دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده مهندسی برق و الکترونیک –گروه قدرت

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق - قدرت گرایش سیستم‌های قدرت و انرژی

طراحی و توسعه شبکه توزیع با در نظر گرفتن تولیدات پراکنده با هدف کاهش هزینه

نگارش:

علی عزیزی واحد

استاد راهنما:

دکتر محسن گیتی زاده حقیقی

اساتید مشاور:

دکتر جمشید آقایی

آبان ماه ۱۳۹۱

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

طراحی و توسعه شبکه توزیع با درنظر گرفتن تولیدات پراکنده با هدف کاهش هزینه

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیت‌های تحصیلی

توسط

علی عزیزی واحد

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه قدرت دانشکده مهندسی برق و الکترونیک
دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران با درجه: عالی

دکتر محسن گیتی‌زاده حقیقی استادیار در رشته مهندسی برق - قدرت (استاد راهنما)

دکتر جمشید آقایی استادیار در رشته مهندسی برق – قدرت (استاد مشاور)

دکتر طاهر نیکنام دانشیار در رشته مهندسی برق - قدرت (داور)

دکتر اکبر رهیده استادیار در رشته مهندسی برق - قدرت (داور)

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

باسمه تعالی

اینجانب علی عزیزی واحد دانشجوی رشته برق قدرت مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد به شماره دانشجویی ۸۹۱۱۴۰۲۲ تأیید می‌نماید کلیه نتایج این پایان نامه/رساله، بدون هیچ‌گونه دخل و تصرف، حاصل مستقیم پژوهش صورت گرفته توسط اینجانب است. در مورد اقتباس مستقیم و غیر مستقیم از سایر آثار علمی، اعم از کتاب، مقاله، پایان نامه با رعایت امانت و اخلاق علمی، مشخصات کامل منبع مذکور درج شده است.

در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص مقامات ذی‌صلاح دانشگاه صنعتی شیراز، مطابق قوانین و مقررات مربوط و آئین نامه های آموزشی، پژوهشی و انضباطی عمل خواهد شد و اینجانب حق هرگونه اعتراض و تجدیدنظر را، نسبت به رأی صادره، از خود ساقط می‌کند. همچنین، هرگونه مسئولیت ناشی از تخلف نسبت به صحت و اصالت نتایج مندرج در پایان نامه/رساله در برابر اشخاص ذی‌نفع (اعم از حقیقی و حقوقی) و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) متوجه اینجانب خواهد بود و دانشگاه صنعتی شیراز هیچ گونه مسئولیتی در این زمینه نخواهند داشت.

تبصره ۱- کلیه حقوق مادی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تبصره ۲- اینجانب تعهد می‌نماید بدون اخذ مجوز از دانشگاه صنعتی شیراز دستاوردهای این پایان نامه/ رساله را منتشر نکند و یا در اختیار دیگران قرار ندهد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: علی عزیزی واحد

تاریخ و امضاء

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج پایان نامه متعلق به دانشگاه و انتشار نتایج نیز تابع مقرارت دانشگاهی است و با موافقت استاد راهنما به شرح زیر، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد راهنما: آقای دکتر محسن گیتی زاده حقیقی

تاریخ:

امضا:

تقدیم به

پدر و مادرم
که از نگاهشان صلابت، از رفتارشان محبت، و از صبرشان ایستادگی را آموختم.

و به

همه کسانی که لحظه‌ای بعد انسانی و وجدانی خود را فراموش نمی‌کنند و بر آستان گران‌سنگ انسانیت سر فرود می‌آورند و انسان را با همه تفاوت‌هایش ارج می‌نهند.

سپاس و قدردانی

اکنون که این رساله به پایان رسیده است بر خود فرض می‌دانم که از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر گیتی‌زاده و جناب آقای دکتر آقایی، که در طول این دو سال همواره با پشتیبانی‌ها و راهنمایی‌هایشان حامی بنده بوده‌اند، سپاسگزاری و قدردانی نمایم.

چکیده

طراحی و توسعه شبکه توزیع با درنظر گرفتن تولیدات پراکنده با هدف کاهش هزینه

به وسیله‌ی:

علی عزیزی واحد

هدف از مسئله طراحی و توسعه شبکه توزیع[1] یافتن توپولوژی مطلوب، زمان و مکان نصب فیدر و پست‌های جدید در یک افق زمانی مشخص می‌باشد، به طوری که تضمین می‌کند شبکه طراحی شده رشد تقاضای بار را در سطح قابل قبولی از قابلیت اطمینان برآورده خواهد کرد. با پیدایش روش‌های مدیریت انرژی و مصرف توان الکتریکی، روند رشد بار کاهش یافته اما همچنان نیاز به توسعه شبکه انتقال و توزیع برای انتقال توان از تولیدکنندگان به مصرف‌کنندگان وجود دارد. لذا حل مسئله طراحی توسعه شبکه توزیع به صورت بهینه و در سطح قابل قبولی از قابلیت اطمینان ضروری می‌باشد. هدف اصلی این مسئله کاهش هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری می‌باشد. هزینه سرمایه‌گذاری شامل هزینه نصب فیدرها، پست‌های جدید و نصب تولیدات پراکنده[2] می‌باشد. هزینه بهره‌برداری شامل هزینه عملکرد تولیدات پراکنده و نگهداری شبکه می‌باشد. علاوه بر هزینه اهداف دیگری نظیر قابلیت اطمینان[3]، تلفات شبکه و حفاظت شبکه نیز وجود دارد که به صورت دقیق و جدی بررسی نشده‌اند، لذا در این رساله این اهداف بررسی می‌شوند.

طراحی توسعه شبکه توزیع بر اساس پیش‌بینی بار صورت می‌گیرد، لذا پیش‌بینی تقاضای توان الکتریکی در بلند مدت با عدم قطعیت و خطا همراه است. بنابراین در مسئله طراحی و توسعه لحاظ کردن روابط احتمالی امری نسبتاً ضروری می‌باشد که در این رساله این مورد نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: طراحی توسعه شبکه توزیع، تولیدات پراکنده، قابلیت اطمینان.

[1] Distribution network expansion planning
[2] Distributed generation
[3] Reliability

فهرست مطالب

۱.فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- کلیات ۲

۱-۳- هدف تحقیق و اهمیت آن ۳

۱-۴- بیان کلیات مسئله ۸

۱-۵- بخش‌های پایان نامه ۹

۲.فصل دوم: شبکه توزیع ۱۰

۲-۱- مقدمه ۱۱

۲-۲- المانهای اصلی سیستم توزیع ۱۲

۲-۳- اهداف شبکه توزیع ۱۳

۲-۴- نیازمندی‌های یک شبکه توزیع مناسب ۱۴

۲-۵- انواع شبکه توزیع ۱۴

۲-۵-۱- شبکه توزیع DC ۱۴

۲-۵-۲- دسته‌بندی شبکه‌های توزیع DC ۱۵

۲-۵-۳- شبکه توزیع AC ۱۶

۲-۵-۴- سیستمهای موازی یا حلقوی ۱۷

۲-۵-۵- سیستمهای توزیع مشبک ۱۸

۳.فصل سوم: تولیدات پراکنده ۲۰

۳-۱- مقدمه ۲۱

۳-۲- انرژی در جهان ۲۱

۳-۲-۱- تولید متمرکز ۲۲

۳-۲-۲- تولید پراکنده ۲۲

۳-۲-۳- هدف استفاده از تولیدات پراکنده ۲۴

۳-۲-۴- مکان تولیدات پراکنده ۲۴

۳-۲-۵- فناوری ساخت تولیدات پراکنده ۲۵

۳-۲-۶- مدل‌سازی واحدهای تولیدات پراکنده در شبکه قدرت ۲۸

٤.فصل چهارم: بهینه سازی ۳۰

۴-۱- مقدمه ۳۱
۴-۲- مراحل اساسی حل یک مسئله بهینه سازی ۳۱
۴-۳- دسته بندی مسائل بهینه سازی ۳۳
۴-۴- روشهای بهینه سازی ۳۴
۴-۴-۱- روش تکرار لامبدا ۳۴
۴-۴-۲- روش گرادیان ۳۵
۴-۴-۳- روش نیوتن ۳۶
۴-۴-۴- روش‌های بهینه‌سازی تکاملی ۳۷

۵.فصل پنجم: مدلسازی عدم قطعیت ۴۳
۵-۱- مقدمه ۴۴
۵-۱-۱- تعریف عدم قطعیت ۴۴
۵-۲- مدلسازی عدم قطعیت پارامترها ۴۴
۵-۲-۲- مدلسازی آماری برای در نظر گرفتن عدم قطعیت در سیستمهای قدرت ۴۶

٦.فصل ششم: فرمول بندی مسئله ۵۱
۶-۱- مقدمه ۵۲
۶-۲- توابع هدف و قیود طراحی و توسعه ۵۲

۷.فصل هفتم: نتایج شبیه سازی ٦۷
۷-۱- مقدمه ۶۸
۷-۲- شبکه اول ۶۸
۷-۲-۲- طراحی و توسعه به صورت تک هدفه با در نظر گرفتن بار پیک ۷۰
۷-۲-۳- طراحی و توسعه به صورت تک هدفه با در نظر گرفتن سطوح بار مختلف (کم‌باری، میان‌باری و بار پیک) ۷۱
۷-۲-۴- طراحی و توسعه به صورت چند هدفه با در نظر گرفتن سطوح بار مختلف(کم‌باری، میان‌باری و بار پیک) ۷۶
۷-۳- شبکه دوم ۸۰
۷-۳-۲- طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت تک هدفه ۸۲
۷-۳-۳- طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت چند هدفه ۸۳
۷-۳-۴- طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت چند هدفه با در نظر گرفتن روابط احتمالی ۹۱

۸.فصل هشتم: جمع‌بندی و پیشنهادها ۹٦

۸-۱- مقدمه..... ۹۷
۸-۲- راهکارهای پیشنهادی ادامه کارهای آینده..... ۹۸

۹.مراجع **۹۹**

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱ فیدر توزیع و شبکه توزیع ۱۱
شکل ۲-۲ چیدمان شبکه‌های توزیع ۱۶
شکل ۲-۳ سیستم شعاعی در شبکه توزیع ۱۷
شکل ۲-۴ سیستمهای موازی یا حلقوی ۱۸
شکل ۲-۵ سیستمهای توزیع مشبک ۱۹
شکل ۴-۱: انواع انرژی مصرفی جهان بر حسب درصد ۲۲
شکل ۴-۱ اساس کار الگوریتم تکاملی PSO ۳۷
شکل ۴-۲ فلوچارت الگوریتم قورباغه بهبود یافته ۴۲
شکل ۵-۱ تابع چگالی احتمال ۴۵
شکل ۵-۲ نمونهایی از تابع چگالی احتمال و نحوه گسسته‌سازی آن ۴۷
شکل ۵-۳ نحوه استفاده از چرخ رولت برای تولید مقدار تصادفی برای یک سناریو ۴۸
شکل ۵-۴ نحوه عملکرد روش تخمین نقطه‌ای به صورت گرافیکی ۵۰
شکل ۶-۱ نمونه یک شبکه توزیع شعاعی ۵۹
شکل ۷-۱ دیاگرام شبکه توزیع اول ۶۸
شکل ۷-۲ توپولوژی شبکه در طول دوره طراحی و توسعه ۷۲
شکل ۷-۳ منحنی پروفیل ولتاژ در طول دوره طراحی ۷۴
شکل ۷-۴ مقایسه مقدار هزینه در هر مرحله با حضور تولیدات پراکنده و بدون حضور تولیدات پراکنده ۷۵
شکل ۷-۵ مقایسه مقدار انرژی توزیع نشده در هر مرحله با حضور تولیدات پراکنده و بدون حضور تولیدات پراکنده ۷۶
شکل ۷-۶ منحنی پرتو دو هدفه ۷۶
الف) مرحله اول ۷۷
شکل ۷-۷ توپولوژی شبکه در طول دوره طراحی و توسعه ۷۷
شکل ۷-۸ مقایسه مقدار هزینه در بهترین مصالحه با مقادیر بدست آمده تک هدفه (هزینه و انرژی توزیع نشده) ۷۹

شکل ۷-۹ مقایسه مقدار انرژی توزیع نشده در بهترین مصالحه با مقادیر بدست آمده تک هدفه (هزینه و انرژی توزیع نشده)..... ۷۹
شکل ۷-۱۰ سیستم توزیع ۳۳ باسه..... ۸۰
شکل ۷-۱۱ مجموع توان مصرفی شبکه در هر مرحله و هر سطح بار..... ۸۲
شکل ۷-۱۲ سطوح ۳ بعدی پرتو برای ۳ تابع هدف متفاوت..... ۸۴
شکل ۷-۱۳ توپولوژی شبکه در طول دوره طراحی و توسعه..... ۸۵
شکل ۷-۱۴ مقایسه مقدار هزینه ($MR) در بهترین مصالحه با هزینه بهینه، انرژی توزیع نشده بهینه و تلفات بهینه..... ۸۷
شکل ۷-۱۵ مقایسه مقدار انرژی توزیع نشده (kWh/year) در بهترین مصالحه با هزینه بهینه، انرژی توزیع نشده بهینه و تلفات بهینه..... ۸۷
شکل ۷-۱۶ مقایسه مقدار تلفات (kW) در بهترین مصالحه با هزینه بهینه، انرژی توزیع نشده بهینه و تلفات بهینه..... ۸۷
شکل ۷-۱۷ حساسیت شاخص پایداری ولتاژ باسها نسبت به تغییرات بار در هر باس..... ۹۰
شکل ۷-۱۸ حساسیت شاخص پایداری ولتاژ شبکه نسبت به تغییرات بار در کل شبکه..... ۹۱
شکل ۷-۱۹ سطوح ۳ بعدی پرتو برای ۳ تابع هدف متفاوت..... ۹۲
شکل ۷-۲۰ مقایسه مقادیر توابع هدف بدست آمده در بهترین مصالحه با دو روش بدون عدم قطعیت و با در نظر گرفتن عدم قطعیت..... ۹۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۷-۱ شاخه‌های ثابت در شبکه..... ۶۹
جدول ۷-۲ شاخه‌های پیشنهادی برای جایگزینی..... ۶۹
جدول ۷-۳ شاخه‌های پیشنهادی برای نصب در شبکه..... ۶۹
جدول ۷-۴ بار مصرفی هر باس در هر مرحله (MVA)..... ۷۰
جدول ۷-۵ پارامترهای الگوریتم‌ها..... ۷۱
جدول ۷-۶ مقایسه متوسط و انحراف ولتاژ برای ۱۰ آزمایش با تابع هدف هزینه($)..... ۷۱
جدول ۷-۷ مقایسه متوسط و انحراف ولتاژ برای ۱۰ آزمایش با تابع هدف انرژی توزیع نشده(kWh/yr)..... ۷۱
جدول ۷-۸ توان خروجی پست و تولیدات پراکنده با هدف کاهش هزینه در حضور تولیدات پراکنده و بدون حضور تولیدات پراکنده..... ۷۳
جدول ۷-۹ توان خروجی پست و تولیدات پراکنده بدست آمده در بهترین مصالحه هزینه در حضور تولیدات پراکنده..... ۷۸
جدول ۷-۱۰ اطلاعات مربوط به شاخه‌های کاندیدای جدید برای نصب..... ۸۱
جدول ۷-۱۱ اطلاعات مربوط به باسهای جدید..... ۸۱
جدول ۷-۱۲ مقایسه متوسط و انحراف ولتاژ برای ۱۰ آزمایش با تابع هدف هزینه (R$)..... ۸۳
جدول ۷-۱۳ مقایسه متوسط و انحراف ولتاژ برای ۱۰ آزمایش با تابع هدف انرژی توزیع نشده (kWh/year)..... ۸۳
جدول ۷-۱۴ مقایسه متوسط و انحراف ولتاژ برای ۱۰ آزمایش با تابع هدف تلفات الکتریکی(kW) ۸۳
جدول ۷-۱۵ مقایسه متوسط و انحراف ولتاژ برای ۱۰ آزمایش با تابع هدف شاخص پایداری ولتاژ ۸۳
جدول ۷-۱۶ اندازه و مکان بهینه واحدهای تولیدات پراکنده با $w_1=w_2=w_3=0.33$ و $w_4=0$..... ۸۶
جدول ۷-۱۷ مقادیر توابع هدف در کل حالات..... ۸۹
جدول ۷-۱۸ مقادیر توابع هدف در کل حالات..... ۹۳
جدول ۷-۱۹ نتایج بدست آمده در بهترین مصالحه با هر دو روش بدون عدم قطعیت و با در نظر گرفتن عدم قطعیت..... ۹۴

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه

شبکه توزیع آخرین عنصر در شبکه ارتباطی بین تولید کنندگان و مصرف‌کنندگان می‌باشد. بسط و توسعه شبکه برق که به واسطه افزایش تقاضای توان الکتریکی صورت می‌گیرد و سیستم توزیع که به عنوان یک جزء اصلی شبکه برق می‌باشد در این امر نقش مهمی را بازی می‌کند. با وجود شیوه‌های مختلف مدیریت انرژی هرچند میزان رشد تقاضای توان الکتریکی کندتر شده است، اما همچنان نیاز به طراحی و توسعه وجود دارد.

ورود تولیدات پراکنده (DG) به صنعت برق باعث شد در روند بسط و توسعه شبکه توزیع تغییرات اساسی ایجاد شود، از جمله تعداد نصب فیدرهای جدید در هر دوره کاهش یابد، ارتقا و یا نصب پست جدید به تعویق افتد، و همچنین باعث کاهش تلفات و حتی باعث آزاد سازی ظرفیت شبکه انتقال می‌شود. یکی از مسائل پیش رو در مسئله طراحی توسعه شبکه توزیع قیمت بالای تجهیزات شبکه از جمله تولیدات پراکنده می‌باشد، لذا طراحی توسعه شبکه توزیع با در نظر گرفتن تولیدات پراکنده با رعایت قیود پخش بار و با هدف صرف کمترین هزینه سرمایه‌گذاری، بهره‌برداری و نگهداری می‌تواند این هدف (کاهش هزینه) را محکم‌تر کند.

با توجه به همراه بودن اساس مسئله طراحی و توسعه (بر اساس پیش‌بینی پیک بار سالانه و آینده) با عدم قطعیت، سعی بر آن شده که روابط احتمالی در این پایان‌نامه لحاظ شود.

۱-۲-کلیات

مسئله طراحی و توسعه بر اساس پیش‌بینی پیک بار سالانه و آینده صورت می‌گیرد و شامل افزایش ظرفیت شبکه، نصب فیدر جدید، تعویض فیدرهای قبلی، تقویت پست (در صورت نیاز نصب پست جدید) و نصب تولیدات پراکنده در مکان بهینه با توان خروجی مشخص می‌باشد. با در نظر گرفتن تولیدات پراکنده در طراحی توسعه شبکه ممکن است نیاز به نصب فیدر جدید و یا تعویض

شاخه نباشد؛ لذا با این تفسیر می‌توان به تأثیر تولیدات پراکنده و لحاظ کردن آن در طراحی توسعه شبکه توزیع پی برد.

شبکه طراحی شده می‌بایست با بهره‌برداری ایمن و با قابلیت اطمینان همراه باشد. در این رساله انرژی توزیع نشده[1] (شاخص قابلیت اطمینان) و پایداری ولتاژ بر اساس بهبود سطح اتصال کوتاه[2] (شاخص امنیتی) نیز در قالب یک تابع هدف جدید، در کنار کاهش هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری و بهبود تلفات توان، به مسئله‌ی بهینه سازی چند هدفه[3] اضافه گردیده است.

۱-۳-هدف تحقیق و اهمیت آن

در تحقیقات و پژوهش‌های فراوان و مختلفی به طراحی و توسعه شبکه توزیع با مقاصد و شیوه‌های مختلف پرداخته شده است، از جمله آن‌ها از یک روش سنتی برای طراحی شبکه توزیع به صورت تک مرحله‌ای[4] در مراجع [۱-۴] ارائه شده است، در این روش مکان، نوع و ظرفیت تجهیزات مشخص می‌شود. در روش‌های تک مرحله‌ایی مدت زمان دوره طراحی کوتاه می‌باشد و نهایتا شبکه طراحی شده برای یک دوره کوتاه پاسخگویی تامین بار مصرف‌کنندگان می‌باشد. روش‌های تک مرحله‌ایی به روش طراحی و توسعه استاتیکی نیز معروف‌اند.

در مراجع [۵, ۶] طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت چند مرحله‌ایی[5] انجام شده است، در این روش یک پیش‌بینی بلند مدت از بار انجام می‌شود سپس بر اساس پیش‌بینی مذکور طراحی و توسعه انجام می‌شود بطوریکه شبکه بصورت چند مرحله متوالی با دوره‌های زمانی مشخص توسعه داده می‌شود. این روش به طراحی و توسعه دینامیکی شبکه توزیع نیز معروف است.

روش‌های بهینه‌سازی مختلفی نیز برای حل مسئله مذکور استفاده شده است، به عنوان مثال در

[1] Energy not supplied
[2] Voltage stability based on short circuit capacity
[3] Multiobjective
[4] Single stage (static method)
[5] Multi stage

مراجع [۷-۱۰] از روش‌های تحلیلی ریاضی مثل برنامه‌ریزی ترکیب اعداد صحیح[1] استفاده شده است. همچنین از الگوریتم‌های تکاملی[2] برای حل مسئله طراحی و توسعه شبکه توزیع استفاده شده است. به عنوان مثال در مراجع [۶, ۱۱-۱۴] از الگورتم ژنتیک براحی محاسبه هزینه بهینه طراحی و توسعه استفاده شده است. نویسندگان در این مقالات از روش طراحی و توسعه استاتیکی استفاده نموده‌اند و هزینه انرژی از دست رفته سالیانه را نیز در تابع هزینه لحاظ کرده‌اند. در [۶, ۱۱-۱۴] مسئله طراحی شبکه توزیع به صورت چندهدفه و با در نظر گرفتن پارامترهای دارای عدم قطعیت نظیر عوامل زیست محیطی و خطای پیش‌بینی انجام شده است. در این تحقیق نویسندگان از الگوریتم ژنتیک به عنوان ابزار بهینه‌سازی استفاده کرده‌اند. همچنین نویسندگان مقاله [۶, ۱۱-۱۴] از الگوریتم انبوه ذرات برای حل مسئله طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت چند هدفه و با روش طراحی و توسعه استاتیکی استفاده کرده‌اند. نویسندگان در [۶, ۱۱-۱۴] برای جایابی منابع انرژی های تجدیدپذیر در شبکه توزیع الگوریتم زنبور عسل به صورت چند هدفه و با اهداف هزینه، تلفات الکتریکی و آلودگی را به کار برده‌اند.

در مرجع [۱۵] با استفاده از تئوری گراف روش جدیدی برای حل مسئله طراحی و توسعه شبکه توزیع ارائه شده است، در این مرجع طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت دینامیکی انجام می‌شود، و از روش اسپن کردن درخت با استفاده از برنامه‌ریزی پویا برای حل مسئله به صورت بهینه استفاده می‌شود. مسئله طراحی و توسعه با زمینه‌های دیگر بهینه‌سازی نظیر پخش بار بهینه[3] ترکیب شده و مسئله طراحی و توسعه به صورت دینامیکی و با هدف کاهش هزینه حل شده است. این روش در مرجع [۱۶] ارائه شده است، در این مرجع از الگوریتم تکاملی ژنتیک[4] به عنوان روش بهینه‌سازی استفاده شده است.

مرجع [۱۷] نیز طراحی و توسعه شبکه توزیع را به منظور برش پیک و با هدف کاهش هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری ارائه کرده است، نحوه جایابی تولیدات پراکنده در این مرجع بر اساس

[1] Mixed integer programming
[2] Evolutionary algorithm
[3] Optimal power flow
[4] Genetic algorithm

ماتریس همبستگی خطوط و باسها می‌باشد بطوریکه اضافه بار روی خطوط رفع شود. در این مرجع نیز از الگوریتم ژنتیک به عنوان ابزار بهینه‌سازی استفاده شده است.

در مرجع [۱۸] طراحی و توسعه شبکه توزیع به صورت چند هدفه بررسی شده است. در این مرجع از روش‌های جستجوی ابتکاری برای بدست آوردن مینیمم هزینه و ارضا کردن محدودیت‌های تکنیکی[1] با استفاده از سطوح پرتو بهینه استفاده شده است. و نهایتاً از تکنیک فازی جهت انتخاب ارجعترین جواب از میان جوابهای سطح پرتو استفاده کرده است. در این مرجع نیز از روش طراحی و توسعه دینامیکی برای چندین دوره طراحی استفاده شده است.

همان طور که ذکر شد، در این رساله قابلیت اطمینان نیز در مسئله طراحی و توسعه گنجانده شده است. در زمینه شاخص‌های قابلیت اطمینان نیز تحقیقات متعددی انجام شده است که از جمله آن‌ها: در مرجع [۱۹] برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های شعاعی و تلفات الکتریکی از مکان‌یابی بهینه واحدهای تولیدات پراکنده استفاده شده است. همچنین در این مرجع برای بهبود کیفیت توان مصرفی مشترکین سطح بارهای مختلف (زمانهای پیک و زمانهای غیر پیک) و شاخص هارمونیکی نیز در مسئله جایابی بهینه واحدهای تولیدات پراکنده مورد بررسی قرار گرفته است.

در مرجع [۲۰] با ایجاد شاخص‌های چندگانه رفع خطا برای بهبود قابلیت اطمینان شبکه‌های شعاعی استفاده شده است. در این مرجع با استفاده از تغییر توپولوژی شبکه و استفاده از FPI[2] ها زمان بازگردانی توان قطع شده، زمان رفع خطا و همچنین زمان سویچ‌زنی کاهش داده و به تبع آن قابلیت اطمینان شبکه توزیع بهبود یافته است.

بررسی و جهت دادن به قابلیت اطمینان شبکه‌های شعاعی با استفاده از تجدید آرایش[3] در مرجع [۲۱] انجام شده است. در این مرجع با تجزیه و تحلیل و مشخص کردن داده‌های همراه با عدم قطعیت نظیر ورودی‌های قابلیت اطمینان (نرخ خطا و زمان رفع خطا) و همچنین اطلاعات بار شبکه سعی بر بهبود قابلیت اطمینان و کاهش تلفات داشته است.

یک روش جدید برای طراحی و توسعه سیستم‌های قدرت (بخش تولید و شبکه انتقال) با در نظر

[1] Technical constraint
[2] Fault Passage Indicator
[3] Feeder reconfiguration