در قیاس با سایر الگوریتم های جستجو ۳۳
- ۱۲-۳ الگوریتم ژنتیک ۳۳

۳-۱۲-۱ تقاطع..... ۳۵

۳-۱۲-۲ عملگر جهش..... ۳۵

۳-۱۳ الگوریتم ترکیبی H-GA-PSO..... ۳۶

۴ شیه سازی و تحلیل نتایج

۴-۱ مقدمه..... ۳۸

۴-۲ مدل سازی مسئله..... ۳۸

۴-۲-۱ تابع هدف و قیود حاکم بر مسئله..... ۳۹

۴-۲-۲ قیود مسئله..... ۴۳

۴-۳ بدست آوردن تعداد و مکان پست های قابل احداث..... ۴۳

۴-۴ سیستم توزیع نمونه..... ۴۷

۴-۵ الگوریتم ابتکاری استفاده شده در برنامه..... ۵۲

۴-۶ نتایج حاصل از اجرای الگوریتم های اکتشافی..... ۵۳

۵ نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱ نتیجه گیری..... ۶۸

۵-۲ پیشنهادات..... ۶۹

پوست الف: الگوریتم ژنتیک

- الف-۱ مقدمه ۷۱
- الف-۲ تاریخچه ۷۱
- الف-۳ تاریخچه بیولوژیکی ۷۲
- الف-۴ ساختار الگوریتم‌های ژنتیکی ۷۲
- الف-۴-۱ کروموزوم ۷۲
- الف-۴-۱-۱ کدگذاری دودویی ۷۳
- الف-۴-۱-۲ کدگذاری جهشی ۷۳
- الف-۴-۲ جمعیت ۷۴
- الف-۴-۳ تابع برازندگی ۷۴
- الف-۵ عملگرهای الگوریتم ژنتیک ۷۴
- الف-۵-۱ عملگر انتخاب (Selection) ۷۴
- الف-۵-۱-۱ انتخاب نخبگان ۷۵
- الف-۵-۱-۲ چرخ رولت ۷۵
- الف-۵-۲ عملگر آمیزش (Crossover) ۷۶
- الف-۵-۲-۱ تلفیق تک نقطه ای ۷۶
- الف-۵-۲-۲ تلفیق دو نقطه ای ۷۷

- الف-۵-۲-۳ تلفیق نقطه ای ۷۷
- الف-۵-۲-۴ تلفیق جامع ۷۷
- الف-۵-۳ عملگر جهش (Mutation) ۷۸
- الف-۶ روند کلی بهینه سازی و حل مسائل در الگوریتم ژنتیک ۷۸
- الف-۷ شرط پایان الگوریتم ۷۹
- مراجع ۸۰

فهرست اشکال

صفحه	عنوان	
۶.....	شکل ۱-۲ نمایی از سیستم قدرت	
۱۸.....	شکل ۲-۲ چگونگی تراکم جمعیتی جواب ها نسبت به زمان در الگوریتم ژنتیک	
۱۸.....	شکل ۳-۲ چگونگی تراکم جمعیتی جواب ها نسبت به زمان در الگوریتم مورچگان	
۱۸.....	شکل ۴-۲ چگونگی تراکم جمعیتی جواب ها نسبت به زمان در الگوریتم ترکیبی ژنتیک و مورچگان	
۱۹.....	شکل ۵-۲ جواب بدست آمده از اجرای الگوریتم ژنتیک، مورچگان و ترکیب این دو الگوریتم	
۲۵.....	شکل ۱-۳ به روز شدن سرعت و موقعیت ذره	
۲۶.....	شکل ۲-۳ فلوجارت الگوریتم PSO	
۳۴.....	شکل ۳-۳ فلوجارت الگوریتم ژنتیک	
۳۵.....	شکل ۴-۳ ترکیب تک نقطه ای دو کروموزوم	
۳۶.....	شکل ۵-۳ نحوه انجام عمل جهش	
۴۵.....	شکل ۱-۴ نحوه کدبندی مسئله جایابی پست فوق توزیع	
۴۵.....	شکل ۲-۴ گروه های نقاط بار ($m=3$) در یک ذره نوعی	
۴۶.....	شکل ۳-۴ قرار دادن پست در مرکز چگالی بار هر گروه	
۴۷.....	شکل ۴-۴ مکان بیست و چهار نقطه بار در منطقه مورد مطالعه	
۵۰.....	شکل ۵-۱ نحوه کدبندی مسئله جایابی پست فوق توزیع	
۵۱.....	شکل ۶-۴ گروه بندی نقاط بار در یک ذره	
۵۱.....	شکل ۷-۴ ظرفیت ها و مختصات قرار گیری هر پست برای ذره اول	
۵۲.....	شکل ۸-۴ تغییر گروه نقاط بار برای ذره اول با استفاده از الگوریتم ابتکاری	

شکل ۹-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم PSO	۵۷
شکل ۱۰-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم GA	۵۸
شکل ۱۱-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم LDW_PSO	۵۹
شکل ۱۲-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم NDW_PSO	۶۰
شکل ۱۳-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم DIW_PSO	۶۱
شکل ۱۴-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم IPSO	۶۲
شکل ۱۵-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم HPSO	۶۳
شکل ۱۶-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم IBPSO	۶۴
شکل ۱۷-۴ نمایش کوتاهترین مسیر یافت شده و تراکم جمعیتی ذرات و چگونگی طراحی سیستم توزیع	در الگوریتم H-GA-PSO	۶۵

- شکل الف ۱- کدگذاری دودویی..... ۷۳
- شکل الف ۲- کد گذاری جهشی..... ۷۳
- شکل الف ۳- نحوه ارزیابی شایستگی در چرخ رولت ۷۵
- شکل الف ۴- یک نمونه تلفیق (آمیزش)..... ۷۶
- شکل الف ۵- روش ادغام دو نقطه ای..... ۷۷
- شکل الف ۶- روش تلفیق جامع..... ۷۷
- شکل الف ۷- نحوه انجام عمل جهش..... ۷۸

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۸.....	جدول ۱-۴ مختصات قرار گیری نقاط بار به همراه ظرفیت هر کدام
۴۹.....	جدول ۲-۴ لیست ظرفیت های استاندارد و هزینه احداث
۴۹.....	جدول ۳-۴ مختصات نقاط بار قدیم و ظرفیت آنها
۴۹.....	جدول ۴-۴ مشخصات پست های موجود
۴۹.....	جدول ۵-۴ هزینه حاصل از اجرای الگوریتم های اکتشافی
۵۴.....	جدول ۶-۴ ظرفیت های بدست آمده برای پست های فوق توزیع برای بهترین جواب
۵۵.....	جدول ۷-۴ ظرفیت های بدست آمده برای پست های فوق توزیع برای بدترین جواب
۵۶.....	جدول ۸-۴ موقعیت جغرافیایی بدست آمده برای پست های فوق توزیع

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه

انجام هر کار یا فعالیتی مستلزم صرف مقداری انرژی است. انرژی شیمیایی، حرارتی، انرژی مکانیکی و انرژی الکتریکی برخی از انواع انرژی ها می باشند. انرژی الکتریکی به علت سهولت تولید و انتقال و توزیع و به علت تبدیل به انواع دیگر انرژی امروزه در جهان کاربرد وسیعی دارد. نمونه ای از کاربردهای گوناگون آن عبارتند از:

- استفاده از انرژی الکتریکی به منظور تامین روشنایی
- انرژی الکتریکی به منظور تولید حرارت
- انرژی الکتریکی به منظور تامین قدرت

با توجه به موارد مذکور در می یابیم که انرژی الکتریکی در میان انواع انرژی ها دارای اهمیت زیاد و جایگاه ویژه ای می باشد.

انرژی الکتریکی به وسیله سیستم قدرت که شامل سیستم های تولید، انتقال و توزیع تعریف می شود به دست مصرف کننده ها می رسد. در سیستم قدرت، پست های فوق توزیع به عنوان حلقه ارتباطی شبکه های انتقال و شبکه های توزیع، از اهمیت بسیاری برخوردار است. هزینه سرمایه گذاری زیاد سیستم های توزیع الکتریکی و افزایش هزینه انرژی، تجهیزات و نیروی کار، باعث شده است تا طراحان سیستم توزیع، به جستجوی روشهای مناسب تری برای کاهش هزینه ها باشند.

طرح های متنوعی برای هر یک از قسمت های سیستم قدرت تعریف می شود که هر یک زیر مجموعه خاصی از این شبکه را تحت تاثیر خود قرار می دهد. آنچه در تمامی این طرح ها مشترک است، دست یابی به هدف با کمترین هزینه است و در تمامی این طرح ها محدودیت اقتصادی موجب شده است که طراح به دنبال

راه کاری با حداقل هزینه باشد. برخی از پروژه های تعریف شده در این بخش فیدرها را مد نظر دارد و برخی پست ها، برخی از پروژه ها بهره برداری و سهولت آن تعریف می شود و برخی پایه و بنیاد تمامی بخش های ذکر شده است. آنچه در طراحی فیدرها مورد توجه قرار می گیرد، مسیر یابی، توزیع بار و تعیین نوع هادی است که هر یک قیود مربوط به خود را نیز دارا هستند. در بخش طراحی پست ها، اندازه پست ها، ناحیه ی سرویس دهی آنها و مکان آنها مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. هر یک از طرح های اشاره شده دارای اهمیت قابل توجهی بوده و نمیتوان وزن خاصی برای آنها قائل شد چرا که همگی وابسته به هم بوده و تمامی آنها یک هدف یعنی تامین برق مورد نیاز مشترکین با کمترین هزینه را دنبال می کنند.

هنگامی که مسئله برق رسانی به مناطق مطرح می شود یکی از مسائل مشکل، انتخاب مکان، ظرفیت و بالاخره حوزه سرویس دهی بهینه است. معمولاً میتوان زمینهای را یافت که بالقوه برای احداث پست مناسب باشد. اینکه آیا در هر مکان احتمالی باید پست احداث شود و یا نه و اینکه ظرفیت و حوزه سرویس دهی آن در صورت احداث چقدر باید باشد مسئله بسیار حجیم و بزرگ است.

احداث پست در هر محل از یک سو هزینه سرمایه گذاری اولیه را افزایش می دهد و از سویی دیگر با کم کردن هزینه کابل کشی و برق رسانی راحت تر به نقاط تمرکز بار، هزینه کلی سیستم را کم کند. بنابراین هزینه کلی سیستم تابعی چند متغیره از تعداد و ظرفیت پستها و حجم و پراکندگی بارهاست [۱].

مسئله مکان یابی و تعیین ظرفیت پست های فوق توزیع از مسایل عمده طراحی شبکه های توزیع به شمار می رود. برای ایجاد یک سیستم توزیع قابل اطمینان و اقتصادی، ظرفیت پست های فوق توزیع با توجه به ناحیه بار متفاوت خواهد شد و انتخاب نامناسب ظرفیت و مکان این پستها تاثیر نامطلوبی بر هزینه این سیستم ها خواهد گذاشت.

تا کنون روش های متعددی برای مکان یابی پست های فوق توزیع ارائه شده است که هر کدام به نوعی با مسئله برخورد کرده اند. در این پایان نامه برای بهینه سازی تابع هدف از الگوریتم ژنتیک (GA)، الگوریتم اجتماع ذرات (PSO)، الگوریتم بهبود یافته باینری اجتماع ذرات (IBPSO)، الگوریتم بهبود یافته اجتماع ذرات (IPSO)، الگوریتم ترکیبی (H-GA-PSO)، الگوریتم اجتماع ذرات با ضریب انقباض (HPSO)، الگوریتم (LDW-PSO)، الگوریتم (NDW-PSO) و الگوریتم (DIW-PSO)، استفاده شده است و مکان، ظرفیت و تعداد پست های فوق توزیع بر این مبنا تعیین شده اند.

از روشهای قدرتمند در مسائل بهینه سازی که در سالهای اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است، روش الگوریتم ژنتیک و الگوریتم اجتماع ذرات است که این روشها، ابزار مناسبی برای بهینه سازی توابع گسسته و غیر خطی می باشند، و در کاربردهایی نظیر جایابی بهینه خازن، و پخش بار بهینه نتایج مطلوبی داشته است.

این پایان نامه شامل شش فصل است که فصل اول مقدمات کار را بررسی می کند، فصل دوم به مسئله طراحی بهینه شبکه توزیع و مطالعات انجام شده در این زمینه می پردازد. در فصل سوم، الگوریتم های مورد استفاده برای مکان یابی بهینه پست های فوق توزیع ارائه می شود. فصل چهارم، به شبیه سازی و تحلیل نتایج می پردازد. و در فصل پنجم به بیان نتیجه گیری و پیشنهادات می پردازد.