١٩٥٤
٨٧/١/١٠٨٦٥٤
٨٨/٢/١

بسم الله الرحمن الرحيم

١٠٩٩٢٣

۸۷/۱/۰ ۸۶۵۴
۸۸۰۶۱

دانشگاه تربیت مدرّس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق–قدرت

تعیین ظرفیت و محل منابع تولید پراکنده به منظور کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان

مسعود صادقی

استاد راهنما:

دکتر محمود رضا حقی فام

استاد مشاور:

دکتر مصطفی محمدیان

۱۳۸۸ /۱/ ۱۷

مهر ماه سال ۱۳۸۷

۱۰۹۹۲۳

بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای مسعود صادقی خمامی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تعیین ظرفیت و محل منابع تولید پراکنده بمنظور کاهش تلفات و افزایش قابلیت اطمینان در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۱۵ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر محمودرضا حقی فام	استاد	
استاد مشاور	دکتر مصطفی محمدیان	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محسن پارسامقدم	دانشیار	
استاد ناظر	دکتر سید حمید فتحی	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر محسن پارسامقدم	دانشیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه،دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند.

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت 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 ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب مسعود صادقی خمامی دانشجوی رشته مهندسی برق اقدرت مقطع کارشناسی ارشد

تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: مسعود صادقی خمامی

تاریخ و امضا:

۸۷/۷/۱۸

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهشهای علمی

دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

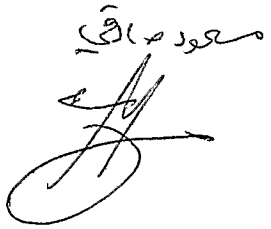
ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ٤- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ٥- این آیین‌نامه در ٥ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/٤/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/٤/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱٥ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.



تشکر و قدردانی

از اساتید ارجمند جناب آقای دکتر محمود رضا حقی فام(استاد راهنما) و جناب آقای دکتر مصطفی محمدیان (استاد مشاور) که مشفقانه راهنمای من در انجام این پایان نامه بودند کمال تشکر را دارم .

همچنین از کلیه اساتید گروه برق قدرت دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس خصوصا اساتید آقایان دکتر محسن پارسا مقدم،دکتر حسین سیفی و دکتر علی یزدیان که در دوره تحصیل در این دانشگاه اینجانب را مورد لطف قرار داده اند صمیمانه قدردانی می نمایم .

مسعود صادقی خمامی

چکیده

سیستم توزیع که از بخش های اساسی هر سیستم قدرت محسوب می شود ، از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است . پیچیدگی ، پراکندگی و نزدیکی به مصرف کننده بر اهمیت شبکه های توزیع می افزاید . به گونه ای که حجم عمده ای از سرمایه گذاری اولیه برای تهیه انرژی از نیروگاه تا محل مصرف به سیستم توزیع مربوط می شود .منابع تولید پراکنده در مقایسه با ژنراتورهای بزرگ و نیروگاهها ، حجم و ظرفیت تولید کمتری داشته و با هزینه پایین تری راه اندازی می شوند . همچنین اتصال این تولیدات به شبکه های توزیع منافع و سودمندیهای زیادی به دنبال دارد . از جمله مواردی که استفاده از واحدهای تولید پراکنده را مورد توجه قرار می دهند می توان به مسائلی نظیر مسائل اقتصادی در توسعه نیروگاهها ، کاهش آلودگی محیط زیست ، بالا بودن بازدهی این منابع در تولید برق ، بالا بردن کیفیت برق رسانی به مشتریان ، کاهش تلفات در شبکه های توزیع ، بهبود پروفیل ولتاژ ، آزاد سازی ظرفیت شبکه و بسیاری از موارد دیگر اشاره نمود .

هدف از این پایان نامه تعیین توان و مکان منبع تولید پراکنده است بطوریکه با لحاظ قیود مساله موجب کاهش تلفات و ارتقاء قابلیت اطمینان شبکه توزیع شود . تلفات توان از تفاضل توان تحویلی و توان مصرفی حاصل شده و سپس در محاسبه تلفات انرژی بکار می رود همچنین برای محاسبه هزینه انرژی توزیع نشده از شاخص ENSاستفاده شده است .

لذا تابع هدف مجموع وزنی هزینه تلفات و هزینه قابلیت اطمینانENS (هزینه انرژی توزیع نشده) محسوب می شود ،در این پایان نامه در جایابی و تعیین ظرفیت منبع تولید پراکنده تفاوت قیمت انرژی در پیک بار و بار پایه و تفاوت بهای انرژی توزیع نشده در نقاط بار مختلف لحاظ شده و در جایابی و انتخاب ظرفیت موثر می باشد همچنین در بهینه سازی چند هدفه از روش مجموع وزنی برای تولید مجموعه جوابهای مورد قبول مساله استفاده شده است و سپس الگوریتم ژنتیک برای یافتن جواب بهینه از یک مجموعه جواب قابل قبول بکار رفته است و سپس با تهیه نرم افزاری که در قالب نرم افزار MATLAB تهیه شده الگوریتم جایابی و تعیین ظرفیت در دو شبکه نمونه حقیقی فشار متوسط مربوط به شبکه های توزیع شهر تهران شبیه سازی شده است .

کلید واژه: منابع تولید پراکنده،جایابی و انتخاب اندازه،کاهش تلفات، افزایش قابلیت اطمینان، بهینه سازی چند هدفه،الگوریتم ژنتیک

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فهرست جدول‌ها ..... ه
فهرست شکل‌ها ..... د
فصل اول:مقدمه ای بر شبکه های توزیع و منابع تولید پراکنده انواع آن ۱
۱-۱-مقدمه فصل ۲
۱-۲-سیستم توزیع ۲
۱-۳-سیستم توزیع شعاعی ۳
۱-۴-فیدرهای فشار متوسط ۴
۱-۵-پست های توزیع و شبکه فشار ضعیف ۵
۱-۶-بازیابی بار سیستم های توزیع ۶
۱-۷-جزیره شدن ۸
۱-۸-منابع تولید پراکنده ۹
۱-۹-ظرفیت تولید پراکنده ۱۰
۱-۱۰-گروه بندی تکنولوژی تولید پراکنده ۱۱
۱-۱۱-بررسی انواع تکنولوژی تولید پراکنده ۱۲
۱-۱۱-۱-موتورهای احتراق داخلی ۱۲
۱-۱۱-۲-توربین های گازی ۱۲
۱-۱۱-۳-میکرو توربین ها ۱۴
۱-۱۱-۴-پیل های سوختی ۱۶
۱-۱۱-۵-توربین های بادی ۱۸
۱-۱۱-۶-سیستم فتو ولتائیک ۱۹
۱-۱۱-۷-سیستم های حرارتی -خورشیدی ۲۰
۱-۱۱-۸-بیوماس ۲۱
۱-۱۱-۹-زمین گرمایی ۲۱
۱-۱۱-۱۰-وسایل ذخیره انرژی ۲۲
۱-۱۲-مشخصه عملکردی تکنولوژی های تولید پراکنده ۲۳
۱-۱۳-مزایا و معایب استفاده از تولید پراکنده ۲۴
۱-۱۴-کاربردهای تولید پراکنده ۲۶
۱-۱۴-۱ تولید پراکنده آماده به کار ۲۶
۱-۱۴-۲- اصلاح اوج بار ۲۶
۱-۱۴-۳- کاربردهای دور دست و محلی ۲۶

۱-۱۴-۴- تولید همزمان برق و گرما ۲۶
۱-۱۴-۵- بار پایه ۲۷
۱-۱۵- مقایسه انواع فناوریهای تولید پراکنده ۲۷
۱-۱۶- جمع بندی و نتیجه گیری ۲۹

فصل دوم: تاثیر منابع تولید پراکنده بر تلفات الکتریکی و قابلیت اطمینان شبکه های توزیع ۳۰
۲-۱-مقدمه فصل ۳۱
۲-۲-تاثیر تولید پراکنده بر تلفات شبکه های توزیع ۳۱
۲-۳-بررسی تلفات الکتریکی با توزیع بارهای مختلف و مکانیابی بصورت تحلیلی ۳۲
۲-۴-پخش بار در فرایند مکان یابی DG ۳۴
۲-۵-تعیین ظرفیت تولید پراکنده در فیدرهای بابار یکنواخت ۳۵
۲-۶-قانون $\frac{۲}{۳}$ فیدر در تعیین مکان مولد DG ۳۶
۲-۷-الگوریتم ژنتیک ۳۶
۲-۸-الگوریتم حذفی ۳۶
۲-۹-الگوریتم ژنتیک و فازی ۳۷
۲-۱۰-الگوریتم ژنتیک و تئوری تصمیم ۳۷
۲-۱۱-تحلیل حساسیت ۳۸
۲-۱۲-جایابی تولید پراکنده با هدف کاهش هزینه ۳۸
۲-۱۳-الگوریتم HRA ۳۹
۲-۱۴-ارتباط قابلیت اطمینان شبکه های توزیع و تولید پراکنده ۳۹
۲-۱۵-بررسی کیفیت برق ،قابلیت اطیمنان و دسترسی ۳۹
۲-۱۶-قابلیت اطمینان سیستم توزیع ۴۰
۲-۱۷-ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع ۴۱
۲-۱۸-برخی شاخص های قابلیت اطمینان مورد کاربرد در روش FMEA ۴۲
۲-۱۹-مدلسازی اثر تولید پراکنده روی قابلیت اطمینان ۴۴
۲-۲۰- جمع بندی و نتیجه گیری ۴۷

فصل سوم: فرمول بندی مساله، انتخاب روش بهینه سازی و پیاده سازی الگوریتم ژنتیک ۴۹
۳-۱-مقدمه فصل ۵۰
۳-۲-نوع منبع تولید پراکنده ۵۱
۳-۳-رشد بار و مدل بار ۵۱
۳-۴-پیاده سازی تابع هدف و فرمول بندی مساله ۵۱
۳-۵-هزینه تلفات ۵۲

۳-۶-هزینه انرژی توزیع نشده ۵۳
۳-۷-قیود مساله ۵۴
۳-۸-بهینه سازی چند هدفه ۵۵
۳-۹-برخی مفاهیم مقدماتی در بهینه سازی چند هدفه ۵۵
۳-۱۰-مروری بر تکنیکهای برنامه نویسی ریاضی در بهینه سازی چند هدفه ۵۷
۳-۱۰-۱-روش بهینه سازی ترتیبی(متوالی) ۵۷
۳-۱۰-۲-روش توابع هدف وزن دار ۵۹
۳-۱۰-۳-روش محدودیت ε ۵۹
۳-۱۰-۴-روش معیار مطلق ۶۰
۳-۱۰-۵-روش برنامه نویسی آرمانی ۶۰
۳-۱۱-مقایسه مزایا و معایب روشهای ریاضی بهینه سازی چند هدفه ۶۱
۳-۱۲-بهینه سازی چند هدفه با استفاده از الگوریتم ژنتیک ۶۲
۳-۱۲-۱-کاهش به یک هدف ۶۲
۳-۱۲-۲-استفاده از توابع جریمه ۶۲
۳-۱۲-۳-روش مجموع وزنی ۶۳
۳-۱۲-۴-VEGA ۶۳
۳-۱۲-۵-MOGA ۶۴
۳-۱۳-پیاده سازی الگوریتم ژنتیک ۶۵
۳-۱۴-کد گذاری متغیرها ۶۵
۳-۱۵-جمعیت اولیه ۶۶
۳-۱۶-عملگر تقاطع ۶۶
۳-۱۷-عملگر جهش ۶۷
۳-۱۸-تابع برازندگی ۶۷
۳-۱۹-عملگر انتخاب ۶۷
۳-۲۰-ارتباط برنامه پخش بار با الگوریتم ژنتیک ۶۷
۳-۲۱-جمع بندی و نتیجه گیری ۶۸

فصل چهارم: نتایج شبیه سازی ۷۰
۴-۱-مقادیر پیش فرض در شبیه سازی ۷۱
۴-۲-حالت اول(شبیه سازی فیدر ۳۳ باس) ۷۱
۴-۳-حالت دوم(شبیه سازی فیدر ۳۳ باس) ۷۲
۴-۴-حالت سوم(شبیه سازی فیدر ۳۳ باس) ۷۳
۴-۵-حالت چهارم(شبیه سازی فیدر ۲۰ باس) ۷۴
۴-۶-حالت پنجم(شبیه سازی فیدر ۲۰ باس) ۷۵

۴-۷-حالت ششم(شبیه سازی فیدر ۲۰ باس) ۷۶

فصل پنجم:نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۸
۵-۱-نتایج ۷۹
۵-۲-پیشنهادات ۷۹
فهرست مراجع ۸۱
پیوست۱: مقدمه ای بر الگوریتم ژنتیک ۸۴
پیوست۲: مشخصات شبکه های توزیع نمونه ۹۱
پیوست۳: فلوچارت برنامه تهیه شده در این پایان نامه ۹۷

فهرست جدول‌ها

عنوان | صفحه

جدول ۱-۱:تقسیم بندی تولید پراکنده بر اساس ظرفیت تولید ۱۰
جدول ۱-۲: برخی از نکنولوژی های تولید پراکنده و ظرفیت قابل دسترس ۱۰
جدول ۱-۳: مقایسه انواع مختلف تکنولوژی های تولید پراکنده برق بر اساس دوره زمانی تغذیه ۲۷
جدول ۱-۴: مقایسه انواع مختلف تکنولوژی های تولید پراکنده بر اساس نوع کاربرد ۲۷
جدول ۱-۵: مقایسه فن آوری های تولید پراکنده ۲۸
جدول ۱-۶:مقایسه فن آوری های مختلف ۲۹
جدول ۳-۱: مقایسه مزایا و معایب روشهای ریاضی بهینه سازی چند هدفه ۶۱
جدول ۳-۲:مزایا و معایب روشهای بهینه سازی چند هدفه با الگوریتم ژنتیک ۶۵
جدول ۴-۱:نتایج حالت اول ۷۲
جدول ۴-۲: سایز و محل نصب تولید پراکنده در حالت اول ۷۳
جدول ۴-۳:نتایج حالت دوم ۷۳
جدول ۴-۴: سایز و محل نصب تعولید پراکنده در حالت دوم ۷۴
جدول ۴-۵:نتایج حالت سوم ۷۴
جدول ۴-۶: سایز و محل نصب تولید پراکنده در حالت سوم ۷۵
جدول ۴-۷:نتایج حالت چهارم ۷۵
جدول ۴-۸: سایز و محل نصب تولید پراکنده در حالت چهارم ۷۵
جدول ۴-۹: نتایج حالت پنجم ۷۵
جدول ۴-۱۰:سایز و محل نصب تولید پراکنده در حالت پنجم ۷۶
جدول ۴-۱۱:نتایج حالت ششم ۷۷
جدول ۴-۱۲:سایز و محل نصب تولید پراکنده در حالت ششم ۷۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: نمایی کلی از شبکه های قدرت..... ۳
شکل ۱-۲: تفاوت بین فیدرهای هوایی و زمینی..... ۵
شکل ۱-۳: در نظر گرفتن شبکه فشار ضعیف درقالب یک نقطه بار برای شبکه فشار متوسط ۶
شکل ۱-۴: دیاگرام تک خطی شبکه توزیع با ایجاد جزیره عمدی..... ۸
شکل ۱-۵: نمایی از تکنولوژی توربین گازی..... ۱۳
شکل ۱-۶: نمایی از تکنولوژی میکرو توربین..... ۱۴
شکل ۱-۷:میکروتوربین مجهز به سیستم بازیافت گرما..... ۱۵
شکل ۱-۸: نمایی از تکنولوژی پیل سوختی و چگونگی عملکرد آن..... ۱۷
شکل ۱-۸: نمایی از تکنولوژی توربین بادی و چگونگی عملکرد آن..... ۱۸
شکل ۱-۹: نمایی از تکنولوژی فتو ولتائیک و چگونگی عملکرد آن..... ۲۰
شکل ۲-۱: اثر تولید پراکنده روی تلفات ۳۱
شکل ۲-۲: تاثیر انواع توزیع بار در تلفات و جایابی منبع تولید پراکنده..... ۳۴
شکل ۲-۳: نحوه طبقه بندی مفاهیم قابلیت اطمینان و کیفیت توان..... ۴۰
شکل ۲-۴: تصویر شبکه مفروض ۴۵
شکل ۲-۵: فلوچارت محاسبه شاخصهای قابلیت اطمینان و انرژی توزیع نشده..... ۴۸
شکل ۳-۱: کروموزوم استفاده شده در این پایان نامه ۶۶
شکل ۳-۲: نمایش نحوه تقاطع کروموزوم ها با کد گذاری حقیقی..... ۶۷
شکل ۳-۳: مراحل بهینه سازی با الگوریتم ژنتیک در این پایان نامه..... ۶۹
شکل ۴-۱: وضعیت همگرایی الگوریتم ژنتیک در حالت اول ۷۳
شکل ۴-۲: وضعیت همگرایی الگوریتم ژنتیک در حالت دوم..... ۷۴
شکل ۴-۳: وضعیت همگرایی الگوریتم ژنتیک در حالت سوم..... ۷۵
شکل ۴-۴: وضعیت همگرایی الگوریتم ژنتیک در حالت چهارم ۷۶
شکل ۴-۵: وضعیت همگرایی الگوریتم ژنتیک در حالت پنجم..... ۷۷
شکل ۴-۶: وضعیت همگرایی الگوریتم ژنتیک در حالت ششم..... ۷۸

فصل اول

مقدمه ای بر شبکه های توزیع و منابع تولید پراکنده و انواع آن

۱-۱ مقدمه

به منظور توزیع انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاهها بین مشترکین و متقاضیان مصرف برق ، به سیستم توزیع نیاز است . سیستم توزیع که از بخش های اساسی هر سیستم قدرت محسوب می شود ، حائز اهمیت بسیار است . پیچیدگی ، پراکندگی و نزدیکی به مصرف کننده بر اهمیت شبکه های توزیع می افزاید . به گونه ای که حجم عمده سرمایه گذاری اولیه برای تهیه انرژی از نیروگاه تا محل مصرف به سیستم توزیع مربوط می شود .

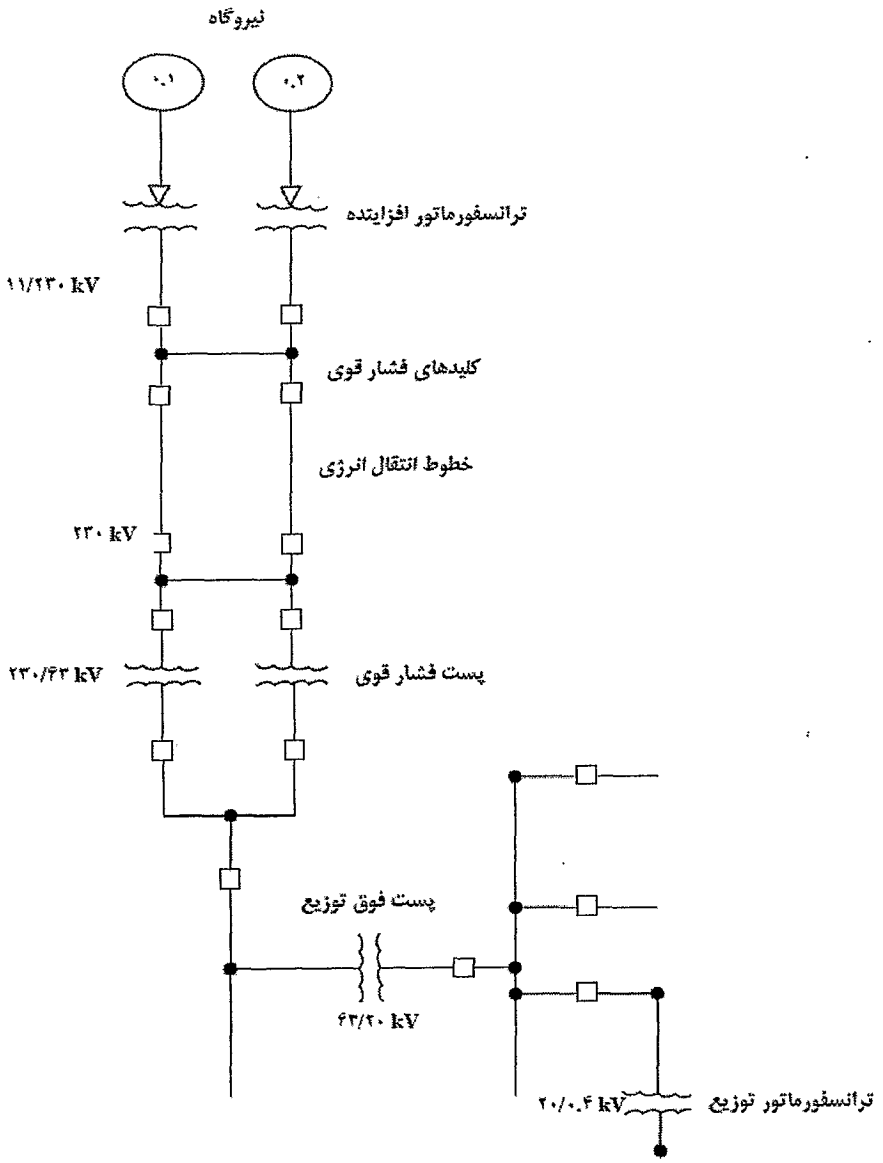
لذا جنبه های متنوع و گسترده سیستم توزیع در زمینه های طراحی و بهره برداری نظر بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است . از آنجا که در این پایان نامه به کاربرد DGدر شبکه های توزیع پرداخته می شود دراین فصل مروری بر ساختار سیستم های توزیع ،شبکه های شعاعی،فیدرهای فشار متوسط،پست های توزیع و شبکه فشار ضعیف،بازیابی بار شبکه های توزیع، جزیره ای شدن انجام خواهد شد وانواع مختلف فن آوری تولید پراکنده شامل:موتورهای احتراق داخلی، توربین های گازی،میکروتوربین ها،پیل های سوختی،توربین های بادی،سیستم های فتوولتائیک،سیستم های حرارتی خورشیدی، بیوماس،زمین گرمایی،ذخیره سازهای انرژی مورد بررسی قرار می گیرند .

۱-۲- سیستم توزیع

سیستم توزیع به بخشی از سیستم قدرت اطلاق می شود که بعد از شبکه های انتقال و فوق توزیع مصرف کنندگان را انرژی رسانی می کند . شبکه های انتقال از نیروگاهها به پستهای انتقال متصل شده و این پستها تامین کننده انرژی پستهای فوق توزیع می باشند که در ناحیه بار (مصرف) قرار دارند و این پستها به نوبه خود تامین کننده انرژی پستهای توزیع محسوب شده و مصرف کنندگان انرژی الکتریکی را از پستهای توزیع دریافت می نمایند . در پست های توزیع هر ترانسفورماتور و یا مجموعه ای از آنها یک یا چند گروه از مصرف کنندگان را از طریق خطوط فشار ضعیف سرویس می دهند . خطوط فشار متوسط و نیز اتصالات سرویس مصرف کنندگان ممکن است از کابل زمینی یا سیم هوایی تشکیل شده باشد .

در شکل ۱-۱ نمایی کلی از شبکه های سیستم قدرت ارائه شده است چنانکه ملاحظه می شود اجزاء مربوط به این حوزه به ترتیب از بالادست به پایین دست عبارت است از : مدارهای انتقال و فوق توزیع ،

پستهای انتقال و فوق توزیع ، فیدرهای فشار متوسط ، پست های توزیع ، فیدرهای فشار ضعیف و سرانجام مصرف کنندگان



شکل۱-۱: نمایی کلی از شبکه های قدرت

۱-۳-سیستم توزیع شعاعی

سیستم شعاعی به علت ساختار ساده ای که دارد متداولترین نوع شبکه ی توزیع محسوب می شود . در این ساختار فیدرها به صورت شعاعی از پست ها به سمت فیدرهای فرعی که به همه جای ناحیه سرویس دهی کشیده شده اند ، امتداد یافته اند . اصولاً مزایای سیستم های شعاعی در سادگی و ارزانی آن خلاصه می شود . و با چنین آرایشی تعداد تجهیزات قطع و وصل اندک و رله گذاری آسان می شود . در حقیقت

یک سیستم شعاعی به نوعی از سیستم اطلاق میشود که دارای یک مسیر واحد جهت انتقال توان از پست فوق توزیع به سمت پست های توزیع از طریق خطوط فشار متوسط باشد . [۱]

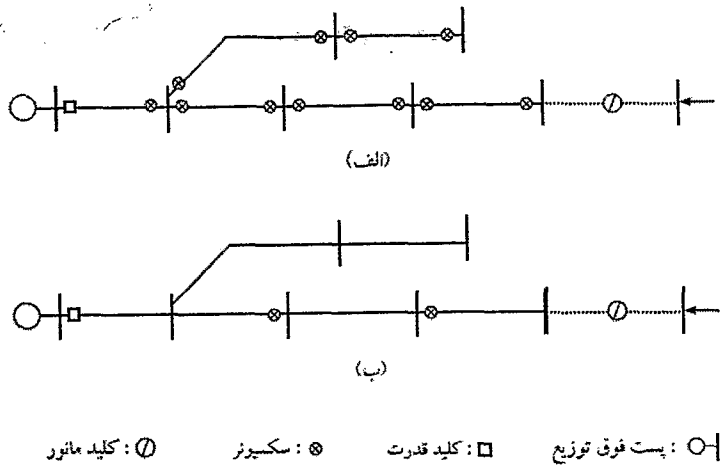
۱-۴- فیدرهای فشار متوسط

در اکثر آرایش های سیستم های شعاعی فیدرهای فشار متوسط از شین فشار متوسط پست های فوق توزیع تا پست های توزیع (حتی تا مصرف کنندگان) به صورت شعاعی به کار می رود . اساساً بروز خاموشی در فیدرهای فشار متوسط مسئله ساز بوده و بروز خطا روی هر یک از قسمت های فیدر به قطع کلید قدرت ابتدای فیدر و خاموشی تعداد زیادی از مصرف کنندگان می انجامد و با این آرایش وقفه حاصل شده اجتناب ناپذیر است .

همانطور که ذکر شد ،فیدرهای فشارمتوسط به صورت زمینی یا هوایی احداث می شوند . در فیدرهای هوایی از کلیدهایی به نام سکسیونر جهت تقسیم فیدر به چند بخش استفاده می شود که در حالت عادی بسته می باشند ، علت اصلی استفاده از این کلیدها این است که در هنگام وقوع خطا روی قسمتی از فیدر ، بتوان قسمت آسیب دیده را از دیگر بخش ها جدا نمود و مابقی بخش های فیدر را برق دار کرد .

اما برای این کار کلیدهای دیگری نیز روی فیدر نصب و استفاده می شود که کلیدهای مانور نام دارد . این کلیدها که دو فیدر را به هم وصل می کنند ، در حالت عادی عملکرد سیستم باز هستند و در هنگام بروز خطا ، پس از جدا نمودن قسمت آسیب دیده توسط سکسیونر ها ، برای تغذیه بارهای قطع شده توسط فیدرهای مجاور مورد استفاده قرار می گیرد .

فیدرهای زمینی از نظر کلیدهای فوق الذکر با فیدرهای هوایی متفاوتند چرا که در دو سوی هر سکشن (فاصله ی بین هر دو پست توزیع) دارای سکسیونر می باشد . شکل (۱-۲) تفاوت بین فیدرهای هوایی و زمینی وبطور کلی تفاوت در ایزولاسیون خطا در خطوط هوایی و زمینی را نشان می دهد. [۲]



شکل ۱-۲ : تفاوت بین فیدرهای هوایی و زمینی

۱-۵- پست های توزیع و شبکه فشار ضعیف

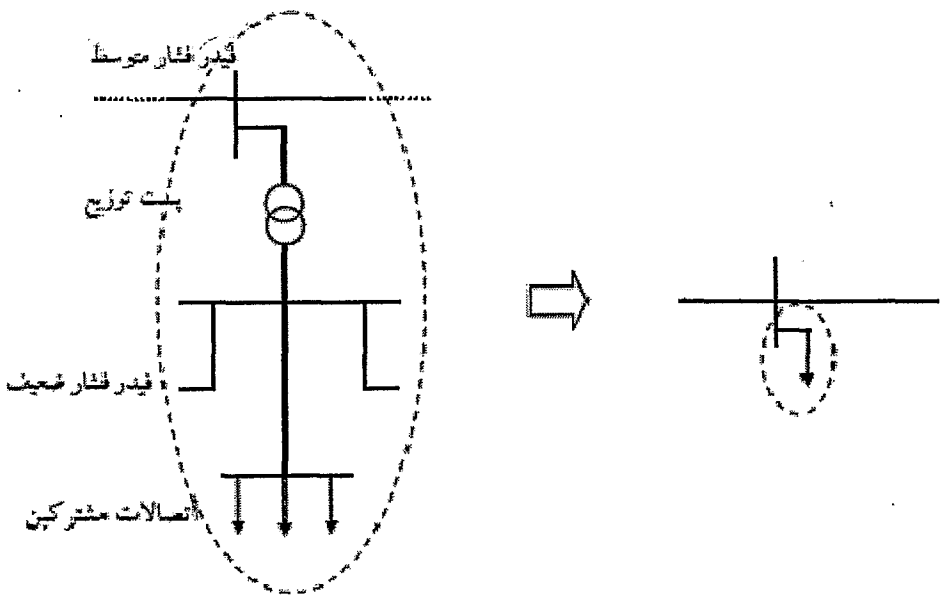
پست های توزیع ولتاژ را از سطح ولتاژ شبکه فشار متوسط به ولتاژ مصرف کاهش می دهند . با توجه به تفاوت زیاد در چگالی بار مناطق مختلف ، این پستها به دو صورت به کار می روند :

الف – پست های زمینی : در مناطق شهری با چگالی بار بالا از ترانسفورماتور های بزرگ استفاده می شود و این پست ها از طریق کابل های زمینی مصرف کنندگان را تغذیه می نمایند .

ب- پست های هوایی : اینگونه پست ها بیشتر در مناطق روستایی یا شهری با چگالی بار پایین استفاده می شوند و به وسیله فیدرهای فشار متوسط هوایی تغذیه می شوند .

مدارهای فشار ضعیف و به دنبال آن اتصالات سرویس مصرف کننده آخرین بخش از شبکه های توزیع را تشکیل می دهند و مستقیماً با مصرف کنندگان در ارتباط هستند . ساختار عمومی پست های توزیع اعم از هوایی یا زمینی بصورت شکل ۱-۳می باشد.

عملاً شبکه فشار ضعیف به همراه ترانسفوماتورهای توزیع در یک حوزه قرار می گیرند که میان آنها ارتباط تنگاتنگی برقرار است . در بسیاری از محاسبات مانند پخش بار و ارزیابی قابلیت اطمینان شبکه های توزیع فشار ضعیف ، پست توزیع و شبکه فشار ضعیف متصل به آن به عنوان یک نقطه بار برای شبکه فشار متوسط در نظر گرفته می شوند . [۲]



شکل۱-۳:در نظر گرفتن شبکه فشار ضعیف درقالب یک نقطه بار برای شبکه فشار متوسط

۱-۶- بازیابی بار سیستم های توزیع

همانطور که اشاره شد ، سیستم های توزیع معمولاً بصورت ساختار شعاعی بهره برداری می شوند . در این سیستم ها تعدادی کلید بسته و تعدادی کلید باز (کلید مانوری) وجود دارد . این کلیدها در طی عملیات تعمیر نگهداری ، توزیع بار و شرایط غیر طبیعی مورد استفاده قرار می گیرند .

با تغییر وضعیت کلید های مذکور نمایش شبکه توزیع تغییر می کند و در نتیجه ولتاژ خط ها ، ولتاژ باس ها و تلفات نیز تغییر می کند. هدف از این عملیات کلید زنی بالا بردن قابلیت اطمینان و بازدهی سیستم توزیع است.

هنگامی که خطا در سیستم توزیع اتفاق می افتد، اپراتورهای سیستم توزیع بایستی سریعا محل وقوع خطا را تشخیص دهند و آنرا از شبکه اصلی جدا کنند ، سپس مناطق بی برق خارج از منطقه خطا را دوباره برقدار کنند. بازیابی بار شبکه های توزیع به مدیریت سیستم پس از وقوع خطا می پردازد . در این فرایند سعی میشود تا تعداد بیشتری از بارهای قطع شده توسط سکسیونرها و کلید های مانور، از طریق منابع پشتیبان دوباره تغذیه شوند.

برنامه بازیابی بار باید در کوتاه ترین زمان ممکن انجام گیرد. این هدف مبتنی بر ملاحظات عملی است که باید تغذیه بارهای قطع شده در سریع ترین زمان ممکن از سر گرفته شود تا هم از نارضایتی

مشترکین جلوگیری شود و هم باعث بالا رفتن شاخص های قابلیت اطمینان سیستم شود بطور کلی اهداف و قیود برنامه بازیابی بار شبکه توزیع در موارد زیر خلاصه می شود:

- بازیابی بیشترین بار ممکن در منطقه بدون برق
- تعداد عملیات کلید زنی در طرح بازیابی سیستم های توزیع بایستی حداقل شود . مهم ترین دلیل این هدف این است که استفاده مستمر از کلید ها عمر متوسط آنها را کاهش می دهد.
- هیچ یک از اجزا سیستم دچار اضافه بار نشوند و همچنین مقدار ولتاژ بارها از محدوده استاندارد تجاوز نکند

همانطور که اشاره شد ، بسیاری از شبکه های توزیع بصورت شعاعی هستند یعنی اینکه برای فیدر توزیع فقط یک منبع تغذیه موجود است و فیدر از منبع تغذیه به سمت بارها بصورت شعاعی گسترش یافته است.دلیل عمده بهره برداری از شبکه های توزیع بصورت شعاعی، سادگی و ارزانی حفاظت اضافه جریان در این شبکه ها است.

نصب DGدر شبکه توزیع باعث کاهش بار پیک، کاهش تلفات سیستم، آزاد سازی ظرفیت سیستم ، تعویق سرمایه گذاری جدید برای توسعه سیستم میشود. اما در مقابل با نصب تولید پراکنده در شبکه توزیع جهت عبور توان معکوس شده و در نتیجه هماهنگی انجام شده بین تجهیزات حفاظتی شبکه، از قبیل فیوزها، ریکلوزرها، و رله ها معتبر نخواهد بود و حفاظت این شبکه ها پیچیده تر می شود. البته میزان تاثیر DGبر روی هماهنگی عناصر حفاظتی بستگی به اندازه ظرفیت این منابع و نوع و نیز محل نصب آنها دارد.

در مجموع ورود DG به شبکه های توزیع موجب تغییر در نگرش به پروسه بازیابی بار شده است بطوریکه می توان با بکارگیری این نوع مولد ها زمان خاموشی ها را به مقدار قابل توجهی کاهش داد ، به هر حال با ورود منابع تولید پراکنده به شبکه های توزیع موضوعات جدیدی مانند جزیره ای شدن مطرح شده است که بطور بسیار مختصر در ادامه شرح داده خواهد شد.